

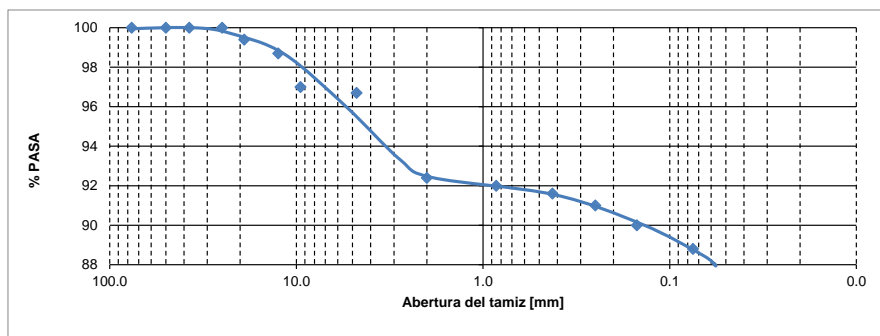
REPORTE DE ENSAYO DE GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO

TESIS	ESTUDIO DE AGRIETAMIENTO DE TERRAPLENES PARA PEQUEÑAS PRESAS (ESATEPE)
UBICACIÓN DEL SONDEO	1.000.000,1.001.000
	Estrato superior Formación Bogotá (Fb)
MUESTRA	1 de 4
FECHA ENSAYO	lunes, 9 de junio de 2014
DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	CL- ARCILLA, trazas de arena fina, trazas de grava fina, plasticidad media
ELABORADO EN	Laboratorio de Geotecnia bajo la método INV E 123
ELABORADO POR	Ana María Avendaño Flechas
REVISADO POR	Guillermo Eduardo Ávila Álvarez

RESULTADOS DE LABORATORIO

PESO INICIAL (gr)	928.6	PESO FINAL (gr)	823.81
--------------------------	-------	------------------------	--------

Tamiz		Peso Retenido (gr)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasa
pulgadas	mm				
3	76.2	0	0	100	100
2	50.0	0.0	0	100	100
"1 1/2"	37.5	0.0	0	100	100
1	25.0	0.0	0	100	100
"3/4"	19.0	5.8	0.6	99.4	99.4
"1/2"	12.5	6.1	0.7	98.7	98.7
"3/8"	9.5	16.2	1.7	97	97
#4	4.8	3.0	0.3	96.7	96.7
#10	2.0	39.8	4.3	92.4	92.4
#20	0.85	3.5	0.4	92	92
#40	0.43	4.0	0.4	91.6	91.6
#60	0.25	5.3	0.6	91	91
#100	0.15	9.7	1.0	90	90.0
#200	0.075	11.4	1.2	88.8	88.8
Pasa 200		823.8	88.7	0.1	0.1



% Gravas	% Arena	% Arcilla y Limos= Finos
3.3	7.9	88.8

Límite Líquido	%	33
----------------	---	----

Límite Plástico	%	19
-----------------	---	----

Índice Plástico	%	14
-----------------	---	----

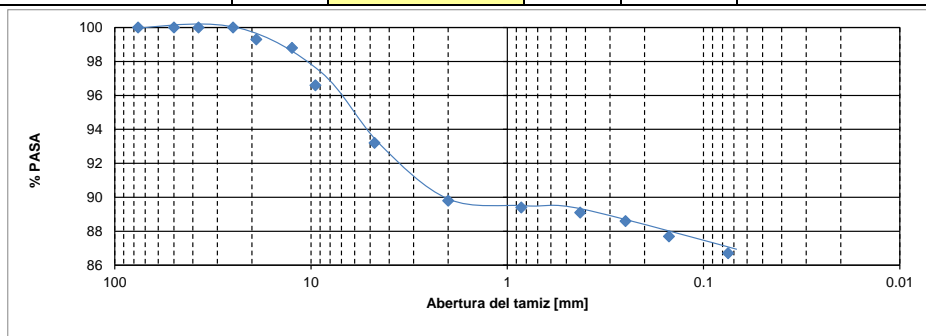
REPORTE DE ENSAYO DE GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO

TESIS	ESTUDIO DE AGRIETAMIENTO DE TERRAPLENES PARA PEQUENAS PRESAS (ESATEPE)
UBICACIÓN DEL SONDEO	1.000.000,1.001.000 Estrato superior Formación Bogotá (Fb)
MUESTRA	2 de 4
FECHA ENSAYO	lunes, 9 de junio de 2014
DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	CL- ARCILLA, trazas de arena fina, trazas de grava fina, plasticidad media
ELABORADO EN	Laboratorio de Geotecnia bajo la método INV E 123
ELABORADO POR	Ana María Avendaño Flechas
REVISADO POR	Guillermo Eduardo Ávila Álvarez

RESULTADOS DE LABORATORIO

PESO INICIAL (gr)	1306.4	PESO FINAL (gr)	1131.11
--------------------------	--------	------------------------	---------

Tamiz		Peso Retenido (gr)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasa
pulgadas	mm				
3	76.2	0	0	100	100
2	50	0.0	0	100	100
"1 1/2"	37.5	0.0	0	100	100
1	25	0.0	0	100	100
"3/4"	19	9.8	0.7	99.3	99.3
"1/2"	12.5	6.3	0.5	98.8	98.8
"3/8"	9.5	28.9	2.2	96.6	96.6
#4	4.75	44.5	3.4	93.2	93.2
#10	2	44.9	3.4	89.8	89.8
#20	0.85	5.5	0.4	89.4	89.4
#40	0.425	4.5	0.3	89.1	89.1
#60	0.25	6.3	0.5	88.6	88.6
#100	0.15	11.1	0.9	87.7	87.7
#200	0.075	13.5	1.0	86.7	86.7
Pasa 200		1131.11	86.6	0.1	0.1



% Gravas	% Arena	% Arcilla y Limos= Finos
6.8	6.5	86.7

Límite Líquido	%	34
----------------	---	----

Límite Plástico	%	20
-----------------	---	----

Índice Plástico	%	14
-----------------	---	----



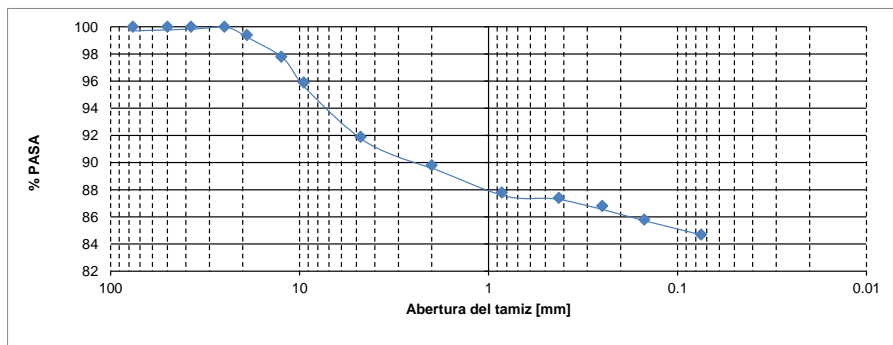
REPORTE DE ENSAYO DE GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO

TESIS	ESTUDIO DE AGRIETAMIENTO DE TERRAPLENES PARA PEQUEÑAS PRESAS (ESATEPE)
UBICACIÓN DEL SONDEO	1.000.000,1.001.000
	Estrato superior Formación Bogotá (Fb)
MUESTRA	3 de 4
FECHA ENSAYO	lunes, 9 de junio de 2014
DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	CL- ARCILLA, trazas de arena fina, trazas de grava fina, plasticidad media
ELABORADO EN	Laboratorio de Geotecnia bajo la método INV E 123
ELABORADO POR	Ana María Avendaño Flechas
REVISADO POR	Guillermo Eduardo Ávila Álvarez

RESULTADOS DE LABORATORIO

PESO INICIAL (gr)	1486	PESO FINAL (gr)	1258.23
--------------------------	------	------------------------	---------

Tamiz		Peso Retenido (gr)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasa
pulgadas	mm				
3	76.2	0	0	100	100
2	50	0.0	0	100	100
"1 1/2"	37.5	0.0	0	100	100
1	25	0.0	0	100	100
"3/4"	19	8.9	0.6	99.4	99.4
"1/2"	12.5	23.6	1.6	97.8	97.8
"3/8"	9.5	28.2	1.9	95.9	95.9
#4	4.75	59.17	4	91.9	91.9
#10	2	31.3	2.1	89.8	89.8
#20	0.85	30.4	2	87.8	87.8
#40	0.425	6.5	0.4	87.4	87.4
#60	0.25	9.3	0.6	86.8	86.8
#100	0.15	14.2	1.00	85.8	85.8
#200	0.075	16.3	1.1	84.7	84.7
Pasa 200		1258.23	84.7	0	0.0



% Gravas	% Arena	% Arcilla y Limos= Finos
8.1	7.2	84.7

Límite Líquido	%	35
----------------	---	----

Límite Plástico	%	27
-----------------	---	----

Índice Plástico	%	8
-----------------	---	---

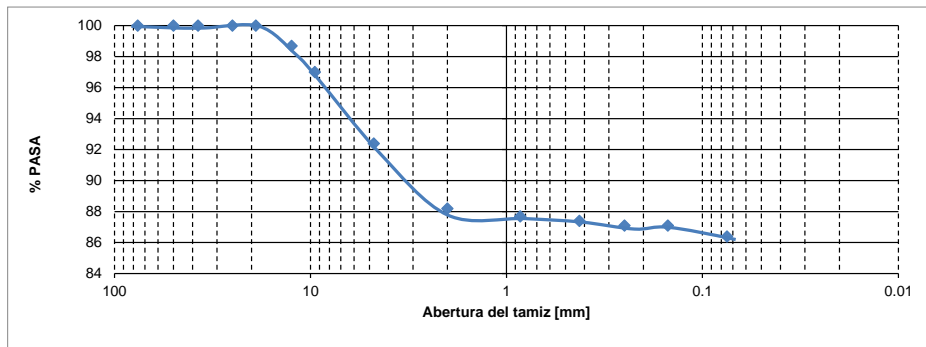
REPORTE DE ENSAYO DE GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO

TESIS	ESTUDIO DE AGRIETAMIENTO DE TERRAPLENES PARA PEQUEÑAS PRESAS (ESATEPE)
UBICACIÓN DEL SONDEO	1.000.000.1.001.000
	Estrato superior Formación Bogotá (Fb)
MUESTRA	4 de 4
FECHA ENSAYO	lunes, 9 de junio de 2014
DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	CL- ARCILLA, trazas de arena fina, trazas de grava fina, plasticidad media
ELABORADO EN	Laboratorio de Geotecnia bajo la método INV E 123
ELABORADO POR	Ana María Avendaño Flechas
REVISADO POR	Guillermo Eduardo Ávila Álvarez

RESULTADOS DE LABORATORIO

PESO INICIAL (gr)	2097.6	PESO FINAL (gr)	1812.95
--------------------------	--------	------------------------	---------

Tamiz		Peso Retenido (gr)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasa
pulgadas	mm				
3	76.2	0	0	100	100
2	50	0.0	0	100	100
"1 1/2"	37.5	0.0	0	100	100
1	25	0.0	0	100	100
"3/4"	19	0.0	0	100	100
"1/2"	12.5	28.1	1.3	98.7	98.7
"3/8"	9.5	36.2	1.7	97	97
#4	4.75	96.6	4.6	92.4	92.4
#10	2	87.2	4.2	88.2	88.2
#20	0.85	9.7	0.5	87.7	87.7
#40	0.425	6.1	0.3	87.4	87.4
#60	0.25	6.5	0.3	87.1	87.1
#100	0.15	0.6	0.00	87.1	87.1
#200	0.075	13.7	0.7	86.4	86.4
Pasa 200		1812.95	86.4	0	0.0



% Gravas	% Arena	% Arcilla y Limos= Finos
7.6	6	86.4

Límite Líquido	%	30
----------------	---	----

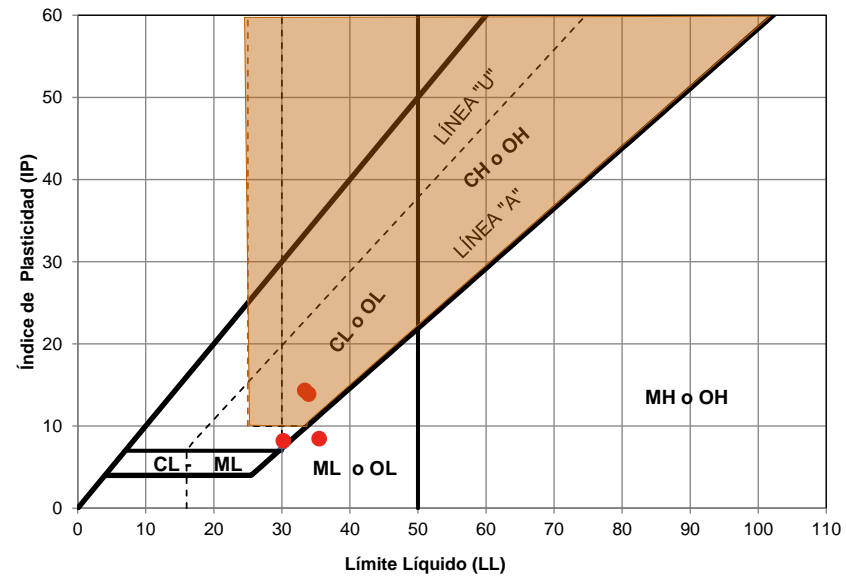
Límite Plástico	%	22
-----------------	---	----

Índice Plástico	%	8
-----------------	---	---

CARTA PLASTICIDAD

TESIS	ESTUDIO DE AGRIETAMIENTO DE TERRAPLENES PARA PEQUEÑAS
UBICACIÓN DEL SONDEO	1.000.000,1.001.000
	Estrato superior Formación Bogotá (Fb)
FECHA ENSAYO	lunes, 9 de junio de 2014
ELABORADO EN	Laboratorio de Geotecnia bajo la método ASTM D 2487-06
ELABORADO POR	Ana María Avendaño Flechas
REVISADO POR	Guillermo Eduardo Ávila Álvarez

Carta Plasticidad



REPORTE DE ENSAYO DE LÍMITES

TESIS	ESTUDIO DE AGRIETAMIENTO DE TERRAPLENES PARA PEQUEÑAS PRESAS (ESATEPE)
UBICACIÓN DEL SONDEO	1.000.000.1.001.000 Estrato superior Formación Bogotá (Fb)
MUESTRA	1 de 4
FECHA ENSAYO	miércoles, 11 de junio de 2014
ELABORADO EN	Laboratorio de Geotecnia bajo la método INV E 125-126-127
ELABORADO POR	Ana María Avendaño Flechas
REVISADO POR	Guillermo Eduardo Ávila Álvarez

RESULTADOS DE LABORATORIO

Contenido Humedad	%	29
Número Golpes	un	37
Límite Líquido	%	30.4
Contenido Humedad	%	34
Número Golpes	un	27
Límite Líquido	%	34.3
Contenido Humedad	%	37
Número Golpes	un	17
Límite Líquido	%	35.3
Límite Líquido	%	33.3
Límite Plástico	%	19.0
Índice Plásticidad	%	14.3
Masa de suelo húmedo y el recipiente	W_1 (g)	44.2
Masa de suelo seco y el recipiente	W_2 (g)	36.9
Masa del recipiente	W_3 (g)	18.8
Contenido agua suelo	w (%)	40
Peso Muestra Aire	W_m	21.8
Peso Muestra Parafinada	W_{mp}	24.8
Peso específico parafina	γ_p	0.97
Volumen parafina	cm³	3.1
Peso Muestra Parafinada sumergida	(g)	10.6
Peso específico suelo	g/cm ³	1.62
Diámetro Promedio del recipiente	cm	4.3
Altura del recipiente	cm	1.1
Volumen pastilla suelo húmedo	V (cm³)	16.4
Volumen pastilla suelo seco	V₀ (cm³)	5.7
Límite Contracción		19



REPORTE DE ENSAYO DE LIMITES

TESIS	ESTUDIO DE AGRIETAMIENTO DE TERRAPLENES PARA PEQUEÑAS PRESAS (ESATEPE)
UBICACIÓN DEL SONDEO	1.000.000,1.001.000 Estrato superior Formación Bogotá (Fb)
MUESTRA	2 de 4
FECHA ENSAYO	lunes, 9 de junio de 2014
ELABORADO EN	Laboratorio de Geotecnia bajo la método INV E 125-126-127
ELABORADO POR	Ana María Avendaño Flechas
REVISADO POR	Guillermo Eduardo Ávila Álvarez

RESULTADOS DE LABORATORIO

Contenido Humedad	%	33
Número Golpes	un	26
Límite Líquido	%	33.2
Contenido Humedad	%	37
Número Golpes	un	12
Límite Líquido	%	33.9
Contenido Humedad	%	33
Número Golpes	un	37
Límite Líquido	%	34.6

Límite Líquido	%	33.9
----------------	---	------

Límite Plástico	%	20.0
-----------------	---	------

Índice Plásticidad	%	13.9
--------------------	---	------

Masa de suelo húmedo y el recipiente	W_1 (g)	45.0
Masa de suelo seco y el recipiente	W_2 (g)	37.8
Masa del recipiente	W_3 (g)	17.8
Contenido agua suelo	w (%)	40
Peso Muestra Aire	W_m	22.8
Peso Muestra Parafinada	W_{mp}	25.4
Peso específico parafina	γ_p	0.97
Volumen parafina	cm^3	2.680412371
Peso Muestra Parafinada sumergida	(g)	8.4
peso específico suelo	g/cm^3	1.62
Diámetro Promedio del recipiente	cm	4.0
Altura del recipiente	cm	1.2
Volumen pastilla suelo húmedo	V (cm^3)	14.8
Volumen pastilla suelo seco	V_0 (cm^3)	7.8

Límite Contracción		4.9
--------------------	--	-----

REPORTE DE ENSAYO DE LIMITES

TESIS	ESTUDIO DE AGRIETAMIENTO DE TERRAPLENES PARA PEQUEÑAS PRESAS (ESATEPE)
UBICACIÓN DEL SONDEO	1.000.000,1.001.000 Estrato superior Formación Bogotá (Fb)
MUESTRA	3 de 4
FECHA ENSAYO	lunes, 9 de junio de 2014
ELABORADO EN	Laboratorio de Geotecnia bajo la método INV E 125-126-127
ELABORADO POR	Ana María Avendaño Flechas
REVISADO POR	Guillermo Eduardo Ávila Álvarez

RESULTADOS DE LABORATORIO

Contenido Humedad	%	33
Número Golpes	un	38
Límite Líquido	%	34.7
Contenido Humedad	%	40
Número Golpes	un	27
Límite Líquido	%	40.4
Contenido Humedad	%	33
Número Golpes	un	16
Límite Líquido	%	31.3

Límite Líquido	%	35.5
----------------	---	------

Límite Plástico	%	27.0
-----------------	---	------

Índice Plásticidad	%	8.5
--------------------	---	-----

Masa de suelo húmedo y el recipiente	W_1 (g)	44.26
Masa de suelo seco y el recipiente	W_2 (g)	36.95
Masa del recipiente	W_3 (g)	18.21
Contenido agua suelo	w (%)	40
Peso Muestra Aire	W_m	22.5
Peso Muestra Parafinada	W_{mp}	24.4
Peso específico parafina	γ_p	0.97
Volumen parafina	cm³	1.958762887
Peso Muestra Parafinada sumergida	(g)	7.7
peso específico suelo	g/cm ³	1.62
Diámetro Promedio del recipiente	cm	3.8
Altura del recipiente	cm	1.2
Volumen pastilla suelo húmedo	V (cm³)	13
Volumen pastilla suelo seco	V₀ (cm³)	8

Límite Contracción		13.5
--------------------	--	------

REPORTE DE ENSAYO DE LIMITES

TESIS	ESTUDIO DE AGRIETAMIENTO DE TERRAPLENES PARA PEQUEÑAS PRESAS (ESATEPE)
UBICACIÓN DEL SONDEO	1.000.000,1.001.000
	Estrato superior Formación Bogotá (Fb)
MUESTRA	4 de 4
FECHA ENSAYO	lunes, 9 de junio de 2014
ELABORADO EN	Laboratorio de Geotecnia bajo la método INV E 125-126-127
ELABORADO POR	Ana María Avendaño Flechas
REVISADO POR	Guillermo Eduardo Avila Álvarez

RESULTADOS DE LABORATORIO

Contenido Humedad	%	30
Número Golpes		36
Límite Líquido	%	31.4
Contenido Humedad	%	30
Número Golpes		26
Límite Líquido	%	30.1
Contenido Humedad	%	31
Número Golpes		15
Límite Líquido	%	29.1

Límite Líquido	%	30.2
----------------	---	------

Límite Plástico	%	22.0
-----------------	---	------

Índice Plásticidad	%	8.2
--------------------	---	-----

Masa de suelo húmedo y el recipiente	W1 (g)	44.95
Masa de suelo seco y el recipiente	W2 (g)	37.78
Masa del recipiente	W3 (g)	17.82
Contenido agua suelo	w (%)	40
Peso Muestra Aire	W_m	24.2
Peso Muestra Parafinada	W_{mp}	27.3
Peso específico parafina	γ_p	0.97
Volumen parafina	cm³	3.20
Peso Muestra Parafinada sumergida	(g)	8.8
peso específico suelo	g/cm ³	1.62
Diámetro Promedio del recipiente	cm	4.0
Altura del recipiente	cm	1.2
Volumen pastilla suelo húmedo	V (cm³)	14.3
Volumen pastilla suelo seco	V₀ (cm³)	8.22

Límite Contracción		9.4
--------------------	--	-----

CALIBRACIÓN PICNÓMETROS

TESIS	ESTUDIO DE AGRIETAMIENTO DE TERRAPLENES PARA PEQUEÑAS PRESAS (ESATEPE)
UBICACIÓN DEL SONDEO	1.000.000,1.001.000
	Estrato superior Formación Bogotá (Fb)
ELABORADO EN	Laboratorio de Geotecnia
ELABORADO POR	Ana María Avendaño Flechas
REVISADO POR	Guillermo Eduardo Ávila Álvarez

Picnómetro 1A sin tapón	
T(°C)	Peso (g)
41	673.16
36	673.93
31	674.78
26	675.62
23	676.05
18	676.57

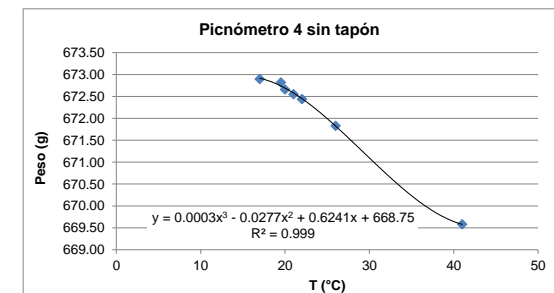
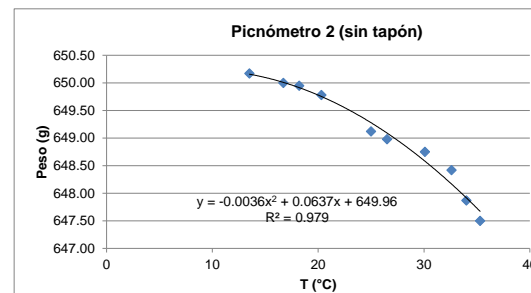
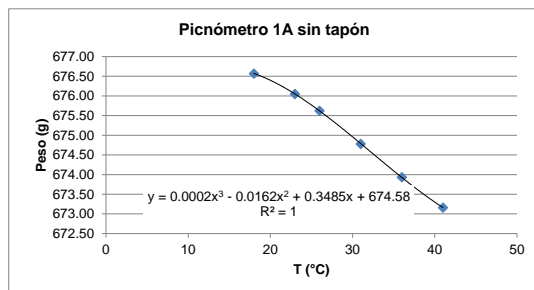
Fecha calibración
30/05/2013

Picnómetro Z (sin tapón)	
T(°C)	Peso (g)
35.3	647.5
34	647.87
32.6	648.42
30.09	648.75
26.5	648.98
25	649.12
20.3	649.78
18.2	649.95
16.7	650
13.5	650.17

Fecha calibración
04/06/2013

Picnómetro 4 sin tapón	
T(°C)	Peso (g)
41	669.58
26	671.83
22	672.44
21	672.55
20	672.66
19.5	672.82
17	672.9

Fecha calibración
04/06/2013

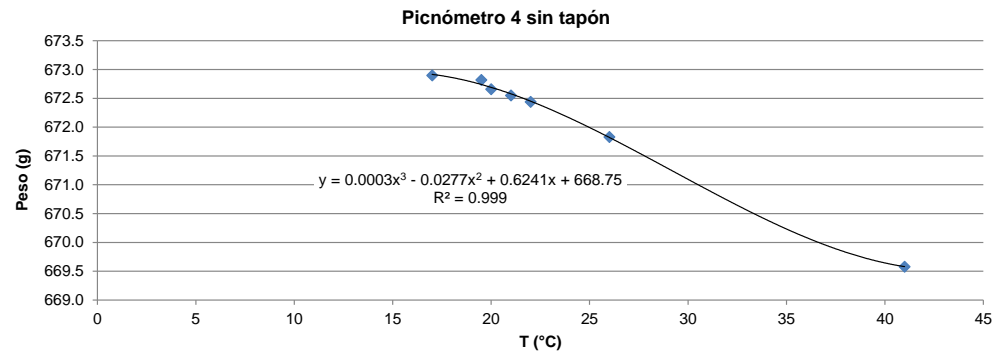


DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA DE LOS SÓLIDOS

TESIS	ESTUDIO DE AGRIETAMIENTO DE TERRAPLENES PARA PEQUEÑAS PRESAS (ESATEPE)
UBICACIÓN DEL SONDEO	1.000.000,1.001.000 Estrato superior Formación Bogotá (Fb)
MUESTRA	1 de 4
FECHA ENSAYO	lunes, 9 de junio de 2014
ELABORADO EN	Laboratorio de Geotecnia bajo la método INV E 128
ELABORADO POR	Ana María Avendaño Flechas
REVISADO POR	Guillermo Eduardo Ávila Álvarez

RESULTADOS DE LABORATORIO

Curva de Calibración del Picnómetro



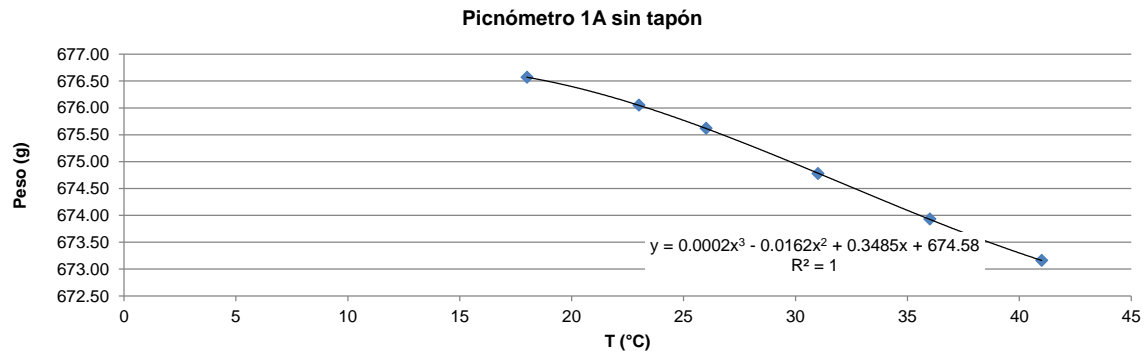
Temperatura de agua de calibración	T_i (°C)	20.0
Peso muestra seca	W_s (g)	59.2
Peso picnómetro + agua T° calibración	(g)	672.6
Peso picnómetro + muestra de suelo + agua a T° de ensayo	W_b (g)	710.1
Temperatura de agua de ensayo	T_x (°C)	20.2
K		1.0
Masa Promedio del Picnómetro	W_i (g)	150.3
Densidad del agua a la T ensayo	(g/ml)	1.0
Densidad del agua a la Tc	(g/ml)	1.0
Masa del Picnómetro + agua a la T° ensayo	W_a (g)	672.5
Gravedad específica de sólidos a 20° C		2.75

DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA DE LOS SÓLIDOS

TESIS	ESTUDIO DE AGRIETAMIENTO DE TERRAPLENES PARA PEQUEÑAS PRESAS (ESATEPE)
UBICACIÓN DEL SONDEO	1.000.000,1.001.000
	Estrato superior Formación Bogotá (Fb)
MUESTRA	2 de 4
FECHA ENSAYO	lunes, 9 de junio de 2014
ELABORADO EN	Laboratorio de Geotecnia bajo la método INV E 128
ELABORADO POR	Ana María Avendaño Flechas
REVISADO POR	Guillermo Eduardo Ávila Álvarez

RESULTADOS DE LABORATORIO

Curva de Calibración del Picnómetro



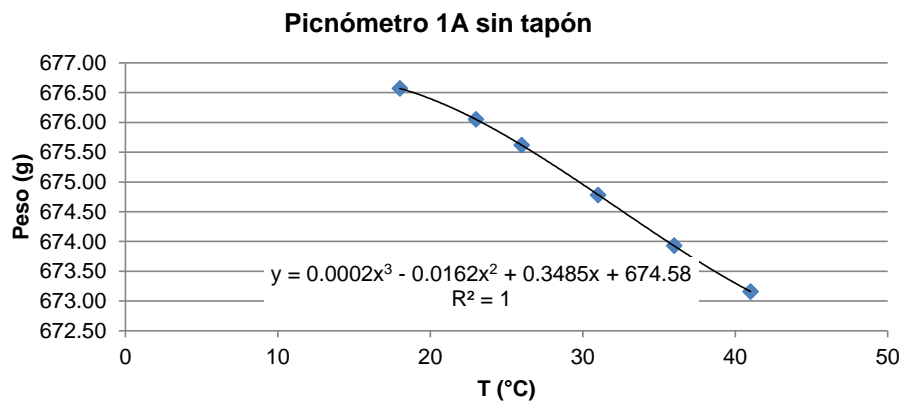
Temperatura de agua de calibración (T°c)	T _i (°C)	20.0
Peso muestra seca	W _s (g)	57.4
Peso picnómetro + agua T° calibración	(g)	676.7
Peso picnómetro + muestra de suelo + agua a T° de ensayo	W _b (g)	713.2
Temperatura de agua de ensayo (T°x)	T _x (°C)	19.0
K		1.0
Masa Promedio del Picnómetro (g)	W _f (g)	150.0
Densidad del agua a la T ensayo (g/ml)	(g/ml)	1.0
Densidad del agua a la Tc (g/ml)	(g/ml)	1.0
Masa del Picnómetro + agua a la T° ensayo	W _a (g)	677.6
Gravedad específica de sólidos a 20° C		2.8



TESIS	ESTUDIO DE AGRIETAMIENTO DE TERRAPLENES PARA PEQUEÑAS PRESAS (ESATEPE)
UBICACIÓN DEL SONDEO	1.000.000,1.001.000
	Estrato superior Formación Bogotá (Fb)
MUESTRA	3 de 4
FECHA ENSAYO	lunes, 9 de junio de 2014
ELABORADO EN	Laboratorio de Geotecnia bajo la método INV E 128
ELABORADO POR	Ana María Avendaño Flechas
REVISADO POR	Guillermo Eduardo Ávila Álvarez

RESULTADOS DE LABORATORIO

Curva de Calibración del Picnómetro



Temperatura de agua de calibración (T ^o c)	T _i (°C)	20.0
Peso muestra seca	W _s (g)	56.5
Peso picnómetro + agua T ^o calibración	(g)	676.1
Peso picnómetro + muestra de suelo + agua a T ^o de ensayo (g)	W _b (g)	711.5
Temperatura de agua de ensayo (T ^o x)	T _x (°C)	19.0
K		4.5
K		1.0
Masa Promedio del Picnómetro (g)	W _f (g)	150.0
Densidad del agua a la T ensayo (g/ml)	(g/ml)	1.0
Densidad del agua a la Tc (g/ml)	(g/ml)	1.0
Masa del Picnómetro + agua a la T ^o ensayo	W _a (g)	676.2
Gravedad específica de sólidos a 20° C		2.8

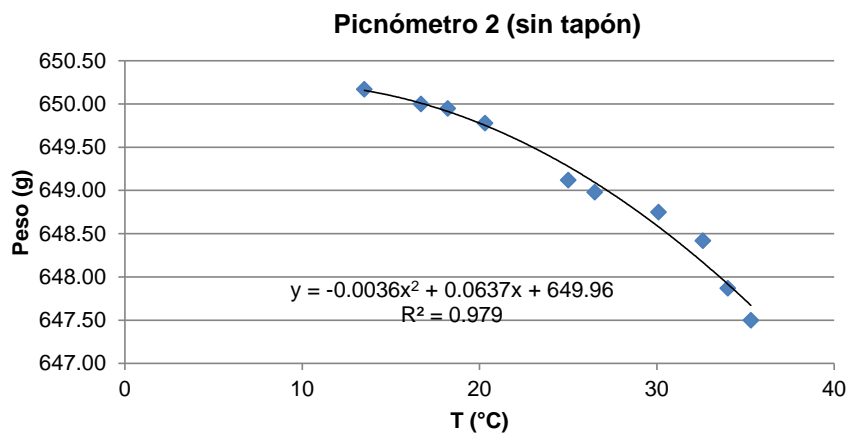


DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA DE LOS SÓLIDOS

TESIS	ESTUDIO DE AGRIETAMIENTO DE TERRAPLENES PARA PEQUEÑAS PRESAS (ESATEPE)
UBICACIÓN DEL SONDEO	1.000.000,1.001.000
	Estrato superior Formación Bogotá (Fb)
MUESTRA	1 de 4
FECHA ENSAYO	lunes, 9 de junio de 2014
ELABORADO EN	Laboratorio de Geotecnia bajo la método INV E 128
ELABORADO POR	Ana María Avendaño Flechas
REVISADO POR	Guillermo Eduardo Ávila Álvarez

RESULTADOS DE LABORATORIO

Curva de Calibración del Picnómetro



Temperatura de agua de calibración (T ^o c)	T _i (°C)	20.0
Peso muestra seca	W _s (g)	57.9
Peso picnómetro + agua T ^o calibración	(g)	649.8
Peso picnómetro + muestra + agua a T ^o de ensayo (g)	W _b (g)	685.7
Temperatura de agua de ensayo (T ^o x)	T _x (°C)	19.0
K		1.0
Masa Promedio del Picnómetro (g)	W _f (g)	150.0
Densidad del agua a la T ensayo (g/ml)	(g/ml)	1.0
Densidad del agua a la Tc (g/ml)	(g/ml)	1.0
Masa del Picnómetro + agua a la T ^o ensayo	W _a (g)	649.9
Gravedad específica de sólidos a 20° C		2.8

GRANULOMETRÍA MÉTODO HIDRÓMETRO

TESIS	ESTUDIO DE AGRIETAMIENTO DE TERRAPLENES PARA PEQUEÑAS PRESAS (ESATEPE)
UBICACIÓN DEL SONDEO	1.000.000.1.001.000 Estrato superior Formación Bogotá (Fb)
MUESTRA	1 de 4
FECHA ENSAYO	miércoles, 9 de julio de 2014
ELABORADO EN	Laboratorio de Geotecnia bajo la método INV E 124
ELABORADO POR	Ana María Avendaño Flechas
REVISADO POR	Guillermo Eduardo Ávila Álvarez

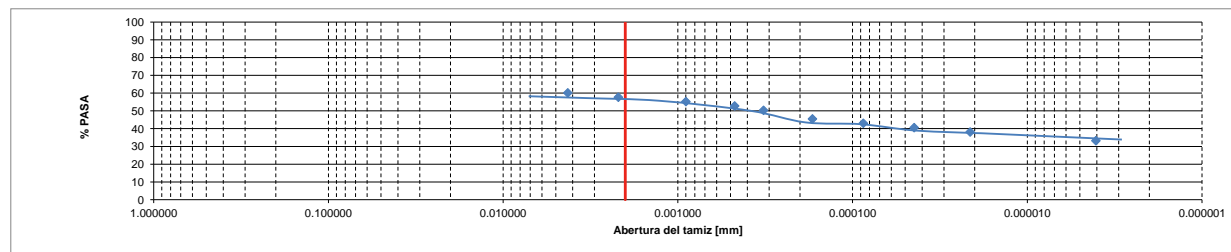
PARÁMETROS LONGITUD EFECTIVA HIDRÓMETRO 151 H	
H (mm)	140
V_B (mm ³)	67000
A (mm ²)	2780
H_B (1,000)	105
L efectiva (cm)	162.9

PARÁMETROS LONGITUD EFECTIVA HIDRÓMETRO 151 H	
H (mm)	140
V_B (mm ³)	67000
A (mm ²)	2780
H_B (1,031)	23
L efectiva (cm)	80.9

Vasija No	EX-4
Peso Vasija+suelo+sales(seco) (g)	234.04
Peso sales (g)	0
Peso vasija (g)	170.03
Peso Suelo Seco (Ws) (g)	64.01
Peso Especifico (Gs)	2.75
Material Pasa Tamiz No	
% Que Pasa	
C_m (g/cc)	0.0006

LECTURA EN SOLUCIÓN PATRÓN DE HEXAMETAFOFATO DE SODIO	
T°C	Lectura r'
19	1.0005
40	0.0008
35	1.0001
30	1.0004
25	1.0004

FECHA	HORA	TIEMPO t (min)	TEMPERATURA T (°C)	LECTURA HIDRÓMETRO R' (g/cc)	LECTURA CORREGIDA R (g/cc)	LONGITUD EFECTIVA L (cm)	Ct	Cd	R-Cd+Ct	PORCENTAJE MÁS FINO P (%)	u	D (mm)
8/07/2014	8:41	1	20	1.025	1.0256	96.82	0	1.0011	0.0245	60	0.01007	0.0043
	8:43	2	20	1.024	1.0246	99.47	0	1.0011	0.0235	58	0.01007	0.0022
	8:46	5	20	1.023	1.0236	102.11	0	1.0011	0.0225	55	0.01007	0.0009
	8:51	10	19	1.022	1.0226	104.76	-0.0002	1.0009	0.0215	53	0.01032	0.0005
	8:56	15	19	1.021	1.0216	107.40	-0.0002	1.0009	0.0205	50	0.01032	0.0003
	9:11	30	19	1.019	1.0196	112.69	-0.0002	1.0009	0.0185	45	0.01032	0.0002
	9:41	60	19	1.018	1.0186	115.34	-0.0002	1.0009	0.0175	43	0.01032	0.0001
	10:41	120	19	1.017	1.0176	117.98	-0.0002	1.0009	0.0165	41	0.01032	0.0000
	11:51	250	20	1.016	1.0166	120.63	0	1.0011	0.0155	38	0.01007	0.0000
	9/07/2014	8:41	1440	18	1.014	1.0146	125.92	-0.0003	1.0008	0.0135	33	0.01058



GRANULOMETRÍA MÉTODO HIDRÓMETRO

TESIS	ESTUDIO DE AGRIETAMIENTO DE TERRAPLENES PARA PEQUEÑAS PRESAS (ESATEPE)
UBICACIÓN DEL SONDEO	1.000.000,1.001.000 Estrato superior Formación Bogotá (Fb)
MUESTRA	2 de 4
FECHA ENSAYO	martes, 15 de julio de 2014
ELABORADO EN	Laboratorio de Geotecnia bajo la método INV E 124
ELABORADO POR	Ana María Avendaño Flechas
REVISADO POR	Guillermo Eduardo Ávila Álvarez

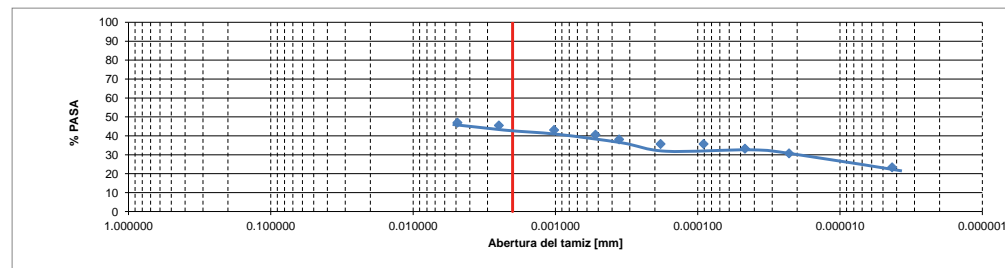
Vasija No	62
Peso Vasija+suelo+sales(seco) (g)	312
Peso sales (g)	0
Peso vasija (g)	248
Peso Suelo Seco (Ws) (g)	64
Peso Específico (Gs)	2.78
Material Pasa Tamiz No	
% Que Pasa	
Cm (g/cc)	0.0006

LECTURA EN SOLUCIÓN PATRÓN DE HEXAMETAFOFATO DE SODIO	
T°C	Lectura r'
19	1.0005
40	0.0008
35	1.0001
30	1.0004
25	1.0004

PARÁMETROS LONGITUD EFECTIVA HIDRÓMETRO 151 H	
H (mm)	140
V _B (mm ³)	67000
A (mm ²)	2780
H _{R (1.000)}	105
L efectiva (cm)	163

PARÁMETROS LONGITUD EFECTIVA HIDRÓMETRO 151 H	
H (mm)	140
V _B (mm ³)	67000
A (mm ²)	2780
H _{R (1.031)}	23
L efectiva (cm)	81

FECHA	HORA	TIEMPO t (min)	TEMPERATURA T (°C)	LECTURA HIDRÓMETRO R' (g/cc)	LECTURA CORREGIDA R (g/cc)	LONGITUD EFECTIVA L (cm)	Ct	Cd	R-Cd+Ct	PORCENTAJE MÁS FINO P (%)	u	D (mm)
15/07/2014	9:13	1	19	1.020	1.0206	110.05	-0.0002	1.0013	0.0191	47	0.01032	0.0049
	9:15	2	19	1.019	1.0196	112.69	-0.0002	1.0009	0.0185	46	0.01032	0.0025
	9:18	5	19	1.018	1.0186	115.34	-0.0002	1.0009	0.0175	43	0.01032	0.0010
	9:23	10	19	1.017	1.0176	117.98	-0.0002	1.0009	0.0165	41	0.01032	0.0005
	9:28	15	19	1.016	1.0166	120.63	-0.0002	1.0009	0.0155	38	0.01032	0.0004
	9:43	30	19	1.015	1.0156	123.27	-0.0002	1.0009	0.0145	36	0.01032	0.0002
	10:13	60	19	1.015	1.0156	123.27	-0.0002	1.0009	0.0145	36	0.01032	0.0001
	11:13	120	19	1.014	1.0146	125.92	-0.0002	1.0009	0.0135	33	0.01032	0.0000
	12:23	250	19	1.013	1.0136	128.56	-0.0002	1.0009	0.0125	31	0.01032	0.0000
16/07/2014	9:13	1440	18	1.010	1.0106	136.50	-0.0003	1.0008	0.0095	23	0.01058	0.0000



GRANULOMETRÍA MÉTODO HIDRÓMETRO

TESIS	ESTUDIO DE AGRIETAMIENTO DE TERRAPLENES PARA PEQUEÑAS PRESAS (ESATEPE)
UBICACIÓN DEL SONDEO	1.000.000;1.001.000 Estrato superior Formación Bogotá (Fb)
MUESTRA	3 de 4
FECHA ENSAYO	martes, 15 de julio de 2014
ELABORADO EN	Laboratorio de Geotecnia bajo la método INV E 124
ELABORADO POR	Ana María Avendaño Flechas
REVISADO POR	Guillermo Eduardo Ávila Álvarez

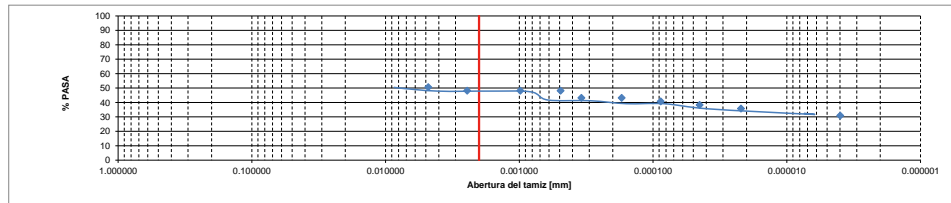
PARAMETROS LONGITUD EFECTIVA HIDROMETRO 151 H	
H (mm)	140
V _a (mm ³)	67000
A (mm ²)	2780
H _R (1.000)	105
L efectiva (cm)	162.9496403

PARAMETROS LONGITUD EFECTIVA HIDROMETRO 151 H	
H (mm)	140
V _a (mm ³)	67000
A (mm ²)	2780
H _R (1.031)	23
L efectiva (cm)	80.9496403

Vasija No	3Z
Peso Vasija+suelo+sales(seco) (g)	254.99
Peso sales (g)	0
Peso vasija (g)	191.62
Peso Suelo Seco (Ws) (g)	63.37
Peso Especifico (Gs)	2.77
Material Pasa Tamiz No	
% Que Pasa	
Cm (g/cc)	0.0006

LECTURA EN SOLUCION PATRON DE HEXAMETAFOFATO DE SODIO	
	lectura
T°C	r'
19	1.0005
40	0.0008
35	1.0001
30	1.0004
25	1.0004

FECHA	HORA	TIEMPO t (min)	TEMPERATURA T (°C)	LECTURA HIDROMETRO R (g/cc)	LECTURA CORREGIDA R (g/cc)	LONGITUD EFECTIVA L (cm)	Ct	Cd	R-Cd+Ct	PORCENTAJE MAS FINO P (%)	u	D (mm)
15/07/2014	9:45	1	19	1.021	1.0216	107.40	-0.0002	1.0009	0.0205	51	0.01032	0.0048
	9:47	2	19	1.020	1.0206	110.05	-0.0002	1.0009	0.0195	48	0.01032	0.0025
	9:50	5	19	1.020	1.0206	110.05	-0.0002	1.0009	0.0195	48	0.01032	0.0010
	9:55	10	19	1.020	1.0206	110.05	-0.0002	1.0009	0.0195	48	0.01032	0.0005
	10:00	15	19	1.018	1.0186	115.34	-0.0002	1.0009	0.0175	43	0.01032	0.0003
	10:15	30	19	1.018	1.0186	115.34	-0.0002	1.0009	0.0175	43	0.01032	0.0002
	10:45	60	19	1.017	1.0176	117.98	-0.0002	1.0009	0.0165	41	0.01032	0.0001
	11:45	120	19	1.016	1.0166	120.63	-0.0002	1.0009	0.0155	38	0.01032	0.0000
	12:55	250	19	1.015	1.0156	123.27	-0.0002	1.0009	0.0145	36	0.01032	0.0000
16/07/2014	9:45	1440	19	1.013	1.0136	128.56	-0.0002	1.0009	0.0125	31	0.01032	0.0000



GRANULOMETRÍA MÉTODO HIDRÓMETRO

TESIS	ESTUDIO DE AGRIETAMIENTO DE TERRAPLENES PARA PEQUEÑAS PRESAS (ESATEPE)
UBICACIÓN DEL SONDEO	1.000.000.1.001.000
	Estrato superior Formación Bogotá (Fb)
MUESTRA	4 de 4
FECHA ENSAYO	martes, 15 de julio de 2014
ELABORADO EN	Laboratorio de Geotecnia bajo la método INV E 124
ELABORADO POR	Ana María Avendaño Flechas
REVISADO POR	Guillermo Eduardo Avila Alvarez

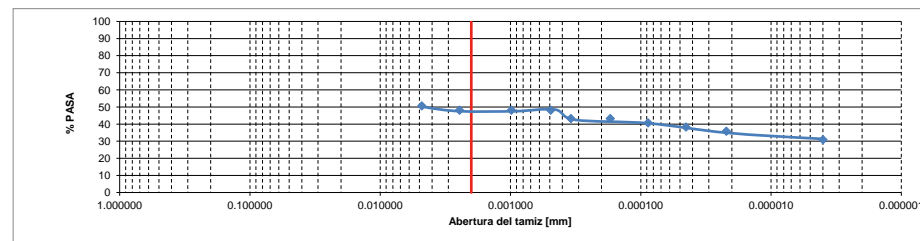
PARAMETROS LONGITUD EFECTIVA HIDROMETRO 151	
H	
H (mm)	140
V_d (mm ³)	67000
A (mm ²)	2780
H_R (t.000)	105
L efectiva (cm)	162.95

PARAMETROS LONGITUD EFECTIVA HIDROMETRO 151	
H	
H (mm)	140
V_d (mm ³)	67000
A (mm ²)	2780
H_R (t.031)	23
L efectiva (cm)	80.94964029

Vasija No	10
Peso Vasija+suelo+sales(seco) (g)	243.95
Peso sales (g)	0
Peso vasija (g)	180.4
Peso Suelo Seco (Ws) (g)	63.55
Peso Especifico (Gs)	0.62
Material Pasa Tamiz No	
% Que Pasa	
Cm (g/cc)	0.0006

LECTURA EN SOLUCION PATRON DE HEXAMETAFOFATO DE SODIO	
T°C	Lectura r'
19	1.0005
40	0.0008
35	1.0001
30	1.0004
25	1.0004

FECHA	HORA	TIEMPO t (min)	TEMPERATURA T (°C)	LECTURA HIDRÓMETRO R' (g/cc)	LECTURA CORREGIDA R (g/cc)	LONGITUD EFECTIVA L (cm)	Ct	Cd	R-Cd+Ct	PORCENTAJE MAS FINO P (%)	u	D (mm)
15/07/2014	10:08	1	19	1.023	1.0236	102.11	-0.0002	1.0009	0.0225	-57.766367	0.01032	-0.0212
	10:10	2	19	1.023	1.0236	102.11	-0.0002	1.0009	0.0225	-57.766367	0.01032	-0.0106
	10:13	5	19	1.022	1.0226	104.76	-0.0002	1.0009	0.0215	-55.198973	0.01032	-0.0044
	10:18	10	19	1.022	1.0226	104.76	-0.0002	1.0009	0.0215	-55.198973	0.01032	-0.0022
	10:23	15	19	1.020	1.0206	110.05	-0.0002	1.0009	0.0195	-50.064185	0.01032	-0.0015
	10:38	30	19	1.019	1.0196	112.69	-0.0002	1.0009	0.0185	-47.496791	0.01032	-0.0008
	11:08	60	19	1.019	1.0196	112.69	-0.0002	1.0009	0.0185	-47.496791	0.01032	-0.0004
	12:08	120	19	1.018	1.0186	115.34	-0.0002	1.0009	0.0175	-44.929397	0.01032	-0.0002
	13:18	250	19	1.017	1.0176	117.98	-0.0002	1.0009	0.0165	-42.362003	0.01032	-0.0001
16/07/2014	10:08	1440	19	1.015	1.0156	123.27	-0.0002	1.0009	0.0145	-37.227214	0.01032	0.0000





UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA
SEDE BOGOTÁ

PERMEABILIDAD SUELO SATURADO CON CABEZA VARIABLE

TESIS	ESTUDIO DE AGRIETAMIENTO DE TERRAPLENES PARA PEQUEÑAS PRESAS (ESATEPE)
UBICACIÓN DEL SONDEO	1.000.000,1.001.000 Estrato superior Formación Bogotá (Fb)
MUESTRA	1 de 1
FECHA ENSAYO	miércoles, 29 de octubre de 2014
ELABORADO EN	Laboratorio de Geotecnia bajo la método Cabeza Variable
ELABORADO POR	Ana María Avendaño Flechas
REVISADO POR	Guillermo Eduardo Ávila Álvarez

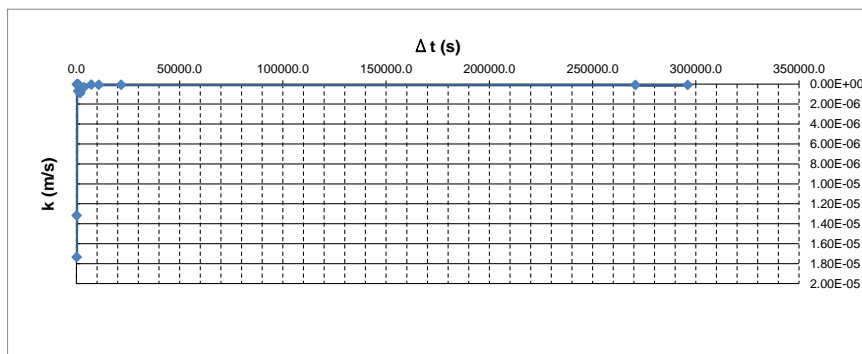
Área transversal por donde fluye el líquido	(a-m ²)	1.3E-04
Área transversal de la muestra	(A-m ²)	8.1E-03
Longitud de la muestra	(L-m)	0.12

$$k = \frac{2.30 a \cdot L}{A \cdot t} \log_{10} \left(\frac{h_0}{h_1} \right)$$

h ₀ (m)	h ₁ (m)	t ₁ (s)	t ₂ (s)	Hora	Fecha	Δt (min)	Δt (s)	k (m/s)
2.1	2.08	0	60	02:04:00 p. m.	29/10/2014	1.00	60	1.73E-05
2.08	2.05	60	120	02:05:00 p. m.	29/10/2014	2.00	120	1.32E-05
2.05	2.05	120	180	02:06:00 p. m.	29/10/2014	3.00	180	0.00E+00
2.05	2.05	180	300	02:08:00 p. m.	29/10/2014	5.00	300	0.00E+00
2.05	2.05	300	420	02:10:00 p. m.	29/10/2014	7.00	420	0.00E+00
2.05	2.05	420	600	02:13:00 p. m.	29/10/2014	10.00	600	0.00E+00
2.05	2.04	600	780	02:16:00 p. m.	29/10/2014	13.00	780	6.81E-07
2.04	2.04	780	900	02:18:00 p. m.	29/10/2014	15.00	900	0.00E+00
2.04	2.01	900	1800	02:33:00 p. m.	29/10/2014	30.00	1800	8.94E-07
2.01	1.99	1800	3600	03:03:00 p. m.	29/10/2014	60.00	3600	3.02E-07
1.99	1.985	3600	7200	04:03:00 p. m.	29/10/2014	120.00	7200	3.80E-08
1.985	1.975	7200	10800	05:03:00 p. m.	29/10/2014	180.00	10800	5.08E-08
1.975	1.95	10800	14000	06:03:00 p. m.	29/10/2014	360.00	21600	6.41E-08
1.95	1.59	14000	310080	12:10:00 p. m.	1/11/2014	4934.67	296080	7.49E-08
1.59	1.32	310080	580800	03:10:00 p. m.	5/11/2014	4512.00	270720	7.47E-08

Promedio Permeabilidad - k (m/s)

1.10E-06





**PRUEBA
PROCTOR**

TESIS	ESTUDIO DE AGRIETAMIENTO DE TERRAPLENES PARA PEQUEÑAS PRESAS (ESATEPE)
UBICACIÓN DEL SONDEO	1.000.000,1.001.000
	Estrato superior Formación Bogotá (Fb)
MUESTRA	1 de 1
FECHA ENSAYO	miércoles, 29 de octubre de 2014
ELABORADO EN	Laboratorio de Geotecnia bajo la método E 141
ELABORADO POR	Ana María Avendaño Flechas
REVISADO POR	Guillermo Eduardo Avila Álvarez

RESULTADO DE LABORATORIO

Prueba N°:	1	2	3
M_t (g)	4,579.0	5,690	5,774
M_{md} (g)	4,117.00	4,117.00	4,117.00
V (cm³)	943.8	944.8	945.8
ρ_m (kg/m³)	490	1665	1752
ρ_d (kg/m³)	445	1476	1459
γ_d (kN/m³)	4.36	14.47	14.31

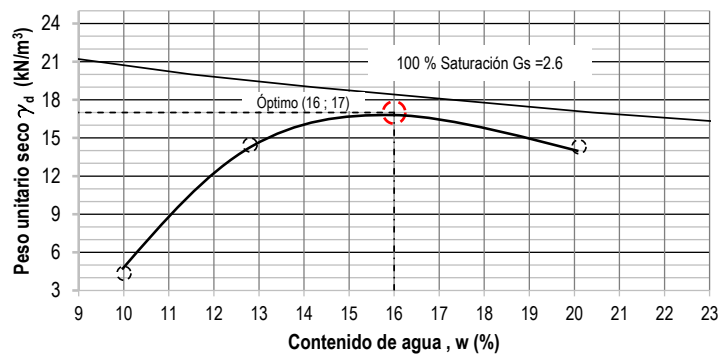
CONTENIDO DE AGUA

Mc_{ms} (g)	69.74	161.35	172.05
Mc_{ds} (g)	66.96	147.48	149.80
Mc (g)	39.17	39.17	39.17
w (%)	10.0	12.8	20.1

CURVA DE SATURACIÓN

T (°C)	γ_d (kN/m³)							
20	9	11.0	13	15.0	17	19.0	20	24
γ_w (kN/m³)	w_s(%)							
10	72.6	52.4	38.5	28.2	20.4	14.2	11.5	3.2

CURVA DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO



RESUMEN DE RESULTADOS

Std-w_{opt} (%)	16.0	Std-γ_{opt} (kN/m³)	17.00
--------------------------------	------	---	-------

CONVENCIONES

M_t: masa de suelo húmeda y molde, **M_{md}**: masa del molde, **V**: volumen del molde, **ρ_m**: densidad del suelo compactado, **γ_d**: peso unitario seco del suelo compactado, **Mc_{ms}**: masa de suelo más recipiente, **Mc_{ds}**: masa de suelo seco más recipiente, **Mc**: masa del recipiente, **w**: contenido de agua; **w_s**: contenido de agua 100% de saturación, **γ_w**: peso específico del agua, **Std-w_{opt}**: contenido de agua óptimo para el Proctor estándar, **Std-γ_{opt}**: peso unitario óptimo para el Proctor estándar.

ACTIVIDAD

TESIS	ESTUDIO DE AGRIETAMIENTO DE TERRAPLENES PARA PEQUEÑAS PRESAS (ESATEPE)
UBICACIÓN DEL SONDEO	1.000.000,1.001.000
	Estrato superior Formación Bogotá (Fb)
MUESTRA	
FECHA ENSAYO	
ELABORADO EN	
ELABORADO POR	Ana María Avendaño Flechas
REVISADO POR	Guillermo Eduardo Ávila Álvarez

$$A = \frac{IP}{\% \text{ de peso arcilla}}$$

Muestra 1 de 1

IP	14	% Peso arcilla	55	A	0.3
Estado de Actividad	Inactivo				

Muestra 1 de 2

IP	14	% Peso arcilla	43	A	0.3
Estado de Actividad	Inactivo				

Muestra 1 de 3

IP	8	% Peso arcilla	48	A	0.18
Estado de Actividad	Inactivo				

Muestra 1 de 4

IP	8	% Peso arcilla	48	A	0.17
Estado de Actividad	Inactivo				