

ANEXO V

RESULTADOS ENSAYOS CBR SUELO
+ 6% CAL + TERRASIL

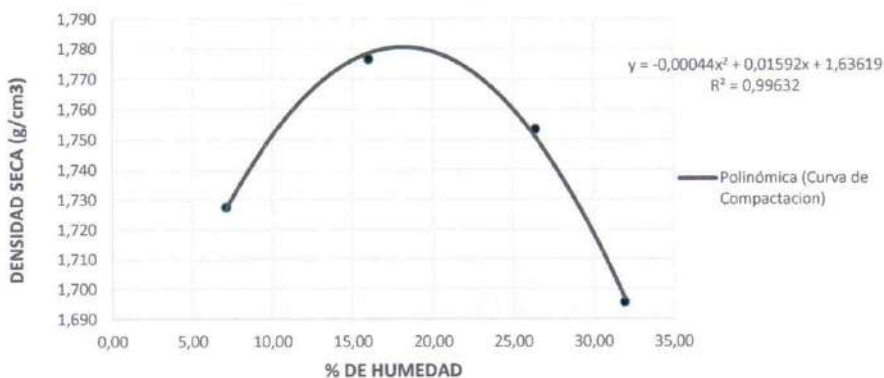
Compactación Proctor Modificado AASHTO T-180

Proyecto: ANÁLISIS DE LA APLICACIÓN DE CAL Y ADITIVO TERRASIL EN ARCILLAS DE BAJA A MEDIA COMPRESIBILIDAD CONSIDERANDO COMO PARÁMETRO DE MEDICIÓN EL ENSAYO (CBR) Y COMPLEMENTARIOS.	Ubicación: Barrio Torrecillas, Departamento de Tarija.
Laboratorista: Univ. Wilbert Junnior Oropeza Berrios	Fecha: 19/10/2023
	Identificación: S-30 Prof.: 1,00m

Metodo de Ensayo: A **Volumen de Molde:** 943,30 cm³
Numero de capas / golpes por capa: 5 / 25 **Peso del Molde:** 3624,5 gr.

Numero de Ensayos	1	2	3	4
Peso suelo húmedo + molde (gr.)	5369,5	5568,0	5714,5	5734,5
Peso suelo húmedo (gr.)	1745,0	1943,5	2090,0	2110,0
Volumén de la muestra (cm ³)	943,30	943,30	943,30	943,30
Densidad suelo húmedo (gr/cm ³)	1,85	2,06	2,22	2,24
Numero de capsula	1	2	3	4
Peso suelo húmedo + capsula (gr.)	123,4	123,5	130,0	134,9
Peso suelo seco + capsula (gr.)	116,3	108,6	106,3	106,4
Peso del agua (gr.)	7,1	14,8	23,7	28,5
Peso de la capsula (gr.)	16,0	15,7	16,3	17,2
Peso suelo seco (gr.)	100,3	92,9	89,9	89,3
Contenido de humedad (%)	7,08	15,98	26,37	31,92
Densidad suelo seco (gr/cm ³)	1,728	1,776	1,753	1,696

CURVA DE COMPACTACIÓN



Densidad Máxima Seca: 1,78 gr/cm³

Humedad Optima: 18,09 %

Univ. Wilbert Junnior Oropeza Berrios
CIV-502
U.A.J.M.S.

INGEOSUD
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

Ing. Jose Alejandro Flores Iriarte
RESPONSABLE LAB. MEC. SUELOS
INGEOSUD

California Bearing Ratio CBR AASHTO T-193

Proyecto: ANÁLISIS DE LA APLICACIÓN DE CAL Y ADITIVO TERRASIL EN ARCILLAS DE BAJA A MEDIA COMPRESIBILIDAD CONSIDERANDO COMO PARÁMETRO DE MEDICIÓN EL ENSAYO (CBR) Y COMPLEMENTARIOS.	Ubicación: Barrio Torrecillas, Departamento de Tarija.
Laboratorista: Univ. Wilbert Junnior Oropeza Berrios	Fecha: 04/03/2024
	Identificación: S-30 Prof.: 1,00m

ENSAYO DE CLASIFICACION		ENSAYO DE COMPACTACION T-180		ANILLO DE CARGA DE 10 KN	
AASHTO	UNIFICADA	Densidad Máxima	Humedad Optima(%)	DIAL DE CARGA	ECUACION
A-6 (8)	CL	1,78	18,09	0,0001 pulg/div	$y = 0,0024x^2 + 0,6159x + 4,6739$

COMPACTACION (Numero de capas = 5)

Prueba N°	1	2	3
N° de golpes por capa	56	25	10
Peso Mh+Molde (gr)	13002,0	12347,5	12474,5
Peso del Molde (gr)	8739,0	8424,5	8824,5
Peso Humedo M (gr)	4263,0	3923,0	3650,0
Volumen Molde (cm³)	2119,8	2147,0	2119,2
Densidad humeda (gr/cm³)	2,011	1,827	1,722
Densidad Seca (gr/cm³)	1,693	1,534	1,449
Porcentaje de Compactacion %	95,12	86,17	81,41

CONTENIDO DE HUMEDAD ANTES DE SUMERGIR

Prueba N°	1	2	3
N° de golpes por capa	56	25	10
Tara N°	1	2	3
Tara+Suelo hum. (gr)	91,36	101,17	118,53
Tara+Suelo seco. (gr)	79,43	87,56	102,18
Peso de agua (gr)	11,93	13,61	16,35
Peso Tara (gr)	15,85	16,37	15,38
Peso Suelo seco (gr)	63,58	71,19	86,80
Contenido de Humedad(%)	18,76	19,11	18,84

DESPUES DE SUMERGIR

N° Golpes	56			25			10		
Peso Mh+Molde (gr)	13002,0			12347,5			12474,5		
Peso del Molde (gr)	8739			8425			8825		
Peso Humedo M (gr)	4263			3923			3650		
Volumen Molde (cm³)	2119,8			2147,0			2119,2		
Densidad humeda (gr/cm³)	2,011			1,827			1,722		
MUESTRA DE HUMEDAD	Fondo 1"	Superf. 1"	2" sup.	Fondo 1"	Superf. 1"	2" sup.	Fondo 1"	Superf. 1"	2" sup.
Tara N°	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Tara+Suelo hum. (gr)	142,94	143,76	138,77	138,7	136,01	143,03	142,71	136,79	144,71
Tara+Suelo seco. (gr)	119,02	118,11	119,76	120,19	117,34	124,47	125,2	119,93	128,2
Peso de agua (gr)	23,92	25,65	19,01	18,51	18,67	18,56	17,51	16,86	16,51
Peso Tara (gr)	14,67	14,83	16,66	14,55	16,36	15,52	15,08	14,71	17,06
Peso Suelo seco (gr)	104,35	103,28	103,1	105,64	100,98	108,95	110,12	105,22	111,14
Contenido de Humedad(%)	22,92	24,84	18,44	17,52	18,49	17,04	15,90	16,02	14,86
Densidad muestra seca (gr/cm³) 1" sup	1,611			1,542			1,484		

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO EN DIAS	MOLDE N° 1 = 56 GOLPES			MOLDE N° 2 = 25 GOLPES			MOLDE N° 3 = 10 GOLPES		
			LECT. DIAL DIV = 0,001 pulg	EXPANSION		LECT. DIAL DIV = 0,001 pulg	EXPANSION		LECT. DIAL DIV = 0,001 pulg	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
4-mar	12:00	0	392	9,96	0	539	13,69	0	214	5,44	0
5-mar	12:00	1	394	10,01	0,04	547	13,89	0,17	221	5,61	0,15
6-mar	12:00	2	398	10,11	0,13	551	14,00	0,26	223	5,66	0,20
7-mar	12:00	3	408	10,36	0,35	555	14,10	0,35	224	5,69	0,22
8-mar	12:00	4	405	10,29	0,28	556	14,12	0,37	223	5,66	0,20

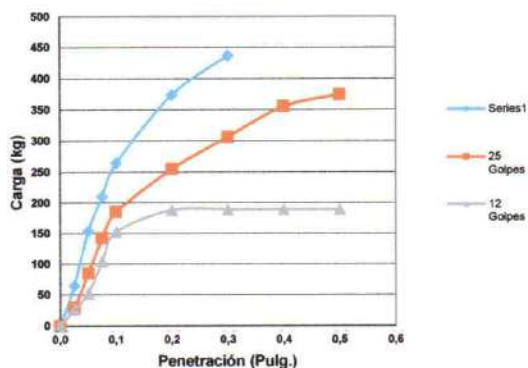
PENETRACION

Pulgadas	(mm)	56 Golpes			25 Golpes			10 Golpes		
		Lec. Dial DIV = 0,0001pulg	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm2)	Lec. Dial DIV = 0,0001pulg	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm2)	Lec. Dial DIV = 0,0001pulg	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm2)
0,000	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,025	0,63	81	64,9	3,2	35	29,2	1,4	31	26,1	1,3
0,050	1,27	166	153,7	7,5	100	84,7	4,1	62	52,1	2,5
0,075	1,90	220	210,1	10,2	155	142,2	6,9	119	104,6	5,1
0,100	2,54	272	264,4	12,9	196	185,0	9,0	165	152,6	7,4
0,200	5,08	377	374,0	18,2	263	255,0	12,4	199	188,1	9,2
0,300	7,62	437	436,6	21,3	312	306,1	14,9	200	189,2	9,2
0,400	10,16	-	-	-	359	355,2	17,3	200	189,2	9,2
0,500	12,70	-	-	-	377	374,0	18,2	200	189,2	9,2

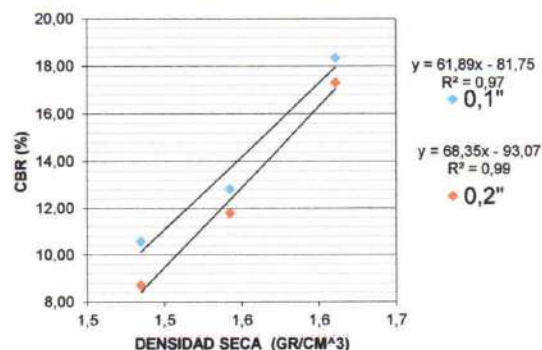
CORRECCION DE CARGA Y C.B.R. (56, 25 Y 10 GOLPES)

Nº GOLPES	56 Golpes	25 Golpes	10 Golpes
CARGA Y C.B.R. 0,1"	12,90	18,3	9,02
CARGA Y C.B.R. 0,2"	18,24	17,3	12,44


CARGA Vs PENETRACION



CURVA: CBR - DENSIDAD



CBR	100% D.máx	95% D.Máx.
0,1 "	28,4 %	22,9 %
0,2"	28,6 %	22,5 %


Univ. Wilbert Junnior Oropeza Berrios
CIV-502
U.A.J.M.S.


Ing. Jose Alejandro Flores Iriarte
RESPONSABLE LAB. MEC. SUELOS
INGEOSUD

Compactación Proctor Modificado AASHTO T-180

Proyecto: ANÁLISIS DE LA APLICACIÓN DE CAL Y ADITIVO TERRASIL EN ARCILLAS DE BAJA A MEDIA COMPRESIBILIDAD CONSIDERANDO COMO PARÁMETRO DE MEDICIÓN EL ENSAYO (CBR) Y COMPLEMENTARIOS.	Ubicación: Barrio Miraflores, Departamento de Tarija.
Laboratorista: Univ. Wilbert Junnior Oropeza Berrios	Fecha: 16/10/2023
	Identificación: S-02 Prof.: 1,00m

Metodo de Ensayo: A **Volumen de Molde:** 943,30 cm³
Numero de capas / golpes por capa: 5 / 25 **Peso del Molde:** 3624,5 gr.

Numero de Ensayos	1	2	3	4
Peso suelo húmedo + molde (gr.)	5269,0	5668,0	5641,0	5265,0
Peso suelo húmedo (gr.)	1644,5	2043,5	2016,5	1640,5
Volumén de la muestra (cm ³)	943,30	943,30	943,30	943,30
Densidad suelo húmedo (gr/cm ³)	1,74	2,17	2,14	1,74
Numero de capsula	129	112	70	54
Peso suelo húmedo + capsula (gr.)	135,1	104,3	102,3	134,4
Peso suelo seco + cápsula (gr.)	127,3	92,5	85,3	105,7
Peso del agua (gr.)	7,8	11,8	17,0	28,7
Peso de la cápsula (gr.)	16,2	16,4	16,8	16,1
Peso suelo seco (gr.)	111,1	76,0	68,5	89,6
Contenido de humedad (%)	7,02	15,51	24,81	32,05
Densidad suelo seco (gr/cm ³)	1,629	1,875	1,713	1,317

CURVA DE COMPACTACIÓN



Densidad Máxima Seca: 1,87 gr/cm³

Humedad Optima: 16,94 %

Univ. Wilbert Junnior Oropeza Berrios
CIV-502
U.A.J.M.S.

Ing. Jose Alejandro Flores Iriarte
RESPONSABLE LAB. MEC. SUELOS
INGEOSUD

California Bearing Ratio CBR AASHTO T-193

Proyecto: ANÁLISIS DE LA APLICACIÓN DE CAL Y ADITIVO TERRASIL EN ARCILLAS DE BAJA A MEDIA COMPRESIBILIDAD CONSIDERANDO COMO PARÁMETRO DE MEDICIÓN EL ENSAYO (CBR) Y COMPLEMENTARIOS.	Ubicación: Barrio Miraflores, Departamento de Tarija.
Laboratorista: Univ. Wilbert Junnior Oropeza Berrios	Fecha: 21/10/2023
	Identificación: S-02 Prof.: 1,00m

ENSAYO DE CLASIFICACION		ENSAYO DE COMPACTACION T-180		ANILLO DE CARGA DE 10 KN	
AASHTO	UNIFICADA	Densidad Máxima	Humedad Optima(%)	DIAL DE CARGA	ECUACION
A-6 (8)	CL	1,87	16,94	0,0001 pulg/div	$y = 0,0024x^2 + 0,6159x + 4,6739$

COMPACTACION (Numero de capas = 5)

Prueba N°	1	2	3
N° de golpes por capa	56	25	10
Peso Mh+ Molde (gr)	12016,0	12124,5	11369,5
Peso del Molde (gr)	7589,5	7848,5	7199,0
Peso Humedo M (gr)	4426,5	4276,0	4170,5
Volumen Molde (cm³)	2130,1	2125,0	2131,4
Densidad humeda (gr/cm³)	2,078	2,012	1,957
Densidad Seca (gr/cm³)	1,792	1,736	1,682
Porcentaje de Compactacion %	95,68	92,69	89,82

CONTENIDO DE HUMEDAD ANTES DE SUMERGIR

Prueba N°	1	2	3
N° de golpes por capa	56	25	10
Tara N°	56	76	3
Tara+Suelo hum. (gr)	74,14	67,88	81,13
Tara+Suelo seco. (gr)	66,26	60,76	71,84
Peso de agua (gr)	7,88	7,12	9,29
Peso Tara (gr)	16,91	16,02	14,91
Peso Suelo seco (gr)	49,35	44,74	56,93
Contenido de Humedad(%)	15,97	15,91	16,32

DESPUES DE SUMERGIR

N° Golpes	56			25			10		
Peso Mh+ Molde (gr)	12016,0			12124,5			11369,5		
Peso del Molde (gr)	7590			7849			7199		
Peso Humedo M (gr)	4426			4276			4171		
Volumen Molde (cm³)	2130,1			2125,0			2131,4		
Densidad humeda (gr/cm³)	2,078			2,012			1,957		
MUESTRA DE HUMEDAD	Fondo 1"	Superf. 1"	2" sup.	Fondo 1"	Superf. 1"	2" sup.	Fondo 1"	Superf. 1"	2" sup.
Tara N°	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Tara+Suelo hum. (gr)	112,92	102,33	101,07	80,42	103,07	90,21	85,24	83,04	80,19
Tara+Suelo seco. (gr)	98,1	90,13	89,31	69,08	87,02	77,87	70,72	68,95	67,66
Peso de agua (gr)	14,82	12,2	11,76	11,34	16,05	12,34	14,52	14,09	12,53
Peso Tara (gr)	16,58	15,81	17,21	14,50	16,26	14,63	14,86	16,01	15,80
Peso Suelo seco (gr)	81,52	74,32	72,1	54,58	70,76	63,24	55,86	52,94	51,86
Contenido de Humedad(%)	18,18	16,42	16,31	20,78	22,68	19,51	25,99	26,62	24,16
Densidad muestra seca (gr/cm³) 1" sup.	1,785			1,640			1,545		

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO EN DIAS	MOLDE N° 1 = 56 GOLPES			MOLDE N° 2 = 25 GOLPES			MOLDE N° 3 = 10 GOLPES		
			LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION	
			DIV =0,001pulg	mm	%	DIV =0,001pulg	mm	%	DIV =0,001pulg	mm	%
21-oct	17:00	0	255	6,48	0	320	8,13	0	97	2,46	0
22-oct	17:00	1	258	6,55	0,07	327	8,31	0,15	105	2,67	0,17
23-oct	17:00	2	260	6,60	0,11	332	8,43	0,26	107	2,72	0,22
24-oct	17:00	3	271	6,88	0,35	335	8,51	0,33	107	2,72	0,22
25-oct	17:00	4	267	6,78	0,26	336	8,53	0,35	106	2,69	0,20

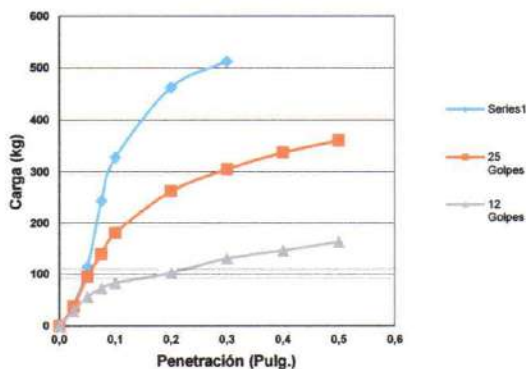
PENETRACION

Pulgadas	(mm)	56 Golpes			25 Golpes			10 Golpes		
		Lec. Dial DIV = 0,0001pulg	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Lec. Dial DIV = 0,0001pulg	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Lec. Dial DIV = 0,0001pulg	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)
0,000	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,025	0,63	47	38,9	1,9	45	37,2	1,8	34	28,4	1,4
0,050	1,27	128	114,0	5,6	104	94,7	4,6	66	55,8	2,7
0,075	1,90	252	243,5	11,9	152	139,1	6,8	83	72,3	3,5
0,100	2,54	333	328,0	16,0	192	180,8	8,8	93	82,7	4,0
0,200	5,08	462	462,7	22,6	270	262,3	12,8	117	102,5	5,0
0,300	7,62	510	512,8	25,0	311	305,1	14,9	144	130,7	6,4
0,400	10,16	-	-	-	342	337,4	16,5	159	146,4	7,1
0,500	12,70	-	-	-	364	360,4	17,6	175	163,1	8,0

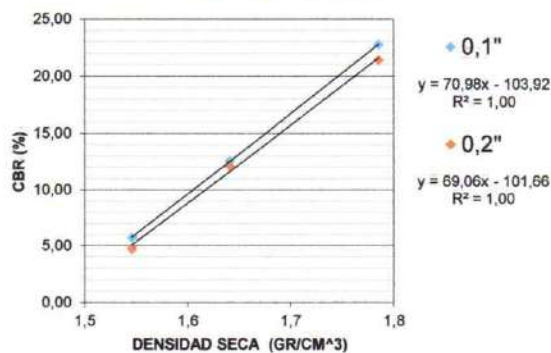
CORRECCION DE CARGA Y C.B.R. (56, 25 Y 10 GOLPES)

Nº GOLPES	56 Golpes		25 Golpes		10 Golpes	
CARGA Y C.B.R. 0,1"	16,00	22,8	8,82	12,5	4,03	5,7
CARGA Y C.B.R. 0,2"	22,57	21,4	12,79	12,1	5,00	4,7

CARGA Vs PENETRACION



CURVA: CBR - DENSIDAD



CBR	100% D.máx	95% D.Máx.
0,1 "	29,0 %	22,4 %
0,2"	27,7 %	21,2 %

Univ. Wilbert Junior Oropeza Berrios
CIV-502
U.A.J.M.S.

INGEOSUD
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

Ing. Jose Alejandro Flores Iriarte
RESPONSABLE LAB. MEC. SUELOS
INGEOSUD

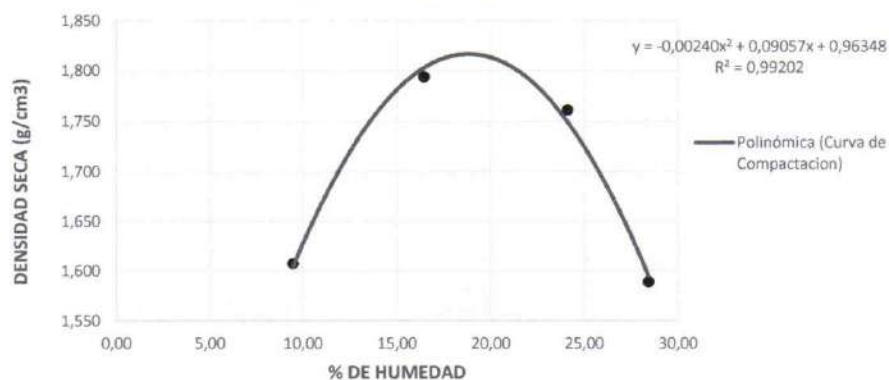
Compactación Proctor Modificado AASHTO T-180

Proyecto: ANÁLISIS DE LA APLICACIÓN DE CAL Y ADITIVO TERRASIL EN ARCILLAS DE BAJA A MEDIA COMPRESIBILIDAD CONSIDERANDO COMO PARÁMETRO DE MEDICIÓN EL ENSAYO (CBR) Y COMPLEMENTARIOS.	Ubicación: Barrio Pampa La Castilla, Departamento de Tarija.
Laboratorista: Univ. Wilbert Junnior Oropeza Berrios	Fecha: 20/11/2023
	Identificación: S-03 Prof.: 1,00m

Metodo de Ensayo: A **Volumen de Molde:** 943,30 cm³
Numero de capas / golpes por capa: 5 / 25 **Peso del Molde:** 3624,5 gr.

Numero de Ensayos	1	2	3	4
Peso suelo húmedo + molde (gr.)	5284,0	5595,1	5686,1	5549,5
Peso suelo húmedo (gr.)	1659,5	1970,6	2061,6	1925,0
Volumén de la muestra (cm ³)	943,30	943,30	943,30	943,30
Densidad suelo húmedo (gr/cm ³)	1,76	2,09	2,19	2,04
Numero de capsula	1	2	3	4
Peso suelo húmedo + capsula (gr.)	137,5	131,3	142,1	138,7
Peso suelo seco + capsula (gr.)	127,1	114,9	117,9	111,7
Peso del agua (gr.)	10,4	16,3	24,3	26,9
Peso de la capsula (gr.)	17,0	15,7	17,2	16,9
Peso suelo seco (gr.)	110,1	99,3	100,6	94,8
Contenido de humedad (%)	9,45	16,46	24,12	28,43
Densidad suelo seco (gr/cm ³)	1,607	1,794	1,761	1,589

CURVA DE COMPACTACIÓN



Densidad Máxima Seca: 1,82 gr/cm³

Humedad Optima: 18,87 %

Univ. Wilbert Junnior Oropeza Berrios
CIV-502
U.A.J.M.S.

Ing. Jose Alejandro Flores Iriarte
RESPONSABLE LAB. MEC. SUELOS
INGEOSUD

California Bearing Ratio CBR AASHTO T-193

Proyecto: ANÁLISIS DE LA APLICACIÓN DE CAL Y ADITIVO TERRASIL EN ARCILLAS DE BAJA A MEDIA COMPRESIBILIDAD CONSIDERANDO COMO PARÁMETRO DE MEDICIÓN EL ENSAYO (CBR) Y COMPLEMENTARIOS.	Ubicación: Barrio Pampa La Castilla, Departamento de Tarija.
Laboratorista: Univ. Wilbert Junnior Oropeza Berrios	Fecha: 10/03/2024
	Identificación: S-03 Prof.: 1,00m

ENSAYO DE CLASIFICACION		ENSAYO DE COMPACTACION T-180		ANILLO DE CARGA DE 10 KN	
AASHTO	UNIFICADA	Densidad Máxima	Humedad Optima(%)	DIAL DE CARGA	ECUACION
A-6 (9)	CL	1,82	18,87	0,0001 pulg/div	$y = 0,0024x^2 + 0,6159x + 4,6739$

COMPACTACION (Numero de capas = 5)

Prueba N°	1	2	3
N° de golpes por capa	56	25	10
Peso Mh+ Molde (gr)	12944,0	12251,0	12357,5
Peso del Molde (gr)	8739,0	8424,5	8824,5
Peso Humedo M (gr)	4205,0	3826,5	3533,0
Volumen Molde (cm³)	2119,8	2147,0	2119,2
Densidad humeda (gr/cm³)	1,984	1,782	1,667
Densidad Seca (gr/cm³)	1,675	1,501	1,397
Porcentaje de Compactacion %	92,14	82,57	76,85

CONTENIDO DE HUMEDAD ANTES DE SUMERGIR

Prueba N°	1	2	3
N° de golpes por capa	56	25	10
Tara N°	22	20	3
Tara+Suelo hum. (gr)	95,04	109,14	100,29
Tara+Suelo seco. (gr)	82,76	94,41	86,51
Peso de agua (gr)	12,28	14,73	13,78
Peso Tara (gr)	16,12	15,78	15,24
Peso Suelo seco (gr)	66,64	78,63	71,27
Contenido de Humedad(%)	18,42	18,73	19,33

DESPUES DE SUMERGIR

N° Golpes	56			25			10		
Peso Mh+ Molde (gr)	12944,0			12251,0			12357,5		
Peso del Molde (gr)	8739			8425			8825		
Peso Humedo M (gr)	4205			3827			3533		
Volumen Molde (cm³)	2119,8			2147,0			2119,2		
Densidad humeda (gr/cm³)	1,984			1,782			1,667		
MUESTRA DE HUMEDAD	Fondo 1"	Superf. 1"	2" sup.	Fondo 1"	Superf. 1"	2" sup.	Fondo 1"	Superf. 1"	2" sup.
Tara N°	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Tara+Suelo hum. (gr)	128,66	127,76	139,01	137,67	128,6	133,55	126,88	136,96	141,84
Tara+Suelo seco. (gr)	107,51	106,37	116,2	125,01	112,28	122,09	110,21	117,03	124,92
Peso de agua (gr)	21,15	21,39	22,81	12,66	16,32	11,46	16,67	19,93	16,92
Peso Tara (gr)	14,89	15,79	15,93	15,81	16,52	16,47	15,39	14,72	14,79
Peso Suelo seco (gr)	92,62	90,58	100,27	109,2	95,76	105,62	94,82	102,31	110,13
Contenido de Humedad(%)	22,84	23,61	22,75	11,59	17,04	10,85	17,58	19,48	15,36
Densidad muestra seca (gr/cm³) 1" sup.	1,605			1,523			1,395		

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO EN DIAS	MOLDE N° 1 = 56 GOLPES			MOLDE N° 2 = 25 GOLPES			MOLDE N° 3 = 10 GOLPES		
			LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION	
			DIV = 0,001 pulg	mm	%	DIV = 0,001 pulg	mm	%	DIV = 0,001 pulg	mm	%
10-mar	12:00	0	455	11,56	0	456	11,58	0	192	4,88	0
11-mar	12:00	1	456	11,58	0,02	464	11,79	0,17	201	5,11	0,20
12-mar	12:00	2	461	11,71	0,13	468	11,89	0,26	202	5,13	0,22
13-mar	12:00	3	470	11,94	0,33	470	11,94	0,30	203	5,16	0,24
14-mar	12:00	4	467	11,86	0,26	472	11,99	0,35	202	5,13	0,22

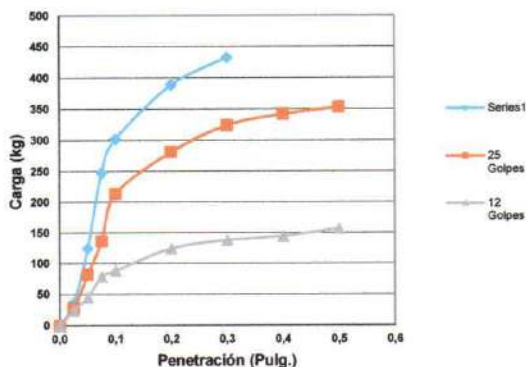
PENETRACION

Pulgadas	(mm)	56 Golpes			25 Golpes			10 Golpes		
		Lec. Dial DIV = 0,0001pulg	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Lec. Dial DIV = 0,0001pulg	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Lec. Dial DIV = 0,0001pulg	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)
0,000	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,025	0,63	44	36,4	1,8	32	26,8	1,3	28	23,8	1,2
0,050	1,27	138	124,4	6,1	92	81,7	4,0	54	44,9	2,2
0,075	1,90	256	247,7	12,1	149	135,9	6,6	89	78,5	3,8
0,100	2,54	308	301,9	14,7	223	213,2	10,4	103	87,9	4,3
0,200	5,08	391	388,6	19,0	288	281,1	13,7	138	124,4	6,1
0,300	7,62	433	432,4	21,1	329	323,9	15,8	151	138,0	6,7
0,400	10,16	-	-	-	346	341,6	16,7	157	144,3	7,0
0,500	12,70	-	-	-	357	353,1	17,2	169	156,8	7,6

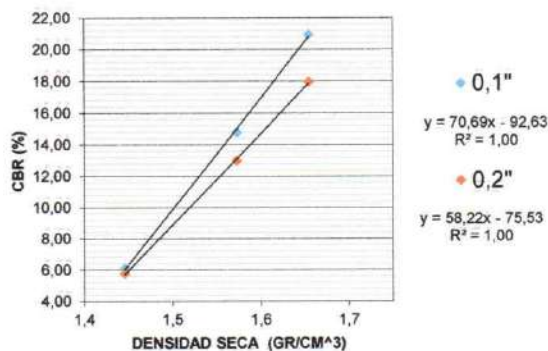
CORRECCION DE CARGA Y C.B.R. (56, 25 Y 10 GOLPES)

Nº GOLPES	56 Golpes		25 Golpes		10 Golpes	
CARGA Y C.B.R. 0,1"	14,73	20,9	10,40	14,8	4,29	6,1
CARGA Y C.B.R. 0,2"	18,96	18,0	13,71	13,0	6,07	5,8


CARGA Vs PENETRACION



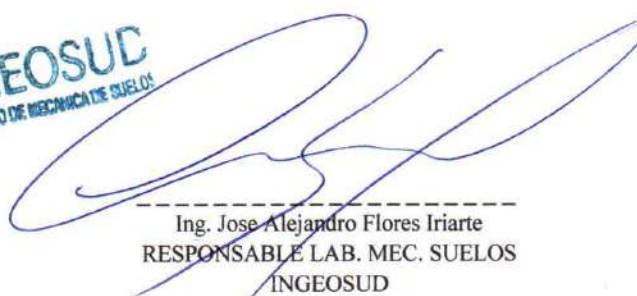
CURVA: CBR - DENSIDAD



CBR	100% D.máx	95% D.Máx.
0,1 "	35,9 %	29,5 %
0,2"	30,3 %	25,0 %


Univ. Wilbert Junnior Oropeza Berrios
CIV-502
U.A.J.M.S.

INGEOSUD
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS


Ing. Jose Alejandro Flores Iriarte
RESPONSABLE LAB. MEC. SUELOS
INGEOSUD

Compactación Proctor Modificado AASHTO T-180

Proyecto: ANÁLISIS DE LA APLICACIÓN DE CAL Y ADITIVO TERRASIL EN ARCILLAS DE BAJA A MEDIA COMPRESIBILIDAD CONSIDERANDO COMO PARÁMETRO DE MEDICIÓN EL ENSAYO (CBR) Y COMPLEMENTARIOS.	Ubicación: Barrio Reyes, Departamento de Tarija.
Laboratorista: Univ. Wilbert Junnior Oropeza Berrios	Fecha: 25/02/2024
	Identificación: S-20 Prof.: 1,00m

Metodo de Ensayo: A **Volumen de Molde:** 943,30 cm³
Numero de capas / golpes por capa: 5 / 25 **Peso del Molde:** 3624,5 gr.

Numero de Ensayos	1	2	3	4
Peso suelo húmedo + molde (gr.)	5416,9	5626,4	5646,4	5612,9
Peso suelo húmedo (gr.)	1792,4	2001,9	2021,9	1988,4
Volumén de la muestra (cm ³)	943,30	943,30	943,30	943,30
Densidad suelo húmedo (gr/cm ³)	1,90	2,12	2,14	2,11
Numero de capsula	53	56	59	75
Peso suelo húmedo + capsula (gr.)	97,1	83,6	99,1	87,1
Peso suelo seco + cápsula (gr.)	88,8	72,2	82,0	70,8
Peso del agua (gr.)	8,3	11,4	17,1	16,2
Peso de la cápsula (gr.)	17,4	16,9	15,5	15,6
Peso suelo seco (gr.)	71,5	55,3	66,5	55,2
Contenido de humedad (%)	11,63	20,55	25,71	29,37
Densidad suelo seco (gr/cm ³)	1,702	1,760	1,705	1,629

CURVA DE COMPACTACIÓN



Densidad Máxima Seca: 1,76 gr/cm³

Humedad Optima: 18,78 %

Univ. Wilbert Junnior Oropeza Berrios
CIV-502
U.A.J.M.S.

INGEOSUD
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

Ing. Jose Alejandro Flores Iriarte
RESPONSABLE LAB. MEC. SUELOS
INGEOSUD

California Bearing Ratio CBR AASHTO T-193

Proyecto: ANÁLISIS DE LA APLICACIÓN DE CAL Y ADITIVO TERRASIL EN ARCILLAS DE BAJA A MEDIA COMPRESIBILIDAD CONSIDERANDO COMO PARÁMETRO DE MEDICIÓN EL ENSAYO (CBR) Y COMPLEMENTARIOS.	Ubicación: Barrio Reyes, Departamento de Tarija.
Laboratorista: Univ. Wilbert Junnior Oropeza Berrios	Fecha: 28/02/2024
	Identificación: S-20 Prof.: 1,00m

ENSAYO DE CLASIFICACION		ENSAYO DE COMPACTACION T-180		ANILLO DE CARGA DE 10 KN	
AASHTO	UNIFICADA	Densidad Máxima	Humedad Optima(%)	DIAL DE CARGA	ECUACION
A-6 (10)	CL	1,76	18,78	0,0001 pulg/div	$y = 0,0024x^2 + 0,6159x + 4,6739$

COMPACTACION (Numero de capas = 5)

Prueba N°	1	2	3
N° de golpes por capa	56	25	10
Peso Mh+Molde (gr)	11642,0	11710,5	10634,0
Peso del Molde (gr)	7560,0	7956,5	7501,5
Peso Humedo M (gr)	4082,0	3754,0	3132,5
Volumen Molde (cm³)	2126,2	2105,2	2149,3
Densidad humeda (gr/cm³)	1,920	1,783	1,457
Densidad Seca (gr/cm³)	1,616	1,510	1,236
Porcentaje de Compactacion %	91,61	85,64	70,07

CONTENIDO DE HUMEDAD ANTES DE SUMERGIR

Prueba N°	1	2	3
N° de golpes por capa	56	25	10
Tara N°	56	67	71
Tara+Suelo hum. (gr)	79,23	88,80	75,08
Tara+Suelo seco. (gr)	69,35	77,71	65,87
Peso de agua (gr)	9,88	11,09	9,21
Peso Tara (gr)	16,90	16,32	14,53
Peso Suelo seco (gr)	52,45	61,39	51,34
Contenido de Humedad(%)	18,84	18,06	17,94

DESPUES DE SUMERGIR

N° Golpes	56			25			10		
Peso Mh+Molde (gr)	11642,0			11710,5			10634,0		
Peso del Molde (gr)	7560			7957			7502		
Peso Humedo M (gr)	4082			3754			3133		
Volumen Molde (cm³)	2126,2			2105,2			2149,3		
Densidad humeda (gr/cm³)	1,920			1,783			1,457		
MUESTRA DE HUMEDAD	<i>Fondo 1"</i>	<i>Superf. 1"</i>	<i>2" sup.</i>	<i>Fondo 1"</i>	<i>Superf. 1"</i>	<i>2" sup.</i>	<i>Fondo 1"</i>	<i>Superf. 1"</i>	<i>2" sup.</i>
Tara N°	110	133	121	128	132	131	122	103	127
Tara+Suelo hum. (gr)	140,41	109,43	114,91	101,78	136,09	128,78	130,67	119,35	111,69
Tara+Suelo seco. (gr)	111,57	91,38	95,91	83,46	108,62	104,77	96,52	90,08	85,77
Peso de agua (gr)	28,84	18,05	19	18,32	27,47	24,01	34,15	29,27	25,92
Peso Tara (gr)	15,83	15,94	16,77	16,38	15,47	16,21	16,78	16,36	16,30
Peso Suelo seco (gr)	95,74	75,44	79,14	67,08	93,15	88,56	79,74	73,72	69,47
Contenido de Humedad(%)	30,12	23,93	24,01	27,31	29,49	27,11	42,83	39,70	37,31
Densidad muestra seca (gr/cm³) 1" sup.	1,549			1,377			1,043		

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO EN DIAS	MOLDE N° 1 = 56 GOLPES			MOLDE N° 2 = 25 GOLPES			MOLDE N° 3 = 10 GOLPES		
			LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION	
			DIV = 0,001pulg	mm	%	DIV = 0,001pulg	mm	%	DIV = 0,001pulg	mm	%
28-feb	14:00	0	219	5,56	0	62	1,57	0	84	2,13	0
29-feb	14:00	1	248	6,30	0,63	92	2,34	0,65	135	3,43	1,11
1-mar	14:00	2	247	6,27	0,61	95	2,41	0,72	138	3,51	1,17
2-mar	14:00	3	246	6,25	0,59	95	2,41	0,72	136	3,45	1,13
3-mar	14:00	4	252	6,40	0,72	99	2,51	0,81	148	3,76	1,39

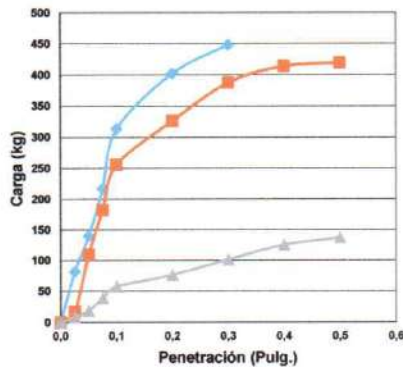
PENETRACION

Pulgadas	(mm)	56 Golpes			25 Golpes			10 Golpes		
		Lec. Dial DIV = 0,0001pulg	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Lec. Dial DIV = 0,0001pulg	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Lec. Dial DIV = 0,0001pulg	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)
0,000	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,025	0,63	97	81,6	4,0	50	17,1	0,8	6	8,5	0,4
0,050	1,27	153	140,1	6,8	124	109,8	5,4	21	18,7	0,9
0,075	1,90	227	217,4	10,6	193	181,9	8,9	47	38,9	1,9
0,100	2,54	319	313,4	15,3	264	256,0	12,5	68	57,7	2,8
0,200	5,08	404	402,2	19,6	331	326,0	15,9	87	76,4	3,7
0,300	7,62	448	448,1	21,9	390	387,5	18,9	116	101,5	4,9
0,400	10,16	-	-	-	415	413,6	20,2	139	125,5	6,1
0,500	12,70	-	-	-	420	418,9	20,4	150	137,0	6,7

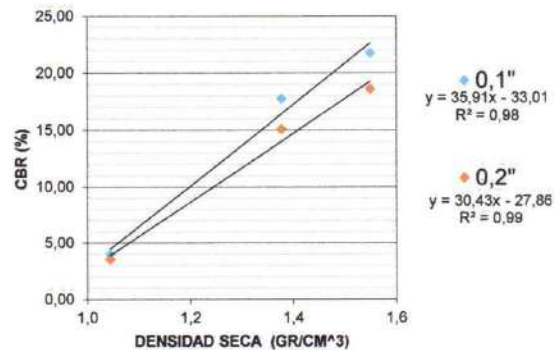
CORRECCION DE CARGA Y C.B.R. (56, 25 Y 10 GOLPES)

Nº GOLPES	56 Golpes		25 Golpes		10 Golpes	
CARGA Y C.B.R. 0,1"	15,29	21,7	12,49	17,8	2,81	4,0
CARGA Y C.B.R. 0,2"	19,62	18,6	15,90	15,1	3,73	3,5

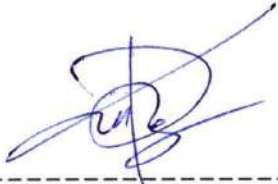
CARGA Vs PENETRACION




CURVA: CBR - DENSIDAD



CBR	100% D.máx	95% D.Máx.
0,1 "	30,3 %	27,2 %
0,2"	25,8 %	23,1 %


Univ. Wilbert Junnior Oropeza Berrios
CIV-502
U.A.J.M.S.


Ing. Jose Alejandro Flores Iriarte
RESPONSABLE LAB. MEC. SUELOS
INGEOSUD

Compactación Proctor Modificado AASHTO T-180

Proyecto: ANÁLISIS DE LA APLICACIÓN DE CAL Y ADITIVO TERRASIL EN ARCILLAS DE BAJA A MEDIA COMPRESIBILIDAD CONSIDERANDO COMO PARÁMETRO DE MEDICIÓN EL ENSAYO (CBR) Y COMPLEMENTARIOS.	Ubicación: Barrio Oscar Zamora, Departamento de Tarija.
Laboratorista: Univ. Wilbert Junnior Oropeza Berrios	Fecha: 17/10/2023
	Identificación: S-07 Prof.: 1,00m

Metodo de Ensayo: A **Volumen de Molde:** 943,30 cm³
Numero de capas / golpes por capa: 5 / 25 **Peso del Molde:** 3624,5 gr.

Numero de Ensayos	1	2	3	4
Peso suelo húmedo + molde (gr.)	5450,0	5608,5	5739,5	5791,0
Peso suelo húmedo (gr.)	1825,5	1984,0	2115,0	2166,5
Volumén de la muestra (cm ³)	943,30	943,30	943,30	943,30
Densidad suelo húmedo (gr/cm ³)	1,94	2,10	2,24	2,30
Numero de capsula	82	84	66	62
Peso suelo húmedo + capsula (gr.)	83,8	68,5	80,1	70,6
Peso suelo seco + capsula (gr.)	79,1	62,5	69,4	58,9
Peso del agua (gr.)	4,8	6,1	10,7	11,7
Peso de la capsula (gr.)	16,8	16,0	15,4	14,8
Peso suelo seco (gr.)	62,3	46,5	54,0	44,1
Contenido de humedad (%)	7,63	13,06	19,77	26,54
Densidad suelo seco (gr/cm ³)	1,798	1,860	1,872	1,815

CURVA DE COMPACTACIÓN



Densidad Máxima Seca: 1,88 gr/cm³

Humedad Óptima: 12,87%

Univ. Wilbert Junnior Oropeza Berrios
CIV-502
U.A.J.M.S.

Ing. Jose Alejandro Flores Iriarte
RESPONSABLE LAB. MEC. SUELOS
INGEOSUD

California Bearing Ratio CBR AASHTO T-193

Proyecto: ANÁLISIS DE LA APLICACIÓN DE CAL Y ADITIVO TERRASIL EN ARCILLAS DE BAJA A MEDIA COMPRESIBILIDAD CONSIDERANDO COMO PARÁMETRO DE MEDICIÓN EL ENSAYO (CBR) Y COMPLEMENTARIOS.		Ubicación: Barrio Oscar Zamora, Departamento de Tarija.	
Laboratorista: Univ. Wilbert Junnior Oropeza Berrios		Fecha: 27/10/2023	
		Identificación: S-07	Prof.: 1,00m

ENSAYO DE CLASIFICACION		ENSAYO DE COMPACTACION T-180		ANILLO DE CARGA DE 10 KN	
AASHTO	UNIFICADA	Densidad Máxima	Humedad Optima(%)	DIAL DE CARGA	ECUACION
A-7-6 (17)	CL	1,88	17,87	0,0001 pulg/div	$y = 0,0024x^2 + 0,6159x + 4,6739$

COMPACTACION (Numero de capas = 5)

Prueba N°	1	2	3
N° de golpes por capa	56	25	10
Peso Mh+Molde (gr)	11609,5	11800,0	10970,0
Peso del Molde (gr)	7561,5	8020,0	7503,0
Peso Humedo M (gr)	4048,0	3780,0	3467,0
Volumen Molde (cm³)	2130,1	2125,0	2131,4
Densidad humeda (gr/cm³)	1,900	1,779	1,627
Densidad Seca (gr/cm³)	1,607	1,518	1,384
Porcentaje de Compactacion %	85,45	80,73	73,58

CONTENIDO DE HUMEDAD ANTES DE SUMERGIR

Prueba N°	1	2	3
N° de golpes por capa	56	25	10
Tara N°	22	20	3
Tara+Suelo hum. (gr)	68,07	75,69	61,94
Tara+Suelo seco. (gr)	59,88	67,08	54,95
Peso de agua (gr)	8,19	8,61	6,99
Peso Tara (gr)	14,99	16,91	15,10
Peso Suelo seco (gr)	44,89	50,17	39,85
Contenido de Humedad(%)	18,24	17,16	17,54

DESPUES DE SUMERGIR

N° Golpes	56			25			10		
Peso Mh+Molde (gr)	11609,5			11800,0			10970,0		
Peso del Molde (gr)	7562			8020			7503		
Peso Humedo M (gr)	4048			3780			3467		
Volumen Molde (cm³)	2130,1			2125,0			2131,4		
Densidad humeda (gr/cm³)	1,900			1,779			1,627		
MUESTRA DE HUMEDAD	Fondo 1"	Superf. 1"	2" sup.	Fondo 1"	Superf. 1"	2" sup.	Fondo 1"	Superf. 1"	2" sup.
Tara N°	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Tara+Suelo hum. (gr)	77,14	121,51	77,6	72,04	80,32	75,65	77,83	65,53	74,61
Tara+Suelo seco. (gr)	64,83	97,42	65,16	59,5	65,78	62,64	61,85	52,25	59,79
Peso de agua (gr)	12,31	24,09	12,44	12,54	14,54	13,01	15,98	13,28	14,82
Peso Tara (gr)	20,04	16,37	16,28	16,84	19,00	16,11	15,88	13,76	14,55
Peso Suelo seco (gr)	44,79	81,05	48,88	42,66	46,78	46,53	45,97	38,49	45,24
Contenido de Humedad(%)	27,48	29,72	25,45	29,40	31,08	27,96	34,76	34,50	32,76
Densidad muestra seca (gr/cm³) 1" sup.	1,465			1,357			1,209		

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO EN DIAS	MOLDE N° 1 = 56 GOLPES			MOLDE N° 2 = 25 GOLPES			MOLDE N° 3 = 10 GOLPES		
			LECT. DIAL DIV = 0,001 pulg	EXPANSION		LECT. DIAL DIV = 0,001 pulg	EXPANSION		LECT. DIAL DIV = 0,001 pulg	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
27-oct	18:00	0	280	7,11	0	256	6,50	0	121	3,07	0
28-oct	18:00	1	320	8,13	0,87	310	7,87	1,18	235	5,97	2,47
29-oct	18:00	2	331	8,41	1,11	401	10,19	3,16	258	6,55	2,97
30-oct	18:00	3	327	8,31	1,02	400	10,16	3,13	168	4,27	1,02
31-oct	18:00	4	323	8,20	0,93	399	10,13	3,11	158	4,01	0,80

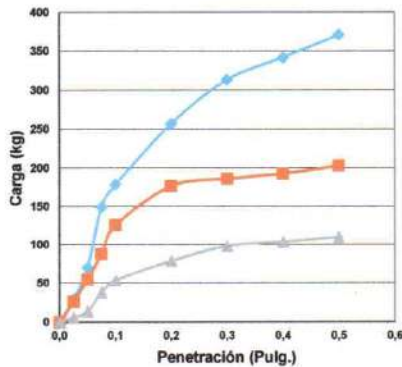
PENETRACION

Pulgadas	(mm)	56 Golpes			25 Golpes			10 Golpes		
		Lec. Dial DIV = 0,0001pulg	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Lec. Dial DIV = 0,0001pulg	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Lec. Dial DIV = 0,0001pulg	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)
0,000	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,025	0,63	35	29,2	1,4	31	26,1	1,3	2	5,9	0,3
0,050	1,27	86	70,1	3,4	71	54,5	2,7	14	13,8	0,7
0,075	1,90	162	149,5	7,3	103	87,9	4,3	46	38,1	1,9
0,100	2,54	190	178,7	8,7	139	125,5	6,1	70	53,4	2,6
0,200	5,08	265	257,0	12,5	188	176,6	8,6	94	78,5	3,8
0,300	7,62	319	313,4	15,3	197	186,0	9,1	113	98,3	4,8
0,400	10,16	346	341,6	16,7	203	192,3	9,4	118	103,5	5,1
0,500	12,70	374	370,8	18,1	213	202,8	9,9	124	109,8	5,4

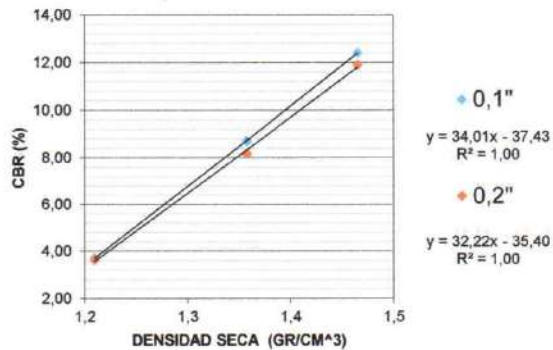
CORRECCION DE CARGA Y C.B.R. (56, 25 Y 10 GOLPES)

Nº GOLPES	56 Golpes		25 Golpes		10 Golpes	
CARGA Y C.B.R. 0,1"	8,72	12,4	6,12	8,7	2,61	3,7
CARGA Y C.B.R. 0,2"	12,54	11,9	8,62	8,2	3,83	3,6

CARGA Vs PENETRACION




CURVA: CBR - DENSIDAD



CBR	100% D.máx	95% D.Máx.
0,1 "	26,5 %	23,3 %
0,2"	25,2 %	22,2 %


Univ. Wilbert Junnior Oropeza Berrios
CIV-502
U.A.J.M.S.


INGEOSUD
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS


Ing. Jose Alejandro Flores Iriarte
RESPONSABLE LAB. MEC. SUELOS
INGEOSUD

ANEXO VI
FICHA TÉCNICA DEL ADITIVO
TERRASIL

Mejora la compactación, reduce la expansividad y aumenta la resistencia del suelo al agua.

TerraSil es un producto que se diluye en agua y se aplica con equipo aspersor sobre suelos de diferentes tipos para generar los siguientes beneficios:

Mejor compactación	Reducción de expansividad	Impermeabilización molecular
Logra compactaciones dentro de la norma con menos pasadas.	Reduce las deformaciones y los esfuerzos internos.	Genera estructuras resistentes al agua.
Mejor manejo del suelo para rangos más amplios de humedad óptima de compactación.	Facilita el uso de suelos locales que en principio no cumplen con la norma a costos competitivos.	Rompe el ascenso capilar y asegura la conservación de capacidad de carga durante la vida útil del camino.
Retiene finos a largo plazo, lo que produce menos grietas y baches.		
En dosis adecuadas, puede incrementar los valores de CBR.		
Vida útil prolongada y mantenimiento menos recurrente del camino.		
Uso más eficiente de los recursos, caminos sustentables. 		

Mejor compactación

TerraSil genera un escudo eléctrico a nivel molecular que reduce la fricción entre las partículas del suelo y aumenta su lubricidad.

- La densidad Proctor suele ser menor a la máxima debido a distribuciones desfavorables de las partículas, a cargas eléctricas incompatibles y variaciones en el contenido óptimo de humedad.
- TerraSil permite lograr los mismos resultados de compactación, con menos ciclos de maquinaria y con rangos más flexibles en el contenido de humedad.

Curvas de compactación:

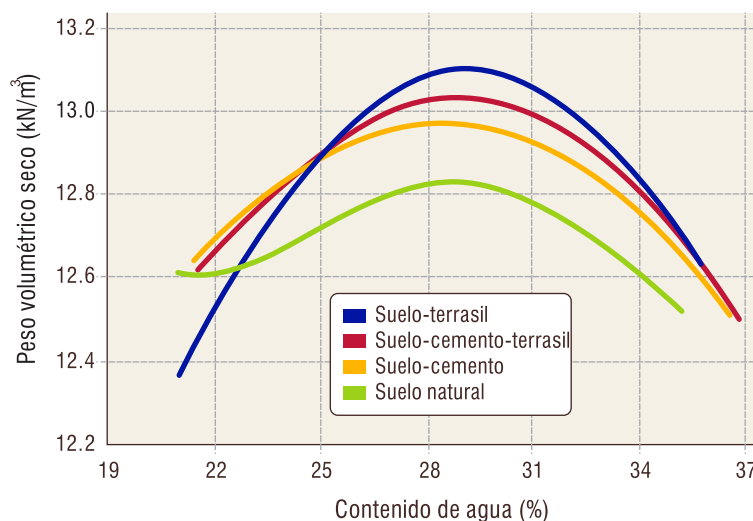
Arcilla expansiva de Querétaro (CH)

Dosificación: TerraSil 1kg/m³

Gs	LL	IP	% pasa malla 200
2.64	64%	38%	76.02

$$W_{opt} = 28.5\%$$

$$\gamma_d = 12.97 \text{ kN/m}^3$$



Reduce la expansividad

Al hidratarse, deshidratarse y/o cambiar de temperatura, los suelos se expanden y contraen generando esfuerzos de fatiga que producen ondulaciones, grietas y deterioro en toda la estructura del camino. TerraSil genera una interacción diferente entre las partículas de suelo y mitiga los efectos expansivos.

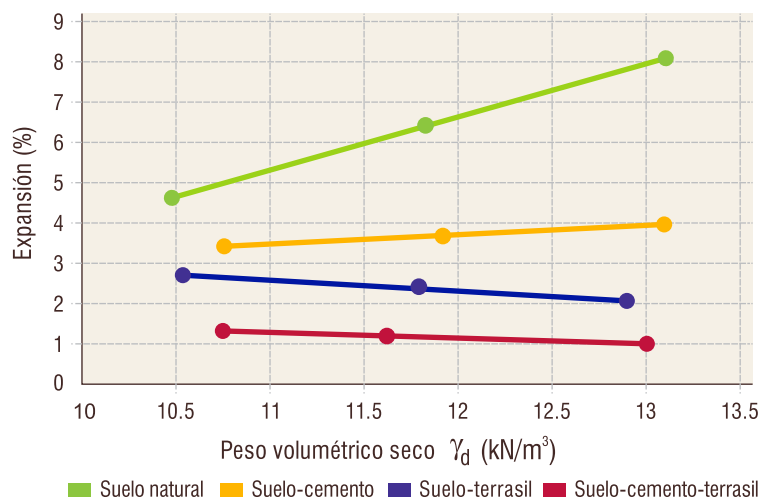
- TerraSil llega a reducir la expansividad hasta en un 90% en suelos con Índice Plástico menor a 50.
- El uso de TerraSil abre la opción de utilizar suelos que en un principio no cumplen con la normatividad.

Arcilla expansiva de Querétaro (CH)

Dosificación: TerraSil 1kg/m³

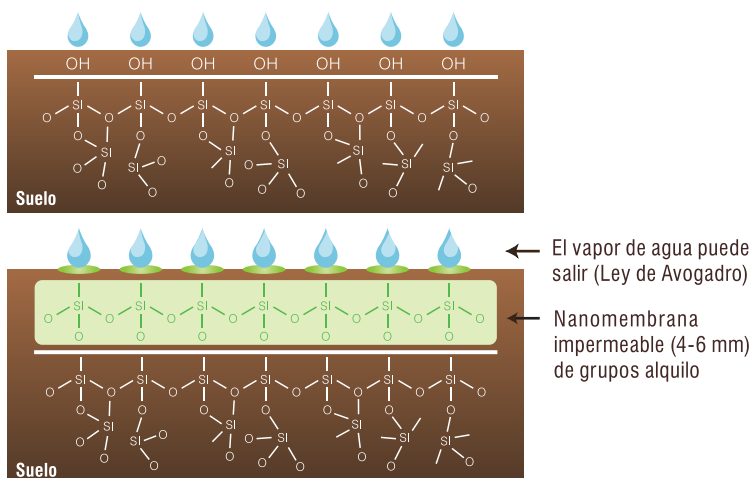
$$w_{opt} = 28.5\%$$

$$\gamma_d = 12.97 \text{ kN/m}^3$$



Impermeabilización a nivel molecular

1. La solución de agua con TerraSil se esparce sobre la superficie del suelo a tratar.
2. Los grupos de silano hidrolizado (SiOH) penetran profundamente en el suelo debido a que éste es hidrófilo (afín al agua), en esta etapa.
3. Al curar, se generan cadenas de alquilo siloxano que crean una nanomembrana que repele al agua en estado líquido, pero permite su paso como vapor.



Almacenamiento

TerraSil no requiere cuidados especiales y su manejo es seguro. Debe almacenarse entre 5-45°C, alejado de la luz solar y en ambiente seco, lejos del calor y fuentes de ignición. El contenedor debe cerrarse completamente tras cada uso.

Zydex Inc. 106, Kitty Hawk Drive, Morrisville, NC 27560, USA
Call : 919 342 6551 Fax : 919 544 3487 Email : us.sales@zydexindustries.com

Zydex® : "Sustainability through innovation"

TerraSil

Estabilización de suelos /
Resistencia al agua de Terracerías,
Subbases y Bases

Nanotac

Riegos asfálticos
Mezclas en frío
Morteros asfálticos

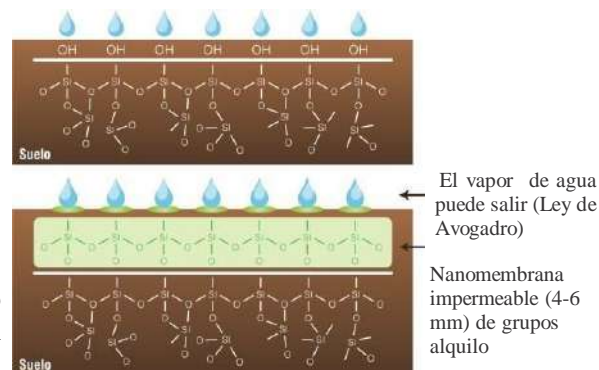
ZycoTherm

Mezclas asfálticas
calientes y tibias

www.zydex.mx

IMPERMEABILIZACIÓN TRANSPIRABLE DE SUBBASES, SUELOS Y TALUDES

1. La solución de agua con TerraSil se esparce sobre la superficie de suelo a tratar.
2. Los grupos de silano hidrolizado (SiOH) penetran profundamente en el suelo debido a que éste es hidrófilo (afin al agua), en esta etapa.
3. Al curar, se generan cadenas de alquilo siloxano que crean una nanomembrana que repele al agua en estado líquido, pero permite su paso como vapor

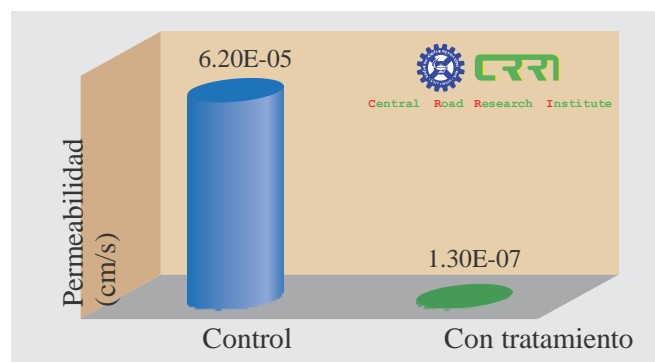


BENEFICIOS DE TERRASIL

- **Elimina la capilaridad y la entrada de agua desde la parte superior**



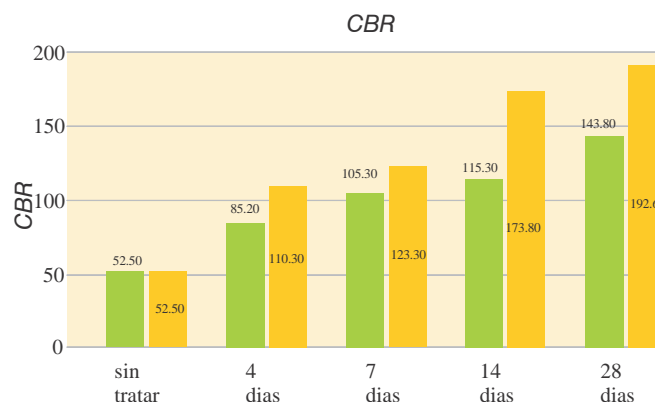
- **Reduce permeabilidad, manteniendo la transpirabilidad y elimina la expansividad e hinchamiento libre**



- **Mantiene los valores de CBR en seco, aún en condiciones de inmersión.**

Mantiene la resistencia de las subbases, e incrementa la resistencia a la deformación al mantener los valores friccionales entre limos, arenas y partículas de arcilla.

- **Controla la erosión de los suelos en taludes y bermas**

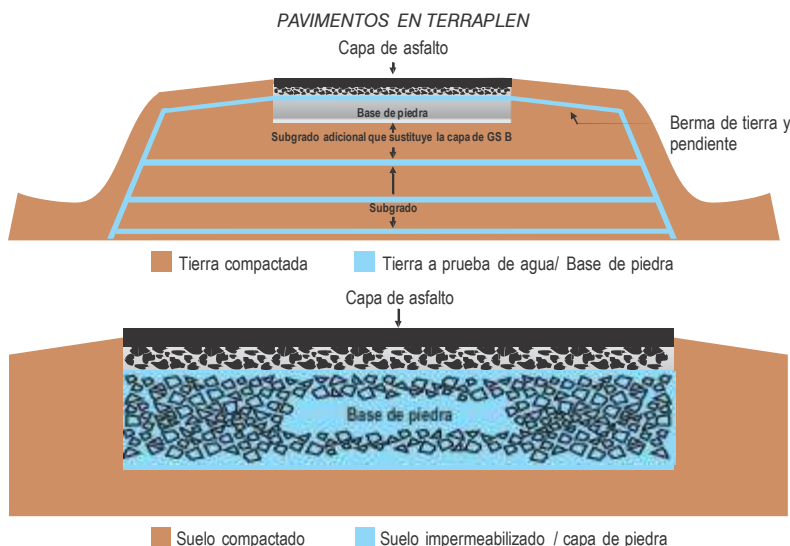


TRATAMIENTO TIPO SANDWICH

Aplicar solución de TerraSil mediante dos ciclos de riego- dejar secar-riego sobre suelos compactados previamente (densidad superior al 95% del contenido de humedad óptimo).

El primer riego impermeabiliza aproximadamente un 90%-95% de la superficie.

El segundo riego asegura la saturación del 100% de la superficie del suelo, penetrando e impermeabilizando las microgrietas.



TRATAMIENTO TIPO ESTABILIZADO

Calcular la disolución apropiada de TerraSil en el agua de compactación y realizar una estabilización por vía húmeda, mezclando intimamente la disolución de agua y TerraSil con el suelo, para luego compactar y sellar.

DOSIFICACIÓN

CBR Suelo	Dosificación 0.5 Kg/m ³	Dosificación 1 Kg/m ³	Dosificación 0.5 Kg/m ³ +1% cemento
Malo (CBR 1-6)	Mejora consigue (CBRx3)	Mejora óptica consigue (CBRx5)	Recomendada consigue CBR de 15% a 20%
Medio (CBR 6-15)	Mejora consigue (CBRx5)	Mejora óptica consigue (CBRx7)	Recomendada consigue CBR de 60% a 80%
Bueno (CBR 15-50)	Mejora consigue (CBR ≥ 75%)	Mejora óptica consigue (CBR < 80%)	CBR > 120%

APLICACIONES

- Bases para carreteras, y firmes de asfalto y hormigón (concreto)
- Caminos sin pavimentar- Rurales, Minería, Vertederos
- Áreas de construcción, terraplenes, balsas, canales, etc...
- Campos solares y Termosolares

ALMACENAMIENTO Y DURACIÓN

TerraSil debe ser almacenado entre 5-45 °C (41-113°F) en una zona cubiera y protegida de la acción del sol, calor, ignición, chispas, lluvia y acumulación de agua. El contenedor debe cerrarse completamente tras cada uso. La duración es de 24 meses.

ZYDEX : SUSTENTABILIDAD A TRAVÉS DE LA INNOVACIÓN

ZycoTherm / Zycosoil
Mezclas Tibias / Calientes

Nanotac
Riego de Liga

Terraprime
Riego de Impregnación

TerraSil
Impermeabilización de Suelos

Zydex Industries

Zydex House, 61, Gotri-Sevasi
Road, Sevasi, Vadodara - 390 021,
Gujarat, INDIA
Tel. : +91 265 3312000
Web: www.zydexindustries.com

Zydex Inc.

106, Kitty Hawk Drive, Morrisville,
NC 27560, USA.
Tel. : (919) 342 6551 • Fax : (919) 544 3784
Web : www.zydexindustries.com



BREM Cía. Ltda.
Environmental Solutions

Oficinas: Pasaje Alfonso Jerves N26-56 y Av. Orellana
Quito - Ecuador
Teléfono: (593 2) 2902425 - 2565651
Correo: www.brem.com.ec

ANEXO VII
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN SUBRASANTE SUELO ARCILLOSO PLÁSTICO-CEMENTO

ITEM: CONFORMACIÓN DE CAPA SUBRASANTE

CANTIDAD:

UNIDAD : m³

MONEDA: BOLIVIANOS

DESCRIPCION	UNID.	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
1. MATERIALES				
SUB RASANTE NORMAL	m ³	1,000	80,000	80,000
CEMENTO	kg	17,000	1,000	17,000
TERRASIL	kg	0,500	130,000	65,000
TOTAL MATERIALES				162,000
2. MANO DE OBRA				
AYUDANTE	hr	0,00300	12,500	0,038
CAPATAZ	hr	0,00800	21,250	0,170
OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hr	0,00560	16,250	0,091
OPERADOR DE EQUIPO PESADO	hr	0,00610	12,000	0,073
PEON	hr	0,00610	5,000	0,031
SUB TOTAL MANO DE OBRA				0,400
CARGAS SOCIALES 65%				0,260
IMPUESTOS IVA MANO DE OBRA 14,94%				0,099
TOTAL MANO DE OBRA				0,760
3. EQUIPO MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS				
CARGADOR FRONTAL CAT 930 CUCHARA 2 M3	hr	0,00300	380,000	1,140
COMPACTADOR DE RODILLO LISO CAT CS-5330	hr	0,00910	300,000	2,730
VOLQUETA CAP 10 M3	hr	0,00200	130,000	0,260
TRACTOR CAT D7R, CON ESCARIFICADOR	hr	0,00300	560,000	1,680
CAMION CISTERNA CAP 10000 LITROS	hr	0,00800	175,000	1,400
MOTONIVELADORA CAT 120	hr	0,01670	320,000	5,340
HERRAMIENTAS 5%				0,038
TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS				12,590
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS				
GASTOS GENERALES 10%				17,535
TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS				17,540
5. UTILIDAD				
UTILIDAD 10%				19,289
TOTAL UTILIDAD				19,290
6. IMPUESTOS				
IMPUESTOS IT 3,09%				6,556
TOTAL IMPUESTOS				6,560
TOTAL PRECIO UNITARIO				218,74

(Lopez, 2018)

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN SUBRASANTE SUELO-ADITIVOS 2%

ITEM: CONFORMACIÓN DE CAPA SUBRASANTE

CANTIDAD:

UNIDAD : m³

MONEDA: BOLIVIANOS

DESCRIPCION	UNID.	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
1. MATERIALES				
SUB RASANTE DE ARCILLA	m ³	1,200	80,000	96,000
TERRASIL	kg	0,500	130,000	65,000
CAL 2%	kg	34,000	0,720	24,480
TOTAL MATERIALES				185,480
2. MANO DE OBRA				
AYUDANTE	hr	0,00300	12,500	0,038
CAPATAZ	hr	0,00800	21,250	0,170
OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hr	0,00560	16,250	0,091
OPERADOR DE EQUIPO PESADO	hr	0,00610	12,000	0,073
PEON	hr	0,00610	5,000	0,031
SUB TOTAL MANO DE OBRA				0,400
CARGAS SOCIALES 65%				0,260
IMPUESTOS IVA MANO DE OBRA 14,94%				0,099
TOTAL MANO DE OBRA				0,760
3. EQUIPO MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS				
CARGADOR FRONTAL CAT 930 CUCHARA 2 M3	hr	0,00300	380,000	1,140
COMPACTADOR DE RODILLO LISO CAT CS-5330	hr	0,00910	300,000	2,730
VOLQUETA CAP 10 M3	hr	0,00200	130,000	0,260
TRACTOR CAT D7R, SIN ESCARIFICADOR	hr	0,00300	560,000	1,680
CAMION CISTERNA CAP 10000 LITROS	hr	0,00800	175,000	1,400
MOTONIVELADORA CAT 120	hr	0,01670	320,000	5,340
HERRAMIENTAS 5%				0,038
TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS				12,590
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS				
GASTOS GENERALES 10%				19,883
TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS				19,880
5. UTILIDAD				
UTILIDAD 10%				21,871
TOTAL UTILIDAD				21,870
6. IMPUESTOS				
IMPUESTOS IT 3,09%				7,434
TOTAL IMPUESTOS				7,430
TOTAL PRECIO UNITARIO				248,01

(Lopez, 2018)

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN SUBRASANTE SUELO-ADITIVOS 4%

ITEM: CONFORMACIÓN DE CAPA SUBRASANTE

CANTIDAD:

UNIDAD : m³

MONEDA: BOLIVIANOS

DESCRIPCION	UNID.	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
1. MATERIALES				
SUB RASANTE DE ARCILLA	m ³	1,200	80,000	96,000
TERRASIL	kg	0,500	130,000	65,000
CAL 4%	kg	68,000	0,720	48,960
TOTAL MATERIALES				209,960
2. MANO DE OBRA				
AYUDANTE	hr	0,00300	12,500	0,038
CAPATAZ	hr	0,00800	21,250	0,170
OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hr	0,00560	16,250	0,091
OPERADOR DE EQUIPO PESADO	hr	0,00610	12,000	0,073
PEON	hr	0,00610	5,000	0,031
SUB TOTAL MANO DE OBRA				0,400
CARGAS SOCIALES 65%				0,260
IMPUESTOS IVA MANO DE OBRA 14,94%				0,099
TOTAL MANO DE OBRA				0,760
3. EQUIPO MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS				
CARGADOR FRONTAL CAT 930 CUCHARA 2 M3	hr	0,00300	380,000	1,140
COMPACTADOR DE RODILLO LISO CAT CS-5330	hr	0,00910	300,000	2,730
VOLQUETA CAP 10 M3	hr	0,00200	130,000	0,260
TRACTOR CAT D7R, CON ESCARIFICADOR	hr	0,00300	560,000	1,680
CAMION CISTERNA CAP 10000 LITROS	hr	0,00800	175,000	1,400
MOTONIVELADORA CAT 120	hr	0,01670	320,000	5,340
HERRAMIENTAS 5%				0,038
TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS				12,590
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS				
GASTOS GENERALES 10%				22,331
TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS				22,330
5. UTILIDAD				
UTILIDAD 10%				24,564
TOTAL UTILIDAD				24,560
6. IMPUESTOS				
IMPUESTOS IT 3,09%				8,349
TOTAL IMPUESTOS				8,350
TOTAL PRECIO UNITARIO				278,55

(Lopez, 2018)

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN SUBRASANTE SUELO-ADITIVOS 6%

ITEM: CONFORMACIÓN DE CAPA SUBRASANTE

CANTIDAD:

UNIDAD : m³

MONEDA: BOLIVIANOS

DESCRIPCION	UNID.	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
1. MATERIALES				
SUB RASANTE DE ARCILLA	m ³	1,000	80,000	80,000
TERRASIL	kg	0,500	130,000	65,000
CAL 6%	kg	102,000	0,667	68,034
TOTAL MATERIALES				213,030
2. MANO DE OBRA				
AYUDANTE	hr	0,00300	12,500	0,038
CAPATAZ	hr	0,00800	21,250	0,170
OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hr	0,00560	16,250	0,091
OPERADOR DE EQUIPO PESADO	hr	0,00610	12,000	0,073
PEON	hr	0,00610	5,000	0,031
SUB TOTAL MANO DE OBRA				0,400
CARGAS SOCIALES 65%				0,260
IMPUESTOS IVA MANO DE OBRA 14,94%				0,099
TOTAL MANO DE OBRA				0,760
3. EQUIPO MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS				
CARGADOR FRONTAL CAT 930 CUCHARA 2 M3	hr	0,00300	380,000	1,140
COMPACTADOR DE RODILLO LISO CAT CS-5330	hr	0,00910	300,000	2,730
VOLQUETA CAP 10 M3	hr	0,00200	130,000	0,260
TRACTOR CAT D7R, CON ESCARIFICADOR	hr	0,00300	560,000	1,680
CAMION CISTERNA CAP 10000 LITROS	hr	0,00800	175,000	1,400
MOTONIVELADORA CAT 120	hr	0,01670	320,000	5,340
HERRAMIENTAS 5%				0,038
TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS				12,590
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS				
GASTOS GENERALES 10%				22,638
TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS				22,640
5. UTILIDAD				
UTILIDAD 10%				24,902
TOTAL UTILIDAD				24,900
6. IMPUESTOS				
IMPUESTOS IT 3,09%				8,464
TOTAL IMPUESTOS				8,460
TOTAL PRECIO UNITARIO				282,38

(Lopez, 2018)

ANEXO VIII
INFORME TÉCNICO DE AJUSTE Y
CALIBRACIÓN

SOLICITANTE : INGEOSUD
REQUESTED BY

INSTRUMENTO : ANILLO DE CARGA
EQUIPMENT

FABRICANTE : COSACOV
MANUFACTURER

SERIAL No. : A-6COS1000
SERIAL NUMBER

MODELO : 202305061
MODEL

CAPACIDAD : 908 Kgf
CAPACITY

DIVISION DE ESCALA : 0.98 Kgf
SCALE DIVISION

LUGAR DE CALIBRACIÓN : LABORATORIO PESALAB SRL
CALIBRATION SITE

FECHA DE CALIBRACIÓN : jueves, 18 de mayo de 2023
CALIBRATION DATE

PROXIMA CALIBRACIÓN : sábado, 18 de mayo de 2024
NEXT CALIBRATION

INFORME No. : F-017-23
REPORT N°

1.0. PATRÓN DE REFERENCIA

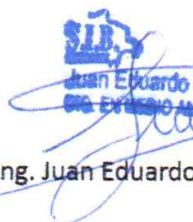
- 1.1. Para el ajuste y calibración del instrumento, se empleó como patrón secundario, una máquina manual de compresión de CBR, con una celula de carga tipo "S" marca KELI, modelo TSC-51, de 5.000 kg de capacidad, con numero de serie N° L6100796, con una precisión del 0,01% e indicador digital marca LEXUS modelo MATRIX, con certificado No.- LP-CCZ-0025-2023.
- 1.2. El instrumento fué calibrado según la norma NB/ISO 7500-1:2007 (CALIBRACIÓN DE MÁQUINAS DE ENSAYO)
- 1.3. Los patrones utilizados para la calibración son trazables a IBMETRO.

2.0. MÉTODO UTILIZADO

- 2.1. Fuerza indicada constante. Una fuerza dada F_i , indicada por el indicador de fuerza de la máquina, se aplica a la misma y se anota la fuerza real F indicada por el instrumento patrón de fuerza.

Calibrado por:

Ing. Juan Eduardo Sánchez Crespo


Juan Eduardo Sánchez Crespo
CRA EXTERNO MANTENIMIENTO R.M. 129548

PESALAB S.R.L.
NIT: 375333021
TEL: 3325633

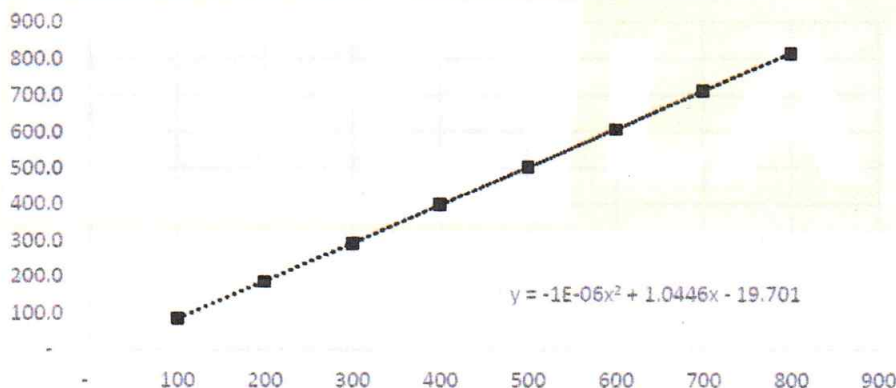


3.0. RESULTADOS

F-017-23

A cotinuacion se muestran los resultados obtenidos.

Fuerza	Div.	A	B	C	Promedio	Exactitud	Repetibilidad	U
Kgf		Kgf	Kgf	Kgf	Kgf	%	%	Kgf
84.75	100	85.7	89.6	85.7	87.0	2.6	4.5	10.0
189.18	200	185.3	188.7	185.3	186.4	1.5	1.8	0.5
293.59	300	290.7	294.7	291.0	292.1	0.5	1.4	1.2
397.98	400	397.5	401.2	397.5	398.7	0.2	0.9	1.6
502.35	500	503.5	505.6	502.0	503.7	0.3	0.7	1.4
606.70	600	606.6	609.0	604.6	606.7	0.0	0.7	1.0
711.03	700	711.9	713.8	710.1	711.9	0.1	0.5	0.9
815.34	800	814.1	816.6	812.0	814.2	0.1	0.6	0.6



Condiciones Ambientales:

Temp. : 26.3 °C
H. Relativa : 78.4 %

Errores máximos hallados (%):

Exactitud : 1.47
Repetibilidad : 1.82
Escala de Calibración : 817 Kg

4.0. RESULTADOS .-

4.1 De acuerdo a los resultados obtenidos, y de acuerdo a la recomendaciones de la norma ISO 7500-1, el equipo se

Clase : 1 desde el 20% del alcance máximo

Escala de compresión : 817.2 Kg

Ecuación : $a = 0.000001$ $b = 1.0446$ $c = 19.701$

Factor k : 0.9783

5.0. OBSERVACIONES .-

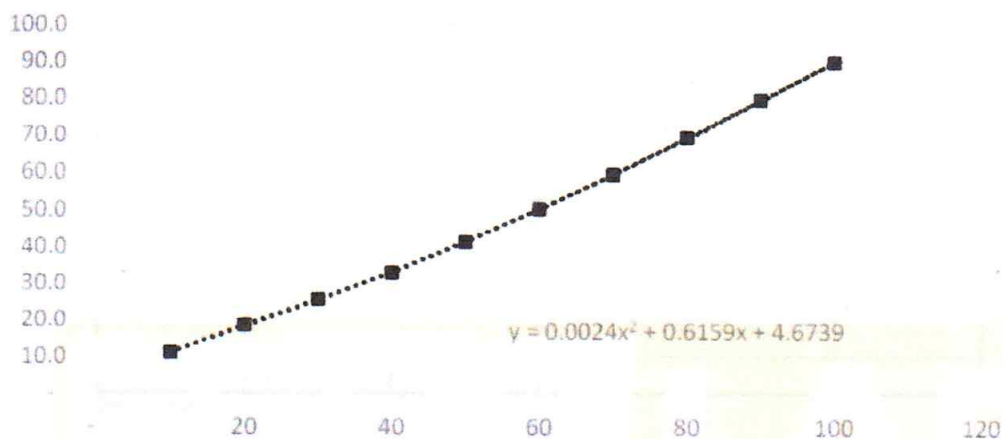
5.1. Se recomienda la verificación y re-calibración del instrumento dentro de un plazo no mayor a los 12 meses.

5.2. Se ha colocado un adhesivo de "calibrado" con fecha y Nro de informe.

5.3. Informes de calibración sin firmas o sin sellos oficiales, no son válidos. Este informe ha sido emitido sin alteraciones y no puede ser reproducido sin autorización de la empresa PESALAB SRL.

ANEXO 1

DIVISION DE ESCALA EN LAS PRIMERAS 10 DIVISIONES.
ECUACIÓN SOLAMENTE APLICA PARA ESTE RANGO DE MEDICIÓN.



Valores en Kilogramos-fuerza (Kg)

Conversión: $Lbf = Kg \times 0.453592$; $kN = Lbf \times 0.004444882$

División	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	11.1	11.7	12.4	13.1	13.8	14.5	15.1	15.8	16.5
20	18.0	18.7	19.4	20.1	20.8	21.6	22.3	23.1	24.0
30	25.3	26.1	26.8	27.6	28.4	29.2	30.0	30.7	31.5
40	33.1	34.0	34.8	35.6	36.4	37.2	38.1	38.9	39.8
50	41.5	42.3	43.2	44.1	44.9	45.8	46.7	47.6	48.5
60	50.3	51.2	52.1	53.0	53.9	54.8	55.8	56.7	57.7
70	59.5	60.5	61.5	62.4	63.4	64.4	65.3	66.3	67.3
80	69.3	70.3	71.3	72.3	73.3	74.4	75.4	76.4	77.5
90	79.5	80.6	81.7	82.7	83.8	84.8	85.9	87.0	88.1
100	90.3	91.4	92.5	93.6	94.7	95.8	96.9	98.1	99.2