

**ESTUDIO DE SUELOS Y DISEÑO DE ESPESORES  
ALTERNATIVA INFORME DD 02-21014 HOJA 1/13  
FECHA: OCTUBRE 12 DE 2022**

Ingeniero  
Franklin Gantiva  
Consortio OP 2022  
Antioquia

Asunto: Alternativa diseño de pavimento

De acuerdo con su solicitud en este informe se presenta nueva alternativa al diseño de la estructura del pavimento para dos (2) kilómetros de la vía al corregimiento Buenos Aires en el Municipio de Andes; que se había presentado en el informe DD 02-22014 del 9 de febrero de 2021. La idea sigue siendo el aprovechamiento del carreteable existente, pero en lugar de usar suelo-cemento se plantea el uso de base granular.

Los estudios requeridos para definir los trabajos a recomendar corresponden a los resultados de los ensayos realizados por nosotros para el Municipio de Andes en noviembre del año 2020, en los que se hicieron apiques cada 250 aproximadamente, con toma de muestra a 60 cm de profundidad para medir capacidad portante; y que de acuerdo con la información suministrada los requerían para el dimensionamiento de placa huella.

En su momento se realizaron las siguientes actividades, al servicio de sus necesidades:

- Recorrido de las áreas en estudio
- Apertura de sondeos con toma de muestras y ensayos de campo
- Ensayos de laboratorio

En el informe original se hizo el análisis de la información existente de aforos y del estudio de suelos mencionado para proporcionar alternativas de espesores de pavimento. En este informe, que contiene el diseño de la alternativa en base granular, sólo se presenta el diseño de la estructura de pavimento, teniendo en cuenta las mismas variables usadas para el diseño original (alternativa con suelo-cemento).

El informe tiene dos cuerpos: la primera parte considera el análisis realizado para determinar el TPD a partir de los aforos suministrados por ustedes y la segunda el diseño de la estructura de pavimento.

**ESTUDIO DE SUELOS Y DISEÑO DE ESPESORES**  
**ALTERNATIVA INFORME DD 02-21014 HOJA 2/13**  
**FECHA: OCTUBRE 12 DE 2022**

## **ESTUDIO DE TRANSPORTE**

Este trabajo, constituye una parte de lo que es un Estudio de Transporte, de acuerdo con las especificaciones del Invías. Se pretendía usar la información de aforos del Municipio de Andes, como información primaria, para estimar los flujos de tránsito futuros y determinar el valor de la variable N para el diseño de las estructuras de pavimento, de la vía del Corregimiento Buenos

### **OBJETIVOS Y ALCANCES**

#### **Objetivo general**

Determinar la demanda vehicular atraída por el mejoramiento de la vía del Corregimiento Buenos Aires, con el fin de proporcionar el insumo necesario para el diseño de pavimentos.

#### **Objetivos específicos**

- Estimar los volúmenes de tránsito atraído en las horas pico y el TPD (Tránsito Promedio Diario).
- Discriminar el TPD de acuerdo a los grupos vehiculares que se presenten (C2P, C2G, C3 - C4, C5 y >C5) y determinar su comportamiento.
- Determinar el número de ejes equivalentes de la vía en estudio, para el diseño de pavimentos.

#### **Alcance**

El alcance principal de un Estudio de Transporte es la obtención de información que permita establecer valores actualizados para las proyecciones de tránsito y de este modo proceder con diseños geométricos y de pavimento definitivos. Sin embargo el alcance de este trabajo es utilizar la información suministrada por el Municipio para determinar la variable N, requerida para el dimensionamiento de las alternativas de la estructura de pavimento.

### **ESTUDIOS DE CAMPO**

En general, se tienen los datos de aforos vehiculares que se ejecutaron en puntos escogidos estratégicamente dentro de la infraestructura existente, sobre los cuales se espera que haya un impacto debido al nuevo proyecto que se evalúa.

Para la toma de información en las vías a intervenir se utilizó la técnica de muestreo, donde se definieron estaciones que se aforaron 2 horas diarias, mediciones que se expanden a 24 horas.

#### **Aforos vehiculares**

Los conteos de tránsito tienen como objetivo registrar el número de vehículos que pasan por un punto, entran a una intersección o usan parte de una vía, clasificándolos por tipo, de acuerdo con el sentido del flujo y el movimiento. El método empleado, además, permite clasificar a cada vehículo de acuerdo a las siguientes categorías: Automóvil, Bus, Camión (C2P, C2G, C3, C4, C5, >C5).



**ESTUDIO DE SUELOS Y DISEÑO DE ESPESORES**  
**ALTERNATIVA INFORME DD 02-21014 HOJA 4/13**  
**FECHA: OCTUBRE 12 DE 2022**

La toma de información de las estaciones de aforo se realizó en: Corregimiento de Buenos Aires, Sector La Ilusión, Sector Abejorral, Sector La Camelia, Sector El Gólgota, Sector Los Mangos y Puente La Cañaverala. Para este trabajo sólo se usó la información de la estación de aforo del Corregimiento Buenos Aires.

En cada una de las estaciones se realizó el conteo un día de la semana, por dos horas: una en la mañana y otra en la tarde. Las mediciones se hicieron los días 13, 15, 16, 17, 18, 19 y 20 de marzo del presente año. La composición vehicular fue discriminada por tipo de vehículos en Autos, Buses, C2P, C2G, C3-C4, C5 y >C5.

#### **Encuestas Origen . Destino (O-D)**

Las encuestas de Origen . Destino no fueron realizadas, por lo tanto, no se cuenta con esta información secundaria para el presente estudio.

#### **Encuestas de preferencias declaradas**

Las encuestas de preferencias declaradas no fueron realizadas, por lo tanto, no se cuenta con esta información secundaria para el presente estudio.

#### **Aforos peatonales**

No se realizaron aforos peatonales.

#### **Velocidades**

Para el desarrollo del proyecto no se realizó la toma de datos de tiempos de viaje, demoras y velocidad de los recorridos en la vía en estudio.

### **MODELOS Y PROYECCIONES**

Para realizar el pronóstico del tránsito se realizaron caracterizaciones por tramos homogéneos. Es por eso que para este caso sólo se tomaron los datos del Corregimiento Buenos Aires, que son lo que necesitamos para el diseño del pavimento. La cuantificación del volumen del tránsito fue discriminada en las clasificaciones por tipo de vehículo, lo que permitió obtener el valor del Tránsito Promedio Diario (TPD) por categoría.

A continuación, se relaciona el procedimiento y las tablas con los cálculos resultantes.

#### **Composición vehicular**

A partir de los trabajos de campo realizados se obtuvo la distribución de los volúmenes de tránsito y la variación de los distintos tipos de vehículos. La composición vehicular se midió en términos de porcentajes sobre el volumen total. La tipología de los vehículos de carga empleada para este análisis, corresponde a la establecida por el Ministerio de Transporte, donde clasifica los vehículos pesados según el número de ejes, como se muestra a continuación:

- Autos (Vehículos livianos): son aquellos de menos de 5 toneladas de capacidad tales como automóviles, camionetas, camperos, etc
- Buses: flota de buses, busetas o colectivos intermunicipales o de uso privado.
- Camiones C2P: camiones pequeños de dos ejes

**ESTUDIO DE SUELOS Y DISEÑO DE ESPESORES**  
**ALTERNATIVA INFORME DD 02-21014 HOJA 5/13**  
**FECHA: OCTUBRE 12 DE 2022**

- Camiones C2G: camiones grandes de dos ejes
- Camiones C3-C4: camiones de tres y cuatro ejes
- Camiones C5: camiones de cinco ejes
- Camiones mayores a C5: camiones con más de cinco ejes

**Volúmenes aforados para 2 horas de conteos**

COMPOSICIÓN VEHICULAR							
Autos	Buses	Busetas	C-2P	C-2G	C-3-4	C5	>C5
7	0	0	3	3	0	0	0
5	1	0	2	1	0	0	0

Fuente: Elaboración propia

**Composición vehicular en porcentaje (%)**

COMPOSICIÓN VEHICULAR							
Autos	Buses	Busetas	C-2P	C-2G	C-3-4	C5	>C5
54%	0%	0%	23%	23%	0%	0%	0%
56%	11%	0%	22%	11%	0%	0%	0%

Fuente: Elaboración propia

**Expansión de la muestra**

El muestreo de los aforos se realizó en el sitio en estudio durante 2 horas del día, por lo que se hizo necesario expandir dicha muestra al volumen vehicular de las 24 horas, esto es, aplicar la encuesta a la totalidad de la población y con ello obtener el volumen para determinar el TPD del proyecto. Para la expansión de los datos se utilizaron las mediciones realizadas en las estaciones de conteo vehicular, donde a partir de los vehículos máximos por hora se obtuvieron los factores de expansión. En las siguientes tablas se presenta el volumen y TPD expandidos para las vías en estudio de acuerdo al sentido de circulación de los vehículos.

**Factores de expansión y cálculo del TPD**

Vehículos/hora	Vehículos/hora (máximo período)	Períodos	Factor de expansión	Total	TPD
12	6	2	0,9167	13	288

Fuente: Elaboración propia

**Determinación del número de vehículos para el TPD (12 horas de aforo)**

COMPOSICIÓN VEHICULAR								
Autos	Buses	Busetas	C-2P	C-2G	C-3-4	C5	>C5	TPD
55%	5%	0%	23%	18%	0%	0%	0%	2,88
157	13	0	66	52	0	0	0	2,88

Fuente: Elaboración propia

**ESTUDIO DE SUELOS Y DISEÑO DE ESPESORES**  
**ALTERNATIVA INFORME DD 02-21014 HOJA 6/13**  
**FECHA: OCTUBRE 12 DE 2022**

### ESTIMATIVO DEL NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES

Obtenido el TPD se calcula el número de ejes equivalentes de 8,2 toneladas como insumo para el diseño de la estructura de pavimento.

Los factores de daño discriminados por tipo de vehículo que fueron utilizados en el presente estudio, se muestran a continuación:

Factores de daño por tipo de vehículo

Tipo de vehículo	Factor de daño
Bus	1
Camión C2-P	1,14
Camión C2-G	2,34
Camión C3-C4	2,75
Camión C5	4,16
Camión >C5	4,5

Fuente: Encuesta Invías año 2003

Para los factores de distribución, se usaron: un factor direccional del tránsito de 0,55 y un factor del tránsito por carril de 1 (un carril). Ambos factores fueron tomados de la tabla 2.3.3 y el numeral 2.3.4 de la *Guía Metodológica para el Diseño de obras de rehabilitación de pavimentos asfálticos de carreteras* del Ministerio de Transporte en su segunda edición 2008.

Se determinó el número de ejes equivalentes para un periodo de diseño de 10 años y de 20 años, de acuerdo con su solicitud.

Resultado de los cálculos realizados para hallar el  $N_{8,2t}$

MUNICIPIO DE ANDES, CORREGIMIENTO DE BUENOS AIRES (r = 3%)									
AÑO		AUTOS	BUSES	C2P	C2G	C3-C4	C5	>C5	N
		0	1	1,14	2,34	2,75	4,16	4,5	
0	2021	157	13	66	52	0	0	0	42.141
1	2022	162	13	68	54	0	0	0	43.406
2	2023	167	14	70	55	0	0	0	44.708
3	2024	172	14	72	57	0	0	0	46.049
4	2025	177	15	74	59	0	0	0	47.431
5	2026	182	15	77	60	0	0	0	48.853
6	2027	187	16	79	62	0	0	0	50.319
7	2028	193	16	81	64	0	0	0	51.829
8	2029	199	16	84	66	0	0	0	53.384
9	2030	205	17	86	68	0	0	0	54.985
10	2031	211	17	89	70	0	0	0	56.635
N DE DISEÑO PARA 10 AÑOS									539.739

Fuente: Elaboración propia

**ESTUDIO DE SUELOS Y DISEÑO DE ESPESORES  
ALTERNATIVA INFORME DD 02-21014 HOJA 7/13  
FECHA: OCTUBRE 12 DE 2022**

Resultado de los cálculos realizados para hallar el  $N_{8,2t}$

MUNICIPIO DE ANDES, CORREGIMIENTO DE BUENOS AIRES (r = 3%)									
AÑO		AUTOS	BUSES	C2P	C2G	C3-C4	C5	>C5	N
		0	1	1,14	2,34	2,75	4,16	4,5	
11	2032	217	18	91	72	0	0	0	58.334
12	2033	224	19	94	74	0	0	0	60.084
13	2034	231	19	97	76	0	0	0	61.886
14	2035	237	20	100	79	0	0	0	63.743
15	2036	245	20	103	81	0	0	0	65.655
16	2037	252	21	106	83	0	0	0	67.625
17	2038	259	21	109	86	0	0	0	69.653
18	2039	267	22	112	89	0	0	0	71.743
19	2040	275	23	116	91	0	0	0	73.895
20	2041	284	23	119	94	0	0	0	76.112
<b>N DE DISEÑO PARA 20 AÑOS</b>									<b>1.208.468</b>

Fuente: Elaboración propia

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se recomienda diseñar la estructura de pavimento para un periodo de 10 o 15 años máximo, ya que la rodadura asfáltica tiene aproximadamente esa vida útil, por más espesores que tenga la estructura.

### REFERENCIAS

- Instituto Nacional de Vías. (2008). Guía Metodológica para el Diseño de obras de rehabilitación de pavimentos asfálticos de carreteras.  
 Instituto Nacional de Vías. (2015). Manual de diseño de pavimentos asfálticos para vías con medios y altos volúmenes de tránsito.

**ESTUDIO DE SUELOS Y DISEÑO DE ESPESORES**  
**ALTERNATIVA INFORME DD 02-21014 HOJA 8/13**  
**FECHA: OCTUBRE 12 DE 2022**

## **DISEÑO DE PAVIMENTO**

### **OBJETIVOS Y ALCANCES**

#### **Objetivo Específico**

Utilizar la información existente de los materiales que servirán como capa de apoyo (subrasante) a la estructura de pavimento, para proceder con la recopilación de información, análisis de resultados y propuesta de alternativas de espesor de pavimento.

#### **Alcance**

El estudio de suelos entregado se refiere exclusivamente, a la determinación de la capacidad portante del suelo de subrasante para el dimensionamiento de la estructura. No determina parámetros geotécnicos ni se hacen recomendaciones de estabilidad del terreno en estudio. Este estudio no contempla la realización de estudios geológicos, hidrológicos, hidráulicos ni de estabilidad geotécnica. Tampoco incluimos el análisis de fuentes de materiales ni la evaluación económica de las alternativas.

#### **Localización**

Este proyecto se desarrolla en el corregimiento Buenos Aires del Municipio de Andes departamento de Antioquia. El clima de Andes es suave generalmente clasificado como templado. La lluvia es significativa la mayoría de los meses del año, y la estación seca corta tiene poco efecto. La temperatura promedio es 21,2 °C y la precipitación es de 2092 mm al año y 1300 m de altitud.

### **EXPLORACIÓN DE CAMPO**

Con el fin de conocer las principales características de los suelos de subrasante, en el tramo se realizaron ocho (8) sondeos distribuidos de la siguiente manera:

- Sondeo S-1: K0+070 por el lado derecho de la vía
- Sondeo S-2: K0+300 por el lado izquierdo de la vía
- Sondeo S-3: K0+550 por el lado derecho de la vía
- Sondeo S-4: K0+830 por el lado izquierdo de la vía
- Sondeo S-5: K1+030 por el lado derecho de la vía
- Sondeo S-6: K1+300 por el lado izquierdo de la vía
- Sondeo S-7: K1+560 por el lado derecho de la vía
- Sondeo S-8: K1+800 por el lado izquierdo de la vía

Los sondeos se llevaron a 1,00 metros de profundidad con respecto a la rasante actual. En ellos se tomaron muestras de los materiales y suelos encontrados para ensayos de humedad, granulometría por tamizado, límites de consistencia así como ensayos CBR con muestra inalterada y sumergida del suelo de subrasante.

Para conocer la uniformidad, en sentido vertical, de las características mecánicas de la subrasante, se hicieron determinaciones con el Penetrómetro Dinámico de Cono PDC, empleando la correlación del Transvaal Road Department Material Branch de Sudáfrica.

**ESTUDIO DE SUELOS Y DISEÑO DE ESPESORES**  
**ALTERNATIVA INFORME DD 02-21014 HOJA 9/13**  
**FECHA: OCTUBRE 12 DE 2022**

## RESULTADOS

Las columnas estratigráficas de los sondeos realizados indicando el espesor de cada estrato, el contenido de humedad y su clasificación, así como los resultados de los ensayos de granulometría por tamizado, límites de consistencia, CBR y PDC, se incluyen en los cuadros anexos al final del informe.

A continuación se presenta una tabla resumen con los resultados de los ensayos realizados a los materiales encontrados en cada uno de los sondeos ejecutadas con el fin de determinar sus características físico-mecánicas.

**TABLA No. 1: RESUMEN DE RESULTADOS DE LABORATORIO**  
**CARACTERIZACIÓN DE LOS SUELOS QUE CONFORMAN LAS DIFERENTES CAPAS ANALIZADAS**

ENSAYO	ABSCISA	Vía al corregimiento Buenos Aires en el Municipio de Andes Antioquia			
		Sondeo S-1: K0+070 lado derecho de la vía	Sondeo S-2: K0+300 lado izquierdo de la vía	Sondeo S-3: K0+550 lado derecho de la vía	Sondeo S-4: K0+830 lado izquierdo de la vía
<b>CAPA DE BASE</b>					
Descripción y espesor (cm)	10 cm de afirmado de color café, con guijarros hasta de 4"	18 cm de afirmado de color café, con guijarros	35 cm de afirmado de color café, con guijarros hasta de 5"	---	
Tamaño máximo	> 3"	---	---	---	
Pasa tamiz No. 200 (%)	8,1	---	---	---	
Límite líquido	NL	---	---	---	
Índice de plasticidad (IP)	NP	---	---	---	
Humedad (%)	8,5	---	---	---	
Clasificación	A-1a(0); GP-GM	---	---	---	
<b>SUBRASANTE</b>					
Descripción y Color	<b>Material de lleno</b> Arena limosa de color café y negro de origen volcánico	Limo arcilloso de alta compresibilidad rojo	Limo arcilloso de alta compresibilidad amarillo	Limo arcilloso de color amarillo, volcánico	
Espesor (cm)	De 10 a 100 cm	De 18 a 100 cm	De 35 a 100 cm	> 100	
Tamaño máximo	3/8"	1"	1"	1"	
Pasa tamiz No. 200 (%)	39,3	60,5	55,9	55,8	
Límite líquido (%)	153	66	63	76	
Límite plástico (%)	111	47	38	49	
Índice de plasticidad (%)	42	19	25	27	
CBR (%)	Inalterado 2,2 ↑	PDC 2,9 ↑	PDC 4,4 ↑	PDC 3,8 ↑	
Peso unitario seco (kg/m <sup>3</sup> )	509	---	---	---	
Humedad (%)	141,9	52,0	68,4	60,6	
Clasificación	A-7-5(11); SM	A-7-5(13); MH	A-7-5(13); MH	A-7-5(42); MH	

↑ ↓ → Significa que las lecturas del PDC aumentan, disminuyen, o son iguales; a medida que se profundiza en el suelo.

**ESTUDIO DE SUELOS Y DISEÑO DE ESPESORES**  
**ALTERNATIVA INFORME DD 02-21014 HOJA 10/13**  
**FECHA: OCTUBRE 12 DE 2022**

**TABLA No. 1: RESUMEN DE RESULTADOS DE LABORATORIO**  
**CARACTERIZACIÓN DE LOS SUELOS QUE CONFORMAN LAS DIFERENTES CAPAS ANALIZADAS**

ABSCISA	Vía al corregimiento Buenos Aires en el Municipio de Andes Antioquia			
	Sondeo S-5: K1+030 lado derecho de la vía	Sondeo S-6: K1+300 lado izquierdo de la vía	Sondeo S-7: K0+560 lado derecho de la vía	Sondeo S-8: K0+800 lado izquierdo de la vía
<b>CAPA DE BASE</b>				
Descripción y espesor (cm)	13 cm de afirmado aluvial, con gujarros hasta de 12"	---	12 cm de afirmado aluvial de color café, con gujarros hasta de 4"	25 cm de afirmado aluvial, de color café, con gujarros hasta de 10"
Tamaño máximo	---	---	---	>3"
Pasa tamiz No. 200 (%)	---	---	---	8,2
Límite líquido	---	---	---	NL
Índice de plasticidad (IP)	---	---	---	0
Humedad (%)	---	---	---	8,0
Clasificación	---	---	---	A-1a(0); GP-GM
<b>SUBRASANTE</b>				
Descripción y Color	Arena limosa de color café y amarillo	Grava limo arcillosa de color gris con gujarros	Arena limosa de color café	Arena limosa de color café
Espesor (cm)	De 30 a 100 cm	De 0 a 100 cm	De 12 a 100 cm	De 52 a 100 cm
Tamaño máximo	2"	<3"	1"	3/4"
Pasa tamiz No. 200 (%)	46,6	6,5	42,8	36,2
Límite líquido (%)	62	NL	63	NL
Límite plástico (%)	38	NP	37	NP
Índice de plasticidad (%)	24	0	26	0
CBR (%)	PDC 2,4 ↑	PDC granular	PDC 6,7 ↓	Inalterado 2,4 ↑
Peso unitario seco (kg/m <sup>3</sup> )	---	---	---	1200
Humedad (%)	36,8	15,7	32,0	59,8
Clasificación	A-7-5(8); SM	A-1a(0); GP-GM	A-7-5(7); SM	A-4(0); SM

↑ ↓ → Significa que las lecturas del PDC aumentan, disminuyen, o son iguales; a medida que se profundiza en el suelo.

No se detectó el nivel freático ni la presencia de aguas libres, no se recomiendan sistemas de sub-drenaje. Sin embargo deberán construirse las obras necesarias para garantizar el drenaje de las aguas superficiales.

## PARÁMETROS DE DISEÑO

Como capacidad portante, para el dimensionamiento de las estructura de la vía, se tomo el valor CBR= 3,5 % para todo el tramo, de acuerdo con los resultados de los ensayos inalterados y PDC.

Con base en la información de aforos suministrada por ustedes se calculó un tránsito, medido en ejes equivalentes de 8,2 toneladas, de 539.739 para un período de 10 años y de 1.208.468 para 20 años, de acuerdo con su solicitud.

**ESTUDIO DE SUELOS Y DISEÑO DE ESPESORES**  
**ALTERNATIVA INFORME DD 02-21014 HOJA 11/13**  
**FECHA: OCTUBRE 12 DE 2022**

## DISEÑO DE ESPESORES

Con base en el tránsito y empleando las ecuaciones de diseño de pavimentos flexibles del método AASHTO-93, se determinaron los valores del Número Estructural Total y se verificó su cumplimiento en la estructura propuesta así como el de espesores mínimos de capas propuestas por el método.

Para la revisión de la estructura de diseño se toman los siguientes valores de las variables:

- Confiabilidad:  $R = 80\%$  ( $Z_r = -0,841$ ) Autopista rural
- Desviación Standard: 0,45
- Índice de Servicio  $P_0$  de 4,2 y  $P_f$  de 2,0 para un  $\Delta PSI$  de 2,2
- El módulo resiliente de la subrasante ( $2555 * CBR^{0,64}$ )
- Coeficiente de drenaje de las capas granulares ( $m_2$  y  $m_3 = 1,0$ ) para calidad de drenaje bueno y porcentaje de tiempo de exposición entre 5% y 25%
- Módulos empleados para las capas estructurales:

Mezcla asfáltica de rodadura

$E_{\text{concreto asfáltico}} = 250.000 \text{ psi}$

$a_1 = 0,30$

Base granular

$CBR = 80\%$

$E_{\text{base granular}} = 28.000 \text{ psi}$

$a_2 = 0,13$

## Vía al corregimiento Buenos Aires en el Municipio de Andes Antioquia

De acuerdo con su solicitud se dimensionan estructuras para periodos de diseño de 10 años y de 20 años

### 1. Alternativas de estructura a 10 años

$N = 539.739$

CBR de la subrasante 3,5%

Módulo resiliente de la subrasante es de 5696 psi ( $2555 * CBR^{0,64}$ )

Se obtiene un número estructural a garantizar sobre la subrasante  $SN = 3,11$  ( $\log_{10} W18 = 5,73$ )

Alternativa	1	2
<b>Carpeta asfáltica MDC-19</b>	<b>10,0 cm</b>	<b>7,6 cm</b>
<b>Base granular BG-38</b>	<b>38,0 cm</b>	<b>44,0 cm</b>

**ESTUDIO DE SUELOS Y DISEÑO DE ESPESORES  
ALTERNATIVA INFORME DD 02-21014 HOJA 12/13  
FECHA: OCTUBRE 12 DE 2022**

Verificación de espesores recomendados:

Alternativa		1	2	
Carpeta asfáltica	$x 0,30/2,54 =$	1,18	0,90	de aporte estructural
Base granular	$x 0,13/2,54 =$	1,94	2,25	de aporte estructural
Total aporte estructural		3,12	3,15	satisface el SN 3,11

**2. Alternativas de estructura a 20 años**

N = 1.208.468

CBR de la subrasante 3,5%

Módulo resiliente de la subrasante es de 5696 psi ( $2555 \cdot \text{CBR}^{0,64}$ )

Se obtiene un número estructural a garantizar sobre la subrasante SN = 3,51 ( $\text{Log}_{10}W18 = 3,51$ )

Alternativa	1	2
<b>Carpeta asfáltica MDC-19</b>	<b>10,0 cm</b>	<b>7,6 cm</b>
<b>Base granular BG-38</b>	<b>46,0 cm</b>	<b>51,0 cm</b>

Verificación de espesores recomendados:

Alternativa		1	2	
Carpeta asfáltica	$x 0,30/2,54 =$	1,18	0,90	de aporte estructural
Base granular	$x 0,13/2,54 =$	2,35	2,61	de aporte estructural
Total aporte estructural		3,53	3,51	satisface el SN 3,51

**NOTA:**

Los estudios de suelos se hicieron bajo la premisa de que se iba a usar el material existente mezclado con cemento como capa de base; por esta razón se consideró la subrasante como el material encontrado inmediatamente después del material granular tipo afirmado que se observa en algunos sitios. Como el material no es homogéneo ni de espesor constante, se consideró la subrasante como el suelo encontrado a nivel de rasante actual, por esa razón la construcción de cualquiera de las alternativas se puede realizar directamente sobre el material superficial actual.

No se requiere ningún tratamiento superficial o explanación antes de la extensión de la primera capa de base granular, salvo que el material se encuentre exageradamente húmedo o saturado; en cuyo caso deberá retirarse.

**ESTUDIO DE SUELOS Y DISEÑO DE ESPESORES**  
**ALTERNATIVA INFORME DD 02-21014 HOJA 13/13**  
**FECHA: OCTUBRE 12 DE 2022**

## RECOMENDACIONES GENERALES

1. Durante todas las etapas de la construcción deben utilizarse materiales y técnicas adecuadas, verificando sistemáticamente, mediante controles de obra y ensayos de laboratorio, que se cumplan los requisitos especificados.
2. Se deben proveer sistemas que permitan evacuar rápidamente las aguas de la calzada. Estos sistemas tienen que adecuarse aún con carácter provisional.
3. Las pendientes longitudinales y transversales deben darse desde la subrasante o material granular existente como única forma de garantizar espesores uniformes en todas las capas estructurales y para facilitar el drenaje de la banca. La cantidad de material extendido deberá ser tal, que el espesor de la capa compactada no resulte inferior a cien milímetros (100 mm) ni superior a doscientos milímetros (200 mm). Si el espesor de base compactada por construir es superior a doscientos milímetros (200 mm), el material se deberá colocar en dos o más capas, procurándose que el espesor de ellas sea sensiblemente igual y nunca inferior a cien milímetros (100 mm). El material extendido deberá mostrar una distribución granulométrica uniforme, sin segregaciones evidentes.

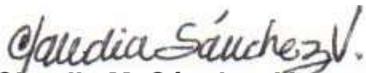
## ESPECIFICACIONES

Se deben colocar materiales granulares y mezcla asfáltica especificados por el INVIAS en los artículos 235, 330 y 450 del año 2013.

Agradecemos habernos encomendado estos trabajos y esperamos poder prestarles nuestros servicios nuevamente.

Cualquier inquietud o ampliación de los conceptos emitidos en este informe serán atendidos con gusto.

Cordialmente,

  
**Claudia M. Sánchez V.**  
**Ingeniera Civil**  
Matrícula No. 05202104373ANT  
Especialista en Diseño Vial e Ingeniería de Pavimentos  
C.C. No. 438719