

MUNICIPIO VILLAVICENCIO-META

TABLA 1. Datos de la temperatura media mensual promedio de los últimos 10 años

AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
2007	27.06	26.35	27.2	26.41	26.27	25.93	24.93	24.49	25.44	26.71	26.55	26.3
2008	27.01	27.39	27.06	26.37	26.15	24.61	24.62	25.73	25.68	25.66	26.56	25.99
2009	25.87	24.86	26.6	25.86	26.09	25.13	24.37	25.66	26.09	26.26	26.61	27.26
2010	26.01	27.06	27.12	26.01	26.72	26	24.61	25.07	25.94	26.84	26.43	26.59
2011	26.61	25.08	26.16	26.4	25.08	25.11	24.88	25.61	25.64	25.64	25.47	25.76
2012	26.73	26.77	26.12	25.27	26.34	24.79	24.44	24.76	25.55	26.2	26.56	26.73
2013	27.61	26.76	26.02	26.67	26.61	25.65	24.36	24.95	26.45	26.52	25.77	26.35
2014	27.65	27.48	27.34	26.08	26.28	24.62	24.73	25.2	26.19	25.71	26.17	26.89
2015	26.69	26.41	27.31	26.13	26.18	24.71	25.24	25.36	27.08	26.86	26.33	26.72
2016	26.23	26.76	26.42	26.06	26.76	24.88	24.5	25.48	26.02	26.13	26.91	25.91

Fuente: CLIMA

Ecuación 1. Fórmula Temperatura media mensual

$$TMM = 20,348 + 17,5683 * \text{LOG Ep}$$

MES	T °C	FP
Enero	27.06	2.71
Febrero	26.35	2.81
Marzo	27.2	2.45
Abril	26.41	2.21
Mayo	26.27	1.91
Junio	25.93	1.69
Julio	24.93	1.82
Agosto	24.49	1.72
Sep	25.44	1.91
Oct	26.71	2.02
Nov	26.55	2.17
Dic	26.3	2.18
SUMA FP		22.60
PROM	2.43	2.11
TEMPERATURA MEDIA	26.13	

MES	T °C	FP
Enero	27.01	2.59
Febrero	27.39	2.62
Marzo	27.06	2.71
Abril	26.37	2.20
Mayo	26.15	1.88
Junio	24.61	1.75
Julio	24.62	1.73
Agosto	25.73	2.02
Sep	25.68	2.01
Oct	26.09	2.04
Nov	26.61	2.00
Dic	26.09	2.09
SUMA FP		22.92
PROM		2.11
TEMPERATURA	26.04	

MES	T °C	FP
Enero	25.87	2.06
Febrero	24.86	2.06
Marzo	26.6	2.27
Abril	26.86	2.06
Mayo	26.09	2.12
Junio	25.13	1.87
Julio	24.37	1.69
Agosto	25.66	2.01
Sep	26.09	2.12
Oct	26.09	2.12
Nov	26.26	2.27
Dic	27.26	2.47
SUMA FP		23.18
PROM		2.10
TEMPERATURA MEDIA	26.09	

MES	T °C	FP
Enero	28.41	2.41
Febrero	27.01	2.71
Marzo	27.12	2.43
Abril	26.01	2.10
Mayo	26.72	2.02
Junio	26	1.82
Julio	24.64	1.76
Agosto	25.07	1.86
Sep	25.64	2.08
Oct	26.84	2.18
Nov	26.45	1.95
Dic	25.89	2.07
SUMA FP		22.78
PROM		2.13
TEMPERATURA MEDIA	26.48	

MES	T °C	FP
Enero	26.61	2.28
Febrero	26.48	2.09
Marzo	26.16	2.14
Abril	26.4	1.94
Mayo	26.08	1.89
Junio	25.11	1.87
Julio	24.88	1.91
Agosto	25.61	1.99
Sep	26.61	2.00
Oct	26.61	2.00
Nov	26.47	1.95
Dic	26.76	2.01
SUMA FP		22.97
PROM		2.00
TEMPERATURA	26.61	

MES	T °C	FP
Enero	26.73	2.31
Febrero	26.77	2.42
Marzo	26.61	1.97
Abril	26.47	1.91
Mayo	25.34	1.62
Junio	24.76	1.79
Julio	24.44	1.71
Agosto	24.75	1.78
Sep	25.65	1.98
Oct	26.39	2.13
Nov	26.61	2.08
Dic	26.75	2.31
SUMA FP		24.44
PROM		2.04
TEMPERATURA MEDIA	26.18	

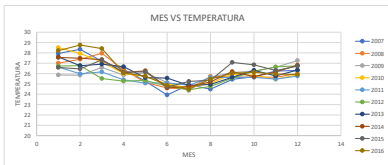
MES	T °C	FP
Enero	27.61	2.59
Febrero	26.76	2.42
Marzo	26.04	2.07
Abril	26.67	2.29
Mayo	25.61	1.99
Junio	25.66	1.98
Julio	24.86	1.89
Agosto	24.95	1.81
Sep	25.65	2.00
Oct	26.32	2.19
Nov	26.77	2.04
Dic	26.35	2.20
SUMA FP		25.59
PROM		2.12
TEMPERATURA	26.13	

MES	T °C	FP
Enero	27.68	2.27
Febrero	27.48	2.55
Marzo	27.34	2.60
Abril	26.68	2.12
Mayo	26.28	2.18
Junio	24.66	1.75
Julio	24.79	1.78
Agosto	25.2	1.89
Sep	26.19	2.15
Oct	26.71	2.02
Nov	26.17	2.11
Dic	26.86	2.31
SUMA FP		23.48
PROM		2.17
TEMPERATURA MEDIA	26.14	

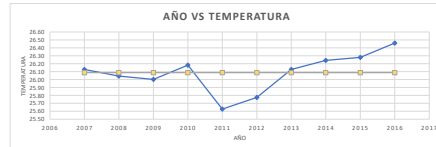
MES	T °C	FP
Enero	26.59	2.27
Febrero	26.45	2.50
Marzo	27.34	2.65
Abril	26.13	2.11
Mayo	26.18	2.15
Junio	24.71	1.77
Julio	24.13	1.90
Agosto	25.35	1.93
Sep	27.08	2.43
Oct	26.81	2.31
Nov	26.1	2.18
Dic	26.73	2.31
SUMA FP		23.18
PROM		2.18
TEMPERATURA MEDIA	26.28	

MES	T °C	FP
Enero	26.53	2.31
Febrero	26.76	2.01
Marzo	26.44	2.88
Abril	26.06	2.11
Mayo	25.76	2.01
Junio	24.88	1.81
Julio	24.1	1.72
Agosto	24.48	1.95
Sep	26.02	2.10
Oct	26.13	2.13
Nov	25.46	2.08
Dic	25.91	2.07
SUMA FP		26.74
PROM		2.23
TEMPERATURA	26.46	

AÑO	TMA	FP	TMAP DISEÑO
2007	26.13	2.13	26.09
2008	26.04	2.11	26.09
2009	26.09	2.10	26.09
2010	26.18	2.15	26.09
2011	25.61	2.09	26.09
2012	25.79	2.04	26.09
2013	26.13	2.14	26.09
2014	26.31	2.17	26.09
2015	26.28	2.18	26.09
2016	26.45	2.21	26.09



Temperatura máxima en los últimos 10 años	28.07°C - 2015
Temperatura mínima en los últimos 10 años	23.46°C - 2014



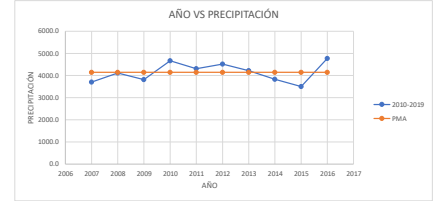
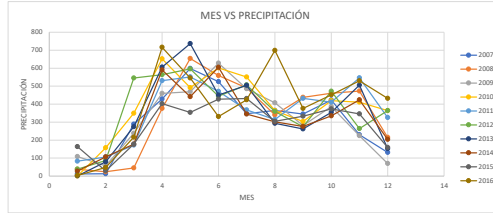
MUNICIPIO VILLAVICENCIO-META

Tabla 2. Datos de la precipitación de los últimos 10 años

AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
2007	11.9	13.17	288.67	428.82	608.46	626.4	346.76	365.33	344.84	422.77	229.61	131.31
2008	38.37	24.24	21.39	375.2	654.09	559.16	490.28	340.14	437.97	461.24	472.48	216.06
2009	108.3	59.86	708.66	469.14	466.11	628.11	486.02	407.54	281.62	386.82	224.48	70.08
2010	0.42	157.06	349.55	612.1	492.18	601.27	500.69	364.6	304.97	419.49	411.49	363.91
2011	83.02	105.81	172.61	520.98	551.49	470.92	367.54	314.84	432.22	411.06	546.78	325.51
2012	38.56	86.72	644.81	653.77	666.17	444.44	397.03	323.34	274.62	471.71	264.06	364.12
2013	0.76	79.27	274.55	605.7	736.64	451.03	625.24	243.22	262.67	354.06	505.48	152.84
2014	27.7	106.79	172.46	590.11	441.43	665.17	345.08	360.97	276.22	514.49	424.2	204.14
2015	163.66	28.8	177.62	492.71	334.47	428.17	431.48	304.83	333.08	373.04	345.49	159.1
2016	3.47	48.21	246.47	736.27	545.53	330.91	423.81	698.71	376.48	451.34	629.79	432.12

Fuente: CLIMA

Precipitación media anual PMA		
Año	PMA(mm)	PROMEDIO
2007	3795.9	4146.933
2008	4114.46	4146.933
2009	3677.83	4146.933
2010	4566.73	4146.933
2011	4412.8	4146.933
2012	4517.21	4146.933
2013	4231.44	4146.933
2014	3534.76	4146.933
2015	3593.35	4146.933
2016	4773.86	4146.933
TOTAL	41469.33	
PMA DISEÑO	4146.933	



Precipitación máxima en los últimos 10 años	736.64 mm-2013
Precipitación mínima en los últimos 10 años	0.42 mm-2010

TEMPERATURA Y REGIONES CLIMÁTICAS EN COLOMBIA

Regiones climáticas según la temperatura y precipitación		
	REGIÓN	TEMPERATURA TMAP (°C)
R1	Fría seca y fría semihúmeda	< 13
R2	Templado seco y templado semihúmedo	13 – 20
R3	Cálido seco y Cálido semihúmedo	20 – 30
R4	Templado húmedo	13 – 20
R5	Cálido húmedo	20 – 30
R6	Cálido muy húmedo	20 – 30
		PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL (mm)
		< 2000
		< 2000
		2000 – 4000
		2000 – 4000
		> 4000

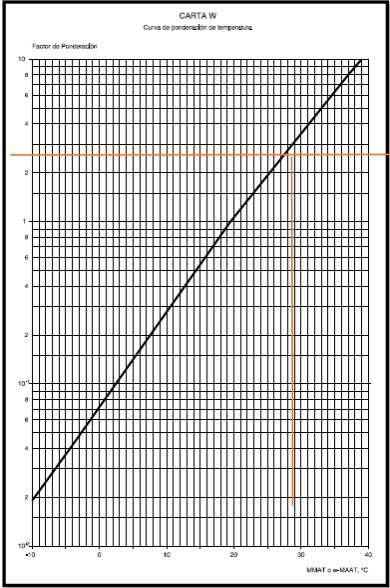
TMAP(°C)	PMA(mm)
26.09	4146.933

LA REGION SE CLASIFICA COMO R6 ES DECIR CALIDO MUY HUMEDO DEBIDO A QUE LA TMAP ES 29.29°C Y LA PMA ES 4146.933mm

Parámetros climáticos promedio de Ibagué 													[ocultar]
Mes	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Temp. máx. abs. (°C)	32.9	34.0	33.7	34.2	32.2	33.1	34.3	35.0	35.5	33.0	31.5	31.2	35.5
Temp. máx. media (°C)	28.7	28.8	28.8	28.5	28.4	28.8	28.5	30.0	29.4	27.5	27.3	27.5	28.5
Temp. media (°C)	24.0	24.2	23.9	23.7	23.5	24.3	24.7	25.3	24.9	23.1	23.0	23.2	26.2
Temp. mín. media (°C)	18.7	19.1	19.1	19.1	19.0	18.8	18.9	18.9	19.0	18.9	18.7	18.9	18.9
Temp. mín. abs. (°C)	12.3	12.2	14.7	12.9	12.3	12.2	12.2	16.6	14.3	11.2	10.7	10.4	11.2
Precipitación total (mm)	75.7	65.8	138.9	202.4	290.4	190.9	76.8	83.8	109.0	212.0	184.0	190.4	1600
Días de precipitaciones (≥ 1 mm)	12	13	16	20	20	12	10	11	15	20	16	14	161
Horas de sol	175.7	136.8	136.5	136.1	157.5	173.5	164.9	163.7	177.9	150.8	141.3	152.1	1938.8
Humedad relativa (%)	76	76	78	80	81	76	68	65	71	80	82	80	63

Fuente: IDEAM Ibagué The Weather Channel/Interactive, Inc 8º Octubre de 2011, en el invierno del 2011, Ibagué ha registrado Bajas Temperaturas, e incluso Heladas, en el mes de octubre se registró una baja temperatura de 11.2 °C el día 15 de octubre siendo una de la más bajas en los últimos años, y las precipitaciones aumentaron considerablemente.

PROMEDIO 10 AÑOS	FACTOR DE PONDERACION(FP)	
FP	2.12	(de la temperatura)
W-MAAT°	26	°C (de la carta w)



Tablas para documento

DATOS		
T	26.09	°C
Precipitacin	4146.933	mm
Fp	2.12	
W-MAAT	26	°C
T800	50	°C
ΔT	14	°C
Rigidez del asfalto	2x10^6	N/m2
Smix	2x10^9	N/m2
et	1.3x10^-4	

DATOS	
Carta de diseño	HN-50
Nº.2	5.00E+06
Mr subrasante(N/m2)	5.00E+07
TMAP(°c)	26.08720527

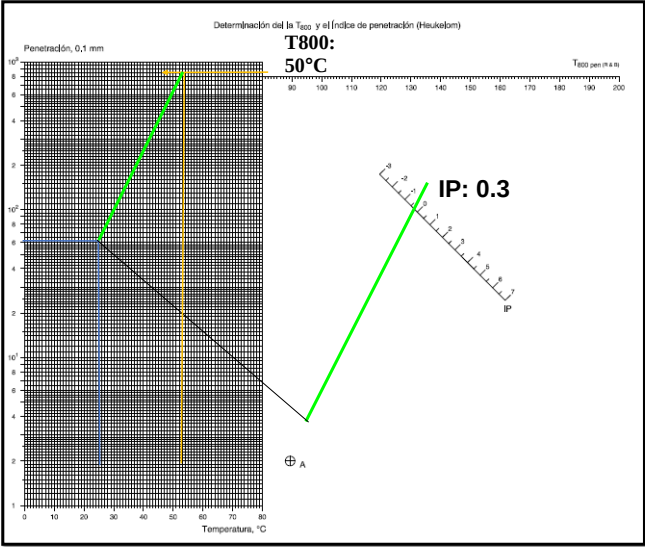
Distribucion	
Espesor de Carpeta	13 cm
Espesor de granulares	40 cm
División de los granulares	
Base granular	15 cm
Sub-base Granular	25 cm

Codigo final de la mezcla		
S1	F2	50

INDICE DE PENETRACION DE LA TEMPERATURA T800 DEL ASFALTO (IP)

TEMPERATURA °C	PENETRACION 1/10 mm
25	45.4

T800	50	°C
IP	-1	



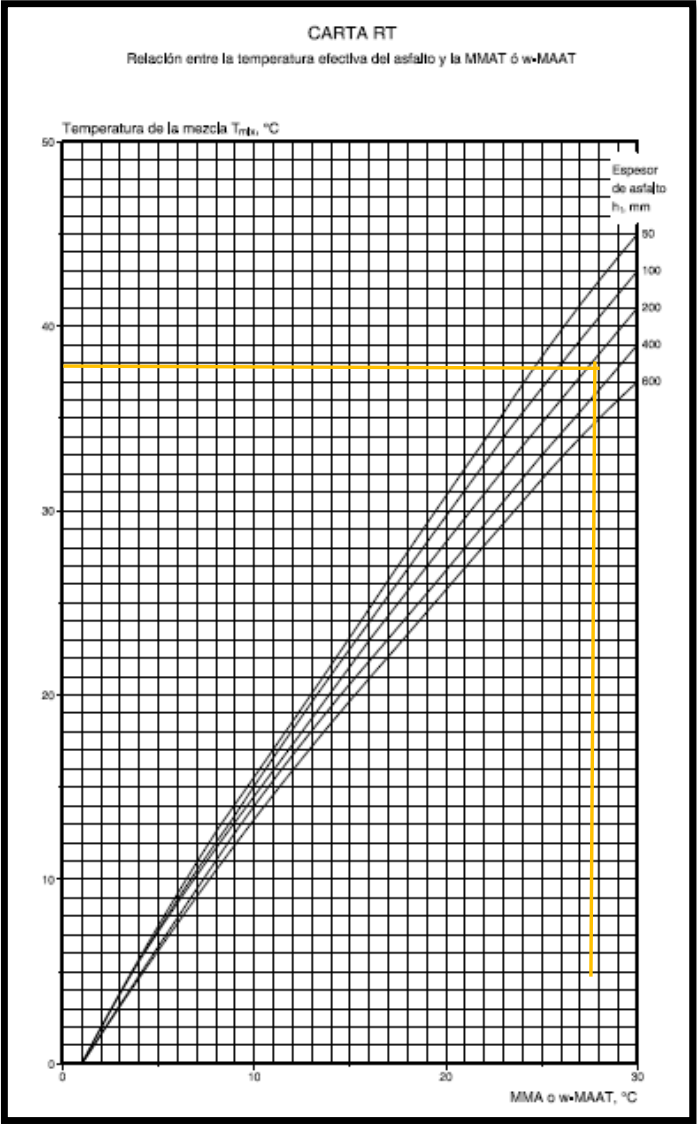
Rigidez del asfalto a la temperatura de trabajo en obra
--

Tiempo de aplicación de la carga (Sg)	Velocidad veh (Km/h)	
0.02	50	60

Diferencia de temperatura (ΔT)	$\Delta T = T_{800} - T_{mezcla}$
--	-----------------------------------

W-MAAT°	26	°C
Espesor de asfalto mínimo (h asf)	200	mm
Temperatura de la mezcla (Tmiz °c)	36	(de la carta RT)

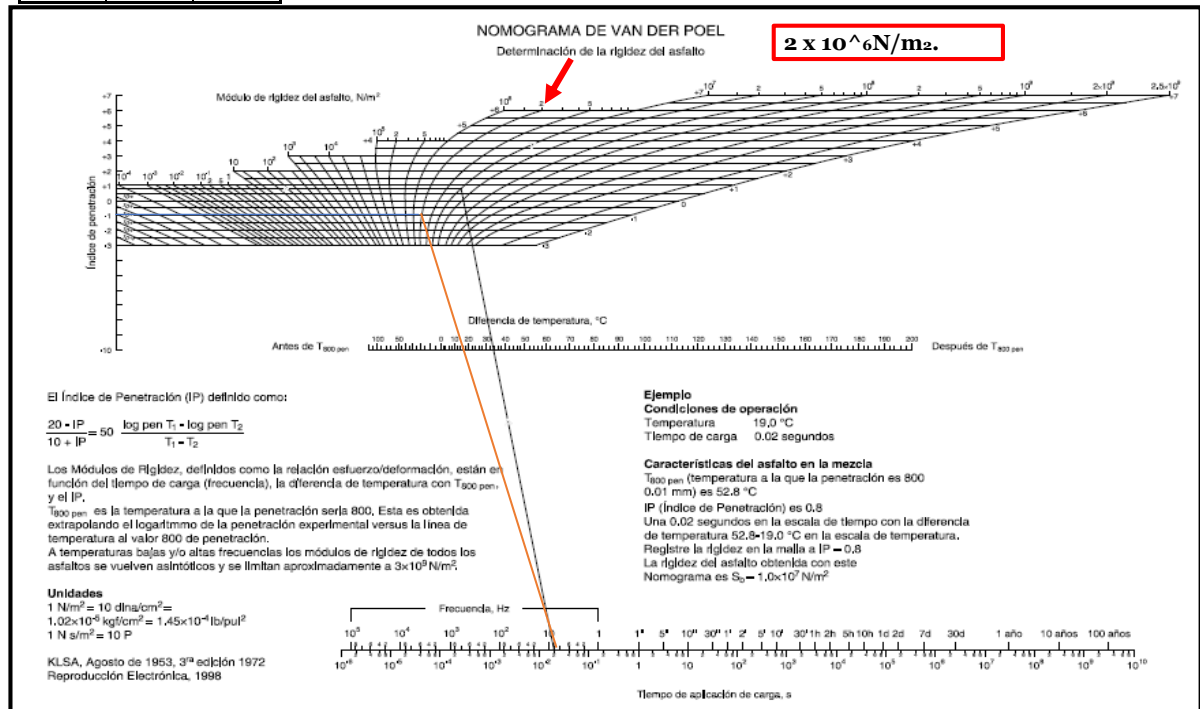
T800	50	°C	
ΔT	14	°C	



Tiempo de aplicación de la carga (Sg)	Velocidad veh (Km/h)	
0.02	50	60

ΔT	14	°C
IP	-1	

Rigidez del asfalto	2×10^6	N/m ²
---------------------	-----------------	------------------

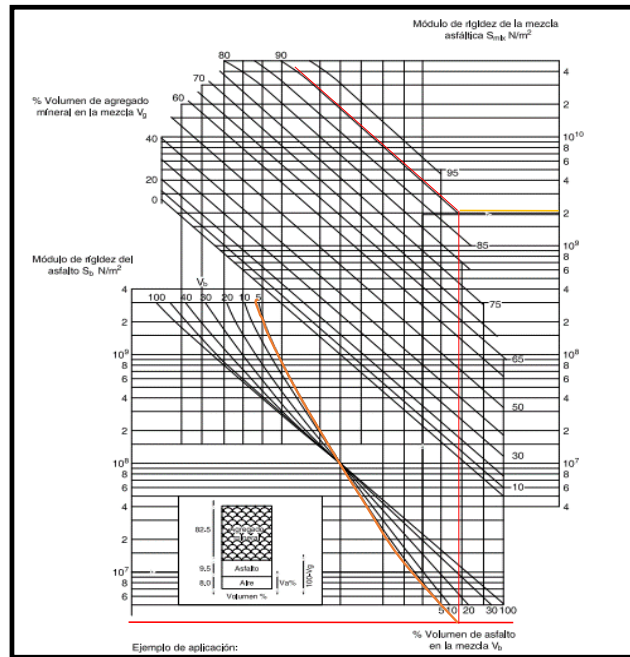


RIGIDEZ DE LA MEZCLA

Dosificación de la mezcla

Agregados	90.46%
Asfalto	5.00%
Aire	4.54%

S _{mix}	2×10^9	N/m ²
------------------	-----------------	------------------

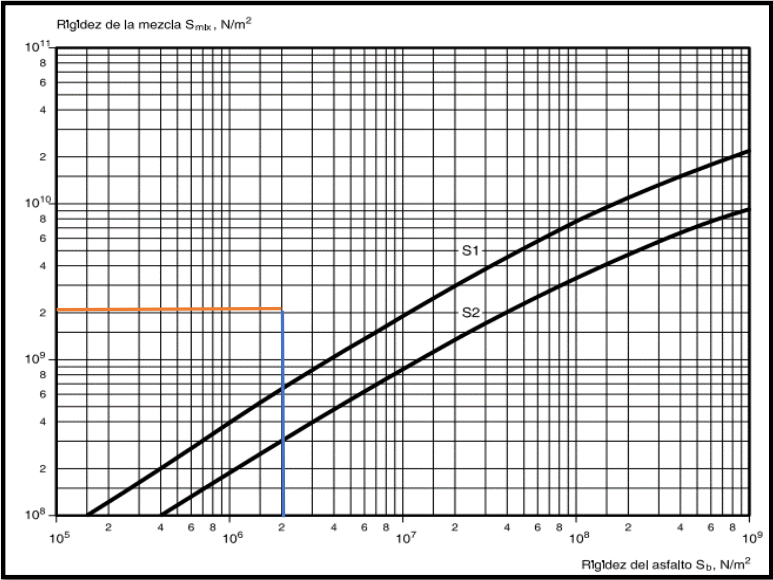


CODIGO DE LA MEZCLA

Rigidez de la mezcla	
2x10 ⁹	N/m ²

Rigidez del asfalto	
2x10 ⁶	N/m ²

Codigo de la mezcla	
S1	



FATIGA DE LA MEZCLA

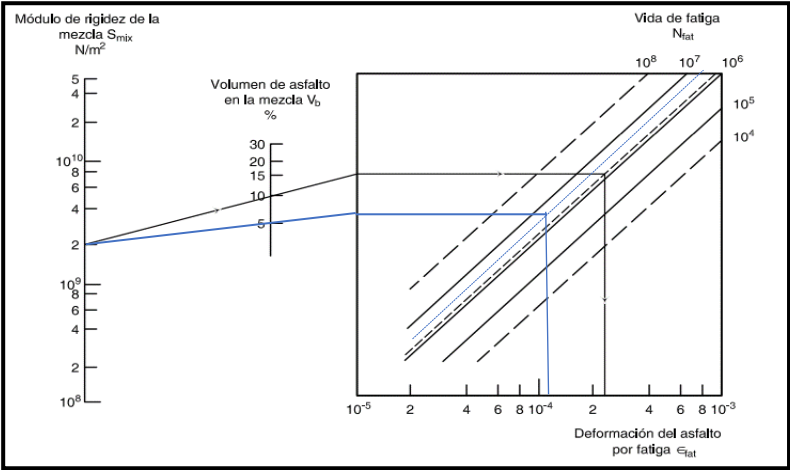
Rigidez de la mezcla	
2.E+09	N/m2

Volumen de asfalto	
5	%

N8.2	
5.00E+06	

Deformación horizontal por tracción grafico	
1.3x10^-4	et

Deformación horizontal por tracción Analitico	
3.6487E-05	et



CODIGO DE FATIGA

Deformación horizontal por tracción grafico

1.3x10⁻⁴

εt

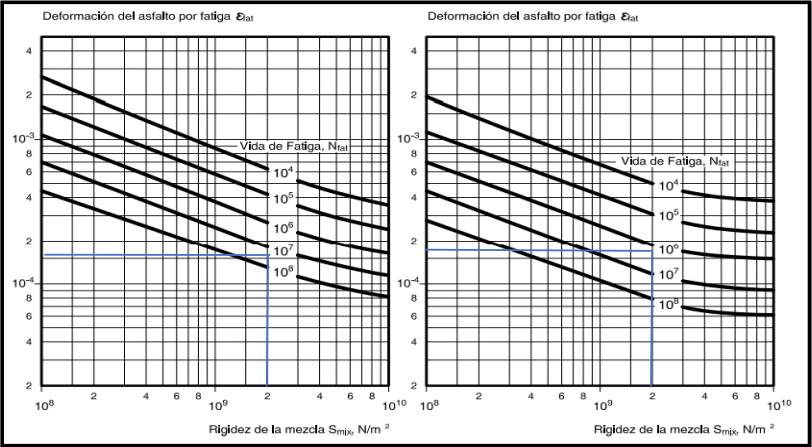
Smix

2x10⁻⁹

N/m2

Característica de fatiga del asfalto

F2



CODIGO TOTAL DE MEZCLA

Codigo de la mezcla
S1

Caracteristica de fatiga del asfalto
F2

Penetración (°C)
50

Codigo final de la mezcla		
S1	F2	50

ESPEORES DE LA CAPAS DEL PAVIMENTO

N _{B,2}	5.00E+06
TMAP(°C)	26.09
CBR	5.00%
CODIGO DE LA MEZCLA	S1-F2-50
MR(MODULO RESILIENTE)	
5.E+07	

DISEÑO DE PAVIMENTOS POR EL METODO SHELL

INDICE DE LAS CARTAS HN

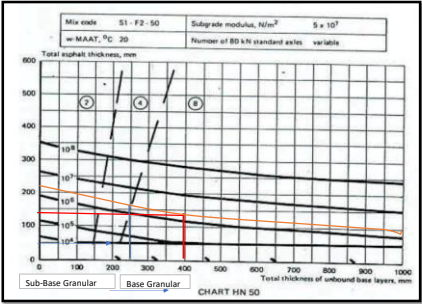
Mr N/m ²	TMAP °C	Codigo de la Mezcla Asfáltica							
		Penetración = 50 1/10 mm				Penetración = 100 1/10 mm			
		S ₁ - F ₁ - 50	S ₁ - F ₂ - 50	S ₂ - F ₁ - 50	S ₂ - F ₂ - 50	S ₁ - F ₁ - 100	S ₁ - F ₂ - 100	S ₂ - F ₁ - 100	S ₂ - F ₂ - 100
2.5 * 10 ⁷	4	1	2	3	4	5	6	7	8
	12	9	10	11	12	13	14	15	16
	20	17	18	19	20	21	22	23	24
	28	25	26	27	28	29	30	31	32
5 * 10 ⁷	4	33	34	35	36	37	38	39	40
	12	41	42	43	44	45	46	47	48
	20	49	50	51	52	53	54	55	56
	28	57	58	59	60	61	62	63	64
1 * 10 ⁸	4	65	66	67	68	69	70	71	72
	12	73	74	75	76	77	78	79	80
	20	81	82	83	84	85	86	87	88
	28	89	90	91	92	93	94	95	96
2 * 10 ⁸	4	97	98	99	100	101	102	103	104
	12	105	106	107	108	109	110	111	112
	20	113	114	115	116	117	118	119	120
	28	121	122	123	124	125	126	127	128

DISEÑO DE LAS CAPAS DEL PAVIMENTO SHELL

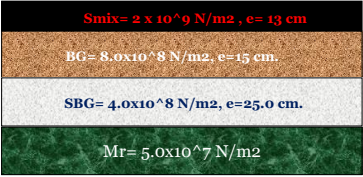
Carta de diseño	HN-50
N _{8.2}	5.00E+06
Mr subrasante(N/m2)	5.E+07
TMAP(°c)	26.09

Espesor de Carpeta	13 cm
Espesor de granulares	40 cm

División de los granulares	
Base granular	15 cm
Sub-base Granular	25 cm

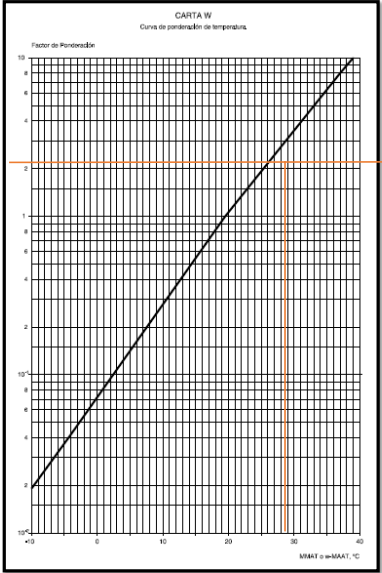


MODELO ESTRUCTURAL



Carpeta Asfáltica
Base granular
Sub-base granular
Subrasante

PROMEDIO 10 AÑOS	FACTOR DE PONDERACION(FP)		
FP	2.12	(de la temperatura)	
W-MAAT°	26	°C	(de la carta w)



datos para documento VTM

DATOS			
T	26.09	°C	
Precipitacin	4146.933	mm	
Fp	2.12		
W-MAAT	26	°C	
T800	50	°C	
ΔT	14	°C	
Rigidez del a	2x10^6	N/m2	
Smix	2.5x10^9	N/m2	
ct	1.1x10^-4		

DATOS	
Carta de diseño	HN-50
N8.2	5.00E+06
Mr subrasante(N/m2)	5.00E+07
TMAP(°c)	26.08720527

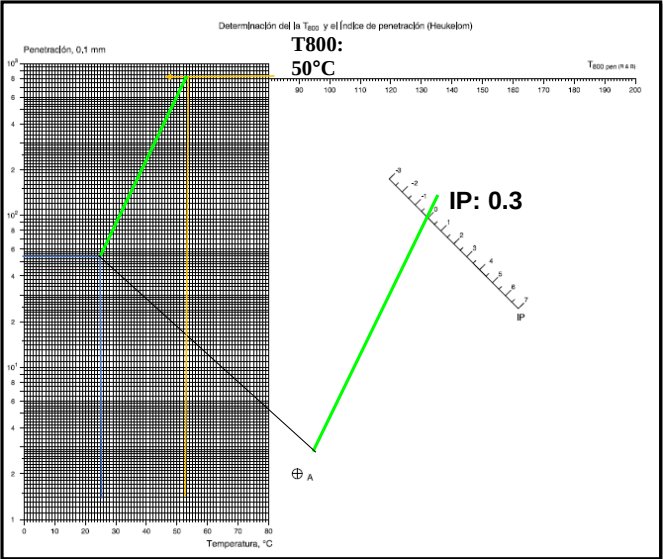
Distribucion	
Espesor de Carpeta	13 cm
Espesor de granulares	40 cm
División de los granulares	
Base granular	15 cm
Sub-base Granular	25 cm

Codigo final de la mezcla		
S1	F2	50

INDICE DE PENETRACION DE LA TEMPERATURA T800 DEL ASFALTO (IP)

TEMPERATURA	PENETRACION
°C	1/10 mm
25	45.4

T800	50	°C
IP	-1	



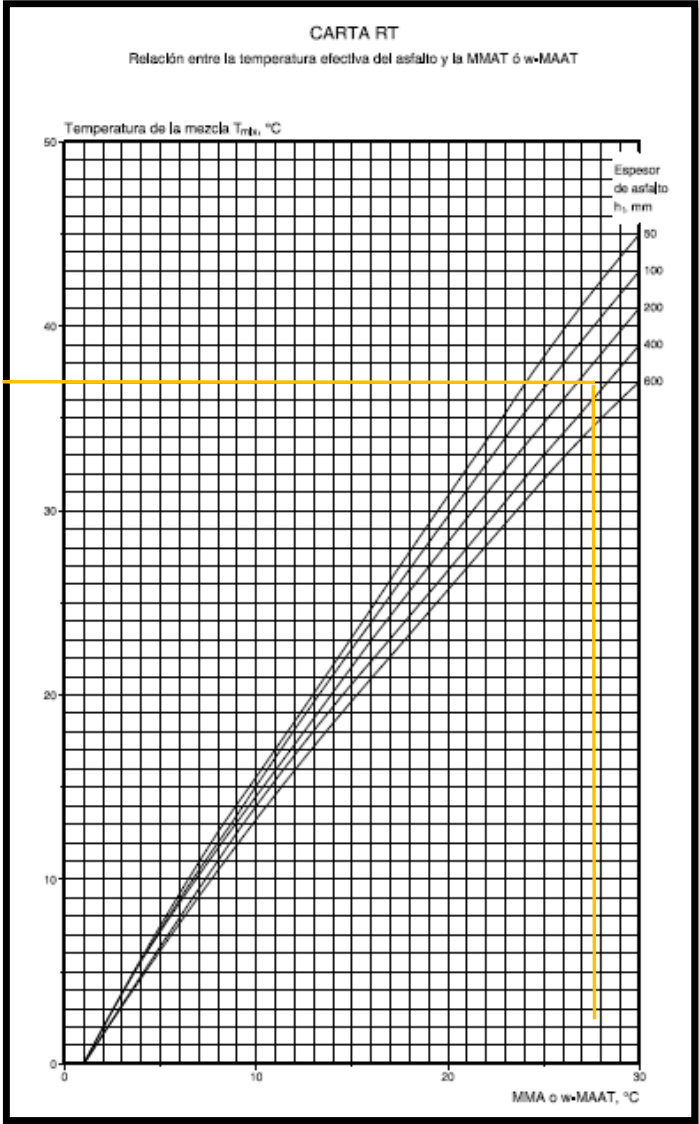
Rigidez del asfalto a la temperatura de trabajo en obra
--

Tiempo de aplicación de la carga (Sg)	Velocidad veh (Km/h)	
0.02	50	60

Diferencia de temperatura (ΔT)	$\Delta T = T_{800} - T_{mezcla}$
--	-----------------------------------

W-MAAT°	26	°C
Espesor de asfalto mínimo (h asf)	200	mm
Temperatura de la mezcla (Tmiz °c)	36	(de la carta RT)

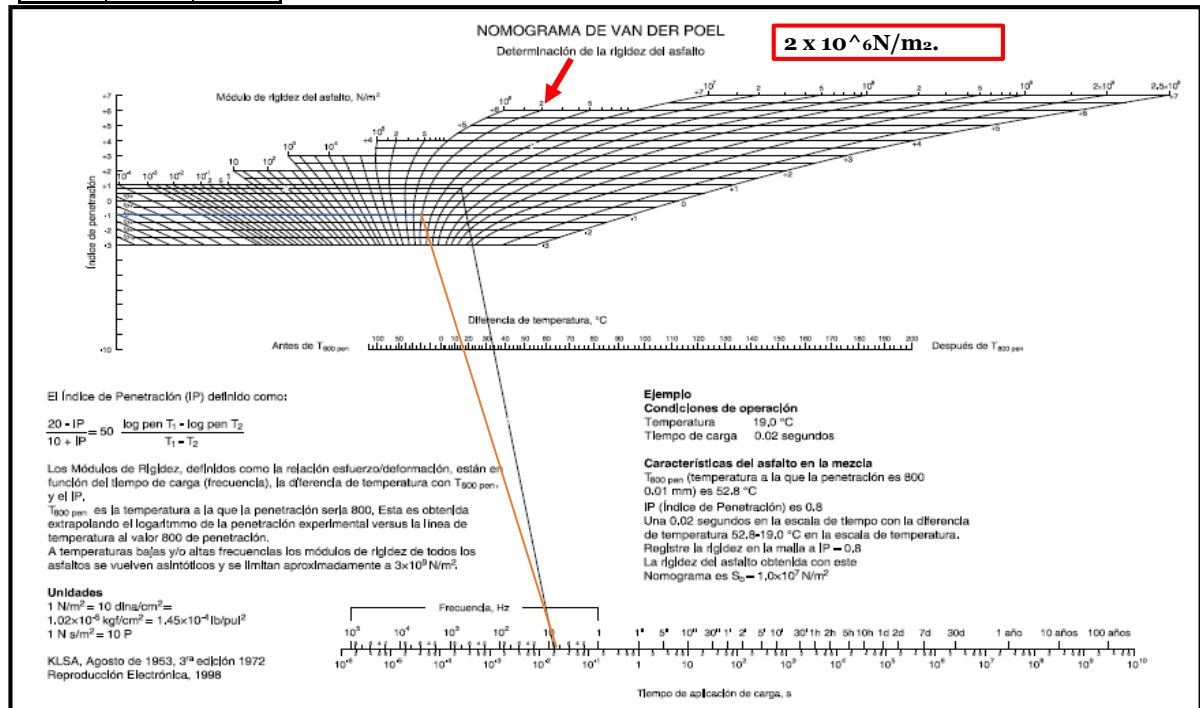
T800	50	°C
ΔT	14	°C



Tiempo de aplicación de la carga (Sg)	Velocidad veh (Km/h)	
0.02	50	60

ΔT	14	°C
IP	-1	

Rigidez del asfalto	2x10 ⁶	N/m ²
---------------------	-------------------	------------------

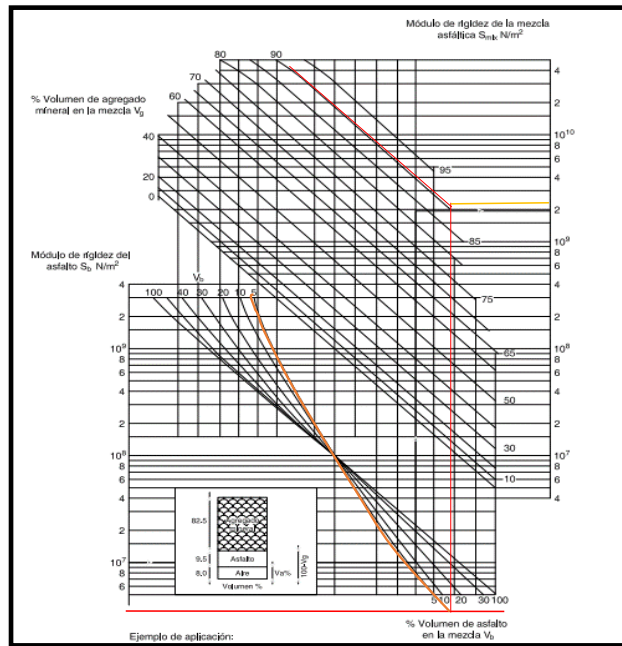


RIGIDEZ DE LA MEZCLA

Dosificación de la mezcla

Agregados	91.99%
Asfalto	5.00%
Aire	3.01%

S _{mix}	2.5×10^9	N/m ²
------------------	-------------------	------------------

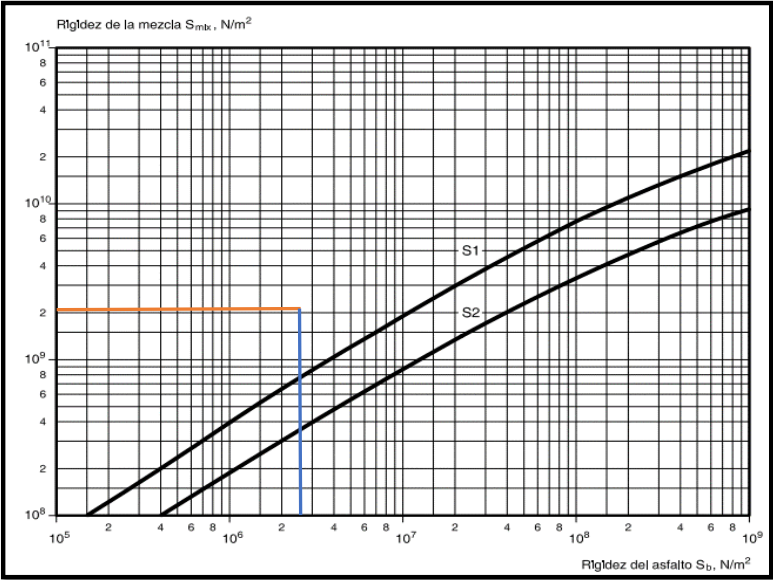


CODIGO DE LA MEZCLA

Rigidez de la mezcla	
2.5x10 ⁹	N/m ²

Rigidez del asfalto	
2x10 ⁶	N/m ²

Codigo de la mezcla	
S1	



FATIGA DE LA MEZCLA

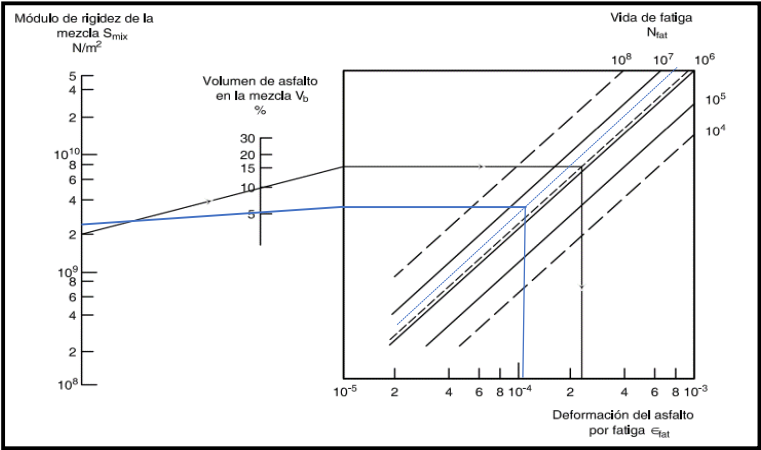
Rigidez de la mezcla	
3.E+09	N/m2

Volumen de asfalto	
5	%

N8.2	
5.00E+06	

Deformación horizontal por tracción grafico	
1.1x10 ⁻⁴	ct

Deformación horizontal por tracción Analitico	
3.36705E-05	ct



CODIGO DE FATIGA

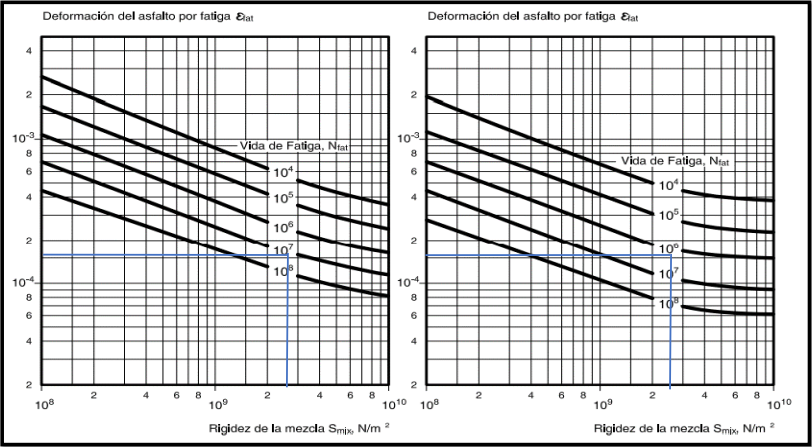
Deformación horizontal
por tracción grafico

1.1×10^{-4} ϵ_t

S_{mix} 2.5×10^9 N/m^2

Característica de fatiga del asfalto

F2



CODIGO TOTAL DE MEZCLA

Codigo de la mezcla
S1

Caracteristica de fatiga del asfalto
F2

Penetración (°C)
50

Codigo final de la mezcla		
S1	F2	50

ESPEORES DE LA CAPAS DEL PAVIMENTO

N8.2	5.00E+06
TMAP(°C)	26.09
CBR	5.00%
CODIGO DE LA MEZCLA	S1-F2-50

MR(MODULO RESILIENTE)
5.E+07

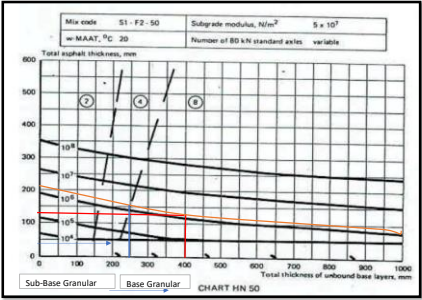
DISEÑO DE PAVIMENTOS POR EL METODO SHELL									
INDICE DE LAS CARTAS HN									
Mr N/m²	TMAP °C	Codigo de la Mezcla Asfáltica							
		Penetración = 50 1/10 mm				Penetración = 100 1/10 mm			
		S1 - F1 - 50	S1 - F2 - 50	S2 - F1 - 50	S2 - F2 - 50	S1 - F1 - 100	S1 - F2 - 100	S2 - F1 - 100	S2 - F2 - 100
2.5 * 10 ⁷	4	1	2	3	4	5	6	7	8
	12	9	10	11	12	13	14	15	16
	20	17	18	19	20	21	22	23	24
	28	25	26	27	28	29	30	31	32
5 * 10 ⁷	4	33	34	35	36	37	38	39	40
	12	41	42	43	44	45	46	47	48
	20	49	50	51	52	53	54	55	56
	28	57	58	59	60	61	62	63	64
1 * 10 ⁸	4	65	66	67	68	69	70	71	72
	12	73	74	75	76	77	78	79	80
	20	81	82	83	84	85	86	87	88
	28	89	90	91	92	93	94	95	96
2 * 10 ⁸	4	97	98	99	100	101	102	103	104
	12	105	106	107	108	109	110	111	112
	20	113	114	115	116	117	118	119	120
	28	121	122	123	124	125	126	127	126

DISEÑO 1 DE LAS CAPAS DEL PAVIMENTO SHELL

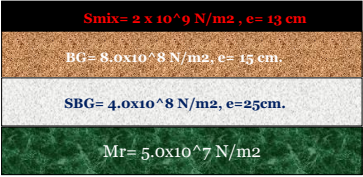
Carta de diseño	HN-50
N _{8,2}	5.00E+06
Mr subrasante(N/m2)	5.E+07
TMAP(°c)	26.09

Espesor de Carpeta	13 cm
Espesor de granulares	40 cm

División de los granulares	
Base granular	15 cm
Sub-base Granular	25 cm



MODELO ESTRUCTURAL



Carpeta Asfáltica
Base granular
Sub-base granular
Subrasante