Ingeniero Civil – Universidad Francisco de Paula Santander
Especialista en Vías y Transporte, Universidad Nacional de Colombia

DIAGNOSTICO, CONSTRUCCION Y/O REHABILITACION Y/O MEJORAMIENTO DE LA MALLA VIAL URBANA DEL MUNICIPIO DE SAN JOSE DE CUCUTA FASE IV. LOTE 3

TRAMO: CALLE 11 ENTRE AVENIDAS 17 Y 19, BARRIO CUNDINAMARCA

DIAGNOSTICO, DISEÑO DE PAVIMENTOS Y AJUSTE GEOMETRICO



VIA OBJETO

HERNANDO GARCIA
Ingeniero Civil, Especialista en Vías y Transporte
Consultor

Febrero 2024

Ingeniero Civil – Universidad Francisco de Paula Santander
Especialista en Vías y Transporte, Universidad Nacional de Colombia

Contenido

INTRODUCCIÓN 4

2.1 AUSCULTACION DEL PAVIMENTO 6

2.2 ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO, PCI 6

2.3 CALCULO DEL PCI DE LAS UNIDADES DE MUESTREO 7

2.3.1 Cálculo de los Valores Deducidos. 7

6.1 RESUMENES DE LOS AFOROS 15

6.2 DETERMINACION DEL FACTOR CAMION 15

6.3 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES DE 8.2 TONELADAS EN EL CARRIL DE DISEÑO Y DURANTE EL PERÍODO DE DISEÑO (N) (AÑO2023) 16

6.4 CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE TRANSITO 17

7.1 CBR DE DISEÑO 20

7.2 MODULO RESILIENTE DEL SUELO 20

8.1 CARACTERIZACION DE LOS MATERIALES 21

8.1.1 Mezcla Densa en Caliente 21

8.1.2 Base Granular 22

8.1.3 Sub base Granular 23

8.2 NÚMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO 24

8.2.1 DETERMINACION DEL NÚMERO ESTRUCTURAL 25

8.2.2 ERROR NORMAL COMBINADO So 26

8.2.3 NIVEL DE SEVICIALIDAD 26

8.2.4 COEFICIENTE DE APORTE Y DRENAJES 27

INGENIERIA

8.3 DETERMINACION DE ESPESORES 27

12. ANEXOS 36

IGI INGENIERIA

INTRODUCCIÓN

El corredor vial objeto del presente informe está definido por CALLE 11 ENTRE AVENIDAS 17 Y 19, DEL BARRIO CUNDINAMARCA, COMUNA 9 DEL MUNICIPIO DE SAN JOSE DE CUCUTA.

Este documento abarca la inspección visual del corredor para determinar el estado actual del pavimento, el diagnóstico del corredor, el estudio del tránsito de la zona, la propuesta de reparación y el diseño de la estructura a emplear.

El diagnóstico se hizo basándose en la metodología del PCI y el diseño de la intervención se basó en la metodología de la AASHTO.

INGENIERIA

JOSE HERNANDO GARCIA JAIMES

Ingeniero Civil – Universidad Francisco de Paula Santander
Especialista en Vías y Transporte, Universidad Nacional de Colombia

1. LOCALIZACION Y DESCRIPCIÓN GENERAL

El tramo analizado corresponde a una vía local, sin servicio de transporte posee el transito propio de una vía local, aumentado con los camiones tipo C2P que llevan materia prima a las fábricas de calzado asentadas en la zona o que sacan el producto fabricado, con casas a lado y lado de la misma. El tramo analizado tiene una longitud aproximada de 209.05 metros y un ancho promedio de 8.00 metros. El área aproximada de auscultación es de 1633.47 M^2. El tramo tiene una pendiente promedio del 3.29%.

Foto 1.1 Vista Aérea del tramo



FUENTE GOOGLE EARTH

2. ESTADO ACTUAL DEL PAVIMENTO.

2.1 AUSCULTACION DEL PAVIMENTO

La auscultación y determinación de los daños de la capa de rodadura se hizo siguiendo la metodología para determinar el Índice de condición de pavimento, PCI.

2.2 ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO, PCI

El Índice de Condición del Pavimento (PCI, por su sigla en inglés) se constituye en una metodología completa para la evaluación y calificación objetiva de pavimentos, flexibles, dentro de los modelos de Gestión Vial disponibles en la actualidad.

La metodología es de fácil implementación y no requiere de herramientas especializadas.

El deterioro de la estructura de pavimento es una función de la clase de daño, su severidad y cantidad o densidad del mismo. El PCI es un índice numérico que varía desde cero (0), para un pavimento fallado o en mal estado, hasta cien (100) para un pavimento en perfecto estado. En el cuadro 1 se presentan los rangos de PCI con la correspondiente descripción cualitativa de la condición del pavimento.

RANGOS DE CALIFICACIÓN DEL PCI

Rango	Clasificación
100 - 85	Excelente
85 - 70	Muy Bueno
70 - 55	Bueno
55 - 40	Regular
40 - 25	Malo
25 - 10	Muy Malo
10 - 0	Fallado

Ingeniero Civil – Universidad Francisco de Paula Santander
Especialista en Vías y Transporte, Universidad Nacional de Colombia

El cálculo del PCI se fundamenta en los resultados de un inventario visual de la condición del pavimento en el cual se establecen CLASE, SEVERIDAD y CANTIDAD de cada daño presenta.

El trabajo de campo se desarrolló recorriendo el tramo y se dividió en sub tramos o unidades de muestreo de 100 metros cada uno, los cuales fueron evaluados en su totalidad. La inspección se anota a continuación, en los formatos usados para tal fin. Este formato incluye una fotografía representativa del tramo analizado.

Se inspeccionó cada unidad de muestreo para medir el tipo, cantidad y severidad de los daños de acuerdo con el Manual de Daños, y se registró la información en el formato. Se siguieron estrictamente las definiciones y procedimientos de medida los daños. Se usó una hoja de información de exploración de la condición para cada unidad muestreo y en los formatos cada renglón se usa para registrar un daño, su extensión y su nivel de severidad.

2.3 CALCULO DEL PCI DE LAS UNIDADES DE MUESTREO

Al completar la inspección de campo, la información recolectada sobre los daños se utiliza para calcular el PCI, se basa en los “Valores Deducidos” de cada daño de acuerdo con la cantidad y severidad reportadas.

2.3.1 Cálculo de los Valores Deducidos.

Se totaliza cada tipo y nivel de severidad de daño y se registra en la columna TOTAL del formato PCI-01. El daño puede medirse en área, longitud o por número según su tipo.

Se divide la cantidad de cada clase de daño, en cada nivel de severidad, entre el área total de la unidad de muestreo y se expresa el resultado como porcentaje. Esta es la densidad del daño, con el nivel de severidad especificado, dentro de la unidad en estudio.

Se determina el VALOR DEDUCIDO para cada tipo de daño y su nivel de severidad mediante las curvas denominadas “Valor Deducido del Daño”.

Así, teniendo en cuenta el procedimiento anterior, el valor deducido para cada tipo de daño asociado a su severidad es:

DIAGNOSTICO, CONSTRUCCION Y/O REHABILITACION Y/O MEJORAMIENTO DE LA MALLA VIAL URBANA DEL MUNICIPIO DE SAN JOSE DE CUCUTA FASE IV. LOTE 3	**ING HERNANDO GARCIA** **INGENIERO CIVIL - ESP VÍAS Y TRANSPORTE**
TRAMO CALLE 11 ENTRE AVENIDAS 17 Y 19	FORMATO PARA EVALUACION DE PAVIMIENTO FLEXIBLE

FECHA: 19 DE NOVIEMBRE DE 2023 PR INICIAL: K0+000 PR FINAL: K0+100

UBICACIÓN: CALLE 11 ENTRE AVENIDAS 17 Y 19

LEVANTADO POR: HERNANDO GARCIA HOJA: 1 DE 2

PATOLOGIA						ACLARACIONES
CARRIL	TIPO DAÑO	SEV	DAÑO		AREA	
			LARGO	ANCHO	M2	
K0+100						
AT	BCH	M	13.10	8.00	104.80	
I	FL	A	18.00	8.00	144.00	
I	BCH	A	18.00	8.00	144.00	
I	BCH	A	3.00	1.85	5.55	
D	FL	M	3.20	0.6	1.92	
D	PC	A	2.95	1.60	4.72	
I	BCH	A	1.40	1.60	2.24	
AT	FL	A	1.25	0.6	0.75	
AT	FL	A	1.60	0.6	0.96	
D	PC	A	2.20	0.85	1.87	
AT	PA	M	1.00	1.05	1.05	
AT	FT	A	0.60	0.6	0.36	
D	PA	A	1.25	2.05	2.56	
I	FL	M	7.55	6.65	50.21	
I	FL	M	3.10	1.05	3.26	
E	FL	M	0.95	1.00	0.95	
K0+000					465.21	

NUMERO DE CALZADAS: UN0 (01)	COMENTARIOS:
NUMERO DE CARRILES POR CALZADA: DOS (02)	
ANCHO DEL CARRIL: 4.00 M ANCHO DE LA BERNA: 0	

REVISÓ: PROCESÓ: FECHA:

DIAGNOSTICO, CONSTRUCCION Y/O REHABILITACION Y/O MEJORAMIENTO DE LAMALLA VIAL URBANA DEL MUNICIPIO DE SAN JOSE DE CUCUTA FASE IV. LOTE 3	**ING HERNANDO GARCIA** **INGENIERO CIVIL - ESP VÍAS Y TRANSPORTE**
TRAMO CALLE 11 ENTRE AVENIDAS 17 Y 19	FORMATO PARA EVALUACION DE PAVIMIENTO FLEXIBLE

FECHA: 23 DE NOVEIMBRE DE 2023 PR INICIAL: K0+100 PR FINAL: K0+200

UBICACIÓN: _____

LEVANTADO POR: _____ HERNANDO GARCIA HOJA: 2 DE 2

PATOLOGIA						ACLARACIONES
CARRIL	TIPO DAÑO	SEV	DAÑO		AREA	
			LARGO	ANCHO	M2	
K0+200						
I	BCH	M	2.00	1.50	3.00	
I	PC	M	5.90	2.60	15.34	
	FCL	M	4.00	0.6	2.40	
I	PC	A	3.75	3.65	13.69	
D	FL	A	2.55	2.90	7.40	
I	FL	A	3.85	4.35	16.75	
I	PC	A	2.90	1.90	5.51	
	FCL	B	6.70	0.6	4.02	
I	PCH	B	8.85	2.95	26.11	
	PC	M	4.20	6.30	26.46	
	PC	B	8.65	6.30	54.50	
D	FL	M	1.25	1.82	2.28	
I	BCH	M	1.40	0.80	1.12	
D	FL	M	5.55	0.6	3.33	
D	FT	M	3.65	0.6	2.19	
E	BCH	A	7.70	3.00	23.10	
E	BCH	A	3.20	3.00	9.60	
D	BCH	A	13.10	8.00	104.80	
K0+100					236.96	

NUMERO DE CALZADAS:		COMENTARIOS:
NUMERO DE CARRILES POR CALZADA:		
ANCHO DEL CARRIL:	ANCHO DE LA BERNA:	

REVISÓ: _____ PROCESÓ: _____ FECHA: _____

Ingeniero Civil – Universidad Francisco de Paula Santander
Especialista en Vías y Transporte, Universidad Nacional de Colombia

3. DETERMINACION DEL PCI

TRAMO: CALLE 11 ENTRE AVENIDAS 17 Y 19 BARRIO CUNDINAMARCA

INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO

PCI - 01 CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFALTICA

EXPLORACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO

ZONA	ABSCISA INICIAL	UNIDAD DE MUESTREO
CL 11 AV 17 Y 19	K0+000	1
CODIGO DE VÍA	**ABSCISA FINAL**	**AREA DE MUESTREO (M2)**
	K0+100	800
INSPECCIONADA POR		**FECHA**
		23 DE NOVIEMBRE DE 2023

ESQUEMA - FOTOGRAFIA



No.	Daño	No.	Daño
1	Piel de cocodrilo	11	Parcheo
2	Exudación	12	Pulimento de agregados
3	Agrietamiento en bloque	13	Baches
4	Abultamiento y hundimientos	14	Cabezas Duras
5	Corrugacion	15	Ahuellamiento
6	Depresion	16	Desplazamiento
7	Grieta de borde	17	Grieta parabólica
8	Grieta de reflexión de junta	18	Hinchamiento
9	DSU	19	Desprendimiento de agregados
10	Grietas long y transversales	20	Pavimento fallado

DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES							TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
13	M	0.95	3.26	1.05	1.49	1.65	4.13	4.46	16.97	2.12	48
13	H	50.21	2.56	1.96					54.73	6.84	98
10	H	0.36	0.96	0.75	1.92	1.25	0.81		6.05	0.76	8
1	M	1.87	14.42						16.29	2.04	29
13	L	2.24	0.98	1.01	0.77				4.99	0.62	13
1	L	4.72							4.72	0.59	8

INGENIERIA

DETERMINACION DEL PCI

N°	VALORES DEDUCIDOS										HDV	TOTAL	Q	Mi	CDV
1	**98**	48	29	12	8	8	0	0	0	0		203	6		88
2	98	48	29	12	8	2	0	0	0	0		197	5		97
3	98	48	29	12	2	0	0	0	0	0		189	4		100
4	98	48	29	2	0	0	0	0	0	0		177	3		100
5	98	48	2	0	0	0	0	0	0	0	**98.000**	148	2	**1.184**	92
6	98	2	0	0	0	0	0	0	0	0		100	1		100
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0			
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0			
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0			
10							0	0	0	0		0			
MAXIMO CVD															**100**
PCI = 100 - CVD															**0**
ESTADO DEL TRAMO **FALLADO**															

JOSE HERNANDO GARCIA JAIMES

Ingeniero Civil – Universidad Francisco de Paula Santander
Especialista en Vías y Transporte, Universidad Nacional de Colombia

INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO

PCI - 01 CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFALTICA

EXPLORACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO

ESQUEMA - FOTOGRAFIA

ZONA	ABSCISA INICIAL	UNIDAD DE MUESTREO
CL 11 AV 17 Y 19	K0+100	2
CODIGO DE VÍA	**ABSCISA FINAL**	**AREA DE MUESTREO (M2)**
	K0+200	800
INSPECCIONADA POR		**FECHA**
		23 DE NOVIEMBRE DE 2023

No.	Daño	No.	Daño
1	Piel de cocodrilo	11	Parcheo
2	Exudación	12	Pulimento de agregados
3	Agrietamiento en bloque	13	Baches
4	Abultamiento y hundimientos	14	Cabezas Duras
5	Corrugacion	15	Ahuellamiento
6	Depresion	16	Desplazamiento
7	Grieta de borde	17	Grieta parabólica
8	Grieta de reflexión de junta	18	Hinchamiento
9	DSU	19	Desprendimiento de agregados
10	Grietas long y transversales	20	Pavimento fallado

DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES							TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
1	H	104.80	13.69						118.49	14.81	47
13	M	9.60	1.12	2.28	3.00				16.00	2.00	43
13	H	23.10	5.51	16.75	7.40				52.75	6.59	89
10	M	2.19	3.33						5.52	0.69	3
11	L	54.50	26.11						80.60	10.08	17
1	M	26.46	15.34						41.80	5.23	42
8	L	4.02							4.02	0.50	0
8	M	2.40							2.40	0.30	3

DETERMINACION DEL PCI

N°	VALORES DEDUCIDOS										HDV	TOTAL	Q	Mi	CDV
1	9	47	43	17	3	3	0	0	0	0		122	6		88
2	9	47	43	17	3	2	0	0	0	0		121	5		99
3	9	47	43	17	2	0	0	0	0	0		118	4		68
4	9	47	43	2	0	0	0	0	0	0		101	3		62
5	9	47	2	0	0	0	0	0	0	0		58	2		40
6	9	2	0	0	0	0	0	0	0	0	9.000	11	1	9.357	10
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0			
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0			
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0			
10							0	0	0	0		0			
MAXIMO CVD															99
PCI = 100 - CVD															1

ESTADO DEL TRAMO **FALLADO**

4. RESUMEN DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO

UNIDAD DE MUESTREO	ABSCISA INICIAL	ABSCISA FINAL	AREA (M^2)	PCI MUESTRA	DESCRIPCION
U1	K0+000	K0+100	800	0	FALLADO
U2	K0+100	K0+200	800	1	FALLADO

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DE LA DETERMINACION DEL PCI

De acuerdo a los resultados obtenidos, el tramo de la calle 11 entre avenidas 17 y 19 del barrios Cundinamarca esta fallado, esto es, requiere una estrategia de rehabilitación de reconstrucción, Según la guía metodológica para el diseño de obras de rehabilitación de pavimentos asfálticos de carreteras, la reconstrucción consiste en la remoción de capas y el reemplazo parcial o total del pavimento, para mejorar su capacidad estructural, adaptándolo a las necesidades del tránsito futuro, en este caso particular, la reconstrucción es total, pero se puede hacer en los sectores donde la condición del pavimento es totalmente fallada, esto es y vale pena aclarar, hay tramos que se debe aplicar un refuerzo y otros donde se debe hacer la reconstrucción total.

La nueva estructura debe diseñarse de tal manera que se tenga en cuenta la poca profundidad de las redes de acueducto, esto con el fin de no afectarlas en la etapa de construcción.

Se debe reparar todas las conexiones de servicio público que estén erradas, para evitar vertimientos de agua, tanto a las capas internas como a la rasante de la nueva estructura.

La nueva estructura debe quedar totalmente confinada.

Ingeniero Civil – Universidad Francisco de Paula Santander
Especialista en Vías y Transporte, Universidad Nacional de Colombia

6. ANALISIS DE TRANSITO

El volumen de transito se define como el número de vehículos que circulan por un punto o sección transversal de un carril o de una calzada, durante un periodo determinado de tiempo y se expresa en número de vehículos/periodo de tiempo; estos volúmenes son absolutos cuando se tiene el número total de vehículos que pasan en un periodo de tiempo, por lo tanto se tendrán volúmenes totales como transito anual (TA), transito mensual (TM), transito semanal (TS), transito diario (TD) y tránsito horario (TH).

El transito promedio diario es el número total de vehículos que pasan durante un periodo dado en días completo que sea igual o menor a un año y mayor a un día, dividido en el número de días de ese periodo, en consecuencia, se puede tener transito promedio diario anual (TPDA), transito promedio diario mensual (TPDM) y tránsito promedio diario semanal (TPDS). La abstención de esta información es costosa dependiendo del periodo de tiempo, pues se trata de cuantificar ininterrumpidamente hora por hora los vehículos que circulan durante un periodo de tiempo seleccionado.

Todo pavimento debe ser diseñado para soportar el tránsito inicial y aquel que pase durante su vida de servicio. El tránsito inicial de vehículos comerciales utilizado para el diseño del pavimento será la suma del normalmente existente, el atraído y el generado.

En nuestro caso, el transito se estima con observación directa en la vía objeto y las características socio-económicas del sector de aplicación del proyecto y teniendo en cuenta el desarrollo de la calidad de vida y la proyección de servicio.

Para este proyecto, por ser una rehabilitación de una vía existente, y teniendo en cuenta el mal estado de las mismas, la movilidad y costumbres de traslado de las personas de los diferentes sectores, se tomaron aforos durante tres días, mediante observación directa (manuales), y en

un periodo de 14 horas. En los aforos se tuvieron en cuenta vehículos tipo automóvil, bus y camión.

Una vez realizados los estudios de tráfico en los sitios, el transito registrado se discrimina en vehículos livianos y comerciales, estos últimos son los que realmente se tienen en cuenta para el diseño.

El transito así obtenido habrá de proyectarse hacia el futuro una vez establecido el periodo de diseño y determinada la tasa anual de crecimiento del tránsito. Tradicionalmente en Colombia las proyecciones del tránsito se han efectuado utilizando el modelo exponencial expresado mediante la expresión **Tn = Ti*(1+r) ^n**, Donde:

Tn: Transito en cualquier año n.
Ti: Transito en el año cero (inicial).
r: tasa anual de crecimiento anual del tránsito.

A partir de la expresión anterior es posible por integración obtener el transito acumulado durante los **n** años del periodo de diseño, mediante la siguiente ecuación:

$$\textbf{T acumulado} = \textbf{Ti}\,\frac{((1+r)^n)-1}{\ln(1+r)}$$

INGENIERIA

6.1 RESUMENES DE LOS AFOROS

AFORO VEHICULAR ESTUDIO DE TRÁFICO										
FECHA:		NOVIEMBRE 2023								
UBICACIÓN		CALLE 11 AVENIDA 17			CIUDAD: CUCUTA - BARRIO CUNDINAMARCA					
PERIODO		Miercoles 22 de Noviembre de 2023			Jueves 23 de Noviembre de 2023			Sábado 25 de Noviembre de 2023		
INICIAL	FINAL	AUTO	BUS	C2P	AUTO	BUS	C2P	AUTO	BUS	C2P
		DIRECTO	DIRECTO	DIRECTO	DIRECTO	DIRECTO	DIRECTO	DIRECTO	DIRECTO	DIRECTO
6:00	7:00	51	0	0	44	0	0	35	0	0
7:00	8:00	61	0	5	40	0	4	40	0	5
8:00	9:00	58	0	4	48	0	5	44	0	4
9:00	10:00	50	0	4	53	0	4	54	0	5
10:00	11:00	41	0	6	58	0	6	57	0	4
11:00	12:00	58	0	5	54	0	4	55	0	6
12:00	13:00	65	0	4	64	0	5	58	0	4
13:00	14:00	52	0	5	56	0	6	63	0	5
14:00	15:00	47	0	4	59	0	4	56	0	5
15:00	16:00	53	0	5	57	0	5	51	0	4
16:00	17:00	56	0	4	63	0	4	55	0	2
17:00	18:00	47	0	3	57	0	2	57	0	0
18:00	19:00	38	0	0	44	0	0	43	0	0
19:00	20:00	36	0	0	37	0	0	42	0	0

6.2 DETERMINACION DEL FACTOR CAMION

En la determinación del factor camión en nuestro medio son utilizadas tres metodologías para la obtención de del factor camión: por conteo y pesaje de los vehículos comerciales, por el método MOPT-INGEROUT y por el propuesto por la Universidad del Cauca. Los factores de equivalencia de carga por eje (FC) proporcionan una manera de expresar niveles equivalentes de daños entre ejes, sin embargo, este daño se puede expresar en términos de la cantidad del deterioro producida por un determinado vehículo. Factor camión es el número de ejes simples equivalentes de referencia que producen el mismo daño que a pasada de un vehículo. El Factor camión es calculado como un promedio para todo el flujo del tránsito pesado. Para este proyecto se aplicará la última metodología que cuenta con la ayuda de la Tabla

Factores de daño para vehículos cargados

FACTORES DE DAÑO PARA VEHÍCULOS CARGADOS	
TIPO DE VEHÍCULO	FACTOR DAÑO
C2P	1,14
C2G	3,44
C3	3,76
C2 – S1	3,37
C4	6,73
C3 – S1	2,22
C2 – S2	3,42
C3 – S2	4,40
C3 – S3	4,72
BUS P – 600	0,40
BUS P – 900	1,00
BUSETA	0,05

Fuente: MONTEJO FONSECA, Alfonso. Ingeniería de pavimentos. Bogotá: Universidad Católica de Colombia, 2006.

Se determinó el factor camión, así:

	AUTOS	BUSES	CAMIONES
TPDS =	719	0	47
TPDS =		766	
TPDS COMPOSICION =	93.9%	0.00%	6.14%
TPDS COMP AJUSTADA=	94%	0%	6%

FACTOR CAMION	TRANSITO	FACTOR DAÑO	T * FC
C2 PEQUEÑO	47	1.14	53.58
C3	0	3.76	0
SUMATORIA	47		53.58

FACTOR CAMION =	1.14

FACTOR VEH COMERCI	% TRANSITO	FACTOR DAÑO	%T * FC
BUSES	0	1	0
CAMIONES	6	1.14	6.99
SUMATORIA	6		6.99

FACTOR CAMION VC =	1.14

6.3 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES DE 8.2 TONELADAS EN EL CARRIL DE DISEÑO Y DURANTE EL PERÍODO DE DISEÑO (N) (AÑO2023)

Con base en el TPD y los factores de daño, se obtuvo el Número de Ejes Equivalentes de 8,2 toneladas. El factor carril se adoptó igual a uno (0.5) teniendo en cuenta que la vía constará de dos carriles y el Factor direccional se adoptó en 90% ya que es una vía con dos carriles en el mismo sentido.

6.3.1 Resultados de ejes equivalentes

El resultado del cálculo del tránsito de diseño N, calculado para un periodo de diseño de 10 años a parir del año 2023, expresado como el número de repeticiones de ejes equivalentes de 8,2 toneladas en el carril de diseño en el periodo de diseño se obtuvo mediante la aplicación de la siguiente formula:

$$N = TPD * \frac{A}{100} * \frac{B}{100} * 365 * \frac{(1+r)^n - 1}{\ln(1+r)} * FC$$

Donde, en el caso de la vía

TPD = Transito promedio diario inicial, 766 veh mixtos/día

A = Porcentaje estimado de vehículos pesados (buses y camiones), 6%

B = Porcentaje de vehículos pesados que emplean el carril de diseño, 90%

r = Rata anual de crecimiento del tránsito: 2%, ajustado por componente de transito futuro y determinando un factor de ampliación del 2% para el tránsito atraído, en total 4%

n = Periodo de diseño, 10 años

FC = Factor camión, 1.14

TPD =	766
% VEH PESADOS =	6%
% VEH PESADOS CARRIL DE DISEÑO =	90%
RATA DE CREC % =	4%
PERIODO DE DISEÑO =	10
FACTOR CAMION =	1.14
(N) ESAL =	215,519

N = 215.519 ejes equivalentes de 8,2 toneladas en el periodo de diseño.

N = 220.000 ejes equivalente de 8,2 toneladas

6.4 CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE TRANSITO

El valor de ejes equivalentes de 8.2 toneladas en el carril de diseño durante el periodo de diseño para la calle 11 entre avenidas 17 y 19 es 220.000 ejes equivalente de 8,2 toneladas en el carril de diseño, durante el periodo de diseño. Este valor puede y debe ser incluido como variable tránsito (N) en los métodos de diseño de pavimento.

JOSE HERNANDO GARCIA JAIMES

Ingeniero Civil – Universidad Francisco de Paula Santander
Especialista en Vías y Transporte, Universidad Nacional de Colombia

7. TIPO DE SUELO

Se realizaron los laboratorios de suelos necesario para determinar las caracteristicas físicas de la subrasante, encaminados a determinar la capacidad de soporte in-situ, teniendo en cuenta las condiciones prevalecientes en la vía a rehabilitar. Se hizó un apique hasta una profundidad de 1.50 metros, en las cuales se llevaron a cabo los ensayos de campo: CBR in-situ metodo DCP, extraccion de muestras para humedad y clasificacion, profundidad del nivel freatico (a 1.50 metros no se evidenció). Los muestras extraidas fueron llevada al laboratorio donde se les realizaron los siguientes ensayos de laboratorio: Contenido de humedad, granulometria, límites de consistencia.

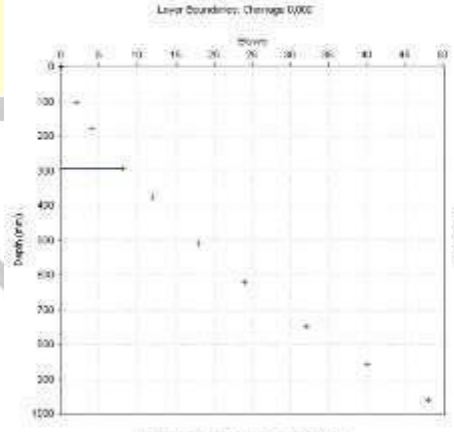
El resultado para el CBR, es:

UK DCP V3.1

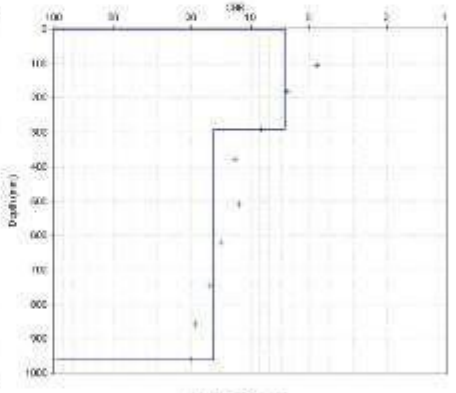
DCP Layer Strength Analysis Report

Project Name: CALCULO DE CBR VÍAS CUNDINAMARCA Y MINUTO DE DIOS

Chainage (km):	0,000	Surface Type:	Unpaved
Direction:	0	Thickness (mm):	0
Location/Offset:	Lane 1	Base Type:	
Cone Angle:	60 degrees	Thickness (mm):	
Zero Error (mm):	0	Surface Moisture:	Moderate
Test Date:	28/11/2023	Moisture adjustment factor:	Not adjusted



Layer Boundaries Chart



CBR Chart

Layer Properties

No.	Penetration Rate (mm/blow)	CBR (%)	Thickness (mm)	Depth to layer bottom (mm)	Position	Strength Coefficient	SN	SNC	SNP
1	36,63	7	293	293	Subgrade	–	–	–	–
2	16,66	15	667	960	Subgrade	–	–	–	–

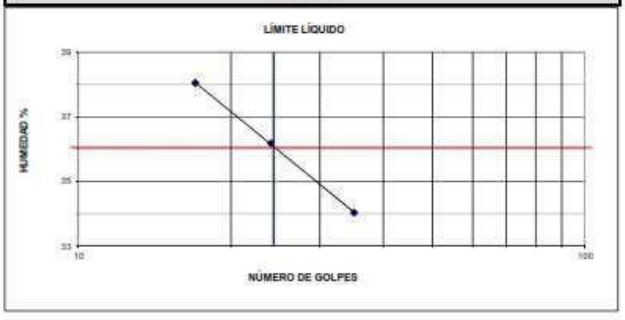
Los limites de Atterberg dieron los siguientes valores:

PROYECTO*:	Diseño de pavimento para el proyecto: Diagnóstico, construcción y/o rehabilitación y/o mejoramiento de la malla vial urbana del municipio de San José de Cúcuta Fase IV. Lote 3	**FECHA TOMA*:**	2023-11-22
SOLICITANTE*:	Ing. Hernando García	**FECHA RECIBIDO:**	2023-11-22
CONTACTO*:	Ing. Hernando García	**FECHA ENSAYO:**	2023-12-02
MATERIAL:	Muestra de suelo	**FECHA INFORME:**	2023-12-05
ID MUESTRA:	Apique 1 - Muestra 1 - Profundidad: 1,50 metros - Cundinamarca	**No. ORDEN:**	OS-2844

LÍMITE LÍQUIDO			
Masa Suelo Húmedo + Recipiente (g)	24,73	23,66	21,92
Masa Suelo Seco + Recipiente (g)	20,81	19,67	18,10
Masa Recipiente (g)	9,29	8,64	8,06
Masa Suelo Seco (g)	11,52	11,03	10,04
Masa Agua (g)	3,9	4,0	3,8
Humedad del Suelo (%)	34	36	38
Cantidad de Golpes	35	24	17

LÍMITE PLÁSTICO (Método manual)		
Masa Suelo Húmedo + Recipiente (g)	21,85	21,83
Masa Suelo Seco + Recipiente (g)	20,83	20,79
Masa Recipiente (g)	12,43	12,16
Masa Suelo Seco (g)	8,40	8,63
Masa Agua (g)	1,0	1,0
Humedad del Suelo (%)	12,1	12,1

GRÁFICA



RESULTADOS	
LÍMITE LÍQUIDO (%)	36
LÍMITE PLÁSTICO (%)	12
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	24

Se observa que los valores de límite líquido e índice de plasticidad son valores bajos pero altos, llegadon al límite inferior de la categoria media, comparandolos con la tabla de la metodología propuesta por Holtz y Gibbs, la cual es recomendada por INVIAS, para definir el potencial expansivo de la subrasante, el cual puede ser estimado con base en las características de plasticidad de los suelos bajo el siguiente criterio:

Potencial Expansivo	Límite Líquido (%)	Índice de Plasticidad (%)
ALTO	> 60	> 35
MEDIO	50 – 60	25 – 35
BAJO	< 50	< 25

Ingeniero Civil – Universidad Francisco de Paula Santander
Especialista en Vías y Transporte, Universidad Nacional de Colombia

APIQUE	MUESTRA	LL(%)	IP (%)	Potencial Expansivo
1	1	36	24	BAJO

Por lo anterior, y teniendo en cuenta elproncetaje de arenas del 40.2% y de finos del 50.9, se recomienda la instalacion de un geotextil tipo NT3000 para separar las capas estructurales de la sub-rasante natural.

7.1 CBR DE DISEÑO

De acuerdo a los resultados obtenidos, el CBR de diseño es de 7%.

7.2 MODULO RESILIENTE DEL SUELO

El módulo Resiliente de la sub-rasante ha sido estimado en función de su CBR, mediante la siguiente correlación, que recomienda la Guía de la AASHTO, para CBR mayores o iguales a 3.0% pero menores a 7.2%

M_{R1} = 1500* CBR
M_{R1} = 1500 * (7.0)
M_{R1} = 10500 psi
M_{R1} = 72.39 Mpa

8. DISEÑO DE ESPESORES POR EL METODO DE LA AASHTO

En el presente capítulo, con fundamento en el concepto del número estructural, se determinan los espesores de cada uno de los materiales requeridos para proteger la sub-rasante de las deformaciones permanentes generadas por el tráfico, aspectos discutidos en los capítulos precedentes.

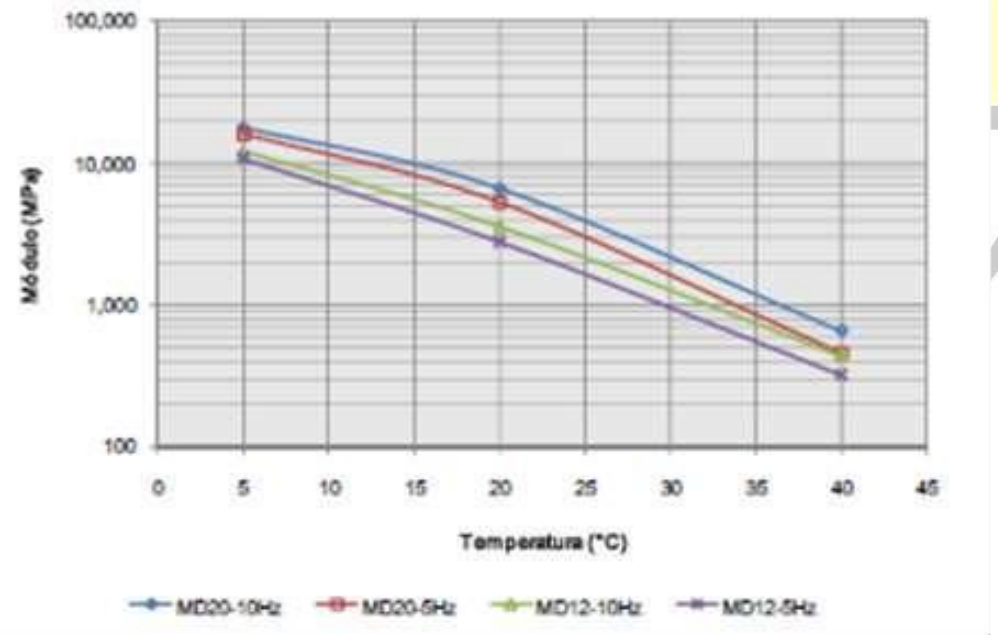
8.1 CARACTERIZACION DE LOS MATERIALES

Previo al dimensionamiento de espesores, se hace necesario caracterizar los materiales contemplados en cada alternativa propuesta con base en los requerimientos técnicos mínimos contemplados en las Especificaciones Técnicas de Materiales y Construcción del INVIAS 22, aspectos descritos a continuación.

8.1.1 Mezcla Densa en Caliente

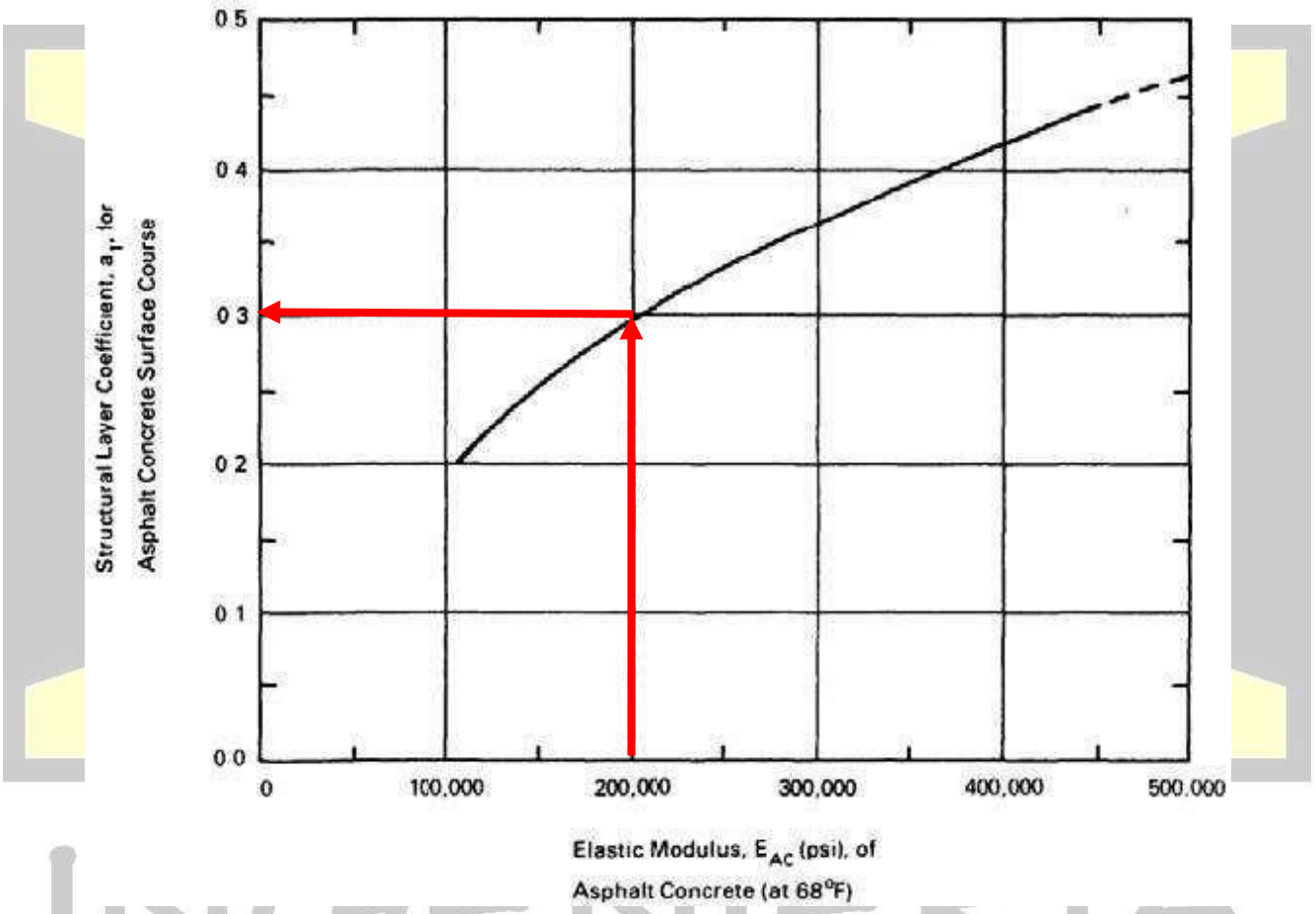
Se ha empleado un aporte estructural de 0.30 para la mezcla asfáltica en caliente tipo MDC19 y MDC25, teniendo en cuenta las recomendaciones del manual de diseño del INVIAS, para condiciones de climas cálidos. Este consultor considera un módulo de la mezcla asfáltica de 1379 MPa, teniendo en cuenta el aporte estructural, las características de la zona y la experiencia en otros proyectos.

Grafico No. 1 Módulos dinámicos de mezclas asfálticas por laboratorio de acuerdo a la temperatura.



De acuerdo con el Grafico No 1 (que corresponde a la figura II – 2.5 de la guía AASHTO -93), en función del módulo de 1379 Mpa, el coeficiente de aporte de las capas asfálticas se asocia un valor de 0.30.

Grafico No 2. Carta para estimar el coeficiente de aporte de concretos asfalticos.



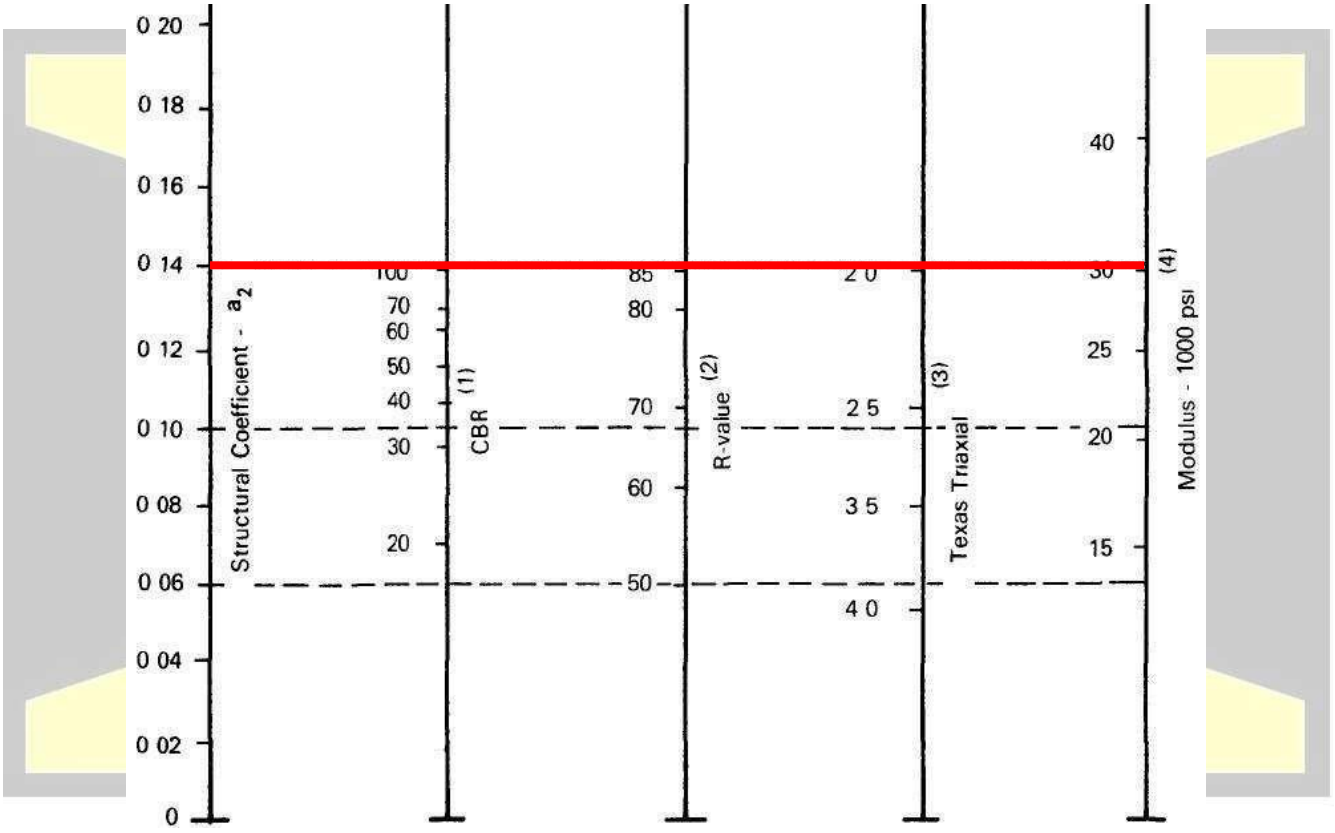
Fuente: AASHTO Guide for design of pavement structures. Washington D.C., 1993. Cap 2

8.1.2 Base Granular.

El valor de relación de soporte [CBR] al 100% de la densidad seca máxima, adoptado para diseño es 100%. De acuerdo con la figura II-2.6 de la guía AASHTO de 1993, dicha relación de soporte teóricamente se asocia a un módulo Resiliente de 210 MPa y a un coeficiente de aporte de 0.14 (ver gráfico No.3).

Ingeniero Civil – Universidad Francisco de Paula Santander
Especialista en Vías y Transporte, Universidad Nacional de Colombia

Grafico No. 3 Carta para estimar el coeficiente de aporte de bases granulares

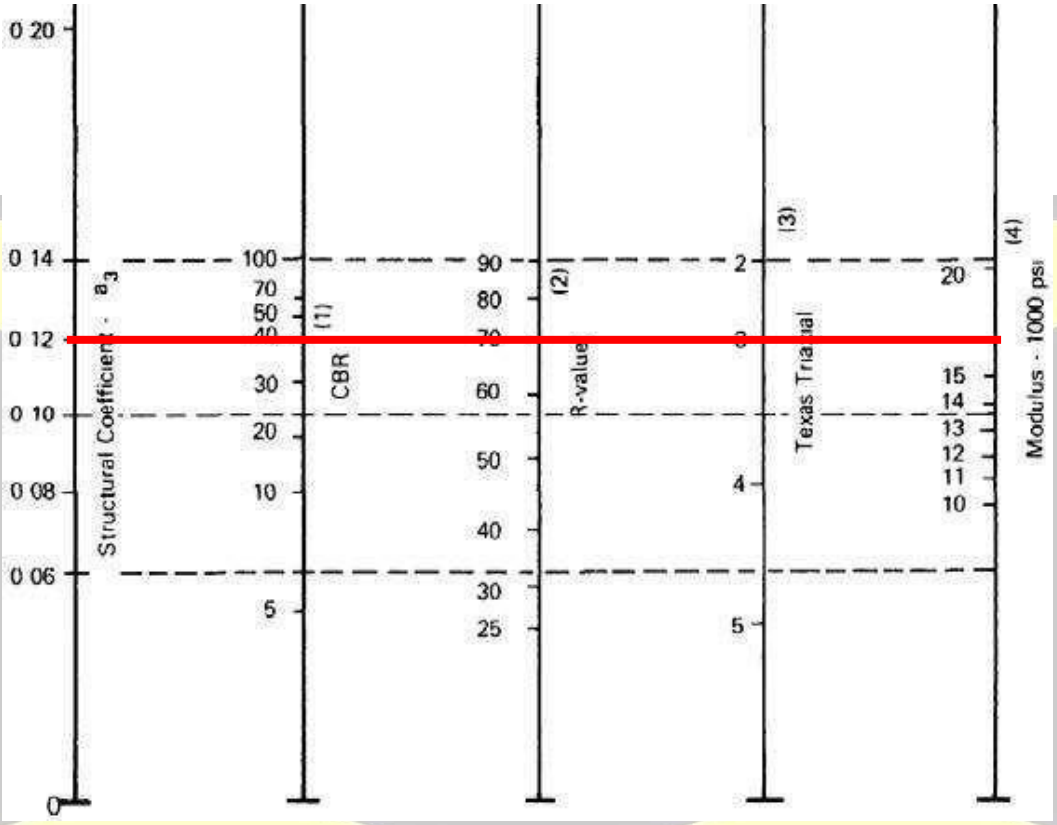


INGENIERIA

8.1.3 Sub base Granular

Para el caso de las sub bases granulares se contempla una relación de soporte de 60% al 95% de la densidad seca máxima. De acuerdo con la figura II-2.7 de la guía AASHTO, dicha relación de soporte se asocia a un módulo Resiliente de 120 MPa y a un coeficiente de aporte de 0.12 (gráfico No. 4).

Grafico No. 4 Carta para estimar el coeficiente de aporte de sub bases granulares.



Fuente: AASHTO Guide for design of pavement structures. Washington D.C., 1993. Cap 2

8.2 NÚMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO

De acuerdo con la metodología AASHTO 1993, la capacidad estructural requerida por un pavimento se define en términos de número estructural requerido. La ecuación fundamental para determinar dicho parámetro, es la siguiente:

$$Log\ (Ndis) = Zr * So + 9.36 * \log(SN + 1) - 0.2 + \{\frac{Log\ [\frac{\Delta IPS}{Po - 1.5}]}{0.40 + [\frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}]}\} + 2.32 * Log(Mr) - 8.071$$

Dónde:

Ndis: número de ejes equivalentes

ZR: desviación normal estándar

So: error estándar combinado

ΔPSI: diferencia entre el índice de serviciabilidad inicial (Po) y el final (Pt)

MR: módulo Resiliente de la sub-rasante, psi

SN: número estructural requerido

El cálculo de la capacidad estructural requerida ha sido realizado con una desviación estándar de 0.49 y niveles de servicio inicial y final de 4.2 y 2.0, respectivamente. El nivel de confiabilidad coincide con el empleado para la estimación del tráfico de diseño: 90%.

8.2.1 DETERMINACION DEL NÚMERO ESTRUCTURAL

Teniendo en cuenta que:

- EL TRANSITO DE DISEÑO es N = 875.000 ejes equivalentes de 8.2 toneladas en el carril de diseño durante el periodo de diseño.
- EL NIVEL DE CONFIANZA: es del 90 %, se determina el valor de la desviación normal estándar Zr, con que se desea diseñar el pavimento por medio de la siguiente tabla:

Desviación estándar, Zr

Confiabilidad	Desviación normal
50	0.000
60	-0.253
70	-0.524
75	-0.674
80	-0.841
85	-1.037
90	-1.282
91	-1.340
92	-1.405
93	-1.476
94	-1.555
95	-1.645
96	-1.751
97	-1.881
98	-2.054
99	-2.327
99.9	-3.090
99.99	-3.750

Fuente: AASTHO Guide for design of pavement structures. Washington D.C., 1993. P. I-62

Ingeniero Civil – Universidad Francisco de Paula Santander
Especialista en Vías y Transporte, Universidad Nacional de Colombia

8.2.2 ERROR NORMAL COMBINADO So

Tiene en cuenta el error o desviación del diseño, la variación de las propiedades de los materiales, la variación de las propiedades de la sub-rasante, la variación de la estimación del tránsito, la variación de las condiciones climáticas y la variación de la calidad de la construcción.

El presente diseño se desarrollará tomando en So = 0.49

8.2.3 NIVEL DE SEVICIALIDAD

Conociendo que ΔIPS = Po - Pt y teniendo en cuenta las siguientes tablas:

Servicialidad inicial, Po

Tipo de pavimento	Servicialidad inicial, Po
concreto	4.5
asfalto	4.2

Serviciabilidad final, Pf

Tipo de vía	Servicialidad final Pt
Autopista	2.5 - 3.0
Carreteras	2.0 - 2.5
Pavimento urbano principal	1.5 - 2.0
Pavimento urbano	1.5 - 2.0

Fuente: AASTHO Guide for design of pavement structures. Washington D.C., 1993. P. II-10

Se tiene, entonces, que

$$\Delta PSI = Po - Pt$$

Po = 4.2

Pt = 2.0

$$\Delta PSI = 2.2$$

Ingeniero Civil – Universidad Francisco de Paula Santander
Especialista en Vías y Transporte, Universidad Nacional de Colombia

8.2.4 COEFICIENTE DE APORTE Y DRENAJES

Los coeficientes estructurales y de drenaje, empleados para el dimensionamiento de las intervenciones, son:

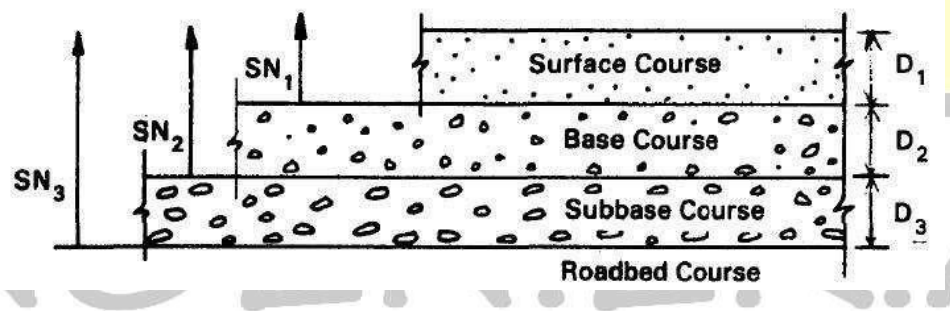
Coeficientes estructurales y de drenaje

Material	Módulo [MPa]	Coeficiente de aporte	Coeficiente de drenaje
Mezcla densa en caliente	1379	0.30	1.00
Base granular	210	0.14	1.00
Sub base granular	120	0.12	1.00

8.3 DETERMINACION DE ESPESORES

El procedimiento para determinar la estructura que supla las solicitaciones del tránsito, consiste en igualar el número estructural requerido con el obtenido al resolver la siguiente expresión:

Determinación de los espesores de cada capa



Fuente: AASHTO Guide for design of pavement structures. Washington D.C., 1993

$$SN = \sum a_i * m_i * D_i$$

Donde, para cada material, i:

a_i: coeficiente de aporte

m_i: coeficiente de drenaje

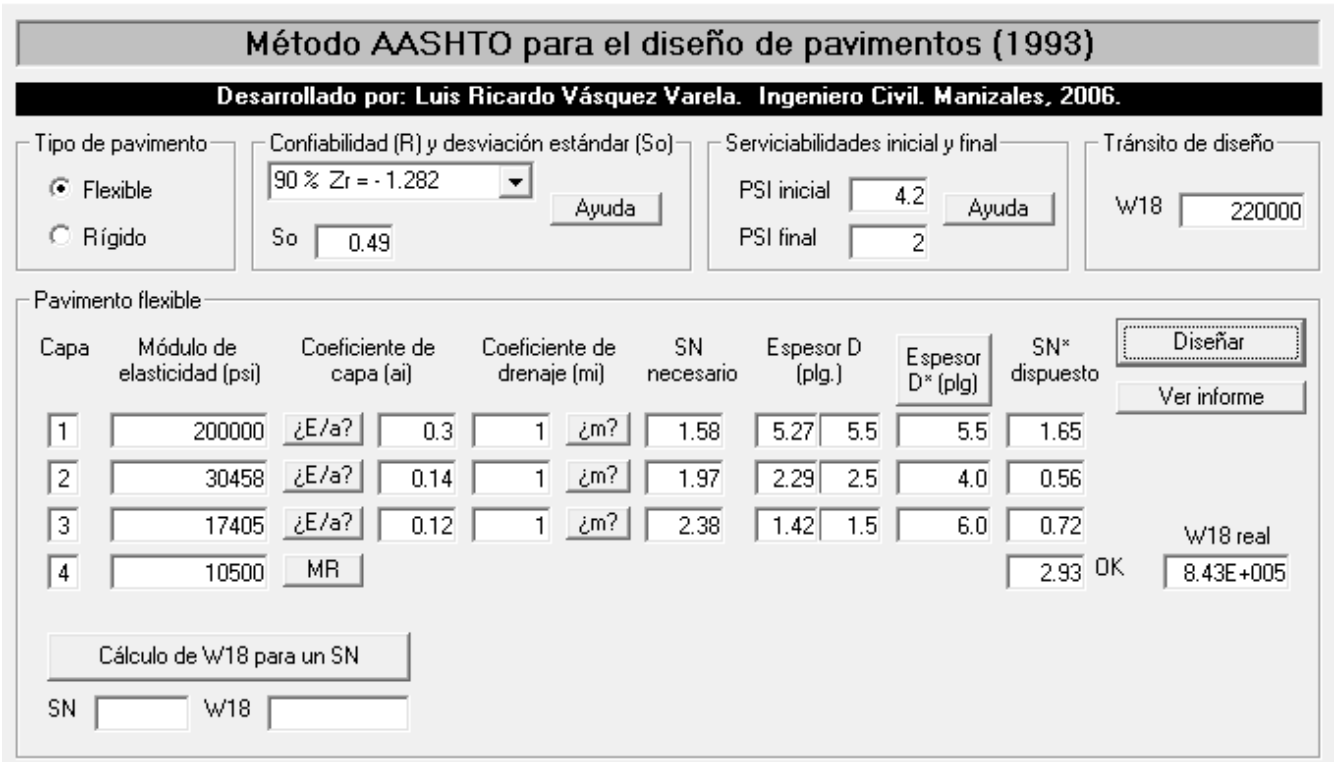
D_i: espesor, in

El procedimiento necesario para la determinación de los espesores de cada capa se ilustra en la figura, donde a, D, m y SN se definen como los mínimos valores requeridos.

Número estructural requerido

Confiabilidad			Serviciabilidad			Módulo Resiliente		Tránsito
So	R	Zr	PSI_i	PSI_f	ΔPSI	MPa	PSI	$N_{8.2\ TON}$
0.49	90%	-1.282	4.2	2.0	2.2	72.39	10500	220 000

NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO



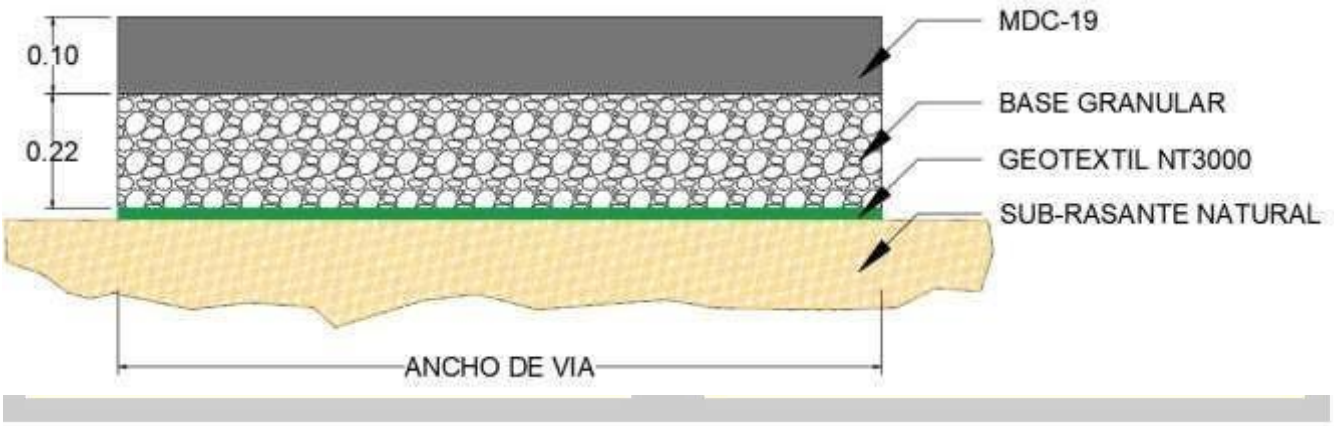
De acuerdo a los parámetros calculados con la ecuación de la AASHTO, el número estructural requerido es de 2.38 y los espesores requeridos se indican en el análisis a continuación:

Ingeniero Civil – Universidad Francisco de Paula Santander
Especialista en Vías y Transporte, Universidad Nacional de Colombia

ALTERNATIVA PAVIMENTO FLEXIBLE

CALLE 11 ENTRE AVENIDAS 17 Y 19							
CBR =			7.00%	MR =		10500 PSI	
N =			100,000	SN =	2.38	SUELO =	VARIOS
SN NECESARIO		MODULO PSI	APORTE	COEF DREN	ESPESOR EVALUADO CM	ESPESOR EVALUADO PULG	SN DISPUESTO
SN TOTAL	2.38						
SN CA MDC 19	1.58	200,000	0.300	1	10	3.94	1.182
SN BASE	1.97	30,458	0.140	1	22	8.66	1.212
SN SUB BASE	2.38	17,405	0.120	0	0	0	0.000
			ESPESOR TOTAL		32		2.394

ALTERNATIVA ESTRUCTURA PAVIMENTO FLEXIBLE



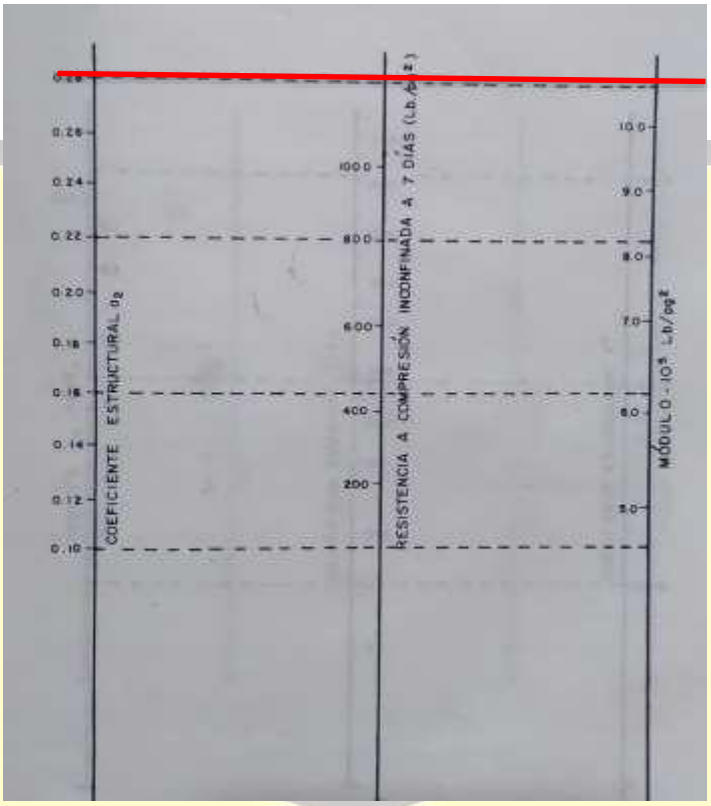
Teniendo en cuenta que no existe un catastro de redes, así como tampoco evidencia de actualizacion de redes en el subtramo analizado, se hace necesario reducir la altura de la estructura del pavimento, con el fin de garantizar la estabilidad de las redes de acueducto, alcantarillado, gas, entre otras.

Para tal fin se propone una estructura bi-capa reemplazando la base granular por una base estabilizada, manteniendo el espesor de la capa asfaltica.

Para la base estabilizada y tomando con base la norma 350-22 del INVIAS, se trabajará con

Ingeniero Civil – Universidad Francisco de Paula Santander
Especialista en Vías y Transporte, Universidad Nacional de Colombia

una base estabilizada con cemento para un resistencia a la compresion a los 7 dias de 7 MPa, los cuales, equivalen a 1015 PSI



Fuente: AASHTO Guide for design of pavement structures. Washington D.C., 1993. Cap 2

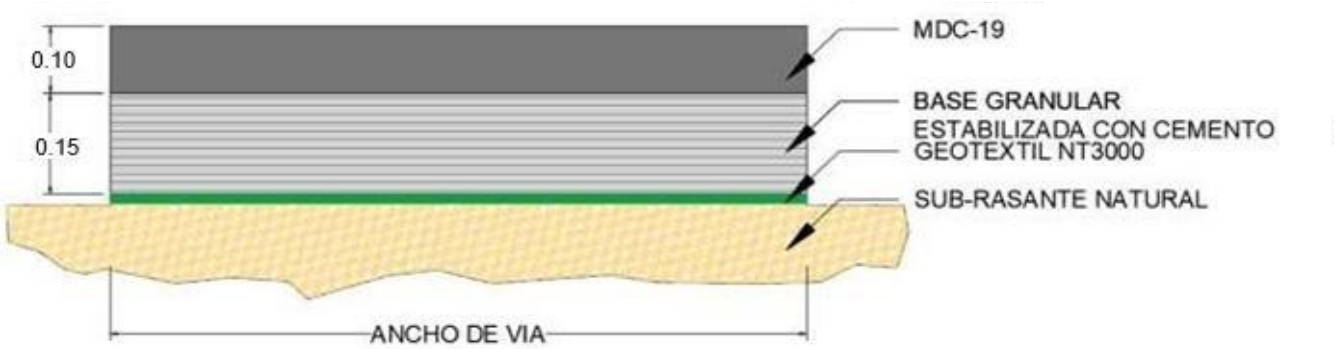
Manteniendo el SN de 2.38, y haciendo la distribución de espesores, tenemos:

CALLE 11 ENTRE AVENIDAS 17 Y 19							
CBR =			7.00%	MR =		10500 PSI	
N =			100,000	SN =	2.38	SUELO =	VARIOS
SN NECESARIO		MODULO PSI	APORTE	COEF DREN	ESPESOR EVALUADO CM	ESPESOR EVALUADO PULG	SN DISPUESTO
SN TOTAL	2.38						
SN CA MDC 19	1.58	200,000	0.300	1	10	3.94	1.182
SN BASE BEC	1.97	930,000	0.250	1	15	5.12	1.280
SN SUB BASE	2.38	17,405	0.120	0	0	0	0.000
			ESPESOR TOTAL		25		2.462

JOSE HERNANDO GARCIA JAIMES

Ingeniero Civil – Universidad Francisco de Paula Santander
Especialista en Vías y Transporte, Universidad Nacional de Colombia

ALTERNATIVA DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON BASE ESTABILIZADA



9. ESPECIFICACIONES TECNICAS

Todos los materiales a utilizar en la ejecución de las obras de pavimentación, deben cumplir con las especificaciones generales de construcción del INVIAS, versión 2022. A continuación, se reseñan las normativas a cumplir.

Especificaciones técnicas de los materiales

Capa	Especificación
Mezcla Densa en caliente	MDC19 (Artículo 450-22)
Base granular	BG (Artículo 330-22)
Base granular Estabilizada	BCE (Artículo 351-22)
Estabilización de suelo de subrasante con geotextil	NT3000(Artículo 232-22)

Durante la etapa de construcción se debe garantizar la ejecución de las pruebas y ensayos de laboratorio, que permitan establecer la conformidad de los materiales empleados con la norma anteriormente citada.

Ingeniero Civil – Universidad Francisco de Paula Santander
Especialista en Vías y Transporte, Universidad Nacional de Colombia

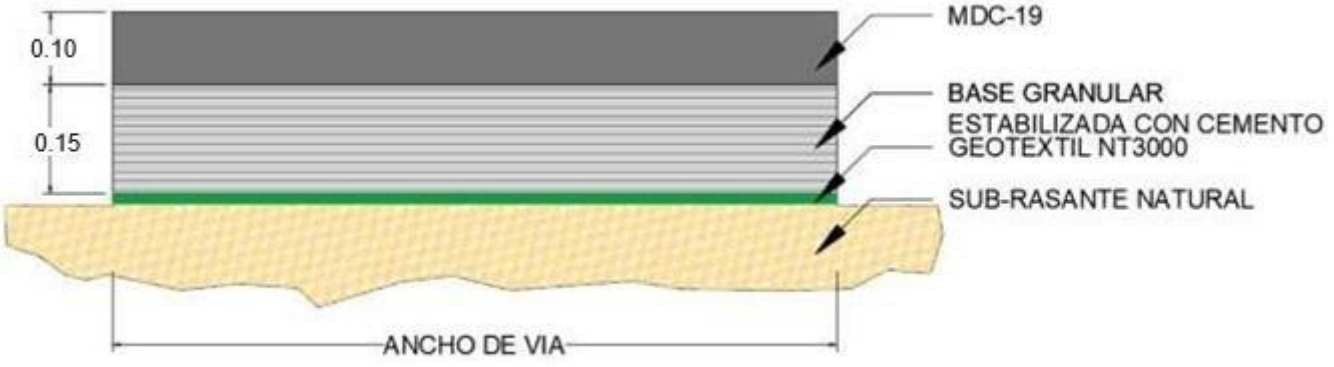
10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DEL DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO

Teniendo en cuenta los resultados, la posibilidad de afectación de redes de servicio público, la menor excavación, transporte de escombro y la menor generación y disposición de los mismos, se recomienda:

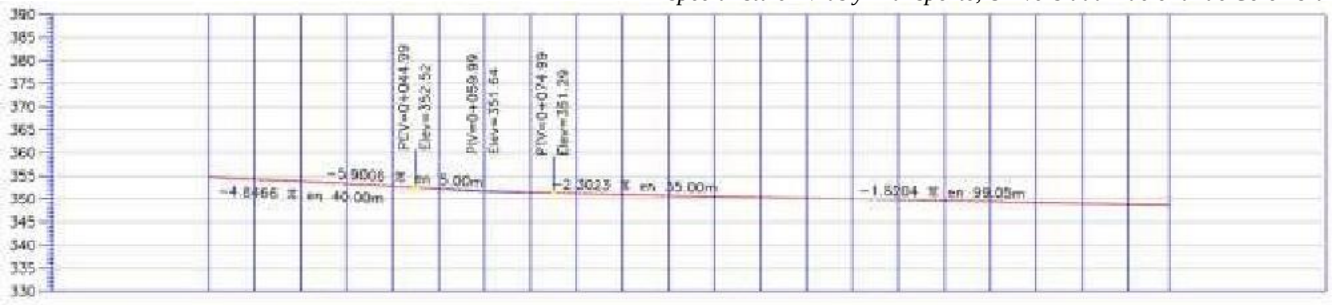
ESTRUCTURA DE PAVIMENTO FLEXIBLE			
ALTERNATIVA	ESTRUCTURA		ESPECIFICACION
	CAPA	ESPESOR, CM	
	MDC-19	10	INVIAS 450-22
	BEC	15	INVIAS 350-22
	GEOTEXTIL	NT3000	INVIAS 232-22

La alternativa de estructura recomendada cumple con los requerimientos de carga y garantizan la disipación de esfuerzos sobre la sub-rasante y se debe construir en los subtramos donde el pavimento esta fallado y sea acordado con la interventoría.

ESTRUCTURA DE PAVIMENTO FLEXIBLE RECOMENDADA



Durante la etapa constructiva se recomienda mantener la pendiente longitudinal y las cotas existentes, además del drenaje transversal, el cual, es del 2%, con el fin de conducir las aguas hacia los bordes de la vía y facilitar su evacuación.



El constructor debe cerciorarse de la calidad de los materiales adquiridos, bajo ningún motivo debe variar el tipo o calidad de los materiales respecto a los establecidos por las especificaciones técnicas y los diseños. El proceso constructivo deberá seguir los lineamientos y procedimientos establecidos en las Especificaciones Generales de Carreteras del Instituto Nacional de Vías - INVIAS, de la siguiente manera:

Mezcla asfáltica según INVIAS 450 de 2022.
Riego de imprimación según INVIAS 420 de 2022
Riego de liga según INVIAS 421 de 2022
Base granular estabilizada con cemento según artículo INVIAS 350 de 2022.
Geotextil NT3000 según INVIAS 232 de 2022

Se recomienda al constructor realizar los ensayos de laboratorio contemplados en las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras vigentes a la fecha de la construcción de los tramos viales e intersecciones con el fin de garantizar la calidad de los materiales durante la ejecución de las obras y llevar un estricto control de calidad.

Se recomienda garantizar la NO afectación por humedad la sub-rasante, ya que el agua podría alterar el comportamiento físico mecánico de la misma presentando problemas por pérdida de soporte.

Se recomienda, al momento de la construcción, compactar y nivelar la capa de sub rasante, de cada tramo estudiado, por lo menos al 95% del Próctor Modificado del material existente.

Ingeniero Civil – Universidad Francisco de Paula Santander
Especialista en Vías y Transporte, Universidad Nacional de Colombia

Si durante la ejecución de los trabajos se encuentran sectores donde se requiera un mejoramiento para la capa de sub-rasante, esto se refiere a encontrarse sectores con baja capacidad portante (CBR<3.0%), situación que puede presentarse por efecto de acumulación de agua y por ende reblandecimiento de la capa de soporte, se recomienda realizar el mejoramiento de ésta por medio de la colocación de una capa de material Seleccionado tipo INV (sección 320) y/o rajón en un espesor total de 0.50 m de espesor.
Se recomienda retirar todo el material tipo relleno no estructural antes de construir cada una de las capas de la estructura del pavimento.

En toda la vía se debe implementar sistemas de drenaje y sub-drenaje que protejan la estructura del pavimento de la acción del agua, para de esta manera garantizar la estabilidad de la estructura.

Se le debe dar un adecuado confinamiento a cada una de las estructuras construidas para evitar un deterior prematuro. En las intersecciones se debe proteger la estructura con un dentellón en concreto asfaltico, el cual debe tener la altura de la estructura 23 centímetros.

Se hace necesario el diseño de iluminación artificial y señalización vial para cada tramo intervenido, que permita localizar las estructuras y elementos requeridos para la vía.

INGENIERIA

Además:

- Evitar, tanto como sea posible, exponer el suelo de sub rasante al efecto de las lluvias, lo cual aumenta el contenido de humedad y se puede inducir un proceso de “hinchamiento” del mismo, por saturación.
- En lo posible las excavaciones abiertas deberán taparse o rellenarse inmediatamente para impedir su deterioro por desecación en épocas secas o por humedecimiento y remoldeo en períodos lluviosos.

- Tras haber alcanzado la profundidad de excavación, permitir la perdida de humedad del suelo, antes de conformar las capas estructurales.
- Adecuación de un sistema de drenaje lateral que aísle la sub-rasante de los cambios de humedad que pueden provenir de las zonas verdes aledañas.
- Deberá evitarse la circulación excesiva de maquinaria pesada sobre la sub-rasante excavada.

También:

- Se debe realizar los seguimientos permanentes de las condiciones estructurales y funcionales de la vía, lo anterior con el fin de poder evaluar el momento en el cual deben hacerse labores de mantenimiento rutinario para así poder garantizar el adecuado comportamiento de la estructura.

11. BIBLIOGRAFIA GENERAL

COLOMBIA. INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS INVIAS. Manual de Diseño de Pavimentos para Vías con Bajos Volúmenes. Bogotá D.C.: El Instituto, 2008.

COLOMBIA. ALFONSO MONTEJO FONSECA. Ingeniería de pavimentos. Bogotá D.C.: Universidad Católica de Colombia, 2006.

ESTADOS UNIDOS. AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS. AASHTO Guide for design of pavement structures. Washington: La association, 1993 y 2002

JOSE HERNANDO GARCIA JAIMES
MP 54202 – 74095 NTS

JOSE HERNANDO GARCIA JAIMES

Ingeniero Civil – Universidad Francisco de Paula Santander
Especialista en Vías y Transporte, Universidad Nacional de Colombia

12. ANEXOS

INGENIERIA

JOSE HERNANDO GARCIA JAIMES

Ingeniero Civil – Universidad Francisco de Paula Santander
Especialista en Vías y Transporte, Universidad Nacional de Colombia

12.1 RESULTADOS DE LABORATORIO DE SUELOS PARA PAVIMENTOS

INGENIERIA

UK DCP V3.1

Penetration Data Report

Project Name: CALCULO DE CBR VÍAS CUNDINAMARCA Y MINUTO DE DIOS

Chainage (km):	0,000	Surface Type:	Unpaved
Direction:	0	Thickness (mm):	0
Location/Offset:	Lane 1	Base Type:	
Cone Angle:	60 degrees	Thickness (mm):	
Zero Error (mm):	0	Surface Moisture:	Moderate
Test Date:	28/11/2023	Moisture adjustment factor:	Not adjusted

No.	Blows	Cumulative Blows	Penetration Depth (mm)	Penetration Rate (mm/blow)	No.	Blows	Cumulative Blows	Penetration Depth (mm)	Penetration Rate (mm/blow)
1	0	0	0	0,00					
2	2	2	105	52,50					
3	2	4	180	37,50					
4	4	8	293	28,25					
5	4	12	377	21,00					
6	6	18	510	22,17					
7	6	24	620	18,33					
8	8	32	748	16,00					
9	8	40	857	13,63					
10	8	48	960	12,88					

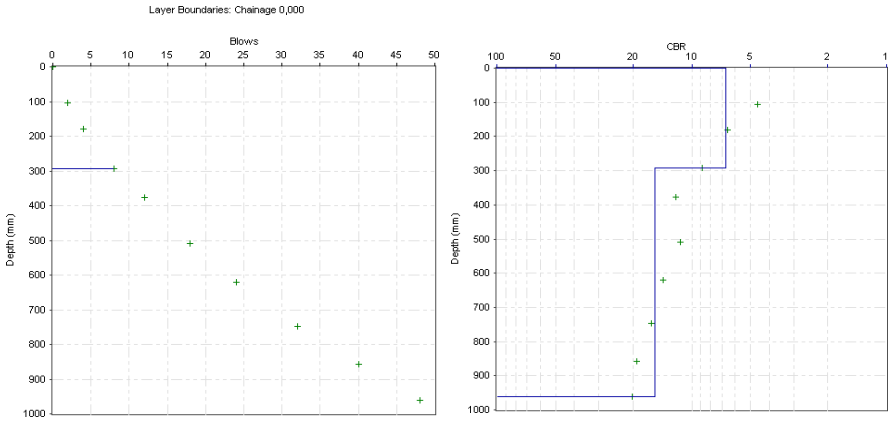
Remarks: DCP 1 - BARRIO CUNDINAMARCA

UK DCP V3.1

DCP Layer Strength Analysis Report

Project Name: CALCULO DE CBR VÍAS CUNDINAMARCA Y MINUTO DE DIOS

Chainage (km):	0,000	Surface Type:	Unpaved
Direction:	0	Thickness (mm):	0
Location/Offset:	Lane 1	Base Type:	
Cone Angle:	60 degrees	Thickness (mm):	
Zero Error (mm):	0	Surface Moisture:	Moderate
Test Date:	28/11/2023	Moisture adjustment factor:	Not adjusted



Layer Boundaries Chart

CBR Chart

Layer Properties

No.	Penetration Rate (mm/blow)	CBR (%)	Thickness (mm)	Depth to layer bottom (mm)	Position	Strength Coefficient	SN	SNC	SNP
1	36,63	7	293	293	Subgrade	--	--	--	--
2	16,68	15	667	960	Subgrade	--	--	--	--

Pavement Strength

	Layer Contribution		
Layer	**SN**	**SNC**	**SNP**
Surface	--	--	--
Base	--	--	--
Sub-Base	--	--	--
Subgrade	--	0,89	0,89
Pavement Strength	--	0,89	0,89

CBR Relationship:

TRL equation: $\log_{10}(CBR) = 2.48 - 1.057 \times \log_{10}(Strength)$

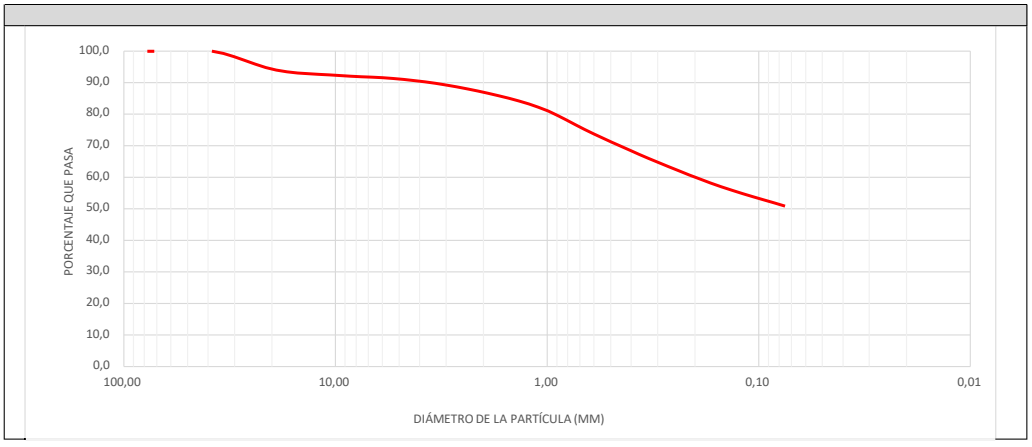
Report produced by .....

GEOTECNICAS DEL NORTE S.A.S. / ONAC ACREDITADO ISO/IEC 17025:2017 21-LAB-024	**INFORME DE RESULTADOS**	CÓDIGO: LA-H-001	
	DETERMINACIÓN DE LOS TAMAÑOS DE LAS PARTÍCULAS DE LOS SUELOS POR TAMIZADO	VERSIÓN: 06	FECHA: 16/12/2022
	NORMA INV E-123-13 (Numeral 5)	PÁGINA 1 DE 1	

Informe No.: OS2844-23-DT-01

PROYECTO*:	Diseño de pavimento para el proyecto: Diagnóstico, construcción y/o rehabilitación y/o mejoramiento de la malla vial urbana del municipio de San José de Cúcuta Fase IV. Lote 3	**FECHA TOMA*:**	2023-11-22
SOLICITANTE*:	Ing. Hernando García	**FECHA RECIBIDO:**	2023-11-22
CONTACTO*:	Ing. Hernando García	**FECHA ENSAYO:**	2023-12-02
MATERIAL:	Muestra de suelo, con presencia de gravas sub-angulosas, planas y alargadas	**FECHA INFORME:**	2023-12-05
ID ÍTEM:	Apique 1 - Muestra 1 - Profundidad: 1,50 metros - Cundinamarca	**No. ORDEN:**	OS-2844

TAMIZ DE SEPARACIÓN No. 200 - SERIE ALTERNATIVA					
Masa Inicial Muestra (g)	1194,8	**Masa Inicial Muestra Seca + Recipiente (g)**	1066,4	**Masa Retenida T200 + Recipiente (g)**	556,4
Masa Recipiente (g)	55,4	**Masa Inicial Muestra Seca (g)**	1011,0	**Masa Retenida T200 (g)**	501,0
			Tamaño máximo de partícula (mm)	37,50	
Tamiz	**Masa Retenida (g)**	**% Retenido Individual**	**% Retenido Acumulado**	**% Pasa**	
3"	0	0,0	0,0	100,0	
1 1/2"	0	0,0	0,0	100,0	
3/4"	60,52	6,0	6,0	94,0	
3/8"	17,18	1,7	7,7	92,3	
No. 4	12,53	1,2	8,9	91,1	
No. 8	30,76	3,0	12,0	88,0	
No. 16	58,09	5,7	17,7	82,3	
No. 30	86,14	8,5	26,2	73,8	
No. 50	90,30	8,9	35,2	64,8	
No. 100	78,83	7,8	43,0	57,0	
No. 200	61,93	6,1	49,1	50,9	
% Gravas	8,9	**% Arenas**	40,2	**% Finos**	50,9



OBSERVACIONES: Cantidad de material que pasa por el tamiz No. 200 (Fondo): 3,80 g.

Revisó:
Gabriela Araque Lizarazo
Director Técnico

Autorizó:
Cristian Agudelo R.
Gerente

Los resultados contenidos en el presente informe sólo afectan a la muestra sometida al ensayo como fue recibida en el laboratorio y la información suministrada es responsabilidad del cliente (*).
Los ensayos fueron realizados en las instalaciones permanentes del laboratorio de GEOTÉCNICAS DEL NORTE S.A.S y este informe no deberá reproducirse parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio de GEOTÉCNICAS DEL NORTE S.A.S.

OFICINA-LABORATORIO: AV. GRAN COLOMBIA No. 4E-28 B. POPULAR , CÚCUTA - 5746312 - 350-6147123
E-MAIL: Administrativo@geotecnicasdelnorte.com
www.geotecnicasdelnorte.com
Fin del informe

GEOTECNICAS DEL NORTE S.A.S. / ONAC ACREDITADO ISO/IEC 17025:2017 21-LAB-024	**INFORME DE RESULTADOS**	CÓDIGO: LA-H-022	
	DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS - MÉTODO A LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS	VERSIÓN: 06	FECHA: 16/12/2022
	NORMA INV E-125/126 -13	PÁGINA 1 DE 1	

Informe No.: OS2844-23-IP-01

PROYECTO*: Diseño de pavimento para el proyecto: Diagnóstico, construcción y/o rehabilitación y/o mejoramiento de la malla vial urbana del municipio de San José de Cúcuta Fase IV. Lote 3

SOLICITANTE*: Ing. Hernando García

CONTACTO*: Ing. Hernando García

MATERIAL: Muestra de suelo

ID MUESTRA: Apique 1 - Muestra 1 - Profundidad: 1,50 metros - Cundinamarca

FECHA TOMA*: 2023-11-22

FECHA RECIBIDO: 2023-11-22

FECHA ENSAYO: 2023-12-02

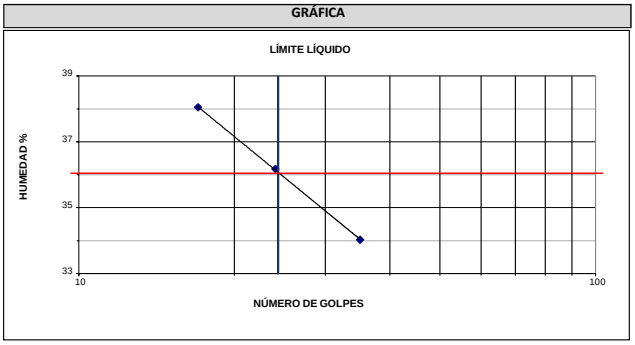
FECHA INFORME: 2023-12-05

No. ORDEN: OS-2844

LÍMITE LÍQUIDO			
Masa Suelo Húmedo + Recipiente (g)	24,73	23,66	21,92
Masa Suelo Seco + Recipiente (g)	20,81	19,67	18,10
Masa Recipiente (g)	9,29	8,64	8,06
Masa Suelo Seco (g)	11,52	11,03	10,04
Masa Agua (g)	3,9	4,0	3,8
Humedad del Suelo (%)	34	36	38
Cantidad de Golpes	35	24	17

LÍMITE PLÁSTICO (Método manual)		
Masa Suelo Húmedo + Recipiente (g)	21,85	21,83
Masa Suelo Seco + Recipiente (g)	20,83	20,79
Masa Recipiente (g)	12,43	12,16
Masa Suelo Seco (g)	8,40	8,63
Masa Agua (g)	1,0	1,0
Humedad del Suelo (%)	12,1	12,1

GRÁFICA



RESULTADOS	
LÍMITE LÍQUIDO (%)	36
LÍMITE PLÁSTICO (%)	12
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	24

OBSERVACIONES: No se presentan observaciones.

Los resultados contenidos en el presente informe sólo afectan a la muestra sometida al ensayo como fue recibida en el laboratorio y la información suministrada es responsabilidad del cliente (*). Los ensayos fueron realizados en las instalaciones permanentes del laboratorio de GEOTÉCNICAS DEL NORTE S.A.S y este informe no deberá reproducirse parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio de GEOTÉCNICAS DEL NORTE S.A.S.

Revisó: Gabriela Araque Lizarazo
Director Técnico

Autorizó: Cristian Agudelo R.
Gerente

OFICINA - LABORATORIO: AV. GRANCOLOMBIA No. 4E 28 B. POPULAR, CÚCUTA - 5746312 - 350-6147123
E-MAIL: Administrativo@geotecnicasdelnorte.com
www.geotecnicasdelnorte.com

Fin del informe