

ANEXO 1

ENSAYOS DE SUELOS EN ESTADO NATURAL

SUELO FINO

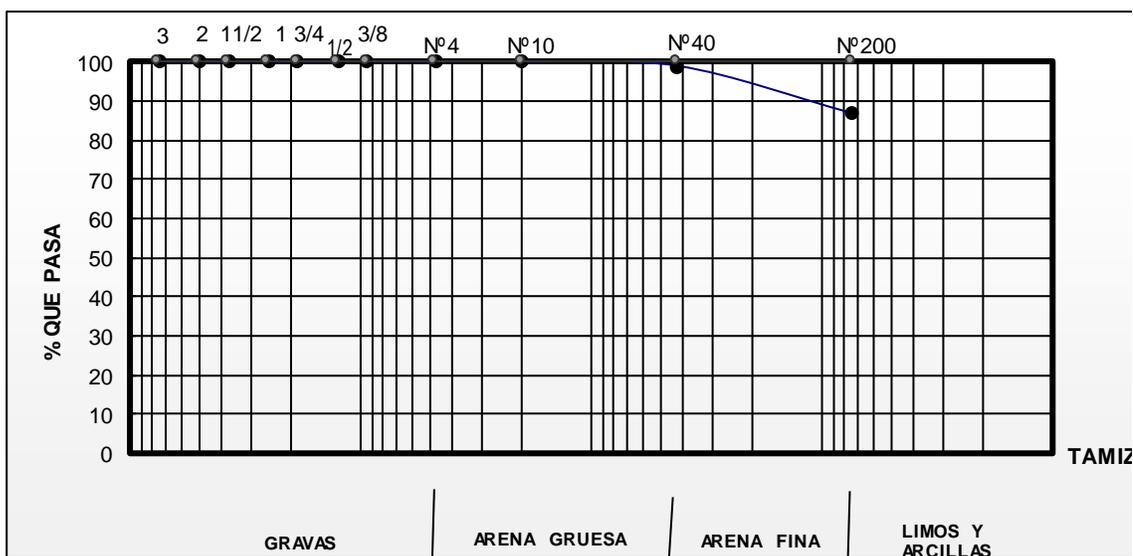


GRANULOMETRÍA

Fecha : 18 de septiembre del 2018

Muestra : N° 1

Peso Total (gr.)			553.1609195	A.S.T.M.	
Tamices	Tamaño (mm)	Peso Ret. (gr)	Ret. Acum (gr)	% Ret	% Que Pasa del Total
3"	75	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.50	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00
N°4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
N°10	2.00	0.00	0.00	0.00	100.00
N°40	0.425	6.20	6.20	1.12	98.88
N°200	0.075	66.80	73.00	13.20	86.80



Univ. Arenas Isabel Gabriela
LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce
ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS

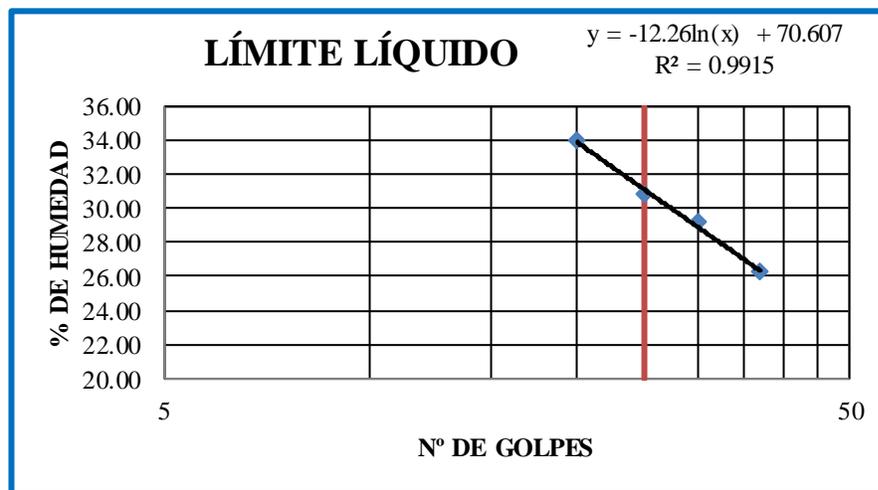
NOTA: El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados que plantea esta investigación es enteramente responsabilidad del investigador.



LÍMITE DE ATTERBERG

Fecha : 19 de septiembre del 2018
 Muestra : N° 1

Capsula N°	1	2	3	4
N° de golpes	20	25	30	37
Suelo Húmedo + Cápsula	40.20	43.20	46.20	43.40
Suelo Seco + Cápsula	33.20	36.00	38.60	37.00
Peso del agua	7.00	7.20	7.60	6.40
Peso de la Cápsula	12.60	12.60	12.60	12.60
Peso Suelo seco	20.60	23.40	26.00	24.40
Porcentaje de Humedad	33.98	30.77	29.23	26.23



Determinación de Límite Plástico

Cápsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula	24.00	22.80	24.00
Peso de suelo seco + Cápsula	23.30	22.30	23.40
Peso de cápsula	18.00	18.40	18.80
Peso de suelo seco	5.30	3.90	4.60
Peso del agua	0.70	0.50	0.60
Contenido de humedad	13.21	12.82	13.04

f	12.26	70.607
Límite Líquido (LL)	31	
Límite Plástico (LP)	13	
Indice de Plasticidad (IP)	18	
Indice de Grupo (IG)	11	

Univ. Arenas Isabel Gabriela

Ing. José Ricardo Arce

LABORATORISTA

ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS

NOTA: El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados que plantea esta investigación es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y HORMIGON

HUMEDAD NATURAL Y CLASIFICACIÓN

Fecha : 18 de septiembre del 2018

Muestra : N° 1

HUMEDAD NATURAL			
Cápsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula	87.00	104.60	102.80
Peso de suelo seco + Cápsula	84.60	101.40	99.60
Peso de cápsula	19.40	18.60	18.40
Peso de suelo seco	65.20	82.80	81.20
Peso del agua	2.40	3.20	3.20
Contenido de humedad	3.68	3.86	3.94
PROMEDIO	3.83		

CLASIFICACIÓN DEL SUELO		DESCRIPCIÓN
SUCS:	CL	Predomina la arcilla, más del 75 % del material pasa el tamiz N°200, este suelo suele contener pequeños porcentajes de arena fina y limo cuyas características son absorbidas por el gran porcentaje de arcilla.
AASHTO:	A-6(18)	

Univ. Arenas Isabel Gabriela
LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce
ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS

NOTA: El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados que plantea esta investigación es enteramente responsabilidad del investigador.



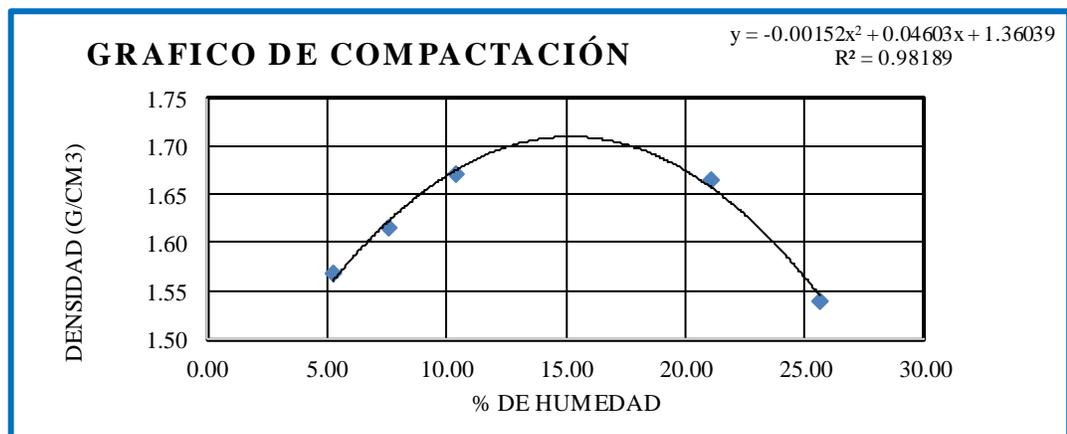
COMPACTACIÓN

Fecha : 12 de octubre del 2018

Muestra : N° 1

Muestra: Unica Volumen: 941.60 cm³

N° de capas	5	5	5	5	5
N° de golpes por capa	25	25	25	25	25
Peso suelo húmedo + molde	5731.80	5816.40	5916.40	6078.40	6000.00
Peso del molde	4178.80	4178.80	4178.80	4178.80	4178.80
Peso suelo húmedo	1553.00	1637.60	1737.60	1899.60	1821.20
Volumén de la muestra	941.60	941.60	941.60	941.60	941.60
Densidad suelo húmedo (gr/cm ³)	1.65	1.74	1.85	2.02	1.93
Cápsula N°	1	2	3	4	5
Peso suelo húmedo + capsula	112.20	111.40	131.20	126.60	156.80
Peso suelo seco + cápsula	107.20	104.40	120.00	106.80	129.00
Peso del agua	5.00	7.00	11.20	19.80	27.80
Peso de la cápsula	11.60	12.60	12.60	13.00	20.40
Peso suelo seco	95.60	91.80	107.40	93.80	108.60
Contenido de humedad (%h)	5.23	7.63	10.43	21.11	25.60
Densidad suelo seco (gr/cm ³)	1.57	1.62	1.67	1.67	1.54



Densidad Máxima	1.71 gr/cm ³
Humedad Optima	15.14 %

Univ. Arenas Isabel Gabriela
LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce
ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS

NOTA: El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados que plantea esta investigación es enteramente responsabilidad del investigador.



CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

Fecha : 17 de octubre del 2018
Muestra : N° 1

Muestra	LL	IP	Clasific.	H. Opt.	D. Má
1	31	18	A-6(18)	15.14	1.71

CONTENIDO DE HUMEDAD Y PESO UNITARIO

N° capas	5		5		5				
	12		25		56				
N° golpes por capa	12		25		56				
CONDICION DE MUESTRA	Antes de mojarse	D. de M	Antes de mojarse	D. de M	Antes de mojarse	D. de M			
Peso muestra húm.+molde	11870	12250	10365	10650	11600	11790			
Peso Molde	7916	7925	6170.60	6178	7184.10	7194			
Peso muestra húmeda	3954	4325	4194.40	4472	4415.90	4596			
Volumen de la muestra	2032	2032	2032	2032	2032	2032			
Peso Unit. Muestra Húm.	1.95	2.13	2.06	2.20	2.17	2.26			
MUESTRA DE HUMEDA	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.
Tara N°	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Peso muestra húm + tara	129.8	147.4	154.8	106.2	118.3	110.3	136.4	109.2	107.6
Peso muestra seca + tara	110.6	118.7	130	89.2	96.3	94.5	106	91.1	94.7
Peso del agua	19.2	28.7	24.8	17	22	15.8	30.4	18.1	12.9
Peso de tara	18.1	17.9	20.9	12.5	12.7	12.7	12.7	13.8	12.8
Peso de la muestra seca	92.5	100.8	109.1	76.7	83.6	81.8	93.3	77.3	81.9
Contenido humedad %	20.76	28.472	22.73	22.164	26.32	19.315	32.58	23.42	15.8
Promedio cont. Humedad	24.61		22.73	24.24		19.32	28.00		15.75
Peso Unit.muestra seca	1.56		1.73	1.66		1.84	1.70		1.95

Hum. Opt. %	Peso Unit. gr/cm
15.14	1.71

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO EN DIAS	MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
			LECT.	EXPANSIÓN		LECT.	EXPANSIÓN		LECT.	EXPANSIÓN	
			EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%
17-oct	18:22	1	0.05	0.01	0.00	0.12	0.01	0.00	0.08	0.01	0.00
18-oct	18:22	2	0.18	0.02	0.07	0.25	0.03	0.07	0.24	0.02	0.09
19-oct	18:22	3	0.18	0.02	0.07	0.26	0.03	0.08	0.24	0.02	0.09
22-oct	08:00	4	0.18	0.02	0.07	0.26	0.03	0.08	0.24	0.02	0.09

C.B.R. %	Peso Unit. gr/cm
4.38	1.56
5.09	1.66
5.38	1.70

C.B.R.

PENETRACIÓN		CARGA NORMAL Kg	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3			
Pulg.	mm		CARGA ENSAYO Kg	Kg/cm2	C.B.R. CORREG Kg	%	CARGA ENSAYO Kg	Kg/cm2	C.B.R. CORREG Kg	%	CARGA ENSAYO Kg	Kg/cm2	C.B.R. CORREG Kg	%
0	0		0.0	0			0.0	0			0.0	0		
0.025	0.63		56.1	2.9			57.2	3.0			57.9	3.0		
0.05	1.27		57.5	3.0			61.8	3.2			62.8	3.2		
0.075	1.9		58.4	3.0			66.2	3.4			69.0	3.6		
0.1	2.54	1360	59.5	3.1		4.38	69.2	3.6		5.09	73.1	3.8		5.38
0.2	5.08	2040	66.7	3.4		3.27	85.1	4.4		4.17	105.7	5.5		5.18
0.3	7.62		74.7	3.9			104.6	5.4			147.1	7.6		
0.4	10.16		80.5	4.2			114.9	5.9			174.7	9.0		
0.5	12.7		86.2	4.5			124.1	6.4			198.2	10.2		

Univ. Arenas Isabel Gabriela

LABORATORISTA

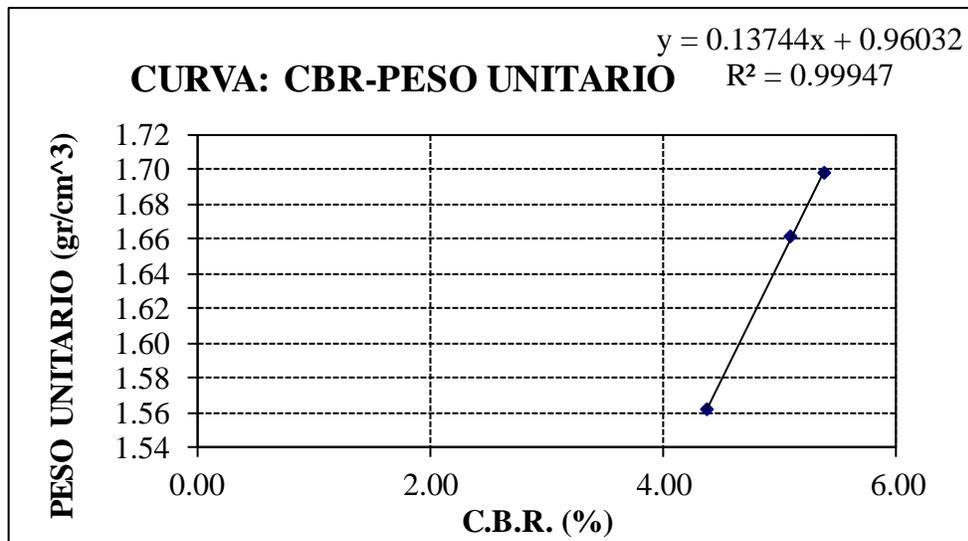
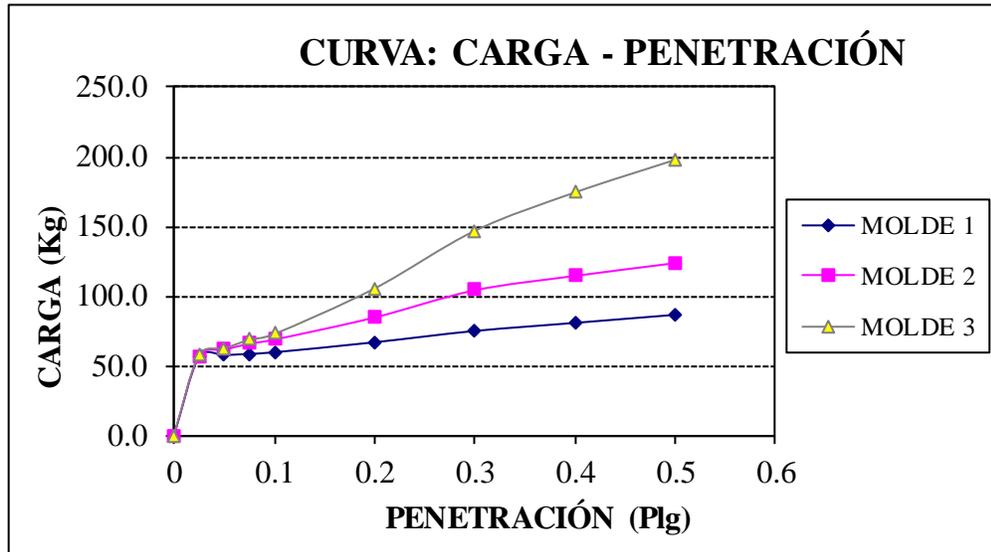
Ing. José Ricardo Arce

ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS

NOTA: El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados que plantea esta investigación es enteramente responsabilidad del investigador.



CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)



CBR 100% D.máx
5.45 %
CBR 95% D.Máx.
4.82 %

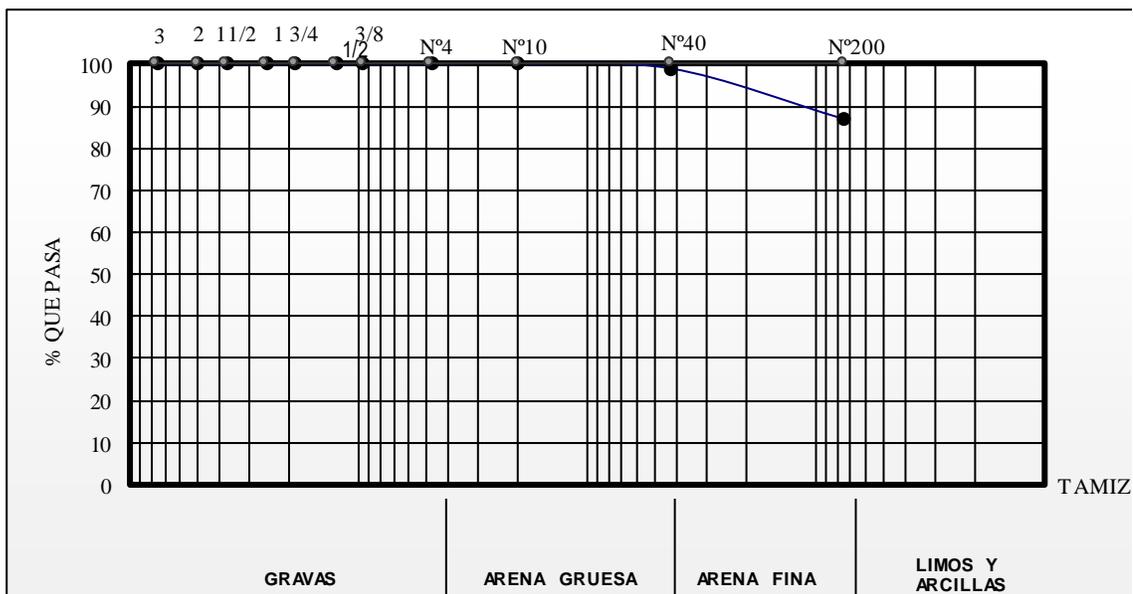


GRANULOMETRÍA

Fecha : 19 de septiembre del 2018

Muestra : N° 1

Peso Total (gr.)			558.3756345	A.S.T.M.	
Tamices	Tamaño (mm)	Peso Ret. (gr)	Ret. Acum (gr)	% Ret	% Que Pasa del Total
3"	75	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.50	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00
N°4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
N°10	2.00	0.00	0.00	0.00	100.00
N°40	0.425	6.60	6.60	1.18	98.82
N°200	0.075	66.10	72.70	13.02	86.98



Univ. Arenas Isabel Gabriela
 LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce
 ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS

NOTA: El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados que plantea esta investigación es enteramente responsabilidad del investigador.

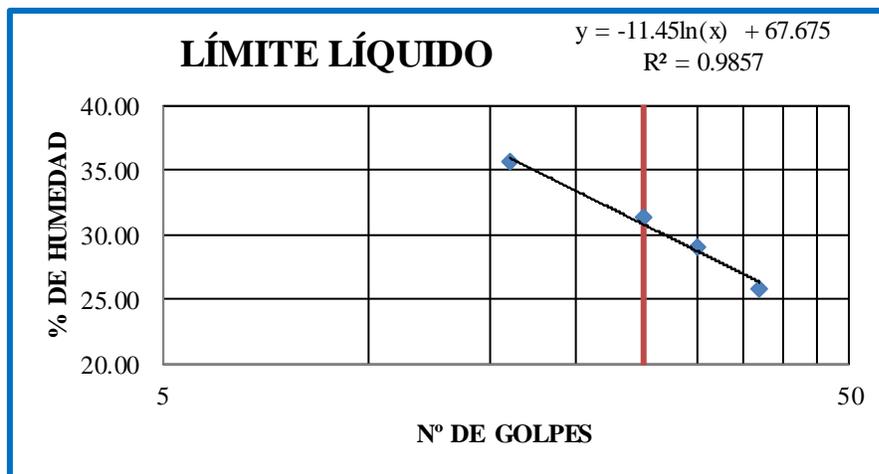


LÍMITE DE ATTERBERG

Fecha : 25 de septiembre del 2018

Muestra : N° 1

Capsula N°	1	2	3	4
N° de golpes	16	25	30	37
Suelo Húmedo + Cápsula	40.30	42.70	45.90	43.80
Suelo Seco + Cápsula	33.00	35.50	38.40	37.40
Peso del agua	7.30	7.20	7.50	6.40
Peso de la Cápsula	12.50	12.50	12.60	12.60
Peso Suelo seco	20.50	23.00	25.80	24.80
Porcentaje de Humedad	35.61	31.30	29.07	25.81



Determinación de Límite Plástico

f 11.45 | 67.675

Cápsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula	23.60	23.00	23.60
Peso de suelo seco + Cápsula	23.00	22.50	23.20
Peso de cápsula	19.00	19.00	19.00
Peso de suelo seco	4.00	3.50	4.20
Peso del agua	0.60	0.50	0.40
Contenido de humedad	15.00	14.29	9.52

Límite Líquido (LL)	31
Límite Plástico (LP)	15
Indice de Plasticidad (IP)	16
Indice de Grupo (IG)	10

Univ. Arenas Isabel Gabriela

Ing. José Ricardo Arce

LABORATORISTA

ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS

NOTA: El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados que plantea esta investigación es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y HORMIGON

HUMEDAD NATURAL Y CLASIFICACIÓN

Fecha : 18 de septiembre del 2018

Muestra : N° 1

HUMEDAD NATURAL			
Cápsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula	88.00	99.60	100.10
Peso de suelo seco + Cápsula	85.50	96.60	97.20
Peso de cápsula	19.00	19.00	19.00
Peso de suelo seco	66.50	77.60	78.20
Peso del agua	2.50	3.00	2.90
Contenido de humedad	3.76	3.87	3.71
PROMEDIO	3.78		

CLASIFICACIÓN DEL SUELO		DESCRIPCIÓN
SUCS:	CL	Predomina la arcilla, más del 75 % del material pasa el tamiz N°200, este suelo suele contener pequeños porcentajes de arena fina y limo cuyas características son absorbidas por el gran porcentaje de arcilla.
AASHTO:	A-6(16)	

Univ. Arenas Isabel Gabriela
LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce
ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS

NOTA: El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados que plantea esta investigación es enteramente responsabilidad del investigador.



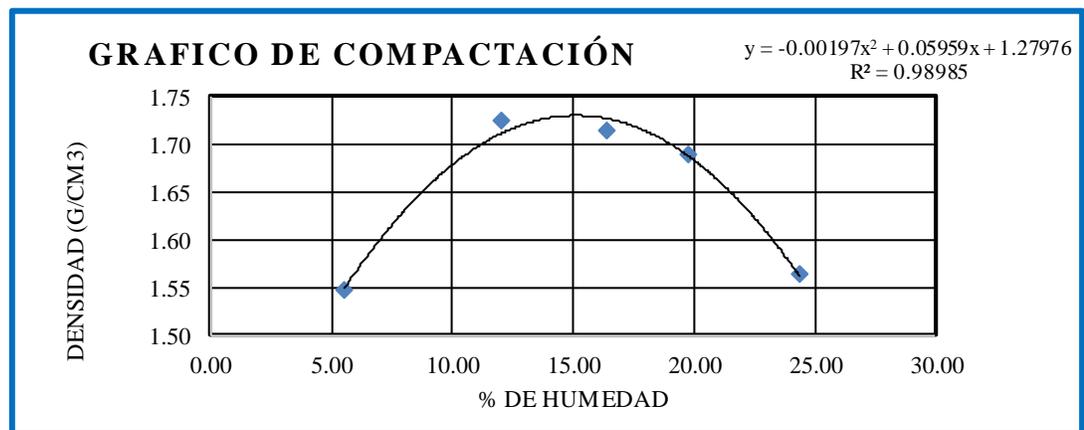
COMPACTACIÓN

Fecha : 16 de octubre del 2018

Muestra : N° 1

Muestra: Unica	Volumen: 941.60 cm ³
-----------------------	--

N° de capas	5	5	5	5	5
N° de golpes por capa	25	25	25	25	25
Peso suelo húmedo + molde	5715.90	5998.00	6059.00	6082.60	6010.00
Peso del molde	4178.80	4178.80	4178.80	4178.80	4178.80
Peso suelo húmedo	1537.10	1819.20	1880.20	1903.80	1831.20
Volumén de la muestra	941.60	941.60	941.60	941.60	941.60
Densidad suelo húmedo (gr/cm ³)	1.63	1.93	2.00	2.02	1.94
Cápsula N°	1	2	3	4	5
Peso suelo húmedo + capsula	113.80	188.20	159.80	140.40	147.20
Peso suelo seco + cápsula	108.90	169.90	139.90	120.20	122.00
Peso del agua	4.90	18.30	19.90	20.20	25.20
Peso de la cápsula	20.60	18.20	18.60	17.80	18.60
Peso suelo seco	88.30	151.70	121.30	102.40	103.40
Contenido de humedad (%h)	5.55	12.06	16.41	19.73	24.37
Densidad suelo seco (gr/cm ³)	1.55	1.72	1.72	1.69	1.56



Densidad Máxima	1.73 gr/cm³
Humedad Optima	15.12 %

Univ. Arenas Isabel Gabriela
LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce
ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS

NOTA: El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados que plantea esta investigación es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
 FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
 PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE SUELOS Y HORMIGON

CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

Fecha : 17 de octubre del 2018
Muestra : N° 1

Muestra	LL	IP	Clasific.	H. Opt.	D. Má.
2	31	16	A-6(16)	15.12	1.73

CONTENIDO DE HUMEDAD Y PESO UNITARIO

N° capas	5		5		5				
N° golpes por capa	12		25		56				
CONDICION DE MUESTRA	Antes de mojarse	D. de M	Antes de mojarse	D. de M	Antes de mojarse	D. de M			
Peso muestra húm.+molde	11880	12240	11365	11720	11590	11780			
Peso Molde	7850	7824	7168.8	7175	7175.6	7196			
Peso muestra húmeda	4030	4416	4196.2	4545	4414.4	4584			
Volumen de la muestra	2032	2032	2032	2032	2032	2032			
Peso Unit. Muestra Húm.	1.983	2.173	2.065	2.237	2.172	2.256			
MUESTRA DE HUMEDAD	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.
Tara N°	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Peso muestra húm + tara	130.8	137.4	144.6	136	108.2	107.6	122.3	99.2	104.5
Peso muestra seca + tara	112.2	108.4	120	107.3	90.1	93.7	96.5	81.5	91.5
Peso del agua	18.6	29	24.6	28.7	18.1	13.9	25.8	17.7	13
Peso de tara	18.1	17.9	20.9	12.5	12.7	12.7	12.7	13.8	12.8
Peso de la muestra seca	94.1	90.5	99.1	94.8	77.4	81	83.8	67.7	78.7
Contenido humedad %	19.77	32.044	24.82	30.274	23.39	17.16	30.788	26.14	16.52
Promedio cont. Humedad	25.91		24.82	26.83		17.16	28.47		16.52
Peso Unit.muestra seca	1.575		1.741	1.628		1.909	1.691		1.936

Hum. Opt. %	Peso Unit. gr/cm.
15.12	1.73

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO EN DIAS	MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
			LECT.	EXPANSIÓN		LECT.	EXPANSIÓN		LECT.	EXPANSIÓN	
			EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%
17-oct	17:00	1	0.06	0.006	0	0.11	0.011	0	0.09	0.009	0
18-oct	17:00	2	0.17	0.017	0.062	0.24	0.024	0.073	0.24	0.024	0.084
19-oct	17:00	3	0.18	0.018	0.067	0.25	0.025	0.079	0.25	0.025	0.09
22-oct	17:00	4	0.18	0.018	0.067	0.26	0.026	0.084	0.25	0.025	0.09

C.B.R. %	Peso Unit. gr/cm.
4.51	1.58
4.85	1.63
5.21	1.69

C.B.R.

PENETRACIÓN		CARGA NORMAL	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3				
Pulg.	mm		Kg	Kg	Kg/cm2	Kg	%	Kg	Kg/cm2	Kg	%	Kg	Kg/cm2	Kg	%
0	0		0.0	0				0.0	0			0.0	0		
0.025	0.63		55.9	2.9				57.0	2.9			58.2	3.0		
0.05	1.27		56.8	2.9				62.1	3.2			63.2	3.3		
0.075	1.9		60.0	3.1				63.7	3.3			67.8	3.5		
0.1	2.54	1360	61.4	3.2		4.5		66.0	3.4		4.9	70.8	3.7		5.2
0.2	5.08	2040	71.0	3.7		3.5		87.8	4.5		4.3	100.5	5.2		4.9
0.3	7.62		74.7	3.9				104.8	5.4			146.7	7.6		
0.4	10.16		80.0	4.1				114.5	5.9			175.2	9.1		
0.5	12.7		85.7	4.4				123.5	6.4			197.0	10.2		

Univ. Arenas Isabel Gabriela

LABORATORISTA

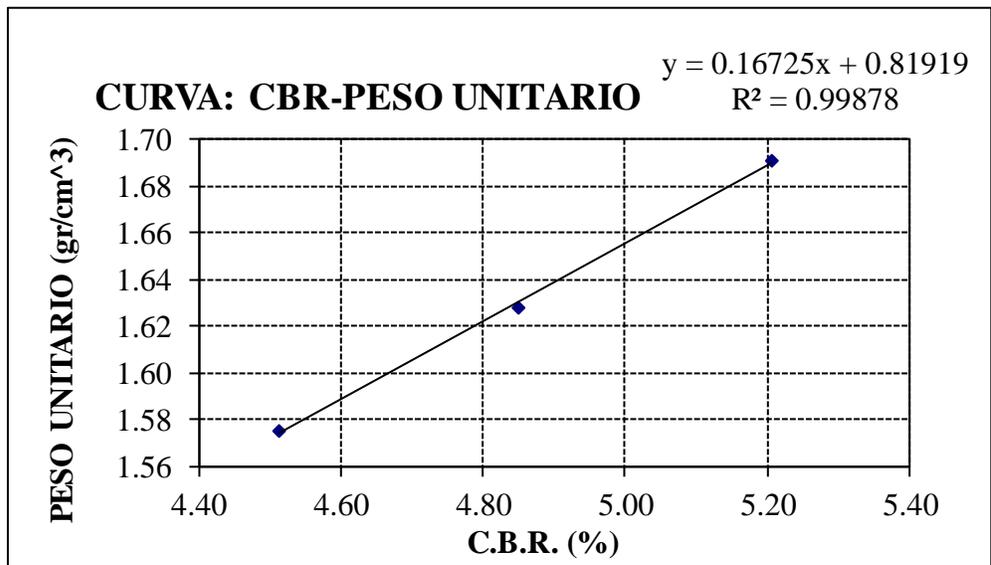
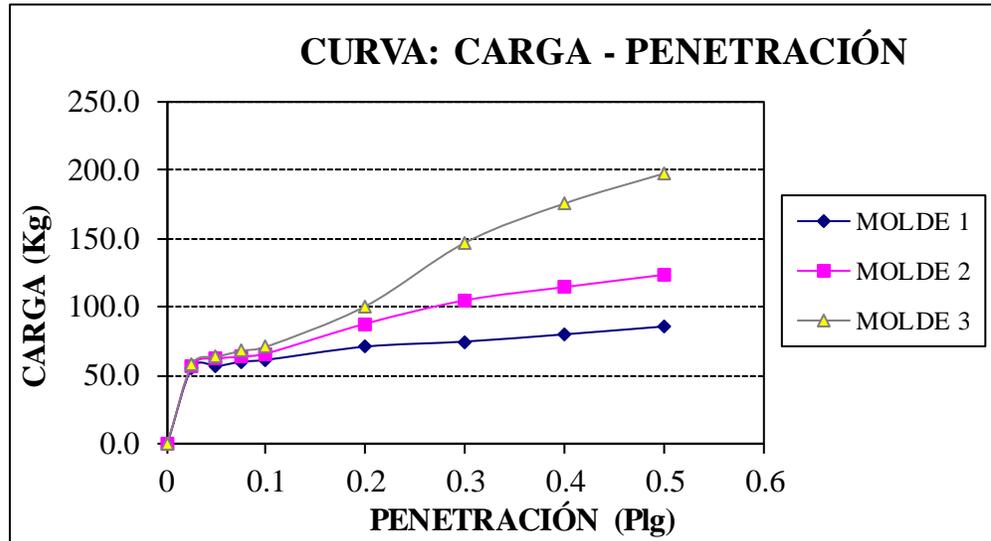
Ing. José Ricardo Arce

ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS

NOTA: El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados que plantea esta investigación es enteramente responsabilidad del investigador.



CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)



CBR 100% D.máx
5.45 %
CBR 95% D.Máx.
4.93 %

Univ. Arenas Isabel Gabriela
LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce
ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELO

NOTA: El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados que plantea esta investigación es enteramente responsabilidad del investigador.

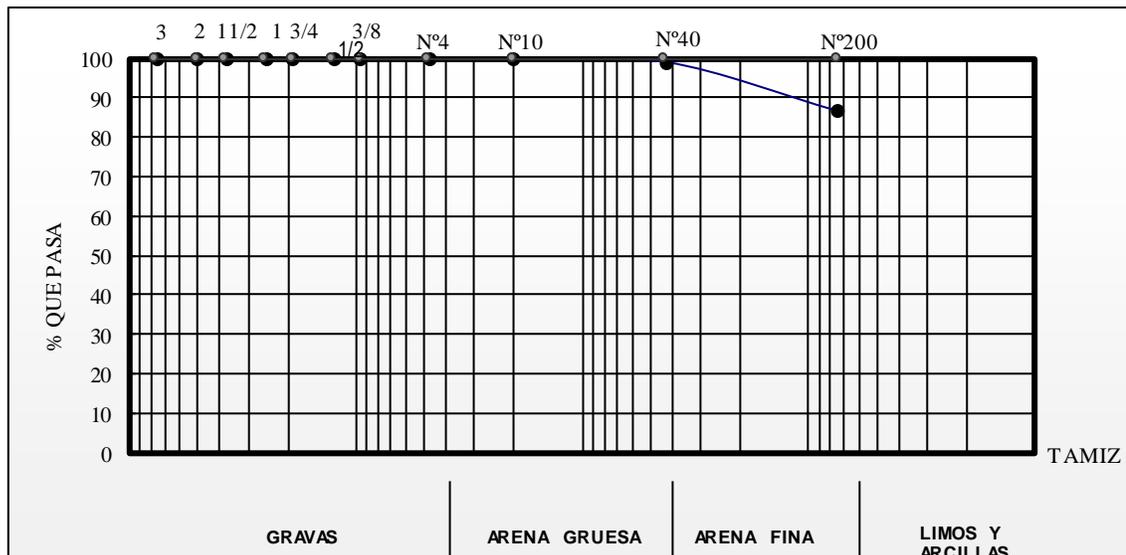


GRANULOMETRÍA

Fecha : 19 de septiembre del 2018

Muestra : N° 1

Peso Total (gr.)			547.6539589	A.S.T.M.	
Tamices	Tamaño (mm)	Peso Ret. (gr)	Ret. Acum (gr)	% Ret	% Que Pasa del Total
3"	75	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.50	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00
N°4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
N°10	2.00	0.00	0.00	0.00	100.00
N°40	0.425	5.90	5.90	1.08	98.92
N°200	0.075	67.00	72.90	13.31	86.69



Univ. Arenas Isabel Gabriela
LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce
ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS

NOTA: El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados que plantea esta investigación es enteramente responsabilidad del investigador.

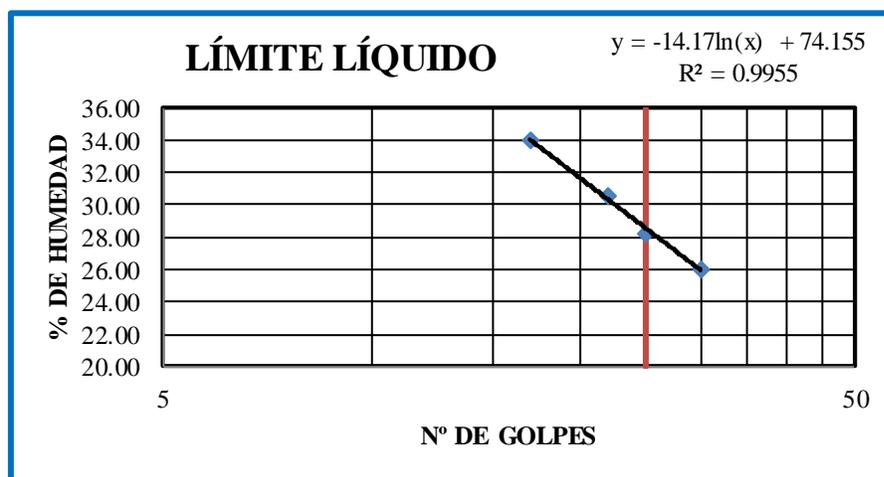


LÍMITE DE ATTERBERG

Fecha : 25 de septiembre del 2018

Muestra : N° 1

Capsula N°	1	2	3	4
N° de golpes	17	22	25	30
Suelo Húmedo + Cápsula	41.00	42.90	44.80	43.00
Suelo Seco + Cápsula	33.90	35.90	37.80	36.80
Peso del agua	7.10	7.00	7.00	6.20
Peso de la Cápsula	13.00	13.00	13.00	13.00
Peso Suelo seco	20.90	22.90	24.80	23.80
Porcentaje de Humedad	33.97	30.57	28.23	26.05



Determinación de Límite Plástico

f	14.17	74.155
----------	-------	--------

Cápsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula	22.90	24.10	24.30
Peso de suelo seco + Cápsula	22.30	23.40	23.60
Peso de cápsula	18.00	18.00	18.00
Peso de suelo seco	4.30	5.40	5.60
Peso del agua	0.60	0.70	0.70
Contenido de humedad	13.95	12.96	12.50

Límite Líquido (LL)	29
Límite Plástico (LP)	13
Índice de Plasticidad (IP)	15
Índice de Grupo (IG)	10

Univ. Arenas Isabel Gabriela

Ing. José Ricardo Arce

LABORATORISTA

ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS

NOTA: El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados que plantea esta investigación es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y HORMIGON

HUMEDAD NATURAL Y CLASIFICACIÓN

Fecha : 18 de septiembre del 2018

Muestra : N° 1

HUMEDAD NATURAL			
Cápsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula	92.00	87.00	85.00
Peso de suelo seco + Cápsula	89.30	84.50	82.60
Peso de cápsula	18.00	18.00	18.00
Peso de suelo seco	71.30	66.50	64.60
Peso del agua	2.70	2.50	2.40
Contenido de humedad	3.79	3.76	3.72
PROMEDIO	3.75		

CLASIFICACIÓN DEL SUELO		DESCRIPCIÓN
SUCS:	CL	Predomina la arcilla, más del 75 % del material pasa el tamiz N°200, este suelo suele contener pequeños porcentajes de arena fina y limo cuyas características son absorbidas por el gran porcentaje de arcilla.
AASHTO:	A-6(15)	

Univ. Arenas Isabel Gabriela
LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce
ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS

NOTA: El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados que plantea esta investigación es enteramente responsabilidad del investigador.



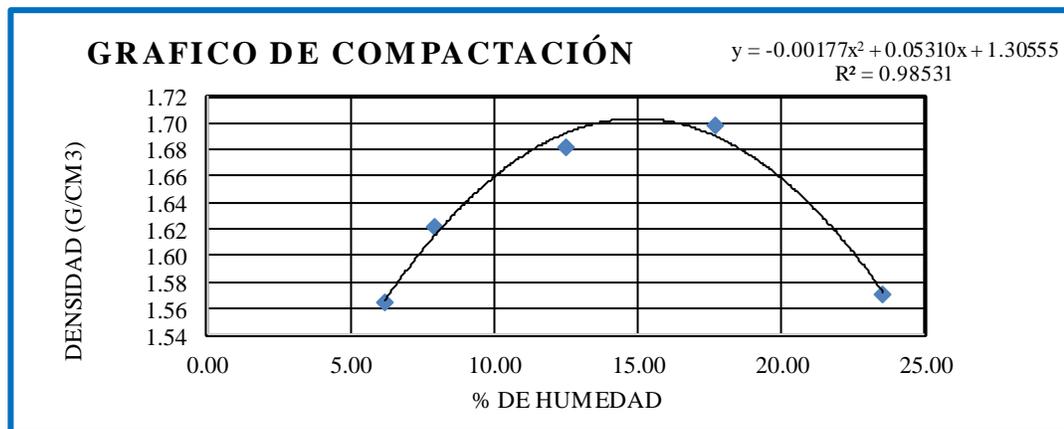
COMPACTACIÓN

Fecha : 16 de octubre del 2018

Muestra : N° 1

Muestra: Unica **Volumen:** 941.60 cm³

N° de capas	5	5	5	5	5
N° de golpes por capa	25	25	25	25	25
Peso suelo húmedo + molde	5742.30	5826.30	5960.10	6059.90	6005.40
Peso del molde	4178.40	4178.40	4178.40	4178.40	4178.40
Peso suelo húmedo	1563.90	1647.90	1781.70	1881.50	1827.00
Volumén de la muestra	941.60	941.60	941.60	941.60	941.60
Densidad suelo húmedo (gr/cm ³)	1.66	1.75	1.89	2.00	1.94
Cápsula N°	1	2	3	4	5
Peso suelo húmedo + capsula	107.50	107.20	126.20	121.50	157.30
Peso suelo seco + cápsula	102.40	100.80	114.40	105.20	129.80
Peso del agua	5.10	6.40	11.80	16.30	27.50
Peso de la cápsula	20	20	20	13	13
Peso suelo seco	82.40	80.80	94.40	92.20	116.80
Contenido de humedad (%h)	6.19	7.92	12.50	17.68	23.54
Densidad suelo seco (gr/cm ³)	1.56	1.62	1.68	1.70	1.57



Densidad Máxima	1.70 gr/cm³
Humedad Optima	15.00 %

Univ. Arenas Isabel Gabriela
LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce
ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS

NOTA: El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados que plantea esta investigación es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
 FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
 PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE SUELOS Y HORMIGON

CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

Fecha : 17 de octubre del 2018
Muestra : N° 1

Muestra	LL	IP	Clasific.	H. Opt.	D. Má.
3	29	15	A-6(15)	15.00	1.70

CONTENIDO DE HUMEDAD Y PESO UNITARIO

N° capas	5			5			5		
N° golpes por capa	12			25			56		
CONDICION DE MUESTRA	Antes de mojarse		D. de M	Antes de mojarse		D. de M	Antes de mojarse		D. de M
Peso muestra húm.+molde	11860	12246		10399	10587		11586	11710	
Peso Molde	7918	7935		6172.1	6183		7185.3	7195.2	
Peso muestra húmeda	3942	4311		4226.9	4404		4400.7	4514.8	
Volumen de la muestra	2032	2032		2032	2032		2032	2032	
Peso Unit. Muestra Húm.	1.940	2.121		2.080	2.167		2.166	2.222	
MUESTRA DE HUMEDAD	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.
Tara N°	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Peso muestra húm + tara	119.7	137.4	137.7	96.3	115.3	105.2	125.9	103.9	100.7
Peso muestra seca + tara	108.9	108.6	113.1	79.2	95.1	89.6	96.4	87.1	88.9
Peso del agua	10.8	28.8	24.6	17.1	20.2	15.6	29.5	16.8	11.8
Peso de tara	17.9	18	20.1	12.6	12.7	12.7	13.8	12.6	12.7
Peso de la muestra seca	91	90.6	93	66.6	82.4	76.9	82.6	74.5	76.2
Contenido humedad %	11.87	31.79	26.45	25.68	24.51	20.29	35.714	22.55	15.486
Promedio cont. Humedad	21.83		26.45	25.10		20.29	29.13		15.486
Peso Unit.muestra seca	1.592	1.678		1.663	1.802		1.677	1.9239	

Hum. Opt. %	Peso Unit. gr/cm ³
15.00	1.70

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO EN DIAS	MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
			LECT. EXTENS.	EXPANSIÓN		LECT. EXTENS.	EXPANSIÓN		LECT. EXTENS.	EXPANSIÓN	
				CM.	%		CM.	%		CM.	%
17-oct	18:22	1	0.07	0.007	0	0.1	0.01	0	0.1	0.01	0
18-oct	18:22	2	0.165	0.017	0.053	0.235	0.024	0.076	0.252	0.025	0.0855
19-oct	18:22	3	0.17	0.017	0.056	0.25	0.025	0.084	0.255	0.026	0.0872
22-nov	08:00	4	0.17	0.017	0.056	0.26	0.026	0.09	0.255	0.026	0.0872

C.B.R. %	Peso Unit. gr/cm ³
4.34	1.59
5.05	1.66
5.22	1.68

C.B.R.

PENETRACIÓN		CARGA NORMAL Kg	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3			
Pulg.	mm		Kg	Kg/cm ²	Kg	%	Kg	Kg/cm ²	Kg	%	Kg	Kg/cm ²	Kg	%
0	0		0.0	0			0.0	0			0.0	0		
0.025	0.63		55.2	2.9			56.8	2.9			58.2	3.0		
0.05	1.27		57.2	3.0			61.6	3.2			63.7	3.3		
0.075	1.9		57.7	3.0			65.3	3.4			68.7	3.6		
0.1	2.54	1360	59.1	3.1		4.3	68.7	3.6		5.1	71.0	3.7		5.2
0.2	5.08	2040	66.2	3.4		3.2	84.1	4.3		4.1	103.7	5.4		5.1
0.3	7.62		73.8	3.8			103.4	5.3			142.1	7.3		
0.4	10.16		80.0	4.1			114.5	5.9			174.5	9.0		
0.5	12.7		84.8	4.4			123.7	6.4			195.2	10.1		

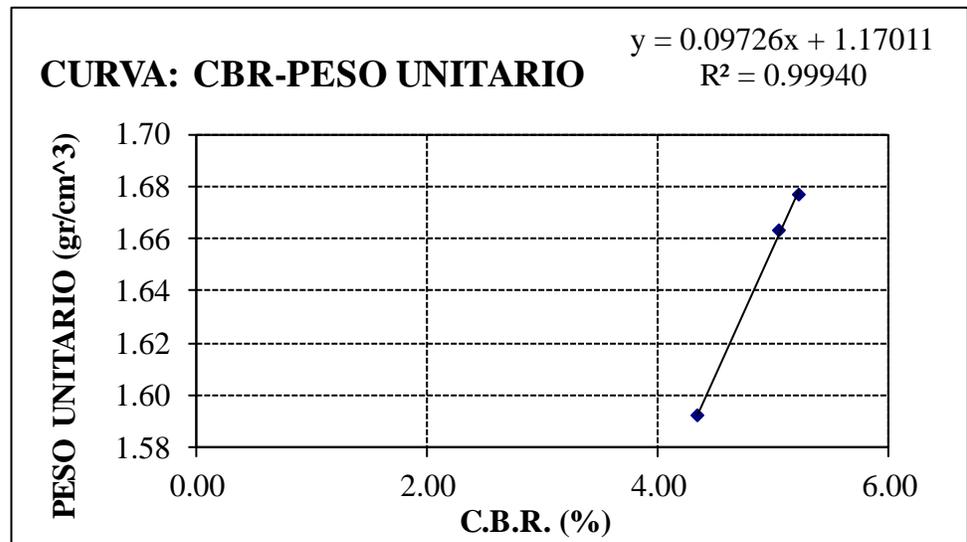
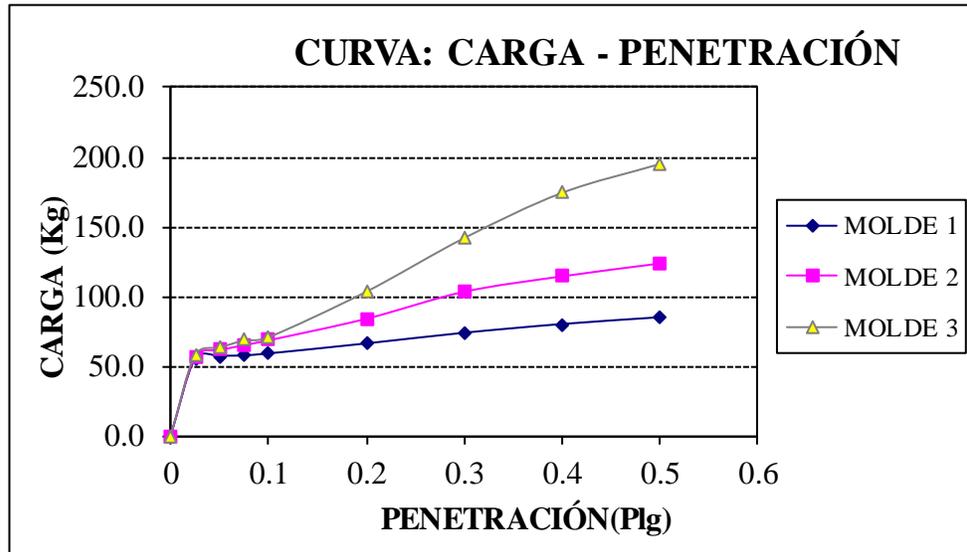
Univ. Arenas Isabel Gabriela
 LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce
 ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS

NOTA: El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados que plantea esta investigación es enteramente responsabilidad del investigador.



CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)



CBR 100% D.máx
5.49 %
CBR 95% D.M.áx.
4.61 %

ANEXO 2

ENSAYOS DE SUELOS EN ESTADO NATURAL

SUELO GRANULAR

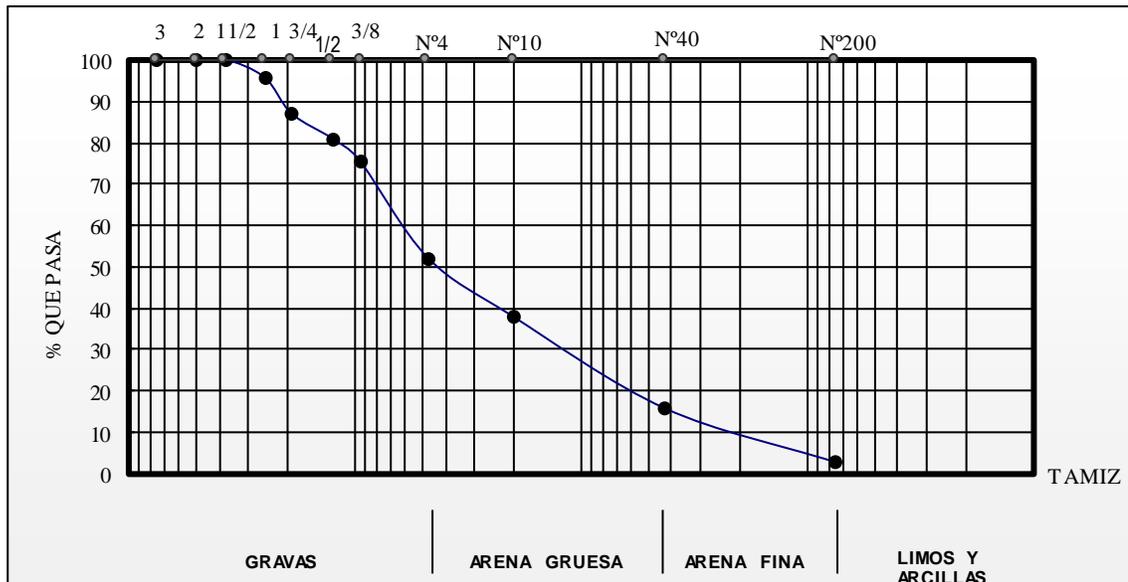


GRANULOMETRÍA

Fecha : 17 de septiembre del 2018

Muestra : N° 2

Peso Total (gr.)			5000	A.S.T.M.	
Tamices	Tamaño (mm)	Peso Ret. (gr)	Ret. Acum (gr)	% Ret	% Que Pasa del Total
3"	75	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	219.00	219.00	4.38	95.62
3/4"	19.00	436.50	655.50	13.11	86.89
1/2"	12.50	304.00	959.50	19.19	80.81
3/8"	9.50	262.80	1222.30	24.45	75.55
N°4	4.75	1172.10	2394.40	47.89	52.11
N°10	2.00	707.00	3101.40	62.03	37.97
N°40	0.425	1110.40	4211.80	84.24	15.76
N°200	0.075	649.00	4860.80	97.22	2.78



Univ. Arenas Isabel Gabriela

LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce

ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS

NOTA: El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados que plantea esta investigación es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y HORMIGON

HUMEDAD NATURAL Y CLASIFICACIÓN

Fecha : 17 de septiembre del 2018

Muestra : N° 2

HUMEDAD NATURAL			
Cápsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula	29.30	32.50	33.40
Peso de suelo seco + Cápsula	28.70	31.90	32.80
Peso de cápsula	12.80	11.90	12.80
Peso de suelo seco	15.90	20.00	20.00
Peso del agua	0.60	0.60	0.60
Contenido de humedad	3.77	3.00	3.00
PROMEDIO	3.26		

CLASIFICACIÓN DEL SUELO		DESCRIPCIÓN
SUCS:	SW	Es bien graduado, predomina las arenas gruesas, casi no tiene ligante.
AASHTO:	A-1-b(0)	

Univ. Arenas Isabel Gabriela
LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce
ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS

NOTA: El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados que plantea esta investigación es enteramente responsabilidad del investigador.



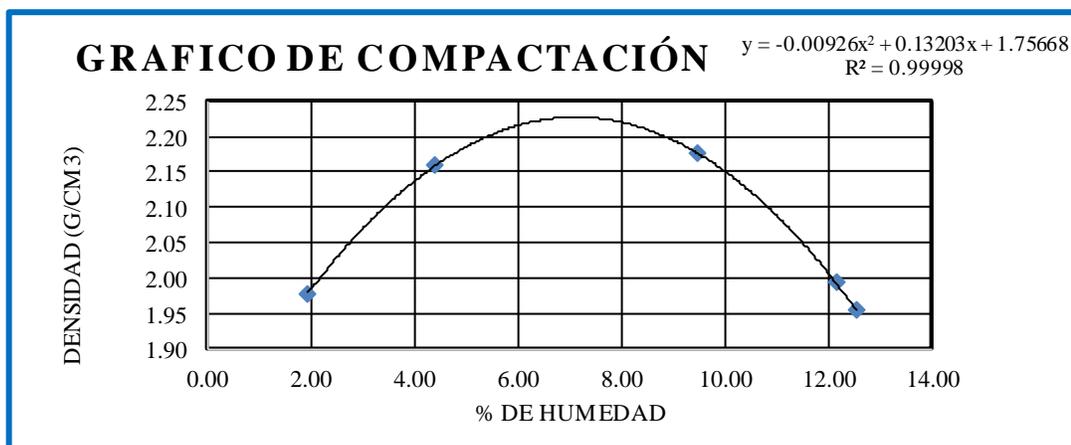
COMPACTACIÓN

Fecha : 10 de octubre del 2018

Muestra : N° 2

Muestra: Unica **Volumen:** 2112.50 cm³

N° de capas	5	5	5	5	5
N° de golpes por capa	56	56	56	56	56
Peso suelo húmedo + molde	10712.40	11213.00	11482.60	11173.40	11101.80
Peso del molde	6450.60	6450.60	6450.60	6450.60	6450.60
Peso suelo húmedo	4261.80	4762.40	5032.00	4722.80	4651.20
Volumén de la muestra	2112.50	2112.50	2112.50	2112.50	2112.50
Densidad suelo húmedo (gr/cm ³)	2.02	2.25	2.38	2.24	2.20
Cápsula N°	1	2	3	4	5
Peso suelo húmedo + capsula	143.40	155.80	117.00	169.20	190.20
Peso suelo seco + cápsula	141.00	150.00	108.40	152.90	171.00
Peso del agua	2.40	5.80	8.60	16.30	19.20
Peso de la cápsula	18.00	18.40	17.80	18.80	18.00
Peso suelo seco	123.00	131.60	90.60	134.10	153.00
Contenido de humedad (%h)	1.95	4.41	9.49	12.16	12.55
Densidad suelo seco (gr/cm ³)	1.98	2.16	2.18	1.99	1.96



Densidad Máxima 2.23 gr/cm³
Humedad Optima 7.13 %

Univ. Arenas Isabel Gabriela

LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce

ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS

NOTA: El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados que plantea esta investigación es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
 FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
 PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE SUELOS Y HORMIGON

CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

Fecha : 11 de octubre del 2018
Muestra : N° 2

Muestra	LL	IP	Clasific.	H. Opt.	D. Má
1	0	0	A-1-b(0)	7.13	2.23

CONTENIDO DE HUMEDAD Y PESO UNITARIO

N° capas	5		5		5				
N° golpes por capa	12		25		56				
CONDICION DE MUESTRA	Antes de mojarse	D. de M	Antes de mojarse	D. de M	Antes de mojarse	D. de M			
Peso muestra húm.+molde	12400	12640	10860	11065	12020	12230			
Peso Molde	7918.2	7924	6172.2	6181	7185.8	7193.8			
Peso muestra húmeda	4481.8	4716	4687.8	4884	4834.2	5036.2			
Volumen de la muestra	2032	2032	2032	2032	2032	2032			
Peso Unit. Muestra Húm.	2.206	2.321	2.307	2.404	2.379	2.478			
MUESTRA DE HUMEDAD	Fondo	Superf.	2° sup.	Fondo	Superf.	2° sup.	Fondo	Superf.	2° sup.
Tara N°	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Peso muestra húm + tara	102	71.4	90.6	90.8	78.2	83.8	81.2	79.2	70
Peso muestra seca + tara	93.8	64.8	83.8	82.2	71	77.8	74	72	65.4
Peso del agua	8.2	6.6	6.8	8.6	7.2	6	7.2	7.2	4.6
Peso de tara	14.4	12.6	12.6	12.6	13	12	13.6	12.8	12.4
Peso de la muestra seca	79.4	52.2	71.2	69.6	58	65.8	60.4	59.2	53
Contenido humedad %	10.33	12.64	9.551	12.356	12.41	9.119	11.921	12.16	8.6792
Promedio cont. Humedad	11.49		9.551	12.39		9.119	12.04		8.6792
Peso Unit.muestra seca	1.978		2.119	2.053		2.203	2.123		2.2805

Hum. Opt. %	Peso Unit gr/cm
7.13	2.23

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO EN DIAS	MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
			LECT.	EXPANSIÓN		LECT.	EXPANSIÓN		LECT.	EXPANSIÓN	
			EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%
11-oct	15:22	1	0.07	0.007	0	0.105	0.011	0	0.15	0.015	0
12-oct	15:22	2	0.075	0.008	0.003	0.135	0.014	0.017	0.19	0.019	0.0225
15-oct	08:00	3	0.08	0.008	0.006	0.14	0.014	0.02	0.22	0.022	0.0394
16-oct	08:00	4	0.08	0.008	0.006	0.14	0.014	0.02	0.22	0.022	0.0394

C.B.R. %	Peso Unit gr/cm
43.53	1.98
56.40	2.05
74.78	2.12

C.B.R.

PENETRACIÓN		CARGA NORMAL	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3				
Pulg.	mm		Kg	Kg	Kg/cm2	Kg	%	Kg	Kg/cm2	Kg	%	Kg	Kg/cm2	Kg	%
0	0		0.0	0				0.0	0			0.0	0		
0.025	0.63		67.0	3.5				92.0	4.8			162.0	8.4		
0.05	1.27		142.0	7.3				217.0	11.2			354.5	18.3		
0.075	1.9		267.0	13.8				392.0	20.3			547.0	28.3		
0.1	2.54	1360	592.0	30.6		43.53	767.0	39.6		56.40	1017.0	52.5		74.78	
0.2	5.08	2040	867.0	44.8		42.50	967.0	50.0		47.40	1492.0	77.1		73.14	
0.3	7.62		1017.0	52.5			1142.0	59.0			2042.0	105.5			
0.4	10.16		1317.0	68.0			1517.0	78.4			2454.5	126.8			
0.5	12.7		1517.0	78.4			2017.0	104.2			2842.0	146.8			

Univ. Arenas Isabel Gabriela

Ing. José Ricardo Arce

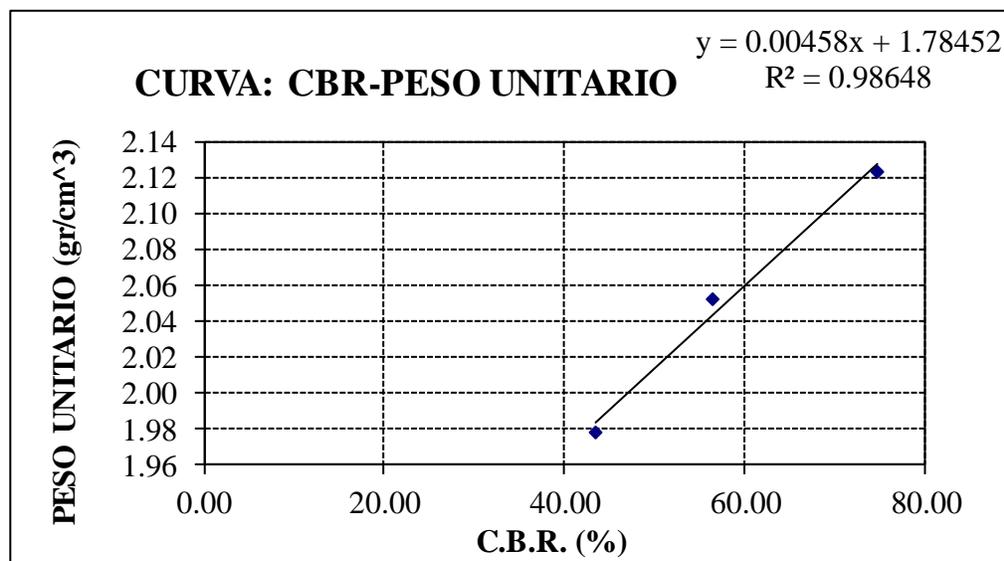
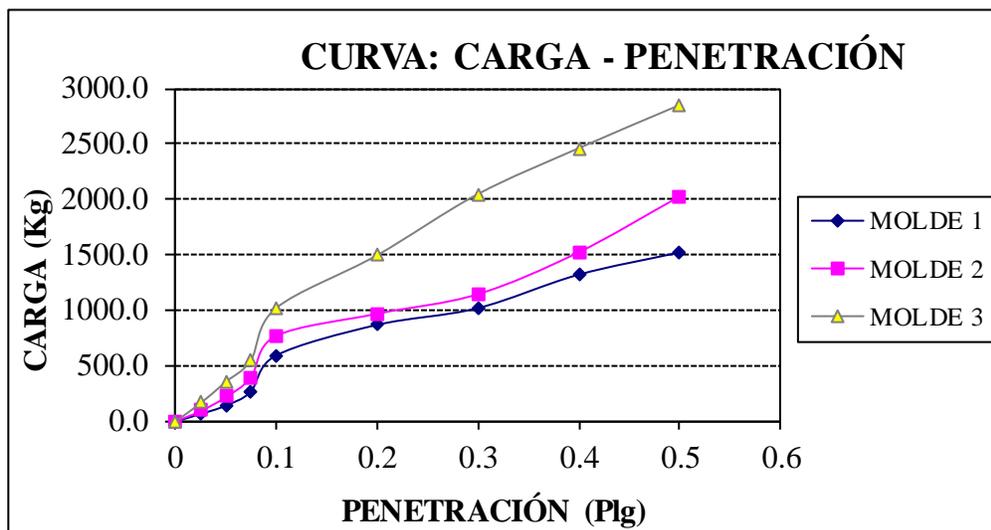
LABORATORISTA

ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS

NOTA: El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados que plantea esta investigación es enteramente responsabilidad del investigador.



CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)



CBR 100% D.máx	97 %
CBR 95% D.Máx.	72 %

Univ. Arenas Isabel Gabriela
LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce
ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS

NOTA: El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados que plantea esta investigación es enteramente responsabilidad del investigador.

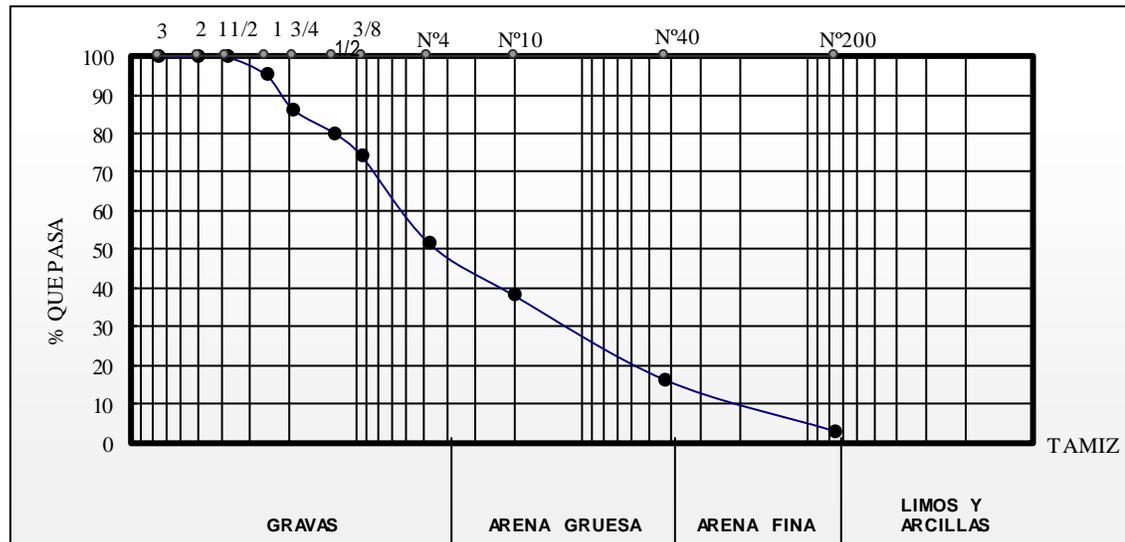


GRANULOMETRÍA

Fecha : 17 de septiembre del 2018

Muestra : N° 2

Peso Total (gr.)			5000	A.S.T.M.	
Tamices	Tamaño (mm)	Peso Ret. (gr)	Ret. Acum (gr)	% Ret	% Que Pasa del Total
3"	75	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	237.00	237.00	4.74	95.26
3/4"	19.00	445.80	682.80	13.66	86.34
1/2"	12.50	306.00	988.80	19.78	80.22
3/8"	9.50	288.90	1277.70	25.55	74.45
N°4	4.75	1139.10	2416.80	48.34	51.66
N°10	2.00	676.50	3093.30	61.87	38.13
N°40	0.425	1099.20	4192.50	83.85	16.15
N°200	0.075	665.10	4857.60	97.15	2.85



Univ. Arenas Isabel Gabriela
LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce
ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS

NOTA: El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados que plantea esta investigación es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y HORMIGON

HUMEDAD NATURAL Y CLASIFICACIÓN

Fecha : 17 de septiembre del 2018

Muestra : N° 2

HUMEDAD NATURAL			
Cápsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula	30.10	31.40	32.90
Peso de suelo seco + Cápsula	29.70	31.00	32.40
Peso de cápsula	13.00	13.00	13.00
Peso de suelo seco	16.70	18.00	19.40
Peso del agua	0.40	0.40	0.50
Contenido de humedad	2.40	2.22	2.58
PROMEDIO	2.40		

CLASIFICACIÓN DEL SUELO		DESCRIPCIÓN
SUCS:	SW	Es bien graduado, predomina las arenas gruesas, casi no tiene ligante.
AASHTO:	A-1-b(0)	

Univ. Arenas Isabel Gabriela
LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce
ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS

NOTA: El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados que plantea esta investigación es enteramente responsabilidad del investigador.



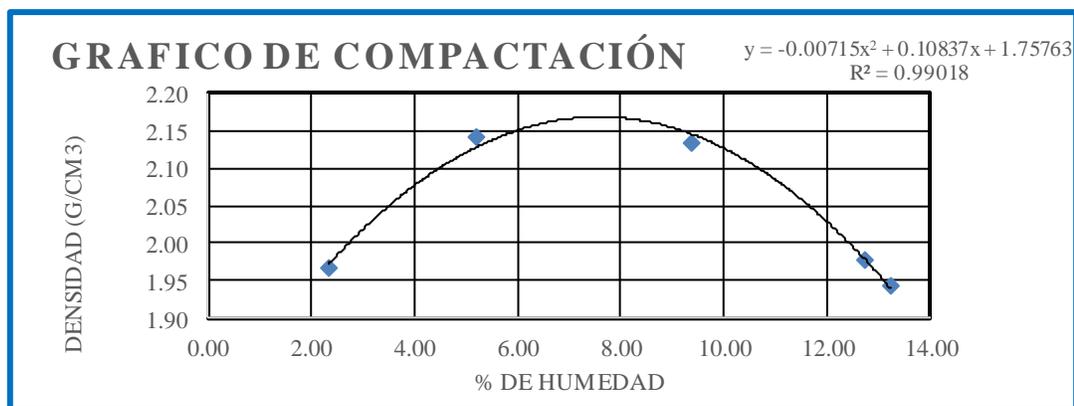
COMPACTACIÓN

Fecha : 10 de octubre del 2018

Muestra : N° 2

Muestra: Unica **Volumen:** 2112.50 cm³

N° de capas	5	5	5	5	5
N° de golpes por capa	56	56	56	56	56
Peso suelo húmedo + molde	10743.1	11250.9	11424.2	11204.3	11143.1
Peso del molde	6494.1	6494.1	6494.1	6494.1	6494.1
Peso suelo húmedo	4249	4756.8	4930.1	4710.2	4649
Volumén de la muestra	2112.5	2112.5	2112.5	2112.5	2112.5
Densidad suelo húmedo (gr/cm ³)	2.01	2.25	2.33	2.23	2.20
Cápsula N°	1	2	3	4	5
Peso suelo húmedo + capsula	123.3	135.7	107.9	148.2	170.3
Peso suelo seco + cápsula	120.90	129.90	100.20	133.50	152.50
Peso del agua	2.4	5.8	7.7	14.70	17.800
Peso de la cápsula	18	18	18	18	18
Peso suelo seco	102.9	111.9	82.2	115.50	134.50
Contenido de humedad (%h)	2.33	5.18	9.37	12.73	13.23
Densidad suelo seco (gr/cm ³)	1.97	2.14	2.13	1.98	1.94



Densidad Máxima	2.17 gr/cm ³
Humedad Optima	7.58 %

Univ. Arenas Isabel Gabriela

LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce

ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS

NOTA: El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados que plantea esta investigación es enteramente responsabilidad del investigador.



CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

Fecha : 11 de octubre del 2018
Muestra : N° 2

Muestra	LL	IP	Clasific.	H. Opt.	D. Máx
2	0	0	A-1-b(0)	7.58	2.17

CONTENIDO DE HUMEDAD Y PESO UNITARIO

N° capas	5			5			5			
N° golpes por capa	12			25			56			
CONDICION DE MUESTRA	Antes de mojarse	D. de M								
Peso muestra húm.+molde	12385	12598	10850	11050	12110	12320				
Peso Molde	7918.2	7925	6172.2	6179.8	7185.8	7195				
Peso muestra húmeda	4466.8	4673	4677.8	4870.2	4924.2	5125				
Volumen de la muestra	2032	2032	2032	2032	2032	2032				
Peso Unit. Muestra Húm.	2.198	2.300	2.302	2.397	2.423	2.522				
MUESTRA DE HUMEDAD	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.	
Tara N°	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
Peso muestra húm + tara	92.2	62.1	81.2	80.6	67.4	74	71.5	68.9	81	
Peso muestra seca + tara	82.9	55.1	72.6	71.3	59.9	66.9	64.9	63.1	74.1	
Peso del agua	9.3	7	8.6	9.3	7.5	7.1	6.6	5.8	6.9	
Peso de tara	14.4	12.6	12.6	12.6	13	12	13.6	12.8	12.4	
Peso de la muestra seca	68.5	42.5	60	58.7	46.9	54.9	51.3	50.3	61.7	
Contenido humedad %	13.58	16.471	14.33	15.8	15.99	12.933	12.87	11.53	11.18	
Promedio cont. Humedad	15.02		14.33	15.92		12.933	12.20		11.18	
Peso Unit.muestra seca	1.911		2.011	1.986		2.1223	2.160		2.268	

Hum.	Peso
Opt.	Unit.
%	gr/cm ³
7.58	2.17

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO EN DIAS	MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
			LECT.	EXPANSIÓN		LECT.	EXPANSIÓN		LECT.	EXPANSIÓN	
			EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%
11-oct	16:00	1	0.08	0.008	0	0.1	0.01	0	0.17	0.017	0
12-oct	16:00	2	0.085	0.0085	0.003	0.13	0.013	0.0169	0.21	0.021	0.022
15-oct	16:00	3	0.9	0.09	0.461	0.14	0.014	0.0197	0.23	0.023	0.034
16-oct	16:00	4	0.9	0.09	0.461	0.14	0.014	0.0197	0.23	0.023	0.034

C.B.R.	Peso
%	Unit.
	gr/cm ³
41.69	1.91
52.72	1.99
72.02	2.16

C.B.R.

PENETRACIÓN		CARGA NORMAL	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3			
Pulg.	mm		Kg	Kg	Kg/cm ²	%	Kg	Kg/cm ²	Kg	%	Kg	Kg/cm ²	Kg	%
0	0		0.0	0			0.0	0			0.0	0		
0.025	0.63		42.0	2.2			117.0	6.0			167.0	8.6		
0.05	1.27		142.0	7.3			192.0	9.9			317.0	16.4		
0.075	1.9		392.0	20.3			517.0	26.7			767.0	39.6		
0.1	2.54	1360	567.0	29.3		41.7	717.0	37.0		52.7	979.5	50.6		72.0
0.2	5.08	2040	817.0	42.2		40.0	1017.0	52.5		49.9	1392.0	71.9		68.2
0.3	7.62		1067.0	55.1			1267.0	65.5			2142.0	110.7		
0.4	10.16		1367.0	70.6			1642.0	84.8			2492.0	128.8		
0.5	12.7		1642.0	84.8			2267.0	117.1			2892.0	149.4		

Univ. Arenas Isabel Gabriela

Ing. José Ricardo Arce

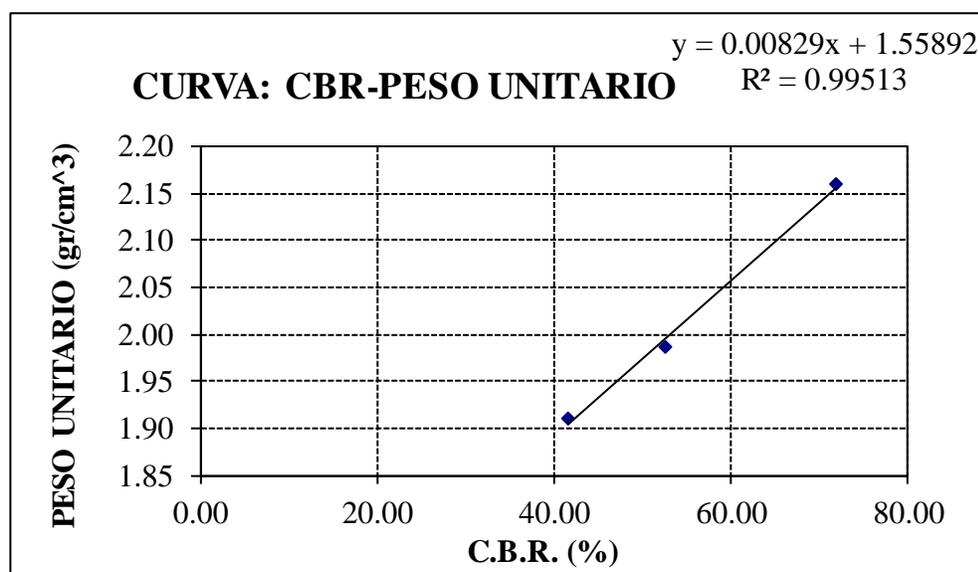
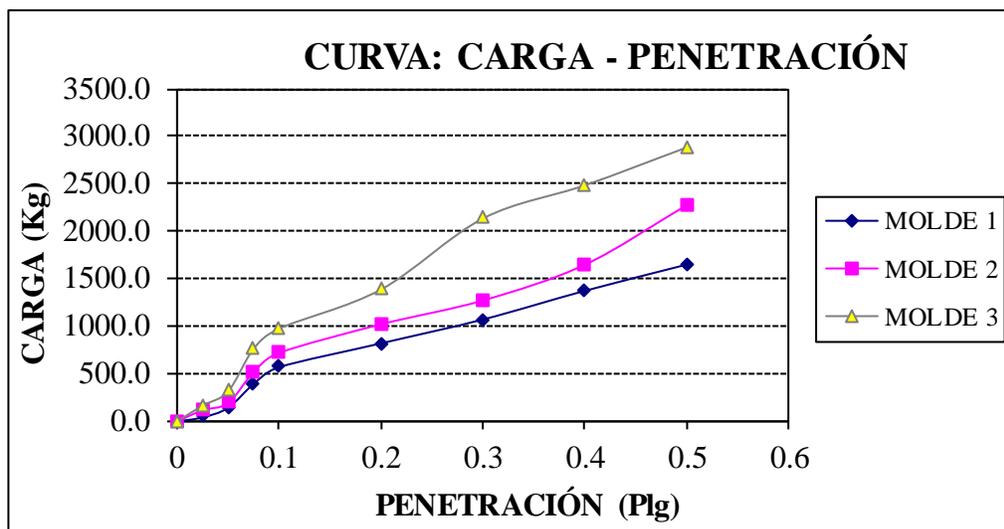
LABORATORISTA

ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS

NOTA: El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados que plantea esta investigación es enteramente responsabilidad del investigador.



CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)



CBR 100% D.máx
74 %
CBR 95% D.Máx.
60 %

Univ. Arenas Isabel Gabriela
LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce
ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS

NOTA: El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados que plantea esta investigación es enteramente responsabilidad del investigador.

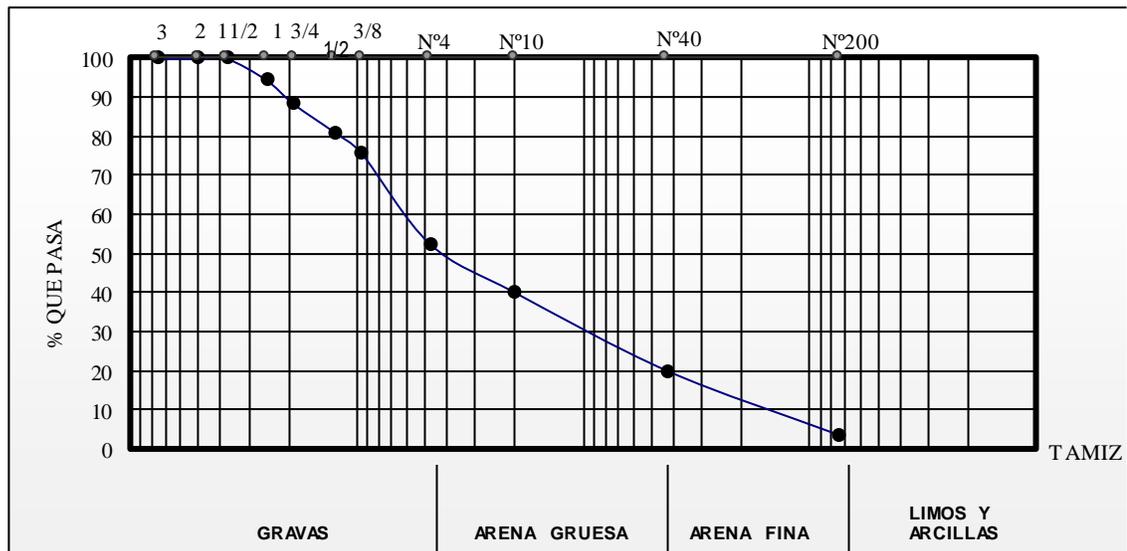


GRANULOMETRÍA

Fecha : 17 de septiembre del 2018

Muestra : N° 2

Peso Total (gr.)			5000	A.S.T.M.	
Tamices	Tamaño (mm)	Peso Ret. (gr)	Ret. Acum (gr)	% Ret	% Que Pasa del Total
3"	75	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	275.00	275.00	5.50	94.50
3/4"	19.00	305.40	580.40	11.61	88.39
1/2"	12.50	367.30	947.70	18.95	81.05
3/8"	9.50	270.50	1218.20	24.36	75.64
N°4	4.75	1159.30	2377.50	47.55	52.45
N°10	2.00	625.10	3002.60	60.05	39.95
N°40	0.425	1004.20	4006.80	80.14	19.86
N°200	0.075	818.00	4824.80	96.50	3.50



Univ. Arenas Isabel Gabriela
LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce
ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS

NOTA: El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados que plantea esta investigación es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y HORMIGON

HUMEDAD NATURAL Y CLASIFICACIÓN

Fecha : 17 de septiembre del 2018

Muestra : N° 2

HUMEDAD NATURAL			
Cápsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula	32.60	28.50	29.40
Peso de suelo seco + Cápsula	32.20	28.10	29.00
Peso de cápsula	13.00	13.00	13.00
Peso de suelo seco	19.20	15.10	16.00
Peso del agua	0.40	0.40	0.40
Contenido de humedad	2.08	2.65	2.50
PROMEDIO	2.41		

CLASIFICACIÓN DEL SUELO		DESCRIPCIÓN
SUCS:	SW	Es bien graduado, predomina las arenas gruesas, casi no tiene ligante.
AASHTO:	A-1-b(0)	

Univ. Arenas Isabel Gabriela
LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce
ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS

NOTA: El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados que plantea esta investigación es enteramente responsabilidad del investigador.



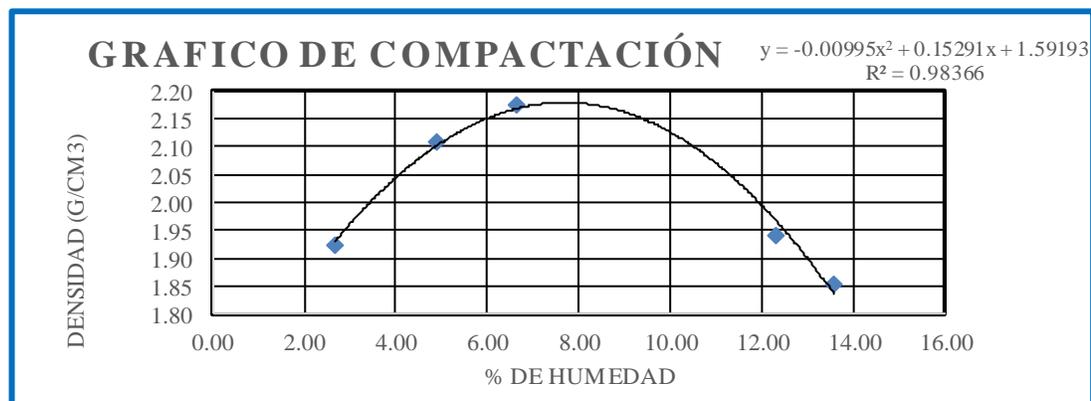
COMPACTACIÓN

Fecha : 10 de octubre del 2018

Muestra : N° 2

Muestra: Única Volumen: 2112.50 cm³

N° de capas	5	5	5	5	5
N° de golpes por capa	56	56	56	56	56
Peso suelo húmedo + molde	10620.50	11125.00	11352.00	11054.00	10898.00
Peso del molde	6450.60	6450.60	6450.60	6450.60	6450.60
Peso suelo húmedo	4169.90	4674.40	4901.40	4603.40	4447.40
Volumén de la muestra	2112.50	2112.50	2112.50	2112.50	2112.50
Densidad suelo húmedo (gr/cm ³)	1.97	2.21	2.32	2.18	2.11
Cápsula N°	1	2	3	4	5
Peso suelo húmedo + capsula	134.10	135.70	127.00	160.30	180.30
Peso suelo seco + cápsula	131.10	130.20	120.20	144.70	160.90
Peso del agua	3.00	5.50	6.80	15.60	19.40
Peso de la cápsula	18.80	17.90	18.00	18.00	18.00
Peso suelo seco	112.30	112.30	102.20	126.70	142.90
Contenido de humedad (%h)	2.67	4.90	6.65	12.31	13.58
Densidad suelo seco (gr/cm ³)	1.92	2.11	2.18	1.94	1.85



Densidad Máxima	2.18 gr/cm ³
Humedad Optima	7.68 %

Univ. Arenas Isabel Gabriela

LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce

ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS

NOTA: El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados que plantea esta investigación es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
 FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
 PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE SUELOS Y HORMIGON

CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

Fecha : 11 de octubre del 2018
 Muestra : N° 2

Muestra	LL	IP	Clasific.	H. Opt.	D. Máx
3	0	0	A-1-b(0)	7.68	2.18

CONTENIDO DE HUMEDAD Y PESO UNITARIO

N° capas	5			5			5		
N° golpes por capa	12			25			56		
CONDICION DE MUESTRA	Antes de mojarse		D. de M	Antes de mojarse		D. de M	Antes de mojarse		D. de M
Peso muestra húm.+molde	11350		11530	11000		11282	11950		12040
Peso Molde	7918		7926	6172.5		6187	7180.2		7192
Peso muestra húmeda	3432		3604	4827.5		5095	4769.8		4848
Volumen de la muestra	2032		2032	2032		2032	2032		2032
Peso Unit. Muestra Húm.	1.689		1.774	2.376		2.507	2.347		2.386
MUESTRA DE HUMEDAD	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.
Tara N°	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Peso muestra húm + tara	95	82.2	85.5	80.6	67.3	72.7	70.3	68.3	61.1
Peso muestra seca + tara	87.9	75.8	78.7	71.1	60.8	66.5	63.1	63.2	56.4
Peso del agua	7.1	6.4	6.8	9.5	6.5	6.2	7.2	5.1	4.7
Peso de tara	12.6	12.6	12.6	12.6	13	12	13	12.8	13
Peso de la muestra seca	75.3	63.2	66.1	58.5	47.8	54.5	50.1	50.4	43.4
Contenido humedad %	9.429	10.13	10.29	16.239	13.6	11.376	14.37	10.12	10.83
Promedio cont. Humedad	9.78		10.29	14.92		11.376	12.25		10.83
Peso Unit.muestra seca	1.539		1.608	2.067		2.2513	2.091		2.153

Hum. Opt. %	Peso Unit. gr/cm3
7.68	2.18

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO EN DIAS	MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
			LECT.	EXPANSIÓN		LECT.	EXPANSIÓN		LECT.	EXPANSIÓN	
			EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%
11-oct	11:00	1	0.08	0.008	0	0.11	0.011	0	0.16	0.016	0
12-oct	11:00	2	0.085	0.009	0.003	0.14	0.014	0.0169	0.2	0.02	0.022
15-oct	11:00	3	0.09	0.009	0.006	0.145	0.015	0.0197	0.23	0.023	0.039
16-oct	11:00	4	0.09	0.009	0.006	0.145	0.015	0.0197	0.23	0.023	0.039

C.B.R. %	Peso Unit. gr/cm3
47.21	1.54
71.10	2.07
76.62	2.09

C.B.R.

PENETRACIÓN		CARGA NORMAL	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3			
Pulg.	mm		CARGA ENSAYO	C.B.R. CORREG										
		Kg	Kg	Kg/cm2	Kg	%	Kg	Kg/cm2	Kg	%	Kg	Kg/cm2	Kg	%
0	0		0.0	0			0.0	0			0.0	0		
0.025	0.63		54.5	2.8			104.5	5.4			167.0	8.6		
0.05	1.27		142.0	7.3			229.5	11.9			342.0	17.7		
0.075	1.9		267.0	13.8			517.0	26.7			617.0	31.9		
0.1	2.54	1360	642.0	33.2		47.2	967.0	50.0		71.1	1042.0	53.8		76.6
0.2	5.08	2040	917.0	47.4		45.0	1317.0	68.0		64.6	1467.0	75.8		71.9
0.3	7.62		1017.0	52.5			1542.0	79.7			1992.0	102.9		
0.4	10.16		1242.0	64.2			1892.0	97.8			2517.0	130.0		
0.5	12.7		1567.0	81.0			2142.0	110.7			3067.0	158.5		

Univ. Arenas Isabel Gabriela

Ing. José Ricardo Arce

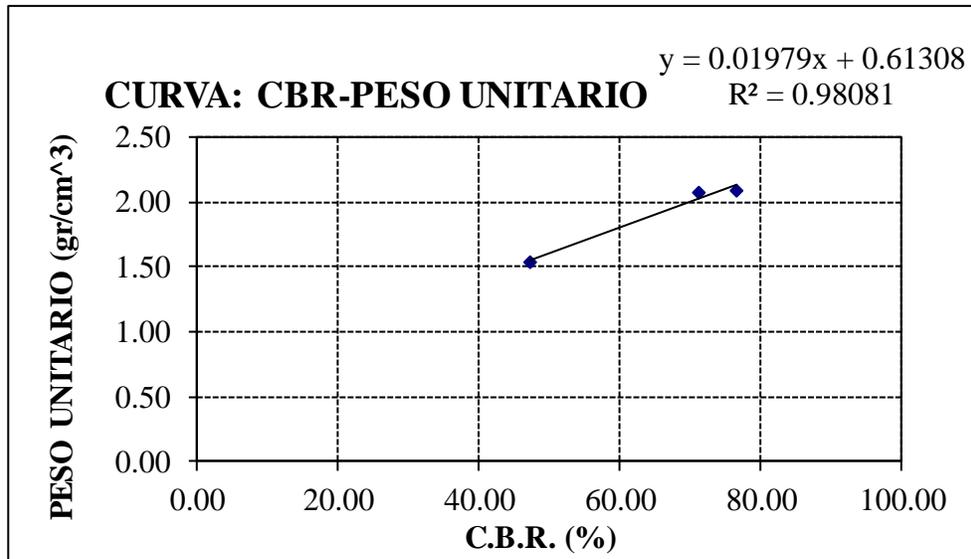
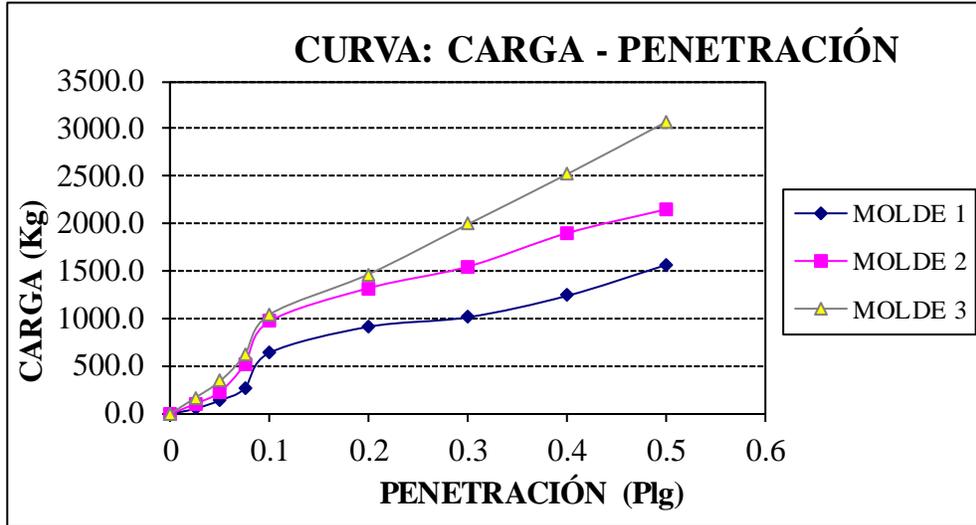
LABORATORISTA

ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS

NOTA: El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados que plantea esta investigación es enteramente responsabilidad del investigador.



CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)



CBR 100% D.máx
79 %
CBR 95% D.Máx.
74 %

ANEXO 3

ENSAYOS DE SUELOS ESTABILIZADOS

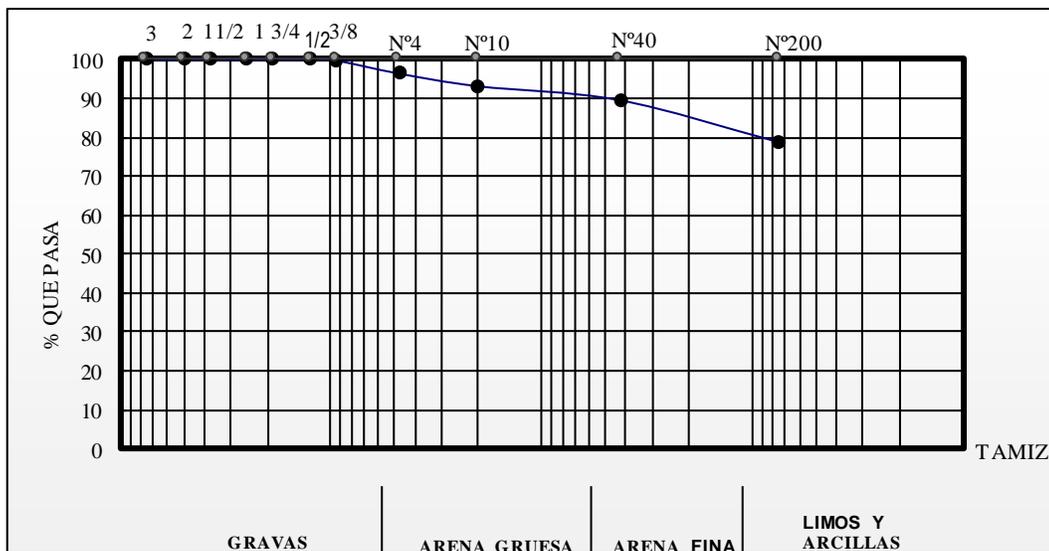


GRANULOMETRÍA

Fecha : 28 de septiembre del 2018

Muestra Estabilizada: N° 1

Peso Total (gr.)			571.785893	A.S.T.M.	
Tamices	Tamaño (mm)	Peso Ret. (gr)	Ret. Acum (gr)	% Ret	% Que Pasa del Total
3"	75	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.50	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.50	1.30	1.30	0.23	99.77
N°4	4.75	19.50	20.80	3.64	96.36
N°10	2.00	18.80	39.60	6.93	93.07
N°40	0.425	20.80	60.40	10.56	89.44
N°200	0.075	62.30	122.70	21.46	78.54



Univ. Arenas Isabel Gabriela

LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce A.

ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS

NOTA: El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados que plantea esta

investigación es enteramente responsabilidad del investigador.

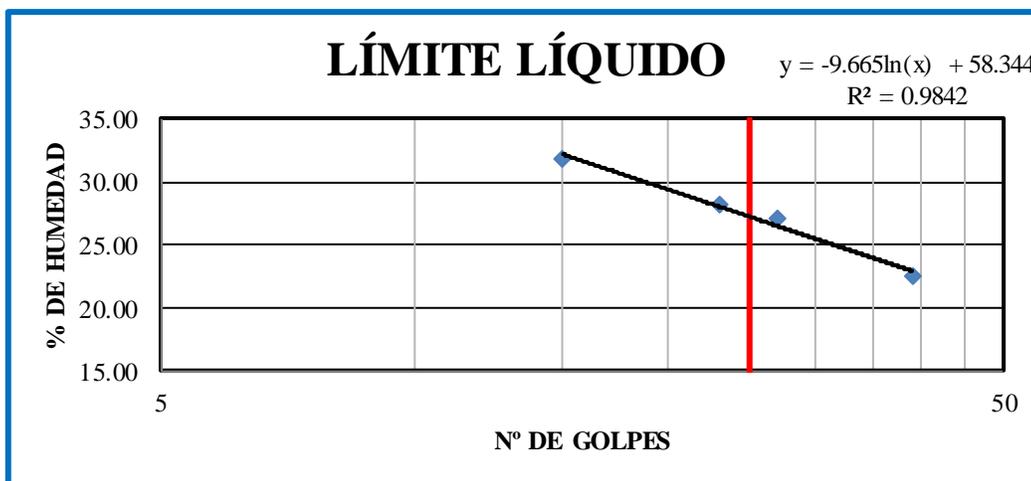


LÍMITES DE ATTERBERG

Fecha : 28 de septiembre del 2018

Muestra Eatabilizada: N° 1

Capsula N°	1	2	3	4
N° de golpes	15	23	27	39
Suelo Húmedo + Cápsula	54.80	55.40	56.80	47.20
Suelo Seco + Cápsula	44.60	46.40	47.60	40.90
Peso del agua	10.20	9.00	9.20	6.30
Peso de la Cápsula	12.60	14.40	13.70	12.90
Peso Suelo seco	32.00	32.00	33.90	28.00
Porcentaje de Humedad	31.88	28.13	27.14	22.50



Determinación de Límite Plástico

Cápsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula	17.90	17.00	16.30
Peso de suelo seco + Cápsula	17.50	16.60	15.80
Peso de cápsula	13.60	12.80	12.50
Peso de suelo seco	3.90	3.80	3.30
Peso del agua	0.40	0.40	0.50
Contenido de humedad	10.26	10.53	15.15

f 9.665 58.344

Límite Líquido (LL)	27
Límite Plástico (LP)	10
Índice de Plasticidad (IP)	17
Índice de Grupo (IG)	11

Univ. Arenas Isabel Gabriela

LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce A.

ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS

NOTA: El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados que plantea esta investigación es enteramente responsabilidad del investigador.



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

HUMEDAD NATURAL Y CLASIFICACIÓN

Fecha : 5 de noviembre del 2018

Muestra Estabilizada: N° 1

HUMEDAD NATURAL			
Cápsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula	122.40	93.00	117.20
Peso de suelo seco + Cápsula	114.60	87.70	109.80
Peso de cápsula	12.80	13.60	13.60
Peso de suelo seco	101.80	74.10	96.20
Peso del agua	7.80	5.30	7.40
Contenido de humedad	7.66	7.15	7.69
PROMEDIO	7.50		

CLASIFICACIÓN DEL SUELO		DESCRIPCIÓN
SUCS:	CL	Predomina la arcilla, más del 75 % del material pasa el tamiz N°200, este suelo suele contener pequeños porcentajes de arena fina y limo cuyas características son absorbidas por el gran porcentaje de arcilla.
AASHTO:	A-6(17)	

Univ. Arenas Isabel Gabriela
LABORATORISTA

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

NOTA: El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados que plantea esta investigación es enteramente responsabilidad del investigador.



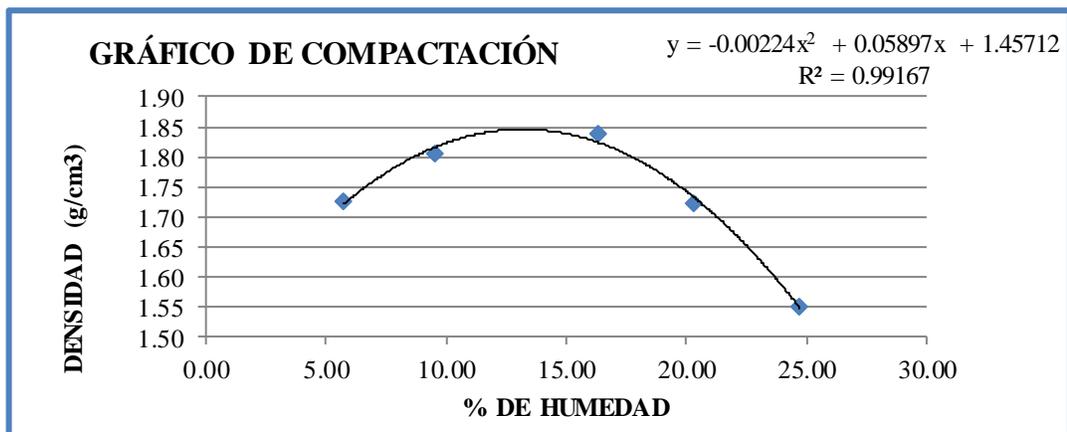
COMPACTACIÓN

Fecha : 25 de febrero del 2019

Muestra Eatabilizada: N° 1

Muestra: Unica	Volumen: 2112.50 cm ³
-----------------------	---

N° de capas	5	5	5	5	5
N° de golpes por capa	56	56	56	56	56
Peso suelo húmedo + molde	10349.40	10671.20	11009.60	10873.80	10579.20
Peso del molde	6494	6494	6494	6494	6494
Peso suelo húmedo	3855.40	4177.20	4515.60	4379.80	4085.20
Volumén de la muestra	2112.50	2112.50	2112.50	2112.50	2112.50
Densidad suelo húmedo (gr/cm ³)	1.83	1.98	2.14	2.07	1.93
Cápsula N°	1	2	3	4	5
Peso suelo húmedo + capsula	127.40	95.80	99.00	96.20	111.20
Peso suelo seco + cápsula	121.20	88.60	87.00	82.20	91.70
Peso del agua	6.20	7.20	12.00	14.00	19.50
Peso de la cápsula	13.00	13.00	13.40	13.20	12.80
Peso suelo seco	108.20	75.60	73.60	69.00	78.90
Contenido de humedad (%h)	5.73	9.52	16.30	20.29	24.71
Densidad suelo seco (gr/cm ³)	1.73	1.81	1.84	1.72	1.55



Densidad Máxima	1.85 gr/cm³
Humedad Optima	13.16 %

Univ. Arenas Isabel Gabriela
LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce
ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELO

NOTA: El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados que plantea esta investigación es enteramente responsabilidad del investigador.



CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

Fecha : 27 de febrero del 2019
 Muestra Eatabilizada: N° 1

Muestra	LL	IP	Clasific.	H. Opt.	D. Máx
1	27	17	A-6(17)	13.16	1.85

CONTENIDO DE HUMEDAD Y PESO UNITARIO

N° capas	5		5		5				
N° golpes por capa	12		25		56				
CONDICION DE MUESTRA	Antes de mojarse	D. de M	Antes de mojarse	D. de M	Antes de mojarse	D. de M			
Peso muestra húm.+molde	11288.9	11670	11432	11795	12315	12550			
Peso Molde	7276.1	7297	7262	7281	7935.4	8003			
Peso muestra húmeda	4012.8	4374	4170	4514	4379.6	4548			
Volumen de la muestra	2032	2032	2032	2032	2032	2032			
Peso Unit. Muestra Húm.	1.975	2.152	2.052	2.221	2.155	2.238			
MUESTRA DE HUMEDAD	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.
Tara N°	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Peso muestra húm + tara	181	154.8	141.5	155.5	129.1	166	125.5	143	154.6
Peso muestra seca + tara	152	132.8	116.2	133	111.2	137	109.2	126	131.8
Peso del agua	29	22	25.3	22.5	17.9	29	16.3	17.8	22.8
Peso de tara	16.6	20.4	17.8	19.5	16.6	17.9	18.6	17.8	18.5
Peso de la muestra seca	135.4	112.4	98.4	113.5	94.6	119.1	90.6	108	113.3
Contenido humedad %	21.42	19.57	25.71	19.82	18.92	24.35	17.991	16.5	20.12
Promedio cont. Humedad	20.50		25.71	19.37		24.35	17.25		20.12
Peso Unit.muestra seca	1.639		1.712	1.719		1.786	1.838		1.863

Hum. Opt. %	Peso Unit. gr/cm3
13.16	1.85

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO EN DIAS	MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
			LECT.	EXPANSIÓN		LECT.	EXPANSIÓN		LECT.	EXPANSIÓN	
			EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%
27-feb	11:00	1	0.08	0.008	0	0.052	0.005	0	0.075	0.01	0
28-feb	11:00	2	0.22	0.022	0.08	0.248	0.025	0.11	0.212	0.02	0.077
01-mar	11:00	3	0.22	0.022	0.08	0.25	0.025	0.111	0.218	0.02	0.08
06-mar	11:00	4	0.22	0.022	0.08	0.25	0.025	0.111	0.22	0.02	0.082

C.B.R. %	Peso Unit. gr/cm3
4.56	1.64
4.93	1.72
5.29	1.84

C.B.R.

PENETRACIÓN		CARGA NORMA Kg	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3			
Pulg.	mm		CARGA Kg	ENSAYO Kg/cm2	C.B.R. Kg	CORREG %	CARGA Kg	ENSAYO Kg/cm2	C.B.R. Kg	CORREG %	CARGA Kg	ENSAYO Kg/cm2	C.B.R. Kg	CORREG %
0	0		0.0	0			0.0	0			0.0	0		
0.025	0.63		42.0	2.2			44.5	2.3			47.0	2.4		
0.05	1.27		47.0	2.4			54.5	2.8			67.0	3.5		
0.075	1.9		52.0	2.7			62.0	3.2			69.5	3.6		
0.1	2.54	1360	62.0	3.2		4.56	67.0	3.5		4.93	72.0	3.7		5.29
0.2	5.08	2040	79.5	4.1		3.90	97.0	5.0		4.75	107.0	5.5		5.25
0.3	7.62		92.0	4.8			122.0	6.3			204.5	10.6		
0.4	10.16		109.5	5.7			142.0	7.3			267.0	13.8		
0.5	12.7		117.0	6.0			167.0	8.6			317.0	16.4		

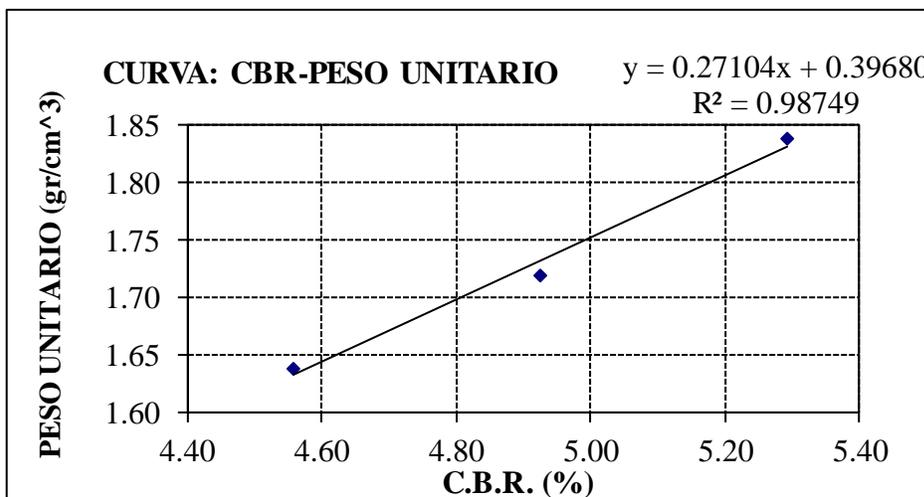
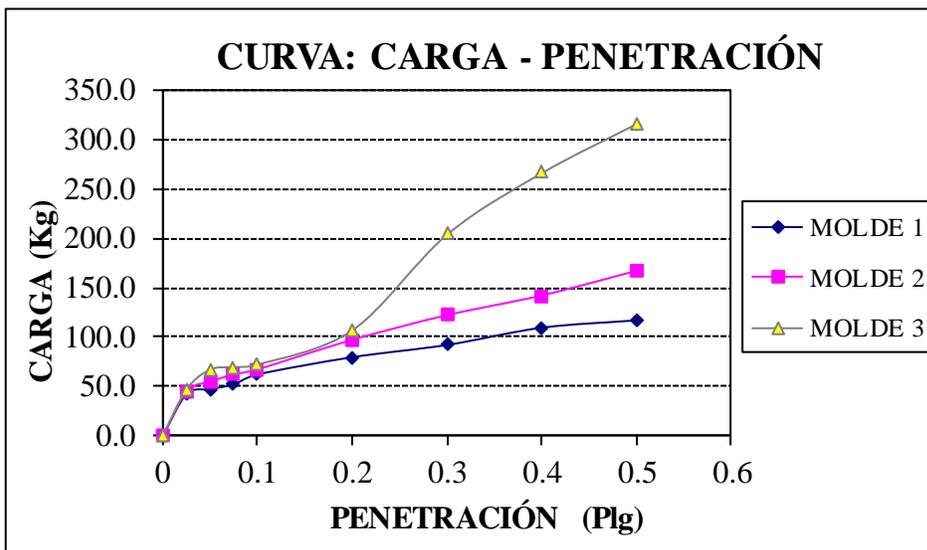
Univ. Arenas Isabel Gabriela
LABORATORISTA

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

NOTA: El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados que plantea esta investigación es enteramente responsabilidad del investigador.



CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)



CBR 100% D.máx
5.34 %
CBR 95% D.Máx.
5.00 %

Univ. Arenas Isabel Gabriela
LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce
ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS

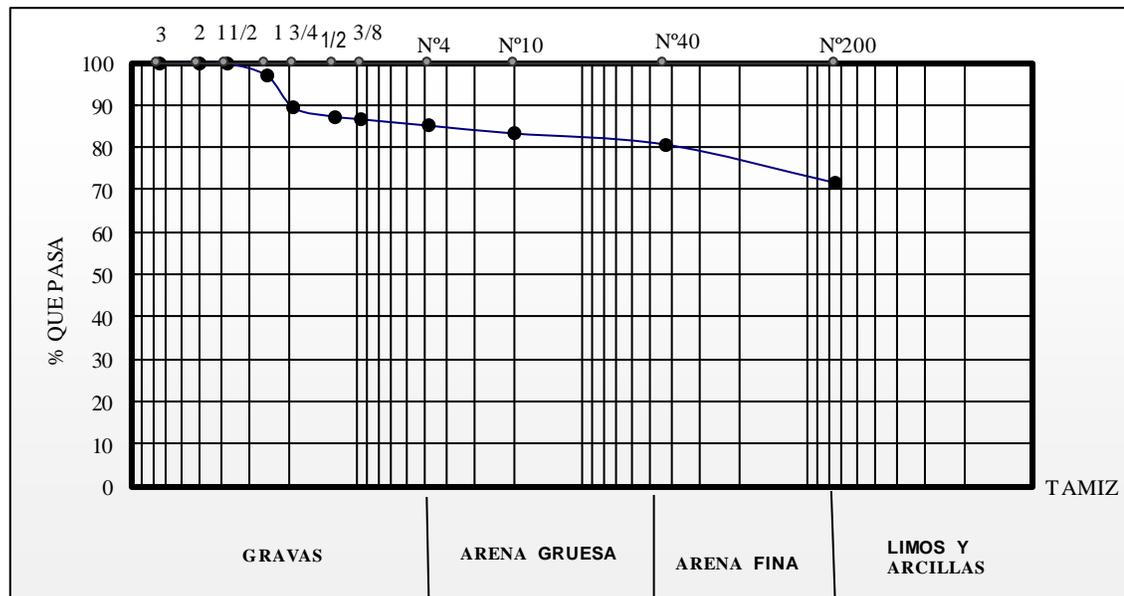
NOTA: El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados que plantea esta investigación es enteramente responsabilidad del investigador.



GRANULOMETRÍA

Fecha : 28 de septiembre del 2018
 Muestra Estabilizada: N° 2

Peso Total (gr.)			788.2111035	A.S.T.M.	
Tamices	Tamaño (mm)	Peso Ret. (gr)	Ret. Acum (gr)	% Ret	% Que Pasa del Total
3"	75	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	23.10	23.10	2.93	97.07
3/4"	19.00	60.80	83.90	10.64	89.36
1/2"	12.50	16.40	100.30	12.73	87.27
3/8"	9.50	5.10	105.40	13.37	86.63
N°4	4.75	12.00	117.40	14.89	85.11
N°10	2.00	14.70	132.10	16.76	83.24
N°40	0.425	20.90	153.00	19.41	80.59
N°200	0.075	72.30	225.30	28.58	71.42



Univ. Arenas Isabel Gabriela

Ing. José Ricardo Arce

LABORATORISTA

ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS

NOTA: El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados que plantea esta investigación es enteramente responsabilidad del investigador.

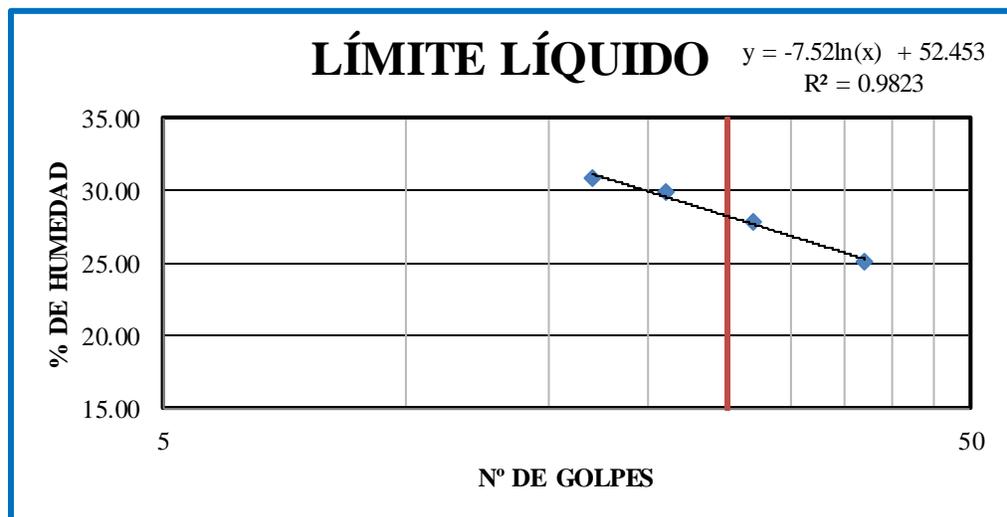


LÍMITES DE ATTERBERG

Fecha : 28 de septiembre del 2018

Muestra Estabilizada: N° 2

Capsula N°	1	2	3	4
N° de golpes	17	21	27	37
Suelo Húmedo + Cápsula	54.80	56.20	63.80	58.70
Suelo Seco + Cápsula	46.70	48.00	54.80	51.00
Peso del agua	8.10	8.20	9.00	7.70
Peso de la Cápsula	20.40	20.60	22.50	20.30
Peso Suelo seco	26.30	27.40	32.30	30.70
Porcentaje de Humedad	30.80	29.93	27.86	25.08



Determinación de Límite Plástico

Cápsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula	16.80	15.90	15.80
Peso de suelo seco + Cápsula	16.40	15.60	15.50
Peso de cápsula	13.00	12.90	12.50
Peso de suelo seco	3.40	2.70	3.00
Peso del agua	0.40	0.30	0.30
Contenido de humedad	11.76	11.11	10.00

$f = \begin{matrix} 7.52 \\ 52.453 \end{matrix}$

Límite Líquido (LL)	28
Límite Plástico (LP)	11
Índice de Plasticidad (IP)	17
Índice de Grupo (IG)	10

Univ. Arenas Isabel Gabriela

Ing. José Ricardo Arce

LABORATORISTA

ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS

NOTA: El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados que plantea esta investigación es enteramente responsabilidad del investigador.



HUMEDAD NATURAL Y CLASIFICACIÓN

Fecha : 5 de noviembre del 2018
Muestra Estabilizada: N° 2

HUMEDAD NATURAL			
Cápsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula	91.40	124.40	116.60
Peso de suelo seco + Cápsula	85.80	116.40	109.40
Peso de cápsula	12.60	12.60	12.80
Peso de suelo seco	73.20	103.80	96.60
Peso del agua	5.60	8.00	7.20
Contenido de humedad	7.65	7.71	7.45
PROMEDIO	7.60		

CLASIFICACIÓN DEL SUELO		DESCRIPCIÓN
SUCS:	CL	Predomina la arcilla, más del 75 % del material pasa el tamiz N°200, este suelo suele contener pequeños porcentajes de arena fina y limo cuyas características son absorbidas por el gran porcentaje de arcilla.
AASHTO:	A-6(17)	

Univ. Arenas Isabel Gabriela
LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce
ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS

NOTA: El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados que plantea esta investigación es enteramente responsabilidad del investigador.



COMPACTACIÓN

Fecha : 25 de octubre del 2018

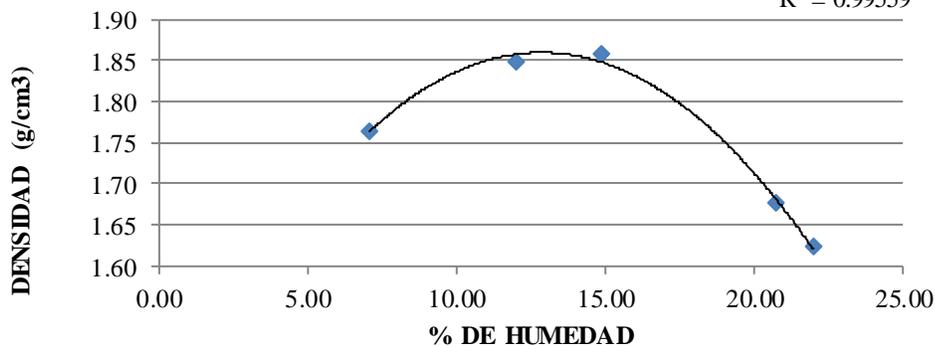
Muestra Eatabilizada: N° 2

Muestra: Unica Volumen: 2112.50 cm³

N° de capas	5	5	5	5	5
N° de golpes por capa	56	56	56	56	56
Peso suelo húmedo + molde	10484.20	10870.20	11000	10769	10676
Peso del molde	6494	6494	6494	6494	6494
Peso suelo húmedo	3990.20	4376.20	4506	4275	4182
Volumén de la muestra	2112.50	2112.50	2112.50	2112.50	2112.50
Densidad suelo húmedo (gr/cm ³)	1.89	2.07	2.13	2.02	1.98
Cápsula N°	1	2	3	4	5
Peso suelo húmedo + capsula	122.80	153.80	153.40	130.80	168.20
Peso suelo seco + cápsula	116.00	139.20	135.80	111.40	141.00
Peso del agua	6.80	14.60	17.60	19.40	27.20
Peso de la cápsula	19.40	17.80	17.40	17.80	17.20
Peso suelo seco	96.60	121.40	118.40	93.60	123.80
Contenido de humedad (%h)	7.04	12.03	14.86	20.73	21.97
Densidad suelo seco (gr/cm ³)	1.76	1.85	1.86	1.68	1.62

GRÁFICO DE COMPACTACIÓN

$$y = -0.00287x^2 + 0.07375x + 1.38603$$
$$R^2 = 0.99559$$



Densidad Máxima **1.86 gr/cm³**

Humedad Optima **12.85 %**

Univ. Arenas Isabel Gabriela
LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce
ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS

NOTA: El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados que plantea esta investigación es enteramente responsabilidad del investigador.



CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

Fecha : 29 de octubre del 2018
 Muestra Eatabilizada: N° 2

Muestra	LL	IP	Clasific.	H. Opt.	D. Máx
2	28	17	A-6(17)	12.85	1.86

CONTENIDO DE HUMEDAD Y PESO UNITARIO

N° capas	5			5			5		
N° golpes por capa	12			25			56		
CONDICION DE MUESTRA	Antes de mojarse	D. de M							
Peso muestra húm.+molde	11798	12335	10295.6	10690	11533.2	11940			
Peso Molde	7917.2	7925	6170.4	6178.9	7185.3	7193			
Peso muestra húmeda	3880.8	4410	4125.2	4511.1	4347.9	4747			
Volumen de la muestra	2032	2032	2032	2032	2032	2032			
Peso Unit. Muestra Húm.	1.910	2.170	2.030	2.220	2.140	2.336			
MUESTRA DE HUMEDAD	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.
Tara N°	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Peso muestra húm + tara	114	114.6	87.6	122.8	121.4	107.4	133.6	153	101.8
Peso muestra seca + tara	94.4	94	74.4	103.8	100.2	91.6	113.6	128	87.8
Peso del agua	19.6	20.6	13.2	19	21.2	15.8	20	25	14
Peso de tara	13.6	13.6	12	13	12.6	12.8	12.6	12.8	12.8
Peso de la muestra seca	80.8	80.4	62.4	90.8	87.6	78.8	101	115.2	75
Contenido humedad %	24.26	25.62	21.154	20.93	24.2	20.051	19.8	21.7	18.67
Promedio cont. Humedad	24.94		21.154	22.56		20.051	20.75		18.67
Peso Unit.muestra seca	1.529		1.7913	1.656		1.8492	1.772		1.969

Hum. Opt. %	Peso Unit. gr/cm3
12.85	1.86

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO EN DIAS	MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
			LECT.		EXPANSIÓN	LECT.		EXPANSIÓN	LECT.		EXPANSIÓN
			EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%
29-oct	16:45	1	0.04	0.004	0	0.08	0.008	0	0.15	0.015	0
30-oct	16:45	2	0.193	0.019	0.0874	0.23	0.023	0.0844	0.31	0.031	0.09
31-oct	16:45	3	0.21	0.021	0.0971	0.248	0.025	0.0945	0.315	0.032	0.093
05-nov	08:00	4	0.218	0.022	0.1017	0.252	0.025	0.0967	0.32	0.032	0.096

C.B.R. %	Peso Unit. gr/cm3
3.46	1.53
4.56	1.66
5.66	1.77

C.B.R.

PENETRACIÓN		CARGA NORMAL	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3				
Pulg.	mm		Kg	Kg	Kg/cm2	Kg	%	Kg	Kg/cm2	Kg	%	Kg	Kg/cm2	Kg	%
0	0		0.0	0				0.0	0			0.0	0		
0.025	0.63		27.0	1.4				29.5	1.5			34.5	1.8		
0.05	1.27		37.0	1.9				42.0	2.2			49.5	2.6		
0.075	1.9		42.0	2.2				44.5	2.3			54.5	2.8		
0.1	2.54	1360	47.0	2.4		3.46		62.0	3.2		4.56	77.0	4.0		5.66
0.2	5.08	2040	64.5	3.3		3.16		79.5	4.1		3.90	92.0	4.8		4.51
0.3	7.62		77.0	4.0				84.5	4.4			99.5	5.1		
0.4	10.16		87.0	4.5				94.5	4.9			104.5	5.4		
0.5	12.7		99.5	5.1				104.5	5.4			117.0	6.0		

Niv. Arenas Isabel Gabriela

Ing. José Ricardo Arce

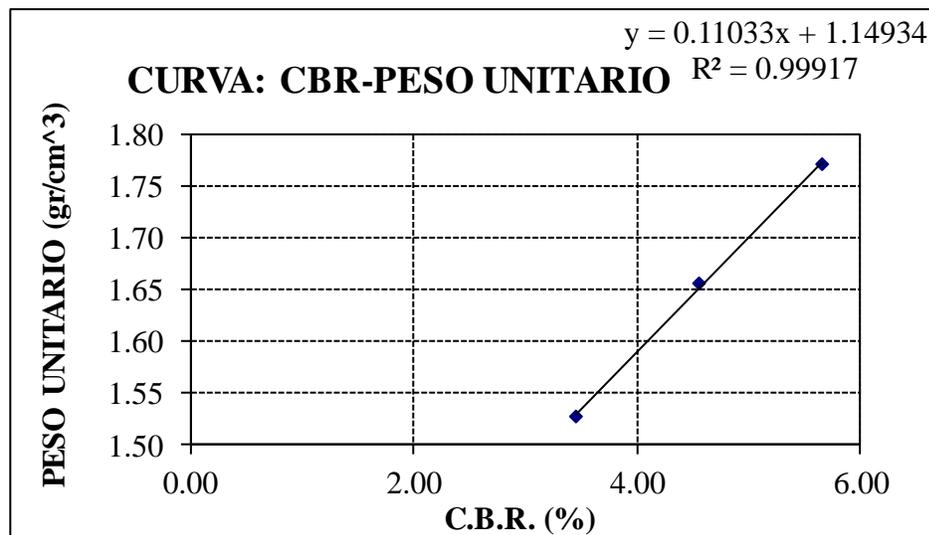
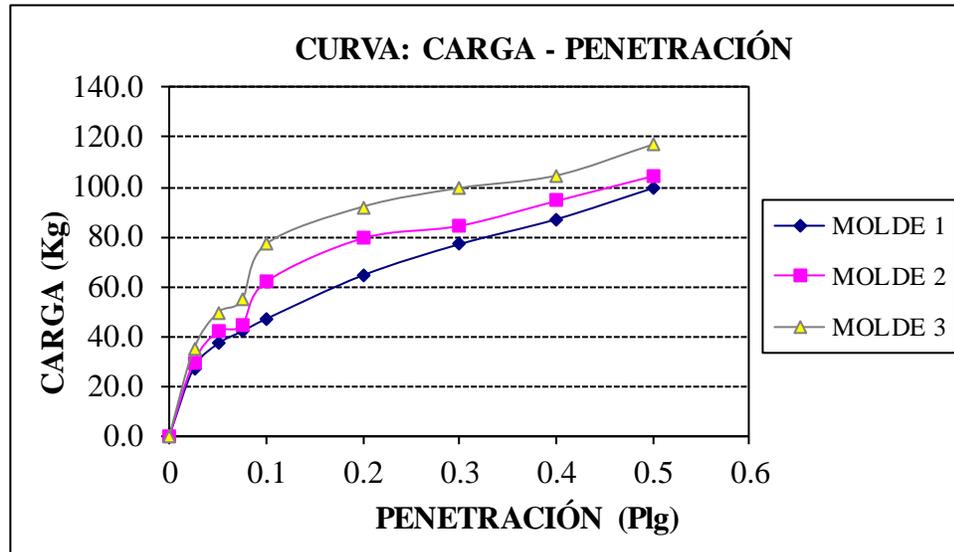
LABORATORISTA

ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS

NOTA: El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados que plantea esta investigación es enteramente responsabilidad del investigador.



CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)



CBR 100% D.máx
6.44 %
CBR 95% D.M. áx.
5.60 %

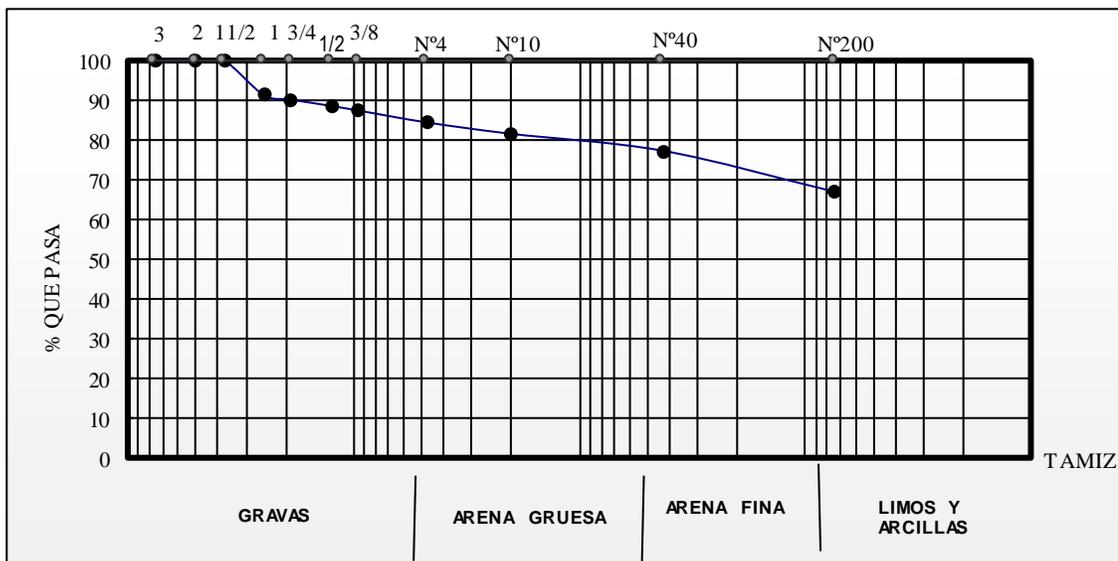


GRANULOMETRÍA

Fecha : 8 de octubre del 2018

Muestra Estabilizada: N° 3

Peso Total (gr.)			770.3462563	A.S.T.M.	
Tamices	Tamaño (mm)	Peso Ret. (gr)	Ret. Acum (gr)	% Ret	% Que Pasa del Total
3"	75	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	67.00	67.00	8.70	91.30
3/4"	19.00	9.20	76.20	9.89	90.11
1/2"	12.50	12.40	88.60	11.50	88.50
3/8"	9.50	9.00	97.60	12.67	87.33
N°4	4.75	23.00	120.60	15.66	84.34
N°10	2.00	22.30	142.90	18.55	81.45
N°40	0.425	33.20	176.10	22.86	77.14
N°200	0.075	79.20	255.30	33.14	66.86



Univ. Arenas Isabel Gabriela
LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce
ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS

NOTA: El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados que plantea esta investigación es enteramente responsabilidad del investigador.

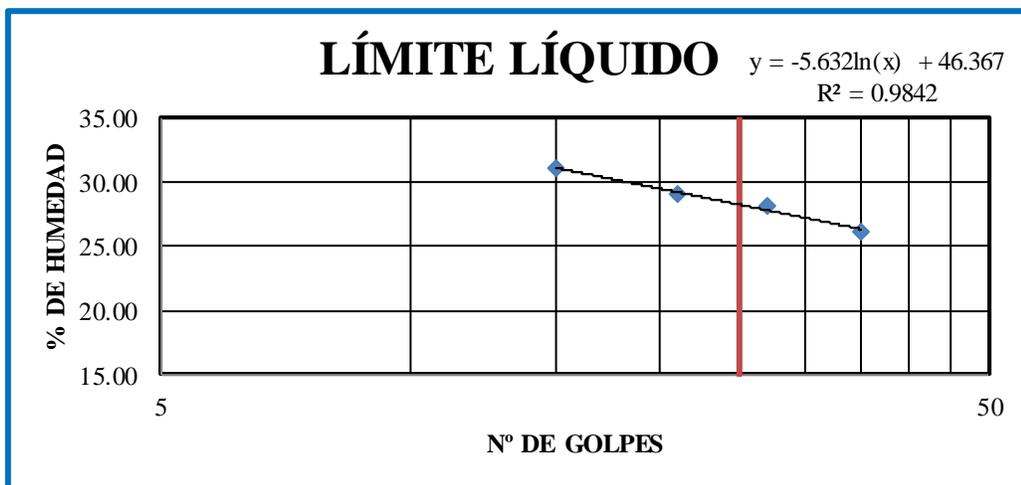


LÍMITES DE ATTERBERG

Fecha : 8 de octubre del 2018

Muestra Eatabilizada: N° 3

Capsula N°	1	2	3	4
N° de golpes	15	21	27	35
Suelo Húmedo + Cápsula	51.60	54.20	51.80	58.50
Suelo Seco + Cápsula	43.70	46.50	44.70	50.00
Peso del agua	7.90	7.70	7.10	8.50
Peso de la Cápsula	18.30	20.00	19.50	17.50
Peso Suelo seco	25.40	26.50	25.20	32.50
Porcentaje de Humedad	31.10	29.06	28.17	26.15



Determinación de Límite Plástico

Cápsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula	16.80	15.30	14.70
Peso de suelo seco + Cápsula	16.20	14.90	14.30
Peso de cápsula	12.60	12.40	11.90
Peso de suelo seco	3.60	2.50	2.40
Peso del agua	0.60	0.40	0.40
Contenido de humedad	16.67	16.00	16.67

f	5.632	46.367
----------	-------	--------

Límite Líquido (LL)	28
Límite Plástico (LP)	16
Índice de Plasticidad (IP)	12
Índice de Grupo (IG)	7

Univ. Arenas Isabel Gabriela

Ing. José Ricardo Arce

LABORATORISTA

ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS

NOTA: El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados que plantea esta investigación es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y HORMIGON

HUMEDAD NATURAL Y CLASIFICACIÓN

Fecha : 5 de noviembre del 2018

Muestra Estabilizada: N° 3

HUMEDAD NATURAL			
Cápsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula	116.40	118.00	118.80
Peso de suelo seco + Cápsula	110.00	111.40	111.80
Peso de cápsula	18.60	18.00	17.40
Peso de suelo seco	91.40	93.40	94.40
Peso del agua	6.40	6.60	7.00
Contenido de humedad	7.00	7.07	7.42
PROMEDIO	7.16		

CLASIFICACIÓN DEL SUELO		DESCRIPCIÓN
SUCS:	CL	Predomina la arcilla, más del 75 % del material pasa el tamiz N°200, este suelo suele contener pequeños porcentajes de arena fina y limo cuyas características son absorbidas por el gran porcentaje de arcilla.
AASHTO:	A-6(12)	

Univ. Arenas Isabel Gabriela

LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce

ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS

NOTA: El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados que plantea esta investigación es enteramente responsabilidad del investigador.



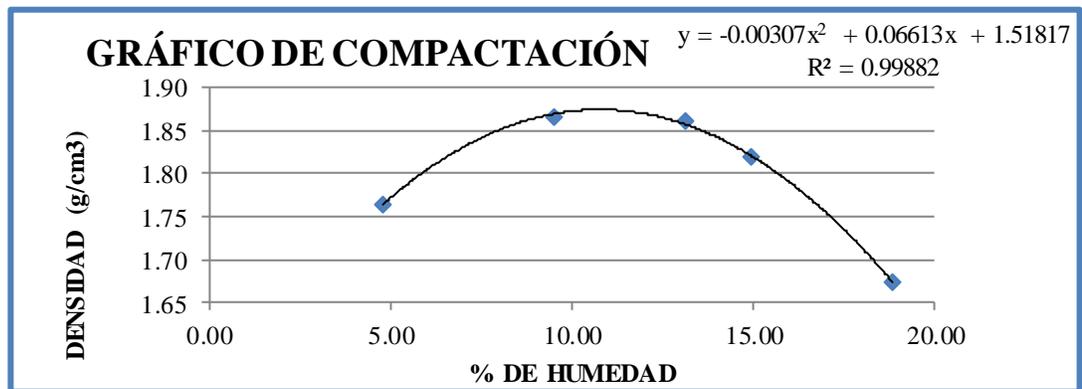
COMPACTACIÓN

Fecha : 24 de octubre del 2018

Muestra Eatabilizada: N° 3

Muestra: Unica **Volumen:** 2112.50 cm³

N° de capas	5	5	5	5	5
N° de golpes por capa	56	56	56	56	56
Peso suelo húmedo + molde	10400.10	10912.60	10940.70	10809.10	10696.10
Peso del molde	6494.10	6494.10	6494.10	6494.10	6494.10
Peso suelo húmedo	3906.00	4418.50	4446.60	4315.00	4202.00
Volumén de la muestra	2112.50	2112.50	2112.50	2112.50	2112.50
Densidad suelo húmedo (gr/cm ³)	1.85	2.09	2.10	2.04	1.99
Cápsula N°	1	2	3	4	5
Peso suelo húmedo + capsula	111.20	118.30	158.10	151.60	169.30
Peso suelo seco + cápsula	107.00	105.40	141.80	140.00	145.20
Peso del agua	4.20	12.90	16.30	11.60	24.10
Peso de la cápsula	19.00	18.90	17.30	17.80	17.10
Peso suelo seco	88.00	86.50	124.50	122.20	128.10
Contenido de humedad (%h)	4.77	14.91	13.09	9.49	18.81
Densidad suelo seco (gr/cm ³)	1.76	1.82	1.86	1.87	1.67



Densidad Máxima	1.87 gr/cm³
Humedad Optima	10.77 %

Univ. Arenas Isabel Gabriela
LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce
ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS

NOTA: El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados que plantea esta investigación es enteramente responsabilidad del investigador.



CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

Fecha : 26 de octubre del 2018
 Muestra Eatabilizada: N° 3

Muestra	LL	IP	Clasific.	H. Opt.	D. Máx
3	28	12	A-6(12)	10.77	1.87

CONTENIDO DE HUMEDAD Y PESO UNITARIO

N° capas	5		5		5				
N° golpes por capa	12		25		56				
CONDICION DE MUESTRA	Antes de mojarse	D. de M	Antes de mojarse	D. de M	Antes de mojarse	D. de M			
Peso muestra húm.+molde	11270	11510	12430	12705	12545	12750			
Peso Molde	7105.1	7110	8033.4	8039	7951.9	7957.7			
Peso muestra húmeda	4164.9	4400	4396.6	4666	4593.1	4792.3			
Volumen de la muestra	2032	2032	2032	2032	2032	2032			
Peso Unit. Muestra Húm.	2.050	2.165	2.164	2.296	2.260	2.358			
MUESTRA DE HUMEDAD	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.
Tara N°	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Peso muestra húm + tara	91.8	93.8	70.2	110.8	109.8	142	101.3	104	120.9
Peso muestra seca + tara	78.6	80.8	60	96.6	94	123.2	85	89	108.1
Peso del agua	13.2	13	10.2	14.2	15.8	18.8	16.3	15	12.8
Peso de tara	12.3	13.3	11.9	12.7	12.6	12.8	12.6	12.7	12.6
Peso de la muestra seca	66.3	67.5	48.1	83.9	81.4	110.4	72.4	76.3	95.5
Contenido humedad %	19.91	19.26	21.21	16.92	19.41	17.03	22.514	19.66	13.403
Promedio cont. Humedad	19.58		21.21	18.17		17.03	21.09		13.403
Peso Unit.muestra seca	1.714		1.786	1.831		1.962	1.867		2.0797

Hum. Opt. %	Peso Unit. gr/cm ³
10.77	1.87

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO EN DIAS	MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
			LECT.	EXPANSIÓN		LECT.	EXPANSIÓN		LECT.	EXPANSIÓN	
			EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%
26-oct	18:50	1	0.01	0.001	0	0.12	0.012	0	0.11	0.011	0
29-oct	08:00	2	0.05	0.005	0.022	0.187	0.019	0.038	0.15	0.015	0.0225
30-oct	08:00	3	0.052	0.005	0.024	0.19	0.019	0.039	0.19	0.019	0.045
31-oct	08:00	4	0.054	0.005	0.025	0.195	0.02	0.042	0.199	0.02	0.0501

C.B.R. %	Peso Unit. gr/cm ³
4.93	1.71
6.76	1.83
7.32	1.87

C.B.R.

PENETRACIÓN		CARGA NORMAL	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3			
Pulg.	mm		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG	
		Kg	Kg	Kg/cm ²	Kg	%	Kg	Kg/cm ²	Kg	%	Kg	Kg/cm ²	Kg	%
0	0		0.0	0			0.0	0			0.0	0		
0.025	0.63		32.0	1.7			39.5	2.0			42.0	2.2		
0.05	1.27		42.0	2.2			52.0	2.7			67.0	3.5		
0.075	1.9		54.5	2.8			72.0	3.7			92.0	4.8		
0.1	2.54	1360	67.0	3.5		4.93	92.0	4.8		6.76	99.5	5.1		7.32
0.2	5.08	2040	89.5	4.6		4.39	117.0	6.0		5.74	147.0	7.6		7.21
0.3	7.62		97.0	5.0			139.5	7.2			242.0	12.5		
0.4	10.16		114.5	5.9			154.5	8.0			304.5	15.7		
0.5	12.7		119.5	6.2			174.5	9.0			349.5	18.1		

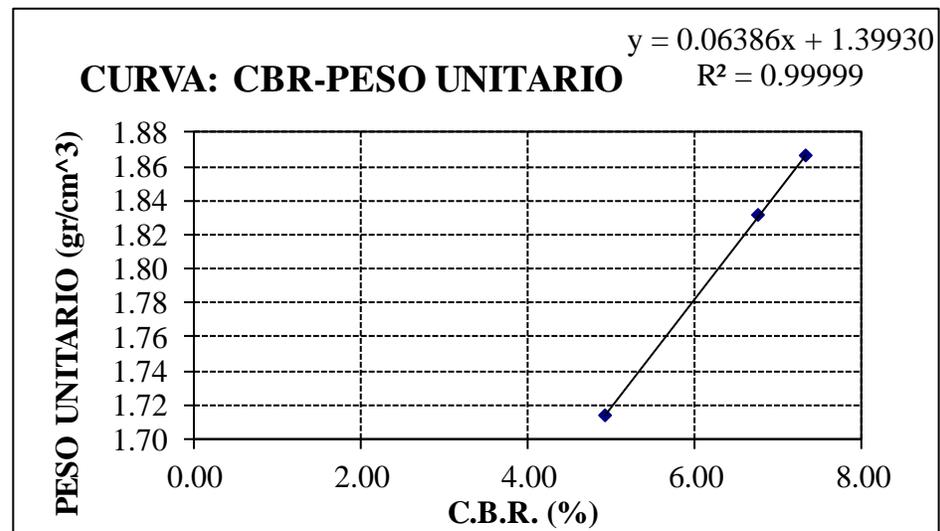
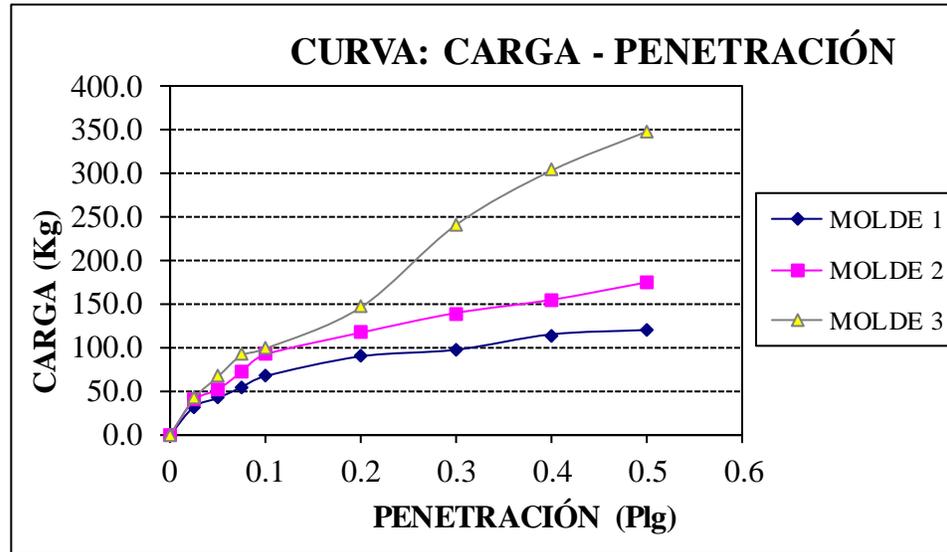
Univ. Arenas Isabel Gabriela
LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce
ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS

NOTA: El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados que plantea esta investigación es enteramente responsabilidad del investigador.



CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)



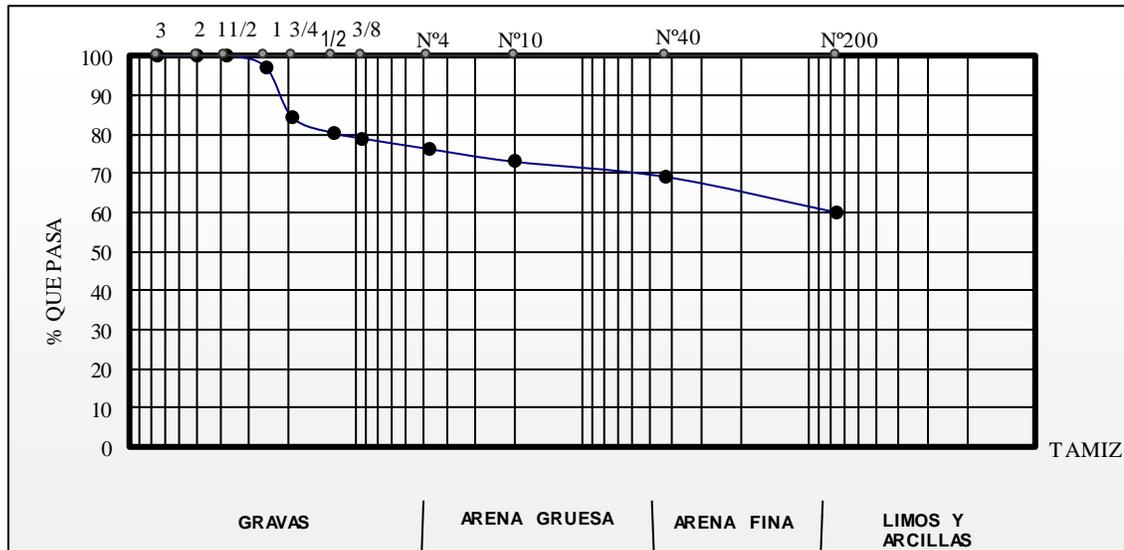
CBR 100% D.máx
7.44 %
CBR 95% D.Máx.
5.97 %



GRANULOMETRÍA

Fecha : 9 de octubre del 2018
 Muestra Eatabilizada: N° 4

Peso Total (gr.)			816.6253102	A.S.T.M.	
Tamices	Tamaño (mm)	Peso Ret. (gr)	Ret. Acum (gr)	% Ret	% Que Pasa del Total
3"	75	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	23.20	23.20	2.84	97.16
3/4"	19.00	105.00	128.20	15.70	84.30
1/2"	12.50	32.50	160.70	19.68	80.32
3/8"	9.50	10.70	171.40	20.99	79.01
N°4	4.75	22.20	193.60	23.71	76.29
N°10	2.00	26.30	219.90	26.93	73.07
N°40	0.425	31.70	251.60	30.81	69.19
N°200	0.075	73.40	325.00	39.80	60.20



Univ. Arenas Isabel Gabriela
 LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce
 ENCARGADO DEL LABORATORIO DESUELOS

NOTA: El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados que plantea esta investigación es enteramente responsabilidad del investigador.

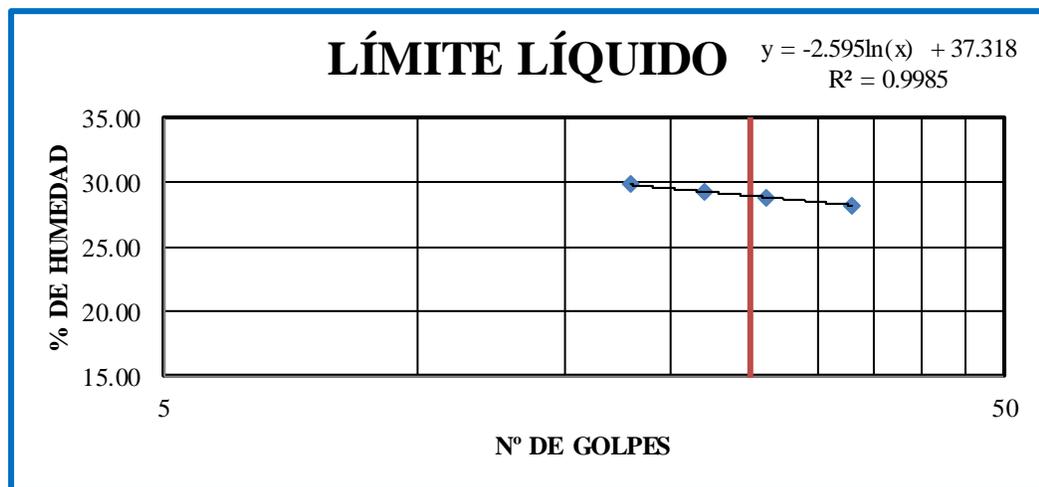


LÍMITES DE ATTERBERG

Fecha : 9 de octubre del 2018

Muestra Estabilizada: N° 4

Capsula N°	1	2	3	4
N° de golpes	18	22	26	33
Suelo Húmedo + Cápsula	55.70	51.30	52.10	59.30
Suelo Seco + Cápsula	46.60	43.40	44.10	50.60
Peso del agua	9.10	7.90	8.00	8.70
Peso de la Cápsula	16.10	16.40	16.40	19.80
Peso Suelo seco	30.50	27.00	27.70	30.80
Porcentaje de Humedad	29.84	29.26	28.88	28.25



Determinación de Límite Plástico

Cápsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula	20.50	19.30	19.50
Peso de suelo seco + Cápsula	19.90	18.70	18.90
Peso de cápsula	17.00	15.70	15.90
Peso de suelo seco	2.90	3.00	3.00
Peso del agua	0.60	0.60	0.60
Contenido de humedad	20.69	20.00	20.00

f	2.595	37.318
---	-------	--------

Límite Líquido (LL)	29
Límite Plástico (LP)	20
Índice de Plasticidad (IP)	9
Índice de Grupo (IG)	5

Univ. Arenas Isabel Gabriela

Ing. José Ricardo Arce

LABORATORISTA

ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS

NOTA: El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados que plantea esta investigación es enteramente responsabilidad del investigador.



HUMEDAD NATURAL Y CLASIFICACIÓN

Fecha : 5 de noviembre del 2018

Muestra Estabilizada: N° 4

HUMEDAD NATURAL			
Cápsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula	111.00	128.40	113.80
Peso de suelo seco + Cápsula	105.20	121.40	108.00
Peso de cápsula	19.40	17.80	20.00
Peso de suelo seco	85.80	103.60	88.00
Peso del agua	5.80	7.00	5.80
Contenido de humedad	6.76	6.76	6.59
PROMEDIO	6.70		

CLASIFICACIÓN DEL SUELO		DESCRIPCIÓN
SUCS:	CL	Son suelos limosos, poco o nada plásticos, puede contener más de un 75% del material que pasa el tamiz N° 200.
AASHTO:	A-4(9)	

Univ. Arenas Isabel Gabriela

LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce

ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS

NOTA: El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados que plantea esta investigación es enteramente responsabilidad del investigador.

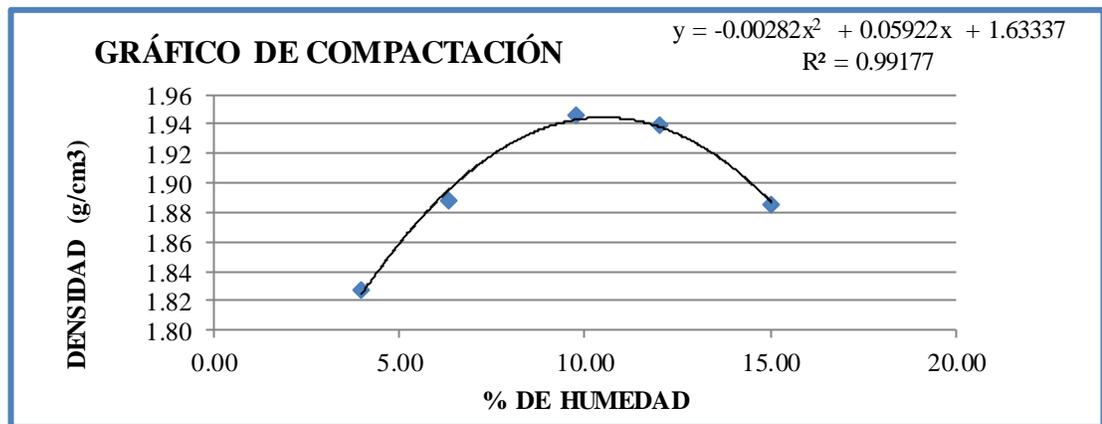


COMPACTACIÓN

Fecha : 22 de octubre del 2018
 Muestra Eatabilizada: N° 4

Muestra: Unica	Volumen: 2112.50 cm ³
-----------------------	---

N° de capas	5	5	5	5	5
N° de golpes por capa	56	56	56	56	56
Peso suelo húmedo + molde	10508.00	10736.50	11007.00	11083.20	11075.50
Peso del molde	6494.10	6494.10	6494.10	6494.10	6494.10
Peso suelo húmedo	4013.90	4242.40	4512.90	4589.10	4581.40
Volumén de la muestra	2112.50	2112.50	2112.50	2112.50	2112.50
Densidad suelo húmedo (gr/cm ³)	1.90	2.01	2.14	2.17	2.17
Cápsula N°	1	2	3	4	5
Peso suelo húmedo + capsula	120.30	147.60	135.90	129.40	128.70
Peso suelo seco + cápsula	116.40	139.90	125.80	117.40	114.20
Peso del agua	3.90	7.70	10.10	12.00	14.50
Peso de la cápsula	18.20	18.40	22.20	17.50	17.80
Peso suelo seco	98.20	121.50	103.60	99.90	96.40
Contenido de humedad (%h)	3.97	6.34	9.75	12.01	15.04
Densidad suelo seco (gr/cm ³)	1.83	1.89	1.95	1.94	1.89



Densidad Máxima	1.94 gr/cm³
Humedad Optima	10.50 %

Univ. Arenas Isabel Gabriela
LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce
ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS

NOTA: El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados que plantea esta investigación es enteramente responsabilidad del investigador.



CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

Fecha : 24 de octubre del 2018
Muestra Estabilizada: N° 4

Muestra	LL	IP	Clasific	H. Opt.	D. Má
4	29	9	A-4(9)	10.50	1.94

CONTENIDO DE HUMEDAD Y PESO UNITARIO

N° capas	5		5		5				
N° golpes por capa	12		25		56				
CONDICION DE MUESTRA	Antes de mojarse	D. de M	Antes de mojarse	D. de M	Antes de mojarse	D. de M			
Peso muestra húm.+molde	12060	12450	10725	10875	11890	12000			
Peso Molde	7915.4	7928.4	6170.2	5176	7184.6	7190.4			
Peso muestra húmeda	4144.6	4521.6	4554.8	5699	4705.4	4809.6			
Volumen de la muestra	2032	2032	2032	2032	2032	2032			
Peso Unit. Muestra Húm.	2.040	2.225	2.242	2.805	2.316	2.367			
MUESTRA DE HUMEDAD	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.
Tara N°	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Peso muestra húm + tara	136.6	141.8	117.6	124	131.6	89.9	79.6	83.5	84.1
Peso muestra seca + tara	117.5	119.7	102.4	110.5	115	80.2	70	70.2	75.4
Peso del agua	19.1	22.1	15.2	13.5	16.6	9.7	9.6	13.3	8.7
Peso de tara	20.3	17.9	18.6	17.9	22.4	13.2	12.6	12.9	12.3
Peso de la muestra seca	97.2	101.8	83.8	92.6	92.6	67	57.4	57.3	63.1
Contenido humedad %	19.65	21.709	18.138	14.579	17.93	14.48	16.72	23.21	13.788
Promedio cont. Humedad	20.68		18.138	16.25		14.48	19.97		13.788
Peso Unit.muestra seca	1.690		1.8836	1.928		2.45	1.930		2.0801

Hum. Opt. %	Pesc Unit gr/cm
10.50	1.94

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO EN DIAS	MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
			LECT.	EXPANSIÓN		LECT.	EXPANSIÓN		LECT.	EXPANSIÓN	
			EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%
24-oct	10:20	1	0.06	0.006	0	0.08	0.008	0	0.098	0.01	0
25-oct	10:20	2	0.155	0.0155	0.0534	0.155	0.016	0.042	0.165	0.017	0.0377
26-oct	10:20	3	0.155	0.0155	0.0534	0.165	0.017	0.048	0.18	0.018	0.0461
27-oct	10:20	4	0.16	0.016	0.0562	0.17	0.017	0.051	0.193	0.019	0.0534

C.B.R. %	Pesc Unit gr/cm
4.56	1.69
7.50	1.93
8.05	1.93

C.B.R.

PENETRACIÓN		CARGA NORMAL Kg	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3			
Pulg.	mm		CARGA ENSAYO Kg	Kg/cm2	C.B.R. CORREG Kg	%	CARGA ENSAYO Kg	Kg/cm2	C.B.R. CORREG Kg	%	CARGA ENSAYO Kg	Kg/cm2	C.B.R. CORREG Kg	%
0	0		0.0	0			0.0	0			0.0	0		
0.025	0.63		29.5	1.5			37.0	1.9			47.0	2.4		
0.05	1.27		39.5	2.0			47.0	2.4			57.0	2.9		
0.075	1.9		54.5	2.8			72.0	3.7			94.5	4.9		
0.1	2.54	1360	62.0	3.2		4.56	102.0	5.3		7.50	109.5	5.7		8.05
0.2	5.08	2040	84.5	4.4		4.14	127.0	6.6		6.23	154.5	8.0		7.57
0.3	7.62		117.0	6.0			157.0	8.1			187.0	9.7		
0.4	10.16		142.0	7.3			192.0	9.9			229.5	11.9		
0.5	12.7		192.0	9.9			229.5	11.9			267.0	13.8		

Univ. Arenas Isabel Gabriela

Ing. José Ricardo Arce

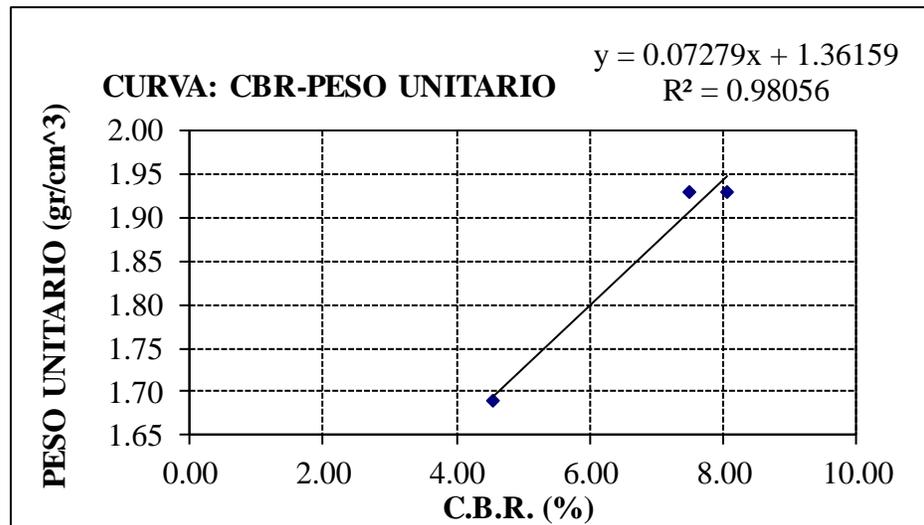
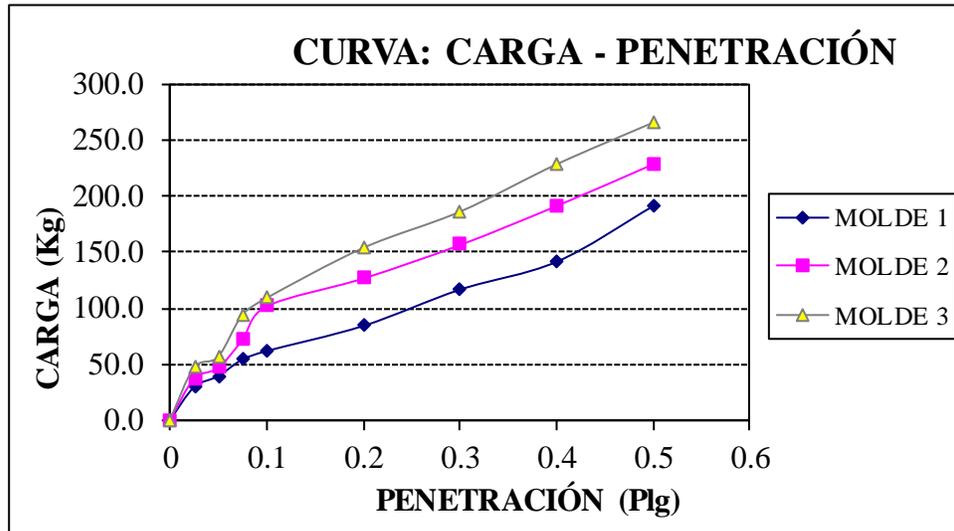
LABORATORISTA

ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS

NOTA: El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados que plantea esta investigación es enteramente responsabilidad del investigador.



CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)



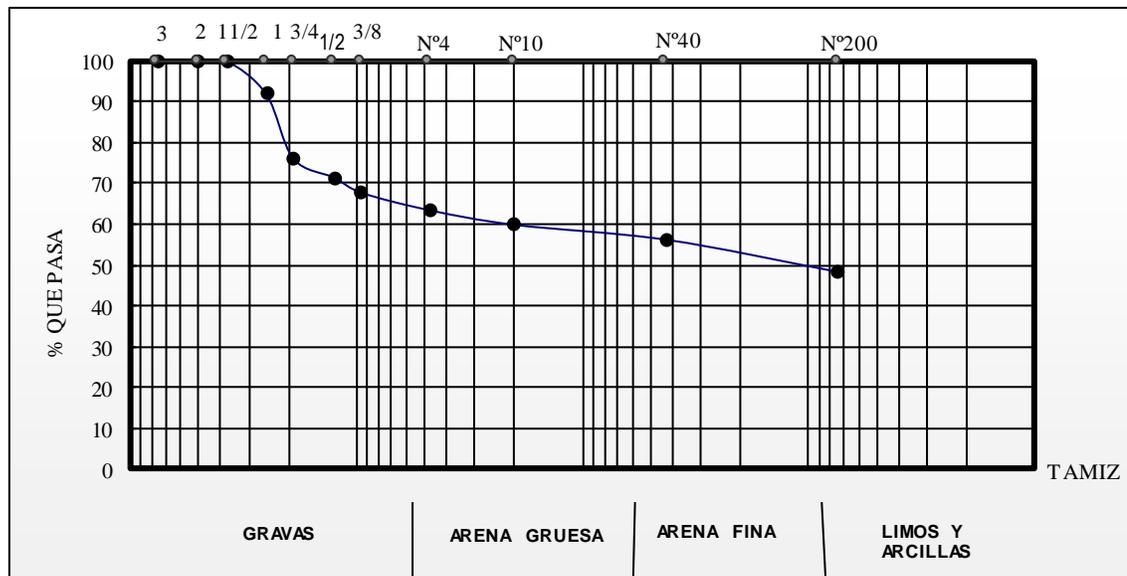
CBR 100% D.máx
8.01 %
CBR 95% D.Máx.
6.67 %



GRANULOMETRÍA

Fecha : 12 de octubre del 2018
Muestra Estabilizada: N° 5

Peso Total (gr.)			821.1475724	A.S.T.M.	
Tamices	Tamaño (mm)	Peso Ret. (gr)	Ret. Acum (gr)	% Ret	% Que Pasa del Total
3"	75	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	67.10	67.10	8.17	91.83
3/4"	19.00	129.30	196.40	23.92	76.08
1/2"	12.50	38.70	235.10	28.63	71.37
3/8"	9.50	30.10	265.20	32.30	67.70
N°4	4.75	35.20	300.40	36.58	63.42
N°10	2.00	29.40	329.80	40.16	59.84
N°40	0.425	30.20	360.00	43.84	56.16
N°200	0.075	64.30	424.30	51.67	48.33



Univ. Arenas Isabel Gabriela
LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce
ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS

NOTA: El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados que plantea esta investigación es enteramente responsabilidad del investigador.

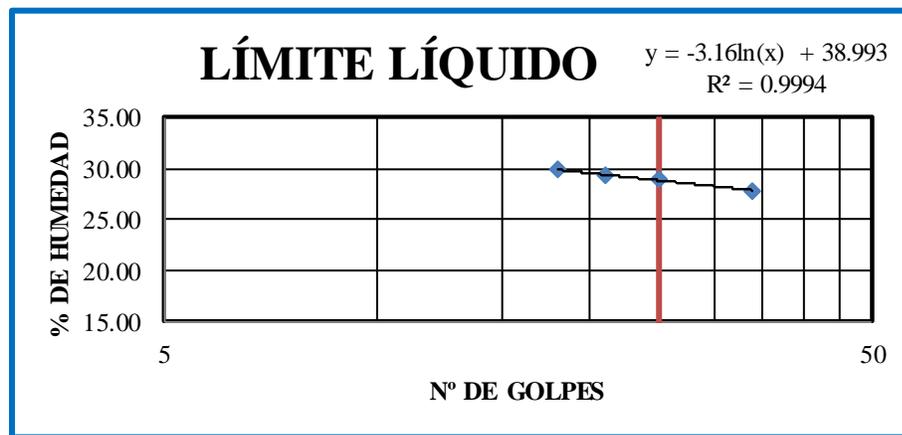


LÍMITES DE ATTERBERG

Fecha : 12 de octubre del 2018

Muestra Eatabilizada: N° 5

Capsula N°	1	2	3	4
N° de golpes	18	21	25	34
Suelo Húmedo + Cápsula	49.00	58.20	52.30	48.20
Suelo Seco + Cápsula	40.70	48.10	43.50	40.60
Peso del agua	8.30	10.10	8.80	7.60
Peso de la Cápsula	12.90	13.70	13.00	13.30
Peso Suelo seco	27.80	34.40	30.50	27.30
Porcentaje de Humedad	29.86	29.36	28.85	27.84



Determinación de Límite Plástico

f	3.16	38.993
----------	------	--------

Cápsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula	15.60	15.90	15.30
Peso de suelo seco + Cápsula	15.10	15.40	14.90
Peso de cápsula	12.50	12.80	12.90
Peso de suelo seco	2.60	2.60	2.00
Peso del agua	0.50	0.50	0.40
Contenido de humedad	19.23	19.23	20.00

Límite Líquido (LL)	29
Límite Plástico (LP)	19
Índice de Plasticidad (IP)	9
Índice de Grupo (IG)	3

Univ. Arenas Isabel Gabriela
 LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce

ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS

NOTA: El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados que plantea esta investigación es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y HORMIGON

HUMEDAD NATURAL Y CLASIFICACIÓN

Fecha : 5 de noviembre del 2018

Muestra Estabilizada: N° 5

HUMEDAD NATURAL			
Cápsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula	136.40	112.60	109.40
Peso de suelo seco + Cápsula	129.20	106.60	103.80
Peso de cápsula	18.60	19.60	20.60
Peso de suelo seco	110.60	87.00	83.20
Peso del agua	7.20	6.00	5.60
Contenido de humedad	6.51	6.90	6.73
PROMEDIO	6.71		

CLASIFICACIÓN DEL SUELO		DESCRIPCIÓN
SUCS:	SC	Son suelos limosos, poco o nada plásticos, puede contener más de un 75% del material que pasa el tamiz N° 200.
AASHTO:	A-4(9)	

Univ. Arenas Isabel Gabriela
LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce
ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS

NOTA: El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados que plantea esta investigación es enteramente responsabilidad del investigador.



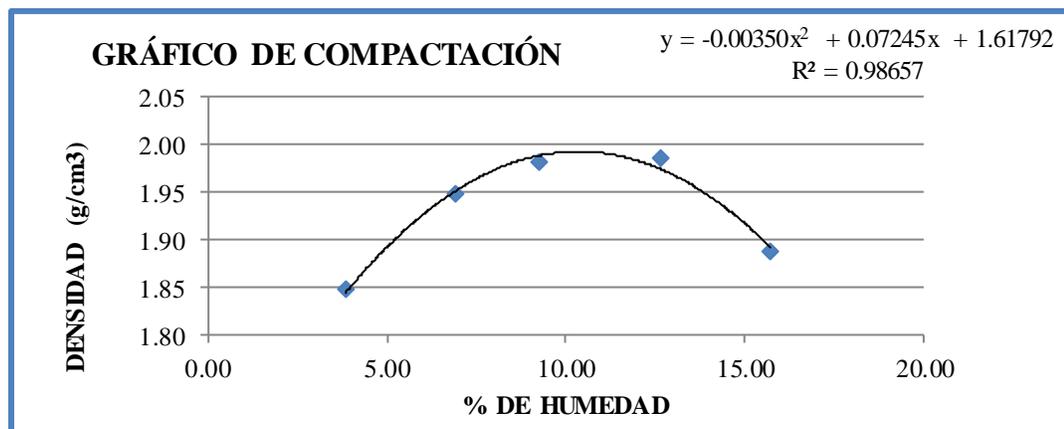
COMPACTACIÓN

Fecha : 19 de octubre del 2018

Muestra Eatabilizada: N° 5

Muestra: Unica Volumen: 2112.50 cm³

N° de capas	5	5	5	5	5
N° de golpes por capa	56	56	56	56	56
Peso suelo húmedo + molde	10548.80	10896.90	11070.90	11219.70	11110.90
Peso del molde	6495.10	6495.10	6495.10	6495.10	6495.10
Peso suelo húmedo	4053.70	4401.80	4575.80	4724.60	4615.80
Volumén de la muestra	2112.50	2112.50	2112.50	2112.50	2112.50
Densidad suelo húmedo (gr/cm ³)	1.92	2.08	2.17	2.24	2.18
Cápsula N°	1	2	3	4	5
Peso suelo húmedo + capsula	149.40	122.70	137.70	148.20	157.70
Peso suelo seco + cápsula	144.50	115.90	127.50	133.70	138.90
Peso del agua	4.90	6.80	10.20	14.50	18.80
Peso de la cápsula	17.20	17.80	17.20	18.90	19.00
Peso suelo seco	127.30	98.10	110.30	114.80	119.90
Contenido de humedad (%h)	3.85	6.93	9.25	12.63	15.68
Densidad suelo seco (gr/cm ³)	1.85	1.95	1.98	1.99	1.89



Densidad Máxima **1.99 gr/cm³**
Humedad Óptima **10.35 %**

Univ. Arenas Isabel Gabriela
LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce
ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS

NOTA: El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados que plantea esta investigación es enteramente responsabilidad del investigador.



CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

Fecha : 23 de octubre del 2018
 Muestra Eatabilizada: N° 5

Muestra	LL	IP	Clasific.	H. Opt.	D. Má
5	29	9	A-4(9)	10.35	1.99

CONTENIDO DE HUMEDAD Y PESO UNITARIO

N° capas	5		5		5				
N° golpes por capa	12		25		56				
CONDICION DE MUESTRA	Antes de mojarse	D. de M	Antes de mojarse	D. de M	Antes de mojarse	D. de M			
Peso muestra húm.+molde	11550	11660	12665	12730	12630	12710			
Peso Molde	7107.4	7116.1	8035	8040.4	7952	7959			
Peso muestra húmeda	4442.6	4543.9	4630	4689.6	4678	4751			
Volumen de la muestra	2032	2032	2032	2032	2032	2032			
Peso Unit. Muestra Húm.	2.186	2.236	2.279	2.308	2.302	2.338			
MUESTRA DE HUMEDAD	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.
Tara N°	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Peso muestra húm + tara	75.4	76.9	92.6	107.5	128.4	99.9	109.7	114	124
Peso muestra seca + tara	66.7	68	80.7	95	113	90.6	97.4	100	109.8
Peso del agua	8.7	8.9	11.9	12.5	15.4	9.3	12.3	14	14.2
Peso de tara	13.1	13	12.5	22.3	20.4	12.4	17.8	17.9	12.4
Peso de la muestra seca	53.6	55	68.2	72.7	92.6	78.2	79.6	82.1	97.4
Contenido humedad %	16.23	16.182	17.449	17.194	16.63	11.893	15.452	17.05	14.58
Promedio cont. Humedad	16.21		17.449	16.91		11.893	16.25		14.58
Peso Unit.muestra seca	1.881		1.904	1.949		2.0626	1.980		2.041

Hum. Opt. %	Peso Unit. gr/cm
10.35	1.99

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO EN DIAS	MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
			LECT.	EXPANSIÓN		LECT.	EXPANSIÓN		LECT.	EXPANSIÓN	
			EXTENS	CM.	%	EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%
23-oct	11:30	1	0.025	0.0025	0	0.195	0.02	0	0.02	0.002	0
24-oct	11:30	2	0.059	0.0059	0.0191	0.209	0.021	0.0079	0.043	0.004	0.013
25-oct	11:30	3	0.06	0.006	0.0197	0.22	0.022	0.0141	0.06	0.006	0.022
26-oct	11:30	4	0.06	0.006	0.0197	0.22	0.022	0.0141	0.065	0.007	0.025

C.B.R. %	Peso Unit. gr/cm
6.58	1.88
8.24	1.95
9.52	1.98

C.B.R.

PENETRACIÓN		CARGA NORMAL Kg	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3			
Pulg.	mm		CARGA ENSAYO Kg	Kg/cm2	C.B.R. CORREG Kg	%	CARGA ENSAYO Kg	Kg/cm2	C.B.R. CORREG Kg	%	CARGA ENSAYO Kg	Kg/cm2	C.B.R. CORREG Kg	%
0	0		0.0	0			0.0	0			0.0	0		
0.025	0.63		42.0	2.2			47.0	2.4			59.5	3.1		
0.05	1.27		67.0	3.5			67.0	3.5			92.0	4.8		
0.075	1.9		79.5	4.1			87.0	4.5			114.5	5.9		
0.1	2.54	1360	89.5	4.6		6.58	112.0	5.8		8.24	129.5	6.7		9.52
0.2	5.08	2040	117.0	6.0		5.74	137.0	7.1		6.72	172.0	8.9		8.43
0.3	7.62		139.5	7.2			154.5	8.0			217.0	11.2		
0.4	10.16		154.5	8.0			179.5	9.3			239.5	12.4		
0.5	12.7		167.0	8.6			214.5	11.1			262.0	13.5		

Univ. Arenas Isabel Gabriela

Ing. José Ricardo Arce

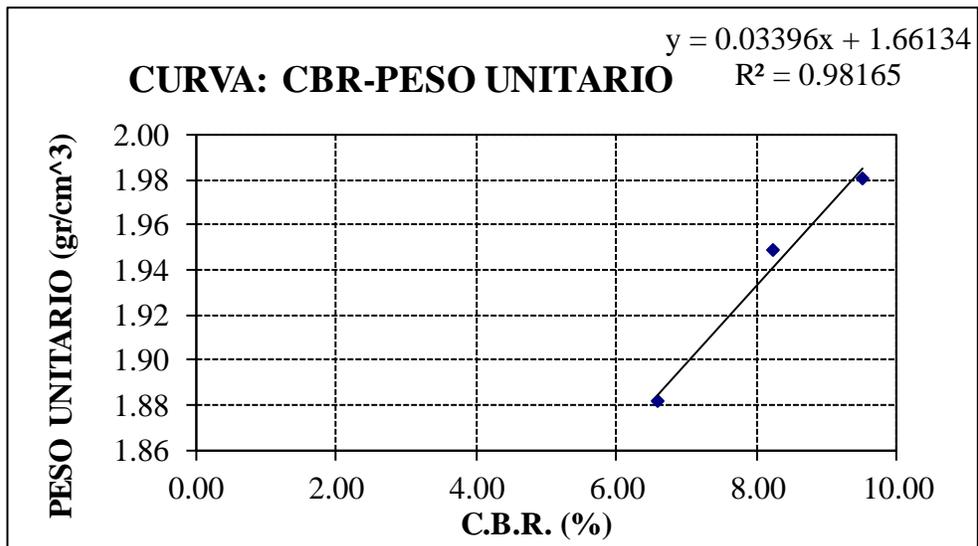
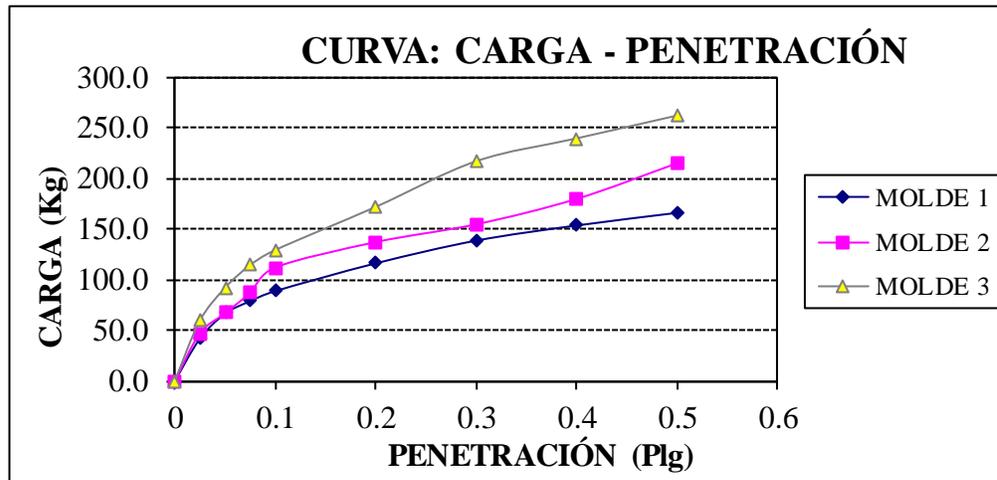
LABORATORISTA

ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS

NOTA: El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados que plantea esta investigación es enteramente responsabilidad del investigador.



CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)



CBR 100% D.máx
9.76 %
CBR 95% D.M.áx.
6.83 %

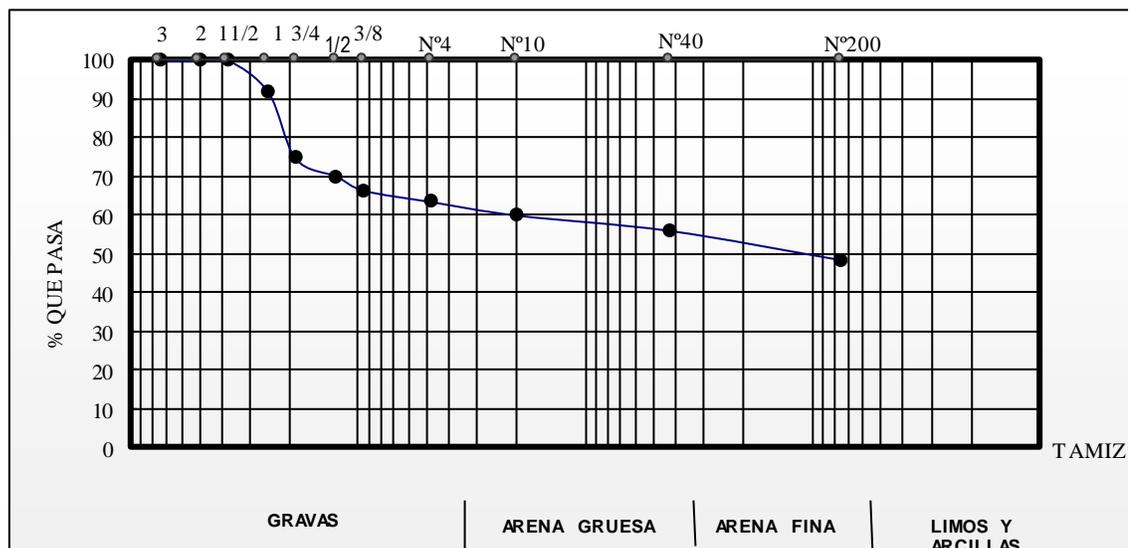


GRANULOMETRÍA

Fecha : 15 de octubre del 2018

Muestra Estabilizada: N° 6

Peso Total (gr.)			826.9230769	A.S.T.M.	
Tamices	Tamaño (mm)	Peso Ret. (gr)	Ret. Acum (gr)	% Ret	% Que Pasa del Total
3"	75	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	68.10	68.10	8.24	91.76
3/4"	19.00	140.60	208.70	25.24	74.76
1/2"	12.50	38.60	247.30	29.91	70.09
3/8"	9.50	29.80	277.10	33.51	66.49
N°4	4.75	24.50	301.60	36.47	63.53
N°10	2.00	28.60	330.20	39.93	60.07
N°40	0.425	32.60	362.80	43.87	56.13
N°200	0.075	62.30	425.10	51.41	48.59



Univ. Arenas Isabel Gabriela
LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce
ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS

NOTA: El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados que plantea esta investigación es enteramente responsabilidad del investigador.

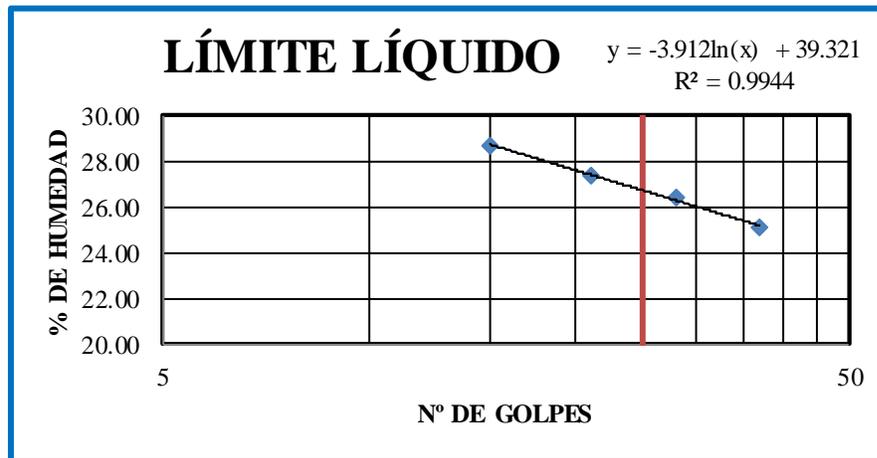


LÍMITES DE ATTERBERG

Fecha : 15 de octubre del 2018

Muestra Eatabilizada: N° 6

Capsula N°	1	2	3	4
N° de golpes	15	21	28	37
Suelo Húmedo + Cápsula	49.60	51.80	52.90	50.00
Suelo Seco + Cápsula	43.20	44.60	45.60	43.50
Peso del agua	6.40	7.20	7.30	6.50
Peso de la Cápsula	20.90	18.30	18.00	17.60
Peso Suelo seco	22.30	26.30	27.60	25.90
Porcentaje de Humedad	28.70	27.38	26.45	25.10



Determinación de Límite Plástico

Cápsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula	20.00	20.60	18.60
Peso de suelo seco + Cápsula	19.60	20.20	18.30
Peso de cápsula	17.50	18.10	16.70
Peso de suelo seco	2.10	2.10	1.60
Peso del agua	0.40	0.40	0.30
Contenido de humedad	19.05	19.05	18.75

f	3.912	39.321
---	-------	--------

Límite Líquido (LL)	27
Límite Plástico (LP)	19
Índice de Plasticidad (IP)	8
Índice de Grupo (IG)	3

Univ. Arenas Isabel Gabriela

Ing. José Ricardo Arce

LABORATORISTA

ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS

NOTA: El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados que plantea esta investigación es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y HORMIGON

HUMEDAD NATURAL Y CLASIFICACIÓN

Fecha : 5 de noviembre del 2018

Muestra Eatabilizada: N° 6

HUMEDAD NATURAL			
Cápsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula	149.80	93.90	117.40
Peso de suelo seco + Cápsula	142.10	89.70	111.90
Peso de cápsula	18.40	21.10	22.50
Peso de suelo seco	123.70	68.60	89.40
Peso del agua	7.70	4.20	5.50
Contenido de humedad	6.22	6.12	6.15
PROMEDIO	6.17		

CLASIFICACIÓN DEL SUELO		DESCRIPCIÓN
SUCS:	SC	Son suelos limosos, poco o nada plásticos, puede contener más de un 75% del material que pasa el tamiz N° 200.
AASHTO:	A-4(8)	

Univ. Arenas Isabel Gabriela
LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce
ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS

NOTA: El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados que plantea esta investigación es enteramente responsabilidad del investigador.

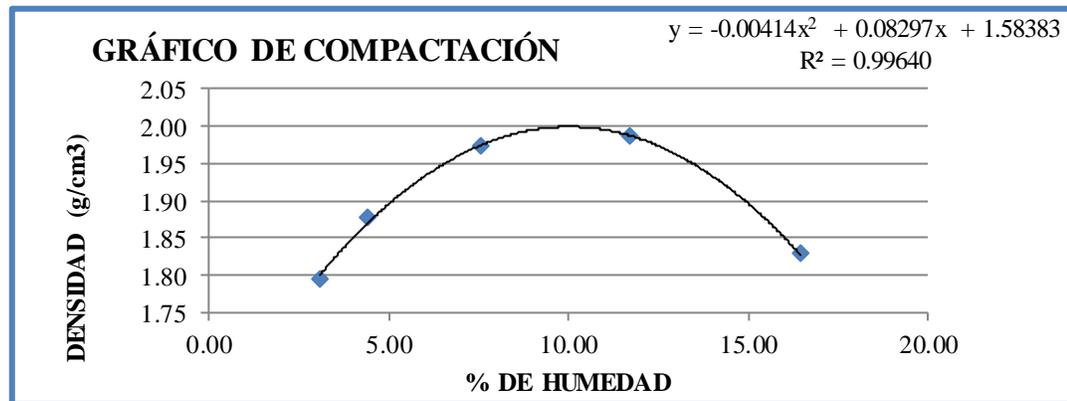


COMPACTACIÓN

Fecha : 9 de noviembre del 2018
 Muestra Eatabilizada: N° 6

Muestra: Unica **Volumen:** 2112.50 cm³

N° de capas	5	5	5	5	5
N° de golpes por capa	56	56	56	56	56
Peso suelo húmedo + molde	10397.80	10634.00	10972.20	11176.90	10986.90
Peso del molde	6489.30	6489.30	6489.30	6489.30	6489.30
Peso suelo húmedo	3908.50	4144.70	4482.90	4687.60	4497.60
Volumén de la muestra	2112.50	2112.50	2112.50	2112.50	2112.50
Densidad suelo húmedo (gr/cm ³)	1.85	1.96	2.12	2.22	2.13
Cápsula N°	1	2	3	4	5
Peso suelo húmedo + capsula	136.70	146.40	187.80	159.80	149.10
Peso suelo seco + cápsula	133.20	141.00	176.00	144.90	130.60
Peso del agua	3.50	5.40	11.80	14.90	18.50
Peso de la cápsula	19.70	19.30	20.50	17.60	18.10
Peso suelo seco	113.50	121.70	155.50	127.30	112.50
Contenido de humedad (%h)	3.08	4.44	7.59	11.70	16.44
Densidad suelo seco (gr/cm ³)	1.79	1.88	1.97	1.99	1.83



Densidad Máxima	2.00 gr/cm³
Humedad Optima	10.02 %

Univ. Arenas Isabel Gabriela
LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce

ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS

NOTA: El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados que plantea esta investigación es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
 FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
 PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE SUELOS Y HORMIGON

CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

Fecha : 14 de noviembre del 2018
 Muestra Eatabilizada: N° 6

Muestra	LL	IP	Clasific.	H. Opt.	D. Máx
6	27	8	A-4(8)	10.02	2.00

CONTENIDO DE HUMEDAD Y PESO UNITARIO

N° capas	5		5		5				
N° golpes por capa	12		25		56				
CONDICION DE MUEST	Antes de mojarse	D. de M	Antes de mojarse	D. de M	Antes de mojarse	D. de M			
Peso muestra húm.+molde	11878.4	12405	10398.6	10825	11599	12085			
Peso Molde	7912.8	7927	6167.6	6179	7182.2	7198			
Peso muestra húmeda	3965.6	4478	4231	4646	4416.8	4887			
Volumen de la muestra	2032	2032	2032	2032	2032	2032			
Peso Unit. Muestra Húm.	1.952	2.204	2.082	2.286	2.174	2.405			
MUESTRA DE HUMEDA	Fondo	Superf.	2° sup.	Fondo	Superf.	2° sup.	Fondo	Superf.	2° sup.
Tara N°	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Peso muestra húm + tara	116	135.8	106	108.4	150.8	144.8	180.9	174.7	151.2
Peso muestra seca + tara	99.6	116.1	89.2	93	131.5	122.7	158.9	152.5	128
Peso del agua	16.4	19.7	16.8	15.4	19.3	22.1	22	22.2	23.2
Peso de tara	18	18.6	18.5	18.1	20.1	17.8	17.6	18.6	18.1
Peso de la muestra seca	81.6	97.5	70.7	74.9	111.4	104.9	141.3	133.9	109.9
Contenido humedad %	20.1	20.205	23.76	20.561	17.32	21.068	15.57	16.58	21.11
Promedio cont. Humedad	20.15		23.76	18.94		21.068	16.07		21.11
Peso Unit.muestra seca	1.624		1.78	1.751		1.8885	1.873		1.986

Hum. Opt. %	Peso Unit. gr/cm3
10.02	2.00

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO EN DIAS	MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
			LECT.	EXPANSIÓN		LECT.	EXPANSIÓN		LECT.	EXPANSIÓN	
			EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%
14-nov	16:00	1	0.029	0.0029	0	0.081	0.008	0	0.135	0.014	0
15-nov	16:00	2	0.185	0.0185	0.088	0.269	0.027	0.1057	0.41	0.041	0.155
16-nov	16:00	3	0.185	0.0185	0.088	0.269	0.027	0.1057	0.41	0.041	0.155
19-nov	08:00	4	0.185	0.0185	0.088	0.269	0.027	0.1057	0.41	0.041	0.155

C.B.R. %	Peso Unit. gr/cm3
6.58	1.62
7.68	1.75
9.34	1.87

C.B.R.

PENETRACIÓN		CARGA NORMAL	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3			
Pulg.	mm		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG	
		Kg	Kg	Kg/cm2	Kg	%	Kg	Kg/cm2	Kg	%	Kg	Kg/cm2	Kg	%
0	0		0.0	0			0.0	0			0.0	0		
0.025	0.63		29.5	1.5			37.0	1.9			42.0	2.2		
0.05	1.27		54.5	2.8			62.0	3.2			67.0	3.5		
0.075	1.9		67.0	3.5			72.0	3.7			84.5	4.4		
0.1	2.54	1360	89.5	4.6		6.58	104.5	5.4		7.68	127.0	6.6		9.34
0.2	5.08	2040	107.0	5.5		5.25	122.0	6.3		5.98	142.0	7.3		6.96
0.3	7.62		119.5	6.2			152.0	7.9			167.0	8.6		
0.4	10.16		134.5	6.9			172.0	8.9			192.0	9.9		
0.5	12.7		142.0	7.3			192.0	9.9			204.5	10.6		

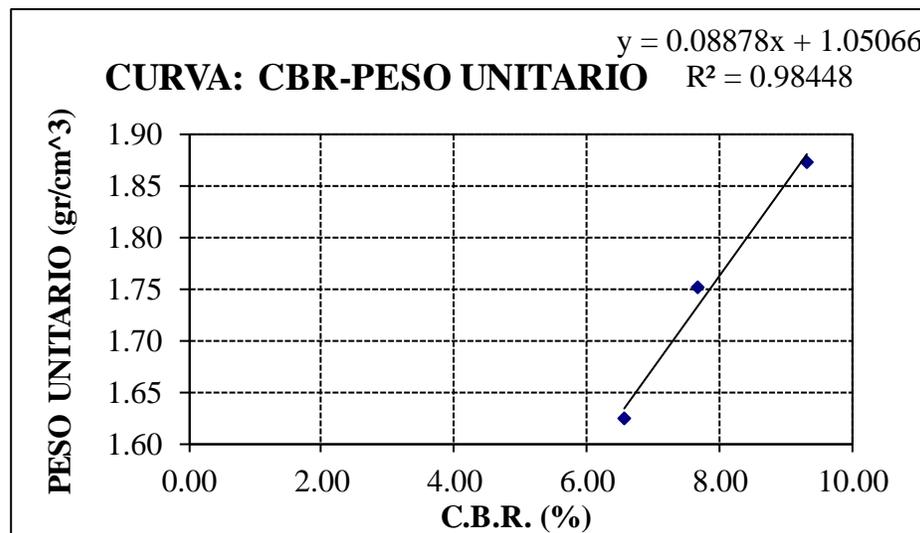
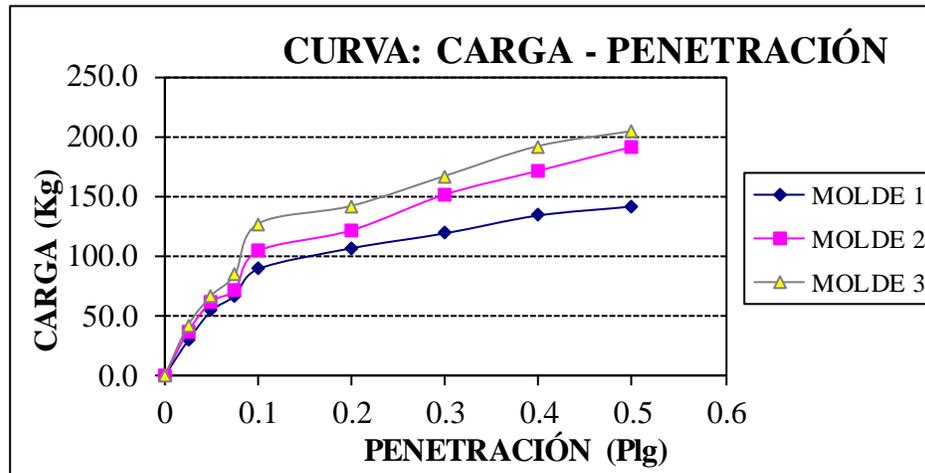
Univ. Arenas Isabel Gabriela
 LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce
 ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS

NOTA: El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados que plantea esta investigación es enteramente responsabilidad del investigador.



CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)



CBR 100% D.máx
10.69 %
CBR 95% D.Máx.
9.56 %

Univ. Arenas Isabel Gabriela

Ing. José Ricardo Arce

LABORATORISTA

ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELO

NOTA: El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados que plantea esta investigación es enteramente responsabilidad del investigador.

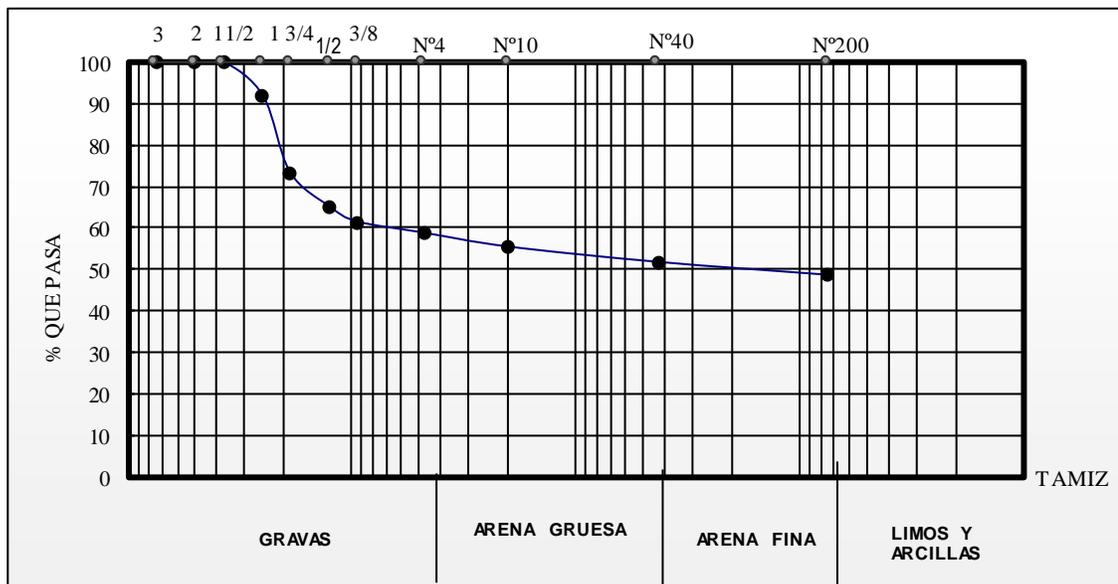


GRANULOMETRÍA

Fecha : 15 de octubre del 2018

Muestra Eatabilizada: N° 7

Peso Total (gr.)			823.3922673	A.S.T.M.	
Tamices	Tamaño (mm)	Peso Ret. (gr)	Ret. Acum (gr)	% Ret	% Que Pasa del Total
3"	75	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	68.10	68.10	8.27	91.73
3/4"	19.00	150.90	219.00	26.60	73.40
1/2"	12.50	70.10	289.10	35.11	64.89
3/8"	9.50	28.60	317.70	38.58	61.42
N°4	4.75	22.50	340.20	41.32	58.68
N°10	2.00	27.50	367.70	44.66	55.34
N°40	0.425	30.60	398.30	48.37	51.63
N°200	0.075	25.50	423.80	51.47	48.53



Univ. Arenas Isabel Gabriela
LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce
ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS

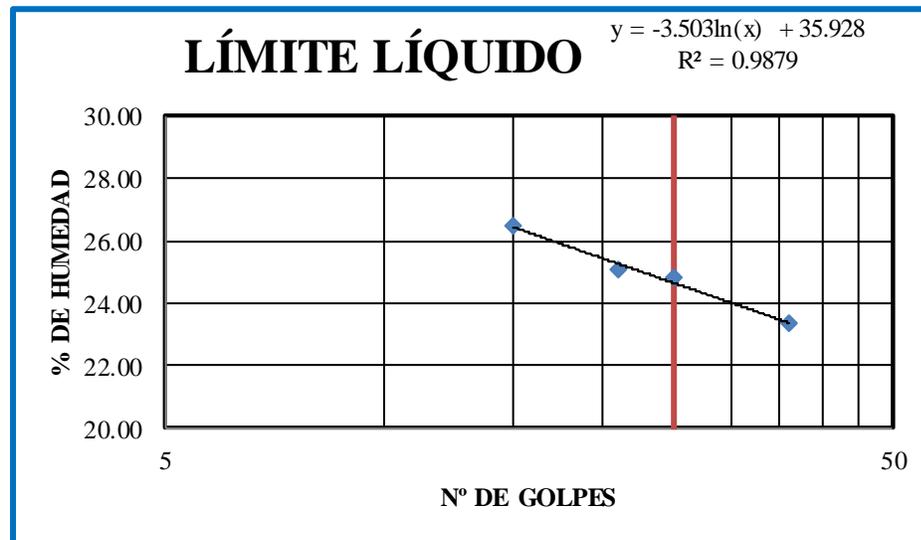
NOTA: El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados que plantea esta investigación es enteramente responsabilidad del investigador.



LÍMITES DE ATTERBERG

Fecha : 15 de octubre del 2018
 Muestra Eatabilizada: N° 7

Capsula N°	1	2	3	4
N° de golpes	15	21	25	36
Suelo Húmedo + Cápsula	51.20	55.20	51.80	46.80
Suelo Seco + Cápsula	44.50	48.20	45.00	41.50
Peso del agua	6.70	7.00	6.80	5.30
Peso de la Cápsula	19.20	20.30	17.60	18.80
Peso Suelo seco	25.30	27.90	27.40	22.70
Porcentaje de Humedad	26.48	25.09	24.82	23.35



Determinación de Límite Plástico

f 3.503 | 35.928

Cápsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula	19.20	15.70	15.50
Peso de suelo seco + Cápsula	18.90	15.30	15.10
Peso de cápsula	17.30	13.20	12.90
Peso de suelo seco	1.60	2.10	2.20
Peso del agua	0.30	0.40	0.40
Contenido de humedad	18.75	19.05	18.18

Límite Líquido (LL)	25
Límite Plástico (LP)	19
Índice de Plasticidad (IP)	6
Índice de Grupo (IG)	3

Univ. Arenas Isabel Gabriela

Ing. José Ricardo Arce

LABORATORISTA

ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS

NOTA: El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados que plantea esta investigación es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y HORMIGON

HUMEDAD NATURAL Y CLASIFICACIÓN

Fecha : 5 de noviembre del 2018

Muestra Estabilizada: N° 7

HUMEDAD NATURAL			
Cápsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula	107.20	123.10	133.80
Peso de suelo seco + Cápsula	102.10	117.50	127.10
Peso de cápsula	19.00	25.10	20.20
Peso de suelo seco	83.10	92.40	106.90
Peso del agua	5.10	5.60	6.70
Contenido de humedad	6.14	6.06	6.27
PROMEDIO	6.16		

CLASIFICACIÓN DEL SUELO		DESCRIPCIÓN
SUCS:	SM - SC	Son suelos limosos, poco o nada plásticos, puede contener más de un 75% del material que pasa el tamiz N° 200.
AASHTO:	A-4(6)	

Univ. Arenas Isabel Gabriela
LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce
ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS

NOTA: El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados que plantea esta investigación es enteramente responsabilidad del investigador.

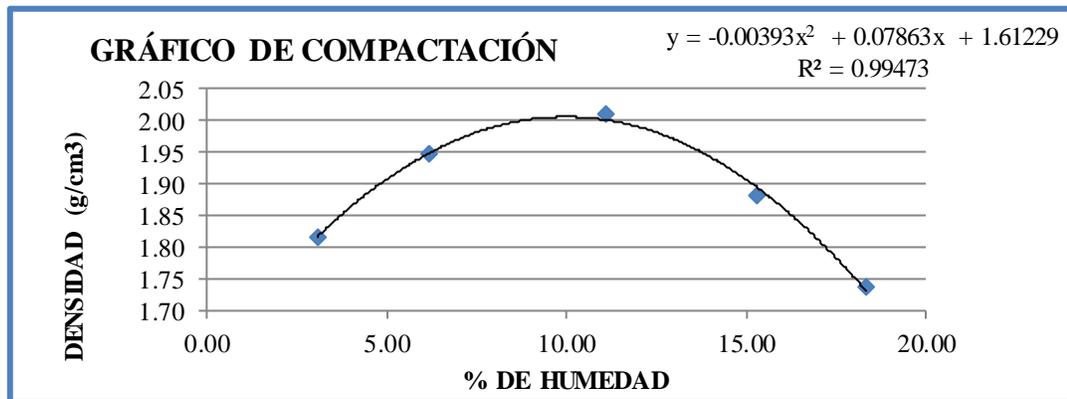


COMPACTACIÓN

Fecha : 22 de febrero del 2019
 Muestra Eatabilizada: N° 7

Muestra: Unica **Volumen:** 2112.50 cm³

N° de capas	5	5	5	5	5
N° de golpes por capa	56	56	56	56	56
Peso suelo húmedo + molde	10419.90	10832.20	11180.00	11051.40	10811.50
Peso del molde	6466.50	6466.50	6466.50	6466.50	6466.50
Peso suelo húmedo	3953.40	4365.70	4713.50	4584.90	4345.00
Volumén de la muestra	2112.50	2112.50	2112.50	2112.50	2112.50
Densidad suelo húmedo (gr/cm ³)	1.87	2.07	2.23	2.17	2.06
Cápsula N°	1	2	3	4	5
Peso suelo húmedo + capsula	176.30	134.10	127.40	133.70	173.50
Peso suelo seco + cápsula	171.60	127.40	116.40	118.40	149.50
Peso del agua	4.70	6.70	11.00	15.30	24.00
Peso de la cápsula	18.50	18.60	17.10	18.50	18.50
Peso suelo seco	153.10	108.80	99.30	99.90	131.00
Contenido de humedad (%h)	3.07	6.16	11.08	15.32	18.32
Densidad suelo seco (gr/cm ³)	1.82	1.95	2.01	1.88	1.74



Densidad Máxima	2.01 gr/cm³
Humedad Optima	10.00 %

Univ. Arenas Isabel Gabriela
LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce
ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS

NOTA: El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados que plantea esta investigación es enteramente responsabilidad del investigador.



CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

Fecha : 25 de febrero del 2019
 Muestra Estabilizada: N° 7

Muestra	LL	IP	Clasific.	H. Opt.	D. Máx
7	25	6	A-4(6)	10.00	2.01

CONTENIDO DE HUMEDAD Y PESO UNITARIO

N° capas	5		5		5				
N° golpes por capa	12		25		56				
CONDICION DE MUESTRA	Antes de mojarse	D. de M	Antes de mojarse	D. de M	Antes de mojarse	D. de M			
Peso muestra húm.+molde	11408.9	11820	11595.8	11925	12525	12795			
Peso Molde	7231	7253	7238.1	7245.5	7957.5	7966			
Peso muestra húmeda	4177.9	4567	4357.7	4679.5	4567.5	4829			
Volumen de la muestra	2032	2032	2032	2032	2032	2032			
Peso Unit. Muestra Húm.	2.056	2.248	2.145	2.303	2.248	2.377			
MUESTRA DE HUMEDAD	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.
Tara N°	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Peso muestra húm + tara	166.8	140.4	160.6	140.4	156.2	155	130.8	176.6	158.2
Peso muestra seca + tara	143.4	124.6	136	124.6	138.2	133.2	118.6	159.2	136.8
Peso del agua	23.4	15.8	24.6	15.8	18	21.8	12.2	17.4	21.4
Peso de tara	17.8	19.6	18.4	19.6	17.6	20.8	18.2	18.2	18.8
Peso de la muestra seca	125.6	105	117.6	105	120.6	112.4	100.4	141	118
Contenido humedad %	18.63	15.05	20.92	15.048	14.93	19.395	12.151	12.34	18.14
Promedio cont. Humedad	16.84		20.92	14.99		19.395	12.25		18.14
Peso Unit.muestra seca	1.760		1.859	1.865		1.9288	2.003		2.012

Hum. Opt. %	Peso Unit. gr/cm ³
10.00	2.01

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO EN DIAS	MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
			LECT.	EXPANSIÓN		LECT.	EXPANSIÓN		LECT.	EXPANSIÓN	
			EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%
25-feb	10:48	1	0.06	0.006	0	0.175	0.018	0	0.058	0.006	0
26-feb	10:48	2	0.195	0.02	0.076	0.322	0.032	0.0827	0.2	0.02	0.08
27-feb	10:48	3	0.195	0.02	0.076	0.327	0.033	0.0855	0.208	0.021	0.084
28-feb	10:48	4	0.195	0.02	0.076	0.327	0.033	0.0855	0.21	0.021	0.085

C.B.R. %	Peso Unit. gr/cm ³
4.56	1.76
6.76	1.87
11.73	2.00

C.B.R.

PENETRACIÓN		CARGA NORMA	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3			
Pulg.	mm		CARGA ENSAYO	C.B.R. CORREG	CARGA ENSAYO	C.B.R. CORREG	CARGA ENSAYO	C.B.R. CORREG	CARGA ENSAYO	C.B.R. CORREG	CARGA ENSAYO	C.B.R. CORREG		
		Kg	Kg	Kg/cm ²	Kg	%	Kg	Kg/cm ²	Kg	%	Kg	Kg/cm ²	Kg	%
0	0		0.0	0			0.0	0			0.0	0		
0.025	0.63		29.5	1.5			42.0	2.2			44.5	2.3		
0.05	1.27		42.0	2.2			54.5	2.8			67.0	3.5		
0.075	1.9		47.0	2.4			67.0	3.5			92.0	4.8		
0.1	2.54	1360	62.0	3.2		4.56	92.0	4.8		6.76	159.5	8.2		11.73
0.2	5.08	2040	79.5	4.1		3.90	129.5	6.7		6.35	189.5	9.8		9.29
0.3	7.62		94.5	4.9			162.0	8.4			197.0	10.2		
0.4	10.16		117.0	6.0			187.0	9.7			242.0	12.5		
0.5	12.7		144.5	7.5			212.0	11.0			279.5	14.4		

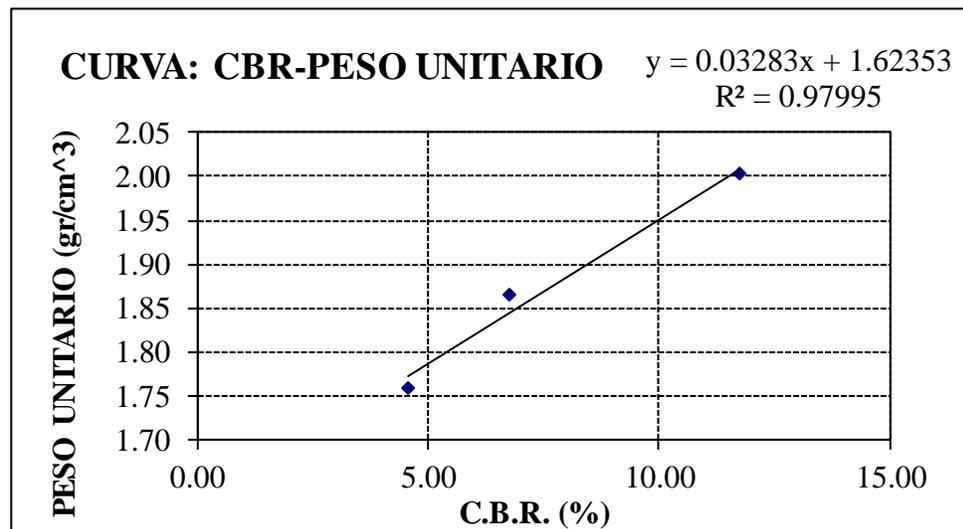
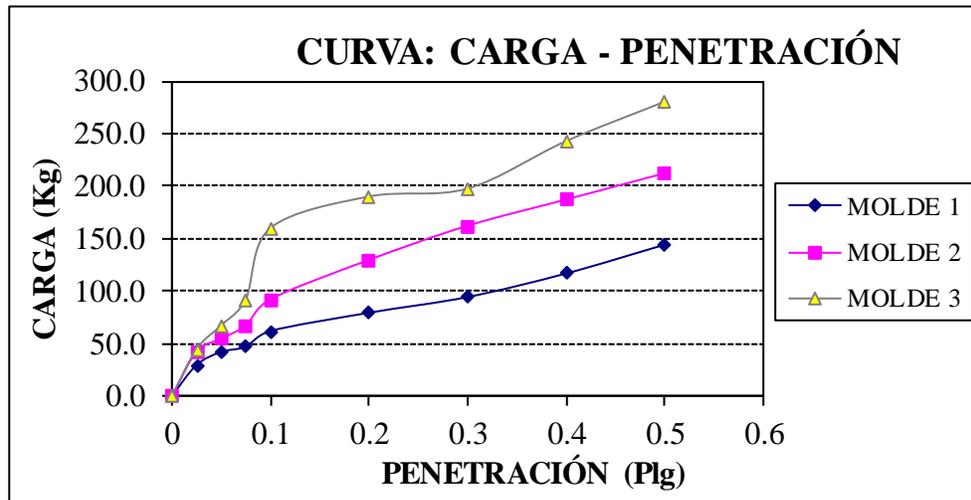
Univ. Arenas Isabel Gabriela
 LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce
 ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS

NOTA: El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados que plantea esta investigación es enteramente responsabilidad del investigador.



CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)



CBR 100% D.máx
11.64 %
CBR 95% D.Máx.
8.58 %

Univ. Arenas Isabel Gabriela
LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce
ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELC

NOTA: El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados que plantea esta investigación es enteramente responsabilidad del investigador.

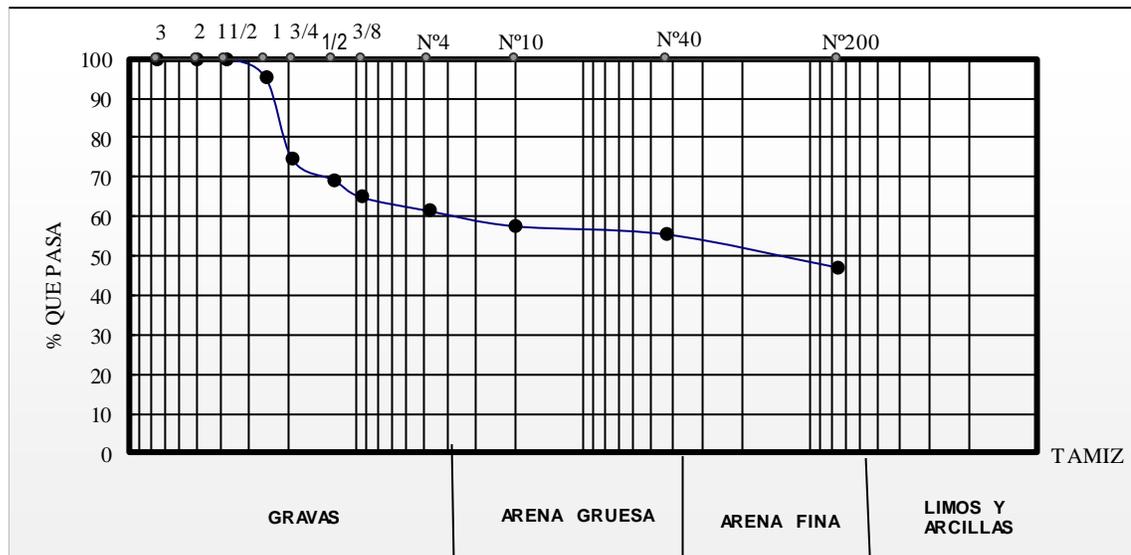


GRANULOMETRÍA

Fecha : 18 de octubre del 2018

Muestra Eatabilizada: N° 8

Peso Total (gr.)			793.449451	A.S.T.M.	
Tamices	Tamaño (mm)	Peso Ret. (gr)	Ret. Acum (gr)	% Ret	% Que Pasa del Total
3"	75	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	38.00	38.00	4.79	95.21
3/4"	19.00	164.40	202.40	25.51	74.49
1/2"	12.50	41.30	243.70	30.71	69.29
3/8"	9.50	34.10	277.80	35.01	64.99
N°4	4.75	27.90	305.70	38.53	61.47
N°10	2.00	30.40	336.10	42.36	57.64
N°40	0.425	16.60	352.70	44.45	55.55
N°200	0.075	66.30	419.00	52.81	47.19



Univ. Arenas Isabel Gabriela
LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce
ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS

NOTA: El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados que plantea esta investigación es enteramente responsabilidad del investigador.

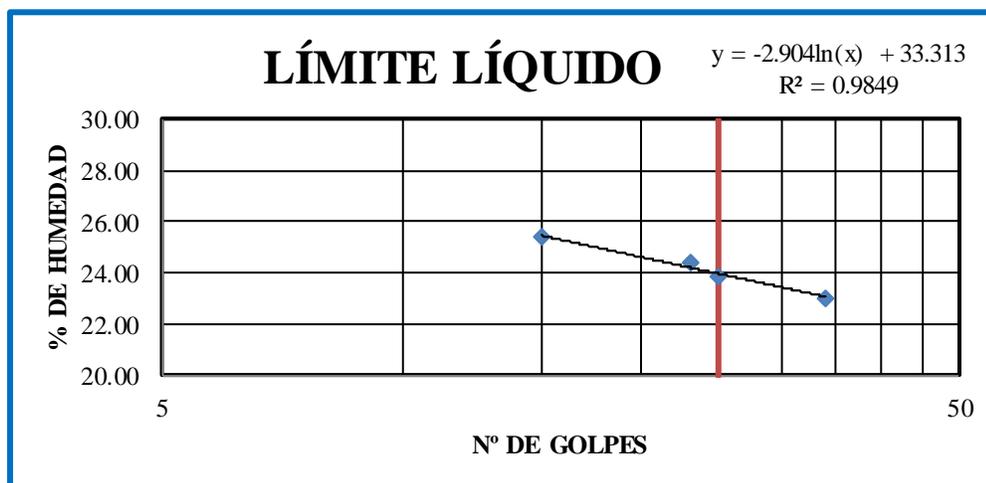


LÍMITES DE ATTERBERG

Fecha : 18 de octubre del 2018

Muestra Eatabilizada: N° 8

Capsula N°	1	2	3	4
N° de golpes	15	23	25	34
Suelo Húmedo + Cápsula	40.20	41.60	49.70	53.20
Suelo Seco + Cápsula	35.30	36.60	43.20	46.80
Peso del agua	4.90	5.00	6.50	6.40
Peso de la Cápsula	16.00	16.10	16.00	19.00
Peso Suelo seco	19.30	20.50	27.20	27.80
Porcentaje de Humedad	25.39	24.39	23.90	23.02



Determinación de Límite Plástico

f 2.904 33.313

Cápsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula	16.70	15.50	17.50
Peso de suelo seco + Cápsula	16.10	15.00	17.10
Peso de cápsula	13.00	12.40	15.00
Peso de suelo seco	3.10	2.60	2.10
Peso del agua	0.60	0.50	0.40
Contenido de humedad	19.35	19.23	19.05

Límite Líquido (LL)	24
Límite Plástico (LP)	19
Índice de Plasticidad (IP)	5
Índice de Grupo (IG)	2

Univ. Arenas Isabel Gabriela

Ing. José Ricardo Arce

LABORATORISTA

ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS

NOTA: El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados que plantea esta investigación es enteramente responsabilidad del investigador.



HUMEDAD NATURAL Y CLASIFICACIÓN

Fecha : 5 de noviembre del 2018

Muestra Eatabilizada: N° 8

HUMEDAD NATURAL			
Cápsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula	110.90	119.50	117.90
Peso de suelo seco + Cápsula	105.40	113.80	112.80
Peso de cápsula	16.00	17.70	15.20
Peso de suelo seco	89.40	96.10	97.60
Peso del agua	5.50	5.70	5.10
Contenido de humedad	6.15	5.93	5.23
PROMEDIO	5.77		

CLASIFICACIÓN DEL SUELO		DESCRIPCIÓN
SUCS:	SM - SC	Son suelos limosos, poco o nada plásticos, puede contener más de un 75% del material que pasa el tamiz N° 200.
AASHTO:	A-4(5)	

Univ. Arenas Isabel Gabriela
LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce
ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS

NOTA: El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados que plantea esta investigación es enteramente responsabilidad del investigador.



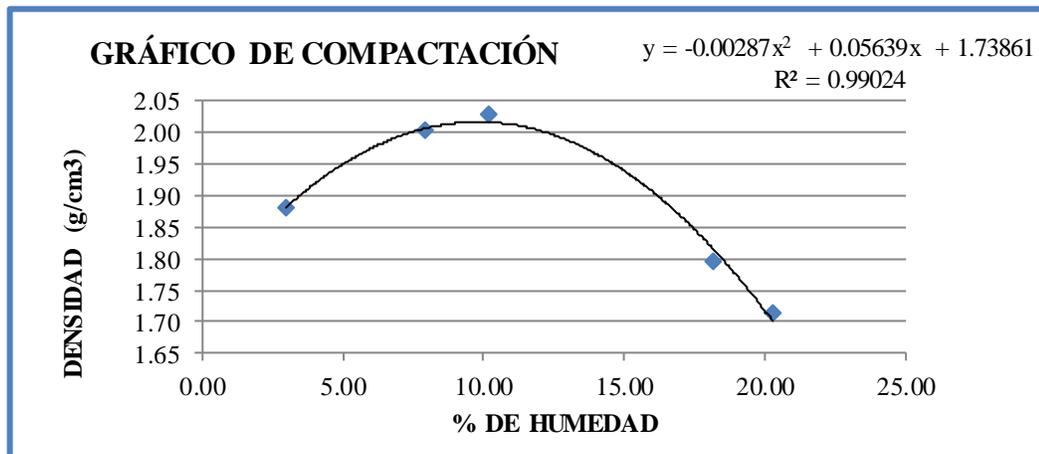
COMPACTACIÓN

Fecha : 22 de febrero del 2019

Muestra Eatabilizada: N° 8

Muestra: Unica	Volumen: 2112.50 cm ³
-----------------------	---

N° de capas	5	5	5	5	5
N° de golpes por capa	56	56	56	56	56
Peso suelo húmedo + molde	10581.70	11055.90	11211.70	10975.20	10849.10
Peso del molde	6493.60	6493.60	6493.60	6493.60	6493.60
Peso suelo húmedo	4088.10	4562.30	4718.10	4481.60	4355.50
Volumén de la muestra	2112.50	2112.50	2112.50	2112.50	2112.50
Densidad suelo húmedo (gr/cm ³)	1.94	2.16	2.23	2.12	2.06
Cápsula N°	1	2	3	4	5
Peso suelo húmedo + capsula	132.60	153.10	141.50	150.30	177.40
Peso suelo seco + cápsula	129.30	143.20	130.00	130.00	150.60
Peso del agua	3.30	9.90	11.50	20.30	26.80
Peso de la cápsula	18.30	18.40	17.00	18.50	18.50
Peso suelo seco	111.00	124.80	113.00	111.50	132.10
Contenido de humedad (%h)	2.97	7.93	10.18	18.21	20.29
Densidad suelo seco (gr/cm ³)	1.88	2.00	2.03	1.79	1.71



Densidad Máxima	2.02 gr/cm³
Humedad Optima	9.82 %

Univ. Arenas Isabel Gabriela

Ing. José Ricardo Arce

LABORATORISTA

ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS

NOTA: El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados que plantea esta investigación es enteramente responsabilidad del investigador.



CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

Fecha : 26 de febrero del 2019
 Muestra Eatabilizada: N° 8

Muestra	LL	IP	Clasific.	H. Opt.	D. Máx
8	24	5	A-4(5)	9.82	2.02

CONTENIDO DE HUMEDAD Y PESO UNITARIO

N° capas	5			5			5		
N° golpes por capa	12			25			56		
CONDICION DE MUEST	Antes de mojarse		D. de M	Antes de mojarse		D. de M	Antes de mojarse		D. de M
Peso muestra húm.+molde	12140		12500	11704.1		11990	11870.4		12085
Peso Molde	7920.1		7923.8	7258.4		7262.4	7180.6		7199
Peso muestra húmeda	4219.9		4576.2	4445.7		4727.6	4689.8		4886
Volumen de la muestra	2032		2032	2032		2032	2032		2032
Peso Unit. Muestra Húm.	2.077		2.252	2.188		2.327	2.308		2.405
MUESTRA DE HUMEDA	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.
Tara N°	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Peso muestra húm + tara	153.4	125.6	151.4	156.6	186.4	170.8	131.8	159.8	163.2
Peso muestra seca + tara	134.6	110.2	130.2	135.8	165.8	148.2	116	143	141.2
Peso del agua	18.8	15.4	21.2	20.8	20.6	22.6	15.8	16.8	22
Peso de tara	18.2	18.8	18.6	18	17.6	18.2	17.6	17.6	18
Peso de la muestra seca	116.4	91.4	111.6	117.8	148.2	130	98.4	125.4	123.2
Contenido humedad %	16.15	16.849	18.996	17.657	13.9	17.385	16.06	13.4	17.86
Promedio cont. Humedad	16.50		18.996	15.78		17.385	14.73		17.86
Peso Unit.muestra seca	1.783		1.8926	1.890		1.982	2.012		2.04

Hum. Opt. %	Peso Unit. gr/cm3
9.82	2.02

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO EN DIAS	MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
			LECT.	EXPANSIÓN		LECT.	EXPANSIÓN		LECT.	EXPANSIÓN	
			EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%
26-feb	11:15	1	0.035	0.0035	0	0.025	0.003	0	0.048	0.005	0
27-feb	11:15	2	0.15	0.015	0.0647	0.17	0.017	0.0816	0.172	0.017	0.07
28-feb	11:15	3	0.155	0.0155	0.0675	0.17	0.017	0.0816	0.18	0.018	0.074
01-mar	11:15	4	0.155	0.0155	0.0675	0.17	0.017	0.0816	0.18	0.018	0.074

C.B.R. %	Peso Unit. gr/cm3
4.56	1.78
8.42	1.89
13.01	2.01

C.B.R.

PENETRACIÓN		CARGA NORMA Kg	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3			
Pulg.	mm		CARGA ENSAYO Kg	Kg/cm2	C.B.R. CORREG Kg	%	CARGA ENSAYO Kg	Kg/cm2	C.B.R. CORREG Kg	%	CARGA ENSAYO Kg	Kg/cm2	C.B.R. CORREG Kg	%
0	0		0.0	0			0.0	0			0.0	0		
0.025	0.63		37.0	1.9			44.5	2.3			47.0	2.4		
0.05	1.27		42.0	2.2			67.0	3.5			72.0	3.7		
0.075	1.9		54.5	2.8			92.0	4.8			97.0	5.0		
0.1	2.54	1360	62.0	3.2		4.56	114.5	5.9		8.42	177.0	9.1		13.01
0.2	5.08	2040	89.5	4.6		4.39	167.0	8.6		8.19	234.5	12.1		11.50
0.3	7.62		112.0	5.8			217.0	11.2			292.0	15.1		
0.4	10.16		124.5	6.4			267.0	13.8			367.0	19.0		
0.5	12.7		154.5	8.0			317.0	16.4			442.0	22.8		

Univ. Arenas Isabel Gabriela

LABORATORISTA

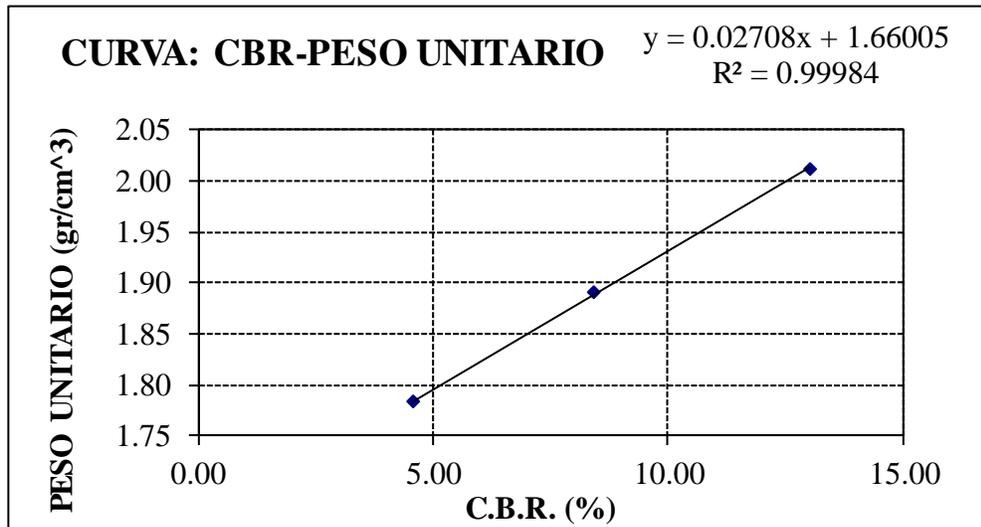
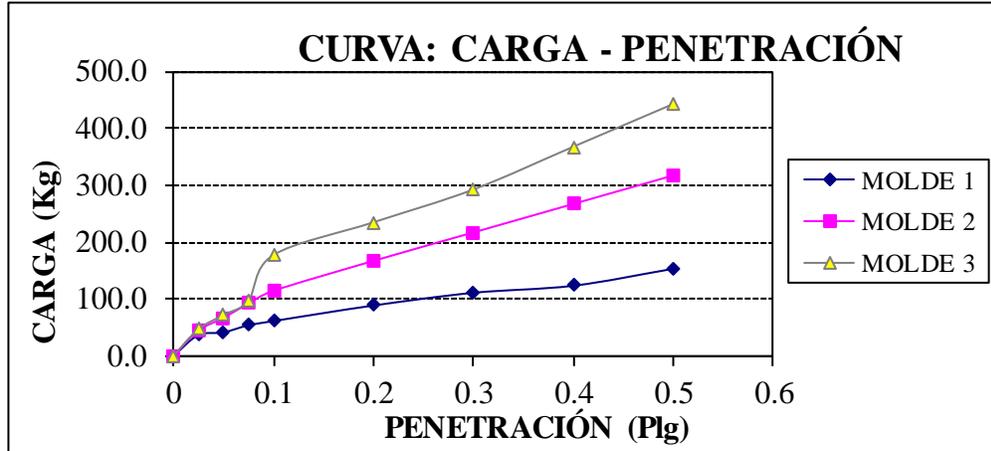
Ing. José Ricardo Arce

ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS

NOTA: El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados que plantea esta investigación es enteramente responsabilidad del investigador.



CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)



CBR 100% D.máx
13.13 %
CBR 95% D.Máx.
9.41 %

Univ. Arenas Isabel Gabriela

Ing. José Ricardo Arce

LABORATORISTA

ENCARGADO DEL LABORATORIO DESUELOS

NOTA: El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados que plantea esta investigación es enteramente responsabilidad del investigador.

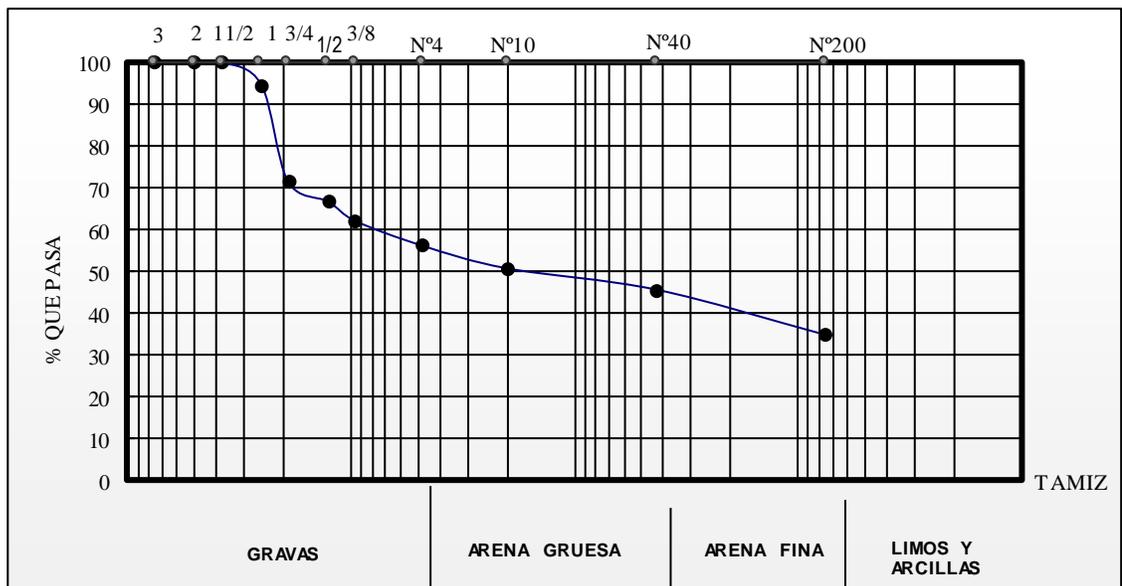


GRANULOMETRÍA

Fecha : 18 de octubre del 2018

Muestra Estabilizada: N° 9

Peso Total (gr.)			649.7547517	A.S.T.M.	
Tamices	Tamaño (mm)	Peso Ret. (gr)	Ret. Acum (gr)	% Ret	% Que Pasa del Total
3"	75	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	35.00	35.00	5.39	94.61
3/4"	19.00	150.00	185.00	28.47	71.53
1/2"	12.50	31.90	216.90	33.38	66.62
3/8"	9.50	29.70	246.60	37.95	62.05
N°4	4.75	38.50	285.10	43.88	56.12
N°10	2.00	35.00	320.10	49.26	50.74
N°40	0.425	33.40	353.50	54.41	45.59
N°200	0.075	70.00	423.50	65.18	34.82



Univ. Arenas Isabel Gabriela
LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce
ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS

NOTA: El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados que plantea esta investigación es enteramente responsabilidad del investigador.

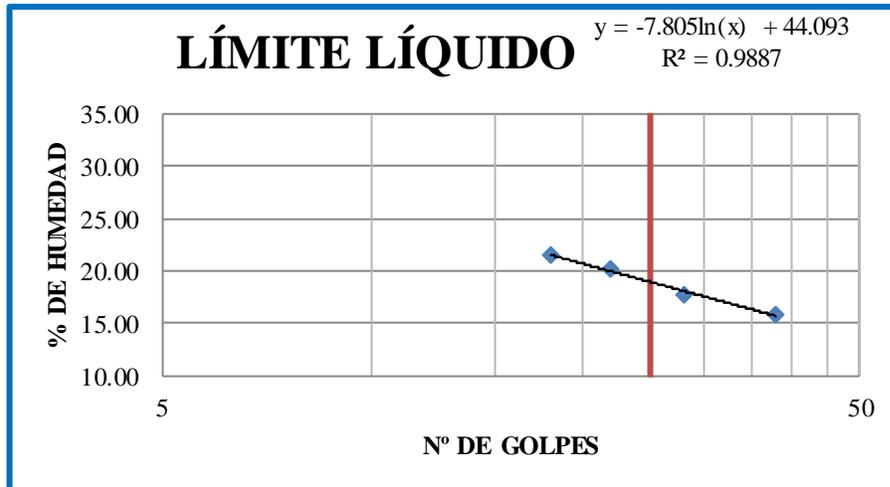


LÍMITES DE ATTERBERG

Fecha : 18 de octubre del 2018

Muestra Eatabilizada: N° 9

Capsula N°	1	2	3	4
N° de golpes	18	22	28	38
Suelo Húmedo + Cápsula	39.80	42.40	49.10	41.00
Suelo Seco + Cápsula	36.00	38.80	44.50	37.90
Peso del agua	3.80	3.60	4.60	3.10
Peso de la Cápsula	18.40	20.90	18.50	18.40
Peso Suelo seco	17.60	17.90	26.00	19.50
Porcentaje de Humedad	21.59	20.11	17.69	15.90



Determinación de Límite Plástico

Cápsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula	16.50	16.20	15.30
Peso de suelo seco + Cápsula	16.10	15.70	15.00
Peso de cápsula	13.60	12.70	13.20
Peso de suelo seco	2.50	3.00	1.80
Peso del agua	0.40	0.50	0.30
Contenido de humedad	16.00	16.67	16.67

f 7.805 44.093

Límite Líquido (LL)	19
Límite Plástico (LP)	16
Índice de Plasticidad (IP)	3
Índice de Grupo (IG)	0

Univ. Arenas Isabel Gabriela

Ing. José Ricardo Arce

LABORATORISTA

ENCARGADO DEL LABORATORIO DESUELOS

NOTA: El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados que plantea esta investigación es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y HORMIGON

HUMEDAD NATURAL Y CLASIFICACIÓN

Fecha : 5 de noviembre del 2018

Muestra Estabilizada: N° 9

HUMEDAD NATURAL			
Cápsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula	127.90	126.80	107.90
Peso de suelo seco + Cápsula	121.80	121.40	103.10
Peso de cápsula	20.30	22.40	20.50
Peso de suelo seco	101.50	99.00	82.60
Peso del agua	6.10	5.40	4.80
Contenido de humedad	6.01	5.45	5.81
PROMEDIO	5.76		

CLASIFICACIÓN DEL SUELO		DESCRIPCIÓN
SUCS:	SM	El contenido de material fino es menor o igual al 35%, la fracción que pasa el tamiz N°40, se comporta igual a los grupos A-4 y A-5 respectivamente.
AASHTO:	A-2-4(3)	Son gravas y arenas (arenas gruesas), que contienen limo y arcilla en cantidades reducidas, cuya plasticidad es baja, pero que excede al Grupo A- también incluye la arena fina con limos no plásticos que se describirán en el grupo A-3.

Univ. Arenas Isabel Gabriela
LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce
ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS

NOTA: El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados que plantea esta investigación es enteramente responsabilidad del investigador.



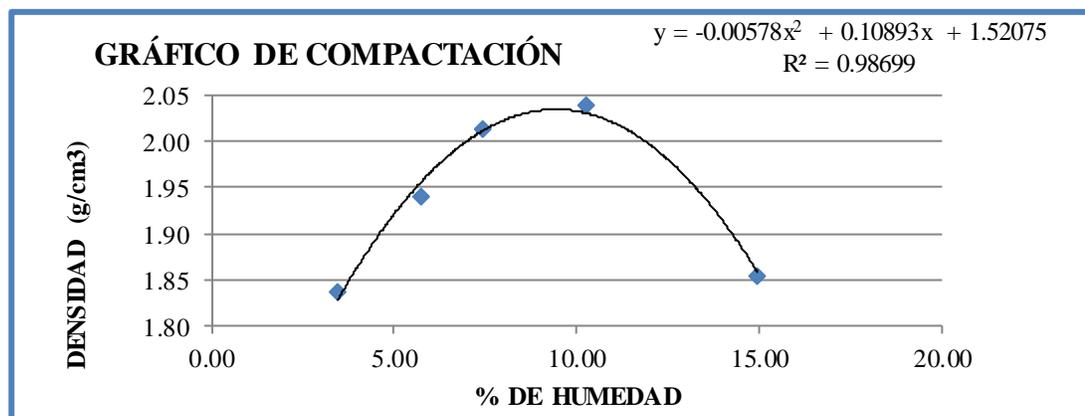
COMPACTACIÓN

Fecha : 20 de febrero del 2019

Muestra Eatabilizada: N° 9

Muestra: Unica **Volumen:** 2112.50 cm³

N° de capas	5	5	5	5	5
N° de golpes por capa	56	56	56	56	56
Peso suelo húmedo + molde	10447.30	10766.20	11000.50	11184.30	10937.50
Peso del molde	6433.30	6433.30	6433.30	6433.30	6433.30
Peso suelo húmedo	4014.00	4332.90	4567.20	4751.00	4504.20
Volumén de la muestra	2112.50	2112.50	2112.50	2112.50	2112.50
Densidad suelo húmedo (gr/cm ³)	1.90	2.05	2.16	2.25	2.13
Cápsula N°	1	2	3	4	5
Peso suelo húmedo + capsula	164.90	122.70	124.30	166.40	126.40
Peso suelo seco + cápsula	160.00	117.00	117.00	152.60	111.60
Peso del agua	4.90	5.70	7.30	13.80	14.80
Peso de la cápsula	18.30	17.80	18.60	18.30	12.70
Peso suelo seco	141.70	99.20	98.40	134.30	98.90
Contenido de humedad (%h)	3.46	5.75	7.42	10.28	14.96
Densidad suelo seco (gr/cm ³)	1.84	1.94	2.01	2.04	1.85



Densidad Máxima	2.03 gr/cm ³
Humedad Optima	9.42 %

Univ. Arenas Isabel Gabriela
LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce
ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS

NOTA: El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados que plantea esta investigación es enteramente responsabilidad del investigador.



CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

Fecha : 22 de febrero del 2019
Muestra Estabilizada: N° 9

Muestra	LL	IP	Clasific.	H. Opt.	D. Má.
9	19	3	A-2-4(3)	9.42	2.03

CONTENIDO DE HUMEDAD Y PESO UNITARIO

N° capas	5			5			5		
N° golpes por capa	12			25			56		
CONDICION DE MUESTRA	Antes de mojarse		D. de M	Antes de mojarse		D. de M	Antes de mojarse		D. de M
Peso muestra húm.+molde	12200	12620		12410	12775		11850	12170	
Peso Molde	8028.3	8039		7921.7	7929		7280.6	7286	
Peso muestra húmeda	4171.7	4581		4488.3	4846		4569.4	4884	
Volumen de la muestra	2032	2032		2032	2032		2032	2032	
Peso Unit. Muestra Húm.	2.053	2.255		2.209	2.385		2.249	2.404	
MUESTRA DE HUMEDAD	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.
Tara N°	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Peso muestra húm + tara	104	120.2	117.6	92.2	121.4	107.2	123	104	124.6
Peso muestra seca + tara	90.8	105.2	99.2	83	108	93.2	109.8	92.8	107.8
Peso del agua	13.2	15	18.4	9.2	13.4	14	13.2	11	16.8
Peso de tara	13.6	13.8	12	12.6	12.8	12.6	13	13	12.6
Peso de la muestra seca	77.2	91.4	87.2	70.4	95.2	80.6	96.8	79.8	95.2
Contenido humedad %	17.1	16.41	21.1	13.068	14.08	17.37	13.636	13.8	17.65
Promedio cont. Humedad	16.75		21.1	13.57		17.37	13.71		17.65
Peso Unit.muestra seca	1.758		1.862	1.945		2.032	1.978		2.043

Hum. Opt. %	Peso Unit. gr/cm.
9.42	2.03

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO EN DIAS	MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
			LECT.	EXP ANSIÓN		LECT.	EXP ANSIÓN		LECT.	EXP ANSIÓN	
			EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%
22-feb	10:48	1	0.045	0.005	0	0.11	0.011	0	0.08	0.01	0
23-feb	10:48	2	0.18	0.018	0.076	0.255	0.026	0.082	0.228	0.02	0.083
24-feb	10:48	3	0.185	0.019	0.079	0.26	0.026	0.084	0.232	0.02	0.085
25-feb	10:48	4	0.185	0.019	0.079	0.26	0.026	0.084	0.232	0.02	0.085

C.B.R. %	Peso Unit. gr/cm.
9.52	1.76
12.28	1.94
13.38	1.98

C.B.R.

PENETRACIÓN		CARGA NORMAL	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3				
Pulg.	mm		Kg	Kg	Kg/cm2	Kg	%	Kg	Kg/cm2	Kg	%	Kg	Kg/cm2	Kg	%
0	0		0.0	0				0.0	0			0.0	0		
0.025	0.63		32.0	1.7				37.0	1.9			47.0	2.4		
0.05	1.27		39.5	2.0				54.5	2.8			67.0	3.5		
0.075	1.9		54.5	2.8				92.0	4.8			117.0	6.0		
0.1	2.54	1360	129.5	6.7		9.52		167.0	8.6		12.28	182.0	9.4		13.38
0.2	5.08	2040	167.0	8.6		8.19		204.5	10.6		10.02	247.0	12.8		12.11
0.3	7.62		212.0	11.0				229.5	11.9			267.0	13.8		
0.4	10.16		217.0	11.2				242.0	12.5			317.0	16.4		
0.5	12.7		242.0	12.5				267.0	13.8			417.0	21.5		

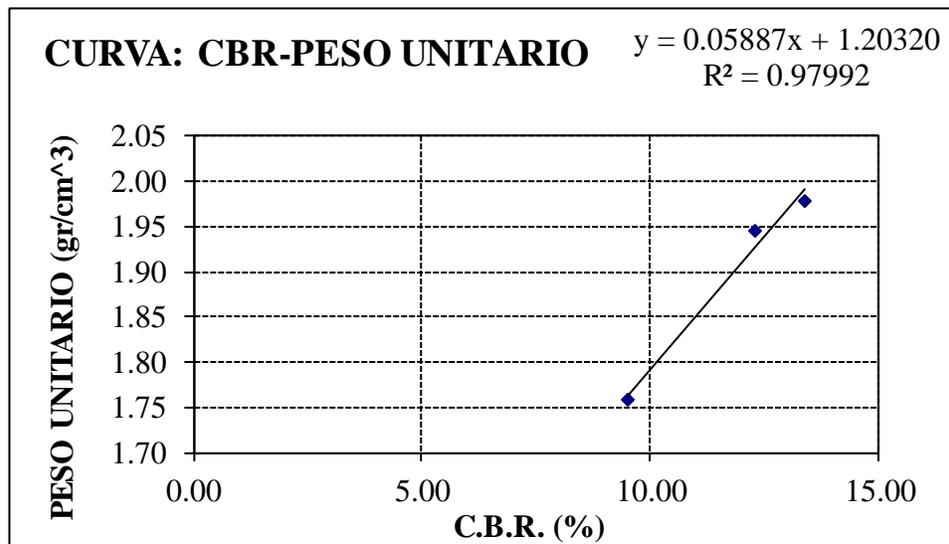
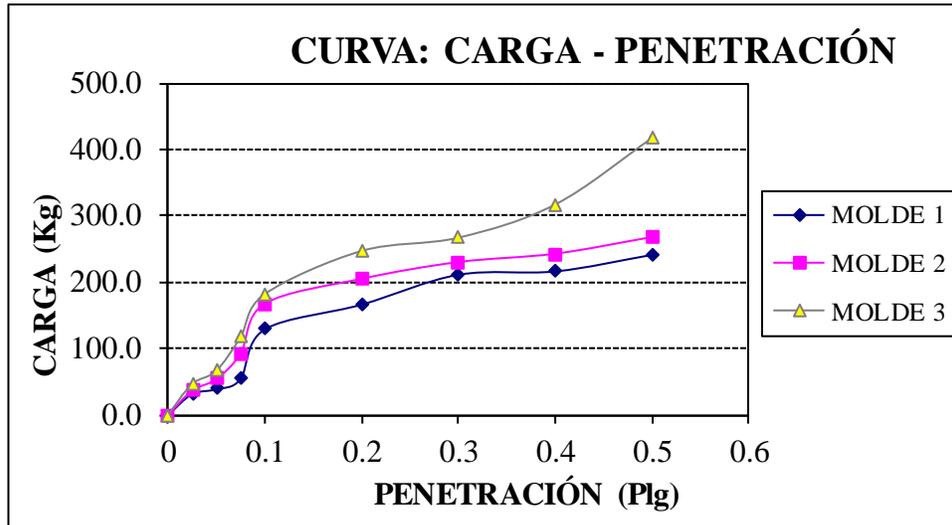
Univ. Arenas Isabel Gabriela
 LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce
 ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS

NOTA: El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados que plantea esta investigación es enteramente responsabilidad del investigador.



CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)



CBR 100% D.máx
14.11 %
CBR 95% D.Máx.
12.38 %

Univ. Arenas Isabel Gabriela
LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce
ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS

NOTA: El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados que plantea esta investigación es enteramente responsabilidad del investigador.

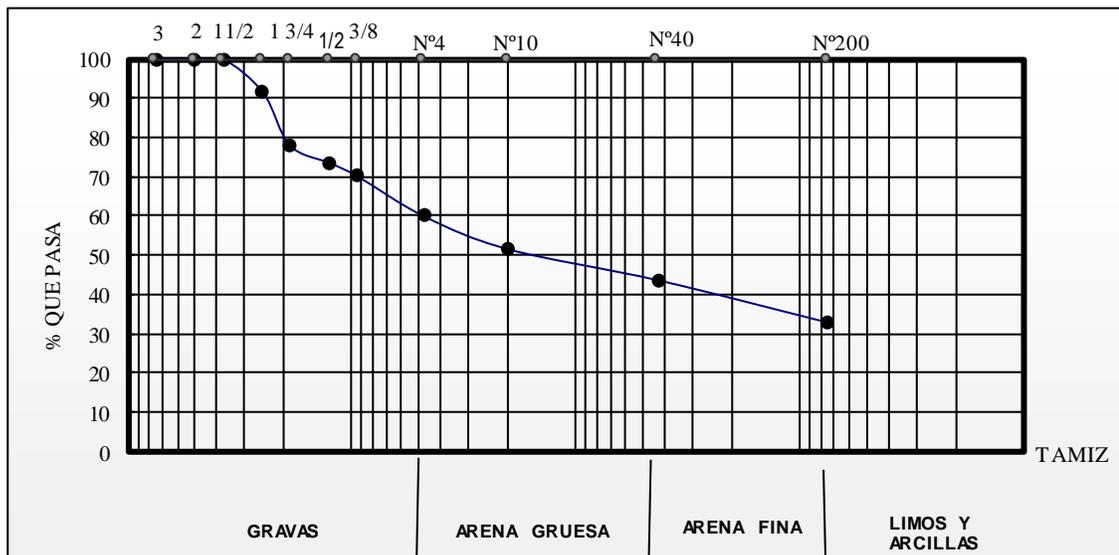


UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
 FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
 PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE SUELOS Y HORMIGON

GRANULOMETRÍA

Fecha : 18 de octubre del 2018
 Muestra Eatabilizada: N° 10

Peso Total (gr.)			881.3936249	A.S.T.M.	
Tamices	Tamaño (mm)	Peso Ret. (gr)	Ret. Acum (gr)	% Ret	% Que Pasa del Total
3"	75	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	75.00	75.00	8.51	91.49
3/4"	19.00	118.00	193.00	21.90	78.10
1/2"	12.50	40.00	233.00	26.44	73.56
3/8"	9.50	29.00	262.00	29.73	70.27
N°4	4.75	90.60	352.60	40.00	60.00
N°10	2.00	73.50	426.10	48.34	51.66
N°40	0.425	69.90	496.00	56.27	43.73
N°200	0.075	94.10	590.10	66.95	33.05



Univ. Arenas Isabel Gabriela
LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce
ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS

NOTA: El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados que plantea esta investigación es enteramente responsabilidad del investigador.

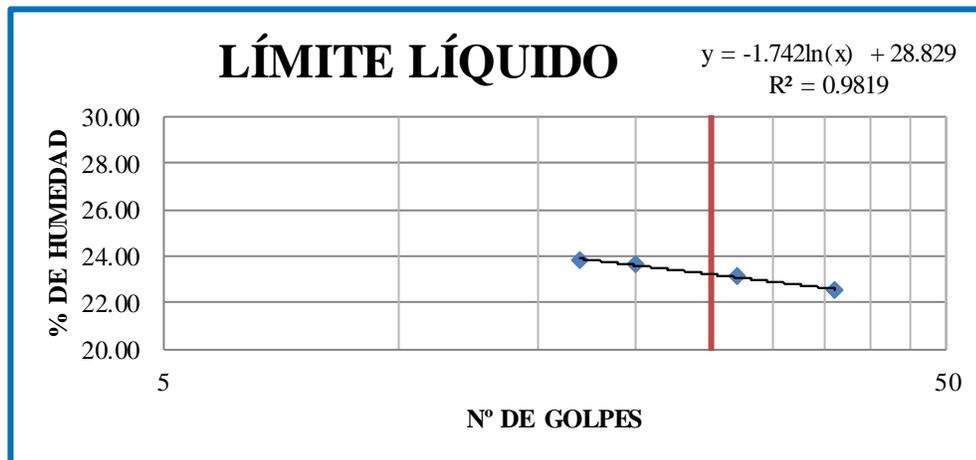


LÍMITES DE ATTERBERG

Fecha : 18 de octubre del 2018

Muestra Eatabilizada: N° 10

Capsula N°	1	2	3	4
N° de golpes	17	20	27	36
Suelo Húmedo + Cápsula	38.40	46.20	52.70	49.40
Suelo Seco + Cápsula	34.40	41.20	46.20	43.90
Peso del agua	4.00	5.00	6.50	5.50
Peso de la Cápsula	17.60	20.10	18.10	19.50
Peso Suelo seco	16.80	21.10	28.10	24.40
Porcentaje de Humedad	23.81	23.70	23.13	22.54



Determinación de Límite Plástico

Cápsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula	15.10	15.80	15.80
Peso de suelo seco + Cápsula	14.70	15.30	15.30
Peso de cápsula	12.80	12.90	12.90
Peso de suelo seco	1.90	2.40	2.40
Peso del agua	0.40	0.50	0.50
Contenido de humedad	21.05	20.83	20.83

f	1.742	28.829
---	-------	--------

Límite Líquido (LL)	23
Límite Plástico (LP)	21
Índice de Plasticidad (IP)	2
Índice de Grupo (IG)	0

Univ. Arenas Isabel Gabriela

Ing. José Ricardo Arce

LABORATORISTA

ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS

NOTA: El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados que plantea esta investigación es enteramente responsabilidad del investigador.



HUMEDAD NATURAL Y CLASIFICACIÓN

Fecha : 5 de noviembre del 2018

Muestra Estabilizada: N° 10

HUMEDAD NATURAL			
Cápsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula	117.90	129.70	113.70
Peso de suelo seco + Cápsula	113.20	124.40	109.70
Peso de cápsula	20.40	20.50	20.80
Peso de suelo seco	92.80	103.90	88.90
Peso del agua	4.70	5.30	4.00
Contenido de humedad	5.06	5.10	4.50
PROMEDIO		4.89	

CLASIFICACIÓN DEL SUELO		DESCRIPCIÓN
SUCS:	SM	El contenido de material fino es menor o igual al 35%, la fracción que pasa el tamiz N°40, se comporta igual a los grupos A-4 y A-5 respectivamente.
AASHTO:	A-2-4(2)	Son gravas y arenas (arenas gruesas), que contienen limo y arcilla en cantidades reducidas, cuya plasticidad es baja, pero que excede al Grupo A-también incluye la arena fina con limos no plásticos que se describirán en el grupo A-3.

Univ. Arenas Isabel Gabriela
LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce
ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS

NOTA: El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados que plantea esta investigación es enteramente responsabilidad del investigador.



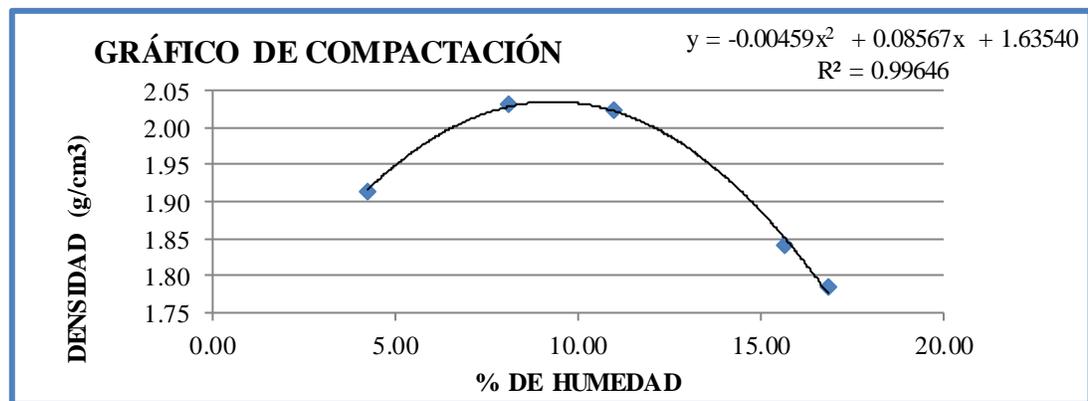
COMPACTACIÓN

Fecha : 20 de febrero del 2019

Muestra Eatabilizada: N° 10

Muestra: Unica	Volumen: 2112.50 cm ³
-----------------------	---

N° de capas	5	5	5	5	5
N° de golpes por capa	56	56	56	56	56
Peso suelo húmedo + molde	10684.20	11110.00	11213.40	10969.40	10873.80
Peso del molde	6470.60	6470.60	6470.60	6470.60	6470.60
Peso suelo húmedo	4213.60	4639.40	4742.80	4498.80	4403.20
Volumén de la muestra	2112.50	2112.50	2112.50	2112.50	2112.50
Densidad suelo húmedo (gr/cm ³)	1.99	2.20	2.25	2.13	2.08
Cápsula N°	1	2	3	4	5
Peso suelo húmedo + capsula	87.60	120.40	129.20	101.40	148.00
Peso suelo seco + cápsula	84.60	112.40	117.60	89.40	128.60
Peso del agua	3.00	8.00	11.60	12.00	19.40
Peso de la cápsula	13.60	13.60	12.20	12.80	13.40
Peso suelo seco	71.00	98.80	105.40	76.60	115.20
Contenido de humedad (%h)	4.23	8.10	11.01	15.67	16.84
Densidad suelo seco (gr/cm ³)	1.91	2.03	2.02	1.84	1.78



Densidad Máxima	2.04 gr/cm³
Humedad Optima	9.33 %

Univ. Arenas Isabel Gabriela
LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce
ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS

NOTA: El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados que plantea esta investigación es enteramente responsabilidad del investigador.



CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

Fecha : 25 de febrero del 2019
 Muestra Eatabilizada: N° 10

Muestra	LL	IP	Clasific.	H. Opt.	D. Máx.
10	23	2	A-2-4(2)	9.33	2.04

CONTENIDO DE HUMEDAD Y PESO UNITARIO

N° capas	5		5		5				
N° golpes por capa	12		25		56				
CONDICION DE MUESTRA	Antes de mojarse	D. de M	Antes de mojarse	D. de M	Antes de mojarse	D. de M			
Peso muestra húm.+molde	12010	12540	12175	12660	11750	12160			
Peso Molde	8029.8	8043	7923.4	7928	7283	7292			
Peso muestra húmeda	3980.2	4497	4251.6	4732	4467	4868			
Volumen de la muestra	2032	2032	2032	2032	2032	2032			
Peso Unit. Muestra Húm.	1.959	2.213	2.092	2.329	2.198	2.396			
MUESTRA DE HUMEDAD	Fondo	Superf.	2° sup.	Fondo	Superf.	2° sup.	Fondo	Superf.	2° sup.
Tara N°	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Peso muestra húm + tara	131	108.6	106	107.2	126.6	104.6	91.4	143.6	121.4
Peso muestra seca + tara	123.4	95.4	91.6	94.6	112	88.2	83.4	131.4	107.8
Peso del agua	7.6	13.2	14.4	12.6	14.6	16.4	8	12.2	13.6
Peso de tara	14	13.8	12	12.6	12.8	12.6	13	12.8	12.6
Peso de la muestra seca	109.4	81.6	79.6	82	99.2	75.6	70.4	118.6	95.2
Contenido humedad %	6.947	16.176	18.09	15.366	14.72	21.69	11.364	10.29	14.29
Promedio cont. Humedad	11.56		18.09	15.04		21.69	10.83		14.29
Peso Unit.muestra seca	1.756		1.874	1.819		1.913	1.984		2.096

Hum. Opt. %	Peso Unit. gr/cm ³
9.33	2.04

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO EN DIAS	MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
			LECT.	EXPANSIÓN		LECT.	EXPANSIÓN		LECT.	EXPANSIÓN	
			EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%
25-feb	11:25	1	0.065	0.0065	0	0.115	0.012	0	0.07	0.007	0
26-feb	11:25	2	0.189	0.0189	0.07	0.27	0.027	0.087	0.228	0.023	0.089
27-feb	08:00	3	0.189	0.0189	0.07	0.275	0.028	0.09	0.255	0.026	0.104
28-feb	08:00	4	0.189	0.0189	0.07	0.275	0.028	0.09	0.255	0.026	0.104

C.B.R. %	Peso Unit. gr/cm ³
10.44	1.76
12.28	1.82
16.88	1.98

C.B.R.

PENETRACIÓN		CARGA NORMAL	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3			
Pulg.	mm		CARGA ENSAYO	C.B.R. CORREG		CARGA ENSAYO	C.B.R. CORREG		CARGA ENSAYO	C.B.R. CORREG				
Kg	Kg	Kg/cm ²	Kg	%	Kg	Kg/cm ²	Kg	%	Kg	Kg/cm ²	Kg	%		
0	0		0.0	0		0.0	0		0.0	0				
0.025	0.63		37.0	1.9		42.0	2.2		54.5	2.8				
0.05	1.27		42.0	2.2		57.0	2.9		92.0	4.8				
0.075	1.9		67.0	3.5		92.0	4.8		122.0	6.3				
0.1	2.54	1360	142.0	7.3	10.44	167.0	8.6	12.28	229.5	11.9		16.88		
0.2	5.08	2040	179.5	9.3	8.80	242.0	12.5	11.86	317.0	16.4		15.54		
0.3	7.62		192.0	9.9		267.0	13.8		342.0	17.7				
0.4	10.16		229.5	11.9		317.0	16.4		367.0	19.0				
0.5	12.7		267.0	13.8		342.0	17.7		412.0	21.3				

Univ. Arenas Isabel Gabriela

Ing. José Ricardo Arce

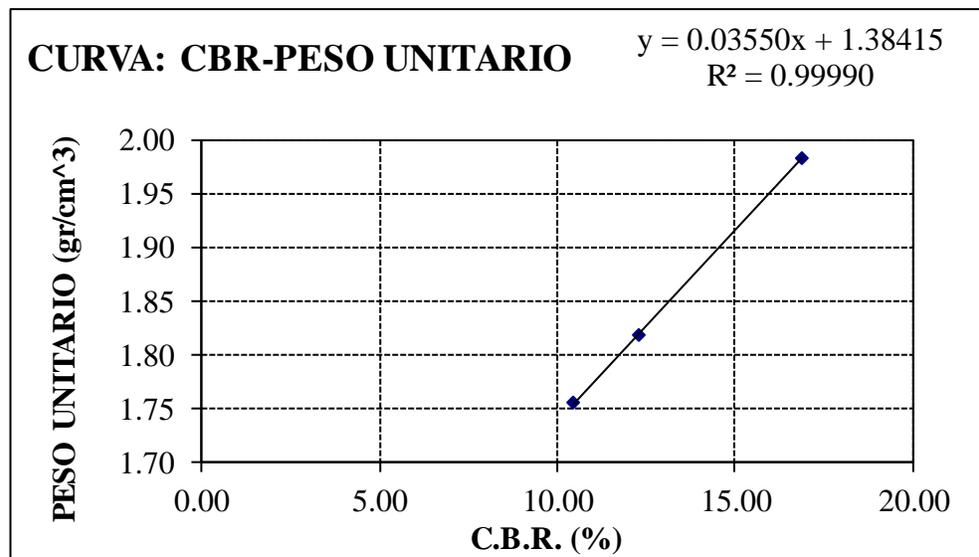
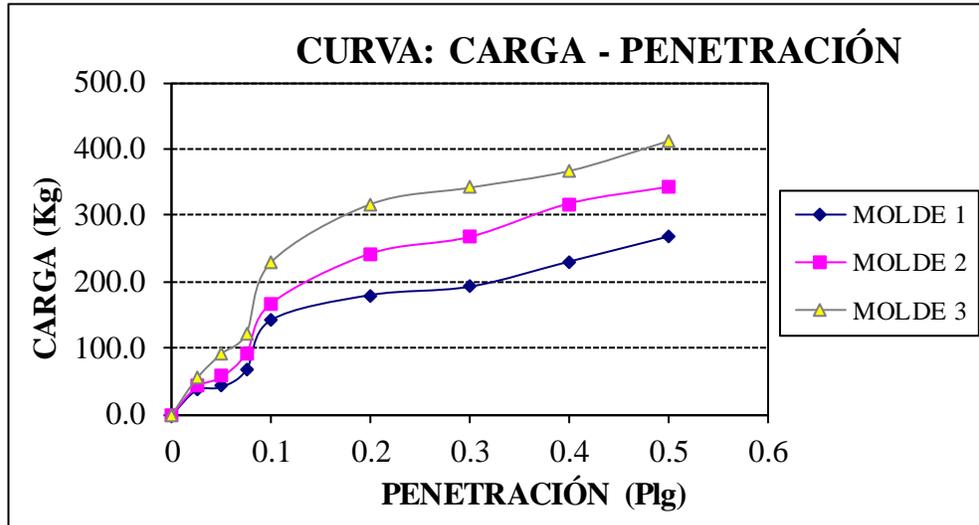
LABORATORISTA

ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS

NOTA: El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados que plantea esta investigación es enteramente responsabilidad del investigador.



CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)



CBR 100% D.máx
18.34 %
CBR 95% D.Máx.
15.47 %

Univ. Arenas Isabel Gabriela
LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce
ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS

NOTA: El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados que plantea esta investigación es enteramente responsabilidad del investigador.

ANEXO 4
ANÁLISIS DE TRÁFICO

ANÁLISIS DE TRAFICO

El tráfico es uno de los parámetros más importantes para el diseño de pavimentos. Para obtener este dato es necesario determinar el número de repeticiones de cada tipo de eje durante el periodo de diseño, a partir de un tráfico inicial medido en la nueva terminal a través de aforos. El número y composición de los ejes se determina a partir de la siguiente información:

- & Periodo de diseño.
- & Distribución de ejes solicitantes en cada rango de cargas.
- & Tránsito medio diario anual de todos los vehículos TMDA o TPDA.
- & Tasas de crecimiento anuales de cada tipo de vehículo.
- & Sentido del tráfico.
- & Número de carriles por sentido de tráfico.
- & Porcentaje del tránsito sobre el carril más solicitado.
- & Índice de serviciabilidad.
- & Factores de equivalencia de carga.

Configuración vehicular por ejes (A.B.C.)

CODIGO	TIPO DE VEHICULO	CAPA CIDA D (Tn)	EJES	FIGURA
*1	Automóviles y Vagonetas			
2	Camionetas	2		
3	Minibuses hasta 15 pasajeros			
MB	Microbuses hasta 21 pasajeros		2	
B2	Buses Medianos (hasta 35 pasajeros)		2	
B3	Buses Grandes (más de 35 pasajeros)		3	
C2m	Camiones Medianos	2,5-10	2	
C2	Camiones Grandes	>10	2	
C3	Camiones Grandes	>10	3	
CSR	Camiones Semirremolque	>15		
CR	Camiones remolque			
12	Otros vehículos			

Se realizó un aforo de siete días y además se promedió con el tráfico, ya conocido, con la siguiente composición:

RESULTADOS DE AFORO

FECHA	CÓDIGO DIA	*1	2	3	MB	B2	B3	C2m	C2	C3	CSR	CR	12
14/12/2020	LUNES	580	95	5	70	1	57	4	2	0	0	0	0
15/12/2020	MARTES	559	91	2	63	4	54	7	1	0	0	0	0
16/12/2020	MIERCOLES	560	80	0	60	0	50	2	0	0	0	0	0
17/12/2020	JUEVES	570	90	0	58	1	49	3	1	0	0	0	0
18/12/2020	VIERNES	568	75	1	65	0	51	1	0	0	0	0	0
19/12/2020	SABADO	492	86	0	50	2	40	0	0	0	0	0	0
20/12/2020	DOMINGO	300	20	0	45	0	30	0	0	0	0	0	0
TOTAL		3629	537	8	411	8	331	17	4	0	0	0	0

TRAFICO PROMEDIO DIARIO SEMANAL

$$TPDS = \frac{\text{VOLUMEN VEHICULO DIARIO}}{\text{DIAS DE LA SEMANA (7)}} \quad \text{TOTAL=} \quad 4945$$

T.P.D.S.	519.00	77.00	2.00	59.00	2.00	48.00	3.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
% DE T.P.D.S.	73.39	10.86	0.16	8.31	0.16	6.69	0.34	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00

TASA DE CRECIMIENTO

i=	5 %
-----------	-----

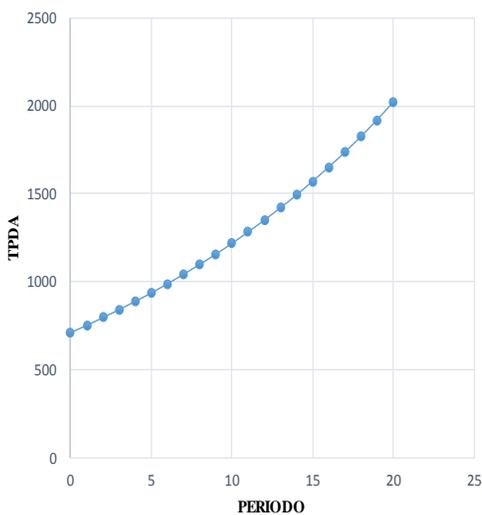
Dato proporcionado por el Gobierno Municipal de Tarja

PROYECCION DEL TRANSITO PROYECTO

$$TPD_{AÑO} = T.P.D.S. * \left(1 + \frac{i(\%)}{100} \right)$$

PERIODO	AÑO	1	2	3	MB	B2	B3	C2m	C2	C3	CSR	CR	12	T.P.D.A.
0	2020	519	77	2	59	2	48	3	1	0	0	0	0	711
1	2021	545	81	3	62	3	51	4	2	0	0	0	0	751
2	2022	573	86	4	66	4	54	5	3	0	0	0	0	795
3	2023	602	91	5	70	5	57	6	4	0	0	0	0	840
4	2024	633	96	6	74	6	60	7	5	0	0	0	0	887
5	2025	665	101	7	78	7	63	8	6	0	0	0	0	935
6	2026	699	107	8	82	8	67	9	7	0	0	0	0	987
7	2027	734	113	9	87	9	71	10	8	0	0	0	0	1041
8	2028	771	119	10	92	10	75	11	9	0	0	0	0	1097
9	2029	810	125	11	97	11	79	12	10	0	0	0	0	1155
10	2030	851	132	12	102	12	83	13	11	0	0	0	0	1216
11	2031	894	139	13	108	13	88	14	12	0	0	0	0	1281
12	2032	939	146	14	114	14	93	15	13	0	0	0	0	1348
13	2033	986	154	15	120	15	98	16	14	0	0	0	0	1418
14	2034	1036	162	16	126	16	103	17	15	0	0	0	0	1491
15	2035	1088	171	17	133	17	109	18	16	0	0	0	0	1569
16	2036	1143	180	18	140	18	115	19	17	0	0	0	0	1650
17	2037	1201	189	19	147	19	121	20	18	0	0	0	0	1734
18	2038	1262	199	20	155	20	128	21	19	0	0	0	0	1824
19	2039	1326	209	21	163	21	135	23	20	0	0	0	0	1918
20	2040	1393	220	23	172	23	142	25	21	0	0	0	0	2019

MODELOS DE CRECIMIENTO



PERIODO	AÑO	TPDA
0	2020	711
1	2021	751
2	2022	795
3	2023	840
4	2024	887
5	2025	935
6	2026	987
7	2027	1041
8	2028	1097
9	2029	1155
10	2030	1216
11	2031	1281
12	2032	1348
13	2033	1418
14	2034	1491
15	2035	1569
16	2036	1650
17	2037	1734
18	2038	1824
19	2039	1918
20	2040	2019

TASA DE CRECIMIENTO VEHICULAR

PERIODO	AÑO	TPDA	CRECIMIENTO
0	2020	711	-
1	2021	751	5.63
2	2022	795	5.86
3	2023	840	5.66
4	2024	887	5.60
5	2025	935	5.41
6	2026	987	5.56
7	2027	1041	5.47
8	2028	1097	5.38
9	2029	1155	5.29
10	2030	1216	5.28
11	2031	1281	5.35
12	2032	1348	5.23
13	2033	1418	5.19
14	2034	1491	5.15
15	2035	1569	5.23
16	2036	1650	5.16
17	2037	1734	5.09
18	2038	1824	5.19
19	2039	1918	5.15
20	2040	2019	5.27

PROYECCION DEL TRÁFICO

$$TD = TPDA * FC * Fd * Fc$$

FACTOR DE CRECIMIENTO (FC)

$$FC = \frac{(1 + i)^n}{i} * 365$$

Periodo Sugerido por la Guía AASHTO 1993

TIPO DE CARRETERA	PERIODO DE DISEÑO
Urbana de tránsito elevado	30-50 AÑOS
Interurbana de tránsito elevado	20-50 AÑOS
Pavimentada de baja intensidad de tránsito	15-25 AÑOS
De baja intensidad de tránsito, pavimentación con grava	10-20 ANOS

i=	5	%
n=	20	años

Se elige de la anterior tabla

FC=	19369
------------	-------

FACTOR DE SENTIDO

El factor de Sentido se emplea para diferenciar las vialidades de un sentido, las de doble sentido de manera que para vialidades en doble sentido se utiliza un factor de 0.5 y para vialidades en un solo sentido un factor de 1.0

Fd=	0.5
------------	-----

FACTOR DE CARRIL

Después de ser afectado el tráfico por el factor de Sentido, también debemos de analizar el número de carriles por sentido.

Número de Carriles en cada Dirección	Fc
1	1
2	0.80-1
3	0.60-0.80
4	0.50-0.75

Fc=	1
------------	---

Tráfico Proyectado y Ejes Equivalentes (ESAL)

VEHÍCULOS

CÓDIGO	TPDA	Fd	Fc	FC	TD
1	986	0.5	1	19369	9548953.1
2	154	0.5	1	19369	1491418.6
3	15	0.5	1	19369	145268.0
MB	986	0.5	1	19369	9548953.1
B2	15	0.5	1	19369	145268.0
B3	98	0.5	1	19369	949084.6
C2m	16	0.5	1	19369	154952.6
C2	14	0.5	1	19369	135583.5
C3	0	0.5	1	19369	0.0
CSR	0	0.5	1	19369	0.0
CR	0	0.5	1	19369	0.0
12	0	0.5	1	19369	0.0
TOTAL					22119482

FACTORES EQUIVALENTES DE CARGA (LEF)

El factor equivalente de carga LEF es un valor numérico que expresa la relación entre la pérdida de serviciabilidad ocasionada por una determinada carga de un tipo de eje y la producida por el eje patrón de 18 kips.

Se la presenta a continuación según la ABC:

CLASIFICACION DE VEHICULOS		FACTOR EQUIVALENTE VEHICULAR					
SEGÚN LA "ESTADÍSTICA VIAL DE LA		Pavimento Asfalto			Pavimento de Hormigón		
ADMINISTRADORA BOLIVIANA DE CARRETERAS		SERVICIABILIDAD FINAL = 2.0			SERVICIABILIDAD FINAL = 2.0		
CÓD	TIPO DE VEHICULOS	NE = 4 cm	NE = 8 cm	NE = 12 cm	D = 4 cm	D = 8 cm	D = 12 cm
1	Automóviles y Vagonetas	2.05E-04	2.05E-04	2.05E-04	2.05E-04	2.05E-04	2.05E-04
2	Camionetas (hasta 2 Tn.)	2.05E-04	2.05E-04	2.05E-04	2.05E-04	2.05E-04	2.05E-04
3	Minibuses (hasta 15 pasajeros)	2.05E-04	2.05E-04	2.05E-04	2.05E-04	2.05E-04	2.05E-04
MB	Microbuses (hasta 21 pasajeros; de 2 ejes)	0.132146	0.142815	0.132408	0.136623	0.132585	0.132085
B2	Medianos (hasta 35 pasajeros; de 2 ejes)	1.694616	1.63423	1.617937	1.613144	1.649326	1.661552
B3	Grandes (más de 35 pasajeros; de 3 ejes)	0.897383	0.952612	0.92345	1.385201	1.383924	1.354398
C2m	Camiones Medianos (de 2,5 a 10,0 t; de 2 ejes)	0.132146	0.142815	0.132408	0.136231	0.132585	0.132085
C2	Camiones Medianos (de 2,5 a 10,0 t; de 2 ejes)	1.04566	1.018211	1.003175	1.002418	1.021022	1.0282
C3	Camiones Medianos (de 2,5 a 10,0 t; de 3 ejes)	1.654853	1.66103	1.648199	2.654401	2.741238	2.775336
CSR	Camiones Semiremolque	2.496063	2.452299	2.426188	3.507745	3.62337	3.669342
CR	Camiones Remolque	3.13306	3.065404	3.03853	3.709313	3.805393	3.839728
12	Promedio FEV (Veh. Pesados)	1.398354	1.383677	1.365287	1.768085	1.81118	1.827793

Utilizaremos:



Por lo que:				
CÓDIGO	TPDA	TD	LEF's	N°ESAL's
1	986	9548953.1	0.00020	1956.8
2	154	1491418.6	0.00020	305.6
3	15	145268.0	0.00020	29.8
MB	986	9548953.1	0.13215	1261856.0
B2	15	145268.0	1.69462	246173.6
B3	98	949084.6	0.89738	851692.4
C2m	16	154952.6	0.13215	20476.4
C2	14	135583.5	1.04566	141774.3
C3	0	0.0	1.65485	0.0
CSR	0	0.0	2.49606	0.0
CR	0	0.0	3.13306	0.0
12	0	0.0	1.39835	0.0
	TOTAL	22119481.6		2524264.7

FACTOR CAMION

Para expresar el daño que produce el tráfico, en términos del deterioro que produce un vehículo en particular, hay que considerar la suma de los daños producidos por cada eje de ese tipo de vehículo. De este criterio nace el concepto de Factor de Camión, que se define como el número de ESAL's por número de vehículo. Este factor puede ser calculado para cada tipo de camiones, o para todos los vehículos como un promedio de una determinada configuración de tráfico.

$$TF = \frac{N^{\circ}ESAL's}{N^{\circ}DE\ CAMIONES\ (TPDA)}$$

TF= 0.11

NÚMERO TOTAL DE EJES SIMPLES EQUIVALENTES (ESAL's)

Se calcula para el carril de diseño utilizando la siguiente ecuación:

$$ESAL's = TPDA * FC * F_d * F_C * TF * 365$$

VEHICULOS CÓDIGO	TPDA	FD	fc	FC	TD	N°ESAL's	FACTOR CAMION	N°ESAL's
1	986	0.5	1	19369	9548953.1	1956.8	0.11	1089721.966
2	154	0.5	1	19369	1491418.6	305.6	0.11	170199.9825
3	15	0.5	1	19369	145268.0	29.8	0.11	16577.92038
MB	986	0.5	1	19369	9548953.1	1261856.0	0.11	1089721.966
B2	15	0.5	1	19369	145268.0	246173.6	0.11	16577.92038
B3	98	0.5	1	19369	949084.6	851692.4	0.11	108309.0798
C2m	16	0.5	1	19369	154952.6	20476.4	0.11	17683.11507
C2	14	0.5	1	19369	135583.5	141774.3	0.11	15472.72569
C3	0	0.5	1	19369	0.0	0.0	0.11	0
CSR	0	0.5	1	19369	0.0	0.0	0.11	0
CR	0	0.5	1	19369	0.0	0.0	0.11	0
12	0	0.5	1	19369	0.0	0.0	0.11	0
				TOTAL	22119482	2524264.7		2524265
ESAL's DISEÑO=				1262132	EJES EQUIVALENTES DE 18kips ó 8.2Ton			

ANEXO 5
APLICACIÓN DE LOS MÉTODOS AASHTO Y
RACIONAL

DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE

CALCULO DEL ESPESOR DE PAVIMENTO FLEXIBLE

El diseño para el pavimento flexible según la AASHTO está basado en la determinación del Número Estructural “SN” que debe soportar el nivel de carga exigido por el proyecto.

A continuación se describe las variables que se consideran en el método AASHTO:

PERIODO DE DISEÑO

Se define como el tiempo elegido al iniciar el diseño, para el cual se determinan las características del pavimento, evaluando su comportamiento para distintas alternativas a largo plazo, con el fin de satisfacer las exigencias del servicio durante el periodo de diseño elegido, a un costo razonable.

Generalmente el periodo de diseño será mayor al de la vida útil del pavimento, porque incluye en el análisis al menos una rehabilitación o recrecimiento, por lo tanto éste será superior a 20 años.

Los periodos de diseño recomendados por la AASHTO se muestran a continuación:

TIPO DE CARRETERA	PERIODO DE DISEÑO (Años)
Urbana de tránsito elevado.	30 – 50
Interurbana de tránsito elevado	20 – 50
Pavimentada de baja intensidad de tránsito	15 – 25
De baja intensidad de tránsito, pavimentación con grava	10 – 20

Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures 1993

PERIODO DE DISEÑO 20 Años

VALOR DE ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD (ΔPSI)

Para el diseño es necesario seleccionar un índices de serviciabilidad inicial y terminal.

El índice de Serviciabilidad terminal o final de diseño deberá ser tal que culminado el periodo de vida proyectado, la vía (superficie de rodadura) ofrezca una adecuada serviciabilidad

- Índice de serviciabilidad inicial (P_i)

4.2	pavimentos flexible	P_i	4.20
4.5	pavimentos rígidos		

- Índice de serviciabilidad final (P_t)

2.5 ó 3.0	para caminos muy impo.	P_t	2.00
2	para caminos de menor transito		

$$\Delta PSI = P_i - P_t \quad \rightarrow \quad \Delta PSI = 2.20$$

CONFIABILIDAD Y DESVIACION ESTÁNDAR

Generalmente ante los incrementos de los volúmenes de tráfico, de las dificultades para diversificar el tráfico y de las expectativas de disponibilidad del público, debe minimizarse el riesgo de que los pavimentos no se comporten adecuadamente. Este objetivo se alcanza seleccionando niveles de confiabilidad más altos. La Tabla nos presenta los niveles de confiabilidad recomendados para varias clasificaciones funcionales.

Clasificación funcional	Nivel de confiabilidad recomendado (R)					
	Urbano			Rural		
Autopista y carreteras	85	-	99.9	80	-	99.9
Arterias principales	80	-	99	75	-	95
Colectoras	80	-	95	75	-	95
Locales	50	-	80	50	-	80

Confiabilidad R= 90%

La selección de un nivel apropiado de confiabilidad para el diseño de una vialidad particular, depende primeramente del uso del proyectado y de las consecuencias (riesgos)

Confiabilidad (R%)	Desviación normal estándar (ZR)
50	0.000
60	-0.253
70	-0.524
75	-0.674
80	-0.841
85	-1.037
90	-1.282
91	-1.340
92	-1.405
93	-1.476
94	-1.555
95	-1.645
96	-1.751
97	-1.881
98	-2.054
99	-2.327
99.9	-3.090
99.99	-3.750

Zr= -1.282

Criterio para la selección de la Desviación estandar total (So)

0.30	-	0.40	Pavimentos rígidos
0.40	-	0.50	Pavimentos flexibles

So=	0.45
-----	------

COEFICIENTE DE DRENAJE (m)

El drenaje, es un factor determinante en el comportamiento de la estructura del pavimento a lo largo de su vida útil y por lo tanto lo es también en el diseño del mismo m=1 seleccionado por el tipo de suelo encontrado que son buenos para el drenaje.

	Tiempo de Eliminación del Agua en
Excelente	2 Horas
Bueno	1 Día
Regular	1 Semana
Pobre	1 Mes
Malo	El Agua no Drena

Calidad de Drenaje	Porcentaje de tiempo anual en que la estructura del pavimento está expuesta a niveles cercanos a saturación						
	0%	1%	1%	5%	5%	25%	25% a más
Excelente	1.40	1.35	1.35	1.30	1.30	1.20	1.20
Bueno	1.35	1.25	1.25	1.15	1.15	1.00	1.00
Regular	1.25	1.15	1.15	1.05	1.00	0.80	0.80
Pobre	1.15	1.05	1.05	0.80	0.80	0.60	0.60
Malo	1.05	0.95	0.95	0.75	0.75	0.40	0.40

CBR DE DISEÑO

CBR diseño=	11.00	%
-------------	-------	---

MODULO RESILIENTE

Para el diseño de pavimentos flexibles deben utilizarse valores medios resultantes de los ensayos de laboratorio, las diferencias que se puedan presentar están consideradas en el nivel de confiabilidad R.

Con los resultados de los daños relativos se obtiene el valor promedio anual. El módulo de resiliencia que corresponda al Uf promedio es el valor que se debe utilizar para el diseño. Si no se tiene la posibilidad de obtener esta información se puede estimar el valor del MR en función del CBR.

Para calcular el módulo de resiliencia a partir del CBR se han desarrollado las siguientes formulas empíricas:

$$MR = 1500 \times CBR \text{ para } CBR < 7.2\%$$

$$MR = 3000 \times CBR^{0.65} \text{ para } 7.2\% \leq CBR \leq 20.0\%$$

Para materiales de sub-rasante con valores de CBR $\geq 20.0\%$, se deberán emplear otras formas de correlación, tal como la recomendada por la propia Guía de Diseño AASHTO 93.

Por lo tanto para nuestro caso haremos uso de la formula;

$$MR_{SUBRASANTE} = 3000 * CBR_{DISEÑO}^{0.65}$$

$$MR_{SUBRASANTE} = 1500 * CBR_{DISEÑO}$$

MRs=	14256.95	psi
------	----------	-----

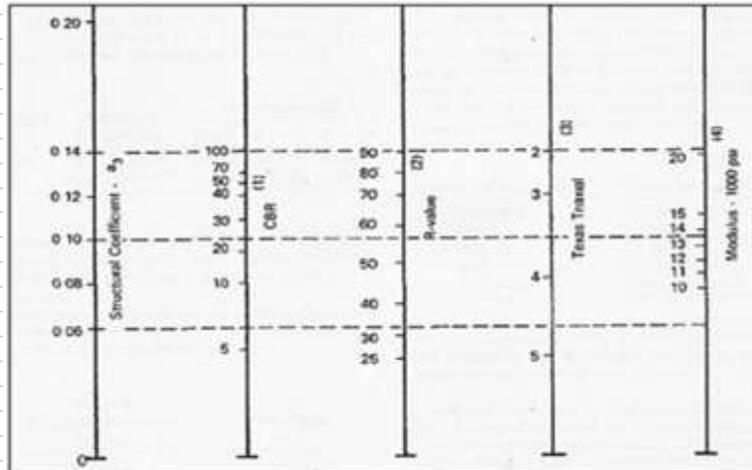
SUB-BASE

Para trabajar el material de la subbase es necesario tomar un CRB de acuerdo a las especificaciones del INVIAS el cual establece, un mínimo de 30%.

CBR =	30	%
-------	----	---

En nomograma de la AASHTO se entra con el valor escogido del CBR para este caso un CBR: 30% y con este se determina el modulo resiliente del material.

Nomograma para calcular coeficiente estructural de la sub-base granular



a3 =	0.107
------	-------

Para un valor de CBR de 30% en el nomograma se obtiene el valor de un modulo resiliente

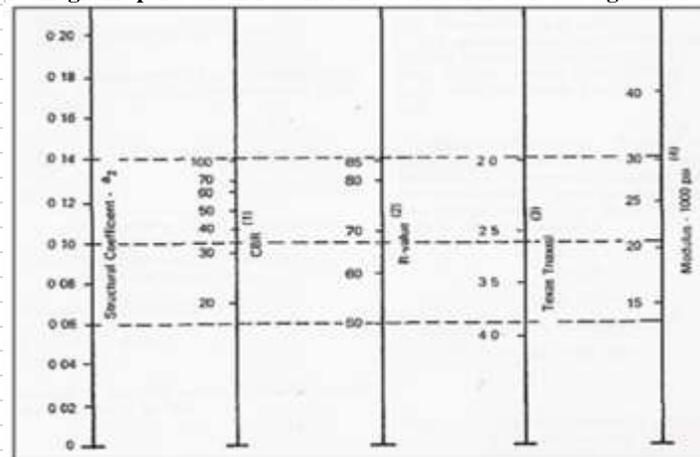
MRs =	14700	psi
-------	-------	-----

BASE

Para la caracterización el material debe cumplir con las especificaciones de la norma INVIAS; que exige un CBR mínimo de 80% el cual debe ser analizado en el nomograma de la ASSHTO y de esta manera obtener el coeficiente a2 y modulo resiliente del material.

Para este caso se toma un CBR: 80%

Nomograma para calcular coeficiente estructural de la base granular



a2 =	0.132
------	-------

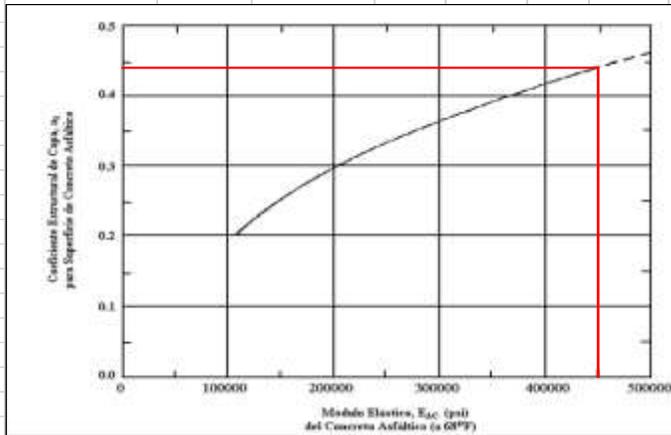
Del nomograma se obtiene un a2: 0.130 y un modulo resiliente (MR):28000Psi

MRs =	28400	psi
-------	-------	-----

CONCRETO ASFALTICO

Módulo elástico del concreto asfáltico a 20°C (68°F) = 3100 MPa = 450000 psi

MRc= 450000 psi

Ábaco para estimar el N° estructural de la carpeta asfáltica "a1".

a1= 0.440

MRc= 450000 psi

RESUMEN	CBR (%)	MR (psi)	MR(kg/cm2)
CARPETA ASF	-	450000.0	31704.61
SUB-RASANTE	11	14256.9	1004.47
SUB-BASE	30	14700.0	1035.68
BASE	80	28400.0	2000.91

El método está basado en el cálculo del Número Estructural "SN" sobre la capa subrasante o cuerpo del terraplén. Para esto se dispone la ecuación siguiente:

$$\log W_{18} = Z_R * S_o + 9,36 \log(SN + 1) - 0,20 + \frac{\log \frac{\Delta PSI}{4,2 - 1,5}}{0,40 + \frac{1,094}{(SN + 1)^{5,19}}} + 2,32 * \log MR - 8,07$$

N= W18= 1262132 Ejes de 8,2 ton (18 Kíps)

Una vez terminado el número acumulado de vehículos que transitarán en el carril de diseño y durante el periodo de diseño, es posible convertir esta cantidad de vehículos comerciales a ejes simples equivalentes de 8.2

MATERIALES

ASFALTO --> MR= 450000.0 psi

E: Módulo resiliente de concreto asfáltico

a1= 0.44 coeficiente estructural de la carpeta asfáltica.

BASE --> MR= 28400.0 psi

E: Módulo resiliente de la base granular

a2= 0.132 coeficiente estructural de la base

CBR % = 80 Capacidad de soporte de la base

SUB-BASE --> MR= 14700.0 psi

E: Módulo resiliente de la sub-base granular

a3= 0.107 coeficiente estructural de la sub-base

CBR % = 30 Capacidad de soporte de la sub-base

SUBRASANTE --> CBR % = 11

MR SUBRASANTE= 14256.9458 psi

PARÁMETROS DE CONFIABILIDAD.

Confianza= 90.00% **Zr= -1.282**

Desviación estándar (So)= 0.45

Confianza: Probabilidad de que una sección diseñada, usando dicho proceso, se comportara bajo las condiciones de tránsito y ambientales definidas durante el periodo de diseño.

Zr: Valores del fractil de la ley normal centrada.

PARÁMETROS DE SERVICIABILIDAD.				
Pi=	4.20		Pt=	2.00
	ΔPSI=	2.2		
Pi: Serviciabilidad cuando la vía esté nueva				
Pt: Serviciabilidad una vez transcurrido el período de diseño				
ΔPSI: Pérdida de serviciabilidad durante el período de diseño				
Definir el intervalo en el cual se encuentra el número de eje equivalentes W18				
W18 x10⁶=		0,50 - 2,00		
		pulgada	cm	corr. Pulgada
D1 min (asfalto)=		3	7.5	2.96
D2 min (BG)=		6	15	5.91
CÁLCULO DE SN.				
LOG₁₀ (w18)=	6.1011	=		6.1011
Calcular SN con ayuda de la herramienta <i>solve</i> .				
	SN=	2.75		

ESPEORES MÍNIMOS DE CONCRETO ASFÁLTICO Y BASE GRANULAR POR EL MÉTODO AASHTO

$W_{18} = 1,262,132$ Ejes de 8,2 ton (18 Kips)
 $\text{Log} W_{18} = 6.1011$

Número de ESALs	Concreto asfáltico	Concreto asfáltico	Base granular	Base granular
Menos de 50,000	2.5 cm		10 cm	4 "
50,000 – 150,000	5.0 cm	2"	10 cm	4 "
150,000 – 500,000	6.5 cm	2.5"	10 cm	4 "
500,000 – 2,000,000	7.5 cm	3"	15 cm	6 "
2,000,000 – 7,000,000	9.0 cm	3.5"	15 cm	6 "
Más de 7,000,000	10.0 cm	4"	15 cm	6 "

D_1 y D_2 son espesores mínimos que dependerán del número de ejes W_{18} que se tiene para el diseño en nuestro caso tenemos 1,262,132 entonces vamos a la tabla donde dice 500,000 – 2,000,000 y nos indica que para la capa asfáltica y para la base granular el espesor será:

	espesor	Pulg.	cm.	cm.
Concreto asfáltico	$D_1 =$	3	7.5	8
Base granular	$D_2 =$	6	15	15

Coeficiente estructural	
Concreto asfáltico	$a_1 = 0.44$
Base granular	$a_2 = 0.132$

$$SN_1^* = a_1 * D_1$$

$$SN_1^* = 1.32$$

Coeficiente de drenaje	$m_2 =$	1
------------------------	---------	---

$$SN_2^* = a_2 * D_2 * m_2$$

$$SN_2^* = 0.79$$

Calculo del número estructural requerido por la subbase granular

El método está basado en el cálculo del Número Estructural "SN" sobre la capa subrasante o cuerpo del terraplén. Para esto se dispone la ecuación siguiente:

$$\log W_{18} = Z_R * S_o + 9,36 \log(SN + 1) - 0,20 + \frac{\log \frac{\Delta PSI}{4,2 - 1,5}}{0,40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5,19}}} + 2,32 * \log MR - 8,07$$

Calculo del módulo de resiliencia (MR) de la subrasante.

Para calcular el módulo de resiliencia a partir del CBR se han desarrollado las siguientes formulas empíricas:

$$MR = 1500 * CBR \text{ para } CBR < 7.2\%$$

$$MR = 3000 * CBR^{0.65} \text{ para } 7.2\% \leq CBR \leq 20.0\%$$

Por lo tanto para nuestro caso haremos uso de las formulas:

$$MR_{SUBRASANTE} = 1500 * CBR_{DISEÑO}$$

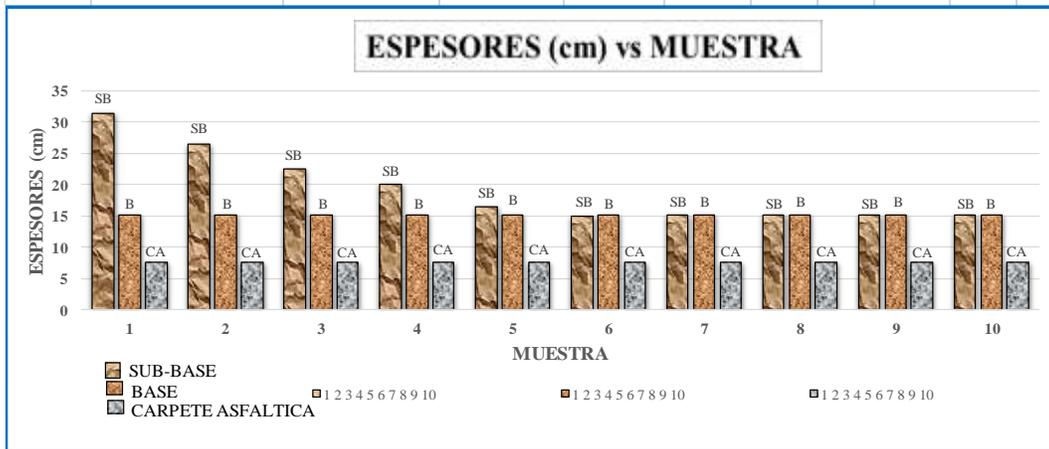
$$MR_{SUBRASANTE} = 3000 * CBR_{DISEÑO}^{0.65}$$

$a_3 = 0.107$
 $m_3 = 1$
 $Z_r = -1.282$
 $S_o = 0.45$
 $\Delta PSI = 2.2$
 $W_{18} = 1,262,132$ Ejes de 8,2 ton (18 Kips)
 $\text{Log} W_{18} = 6.10$

Calculo del número estructural requerido por la subbase granular y calculo del espesor de la subbase granular.

CBR (%)	Mr subrasante (Psi)	SN ₃	SN ₁ [*]	SN ₂ [*]	SN ₃ [*]	D ₁	D ₂	D ₃	LogW ₁₈
5	7500	3.44	1.32	0.79	3.44	3	6	12	6.10
6	9000	3.23	1.32	0.79	3.23	3	6	10	6.10
7	10500	3.06	1.32	0.79	3.06	3	6	9	6.10
8	11591.24	2.95	1.32	0.79	2.95	3	6	8	6.10
10	13400.51	2.81	1.32	0.79	2.81	3	6	6	6.10
11	14256.95	2.75	1.32	0.79	2.75	3	6	6	6.10
12	15086.52	2.69	1.32	0.79	2.75	3	6	6	6.10
13	15892.22	2.64	1.32	0.79	2.75	3	6	6	6.10
14	16676.48	2.59	1.32	0.79	2.75	3	6	6	6.10
18	19635.79	2.45	1.32	0.79	2.75	3	6	6	6.10

N° De muestra	Espesores de la capa estructural			Espesor total de la capa estructural
	D ₁ (cm)	D ₂ (cm)	D ₃ (cm)	
1	8	15	32	54
2	8	15	27	49
3	8	15	22	45
4	8	15	20	43
5	8	15	16	39
6	8	15	15	38
7	8	15	15	38
8	8	15	15	38
9	8	15	15	38
10	8	15	15	38



METODO RACIONAL

Calculo del módulo resiliente de la sub-rasante a partir del C.B.R.

Para materiales de sub-rasante con $CBR \leq 7.2\%$.

$$MR = 1500 * CBR$$

Para materiales de sub-rasante con $7.2\% \leq CBR \leq 20.0\%$

$$MR = 3000 * (CBR)^{0.65}$$

Calculo del módulo resiliente de la sub-base a partir del módulo de la subrasante.

$$E_n = E_{n+1} [1 + 7.18 * \log(h_n) - 1.56 * \log(E_{n+1}) * \log(h_n)]$$

Donde:

E_{n+1} = Módulo resiliente de la sub-rasante (psi)

h_n = Espesor de la sub-base (pulg)

Calculo del módulo resiliente de la base a partir del módulo de la sub-base.

$$E_n = E_{n+1} [1 + 10.52 * \log(h_n) - 2.1 * \log(E_{n+1}) * \log(h_n)]$$

Donde:

E_{n+1} = Módulo resiliente de la sub-base (psi)

h_n = Espesor de la base (pulg)

Módulo resiliente de la capa asfáltica.

Módulo elástico del concreto asfáltico a 20°C (68°F) = 3100 MPa.

$$MR = 450000 \text{ Psi}$$

		Espesores de la capa estructural						Calculo del módulo resiliente (E)							
	SB-R	CA	B	SB-B	CA	B	SB-B	CA	B	SB-B	SB-R	CA	B	SB-B	SB-R
	CBR	D ₁	D ₂	D ₃	D ₁	D ₂	D ₃	E	E	E	E	E	E	E	E
N°	(%)	(pulg)	(pulg)	(pulg)	(cm)	(cm)	(cm)	(Psi)	(Psi)	(Psi)	(Psi)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)
1	5	4	6	12	9	16	32	450000	38926	16808	7500	31705	2743	1184	528
2	6	4	6	10	9	16	27	450000	41205	18272	9000	31705	2903	1287	634
3	7	4	6	9	9	16	23	450000	43215	19612	10500	31705	3045	1382	740
4	8	4	6	8	9	16	20	450000	44247	20318	11591	31705	3117	1431	817
5	10	3	6	7	8	16	19	450000	46754	22086	13401	31705	3294	1556	944
6	11	3	6	7	8	15	18	450000	46782	22741	14257	31705	3296	1602	1004
7	12	3	6	7	8	15	17	450000	47567	23325	15087	31705	3351	1643	1063
8	13	3	6	6	8	15	16	450000	48259	23846	15892	31705	3400	1680	1120
9	14	3	6	6	8	15	15	450000	48869	24310	16676	31705	3443	1713	1175
10	18	3	6	6	8	15	15	450000	52219	26948	19636	31705	3679	1899	1383

Temperatura de la capa asfáltica (°C)	Relación de Poisson (v)	Material	Relación de Poisson (u)
< 5	0.15 – 0.20	Suelo cal	0.15 – 0.20
5 – 21	0.20 – 0.30	Estabilizado con cal y ceniza volante	0.10 – 0.15
21 – 37	0.30 – 0.40	Estabilización de granulares con cemento	0.10 – 0.20
37 – 54	0.40 – 0.48	Estabilización de finos con cemento	0.15 – 0.35
> 54	0.45 – 0.48	Bases y subbases granulares	0.30 – 0.35
		Subrasante de suelo fino	0.4
		Subrasante de suelo granular	0.3

MÉTODO INSTITUTO DE ASFÁLTO

Leyes de fatiga para la deformación radial admisible en la base de la carpeta asfáltica.

$$N = 0.0796 * \epsilon_{tadm}^{-3.291} * E_{CA}^{-0.854}$$

Donde:

ϵ_{tadm} = Deformación de tracción admisible de la capa asfáltica.

N = Transito de diseño expresado en ejes equivalentes de 80 KN en el carril de diseño.

EAC = Módulo resiliente de la carpeta asfáltica (kg/cm²)

Leyes de fatiga para la deformación vertical admisible en la subrasante.

$$N = 0.00000000136 * \epsilon_{Zadm}^{-4.477}$$

Donde:

ϵ_{Zadm} = Deformación de compresión admisible sobre la subrasante.

N = Transito de diseño expresado en ejes equivalentes de 80 KN en el carril de diseño.

Esfuerzo vertical admisible en la subrasante.

$$\sigma_{Zadm} = 0.007 * \frac{E_{SR}}{1 + 0.7 * \log(N)}$$

Donde:

σ_{Zadm} = Esfuerzo vertical admisible de compresión sobre la subrasante (kg/cm²)

N = Transito de diseño expresado en ejes equivalentes de 80 KN en el carril de diseño.

ESR = Módulo resiliente de la subrasante (kg/cm²)

Leyes de fatiga en el comportamiento a la deflexión admisible de la estructura de pavimento.

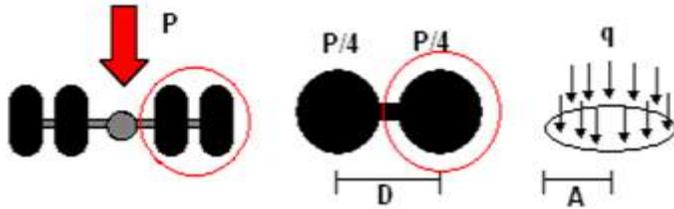
$$\Delta Z_{adm} = 25.64 * N^{-0.2383}$$

Donde:

ΔZ_{adm} = Deflexión vertical admisible en la superficie (mm).

N = Transito de diseño expresado en ejes equivalentes de 80 KN en el carril de diseño.

Carga en la superficie del pavimento



Modelo	P(ton)	A(cm)	D(cm)	q(kg/cm ²)
MOPT UNICAUCA	8.2	10.8	32.4	5.6

Material	Relación de Poisson (u)
Carpeta Asfáltica	0.35
Capa Base	0.35
Capa Subbase	0.35
Capa Subrasante	0.40

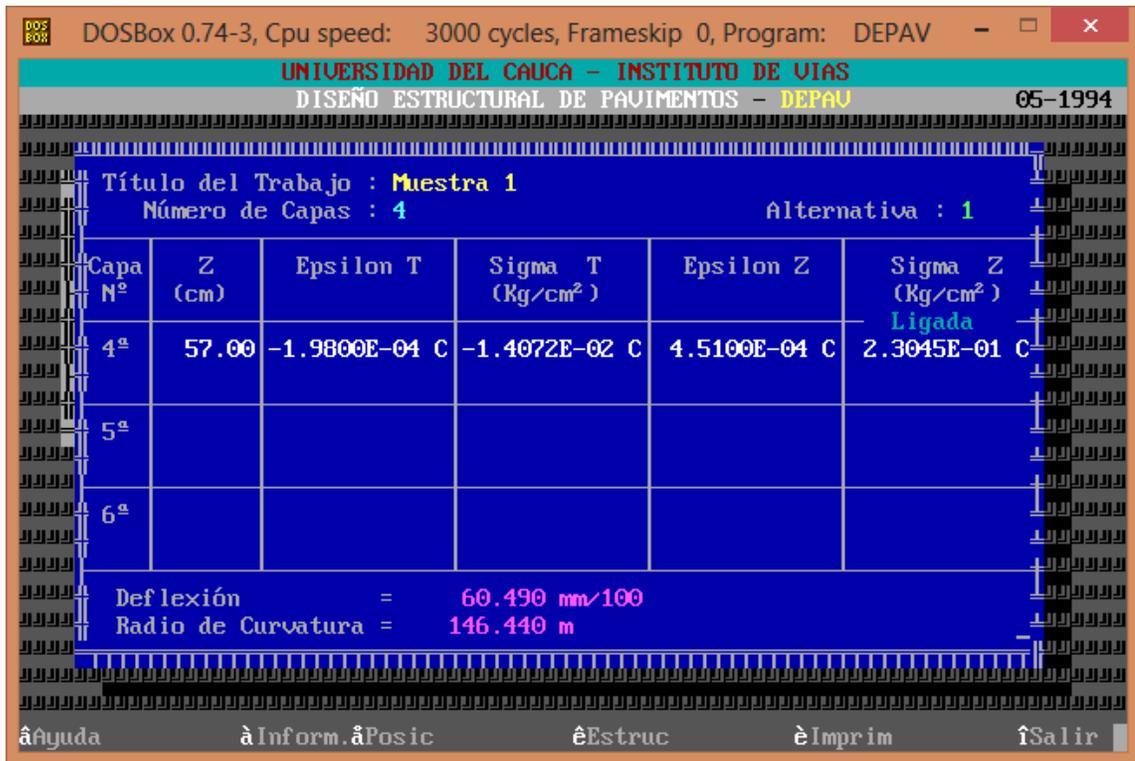
N=

1262132

Ejes de 80 KN (18 Kips)

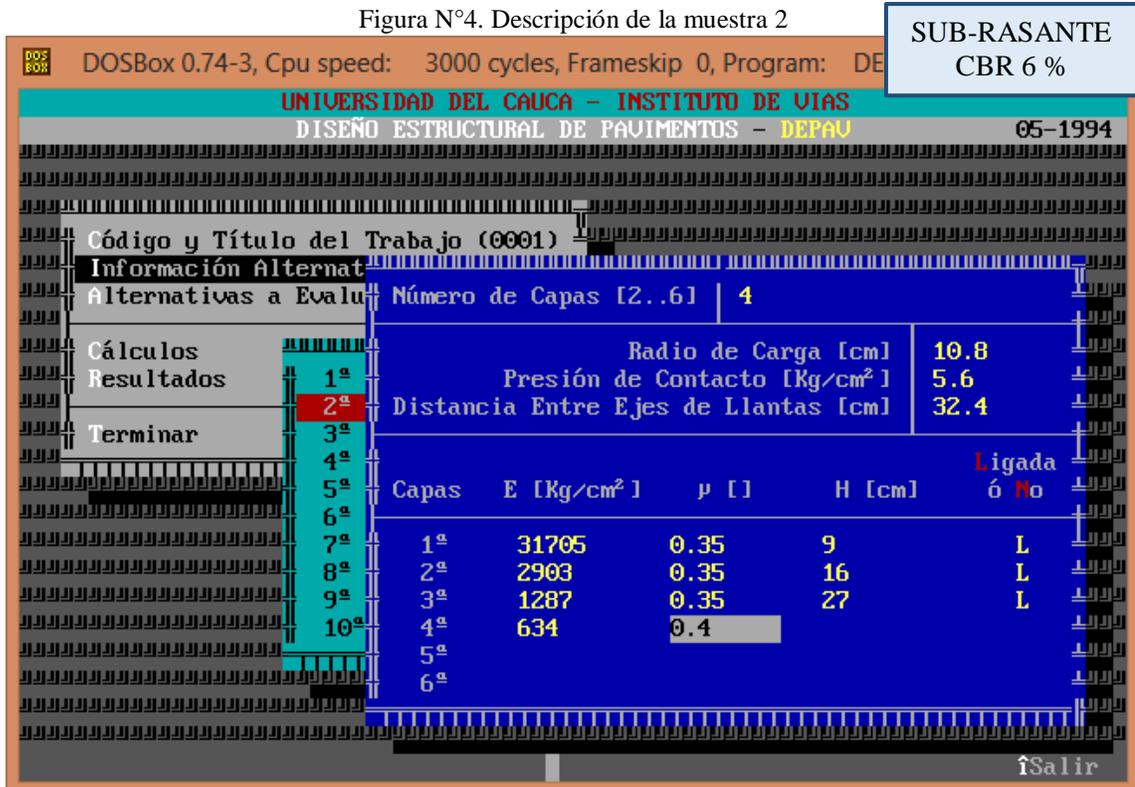
N°	Deformación por Tracción		Deformación por Compresión		Esfuerzo de Compresión		Deflexión	
	ϵ_{tadm}	$\geq \epsilon_t$	ϵ_{Zadm}	$\geq \epsilon_Z$	σ_{Zadm}	$\geq \sigma_Z$	Δ_{Zadm}	$\geq \Delta_z$
1	0.000440692	0.000256	0.000453719	0.000451	0.70	0.23045	0.9016	0.6049
2	0.000440692	0.000247	0.000453719	0.000448	0.84	0.27736	0.9016	0.5479
3	0.000440692	0.000239	0.000453719	0.000445	0.98	0.32324	0.9016	0.5028
4	0.000440692	0.000236	0.000453719	0.000450	1.08	0.36301	0.9016	0.4781
5	0.000440692	0.000238	0.000453719	0.000442	1.25	0.41400	0.9016	0.4503
6	0.000440692	0.000240	0.000453719	0.000451	1.33	0.45173	0.9016	0.4410
7	0.000440692	0.000237	0.000453719	0.000445	1.41	0.47314	0.9016	0.4260
8	0.000440692	0.000235	0.000453719	0.000441	1.49	0.49557	0.9016	0.4129
9	0.000440692	0.000232	0.000453719	0.000438	1.56	0.51903	0.9016	0.4014
10	0.000440692	0.000221	0.000453719	0.000387	1.84	0.54248	0.9016	0.3564

Figura N° 3. Resultados del análisis



Fuente: Elaboración propia

Figura N°4. Descripción de la muestra 2



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 5. Resultados del análisis

DOSBox 0.74-3, Cpu speed: 3000 cycles, Frameskip 0, Program: DEPAV

UNIVERSIDAD DEL CAUCA - INSTITUTO DE VIAS
DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS - DEPAV 05-1994

Título del Trabajo : **Muestra 2**
 Número de Capas : **4** Alternativa : **2**

Capa N°	Z (cm)	Epsilon T	Sigma T (Kg/cm²)	Epsilon Z	Sigma Z (Kg/cm²)
1ª	0.00	2.8100E-04 B	1.5601E+01 B	-1.5400E-04 C	5.5982E+00 A
	9.00	-2.4700E-04 B	-9.9727E+00 B	2.6700E-04 A	2.0394E+00 B
2ª	9.00	-2.4700E-04 B	8.4737E-02 A	6.6200E-04 B	2.0394E+00 B
	25.00	-2.8900E-04 C	-7.5356E-01 C	3.9900E-04 C	7.2501E-01 C
3ª	25.00	-2.8900E-04 C	-1.1625E-01 C	5.9400E-04 C	7.2501E-01 C
	52.00	-1.9900E-04 C	-2.2841E-01 C	3.3200E-04 C	2.7736E-01 C

Deflexión = 54.790 mm/100
 Radio de Curvatura = 151.730 m

âAyuda à Inform. âPosic êEstruc èImprim îSalir

Fuente: Elaboración propia

Figura N° 6. Resultados del análisis

DOSBox 0.74-3, Cpu speed: 3000 cycles, Frameskip 0, Program: DEPAV

UNIVERSIDAD DEL CAUCA - INSTITUTO DE VIAS
DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS - DEPAV 05-1994

Título del Trabajo : **Muestra 2**
 Número de Capas : **4** Alternativa : **2**

Capa N°	Z (cm)	Epsilon T	Sigma T (Kg/cm²)	Epsilon Z	Sigma Z (Kg/cm²)
4ª	52.00	-1.9900E-04 C	-1.5805E-02 C	4.4800E-04 C	2.7736E-01 C
5ª					
6ª					

Deflexión = 54.790 mm/100
 Radio de Curvatura = 151.730 m

âAyuda à Inform. âPosic êEstruc èImprim îSalir

Fuente: Elaboración propia

Figura N° 9. Resultados del análisis

DOSBOX DOSBox 0.74-3, Cpu speed: 3000 cycles, Frameskip 0, Program: DEPAV

UNIVERSIDAD DEL CAUCA - INSTITUTO DE VIAS
DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS - DEPAV 05-1994

Título del Trabajo : **Muestra 3**
 Número de Capas : **4** Alternativa : **3**

Capa N°	Z (cm)	Epsilon T	Sigma T (Kg/cm²)	Epsilon Z	Sigma Z (Kg/cm²)
4ª	48.00	-1.9900E-04 C	-1.7131E-02 C	4.4500E-04 C	3.2324E-01 C
5ª					
6ª					

Deflexión = 50.280 mm/100
 Radio de Curvatura = 156.450 m

âAyuda à Inform.âPosic êEstruc èImprim îSalir

Fuente: Elaboración propia

Figura N°10. Descripción de la muestra 4

DOSBOX DOSBox 0.74-3, Cpu speed: 3000 cycles, Frameskip 0, Program: DEPAV

UNIVERSIDAD DEL CAUCA - INSTITUTO DE VIAS
DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS - DEPAV 05-1994

Código y Título del Trabajo (0004)

Información Alternat

Alternativas a Evalu

Número de Capas [2..6] | **4**

Cálculos

Resultados

Terminar

Radio de Carga [cm] | **10.8**
 Presión de Contacto [Kg/cm²] | **5.6**
 Distancia Entre Ejes de Llantas [cm] | **32.4**

Capas	E [Kg/cm²]	μ []	H [cm]	Ligada ó No
1ª	31705	0.35	9	L
2ª	3117	0.35	16	L
3ª	1431	0.35	20	L
4ª	817	0.4		
5ª				
6ª				

Sub-RASANTE
 CBR 8 %

îSalir

Fuente: Elaboración propia

Figura N° 11. Resultados del análisis

DOSBOX 0.74-3, Cpu speed: 3000 cycles, Frameskip 0, Program: DEPAV

UNIVERSIDAD DEL CAUCA - INSTITUTO DE VIAS
 DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS - DEPAV 05-1994

Título del Trabajo : Muestra 4
 Número de Capas : 4 Alternativa : 4

Capa N°	Z (cm)	Epsilon T	Sigma T (Kg/cm²)	Epsilon Z	Sigma Z (Kg/cm²)
1ª	0.00	2.6900E-04 B	1.5092E+01 B	-1.4400E-04 C	5.5982E+00 A
	9.00	-2.3600E-04 B	-9.4628E+00 B	2.6000E-04 A	2.1006E+00 B
2ª	9.00	-2.3600E-04 B	9.0141E-02 A	6.3500E-04 B	2.1006E+00 B
	25.00	-2.6900E-04 C	-7.4642E-01 C	3.7400E-04 C	7.3826E-01 C
3ª	25.00	-2.6900E-04 C	-1.2746E-01 C	5.4700E-04 C	7.3826E-01 C
	45.00	-2.0200E-04 C	-2.2739E-01 C	3.5400E-04 C	3.6301E-01 C

Deflexión = 47.810 mm/100
 Radio de Curvatura = 158.800 m

âAyuda à Inform.âPosic êEstruc èImprim îSalir

Fuente: Elaboración propia

Figura N° 12. Resultados del análisis

DOSBOX 0.74-3, Cpu speed: 3000 cycles, Frameskip 0, Program: DEPAV

UNIVERSIDAD DEL CAUCA - INSTITUTO DE VIAS
 DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS - DEPAV 05-1994

Título del Trabajo : Muestra 4
 Número de Capas : 4 Alternativa : 4

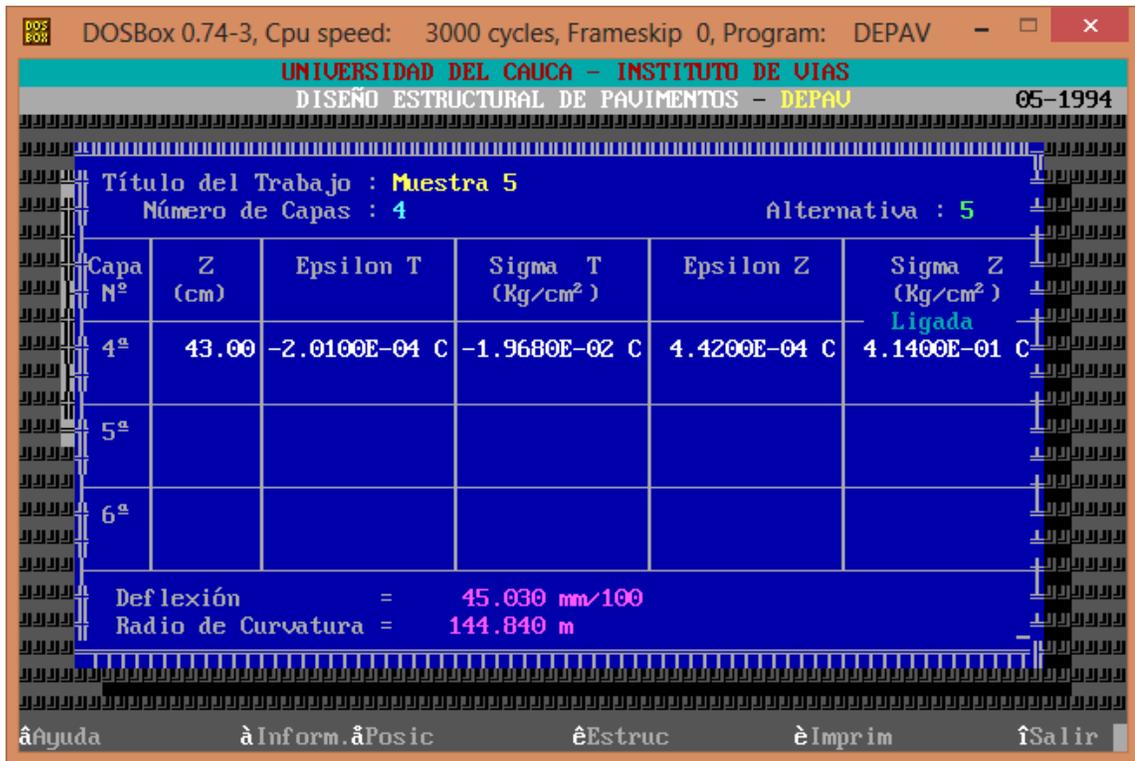
Capa N°	Z (cm)	Epsilon T	Sigma T (Kg/cm²)	Epsilon Z	Sigma Z (Kg/cm²)
4ª	45.00	-2.0200E-04 C	-1.7947E-02 C	4.5000E-04 C	3.6301E-01 C
5ª					
6ª					

Deflexión = 47.810 mm/100
 Radio de Curvatura = 158.800 m

âAyuda à Inform.âPosic êEstruc èImprim îSalir

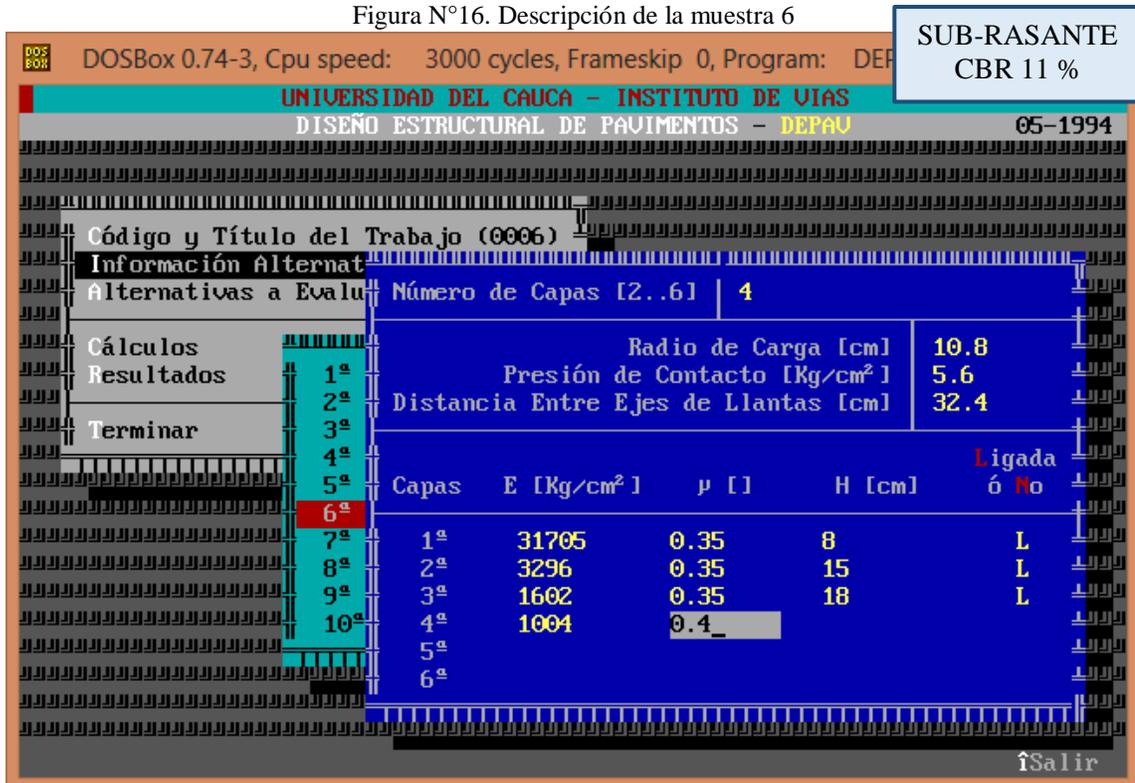
Fuente: Elaboración propia

Figura N° 15. Resultados del análisis



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 16. Descripción de la muestra 6



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 17. Resultados del análisis

DOSBox 0.74-3, Cpu speed: 3000 cycles, Frameskip 0, Program: DEPAV

UNIVERSIDAD DEL CAUCA - INSTITUTO DE VIAS
 DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS - DEPAV 05-1994

Título del Trabajo : Muestra 6
 Número de Capas : 4 Alternativa : 6

Capa N°	Z (cm)	Epsilon T	Sigma T (Kg/cm²)	Epsilon Z	Sigma Z (Kg/cm²)
1ª	0.00	2.8100E-04 B	1.5601E+01 B	-1.4800E-04 B	5.5982E+00 A
	8.00	-2.4000E-04 B	-9.5240E+00 B	2.7700E-04 A	2.4473E+00 B
2ª	8.00	-2.4000E-04 B	1.8966E-01 B	6.8300E-04 B	2.4473E+00 B
	23.00	-2.7800E-04 C	-7.5764E-01 C	3.8600E-04 B	8.6063E-01 C
3ª	23.00	-2.7800E-04 C	-1.3052E-01 C	5.5700E-04 C	8.6063E-01 C
	41.00	-2.0600E-04 C	-2.3249E-01 C	3.7000E-04 C	4.5173E-01 C

Deflexión = 44.100 mm/100
 Radio de Curvatura = 144.110 m

âAyuda à Inform.âPosic êEstruc èImprim îSalir

Fuente: Elaboración propia

Figura N° 18. Resultados del análisis

DOSBox 0.74-3, Cpu speed: 3000 cycles, Frameskip 0, Program: DEPAV

UNIVERSIDAD DEL CAUCA - INSTITUTO DE VIAS
 DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS - DEPAV 05-1994

Título del Trabajo : Muestra 6
 Número de Capas : 4 Alternativa : 6

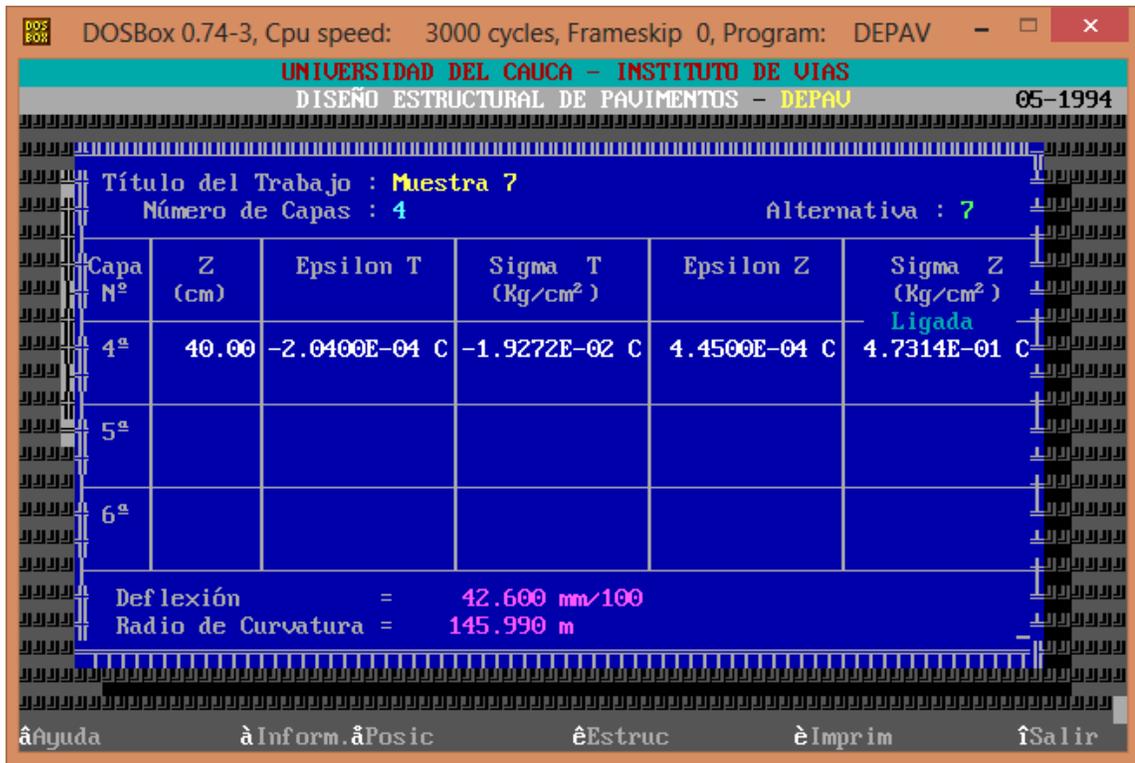
Capa N°	Z (cm)	Epsilon T	Sigma T (Kg/cm²)	Epsilon Z	Sigma Z (Kg/cm²)
4ª	41.00	-2.0600E-04 C	-1.9374E-02 C	4.5100E-04 C	4.5173E-01 C
5ª					
6ª					

Deflexión = 44.100 mm/100
 Radio de Curvatura = 144.110 m

âAyuda à Inform.âPosic êEstruc èImprim îSalir

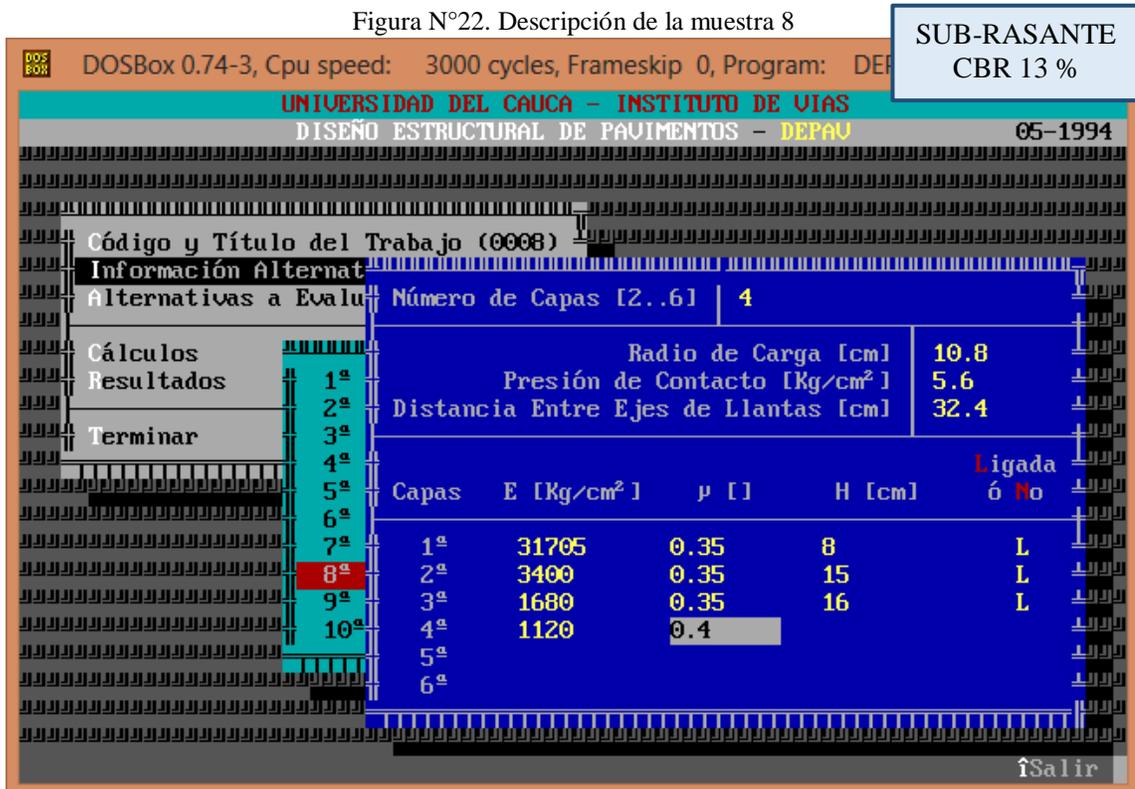
Fuente: Elaboración propia

Figura N° 21. Resultados del análisis



Fuente: Elaboración propia

Figura N°22. Descripción de la muestra 8



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 23. Resultados del análisis

DOSBOX 0.74-3, Cpu speed: 3000 cycles, Frameskip 0, Program: DEPAV

UNIVERSIDAD DEL CAUCA - INSTITUTO DE VIAS
 DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS - DEPAV 05-1994

Título del Trabajo : Muestra 8
 Número de Capas : 4 Alternativa : 8

Capa N°	Z (cm)	Epsilon T	Sigma T (Kg/cm²)	Epsilon Z	Sigma Z (Kg/cm²)
1ª	0.00	2.7400E-04 B	1.5296E+01 B	-1.4100E-04 B	5.5982E+00 A
	8.00	-2.3500E-04 B	-9.2691E+00 B	2.7300E-04 A	2.4779E+00 B
2ª	8.00	-2.3500E-04 B	1.9578E-01 B	6.7000E-04 B	2.4779E+00 B
	23.00	-2.6800E-04 C	-7.4234E-01 C	3.7600E-04 B	8.7286E-01 C
3ª	23.00	-2.6800E-04 C	-1.2950E-01 C	5.3700E-04 B	8.7286E-01 C
	39.00	-2.0300E-04 C	-2.2127E-01 C	3.7300E-04 C	4.9557E-01 C

Deflexión = 41.290 mm/100
 Radio de Curvatura = 147.670 m

âAyuda à Inform.âPosic êEstruc èImprim îSalir

Fuente: Elaboración propia

Figura N° 24. Resultados del análisis

DOSBOX 0.74-3, Cpu speed: 3000 cycles, Frameskip 0, Program: DEPAV

UNIVERSIDAD DEL CAUCA - INSTITUTO DE VIAS
 DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS - DEPAV 05-1994

Título del Trabajo : Muestra 8
 Número de Capas : 4 Alternativa : 8

Capa N°	Z (cm)	Epsilon T	Sigma T (Kg/cm²)	Epsilon Z	Sigma Z (Kg/cm²)
4ª	39.00	-2.0300E-04 C	-1.9068E-02 C	4.4100E-04 C	4.9557E-01 C
5ª					
6ª					

Deflexión = 41.290 mm/100
 Radio de Curvatura = 147.670 m

âAyuda à Inform.âPosic êEstruc èImprim îSalir

Fuente: Elaboración propia

Figura N° 27. Resultados del análisis

DOSBOX DOSBox 0.74-3, Cpu speed: 3000 cycles, Frameskip 0, Program: DEPAV

UNIVERSIDAD DEL CAUCA - INSTITUTO DE VIAS
DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS - DEPAV 05-1994

Título del Trabajo : Muestra 9
Número de Capas : 4 Alternativa : 9

Capa N°	Z (cm)	Epsilon T	Sigma T (Kg/cm²)	Epsilon Z	Sigma Z (Kg/cm²)
4ª	38.00	-2.0200E-04 C	-1.8762E-02 C	4.3800E-04 C	5.1903E-01 C
5ª					
6ª					

Deflexión = 40.140 mm/100
Radio de Curvatura = 149.160 m

ayuda Inform. Posic Estruct Imprim Salir

Fuente: Elaboración propia

Figura N°28. Descripción de la muestra 10

DOSBOX DOSBox 0.74-3, Cpu speed: 3000 cycles, Frameskip 0, Program: D

UNIVERSIDAD DEL CAUCA - INSTITUTO DE VIAS
DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS - DEPAV 05-1994

Código y Título del Trabajo (0010)

Información Alternat

Alternativas a Evalu

Número de Capas [2..6] 4

Cálculos

Resultados

Terminar

Radio de Carga [cm] 10.8
Presión de Contacto [Kg/cm²] 5.6
Distancia Entre Ejes de Llantas [cm] 32.4

Ligada

Capas	E [Kg/cm²]	μ []	H [cm]	ó No
1ª	31705	0.35	8	L
2ª	3679	0.35	15	L
3ª	1899	0.35	15	L
4ª	1383	0.4		
5ª				
6ª				

SUB-RASANTE
CBR 18 %

Salir

Fuente: Elaboración propia

Figura N° 29. Resultados del análisis

DOSBOX 0.74-3, Cpu speed: 3000 cycles, Frameskip 0, Program: DEPAV

UNIVERSIDAD DEL CAUCA - INSTITUTO DE VIAS
 DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS - DEPAV 05-1994

Título del Trabajo : Muestra 10
 Número de Capas : 4 Alternativa : 10

Capa N°	Z (cm)	Epsilon T	Sigma T (Kg/cm²)	Epsilon Z	Sigma Z (Kg/cm²)
1ª	0.00	2.5700E-04 B	1.4582E+01 B	-1.2600E-04 B	5.5982E+00 A
	8.00	-2.2100E-04 B	-8.6063E+00 B	2.6300E-04 A	2.5594E+00 B
2ª	8.00	-2.2100E-04 B	2.1924E-01 B	6.3800E-04 B	2.5594E+00 B
	23.00	-2.4200E-04 C	-6.8626E-01 C	3.4800E-04 B	9.1059E-01 C
3ª	23.00	-2.4200E-04 C	-1.1727E-01 C	4.9100E-04 B	9.1059E-01 C
	38.00	-1.7900E-04 C	-1.9170E-01 C	3.4300E-04 C	5.4248E-01 C

Deflexión = 35.640 mm/100
 Radio de Curvatura = 157.640 m

âAyuda à Inform.âPosic êEstruc èImprim îSalir

Fuente: Elaboración propia

Figura N° 30. Resultados del análisis

DOSBOX 0.74-3, Cpu speed: 3000 cycles, Frameskip 0, Program: DEPAV

UNIVERSIDAD DEL CAUCA - INSTITUTO DE VIAS
 DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS - DEPAV 05-1994

Título del Trabajo : Muestra 10
 Número de Capas : 4 Alternativa : 10

Capa N°	Z (cm)	Epsilon T	Sigma T (Kg/cm²)	Epsilon Z	Sigma Z (Kg/cm²)
4ª	38.00	-1.7900E-04 C	-1.7029E-02 C	3.8700E-04 C	5.4248E-01 C
5ª					
6ª					

Deflexión = 35.640 mm/100
 Radio de Curvatura = 157.640 m

âAyuda à Inform.âPosic êEstruc èImprim îSalir

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 6
TABLAS

Tabla N° 1 Factores de distribución direccional y de carril para determinar el tránsito en el carril de diseño

Número de calzadas	Número de sentidos	Número de carriles por sentido	Factor Direccional (Fd)	Factor caril (Fc)	Factor Ponderado Fd x Fc para carril de diseño
1 calzada (para IMDa total de la calzada)	1 sentido	1	1.00	1.00	1.00
	1 sentido	2	1.00	0.80	0.80
	1 sentido	3	1.00	0.60	0.60
	1 sentido	4	1.00	0.50	0.50
	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
2 calzadas con separador central (para IMDa total de las dos calzadas)	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
	2 sentidos	3	0.50	0.60	0.30
	2 sentidos	4	0.50	0.50	0.25

Fuente: Guía (AASHTO 93)

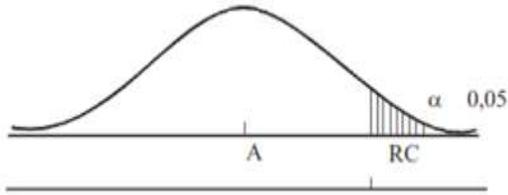


Tabla N° 2. Distribución “t” de Student

ν \ P	0,50	0,25	0,10	0,05	0,025	0,01	0,005
1	1,00000	2,4142	6,3138	12,706	25,452	63,657	127,32
2	0,81650	1,6036	2,9200	4,3027	6,2053	9,9248	14,089
3	0,76489	1,4226	2,3534	3,1825	4,1765	5,8409	7,4533
4	0,74070	1,3444	2,1318	2,7764	3,4954	4,6041	5,5976
5	0,72669	1,3009	2,0150	2,5706	3,1634	4,0321	4,7733
6	0,71756	1,2733	1,9432	2,4469	2,9687	3,7074	4,3168
7	0,71114	1,2543	1,8946	2,3646	2,8412	3,4995	4,0293
8	0,70639	1,2403	1,8595	2,3060	2,7515	3,3554	3,8325
9	0,70272	1,2297	1,8331	2,2622	2,6850	3,2498	3,6897
10	0,69981	1,2213	1,8125	2,2281	2,6338	3,1693	3,5814
11	0,69745	1,2145	1,7959	2,2010	2,5931	3,1058	3,4966
12	0,69548	1,2089	1,7823	2,1788	2,5600	3,0545	3,4284
13	0,69384	1,2041	1,7709	2,1604	2,5326	3,0123	3,3725
14	0,69242	1,2001	1,7613	2,1448	2,5096	3,9768	3,3257
15	0,69120	1,1967	1,7530	2,1315	2,4899	2,9467	3,2860
16	0,69013	1,1937	1,7459	2,1199	2,4729	2,9208	3,2520
17	0,68919	1,1910	1,7396	2,1098	2,4581	2,8982	3,2225
18	0,68837	1,1887	1,7341	2,1009	2,4450	2,8784	3,1966
19	0,68763	1,1886	1,7291	2,0930	2,4334	2,8609	3,1737
20	0,68696	1,1848	1,7247	2,0860	2,4231	2,8453	3,1534
21	0,68635	1,1831	1,7207	2,0796	2,4138	2,8314	3,1352
22	0,68580	1,1816	1,7171	2,0739	2,4055	2,8188	3,1188
23	0,68531	1,1802	1,7139	2,0687	2,3979	2,8073	3,1040
24	0,68485	1,1789	1,7109	2,0639	2,3910	2,7969	3,0905
25	0,68443	1,1777	1,7081	2,0595	2,3846	2,7874	3,0782
26	0,68405	1,1766	1,7056	2,0555	2,3788	2,7787	3,0669
27	0,68370	1,1757	1,7033	2,0518	2,3734	2,7707	3,0565
28	0,68335	1,1748	1,7011	2,0484	2,3685	2,7633	3,0469
29	0,68304	1,1739	1,6991	2,0452	2,3638	2,7564	3,0380
30	0,68276	1,1731	1,6973	2,0423	2,3596	2,7500	3,0298
40	0,68066	1,1673	1,6839	2,0211	2,3289	2,7045	3,9712
60	0,67862	1,1616	1,6707	2,0003	2,2991	2,6603	2,9146
120	0,67656	1,1559	1,6577	1,9799	2,2699	2,6174	2,8599
∞	0,67449	1,1503	1,6449	1,9600	2,2414	2,5758	2,8070

Fuente: Estadística básica aplicada. Ciro Martínez Bencardino. Cuarta edici

ANEXO 7
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

NOMBRE: CONFORMACIÓN DE SUBRASANTE MEJORADA

Descripción

Esta especificación trata de la regularización de la subrasante de carreteras a pavimentar, una vez concluido el movimiento de tierras (cortes y terraplenes), como última actividad previa a la pavimentación.

La operación será realizada conforme al perfil longitudinal y a las secciones transversales de los diseños.

La regularización será ejecutada antes e independientemente a la construcción de otras capas de la estructura del pavimento.

Materiales, herramientas y equipo

Los materiales a ser empleados en la regularización de la subrasante serán los propios materiales de ésta. En el caso de sustitución o adición de material, los mismos serán provenientes de las fuentes indicadas en Proyecto, o por el INGENIERO.

Deberá tener un diámetro máximo de partícula de 7.00 cm. El índice de soporte California (CBR), determinado por el ensayo AASHTO T-193, con la energía de compactación del ensayo AASHTO T-180D y para la densidad seca correspondiente al 95% de la máxima determinada en este ensayo, deberá ser igual o mayor que la considerada para el dimensionamiento del pavimento en la sección representativa del tramo donde se realiza la regularización, y la expansión del material deberá ser inferior al 2%, determinada conforme los mismos ensayos.

Se requiere los siguientes tipos de equipo para la ejecución de la regularización de la subrasante:

- Moto niveladora pesada con escarificador
- Camión tanque distribuidor de agua
- Rodillos compactadores lisos vibratorios, neumáticos y rodillos de grillas.
- Arado de disco
- Azadas rotativas, si es necesario

Los equipos de compactación y mezcla serán determinados en conformidad con el tipo de material empleado.

Procedimiento para la ejecución

Después de la ejecución de cortes, o adición de material (relleno), si es necesario para lograr la cota de subrasante de diseño, serán realizadas operaciones de escarificación general, en una profundidad de 20 cm., de pulverización, de humedecimiento o desecación, de compactación y acabado.

Los cortes o rellenos, con espesor excedente a los 20 cm. máximos previstos, serán ejecutados de acuerdo con las especificaciones correspondientes a cortes.

En los casos de corte en roca, la excavación por debajo de la subrasante será realizada en profundidades de 20 o 100 cm.

En el primer caso, la excavación de 30 cm. o más de profundidad será rellena conforme lo indicado en las especificaciones.

Este relleno constituirá la carpeta drenante en los cortes, y no serán realizadas las operaciones de regularización de la subrasante, en los tramos correspondientes.

En el segundo caso, la excavación de 100 cm. o más de profundidad realizada en cortes de secciones mixtas, será relleno como si fuera terraplén convencional será construida una carpeta drenante constituida por una capa de material granular de espesor constante. En estos tramos serán realizadas las operaciones de regularización de subrasante.

La densidad de la capa acabada, en espesor de 20 cm., después de la operación de regularización, deberá tener como mínimo el 95% de la densidad máxima determinada según el ensayo AASHTO T-180D, y el contenido de humedad en la compactación podrá variar como máximo entre $\pm 2\%$ de la humedad óptima conforme el ensayo anteriormente mencionado.

Control por el Ingeniero

- **Control Tecnológico**

Serán ejecutados los siguientes ensayos:

- a) Un ensayo de compactación para la determinación de la densidad máxima según el método AASHTO T-180-D, con un espaciamiento máximo de 100 m., con las muestras recogidas en puntos que obedezcan siempre el orden: borde derecho, eje, borde izquierdo, eje, borde derecho, etc., a 60 cm. del borde.
- b) Determinación de la densidad en sitio cada 100 m. en los puntos donde fueran obtenidas las muestras para los ensayos de compactación.
- c) Determinación del contenido de humedad cada 100 m. inmediatamente antes de la compactación.
- d) Ensayos de granulometría, de límite líquido y límite plástico según los métodos AASHTO T-27, AASHTO T-89 y AASHTO T-90 respectivamente, con espaciamiento máximo de 150 m.

El número de los ensayos mencionados en los ítems “a” y “d” podrán ser reducidos, siempre que, a exclusivo criterio del INGENIERO, se verifique una homogeneidad del material en el lugar de aplicación y que la ejecución sea uniformizada y controlada.

Para la aceptación, serán considerados los valores individuales de los resultados de los ensayos.

- **Control Geométrico**

Después de la ejecución de la regularización de subrasante o de la ejecución de la carpeta drenante (espesor de 30 cm.) en cortes en roca, se procederá a la nivelación del eje y los bordes permitiéndose las siguientes tolerancias:

- a) Variación máxima en el ancho de más 10cm., no admitiéndose variación en menos (-).
- b) Variación máxima en el bombeo de más 20%,no admitiéndose variación en menos (-).
- c) Variación máxima de cotas para el eje y para los bordes de menos (-) 3 cm. con relación a las cotas de diseño.

Medición

Los servicios de regularización de subrasante serán verificados en plataforma concluida y aceptada de acuerdo a la sección transversal del diseño.

Forma de pago

Los trabajos de regularización de subrasante, medidos en conformidad al inciso 6, serán pagados a los precios unitarios contractuales correspondientes a los ítems de pago definidos y presentados en los Formularios de Propuesta.

Nº Ítem	Designación	Unidad de medida
1	Conformación de subrasante mejorada	M3

NOMBRE: CONFORMACIÓN CAPA SUB BASE

Descripción

Esta especificación se aplica a la ejecución de la subbase granular constituidas por gravas seleccionadas, en conformidad con los espesores, alineamientos y sección transversal indicados en el diseño, u ordenados por el INGENIERO

Materiales, herramientas y equipo

Materiales: La subbase será ejecutada con materiales que cumplan con una de las siguientes gradaciones:

Gradaciones para materiales de sub-base: Porcentajes por peso del material que pasa por tamices con malla cuadrada según AASHTO T-11 y T-27.

Tamiz	Tipo de gradación		
	A	B	C
3"	100	-	-
2"	-	100	100
1 ½"	-	73-100	100
1"	-	57-87	-
¾"	-	-	-
3/8"	-	-	45-70
No. 4	15 – 45	20 – 50	25 – 55
No. 10	-	15-39	25-50
No. 40	-	6-22	-
No. 200	0 – 10	0 – 12	0 – 15

Los materiales a ser empleados en la sub-base deben presentar un índice de Soporte de California (CBR) igual o mayor a 40% y una expansión máxima de 1%, siendo estos índices determinados por el ensayo AASHTO-T- 193 con la energía de compactación del

ensayo AASHTO – 180 – D y para la densidad seca correspondiente al 95% de la máxima determinadas en este ensayo. El índice de grupo deberá ser igual a cero. El material de subbase, deberá presentar un diámetro igual o menor a 7.5 cm ni mayor a la mitad del espesor de la capa compactada.

El agregado retenido en el tamiz No. 10 debe estar constituido de partículas de duras y de durables, exentas de fragmentos blandos, alargados o laminados, así como materias orgánicas, terrones de arcilla u otras sustancias perjudiciales. El material para sub-base, no deberá presentar índice de plasticidad mayor a 6 y límite mayor que 20. Las fuentes de explotación de estos materiales, serán elegidas por el Contratista o eventualmente aquellas indicadas en el proyecto, la Supervisión podrá indicar o probar otras fuentes de su criterio.

Equipo: Se requieren los siguientes tipos de equipo para la ejecución de la subbase:

- a. Planta seleccionadora o dosificadora.
- b. Equipo de extracción y transporte.
- c. Motoniveladora pesada con escarificador.
- d. Camión tanque distribuidor de agua.
- e. Rodillos compactadores tipo lisos vibratorio.
- f. Distribuidor de agregados

Además, podrá ser utilizado otro tipo de equipo, aceptado previamente por la Supervisión.

Procedimiento para la ejecución

Comprende las operaciones de provisión, distribución, mezcla y pulverización, humedecimiento o desecación, compactación y acabado de los materiales transportados del yacimiento o planta, colocados sobre la subrasante debidamente preparada en el ancho establecido, en cantidades que permitan llegar al espesor proyectado luego de su compactación.

Cuando hubiera necesidad de ejecutar capas de sub-base con espesor final superior a 20 cm éstas serán subdivididas en capas parciales que no excedan de 20 cm. el espesor mínimo de cualquier capa de sub-base será de 10 cm, después de su compactación. Las densidades de la capa acabada deberán ser como mínimo de 97% de la densidad máxima determinada según el ensayo AASHTO – 180 – D y el contenido de la humedad deberá

variar como máximo entre +/- 2% de la humedad óptima obtenida en el ensayo anterior. El material será esparcido sobre la capa inferior aprobada, de modo que se evite la segregación y en cantidad tal que permita obtener el espesor programado después de su compactación.

Control por el ingeniero

Control tecnológico; serán ejecutados los siguientes ensayos:

- a. Un ensayo de compactación para la determinación de la densidad máxima, según el método AASHTO – T – 180 – D para cada 500 metros cúbicos del material de subbase. El número de ensayos de compactación podrá ser reducido siempre que se verifique una homogeneidad del material a criterio de la Supervisión.
- b. Un ensayo de densidad y humedad en sitio, con un espaciamiento máximo de 100 metros lineales, con las muestras recogidas en puntos que obedezcan siempre el orden: Borde derecho, eje, borde izquierdo, eje, borde derecho, etc. a 60 cm del borde.
- c. Determinación del contenido de humedad cada 100 metros lineales inmediatamente antes de la compactación.
- d. Ensayos de granulometría, de límite líquido y límite plástico, según los métodos AASHTO – T – 27, AASHTO – T – 89 y AASTHO – T – 90, respectivamente, con espaciamiento máximo de 150 metros lineales y un mínimo de dos grupos de ensayos por día.
- e. Un ensayo del índice de Soporte de California (CBR), para 12, 25 y 56 golpes y la humedad óptima del ensayo AASHTO – T – 180 – D, con un espaciamiento máximo de 300 metros lineales y un mínimo de un ensayo cada dos días.

Control geométrico; después de la ejecución de la capa sub-base, se procederá al control de niveles del eje y de los bordes permitiéndose las siguientes tolerancias:

- a. Variación máxima en el ancho de más (+) 10cm., no admitiéndose variaciones en menos (-).
- b. Variación máxima en el bombeo de más (+) 20%, no admitiéndose variaciones en menos (-).

- c. Variación máxima de cotas para eje y para los bordes de más/menos (+/-) 2cm, con relación a las cotas del proyecto.
- d. Variación máxima de más, menos (+/-) 2cm en el espesor de la capa con relación al espesor indicado en los planos y/o ordenes de trabajo, medido como en un punto cada 100 metros.

Medición

El volumen de sub-base será medido en metros cúbicos de material compactado y aceptado de acuerdo a la sección transversal del diseño. En el cálculo de los volúmenes, con sujeción a las tolerancias especificadas, se considerará el espesor medio (e_m) calculado como la media aritmética de los espesores medidos.

Forma de pago

Los trabajos de construcción de la capa sub-base, serán pagados a los precios unitarios contractuales correspondientes a los ítems de pago definidos y presentados en los formularios de propuesta. Este precio será la compensación total por concepto de provisión de materiales, transporte, colocación y compactación y por todo la mano de obra, equipo, herramientas e imprevistos necesarios para completar este ítem de trabajo.

Nº Ítem	Designación	Unidad de medida
2	Conformación Capa Sub Base	m3

NOMBRE: CONFORMACIÓN CAPA BASE

Descripción

Esta especificación se aplicará a la ejecución y corrección de bases granulares constituidas de capas de suelo natural, mezclas de suelos naturales con gravas naturales o con agregados triturados o, producidos totales de materiales triturados, en conformidad con los espesores, alineamientos y sección transversal indicados en el diseño, u ordenados por el Supervisor de Obra.

Materiales, herramientas y equipo

Materiales

La base y base drenante será ejecutada con materiales que cumplan los siguientes requisitos:

- a) Deberán poseer una composición granulométrica encuadrada en una de las columnas de la siguiente tabla.

Gradaciones para Materiales de Capa Base

Tamiz		Porcentajes por peso del material que pasa Tipo de Gradación		
(mm)	Alternativo	A	B	C
50	2"	100	100	-
25	1"	55-85	70-100	100
9,5	3/8"	35-65	40-75	50-80
4,75	Nº4	25-55	30-60	35-65
2	Nº10	15-45	20-45	25-50
0,425	Nº40	5-25	10-30	10-30
0,075	Nº200	0-10	0-15	5-15

- b) La fracción que pasa por el tamiz Nº 40 deberá tener un límite líquido inferior o igual a 25% y un índice de plasticidad inferior o igual a 6%. Pasado de este límite, el equivalente de arena deberá ser mayor que 25%.
- c) El porcentaje del material que pasa el tamiz Nº 200 no debe exceder a 2/3 de porcentaje que pasa el tamiz Nº 40.

- d) El índice de Soporte de California no deberá ser inferior a 80% y la expansión máxima será de 0.5%, cuando sean determinados con la energía de compactación del ensayo AASHTO T-180-D.
- e) El agregado retenido en el tamiz N° 10 debe estar constituido de partículas duras y durables, exentas de fragmentación blanda, alargada o laminada y exenta de materia vegetal, terrones de arcilla u otra sustancia perjudicial. Los agregados gruesos deberán tener un desgaste no superior a 50% a 500 revoluciones según lo determine el ensayo AASHTO T-96.
- f) Sólo se podrá emplear un tipo único de agregados gruesos que presenten un porcentaje de desgaste “Los Ángeles” inferior a 50, a 500 revoluciones (AASHTO T-96). No se admitirán mezclas de los materiales con diferentes valores de desgaste.

Se requiere el siguiente equipo para la ejecución de la capa base:

- Planta trituradora, dosificadora o seleccionadora según el caso.
- Equipo de extracción, carga y transporte.
- Distribuidor autopropulsado de material de base.
- Motoniveladora pesada con escarificador.
- Camión tanque distribuidor de agua.
- Rodillos compactadores tipo liso-vibratorio y neumático.

Además, podrá ser utilizado otro equipo previa autorización del Supervisor de Obra.

Procedimiento para la ejecución

Comprende las opciones de producción, distribución mezclado y pulverización, humedecimiento o desecación, compactación y acabado, de los materiales transportados del yacimiento o planta, colocados sobre una superficie debidamente preparada y en el ancho establecido, en cantidades que permitan llegar al espesor preparado luego de su compactación. Cuando hubiera necesidad de colocar capas de base con un espesor final superior de 20 cm, éstas serán subdivididas en capas parciales que no excedan a 20 cm ni que las capas sean menores al espesor mínimo. El espesor mínimo de cualquier capa de

base será de 10 cm después de su compactación. Las densidades de la capa acabada deberán ser como mínimo 100% de la densidad máxima determinada según el ensayo AASHTO T-180-D, y el contenido de humedad deberá variar como máximo entre + 2% de la humedad óptima obtenida en el ensayo anterior. La limpieza, tala, destronque y desbroce de los yacimientos deberá ser ejecutada cuidadosamente de tal manera que se evite la contaminación del material aprobado. El material será esparcido sobre la capa inferior aprobada de modo que se evite la segregación y en cantidad tal que permita obtener el espesor programado después de su compactación. El material transportado hasta la plataforma deberá ser inmediatamente esparcido para evitar la concentración de tráfico sobre fajas limitadas de la capa inferior.

Los materiales de las canteras deberán ser triturados totalmente, cuando no se trate de materiales granulares naturales determinados por disposiciones especiales u ordenados por el Supervisor de Obra. Las mezclas de suelos y/o gravas con agregados triturados o los productos totales de trituración para encuadrarlas en la faja granulométrica especificada en el diseño, deberán ser de depósitos. Los materiales granulares naturales también deberán ser seleccionados y dosificados en planta, cuando sea necesario para atender los requerimientos de las Especificaciones. En la planta deberá ser añadida el agua necesaria para que la mezcla llegue al lugar de su aplicación con un contenido de humedad después de las tolerancias establecidas para la compactación. El material será inmediatamente esparcido sobre la capa inferior mediante la utilización de un distribuidor adecuado. El acopio de material de base sobre la plataforma sólo será permitido con autorización escrita del Supervisor de Obra.

Control por el ingeniero

Control tecnológico

Serán ejecutados los siguientes ensayos:

- i. Un ensayo de compactación para la determinación de la densidad máxima por el método AASHTO T-180-D, con un esparcimiento máximo de 50 metros lineales con las muestras recogidas en puntos que obedezcan siempre el orden: borde derecho, eje, borde izquierdo, eje, etc., a 60 cm del borde.

- ii. Determinación de la densidad en sitio de los puntos donde fueran obtenidas las muestras para los ensayos de compactación, en el anterior inciso
- iii. Determinación del contenido de humedad cada 50 metros lineales inmediatamente antes de la compactación.
- iv. Ensayos de granulometría, de límite líquido y límite plástico según los métodos AASHTO T-27, AASHTO T-89 y AASHTO T-90 respectivamente, con esparcimiento máximo de 100 metros lineales.
- v. Un ensayo del Índice de Soporte de California (CBR) determinado con la energía de compactación AASHTO T-180-D, con un esparcimiento máximo de 100 metros lineales.
- vi. El número de los ensayos mencionados en los ítems “i,” “iv” y “v” podrán ser reducidos, siempre que, a exclusivo criterio y bajo aprobación del Supervisor de Obra, se verifique una homogeneidad del material en el lugar de aplicación y que la ejecución sea uniformizada y controlada.

Control geométrico

Después de la ejecución de la capa base, se procederá a la nivelación del eje y los bordes, permitiéndose las siguientes tolerancias:

- Variación máxima en el ancho de más de 10 cm, no admitiéndose variación en menos (-).
- Variación máxima en el bombeo establecido de más 20%, no admitiéndose variación en menos (-).
- Variación máxima de cotas para el eje y para los bordes de menos (-) 2 cm con relación a las cotas de diseño.
- Variación máxima de menos (-) 2 cm en el espesor de la capa con relación al espesor indicado en el diseño y/u Órdenes de trabajo, medido como mínimo en un punto cada 100 metros. No se tolerará una variación sistemática para menos con relación a las cotas de diseño.

Medición

El volumen de la base será medido en metros cúbicos de materiales transportado, compactado y aceptado de acuerdo a la sección transversal del diseño. En el cálculo de los volúmenes, con sujeción a las tolerancias especificadas, se considera el espesor medio (e_m) fuera inferior al espesor del diseño, se considerará este valor de (e_m), si fuera superior al espesor del diseño se considerará el valor del diseño.

El transporte de materiales para la ejecución de la base o del relleno del rebajamiento de los cortes de roca será medido en metros cúbicos por kilómetro calculado por el producto de los valores determinados de la siguiente forma: El volumen de metros cúbico será el medido conforme el ítem anterior. La distancia de transporte será medida en proyección horizontal, en kilómetros, a lo largo del trayecto seguido por el equipo de transporte entre el centro de gravedad del yacimiento y del lugar de aplicación. El referido trayecto será el definido por el Supervisor de Obra. Será definida una única distancia media de transporte por cada yacimiento. En los casos en que se establezca en disposiciones especiales, el transporte no será medido para propósitos de pago.

Forma de pago

Los trabajos de construcción de la capa base, medidos en conformidad a la presente especificación técnica, serán pagados a los precios unitarios contractuales correspondientes a los ítems de pago definidos y presentados en los Formularios de Propuestas.

Dichos precios incluyen las operaciones de limpieza, tala, destronque y desbroce del yacimiento, trituración, dosificación o selección, en caso de ser necesarios, excavaciones, carga, distribución, mezcla, pulverización, humedecimiento o desecación, compactación y acabado. Asimismo, incluirá la construcción y mantenimiento de los caminos de servicio para ejecutar los trabajos descritos en esta especificación. El transporte de los materiales de capa base o del relleno de la sobre excavación de los cortes será pagado dentro del ítem correspondiente. No se efectuará pago separado de transporte, estando éste incluido en el costo unitario de ejecución de la capa de subbase o del relleno de la sobre excavación de los cortes de roca.

N° Ítem	Designación	Unidad de medida
3	Conformación Capa Base	m ³

NOMBRE: CARPETA ASFÁLTICA (e=5cm)

Descripción

Se refiere a todos los aspectos relacionados con el asfaltado de la capa superficial y acerca de todo lo concerniente a la obtención de materiales, maquinarias, planta de asfalto, báscula para camiones dosificación, producción de mezclas, transporte, colocación, ensayos de control de obra, etc. Todos los trabajos deberán realizarse en estricta observancia de lo estipulado en los documentos de contrato y de las indicaciones del Supervisor de Obra.

Materiales, herramientas y equipo

El asfalto a utilizarse deberá llenar las exigencias AASHTO M-20. Además, deberán efectuarse ensayos AASHTO que a continuación se detallan para así certificar la calidad del asfalto.

Extracción de muestras	T - 40
Agua	T - 55
Penetración	T - 49
Ductilidad	T - 51
Punto de inflamación	T - 48
Ensayo de viscosidad	T - 72

Los agregados se compondrán de agregados gruesos y finos, y deberán llenar las exigencias que para cada uno se indican a continuación:

- El agregado grueso es el material retenido en el tamiz N° 8 (2.5 mm).
- Como agregado grueso podrá usarse piedra triturada o grava triturada.

- La grava a ser triturada para usarse como agregado grueso deberá tener un grano original tal que más del 40% sea retenido por el tamiz No. (5 mm)
- El agregado grueso deberá ser limpio, duro y deberá estar libre de arcilla, barro, basura u otros materiales perjudiciales.
- El agregado grueso deberá cumplir las siguientes normas:

Ítem	AASHTO	Normas
Peso específico	T-85	Más de 2.45
Absorción (% del peso)	T-85	Menos de 3.0%
Abrasión	T-96	Menos de 35%
Partículas livianas	T-104	Menos de 12%
Prueba de estabilidad	T-113	Menos de 5%
Partículas planas largas		Menos de 10%

- El agregado fino es aquel que pasa el tamiz No. 8 (2.5 mm) y es retenido por el tamiz No. 200 (0.074 mm).
- El material a usarse como agregado fino será de cerniduras, grava fluvial o la mezcla de éstos, debiendo cumplir todos con las normas ASTM D1073.

Cerniduras son los restos que se obtienen al tamizar agregados gruesos calificados y deberán cumplir con las Normas para Agregados. El agregado fino será duro, durable y libre de arcilla, barro, basura y otros materiales perjudiciales. Las cerniduras, una vez que se mojan, secan con mucha dificultad y pueden ser origen de defectos en el asfaltado por lo tanto se recomienda tener mucho cuidado para no mojarlas. Los materiales mencionados anteriormente pueden obtenerse en bancos cercanos, y antes de su uso deberá presentarse al Supervisor las muestras y resultados de los ensayos para que éste los apruebe. La composición del concreto bituminoso debe satisfacer los requisitos de la tabla siguiente. La columna a utilizarse será aquella cuyo diámetro sea igual o inferior a 2/3 del espesor de la capa de revestimiento.

Requisitos de graduación para la mezcla

A. TAMIZ	B. PORCENTAJE QUE PASA		
	C. A	D. B	E. C
2"	100	-	-
1 1/2"	95-100	100	-
1"	75-100	95-100	-
3/4"	60-90	80-100	100
1/2"	-	-	85-100
3/8"	35-65	45-80	75-100
Nº 4	25-50	28-60	50-85
Nº 10	20-40	20-45	30-75
Nº 40	10-30	10-32	15-40
Nº 80	5-20	8-20	8-30
Nº 200	1-8	4.5-7.5	5-10
Bitúmenes solubles en Cs2 (+)	4.0 -7.0	4.5 -7.5	4.5 - 9

Los porcentajes de bitumen se refieren a la mezcla de agregados, considerada como 100%. Para todos los tipos, la fracción retenida entre dos tamices consecutivos no deberá ser inferior a 4 % del total. La curva granulométrica indicada en el proyecto, podrá presentar las siguientes tolerancias máximas.

TAMIZ	% Que Pasa en Peso
3/8" - 1 1/2"	± 7
Nº40 - Nº4	± 5
Nº 80	± 3
Nº 200	± 2

Las condiciones de vacíos, estabilidad y fluencia de la mezcla bituminosa, estarán dentro de los valores siguientes:

- Porcentaje de vacíos : 3 a 5
- Relación bitumen vacíos: 75-85
- Estabilidad mínima : 2100 lb. (75 golpes)
- Fluencia 1/100" : 2 – 4 mm

➤ Resist. remanente, min.: 85 %

Procedimiento para la ejecución

Equipo para la Ejecución:

El contratista deberá presentar al Supervisor de Obra un plan de ejecución en el que se indicará el tipo, rendimiento, cantidad, etc. de las principales maquinarias a usarse para el asfaltado, compactación, etc.

Distribuidor de asfaltos:

El equipo de distribución y acabado deberá estar provisto de una tolva para recibir la mezcla, de un alimentador para enviar la mezcla hacia atrás, de tornillos de distribución para colocar la mezcla en forma fina, de apisonadora y enrasadora para ajustar el espesor y alisar la superficie. La mezcla una vez colocada y emparejada deberá permanecer plana y estable, Antes que la mezcla llegue al sitio de trabajo, se deberá inspeccionar el funcionamiento del equipo distribuidor, calentar la enrasadora y ajustarla al espesor estipulado, de tal manera que apenas llegue la mezcla puede movilizarse todo el equipo.

Compactación:

Para la compactación se deberá usar una compactadora de rodillos metálicos y una de neumáticos. Para la compactación primaria se empleará la compactadora de rodillo metálicos o liso para una presión normal de 35 kg/cm² o más, para lo cual se usará una compactadora de 8 Tn Para la compactación secundaria se deberá usar la compactadora de neumáticos de 8 a 20 toneladas.

Condiciones climáticas:

La mezcla deberá colocarse cuando la superficie de la base esté seca. Si llueve durante la colocación de la carpeta asfáltica, el trabajo se suspenderá de inmediato y seguirán las instrucciones del Supervisor de Obra. A menos que lo autorice el Supervisor de Obra, no se deberá proceder al asfaltado cuando la temperatura ambiente es de cinco grados centígrados o menos.

Colocación y emparejamiento:

La colocación de las mezclas asfálticas deberá terminarse cuando el asfalto esté todavía caliente y la imprimación aún no ha curado por completo. Por lo tanto, las mezclas deberán emparejarse y perfilarse correctamente de inmediato cuando lleguen al sitio de trabajo. El trabajo de emparejamiento deberá hacerse en forma paralela al eje de la vía. En el momento de su colocación, la mezcla deberá tener una temperatura de 120 grados centígrados o más y el espesor acabado de la capa será el indicado por el Supervisor de Obra. Las mezclas que al llegar al sitio de trabajo tengan una temperatura menor en 20 grados o más a la estipulada deberán ser rechazadas. La capa colocada antes de su compactación deberá tener un espesor de 10 a 20% más que el acabado, ya que con la compactación dicho espesor disminuirá. Sin embargo, el espesor correcto de colocado deberá basarse en los resultados de las pruebas. En su caso de lluvia la colocación de la mezcla asfáltica deberá suspenderse de inmediato, porque si ingresa agua a la mezcla, la adherencia se hace mala y la temperatura baja rápidamente, lo que hace que la densidad final sea menor que la estipulada. Cuando se esté colocando la mezcla, se deberá evitar mover violentamente la enrasadora porque esto origina ondas irregulares en la superficie asfaltada. Los lugares adyacentes a las estructuras y lugares estrechos donde no pueda entrar la acabadora, se emparejarán en forma manual, estos trabajos manuales deberán realizarse con mucha rapidez para que la mezcla no se enfríe rápidamente.

Compactación:

Inmediatamente después de emparejada la mezcla, deberá compactarse con rodillo, la compactación primaria deberá hacerse mientras el asfalto esté bien caliente, luego se pasará la compactación secundaria hasta lograr el grado de compactación estipulado. El acabado deberá realizarse mientras se puedan borrar las huellas de los rodillos, la velocidad de la compactadora de rodillos metálicos deberá ser de 2 a 3 km/hr y la de neumáticos de 6 a 10 km/hr. Para evitar que el asfalto se adhiera a los rodillos durante la compactación, se podrá usar un poco de agua o un diluyente aprobado, regando la superficie del rodillo con un atomizador.

Control de calidad:

Se deberán sacar las muestras de ensayo que el Supervisor indique y el valor promedio de 10 muestras deberá estar dentro de los siguientes márgenes respecto de los valores estipulados.

- El grado de compactación deberá tener más del 95%
- Los agregados de 2.5 mm variarán sólo en 8%, mientras que los agregados de 0.074 mm variarán sólo en 3.5%
- La cantidad de asfalto en mezcla no deberá variar más de 0.55% a 0.60%.

Medición

La capa superficial asfaltada de acuerdo con los documentos de contrato e indicaciones del Supervisor de Obra se medirá en metros cuadrados ejecutados.

Forma de pago

El asfaltado de la capa superficial se pagará al precio unitario por metro cuadrado y en función al espesor de la carpeta de concreto asfáltico colocada, siempre de acuerdo con las mediciones efectuadas. Este precio unitario deberá incluir todos los costos de material, maquinaria y equipo, herramientas y el personal necesario para su ejecución.

N° Ítem	Designación	Unidad de medida
4	Carpeta Asfáltica (e=5cm)	m2

ANEXO 8
COSTOS

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO
PROYECTO: ANÁLISIS DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE POR LOS
MÉTODOS RACIONAL Y AASHTO APLICADO A SUB-RASANTES ESTABILIZADAS
Actividad: CONFORMACIÓN SUB-RASANTE MEJORADA

Unitario: M3

Cantidad:

Moneda: BOLIVIANOS

Descripción	Und.	Cantidad	Precio Productiv.	Costo Total
1. MATERIALES				
MATERIAL GRANULAR	M3	1.200	60.000	72.00
TOTAL MATERIALES				72.00
2. MANO DE OBRA				
AYUDANTE	HR.	0.060	12.500	0.75
CHOFER DE VOLQUETA	HR.	0.080	16.250	1.30
OPERADOR DE COMPACTADOR RODILLO LISO	HR.	0.100	20.000	2.00
OPERADOR MOTONIVELADORA	HR.	0.020	20.000	0.40
SUBTOTAL MANO DE OBRA				4.45
CAR. SOC. = (55% AL 71.18%) - %			64.15%	2.85
IMPUESTO IVA MANO DE OBRA - %			14.94%	1.09
TOTAL MANO DE OBRA				8.40
3. EQUIPO MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS				
COMPACTADOR DE RODILLO LISO CAT CS-5330	HR.	0.100	300.000	30.00
VOLQUETA CAP 10 M3	HR.	0.080	130.000	10.40
CAMION CISTERNA CAP 10000 LITROS	HR.	0.001	175.000	0.18
TRACTOR SOBRE ORUGAS CAT D6H S/ESCARIFI	HR.	0.000	490.000	0.00
MOTONIVELADORA CAT 120	HR.	0.020	320.000	6.40
				0.00
HERRAMIENTAS= (% DEL TOT. MO) - %			5.00%	0.42
TOTAL EQUIPO MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS				47.39
4. GASTOS GENE. Y ADMINISTRATIVOS				
GASTOS GENERALES = % DE 1+2+3 - %			10.00%	12.78
TOTAL GASTOS GENE. Y ADMINISTRATIVOS				12.78
5. UTILIDAD				
UTILIDAD = % DE 1+2+3+4 - %			10.00%	14.06
TOTAL UTILIDAD				14.06
6. IMPUESTOS				
IMPUESTO IT = % DE 1+2+3+4+5 - %			3.09%	4.78
TOTAL IMPUESTOS				4.78
TOTAL PRECIO UNITARIO				159.41

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

**PROYECTO: ANÁLISIS DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE POR LOS
MÉTODOS RACIONAL Y AASHTO APLICADO A SUB-RASANTES ESTABILIZADAS**

Actividad: CONFORMACIÓN DE CAPA SUB-BASE

Unitario: M3

Cantidad:

Moneda: BOLIVIANOS

Descripción	Und.	Cantidad	Precio Productiv.	Costo Total
1. MATERIALES				
SUB BASE SELECCIONADA	M3	1.10000	80.000	88.00
TO TAL MATERIALES				88.00
2. MANO DE OBRA				
AYUDANTE	HR.	0.060	12.500	0.75
CAPATAZ	HR.	0.015	21.250	0.32
CHOFER DE VOLQUETA	HR.	0.080	16.250	1.30
OPERADOR DE COMPACTADOR RODILLO LISO	HR.	0.080	20.000	1.60
OPERADOR DE MOTONIVELADORA	HR.	0.060	20.000	1.20
SUBTOTAL MANO DE OBRA				5.17
CAR. SOC. = (55% AL 71.18%) - %			64.15%	3.32
IMPUESTO IVA MANO DE OBRA - %			14.94%	1.27
TOTAL MANO DE OBRA				9.75
3. EQUIPO MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS				
CARGADOR FRONTAL CAT 930 CUCHARA 2 M3	HR.	0.000	380.000	0.00
COMPACTADOR DE RODILLO LISO CAT CS-5330	HR.	0.080	300.000	24.00
VOLQUETA CAP 10 M3	HR.	0.080	130.000	10.40
TRACTOR CAT D7R, SIN ESCARIFICADOR	HR.	0.000	560.000	0.00
CAMION CISTERNA CAP 10000 LITROS	HR.	0.008	175.000	1.40
MOTONIVELADORA CAT 120	HR.	0.060	320.000	19.20
HERRAMIENTAS= (% DEL TOT. MO) - %			5.00%	0.49
TOTAL EQUIPO MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS				55.49
4. GASTOS GENE Y ADMINISTRATIVOS				
GASTOS GENERALES = % DE 1+2+3 - %			10.00%	15.32
TOTAL GASTOS GENE Y ADMINISTRATIVOS				15.32
5. UTILIDAD				
UTILIDAD = % DE 1+2+3+4 - %			10.00%	16.86
TO TAL UTILIDAD				16.86
6. IMPUESTOS				
IMPUESTO IT = % DE 1+2+3+4+5 - %			3.09%	5.73
TO TAL IMPUESTOS				5.73
TO TAL PRECIO UNITARIO				191.15

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO
PROYECTO: ANÁLISIS DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE POR LOS
MÉTODOS RACIONAL Y AASHTO APLICADO A SUB-RASANTES ESTABILIZADAS

Actividad: CONFORMACIÓN DE CAPA BASE

Unitario: M3

Cantidad:

Moneda: BOLIVIANOS

Descripción	Und.	Cantidad	Precio Productiv.	Costo Total
1. MATERIALES				
BASE TRITURADA	M3	1.200	120.000	144.00
TO TAL MATERIALES				144.00
2. MANO DE OBRA				
AYUDANTE	HR.	0.080	12.500	1.00
CAPATAZ	HR.	0.020	21.250	0.43
OPERADOR DE COMPACTADOR RODILLO LISO	HR.	0.050	20.000	1.00
OPERADOR DE MOTONIVELADORA	HR.	0.060	20.000	1.20
CHOFER VOLQUETA	HR.	0.040	16.250	0.65
SUBTOTAL MANO DE OBRA				4.28
CAR. SOC. = (55% AL 71.18%) - %			64.15%	2.74
IMPUESTO IVA MANO DE OBRA - %			14.94%	1.05
TOTAL MANO DE OBRA				8.07
3. EQUIPO MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS				
CARGADOR FRONTAL CAT 930 CUCHARA 2 M3	HR.	0.000	380.000	0.00
COMPACTADOR DE RODILLO LISO CAT CS-5330	HR.	0.050	300.000	15.00
VOLQUETA CAP 10 M3	HR.	0.040	130.000	5.20
TRACTOR CAT D7R, SIN ESCARIFICADOR	HR.	0.000	560.000	0.00
CAMION CISTERNA CAP 10000 LITROS	HR.	0.008	175.000	1.40
MOTONIVELADORA CAT 120	HR.	0.060	320.000	19.20
HERRAMIENTAS= (% DEL TOT. MO) - %			5.00%	0.40
TOTAL EQUIPO MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS				41.20
4. GASTOS GENE. Y ADMINISTRATIVOS				
GASTOS GENERALES = % DE 1+2+3 - %			10.00%	19.19
TOTAL GASTOS GENE. Y ADMINISTRATIVOS				19.19
5. UTILIDAD				
UTILIDAD = % DE 1+2+3+4 - %			10.00%	21.11
TO TAL UTILIDAD				21.11
6. IMPUESTOS				
IMPUESTO IT = % DE 1+2+3+4+5 - %			3.09%	7.17
TOTAL IMPUESTOS				7.17
TO TAL PRECIO UNITARIO				240.74

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO
PROYECTO: ANÁLISIS DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE POR LOS
MÉTODOS RACIONAL Y AASHTO APLICADO A SUB-RASANTES ESTABILIZADAS

Actividad: CARPETA ASFALTICA E= 4 cm

Unitario: M3

Cantidad:

Moneda: BOLIVIANOS

Descripción	Und.	Cantidad	Precio Productiv.	Costo Total
1. MATERIALES				
ARENA FINA	M3	0.300	120.00	36.00
GRAVA TRITURADA CLASIFICADA	M3	0.400	140.00	56.00
MATERIAL GRANULAR 3/8	M3	0.500	140.00	70.00
CEMENTO ASFALTICO	TON	0.025	13,500.00	337.50
TOTAL MATERIALES				499.50
2. MANO DE OBRA				
AYUDANTE	HR.	1.000	12.50	12.50
CAPATAZ	HR.	0.080	21.25	1.70
OPERADOR TERMINADORA DE ASFALTOS	HR.	0.080	20.00	1.60
OPERADOR DE COMPACTADOR RODILLO LISO	HR.	0.500	20.00	10.00
OPERADOR DE COMPACTADOR NEOMATICO	HR.	0.500	20.00	10.00
OPERADOR DE PLANTA DE CALENTADO Y MEZCLADO	HR.	0.050	20.00	1.00
CHOFER DE VOLQUETA	HR.	0.100	16.25	1.63
PEON	HR.	2.000	10.25	20.50
SUBTOTAL MANO DE OBRA				58.93
CAR. SOC. = (55% AL 71.18%) - %			64.15%	37.80
IMPUESTO IVA MANO DE OBRA - %			14.94%	14.45
TOTAL MANO DE OBRA				111.18
3. EQUIPO MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS				
TERMINADORA DE CONCRETOS ASFALTICOS	HR.	0.08000	410.000	32.80
COMPACTADOR RODILLO NEUMATICO	HR.	0.50000	300.000	150.00
DISTRIBUIDOR DE ASFALTOS 6000 LTS	HR.	0.00000	130.000	0.00
PLANTA CALENTAMIENTO Y MEZCLADO DE ASF.	HR.	0.05000	600.000	30.00
COMPACTADOR RODILLO LISO METALICO	HR.	0.50000	300.000	150.00
VOLQUETA CAP 10 m3	HR.	0.10000	130.000	13.00
HERRAMIENTAS= (% DEL TOT. MO) - %			5.00%	5.56
TOTAL EQUIPO MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS				368.36
4. GASTOS GENE Y ADMINISTRATIVOS				
GASTOS GENERALES = % DE 1+2+3 - %			10.00%	97.90
TOTAL GASTOS GENE Y ADMINISTRATIVOS				97.90
5. UTILIDAD				
UTILIDAD = % DE 1+2+3+4 - %			10.00%	107.69
TOTAL UTILIDAD				107.69
6. IMPUESTOS				
IMPUESTO IT = % DE 1+2+3+4+5 - %			3.09%	33.58
TOTAL IMPUESTOS				33.58
TOTAL PRECIO UNITARIO				1,218.21