

ANEXO I
ENSAYO DE LABORATORIO



MÉTODO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO

PROYECTO: "Análisis del dimensionamiento de pavimentos rígidos ultradelgados con el software en caminos de bajo tráfico aplicado a la comunidad de Colonia Inlares-Bermejo"

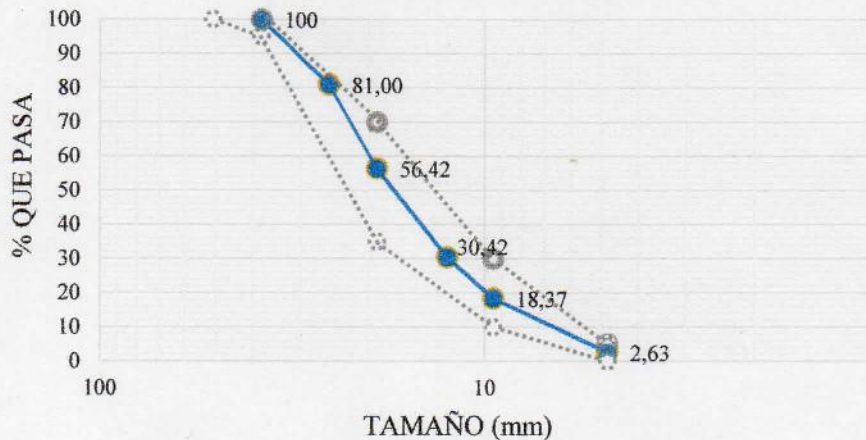
ELABORADO POR: Luis Ediberto Iporre Rengifo

PROCEDENCIA: "Rio Tarija" (Bermejo)

Granulometría del agregado grueso

Peso Total (gr.) =		9500					
Tamiz	Tamaño (mm)	Peso ret. (gr.)	Ret. Acumulado		% Que pasa del total	Especificación ASTM C-33	
			(gr)	(%)			
2 1/2"	63	0	0	0	100	100	100
2"	50,8	0	0	0	100	100	100
1 1/2"	38,1	0	0	0	100	95	100
1"	25,4	1805	1805	19	81,00		
3/4"	19,05	2335	4140	43,5789474	56,42	35	70
1/2"	12,5	2470	6610	69,5789474	30,42		
3/8"	9,5	1145	7755	81,6315789	18,37	10	30
Nº4	4,8	1495	9250	97,3684211	2,63	0	5
BASE	0	95	9345	98,3684211	1,63		
SUMA =		9345					
PÉRDIDAS =		155					
MF =		7,23					

CURVA GRANULOMÉTRICA Y CONTROL GRANULOMETRICO A.S.T.M. C-33



Univ. Luis E. Iporre Rengifo
LABORATORISTA

Ing. Moisés Díaz Ayarde

RESP. DE LAB. DE HORMIGONES Y RESIST. DE
LOS MATERIALES





MÉTODO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO

PROYECTO: "Análisis del dimensionamiento de pavimentos rígidos ultradelgados con el software en caminos de bajo tráfico aplicado a la comunidad de Colonia Inlares-Bermejo"

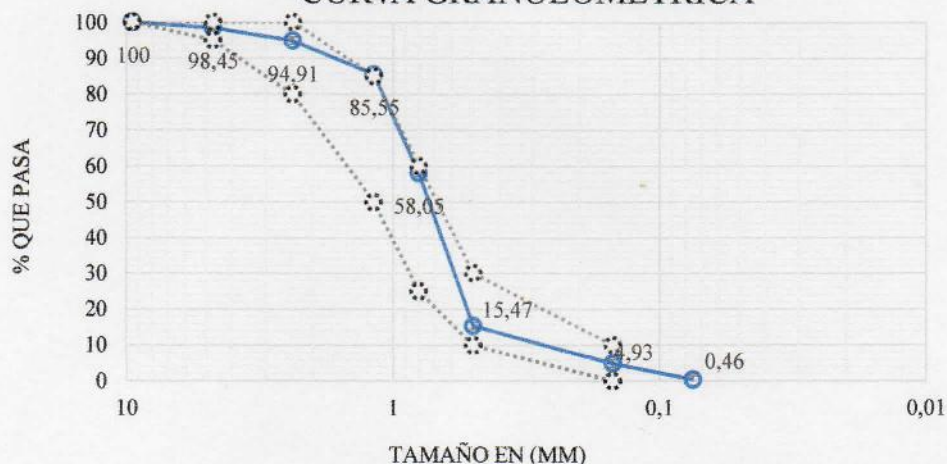
ELABORADO POR: Luis Ediberto Iporre Rengifo

PROCEDENCIA: "Rio Tarija" (Bermejo)

Granulometría del agregado fino

Peso total (gr)		1000			% que pasa del total	Especificación ASTM C-33	
Tamiz	Tamaño (mm)	Peso ret. (gr)	Peso ret. acumulado (gr)	(%)			
3/8	9,50	0,00	0,00	0,00	100,0	100	100
Nº4	4,75	15,50	15,50	1,55	98,5	95	100
Nº8	2,38	35,40	50,90	5,09	94,9	80	100
Nº16	1,18	93,60	144,50	14,45	85,6	50	85
Nº30	0,80	275,00	419,50	41,95	58,1	25	60
Nº50	0,50	425,80	845,30	84,53	15,5	10	30
Nº100	0,15	105,40	950,70	95,07	4,9	2	10
Nº200	0,075	44,70	995,40	99,54	0,5		
BASE		2,50	997,90	99,79	0,2		
Suma =		997,9					
Pérdidas =		2,1					
Módulo de finura MF =		2,43					

CURVA GRANULOMÉTRICA



Univ. Luis E. Iporre Rengifo
LABORATORISTA

Ing. Moisés Díaz Ayarde
RESP. DE LAB. DE HORMIGONES Y RESIST. DE
LOS MATERIALES



**PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO (Grava)**

PROYECTO: "Análisis del dimensionamiento de pavimentos rígidos ultradelgados con el software en caminos de bajo tráfico aplicado a la comunidad de Colonia Linares-Bermejo"

ELABORADO POR: Luis Ediberto Iporre Rengifo

PROCEDENCIA: "Rio Tarija" (Bermejo)

Peso unitario suelto del agregado grueso (grava)

Muestra N°	Peso recipiente (gr)	Volumen recipiente (cm ³)	Peso recip. + muestra suelta (gr)	Peso muestra suelta (gr)	Peso unitario suelto (gr/cm ³)
1	5720	9977,16	21375	15655	1,57
2	5720	9977,16	21430	15710	1,57
3	5720	9977,16	21300	15580	1,56
Promedio					1,57

Peso unitario compactado del agregado grueso (grava)

Muestra N°	Peso recipiente (gr)	Volumen recipiente (cm ³)	Peso recip. + muestra suelta (gr)	Peso muestra suelta (gr)	Peso unitario suelto (gr/cm ³)
1	5720	9977,16	22255	16535	1,66
2	5720	9977,16	22525	16805	1,68
3	5720	9977,16	22450	16730	1,68
Promedio					1,67



Univ. Luis E. Iporre Rengifo

LABORATORISTA

Ing. Moisés Díaz Ayarde

**RESP. DE LAB. DE HORMIGONES Y RESIST. DE
LOS MATERIALES**



PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO (Arena)

PROYECTO: "Análisis del dimensionamiento de pavimentos rígidos ultradelgados con el software en caminos de bajo tráfico aplicado a la comuna de Colonia Linares-Bermejo"

ELABORADO POR: Luis Ediberto Iporre Rengifo

PROCEDENCIA: "Rio Tarija" (Bermejo)

Peso unitario suelto del agregado fino (arena)

Muestra N°	Peso recipiente (gr)	Volumen recipiente (cm ³)	Peso recip. + muestra suelta (gr)	Peso muestra suelta (gr)	Peso unitario suelto (gr/cm ³)
1	2605	3033,59	7305	4700	1,55
2	2605	3033,59	7300	4695	1,55
3	2605	3033,59	7280	4675	1,54
Promedio					1,55

Peso unitario compactado del agregado fino (arena)

Muestra N°	Peso recipiente (gr)	Volumen recipiente (cm ³)	Peso recip. + muestra suelta (gr)	Peso muestra suelta (gr)	Peso unitario suelto (gr/cm ³)
1	2605	3033,59	7650	5045	1,66
2	2605	3033,59	7665	5060	1,67
3	2605	3033,59	7670	5065	1,67
Promedio					1,67



Univ. Luis E. Iporre Rengifo
LABORATORISTA

Ing. Moisés Díaz Ayarde
RESP. DE LAB. DE HORMIGONES Y RESIST. DE
LOS MATERIALES

**PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE LOS AGREGADOS**

PROYECTO: "Análisis del dimensionamiento de pavimentos rígidos ultradelgados con el software en caminos de bajo tráfico aplicado a la comunidad de Colonia Inares-Bermejo"

ELABORADO POR: Luis Ediberto Iporre Rengifo

PROCEDENCIA: "Rio Tarija" (Bermejo)

Peso específico del agregado grueso (grava)

MUESTRA N°	Peso de la muestra secada "A" (gr)	Peso de muestra secada con sup. seca "B" (gr)	Peso muestra saturada dentro del agua "C" (gr)	P.E. granel (gr/cm ³)	P.E. S.S.S. (gr/cm ³)	P.E. aparente (gr/cm ³)	% de abs.
1	4950,40	5000,00	3130,00	2,65	2,67	2,72	1,00
2	4951,10	5000,00	3120,00	2,63	2,66	2,70	0,99
3	4950,10	5000,00	3130,00	2,65	2,67	2,72	1,01
PROMEDIO				2,64	2,67	2,71	1,00

Peso específico del agregado fino (arena)

N°	Peso muestra (gr)	Peso matraz (gr)	Muestra + matraz + agua (gr)	Peso agua agregado al matraz "W" (ml) ó (gr)	Peso muestra secada "A" (gr)	Vol. Del matraz "V" (ml)	P. E.	P. E.	P. E.	% de ABS.
							granel (gr/cm ³)	S.S.S. (gr/cm ³)	aparente (gr/cm ³)	
1	500	222,1	1024,6	302,50	495,80	500,00	2,51	2,53	2,56	0,84
2	500	227,3	1015,4	288,10	497,10	500,00	2,35	2,36	2,38	0,58
3	500	225	1015,6	290,60	496,20	500,00	2,37	2,39	2,41	0,76
PROMEDIO							2,41	2,43	2,45	0,73



Univ. Luis E. Iporre Rengifo

LABORATORISTA

Ing. Moisés Díaz Ayarde

RESP. DE LAB. DE HORMIGONES Y RESIST. DE
LOS MATERIALES



MÓDULO DE FINURA DEL CEMENTO

PROYECTO: "Análisis del dimensionamiento de pavimentos rígidos ultradelgados con el software en caminos de bajo tráfico aplicado a la comunidad de Colonia Inares-Bermejo"

ELABORADO POR: Luis Ediberto Iporre Rengifo

PROCEDENCIA: "Río Tarija" (Bermejo)

Módulo de finura del cemento

Parámetro	Unidad	Datos obtenidos			Promedio finura del cemento
Peso retenido en tamiz N°40	gr.	0,05	0,05	0,04	13,60
Peso retenido en tamiz N°200	gr.	7,80	6,50	6,10	
Peso retenido en la base	gr.	41,58	43,06	42,7	
Finura del cemento (F)	%	15,6	13	12,2	



Univ. Luis E. Iporre Rengifo
LABORATORISTA

Ing. Moisés Díaz Ayarde
RESP. DE LAB. DE HORMIGONES Y RESIST. DE
LOS MATERIALES



PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO

PROYECTO: "Análisis del dimensionamiento de pavimentos rígidos ultradelgados con el software en caminos de bajo tráfico aplicado a la comunidad de Colonia Inares-Bermejo"

ELABORADO POR: Luis Ediberto Iporre Rengifo

PROCEDENCIA: "Rio Tarija" (Bermejo)

Peso específico del cemento

Ensayo	Datos	Peso específico
Peso (Matraz + Kerosene) (gr)	537,3	3,149
Peso (Matraz + Kerosene + Cemento) (gr)	585,8	
Volumen Desplazado (m ³)	20,33	
Peso (Muestra) (gr)	64	



Univ. Luis E. Iporre Rengifo
LABORATORISTA

Ing. Moisés Díaz Ayarde
**RESP. DE LAB. DE HORMIGONES Y RESIST. DE
LOS MATERIALES**



DOSIFICACIÓN DEL HORMIGON MÉTODO ACI-211

PROYECTO: "Análisis del dimensionamiento de pavimentos rígidos ultradelgados con el software en caminos de bajo tráfico aplicado a la comunidad de Colonia Inares-Bermejo"

ELABORADO POR: Luis Ediberto Iporre Rengifo

PROCEDENCIA: "Rio Tarija" (Bermejo)

CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS

ENSAYO	Unidad	Valor
1.- Modulo de finura de la arena (MF)	s/u	2,43
2.- Peso unitario Compactado de la grava (PUC)	kg/m ³	1673
3.- Peso específico de la arena (γ_f)	gr/cm ³	2,45
4.- Peso específico de la grava (γ_g)	gr/cm ³	2,71
5.- Absorción de la arena (Aa)	%	0,73
6.- Absorción de la Grava (Ag)	%	1,0
7.- Humedad de la Arena (Ha)	%	0,24
8.- Humedad de la Grava (Hg)	%	0,17
9.- Tamaño máximo Nominal (TMN)	pulg	1"
10.- Tamaño Máximo (TM)	pulg	1 1/2"
11.- Peso específico del cemento	gr/cm ³	3,149

CARACTERÍSTICAS DEL DISEÑO

Resistencia de diseño (fck)	280	kg/cm ²
Resistencia Característica (fck) (Tabla 11.12)	365	kg/cm ²
Asentamiento (S) (Tabla 11.4)	1	pulg
Relacion Agua / Cemento (a/c) (Tabla 11.13)	0,48	s/u

DATOS DE TABLAS

Vol. Agr. Grueso / Vol. unitario concreto (b/bo) (Tabla 11.15)	0,75	s/u
Requerimiento de Agua (A) (Tabla 11.6)	150	kg/m ³

Univ. Luis E. Iporre Rengifo
LABORATORISTA


Ing. Moisés Díaz Ayarde
RESP. DE LAB. DE HORMIGONES Y RESIST. DE
LOS MATERIALES

CALCULOS

Peso Agregado Grueso (Pag)	= (b/bo)xPUC	1254,75 kg/m ³
Peso cemento (Pc)	= A / (a/c)	312,50 kg/m ³
Volumen de Agregado Grueso (Vag)	= Pag/γg	462,27 lt/m ³
Volumen del cemento (Vc)	= Pc/γc	99,24 lt/m ³
Volumen de Arena (Vaf)	= 1000 - Vc - A - Vag	288,49 lt/m ³
Peso del agregado fino (Paf)	= Vaf x γf	707,46 kg/m ³

PESOS SECOS DE LOS INGREDIENTES POR (m³) DE CONCRETO

Ingrediente	Peso seco kg/m ³	Volumen absoluto lt/m ³	Peso especifico gr/cm ³
Cemento	312,50	99,24	3,149
Agua	150	150	1
Grava	1254,75	462,27	2,71
Arena	707,46	288,49	2,45
TOTAL	2424,71	1000,00	

PESOS HUMEDOS DE LOS MATERIALES

Peso húmedo de la arena (Pha)	= Paf x (1 + Ha)	709,16 kg/m ³
Peso húmedo de la grava (Phg)	= Pag x (1 + Hg)	1256,88 kg/m ³

CORRECCION DEL AGUA

Agua corregida a la grava (Acg)	= Pag x (Ag - Hg)	10,41 lt/m ³
Agua corregida a la arena (Acf)	= Paf x (Aa - Ha)	3,44 lt/m ³
Total agua corregida (Atc)	= Acg + Acf	13,86 lt/m ³

PESOS HUMEDOS DE LOS INGREDIENTES POR (m³) DE HORMIGÓN

Ingrediente	Peso Seco kg/m ³	Peso Húmedo kg/m ³
Cemento	312,50	312,50
Agua	150,00	136,14
Grava	1254,75	1256,88
Arena	707,46	709,16
TOTAL	2424,71	2414,69

PROPORCIONES DE MEZCLA

Cemento	Arena	Grava
1,0	2,3	4,0



Univ. Luis E. Iporre Rengifo
LABORATORISTA

Ing. Moisés Díaz Ayarde

RESP. DE LAB. DE HORMIGONES Y RESIST. DE LOS
MATERIALES



ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN

PROYECTO: "Análisis del dimensionamiento de pavimentos rígidos ultradelgados con el software en caminos de bajo tráfico aplicado a la comunidad de Colonia Inlares-Bermejo"
ELABORADO POR: Luis Ediberto Iporre Rengifo
PROCEDENCIA: "Rio Tarija" (Bermejo)

Resultados de resistencia de las probetas cilíndricas sin fibra

N°	Datos de las probetas			Cantidad de fibra en 1 probeta (gr)	Resistencia a los 28 días (kg/cm ²)	Promedio resistencia a los 28 días (kg/cm ²)
	Diámetro (cm)	Alto (cm)	Peso (kg)			
1	15,000	30,000	14,045	Convencional	220,25	213,04
2	15,000	30,000	13,945	Convencional	203,88	
3	15,000	30,000	14,015	Convencional	214,98	

Resultados de resistencia de las probetas cilíndricas con fibras metálica

N°	Datos de las probetas			Cantidad de fibra en 1 probeta (gr)	Resistencia a los 28 días (kg/cm ²)	Promedio resistencia a los 28 días (kg/cm ²)
	Diámetro (cm)	Alto (cm)	Peso (kg)			
1	15,200	30,500	14,045	79,52	255,45	258,24
2	15,000	30,000	13,945	79,52	259,49	
3	15,000	30,500	14,015	79,52	259,79	



Univ. Luis E. Iporre Rengifo
LABORATORISTA

Ing. Moisés Díaz Ayarde
RESP. DE LAB. DE HORMIGONES Y RESIST. DE LOS MATERIALES



ENSAYO DE RESISTENCIA A FLEJO-TRACCIÓN DEL HORMIGÓN

PROYECTO: "Análisis del dimensionamiento de pavimentos rígidos ultradelgados con el software en caminos de bajo tráfico aplicado a la comunidad de Colonia Iniares-Bermejo"

ELABORADO POR: Luis Ediberto Iporre Rengifo

PROCEDENCIA: "Rio Tarija" (Bermejo)

$$f_t = \frac{P * L}{b * h^2}$$

Resultados de resistencia de las vigas estándar sin fibra

Datos de las probetas				Cantidad de fibra en 1 viga (gr)	Resistencia a los 28 días (kg/cm ²)	Promedio resistencia a los 28 días (kg/cm ²)
Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)	Peso (kg)			
1	50,4	14,500	15,300	25,92	Convencional	32,22
2	50,0	15,000	15,000	26,125	Convencional	32,33
3	505,0	15,400	15,400	27,08	Convencional	33,04

Resultados de resistencia de las vigas estándar con fibra metálica

Datos de las probetas				Cantidad de fibra en 1 viga (gr)	Resistencia a los 28 días (kg/cm ²)	Promedio resistencia a los 28 días (kg/cm ²)
Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)	Peso (kg)			
1	50,0	15,000	15,000	28,985	168,75	45,38
2	50,0	15,000	15,000	27,080	168,75	44,77
3	50,0	15,000	15,000	27,970	168,75	46,09



Univ. Luis E. Iporre Rengifo

LABORATORISTA

Ing. Moisés Díaz Ayarde

RESP. DE LAB. DE HORMIGONES Y RESIST. DE LOS MATERIALES

MÉTODO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL SUELO

PROYECTO: "Análisis de dimensionamiento de pavimentos rígidos ultradelgados con el software optipave en caminos de bajo tráfico aplicado a la comunidad de Colonia Linares-Bermejo"

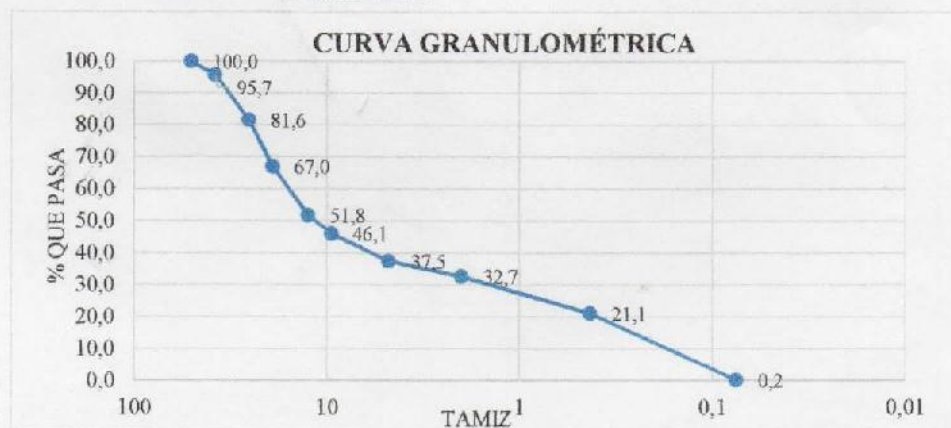
LABORATORISTA: Luis Ediberto Iporre Rengifo

FECHA: 13-05-22

PROCEDENCIA: Camino principal de la comunidad Colonia Linares - Bermejo - Tarija

Análisis granulométrico del suelo subrasante – camino principal de la comunidad

Peso Total (gr.) =			4267,9		
Tamiz	Tamaño (mm.)	Retenido (gr.)	Retenido Acumulado		pasa del total
			(gr.)	(%)	
2 1/2"	63	0,00	0,00	0,00	100,0
2	50,8	0,00	0,00	0,00	100,0
1 1/2	38,10	182,60	182,60	4,28	95,7
1	25,40	603,30	785,90	18,41	81,6
3/4	19,10	622,70	1408,60	33,00	67,0
1/2	12,50	647,20	2055,80	48,17	51,8
3/8	9,50	243,40	2299,20	53,87	46,1
Nº4	4,75	367,40	2666,60	62,48	37,5
Nº10	2,00	204,10	2870,70	67,26	32,7
Nº40	0,43	496,80	3367,50	78,90	21,1
Nº200	0,08	890,90	4258,40	99,78	0,2
BASE	0	8,60	4267,00	99,98	0,0
SUMA =		4267,00			
PÉRDIDAS =		0,90			



Univ. Luis E. Iporre Rengifo

LABORATORISTA


 Ing. José Ricardo Arce
ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS U.A.J.M.S.





COMPACTACIÓN DEL SUELO PRÓCTOR T-180

PROYECTO: "Análisis de dimensionamiento de pavimentos rígidos ultradelgados con el software optipave en caminos de bajo tráfico aplicado a la comunidad de Colonia Linares-Bermejo"

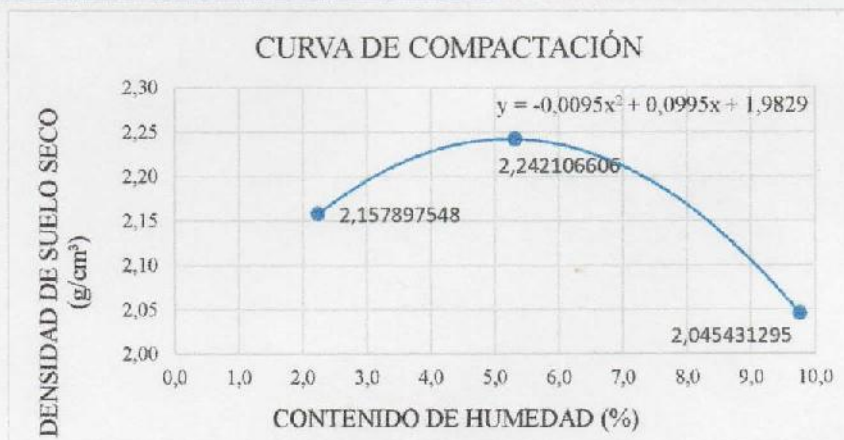
LABORATORISTA: Luis Ediberto Iporre Rengifo

FECHA: 13-05-22

PROCEDENCIA: Camino principal de la comunidad Colonia Linares - Bermejo - Tarija

Compactación próctor (1) T-180

Numero de capas	5	5	5
Numero de golpes por capa	56	56	56
Peso suelo húmedo + molde (gr)	7442,7	7771,5	7524,8
Peso del molde (gr)	2766,4	2766,4	2766,4
Peso suelo húmedo (gr)	4676,3	5005,1	4758,4
Volumen de la muestra	2119,6	2119,6	2119,6
Densidad suelo húmedo (gr/cm ³)	2,21	2,36	2,24
Cápsula Nro.	1	2	3
Peso suelo húmedo + cápsula (gr)	65,07	66,4	75,78
Peso suelo seco + cápsula (gr)	63,94	63,69	70,17
Peso del agua (gr)	1,13	2,71	5,61
Peso de la cápsula	13,52	12,75	12,67
Peso suelo seco (gr)	50,42	50,94	57,50
Contenido de humedad (%h)	2,24	5,32	9,76
Densidad de suelo seco (gr/cm ³)	2,16	2,24	2,05
Densidad máxima (gr/cm ³)		2,24	
Humedad optima (%)		5,24	



Univ. Luis E. Iporre Rengifo

LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce

ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS



**COMPACTACIÓN DEL SUELO PRÓCTOR T-180**

PROYECTO: "Análisis de dimensionamiento de pavimentos rígidos ultradelgados con el software optipave e en caminos de bajo tráfico aplicado a la comunidad de Colonia Linares-Bermejo"

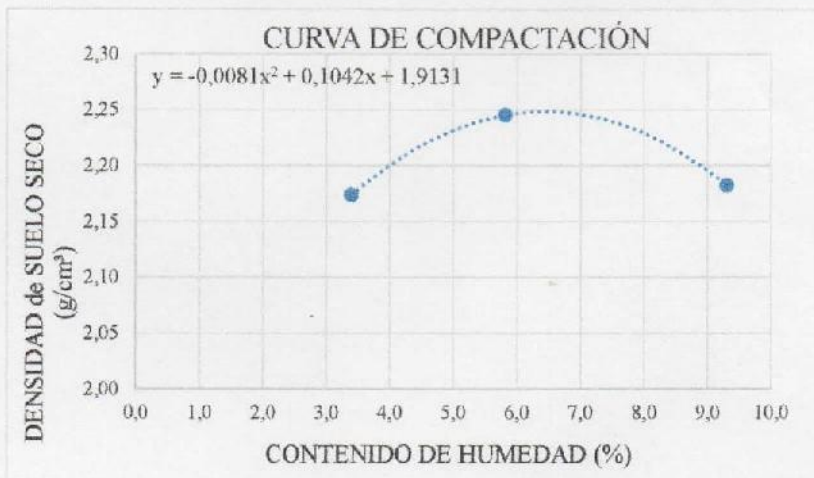
LABORATORISTA: Luis Ediberto Iporre Rengifo

FECHA: 13-05-22

PROCEDENCIA: Camino principal de la comunidad Colonia Linares - Bermejo - Tarija

Compactación próctor (2) T-180

Numero de capas	5	5	5
Numero de golpes por capa	56	56	56
Peso suelo húmedo + molde (gr)	7435,7	7705,3	7724,5
Peso del molde (gr)	2718,7	2718,7	2718,7
Peso suelo húmedo (gr)	4717	4986,6	5005,8
Volumen de la muestra	2098,5	2098,5	2098,5
Densidad suelo húmedo (gr/cm ³)	2,25	2,38	2,39
Cápsula Nro.	1	2	3
Peso suelo húmedo + cápsula (gr)	58,2	55,3	48,65
Peso suelo seco + cápsula (gr)	56,7	53	45,7
Peso del agua (gr)	1,5	2,3	2,95
Peso de la cápsula	12,6	13,5	14
Peso suelo seco (gr)	44,1	39,5	31,70
Contenido de humedad (%h)	3,40	5,82	9,31
Densidad de suelo seco (gr/cm ³)	2,17	2,25	2,18
Densidad máxima (gr/cm ³)	2,25		
Humedad optima (%)	6,43		



Univ. Luis E. Iporre Rengifo

LABORATORISTA


 Ing. José Ricardo Arce
ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS U.A.M.





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

PROGRAMA INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE SUELOS

MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA CBR DE SUELOS

PROYECTO: "Análisis de dimensionamiento de pavimentos rígidos ultradelgados con el software optipave en caminos de bajo tráfico aplicado a la comunidad de Colonia Linares-Bermejo"

LABORATORISTA: Luis Ediberto Iporre Rengifo

FECHA: 23-05-22

PROCEDENCIA: Camino principal de la comunidad Colonia Linares - Bermejo - Tarija

Datos y cálculos del ensayo de CBR 1

Nº capas	5			5			5		
Nº golpes por capa	12			25			56		
Condición de muestra	Antes de mojarse		D. de m.	Antes de mojarse		D. de m.	Antes de mojarse		D. de m.
Peso muestra húm.+molde	12020,1		11365	11238,1		11200	13095,2		11005
Peso molde	7340,9		7180	6296		6574	7988		6680
Peso muestra húmeda	4679,2		4185	4942,1		4626	5107		4325
Volumen de la muestra	3227,5		3210	3242,1		3210	3182,3		3210
Peso unit. muestra húm.	1,4498		1,304	1,5244		1,441	1,6049		1,347
Muestra de humedad	Fondo	Sup.	2" Sup.	Fondo	Sup.	2" Sup.	Fondo	Sup.	2" Sup.
Tara Nº	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Peso muestra húm + tara	43,9	80,1	65,85	52	51,2	57,2	53,2	54,6	76,1
Peso muestra seca + tara	42,3	76,4	61,6	49,1	49,2	54,1	51,1	53	73,1
Peso del agua	1,6	3,7	4,25	2,9	2	3,1	2,1	1,6	3
Peso de tara	13,6	14	12,3	12,6	13,4	13,3	12,5	13,8	13,3
Peso de la muestra seca	28,7	62,4	49,3	36,5	35,8	40,8	38,6	39,2	59,8
Contenido humedad %	5,57	5,93	8,62	7,95	5,59	7,6	5,44	4,08	5,02
Promedio cont. humedad	5,75		8,62	6,77		7,6	4,76		5,02
Peso unit. muestra seca	1,3709		1,2	1,4278		1,34	1,532		1,28

Expansión

Fecha	Hora	Tiempo en días	Molde Nº 1			Molde Nº 2			Molde Nº 3		
			Lect.	Expansión		Lect.	Expansión		Lect.	Expansión	
			Extens.	cm.	%	Extens.	cm.	%	Extens.	cm.	%
	17:00	1	24,2	2,42	0	24,3	2,43	0	23,57	2,357	0
	17:00	2	24,93	2,493	0,411	24,34	2,434	0,022	25,56	2,556	1,119
	17:00	3	25,25	2,525	0,591	24,37	2,437	0,039	25,7	2,57	1,198
	17:00	4	26,2	2,62	1,125	24,72	2,472	0,236	26,23	2,623	1,496

CBR

Penetración		Carga	Molde Nº 1				Molde Nº 2				Molde Nº 3			
Plg.	mm	kg	Carga ensayo		C.B.R. corregido		Carga ensayo		C.B.R. corregido		Carga ensayo		C.B.R. corregido	
			kg	kg/cm ²	kg	%	kg	kg/cm ²	kg	%	kg	kg/cm ²	kg	%
0	0		0	0			0	0			0	0		
0,025	0,63		18,88	0,98			60,653	3,313			17,52	0,91		
0,05	1,27		160,5	8,29			106,05	5,48			106,1	5,48		
0,075	1,9		278,6	14,39			264,96	13,69			278,6	14,39		
0,1	2,54	1360	305,8	15,8	22,27	355,76	18,38		26,26	428,4	22,13		31,62	
0,2	5,08	2040	419,3	21,66	20,63	741,67	38,32		36,49	841,6	43,48		41,4	
0,3	7,62		460,2	23,78			818,85	42,31		1137	58,73			
0,4	10,16		460,2	23,78			905,11	46,76		1327	68,58			
0,5	12,7		451,1	23,31			991,37	51,22		1809	93,44			

Univ. Luis E. Iporre Rengifo

LABORATORISTA

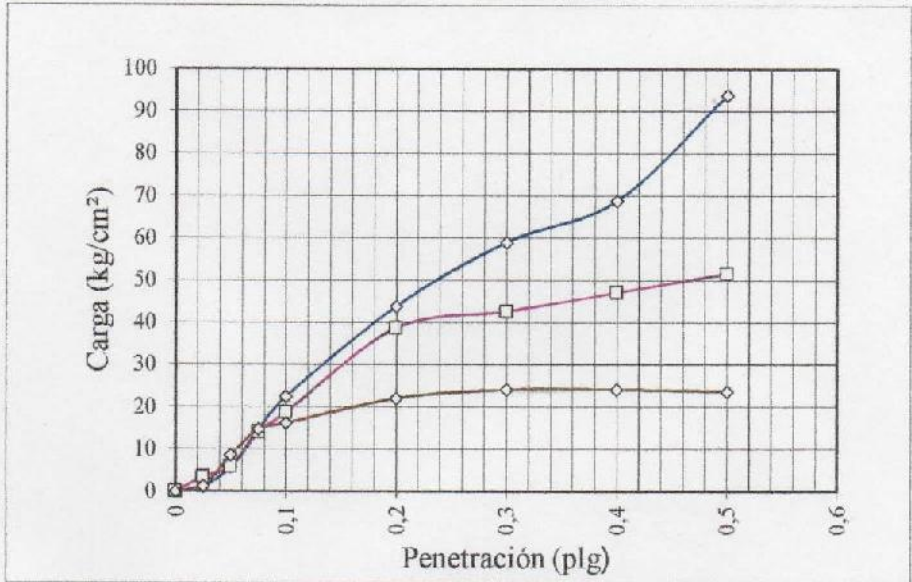
Ing. José Ricardo Arce

ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS U.A.J.M.S.

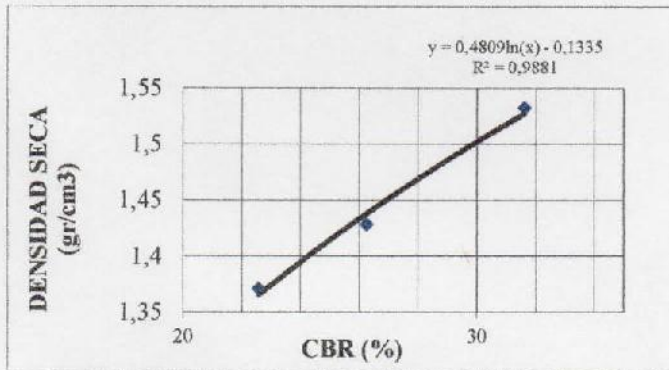
Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de ingeniería civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación es enteramente responsabilidad del investigador.



Curva carga vs Penetración



CBR vs Peso unitario



CBR 100% Densidad máx.
79,86%
CBR 95% Densidad máx.
63,27%

Univ. Luis E. Iporre Rengifo
LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce
ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS U.A.J.M.S.





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
PROGRAMA INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA CBR DE SUELOS

PROYECTO: "Análisis de dimensionamiento de pavimentos rígidos ultradelgados con el software optipave en caminos de bajo tráfico aplicado a la comunidad de Colonia Linares-Bermejo"

LABORATORISTA: Luis Ediberto Iporre Rengifo

FECHA: 23-05-22

PROCEDENCIA: Camino principal de la comunidad Colonia Linares - Bermejo - Tarija

Datos y cálculos del ensayo de CBR 2

Nº capas	5			5			5		
Nº golpes por capa	12			25			56		
Condición de muestra	Antes de mojarse		D. de m.	Antes de		D. de m.	Antes de		D. de m.
Peso muestra húm. +molde	11610		11365	11465		11200	13140		11005
Peso molde	6985		7180	6625		6574	7960		6680
Peso muestra húmeda	4625		4185	4840		4626	5180		4325
Volumen de la muestra	3211,00		3210	3211,00		3210	3211,00		3210
Peso unit. muestra húm.	1,4404		1,304	1,5073		1,441	1,6132		1,347
Muestra de humedad	Fondo	Sup.	2" Sup.	Fondo	Sup.	2" Sup.	Fondo	Sup.	2" Sup.
Tara Nº	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Peso muestra húm + tara	41,50	74,80	65,85	65,00	80,20	57,2	58,40	56,80	76,1
Peso muestra seca + tara	40,10	71,50	61,6	61,50	76,50	54,1	56,00	54,50	73,1
Peso del agua	1,40	3,30	4,25	3,50	3,70	3,1	2,40	2,30	3
Peso de tara	12,80	13,50	12,3	14,00	13,00	13,3	12,50	13,80	13,3
Peso de la muestra seca	27,30	58,00	49,3	47,50	63,50	40,8	43,50	40,70	59,8
Contenido humedad %	5,13	5,69	8,62	7,37	5,83	7,6	5,52	5,65	5,02
Promedio cont. humedad	5,41		8,62	6,6		7,6	5,58		5,02
Peso unit. muestra seca	1,37		1,2	1,41		1,34	1,53		1,28

Expansión

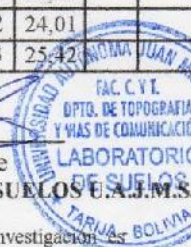
Fecha	Hora	Tiempo en días	Molde Nº 1			Molde Nº 2			Molde Nº 3		
			Lect.	Expansión		Lect.	Expansión		Lect.	Expansión	
			Extens.	cm.	%	Extens.	cm.	%	Extens.	cm.	%
17:00		1	22,77	2,277	0	24,66	2,466	0	24,41	2,441	0
17:00		2	23,41	2,341	0,36	24,71	2,471	0,0281	24,60	2,46	0,1069
17:00		3	23,44	2,344	0,377	24,78	2,478	0,0675	24,63	2,463	0,1237
17:00		4	23,44	2,344	0,377	24,82	2,482	0,09	24,63	2,463	0,1294

CBR

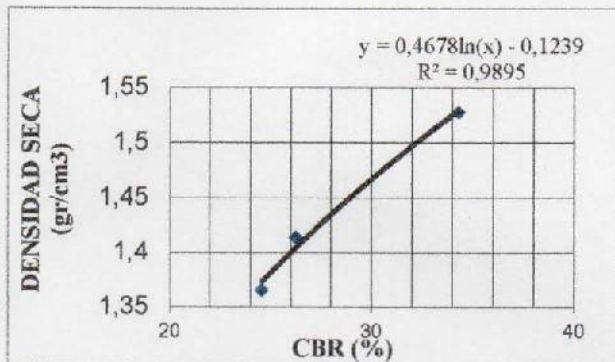
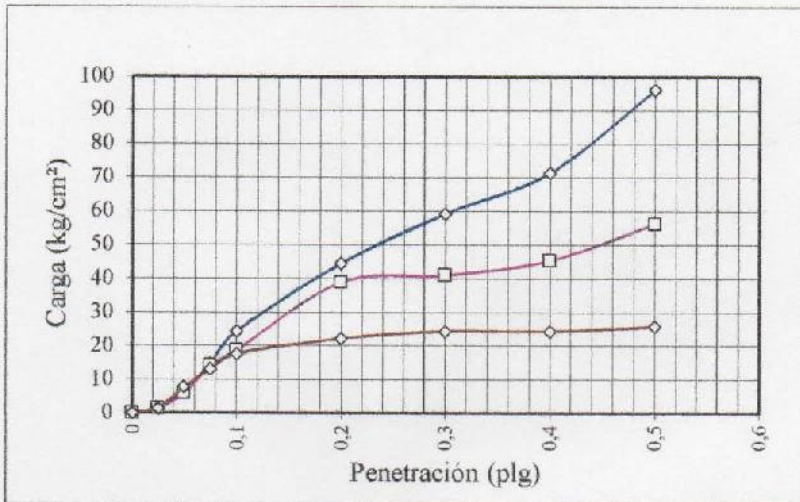
Penetración		Carga	Molde Nº 1				Molde Nº 2				Molde Nº 3			
Plg.	mm	kg	Carga ensayo		C.B.R. corregido		Carga ensayo		C.B.R. corregido		Carga ensayo		C.B.R. corregido	
			kg	kg/cm ²	kg	%	kg	kg/cm ²	kg	%	kg	kg/cm ²	kg	%
0	0		0	0			0	0			0	0		
0,025	0,63		17,522	0,91			18,88	0,98			17,5221	0,91		
0,05	1,27		142,37	7,36			106,1	5,48			142,375	7,36		
0,075	1,9		246,8	12,75			265	13,69			246,797	12,75		
0,1	2,54	1360	333,06	17,21		24,6	355,8	18,38		26,26	333,059	17,21		34,3
0,2	5,08	2040	423,86	21,90		20,9	746,2	38,55		36,72	423,861	21,90		42,1
0,3	7,62		464,72	24,01			787,1	40,67			464,722	24,01		
0,4	10,16		464,72	24,01			873,3	45,12			464,722	24,01		
0,5	12,7		491,96	25,42			1082	55,91			491,963	25,42		

Univ. Luis E. Iporre Rengifo
LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce
ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS U.A.J.M.S.



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



CBR 100% Densidad máx.
94,15%
CBR 95% Densidad máx.
74,03%

Univ. Luis E. Iporre Rengifo
LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce
ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS U.A.J.M.S.



ANEXO II
AFORO DE VEHÍCULOS

Aforo de vehículos que ingresan a la comunidad Colonia Linares-Bermejo, aforo durante 1 semana 24 hrs.

Calle principal de ingreso a la comunidad Colonia Linares				
lunes 27 de septiembre de 2021				
Clase de vehículo	Liviano	Mediano	Pesado	Total
Hora				
6:00-7:00	2	1	1	4
7:00-8:00	4	2	1	7
8:00-9:00	7	1	2	10
9:00-10:00	11	1	2	14
10:00-11:00	13	1	1	15
11:00-12:00	15	2	2	19
12:00-13:00	17	2	1	20
13:00-14:00	15	1	1	17
14:00-15:00	13	1	2	16
15:00-16:00	12	2	1	15
16:00-17:00	10	1	1	12
17:00-18:00	8	2	1	11
18:00-19:00	9	2	1	12
19:00-20:00	7	1	1	9
20:00-21:00	5	1	0	6
21:00-22:00	5	0	0	5
22:00-23:00	4	1	0	5
23:00-24:00	3	1	0	4
24:00-1:00	0	0	0	0
1:00-2:00	0	0	0	0
2:00-3:00	0	0	0	0
3:00-4:00	1	1	0	2
4:00-5:00	2	1	0	3
5:00-6:00	2	1	1	4
TD	165	26	19	210

Calle principal de ingreso a la comunidad Colonia Linares				
Martes 28 de septiembre de 2021				
Clase de vehículo	Liviano	Mediano	Pesado	Total
Hora				
6:00-7:00	2	1	1	4
7:00-8:00	3	3	1	7
8:00-9:00	5	1	2	8
9:00-10:00	9	1	2	12
10:00-11:00	9	1	1	11
11:00-12:00	12	3	2	17
12:00-13:00	12	2	2	16
13:00-14:00	13	1	1	15
14:00-15:00	13	1	2	16
15:00-16:00	11	1	1	13
16:00-17:00	9	1	1	11
17:00-18:00	11	2	1	14
18:00-19:00	8	3	1	12
19:00-20:00	7	1	1	9
20:00-21:00	5	1	0	6
21:00-22:00	4	1	0	5
22:00-23:00	2	0	0	2
23:00-24:00	2	0	0	2
24:00-1:00	3	1	0	4
1:00-2:00	3	0	0	3
2:00-3:00	2	0	0	2
3:00-4:00	1	0	0	1
4:00-5:00	4	1	0	5
5:00-6:00	2	1	1	4
TD	152	27	20	199

Calle principal de ingreso a la comunidad Colonia Linares				
Miércoles 29 de septiembre de 2021				
Clase de vehículo	Liviano	Mediano	Pesado	Total
Hora				
6:00-7:00	3	1	1	5
7:00-8:00	5	2	1	8
8:00-9:00	9	1	1	11
9:00-10:00	8	1	2	11
10:00-11:00	11	1	1	13
11:00-12:00	13	1	1	15
12:00-13:00	12	2	1	15
13:00-14:00	10	1	2	13
14:00-15:00	10	1	1	12
15:00-16:00	10	2	1	13
16:00-17:00	9	1	1	11
17:00-18:00	11	2	1	14
18:00-19:00	10	1	1	12
19:00-20:00	9	1	1	11
20:00-21:00	6	1	0	7
21:00-22:00	3	0	0	3
22:00-23:00	4	1	0	5
23:00-24:00	2	1	0	3
24:00-1:00	0	0	0	0
1:00-2:00	0	0	0	0
2:00-3:00	0	0	0	0
3:00-4:00	1	0	0	1
4:00-5:00	3	1	0	4
5:00-6:00	4	1	1	6
TD	153	23	17	193

Calle principal de ingreso a la comunidad Colonia Linares				
Jueves 30 de septiembre de 2021				
Clase de vehículo	Liviano	Mediano	Pesado	Total
Hora				
6:00-7:00	1	1	2	4
7:00-8:00	6	3	1	10
8:00-9:00	6	1	2	9
9:00-10:00	11	1	2	14
10:00-11:00	11	1	1	13
11:00-12:00	10	1	2	13
12:00-13:00	12	2	2	16
13:00-14:00	11	1	1	13
14:00-15:00	15	1	2	18
15:00-16:00	12	2	1	15
16:00-17:00	9	1	1	11
17:00-18:00	7	2	1	10
18:00-19:00	9	1	1	11
19:00-20:00	6	1	1	8
20:00-21:00	7	1	1	9
21:00-22:00	4	1	0	5
22:00-23:00	1	0	1	2
23:00-24:00	1	1	0	2
24:00-1:00	0	0	0	0
1:00-2:00	0	1	0	1
2:00-3:00	0	0	0	0
3:00-4:00	0	0	0	0
4:00-5:00	1	0	0	1
5:00-6:00	2	1	0	3
TD	142	24	22	188

Calle principal de ingreso a la comunidad Colonia Linares				
Viernes 1 de octubre de 2021				
Clase de vehículo	Liviano	Mediano	Pesado	Total
Hora				
6:00-7:00	4	1	2	7
7:00-8:00	6	3	1	10
8:00-9:00	9	1	2	12
9:00-10:00	8	1	2	11
10:00-11:00	9	1	1	11
11:00-12:00	10	3	2	15
12:00-13:00	7	2	2	11
13:00-14:00	8	1	1	10
14:00-15:00	7	1	2	10
15:00-16:00	13	2	1	16
16:00-17:00	10	1	1	12
17:00-18:00	11	2	1	14
18:00-19:00	8	1	1	10
19:00-20:00	7	1	1	9
20:00-21:00	9	1	1	11
21:00-22:00	9	1	1	11
22:00-23:00	4	2	0	6
23:00-24:00	4	1	0	5
24:00-1:00	2	0	0	2
1:00-2:00	0	0	0	0
2:00-3:00	0	0	0	0
3:00-4:00	0	1	0	1
4:00-5:00	2	1	0	3
5:00-6:00	3	1	1	5
TD	150	29	23	202

Calle principal de ingreso a la comunidad Colonia Linares				
Sábado 2 de octubre de 2021				
Clase de vehículo	Liviano	Mediano	Pesado	Total
Hora				
6:00-7:00	2	1	1	4
7:00-8:00	6	3	1	10
8:00-9:00	10	1	1	12
9:00-10:00	10	1	1	12
10:00-11:00	11	1	1	13
11:00-12:00	10	1	1	12
12:00-13:00	9	2	2	13
13:00-14:00	10	1	1	12
14:00-15:00	12	1	1	14
15:00-16:00	10	2	0	12
16:00-17:00	8	1	1	10
17:00-18:00	5	2	1	8
18:00-19:00	7	1	0	8
19:00-20:00	7	1	0	8
20:00-21:00	8	1	0	9
21:00-22:00	6	1	0	7
22:00-23:00	4	2	0	6
23:00-24:00	2	1	0	3
24:00-1:00	1	0	0	1
1:00-2:00	0	0	0	0
2:00-3:00	0	0	0	0
3:00-4:00	0	1	0	1
4:00-5:00	0	1	1	2
5:00-6:00	1	1	2	4
TD	139	27	15	181

Calle principal de ingreso a la comunidad Colonia Linares				
Domingo 3 de octubre de 2021				
Clase de vehículo	Liviano	Mediano	Pesado	Total
Hora				
6:00-7:00	2	1	0	3
7:00-8:00	4	2	1	7
8:00-9:00	4	1	1	6
9:00-10:00	8	2	1	11
10:00-11:00	10	1	0	11
11:00-12:00	6	2	1	9
12:00-13:00	5	2	1	8
13:00-14:00	6	1	1	8
14:00-15:00	8	1	0	9
15:00-16:00	5	2	1	8
16:00-17:00	7	1	1	9
17:00-18:00	6	2	1	9
18:00-19:00	7	1	0	8
19:00-20:00	2	1	0	3
20:00-21:00	5	1	0	6
21:00-22:00	2	1	0	3
22:00-23:00	1	2	0	3
23:00-24:00	0	1	0	1
24:00-1:00	0	0	0	0
1:00-2:00	0	0	0	0
2:00-3:00	0	0	0	0
3:00-4:00	0	1	0	1
4:00-5:00	2	1	0	3
5:00-6:00	3	1	0	4
TD	93	28	9	130

ANEXO III

**FICHA TÉCNICA DE LAS FIBRAS
Y AGREGADOS PETREOS**

Ficha técnica: Fibras metálicas

Características generales

Denominación	: Fibras metálicas
Unidad de medida	: kg
Descripción general	: Las fibras metálicas son filamentos hechos de acero inoxidable que brindan control de agrietamiento durante el asentamiento plástico del concreto y después de que el concreto se ha endurecido.

Características técnicas

Fibra de metálica recta	
Límite elástico	2400 N/mm ² 1400 N/mm ² 1100 N/mm ²
Punto de fusión	1500°C
Longitud	6-30 mm +/- 1,0 mm
Diámetro	0,15 mm +/- 0,025 mm
Diámetro	0,40 mm 0,60 mm +/- 0,2 mm
Sección	Circular

Las fibras de acero Wirand® para refuerzo de hormigón, son producidas a partir de alambres de acero de bajo contenido de carbono. Actúan como una armadura tridimensional reduciendo las tensiones aplicadas al elemento estructural aumentando así su resistencia. El uso de las fibras de acero Wirand® en el hormigón proporciona un mejor comportamiento de la estructura, ya que reducen la formación de fisuras, proporcionando una mejor calidad y durabilidad a la obra. Otras ventajas del sistema son la eliminación, en algunas aplicaciones, de la armadura convencional, con la consecuente reducción de tiempos y costos de mano de obra. También evita el desperdicio de materiales siendo el transporte, acopio, manipuleo y la aplicación de fibras, tareas bastante simples.



Pisos y pavimentos



Concreto proyectado

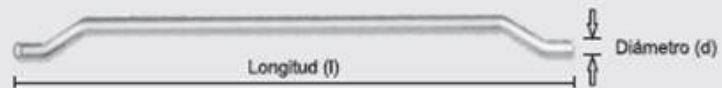


Elementos prefabricados



Tipo	Diametro (d) (mm)	Longitud (l) (mm)	Factor de forma Relación l/d	Aplicación	Peso del embalaje (kg)	Nro de fibras por kg
Wirand® FF1	1,00	50	50	Pisos, pavimentos y prefabricados	15	3244
Wirand® FF3	0,75	50	67	Pisos, pavimentos y prefabricados	15	5767
Wirand® FS3N	0,75	33	44	Hormigón proyectado	15	8738

*Otros tipos de fibras podrán ser suministradas mediante consulta previa



FIBRA WIRAND® FF3**DESCRIPCIÓN:**

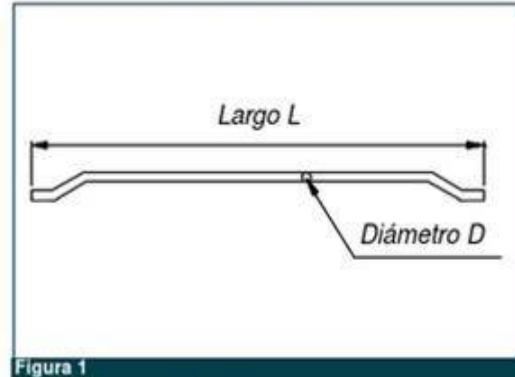
Fibra WIRAND® FF3 en alambre de acero trefilado para el refuerzo del hormigón

TIPO:

Wirand® FF3

DIMENSIONES:

- Diámetro D: 0.75 mm;
- Largo L: 50 mm;
- Relación de esbeltez L/D:
- Relación entre el Largo y el Diámetro $50/0.75 = 67$
- Cantidad de elementos por kg. = 5767

**CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DEL ALAMBRE**

R_m (Tensión de ruptura por tracción del alambre):	> 1200 MPa (Según ACI 544.3R-08)
Al (Elongación a la ruptura)	< 4%

FORMA

Los ganchos de las extremidades de la fibra WIRAND® FF3 garantizan la máxima adherencia al hormigón

STANDARD DE REFERENCIA

- ASTM A820 "Standard specification for steel fibers for fiber-reinforced concrete"
- UNI-11037 – Fibre di acciaio da impiegare nel confezionamento di conglomerato cementizio rinforzato
- pr-EN 14889 – Fibres for concrete – Part 1 – Steel fibres – Definition, specifications and conformity

EMBALAJES

La fibra WIRAND® FF3 es acondicionada en grandes big bags de 600, 750, 950 Kg de peso, o en cajas de cartón de 15 Kg

El fabricante, con el fin de mejorar y optimizar las características técnicas de los productos, se reserva el derecho de modificar los estándares de los productos sin ningún preaviso. Todas las informaciones comunicadas están dadas de buena fe y en base a nuestra experiencia; de todas formas tanto el fabricante como sus distribuidores declinan cualquier responsabilidad por una utilización errónea de dicha información por parte del proyecto.

Desde 1879...

tanto en sus proyectos como en sus realizaciones, Maccaferri ha siempre priorizado la búsqueda de soluciones novedosas. Incluso en las obras más tradicionales, la Empresa ha sabido integrar la oferta de alternativas originales y la puesta en práctica de técnicas específicas e innovadoras. Es el caso, por ejemplo, de las fibras de alambre trefilado usadas para reforzar el hormigón en obras donde las exigencias son importantes, como los pavimentos industriales, aeropuertos y carreteras, o los túneles carreteros y ferroviarios. Son sólo algunos ejemplos, entre los muchos otros posibles, ofrecidos por las pesquisas de Maccaferri. Conjuntamente a la elección de productos específicamente estudiados, existe un estilo de acción reactivo al servicio del mercado para responder a las exigencias más modernas de la ingeniería estructural.



Desde siempre, una de las características de Maccaferri ha sido la capacidad de proponer soluciones innovadoras, prácticas y eficientes. Trabajando en la estabilización de carreteras, el refuerzo de pavimentos industriales, túneles u otras estructuras de ingeniería civil, Maccaferri y sus filiales, crean, proponen y realizan soluciones que, con decenas de años de experiencia, demuestran, por todas partes en todo el mundo, su eficacia y durabilidad.



Ficha técnica: Arena

Características generales

Denominación:	Arena
Denominación técnica:	Arena
Unidad de medida:	m ³
Descripción General:	La arena es un conjunto de partículas de rocas disgregadas, se denomina arena al material compuesto de partículas cuyo tamaño varía entre 0,063 y 2 mm.

Características técnicas

La arena fina es un conjunto de partículas de rocas disgregadas cuyo tamaño varía entre 0,075 mm y 4,75 mm.

Granulometría de la arena

Los tamices estándar para la arena tienen aberturas que varían desde la malla N° 100 (150 micras) hasta 9,52 mm.

El peso específico deberá estar entre 2 y 3 gr/cm³ para que sean de buena calidad.

Características físicas de la arena obtenidas en el laboratorio

Peso específico	2,41 gr/cm ³
Peso unitario	1,67 (gr/cm ³)
Peso unitario suelto	1,57 (gr/cm ³)
Absorción	0,73%
Pasa el tamiz N°200	0,50%
Módulo de finura	2,43 %
Tamaño mínimo	0,075 mm.
Tamaño máximo	9,5 mm

Ficha técnica: Grava

Características generales

Denominación: Grava

Denominación técnica: Grava

Unidad de medida: m³

Descripción General: Es un agregado grueso de primera calidad, obtenido a partir de un proceso de trituración de roca sólida, cribado y lavado, para garantizar su distribución granulométrica y la eliminación de limos y arcillas, cuyo tamaño varía entre 2 y 64 mm.

Características técnicas

Su tamaño varía entre 4,75 mm y 25,40 mm.

Granulometría de la grava

Los tamices estándar para la grava tienen aberturas que varían desde la malla N° 100 (150 micras) hasta 9,52 mm.

El peso específico deberá estar entre 2,60 y 2,70 gr/cm³ para que sean de buena calidad.

Características físicas de la arena obtenidas en el laboratorio

Peso específico	2,64 gr/cm ³
Peso unitario	1,67 (gr/cm ³)
Peso unitario suelto	1,55 (gr/cm ³)
Absorción	1 %
Módulo de finura	7,23 %
Tamaño mínimo	4,75 mm.
Tamaño máximo	25,4 mm

Ficha técnica: Cemento

Características generales

Denominación : Cemento portland

Unidad de medida : kg

Descripción General : Cemento hidráulico producido mediante la pulverización del Clinker compuesto esencialmente de silicatos de calcio hidráulicos y que contiene generalmente sulfatos de calcio y eventualmente caliza como adición durante la molienda.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

El tamaño de las partículas del cemento Portland comercial varía entre 10 micras y menos de 0,5 micras de diámetro.

El peso específico del cemento varía de 3,10 hasta 3,25, con promedio de 3,15 gr/cm³.

Si él % de finura es menor al 5%, significa que este es un cemento Pórtland de endurecimiento rápido.

Si él % de finura es menor que el 10% es que es un cemento Pórtland para uso ordinario

Características físicas del cemento obtenidas en el laboratorio

Peso específico	3,149 gr/cm ³
% finura del cemento	13,6 %

ANEXO IV

**MANUAL INVESTIGATIVO DE
LOSAS ULTRADELGADAS**

NCHRP

PROGRAMA COOPERATIVA
NACIONAL DE INVESTIGACIÓN
CARRETERAS

SÍNTESIS 338

Delgado y Ultra-delgado Whitetopping

*Una síntesis de la práctica
de la carretera*

TRANSPORTATION RESEARCH BOARD
OF THE NATIONAL ACADEMIES

TRANSPORTE DE INVESTIGACIÓN Comité Ejecutivo Consejo 2004 (Miembros a partir de julio de 2004)

FUNCIONARIOS

Silla: *Michael S. Townes*, Presidente y CEO, Hampton Roads Tránsito, Hampton, VA

Vicepresidente: *Joseph H. Boardman*, Comisionado, Estado de Nueva York Departamento de Transporte

Director ejecutivo: *Robert E. Skinner, Jr.*, Transportation Research Board

MIEMBROS

MICHAEL W. Behrens, Director Ejecutivo, Texas DOT

Sarah C. Campbell, Presidente, transmanagement, Inc., Washington, DC

E. CARLSON DEAN, Director, Carlson Associates, Topeka, KS

John L. CRAIG, Director del Departamento de Carreteras de Nebraska

Douglas G. Duncan, Presidente y CEO de FedEx Freight, Memphis, TN

GENEVIEVE Giuliano, Director, Centro de Transporte Metrtrans y Profesor de la Escuela de Política, Planificación y Desarrollo, USC, Los Ángeles

BERNARD S. Groseclose, JR., Presidente y CEO, Puertos del Sur del Estado de Carolina Autoridad

Susan Hanson, profesor Landry Universitario de Geografía, Facultad de Geografía de la Universidad de Clark

JAMES R. Hertwig, Presidente, CSX Intermodal, Jacksonville, FL

GLORIA J. JEFF, Director, Michigan DOT

ADIB K. Kanafani, el profesor Cahill de Ingeniería Civil, Universidad de California, Berkeley

Ronald F. Kirby, Director de Planificación de Transporte, Metropolitan Washington Council de los gobiernos

Herbert S. Levinson, director, Herbert S. Levinson Asesor de transporte, New Haven, CT

SUE McNeil, Director, Centro de Transporte Urbano y profesor de la Facultad de Planificación Urbana y Asuntos Públicos y el Departamento de Ingeniería Civil y de Materiales de la Universidad de Illinois, Chicago

Michael D. Meyer, profesor de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental, Instituto de Tecnología de Georgia

CAROL A. Murray, Comisionado, Nueva Hampshire DOT

John E. NJORD, Director Ejecutivo, Utah DOT

DAVID PLAVIN, Presidente, Consejo Internacional de Aeropuertos, Washington, DC

John H. REBENS DORF, vicepresidente de Planificación de Redes y Operaciones, Union Pacific Railroad Co., Omaha, NE

Philip A. SHUCET, Comisionado, Virginia DOT

C. Michael Walton, Ernest H. Presidente Centennial Cockrell de Ingeniería de la Universidad de Texas, Austin

Linda S. Watson, Director Ejecutivo, Autoridad Regional de Transporte de la Florida LYNX-central, Orlando, FL

MARION C. BLAKEY, Administrador Federal de Aviación, USDOT (oficio)

Samuel G. Bonasso, administrador en funciones, programas de investigación y de administración especial,

USDOT (oficio) Rebecca M. Brewster, presidente y COO, Instituto Americano de Investigación del

Transporte, Smyrna, GA (oficio)

George Bugliarello, Rector de la Universidad Politécnica y la secretaria de Asuntos Exteriores, la Academia Nacional de

Ingeniería (oficio) Thomas H. Collins (Adm., Guardacostas de los EEUU), comandante, Guardia Costera de Estados

Unidos (oficio)

JENNIFER L. Dorn, administrador Federal de Transporte, USDOT (oficio)

Edward R. HAMBERGER, Presidente y CEO de la Asociación Americana de Ferrocarriles (oficio)

JOHN C. Horsley, Director Ejecutivo, Asociación Americana de Carreteras Estatales y Transporte (oficio)

RICK KOWALEWSKI, Director Adjunto de la Oficina de Estadísticas de Transporte, USDOT (oficio)

William W. MILLAR, Presidente de la Asociación Americana de Transporte Público

(oficio) BETTY MONRO, administrador interino, Administración Federal de

Ferrocarriles, USDOT (oficio) Mary E. Peters, Administrador Federal de Carreteras,

USDOT (oficio)

SUZANNE Rudziński, Director de Transporte y programas regionales, la Agencia de Protección Ambiental de

Estados Unidos (oficio) Jeffrey W. Runge, administrador National Highway Traffic Safety, USDOT (oficio)

ANNETTE M. Sandberg, Administrador Federal de Seguridad de Autotransportes,

USDOT (oficio) William G. SCHUBERT, Administrador Marítimo, USDOT (oficio)

Jeffrey N. Shane, subsecretario de Política, USDOT (oficio)

Carl A. Strock (Maj. El General, Ejército de los EE.UU.), Jefe de Ingenieros y el comandante general, el Cuerpo de

Ingenieros del Ejército de Estados Unidos (oficio) ROBERT A. Venecia, director del programa de aplicaciones de salud

pública, Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio (oficio)

PROGRAMA COOPERATIVA NACIONAL DE INVESTIGACIÓN DE CARRETERAS

Comité Ejecutivo Transportation Research Board Subcomité de NCHRP

MICHAEL S. TOWNES, Hampton Roads Tránsito, Hampton,
VA

(Silla)

Joseph H. Boardman, Estado de Nueva York Departamento de
Transporte

GENEVIEVE Giuliano, de la Universidad del Sur de
California, Los Angeles

JOHN C. Horsley, American Association of State Highway and
Transportation Officials

Mary E. Peters, Administración Federal de Carreteras

ROBERT E. Skinner, JR., Transportation Research Board

C. MICHAEL WALTON, Universidad de Texas, Austin

PROGRAMA COOPERATIVA NACIONAL DE INVESTIGACIÓN
DE CARRETERAS

NCHRP SÍNTESIS 338

Delgado y ultra-delgado Whitetopping
Una Síntesis de la práctica de la carretera

ROBERT OTTO RASMUSSEN

y

DAN K. Rózycki

El Grupo Transtec, Inc.

Austin, Texas

TOPIC PAGANEL

AHMAD Ardani, Departamento de Transporte de Colorado

JAMES GROVE, Universidad Estatal de Iowa

WOUTER GULDEN, American Concrete Pavement Association

Kathleen Hall, Protech Ingeniería FREDERICK Hejl, Transportation Research Board GERALD LANKES, HDR, Inc.

Prasada Rao RANGARAJU, Universidad de Clemson

BOB WEBER, Departamento de Transporte de Montana

TOM Winkleman, Departamento de Transporte Gary Crawford, Administración Federal de Carreteras (Enlace) James Sherwood,

Administración Federal de Carreteras de Illinois (Enlace)

Diseño de Pavimentos, gestión y rendimiento, materiales y construcción, y mantenimiento

La investigación patrocinada por la Asociación Americana de Carreteras y
Transportación de Funcionarios del Estado en cooperación con la
Administración Federal de Carreteras

JUNTA DE TRANSPORTE DE INVESTIGACIÓN

WASHINGTON DC

2004

www.TRB.org

PROGRAMA Cooperativa Nacional de Investigación de Carreteras

Sistemática investigación, bien diseñado proporciona el enfoque más eficaz para la solución de muchos problemas que afectan a los administradores e ingenieros de carreteras. A menudo, los problemas viales son de interés local y puede ser mejor estudiado por los departamentos de carreteras individualmente o en colaboración con sus universidades estatales y otros. Sin embargo, el crecimiento acelerado de transporte por carretera se desarrolla problemas cada vez más complejos de gran interés para las autoridades de la carretera. Estos problemas son los más estudiados a través de un programa coordinado de investigación cooperativa.

En reconocimiento a estas necesidades, los administradores de la carretera de la Asociación Americana de Carreteras Estatales y Transporte iniciaron en 1962 un programa de investigación nacional de carreteras objetivo empleando técnicas científicas modernas. Este programa se apoya sobre una base continua con fondos de los Estados miembros participantes de la Asociación y que recibe la plena cooperación y el apoyo de la Administración Federal de Carreteras, Departamento de Transporte de los Estados Unidos.

La Junta de Investigación del Transporte de la Academia Nacional fue solicitada por la Asociación para administrar el programa de investigación debido a la objetividad y la comprensión de las prácticas modernas de investigación reconocido de la Junta. La Junta está especialmente preparado para este propósito ya que mantiene una extensa estructura de los comités de la que pueden extraerse las autoridades sobre cualquier tema transporte por carretera; posee vías de comunicación y cooperación con las autoridades federales, estatales y agencias gubernamentales locales, las universidades y la industria; su relación con el Consejo Superior de Investigaciones Científicas es un seguro de la objetividad; se mantiene un personal de correlación de investigación a tiempo completo de especialistas en materia de transporte de carretera que señale las conclusiones de la investigación directamente a aquellos que están en condiciones de utilizarlos.

El programa se desarrolla sobre la base de las necesidades de investigación identificadas por los principales administradores de los departamentos de carreteras y de transporte y por los comités de AASHTO. Cada año, las áreas específicas de investigación necesita ser incluido en el programa se proponen al Consejo Superior de Investigaciones Científicas y el Consejo por la Asociación Americana de Carreteras Estatales y Transporte. proyectos de investigación para cumplir con estas necesidades se definen por la Junta, y los organismos de investigación cualificados se seleccionan de entre los que han presentado propuestas. La administración y vigilancia de los contratos de investigación son las responsabilidades del Consejo Superior de Investigaciones Científicas y la Junta de Investigación del Transporte.

Las necesidades de investigación carretera son muchas, y el Programa Nacional de Investigación Cooperativa de la carretera pueden hacer contribuciones significativas a la solución de los problemas de transporte por carretera de interés común a muchos grupos responsables. El programa, sin embargo, está destinado a complementar y no a sustituir o duplicar otros programas de investigación carretera.

NOTA: La Junta de Investigación del Transporte de las Mies Nacional Acade-, el Consejo Superior de Investigaciones Científicas, la Administración Federal de Carreteras Administration, la Asociación Americana de Carreteras y Transportación de los funcionarios del Estado, y los estados individuales que participan en el Programa Nacional de Investigación Cooperativa de la carretera hacen no promocionar productos o fabricantes. El comercio o los nombres de los fabricantes aparecen en este documento únicamente porque se consideran esenciales para el objeto de este informe.

CONTENIDO

1 RESUMEN

3 CAPÍTULO UNO

INTRODUCCIÓN

Antecedentes, 3

Síntesis de enfoque y

objetivo, 3 Organización

síntesis, 4

5 CAPÍTULO DOS OVERVIEW Y APLICACIÓN

Definiciones, 5

Hot-Mix Rehabilitación de

Pavimento Asfáltico, 5

comportamiento fundamental, 6

Perspectiva

Histórica, 6

Ejemplos de Uso,

7

10 CAPÍTULO TRES CRITERIOS DE

SELECCIÓN

Proyecto de selección, 10

Análisis de costos, 11

13 CAPÍTULO CUATRO

D

ISEÑO Pavimento

existente, Preoverlay

13 Reparación, 13

Caracterización Tráfico, 16

Materiales concretos, 16

Consideraciones climáticas, 18

Whitetopping Espesor, 18

Juntas, 18

Transiciones y otras características

de diseño, 19 existentes Los

procedimientos de diseño y modelos,

19

23 CAPÍTULO CINCO CONSTRUCTION

PRÁCTICAS

Preparación, 23

Dosificadora de hormigón y el

transporte, las técnicas de colocación

23, 24

Texturizado y

curado, 27 Junta de

construcción, 29

Control de calidad y garantía de

calidad, 31 Otras consideraciones,

33

34 CAPÍTULO SEIS PERFORMANCE, REPARACIÓN Y

REHABILITACIÓN rendimiento esperado y modos de deterioro,

34

La reparación y el Proceso de Selección de Rehabilitación, 34

42 CAPÍTULO SEVEN CONCLUSIONS Y FUTURO DE INVESTIGACIÓN NECESARIAMENTE

Delgadas y ultradelgadas Whitetopping

RESUMEN

El propósito de esta síntesis es resumir la información disponible y para documentar cómo los departamentos de transporte y otros organismos y los propietarios están utilizando actualmente Whitetopping delgada (TWT) y superposiciones Whitetopping ultra-delgada (UTW) entre sus diversas alternativas de rehabilitación del pavimento. Aunque TWT y UTW superposiciones se han construido durante décadas, su reciente popularidad es en gran parte el resultado de una renovada demanda (HMA) la rehabilitación del pavimento de mayor duración soluciones rentables para la mezcla asfáltica en caliente, pero.

Una superposición whitetopping se construye cuando una nueva capa de hormigón de cemento portland se coloca en la parte superior de un sistema de pavimento HMA existente. El espesor de hormigón para un UTW es igual o inferior a 100 mm (4 plg.). A TWT es mayor que 100 mm (4 plg.), Pero menos de 200 mm (8 in.). whitetopping convencional es una superposición de 200 mm (8 plg.) o más. En la mayoría de los casos, una unión entre el hormigón nuevo y las capas de HMA existentes no sólo se asume durante el diseño, pero se toman medidas específicas para asegurar una unión tal durante la construcción. El éxito de esta unión, lo que lleva a la acción compuesta, se ha encontrado que es fundamental para el buen desarrollo de esta alternativa de pavimento repavimentación.

El objetivo de esta síntesis es recopilar y reportar información sobre el uso de TWT y UTW superposiciones dentro de la comunidad autopista. correcta aplicación de superposiciones Whitetopping requiere atención en todas las etapas, incluyendo la selección de proyectos, diseño, selección de materiales, construcción, mantenimiento y eventual rehabilitación o reemplazo. Esta síntesis explora la literatura para temas relacionados con cada una de estas etapas. Una amplia gama de citas relacionadas con el desmoche blanco se ha obtenido, a partir de estudios de casos prácticos a los informes de los modelos teóricos. Además, los resultados de una encuesta de la comunidad de la carretera se utilizaron para proporcionar una visión de primera mano de su experiencia con estas superposiciones.

Esta síntesis proporciona el practicante con una fuente completa para el estado de la práctica, así como el estado de la técnica en TWT y aplicación de superposición UWT. También se presenta una aproximación a la correcta aplicación de esta alternativa de rehabilitación, junto con accesible citas de información de terceros.

CAPÍTULO UNO

INTRODUCCIÓN

Antecedentes

Hormigón de cemento Portland (PCC) se superpone sobre existente en caliente de mezcla de asfalto (HMA) pavimentos se han utilizado como una opción de sanea- rehabil- durante más de 80 años. Acuñado “Whitetopping” por la industria, estos recubrimientos se han utilizado en los aeropuertos; Interstate, primaria y carreteras secundarias; carreteras y calles locales; y estacionamientos para mejorar el rendimiento, la dura- bilidad, y paseos a la calidad de las superficies deterioradas HMA.

Superposiciones Whitetopping modernos se clasifican comúnmente por el espesor y por vínculo con el HMA. Tres catego- rías distintas se encuentran en la literatura (1,2):

1. whitetopping-a Convencional recubrimiento de hormigón de 200 mm (8 plg.) o más, diseñado y construido sin consideración de un enlace entre el hormigón y HMA subyacente.
2. TWT-una superposición de más de 100 mm (4 plg.) Y menos de 200 mm (8 plg.) De espesor. En la mayoría, pero no todos los casos, esta superposición se ha diseñado y construido con una unión intencional para el HMA.
3. Superposiciones Whitetopping Ultra-delgada UTW-con un espesor igual o inferior a 100 mm (4 plg.), llegando a valores de entre 30 y 50 mm. Esta superposición requiere un enlace con el HMA subyacente para realizar bien.

NCHRP Las síntesis de la Práctica de la autopista 99 y 204, publicado en 1982 y 1994, respectivamente, documentar el uso cal históricamente de Whitetopping (3,4). Estos documentos identifican proyectos más Whitetopping ser construidos como el uso de “articulado pavimento de hormigón en masa”. Otros tipos incluyen “pavimento de hormigón reforzado articulado” y “pavimento de hormigón armado continuo.” En la síntesis actual, la consideración se da sólo a superposiciones Whitetopping construido como pavimento de hormigón en masa articulado. concreto reforzado con fibras (FRC) se usa comúnmente con casi todos UTW y algunos TWT exceso establece, y aunque se considera una clasificación separada en síntesis NCHRP anteriores (3,4), en este documento, en su lugar se considera una característica de la cubrir.

Aunque superposiciones Whitetopping se han utilizado en los Estados Unidos desde 1918, se ha renovado el interés en ellos en los últimos 10 años como resultado de varios proyectos de alto nivel de éxito (4-6). Además, en respuesta a la demanda causada por el rápido deterioro de las carreteras con sólo modestos aumentos en la financiación, la industria de pavimentos de hormigón ha adoptado Whitetopping como una estrategia clave de marketing.

ANEXO V
CARTAS DE SOLICITUD



Moisés Díaz Ayarde
ENCARGADO DE LABORATORIO DE HORMIGONES Y RESIST. MAT
8/4/22

Tarija 06 de Abril de 2022

Sr.:

M.Sc. Ing. Moisés Díaz Ayarde

ENCARGADO DE LABORATORIO DE HORMIGON Y RESISTENCIA DE MATERIALES (U.A.J.M.S.)

Presente:

REF.: SOLICITO EL USO DE LABORATORIO DE HORMIGON Y RESISTENCIA DE MATERIALES

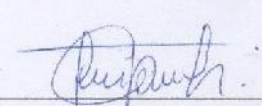
De mi mayor consideración:

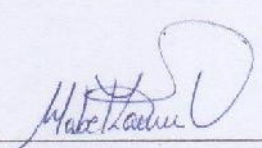
Por la presente me dirijo a su autoridad deseándoles éxitos en las labores que desempeña día a día en bien del desarrollo de nuestra universidad.

En calidad de universitario quiero solicitarle a Ud. el uso de laboratorio de hormigon y resistencia de los materiales para realizar los ensayos de mi trabajo final titulado: "ANÁLISIS DEL DIMENSIONAMIENTO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS ULTRADELGADOS CON EL SOFTWARE OPTIPAVE EN CAMINOS DE BAJO TRÁFICO APLICADO A LA COMUNIDAD COLONIA JOSÉ MARIA LINARES-BERMEJO".

Sin otro particular, me despido deseándole éxitos en las labores que desempeña.

Atentamente:


Univ.: Jorge Rengifo Luis Ediberto
RU:66681
ESTUDIANTE DE LA MATERIA DE PROYECTO DE GRADO (M. VIAS)
CIV-502


M.Sc. Ing. Mabel Zambrana Velasco
DOCENTE DE MATERIA DE PROYECTO DE GRADO (M. VIAS)
CIV-502

Tarija 11 de Abril de 2022

Sr:

M.Sc. Ing. Ticona Copa Mario Luis

DIRECTOR DPTO. DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACION

Presente:

REF.: REALIZACION DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO DE PROYECTO DE GRADO DE ING. CIVIL CIV-502

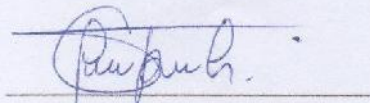
De mi mayor consideración:

Por la presente me dirijo a su autoridad deseándole éxitos en las labores que desempeña día a día en bien del desarrollo de nuestra universidad.

En calidad de universitario quiero solicitarle a Ud. el uso de laboratorio de suelos para realizar los ensayos de mi trabajo final titulado: "ANÁLISIS DEL DIMENSIONAMIENTO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS ULTRADELGADOS CON EL SOFTWARE OPTIPAVE EN CAMINOS DE BAJO TRÁFICO APLICADO A LA COMUNIDAD COLONIA JOSÉ MARIA LINARES-BERMEJO".

Sin otro particular, me despido deseándole éxitos en las labores que desempeña.

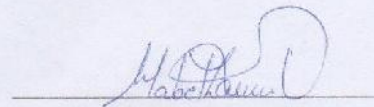
Atentamente:



Univ.: Iporre Rengifo Luis Ediberto
RU: 66681
ESTUDIANTE DE LA MATERIA DE
PROYECTO DE GRADO (M. VIAS)
CIV-502

Recibido
12/04/2022
H12:06:00 PM

*El día 11 de abril del 2022
señor Ricardo Arce P.
Coordinador académico de la
de la solista had adjunta*



M.Sc. Ing. Mabel Zambrana Velasco
DOCENTE DE MATERIA DE
PROYECTO DE GRADO (M. VIAS)
CIV-502

Atte.



M.Sc. Ing. Mario L. Ticona C.
DIRECTOR
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA
Y VIAS DE COMUNICACION
CARRERA ING. CIVIL (U.A.M.S.)