

Ricaurte 30 de Octubre del 2018

Señores

BRYAN STEVEN CARDENAS LOZANO

ANYI LORENA BAQUERO HORTUA

OMAR ALEJANDRO PERDOMO RODRIGUEZ

Ciudad

REFERENCIA: DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, PARA EL DIAGNOSTICO Y REHABILITACION DE LA VIA VEHICULAR UBICADA EN EL K0+00 AL 5+00 VEREDAS LIMONCITOS, DOS CAMINOS Y LAS VARAS DEL MUNICIPIO DE RICAURTE – CUNDINAMARCA

Respetados señores:

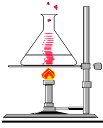
Con la presente me permito hacerles entrega del Diseño de la Estructura del Pavimento Flexible para el proyecto construcción, rehabilitación la vía vehicular ubicada en la k0+00 al 5+00 veredas limoncitos, dos caminos y las varas La información del presente diseño ha sido desarrollada siguiendo y teniendo en cuenta los estrictos cánones metodológicos dirigidos a asegurar un diseño óptimo. Al igual es responsabilidad exclusiva de las personas que hagan uso de este informe, atender las recomendaciones y consideraciones contempladas en éste.

Quedando a su entera disposición para cualquier aclaración o información complementaria que pudiese requerir.

Cordialmente.

IVAN LAGUNA SANCHEZ.
REPRESENTANTE LEGAL

JAVIER MARTIN SANCHEZ G.
M.P.63202 74786 QND
ESPECIALISTA EN VIAS Y TRANSPORTE



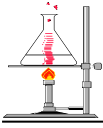
**DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO
FLEXIBLE**

PROYECTO:

**DIAGNOSTICO Y REHABILITACION DE LA VIA
VEHICULAR UBICADA EN EL K0+00 AL 5+00
VEREDAS LIMONCITOS, DOS CAMINOS
Y LAS VARAS**

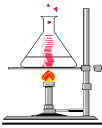
30 DE OCTUBRE DEL 2018

RICAURTE - CUNDINAMARCA

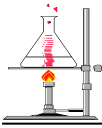


CONTENIDO

	Pág.
1. DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE	8
1.1 GENERALIDADES	8
2. LOCALIZACIÓN DEL MUNICIPIO DE RICAURTE	9
3. MÉTODO UTILIZADO	10
4. METODOLOGÍA	12
5. DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA	13
5.1 PERÍODO DE DISEÑO	13
5.2 ESTIMACIÓN DEL TRÁNSITO DE DISEÑO	13
5.2.1 Investigación previa	13
5.2.2 Investigación de campo	14
5.3 DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES DE LOS MATERIALES RELACIONADOS CON LA CALIDAD DRENANTE	18
5.4 CAPACIDAD PORTANTE DE LA SUBRASANTE	19
5.4.1 Capacidad portante de la subrasante.	21
5.5 NIVEL DE CONFIANZA (R).	23
5.6 GRADO DE CONFIABILIDAD (ZR).	23
5.7 DESVIACION ESTANDAR DEL SISTEMA (S ₀).	24
5.8 DETERMINACIÓN DE LA PÉRDIDA DE SERVICIABILIDAD (Δ PSI).	25

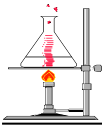


5.9 DETERMINACIÓN DE LOS MÓDULOS RESILIENTES Y LOS VALORES DEL COEFICIENTE ESTRUCTURAL DE LOS MATERIALES	25
5.10 DIMENSIONAMIENTO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE	28
5.10.1 Datos de entrada.	28
5.10.2 Datos de tráfico y propiedades de la subrasante.	29
5.10.3 Datos para estructuras del refuerzo – coeficientes estructurales y de Drenaje (a-m).	29
5.10.4 Optimización del pavimento obtenido	32
6. RECOMENDACIONES	34
6.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	34
6.1.1 Subbase granular.	34
6.1.2 Base granular.	36
6.2 RECOMENDACIÓN ADICIONAL	38

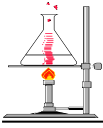


LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Tabla 2.3 - Período de diseño estructural recomendados	13
Cuadro 2. Aforos	14
Cuadro 3. Tabla 3.6. Rangos de tránsito contemplados en la norma	16
Cuadro 4. Tabla 3.5 - Factores de equivalencia de carga	17
Cuadro 5. Tabla 3.6 - Rangos de tránsito contemplados en la norma	18
Cuadro 6. Tabla IX - Características de drenaje de material de base y/o sub-base granular	19
Cuadro 7. Tabla X - Valor recomendados del coeficiente de ajuste (m) para los coeficientes estructurales de las capas de base y/o sub base no-tratadas.	19
Cuadro 8. Resumen de los resultados de los ensayos de laboratorio.	21
Cuadro 9. Tabla 3.8. Límites para selección de resistencia	21
Cuadro 10. Resistencias de CBR del Tramo 1, organizados de menor a mayor.	22
Cuadro 11. Tabla I-B Niveles recomendados de confiabilidad (R)	23
Cuadro 12. Tabla I-I. Valores de ZR en la curva normal para diversos grados de confiabilidad.	24
Cuadro 13. Tabla II. Valores recomendados para la desviación estándar (So)	25
Cuadro 14. Tabla XI - Espesores mínimos para capas de concreto asfáltico y base, en función del tráfico esperado.	32
Cuadro 15. Tabla 320-2. Requisitos de los agregados de Sub-Bases Granulares.	35

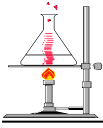


Cuadro 16. Tabla 320-3. Franjas granulométricas del material de Sub-Base Granular.	36
Cuadro 17. Tabla 330-2 Requisitos de calidad para los agregados “bases granulares”	37
Cuadro 18. Tabla 330-3 Franjas granulométricas del material de base granular	38



LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Registro fotográfico de la vía a intervenir.	8
Figura 2. Localización del Municipio.	9
Figura 5. Localización de los apiques.	20
Figura 6. Resistencias de CBR del Tramo 1, organizados de menor a mayor.	22
Figura 5. Coeficiente estructura a partir del CBR de la subbase granular (Figura 9 AASTHO).	26
Figura 6. Coeficiente estructural a partir del CBR de la base granular (Figura 8 AASTHO).	27
Figura 7. Coeficiente estructural a partir del módulo elástico del concreto asfáltico.	28
Figura 8. Esquema estructura pavimento flexible.	33



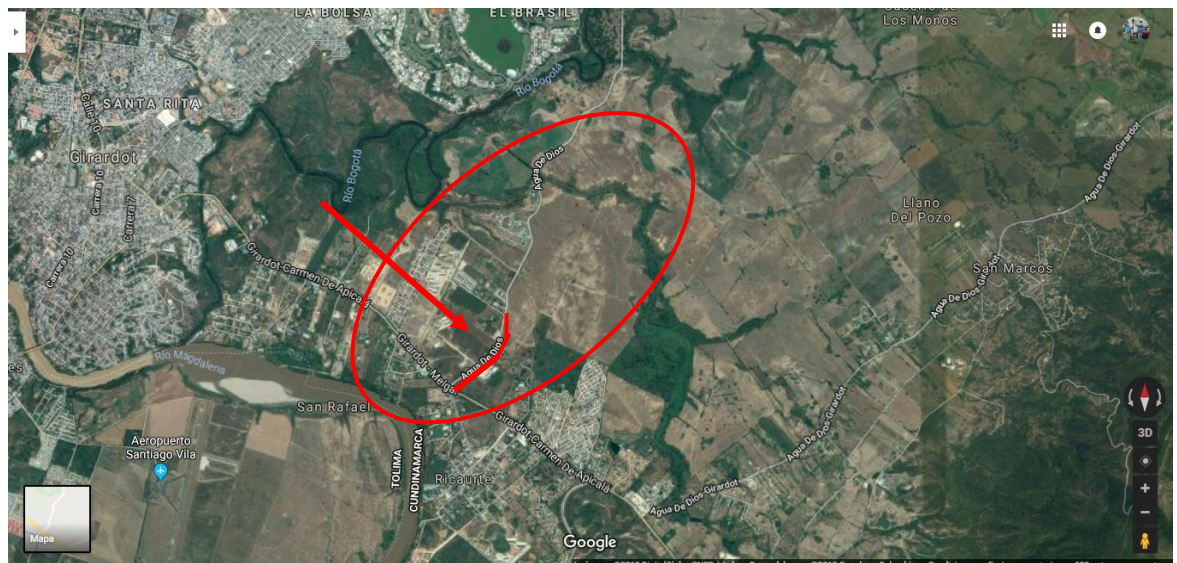
❖ DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE

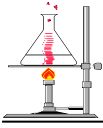
○ GENERALIDADES

- En el presente informe se presenta el Diseño de la Estructura del Pavimento Flexible para las vías urbanas localizadas entre el k0+00 al 5+00 veredas limoncitos, dos caminos y las varas, municipio de Ricaurte, departamento de Cundinamarca.

Para el diseño de la estructura del pavimento asfáltico se utilizó el Método AASHTO 1993.

Figura 1. Registro fotográfico de la vía a intervenir.

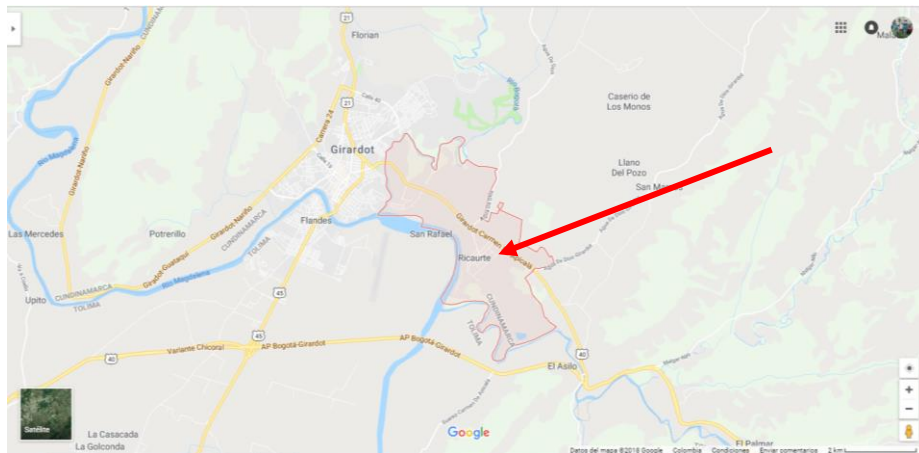




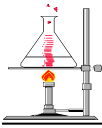
❖ LOCALIZACIÓN DEL MUNICIPIO DE RICAURTE

Ricaurte es un municipio del departamento de Cundinamarca (Colombia) ubicado en la Provincia del Alto Magdalena, de la cual es capital. Limita al norte con los municipios de Nariño y Tocaima, al sur con el municipio de Flandes y el Río Magdalena, al oeste con el municipio de Nariño, el Río Magdalena y el municipio de Coello y al este con el municipio de Girardot y el Río Bogotá. Está ubicado a 134 km al suroeste de Bogotá. La temperatura media anual es de 27.8 °C.4

. **Figura 2. Localización del Municipio**



Fuente: Google Earth



❖ MÉTODO UTILIZADO

Método AASHTO 1993. El diseño busca determinar un “Número Estructural SN” para el pavimento flexible que pueda soportar el nivel de carga esperado.

Para determinar el número estructural SN requerido, se utiliza la hoja de cálculo de Excel del Ing. Luis Ricardo Vásquez, que involucra los siguientes parámetros.

Ecuación:

$$\text{Log}_{10}W_{18} = Z_R * S_o + 9.36 * \text{Log}_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\text{Log}_{10}\left[\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right]}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 * \text{Log}_{10}M_R - 8.07$$

Parámetros

“W₁₈” El tránsito en ejes equivalentes acumulados para el período de diseño seleccionado.

“Z_R” Grado de confiabilidad.

“R” Parámetro de confiabilidad.

“S_o” Desviación estándar del sistema.

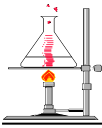
“M_r” El módulo de resiliencia efectivo del material usado de la subrasante.

“ΔPSI” La pérdida o diferencia entre los índices de servicio inicial y final deseados.

Número estructural (SN)

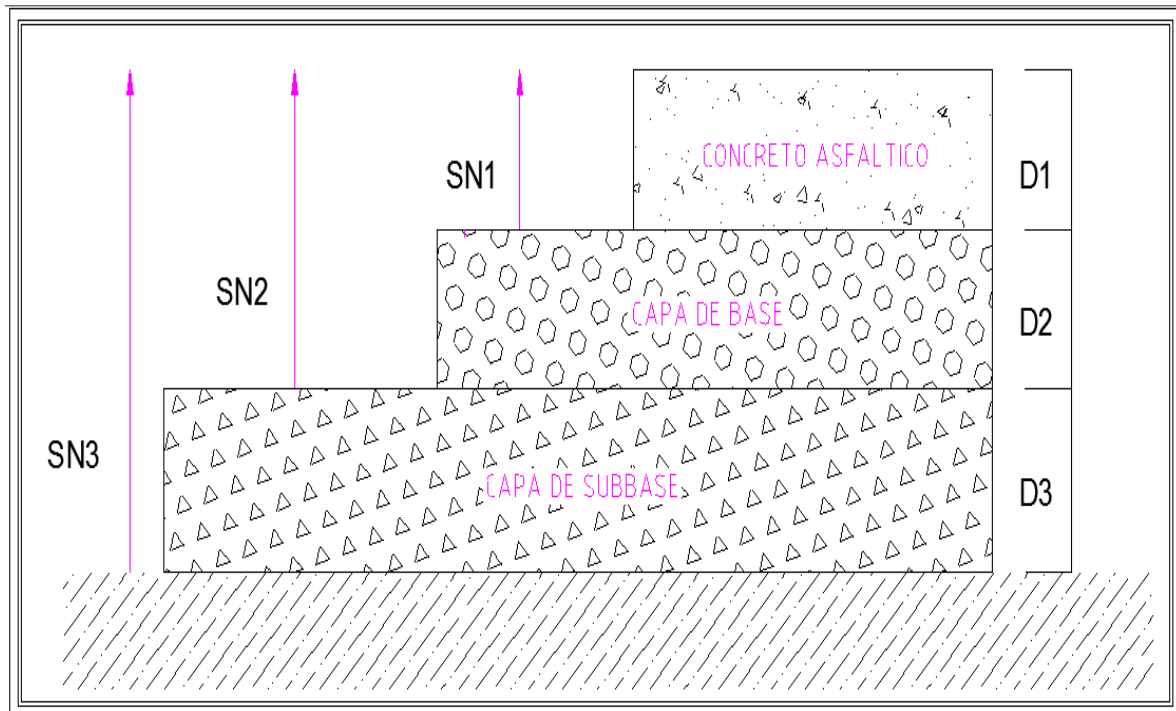
$$SN = a_1D_1 + a_2D_2m_2 + a_3D_3m_3$$

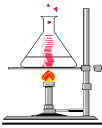
a₁, a₂ y a₃ = Coeficiente de capa representativos de Carpeta, Base y Subbase respectivamente.



D_1, D_2 y $D_3 =$ Espesor de la carpeta, Base y Subbase respectivamente en pulgadas.

$m_2 m_3 =$ Coeficientes de drenaje para Base y Subbase respectivamente.

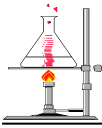




❖ METODOLOGÍA

Se emplea la siguiente metodología:

- ❖ Selección del período de diseño estructural.
- ❖ Estimación del tránsito de diseño.
- ❖ Determinación de las características ambientales de los materiales relacionados con la calidad drenante.
- ❖ Determinación de la capacidad portante del suelo de subrasante a través del ensayo de CBR.
- ❖ Determinación de la capacidad portante equivalente del suelo mejorado.
- ❖ Determinación del nivel de confiabilidad
- ❖ Determinación de la desviación estándar del sistema
- ❖ Determinación del grado de confiabilidad
- ❖ Determinación de la pérdida de Serviciabilidad.
- ❖ Determinación de los módulos resilientes y valores del coeficiente estructural de los materiales.
- ❖ Dimensionamiento de la estructura del pavimento flexible.
- ❖ Optimización de las dimensiones del pavimento obtenido.



❖ DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA

○ PERÍODO DE DISEÑO

De acuerdo con la tabla 2.3 del Manual de diseño de pavimentos asfálticos en vías con medios y altos volúmenes de tránsito del INVIAS, Pág. 9, se estima un período de diseño estructural:

Categoría de la vía: III
Período de diseño estructural (n): 20 años

Cuadro 1. Tabla 2.3 - Período de diseño estructural recomendados

Categoría de la Vía	Periodo de Diseño (P.D.E) años	
	Rango	Recomendado
I	10-30	20
II	10-20	15
III	10-20	10
Especiales	7-20	10-15

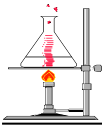
Fuente: Manual de bajos volúmenes de tránsito (INVIAS 2007)

○ ESTIMACIÓN DEL TRÁNSITO DE DISEÑO

La metodología utilizada en la realización del estudio de tránsito incluyó la realización de las siguientes etapas:

▪ Investigación previa

En esta primera etapa se procedió a obtener información sobre aforos y encuestas vehiculares disponibles en la secretaria de planeación e infraestructura de los municipios de Ricaurte. No aportaron ninguna información.



▪ **Investigación de campo**

Se realizó un aforo vehicular manual en las vías de estudio, los cuales se aportaron para el diseño de la estructura del pavimento.

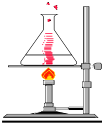
El conteo se realizó durante 20 días del 6 al 20 de Junio, julio y agosto del presente año, de las 8 am a 6 pm del mismo día, para determinar el tránsito promedio diario. A continuación, se presentan los aforos por clases de vehículo.

Cuadro 2. Aforos

DÍA MIÉRCOLES 6 DE JUNIO DE 2018													
HORA	Automovil, campero, microbuses, taxis,		Busetas, buses		C-2 PEQUEÑO		C-2 GRANDE		C3 - C-4		C5 - C-6		TOTAL
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	
8:00- 9:00 am	13	3	1	1	1								19
9:00 - 10:00 am	5	1				1							7
10:00 - 11:00 am	7		1		1		1						10
11:00 - 12:00 am	20	1		1									22
2:00 - 3:00 pm	11	7				1							19
3:00 - 4:00 pm	14			2	1								17
4:00 - 5:00 pm	12	4	1					1					18
5:00 - 6:00 pm	5	2											7
TOTAL	87	18	3	4	3	2	1	1	0	0	0	0	119

DÍA MIÉRCOLES 20 DE JUNIO DE 2018													
Sentido	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	TOTAL
	8:00- 9:00 am	6	2			1							
9:00 - 10:00 am	4		1										5
10:00 - 11:00 am	6	1			1	1							9
11:00 - 12:00 am	17	3			3	1							24
2:00 - 3:00 pm	9	5	1				3						18
3:00 - 4:00 pm	10	4	2										16
4:00 - 5:00 pm	9	2											11
5:00 - 6:00 pm	8	1											9
TOTAL	69	18	4	0	5	2	3	0	0	0	0	0	101

DÍA LUNES 16 DE JULIO DE 2018													
Sentido	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	TOTAL
	8:00- 9:00 am	2	4										
9:00 - 10:00 am	5	1			2								8
10:00 - 11:00 am	4		1										5
11:00 - 12:00 am	11	2	1										14
2:00 - 3:00 pm	8	3											11
3:00 - 4:00 pm	8	5		1		1							15
4:00 - 5:00 pm	4												4
5:00 - 6:00 pm	10	2											12
TOTAL	52	17	2	1	2	1	0	0	0	0	0	0	75



DIA MARTES 31 DE JULIO DE 2018													
HORA	Automovil, campero, microbuses, taxis,		Busetas, buses		C-2 PEQUEÑO		C-2 GRANDE		C3 - C-4		C5 - C-6		TOTAL
8:00- 9:00 am	4	3				4							11
9:00 - 10:00 am	14	6	1			2							23
10:00 - 11:00 am	6	1				4		1					12
11:00 - 12:00 am	3	4			3	3		1					14
2:00 - 3:00 pm	24	13			2	1				3			43
3:00 - 4:00 pm	11	14	1		1	3		1		1			32
4:00 - 5:00 pm	14	4				2		2		1			23
5:00 - 6:00 pm	16	3				7		2					28
TOTAL	92	48	1	1	6	26	0	7	0	5	0	0	186

DIA VIERNES 24 DE AGOSTO DE 2018													
8:00- 9:00 am	9	2				1		1					13
9:00 - 10:00 am	11	3				2							16
10:00 - 11:00 am	13	1				3		1					18
11:00 - 12:00 am	13	3				3		1					20
2:00 - 3:00 pm	11	2											13
3:00 - 4:00 pm	14	3	2			3							22
4:00 - 5:00 pm	11	2				1							14
5:00 - 6:00 pm	13	1	1										15
TOTAL	95	17	3	0	13	0	3	0	0	0	0	0	131

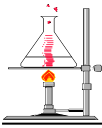
DIA SABADO 15 DE SEPTIEMBRE DE 2018													
8:00- 9:00 am	5	4											9
9:00 - 10:00 am	16	8	1					2					27
10:00 - 11:00 am	19	14				1							34
11:00 - 12:00 am	22	8		1	1			1					33
2:00 - 3:00 pm	14	5											19
3:00 - 4:00 pm	10	2	2		1	1			1				17
4:00 - 5:00 pm	6	7				2							15
5:00 - 6:00 pm	15	11											26
TOTAL	107	59	3	1	4	2	3	1	0	0	0	0	180

TOTALES	502	177	16	7	33	33	10	9	0	5	0	0	792
----------------	------------	------------	-----------	----------	-----------	-----------	-----------	----------	----------	----------	----------	----------	------------

TPD	84	30	3	1	6	6	2	2	0	1	0	0	135
------------	-----------	-----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	------------

El conteo realizado arrojo como resultado un tránsito promedio diario de 135 vehículos comerciales mixtos, valor que se encuentra por debajo del mínimo recomendado por el Instituto Nacional de Vías en su Manual de bajos volúmenes de tránsito, en su Tabla 3.6 Rangos de tránsito contemplados en la norma, por consiguiente, no se considera para el diseño de la estructura del pavimento flexible.

Debido a lo anterior y con el propósito de diseñar una estructura de pavimento flexible, es necesario asumir una carga que permita diseñar una estructura resistente, durable, confiable, cómoda y segura para 20 años de vida útil y que pueda asumir en cualquier momento eventualidades mayores de tránsito, por tal razón, se asume el mayor valor recomendado de la tabla 3.6 del Manual de diseño de pavimentos para bajos volúmenes de transito del INVIAS, tomando como tránsito promedio diario TPDS de 410 vehículos mixtos, de los cuales 180 son vehículos comerciales.

**Cuadro 3. Tabla 3.6. Rangos de tránsito contemplados en la norma**

TPD	A	B	C2P	C2G	C3-C4	C5	>C5
180	74.4	9.1	12.2	41	0.1	0	0
300	61.7	8.4	13	14.3	2.2	0.3	0.1
410	56	12	14.1	16.6	1.2	0.1	0

VEHÍCULOS	AUTOS	BUSES	C2P	C2G	C3	C5
COMPOSICIÓN VEHICULAR (%)	56%	12%	14,10%	16,60%	1,20%	0,10%

Fuente: Manual de bajos volúmenes de tránsito (INVIAS 2007)

Se distribuye el tránsito tomando un TPD de 410 vehículos mixtos por día y se emplea la ecuación que permite estimar el N número de ejes equivalentes de 8.2 toneladas de los vehículos comerciales en el carril de diseño y durante el período de diseño.

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

N = Número de ejes equivalentes.

TPD = Tránsito promedio diario inicial.

A = Porcentaje de vehículos pesados (buses y camiones) en el conteo.

B = Porcentaje de vehículos pesados en el carril de diseño.

r = Rata anual de crecimiento del tránsito.

n = Período de diseño estructural.

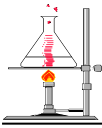
FC. = Factor camión.

$$FC = \frac{\sum Ci * Fi}{\sum Ci}$$

Ci = Es la cantidad de vehículos comerciales diarios del tipo (i).

Fi = Es el factor de equivalencia que corresponde a cada pasada del vehículo comercial tipo (i).

Se determina el factor camión o el factor daño empleando los factores de equivalencia de la tabla 3.5, del manual de diseño de pavimentos asfálticos en vías con medios y altos volúmenes de tránsito del INVIAS, Pág. 17.



Cuadro 4. Tabla 3.5 - Factores de equivalencia de carga

Tipo de vehículo		Factor de equivalencia
Buses	Bus	0.40
	Bus metropolitano	1.00
C2P	C2P	1.17
C2G	C2G	3.44
C3 y C4	C3	3.76
	C2 C1	3.37
	C4	6.73
	C3 S1	2.22
	C2 S2	3.42
C5	C3 S2	4.40
>C5	>C5	4.72

Fuente: Manual de diseño de pavimentos asfálticos en vías con medios y altos volúmenes de tránsito (INVIAS 1998)

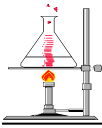
$$F_c = \frac{1 \times 0.12 + 1.14 \times 0.141 + 3.44 \times 0.166 + 3.76 \times 0.012 + 4.76 \times 0.001}{0.44}$$

$$F_c = 2.04$$

$$N = 365 \times 410 \times \frac{44}{100} \times \frac{50}{100} \times \frac{(1 + 0.05)^{10} - 1}{\ln(1 + 0.05)} \times 2.04 =$$

N= 865.715 Ejes equivalentes de 8.2 Ton.

De acuerdo con la tabla 3.6 del manual de diseño de pavimentos asfálticos en vías con medios y altos volúmenes de tránsito del INVIAS, El tránsito corresponde a un rango T1.



Cuadro 5. Tabla 3.6 - Rangos de tránsito contemplados en la norma

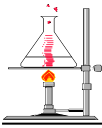
Designación	Rangos de tránsito Acumulado por carril de diseño
T1	0.5 - 1 * 10 ⁶
T2	1 - 2 * 10 ⁶
T3	2 - 4 * 10 ⁶
T4	4 - 6 * 10 ⁶
T5	6 - 10 * 10 ⁶
T6	10 - 15 * 10 ⁶
T7	15 - 20 * 10 ⁶
T8	20 - 30 * 10 ⁶
T9	30 - 40 * 10 ⁶

Fuente: Manual de diseño de pavimentos asfálticos en vías con medios y altos volúmenes de tránsito (INVIAS 1998)

DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES DE LOS MATERIALES RELACIONADOS CON LA CALIDAD DRENANTE

Se toman las características ambientales tales como humedad y temperatura sobre las propiedades de los materiales.

De acuerdo con el estudio de suelos realizado el material de subrasante está constituido por limos de baja compresibilidad, lo cual representa para la sub-base y la base una calidad de drenaje regular que puede llegar a períodos de saturación importantes. Por consiguiente, para la seguridad del dimensionamiento de la estructura, se asume un coeficiente de drenaje $m=0.80$, que corresponde según la tabla IX y X de la Guía de diseño AASHTO-93



Cuadro 6. Tabla IX - Características de drenaje de material de base y/o sub-base granular

Nivel de drenaje	Agua eliminada dentro de
Excelente	Dos (2) horas
Buena	Un (1) día
Regular	Una (1) semana
Pobre	Un (1) mes
Muy pobre	El agua no drena

Fuente. Guía de diseño AASHTO - 93.

Cuadro 7. Tabla X - Valor recomendados del coeficiente de ajuste (m) para los coeficientes estructurales de las capas de base y/o sub base no-tratadas.

Calidad de drenaje de la base o sub-base	Porcentaje del tiempo durante el cual la estructura del pavimento está sometido a condiciones de humedad cercanas a saturación			
	Menos del 1%	Entre el 1 y 5%	Entre el 5 y 25%	Más del 25%
Excelente	1.40-1.35	1.35-1.30	1.30-1.20	1.20
Buena	1.35-1.25	1.25-1.15	1.15-1.00	1.00
Regular	1.25-1.15	1.15-1.05	1.05-0.80	0.80
Pobre	1.15-1.05	1.05-0.80	0.80-0.60	0.60
Muy pobre	1.05-0.95	0.95-0.75	0.75-0.40	0.40

Fuente. Guía de diseño AASHTO - 93.

○ CAPACIDAD PORTANTE DE LA SUBRASANTE

Para diseñar la estructura del pavimento más conveniente desde el punto de vista técnico y económico, se realizó Tres (3) calicatas de 0.80 x 0.80 m, a una profundidad de 1.0 m, distribuidos en la zona en estudio. A continuación, se presenta la localización de los apiques en los tramos de vías en estudio.

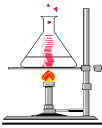
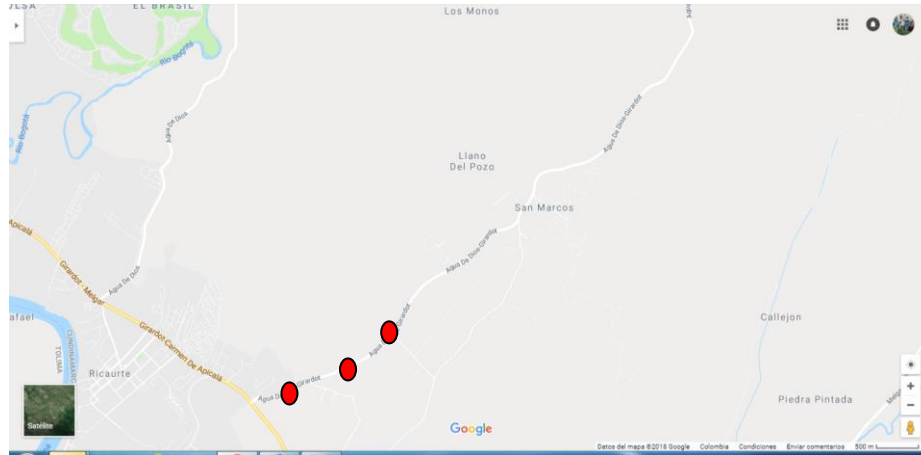


Figura 5. Localización de los apiques.



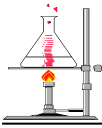
Fuente: Google Earth

En las exploraciones se registraron las condiciones estratigráficas del subsuelo y se recuperaron simultáneamente muestras representativas a diferentes profundidades. A tales muestras se les realizaron las pruebas de laboratorio que a continuación se listan:

- ❖ Humedad natural
- ❖ Lavado sobre tamiz No 200
- ❖ Análisis granulométrico
- ❖ Límites Atterberg.
- ❖ Límites de consistencia.
- ❖ Proctor modificado.
- ❖ Ensayo de Penetración del C.B.R. en muestras alteradas.

Las muestras que se tomaron para establecer las características físicas y mecánicas del suelo de subrasante fueron alteradas y permitieron determinar los CBR.

A continuación, se presenta un resumen de los valores obtenidos en campo en las calicatas realizadas.



Cuadro 8. Resumen de los resultados de los ensayos de laboratorio.

CALICATA	MUESTRA	PROF. INICIAL	PROF. FINAL	% Pasa	LL, %	LP, %	IP, %	ω, %	IC	IG	Grs./cm3	CBR 1"	AASHTO	S.U.C.S
No. 1	3	0,60	1,20	29,8	NL	NP	NP	16,1	0,0	0,0	1,936	5,6	A-2-4	SM
No. 2	3	0,80	1,20	65,8	30,1	21,2	8,9	27,1	0,3	4,1	1,815	4,2	A-4	CL
No. 3	2	0,25	1,00	46,5	27,0	22,4	4,6	20,8	1,4	-0,2	1,827	4,0	A-4	SM-SC

El tipo de suelo encontrado se clasifica como arenas limosas, arenas arcillosas y arcillas de baja plasticidad, de color café con oxidaciones de color café claro y gris, condición del suelo húmedo sin agua visible, de consistencia firme de cementación moderada, de resistencia en seco mediana, de dilatancia nula, de tenacidad baja y de estructura homogénea.

No se detectó en las calicatas hasta las profundidades exploradas nivel de agua freática, pero los suelos estudiados se encuentran con humedades comprendidas entre el 16.1% al 27.1%, razón por la cual, hay que tener en cuenta que la presencia de agua puede disminuir la resistencia de los tipos de suelos encontrados, por consiguiente, es un factor fundamental de control.

▪ Capacidad portante de la subrasante.

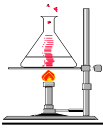
Se utiliza para el cálculo del CBR de Diseño el Método del Percentil propuesto por el Instituto del Asfalto, el cual recomienda tomar un valor total, del 60, el 75 o el 87.5 % de los valores individuales sea igual o mayor que él, de acuerdo con el tránsito que se espera circule sobre el pavimento. En el cuadro 4, se presenta los límites para selección de resistencia expuestos por el Ingeniero Alfonso Montejo Fonseca, del libro de Ingeniería de Pavimentos tomo 1, Tercera edición.

Cuadro 9. Tabla 3.8. Límites para selección de resistencia

Número de ejes 8.2 toneladas en el carril de diseño (N)	Percentil a seleccionar para hallar la resistencia
$<10^4$	60
$10^4 - 10^6$	75
$>10^6$	87.5

Fuente. Alfonso Montejo Fonseca.

Se ordenan los valores de resistencia de menor a mayor y se determina el número y el porcentaje de valores iguales o mayores a cada uno. Ver cuadro 5.

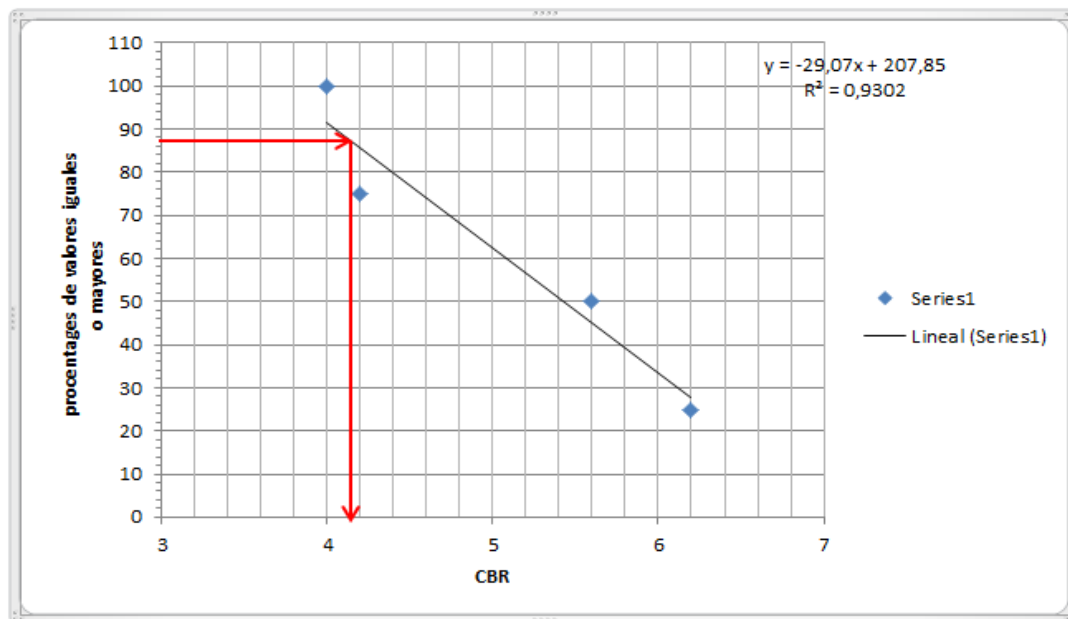


Cuadro 10. Resistencias de CBR del Tramo 1, organizados de menor a mayor.

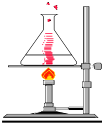
C.B.R. según laboratorio	Número de valores iguales o mayores	% de valores iguales o mayores
4.0	4	$4/4 \cdot 100 = 100$
4.2	3	$3/4 \cdot 100 = 75$
5.6	2	$2/4 \cdot 100 = 50$
6.2	1	$1/4 \cdot 100 = 25$

Se dibuja un gráfico que relacione los valores de CBR con los porcentajes anteriormente calculados. Ver figura 6

Figura 6. Resistencias de CBR del Tramo 1, organizados de menor a mayor.



Con base en el cálculo realizado el C.B.R. de diseño es del 4.2%.



○ NIVEL DE CONFIANZA (R).

Los valores de nivel de confianza están supeditados al tipo en escala de orden de importancia de la vía, para nuestro caso por ser una vía local, se asume un valor de 90%. Ver cuadro 10.

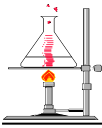
Cuadro 11. Tabla I-B Niveles recomendados de confiabilidad (R)

Clasificación de la vía	Urbana	Rural
Autopistas	85-99,9	80-99,9
Troncales	80-99	75-95
Locales	80-95	75-95
Ramales y vías agrícolas	50-80	50-80

Fuente. Guía de diseño AASHTO – 93

○ GRADO DE CONFIABILIDAD (ZR).

Una vez obtenido el nivel de confiabilidad que es del 90%, se determina el valor del grado de confiabilidad, cuyo valor aplicado es de -1.282. Ver cuadro 11.



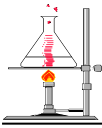
Cuadro 12. Tabla I-I. Valores de ZR en la curva normal para diversos grados de confiabilidad.

Confiabilidad (R)	Valor de 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
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. Guía de diseño AASHTO - 93

○ **DESVIACION ESTANDAR DEL SISTEMA (S_o).**

Para la selección del S_o se tiene en cuenta la desviación estándar del diseño, la variación de las propiedades de los materiales, la variación de las condiciones climáticas y la variación de la calidad de la construcción. Con base en lo anterior para el diseño se asumirá un valor de 0.45 que es lo recomendado por el método. Ver cuadro 12.



Cuadro 13. Tabla II. Valores recomendados para la desviación estándar (So)

Condición de Diseño	Desviación Estándar
Variación de la predicción en el comportamiento del pavimento (sin error de tráfico)	0,25
Variación total en la predicción del comportamiento del pavimento y en la estimación del tráfico	0,35 — 0.50 <i>(0.45 valor recomendado)</i>

Fuente. Guía de diseño AASHTO - 93

○ DETERMINACIÓN DE LA PÉRDIDA DE SERVICIABILIDAD (Δ PSI).

Se estiman los siguientes valores para pavimentos flexibles:

Período de Serviabilidad inicial $p_o = 4.2$

Período de Serviabilidad final $p_t = 2.0$

○ DETERMINACIÓN DE LOS MÓDULOS RESILIENTES Y LOS VALORES DEL COEFICIENTE ESTRUCTURAL DE LOS MATERIALES

Para materiales de subrasante con CBR del 4.2% se utiliza la fórmula:

$MR = 1500 * (CBR)$ en PSI.

$MR = 1500 * (4.2) = 6.300$ PSI

Para materiales de Subbases granulares con un CBR mínimo del 30% se emplea la figura 9 de la Guía de diseño AASHTO-93, Pág. 3-35 para determinar el MR.

$MR = 14.800$ PSI

COEFICIENTE ESTRUCTURAL - $a_3 = 0.11$

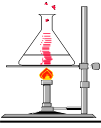
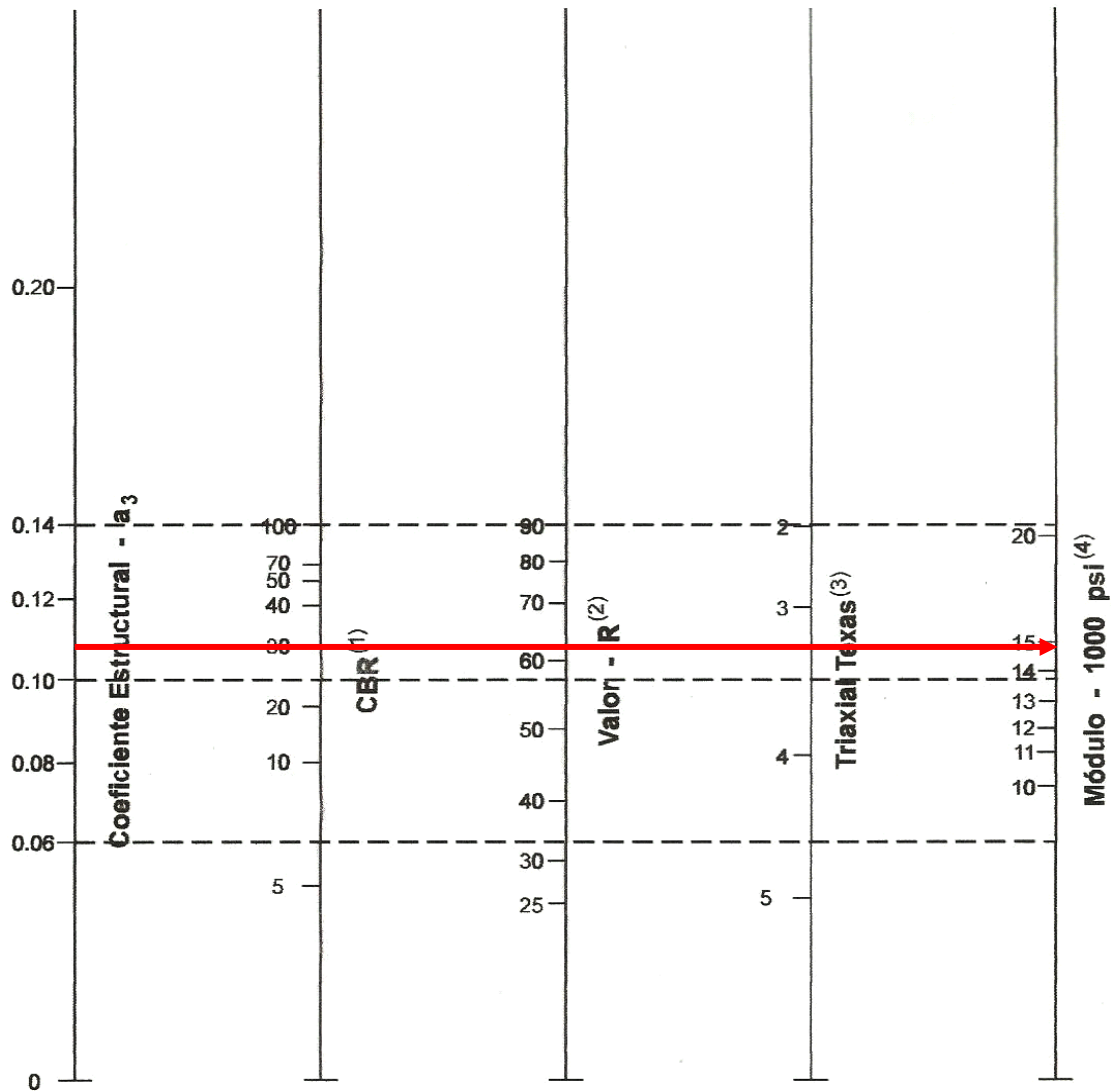


Figura 5. Coeficiente estructura a partir del CBR de la subbase granular (Figura 9 AASTHO).



Fuente. Guía de diseño AASHTO - 93

Para materiales de Bases granulares con un CBR mínimo del 80% se emplea la figura 8 de la Guía de diseño AASHTO-93, Pág. 3-34.

MR= 28.000 PSI

Coeficiente estructural – $a_2= 0.13$

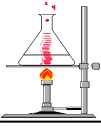
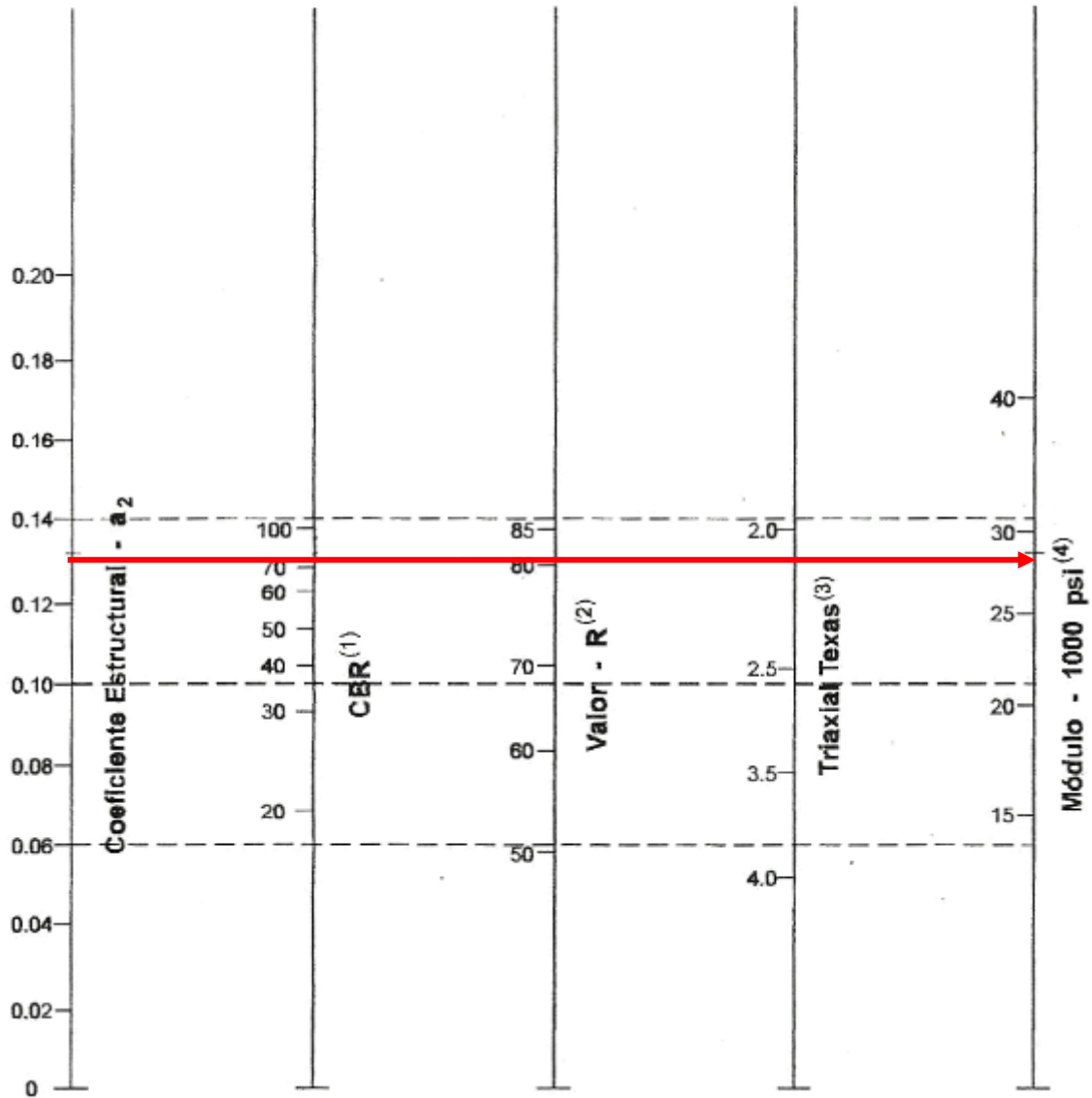


Figura 6. Coeficiente estructural a partir del CBR de la base granular (Figura 8 AASTHO).



Fuente. Guía de diseño AASHTO - 93

Para mezclas asfálticas en caliente se emplea la figura 6 de la Guía de Diseño AASHTO-93, Pág. 3-34, la cual presenta un Módulo de elasticidad =350000 Psi. y un Coeficiente estructural $a_1 = 0.39$

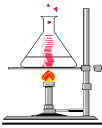
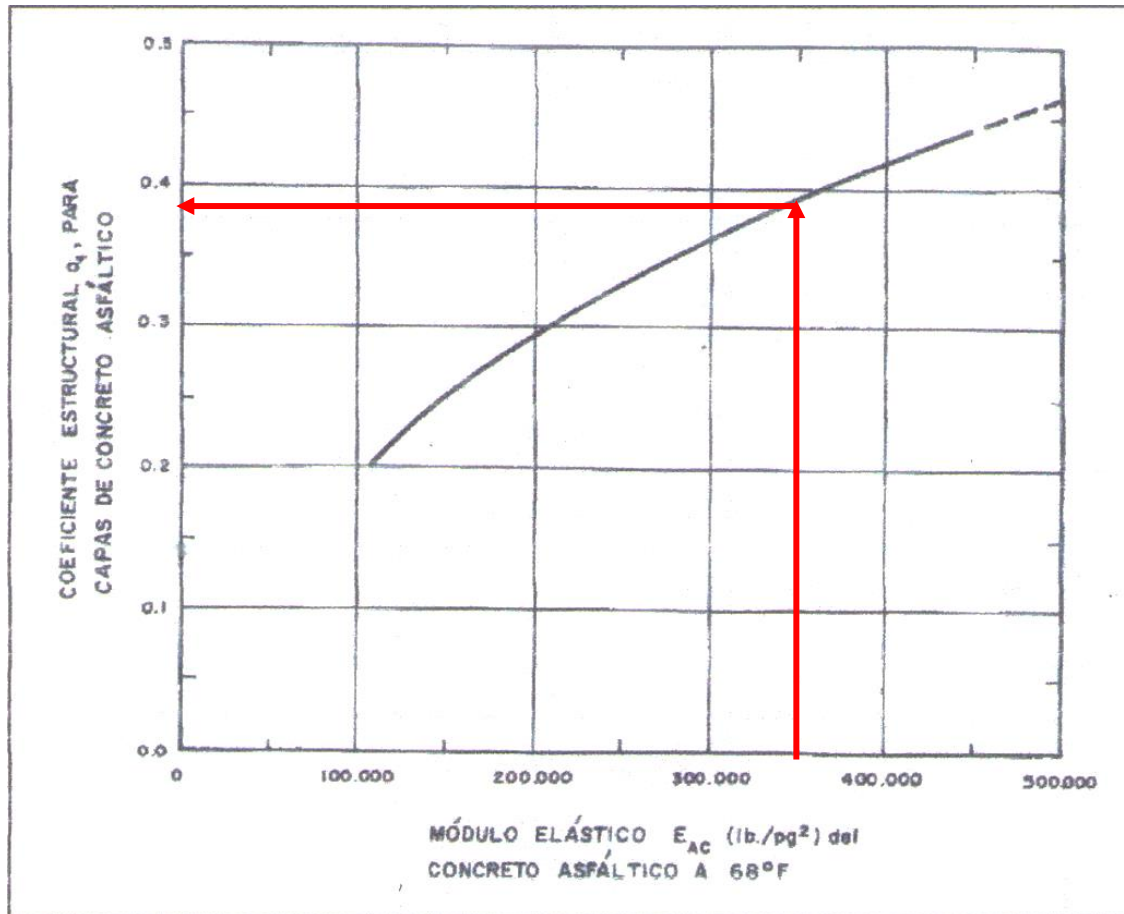


Figura 7. Coeficiente estructural a partir del módulo elástico del concreto asfáltico.



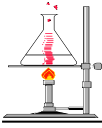
Fuente. Guía de diseño AASHTO - 93

○ DIMENSIONAMIENTO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE

▪ Datos de entrada.

Características de los materiales.

- ❖ Módulo de resiliencia de la carpeta asfáltica = 350.000 psi.
- ❖ Módulo de resiliencia de la Base Granular = 28.000 psi.
- ❖ Módulo de resiliencia de la Subbase Granular = 14.800 psi.



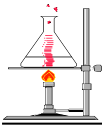
▪ **Datos de tráfico y propiedades de la subrasante.**

❖ Números de ejes equivalentes total (w_{18})	=	865.715 E.E.
❖ Factor de confiabilidad (R)	=	90.00%
❖ Desviación estándar normal (Z_R)	=	-1.282
❖ Desviación estándar global (S_o)	=	0.45
❖ Módulo de resiliencia de la subrasante (MR psi)	=	6.300
❖ Serviciabilidad inicial (P_i)	=	4.2
❖ Serviciabilidad Final (P_f)	=	2.0
❖ Período de Diseño.	=	10

▪ **Datos para estructuras del refuerzo – coeficientes estructurales y de Drenaje (a-m).**

❖ Concreto asfáltico convencional (a_1)	=	0.39
❖ Base granular (a_2)	=	0.13
❖ Subbase granular (a_3)	=	0.11
❖ Base granular (m_2)	=	0.80
❖ Subbase granular (m_3)	=	0.80

A continuación, se presenta los cálculos del número estructural o capacidad de la estructura para soportar las cargas bajo las condiciones (variables independientes) de diseño.



❖ SN Subrasante = 3.46

Ecuación AASHTO 93

Tipo de Pavimento
 Pavimento flexible Pavimento rígido

Confianza (R) y Desviación estándar (So)
90 % $Z_r = -1.282$ So = .45

Serviciabilidad inicial y final
PSI inicial = 4.2 PSI final = 2

Módulo resiliente de la subrasante
Mr = 6300 psi

Información adicional para pavimentos rígidos
Módulo de elasticidad del concreto - E_c (psi) Coeficiente de transmisión de carga - (J)
Módulo de rotura del concreto - S_c (psi) Coeficiente de drenaje - (Cd)

Tipo de Análisis
 Calcular SN **W18 = 865715**
 Calcular W18

Número Estructural
SN = 3.46

Calcular Salir

Fuente. Ecuación AASHTO Excel 93

❖ SN Base = 2.02

Ecuación AASHTO 93

Tipo de Pavimento
 Pavimento flexible Pavimento rígido

Confianza (R) y Desviación estándar (So)
90 % $Z_r = -1.282$ So = .45

Serviciabilidad inicial y final
PSI inicial = 4.2 PSI final = 2

Módulo resiliente de la subrasante
Mr = 28000 psi

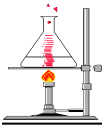
Información adicional para pavimentos rígidos
Módulo de elasticidad del concreto - E_c (psi) Coeficiente de transmisión de carga - (J)
Módulo de rotura del concreto - S_c (psi) Coeficiente de drenaje - (Cd)

Tipo de Análisis
 Calcular SN **W18 = 865715**
 Calcular W18

Número Estructural
SN = 2.02

Calcular Salir

Fuente. Ecuación AASHTO Excel 93



❖ SN Subbase = 2.56

Ecuación AASHTO 93

Tipo de Pavimento:
 Pavimento flexible Pavimento rígido

Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So):
90 % Zr=-1.282 So = .45

Serviciabilidad inicial y final:
PSI inicial = 4.2 PSI final = 2

Módulo resiliente de la subrasante:
Mr = 14800 psi

Información adicional para pavimentos rígidos:
Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi)
Módulo de rotura del concreto - Sc (psi)
Coeficiente de transmisión de carga - (J)
Coeficiente de drenaje - (Cd)

Tipo de Análisis:
 Calcular SN **W18 = 865715**
 Calcular W18

Número Estructural:
SN = 2.56

Calcular Salir

Fuente. Ecuación AASHTO Excel 93

Espesor carpeta asfáltica:

$$D_1 = \frac{SN_{CR}}{a_1} = \frac{2.02}{0.39} = 5.17''$$

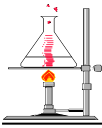
Espesor de la Base Granular:

$$SN_{Base} = SN_2 - SN_1 = 2.56 - 2.02 = 0.54$$

$$D_2 = \frac{SN_{BG}}{a_2 m_2} = \frac{0.54}{0.13 \times 0.80} = 5.19''$$

Espesor de la Subbase Granular:

$$SN_{Subbase} = SN_3 - SN_2 = 3.46 - 2.56 = 0.9$$



$$D_3 = \frac{SN_{SBG}}{a_3 m_3} = \frac{0.9}{0.11 \times 0.80} = 10.22''$$

Según la AASHTO el dimensionamiento es:

Subbase granular SBG-1: CBR> 30%	=	26.0 cm
Base Granular BG-2: CBR>80%	=	13.2 cm
Mezcla densa en caliente MDC-19	=	13.1 cm
Espesor total de la estructura	=	52.3 cm

▪ Optimización del pavimento obtenido

Este dimensionamiento se varía sin modificar el número estructural con valores mínimos para mezclas asfálticas y bases granulares que recomienda la guía de la AASHTO – 93 en su tabla XI pág. 3-46.

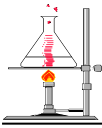
Cuadro 14. Tabla XI - Espesores mínimos para capas de concreto asfáltico y base, en función del tráfico esperado.

Cargas equivalentes (período diseño)	Espesor mínimo (cm)	
	Mezcla asfáltica (todas las capas)	Base y/o sub-base granular
<50.000	2.5(*)	10.0
50.000-150.000	5.0	10.0
150.000-500.000	6.25	10.0
500.000-2.000.000	7.5	15.0
2.000.000-7.000.000	8.75	15.0
>7.000.000	10.0	15.0

Fuente. AASHTO – 93.

El N calculado para el presente diseño es de 865.715 E.E. que corresponde al rango entre 500.000 y 2.000.000 E. E que sugiere una mezcla asfáltica de 10 cm como mínimo y una base granular de 40 cm como mínimo. Se tomará un espesor de 25 cm para la base granular.

Con estos valores y sin alterar el valor del número estructural calculado para la subrasante, calculamos el nuevo espesor del pavimento, así:



$$SN = a_1 D_1 + a_2 m_2 D_2 + a_3 m_3 D_3$$
$$3.46 = 0.39 * 3'' + 0.13 * 0.80 * 10'' + 0.11 * 0.80 D_3$$

Se despeja D_3 .

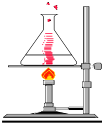
$$D_3 = 14.2'' = 36 \text{ cm} \approx 40 \text{ cm}$$

Estructura del pavimento flexible:

Subbase granular SBG-50: CBR > 30%	=	40 cm
Base Granular BG-38: CBR > 80%	=	25 cm
Mezcla densa en caliente MDC-19	=	10 cm
Espesor total de la estructura	=	75.0 cm

Figura 8. Esquema estructura pavimento flexible.

Rodadura bituminosa flexible		100 mm
Base Granular		250 mm
Sub Base Afirmado		400 mm



❖ RECOMENDACIONES

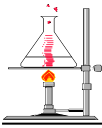
- Los resultados de las investigaciones realizadas al suelo del tramo intervenido son puntuales, por lo tanto, si durante la construcción de la obra se encuentra que las condiciones del suelo varían sustancialmente respecto a las aquí consideradas, se deberán efectuar los estudios complementarios necesarios.
- Si durante el proceso constructivo se detectan rellenos, suelos blandos o saturados por debajo de la capacidad portante de la subrasante estudiada, se deberán retirar dichos materiales e instalar una capa de mejoramiento, cumpliendo con lo estipulado en el Artículo 221 Norma Invias 2013.
- Se debe construir los drenajes y subdrenajes necesarios para garantizar la estabilidad del pavimento.
- Utilizar Subbase granular con un CBR mínimo del 30% y Base granular con un CBR mínimo del 80%.
- La Subbase y Base granular en todo caso deberán cumplir los requisitos de calidad contemplados en el Artículo 300 de las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras del INVIAS - 13.

○ CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

▪ Subbase granular.

La capa de subbase contribuye a la reducción de esfuerzos provocados por el tránsito, de modo que ellos lleguen en magnitud aceptable a la subrasante, la cual actúa como plataforma de construcción para las capas superiores, sirve como capa de transición entre la subrasante y la base, bajo ciertas circunstancias, puede actuar como capa drenante. Las exigencias en cuanto a su calidad son mayores en climas húmedos que en climas secos por las mayores posibilidades de su saturación.

Es deseable, además, que el CBR no sea menor de 30 a una densidad equivalente al 95 % de la máxima del ensayo modificado de compactación (Norma de Ensayo INV E - 142). En relación con la humedad de preparación y ensayo de las muestras de laboratorio para la determinación de la resistencia, ellas dependerán de las condiciones climáticas y de las posibilidades de ingreso de



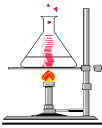
agua hasta la subbase proveniente de la parte superior, asumiendo que el pavimento dispondrá de los dispositivos de subdrenaje que requiera. En la tabla 7, se presenta las franjas granulométricas exigidas de acuerdo con la Norma Invias 2013.

Se recomienda utilizar una subbase granular 50, Clase C, que satisfaga los requisitos de calidad indicados en las especificaciones INVIA S ART 320-13, Tabla 320-2. Además, se deberá ajustar a la franja granulométrica que se muestran en la Tabla 320-3. A continuación se presenta los requisitos de calidad y las franjas granulométricas:

Cuadro 15. Tabla 320-2. Requisitos de los agregados de Sub-Bases Granulares.

CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO INV	SUB-BASE GRANULAR		
		CLASE C	CLASE B	CLASE A
Dureza (O)				
Desgaste en la máquina de los Ángeles (Gradación A), máximo (%) - 500 revoluciones (%)	E-218	50	50	50
Degradación por abrasión en el equipo Micro-Deval, máximo (%)	E-238	-	35	30
Durabilidad (O)				
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, máximo (%) - Sulfato de sodio - Sulfato de magnesio	E-220	12 18	12 18	12 18
Limpieza (F)				
Límite líquido, máximo (%)	E-125	25	25	25
Índice de plasticidad, máximo (%)	E-125 y E-126	6	6	6
Equivalente de arena, mínimo (%)	E-133	25	25	25
Contenido de terrones de arcilla y partículas deleznable s, máximo (%)	E-211	2	2	2
Resistencia del material (F)				
CBR (%): porcentaje asociado al valor mínimo especificado de la densidad seca, medido en una muestra sometida a cuatro días de inmersión, mínimo.	E-148	30	30	40

Fuente: Invias 2013



Cuadro 16. Tabla 320-3. Franjas granulométricas del material de Sub-Base Granular.

TIPO DE GRADACIÓN	TAMIZ (mm / U.S. Standard)								
	50.0	37.5	25.0	12.5	9.5	4.75	2.00	0.425	0.075
	2"	1 ½"	1"	1/2"	3/8"	No. 4	No. 10	No. 40	No. 200
	% PASA								
SBG-50	100	70-95	60-90	45-75	40-70	25-55	15-40	6-25	2-15
SBG-38	-	100	75-95	55-85	45-75	30-60	20-45	8-30	2-15
Tolerancias en producción sobre la fórmula de trabajo (±)	0 %	7 %				6 %			3 %

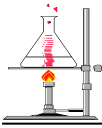
Fuente: Invias 2013

▪ Base granular.

Dados los mayores niveles de exigencia a que estará sometida esta capa, sus materiales deberán ser de mejor calidad. Los materiales triturados de alta calidad son los más recomendables, aunque también se permite el empleo de materiales naturales cuya fracción gruesa tenga al menos 40 % de partículas con caras angulares o irregulares. El mejor comportamiento se obtiene cuando el material elaborado presenta índices de aplanamiento y alargamiento inferiores al 35%, desgaste menor de 40%, equivalente de arena superior al 30%, índice plástico inferior a 6%, producto plástico (% pasa # 200 * Índice plástico) no superior a 60% y CBR no menor del 80 al 100%.

La granulometría del material, de la cual se muestran las franjas recomendadas por las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras del INVIAS debe ser sensiblemente paralela a los límites de la franja escogida, para asegurar la máxima estabilidad mecánica, y deberá permitir el cumplimiento de valor del producto plástico indicado atrás. Además, es conveniente que el control de la granulometría se realice también luego de compactada la capa, por cuanto la estabilidad puede verse afectada por la rotura de partículas durante la compactación y el servicio.

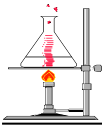
Se recomienda utilizar una Base Granular BG-27, Clase B, que satisfaga los requisitos de calidad indicados en las especificaciones INVIAS ART 330-13, Tabla 330-2. Además, se deberá ajustar a la franja granulométrica que se muestran en la Tabla 330-3. A continuación se presenta los requisitos de calidad y las franjas granulométricas:



Cuadro 17. Tabla 330-2 Requisitos de calidad para los agregados “bases granulares”

CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO INV	BASE GRANULAR		
		CLASE C	CLASE B	CLASE A
Dureza (O)				
Desgaste en la máquina de los Ángeles (Gradación A), máximo (%) - 500 revoluciones - 100 revoluciones	E-218	40 8	40 8	35 7
Degradación por abrasión en el equipo Micro-Deval, máximo (%)	E-238	-	30	25
Evaluación de la resistencia mecánica por el método del 10 % de finos - Valor en seco, mínimo (kN) - Relación húmedo/seco, mínimo (%)	E-224	- -	70 75	90 75
Durabilidad (O)				
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, máximo (%) - Sulfato de sodio - Sulfato de magnesio	E-220	12 18	12 18	12 18
Limpieza (F)				
Límite líquido, máximo (%)	E-125	25	-	-
Índice de plasticidad, máximo (%)	E-125 y E-126	3	0	0
Equivalente de arena, mínimo (%)	E-133	30	30	30
Valor de azul de metileno, máximo (Nota 1)	E-235	10	10	10
Contenido de terrones de arcilla y partículas deleznales, máximo (%)	E-211	2	2	2
Geometría de las Partículas (F)				
Índices de alargamiento y aplanamiento, máximo (%)	E-230	35	35	35
Caras fracturadas, mínimo (%) - Una cara - Dos caras	E-227	50 -	70 50	100 70
Angularidad de la fracción fina, mínimo (%)	E-239	-	35	35
Resistencia del material (F)				
CBR (%): porcentaje asociado al grado de compactación mínimo especificado (numeral 330.5.2.2.2); el CBR se medirá sobre muestras sometidas previamente a cuatro días de inmersión.	E-148	≥ 80	≥ 80	≥ 95

Fuente: Invias 2013



Cuadro 18. Tabla 330-3 granulométricas del material de base granular

TIPO DE GRADACIÓN	TAMIZ (mm / U.S. Standard)							
	37.5	25.0	19.0	9.5	4.75	2.00	0.425	0.075
	1 ½"	1"	¾"	⅜"	No. 4	No. 10	No. 40	No. 200
% PASA								
BASES GRANULARES DE GRACACIÓN GRUESA								
BG-40	100	75-100	65-90	45-68	30-50	15-32	7-20	0-9
BG-27	-	100	75-100	52-78	35-59	20-40	8-22	0-9
BASES GRANULARES DE GRADACIÓN FINA								
BG-38	100	70-100	60-90	45-75	30-60	20-45	10-30	5-15
BG-25	-	100	70-100	50-80	35-65	20-45	10-30	5-15
Tolerancias en producción sobre la fórmula de trabajo (±)	0 %	7 %			6 %			3 %

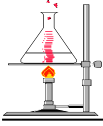
Fuente: Invias 2013

○ RECOMENDACIÓN ADICIONAL

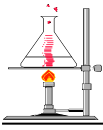
La información consignada en este diseño, las conclusiones y las recomendaciones dadas, se basan en el análisis de los resultados de la investigación realizada, en conjunto con las características del proyecto. El estudio geotécnico de la subrasante se basa en reconocimientos puntuales extraídos del terreno, de este modo cabe la posibilidad que existan diferencias, en cuanto a las características geológicas y geotécnicas del terreno.

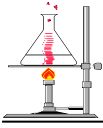
Si se presentan cambios en las condiciones locales del suelo de subrasante que se noten al realizar las excavaciones para la construcción de la vía o los cambios en el proyecto que modifiquen la magnitud de las cargas dinámicas, se deberán comunicar al autor del presente diseño, quien estudiará la nueva situación y propondrá las recomendaciones adicionales que se precisen.

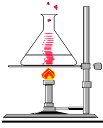
Quedando a su entera disposición para cualquier aclaración o información complementaria que pudiese requerir.



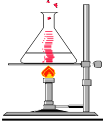
. REGISTRO FOTOGRÁFICO



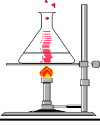




ANEXO. ENSAYOS DE LABORATORIO



ANEXO C. CERTIFICACION



CERTIFICADO DE VIGENCIA Y ANTECEDENTES DISCIPLINARIOS
N° E2018VEN00102027

REPÚBLICA DE COLOMBIA
CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE
INGENIERÍA
COPNIA

EL DIRECTOR GENERAL

CERTIFICA:

1. Que SANCHEZ GUERRERO JAVIER MARTIN identificado (a) con Cédula de Ciudadanía N° 93378931, se encuentra inscrito(a) en el Registro Profesional Nacional que lleva esta entidad, como INGENIERO CIVIL con Matrícula Profesional N° 63202-74786 QND desde el (los) veintitres (23) día(s) del mes de noviembre del año mil novecientos noventa y ocho (1998).
2. Que la (el) Matrícula Profesional es la autorización que expide el Estado para que el titular ejerza su profesión en todo el territorio de la República de Colombia, de conformidad con lo dispuesto en la Ley 842 de 2003.
3. Que la (el) referida (o) Matrícula Profesional se encuentra vigente, por lo cual el profesional certificado actualmente NO está impedido para ejercer la profesión.
4. Que el profesional NO tiene antecedentes disciplinarios ético-profesionales.
5. Que la presente certificación tiene una validez de seis (6) meses y se expide en Bogotá, D.C., a los veintiseis (26) días del mes (mayo) del año dos mil dieciocho (2018).

RUBÉN DARÍO OCHOA ARBELÁEZ

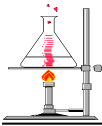
Firma del titular (*)

(*) Con el fin de verificar que el titular autoriza su participación en procesos estatales de selección de contratistas. La falta de firma del titular no invalida el Certificado.
El presente es un documento público expedido electrónicamente con firma digital que garantiza su plena validez jurídica y probatoria según lo establecido en la Ley 527 de 1999.
Para verificar la integridad e inalterabilidad del presente documento consulte en el sitio web <http://gdocumental.copnia.gov.co/invesiteCSV> indicado el código que se encuentra en el costado izquierdo de este documento
Calle 78 N° 9 – 57 Piso 13 – Bogotá D.C. Pbx: 3220102 – Correo-e: contactenos@copnia.gov.co
www.copnia.gov.co

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA – COPNIA



Verificado: AC TESTINTE CERTICAMARA S.A., Fecha de emisión de la firma: 26/05/2018 11:12:54.
Código de Verificación (<http://gdocumental.copnia.gov.co/invesiteCSV>): LKNNU9yW0xllt627pRs <http://www.copnia.gov.co>
en total de 1 página(s).



REPUBLICA DE COLOMBIA
IDENTIFICACION PERSONAL
CEDULA DE CIUDADANIA
93.378.931

NUMERO

SANCHEZ GUERRERO

APELLIDOS

JAVIER MARTIN

NOMBRES

FIRMA



INDICE DERECHO

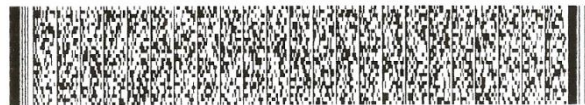
FECHA DE NACIMIENTO **02-ABR-1970**

GACHALA
(CUNDINAMARCA)
LUGAR DE NACIMIENTO

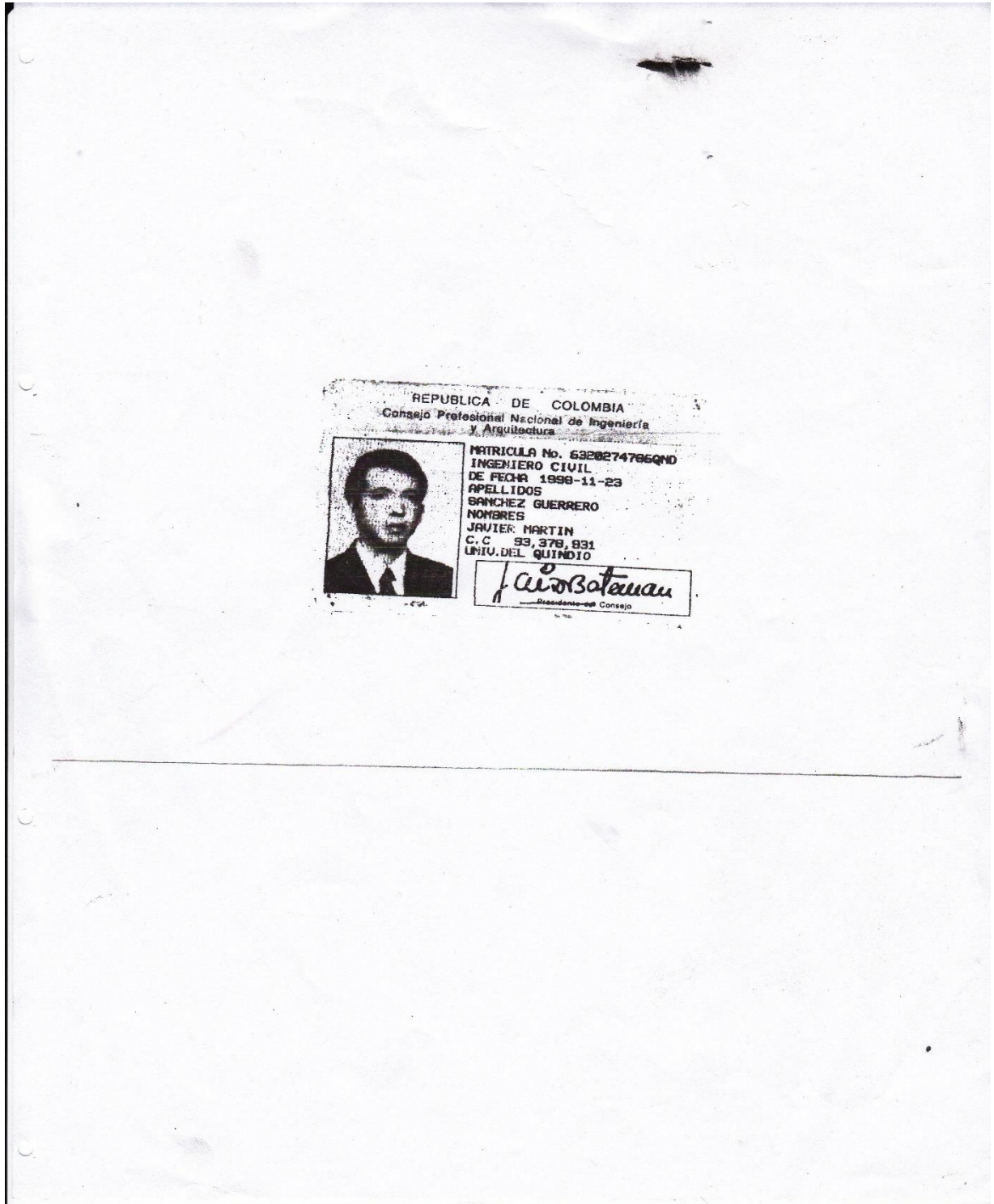
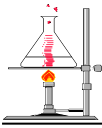
1.70 **O+** **M**
ESTATURA G. S. RH SEXO

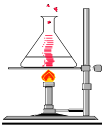
21-JUL-1988 IBAGUE
FECHA Y LUGAR DE EXPEDICION

Albuquerque
REGISTRADORA NACIONAL
ALMABEATRIZ RENDON LOPEZ



A-2900100-63151021 M-0093378931-20061023 06110 06296A 02 209434680





LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA



FACULTAD DE

MINAS

TENIENDO EN CUENTA QUE

JAVIER MARTÍN SÁNCHEZ GUERRERO

C.C. N.º 9337831 de 1994 (Corte)

CUMPLID SATISFACTORIAMENTE

TODOS LOS REQUISITOS REGLAMENTARIOS DEL PROGRAMA
DE ESTUDIOS PARA GRADUADOS LE CONFIERE EL TÍTULO DE

ESPECIALISTA EN VIAS Y TRANSPORTE

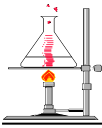
EN LA CIUDAD DE MEDELLIN A

DICIEMBRE 15 DE 2002

RECTOR DE LA UNIVERSIDAD

DECANO DE LA FACULTAD

Ing. Javier M Sánchez G. V1-2012



Ricaurte, Octubre 31 de 2018

Señores

BRYAN STEVEN CARDENAS LOZANO

ANYI LORENA BAQUERO HORTUA

OMAR ALEJANDRO PERDOMO RODRIGUEZ

Ciudad

Asunto: Certificación de Diseño

Certifico que he realizado el Diseño vía en PAVIMENTO FLEXIBLE del Proyecto, **DIAGNOSTICO Y REHABILITACION DE LA VIA VEHICULAR UBICADA EN EL K0+00 AL 5+00 VEREDAS LIMONCITOS, DOS CAMINOS Y LAS VARAS**, a construirse en el Municipio de Ricaurte, Departamento de Cundinamarca, de acuerdo con los requisitos técnicos vigentes, establecidos en el Manual de diseño de pavimento de concreto del INVIAS Pag 77, cuyos resultados se encuentran consignados tanto en las memorias de diseño como los Diseños de vía en carpeta asfáltica, que anexo debidamente firmados.

Para los fines pertinentes, anexo copia de mi Tarjeta o Matrícula Profesional y certificado de vigencia de la misma y copia de la cédula de ciudadanía.

Atte.

JAVIER MARTIN SANCHEZ G.

Ingeniero Civil

M.P. No. 63202- 74786 QND

C.C. No. 93 378 931 de Gachala