

48 91

URBANIZACIÓN FERNANDO BOTERO
JARAMILLO. ETAPA III
SEVILLA - VALLE DEL CAUCA

ESTUDIO DE SUELOS

ING. ANDRÉS EMILIO PAZ GONZÁLEZ

AGOSTO DE 2008

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	3
2. DESCRIPCIÓN DEL SITIO	3
2.1. LOCALIZACIÓN	3
2.2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	3
2.3. TOPOGRAFÍA	4
2.4. PROBLEMAS GEOTÉCNICOS	4
2.5. LIMITACIONES	4
3. EXPLORACIÓN DEL TERRENO	4
TABLA N° 1. CUADRO DE SONDEOS	5
4. ENSAYOS DE LABORATORIO	5
TABLA N° 2. CUADRO RESUMEN DE RESULTADOS DE LABORATORIO	6
5. PROPIEDADES GEOMECÁNICAS DE LOS SUELOS	6
5.1. LÍMITES DE CONSISTENCIA	6
5.2. PESO UNITARIO Y HUMEDAD NATURAL	7
5.3. COMPRESIÓN NO CONFINADA	7
5.4. ÁNGULO DE FRICCIÓN Y COHESIÓN	7
6. ANÁLISIS GEOTÉNICO	7
6.1. DESCRIPCIÓN DEL PERFIL DEL SUBSUELO	7
6.2. NIVELES DE AGUAS SUBSUPERFICIALES	8
7. CAPACIDAD PORTANTE	8
7.1. GENERALIDADES	8
7.2. CAPACIDAD PORTANTE SEGÚN TERZAGHI	8
TABLA N° 3. CAPACIDAD ADMISIBLE DEL SUELO	9
GRÁFICA N° 1. CAPACIDAD ADMISIBLE DEL SUELO	9
8. RECOMENDACIONES	9
8.1. DE LA CIMENTACIÓN	9
8.2. DE LA CONSTRUCCIÓN	11
ANEXO N° 1	12
ANEXO N° 2	13
ANEXO N° 3	14

1. INTRODUCCIÓN

Siendo necesario enmarcar dentro de las Normas Colombianas de diseño y construcciones sismorresistentes todas las nuevas edificaciones que se construirán, repararan o que se modificaran en el territorio nacional, se crea la necesidad de realizar el estudio de suelos y recomendaciones para la construcción de la Etapa III de la Urbanización Fernando Botero Jaramillo, en el municipio de Sevilla (Valle del Cauca), a solicitud del Consorcio C y P.

En desarrollo del estudio y con el fin de cumplir con los lineamientos del título H de la Norma (Ley 400/97), se realizó la definición del proyecto haciendo una breve descripción del tipo de estructura que se pretende construir en el sitio, una ligera caracterización física y geográfica del lugar en general, la evaluación y descripción de los materiales encontrados en la exploración del terreno y los resultados de laboratorio para con estas herramientas ofrecer el diseño de la cimentación de la edificación mas adecuada y las recomendaciones locales y generales de manejo de los suelos y construcción del sistema.

Cabe anotar que el presente documento es parte integral de las memorias de cálculo estructurales de la edificación.

2. DESCRIPCIÓN DEL SITIO

En este capítulo se describen las características del proyecto de la construcción de la Etapa III de la Urbanización Fernando Botero Jaramillo, en el municipio de Sevilla (Valle del Cauca).

2.1. LOCALIZACIÓN

El presente estudio se realizó en las manzanas M y N correspondientes a la Etapa III de la Urbanización Fernando Botero Jaramillo, en el municipio de Sevilla (Valle del Cauca). Dicha Etapa III se encuentra ubicada en la parte oeste de la ya mencionada urbanización, la cual limita al norte con la Finca La Unión, al oeste y sur con la Finca La Celia, al este con la Urbanización Nuevo Horizonte y al noreste con la Finca Buenos Aires.

2.2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto consiste en la construcción de viviendas de interés social de uno o dos pisos. El sistema estructural será en pórticos de concreto reforzado y cerramiento en mampostería de bloque no estructural.

2.3. TOPOGRAFÍA

La topografía del lote donde se construirá la Etapa III de la Urbanización Fernando Botero Jaramillo presenta una pendiente que se tiende desde la parte este hacia la parte oeste suavemente, y hacia la parte sur y suroeste su tiende abruptamente.

No se esperan inconvenientes de orden geotécnico relacionados con la topografía del lugar.

2.4. PROBLEMAS GEOTÉCNICOS

En general el sitio estudiado presenta buenas características geomecánicas, no se observan estructuras vecinas con fisuras, agrietamientos y/o hundimientos.

2.5. LIMITACIONES

Las investigaciones y conclusiones consignadas en este informe se ciñen estrictamente a las características del proyecto. Cualquier variación deberá consultarse con el ingeniero responsable del presente estudio, para la ampliación o modificación.

El ingeniero garante del presente estudio no se hace responsable por cualquier tipo de daño y/o sanción derivados de modificaciones efectuadas al proyecto sin la respectiva consulta.

3. EXPLORACIÓN DEL TERRENO

Las labores de exploración, inspección del terreno y toma de muestras en el mismo se realizaron durante el mes de Agosto de 2008. De acuerdo con la magnitud del proyecto, el criterio, experiencia, la exigencia y recomendaciones de la Ley 400 de 1997 (Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo resistente – NSR 98) en su título, se proyectaron tres (4) perforaciones a las profundidades expresadas en la Norma o hasta el nivel donde se presento rechazo.

Las perforaciones se realizaron para conocer con claridad la estratigrafía de los suelos, las características físicas y geomecánicas para proyectar el comportamiento de los materiales ante las sollicitaciones de cargas generadas por la edificación. A continuación se presenta una tabla en la que aparecen cada sondeo y las profundidades alcanzadas en el estudio.

TABLA N° 1. CUADRO DE SONDEOS

Sondeo N°	Profundidad (m)	NAF	Lleno	Observación
1	6,00	-	-	Fin del sondeo
2	6,00	-	0,80	Fin del sondeo
3	6,00	-	-	Fin del sondeo
4	6,00	-	-	Fin del sondeo

4. ENSAYOS DE LABORATORIO

Luego de realizada la inspección directa en el terreno y con el fin de determinar con claridad la estratigrafía del sitio, la clasificación de los suelos según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), los parámetros que definen el comportamiento mecánico de los suelos en los diferentes estratos y la posición del nivel de aguas freáticas, se planteo la realización de los siguientes ensayos:

- Ensayos de humedad natural (NTC 1495/ASTM D2216), límites de Atterberg (NTC 1493/ASTM D4318), granulometrías con lavado sobre tamiz 200 (ASTM 421-58/422-63), con el objeto de clasificar los suelos.
- Ensayos de peso unitario húmedo para encontrar los esfuerzos producidos por el peso del suelo (NTC 1528/ASTM D2167) y peso unitario seco (NTC 1568/ASTM D1556) y poder tener conocimiento sobre la porosidad del mismo.
- Ensayos de compresión no confinada (NTC 1527/ASTM D2166) para determinar la capacidad portante y capacidad admisible de soporte.
- Ensayo de corte directo para conocer el ángulo de fricción y la cohesión de los materiales.

TABLA N° 2. CUADRO RESUMEN DE RESULTADOS DE LABORATORIO

Sondeo N° - Profundidad (m)	ω (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	T 200	γ_H (ton/m ³)	γ_S (ton/m ³)	Qu (ton/m ²)	SUCS
1 - 1,50	39,90	53,20	44,80	8,40		1,647	1,177	9,01	MH
1 - 2,50	29,90					1,557	1,199		
1 - 5,00	14,80					1,635	1,424	6,17	
2 - 1,50	33,10	41,90	35,90	6,00	46,70	1,610	1,210	8,75	SM
2 - 4,00	28,10	36,60	32,20	4,40	42,90	1,672	1,306	6,38	SM
3 - 1,50	40,90	53,60	44,10	9,60	53,30	1,632	1,158	9,47	MH
3 - 3,00	20,40	35,90	32,00	3,90	40,10	1,800	1,495	8,73	SM
4 - 1,50	41,50	36,25	32,10	4,15	41,50	1,736	1,227	7,60	SM
4 - 4,00	40,40	53,40	44,40	9,00	54,56	1,640	1,168	9,30	MH

Siendo:

- ω (%): Contenido de humedad natural de la muestra
- LL (%): Límite líquido en porcentaje
- LP (%): Límite plástico en porcentaje
- IP (%): Índice de plasticidad en porcentaje
- T200: Porcentaje de la muestra que pasa el Tamiz N° 200
- γ_H (ton/m³): Peso húmedo del suelo
- γ_S (ton/m³): Peso seco del suelo
- qu (ton/m²): Capacidad portante última del suelo
- SUCS: Sistema Unificado de Clasificación de Suelos
- MH: Limo de alta plasticidad
- SM: Arena limosa

5. PROPIEDADES GEOMECÁNICAS DE LOS SUELOS

Dos tipos de suelos se encontraron durante la exploración del terreno, estos corresponden en general a cenizas volcánicas clasificadas según la SUCS como limos de alta plasticidad MH (en un 43% de las muestras ensayadas) y arenas limosas SM (en el 57% de las muestras restantes). Estos materiales presentan textura limo arenoso y húmedo.

5.1. LÍMITES DE CONSISTENCIA

En cuanto a los límites de Atterberg y la clasificación de los materiales ensayados se tiene que el Límite Líquido varía entre 53.6% y 35.9%. El Límite Plástico varía entre 44.8% y 32.0%.

El promedio para los límites líquido y plástico son respectivamente 44.41% y 37.93%.

El promedio del índice de plasticidad es 6.49%.

5.2. PESO UNITARIO Y HÚMEDAD NATURAL

El peso unitario húmedo de los materiales varía entre 1.80 ton/m³ y 1.56 ton/m³. El promedio de este indicador es de 1.66 ton/m³. En cuanto a los pesos unitarios secos, estos varían entre 1.50 ton/m³ y 1.16 ton/m³ y tiene un promedio de 1.26 ton/m³.

La humedad natural de los materiales, esta varía con los límites e índices, a medida que los indicadores son bajos la humedad natural del suelo también lo es. La humedad natural varía entre 41.5% y 14.8%, con un promedio de 29.6%.

5.3. COMPRESION NO CONFINADA

Los resultados de la compresión no confinada presentan valores medios para los materiales ensayados, es decir, presentan un promedio de 8.18 ton/m², pero en algunos casos se alcanzan resultados de 9.47 ton/m².

Este indicador nos muestra que los resultados localizados en el sitio estudiado son de consistencia media, y presentan buenas características mecánicas para soportar el proyecto.

5.4. ANGULO DE FRICCIÓN Y COHESIÓN

Solo se realizó un ensayo de corte directo, este se hizo en el sondeo 1 a 2.50 metros de profundidad y arrojó los siguientes resultados.

- Ángulo de fricción (Φ): 22 grados
- Cohesión (c): 7.66 ton/m²

6. ANÁLISIS GEOTÉCNICO

En este capítulo se definen los principales parámetros del perfil de suelos.

6.1. DESCRIPCIÓN DEL PERFIL DEL SUBSUELO

A continuación se realiza una descripción del perfil de suelo encontrado durante la investigación realizada para el proyecto.

En la superficie aflora una capa de material orgánico el cual presenta un espesor de unos 0.20 m en algunas zonas del lote estudiado. Por debajo

de este se encuentra una intercalación de estratos limosos y arenosos que varían entre 0.50 y 2.00 m.

En general la textura es arenosa limosa y se encuentran colores que varían entre el amarillo y café.

6.2. NIVELES DE AGUAS SUPERFICIALES

No se detectaron niveles de aguas freáticas (NAF) en ninguno de los sondeos realizados.

7. CAPACIDAD PORTANTE

7.1. GENERALIDADES

Para determinar la capacidad portante del suelo destinado a la construcción en cuestión, se utilizó el método propuesto por Terzaghi, en todos los casos se dispone de resultados de capacidad portante a diferentes profundidades y se emplean los parámetros que mejor describen las condiciones del suelo y que se han encontrado en los ensayos de laboratorio para cada sondeo.

Para la realización de estos cálculos de capacidad se empleo como estructura de cimentación una zapata cuadrada con una longitud de base igual a 1 m y desplantada a diferentes profundidades, con el fin de que en el diseño estructural se decida el tamaño mas conveniente para el sistema de cimentación y de acuerdo con sus requerimientos la profundidad de desplante entre estas alternativas.

7.2. CAPACIDAD PORTANTE SEGÚN TERZAGHI

Se empleo la formula general planteada por Terzaghi (y avalada por la NSR 98) para obtención de la capacidad portante de zapatas cuadradas.

$$q_u = c N_c + \gamma D_f N_q + 0.50 \gamma B N_\gamma$$

Y utilizando la aplicación de esta para suelos cohesivos y friccionantes con un ángulo de fricción corregido para la cimentación de 15 grados y en el caso de un cimientto rugoso, los factores de capacidad de carga resultan:

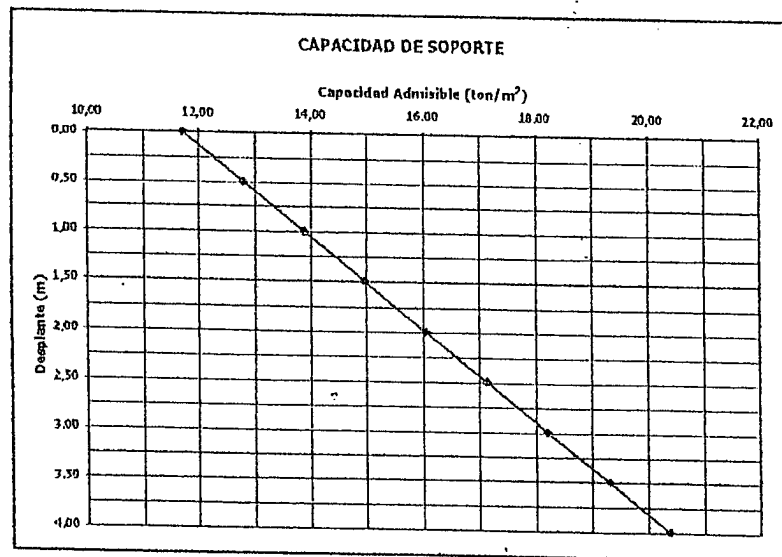
$N_c = 10.98$, $N_q = 3.94$ y $N_\gamma = 2.65$.

▪ q_u	=	8.09 ton/m ²	(Capacidad última)
▪ c	=	3.00 ton/m ²	(Cohesión)
▪ γ	=	1.65 ton/m ³	(Peso húmedo del suelo)

TABLA N° 3. CAPACIDAD ADMISIBLE DEL SUELO

Desplante	q_u (ton/m ²)	Q_a (ton/m ²)
-	35,13	11,71
0,50	38,38	12,79
1,00	41,63	13,88
1,50	44,88	14,96
2,00	48,13	16,04
2,50	51,38	17,13
3,00	54,63	18,21
3,50	57,89	19,3
4,00	61,14	20,38

GRÁFICA N° 1. CAPACIDAD ADMISIBLE DEL SUELO



8. RECOMENDACIONES

8.1. DE LA CIMENTACIÓN

Después de analizar las condiciones generales de la zona y de determinar con claridad las propiedades físicas y mecánicas de los suelos existentes y teniendo en cuenta que no se conocen con claridad las características de la nueva estructura que se pretende construir, se considera que el tipo de cimentación mas adecuado para el proyecto son zapatas aisladas, corridas

o losas flotantes. Estas se deberán desplantar mínimo cincuenta centímetros (0.50 m) mas una sustitución con afirmado por debajo del área de la cimentación mínimo de 0.20 metros o hasta sobrepasar los estratos de relleno antrópico o materiales orgánicos, compactándolos con una energía de compactación del 95% del proctor modificado. En general todas las cimentaciones deberán ser construidas solo sobre los suelos naturales.

En cualquier caso, la cimentación deberá sobrepasar los estratos de relleno antrópico para evitar los asentamiento que se generaran en esta capa.

En caso de cimentaciones superficiales se deberá utilizar una capacidad de soporte admisible máxima de 12 ton/m², esto para no sobrepasar los asentamientos máximos admisibles y los diferenciales de 1.50 cm.

Debido a las condiciones geomecánicas de los suelos no se espera susceptibilidad a licuación de los materiales sondeados.

Se deberá garantizar que la cimentación propuesta sobrepase los estratos de lleno y las bolsas de material orgánico, en caso de aparecer en cualquier sitio del lugar estudiado, ya que estos no presentan condiciones geomecánicas para soportar cargas.

El sistema de cimentación proyectado se debe diseñar como un conjunto, por lo tanto, debe construirse de modo que garantice su acción como tal. Cada cimentación independiente corresponderá a una edificación igualmente independiente y viceversa.

Se deberán acatar las recomendaciones expuestas por las Normas Colombianas de diseño y construcción Sismo resistente (NSR 98) Ley 400 de 1997 y decreto 33 de 1998. Por lo tanto deben utilizarse los siguientes coeficientes:

- | | |
|---|-----------------|
| ▪ Municipio: | Sevilla |
| ▪ Departamento: | Valle del Cauca |
| ▪ Zona de amenaza sísmica: | Alta |
| ▪ Aa: | 0.25 (Alta) |
| ▪ Perfil del suelo: | S3 |
| ▪ Coeficiente del sitio S: | 1.5 |
| ▪ Coeficiente de importancia de la edificación I: | 100 |

Para determinar las cargas actuantes deben tenerse en cuenta: la carga muerta de cada edificación (incluyendo la cimentación), la carga viva esperada según el uso de la estructura, las cargas transitorias (principalmente sismos) y demás que el ingeniero estructural considere puedan actuar a lo largo de la vida útil de las edificaciones.

En capítulos anteriores se incluye la gráfica de la capacidad de soporte contra diferentes niveles de desplante; con esta herramienta el ingeniero calculista deberá determinar la profundidad de desplante de la cimentación y el tipo de cimentación a usar.

8.2. DE LA CONSTRUCCIÓN

Se deberá garantizar que los conductos de acueducto y alcantarillado a colocar sean estancos y no permitan filtraciones de agua que eventualmente aminoren la capacidad portante de los suelos de fundación.

Para evitar el fracturamiento de las losas de piso se recomienda apoyar dichas estructuras sobre capas de afirmado de espesor entre 40 cm, debidamente compactadas.

Vaciar el concreto correspondiente a la cimentación de la estructura lo más rápido posible después de tener lista la excavación ya que por las condiciones físicas y mecánicas de los suelos encontrados en el terreno, estos pueden presentar problemas a la hora de la construcción y además pueden presentar cambios menores en las propiedades descritas en los resultados de laboratorio.

El material de excavación y demolición deberá ser dispuesto de manera tal que no perjudique el paso de obreros, materiales de construcción.

El diseño y construcción de la estructura se proyectará sobre el supuesto de que el suelo para cimentarla se halla en el mismo estado en que fue encontrado durante la prospección del terreno.

Las excavaciones para la cimentación de la estructura, deben permanecer completamente drenadas (si es del caso de manera artificial con el uso de bombas) ya que el proceso de construcción de la misma debe hacerse en seco.

NOTA FINAL: Teniendo en cuenta que las consideraciones de este estudio se realizaron con base en perforaciones puntuales (4) y que las condiciones estratigráficas pueden variar en el momento de las excavaciones, una vez realizadas estas se recomienda que un ingeniero Geotecnista visite la obra y defina si las hipótesis y suposiciones que permitieron realizar el estudio se conservan o no.

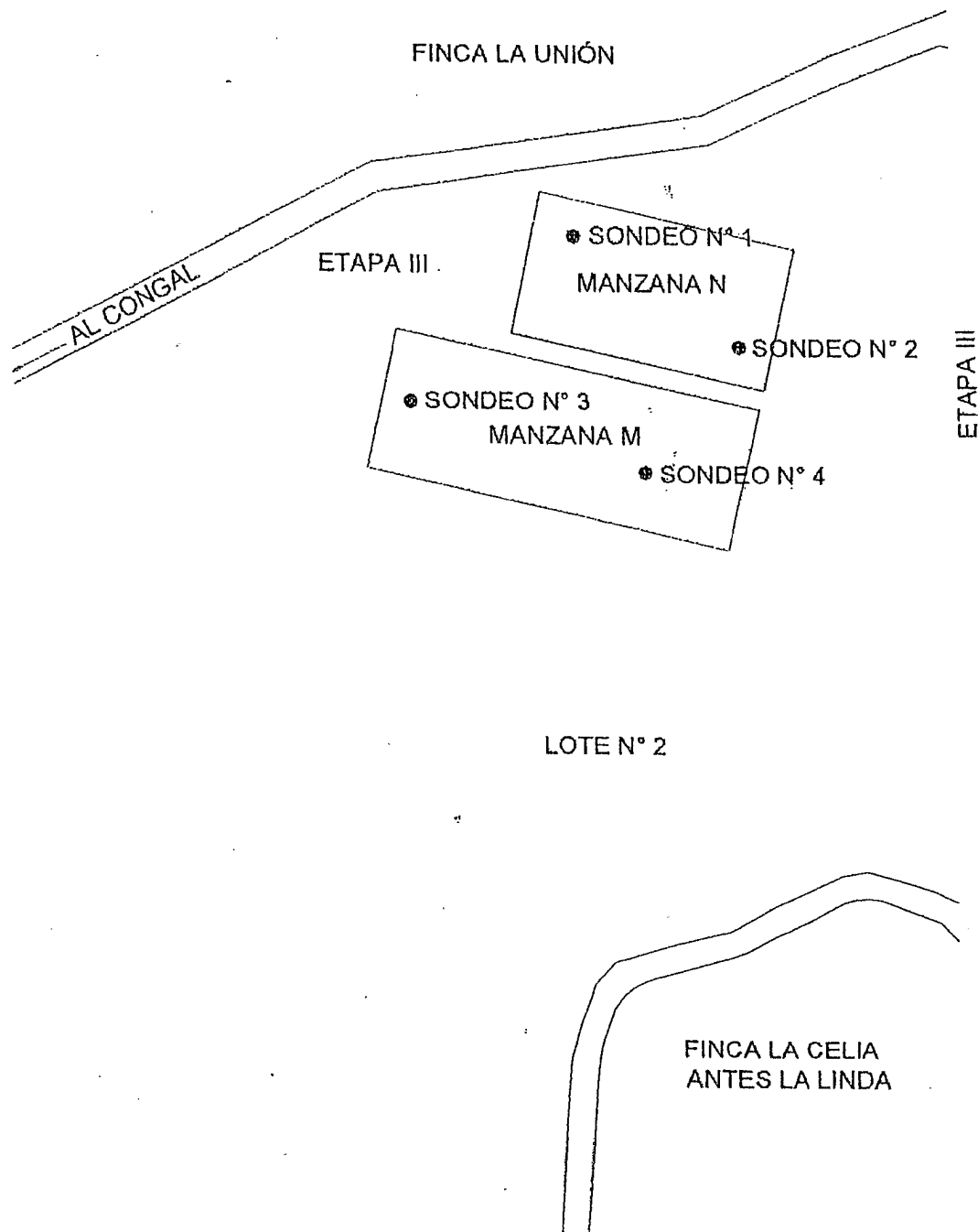
Andrés F. Ag. G.

ANEXO N° 1. UBICACIÓN DE LOS SONDEOS

LOCALIZACIÓN SONDEOS MECÁNICOS.

URBANIZACIÓN FERNANDO BOTERO JARAMILLO. ETAPA III

SEVILLA – VALLE DEL CAUCA



ANEXO N° 2. PERFILES ESTRATIGRÁFICOS

URBANIZACIÓN FERNANDO BOTERO JARAMILLO, ETAPA III
CONSORCIO C Y P

TIPO DE SONDEO:	Mecánico
LOCALIZACION:	Var plano anexo

SONDEO N°: 1

FECHA REALIZACION: Agosto de 2008

[illegible]



REVISO:		CONVENCIONES									
SS	Split spoon	G	Grava	H	Alta plasticidad	SPT/N	Penetración estándar				
SH	Shelby	S	Arena	L	Baja plasticidad	Pen	Penetrómetro de bolsillo				
B	Bolsa	M	Limo	LL	Límite líquido	z	Deformación unitaria				
T	Muestra tallada	C	Arcilla	IP	Índice plasticidad	qu	Compresión inconfínada				
NAF	Nivel freático	O	Orgánico	γ _{nat}	Peso unitario húmedo	C	Cohesión				
USCS	Sistema unificado de clasificación	W	Buena gradación	What	Humedad natural	Ø	Ángulo de fricción				
		P	Mala gradación	G _s	Humedad específica						

SONDEO N°:	2
FECHA REALIZACIÓN:	Agosto de 2008

REVISO:		CONVENCIONES									
SS	Split spoon	G	Grava	H	Alta plasticidad	SPT/N	Penetración estándar				
SH	Shelby	S	Arena	L	Baja plasticidad	Pen	Penetrómetro de bolsillo				
B	Bolsa	M	Limo	LL	Límite líquido	z	Deformación unitaria				
T	Muestra tallada	C	Arcilla	IP	Índice plasticidad	qu	Compresión inconfundida				
NAF	Nivel frático	O	Orgánico	xnat	Peso unitario húmedo	C	Cohesión				
USCS	Sistema unificado de clasificación	W	Buena gradación	Wnat	Humedad natural	Ø	Ángulo de fricción				
		P	Mala gradación	Gs	Gravedad específica						

PERFIL ESTRATIGRÁFICO

URBANIZACIÓN FERNANDO BOTERO JARAMILLO, ETAPA III
CONSORCIO C Y P

SONDEO N°: 3
FECHA REALIZACIÓN: Agosto de 2008
TIPO DE SONDEO: Mecánico
LOCALIZACIÓN: Ver plano anexo

Profundidad (m)	DESCRIPCIÓN ESTRATOS ENCONTRADOS	Tipo de muestra	Clasificación		Plasticidad		Prop. Básicas			Propiedades de resistencia					OBSERVACIONES
			USCS	% Pasa 75	LL	IP	γ _{nat}	W _{nat}	G _s	SPT	Pen	Veleta	ε	qu	
				200	%	%	gr/cm ³	%	%	N		Kg/cm ²	%	Kg/cm ²	
0.0															
-0.2	Limo arenoso café (suelo orgánico), algo														
-0.4	húmedo y blando														
-0.6	Suelo natural														
-0.8															
-1.0															
-1.2															
-1.4															
-1.6															
-1.8															
-2.0															
-2.2															
-2.4															
-2.6															
-2.8															
-3.0															
-3.2															
-3.4															
-3.6															
-3.8															
-4.0															
-4.2															
-4.4															
-4.6															
-4.8															
-5.0															
-5.2															
-5.4															
-5.6															
-5.8															
-6.0															
	Limo arenoso café, semihúmedo y semiblando	SH	MH	53.30	53.60	9.60	1.632	40.90						0.950	La muestra SH fue tomada a una profundidad de 1.50 m. Se requirió de 24 golpes para una longitud de 20 cm, y fueron recuperados 18 cm
	Arena limosa amarillenta, húmeda y dura	SH	SM	40.10	35.90	3.90	1.800	20.40						0.870	La muestra SH fue tomada a una profundidad de 3.00 m. Se requirió de 31 golpes para una longitud de 20 cm, y fueron recuperados 15 cm
	Arena limosa amarillenta, semihúmeda y dura al perforar														
	Limo arenoso amarillento café, plástico, semihúmedo y duro														
	Arena limosa amarillenta, semihúmeda y dura														

CONVENCIONES

REVISÓ:		CONVENCIONES									
SH	Split spoon	G	Grava	H	Alta plasticidad	SPT/N	Penetración estándar				
	Shelby	S	Arena	L	Baja plasticidad	Pen	Penetrómetro de bolsillo				
	Bolsa	M	Limo	LL	Límite líquido	ε	Deformación unitaria				
	Muestra tallada	C	Arcilla	IP	Índice plasticidad	qu	Compresión inconfiada				
NAF	Nivel freático	O	Orgánico	γ _{nat}	Peso unitario húmedo	C	Cohesión				
USCS	Sistema unificado de clasificación	W	Buena gradación	W _{nat}	Humedad natural	φ	Ángulo de fricción				
		P	Mala gradación	G _s	Gravedad específica						

ANEXO N° 3. ENSAYOS DE LABORATORIO

Ensayó: AGUSTIN TORRES J.

SONDED No. 1
 MUESTRA No. 2
 PROFUNDIDAD (m). 2.5

Carretero de la muestra cm.	6.25
Area de la muestra cm ² .	11.25
Alura de la muestra cm	2.10
Volúmen de la muestra cm ³	12.50

Humedad natural del suelo	
Peso suelo húmedo (g)	135,0
Peso suelo seco (g)	103,9
Humedad natural (%)	29,9

Carga en Negociación: 10,000

Таблица	Средняя температура
Октябрь	в градусах
0	8,0
5	7,8
10	7,7
15	7,1
20	7,4
25	7,8
30	6,2
1	6,6
2	4,8
3	5,1
4	5,4
5	5,5
10	5,3
15	5,3
20	6,0
25	6,3
30	6,5
35	6,8
40	7,1
45	7,4
50	7,6
55	7,7
60	7,9

Desa nanyia wado g : 123 6

Mo de 4 mta. Hurtado g: 190.3

Prisipale investimanti: 196.7

Peso unit: fundido g/ha : 1.557
Peso grama: peso g/ha : 1.188

Net Kilocalories from grams: 1.400

Carga en kilogramos: 30.000

Series	CEMENTATION
Seq-nth.	W-2-DL
	9.01 mm
0	1.0
5	2.0
10	3.5
15	10.2
20	10.7
25	11.4
30	13.3
35	12.4
40	12.8
45	13.2
50	13.6
55	14.2
60	14.8
65	15.4
70	16.0
75	16.6
80	17.1
85	17.7
90	18.3
95	18.9
100	19.5
110	20.1

Però model: $q_{\text{act}} = 123.1$

Medde. + ind. Skrifts. p. 191.

Page must be printed on: 8 1/2 x 11
Page must be printed on: 8 1/2 x 11

Peso unitário seco g/cm³: 1,22

1978-1979

Carga en kilogramos: 50.02

Segment	1.001 mm
0	0.2
5	12.3
10	24.6
15	26.8
20	27.3
25	28.0
30	28.5
35	27.2
40	27.9
45	28.7
50	28.0
55	28.3
60	28.1
65	28.6
70	28.7
75	28.7
80	28.7
85	28.7
90	28.7
95	28.7
100	28.7

पेशावाचा वार्षिक नं. : 123

Motto : nris: Harnedh g : 195

Perb. majestica (Kornm.) g. 72.
Produced in 1904, 1905, 1906, 1907, 1908, 1909, 1910, 1911, 1912, 1913, 1914, 1915, 1916, 1917, 1918, 1919, 1920, 1921, 1922, 1923, 1924, 1925, 1926, 1927, 1928, 1929, 1930, 1931, 1932, 1933, 1934, 1935, 1936, 1937, 1938, 1939, 1940, 1941, 1942, 1943, 1944, 1945, 1946, 1947, 1948, 1949, 1950, 1951, 1952, 1953, 1954, 1955, 1956, 1957, 1958, 1959, 1960, 1961, 1962, 1963, 1964, 1965, 1966, 1967, 1968, 1969, 1970, 1971, 1972, 1973, 1974, 1975, 1976, 1977, 1978, 1979, 1980, 1981, 1982, 1983, 1984, 1985, 1986, 1987, 1988, 1989, 1990, 1991, 1992, 1993, 1994, 1995, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022, 2023, 2024, 2025, 2026, 2027, 2028, 2029, 2030, 2031, 2032, 2033, 2034, 2035, 2036, 2037, 2038, 2039, 2040, 2041, 2042, 2043, 2044, 2045, 2046, 2047, 2048, 2049, 2050, 2051, 2052, 2053, 2054, 2055, 2056, 2057, 2058, 2059, 2060, 2061, 2062, 2063, 2064, 2065, 2066, 2067, 2068, 2069, 2070, 2071, 2072, 2073, 2074, 2075, 2076, 2077, 2078, 2079, 2080, 2081, 2082, 2083, 2084, 2085, 2086, 2087, 2088, 2089, 2090, 2091, 2092, 2093, 2094, 2095, 2096, 2097, 2098, 2099, 2100, 2101, 2102, 2103, 2104, 2105, 2106, 2107, 2108, 2109, 2110, 2111, 2112, 2113, 2114, 2115, 2116, 2117, 2118, 2119, 2120, 2121, 2122, 2123, 2124, 2125, 2126, 2127, 2128, 2129, 2130, 2131, 2132, 2133, 2134, 2135, 2136, 2137, 2138, 2139, 2140, 2141, 2142, 2143, 2144, 2145, 2146, 2147, 2148, 2149, 2150, 2151, 2152, 2153, 2154, 2155, 2156, 2157, 2158, 2159, 2160, 2161, 2162, 2163, 2164, 2165, 2166, 2167, 2168, 2169, 2170, 2171, 2172, 2173, 2174, 2175, 2176, 2177, 2178, 2179, 2180, 2181, 2182, 2183, 2184, 2185, 2186, 2187, 2188, 2189, 2190, 2191, 2192, 2193, 2194, 2195, 2196, 2197, 2198, 2199, 2200, 2201, 2202, 2203, 2204, 2205, 2206, 2207, 2208, 2209, 2210, 2211, 2212, 2213, 2214, 2215, 2216, 2217, 2218, 2219, 2220, 2221, 2222, 2223, 2224, 2225, 2226, 2227, 2228, 2229, 2230, 2231, 2232, 2233, 2234, 2235, 2236, 2237, 2238, 2239, 2240, 2241, 2242, 2243, 2244, 2245, 2246, 2247, 2248, 2249, 2250, 2251, 2252, 2253, 2254, 2255, 2256, 2257, 2258, 2259, 2260, 2261, 2262, 2263, 2264, 2265, 2266, 2267, 2268, 2269, 2270, 2271, 2272, 2273, 2274, 2275, 2276, 2277, 2278, 2279, 2280, 2281, 2282, 2283, 2284, 2285, 2286, 2287, 2288, 2289, 2290, 2291, 2292, 2293, 2294, 2295, 2296, 2297, 2298, 2299, 2300, 2301, 2302, 2303, 2304, 2305, 2306, 2307, 2308, 2309, 2310, 2311, 2312, 2313, 2314, 2315, 2316, 2317, 2318, 2319, 2320, 2321, 2322, 2323, 2324, 2325, 2326, 2327, 2328, 2329, 2330, 2331, 2332, 2333, 2334, 2335, 2336, 2337, 2338, 2339, 2340, 2341, 2342, 2343, 2344, 2345, 2346, 2347, 2348, 2349, 2350, 2351, 2352, 2353, 2354, 2355, 2356, 2357, 2358, 2359, 2360, 2361, 2362, 2363, 2364, 2365, 2366, 2367, 2368, 2369, 2370, 2371, 2372, 2373, 2374, 2375, 2376, 2377, 2378, 2379, 2380, 2381, 2382, 2383, 2384, 2385, 2386, 2387, 2388, 2389, 2390, 2391, 2392, 2393, 2394, 2395, 2396, 2397, 2398, 2399, 2400, 2401, 2402, 2403, 2404, 2405, 2406, 2407, 2408, 2409, 2410, 2411, 2412, 2413, 2414, 2415, 2416, 2417, 2418, 2419, 2420, 2421, 2422, 2423, 2424, 2425, 2426, 2427, 2428, 2429, 2430, 2431, 2432, 2433, 2434, 2435, 2436, 2437, 2438, 2439, 2440, 2441, 2442, 2443, 2444, 2445, 2446, 2447, 2448, 2449, 2450, 2451, 2452, 2453, 2454, 2455, 2456, 2457, 2458, 2459, 2460, 2461, 2462, 2463, 2464, 2465, 2466, 2467, 2468, 2469, 2470, 2471, 2472, 2473, 2474, 2475, 2476, 2477, 2478, 2479, 2480, 2481, 2482, 2483, 2484, 2485, 2486, 2487, 2488, 2489, 2490, 2491, 2492, 2493, 2494, 2495, 2496, 2497, 2498, 2499, 2500, 2501, 2502, 2503, 2504, 2505, 2506, 2507, 2508, 2509, 2510, 2511, 2512, 2513, 2514, 2515, 2516, 2517, 2518, 2519, 2520, 2521, 2522, 2523, 2524, 2525, 2526, 2527, 2528, 2529, 2530, 2531, 2532, 2533, 2534, 2535, 2536, 2537, 2538, 2539, 2540, 2541, 2542, 2543, 2544, 2545, 2546, 2547, 2548, 2549, 2550, 2551, 2552, 2553, 2554, 2555, 2556, 2557, 2558, 2559, 2560, 2561, 2562, 2563, 2564, 2565, 2566, 2567, 2568, 2569, 2570, 2571, 2572, 2573, 2574, 2575, 2576, 2577, 2578, 2579, 2580, 2581, 258

Peso (kg) unidade g/100g - 1,6
Peso (kg) unidade g/cm³ - 1,7

TABLE 1. *Continued*

[illegible][illegible]

Esfuerzo normal aplicado Kip/cm ² : 2.5587																2.0591		2.6532		0.8152	
DEFLEXIONES		DEFLEXIONES		DEFLEXIONES		DEFLEXIONES		DEFLEXIONES		DEFLEXIONES		DEFLEXIONES		DEFLEXIONES		DEFLEXIONES		DEFLEXIONES			
VERTICAL	TANGENCIAL	VERTICAL	TANGENCIAL	VERTICAL	TANGENCIAL	VERTICAL	TANGENCIAL	VERTICAL	TANGENCIAL	VERTICAL	TANGENCIAL	VERTICAL	TANGENCIAL	VERTICAL	TANGENCIAL	VERTICAL	TANGENCIAL	VERTICAL	TANGENCIAL		
0.01mm.	0.01mm.	cm	%	cm	%	cm	%	cm	%	cm	%	cm	%	cm	%	cm	%	cm	%		
0	0	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%		
10	0.010	0.010	0.01%	0.010	0.01%	0.010	0.01%	0.010	0.01%	0.010	0.01%	0.010	0.01%	0.010	0.01%	0.010	0.01%	0.010	0.01%		
20	0.020	0.020	0.02%	0.020	0.02%	0.020	0.02%	0.020	0.02%	0.020	0.02%	0.020	0.02%	0.020	0.02%	0.020	0.02%	0.020	0.02%		
30	0.030	0.030	0.03%	0.030	0.03%	0.030	0.03%	0.030	0.03%	0.030	0.03%	0.030	0.03%	0.030	0.03%	0.030	0.03%	0.030	0.03%		
40	0.040	0.040	0.04%	0.040	0.04%	0.040	0.04%	0.040	0.04%	0.040	0.04%	0.040	0.04%	0.040	0.04%	0.040	0.04%	0.040	0.04%		
50	0.050	0.050	0.05%	0.050	0.05%	0.050	0.05%	0.050	0.05%	0.050	0.05%	0.050	0.05%	0.050	0.05%	0.050	0.05%	0.050	0.05%		
60	0.060	0.060	0.06%	0.060	0.06%	0.060	0.06%	0.060	0.06%	0.060	0.06%	0.060	0.06%	0.060	0.06%	0.060	0.06%	0.060	0.06%		
70	0.070	0.070	0.07%	0.070	0.07%	0.070	0.07%	0.070	0.07%	0.070	0.07%	0.070	0.07%	0.070	0.07%	0.070	0.07%	0.070	0.07%		
80	0.080	0.080	0.08%	0.080	0.08%	0.080	0.08%	0.080	0.08%	0.080	0.08%	0.080	0.08%	0.080	0.08%	0.080	0.08%	0.080	0.08%		
90	0.090	0.090	0.09%	0.090	0.09%	0.090	0.09%	0.090	0.09%	0.090	0.09%	0.090	0.09%	0.090	0.09%	0.090	0.09%	0.090	0.09%		
100	0.100	0.100	0.10%	0.100	0.10%	0.100	0.10%	0.100	0.10%	0.100	0.10%	0.100	0.10%	0.100	0.10%	0.100	0.10%	0.100	0.10%		
120	0.120	0.120	0.12%	0.120	0.12%	0.120	0.12%	0.120	0.12%	0.120	0.12%	0.120	0.12%	0.120	0.12%	0.120	0.12%	0.120	0.12%		
140	0.140	0.140	0.14%	0.140	0.14%	0.140	0.14%	0.140	0.14%	0.140	0.14%	0.140	0.14%	0.140	0.14%	0.140	0.14%	0.140	0.14%		
160	0.160	0.160	0.16%	0.160	0.16%	0.160	0.16%	0.160	0.16%	0.160	0.16%	0.160	0.16%	0.160	0.16%	0.160	0.16%	0.160	0.16%		
180	0.180	0.180	0.18%	0.180	0.18%	0.180	0.18%	0.180	0.18%	0.180	0.18%	0.180	0.18%	0.180	0.18%	0.180	0.18%	0.180	0.18%		
200	0.200	0.200	0.20%	0.200	0.20%	0.200	0.20%	0.200	0.20%	0.200	0.20%	0.200	0.20%	0.200	0.20%	0.200	0.20%	0.200	0.20%		
220	0.220	0.220	0.22%	0.220	0.22%	0.220	0.22%	0.220	0.22%	0.220	0.22%	0.220	0.22%	0.220	0.22%	0.220	0.22%	0.220	0.22%		
240	0.240	0.240	0.24%	0.240	0.24%	0.240	0.24%	0.240	0.24%	0.240	0.24%	0.240	0.24%	0.240	0.24%	0.240	0.24%	0.240	0.24%		
260	0.260	0.260	0.26%	0.260	0.26%	0.260	0.26%	0.260	0.26%	0.260	0.26%	0.260	0.26%	0.260	0.26%	0.260	0.26%	0.260	0.26%		
280	0.280	0.280	0.28%	0.280	0.28%	0.280	0.28%	0.280	0.28%	0.280	0.28%	0.280	0.28%	0.280	0.28%	0.280	0.28%	0.280	0.28%		
300	0.300	0.300	0.30%	0.300	0.30%	0.300	0.30%	0.300	0.30%	0.300	0.30%	0.300	0.30%	0.300	0.30%	0.300	0.30%	0.300	0.30%		
320	0.320	0.320	0.32%	0.320	0.32%	0.320	0.32%	0.320	0.32%	0.320	0.32%	0.320	0.32%	0.320	0.32%	0.320	0.32%	0.320	0.32%		
340	0.340	0.340	0.34%	0.340	0.34%	0.340	0.34%	0.340	0.34%	0.340	0.34%	0.340	0.34%	0.340	0.34%	0.340	0.34%	0.340	0.34%		
360	0.360	0.360	0.36%	0.360	0.36%	0.360	0.36%	0.360	0.36%	0.360	0.36%	0.360	0.36%	0.360	0.36%	0.360	0.36%	0.360	0.36%		
380	0.380	0.380	0.38%	0.380	0.38%	0.380	0.38%	0.380	0.38%	0.380	0.38%	0.380	0.38%	0.380	0.38%	0.380	0.38%	0.380	0.38%		
400	0.400	0.400	0.40%	0.400	0.40%	0.400	0.40%	0.400	0.40%	0.400	0.40%	0.400	0.40%	0.400	0.40%	0.400	0.40%	0.400	0.40%		
420	0.420	0.420	0.42%	0.420	0.42%	0.420	0.42%	0.420	0.42%	0.420	0.42%	0.420	0.42%	0.420	0.42%	0.420	0.42%	0.420	0.42%		
440	0.440	0.440	0.44%	0.440	0.44%	0.440	0.44%	0.440	0.44%	0.440	0.44%	0.440	0.44%	0.440	0.44%	0.440	0.44%	0.440	0.44%		
460	0.460	0.460	0.46%	0.460	0.46%	0.460	0.46%	0.460	0.46%	0.460	0.46%	0.460	0.46%	0.460	0.46%	0.460	0.46%	0.460	0.46%		

ENSAYO DE CORTE DIRECTO (U.U.) - NORMA I.N.V.E. 154

OBRA : CONSTRUCCION DE VIVIENDA

INTERESADO : CONSORCIO C y P

LOCALIZACION : URBANIZACIÓN FERNANDO BÓTERO, JARAMILLO, ETAPA III

FECHA DE ENSAYO : AGOSTO 18 DE 2008

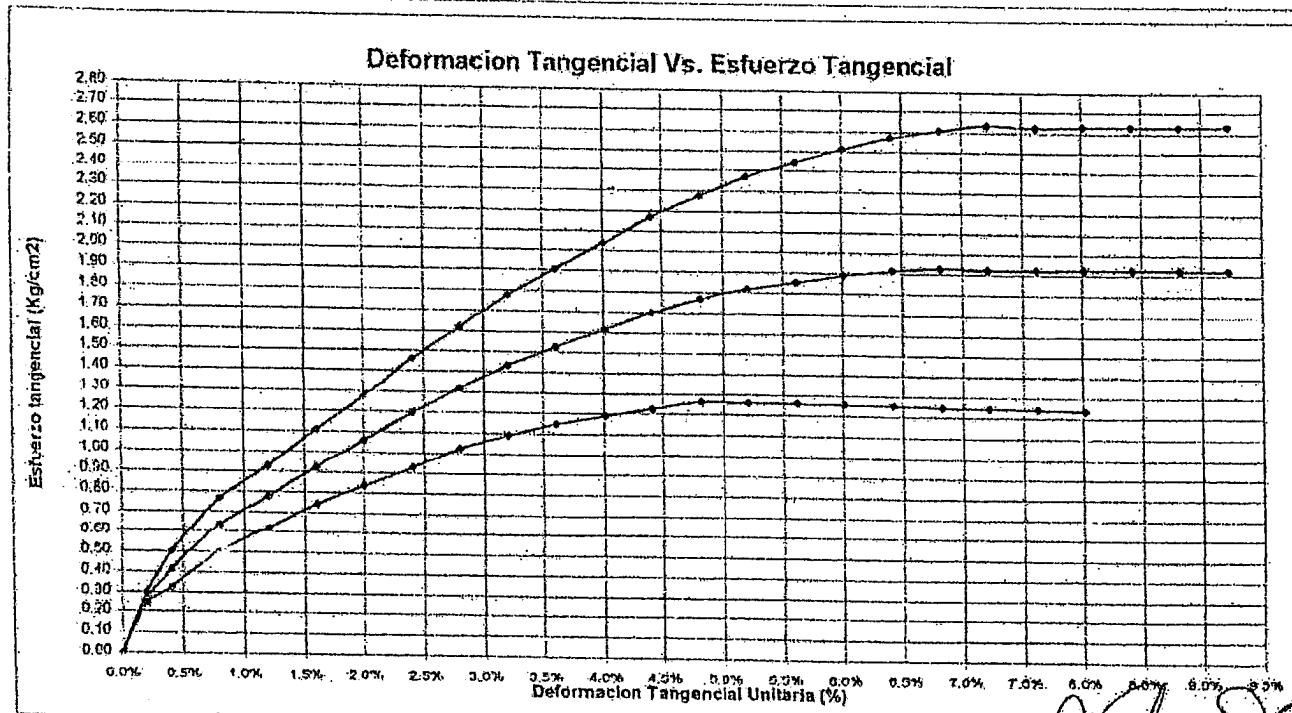
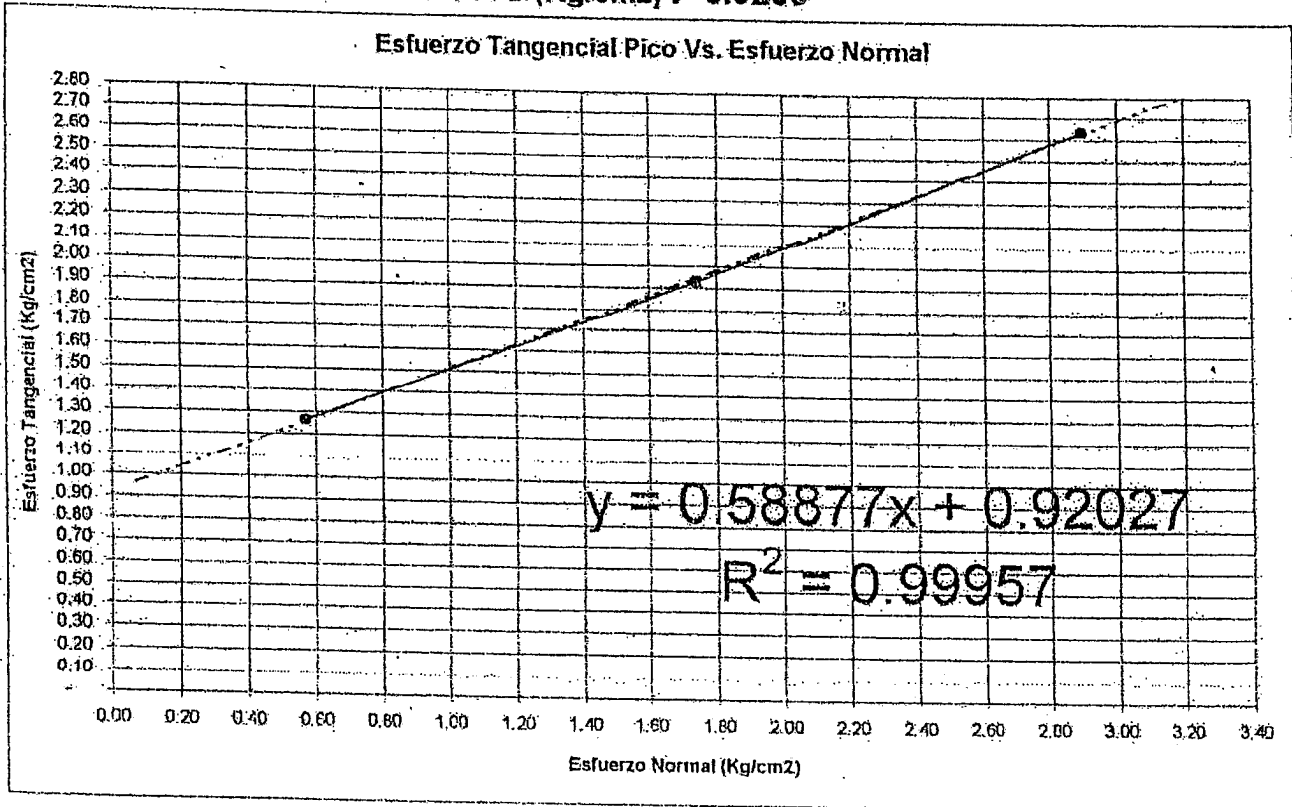
SONDEO No.: 1

MUESTRA No.: 2

PROFUNDIDAD (m): 2.5

ANGULO DE FRICCION PICO (grados): 30.488

COHESION PICO (Kg/cm²): 0.9203



Agustín Torres Jiménez

Ensayo: AGUSTIN TORRES J.

Ensayo: AGUSTIN TORRES J.

Ensayó: AGUSTIN TORRES J.

GEOTECNÓLOGO 19510-00033. UNIVERSIDAD DEL CAUCA.

Ensayó: AGUSTIN TORRES J.

Ensayó: AGUSTIN TORRES J.