

## **AGUAS REGIONALES EPM**



### **ESTUDIO DE SUELOS PARA TANQUE PARA CONSTRUCCIÓN DE UN TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AGUA EN EL MUNICIPIO DE TURBO – DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA.**

**INFORME 97/2016**

**MEDELLÍN, SEPTIEMBRE 2016**

## **LISTA DE DISTRIBUCIÓN**

Este documento ha sido distribuido en original y copia a las siguientes dependencias:

<b>DEPENDENCIA</b>	<b>IMPRESIÓN</b>
– Ingeniero Jhon León Vargas AGUAS REGIONALES EPM	1 Original
– TECNISUELOS Archivo	1 Copia

Las observaciones que resulten de su revisión y aplicación deben ser informadas al Ingeniero Luis Guillermo Hincapié U, representante legal de TECNISUELOS S.A.S., para proceder a realizar las modificaciones a que haya lugar.

### REGISTRO DE MODIFICACIONES

Revisión		Descripción de Las Modificaciones
No.	Fecha	

ELABORADO POR:

\_\_\_\_\_  
María Angélica Valencia Lopera  
Ingeniera Civil

PRESENTADO POR:

\_\_\_\_\_  
Ing. Luis Guillermo Hincapié U.  
Director de Proyecto

REVISADO POR:

\_\_\_\_\_  
Ing. Luis Guillermo Hincapié U.  
Director de Proyecto

REVISADO POR:

\_\_\_\_\_  
Ingeniero Jhon León Vargas  
Aguas Regionales EPM

## CONTENIDO

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>6</b>
<b>2. LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO .....</b>	<b>7</b>
2.1. Descripción .....	8
2.2. Objetivo .....	8
2.3. Metodología .....	8
<b>3. CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA .....</b>	<b>10</b>
Depósitos recientes – Terrazas aluviales (Q2t) .....	10
Unidad Pavo Interior (Ngpi) .....	12
<b>4. INVESTIGACIÓN DE CAMPO .....</b>	<b>15</b>
<b>5. INVESTIGACIÓN DE LABORATORIO .....</b>	<b>16</b>
5.1. PROPIEDADES ÍNDICE Y FÍSICO MECÁNICAS DE LOS MATERIALES .....	17
5.1. PARÁMETROS DEL SUELO .....	23
5.2. DISEÑO SISMO RESISTENTE .....	25
5.3. NIVEL FREÁTICO .....	26
<b>6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>27</b>
6.1. CIMENTACIONES .....	27
6.1. EXCAVACIONES .....	34
6.2. CONFORMACIÓN DEL LOTE Y EXCAVACIONES .....	34
6.3. RECOMENDACIONES GENERALES DE CONSTRUCCIÓN .....	35
<b>7. LIMITACIONES .....</b>	<b>36</b>
<b>8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>37</b>
<b>ANEXO 1 REGISTROS DE PERFORACIÓN .....</b>	<b>38</b>
<b>ANEXO 2 DESCRIPCIÓN DE LAS MUESTRAS RECUPERADAS .....</b>	<b>39</b>
<b>ANEXO 3 ENSAYOS DE LABORATORIO .....</b>	<b>45</b>

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Descripción general de los depósitos identificados en las perforaciones.	13
Tabla 2. Condiciones topográficas y geomorfológicas del lote.....	14
Tabla 3. Relación del programa de exploración ejecutado.....	15
Tabla 4. Ensayos realizados sobre las muestras seleccionadas en la descripción visual. ....	17
Tabla 5. Resultados de las propiedades índices para el nivel de suelo identificado. ....	18
Tabla 6. Parámetros de resistencia del suelo.....	24
Tabla 7. Valores de la cohesión determinados a partir de los ensayos de penetración estándar.....	25
Tabla 8. Parámetros para el diseño sismo resistente.....	25
<b>Tabla 9. Profundidades nivel freático .....</b>	<b>26</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localización del área de estudio (Tomado de Medellin.gov, 2016).....	7
<b>Figura 2.</b> Mapa geológico regional tomado de la plancha 79 de Turbo, escala 1:30.000, INGEOMINAS, 2006.....	<b>11</b>
<b>Figura 3.</b> Ubicación de los sondeos sobre la planta del lote en estudio. ....	<b>16</b>
Figura 4. Curvas granulométricas. ....	19
Figura 5. Carta de plasticidad de Casagrande. ....	20
<b>Figura 6. Variación del número de golpes obtenido del ensayo SPT con la profundidad. ....</b>	<b>21</b>
<b>Figura 7.</b> Variación de la humedad con la profundidad. ....	<b>23</b>
Figura 8. Método aproximado de evaluación de los parámetros efectivos de resistencia $c'$ y $\phi'$ .....	24

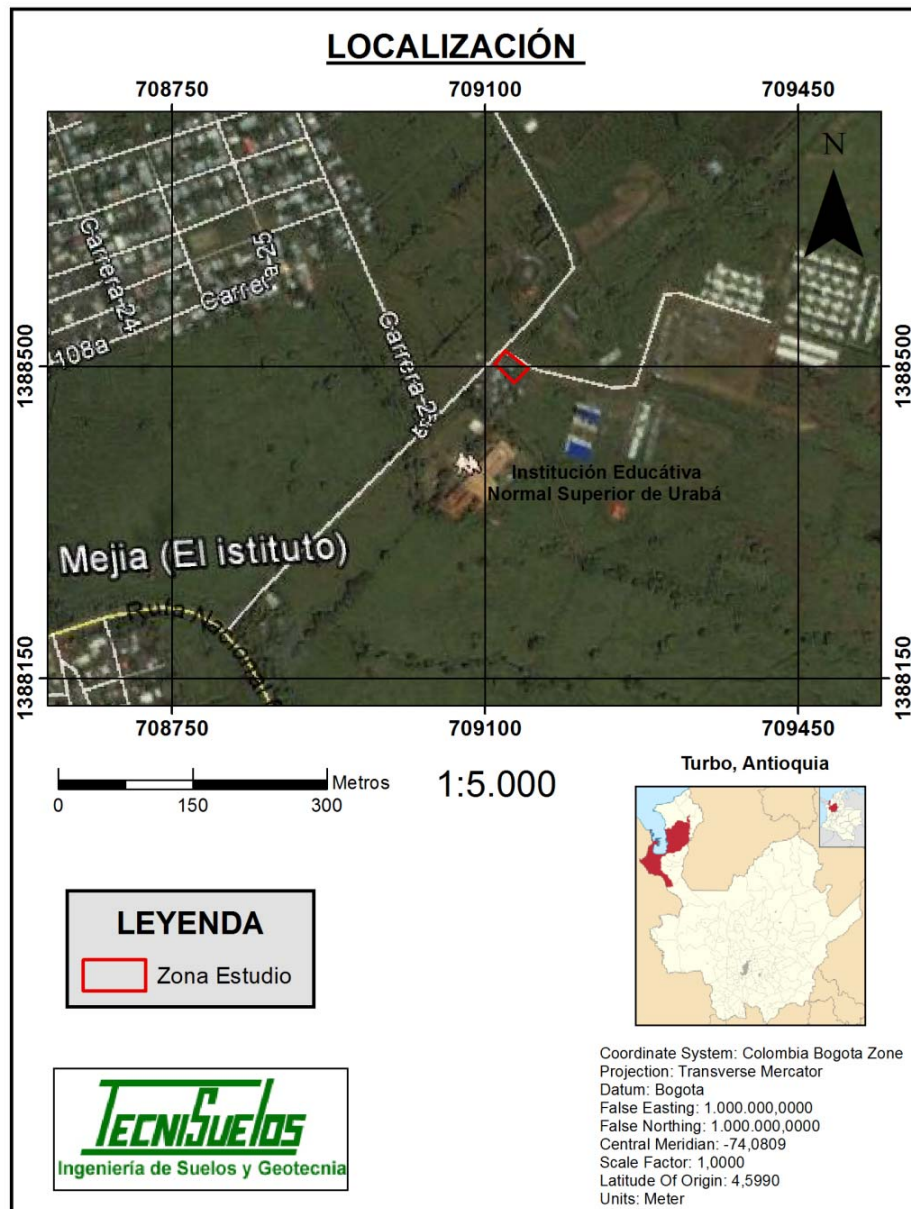
## **1. INTRODUCCIÓN**

Por solicitud del Ingeniero **JHON LEON VARGAS** de la firma **AGUAS REGIONALES DE EPM, TECNISUELOS S.A.S.** realizó el estudio de suelos para construcción de un tanque de almacenamiento de agua, de 2000 m<sup>3</sup>, en el municipio de Turbo – departamento de Antioquia.

En este informe se presenta una descripción detallada de las investigaciones de campo y laboratorio necesarias para la determinación de las características físicas y mecánicas de los distintos tipos de suelos que conforman el sitio de interés, se presentan y discuten los resultados obtenidos y se dan las conclusiones y recomendaciones pertinentes para el tipo y nivel de las cimentaciones.

## 2. LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto se localiza cercano al colegio institución educativa normal superior de Urabá, en el municipio de Turbo – departamento de Antioquia (Ver Figura 1).



**Figura 1.** Localización del área de estudio (Tomado de Medellín.gov, 2016).

## **2.1. Descripción**

El proyecto consiste en el estudio de suelos para construcción de un tanque de almacenamiento de agua, de 2000 m<sup>3</sup>, en el municipio de Turbo – departamento de Antioquia.

## **2.2. Objetivo**

El objetivo general del presente estudio es evaluar el tipo de cimentación existente y recomendar las intervenciones geotécnicas más adecuadas para la edificación, así como la recomendación para las obras de drenaje, contención, entre otras, que puedan necesitarse como resultado de las intervenciones.

Una vez se tenga el proyecto definitivo y definidas las cargas de servicio transmitidas al subsuelo, se deberá suministrar dicha información a TECNISUELOS S.A.S. para revisar que la solución de cimentación dada sea acorde al proyecto estructural y se deberá enviar copia del plano de cimentaciones a esta oficina para verificar que las conclusiones y recomendaciones fueron adecuadamente interpretadas por los proyectistas.

## **2.3. Metodología**

La investigación se desarrolló de la siguiente manera:

- Visitas de campo y reconocimiento geológico – geotécnico de la zona.
- Exploración de campo mediante sondeos ejecutados con equipo mecánico de percusión y lavado, con muestreo y ensayo de SPT cada metro
- Descripción visual de las muestras recuperadas mediante la norma INVÍAS I.N.V. E – 102, para definir el perfil geotécnico del sitio de proyecto.
- Caracterización física de los materiales que conforman cada estrato identificado, mediante la realización de ensayos de laboratorio sobre las muestras más representativas (normas I.N.V. E – 122, 124, 125 y 127).
- Determinación de los parámetros geotécnicos de los materiales encontrados, mediante la realización de ensayos mecánicos sobre

muestras inalteradas de suelo y roca; y correlación de los resultados del ensayo SPT (González G. Álvaro, 1999).

- Definición y recomendaciones para el tipo de cimentación más adecuado, dependiendo de los materiales encontrados y de las solicitaciones de la estructura proyectada.
- Diseño y recomendaciones generales para cortes, terraplenes y muros localizados en el sector de estudio.

### **3. CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA**

Se describe a continuación la geología regional de la zona de estudio con base en la revisión bibliográfica, y la geología local a partir de las observaciones realizadas en campo, información complementada con la descripción de las muestras obtenidas de los sondeos de exploración.

#### **3.1. MARCO GEOLÓGICO REGIONAL**

La geología de la zona se encuentra enmarcada por la Cuenca Urabá – Río Atrato, la cual se encuentra localizada en el Golfo de Urabá, en la parte occidental de la Serranía de Abibe, al NW del departamento de Antioquia y hace parte del bloque Chocó y del Terreno Sinú – San Jacinto (DUQUE – CARO, 1984) y en el flanco occidental de la Cordillera Occidental hacia el Río Atrato.

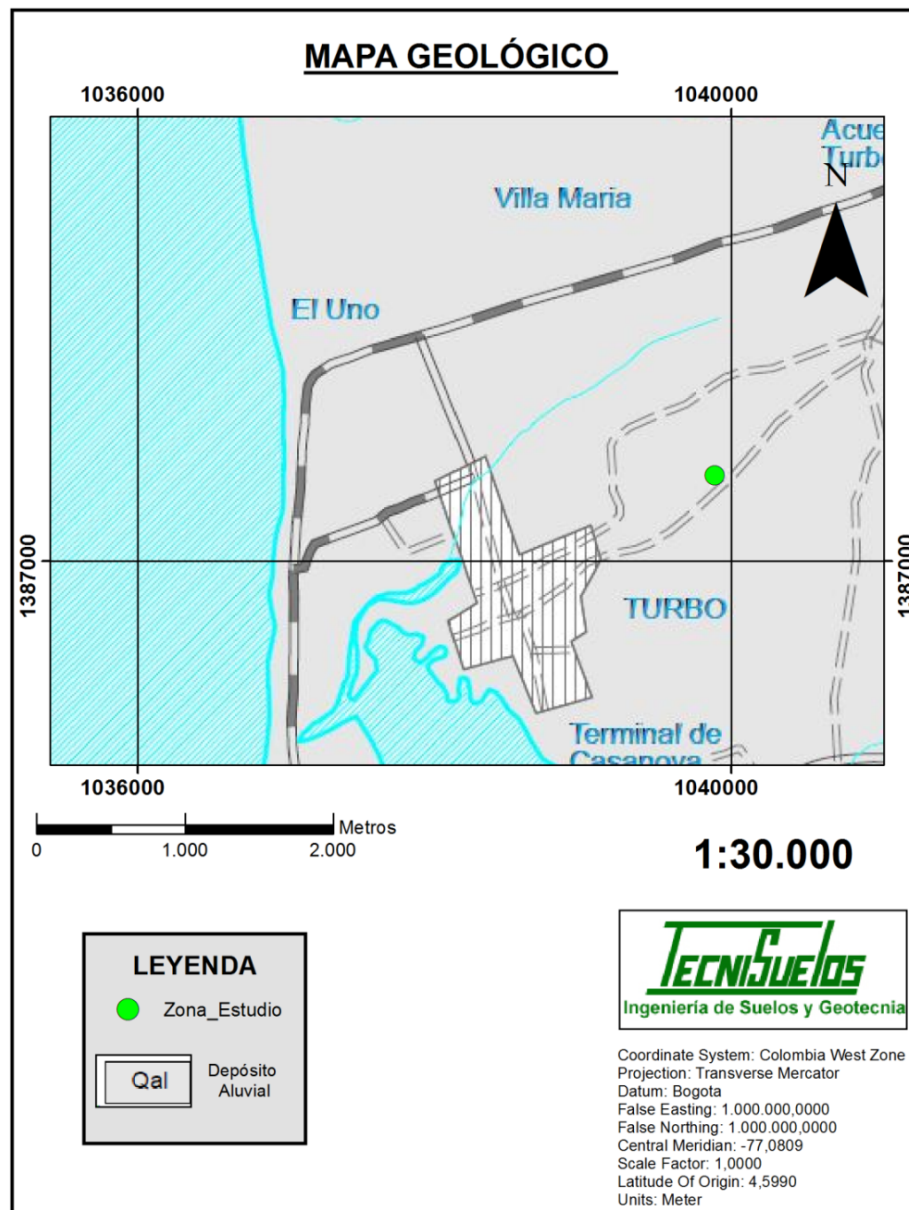
Afloran en el área rocas sedimentarias marinas, del Oligoceno al Plioceno, especialmente arcillolitas y areniscas y depósitos aluviales de edad Cuaternaria (ROJAS, 1968), como se observa en la Figura 2.

#### **Depósitos recientes – Terrazas aluviales (Q2t)**

Los depósitos de los canales actuales representan el aporte detrítico proveniente tanto de la erosión de los suelos, como del material desprendido en las laderas de los valles estrechos y en V que caracterizan las vertientes de los ríos en la cordillera Occidental. Siendo el más extenso y en formación actual el asociado al río Atrato. Carecen de litificación y son de carácter detrítico, polimícticos, no consolidados, mal seleccionados y con clastos de formas redondeadas a aplanadas. Su granulometría es variable, predominando gravas-arenas en los diques y arcillas-limos en los bajos.

Son comunes las estratificaciones lenticulares, gradada y cruzada. Composicionalmente, dominan los clastos de rocas constitutivas de las cordilleras y serranías, tales como ígneas plutónicas (granitos, cuarzodioritas, gabros, monzonitas), volcánicas (basaltos, diabasas y andesitas), sedimentarias y metasedimentarias (chert, limolitas, calizas) y cuarzo en diferentes proporciones,

en una matriz de arena gruesa o gravas medias a finas no cohesivas. La mayor parte de estos depósitos aluviales son del Holoceno y su espesor está en aumento debido a la depositación actual, a lo largo de los canales de flujo y zonas aledañas sometidas a inundaciones periódicas.



**Figura 2.** Mapa geológico regional tomado de la plancha 79 de Turbo, escala 1:30.000, INGEOMINAS, 2006.

**Unidad Pavo Interior (Ngpi)**

En término promedio, se presenta un 60% a un 70% de arenitas y un 30% a 40% de lutitas, y se determina que a la base estas litologías ocurren en proporción 70%-30% y al techo 50%-50%, respectivamente, y que la Subunidad 5a cambia transicionalmente a la Subunidad 5b.

En general, la Subunidad está constituida por capas gruesas a muy gruesas de arenitas líticas a sublíticas gris azulosas a gris medio, interestratificadas con capas delgadas a medianas de lutitas gris verdosas a pardas. Las arenitas son de grano mediano predominante, también fino y grueso, ocasionalmente con guijos, subredondeados a subangulares, de selección moderada, cemento calcáreo (5-10%) o matriz arcillosa (5-10%), porosidad intergranular baja a moderada (2-10%), permeabilidad baja, compactación alta. Compuestas por cuarzo 40%; chert negro = 5-20%; fragmentos de lutitas y rocas volcánicas = 10%; carbón = 2-4%; restos vegetales (1%); escasos granos de asfaltos (1% o menos); esporádicamente, concreciones calcáreas (1%).

Localmente las arenitas aumentan considerablemente de tamaño de grano y conforman lentejones de conglomerados arenosos de guijos, y se observan los mismos componentes de las arenitas ya descritas, además de fragmentos de ostreidos. Las arcillolitas esporádicamente muestran restos de plantas, concreciones ferruginosas e intercalaciones de láminas a capas delgadas de arenitas arcillosas fino granulares. Localmente en la parte superior de esta Subunidad se presentan algunas capas delgadas de turba

**3.2. GEOLOGÍA LOCAL Y/O FORMACIONES SUPERFICIALES**

De acuerdo con las perforaciones realizadas en campo, se ha identificado en todo el espesor inspeccionado un depósito aluvial (Terraza Aluvial – Q2t) (Ver Tabla 1).

**Tabla 1. Descripción general de los depósitos identificados en las perforaciones.**

	<p><b><u>Lleno heterogéneo</u></b></p> <p><i>Material limoso de color café, no consolidado, homogéneo, de humedad media y plasticidad media - baja. Los clastos son de un diámetro de 3 cm, subredondeados, con una relación %M: 80 y %R: 20. Con presencia de escombros. Consistencia: Firme</i></p>
	<p><b><u>Depósito Aluvial</u></b></p> <p><i>Material que varía de limo arcilloso a areno limoso, de color pardo a gris, no consolidado, homogéneo, de humedad y plasticidad que varían de media a alta. Presenta clastos redondeados, no meteorizados, de hasta 1 cm de diámetro con una relación %Matriz= 90 y Roca=10, con presencia de raíces. Consistencia: Media a Muy Firme.</i></p>

### **3.3. TOPOGRAFIA Y GEOMORFOLOGIA**

De acuerdo con las visitas realizadas por los profesionales de TECNISUELOS S.A.S., las condiciones topográficas y geomorfológicas del lote se presentan en la Tabla 2. Donde se presenta un registro topográfico de las observaciones realizadas durante las visitas efectuadas al sitio.

**Tabla 2.** Condiciones topográficas y geomorfológicas del lote.

IMAGEN	DESCRIPCIÓN
	<p>La topografía del lote se muestra plana y amplia, ubicada sobre un aluvión y durante las inspecciones realizadas por los profesionales de TECNISUELOS S.A.S. no se lograron detectar accidentes topográficos ni rasgos geomorfológicos relevantes. Que puedan comprometer la estabilidad del lote ni de las obras proyectadas.</p>

#### **4. INVESTIGACIÓN DE CAMPO**

Para la correcta caracterización de los materiales que conforman el área de estudio se realizó tres (3) perforación con taladro mecánico por los sistemas de percusión y lavado para el avance en suelo hasta una profundidad de 10,45 metros, de la cual se obtuvieron muestras para la ejecución de ensayos de laboratorio, con el fin de determinar las propiedades índices, junto con la realización del ensayo de Penetración Estándar por cada metro de avance de la perforación.

En total se realizaron 29,35 metros lineales de perforación, para la ejecución de ensayos de propiedades índice y la caracterización del material en profundidad.

Todas las muestras recuperadas durante la ejecución de los sondeos en la etapa de exploración de campo, fueron debidamente empacadas y referenciadas para posteriormente ser trasladadas al laboratorio de suelos de TECNISUELOS S.A.S., en Medellín, donde se sometieron a los ensayos correspondientes.

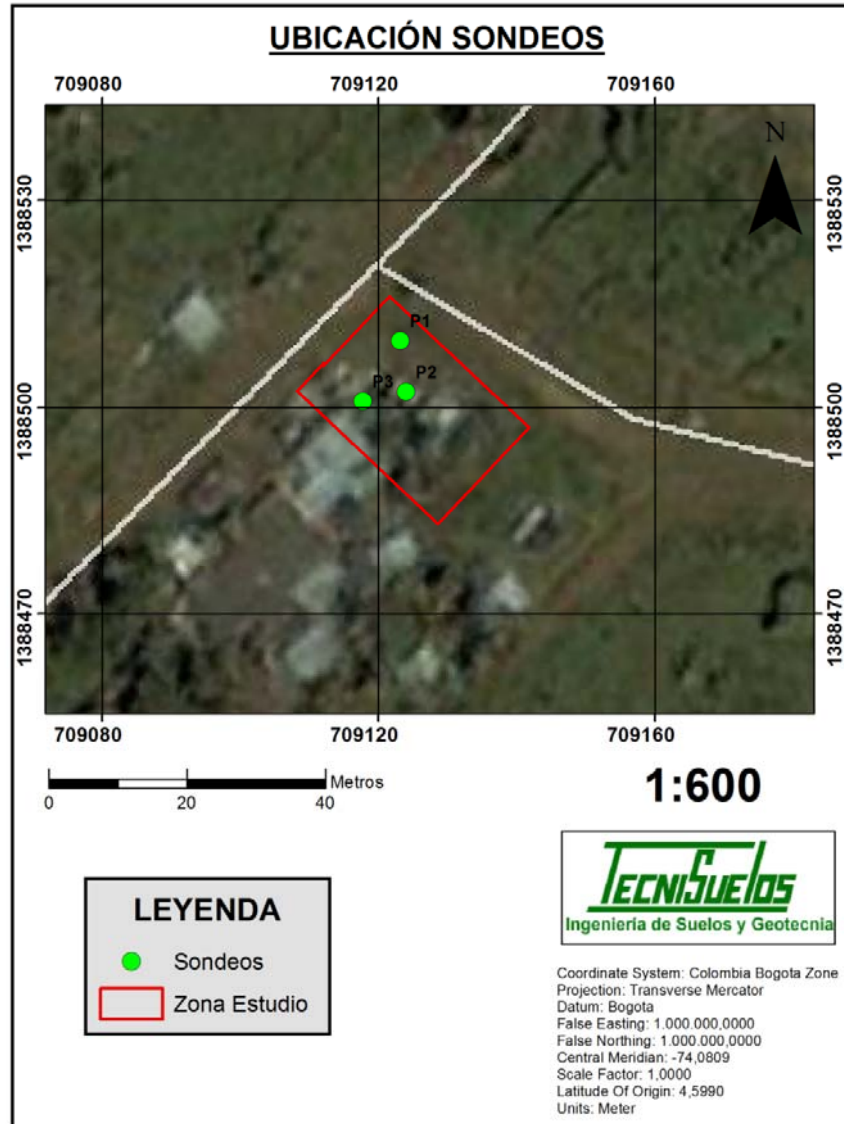
Los testigos de las muestras tomadas permanecerán en el laboratorio de TECNISUELOS S.A.S. durante un mes a partir de la fecha de entrega del informe; si durante este tiempo no se recibe ninguna instrucción sobre el uso que a las muestras deba dárseles, TECNISUELOS dispondrá de ellas de la manera que considere más conveniente.

En la Tabla 3 se relacionan los sondeos ejecutados, con la profundidad de exploración y el nivel freático a la profundidad que este se encontró

**Tabla 3. Relación del programa de exploración ejecutado.**

<b>SONDEO</b>	<b>Profundidad [m]</b>	<b>Nivel Freático [m]</b>	<b>Coordenada X</b>	<b>Coordenada Y</b>
P-1	9,45	0.30 m	709.123	1.388.509
P-2	10,45	0.35 m	709.123	1.388.502
P-3	9,45	0.30 m	709.117	1.388.500

En la Figura 3 se presenta la ubicación de las perforaciones realizadas en la zona de estudio.



**Figura 3.** Ubicación de los sondeos sobre la planta del lote en estudio.

## 5. INVESTIGACIÓN DE LABORATORIO

Con el fin de realizar los ensayos necesarios para la determinación de las propiedades físicas y mecánicas del subsuelo investigado, las muestras recuperadas fueron llevadas al laboratorio de suelos de TECNISUELOS, en Medellín, en donde se efectuó la descripción de las muestras desde el punto de vista geológico y de propiedades índices tales como forma, color, humedad y

consistencia del material, mediante un examen visual con base en la norma I.N.V. E – 102.

En el Anexo 1 se pueden revisar los registros de perforación donde se presentan las columnas estratigráficas correspondientes a la perforación realizada, con la descripción de cada uno de los estratos encontrados, la localización de las muestras tomadas, la posición del nivel freático en los sitios donde éste se encontró y un resumen de los resultados de los ensayos anteriormente descritos.

En el Anexo 2 del presente informe se presenta una descripción detallada de cada muestra y un registro fotográfico de ellas.

Los resultados de los ensayos de laboratorio se pueden ver en el Anexo 3 del presente informe.

En la Tabla 4 se presentan los ensayos realizados sobre las muestras.

**Tabla 4. Ensayos realizados sobre las muestras seleccionadas en la descripción visual.**

TIPO DE ENSAYO	NORMA INV	CANTIDAD
Determinación de la granulometría por tamizado	INV – E – 124	13
Determinación del Límite Líquido	INV – E – 125	13
Determinación del Límite Plástico	INV – E – 127	13
Determinación de la Humedad Natural de Suelos	INV – E – 122	28

## 5.1. PROPIEDADES ÍNDICE Y FÍSICO MECÁNICAS DE LOS MATERIALES

Con base en los sondeos realizados, y junto con la información obtenida de los ensayos de laboratorio, se concluye que la zona en general presenta una estratigrafía muy uniforme la cual se puede expresar de la siguiente manera:

### - Lleno heterogéneo

*Material limoso de color café, no consolidado, homogéneo, de humedad media y plasticidad media - baja. Los clastos son de un diámetro de 3 cm, subredondeados, con una relación %M: 80 y %R: 20. Con presencia de escombros. Consistencia: Firme.*

### - Depósito Aluvial

*Material que varía de limo arcilloso a areno limoso, de color pardo a gris, no consolidado, homogéneo, de humedad y plasticidad que varían de media a alta. Presenta clastos redondeados, no meteorizados, de hasta 1 cm de diámetro con una relación %Matriz= 90 y Roca=10, con presencia de raíces.*

*Consistencia: Media a Muy Firme.*

En la Tabla 5 se presenta el resumen de los resultados de laboratorio ejecutados para la caracterización física de las muestras representativas de cada estrato identificado.

**Tabla 5. Resultados de las propiedades índices para el nivel de suelo identificado.**

ESTRATO	SONDEO	MUESTRA	PROF (m)	HUM (%)	L.L. (%)	I.P. (%)	%G	%S	%F	CLASIFICACIÓN	
										U.S.C.S.	AASHTO
DEPOSITO ALUVIAL	P-1	M-3	3,45	56	46	25	0	26	74	CL	A-7-6
		M-4	4,45	37	31	15	0	27	73	CL	A-6
		M-6	6,45	22	NL	NP	0	63	37	SM	A-4
		M-8	8,45	21	NL	NP	0	70	30	SM	A-4
		M-9	9,45	19	NL	NP	0	63	37	SM	A-4
	P-2	M-3	3,45	27	31	12	0	43	57	CL	A-6
		M-5	5,45	26	NL	NP	0	53	47	SM	A-4
		M-7	7,45	23	25	4	0	43	57	ML-CL	A-4
		M-10	10,45	17,8	NL	NP	0	76	24	SM	A-4
	P-3	M-3	3,45	26	41	21	0	35	65	CL	A-7-6
		M-4	4,45	27	38	16	0	24	76	CL	A-6
		M-7	7,45	23	25	6	0	40	60	ML-CL	A-4
		M-8	8,45	21	21	4	0	46	54	ML-CL	A-4

En la Figura 4 se observan las curvas granulométricas obtenidas a partir de las muestras ensayadas. Se observa que el material que conforma al *depósito aluvial* se compone en su mayoría de materia finogranular, tales como limos y arcillas, se presentan porcentajes altos de arenas, no se presenta grava en ninguna muestra ensayada, todo esto hasta la profundidad explorada de 10,45 metros.

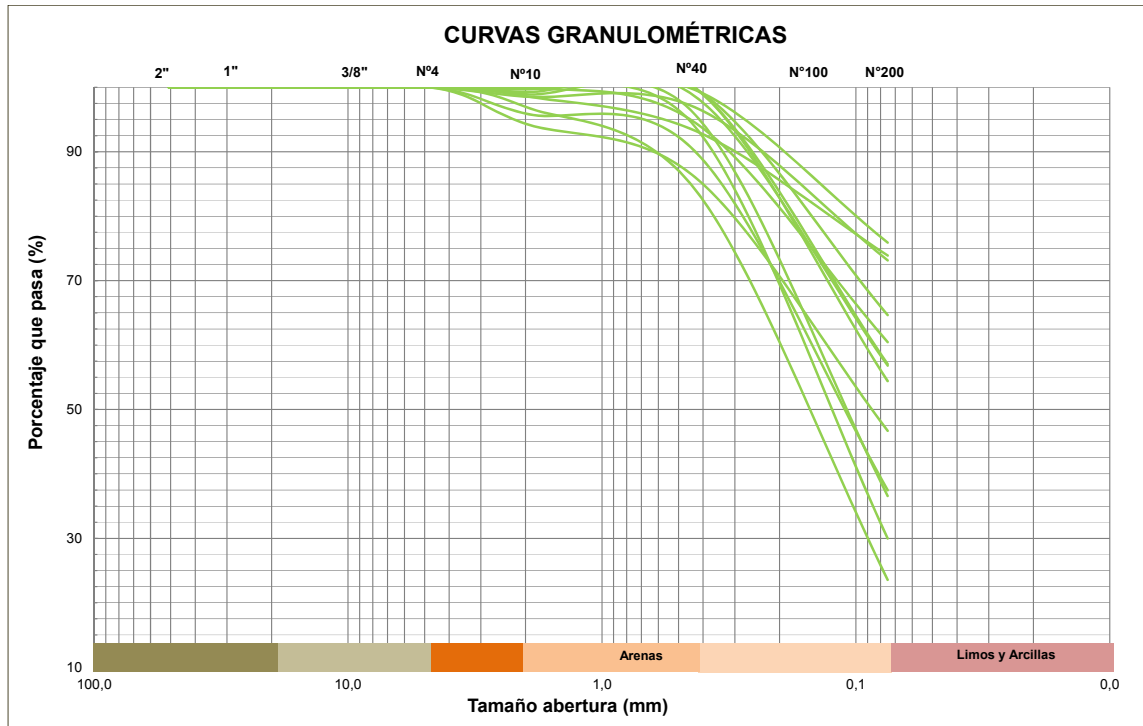


Figura 4. Curvas granulométricas.

A partir de la fracción fina de los materiales pasantes del Tamiz N° 40 se clasifica al material de *depósito aluvial* en general como arcillas de baja compresibilidad, se presentan unos casos que se clasifican como limos de baja compresibilidad, lo que se justifica por la alta presencia de arenas que se presentaron en las muestras ensayadas, las cuales corresponden porcentajes cercanos al 47% en promedio. Esta clasificación se llevó a cabo mediante la carta de plasticidad de Casagrande, como se muestra en el esquema de la Figura 5.

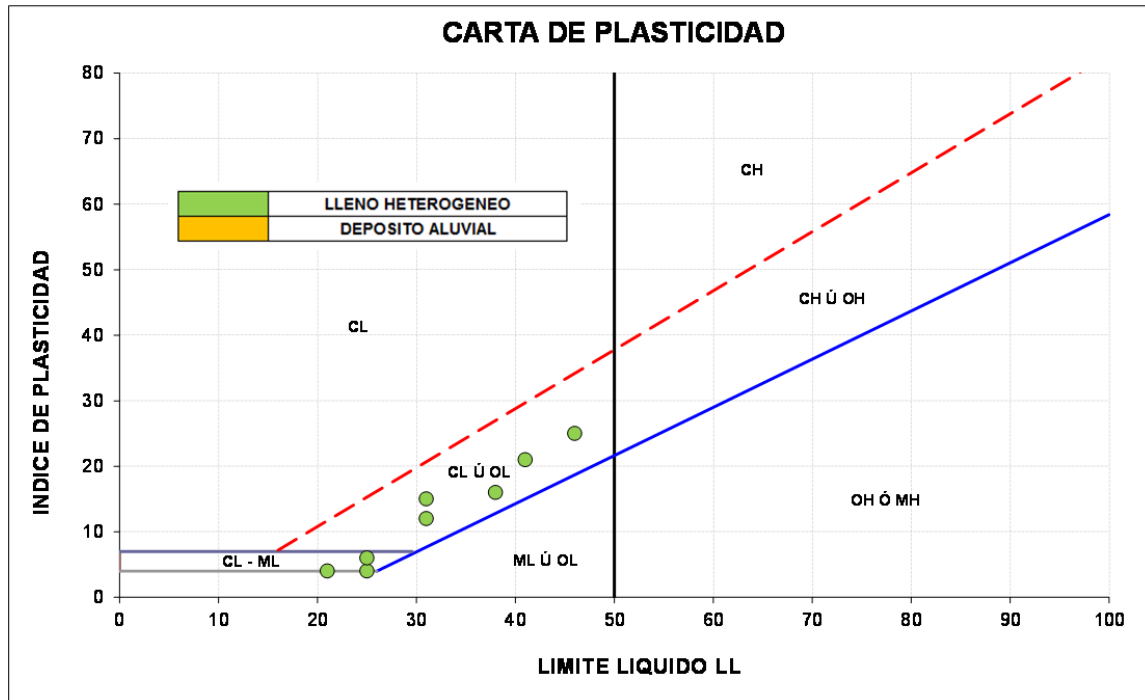
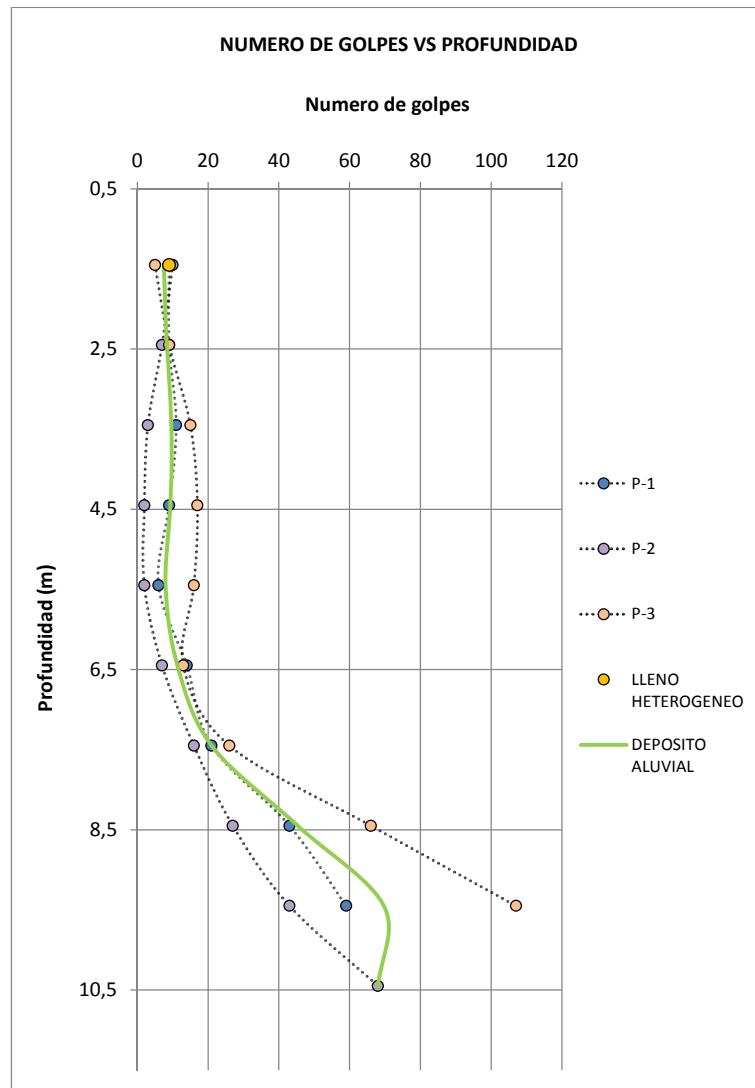


Figura 5. Carta de plasticidad de Casagrande.

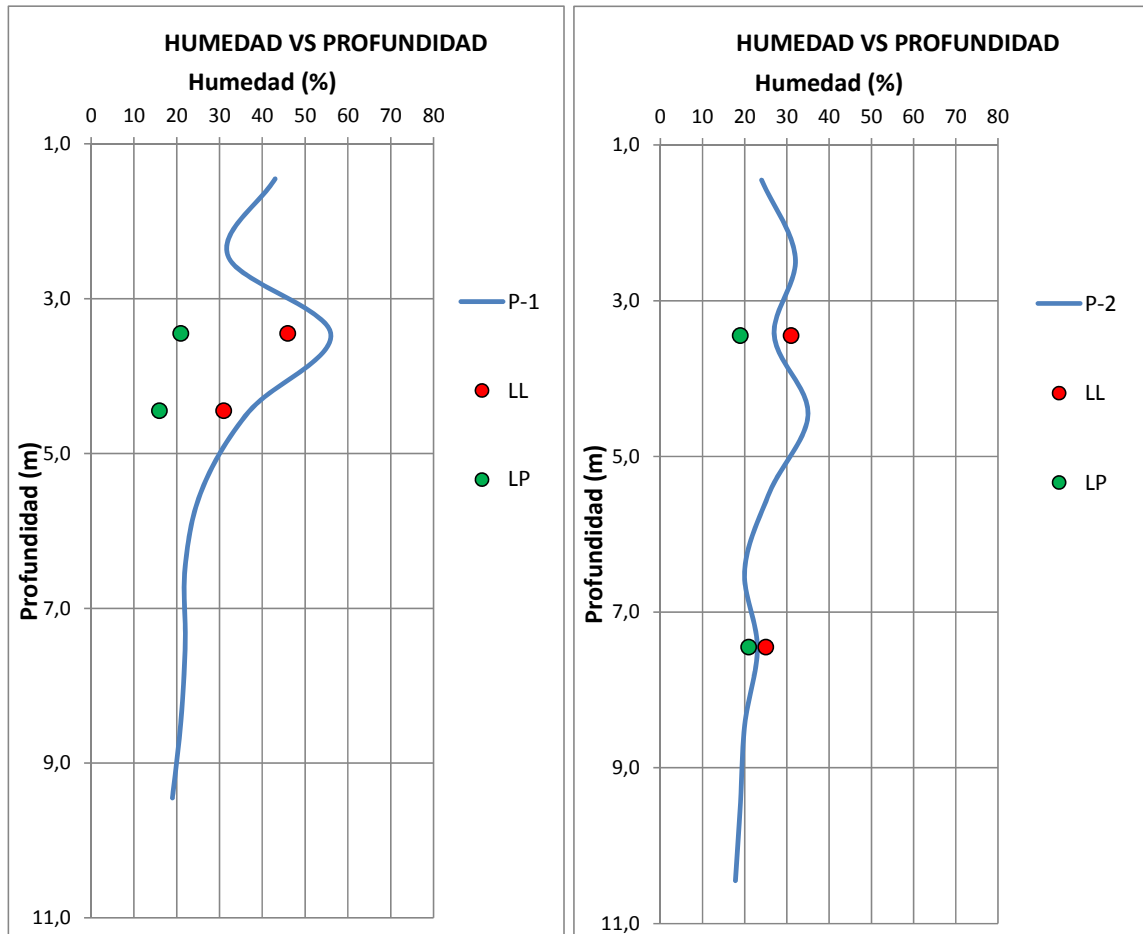
En la Figura 6 se observa la variación de la resistencia de los estratos con la profundidad, de acuerdo al número de golpes del ensayo SPT en cada una de las muestras. El estrato encontrado descrito como *depósito aluvial* inicialmente presenta un comportamiento constante hasta la profundidad de 6,45 m, posterior a estos la resistencia aumenta gradualmente, presentándose una relación directa entre profundidad y resistencia, a medida que se avanza en la profundidad el material presenta mayor resistencia a la penetración.



**Figura 6. Variación del número de golpes obtenido del ensayo SPT con la profundidad.**

En la Figura 7 logra apreciar la variación del contenido de humedad con la profundidad para cada una de las perforaciones, como también los límites líquidos y plásticos de cada una de las muestras estudiadas. Para las perforaciones realizadas en el terreno la perforación 1 presenta una variación significativa de la humedad a una profundidad de 3,45 m, pasando de 32% a 56%, con respecto a las demás muestras analizadas y comportamiento de la humedad en el terreno no se considera, ya que toma un comportamiento constante a la profundidad, además los valores se encuentran en el rango plástico, es decir, que al momento de

realizar las perforaciones se encontraban en estado plástico; para el perfil de depósito aluvial el contenido de humedad se clasifica como medio – bajo.



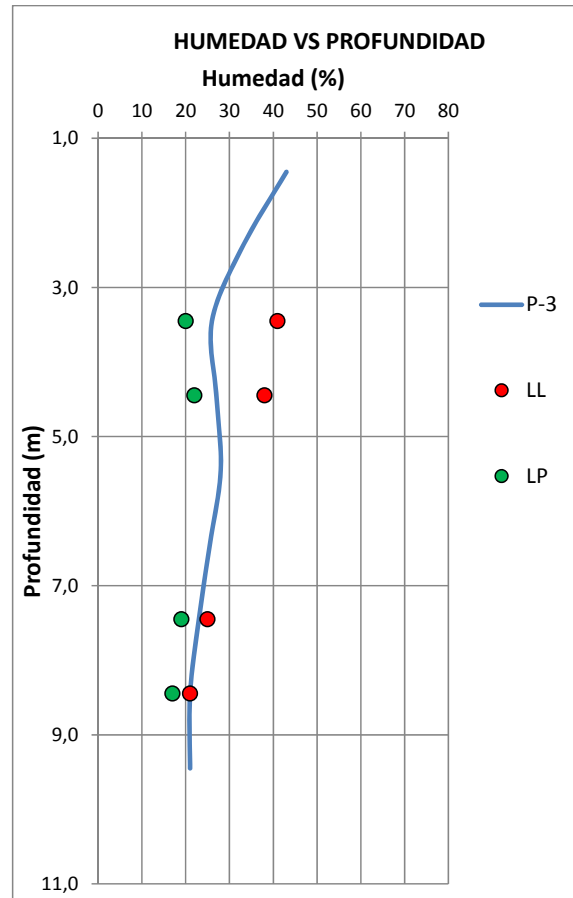


Figura 7. Variación de la humedad con la profundidad.

### 5.1. PARÁMETROS DEL SUELO

La determinación de los parámetros de resistencia del suelo se realizó mediante correlaciones existentes en la literatura técnica, que permiten determinar los valores de la cohesión de los suelos fino granulares a partir de los resultados de los ensayos de penetración estándar y con base en los resultados de los ensayos de laboratorio realizados sobre las muestras inalteradas tomadas en el sitio.

En la Tabla 6 se resumen los valores asumidos para los parámetros de resistencia de los materiales presentes en la zona del proyecto.

Tabla 6. Parámetros de resistencia del suelo

ESTRATO	$\gamma$ (KN/m <sup>3</sup> )	c (KN/m <sup>2</sup> )	$\phi$ (°)
Deposito Aluvial	17,0	0.00	32

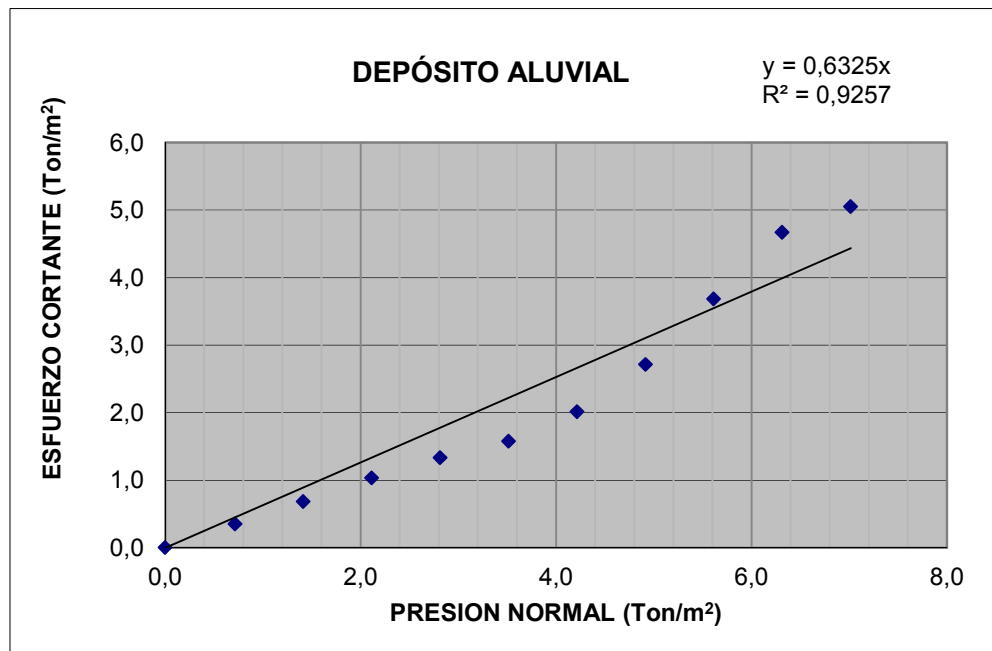


Figura 8. Método aproximado de evaluación de los parámetros efectivos de resistencia  $c'$  y  $\phi'$ .

Para la determinación de los parámetros de resistencia del suelo también se consideraron las correlaciones existentes en la literatura técnica, que permiten determinar los valores de la cohesión de los suelos fino granulares a partir de los resultados de los ensayos de penetración estándar y con base en los resultados de los ensayos de laboratorio realizados sobre las muestras inalteradas tomadas en el sitio. (Ver Tabla 7).

**Tabla 7. Valores de la cohesión determinados a partir de los ensayos de penetración estándar.**

Consistencia	N	Identificación manual	$\gamma_{sat}$ g/cm <sup>3</sup>	$q_u$ (kg/cm <sup>2</sup> )
Dura	> 30	Se marca difícilmente	> 2.0	> 4.0
Muy rígida	15 30	Se marca con la uña del pulgar	2.08 2.24	2.0-4.0
Rígida	8 15	Se marca con el pulgar	1.92 2.08	1.0-2.0
Media	4-8	Moldeable bajo presiones fuertes	1.76 1.92	0.5-1.0
Blanda	2-4	Moldeable bajo presiones débiles	1.60 1.76	0.25-0.5
Muy blanda	< 2	Se deshace entre los dedos	1.44 1.60	0-0.25

Propiedades de suelos arcillosos. Hunt, 1984, en IGME, 1987

## 5.2. DISEÑO SISMO RESISTENTE

De acuerdo con las clasificaciones que establece el Código Colombiano para construcción de edificaciones Sismo Resistentes NSR – 10 el suelo en la zona del proyecto se puede definir de la siguiente manera:

**Tabla 8. Parámetros para el diseño sismo resistente.**

REQUISITOS GENERALES DE DISEÑO Y CONSTRUCCION SISMO RESISTENTE	
Municipio	Turbo
Zona de amenaza sísmica	Alta
Aa (aceleración horizontal pico efectiva)	0,25
Av (velocidad horizontal pico efectiva)	0,25
N (número medio de golpes)	10
Tipo de Perfil de suelo	E
Fa (Factor de amplificación para periodos cortos)	1,5
Fv (Factor de amplificación para periodos intermedios)	3,0
Grupo de uso	
Coefficiente de importancia	

### **5.3. NIVEL FREÁTICO**

El nivel freático se detectó en las 3 perforaciones realizadas hasta la profundidad de 10,45 m. (Ver Tabla 9)

**Tabla 9. Profundidades nivel freático**

<b>Perforación</b>	<b>Profundidad Nivel Freático[m]</b>
P – 1	0.30 m
P – 2	0.35 m
P – 3	0.30 m

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las conclusiones y recomendaciones consignadas en el presente informe se basan en la caracterización geotécnica del lote, en la magnitud de las obras proyectadas y en la experiencia de los profesionales que participaron en los estudios.

### 6.1. CIMENTACIONES

#### Alternativa en losa de cimentación.

De acuerdo con el resultado de las investigaciones realizadas en el lote, el alcance del proyecto y las propiedades físicas y geomecánicas de los suelos, se considera que la cimentación más adecuada para el tanque corresponde a la construcción de una losa de cimentación dimensionada lo suficientemente rígida para transmitir al subsuelo presiones de contacto que no superen las 8 ton/m<sup>2</sup>.

La losa se cimentará sobre un reemplazo de material granular, de al menos 1.50 m de espesor que se colocara compactado hasta alcanzar densidades secas equivalentes al 95% de la densidad seca máxima obtenida en un ensayo de Próctor Modificado.

El material utilizado en una fundación para sustituir los materiales blandos inadecuados debe ser homogéneo, preferiblemente granular y estable exento de materias orgánicas o perjudiciales. Es conveniente que el material forme una superficie densa, con capas de 150 milímetros que se compacten con equipos adecuados. En la parte superior de la cimentación el tamaño del material se reduce para facilitar el establecimiento de un perfil adecuado. Lo anterior permitiría sustraer el material arcilloso de consistencia blanda correspondiente al depósito de llenos heterogéneo fino detectado hasta los 1.0 metros de profundidad respecto a la superficie natural del terreno.

La losa se dimensionara lo suficientemente rígida para transmitir al subsuelo presiones de contacto que no superen las 8 **toneladas por metro cuadrado** y

para efecto del diseño estructural se puede considerar un coeficiente de reacción del subsuelo (módulo de balasto) de  $1.4 \text{ kg/cm}^2/\text{cm}$ .

### **Alternativa en micropilotes.**

Teniendo en cuenta las características del subsuelo descritas en los párrafos anteriores se recomienda cimentar vigas del fondo del tanque mediante la construcción de micropilotes. Los micropilotes como elemento de cimentación se vienen utilizando de manera exitosa en el mundo, desde 1952.

La primera referencia que se ha encontrado es en el libro de Sansón (1973). En él se describe los “pali radice” como pilotes de pequeño diámetro, ejecutados con perforación a rotación y una tubería de entubación de unos 100 mm de diámetro; después se coloca una armadura central (de una o más barras) y se hormigona manteniendo la presión del mortero en cabeza con aire comprimido, mientras se extrae la tubería de entubación. Se utiliza una mezcla con una dosificación “elevada” de cemento y aditivos.

Método de construcción:

#### **6.1.1. PERFORACIÓN.**

Puede hacerse por diversos sistemas, según el tipo de terreno a atravesar: rotación con corona de lidia o diamante o con tricono, retro percusión con martillo en fondo, o incluso hélice continua en terrenos flojos. Dependiendo de la estabilidad de la perforación esta puede hacerse en seco, con la ayuda de lodos bentoníticos o necesitan entubación, normalmente recuperable. El fluido de perforación puede ser aire o agua y se introduce por circulación inversa. Si es preciso atravesar primero las capas de rellenos o suelos flojos se suele utilizar en ellas el sistema OD dejando la entubación exterior perdida.

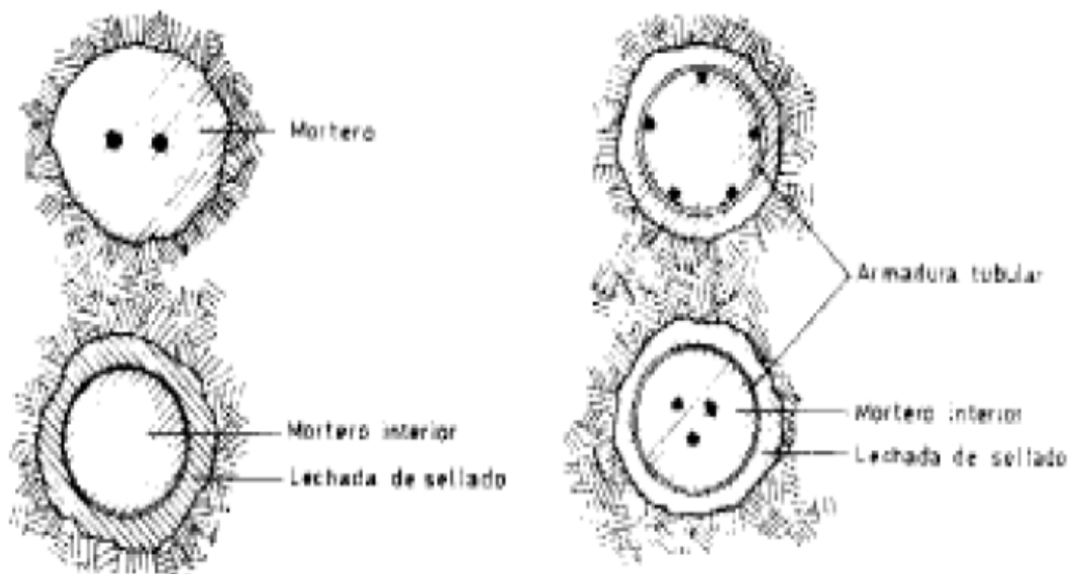
### 6.1.2. LIMPIEZA

La perforación se lava con agua y/o aire a presión. Se trata de una operación imprescindible para conseguir una mejor calidad.

### 6.1.3. COLOCACIÓN DE LA ARMADURA.

La armadura de un micropilote puede hacerse con barras, tubos o una combinación de ambas.

Los tipos de acero a emplear dependen de las necesidades de resistencia (y de la forma de trabajo) del micropilote. Pueden usarse aceros de resistencia entre  $F_y = 250$  MPa y  $F_y = 800$  MPa aunque lo más normal es el uso de aceros de 420 MPa de límite elástico.



**Figura 9.** Colocación de Armaduras en los micropilotes

La inyección se realiza con lechada fluidas con resistencias características a 28 días  $f'c = 25$  MPa y relaciones agua/cemento  $w/c = 0.5$ . A veces se añade una proporción reducida de bentonita para facilitar su fluidez.

El número de fases de inyección en estos micropilotes debería ser al menos de 2 en areniscas o calizas poco fisuradas, al menos de 3 en suelos de compacidad media y 4 o más en aluviones y suelos blandos. Entre cada fase debe existir un intervalo de tiempo mínimo de 6 a 12 horas para permitir que la lechada alcance una primera resistencia. Los caudales máximos de inyección deberían ser (Bustamante, 1986):

0,3 a 0,6 m<sup>3</sup>/hora para suelos cohesivos

0,8 a 1,2 m<sup>3</sup>/hora para suelos granulares

La carga límite de un micropilote (como la de un pilote) a compresión vale:

$$Q_l = Q_p + Q_s$$

donde:

$Q_l$  = carga límite en cabeza (no incluye coeficientes de seguridad)

$Q_p$  = resistencia por la punta límite

$Q_s$  = resistencia límite por el fuste

$$Q_s = \sum \pi D_i L_i q_{si}$$

Donde para cada capa  $i$  (véase la figura posterior)

$Q_s$  = diámetro medio real ( $D_{si} = \alpha D_{ni}$ )

$L_i$  = longitud de la capa

$q_{si}$  = resistencia unitaria por el fuste

El diámetro real puede estimarse multiplicando el diámetro nominal de perforación por un coeficiente  $\alpha$ .

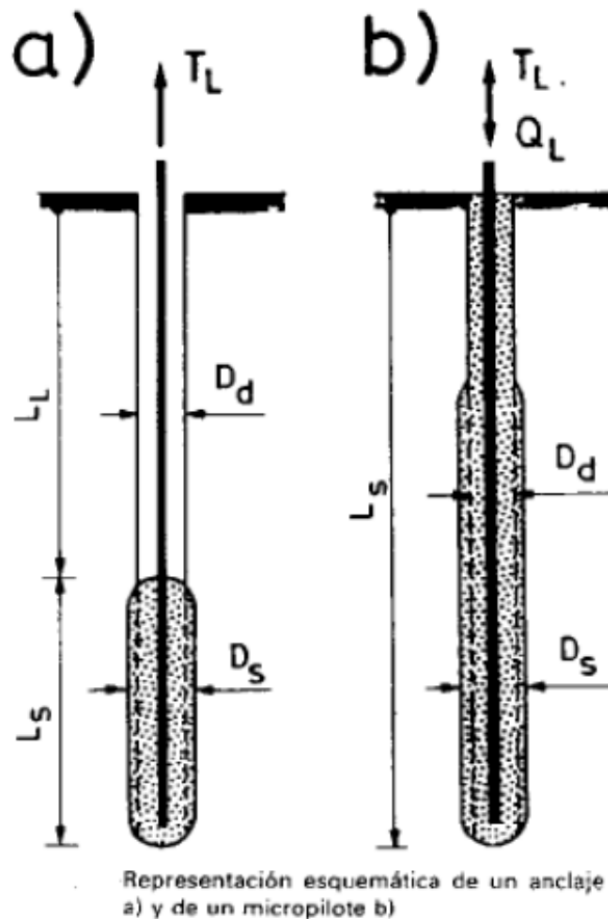


Figura 10. Representación esquemática de un micropilote (Bustamante 86)

Los valores de la resistencia unitaria por el fuste  $q_s$  pueden tomarse de las figuras que se adjuntan. Por último, para aplicar el método es preciso que efectivamente se realice una inyección a presión y que los volúmenes teóricos del bulbo previsto VS. Debe inyectarse entre un 50 % un 100% más sobre el volumen teórico para compensar las pérdidas de lechada por exudación en el terreno, las “pérdidas ligadas a la técnica de inyección” y para poder “tratar el suelo en la inmediata periferia del bulbo”.

Para el cálculo se deben tener cuenta lo siguiente.

$$P_{Nd} / (\pi \cdot D_N \cdot L_b) \leq a_{adm}$$

Siendo:  $P_{Nd}$  = carga nominal mayorada de cada anclaje.  
 $D_N$  = diámetro nominal del bulbo.  
 $L_b$  = longitud de cálculo del bulbo.  
 $a_{adm}$  = adherencia admisible frente al deslizamiento o arrancamiento del terreno que rodea el bulbo.

$$a_{adm} = a_{lim} / F_3$$

TIPO DE ANCLAJE	F <sub>3</sub>
Provisional	1,45
Permanente	1,65

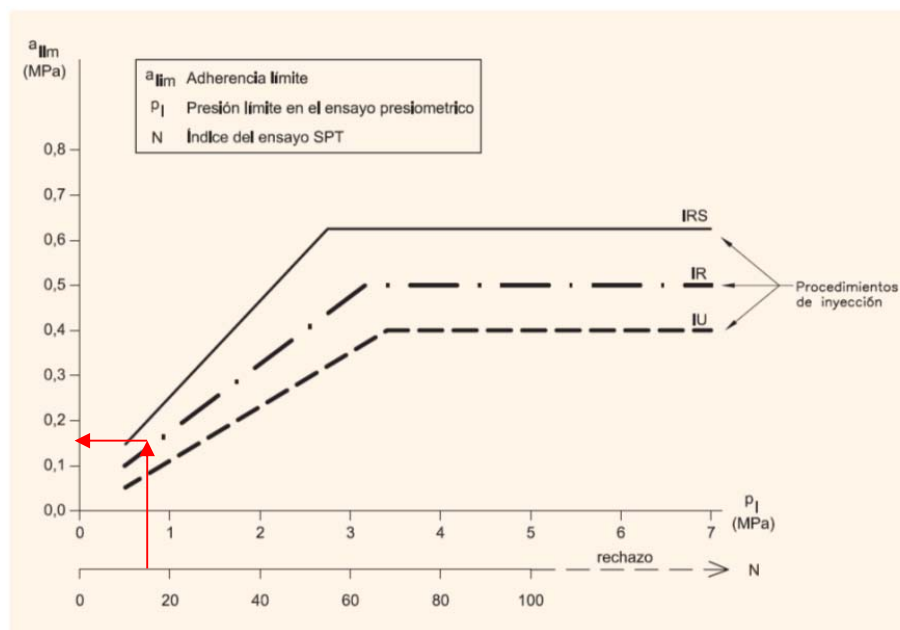


FIGURA 3.2. ADHERENCIA LÍMITE EN ARENAS Y GRAVAS

Tomado de la norma Española para la construcción de Micropilotes.  
Adherencia límite para el proyecto se estima en 0.165 Mpa, que equivalen a 1.65 kg/cm<sup>2</sup>, y la adherencia admisible que equivale a  $1.65/F_3 = 1.65/1.65 = 1.00$  kg/cm<sup>2</sup>.

Por lo tanto los micropilotes que se recomiendan utilizar en el proyecto de fundación para el tanque La Lucila , deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Éstos deben ser perforados e inyectados a presión de manera repetitiva (IR).
- Se recomienda perforarlos con un diámetro nominal de 5 pulgadas, de tal manera que el diámetro final real del pilote sea de 0,25 metros, para un coeficiente  $\alpha$  de incremento del diámetro nominal igual a 2.0.
- Por tratarse de un suelo aluvial, se requiere utilizar la categoría de inyección por varias fases IR (inyección repetitiva).
- De acuerdo con el diámetro final del micropilote y las condiciones geomecánicas del subsuelo encontrado, se despreja la resistencia límite por punta y se asume como carga límite en cabeza del micropilote a compresión su resistencia por fuste  $Q_s$ .
- Los volúmenes de lechada inyectada normalmente exceden los volúmenes teóricos del bulbo previsto (entre un 50% a un 100%) debido a la compensación de pérdidas de lechada por exudación en el terreno, las pérdidas ligadas a la técnica de inyección y para poder tratar el suelo en la inmediata periferia del bulbo.
- Las presiones de inyección deben ser de por lo menos de 7 bares.

De esta manera, cada uno de los micropilotes desarrollará una capacidad de carga según el siguiente cuadro.

LONGITUD PILOTE (m)	FACTOR DE SEGURIDAD (F3)	CAPACIDAD DE CARGA VERTICAL (Ton)	ASENTAMIENTO CALCULADO mm
7.0	1.65	8.2	2.07
9.0	1.65	10.5	1.06

Los asentamientos están calculados para la carga de servicio.

Bajo cada fundación se colocarán tantos micropilotes como sea necesario, de acuerdo con los requerimientos de carga vertical, considerando un espaciamiento mínimo de 3 diámetros teóricos entre ejes de pilotes adyacentes.

## **6.2. EXCAVACIONES**

Las excavaciones para las fundaciones se pueden realizar de manera manual y no se requiere entibado.

Durante la ejecución de las excavaciones se debe programar el bombeo estrictamente necesario para el control de las aguas freáticas y de infiltración, estas aguas deben ser bombeadas a la red local de alcantarillado de aguas lluvias.

Se debe procurar que las excavaciones no permanezcan expuestas a la intemperie durante períodos prolongados de tiempo y que se inunden a causa de acumulación de aguas de escorrentía. Antes de proceder al vaciado de las cimentaciones, el suelo de apoyo de las mismas se debe encontrar libre de lodos y materiales sueltos, y proporcionar una superficie uniforme, para lo cual se recomienda colocar un solado en concreto pobre de espesor mínimo de 5.0 cm.

Los materiales sobrantes de la excavación se pueden disponer en las zonas verdes del lote, siempre y cuando éstos no ofrezcan peligrosidad para la estabilidad geotécnica, o donde lo estimen pertinente las directrices de la planta.

## **6.3. CONFORMACIÓN DEL LOTE Y EXCAVACIONES**

En todas las zonas donde se ubiquen estructuras civiles se deberá realizar un descapote total. El material resultante del descapote se debe disponer en aquellas zonas del lote destinadas como zonas verdes o zonas de recreación o en los sitios de depósitos autorizados por el Municipio de Turbo.

Se debe procurar que las excavaciones de las fundaciones no permanezcan expuestas a la intemperie durante períodos prolongados de tiempo y que se inunden a causa de acumulación de aguas de escorrentía. Antes de proceder al vaciado de las cimentaciones, el suelo de apoyo de las mismas se debe encontrar libre de lodos y materiales sueltos, y proporcionar una superficie uniforme, para lo cual se recomienda colocar un solado en concreto pobre de espesor mínimo de 10.0 cm.

#### **6.4. RECOMENDACIONES GENERALES DE CONSTRUCCIÓN**

Las siguientes son unas recomendaciones de carácter general que se deben tener en cuenta durante la construcción del proyecto.

Si se tienen dudas sobre la identificación de los suelos propuestos para servir de apoyo a la infraestructura se dará aviso oportuno a TECNISUELOS S.A.S., que enviará a uno de sus ingenieros para instruir al profesional residente en la obra sobre los parámetros necesarios para su reconocimiento.

En las excavaciones para las fundaciones, una vez se alcance el nivel propuesto para desplantar las cimentaciones, se vaciará un solado en concreto pobre de espesor no menor a 10 centímetros con el fin de garantizar una superficie limpia y homogénea a las actividades de armado y vaciado de la infraestructura.

Las aguas lluvias serán captadas y conducidas adecuadamente por un sistema de canoas, bajantes y cunetas, que entreguen estas aguas de manera adecuada al sistema general de alcantarillado de aguas lluvias. No es conveniente dejar estas aguas vertiendo libremente sobre el terreno.

Durante la ejecución del estudio no se investigó la localización ni el estado de las redes que pudieran existir en el lote.

## **7. LIMITACIONES**

Las conclusiones y recomendaciones consignadas en el presente informe se basan en las investigaciones de campo y laboratorio que se describen en capítulos pertinentes y en la experiencia de los profesionales que participaron en los estudios.

Si durante las etapas de diseño y construcción se encuentran condiciones del subsuelo diferentes a las descritas como típicas en este informe se dará aviso oportuno a TECNISUELOS para complementar la información y las conclusiones y recomendaciones.

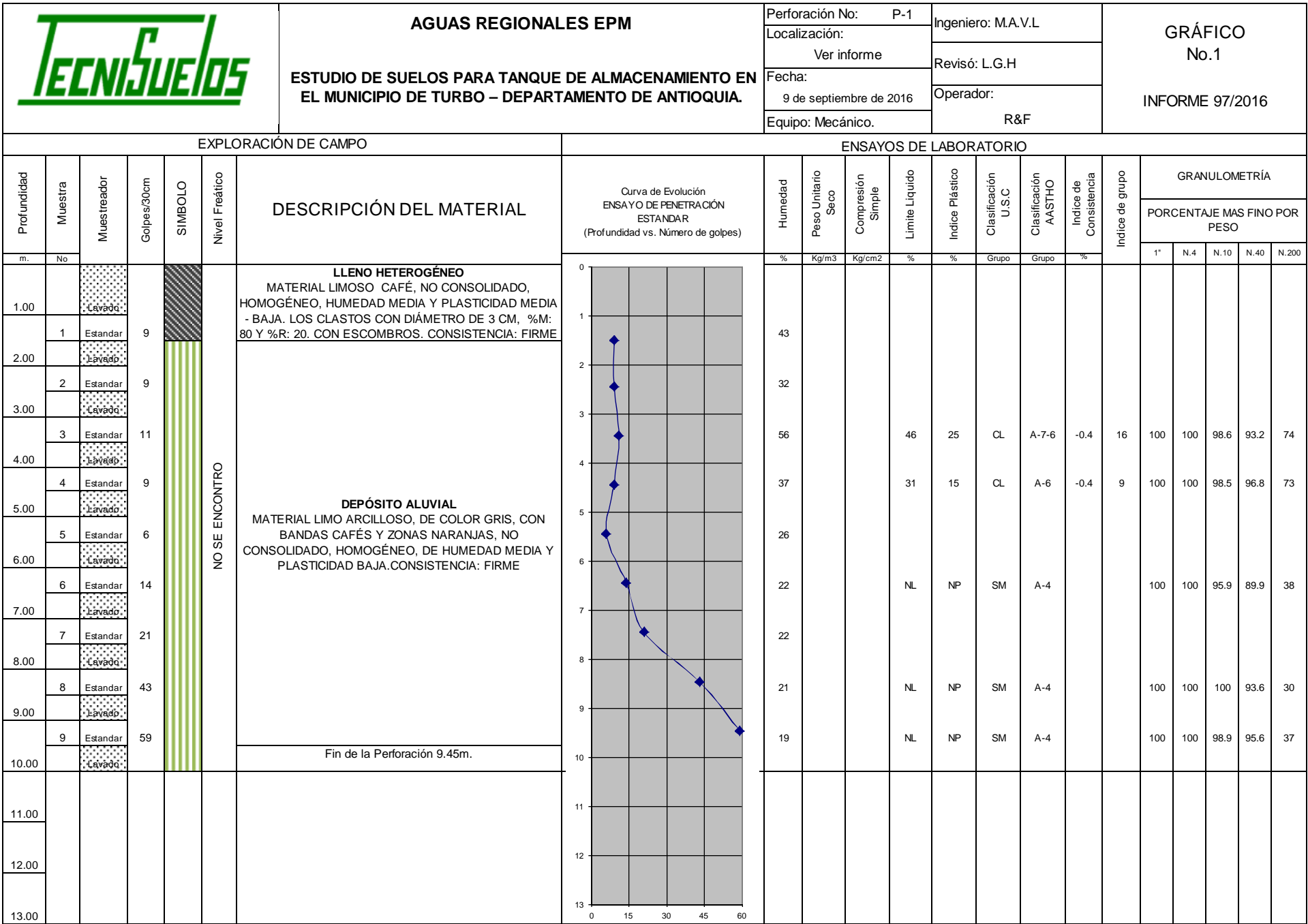
Durante la ejecución del estudio no se investigó la localización ni el estado de las redes que pudieran existir en el lote.

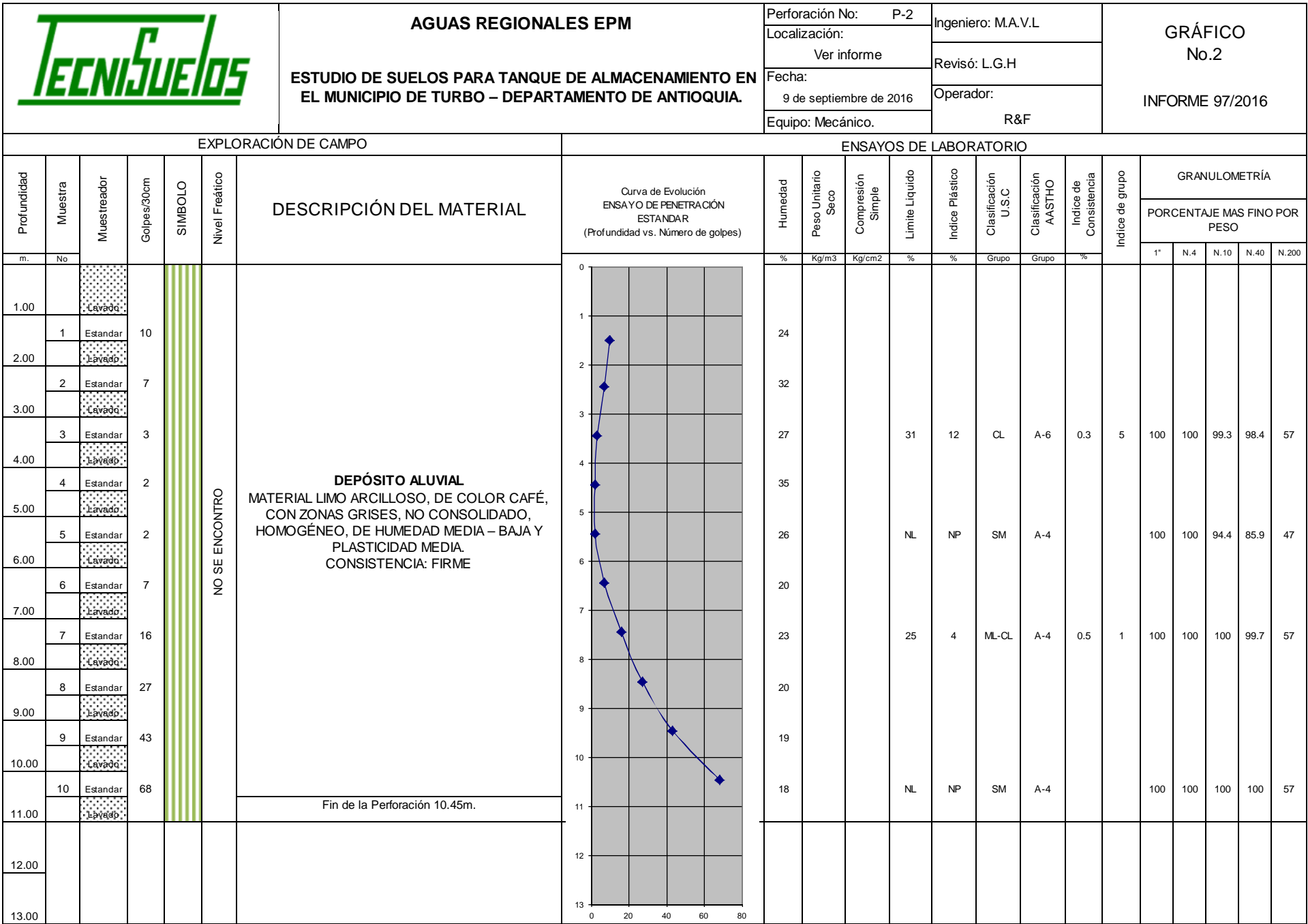
**LUIS GUILLERMO HINCAPIÉ URIBE**  
**Gerente**

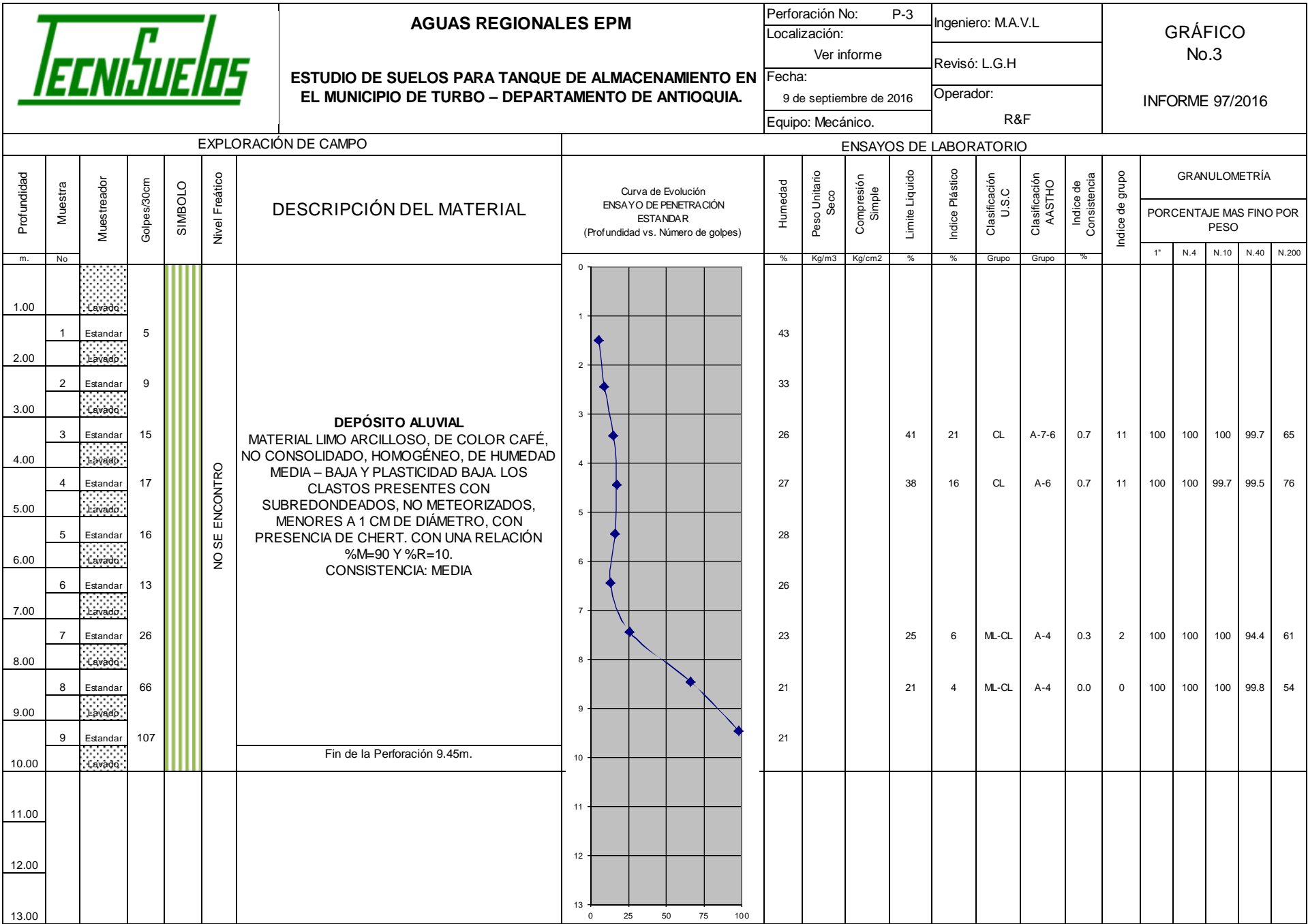
## 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- GONZÁLEZ, H., Mapa Geológico del Departamento de Antioquia-Geología, Recursos Minerales y Amenazas Potenciales, Escala 1:400.000, memorias explicativas, Archivo electrónico formato PDF, INGEOMINAS, 2001.
- GONZÁLEZ DEVALLEJO, Luis I. Ingeniería Geológica. Pearson Educación, Madrid, 2002. 744p.
- ÁLVARO J. GONZÁLEZ G. Estimativos de parámetros efectivos de resistencia con el SPT. X Jornadas geotécnicas de la ingeniería colombiana. Universidad Nacional – Bogotá - Dic, 1999.
- Braja. D. M. (1999). “Principios de Ingeniería de Cimentaciones”. Cuarta edición. California State University, Sacramento.






## **ANEXO 1 REGISTROS DE PERFORACIÓN**




























**ANEXO 2 DESCRIPCIÓN DE LAS MUESTRAS RECUPERADAS**

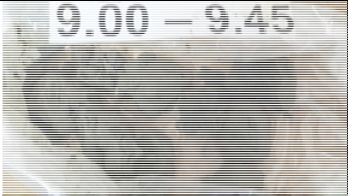
TANQUE TURBO		Perforación 1		NOMBRE DE MUESTRA	Prof: 9.45 m
		X= / Y= 709.123, 1.388.509			
		Nivel Freático= 30 cm			
Muestra		Descripción			Litología
P1-M1		Material limoso de color café, no consolidado, homogéneo, de humedad media y plasticidad media - baja. Los clastos son de un diámetro de 3 cm, subredondeados, con una relación %M: 80 y %R: 20. Con presencia de escombros. Consistencia: Firme			Limo
P1-M2		Material limo arcilloso, de color gris, con bandas cafés y zonas naranjas, no consolidado, homogéneo, de humedad media y plasticidad baja. Consistencia: Firme			Limo arcilloso
P1-M3	SHELBY				
P1-M4					
P1-M5		Material de arena fina con zonas arcillosa, de color café oscuro, con zonas grises, no consolidado, homogéneo, de humedad y plasticidad alta. Consistencia: Media			Arena
P1-M6		Material de arena fina, de color café, con zonas grises, no consolidado, homogéneo, de humedad alta y plasticidad media. Consistencia: Firme			

TANQUE TURBO		Perforación 1		NOMBRE DE MUESTRA	Prof: 9.45 m	
		X=    /    Y=    709.123, 1.388.509				
		Nivel Freático= 30 cm				
Muestra		Descripción			Litología	
P1-M7		Material con las mismas características y propiedades de la anterior muestra analizada. (P1-M6). Consistencia: Muy Firme			Arena	Depósito aluvial
P1-M8						
P1-M9						

TANQUE TURBO		Perforación 2 X= / Y= 709.123, 1.388.502 Nivel Freático= 35 cm		NOMBRE DE MUESTRA	Prof:10.45 m
Muestra		Descripción			Litología
P2-M1		Material limo arcilloso, de color café, con zonas grises, no consolidado, homogéneo, de humedad media – baja y plasticidad media. Consistencia: Firme		Limo arcilloso	Depósito aluvial
P2-M2		Material limo arcilloso, de color café, con zonas grises, no consolidado, homogéneo, de humedad y plasticidad media. Consistencia: Firme			
P2-M3		Material arcilloso de color gris oscuro, no consolidado, homogéneo, de humedad y plasticidad alta. Consistencia: Blanda			
P2-M4		Material areno limoso, color café, con zonas grises, no consolidado, homogéneo, de humedad alta y plasticidad media - alta. Consistencia: Blanda		Arena limosa	Depósito aluvial
P2-M5					
P2-M6					

TANQUE TURBO		Perforación 2		NOMBRE DE MUESTRA	Prof:10.45 m
		X=    /    Y=    709.123, 1.388.502			Litología
Muestra		Descripción			
P2-M7		Material con las mismas características y propiedades de la anterior muestra analizada. (P2-M4) Consistencia: Muy Firme		Arena limosa	Depósito aluvial
P2-M8					
P2-M9					
P2-M10					

TANQUE TURBO		Perforación 3		NOMBRE DE MUESTRA	Prof:9.45 m
		X= / Y= 709.117, 1.388.500			
		Nivel Freático= 30 cm			
Muestra		Descripción			Litología
P3-M1		Material limo arcilloso, de color café, no consolidado, homogéneo, de humedad media – baja y plasticidad baja. Los clastos presentes con subredondeados, no meteorizados, menores a 1 cm de diámetro, con presencia de chert. Con una relación %M=90 y %R=10. Consistencia: Media		Limo arcilloso	Depósito aluvial
P3-M2					
P3-M3		Material limo arcilloso, de color café, con zonas grises, no consolidado, homogéneo, de humedad media – alta y plasticidad alta. Consistencia: Muy Firme		Limo arcilloso	
P3-M4					
P3-M5					
P3-M6		Material de arena fina con limos, de color café, no consolidado, homogéneo, de humedad alta y plasticidad media alta. Consistencia: Firme		Arena limosa	
P3-M7		Material de arena fina, de color café, no consolidado, homogéneo, de humedad alta y plasticidad media alta. Consistencia: Muy Firme		Arena	
P3-M8					

TANQUE TURBO		Perforación 3	NOMBRE DE MUESTRA	Prof:9.45 m
		X= / Y= 709.117, 1.388.500 Nivel Freático= 30 cm		
Muestra		Descripción	Litología	
P3-M9		Material con las mismas características y propiedades de la anterior muestra analizada. (P3-M8). Consistencia: Dura		Depósito aluvial

## **ANEXO 3 ENSAYOS DE LABORATORIO**

## ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN

DETERMINACION DE LOS TAMAÑOS DE LAS PARTICULAS, LIMITE LIQUIDO, PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS.

Versión:

Código:

Fecha:

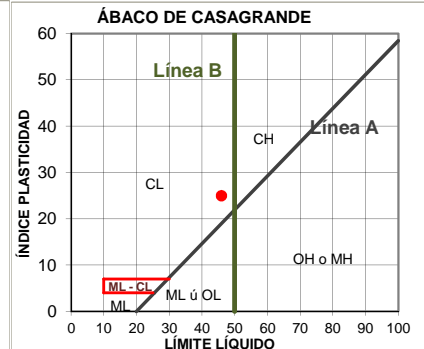
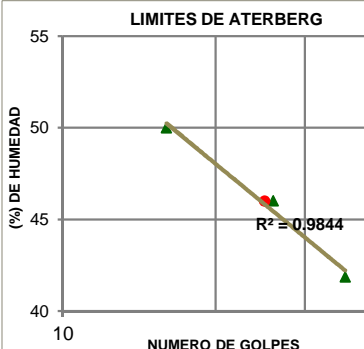
OBRA:	Tanque la Lusila	MUESTRA No:	M3
CLIENTE:	Aguas Regionales EPM	PROFUNDIDAD (m):	3,0-3,45
RESPONSABLE:	Jhon Vargas	SONDEO No:	P1
LOCALIZACIÓN:	Turbo - Antioquia	FECHA:	2016-09-14
DESCRIPCIÓN MATERIAL:	Arcilla de baja plasticidad con arena, suelo húmedo de color gris.	DESTINO MATERIAL	Estudio de Suelos

CONTENIDO DE HUMEDAD - INV-E 122-13 LAVADO SOBRE MALLA No 200 - INV-E 214-13	
RECIPIENTE No.	38
P. RECIP + SUELO HÚM. ANTES DE LAVAR.	70.02
P. RECIP + SUELO SECO ANTES DE LAVAR.	54.05
P. RECIP + SUELO SECO DESPUÉS DE LAVAR.	34.54
PESO DEL RECIPIENTE.	25.29
% FINOS DESPUÉS DE LAVADO	67.8

LIMITE LIQUIDO INV-E - 125-13			
DETERMINACIÓN No.	1	2	3
RECIPIENTE No.	68	84	46
No. GOLPES.	36	26	16
P. RECIP. + SUELO HÚM.	13.06	14.07	12.89
P. RECIP. + SUELO SECO.	11.08	11.82	10.86
PESO DEL AGUA GRS.	1.98	2.25	2.03
PESO DEL RECIPIENTE.	6.35	6.93	6.8
PESO SUELO SECO.	4.73	4.89	4.06
% DE HUMEDAD.	41.9	46.0	50.0

LIMITE PLASTICO INV-E-126-13	
1	2
95	89
NA	NA
11.38	12.21
10.41	11.31
0.97	0.90
5.81	7.01
4.60	4.30
21.1	20.9

TAMAÑO DE LAS PARTICULAS - INV-E 123-13				
TAMIZ	TAMAÑO (mm)	PESO RETENIDO (g)	RETENIDO (%)	(%) QUE PASA
3"	75.0	0.00	0.0	100
2"	50.0	0.00	0.0	100.0
1½"	37.5	0.00	0.0	100.0
1"	25.40	0.00	0.0	100.0
¾"	19.05	0.00	0.0	100.0
⅜"	9.525	0.00	0.0	100.0
Nº 4	4.75	0.00	0.0	100.0
Nº 10	2.00	0.40	1.4	98.6
Nº 20	0.85	0.33	1.1	97.5
Nº 40	0.425	1.23	4.3	93.2
Nº 60	0.250	0.98	3.4	89.8
Nº 100	0.150	2.58	9.0	80.8
Nº 200	0.075	2.00	7.0	73.9
Fondo		1.72	6.0	67.9

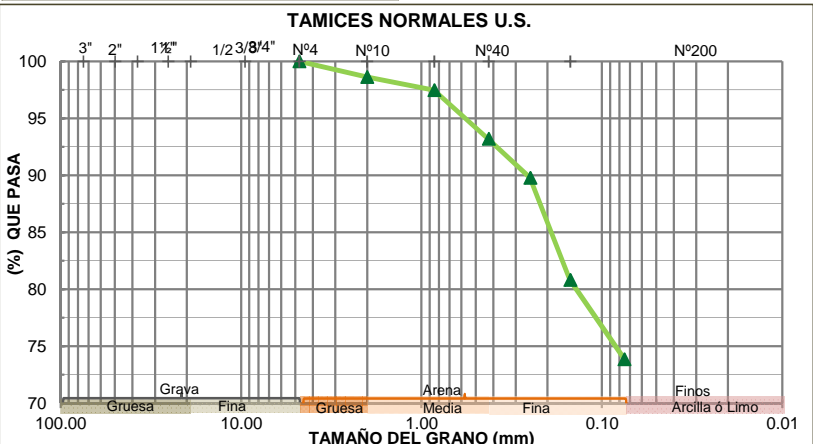


Error:	0.11	OK
--------	------	----

Clasificación USC		Clasificación AASHTO	
% Gravas	0.0	% Que pasa No,10	98.6
% Arenas	26.1	% Que pasa No,40	93.2
% Finos	73.8	% Que pasa No 200	73.9

RESULTADOS	
Humedad Natural (%)	56
Límite Líquido (%)	46
Límite Plástico (%)	21
Índice de Plasticidad	25
Clasificación USC	CL
Índice de Grupo	15
Clasificación AASHTO	A-7-6

D10(mm) =	NA
D30(mm) =	NA
D60(mm) =	NA
Cu =	NA
Cc =	NA



EQUIPO UTILIZADO	MARCA/REFERENCIA	NUMERO SERIE	CÓDIGO INT.	FECHA DE CALIBRACION
Balanza Electrónica de 300x0.01gr	LEXUS / MIX-A	45102802		04/08/2015 (C.C. 27628)
Balanza Electrónica de 3000x0.1gr	LEXUS / MIX-A	45110601		04/08/2015 (C.C. 27627)
Tamices Estándar				
Cazuela de Casagrande				
Horno Eléctrico				

EJECUTÓ:

Laboratorista



REVISÓ: Sergio Troches

Coordinador Laboratorio

APROBÓ:

Director Laboratorio

## ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN

DETERMINACION DE LOS TAMAÑOS DE LAS PARTICULAS, LIMITE LIQUIDO, PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS.

Versión:

Código:

Fecha:

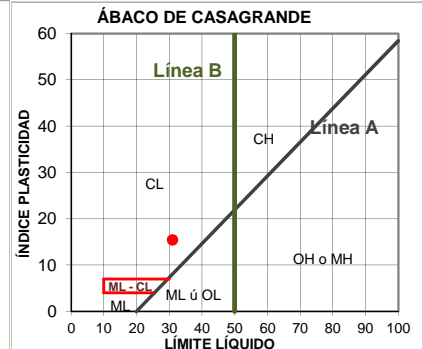
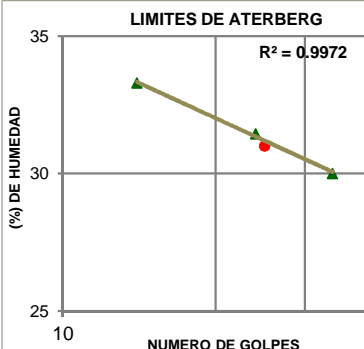
OBRA:	Tanque la Lusila	MUESTRA No:	M4
CLIENTE:	Aguas Regionales EPM	PROFUNDIDAD (m):	4,0-4,45
RESPONSABLE:	Jhon Vargas	SONDEO No:	P1
LOCALIZACIÓN:	Turbo - Antioquia	FECHA:	2016-09-14
DESCRIPCIÓN MATERIAL:	Arcilla de baja plasticidad arenosa de color café con pintas gris, suelo húmedo.	DESTINO MATERIAL	Estudio de Suelos

CONTENIDO DE HUMEDAD - INV-E 122-13 LAVADO SOBRE MALLA No 200 - INV-E 214-13	
RECIPIENTE No.	54
P. RECIP. + SUELO HÚM. ANTES DE LAVAR.	114.51
P. RECIP. + SUELO SECO ANTES DE LAVAR.	90.69
P. RECIP. + SUELO SECO DESPUÉS DE LAVAR.	48.17
PESO DEL RECIPIENTE.	26.25
% FINOS DESPUÉS DE LAVADO	66.0

LIMITE LIQUIDO INV-E - 125-13			
DETERMINACIÓN No.	1	2	3
RECIPIENTE No.	39	18	102
No. GOLPES.	34	24	14
P. RECIP. + SUELO HÚM.	12.2	14.61	16.53
P. RECIP. + SUELO SECO.	10.97	12.67	13.97
PESO DEL AGUA GRS.	1.23	1.94	2.56
PESO DEL RECIPIENTE.	6.87	6.5	6.28
PESO SUELO SECO.	4.1	6.17	7.69
% DE HUMEDAD.	30.0	31.4	33.3

LIMITE PLASTICO INV-E-126-13	
1	2
80	89
NA	NA
10.8	10.85
10.19	10.27
0.61	0.58
6.3	6.5
3.89	3.77
15.7	15.4

TAMAÑO DE LAS PARTICULAS - INV-E 123-13				
TAMIZ	TAMAÑO (mm)	PESO RETENIDO (g)	RETENIDO (%)	(%) QUE PASA
3"	75.0	0.00	0.0	100
2"	50.0	0.00	0.0	100.0
1½"	37.5	0.00	0.0	100.0
1"	25.40	0.00	0.0	100.0
¾"	19.05	0.00	0.0	100.0
⅜"	9.525	0.00	0.0	100.0
Nº 4	4.75	0.00	0.0	100.0
Nº 10	2.00	0.94	1.5	98.5
Nº 20	0.85	0.52	0.8	97.7
Nº 40	0.425	0.60	0.9	96.8
Nº 60	0.250	0.97	1.5	95.3
Nº 100	0.150	2.29	3.6	91.7
Nº 200	0.075	11.99	18.6	73.1
Fondo		4.60	7.1	66.0

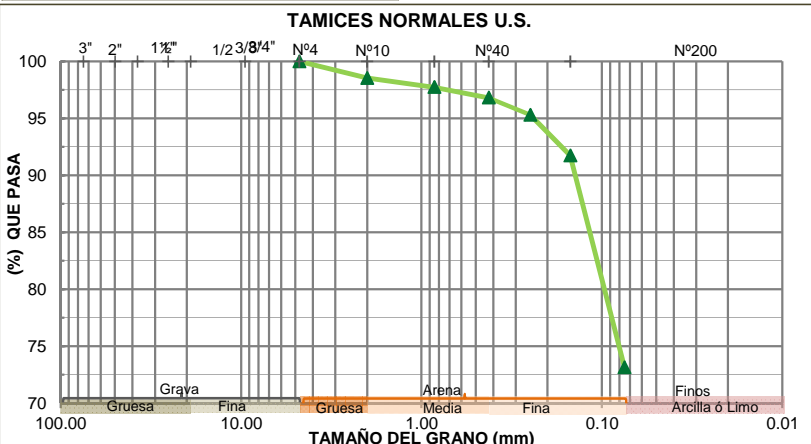


Error:	0.05	OK
--------	------	----

Clasificación USC		Clasificación AASHTO	
% Gravas	0.0	% Que pasa No,10	98.5
% Arenas	26.9	% Que pasa No,40	96.8
% Finos	73.1	% Que pasa No 200	73.1

RESULTADOS	
Humedad Natural (%)	37
Límite Líquido (%)	31
Límite Plástico (%)	16
Índice de Plasticidad	15
Clasificación USC	CL
Índice de Grupo	10
Clasificación AASHTO	A-6

D10(mm) =	NA
D30(mm) =	NA
D60(mm) =	NA
Cu =	NA
Cc =	NA



EQUIPO UTILIZADO	MARCA/REFERENCIA	NUMERO SERIE	CÓDIGO INT.	FECHA DE CALIBRACION
Balanza Electrónica de 300x0.01gr	LEXUS / MIX-A	45102802		04/08/2015 (C.C. 27628)
Balanza Electrónica de 3000x0.1gr	LEXUS / MIX-A	45110601		04/08/2015 (C.C. 27627)
Tamices Estándar				
Cazuela de Casagrande				
Horno Eléctrico				

EJECUTÓ:

Laboratorista



REVISÓ: Sergio Troches

Coordinador Laboratorio

APROBÓ:

Director Laboratorio

## ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN

DETERMINACION DE LOS TAMAÑOS DE LAS PARTICULAS, LIMITE LIQUIDO, PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS.

Versión:

Código:

Fecha:

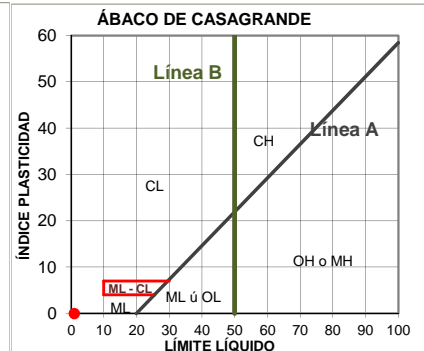
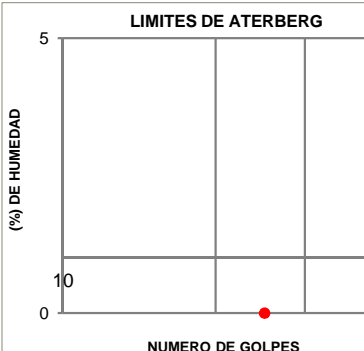
OBRA:	Tanque la Lusila	MUESTRA No:	M6
CLIENTE:	Aguas Regionales EPM	PROFUNDIDAD (m):	6,0-6,45
RESPONSABLE:	Jhon Vargas	SONDEO No:	P1
LOCALIZACIÓN:	Turbo - Antioquia	FECHA:	2016-09-14
DESCRIPCIÓN MATERIAL:	Arena limosa de color gris, suelo húmedo de plasticidad nula.	DESTINO MATERIAL	Estudio de Suelos

CONTENIDO DE HUMEDAD - INV-E 122-13 LAVADO SOBRE MALLA No 200 - INV-E 214-13	
RECIPIENTE No.	28
P. RECIP + SUELO HÚM. ANTES DE LAVAR.	147.68
P. RECIP + SUELO SECO ANTES DE LAVAR.	125.98
P. RECIP + SUELO SECO DESPUÉS DE LAVAR.	94.72
PESO DEL RECIPIENTE.	25.42
% FINOS DESPUÉS DE LAVADO	31.1

LIMITE LIQUIDO INV-E - 125-13			
DETERMINACIÓN No.	1	2	3
RECIPIENTE No.	-	-	-
No. GOLPES.	-	-	-
P. RECIP. + SUELO HÚM.	-	-	-
P. RECIP. + SUELO SECO.	-	-	-
PESO DEL AGUA GRS.	-	-	-
PESO DEL RECIPIENTE.	-	-	-
PESO SUELO SECO.	-	-	-
% DE HUMEDAD.	-	-	-

LIMITE PLASTICO INV-E-126-13	
1	2
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-

TAMAÑO DE LAS PARTICULAS - INV-E 123-13				
TAMIZ	TAMAÑO (mm)	PESO RETENIDO (g)	RETENIDO (%)	(%) QUE PASA
3"	75.0	0.00	0.0	100
2"	50.0	0.00	0.0	100.0
1½"	37.5	0.00	0.0	100.0
1"	25.40	0.00	0.0	100.0
¾"	19.05	0.00	0.0	100.0
⅜"	9.525	0.00	0.0	100.0
Nº 4	4.75	0.00	0.0	100.0
Nº 10	2.00	4.11	4.1	95.9
Nº 20	0.85	3.05	3.0	92.9
Nº 40	0.425	3.04	3.0	89.9
Nº 60	0.250	3.25	3.2	86.6
Nº 100	0.150	10.19	10.1	76.5
Nº 200	0.075	39.24	39.0	37.5
Fondo		6.39	6.4	31.1

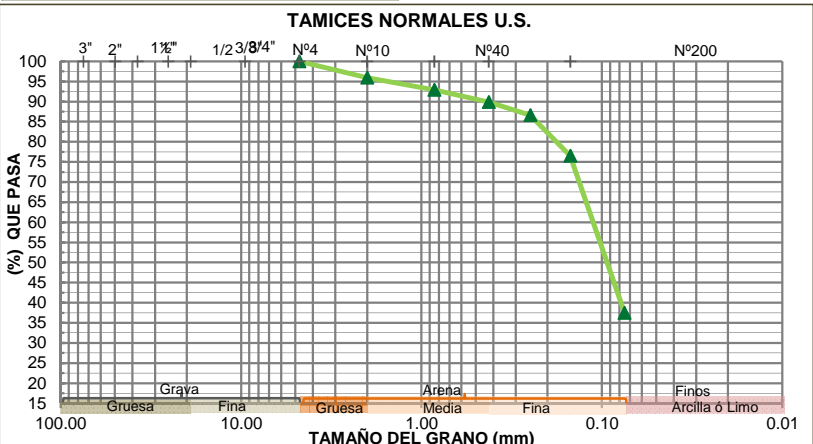


Error:	0.04	OK
--------	------	----

Clasificación USC		Clasificación AASHTO	
% Gravas	0.0	% Que pasa No,10	95.9
% Arenas	62.5	% Que pasa No,40	89.9
% Finos	37.4	% Que pasa No 200	37.5

RESULTADOS	
Humedad Natural (%)	22
Límite Líquido (%)	-
Límite Plástico (%)	N/P
Índice de Plasticidad	-
Clasificación USC	SM
Índice de Grupo	-
Clasificación AASHTO	A-4

D10(mm) =	NA
D30(mm) =	NA
D60(mm) =	NA
Cu =	NA
Cc =	NA



EQUIPO UTILIZADO	MARCA/REFERENCIA	NUMERO SERIE	CÓDIGO INT.	FECHA DE CALIBRACION
Balanza Electrónica de 300x0.01gr	LEXUS / MIX-A	45102802		04/08/2015 (C.C. 27628)
Balanza Electrónica de 3000x0.1gr	LEXUS / MIX-A	45110601		04/08/2015 (C.C. 27627)
Tamices Estándar				
Cazuela de Casagrande				
Horno Eléctrico				

EJECUTÓ:

Laboratorista



REVISÓ: Sergio Troches

Coordinador Laboratorio

APROBÓ:

Director Laboratorio

## ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN

DETERMINACION DE LOS TAMAÑOS DE LAS PARTICULAS, LIMITE LIQUIDO, PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS.

Versión:

Código:

Fecha:

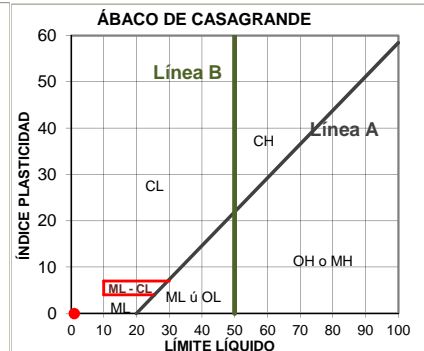
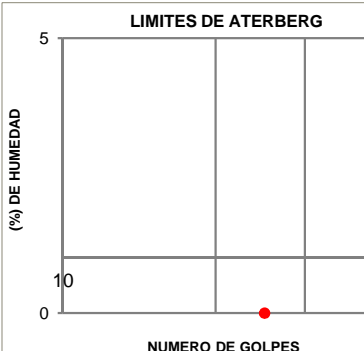
OBRA:	Tanque la Lusila	MUESTRA No:	M8
CLIENTE:	Aguas Regionales EPM	PROFUNDIDAD (m):	8,0-8,45
RESPONSABLE:	Jhon Vargas	SONDEO No:	P1
LOCALIZACIÓN:	Turbo - Antioquia	FECHA:	2016-09-14
DESCRIPCIÓN MATERIAL:	Arena limosa de color gris, suelo húmedo de plasticidad nula.	DESTINO MATERIAL	Estudio de Suelos

CONTENIDO DE HUMEDAD - INV-E 122-13 LAVADO SOBRE MALLA No 200 - INV-E 214-13	
RECIPIENTE No.	24
P. RECIP + SUELO HÚM. ANTES DE LAVAR.	143.79
P. RECIP + SUELO SECO ANTES DE LAVAR.	123.21
P. RECIP + SUELO SECO DESPUÉS DE LAVAR.	97.85
PESO DEL RECIPIENTE.	26.12
% FINOS DESPUÉS DE LAVADO	26.1

LIMITE LIQUIDO INV-E - 125-13			
DETERMINACIÓN No.	1	2	3
RECIPIENTE No.	-	-	-
No. GOLPES.	-	-	-
P. RECIP. + SUELO HÚM.	-	-	-
P. RECIP. + SUELO SECO.	-	-	-
PESO DEL AGUA GRS.	-	-	-
PESO DEL RECIPIENTE.	-	-	-
PESO SUELO SECO.	-	-	-
% DE HUMEDAD.	-	-	-

LIMITE PLASTICO INV-E-126-13	
1	2
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-

TAMAÑO DE LAS PARTICULAS - INV-E 123-13				
TAMIZ	TAMAÑO (mm)	PESO RETENIDO (g)	RETENIDO (%)	(%) QUE PASA
3"	75.0	0.00	0.0	100
2"	50.0	0.00	0.0	100.0
1½"	37.5	0.00	0.0	100.0
1"	25.40	0.00	0.0	100.0
¾"	19.05	0.00	0.0	100.0
⅜"	9.525	0.00	0.0	100.0
Nº 4	4.75	0.00	0.0	100.0
Nº 10	2.00	0.00	0.0	100.0
Nº 20	0.85	0.00	0.0	100.0
Nº 40	0.425	6.18	6.4	93.6
Nº 60	0.250	7.22	7.4	86.2
Nº 100	0.150	14.23	14.7	71.5
Nº 200	0.075	40.35	41.6	30.0
Fondo		3.72	3.8	26.2

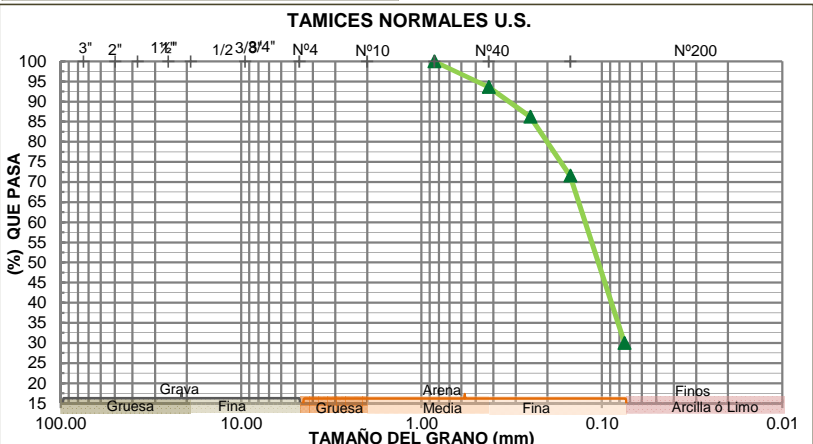


Error:	0.04	OK
--------	------	----

Clasificación USC		Clasificación AASHTO	
% Gravas	0.0	% Que pasa No,10	100.0
% Arenas	70.0	% Que pasa No,40	93.6
% Finos	30.0	% Que pasa No 200	30.0

RESULTADOS	
Humedad Natural (%)	21
Límite Líquido (%)	-
Límite Plástico (%)	N/P
Índice de Plasticidad	-
Clasificación USC	SM
Índice de Grupo	-
Clasificación AASHTO	A-4

D10(mm) =	NA
D30(mm) =	NA
D60(mm) =	NA
Cu =	NA
Cc =	NA



EQUIPO UTILIZADO	MARCA/REFERENCIA	NUMERO SERIE	CÓDIGO INT.	FECHA DE CALIBRACION
Balanza Electrónica de 300x0.01gr	LEXUS / MIX-A	45102802		04/08/2015 (C.C. 27628)
Balanza Electrónica de 3000x0.1gr	LEXUS / MIX-A	45110601		04/08/2015 (C.C. 27627)
Tamices Estándar				
Cazuela de Casagrande				
Horno Eléctrico				

EJECUTÓ:

Laboratorista

REVISÓ: Sergio Troches

Coordinador Laboratorio

APROBÓ:

Director Laboratorio

## ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN

DETERMINACION DE LOS TAMAÑOS DE LAS PARTICULAS, LIMITE LIQUIDO, PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS.

Versión:

Código:

Fecha:

OBRA:	Tanque la Lusila	MUESTRA No:	M9
CLIENTE:	Aguas Regionales EPM	PROFUNDIDAD (m):	9,0-9,45
RESPONSABLE:	Jhon Vargas	SONDEO No:	P1
LOCALIZACIÓN:	Turbo - Antioquia	FECHA:	2016-09-14
DESCRIPCIÓN MATERIAL:	Arena limosa de color gris, suelo húmedo de plasticidad nula.	DESTINO MATERIAL	Estudio de Suelos

CONTENIDO DE HUMEDAD - INV-E 122-13 LAVADO SOBRE MALLA No 200 - INV-E 214-13	
RECIPIENTE No.	18
P. RECIP + SUELO HÚM. ANTES DE LAVAR.	142.03
P. RECIP + SUELO SECO ANTES DE LAVAR.	123.72
P. RECIP + SUELO SECO DESPUÉS DE LAVAR.	94.49
PESO DEL RECIPIENTE.	25.23
% FINOS DESPUÉS DE LAVADO	29.7

LIMITE LIQUIDO INV-E - 125-13			
DETERMINACIÓN No.	1	2	3
RECIPIENTE No.	-	-	-
No. GOLPES.	-	-	-
P. RECIP. + SUELO HÚM.	-	-	-
P. RECIP. + SUELO SECO.	-	-	-
PESO DEL AGUA GRS.	-	-	-
PESO DEL RECIPIENTE.	-	-	-
PESO SUELO SECO.	-	-	-
% DE HUMEDAD.	-	-	-

LIMITE PLASTICO INV-E-126-13	
1	2
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-

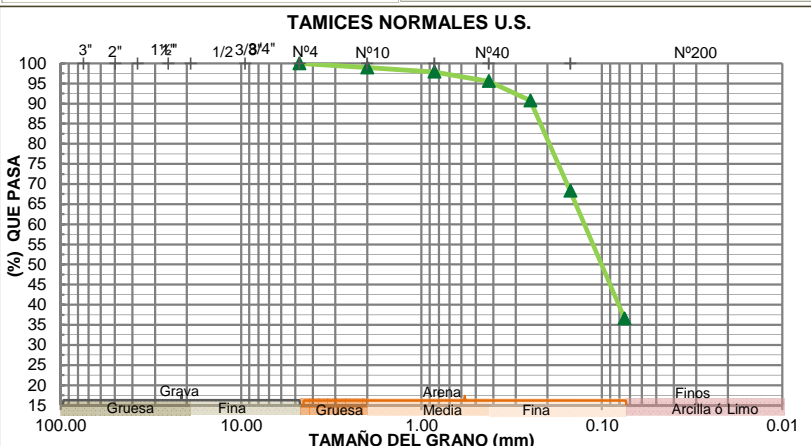
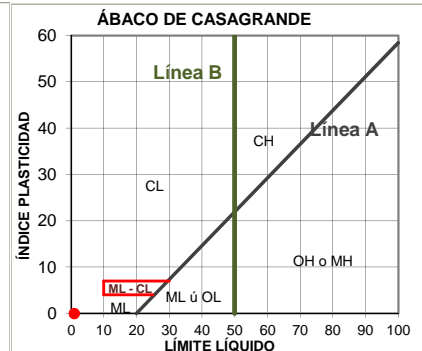
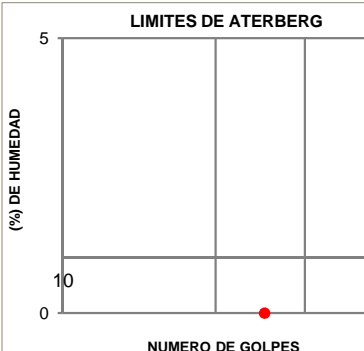
TAMAÑO DE LAS PARTICULAS - INV-E 123-13				
TAMIZ	TAMAÑO (mm)	PESO RETENIDO (g)	RETENIDO (%)	(%) QUE PASA
3"	75.0	0.00	0.0	100
2"	50.0	0.00	0.0	100.0
1½"	37.5	0.00	0.0	100.0
1"	25.40	0.00	0.0	100.0
¾"	19.05	0.00	0.0	100.0
⅜"	9.525	0.00	0.0	100.0
Nº 4	4.75	0.00	0.0	100.0
Nº 10	2.00	1.05	1.1	98.9
Nº 20	0.85	1.04	1.1	97.9
Nº 40	0.425	2.29	2.3	95.6
Nº 60	0.250	4.75	4.8	90.7
Nº 100	0.150	22.10	22.4	68.3
Nº 200	0.075	31.24	31.7	36.6
Fondo		6.78	6.9	29.7

Error:	0.01	OK
--------	------	----

Clasificación USC		Clasificación AASHTO	
% Gravas	0.0	% Que pasa No,10	98.9
% Arenas	63.4	% Que pasa No,40	95.6
% Finos	36.6	% Que pasa No 200	36.6

RESULTADOS	
Humedad Natural (%)	19
Limite Liquido (%)	-
Limite Plástico (%)	N/P
Índice de Plasticidad	-
Clasificación USC	SM
Índice de Grupo	-
Clasificación AASHTO	A-4

D10(mm) =	NA
D30(mm) =	NA
D60(mm) =	NA
Cu =	NA
Cc =	NA



EQUIPO UTILIZADO	MARCA/REFERENCIA	NUMERO SERIE	CÓDIGO INT.	FECHA DE CALIBRACION
Balanza Electrónica de 300x0.01gr	LEXUS / MIX-A	45102802		04/08/2015 (C.C. 27628)
Balanza Electrónica de 3000x0.1gr	LEXUS / MIX-A	45110601		04/08/2015 (C.C. 27627)
Tamices Estándar				
Cazuela de Casagrande				
Horno Eléctrico				

EJECUTÓ:

Laboratorista

REVISÓ: Sergio Troches

Coordinador Laboratorio

APROBÓ:

Director Laboratorio



## ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN

DETERMINACION DE LOS TAMAÑOS DE LAS PARTICULAS, LIMITE LIQUIDO, PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS.

Versión:

Código:

Fecha:

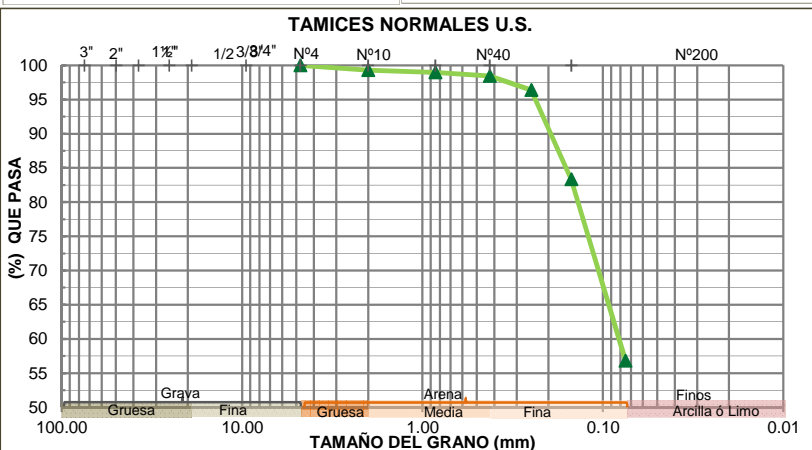
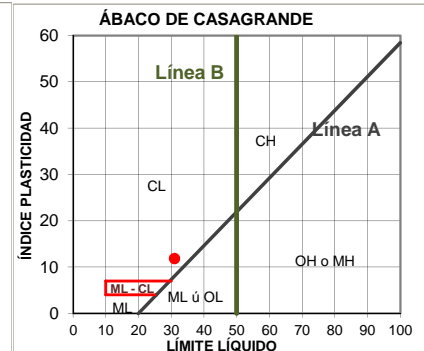
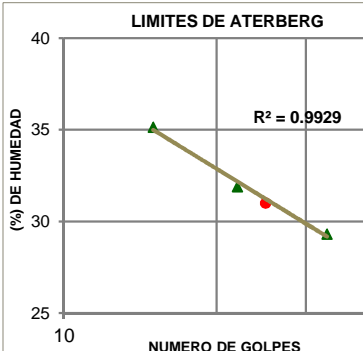
OBRA:	Tanque la Lusila	MUESTRA No:	M3
CLIENTE:	Aguas Regionales EPM	PROFUNDIDAD (m):	3,0-3,45
RESPONSABLE:	Jhon Vargas	SONDEO No:	P2
LOCALIZACIÓN:	Turbo - Antioquia	FECHA:	2016-09-14
DESCRIPCIÓN MATERIAL:	Arcilla de baja plasticidad arenosa de color café con betas gris, suelo húmedo.	DESTINO MATERIAL	Estudio de Suelos

CONTENIDO DE HUMEDAD - INV-E 122-13 LAVADO SOBRE MALLA No 200 - INV-E 214-13	
RECIPIENTE No.	60
P. RECIP + SUELO HÚM. ANTES DE LAVAR.	133.29
P. RECIP + SUELO SECO ANTES DE LAVAR.	110.97
P. RECIP + SUELO SECO DESPUÉS DE LAVAR.	68.02
PESO DEL RECIPIENTE.	28.07
% FINOS DESPUÉS DE LAVADO	51.8

LIMITE LIQUIDO INV-E - 125-13			
DETERMINACIÓN No.	1	2	3
RECIPIENTE No.	22	108	51
No. GOLPES.	33	22	15
P. RECIP. + SUELO HÚM.	15.22	13.03	14.68
P. RECIP. + SUELO SECO.	13.23	11.42	12.54
PESO DEL AGUA GRS.	1.99	1.61	2.14
PESO DEL RECIPIENTE.	6.44	6.37	6.45
PESO SUELO SECO.	6.79	5.05	6.09
% DE HUMEDAD.	29.3	31.9	35.1

LIMITE PLASTICO INV-E-126-13	
1	2
42	126
NA	NA
11.41	11.40
10.60	10.56
0.81	0.84
6.31	6.23
4.29	4.33
18.9	19.4

TAMAÑO DE LAS PARTICULAS - INV-E 123-13				
TAMIZ	TAMAÑO (mm)	PESO RETENIDO (g)	RETENIDO (%)	(%) QUE PASA
3"	75.0	0.00	0.0	100
2"	50.0	0.00	0.0	100.0
1½"	37.5	0.00	0.0	100.0
1"	25.40	0.00	0.0	100.0
¾"	19.05	0.00	0.0	100.0
3/8"	9.525	0.00	0.0	100.0
Nº 4	4.75	0.00	0.0	100.0
Nº 10	2.00	0.60	0.7	99.3
Nº 20	0.85	0.25	0.3	99.0
Nº 40	0.425	0.44	0.5	98.4
Nº 60	0.250	1.70	2.1	96.4
Nº 100	0.150	10.84	13.1	83.3
Nº 200	0.075	21.98	26.5	56.8
Fondo		4.13	5.0	51.8



Error:	0.03	OK
--------	------	----

Clasificación USC		Clasificación AASHTO	
% Gravas	0.0	% Que pasa No,10	99.3
% Arenas	43.2	% Que pasa No,40	98.4
% Finos	56.8	% Que pasa No 200	56.8

RESULTADOS	
Humedad Natural (%)	27
Límite Líquido (%)	31
Límite Plástico (%)	19
Índice de Plasticidad	12
Clasificación USC	CL
Índice de Grupo	5
Clasificación AASHTO	A-6

D10(mm) =	NA
D30(mm) =	NA
D60(mm) =	NA
Cu =	NA
Cc =	NA

EQUIPO UTILIZADO	MARCA/REFERENCIA	NUMERO SERIE	CÓDIGO INT.	FECHA DE CALIBRACION
Balanza Electrónica de 300x0.01gr	LEXUS / MIX-A	45102802		04/08/2015 (C.C. 27628)
Balanza Electrónica de 3000x0.1gr	LEXUS / MIX-A	45110601		04/08/2015 (C.C. 27627)
Tamices Estándar				
Cazuela de Casagrande				
Horno Eléctrico				

EJECUTÓ:

Laboratorista

*Sergio Troches*

REVISÓ: Sergio Troches

Coordinador Laboratorio

APROBÓ:

Director Laboratorio

## ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN

DETERMINACION DE LOS TAMAÑOS DE LAS PARTICULAS, LIMITE LIQUIDO, PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS.

Versión:

Código:

Fecha:

OBRA:	Tanque la Lusila	MUESTRA No:	M5
CLIENTE:	Aguas Regionales EPM	PROFUNDIDAD (m):	5,0-5,45
RESPONSABLE:	Jhon Vargas	SONDEO No:	P2
LOCALIZACIÓN:	Turbo - Antioquia	FECHA:	2016-09-14
DESCRIPCIÓN MATERIAL:	Arena limosa de color gris con presencia de trozos de madera, suelo húmedo de plasticidad nula.		DESTINO MATERIAL
			Estudio de Suelos

CONTENIDO DE HUMEDAD - INV-E 122-13 LAVADO SOBRE MALLA No 200 - INV-E 214-13	
RECIPIENTE No.	63
P. RECIP + SUELO HÚM. ANTES DE LAVAR.	140.11
P. RECIP + SUELO SECO ANTES DE LAVAR.	116.22
P. RECIP + SUELO SECO DESPUÉS DE LAVAR.	80.61
PESO DEL RECIPIENTE.	24.99
% FINOS DESPUÉS DE LAVADO	39.0

LIMITE LIQUIDO INV-E - 125-13			
DETERMINACIÓN No.	1	2	3
RECIPIENTE No.	-	-	-
No. GOLPES.	-	-	-
P. RECIP. + SUELO HÚM.	-	-	-
P. RECIP. + SUELO SECO.	-	-	-
PESO DEL AGUA GRS.	-	-	-
PESO DEL RECIPIENTE.	-	-	-
PESO SUELO SECO.	-	-	-
% DE HUMEDAD.	-	-	-

LIMITE PLASTICO INV-E-126-13	
1	2
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-

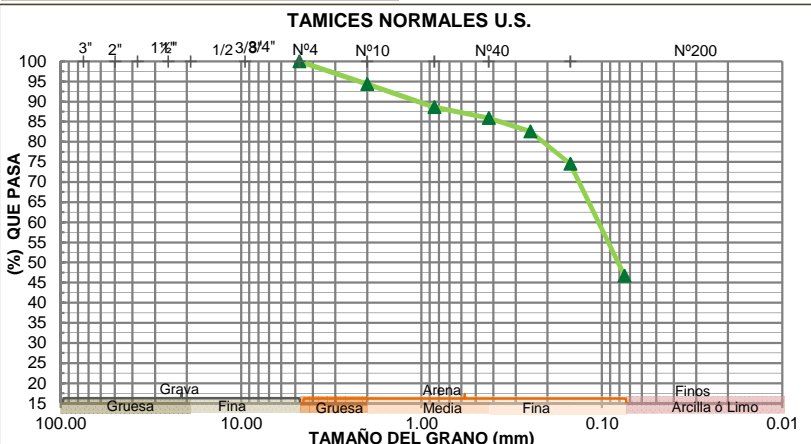
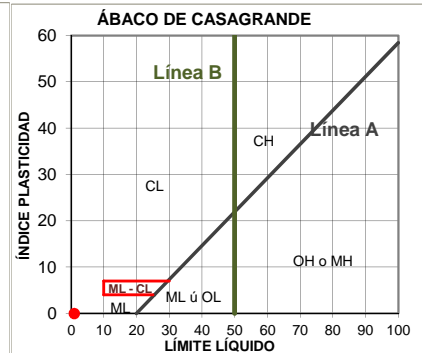
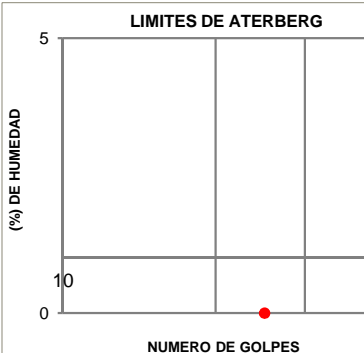
TAMAÑO DE LAS PARTICULAS - INV-E 123-13				
TAMIZ	TAMAÑO (mm)	PESO RETENIDO (g)	RETENIDO (%)	(%) QUE PASA
3"	75.0	0.00	0.0	100
2"	50.0	0.00	0.0	100.0
1½"	37.5	0.00	0.0	100.0
1"	25.40	0.00	0.0	100.0
¾"	19.05	0.00	0.0	100.0
⅜"	9.525	0.00	0.0	100.0
Nº 4	4.75	0.00	0.0	100.0
Nº 10	2.00	5.15	5.6	94.4
Nº 20	0.85	5.25	5.8	88.6
Nº 40	0.425	2.48	2.7	85.9
Nº 60	0.250	3.04	3.3	82.5
Nº 100	0.150	7.33	8.0	74.5
Nº 200	0.075	25.38	27.8	46.7
Fondo		6.96	7.6	39.1

Error:	0.05	OK
--------	------	----

Clasificación USC		Clasificación AASHTO	
% Gravas	0.0	% Que pasa No,10	94.4
% Arenas	53.3	% Que pasa No,40	85.9
% Finos	46.7	% Que pasa No 200	46.7

RESULTADOS	
Humedad Natural (%)	26
Limite Liquido (%)	-
Limite Plástico (%)	N/P
Índice de Plasticidad	-
Clasificación USC	SM
Índice de Grupo	-
Clasificación AASHTO	A-4

D10(mm) =	NA
D30(mm) =	NA
D60(mm) =	NA
Cu =	NA
Cc =	NA



EQUIPO UTILIZADO	MARCA/REFERENCIA	NUMERO SERIE	CÓDIGO INT.	FECHA DE CALIBRACION
Balanza Electrónica de 300x0.01gr	LEXUS / MIX-A	45102802		04/08/2015 (C.C. 27628)
Balanza Electrónica de 3000x0.1gr	LEXUS / MIX-A	45110601		04/08/2015 (C.C. 27627)
Tamices Estándar				
Cazuela de Casagrande				
Horno Eléctrico				

EJECUTÓ:

Laboratorista

REVISÓ: Sergio Troches

Coordinador Laboratorio

APROBÓ:

Director Laboratorio



## ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN

DETERMINACION DE LOS TAMAÑOS DE LAS PARTICULAS, LIMITE LIQUIDO, PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS.

Versión:

Código:

Fecha:

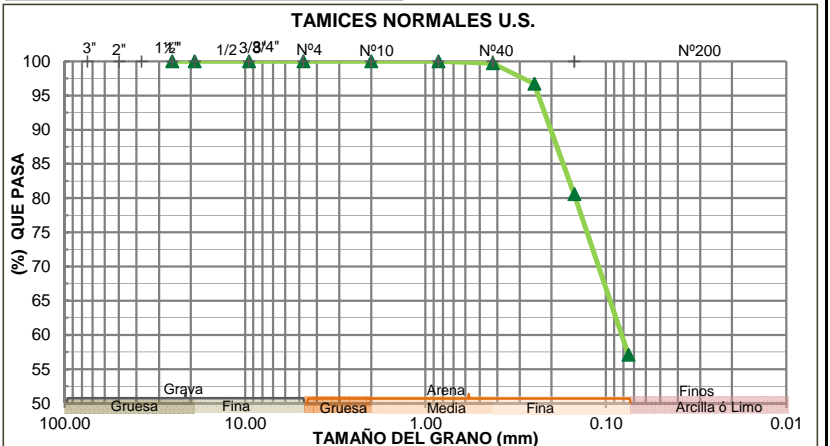
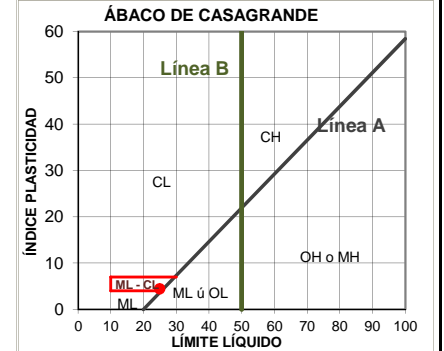
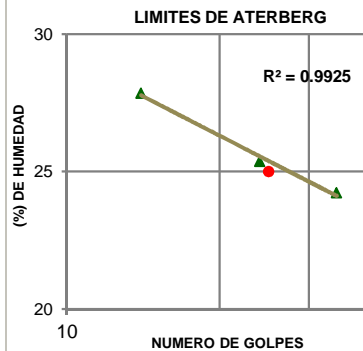
OBRA:	Tanque la Lusila	MUESTRA No:	M7
CLIENTE:	Aguas Regionales EPM	PROFUNDIDAD (m):	7,0-7,45
RESPONSABLE:	Jhon Vargas	SONDEO No:	P2
LOCALIZACIÓN:	Turbo - Antioquia	FECHA:	2016-09-14
DESCRIPCIÓN MATERIAL:	Material limo arcilloso de color gris con betas café, suelo húmedo de plasticidad baja.	DESTINO MATERIAL	Estudio de Suelos

CONTENIDO DE HUMEDAD - INV-E 122-13 LAVADO SOBRE MALLA No 200 - INV-E 214-13	
RECIPIENTE No.	51
P. RECIP. + SUELO HÚM. ANTES DE LAVAR.	186.21
P. RECIP. + SUELO SECO ANTES DE LAVAR.	156.78
P. RECIP. + SUELO SECO DESPUÉS DE LAVAR.	89.13
PESO DEL RECIPIENTE.	26.97
% FINOS DESPUÉS DE LAVADO	52.1

LIMITE LIQUIDO INV-E - 125-13			
DETERMINACIÓN No.	1	2	3
RECIPIENTE No.	91	8	83
No. GOLPES.	34	24	14
P. RECIP. + SUELO HÚM.	15.15	13.82	17.69
P. RECIP. + SUELO SECO.	13.27	12.44	15.22
PESO DEL AGUA GRS.	1.88	1.38	2.47
PESO DEL RECIPIENTE.	5.51	7.00	6.35
PESO SUELO SECO.	7.76	5.44	8.87
% DE HUMEDAD.	24.2	25.4	27.8

LIMITE PLASTICO INV-E-126-13	
1	2
84	46
NA	NA
11.61	11.64
10.83	10.80
0.78	0.84
6.93	6.8
3.90	4.00
20.0	21.0

TAMAÑO DE LAS PARTICULAS - INV-E 123-13				
TAMIZ	TAMAÑO (mm)	PESO RETENIDO (g)	RETENIDO (%)	(%) QUE PASA
3"	75.0	0.00	0.0	100
2"	50.0	0.00	0.0	100.0
1½"	37.5	0.00	0.0	100.0
1"	25.40	0.00	0.0	100.0
¾"	19.05	0.00	0.0	100.0
3/8"	9.525	0.00	0.0	100.0
Nº 4	4.75	0.00	0.0	100.0
Nº 10	2.00	0.00	0.0	100.0
Nº 20	0.85	0.00	0.0	100.0
Nº 40	0.425	0.37	0.3	99.7
Nº 60	0.250	3.90	3.0	96.7
Nº 100	0.150	20.95	16.1	80.6
Nº 200	0.075	30.52	23.5	57.1
Fondo		6.40	4.9	52.1



Error:	0.03	OK
--------	------	----

Clasificación USC		Clasificación AASHTO	
% Gravas	0.0	% Que pasa No,10	100.0
% Arenas	42.9	% Que pasa No,40	99.7
% Finos	57.0	% Que pasa No 200	57.1

RESULTADOS	
Humedad Natural (%)	23
Límite Líquido (%)	25
Límite Plástico (%)	21
Índice de Plasticidad	5
Clasificación USC	ML-CL
Índice de Grupo	4
Clasificación AASHTO	A-4

D10(mm) =	NA
D30(mm) =	NA
D60(mm) =	NA
Cu =	NA
Cc =	NA

EQUIPO UTILIZADO	MARCA/REFERENCIA	NUMERO SERIE	CÓDIGO INT.	FECHA DE CALIBRACION
Balanza Electrónica de 300x0.01gr	LEXUS / MIX-A	45102802		04/08/2015 (C.C. 27628)
Balanza Electrónica de 3000x0.1gr	LEXUS / MIX-A	45110601		04/08/2015 (C.C. 27627)
Tamices Estándar				
Cazuela de Casagrande				
Horno Eléctrico				

EJECUTÓ:

Laboratorista

REVISÓ: Sergio Troches

Coordinador Laboratorio

APROBÓ:

Director Laboratorio

## ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN

DETERMINACION DE LOS TAMAÑOS DE LAS PARTICULAS, LIMITE LIQUIDO, PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS.

Versión:

Código:

Fecha:

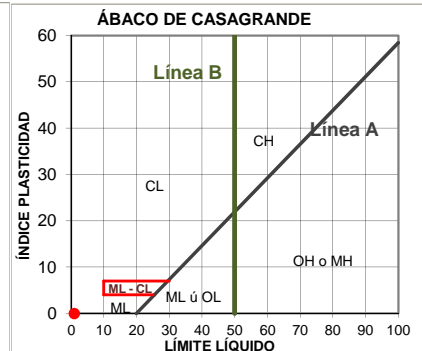
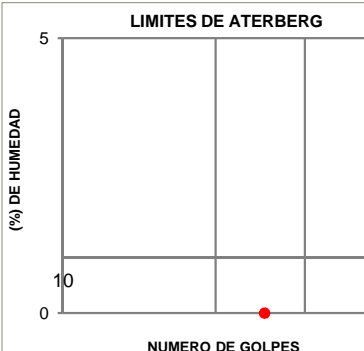
OBRA:	Tanque la Lusila	MUESTRA No:	M10
CLIENTE:	Aguas Regionales EPM	PROFUNDIDAD (m):	10,0-10,45
RESPONSABLE:	Jhon Vargas	SONDEO No:	P2
LOCALIZACIÓN:	Turbo - Antioquia	FECHA:	2016-09-14
DESCRIPCIÓN MATERIAL:	Arena limosa de color gris, suelo húmedo de plasticidad nula.	DESTINO MATERIAL	Estudio de Suelos

CONTENIDO DE HUMEDAD - INV-E 122-13 LAVADO SOBRE MALLA No 200 - INV-E 214-13	
RECIPIENTE No.	14
P. RECIP + SUELO HÚM. ANTES DE LAVAR.	149.59
P. RECIP + SUELO SECO ANTES DE LAVAR.	130.92
P. RECIP + SUELO SECO DESPUÉS DE LAVAR.	110.65
PESO DEL RECIPIENTE.	26.15
% FINOS DESPUÉS DE LAVADO	19.3

LIMITE LIQUIDO INV-E - 125-13			
DETERMINACIÓN No.	1	2	3
RECIPIENTE No.	-	-	-
No. GOLPES.	-	-	-
P. RECIP. + SUELO HÚM.	-	-	-
P. RECIP. + SUELO SECO.	-	-	-
PESO DEL AGUA GRS.	-	-	-
PESO DEL RECIPIENTE.	-	-	-
PESO SUELO SECO.	-	-	-
% DE HUMEDAD.	-	-	-

LIMITE PLASTICO INV-E-126-13	
1	2
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-

TAMAÑO DE LAS PARTICULAS - INV-E 123-13				
TAMIZ	TAMAÑO (mm)	PESO RETENIDO (g)	RETENIDO (%)	(%) QUE PASA
3"	75.0	0.00	0.0	100
2"	50.0	0.00	0.0	100.0
1½"	37.5	0.00	0.0	100.0
1"	25.40	0.00	0.0	100.0
¾"	19.05	0.00	0.0	100.0
⅜"	9.525	0.00	0.0	100.0
Nº 4	4.75	0.00	0.0	100.0
Nº 10	2.00	3.18	3.0	97.0
Nº 20	0.85	3.05	2.9	94.1
Nº 40	0.425	10.64	10.2	83.9
Nº 60	0.250	22.18	21.2	62.7
Nº 100	0.150	18.61	17.8	45.0
Nº 200	0.075	22.43	21.4	23.6
Fondo		4.41	4.2	19.3

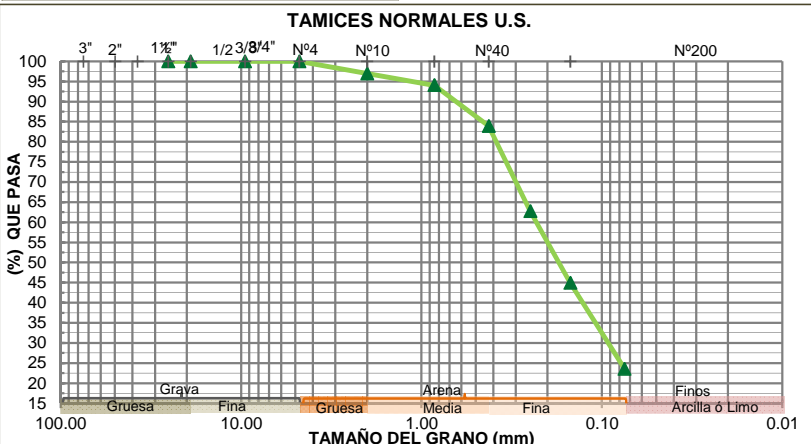


Error:	0.00	OK
--------	------	----

Clasificación USC		Clasificación AASHTO	
% Gravas	0.0	% Que pasa No,10	97.0
% Arenas	76.4	% Que pasa No,40	83.9
% Finos	23.6	% Que pasa No 200	23.6

RESULTADOS	
Humedad Natural (%)	18
Límite Líquido (%)	-
Límite Plástico (%)	N/P
Índice de Plasticidad	-
Clasificación USC	SM
Índice de Grupo	-
Clasificación AASHTO	A-4

D10(mm) =	NA
D30(mm) =	NA
D60(mm) =	NA
Cu =	NA
Cc =	NA



EQUIPO UTILIZADO	MARCA/REFERENCIA	NUMERO SERIE	CÓDIGO INT.	FECHA DE CALIBRACION
Balanza Electrónica de 300x0.01gr	LEXUS / MIX-A	45102802		04/08/2015 (C.C. 27628)
Balanza Electrónica de 3000x0.1gr	LEXUS / MIX-A	45110601		04/08/2015 (C.C. 27627)
Tamices Estándar				
Cazuela de Casagrande				
Horno Eléctrico				

EJECUTÓ:

Laboratorista

REVISÓ: Sergio Troches

Coordinador Laboratorio

APROBÓ:

Director Laboratorio

## ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN

DETERMINACION DE LOS TAMAÑOS DE LAS PARTICULAS, LIMITE LIQUIDO, PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS.

Versión:

Código:

Fecha:

OBRA:	Tanque la Lusila	MUESTRA No:	M3
CLIENTE:	Aguas Regionales EPM	PROFUNDIDAD (m):	3,0-3,45
RESPONSABLE:	Jhon Vargas	SONDEO No:	P3
LOCALIZACIÓN:	Turbo - Antioquia	FECHA:	2016-09-14
DESCRIPCIÓN MATERIAL:	Arcilla de baja plasticidad arenosa de color gris con zonas café y pintas negras, suelo húmedo.		DESTINO MATERIAL
			Estudio de Suelos

CONTENIDO DE HUMEDAD - INV-E 122-13 LAVADO SOBRE MALLA No 200 - INV-E 214-13	
RECIPIENTE No.	40
P. RECIP + SUELO HÚM. ANTES DE LAVAR.	128.78
P. RECIP + SUELO SECO ANTES DE LAVAR.	107.39
P. RECIP + SUELO SECO DESPUÉS DE LAVAR.	58.21
PESO DEL RECIPIENTE.	24.09
% FINOS DESPUÉS DE LAVADO	59.0

LIMITE LIQUIDO INV-E - 125-13			
DETERMINACIÓN No.	1	2	3
RECIPIENTE No.	52	56	76
No. GOLPES.	36	26	16
P. RECIP. + SUELO HÚM.	14.34	16.59	14.98
P. RECIP. + SUELO SECO.	12.25	13.7	12.51
PESO DEL AGUA GRS.	2.09	2.89	2.47
PESO DEL RECIPIENTE.	6.78	6.7	6.79
PESO SUELO SECO.	5.47	7	5.72
% DE HUMEDAD.	38.2	41.3	43.2

LIMITE PLASTICO INV-E-126-13	
1	2
20	95
NA	NA
12.14	11.55
11.26	10.59
0.88	0.96
7.01	5.81
4.25	4.78
20.7	20.1

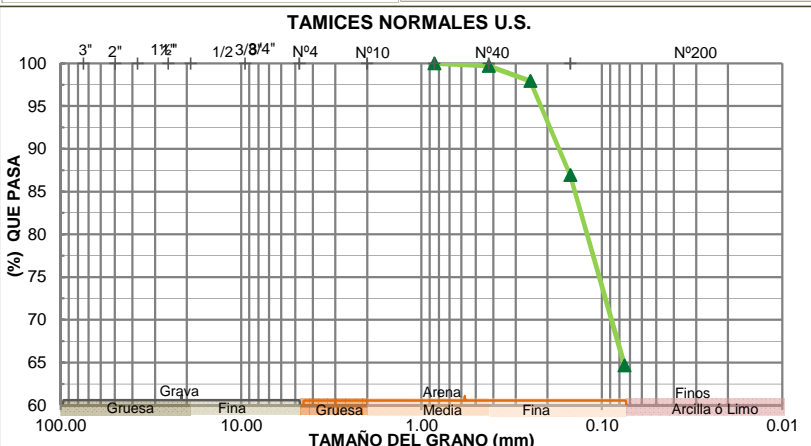
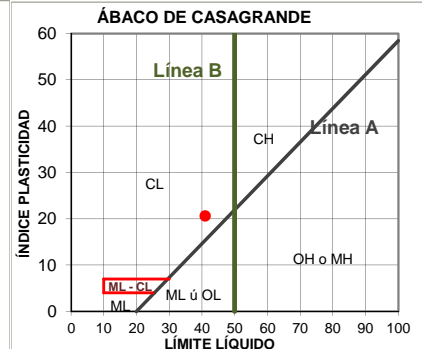
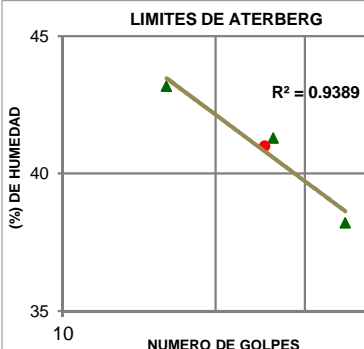
TAMAÑO DE LAS PARTICULAS - INV-E 123-13				
TAMIZ	TAMAÑO (mm)	PESO RETENIDO (g)	RETENIDO (%)	(%) QUE PASA
3"	75.0	0.00	0.0	100
2"	50.0	0.00	0.0	100.0
1½"	37.5	0.00	0.0	100.0
1"	25.40	0.00	0.0	100.0
¾"	19.05	0.00	0.0	100.0
3/8"	9.525	0.00	0.0	100.0
Nº 4	4.75	0.00	0.0	100.0
Nº 10	2.00	0.00	0.0	100.0
Nº 20	0.85	0.00	0.0	100.0
Nº 40	0.425	0.25	0.3	99.7
Nº 60	0.250	1.47	1.8	97.9
Nº 100	0.150	9.18	11.0	86.9
Nº 200	0.075	18.54	22.3	64.7
Fondo		4.67	5.6	59.1

Error:	0.03	OK
--------	------	----

Clasificación USC		Clasificación AASHTO	
% Gravas	0.0	% Que pasa No,10	100.0
% Arenas	35.3	% Que pasa No,40	99.7
% Finos	64.6	% Que pasa No 200	64.7

RESULTADOS	
Humedad Natural (%)	26
Limite Liquido (%)	41
Limite Plástico (%)	20
Índice de Plasticidad	21
Clasificación USC	CL
Índice de Grupo	10
Clasificación AASHTO	A-7-6

D10(mm) =	NA
D30(mm) =	NA
D60(mm) =	NA
Cu =	NA
Cc =	NA



EQUIPO UTILIZADO	MARCA/REFERENCIA	NUMERO SERIE	CÓDIGO INT.	FECHA DE CALIBRACION
Balanza Electrónica de 300x0.01gr	LEXUS / MIX-A	45102802		04/08/2015 (C.C. 27628)
Balanza Electrónica de 3000x0.1gr	LEXUS / MIX-A	45110601		04/08/2015 (C.C. 27627)
Tamices Estándar				
Cazuela de Casagrande				
Horno Eléctrico				

EJECUTÓ:

Laboratorista



REVISÓ: Sergio Troches

Coordinador Laboratorio

APROBÓ:

Director Laboratorio



## ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN

DETERMINACION DE LOS TAMAÑOS DE LAS PARTICULAS, LIMITE LIQUIDO, PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS.

Versión:

Código:

Fecha:

OBRA:	Tanque la Lusila	MUESTRA No:	M4
CLIENTE:	Aguas Regionales EPM	PROFUNDIDAD (m):	4,0-4,45
RESPONSABLE:	Jhon Vargas	SONDEO No:	P3
LOCALIZACIÓN:	Turbo - Antioquia	FECHA:	2016-09-14
DESCRIPCIÓN MATERIAL:	Arcilla de baja plasticidad con arena de color café con betas gris, suelo húmedo.	DESTINO MATERIAL	Estudio de Suelos

CONTENIDO DE HUMEDAD - INV-E 122-13 LAVADO SOBRE MALLA No 200 - INV-E 214-13	
RECIPIENTE No.	3
P. RECIP + SUELO HÚM. ANTES DE LAVAR.	146.8
P. RECIP + SUELO SECO ANTES DE LAVAR.	126.39
P. RECIP + SUELO SECO DESPUÉS DE LAVAR.	72.11
PESO DEL RECIPIENTE.	50.7
% FINOS DESPUÉS DE LAVADO	71.7

LIMITE LIQUIDO INV-E - 125-13			
DETERMINACIÓN No.	1	2	3
RECIPIENTE No.	27	47	38
No. GOLPES.	32	22	15
P. RECIP. + SUELO HÚM.	13.34	12.79	14.02
P. RECIP. + SUELO SECO.	11.4	10.95	11.77
PESO DEL AGUA GRS.	1.94	1.84	2.25
PESO DEL RECIPIENTE.	6.08	6.12	6.2
PESO SUELO SECO.	5.32	4.83	5.57
% DE HUMEDAD.	36.5	38.1	40.4

LIMITE PLASTICO INV-E-126-13	
1	2
68	82
NA	NA
12.52	12.55
11.40	11.48
1.12	1.07
6.33	6.47
5.07	5.01
22.1	21.4

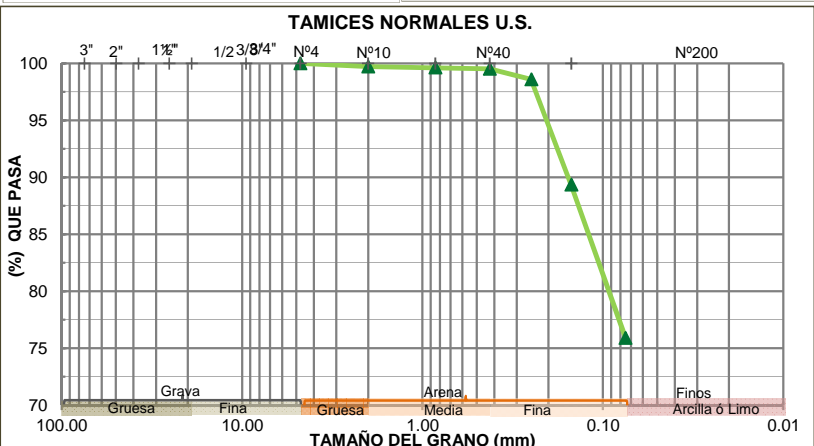
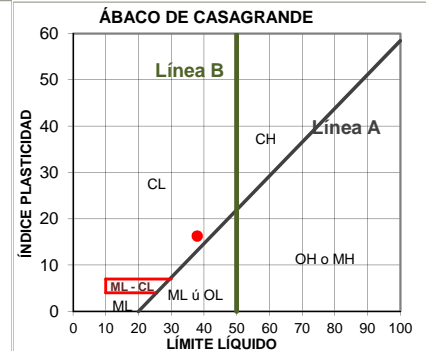
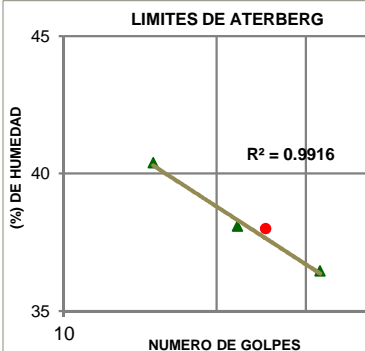
TAMAÑO DE LAS PARTICULAS - INV-E 123-13				
TAMIZ	TAMAÑO (mm)	PESO RETENIDO (g)	RETENIDO (%)	(%) QUE PASA
3"	75.0	0.00	0.0	100
2"	50.0	0.00	0.0	100.0
1½"	37.5	0.00	0.0	100.0
1"	25.40	0.00	0.0	100.0
¾"	19.05	0.00	0.0	100.0
⅜"	9.525	0.00	0.0	100.0
Nº 4	4.75	0.00	0.0	100.0
Nº 10	2.00	0.22	0.3	99.7
Nº 20	0.85	0.07	0.1	99.6
Nº 40	0.425	0.08	0.1	99.5
Nº 60	0.250	0.70	0.9	98.6
Nº 100	0.150	6.99	9.2	89.4
Nº 200	0.075	10.18	13.4	75.9
Fondo		3.16	4.2	71.7

Error:	0.05	OK
--------	------	----

Clasificación USC		Clasificación AASHTO	
% Gravas	0.0	% Que pasa No,10	99.7
% Arenas	24.1	% Que pasa No,40	99.5
% Finos	75.9	% Que pasa No 200	75.9

RESULTADOS	
Humedad Natural (%)	27
Limite Liquido (%)	38
Limite Plástico (%)	22
Índice de Plasticidad	16
Clasificación USC	CL
Índice de Grupo	11
Clasificación AASHTO	A-6

D10(mm) =	NA
D30(mm) =	NA
D60(mm) =	NA
Cu =	NA
Cc =	NA



EQUIPO UTILIZADO	MARCA/REFERENCIA	NUMERO SERIE	CÓDIGO INT.	FECHA DE CALIBRACION
Balanza Electrónica de 300x0.01gr	LEXUS / MIX-A	45102802		04/08/2015 (C.C. 27628)
Balanza Electrónica de 3000x0.1gr	LEXUS / MIX-A	45110601		04/08/2015 (C.C. 27627)
Tamices Estándar				
Cazuela de Casagrande				
Horno Eléctrico				

EJECUTÓ:

Laboratorista

REVISÓ: Sergio Troches

Coordinador Laboratorio

APROBÓ:

Director Laboratorio



## ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN

DETERMINACION DE LOS TAMAÑOS DE LAS PARTICULAS, LIMITE LIQUIDO, PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS.

Versión:

Código:

Fecha:

OBRA:	Tanque la Lusila	MUESTRA No:	M7
CLIENTE:	Aguas Regionales EPM	PROFUNDIDAD (m):	7,0-7,45
RESPONSABLE:	Jhon Vargas	SONDEO No:	P3
LOCALIZACIÓN:	Turbo - Antioquia	FECHA:	2016-09-14
DESCRIPCIÓN MATERIAL:	Material limo arcilloso de color café con pintas gris, suelo húmedo de plasticidad baja.	DESTINO MATERIAL	Estudio de Suelos

CONTENIDO DE HUMEDAD - INV-E 122-13 LAVADO SOBRE MALLA No 200 - INV-E 214-13	
RECIPIENTE No.	51
P. RECIP + SUELO HÚM. ANTES DE LAVAR.	186.21
P. RECIP + SUELO SECO ANTES DE LAVAR.	156.78
P. RECIP + SUELO SECO DESPUÉS DE LAVAR.	81.86
PESO DEL RECIPIENTE.	26.97
% FINOS DESPUÉS DE LAVADO	57.7

LIMITE LIQUIDO INV-E - 125-13			
DETERMINACIÓN No.	1	2	3
RECIPIENTE No.	138	106	2
No. GOLPES.	36	24	14
P. RECIP. + SUELO HÚM.	11.9	18.06	15.93
P. RECIP. + SUELO SECO.	10.67	15.6	13.91
PESO DEL AGUA GRS.	1.23	2.46	2.02
PESO DEL RECIPIENTE.	5.5	6.12	6.58
PESO SUELO SECO.	5.17	9.48	7.33
% DE HUMEDAD.	23.8	25.9	27.6

LIMITE PLASTICO INV-E-126-13	
1	2
64	67
NA	NA
13.32	13.46
12.27	12.38
1.05	1.08
6.63	6.63
5.64	5.75
18.6	18.8

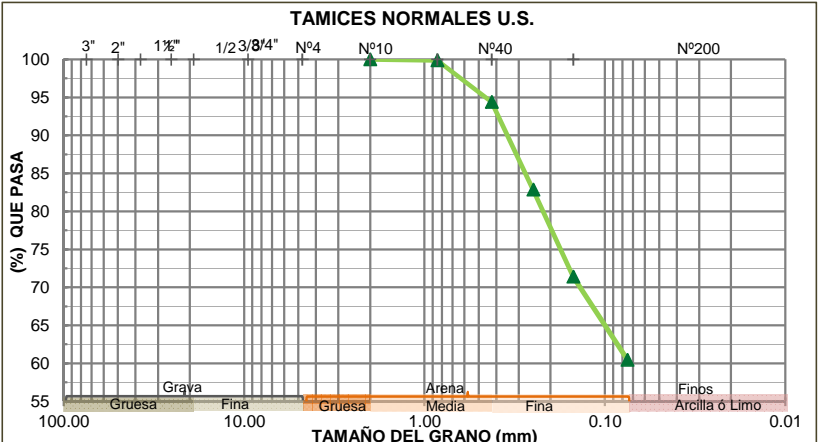
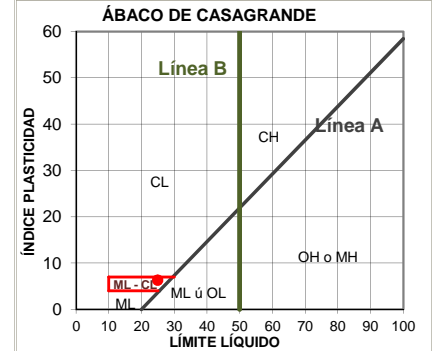
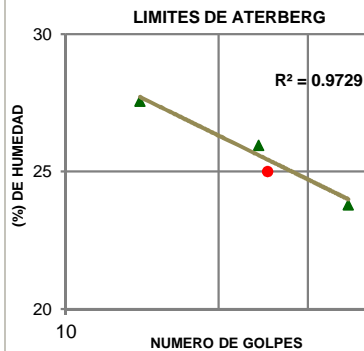
TAMAÑO DE LAS PARTICULAS - INV-E 123-13				
TAMIZ	TAMAÑO (mm)	PESO RETENIDO (g)	RETENIDO (%)	(%) QUE PASA
3"	75.0	0.00	0.0	100
2"	50.0	0.00	0.0	100.0
1½"	37.5	0.00	0.0	100.0
1"	25.40	0.00	0.0	100.0
¾"	19.05	0.00	0.0	100.0
3/8"	9.525	0.00	0.0	100.0
Nº 4	4.75	0.00	0.0	100.0
Nº 10	2.00	0.00	0.0	100.0
Nº 20	0.85	0.16	0.1	99.9
Nº 40	0.425	7.13	5.5	94.4
Nº 60	0.250	15.00	11.6	82.8
Nº 100	0.150	14.85	11.4	71.4
Nº 200	0.075	14.19	10.9	60.5
Fondo		3.47	2.7	57.8

Error:	0.16	OK
--------	------	----

Clasificación USC		Clasificación AASHTO	
% Gravas	0.0	% Que pasa No,10	100.0
% Arenas	39.5	% Que pasa No,40	94.4
% Finos	60.4	% Que pasa No 200	60.5

RESULTADOS	
Humedad Natural (%)	23
Limite Liquido (%)	25
Limite Plástico (%)	19
Índice de Plasticidad	6
Clasificación USC	ML-CL
Índice de Grupo	5
Clasificación AASHTO	A-4

D10(mm) =	NA
D30(mm) =	NA
D60(mm) =	NA
Cu =	NA
Cc =	NA



EQUIPO UTILIZADO	MARCA/REFERENCIA	NUMERO SERIE	CÓDIGO INT.	FECHA DE CALIBRACION
Balanza Electrónica de 300x0.01gr	LEXUS / MIX-A	45102802		04/08/2015 (C.C. 27628)
Balanza Electrónica de 3000x0.1gr	LEXUS / MIX-A	45110601		04/08/2015 (C.C. 27627)
Tamices Estándar				
Cazuela de Casagrande				
Horno Eléctrico				

EJECUTÓ:  
Laboratorista

REVISÓ: Sergio Troches  
Coordinador Laboratorio

APROBÓ:  
Director Laboratorio



## ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN

DETERMINACION DE LOS TAMAÑOS DE LAS PARTICULAS, LIMITE LIQUIDO, PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS.

Versión:

Código:

Fecha:

OBRA:	Tanque la Lusila	MUESTRA No:	M8
CLIENTE:	Aguas Regionales EPM	PROFUNDIDAD (m):	8,0-8,45
RESPONSABLE:	Jhon Vargas	SONDEO No:	P3
LOCALIZACIÓN:	Turbo - Antioquia	FECHA:	2016-09-14
DESCRIPCIÓN MATERIAL:	Material limo arcilloso de color gris verdoso, suelo húmedo de plasticidad baja.	DESTINO MATERIAL	Estudio de Suelos

CONTENIDO DE HUMEDAD - INV-E 122-13 LAVADO SOBRE MALLA No 200 - INV-E 214-13	
RECIPIENTE No.	6
P. RECIP + SUELO HÚM. ANTES DE LAVAR.	113.88
P. RECIP + SUELO SECO ANTES DE LAVAR.	98.49
P. RECIP + SUELO SECO DESPUÉS DE LAVAR.	60.43
PESO DEL RECIPIENTE.	25.32
% FINOS DESPUÉS DE LAVADO	52.0

LIMITE LIQUIDO INV-E - 125-13			
DETERMINACIÓN No.	1	2	3
RECIPIENTE No.	19	40	140
No. GOLPES.	32	22	12
P. RECIP. + SUELO HÚM.	13.53	15.71	10.35
P. RECIP. + SUELO SECO.	12.43	14.04	9.55
PESO DEL AGUA GRS.	1.1	1.67	0.8
PESO DEL RECIPIENTE.	7.12	6.18	5.92
PESO SUELO SECO.	5.31	7.86	3.63
% DE HUMEDAD.	20.7	21.2	22.0

LIMITE PLASTICO INV-E-126-13	
1	2
77	7
NA	NA
11.8	11.86
11.06	11.11
0.74	0.75
6.73	6.72
4.33	4.39
17.1	17.1

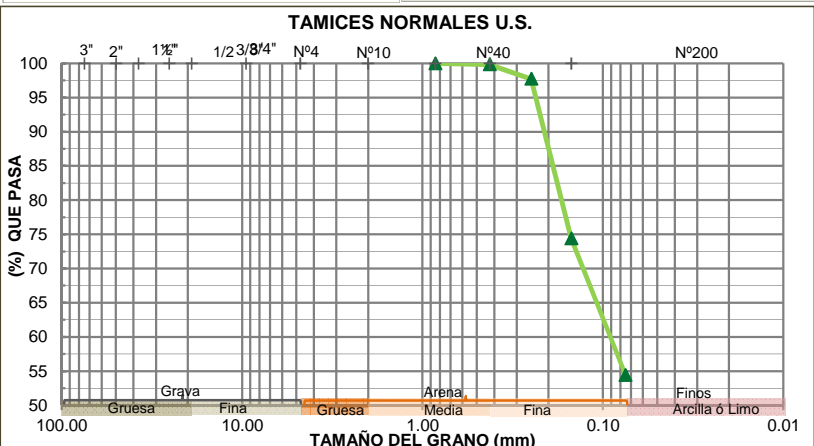
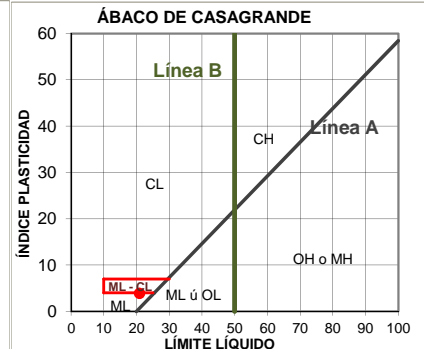
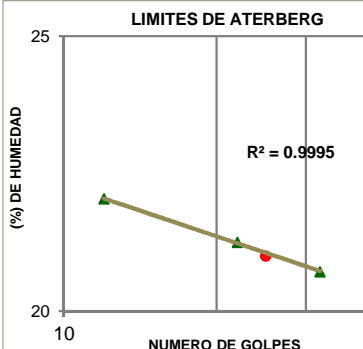
TAMAÑO DE LAS PARTICULAS - INV-E 123-13				
TAMIZ	TAMAÑO (mm)	PESO RETENIDO (g)	RETENIDO (%)	(%) QUE PASA
3"	75.0	0.00	0.0	100
2"	50.0	0.00	0.0	100.0
1½"	37.5	0.00	0.0	100.0
1"	25.40	0.00	0.0	100.0
¾"	19.05	0.00	0.0	100.0
⅜"	9.525	0.00	0.0	100.0
Nº 4	4.75	0.00	0.0	100.0
Nº 10	2.00	0.00	0.0	100.0
Nº 20	0.85	0.00	0.0	100.0
Nº 40	0.425	0.13	0.2	99.8
Nº 60	0.250	1.54	2.1	97.7
Nº 100	0.150	17.06	23.3	74.4
Nº 200	0.075	14.63	20.0	54.4
Fondo		1.72	2.4	52.1

Error:	0.09	OK
--------	------	----

Clasificación USC		Clasificación AASHTO	
% Gravas	0.0	% Que pasa No,10	100.0
% Arenas	45.6	% Que pasa No,40	99.8
% Finos	54.4	% Que pasa No 200	54.4

RESULTADOS	
Humedad Natural (%)	21
Limite Liquido (%)	21
Limite Plástico (%)	17
Índice de Plasticidad	4
Clasificación USC	ML-CL
Índice de Grupo	4
Clasificación AASHTO	A-4

D10(mm) =	NA
D30(mm) =	NA
D60(mm) =	NA
Cu =	NA
Cc =	NA



EQUIPO UTILIZADO	MARCA/REFERENCIA	NUMERO SERIE	CÓDIGO INT.	FECHA DE CALIBRACION
Balanza Electrónica de 300x0.01gr	LEXUS / MIX-A	45102802		04/08/2015 (C.C. 27628)
Balanza Electrónica de 3000x0.1gr	LEXUS / MIX-A	45110601		04/08/2015 (C.C. 27627)
Tamices Estándar				
Cazuela de Casagrande				
Horno Eléctrico				

EJECUTÓ:

Laboratorista

*Sergio Troches*

REVISÓ: Sergio Troches

Coordinador Laboratorio

APROBÓ:

Director Laboratorio

# DETERMINACION EN EL LABORATORIO DEL CONTENIDO DE AGUA (HUMEDAD) DE MUESTRAS DE SUELO, ROCA Y MEZCLA DE SUELO - AGREGADO

Norma  
INV-E  
122-13

OBRA:	TANQUER LA LUSILA	LOCALIZACION:	Turbo - Antioquia
CLIENTE:	AGUAS REGIONALES EPM	DESTINO MUESTRAS:	Estudio de Suelos
RESPONSABLE:	Jhon Vargas	FECHA:	2016-09-13

Sondeo N°	Perforación 01		Perforación 01		Perforación 01		Perforación 01		Perforación 01		Perforación 01	
Muestra N°	1		2		3		4		5		6	
Profundidad (m)	De 1.00 a 1.45		De 2.00 a 2.45		De 3.00 a 3.45		De 4.00 a 4.45		De 5.00 a 5.45		De 6.00 a 6.45	
Tara N°	18	50	69	54	38	54	71	43	28			
Peso Mtra. Humeda+Tara (gr)	57.66	50.75	43.93	49.12	70.02	114.51	62.7	70.38	147.68			
Peso Mtra. Seca+Tara (gr)	42.87	37.81	35.32	39.05	54.05	90.69	51.27	57.55	125.98			
Peso Tara (gr)	7.86	7.89	7.83	7.89	25.29	26.25	7.79	7.8	25.42			
Peso Agua (gr)	14.8	12.9	8.6	10.1	15.97	23.82	11.4	12.8	21.7			
Contenido de Humedad (%)	42.2	43.2	31.3	32.3	55.5	37.0	26.3	25.8	21.6			
Humedad Promedio (%)	43		32		56		37		26		22	

Sondeo N°	Perforación 01		Perforación 01		Perforación 01		Perforación 02		Perforación 02		Perforación 02	
Muestra N°	7		8		9		1		2		3	
Profundidad (m)	De 7.00 a 7.45		De 8.00 a 8.45		De 9.00 a 9.45		De 1.00 a 1.45		De 2.00 a 2.45		De 3.00 a 3.45	
Tara N°	52	13	24	18	125	29	64	26	60			
Peso Mtra. Humeda+Tara (gr)	41.85	41.85	143.79	142.03	60.52	67.53	54.9	49.48	133.29			
Peso Mtra. Seca+Tara (gr)	35.83	35.81	123.21	123.72	49.82	56.43	43.64	39.53	110.97			
Peso Tara (gr)	8.07	8.14	26.12	25.23	8.16	8.01	8.08	7.88	28.07			
Peso Agua (gr)	6.0	6.0	20.58	18.31	10.7	11.1	11.3	10.0	22.32			
Contenido de Humedad (%)	21.7	21.8	21.2	18.6	25.7	22.9	31.7	31.4	26.9			
Humedad Promedio (%)	22		21		19		24		32		27	

Sondeo N°	Perforación 02		Perforación 02		Perforación 02		Perforación 02		Perforación 02		Perforación 02	
Muestra N°	4		5		6		7		8		9	
Profundidad (m)	De 4.00 a 4.45		De 5.00 a 5.45		De 6.00 a 6.45		De 7.00 a 7.45		De 8.00 a 8.45		De 9.00 a 9.45	
Tara N°	24	111	63	19	11	51	66	10	44	81		
Peso Mtra. Humeda+Tara (gr)	50.77	62.64	140.11	65.67	72.56	186.21	39.42	40.44	49.67	50.8		
Peso Mtra. Seca+Tara (gr)	39.58	48.3	116.22	55.86	62.02	156.78	34.23	35.01	42.92	44.07		
Peso Tara (gr)	7.86	8.09	24.99	8.12	8.06	26.97	8.14	8.02	8.03	8.07		
Peso Agua (gr)	11.2	14.3	23.89	9.8	10.5	29.43	5.2	5.4	6.8	6.7		
Contenido de Humedad (%)	35.3	35.7	26.2	20.5	19.5	22.7	19.9	20.1	19.3	18.7		
Humedad Promedio (%)	35		26		20		23		20		19	

Sondeo N°	Perforación 02		-		-		-		-		-	
Muestra N°	10		-		-		-		-		-	
Profundidad (m)	De 10.00 a 10.45		-		-		-		-		-	
Tara N°	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Peso Mtra. Humeda+Tara (gr)	149.59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Peso Mtra. Seca+Tara (gr)	130.92	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Peso Tara (gr)	26.15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Peso Agua (gr)	18.67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Contenido de Humedad (%)	17.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Humedad Promedio (%)	17.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

EQUIPO UTILIZADO	MARCA/REFERENCIA	FECHA DE CALIBRACION
Balanza Electrónica de 300x0.01gr	LEXUS/MIX-A	2015-04-08
Recipientes de secado		
Horno Eléctrico		

EJECUTÓ:

REVISÓ:

APROBÓ:

**DETERMINACION EN EL LABORATORIO DEL  
CONTENIDO DE AGUA (HUMEDAD) DE  
MUESTRAS DE SUELO, ROCA Y MEZCLA DE  
SUELO - AGREGADO**

**Norma**  
  
**INV-E  
122-13**

<b>OBRA:</b>	TANQUER LA LUSILA	<b>LOCALIZACION:</b>	Turbo - Antioquia
<b>CLIENTE:</b>	AGUAS REGIONALES EPM	<b>DESTINO MUESTRAS:</b>	Estudio de Suelos
<b>RESPONSABLE:</b>	Jhon Vargas	<b>FECHA:</b>	2016-09-13

<b>Sondeo N°</b>	Perforación 03		Perforación 03		Perforación 03	Perforación 03	Perforación 03	Perforación 03	-	-
<b>Muestra N°</b>	1		2		3	4	5	-	-	-
<b>Profundidad (m)</b>	De 1.00 a 1.45		De 2.00 a 2.45		De 3.00 a 3.45	De 4.00 a 4.45	De 5.00 a 5.45	-	-	-
<b>Tara N°</b>	77	46	80	37	40	3	60	57	-	-
<b>Peso Mtra. Humeda+Tara (gr)</b>	66.28	62.82	81.78	77.93	128.78	146.8	44.9	54.86	-	-
<b>Peso Mtra. Seca+Tara (gr)</b>	48.76	46.54	63.93	60.03	107.39	126.39	36.83	44.65	-	-
<b>Peso Tara (gr)</b>	8.01	8.1	8.07	7.9	24.09	50.7	8.01	8.08	-	-
<b>Peso Agua (gr)</b>	17.5	16.3	17.9	17.9	21.39	20.41	8.1	10.2	-	-
<b>Contenido de Humedad (%)</b>	43.0	42.4	32.0	34.3	25.7	27.0	28.0	27.9	-	-
<b>Humedad Promedio (%)</b>	43		33		26	27	28	-	-	-

<b>Sondeo N°</b>	Perforación 03		Perforación 03		Perforación 03	-	-	-	-	-
<b>Muestra N°</b>	7		8		9	-	-	-	-	-
<b>Profundidad (m)</b>	De 7.00 a 7.45		De 8.00 a 8.45		De 9.00 a 9.45	-	-	-	-	-
<b>Tara N°</b>	51		6		68	20	-	-	-	-
<b>Peso Mtra. Humeda+Tara (gr)</b>	186.21		113.88		51.11	53.19	-	-	-	-
<b>Peso Mtra. Seca+Tara (gr)</b>	156.78		98.49		43.74	45.21	-	-	-	-
<b>Peso Tara (gr)</b>	26.97		25.32		7.89	7.91	-	-	-	-
<b>Peso Agua (gr)</b>	29.43		15.39		7.4	8.0	-	-	-	-
<b>Contenido de Humedad (%)</b>	22.7		21.0		20.6	21.4	-	-	-	-
<b>Humedad Promedio (%)</b>	23		21		21	-	-	-	-	-

<b>EQUIPO UTILIZADO</b>	<b>MARCA/REFERENCIA</b>	<b>FECHA DE CALIBRACION</b>
Balanza Electrónica de 300x0.01gr	LEXUS/MIX-A	2015-04-08
Recipientes de secado		
Horno Eléctrico		

**EJECUTÓ:**

**REVISÓ:**

**APROBÓ:**