

ANEXO I
ENSAYOS DE LABORATORIO
DE SUELOS



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

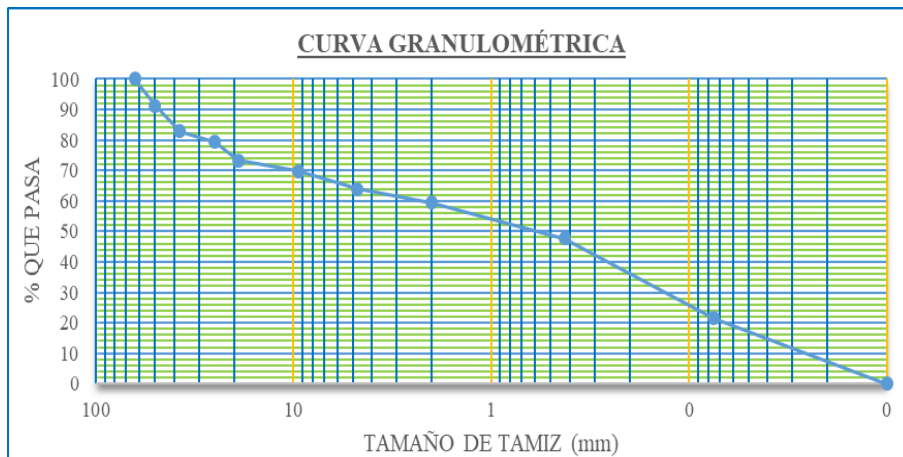
GRANULOMETRÍA DE LA SUBRASANTE

Proyecto: Comparación de pavimento unicapa como capa de rodadura respecto de otras alternativas
Procedencia: La Tablada - Turumayo
Estudiante: Javier Andrés Cuenca Morales
Progresiva: 1+500 m

Peso Total (g): 5000

Tamaño	Tamaño (mm)	Peso retenido (g)	Peso retenido acumulado (g)	% retenido	% que pasa
2 "	63,5	0,00	0,00	0,00	100,00
1 ½ "	50	432,80	432,80	8,66	91,34
1 "	37,5	419,68	852,48	8,39	82,95
¾ "	25	181,92	1034,40	3,64	79,31
½ "	19	303,80	1338,20	6,076	73,24
3/8 "	9,5	172,92	1511,12	3,46	69,78
N° 4	4,75	297,36	1808,48	5,95	63,83
N° 10	2	221,33	2029,81	4,43	59,40
N°40	0,425	589,58	2619,39	11,79	47,61
N° 200	0,075	1306,55	3925,94	26,13	21,48
Base	0,0	1074,06	5000,00	21,48	0,00

D ₁₀	D ₃₀	D ₆₀	Cu	Cc
0,035	0,19	2,37	67,89	0,43



Univ. Javier Andrés Cuenca Morales
 Laboratorista

Ing. José R. Arce Avendaño
 Resp. de Lab. de Suelos

Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de Ingeniería Civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigado



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

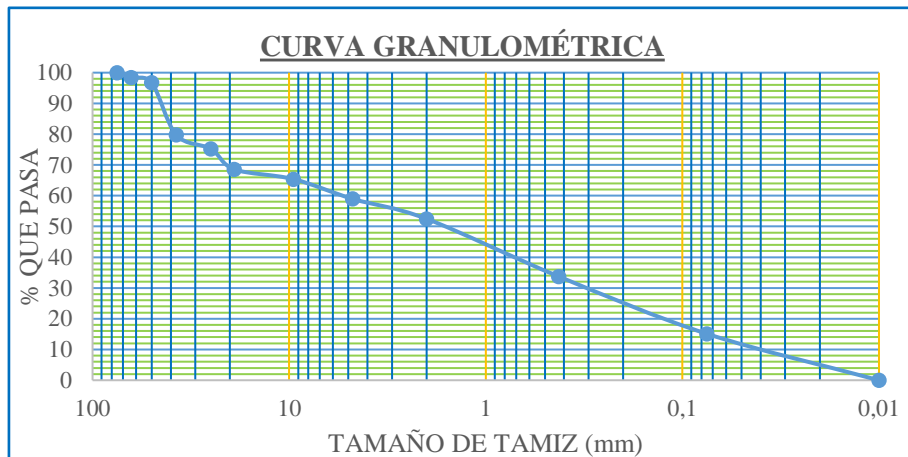
GRANULOMETRÍA DE LA SUBRASANTE

Proyecto: Comparación de pavimento unicapa como capa de rodadura respecto de otras alternativas
Procedencia: La Tablada - Turumayo
Estudiante: Javier Andrés Cuenca Morales
Progresiva: 2+500 m

Peso Total (g): **5000**

Tamaño	Tamaño (mm)	Peso retenido (g)	Peso retenido acumulado (g)	% retenido	% que pasa
3 "	75	0,00	0,00	0,00	100,00
2 "	63,5	80,00	80,00	1,60	98,40
1 ½ "	50	83,50	163,50	1,67	96,73
1 "	37,5	849,30	1012,80	16,99	79,74
¾ "	25	226,70	1239,50	4,53	75,21
½ "	19	332,40	1571,90	6,65	68,56
3/8 "	9,5	159,40	1731,30	3,19	65,37
N° 4	4,75	321,10	2052,40	6,42	58,95
N° 10	2	324,30	2376,70	6,49	52,47
N°40	0,425	937,70	3314,40	18,75	33,71
N° 200	0,075	931,20	4245,60	18,62	15,09
Base	0,0	754,4	5000,00	15,088	0,00

D ₁₀	D ₃₀	D ₆₀	Cu	Cc
0,050	0,36	5,53	111,15	0,46



.....
 Univ. Javier Andrés Cuenca Morales
 Laboratorista

.....
 Ing. José R. Arce Avendaño
 Resp. de Lab. de Suelos

Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de Ingeniería Civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

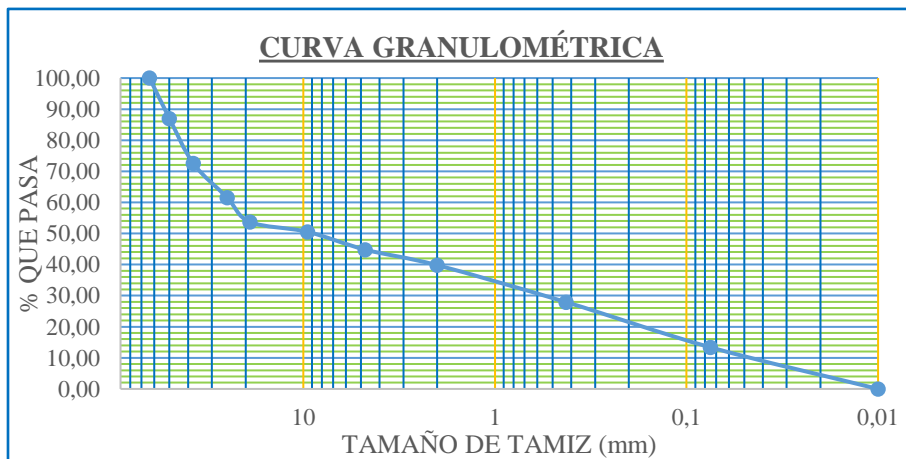
GRANULOMETRÍA DE LA SUBRASANTE

Proyecto: Comparación de pavimento unicapa como capa de rodadura respecto de otras alternativas
Procedencia: La Tablada - Turumayo
Estudiante: Javier Andrés Cuenca Morales
Progresiva: 5+500 m

Peso Total (g): **5000**

Tamaño	Tamaño (mm)	Peso retenido (g)	Peso retenido acumulado (g)	% retenido	% que pasa
2 "	63,5	0,00	0,00	0,00	100,00
1 ½ "	50	649,30	649,30	12,99	87,014
1 "	37,5	724,80	1374,10	14,50	72,52
¾ "	25	546,60	1920,70	10,93	61,59
½ "	19	394,00	2314,70	7,88	53,71
3/8 "	9,5	159,00	2473,70	3,18	50,53
Nº 4	4,75	286,20	2759,90	5,72	44,80
Nº 10	2	249,90	3009,80	5,00	39,80
Nº40	0,425	593,90	3603,70	11,88	27,93
Nº 200	0,075	726,90	4330,60	14,54	13,39
Base	0,0	669,4	5000,00	13,39	0,00

D ₁₀	D ₃₀	D ₆₀	Cu	Cc
0,056	0,70	23,79	424,71	0,37



Univ. Javier Andrés Cuenca Morales
 Laboratorista

Ing. José R. Arce Avendaño
 Resp. de Lab. de Suelos

Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de Ingeniería Civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

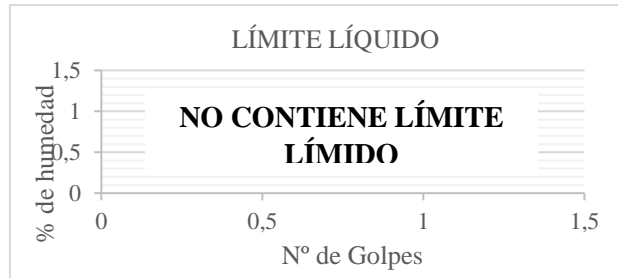
LÍMITES DE ATTERBERG

Proyecto: Comparación de pavimento unicapa como capa de rodadura respecto de otras alternativas
Procedencia: La Tablada - Turumayo
Estudiante: Javier Andrés Cuenca Morales

Determinación de límite líquido

Límite líquido	
Cápsula N°	NO CONTIENE LÍMITE LÍQUIDO
N° de golpes	
Suelo húmedo + cápsula (g)	
Suelo seco + cápsula (g)	
Peso del agua (g)	
Peso de la cápsula (g)	
Peso suelo seco (g)	
Porcentaje de humedad (%)	
Límite líquido	

Límite líquido	0
Límite plástico	0
Índice de plasticidad	NP
Índice de grupo	NP



Determinación de límite plástico

Límite plástico	
Cápsula N°	NO CONTIENE LÍMITE PLÁSTICO
Suelo húmedo + cápsula (g)	
Suelo seco + cápsula (g)	
Peso del agua (g)	
Peso de la cápsula (g)	
Peso suelo seco (g)	
Porcentaje de humedad (%)	
Límite plástico	

.....
 Univ. Javier Andrés Cuenca Morales
 Laboratorista

.....
 Ing. José R. Arce Avendaño
 Resp. de Lab. de Suelos

Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de Ingeniería Civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

CLASIFICACIÓN DEL SUELO POR EL MÉTODO AASHTO

Proyecto: Comparación de pavimento unicapa como capa de rodadura respecto de otras alternativas
Procedencia: La Tablada - Turumayo
Estudiante: Javier Andrés Cuenca Morales

Tabla de clasificación método AASHTO

Clasificación General	Material Granular						Material limo arcillosos				
	A-1		A-2				A-3	A-4	A-5	A-6	A-7
Grupos	A-1a	A-1b	A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7					A-7-5
Subgrupos											
% pasante #10	50% máx						51% mín				
#40	30% máx	50% máx									
#200	15% máx	25% máx	35% máx	35% máx	35% máx	35% máx		10% máx	36% mín	36% mín	36% mín
Características del material que pasa por el tamiz #40											
LL			40% máx	41% mín	40% máx	41% mín	N.P.	40% máx	41% mín	40% máx	41% mín
Ip	6% máx	6% máx	10% máx	10% máx	11% mín	11% mín		10% máx	10% máx	11% mín	11% mín
Ig	0	0	0	0	4 máx	4 máx	0	8 máx	12 máx	16 máx	20 máx
Tipo de material	Fragmentos pétreos de gravas y arenas		Gravas y arenas, limosas y arcillosas				Arena fina	Suelos limosos	Suelos arcillosos		

Detalle	Valor
% Pasante tamiz #10	5,3
% Pasante tamiz #40	14,14
% Pasante tamiz #200	19,76
Límite líquido	0
Índice de plasticidad	0
Índice de grupo	0
Clasificación	A-2-4 (0)
Gravas y arenas, limosas y arcillosas.	

Univ. Javier Andrés Cuenca Morales
 Laboratorista

Ing. José R. Arce Avendaño
 Resp. de Lab. de Suelos

Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de Ingeniería Civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.

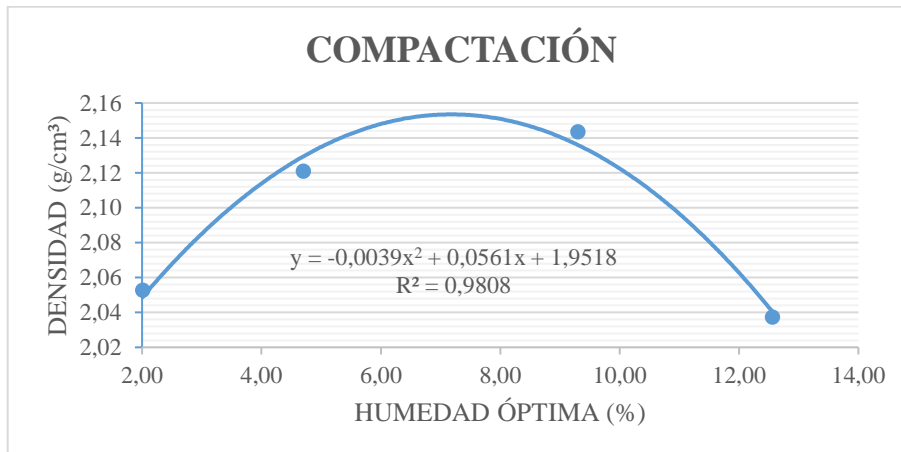


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

COMPACTACIÓN T-180 SUELO SUBRASANTE

Proyecto: Comparación de pavimento unicapa como capa de rodadura respecto de otras alternativas
Procedencia: La Tablada - Turumayo
Estudiante: Javier Andrés Cuenca Morales

N° de ensayo	1	2	3	4
N° de capas	5	5	5	5
N° de golpes por capa	56	56	56	56
Peso suelo húmedo + molde (g)	10708,8	10966,1	11214,6	11114
Peso del molde (g)	6453,5	6453,5	6453,5	6453,5
Peso suelo húmedo (g)	4255,3	4512,6	4761,1	4660,5
Volumen del molde (cm ³)	2032,22	2032,22	2032,22	2032,22
Densidad del suelo húmedo (g/cm ³)	2,09	2,22	2,34	2,29
Cápsula N°	1	2	3	4
Peso suelo húmedo + cápsula (g)	74,52	79,44	83,96	77,43
Peso suelo seco + cápsula (g)	73,32	76,49	77,84	70,24
Peso del agua (g)	1,2	2,95	6,12	7,19
Peso de la cápsula (g)	13,53	13,7	12,04	13
Peso de suelo seco (g)	59,79	62,79	65,8	57,24
Contenido de humedad (%)	2,01	4,70	9,30	12,56
Densidad suelo seco (g/cm ³)	2,05	2,12	2,14	2,04



Univ. Javier Andrés Cuenca Morales
Laboratorista

Ing. José R. Arce Avendaño
Resp. de Lab. de Suelos

Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de Ingeniería Civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA AASHTO T - 193

Proyecto: Comparación de pavimento unicapa como capa de rodadura respecto de otras alternativas
Procedencia: La Tablada - Turumayo
Estudiante: Javier Andrés Cuenca Morales

N° capas	5			5			5		
N° golpes por capa	12			25			56		
Condición de la muestra	Antes de mojarse	D. de M		Antes de mojarse	D. de M		Antes de mojarse	D. de M	
Peso muestra húm.+ molde	12005	12605		11600	11750		11665	11830	
Peso molde	8011,8	8011,8		7228,6	7228,6		7115,1	7115,1	
Peso muestra húmeda	3993,2	4593,2		4371,4	4521,4		4549,9	4714,9	
Volumen de la muestra	2322,67	2322,667		2322,67	2322,667		2322,67	2322,67	
Densidad muestra húm.	1,72	1,98		1,88	1,95		1,96	2,030	
Muestra de humedad	Fondo	Superf.	Med.	Fondo	Superf.	Med.	Fondo	Superf.	Med.
Tara N°	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Peso muestra húm + tara	111,53	113,04	108,28	133,44	82,41	130,26	131,87	98,31	121,77
Peso muestra seca + tara	100,44	101,82	96,55	123,58	75,77	118,35	122,15	91,28	111,65
Peso del agua	11,09	11,22	11,73	9,86	6,64	11,91	9,72	7,03	10,12
Peso de tara	13,81	13,97	12,23	13	12,99	11,95	12,57	12,72	12,43
Peso de la muestra seca	86,63	87,85	84,32	110,58	62,78	106,40	109,58	78,56	99,22
Contenido humedad %	12,80	12,77	13,91	8,92	10,58	11,19	8,87	8,95	10,20
Promedio cont. Humedad	12,79		13,91	9,75		11,19	8,91		10,20
Densidad muestra seca	1,52		1,74	1,71		1,75	1,799		1,84

Hum. Ópt. %	Densidad máx. g/cm ³
7,2	2,15

EXPANSIÓN

Tiempo en días	Molde N° 1			Molde N° 2			Molde N° 3		
	Lect.	Expansión		Lect.	Expansión		Lect.	Expansión	
	Extens. mm	mm	%	Extens. mm	mm	%	Extens. mm	mm	%
1	22,11	0	0,000	20,96	0,00	0,000	22,66	0,00	0,000
2	22,14	0,03	0,020	20,99	0,03	0,020	22,68	0,02	0,013
3	22,19	0,08	0,054	21,02	0,06	0,040	22,68	0,02	0,013
4	22,21	0,1	0,067	21,04	0,08	0,054	22,70	0,04	0,027

C.B.R.

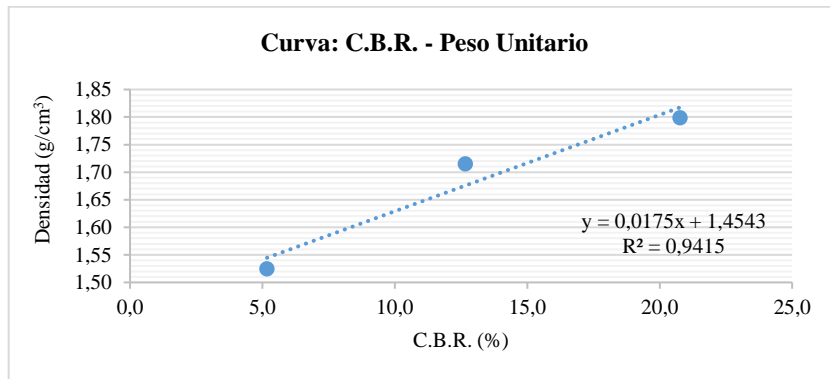
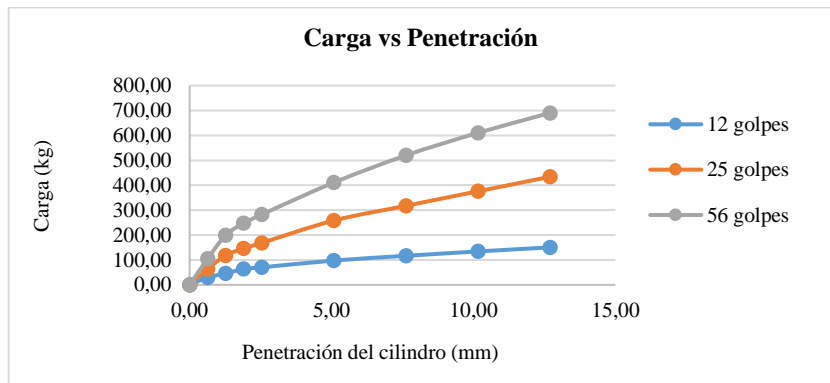
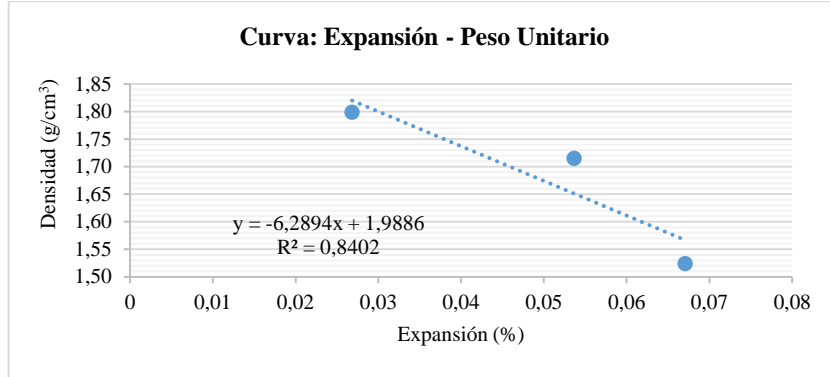
Penetración		Carga Normal	Molde N° 1 (12)				Molde N° 2 (25)				Molde N° 3 (56)			
			Carga ensayo		C.B.R. correg.		Carga ensayo		C.B.R. correg.		Carga ensayo		C.B.R. correg.	
in	mm	kg	kg	kg/cm ²	kg	%	kg	kg/cm ²	kg	%	kg	kg/cm ²	kg	%
0,00	0,00		0,00	0,00			0,00	0,00			0,00	0,00		
0,03	0,63		29,65	1,53			63,57	3,28			104,28	5,39		
0,05	1,27		45,93	2,37			117,85	6,09			199,26	10,30		
0,08	1,90		63,57	3,28			145,87	7,54			247,10	12,77		
0,10	2,54	1360	70,35	3,63		5,2	168,36	8,70		12,4	282,48	14,59		20,8
0,20	5,08	2040	97,49	5,04		4,8	258,28	13,34		12,7	410,81	21,23		20,1
0,30	7,62		116,49	6,02			317,34	16,40			519,90	26,86		
0,40	10,16		134,13	6,93			375,66	19,41			610,36	31,54		
0,50	12,70		150,41	7,77			434,00	22,42			690,17	35,66		

C.B.R. %	Densidad g/cm ³
5,2	1,52
12,7	1,71
20,8	1,80



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
 FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE SUELOS

RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA AASHTO T - 193



CBR 100% D.máx	CBR 95% D.máx
39,75%	37,77%

Univ. Javier Andrés Cuenca Morales
 Laboratorista

Ing. José R. Arce Avendaño
 Resp. de Lab. de Suelos

Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de Ingeniería Civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA AASHTO T - 193

Proyecto: Comparación de pavimento unicapa como capa de rodadura respecto de otras alternativas
Procedencia: La Tablada - Turumayo
Estudiante: Javier Andrés Cuenca Morales

Nº capas	5			5			5		
Nº golpes por capa	12			25			56		
Condición de la muestra	Antes de mojarse		D. de M	Antes de mojarse		D. de M	Antes de mojarse		D. de M
Peso muestra húm.+ molde	11625		11865	11680		11900	11650		11815
Peso molde	7265		7265	7140		7140	6970		6970
Peso muestra húmeda	4360		4600	4540		4760	4680		4845
Volumen de la muestra	2322,67		2322,67	2322,67		2322,67	2322,67		2322,67
Densidad muestra húm.	1,88		1,98	1,95		2,049	2,015		2,086
Muestra de humedad	Fondo	Superf.	med	Fondo	Superf.	med	Fondo	Superf.	med
Tara Nº	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Peso muestra húm + tara	130,26	105,57	130,26	120,24	121,51	124,22	131,71	130,47	157,13
Peso muestra seca + tara	118,98	96,91	126,78	110,56	110,77	114,46	119,55	118,030	146,26
Peso del agua	11,28	8,66	3,48	9,68	10,74	9,76	12,16	12,44	10,87
Peso de tara	18,91	19,28	18,22	18,68	17,55	17,31	19,22	17,26	20,23
Peso de la muestra seca	100,070	77,63	108,56	91,88	93,22	97,15	100,33	100,77	126,030
Contenido humedad %	11,27	11,16	3,21	10,54	11,52	10,046	12,12	12,34	8,62
Promedio cont. Humedad	11,21		3,21	11,028		10,046	12,23		8,62
Densidad muestra seca	1,69		1,92	1,76		1,86	1,80		1,92

Hum. Ópt. %	Densidad máx. g/cm ³
7,2	2,15

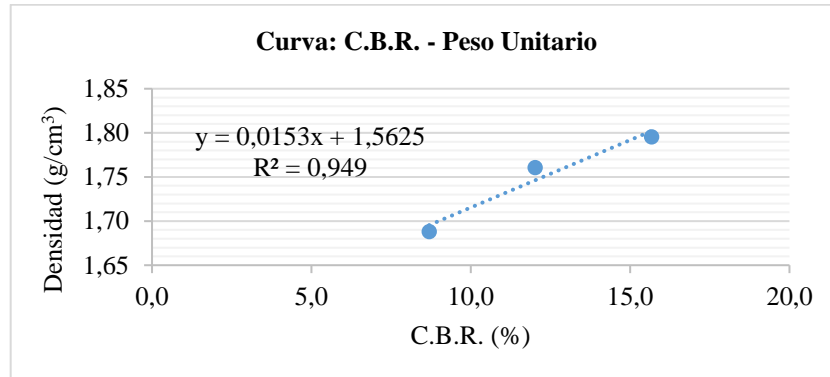
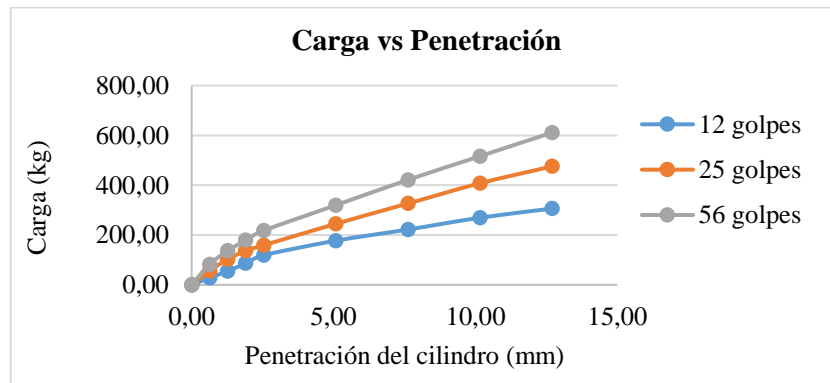
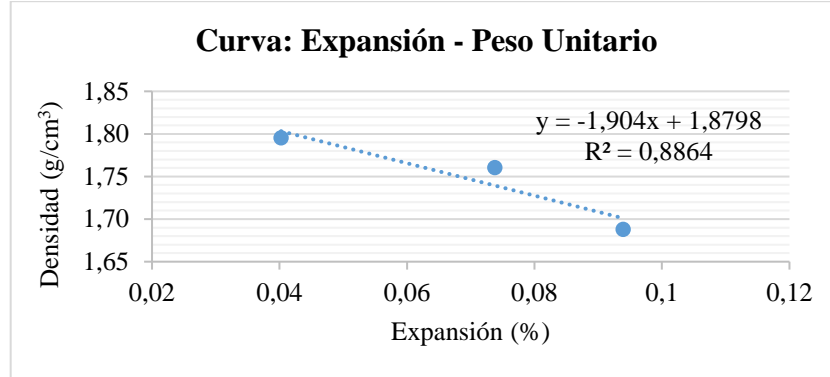
EXPANSIÓN

Tiempo en días	Molde Nº 1			Molde Nº 2			Molde Nº 3		
	Lect.	Expansión		Lect.	Expansión		Lect.	Expansión	
	Extens.	mm	%	Extens.	mm	%	Extens.	mm	%
1	19,25	0,00	0,000	16,73	0,00	0,000	21,32	0,00	0,000
2	19,31	0,06	0,040	16,77	0,04	0,027	21,34	0,02	0,013
3	19,35	0,10	0,067	16,80	0,07	0,047	21,34	0,02	0,013
4	19,39	0,14	0,094	16,84	0,11	0,074	21,38	0,06	0,040

C.B.R.

Penetración		Carga Normal	Molde Nº 1 (12)				Molde Nº 2 (25)				Molde Nº 3 (56)			
			Carga ensayo		C.B.R. correg.		Carga ensayo		C.B.R. correg.		Carga ensayo		C.B.R. correg.	
in	mm	kg	kg	kg/cm ²	kg	%	kg	kg/cm ²	kg	%	kg	kg/cm ²	kg	%
0,00	0,00		0,00	0,00			0,00	0,00			0,00	0,00		
0,03	0,63		28,07	1,45			56,56	2,92			82,34	4,25		
0,05	1,27		55,21	2,85			102,70	5,31			136,62	7,06		
0,08	1,90		86,34	4,46			136,62	7,06			179,45	9,27		
0,10	2,54	1360	119,00	6,15		8,8	159,00	8,22		11,7	218,03	11,27		16,0
0,20	5,08	2040	177,33	9,16		8,7	245,17	12,67		12,0	319,80	16,52		15,7
0,30	7,62		222,10	11,48			326,59	16,87			421,57	21,78		
0,40	10,16		269,60	13,93			408,00	21,08			516,55	26,69		
0,50	12,70		306,23	15,82			475,84	24,59			611,53	31,60		

C.B.R. %	Densidad g/cm ³
8,7	1,69
12,0	1,76
15,7	1,80



CBR 100% D.máx	CBR 95% D.máx
38,40%	36,48%

Univ. Javier Andrés Cuenca Morales
 Laboratorista

Ing. José R. Arce Avendaño
 Resp. de Lab. de Suelos

Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de Ingeniería Civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA AASHTO T - 193

Proyecto: Comparación de pavimento unicapa como capa de rodadura respecto de otras alternativas
Procedencia: La Tablada - Turumayo
Estudiante: Javier Andrés Cuenca Morales

Nº capas	5			5			5		
Nº golpes por capa	12			25			56		
Condición de la muestra	Antes de mojarse	D. de M		Antes de mojarse	D. de M		Antes de mojarse	D. de M	
Peso muestra húm.+ molde	11450	11690		11960	12165		12765	12915	
Peso molde	7070	7070		7510	7510		7970	7970	
Peso muestra húmeda	4380	4620		4450	4655		4795	4945	
Volumen de la muestra	2322,67	2322,67		2322,67	2322,67		2322,67	2322,67	
Densidad muestra húm.	1,89	1,99		1,92	2,0042		2,064	2,129	
Muestra de humedad	Fondo	Superf.	med	Fondo	Superf.	med	Fondo	Superf.	med
Tara Nº	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Peso muestra húm + tara	106,21	100	123,69	98,98	72,32	103,47	106,36	102,08	112,31
Peso muestra seca + tara	97,13	90,12	112,85	91,05	67,04	95,63	96,84	94,03	104,52
Peso del agua	9,08	9,88	10,84	7,93	5,28	7,84	9,52	8,1	7,79
Peso de tara	18,59	19,78	17,35	19,41	19,35	19,87	18,63	21,0	18,17
Peso de la muestra seca	78,54	70,34	95,5	71,64	47,69	75,76	78,21	73,0	86,35
Contenido humedad %	11,56	14,046	11,35	11,069	11,072	10,35	12,17	11,024	9,02
Promedio cont. Humedad	12,80		11,35	11,07		10,35	11,60		9,02
Densidad muestra seca	1,67		1,79	1,72		1,82	1,85		1,95

Hum. Ópt. %	Densidad máx. g/cm ³
7,2	2,15

EXPANSIÓN

Tiempo en días	Molde Nº 1			Molde Nº 2			Molde Nº 3		
	Lect.	Expansión		Lect.	Expansión		Lect.	Expansión	
	Extens.	mm	%	Extens.	mm	%	Extens.	mm	%
1	25,53	0	0,000	18,74	0	0,000	24,66	0	0,000
2	25,57	0,04	0,027	18,76	0,02	0,013	24,67	0,01	0,007
3	25,61	0,08	0,054	18,81	0,07	0,047	24,68	0,02	0,013
4	25,65	0,12	0,080	18,83	0,09	0,060	24,70	0,04	0,027

C.B.R.

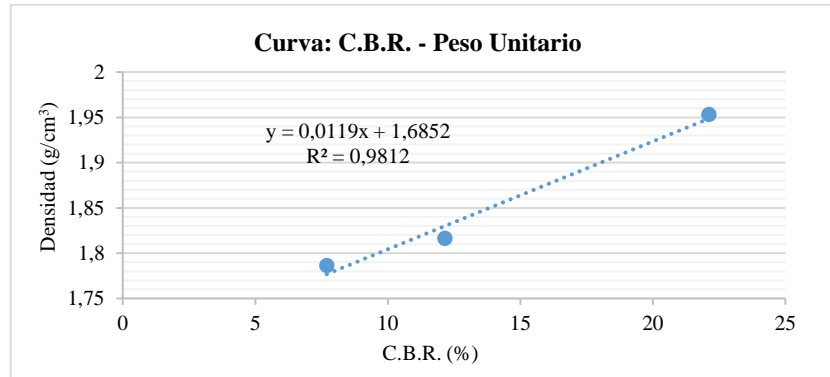
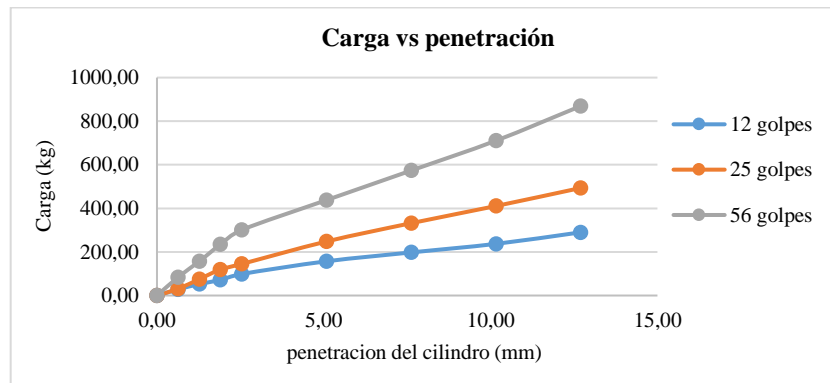
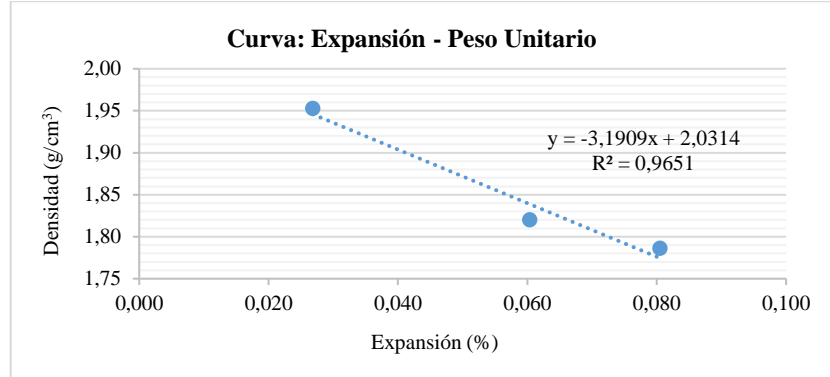
Penetración		Carga Normal	Molde Nº 1 (12)				Molde Nº 2 (25)				Molde Nº 3 (56)			
			Carga ensayo		C.B.R. correg.		Carga ensayo		C.B.R. correg.		Carga ensayo		C.B.R. correg.	
in	mm	kg	kg	kg/cm ²	kg	%	kg	kg/cm ²	kg	%	kg	kg/cm ²	kg	%
0,00	0,00		0,00	0,00			0,00	0,00			0,00	0,00		
0,03	0,63		28,07	1,45			30,78	1,59			83,70	4,32		
0,05	1,27		52,49	2,71			75,35	3,48			156,97	8,11		
0,08	1,90		71,49	3,69			119,19	6,57			234,32	12,11		
0,10	2,54	1360	98,63	5,10		7,3	144,76	7,48		10,6	300,80	15,54		22,1
0,20	5,08	2040	156,97	8,11		7,7	247,89	12,81		12,2	437,85	22,62		21,5
0,30	7,62		197,68	10,21			332,01	17,15			573,54	29,63		
0,40	10,16		237,03	12,25			410,71	21,22			710,59	36,71		
0,50	12,70		289,95	14,98			493,48	25,50			869,35	44,92		

C.B.R. %	Densidad g/cm ³
7,7	1,79
12,2	1,82
22,1	1,95



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
 FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE SUELOS

RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA AASHTO T - 193



CBR 100% D.máx	CBR 95% D.máx
39,06%	37,11%

Univ. Javier Andrés Cuenca Morales
 Laboratorista

Ing. José R. Arce Avendaño
 Resp. de Lab. de Suelos

Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de Ingeniería Civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador

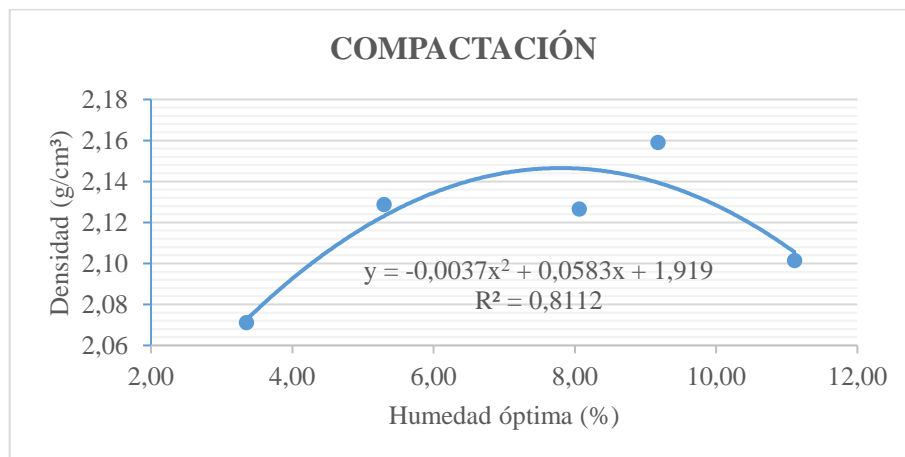


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

COMPACTACIÓN T-180 DE SUELO CON 16% DE CEMENTO

Proyecto: Comparación de pavimento unicapa como capa de rodadura respecto de otras alternativas
Procedencia: La Tablada - Turumayo
Estudiante: Javier Andrés Cuenca Morales

N° de ensayo	1	2	3	4	5
N° de capas	5	5	5	5	5
N° de golpes por capa	56	56	56	56	56
Peso suelo húmedo + molde (g)	10820	11025	11140	11260	11215
Peso del molde (g)	6470	6470	6470	6470	6470
Peso suelo húmedo (g)	4350	4555	4670	4790	4745
Volumen del molde (cm³)	2032,22	2032,22	2032,22	2032,22	2032,22
Densidad del suelo húmedo (g/cm³)	2,14	2,24	2,30	2,36	2,33
Cápsula N°	1	2	3	4	5
Peso suelo húmedo + cápsula (g)	87,48	176,85	101,26	205,41	135,18
Peso suelo seco + cápsula (g)	85,02	168,84	94,66	189,63	122,94
Peso del agua (g)	2,46	8,01	6,6	15,78	12,24
Peso de la cápsula (g)	11,55	17,6	12,77	17,62	12,75
Peso de suelo seco (g)	73,47	151,24	81,89	172,01	110,19
Contenido de humedad (%)	3,35	5,30	8,06	9,17	11,11
Densidad suelo seco (g/cm³)	2,07	2,13	2,13	2,16	2,10



Densidad máxima (g/cm³)	2,15
Humedad óptima (%)	7,90

Univ. Javier Andrés Cuenca Morales
 Laboratorista

Ing. José R. Arce Avendaño
 Resp. de Lab. de Suelos

Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de Ingeniería Civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador

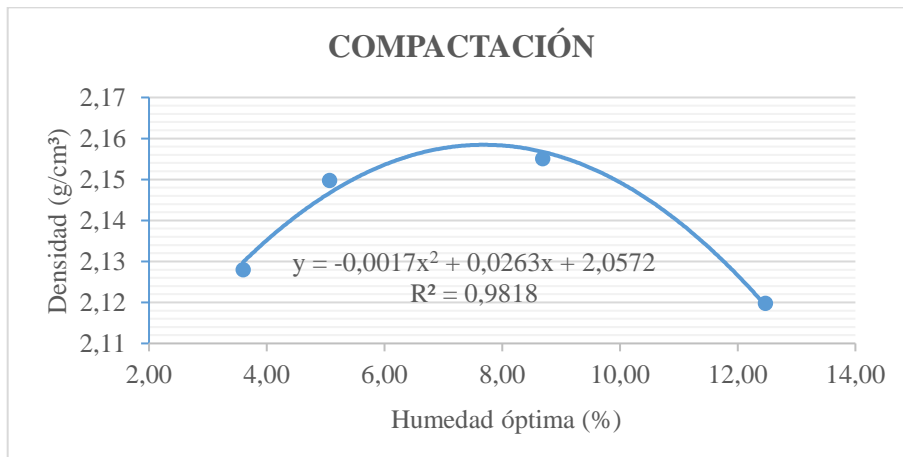


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

COMPACTACIÓN T-180 DE SUELO CON 16% DE CEMENTO

Proyecto: Comparación de pavimento unicapa como capa de rodadura respecto de otras alternativas
Procedencia: La Tablada - Turumayo
Estudiante: Javier Andrés Cuenca Morales

N° de ensayo	1	2	3	4
N° de capas	5	5	5	5
N° de golpes por capa	56	56	56	56
Peso suelo húmedo + molde (g)	10950	11060	11230	11315
Peso del molde (g)	6470	6470	6470	6470
Peso suelo húmedo (g)	4480	4590	4760	4845
Volumen del molde (cm³)	2032,22	2032,22	2032,22	2032,22
Densidad del suelo húmedo (g/cm³)	2,20	2,26	2,34	2,38
Cápsula N°	1	2	3	4
Peso suelo húmedo + cápsula (g)	152,94	166,26	164,71	145,28
Peso suelo seco + cápsula (g)	148,26	159,17	153,05	131,25
Peso del agua (g)	4,68	7,09	11,66	14,03
Peso de la cápsula (g)	18,1	19,21	18,85	18,72
Peso de suelo seco (g)	130,16	139,96	134,2	112,53
Contenido de humedad (%)	3,60	5,07	8,69	12,47
Densidad suelo seco (g/cm³)	2,13	2,15	2,16	2,12



Densidad máxima (g/cm³)	2,16
Humedad óptima (%)	7,70

Univ. Javier Andrés Cuenca Morales
 Laboratorista

Ing. José R. Arce Avendaño
 Resp. de Lab. de Suelos

Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de Ingeniería Civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador

<

ANEXO II
ENSAYOS DE LABORATORIO
DE HORMIGONES



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE HORMIGONES

FINURA DEL CEMENTO

Tamaño	Tamaño (mm)	Peso retenido (g)	Peso retenido acumulado (g)	% retenido	% que pasa
Nº40	0,43	0,080	0,080	0,16	99,84
Nº 200	0,075	1,63	1,71	3,26	96,580
Base	0,00	48,29	50,00	96,580	0,00
Total		50,00		100,00	

Ecuación de Finura del cemento:

$$F = \left(\frac{Pr}{50} \right) * 100$$

Donde:

F = Finura del cemento expresado como porcentaje en peso, del residuo que no pasa el tamiz Nº 200.

Pr = Peso del residuo que no pasa el tamiz Nº 200 en gramos.

Pr =	1,63 g
F =	3,26 %

.....
Univ. Javier Andrés Cuenca Morales

Laboratorista

.....
Ing. Moisés Díaz Ayarde

Resp. de Lab. de Hormigones y Resist. Mat.

Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de Ingeniería Civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE HORMIGONES

DENSIDAD DEL CEMENTO

Datos	Cantidad	Unidad
Masa del picnómetro vacío (m_p) =	126,2	g
Masa del picnómetro + cemento (m_{p+c}) =	212,2	g
Masa del picnómetro + cemento + gasolina (m_{p+c+g}) =	557,6	g
Masa del picnómetro + 500 ml de gasolina (m_{p+g}) =	495,2	g

Masa del cemento (m_c):

$$m_c = m_{p+c} - m_p$$

$m_c =$	86,00 g
---------	----------------

Masa de la gasolina (m_g):

$$m_g = (m_{p+g} - m_p) - (m_{p+c+g} - m_{p+c})$$

$m_g =$	23,60 g
---------	----------------

Densidad de la gasolina (ρ_g):

$$\rho_g = \frac{(m_{p+g} - m_p)}{500 \text{ cm}^3}$$

$\rho_g =$	0,74 g/cm³
------------	------------------------------

Volumen líquido desplazado (volumen del cemento) (V_c):

$$V_c = \frac{m_g}{\rho_g}$$

$V_c =$	31,98 cm³
---------	-----------------------------

Densidad del cemento (ρ_c):

$$\rho_c = \frac{m_c}{V_c}$$

$\rho_c =$	2,69 g/cm³
------------	------------------------------

Tabla de valores obtenidos:

Detalle	Cantidad	Unidad
Masa del cemento (m_c) =	86,00	g
Masa de la gasolina desplazada (m_g) =	23,60	g
Densidad de la gasolina (ρ_g) =	0,74	g/cm ³
Volumen líquido desplazado (V_c) =	31,98	cm ³
Densidad del cemento (ρ_c) =	2,69	g/cm ³

.....
 Univ. Javier Andrés Cuenca Morales
 Laboratorista

.....
 Ing. Moisés Díaz Ayarde
 Resp. de Lab. de Hormigones y Resist. Mat.

Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de Ingeniería Civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE HORMIGONES

ENSAYO DE ROTURA DE VIGAS A FLEXIÓN

N°	Edad (días)	Altura (mm)	Ancho (mm)	Largo (mm)	Carga (KN)	Esfuerzo (MPa)
1	28	150	150	600	8,9	1,58
2	28	150	150	600	8,8	1,56
3	28	150	150	600	9,2	1,64
4	28	150	150	600	8,6	1,53
5	28	150	150	600	9,5	1,69
Esfuerzo promedio =						1,60

.....
Univ. Javier Andrés Cuenca Morales
Laboratorista

.....
Ing. Moisés Díaz Ayarde
Resp. de Lab. de Hormigones y Resist. Mat.

Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de Ingeniería Civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE HORMIGONES

ENSAYO DE ROTURA DE PROBETAS A COMPRESIÓN

Nº	Edad (días)	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Área (mm ²)	Carga (KN)	Esfuerzo (MPa)
1	28	300	150	17.671	216,1	12,2
2	28	300	150	17.671	203,8	11,5
3	28	300	150	17.671	239,7	13,6
4	28	300	150	17.671	254,9	14,4
5	28	300	150	17.671	203,9	11,5
6	28	300	150	17.671	192,6	10,9
7	28	300	150	17.671	167,5	9,5
8	28	300	150	17.671	284,3	16,1
9	28	300	150	17.671	209,2	11,8
10	28	300	150	17.671	230,4	13
11	28	300	150	17.671	217,5	12,3
12	28	300	150	17.671	234,6	13,3
13	28	300	150	17.671	208,2	11,8
14	28	300	150	17.671	183,9	10,4
15	28	300	150	17.671	177,2	10
Esfuerzo promedio =						12,15

Univ. Javier Andrés Cuenca Morales

Laboratorista

Ing. Moisés Díaz Ayarde

Resp. de Lab. de Hormigones y Resist. Mat.

Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de Ingeniería Civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador

ANEXO III
VOLUMEN DE TRÁFICO Y
CÁLCULO DE EJES

Volumen de tráfico en el camino "La Tablada - Turumayo"

VOLUMEN DE TRÁFICO CAMINO TABLADA - TURUMAYO								
Acceso		Carril de ida						
Tiempo: 24 horas de 7:00 p.m. a 7:00 p.m.		Jueves a Viernes	Viernes a Sábado	Sábado a Domingo	Domingo a Lunes	Lunes a Martes	Martes a Miércoles	Miércoles a Jueves
Tipo de vehículo	Automóvil	10	8	12	7	6	8	11
	Camioneta	9	6	7	5	7	9	8
	B2	5	4	5	4	3	4	4
	B3	3	3	3	3	3	3	3
	C2	2	2	0	2	1	1	2
	C3	1	2	0	3	2	1	1
Acceso		Carril de vuelta						
Tiempo: 24 horas de 7:00 p.m. a 7:00 p.m.		Jueves a Viernes	Viernes a Sábado	Sábado a Domingo	Domingo a Lunes	Lunes a Martes	Martes a Miércoles	Miércoles a Jueves
Tipo de vehículo	Automóvil	12	11	9	10	11	12	13
	Camioneta	4	9	4	12	8	4	6
	B2	7	6	3	7	6	7	5
	B3	2	2	2	2	2	2	2
	C2	2	2	0	2	1	1	2
	C3	1	2	0	3	2	1	1
Total de vehículos por día ida y vuelta								
Tiempo: 24 horas de 7:00 p.m. a 7:00 p.m.		Jueves a Viernes	Viernes a Sábado	Sábado a Domingo	Domingo a Lunes	Lunes a Martes	Martes a Miércoles	Miércoles a Jueves
Total vehículos diarios	Automóvil	22	19	21	17	17	20	24
	Camioneta	13	15	11	17	15	13	14
	B2	12	10	8	11	9	11	9
	B3	5	5	5	5	5	5	5
	C2	4	4	0	4	2	2	4
	C3	2	4	0	6	4	2	2
Promedio diario total								
Promedio vehículos diarios	Automóvil	20						
	Camioneta	14						
	B2	10						
	B3	5						
	C2	3						
	C3	3						
Total promedio vehículos diarios		55						

Cálculo de ejes equivalentes para pavimento flexible

El número de reiteraciones de ejes equivalentes esperados en un pavimento flexible durante un periodo de diseño determinado se lo puede calcular con la siguiente ecuación:

$$ESALs = W_{18} = TPDA * FCE * 365 \left(\frac{días}{año} \right) * Fca * Fb * Fd * Fc$$

Donde:

W_{18} = Número de reiteraciones de ejes equivalentes.

TPDA = Tránsito promedio diario anual de vehículos.

FCE = Factor de carga equivalente.

Fca = Factor de crecimiento acumulado.

Fb = Factor de presión.

Fd = Factor dirección.

Fc = Factor de carril.

El periodo de diseño del pavimento será de **n = 10 años**.

Según el INE: La tasa de crecimiento anual es de **r = 4%**.

Para el factor de presión se asumirá el valor de **Fb = 1**.

El carril de diseño tendrá una sola calzada, dos sentidos y dos carriles

Determinamos el factor de direccional y factor de carril de acuerdo al diseño utilizando la siguiente tabla:

Tabla 1. Factores de distribución y de carril para el carril de diseño.

Número de calzadas	Número de sentidos	Número de carriles por sentido	Factor direccional (Fd)	Factor de carril (Fc)
1 calzada	1	1	1,00	1,00
	1	2	1,00	0,80
	1	3	1,00	0,60
	1	4	1,00	0,50
	2	1	0,50	1,00
	2	2	0,50	0,80
2 calzadas con separación central	2	1	0,50	1,00
	2	2	0,50	0,80
	2	3	0,50	0,60
	2	4	0,50	0,50

Fuente: Manual de “Suelos, geología, geotecnia y pavimentos”, en base a guía AASHTO – 1993.

Según el carril de diseño el factor dirección tendrá el valor de **Fd = 0,50**.

Según el carril de diseño el factor de carril tendrá el valor de **Fc = 1,00**.

Para poder conocer el número de repeticiones de carga se realizó el estudio del volumen promedio diario de vehículos en el tramo de diseño por 24 horas diarias durante una semana el cual fue de **T_o = 55 Veh. / día**.

Se calcula la demanda proyectada para el periodo de diseño deseado con la siguiente ecuación:

$$TPDA = T_o(1 + r)^{(n-1)}$$

Donde:

TPDA = Tránsito proyectado al año en vehículo por día.

To = Tránsito actual (año base) en vehículo por día.

n = Año futuro de proyección.

r = Tasa anual de crecimiento de tránsito.

$$TPDA = 55 * (1 + 0,04)^{(10-1)} = 78 Veh./día$$

$$TPDA = 78 Veh./día$$

La demanda proyectada para un periodo de diseño de 10 años será de 78 vehículos por día.

Se determina el factor de crecimiento acumulado con la siguiente ecuación:

$$Fca = \frac{(1 + r)^n - 1}{r}$$

$$Fca = \frac{(1 + 0,04)^{10} - 1}{0,04} ; Fca = 12,0061$$

Se debe determinar el factor de carga equivalente según el tipo de eje utilizando la siguiente tabla:

Tabla 2. Factor de carga equivalente (FCE) para pavimentos afirmados, pavimentos flexibles y semirrígidos según tipo de eje.

Tipo de vehículo	Tipo de eje	Peso en tonelada por eje
Automóvil + Camioneta	Eje simple de ruedas simples	1
	Eje simple de ruedas simples	1
B2	Eje simple de ruedas simples	7
	Eje simple de ruedas dobles	10
B3	Eje simple de ruedas simples	7
	Eje tándem (1 eje de ruedas dobles)	15
C2	Eje simple de ruedas simples	7
	Eje simple de ruedas dobles	10
C3	Eje simple de ruedas simples	7
	Eje tándem (2 ejes de ruedas dobles)	16

Fuente: Manual de “Suelos, geología, geotecnia y pavimentos”, en base a guía AASHTO – 1993.

Según el censo realizado en Perú que se encuentra registrado en el manual de “suelos, geología, geotecnia y pavimento”, se puede identificar el peso promedio por cada eje de los distintos tipos de vehículos.

Tabla 3. Carga de eje según tipo de vehículo y tipo de eje.

Tipo de vehículo	Tipo de eje	Peso en tonelada por eje
Automóvil + Camioneta	Eje simple de ruedas simples	1
	Eje simple de ruedas simples	1
B2	Eje simple de ruedas simples	7
	Eje simple de ruedas dobles	10
B3	Eje simple de ruedas simples	7
	Eje tándem (1 eje de ruedas dobles)	15
C2	Eje simple de ruedas simples	7
	Eje simple de ruedas dobles	10
C3	Eje simple de ruedas simples	7
	Eje tándem (2 ejes de ruedas dobles)	16

Fuente: Elaboración propia en base a Manual de “Suelos, geología, geotecnia y pavimentos.

Remplazando el peso en toneladas por eje en la ecuación del factor de carga equivalente correspondiente a cada tipo de eje obtenemos los siguientes valores:

Tabla 4. Determinación del factor de equivalencia de carga.

Tipo de vehículo	Tipo de eje	Peso en tonelada por eje	Número de ejes	Factor de equivalencia de carga
Automóvil + Camioneta	Eje simple de ruedas simples	1	49	0,00044
	Eje simple de ruedas simples	1	49	0,00044
B2	Eje simple de ruedas simples	7	14	1,27
	Eje simple de ruedas dobles	10	14	2,26
B3	Eje simple de ruedas simples	7	7	1,27
	Eje tándem (1 eje de ruedas dobles)	15	7	1,77
C2	Eje simple de ruedas simples	7	4	1,27
	Eje simple de ruedas dobles	10	4	2,26
C3	Eje simple de ruedas simples	7	4	1,27
	Eje tándem (2 ejes de ruedas dobles)	16	4	2,13

Fuente: Elaboración propia.

Se debe multiplicar el número de ejes por su factor de equivalencia de carga correspondiente y sumar los resultados:

Tabla 5. Sumatoria del número de ejes multiplicado por su factor de carga equivalente respectivo.

Tipo de vehículo	Tipo de eje	Número de ejes	Factor de equivalencia de carga (FCE)	TPDA x FCE
Automóvil + Camioneta	Eje simple de ruedas simples	49	0,00053	0,026
	Eje simple de ruedas simples	49	0,00053	0,026
B2	Eje simple de ruedas simples	14	1,27	17,72
	Eje simple de ruedas dobles	14	2,21	30,97
B3	Eje simple de ruedas simples	7	1,27	8,86
	Eje tándem (1 eje de ruedas dobles)	7	1,055	7,39
C2	Eje simple de ruedas simples	4	1,27	5,061
	Eje simple de ruedas dobles	4	2,21	8,85
C3	Eje simple de ruedas simples	4	1,27	5,061
	Eje tándem (2 ejes de ruedas dobles)	4	1,26	5,042
Σ (TPDA x FCE) =				88,99

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente se determinó los ejes equivalentes reemplazando todos nuestros datos en la ecuación propuesta:

$$ESALs = W_{18} = \Sigma(TPDA * FCE) * 365 * Fca * Fb * Fd * Fc$$

$$ESALs = W_{18} = 88,99 * 365 * 12,0061 * 1 * 0,5 * 1 = 194.983$$

$$ESALs = W_{18} = 194.983$$

$$ESALs = W_{18} = 1,95 \times 10^5$$

El número de ejes equivalentes esperados (W_{18}) calculados para el periodo de diseño propuesto de 10 años de un pavimento flexible tendrá un valor de $1,95 \times 10^5$.

Cálculo de ejes equivalentes para pavimento rígido

El número de reiteraciones de ejes equivalentes esperados en un pavimento rígido durante un periodo de diseño determinado se lo puede calcular con la siguiente ecuación:

$$ESALs = W_{18} = TPDA * FCE * 365 \left(\frac{\text{días}}{\text{año}} \right) * Fca * Fb * Fd * Fc$$

Donde:

W_{18} = Número de reiteraciones de ejes equivalentes.

TPDA = Tránsito promedio diario anual de vehículos.

FCE = Factor de carga equivalente.

Fca = Factor de crecimiento acumulado.

Fb = Factor de presión.

Fd = Factor dirección.

Fc = Factor de carril.

El periodo de diseño del pavimento será de **n = 10 años**.

Según el INE: La tasa de crecimiento anual es de **r = 4%**.

Para el factor de presión se asumirá el valor de **Fb = 1**.

El carril de diseño tendrá una sola calzada, dos sentidos y dos carriles.

Determinamos el factor de direccional y factor de carril de acuerdo al diseño utilizando la siguiente tabla:

Tabla 1. Factores de distribución y de carril para el carril de diseño.

Número de calzadas	Número de sentidos	Número de carriles por sentido	Factor direccional (Fd)	Factor de carril (Fc)
1 calzada	1	1	1,00	1,00
	1	2	1,00	0,80
	1	3	1,00	0,60
	1	4	1,00	0,50
	2	1	0,50	1,00
	2	2	0,50	0,80
2 calzadas con separación central	2	1	0,50	1,00
	2	2	0,50	0,80
	2	3	0,50	0,60
	2	4	0,50	0,50

Fuente: Manual de “Suelos, geología, geotecnia y pavimentos”, en base a guía AASHTO – 1993.

Según el carril de diseño el factor dirección tendrá el valor de **Fd = 0,50**.

Según el carril de diseño el factor de carril tendrá el valor de **Fc = 1,00**.

Para poder conocer el número de repeticiones de carga se realizó el estudio del volumen promedio diario de vehículos en el tramo de diseño por 24 horas diarias durante una semana el cual fue de **T_o = 55 Veh. / día**.

Se calcula la demanda proyectada para el periodo de diseño deseado con la siguiente ecuación:

$$TPDA = T_o(1 + r)^{(n-1)}$$

Donde:

TPDA = Tránsito proyectado al año en vehículo por día.

T_o = Tránsito actual (año base) en vehículo por día.

n = Año futuro de proyección.

r = Tasa anual de crecimiento de tránsito.

Tabla 2. Tránsito proyectado al año en vehículo por día.

	Automóvil	Camioneta	B2	B3	C2	C3	Total
IMD 2023	20	14	10	5	3	3	55
IMD 2033	29	20	14	7	4	4	78

Fuente: Elaboración propia.

La demanda proyectada para un periodo de diseño de 10 años será de: 29 automóviles, 20 camionetas, 14 vehículos B2, 7 vehículos B3, 4 vehículos C2, 4 vehículos C3, sumando un total de 78 vehículos por día.

Se determina el factor de crecimiento acumulado con la siguiente ecuación:

$$Fca = \frac{(1 + r)^n - 1}{r}$$

$$Fca = \frac{(1 + 0,04)^{10} - 1}{0,04} = 12,0061 \quad ; \quad Fca = 12,0061$$

Se debe determinar el factor de carga equivalente según el tipo de eje utilizando la siguiente tabla:

Tabla 3. Factor de carga equivalente (FCE) para pavimentos rígidos según tipo de eje.

Tipo de eje	Factor de carga equivalente
Eje simple de ruedas simples	FCE = [P/6,6] ^{4,1}
Eje simple de ruedas dobles	FCE = [P/8,2] ^{4,1}
Eje tandem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple)	FCE = [P/13,0] ^{4,1}
Eje tandem (2 ejes ruedas dobles)	FCE = [P/13,3] ^{4,1}
Eje tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple)	FCE = [P/16,6] ^{4,0}
Eje tridem (3 ejes de ruedas doble)	FCE = [P/17,5] ^{4,0}
P = Peso real por eje en toneladas	

Fuente: Manual de “Suelos, geología, geotecnia y pavimentos”, en base a guía AASHTO

Según el censo realizado en Perú que se encuentra registrado en el manual de “suelos, geología, geotecnia y pavimento”, se puede identificar el peso promedio por cada eje de los distintos tipos de vehículos:

Tabla 4. Carga de eje según tipo de vehículo y tipo de eje.

Tipo de vehículo	Tipo de eje	Peso en tonelada por eje
Automóvil + camioneta	Eje simple de ruedas simples	1
	Eje simple de ruedas simples	1
B2	Eje simple de ruedas simples	7
	Eje simple de ruedas dobles	10
B3	Eje simple de ruedas simples	7
	Eje tándem (1 eje de ruedas dobles)	15
C2	Eje simple de ruedas simples	7
	Eje simple ruedas dobles	10
C3	Eje simple de ruedas simples	7
	Eje tándem (2 ejes de ruedas dobles)	16

Fuente: Elaboración propia en base a Manual de “Suelos, geología, geotecnia y pavimentos”

Remplazando el peso en toneladas por eje en la ecuación del factor de carga equivalente correspondiente a cada tipo de eje obtenemos los siguientes valores:

Tabla 5. Determinación del factor de equivalencia de carga.

Tipo de vehículo	Peso en tonelada por eje	Número de ejes	Factor de equivalencia de carga
Automóvil + camioneta	1	49	0,00044
	1	49	0,00044
B2	7	14	1,27
	10	14	2,26
B3	7	7	1,27
	15	7	1,77
C2	7	4	1,27
	10	4	2,26
C3	7	4	1,27
	16	4	2,13

Fuente: Elaboración propia.

Se debe sumar el número de ejes y el factor equivalente según el peso de cada eje con el cual obtenemos la siguiente tabla:

Tabla 6. Acumulación de número de ejes y factor equivalente.

Peso en tonelada por eje	Número de ejes	Factor de equivalencia de carga
Eje simple		
1	98	0,043
7	29	36,91
10	18	40,61
Eje tándem		
15	7	12,41
16	4	8,53

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente se determinarán los ejes equivalentes utilizando la ecuación propuesta:

$$ESALs = W_{18} = TPDA * FCE * 365 \left(\frac{\text{días}}{\text{año}} \right) * Fca * Fb * Fd * Fc$$

Tabla 7. Número total de ejes equivalentes individuales.

Ejes equivalentes individuales							
Peso en tonelada por eje	Tiempo 365 días	Fd	Fc	TPDA x FCE	Fca	W₁₈	W₁₈
Eje simple							
1	365	0,5	1	0,043	12,0061	94	9,4 x 10 ¹
7	365	0,5	1	36,91	12,0061	566.152	5,66 x 10 ⁵
10	365	0,5	1	40,61	12,0061	889.818	8,90 x 10 ⁵
Eje tandem							
15	365	0,5	1	12,41	12,0061	407.799	4,08 x 10 ⁵
16	365	0,5	1	8,53	12,0061	299.189	2,99 x 10 ⁵
W₁₈ Total =						2.163.052	2,16 x 10⁶

Fuente: Elaboración propia.

El número de ejes equivalentes esperados (W₁₈) calculados para el periodo de diseño propuesto de 10 años de un pavimento rígido tendrá un valor de **W₁₈ = 2,16 x 10⁶**.

Cálculo de ejes equivalentes para el afirmado

El número de reiteraciones de ejes equivalentes esperados en afirmado durante un periodo de diseño determinado se lo puede calcular con la siguiente ecuación:

$$ESALs = W_{18} = TPDA * FCE * 365 \left(\frac{\text{días}}{\text{año}} \right) * Fca * Fb * Fd * Fc$$

Donde:

W_{18} = Número de reiteraciones de ejes equivalentes.

TPDA = Tránsito promedio diario anual de vehículos.

FCE = Factor de carga equivalente.

Fca = Factor de crecimiento acumulado.

Fb = Factor de presión.

Fd = Factor dirección.

Fc = Factor de carril.

El periodo de diseño del pavimento será de **n = 5 años**.

Según el INE: La tasa de crecimiento anual es de **r = 4%**.

Para el factor de presión se asumirá el valor de **Fb = 1**.

El carril de diseño tendrá una sola calzada, dos sentidos y dos carriles

Determinamos el factor de direccional y factor de carril de acuerdo al diseño utilizando la siguiente tabla:

Tabla 1. Factores de distribución y de carril para el carril de diseño.

Número de calzadas	Número de sentidos	Número de carriles por sentido	Factor direccional (Fd)	Factor de carril (Fc)
1 calzada	1	1	1,00	1,00
	1	2	1,00	0,80
	1	3	1,00	0,60
	1	4	1,00	0,50
	2	1	0,50	1,00
	2	2	0,50	0,80
2 calzadas con separación central	2	1	0,50	1,00
	2	2	0,50	0,80
	2	3	0,50	0,60
	2	4	0,50	0,50

Fuente: Manual de “Suelos, geología, geotecnia y pavimentos”, en base a guía AASHTO – 1993.

Según el carril de diseño el factor dirección tendrá el valor de **Fd = 0,50**.

Según el carril de diseño el factor de carril tendrá el valor de **Fc = 1,00**.

Para poder conocer el número de repeticiones de carga se realizó el estudio del volumen promedio diario de vehículos en el tramo de diseño por 24 horas diarias durante una semana el cual fue de **T_o = 55 Veh. / día**.

Se calcula la demanda proyectada para el periodo de diseño deseado con la siguiente ecuación:

$$TPDA = T_o(1 + r)^{(n-1)}$$

Donde:

TPDA = Tránsito proyectado al año en vehículo por día.

T_o = Tránsito actual (año base) en vehículo por día.

n = Año futuro de proyección.

r = Tasa anual de crecimiento de tránsito.

$$TPDA = 55 * (1 + 0,04)^{(5-1)} = 67 \text{ Veh./día}$$

$$TPDA = 67 \text{ Veh./día}$$

La demanda proyectada para un periodo de diseño de 5 años será de 67 vehículos por día.

Se determina el factor de crecimiento acumulado con la siguiente ecuación:

$$Fca = \frac{(1 + r)^n - 1}{r}$$

$$Fca = \frac{(1 + 0,04)^5 - 1}{0,04} ; \quad Fca = 5,42$$

Se debe determinar el factor de carga equivalente según el tipo de eje utilizando la siguiente tabla:

Tabla 2. Factor de carga equivalente (FCE) para pavimentos afirmados, pavimentos flexibles y semirrígidos según tipo de eje.

Tipo de vehículo	Tipo de eje	Peso en tonelada por eje
Automóvil + Camioneta	Eje simple de ruedas simples	1
	Eje simple de ruedas simples	1
B2	Eje simple de ruedas simples	7
	Eje simple de ruedas dobles	10
B3	Eje simple de ruedas simples	7
	Eje tándem (1 eje de ruedas dobles)	15
C2	Eje simple de ruedas simples	7
	Eje simple de ruedas dobles	10
C3	Eje simple de ruedas simples	7
	Eje tándem (2 ejes de ruedas dobles)	16

Fuente: Manual de “Suelos, geología, geotecnia y pavimentos”, en base a guía AASHTO – 1993.

Según el censo realizado en Perú que se encuentra registrado en el manual de “suelos, geología, geotecnia y pavimento”, se puede identificar el peso promedio por cada eje de los distintos tipos de vehículos.

Tabla 3. Carga de eje según tipo de vehículo y tipo de eje.

Tipo de vehículo	Tipo de eje	Peso en tonelada por eje
Automóvil + Camioneta	Eje simple de ruedas simples	1
	Eje simple de ruedas simples	1
B2	Eje simple de ruedas simples	7
	Eje simple de ruedas dobles	10
B3	Eje simple de ruedas simples	7
	Eje tándem (1 eje de ruedas dobles)	15
C2	Eje simple de ruedas simples	7
	Eje simple de ruedas dobles	10
C3	Eje simple de ruedas simples	7
	Eje tándem (2 ejes de ruedas dobles)	16

Fuente: Elaboración propia en base a Manual de “Suelos, geología, geotecnia y pavimentos.

Remplazando el peso en toneladas por eje en la ecuación del factor de carga equivalente correspondiente a cada tipo de eje obtenemos los siguientes valores:

Tabla 4. Determinación del factor de equivalencia de carga.

Tipo de vehículo	Tipo de eje	Peso en tonelada por eje	Número de ejes	Factor de equivalencia de carga
Automóvil + Camioneta	Eje simple de ruedas simples	1	41	0,00053
	Eje simple de ruedas simples	1	41	0,00053
B2	Eje simple de ruedas simples	7	12	1,27
	Eje simple de ruedas dobles	10	12	2,21
B3	Eje simple de ruedas simples	7	6	1,27
	Eje tándem (1 eje de ruedas dobles)	15	6	1,055
C2	Eje simple de ruedas simples	7	4	1,27
	Eje simple de ruedas dobles	10	4	2,21
C3	Eje simple de ruedas simples	7	4	1,27
	Eje tándem (2 ejes de ruedas dobles)	16	4	1,26

Fuente: Elaboración propia.

Se debe multiplicar el número de ejes por su factor de equivalencia de carga correspondiente y sumar los resultados:

Tabla 5. Sumatoria del número de ejes multiplicado por su factor de carga equivalente respectivo.

Tipo de vehículo	Tipo de eje	Número de ejes	Factor de equivalencia de carga (FCE)	TPDA x FCE
Automóvil + Camioneta	Eje simple de ruedas simples	41	0,00053	0,022
	Eje simple de ruedas simples	41	0,00053	0,022
B2	Eje simple de ruedas simples	12	1,27	15,18
	Eje simple de ruedas dobles	12	2,21	26,54
B3	Eje simple de ruedas simples	6	1,27	7,59
	Eje tándem (1 eje de ruedas dobles)	6	1,055	6,33
C2	Eje simple de ruedas simples	4	1,27	5,061
	Eje simple de ruedas dobles	4	2,21	8,85
C3	Eje simple de ruedas simples	4	1,27	5,061
	Eje tándem (2 ejes de ruedas dobles)	4	1,26	5,042
Σ (TPDA x FCE) =				79,70

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente se determinó los ejes equivalentes reemplazando todos nuestros datos en la ecuación propuesta:

$$ESALs = W_{18} = \Sigma(TPDA * FCE) * 365 * Fca * Fb * Fd * Fc$$

$$ESALs = W_{18} = 79,70 * 365 * 5,42 * 1 * 0,5 * 1 = 78.787$$

$$ESALs = W_{18} = 78.787$$

$$ESALs = W_{18} = 7,88x 10^4$$

El número de ejes equivalentes esperados (W_{18}) calculados para el periodo de diseño propuesto de 5 años de un afirmado tendrá un valor de $7,88 \times 10^4$.

ANEXO IV

PRECIPITACIONES DIARIAS Y

COEFICIENTE DE DRENAJE

Datos estadísticos días de precipitaciones

Datos de la estación hidrometeorológica.-

Nombre de la estación hidrometeorológica: Estación "Tarija, aeropuerto".
Coordenadas geográficas latitud: -21,549238°
Coordenadas geográficas longitud: -64,707591°
Altura (m.s.n.m.): 1875

Año	N° días de precipitación	% días en un año
2012	41	11,23
2013	36	9,86
2014	39	10,68
2015	41	11,23
2016	34	9,32
2017	36	9,86
2018	53	14,52
2019	43	11,78
2020	42	11,51
2021	37	10,14
2022	30	8,22
N° días de precipitación:		40
% días de precipitación en un año:		10,96%

Precipitaciones diarias por año

Datos recolectados el año 2012			
N° de días	Fecha		Altura de agua (mm)
	Mes	Día	
1	1	1	5,20
2	1	5	16,20
3	1	6	37,40
4	1	11	17,40
5	1	14	4,60
6	1	16	3,20
7	1	19	3,20
8	1	21	3,20
9	1	24	18,20
10	1	31	41,40
11	2	1	8,20
12	2	2	26,40
13	2	3	7,40
14	2	8	13,60
15	2	9	17,20
16	2	20	15,20
17	2	22	8,50
18	2	23	8,80
19	2	24	19,60
20	3	6	36,50
21	3	13	14,10
22	3	22	16,20
23	3	26	19,40
24	3	27	2,80
25	4	9	8,20
26	4	11	16,40
27	4	12	2,70
28	4	21	2,10
29	10	8	7,70
30	10	21	3,80
31	10	31	9,60
32	11	1	2,20
33	11	4	25,90
34	11	18	20,30
35	11	22	20,30
36	11	29	6,30
37	12	16	2,60
38	12	18	5,00
39	12	20	30,90
40	12	21	4,00
41	12	25	9,80

Datos recolectados el año 2013			
N° de días	Fecha		Altura de agua (mm)
	Mes	Día	
1	1	1	9,90
2	1	6	3,80
3	1	13	29,20
4	1	14	5,40
5	1	15	5,90
6	1	17	23,30
7	1	18	14,30
8	1	19	18,00
9	1	20	6,00
10	1	21	2,10
11	1	23	19,30
12	1	31	23,60
13	2	1	8,30
14	2	2	4,20
15	2	3	17,80
16	2	5	11,80
17	2	6	7,40
18	2	13	19,30
19	2	17	13,10
20	2	18	14,30
21	2	25	3,30
22	8	24	7,20
23	10	13	11,80
24	10	14	4,20
25	10	31	3,00
26	11	1	10,80
27	11	19	4,40
28	11	22	20,20
29	11	28	2,30
30	11	29	5,80
31	12	6	3,00
32	12	7	11,40
33	12	9	24,10
34	12	10	3,30
35	12	12	14,60
36	12	15	8,60

Datos recolectados el año 2014			
N° de días	Fecha		Altura de agua (mm)
	Mes	Día	
1	1	1	9,2
2	1	2	3,8
3	1	8	13,2
4	1	17	4
5	1	24	67,3
6	1	26	2,7
7	1	29	9
8	1	30	18,5
9	1	31	4,5
10	2	1	9,9
11	2	2	11,1
12	2	3	15,1
13	2	6	9,7
14	2	10	10,2
15	2	12	15
16	2	13	2,3
17	2	25	2,3
18	3	2	10,1
19	3	7	10,1
20	3	18	14,8
21	3	25	21,5
22	4	4	7,4
23	6	27	2,1
24	9	6	5
25	9	12	3
26	10	3	8,5
27	10	17	18,5
28	10	19	13,5
29	10	21	4,7
30	10	23	8,4
31	10	24	3,2
32	10	31	28,7
33	11	11	24,3
34	11	12	6,1
35	11	26	4
36	12	10	11,8
37	12	17	3,2
38	12	27	24,2
39	12	28	8,3

Datos recolectados el año 2015			
N° de días	Fecha		Altura de agua (mm)
	Mes	Día	
1	1	1	14,80
2	1	6	31,80
3	1	7	14,10
4	1	10	5,70
5	1	11	17,90
6	1	13	39,90
7	1	14	18,20
8	1	15	5,30
9	1	18	18,80
10	1	19	5,20
11	1	20	7,20
12	1	28	25,70
13	1	29	25,60
14	2	5	49,60
15	2	8	58,80
16	2	10	15,10
17	2	12	40,00
18	2	15	25,50
19	2	27	15,30
20	3	3	27,80
21	3	7	12,20
22	3	8	4,50
23	3	10	2,50
24	3	20	29,80
25	4	11	10,60
26	4	17	6,70
27	10	2	15,80
28	10	22	8,20
29	10	24	4,30
30	10	26	9,40
31	10	30	3,00
32	11	10	19,20
33	11	14	15,40
34	11	25	9,60
35	12	4	22,00
36	12	5	11,30
37	12	9	2,40
38	12	18	50,60
39	12	24	9,60
40	12	28	10,70
41	12	31	4,70

Datos recolectados el año 2016			
N° de días	Fecha		Altura de agua (mm)
	Mes	Día	
1	1	2	5,30
2	1	5	29,70
3	1	12	9,40
4	1	13	11,60
5	1	17	26,80
6	1	18	3,30
7	1	26	3,20
8	1	29	15,20
9	1	30	24,70
10	2	8	15,20
11	2	9	4,60
12	2	13	35,60
13	2	19	2,90
14	2	22	11,80
15	2	23	5,60
16	2	27	6,00
17	3	1	6,80
18	8	6	7,00
19	8	7	2,80
20	9	23	2,30
21	10	2	13,40
22	11	7	12,20
23	11	10	12,20
24	11	11	10,80
25	11	14	3,00
26	11	21	4,90
27	11	27	3,80
28	11	28	11,00
29	12	8	6,60
30	12	13	8,30
31	12	19	15,10
32	12	26	14,00
33	12	27	15,50
34	12	30	2,30

Datos recolectados el año 2017			
N° de días	Fecha		Altura de agua (mm)
	Mes	Día	
1	1	4	4
2	1	5	10,8
3	1	7	4,9
4	1	10	16,9
5	1	15	25,2
6	1	23	18,7
7	1	31	15,7
8	2	2	5,3
9	2	3	15,2
10	2	6	26,7
11	2	11	23,6
12	2	12	2,6
13	2	19	7,8
14	2	24	2,1
15	3	1	3,1
16	3	3	10,2
17	3	10	13,7
18	3	13	3,4
19	3	16	57,3
20	3	22	9,4
21	3	23	14,8
22	3	24	17,8
23	4	1	13,3
24	4	17	2,4
25	9	5	9,3
26	9	28	11,7
27	10	7	4,2
28	11	15	2,2
29	11	26	2,6
30	11	30	8,2
31	12	1	3,2
32	12	4	11,5
33	12	18	13,4
34	12	22	47,2
35	12	24	25,7
36	12	28	2,9

Datos recolectados el año 2018			
N° de días	Fecha		Altura de agua (mm)
	Mes	Día	
1	1	1	2,80
2	1	7	9,20
3	1	8	4,20
4	1	12	5,20
5	1	13	4,40
6	1	14	42,90
7	1	19	4,10
8	1	21	33,00
9	1	25	15,30
10	1	26	18,20
11	1	27	16,80
12	1	28	3,50
13	1	29	21,90
14	1	31	9,80
15	2	1	6,30
16	2	4	2,70
17	2	7	3,00
18	2	8	3,80
19	2	11	9,30
20	2	12	7,20
21	2	13	3,10
22	2	17	17,80
23	2	25	10,40
24	3	3	5,60
25	3	6	10,30
26	3	16	4,50
27	3	25	13,20
28	4	13	6,50
29	5	6	5,80
30	9	25	19,20
31	9	29	2,80
32	10	10	9,40
33	10	19	13,80
34	10	20	7,30
35	10	23	32,60
36	10	24	3,00
37	10	26	2,50
38	11	5	2,50
39	11	6	56,20
40	11	7	22,20
41	11	19	9,20
42	11	28	4,80
43	12	1	12,20
44	12	2	5,80
45	12	7	2,20
46	12	15	5,80
47	12	17	47,90
48	12	18	3,60
49	12	19	18,60
50	12	22	9,20
51	12	24	6,20
52	12	29	13,70
53	12	31	8,40

Datos recolectados el año 2019			
N° de días	Fecha		Altura de agua (mm)
	Mes	Día	
1	1	3	12,00
2	1	4	8,00
3	1	5	10,90
4	1	7	7,60
5	1	11	5,40
6	1	15	40,10
7	1	18	21,80
8	1	27	4,40
9	1	28	2,10
10	1	29	2,30
11	1	31	10,20
12	2	2	47,30
13	2	3	7,20
14	2	11	13,30
15	2	12	26,20
16	2	13	4,90
17	2	26	9,50
18	2	27	5,20
19	3	6	8,40
20	3	9	29,70
21	3	14	2,10
22	3	17	2,60
23	3	20	3,10
24	3	21	3,80
25	3	26	5,50
26	4	1	55,00
27	4	5	5,40
28	4	6	3,90
29	7	24	5,40
30	7	25	11,10
31	10	2	7,50
32	10	5	12,40
33	10	31	29,90
34	11	5	2,90
35	11	10	12,30
36	11	13	14,60
37	11	23	11,60
38	11	27	15,20
39	12	1	4,00
40	12	9	4,70
41	12	13	12,80
42	12	21	3,40
43	12	30	32,20

Datos recolectados el año 2020			
N° de días	Fecha		Altura de agua (mm)
	Mes	Día	
1	1	3	7,2
2	1	6	87,2
3	1	13	3,3
4	1	15	2,6
5	1	16	4
6	1	17	36
7	1	22	9,8
8	1	28	16,6
9	1	29	2,3
10	1	30	3,8
11	2	3	12,2
12	2	8	9
13	2	19	15
14	2	24	2,1
15	2	26	8,4
16	2	29	8
17	3	16	26,7
18	3	19	7,4
19	3	20	2,1
20	9	14	14,2
21	10	15	9,8
22	10	17	2,9
23	10	23	5
24	10	24	32,3
25	10	25	9,2
26	10	29	4,1
27	11	8	14,2
28	11	9	5,7
29	11	12	10,3
30	11	18	3,3
31	11	27	8,9
32	11	30	5
33	12	1	22,3
34	12	3	5,6
35	12	5	8,2
36	12	9	13,2
37	12	17	4,8
38	12	24	3,2
39	12	25	5,4
40	12	26	13,2
41	12	30	23,7
42	12	31	7,9

Datos recolectados el año 2021			
N° de días	Fecha		Altura de agua (mm)
	Mes	Día	
1	1	4	25,40
2	1	6	8,40
3	1	7	12,20
4	1	9	6,80
5	1	25	16,10
6	1	26	3,90
7	1	27	4,30
8	2	3	14,20
9	2	9	6,40
10	2	10	3,60
11	2	11	7,40
12	2	12	10,90
13	2	15	20,60
14	2	20	10,20
15	2	27	2,30
16	3	4	13,20
17	3	5	15,80
18	3	16	2,80
19	3	17	2,20
20	3	18	2,10
21	3	21	13,90
22	3	27	5,80
23	4	6	11,20
24	4	25	3,20
25	9	21	6,20
26	9	22	4,10
27	11	1	14,80
28	11	2	7,40
29	11	5	4,90
30	11	11	5,30
31	11	24	68,40
32	11	26	6,60
33	12	11	10,10
34	12	21	6,10
35	12	23	13,70
36	12	24	3,10
37	12	25	5,40

Datos recolectados el año 2022			
N° de días	Fecha		Altura de agua (mm)
	Mes	Día	
1	1	5	42,90
2	1	6	4,30
3	1	11	6,00
4	1	18	22,70
5	1	19	9,20
6	1	24	11,20
7	1	25	3,00
8	1	27	38,40
9	1	28	9,20
10	1	31	39,20
11	2	1	2,20
12	2	5	20,70
13	2	10	13,00
14	2	11	12,00
15	2	12	10,80
16	2	22	13,00
17	3	1	16,90
18	3	8	6,50
19	3	11	4,00
20	3	12	4,50
21	3	25	2,20
22	4	8	22,20
23	12	1	16,10
24	12	2	5,70
25	12	9	75,80
26	12	10	16,60
27	12	12	4,80
28	12	21	12,80
29	12	22	18,40
30	12	24	14,30

Cálculo del coeficiente de drenaje de la capa base (m2) y capa subbase (m3)

Utilizando el valor del tiempo en que tarda en ser evacuada el agua de la capa base y capa subbase el cual tendrá una duración de 1 día y siguiendo recomendaciones de la guía AASHTO, podemos determinar la calidad de drenaje, interpretando la siguiente tabla:

Tabla 1. Calidad de drenaje

Calidad del drenaje	
Calidad de drenaje	Tiempo en que tarda el agua en ser evacuada
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Mediano	1 semana
Malo	1 mes
Muy malo	El agua no evacúa

Fuente: Guía AASHTO para el diseño de estructuras de pavimento (1993).

Debido a que el tiempo en que tarda el agua en ser evacuada tiene una duración de un día interpretando en la tabla anterior determinamos que:

Calidad de drenaje = Bueno

Con la calidad de drenaje obtenida la cual es “Buena” y con el porcentaje de tiempo en el que el pavimento está expuesto a niveles de humedad cercanos a la saturación el cual tiene un valor de 10,96% obtenida utilizando los valores de precipitación diarias por año, datos obtenidos de los registros del servicio nacional de meteorología e hidrología (SENAMHI), determinaremos los coeficientes de drenaje de la capa base (m2) y de la capa subbase (m3) interpretando la siguiente tabla:

Tabla 2. Coeficiente de drenaje

Calidad del drenaje	% del tiempo en que el pavimento está expuesto a niveles de humedad cercanos a la saturación.			
	Menor a 1%	1% - 5%	5% - 25%	Mayor a 25%
Excelente	1,40 - 1,35	1,35 - 1,30	1,30 - 1,20	1,20
Bueno	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 - 0,8	0,80 - 0,60	0,60
Muy pobre	1,05 - 0,95	0,95 - 0,75	0,75 - 0,40	0,40

Fuente: Guía AASHTO para el diseño de estructuras de pavimento (1993).

Realizamos una interpolación:

$$m = m_0 + \frac{m_1 - m_0}{x_1 - x_0} * (x - x_0)$$

% de tiempo de exposición a humedad		Coeficiente de drenaje	
x₀ =	5,00%	m₀ =	1,15
x =	10,96%	m =	???
x₁ =	25,00%	m₁ =	1,00
m =		1,11	

Debido a que la capa base y subbase presentan las mismas características de calidad de drenaje y se encuentran expuestas a la misma exposición a humedad estos tendrán el coeficiente de drenaje de la capa base (m₂) y el coeficiente de drenaje de la capa subbase (m₃) serán iguales los cuales tendrán un valor de:

$$m_2 = m_3 = 1,11$$