

## **ANEXO 3 ESTUDIO GEOTÉCNICO**

2019

0119-0071 – VALIDACIÓN  
GEOTÉCNICA DE LA  
CIMENTACIÓN DE UN PREDIO  
EXISTENTE EN EL MUNICIPIO DE  
UBATÉ



**ROTHEM**  
INGENIERÍA

[WWW.ROTHEMINGENIERIA.COM](http://WWW.ROTHEMINGENIERIA.COM)

ROTHEM INGENIERIA SAS

12/02/2019

<b>ORLANDO FORERO</b>	<b>ESTUDIO DE SUELOS Y RECOMENDACIONES DE CIMENTACIÓN</b>	<b>ROTHERM INGENIERIA SAS CONSULTORIA ESPECIALIZADA</b>
	VALIDACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CIMENTACIÓN DE UN PREDIO EXISTENTE EN EL MUNICIPIO DE UBATÉ	

## HOJA DE CONTROL

### REVISIÓN Y APROBACIÓN

	Nombre / Cargo	Fecha	Firma
<b>ELABORÓ:</b>	Carlos Eduardo Torres Romero Director de Proyecto MP 25202-239411 CND	Febrero 2019	
<b>REVISÓ Y APROBÓ:</b>	Nelson Felipe Moreno Cardona Gerente General MP 25202-247785 CND	Febrero 2019	

### CONTROL DE CAMBIOS

Versión No.	Fecha	Descripción cambio
01	Febrero 2019	Versión Inicial (digital)

### CONTROL DE DISTRIBUCIÓN DE COPIAS

DISTRIBUIDO A:			
Ejemplar No.	Fecha	Nombre y Cargo	Entidad
1	12/02/2019	Sr. ORLANDO FORERO	Particular

ORLANDO FORERO	ESTUDIO DE SUELOS Y RECOMENDACIONES DE CIMENTACIÓN	ROTHERM INGENIERIA SAS CONSULTORIA ESPECIALIZADA
	VALIDACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CIMENTACIÓN DE UN PREDIO EXISTENTE EN EL MUNICIPIO DE UBATÉ	

## TABLA DE CONTENIDO

<b>1. GENERALIDADES .....</b>	<b>6</b>
1.1 <b>Objetivos.....</b>	<b>6</b>
1.2 <b>Metodología.....</b>	<b>7</b>
1.3 <b>Localización y Descripción del Proyecto .....</b>	<b>7</b>
1.3.1 Localización.....	7
1.3.2 Clima y Precipitación.....	10
1.3.3 Descripción general del proyecto.....	10
1.3.4 AVALÚO PRELIMINAR DE CARGAR .....	11
1.3.5 Información De Referencia.....	12
<b>2. MARCO GEOLÓGICO .....</b>	<b>13</b>
2.1 <b>GEOLOGÍA REGIONAL .....</b>	<b>13</b>
2.1.1 Estratigrafía .....	13
2.1.2 Cuaternario (Q) .....	13
2.1.3 Cretáceo (K) .....	14
<b>3. PLAN EXPLORATORIO.....</b>	<b>15</b>
3.1 <b>Perforaciones y Ensayos en Sitio .....</b>	<b>15</b>
3.2 <b>Ensayos de Laboratorio .....</b>	<b>17</b>
<b>4. PERFIL DE SUELOS .....</b>	<b>18</b>
4.1 <b>Origen Geológico y Estratigrafía .....</b>	<b>18</b>
4.2 <b>Selección de Parámetros Geotécnicos .....</b>	<b>19</b>
4.2.1 Valores de laboratorio .....	19
4.2.2 Valores Típicos Bibliografía de Consulta .....	21
4.2.3 Valores de Correlación con Ensayos de SPT.....	21
4.3 <b>Tipificación Geomecánica del Perfil de Suelo .....</b>	<b>23</b>
4.4 <b>Nivel Freático .....</b>	<b>24</b>
4.5 <b>CLASIFICACIÓN SÍSMICA DEL SUELO.....</b>	<b>24</b>

<b>ORLANDO FORERO</b>	<b>ESTUDIO DE SUELOS Y RECOMENDACIONES DE CIMENTACIÓN</b>	<b>ROTHERM INGENIERIA SAS CONSULTORIA ESPECIALIZADA</b>
	VALIDACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CIMENTACIÓN DE UN PREDIO EXISTENTE EN EL MUNICIPIO DE UBATÉ	

<b>4.6 ASIGNACION DE PARAMETROS GEOMECHANICOS.....</b>	<b>27</b>
<b>5. ANÁLISIS GEOTÉCNICO .....</b>	<b>29</b>
<b>5.1 CAPACIDAD PORTANTE .....</b>	<b>29</b>
<b>5.2 TIPO DE CIMENTACION.....</b>	<b>29</b>
<b>5.2.1 Cimentación mediante zapatas aisladas.....</b>	<b>29</b>
<b>6. ASENTAMIENTOS ESPERADOS .....</b>	<b>32</b>
<b>7. OTRAS CONSIDERACIONES DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN.....</b>	<b>34</b>
<b>7.1 Generales.....</b>	<b>34</b>
<b>7.2 Zapatas.....</b>	<b>34</b>
<b>7.3 Excavación .....</b>	<b>35</b>
<b>7.4 Material Seleccionado .....</b>	<b>35</b>
<b>7.5 Manejo de Aguas .....</b>	<b>36</b>
<b>8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>37</b>
<b>9. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>38</b>
<b>10. ALCANCES DEL ESTUDIO.....</b>	<b>39</b>
<b>11. ANEXOS .....</b>	<b>40</b>

<b>ORLANDO FORERO</b>	<b>ESTUDIO DE SUELOS Y RECOMENDACIONES DE CIMENTACIÓN</b>	<b>ROTHERM INGENIERIA SAS CONSULTORIA ESPECIALIZADA</b>
	VALIDACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CIMENTACIÓN DE UN PREDIO EXISTENTE EN EL MUNICIPIO DE UBATÉ	

## INDICE FIGURAS

Figura 1. Localización general del proyecto.....	8
Figura 2. Localización detallada del proyecto (1). Fuente: google.com .....	9
Figura 3. Localización detallada del proyecto (2). Fuente: google.com .....	9
Figura 4. Resumen de temperatura y precipitación mensual en el municipio de Ubaté. (es.climate-data.org).....	10
Figura 5. Planta arquitectónica del primer piso. Fuente: cliente .....	11
Figura 6. Geología Regional. En el círculo se localiza el proyecto en estudio. Tomado de Geología de la Plancha 209 Zipaquirá. Escala 1:100.000. SGC, 2014 .....	13
Figura 7. Localización de los sondeos. ....	15
Figura 8. Perfil estratigráfico promedio para cada una de las perforaciones .....	18
Figura 9. Carta de plasticidad de los materiales encontrados .....	19
Figura 9. Variación del contenido de agua con respecto a la profundidad.....	20
Figura 10. Variación del tamaño de partícula con la profundidad .....	20
Figura 11. Variación de la resistencia a la compresión no confinada .....	21
Figura 12. Perfil de resistencia a partir del SPT para los sondeos del proyecto.....	22
Figura 13. Envoltente de resistencia a partir del ensayo de SPT para el nivel de arcillas de alta plasticidad CH de consistencia firme.....	23
Figura 14. Envoltente de resistencia a partir del ensayo de SPT para el nivel de arenas arcillosas y arcillas de baja plasticidad .....	23
Figura 15. Valores del coeficiente Fa, para la zona de periodos cortos del espectro (Tomados del Título A, NSR-10) .....	26
Figura 16. Valores del coeficiente Fv, para la zona de periodos intermedios del espectro (Tomados del Título A, NSR-10) .....	26
Figura 17. Capacidad portante admisible para cimientos cuadrados.....	31
Figura 18. Asentamiento total calculado para cimientos cuadrados .....	32
Figura 19. Tasa de consolidación para la carga de trabajo de una zapata de 1.1m X 1.1m .....	33

---

**ROTHERM INGENIERIA SAS** |

Carrera 13 No 55-23 - Oficina 305 Bogotá - Colombia

TEL: 9277823 - 3187726452 - 3203501098

rothemingenieria@gmail.com

[www.rothemingenieria.com](http://www.rothemingenieria.com)

<b>ORLANDO FORERO</b>	<b>ESTUDIO DE SUELOS Y RECOMENDACIONES DE CIMENTACIÓN</b>	<b>ROTHEM INGENIERIA SAS CONSULTORIA ESPECIALIZADA</b>
	VALIDACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CIMENTACIÓN DE UN PREDIO EXISTENTE EN EL MUNICIPIO DE UBATÉ	

## INDICE TABLAS

Tabla 1. avalúo preliminar de cargas.....	11
Tabla 2. Coordenadas de localización de las perforaciones.....	15
Tabla 3. Cantidad de ensayos realizados .....	17
Tabla 4. Perfil estratigráfico promedio .....	19
Tabla 5. Clasificación del perfil de suelo. NSR-10 .....	25
Tabla 6. Parámetros para caracterización sísmica (Tomados del Título A, NSR-10)....	25
Tabla 7. Parámetros geo mecánicos adoptados para el diseño.....	27

ORLANDO FORERO	ESTUDIO DE SUELOS Y RECOMENDACIONES DE CIMENTACIÓN	ROTHERM INGENIERIA SAS CONSULTORIA ESPECIALIZADA
	VALIDACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CIMENTACIÓN DE UN PREDIO EXISTENTE EN EL MUNICIPIO DE UBATÉ	

## 1. GENERALIDADES

El presente informe se refiere a la caracterización físico-mecánica del subsuelo y la validación de cimentación existente para un predio residencial que cuenta con tres (3) plantas. En las Figuras 1, 2 y 3 se presentan una localización general del proyecto.

Con el propósito de realizar los estudios técnicos correspondientes, el señor ORLANDO FORERO contrató a ROTHEM INGENIERIA SAS para acometer el estudio cuyo objeto específico es VALIDACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CIMENTACIÓN DE UN PREDIO EXISTENTE EN EL MUNICIPIO DE UBATÉ.

Basados en los resultados del plan exploratorio, los requerimientos del proyecto y los análisis geotécnicos realizados, se incluyen en este informe los parámetros geomecánicos estimados de los materiales que conforman el perfil estratigráfico, las condiciones de estabilidad y las recomendaciones de estabilización correspondientes. Estas últimas, fueron evaluadas desde el punto de vista técnico, constructivo y económico.

### 1.1 OBJETIVOS

- Á Realizar el reconocimiento detallado del sitio e interpretación geológico geotécnica
- Á Analizar las cargas y efectos que provee la estructura sobre el suelo
- Á Determinar los parámetros geomecánicos de los materiales térreos del subsuelo mediante la ejecución de perforaciones, ensayos de laboratorio, consulta de referencias bibliográficas y modelación numérica.
- Á Plantear y analizar numéricamente las soluciones de estabilización consideradas como viables para el sitio.
- Á Establecer los parámetros sísmicos de diseño, de acuerdo a la NORMA DE CONSTRUCCIONES SISMO-RESISTENTES NSR-10.
- Á Dar recomendaciones sobre las obras geotécnicas que se requieren para transmitir las cargas al subsuelo.
- Á Definir posibles recomendaciones para obras adicionales de carácter puntual que garanticen la estabilidad del terreno.
- Á Formular las recomendaciones constructivas para ejecución de excavaciones, mejoramiento del suelo, ejecución de rellenos, filtros (si son necesarios), estructuras de contención (si son necesarias) y requerimientos de fuentes de materiales para rellenos estructurales y demás obras geotécnicas.

ORLANDO FORERO	ESTUDIO DE SUELOS Y RECOMENDACIONES DE CIMENTACIÓN	ROTHERM INGENIERIA SAS CONSULTORIA ESPECIALIZADA
	VALIDACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CIMENTACIÓN DE UN PREDIO EXISTENTE EN EL MUNICIPIO DE UBATÉ	

## 1.2 METODOLOGÍA

Con el propósito de definir y caracterizar geológica y geotécnicamente el subsuelo del sitio de estudio, así como la concepción de las medidas y el diseño de las obras geotécnicas necesarias, se sigue en términos generales la metodología descrita a continuación:

- Á Con base en la información de referencia, las visitas de campo realizadas, los resultados de los trabajos de perforación, las pruebas de campo y de laboratorio ejecutadas sobre las muestras recuperadas, así como la interpretación geológica, se definió la estratigrafía del sector, representada en los perfiles geotécnicos de diseño promedio.
- Á De acuerdo con el perfil de diseño adoptado se estimaron las propiedades geomecánicas de los diferentes materiales presentes.
- Á Con base en la caracterización y las propiedades geomecánicas de los materiales existentes, se propusieron y analizaron las diferentes alternativas de cimentación para la edificación a construir.
- Á Una vez analizadas las alternativas inicialmente planteadas, se determinó desde el punto de vista técnico y económico la solución más adecuada, para la cual se desarrollaron los cálculos y diseños necesarios así como el dimensionamiento de los elementos que componen esta solución.

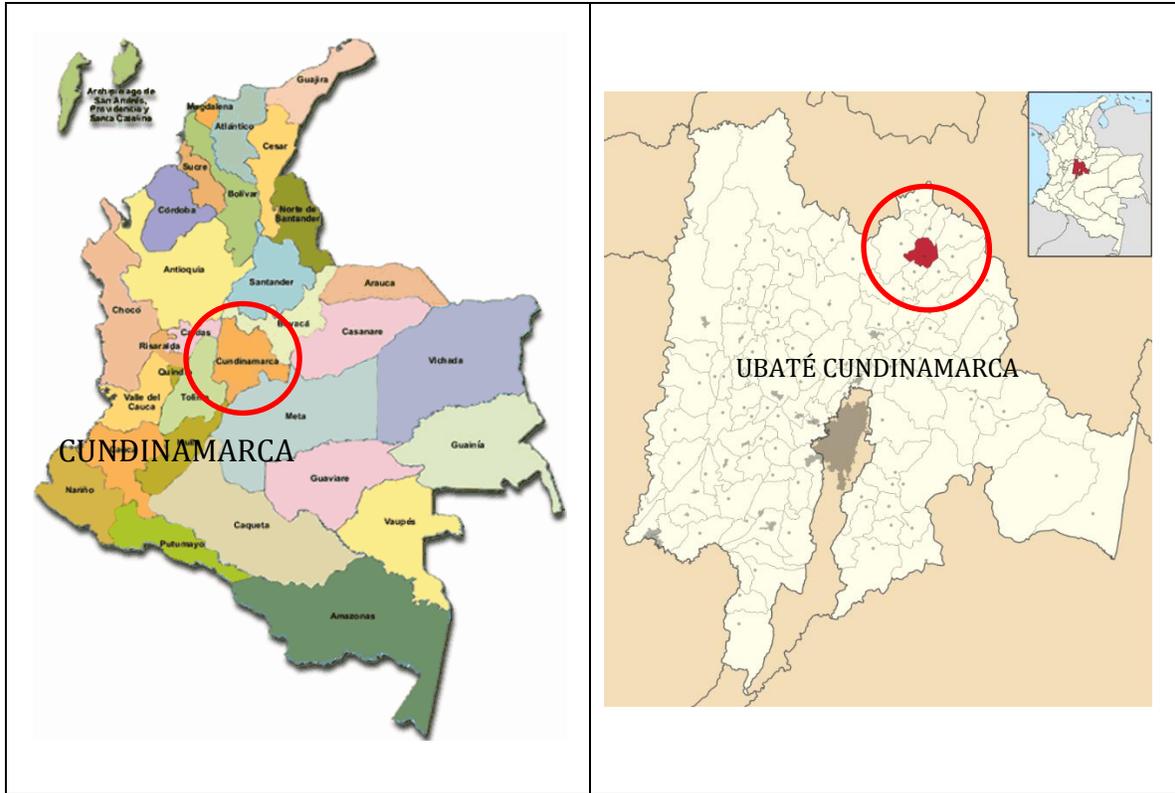
Adicionalmente se incluyen las especificaciones necesarias en cuanto a materiales y procedimientos de construcción, mantenimiento y seguimiento de las obras consideradas.

## 1.3 LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

### 1.3.1 LOCALIZACIÓN

El Departamento de Cundinamarca está localizado en el centro del país y su capital es Bogotá. Limita por el norte con el departamento de Boyacá, por el sur con los departamentos de Meta, Huila y Tolima; y por el occidente con el río Magdalena que lo separa de los departamentos de Tolima y Caldas; por el oriente, también limita con el departamento de Casanare. El departamento cubre una superficie de 24210 km<sup>2</sup> y se halla entre las coordenadas 3°42' y 5°51' de latitud norte y los 73°03' y 74°54' de longitud al oeste de Greenwich.

ORLANDO FORERO	ESTUDIO DE SUELOS Y RECOMENDACIONES DE CIMENTACIÓN	ROTHERM INGENIERIA SAS CONSULTORIA ESPECIALIZADA
	VALIDACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CIMENTACIÓN DE UN PREDIO EXISTENTE EN EL MUNICIPIO DE UBATÉ	



**Figura 1. Localización general del proyecto**

El Municipio de Ubaté, está localizado en la parte norte del Departamento de Cundinamarca, a 97 kilómetros de Bogotá, es decir, de una hora y treinta minutos a dos horas por carretera departamental pavimentada. Está dividido en nueve (9) veredas. El municipio de Ubaté limita: por el Norte; Noroeste y Noreste con el Departamento de Boyacá, al Occidente con la Provincia de Rionegro, al Sur con la Provincia de Sabana Centro y al Sureste y Oriente con la provincia de Almeidas. Tiene una extensión total de 102 km<sup>2</sup>, la altitud de la cabecera municipal es de 2556 msnm, la temperatura media es de 13°C°. (<http://www.ubate-cundinamarca.gov.co/>)

Específicamente el proyecto está localizado en la margen occidental del municipio de Ubaté. En la Figura 2 se presenta la localización detallada de las zonas del proyecto.

ORLANDO FORERO	ESTUDIO DE SUELOS Y RECOMENDACIONES DE CIMENTACIÓN	ROTHEM INGENIERIA SAS CONSULTORIA ESPECIALIZADA
	VALIDACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CIMENTACIÓN DE UN PREDIO EXISTENTE EN EL MUNICIPIO DE UBATÉ	



Figura 2. Localización detallada del proyecto (1). Fuente: google.com



Figura 3. Localización detallada del proyecto (2). Fuente: google.com

ROTHEM INGENIERIA SAS |  
Carrera 13 No 55-23 - Oficina 305 Bogotá - Colombia  
TEL: 9277823 - 3187726452 - 3203501098  
rothemingenieria@gmail.com  
[www.rothemingenieria.com](http://www.rothemingenieria.com)

<b>ORLANDO FORERO</b>	<b>ESTUDIO DE SUELOS Y RECOMENDACIONES DE CIMENTACIÓN</b>	<b>ROTHERM INGENIERIA SAS CONSULTORIA ESPECIALIZADA</b>
	VALIDACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CIMENTACIÓN DE UN PREDIO EXISTENTE EN EL MUNICIPIO DE UBATÉ	

### 1.3.2 CLIMA Y PRECIPITACIÓN

El clima de Ubaté se clasifica como cálido y templado. Hay precipitaciones durante todo el año en Ubaté. Hasta el mes más seco aún tiene mucha lluvia. La menor cantidad de lluvia ocurre en enero, con un promedio de 29 mm, mientras que en el mes de octubre se registra un promedio de 122 mm. En un año, la precipitación media es 768 mm. La temperatura promedio en Ubaté es 14.5 ° C. En la Figura 4 se resumen las condiciones de precipitación y temperatura en el municipio.

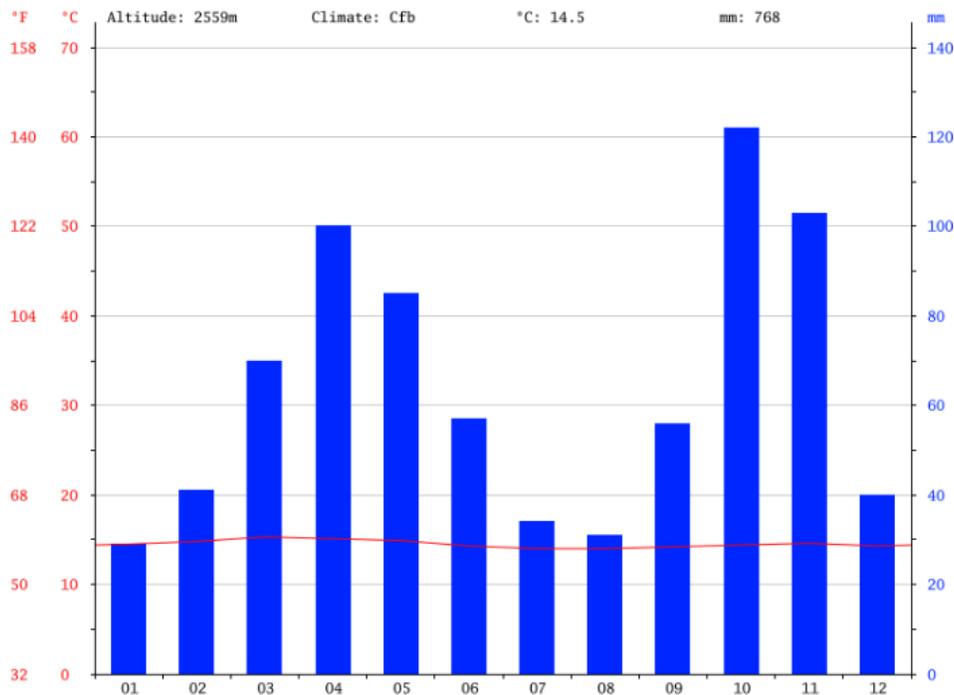


Figura 4. Resumen de temperatura y precipitación mensual en el municipio de Ubaté. (es.climate-data.org)

### 1.3.3 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

El proyecto consiste en la construcción una casa de tres (3) niveles, con un sistema de pórticos en concreto y placa aligerada. En la Figura 5 se presenta la configuración arquitectónica.



<b>ORLANDO FORERO</b>	<b>ESTUDIO DE SUELOS Y RECOMENDACIONES DE CIMENTACIÓN</b>	<b>ROTHERM INGENIERIA SAS CONSULTORIA ESPECIALIZADA</b>
	VALIDACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CIMENTACIÓN DE UN PREDIO EXISTENTE EN EL MUNICIPIO DE UBATÉ	

### 1.3.5 INFORMACIÓN DE REFERENCIA

Para el desarrollo de este informe se consultó la siguiente información:

- Á Registros de perforaciones y ensayos de laboratorio realizados por ROTHEM INGENIERIA SAS, enero de 2019
- Á “Código Colombiano de Construcciones Sismo Resistentes (NSR-10)”. Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2010.
- Á “Normas de Ensayos para Suelos”. Instituto Colombiano de Normas Técnicas – ICONTEC. 2002.
- Á Geología de la Plancha 209 Zipaquirá. SGC, 2003

ORLANDO FORERO	ESTUDIO DE SUELOS Y RECOMENDACIONES DE CIMENTACIÓN	ROTHERM INGENIERIA SAS CONSULTORIA ESPECIALIZADA
	VALIDACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CIMENTACIÓN DE UN PREDIO EXISTENTE EN EL MUNICIPIO DE UBATÉ	

## 2. MARCO GEOLÓGICO

En el municipio de Ubaté se encuentran depósitos recientes que hacen parte de la sabana que contrastan con la topografía montañosa formada por los niveles de rocas sedimentarias y como se observa en la Figura 5.

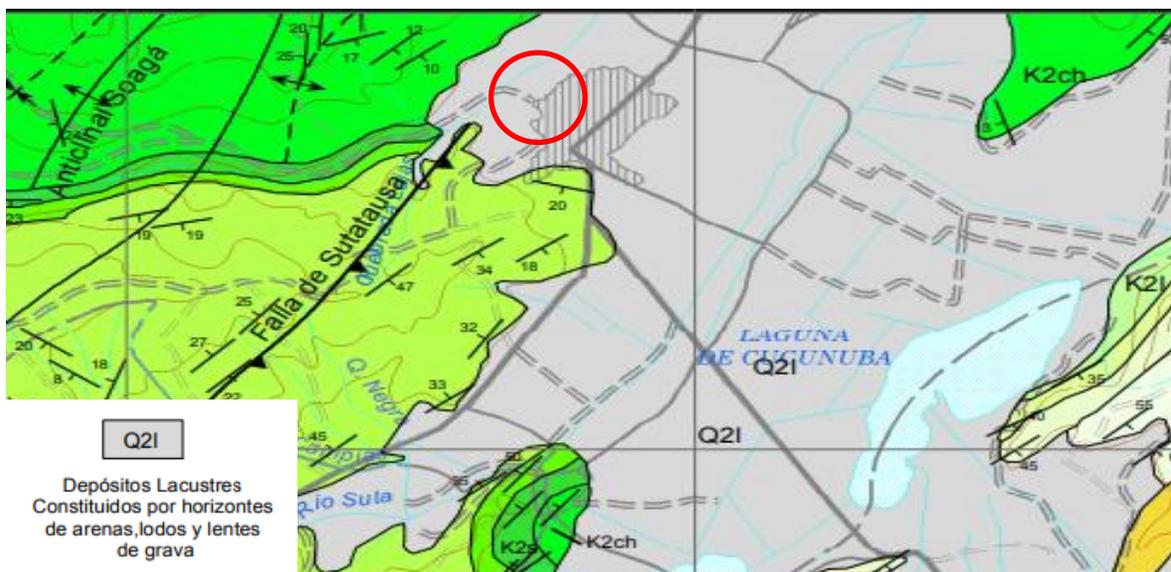


Figura 6. Geología Regional. En el círculo se localiza el proyecto en estudio. Tomado de Geología de la Plancha 209 Zipaquirá. Escala 1:100.000. SGC, 2014

### 2.1 GEOLOGÍA REGIONAL

#### 2.1.1 ESTRATIGRAFÍA

Litológicamente el sector está constituido por un extenso depósito Lacustre que cubre parcialmente las rocas de las formaciones del Cretáceo

#### 2.1.2 CUATERNARIO (Q)

**Depósitos Lacustres (Q21):** Constituidos por horizontes de arenas, lodos y lentes de grava. Se caracteriza por formar superficies planas, los cuales se formaron en lo que fue

ORLANDO FORERO	ESTUDIO DE SUELOS Y RECOMENDACIONES DE CIMENTACIÓN	ROTHEM INGENIERIA SAS CONSULTORIA ESPECIALIZADA
	VALIDACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CIMENTACIÓN DE UN PREDIO EXISTENTE EN EL MUNICIPIO DE UBATÉ	

un antiguo lago del cual queda remanentes en la laguna de Cucunubá, Palacios y la Laguna de Fúquene. El área del proyecto se encuentra sobre esta unidad geológica.

### 2.1.3 CRETÁCEO (K)

**Formación Conejo (K2C):** Conjunto arcilloso y arenoso que aflora en la parte central de la Cordillera Oriental. Conformado por Shales negros con intercalaciones de bancos de limolitas o areniscas de grano fino; niveles calcoarenosos, arcillolitas y capaz de areniscas y calizas con fosiles

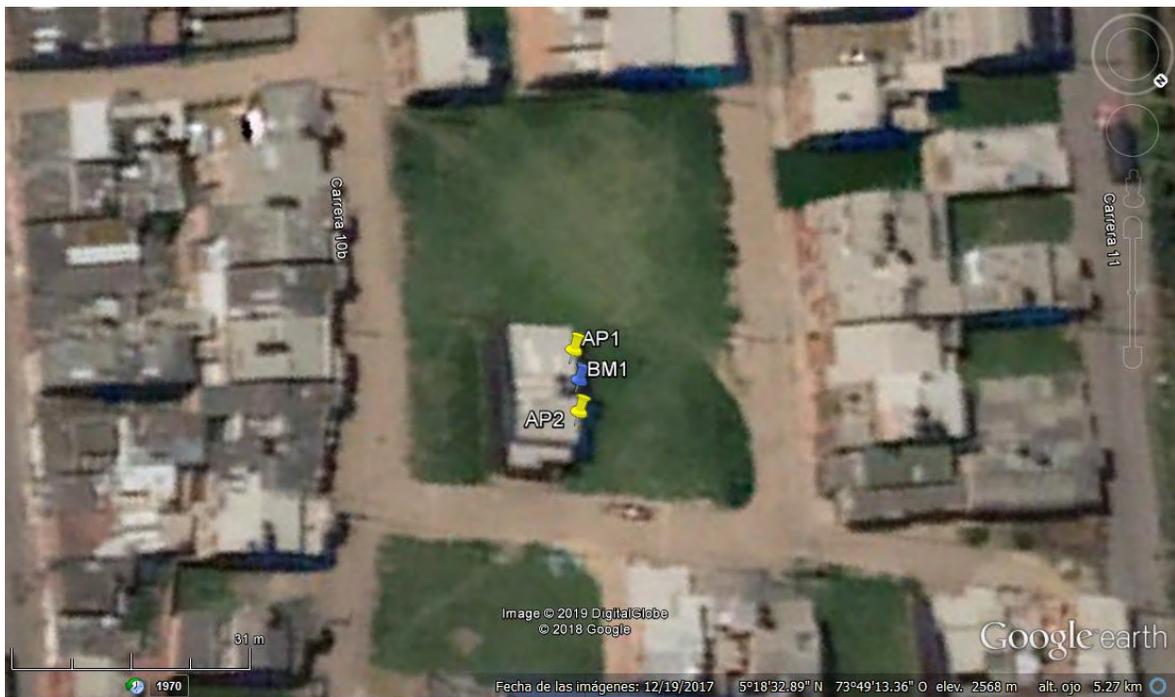
**Formación Churuvita (K2ch):** Conjunto de bancos gruesos de areniscas con intercalaciones menores de arcillolitas y limolitas. Hacia el centro de la formación se encuentra bancos lumaquéllicos calcáreos y capas gruesas de lutitas y areniscas que subyacen bancos macizos de areniscas y calcáreos con arcillolitas y limolitas.

<b>ORLANDO FORERO</b>	<b>ESTUDIO DE SUELOS Y RECOMENDACIONES DE CIMENTACIÓN</b>	<b>ROTHERM INGENIERIA SAS CONSULTORIA ESPECIALIZADA</b>
	VALIDACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CIMENTACIÓN DE UN PREDIO EXISTENTE EN EL MUNICIPIO DE UBATÉ	

### 3. PLAN EXPLORATORIO

#### 3.1 PERFORACIONES Y ENSAYOS EN SITIO

Con el objeto de conocer las características físicas y obtener muestras de los diferentes estratos que conforman el perfil del subsuelo en el área del proyecto, se programó la realización de un (1) sondeo de 6.00 metros de profundidad y dos (2) apiques de 2.00 metros de profundidad, localizados de manera tal que se pudo inspeccionar la cimentación existente.



**Figura 7. Localización de los sondeos.**

PERFORACION	LATITUD	LONGITUD
BM1	5°18'32.33"N	73°49'11.20"O
AP1	5°18'32.23"N	73°49'11.28"O
AP2	5°18'32.42"N	73°49'11.10"O

**Tabla 2. Coordenadas de localización de las perforaciones**

ORLANDO FORERO	ESTUDIO DE SUELOS Y RECOMENDACIONES DE CIMENTACIÓN	ROTHEM INGENIERIA SAS CONSULTORIA ESPECIALIZADA
	VALIDACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CIMENTACIÓN DE UN PREDIO EXISTENTE EN EL MUNICIPIO DE UBATÉ	



Fotografía 1. Localización del barreo manual de 6.00m de profundidad



Fotografía 2. A y B detalle del apique No 1. C detalle del apique No 2

ROTHEM INGENIERIA SAS |  
Carrera 13 No 55-23 - Oficina 305 Bogotá - Colombia  
TEL: 9277823 - 3187726452 - 3203501098  
rothemingenieria@gmail.com  
[www.rothemingenieria.com](http://www.rothemingenieria.com)

<b>ORLANDO FORERO</b>	<b>ESTUDIO DE SUELOS Y RECOMENDACIONES DE CIMENTACIÓN</b>	<b>ROTHERM INGENIERIA SAS CONSULTORIA ESPECIALIZADA</b>
	VALIDACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CIMENTACIÓN DE UN PREDIO EXISTENTE EN EL MUNICIPIO DE UBATÉ	

El alcance de los trabajos de campo se define según las recomendaciones del *REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE*. El número mínimo y la profundidad de los sondeos exploratorios del subsuelo, dependen del tamaño de la edificación propuesta (Unidad de construcción).

A continuación se muestra el cálculo del número de sondeos propuestos según las recomendaciones de la normativa adoptada (NSR-10).

Teniendo en cuenta que el alcance del presente proyecto es la inspección de la cimentación existente del predio, se realizaron dos (2) apiques bajo las columnas, y adicionalmente para determinar la distribución de los materiales en profundidad, se realizó un sondeo de 6.00m localizado al interior del predio.

### 3.2 ENSAYOS DE LABORATORIO

Sobre las muestras obtenidas durante la ejecución de las perforaciones, se llevó a cabo un programa de ensayos de laboratorio, con el fin de clasificar y obtener estimativos de las propiedades mecánicas de cada uno de los estratos que conforman el subsuelo en el sitio del proyecto.

El programa de ensayos de laboratorio incluyó límites de consistencia líquido y plástico, humedad natural, porcentaje que pasa el tamiz 200 y ensayos de corte directo. Dichos ensayos se llevaron a cabo teniendo en cuenta la siguiente normatividad (según ICONTEC e INVIAS):

DESCRIPCIÓN	NORMA	CANTIDAD DE ENSAYOS REALIZADOS (UNIDADES)
Clasificación del suelo para propósitos de Ingeniería.	INV E-181-13	10
Determinación en laboratorio del contenido de agua (humedad) de muestras de suelo, roca y mezclas de suelo-agregado	INV E 122-13	10
Método de ensayo para la determinación del límite líquido, límite plástico y del índice de plasticidad de los suelos cohesivos.	INV E 125/126 13	10
Compresión inconfiada en muestras de suelos	INV E 152-13	7
Consolidación unidimensional de los suelos	INV E 151-13	2

**Tabla 3. Cantidad de ensayos realizados**

En el anexo 3, se consigna el resumen de los resultados de los ensayos de laboratorio efectuados.

ORLANDO FORERO	ESTUDIO DE SUELOS Y RECOMENDACIONES DE CIMENTACIÓN	ROTHERM INGENIERIA SAS CONSULTORIA ESPECIALIZADA
	VALIDACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CIMENTACIÓN DE UN PREDIO EXISTENTE EN EL MUNICIPIO DE UBATÉ	

## 4. PERFIL DE SUELOS

### 4.1 ORIGEN GEOLÓGICO Y ESTRATIGRAFÍA

En general, en el área se presentan depósitos de origen lacustre, los cuales están conformados por arcillas de color café oscuro a gris oscuro, de consistencia firme a dura en profundidad, y consistencia media a blanda en profundidad. En la Figura 8 se presenta esquemáticamente el perfil estratigráfico promedio, tanto para la zona de la institución departamental como para la cancha sintética.

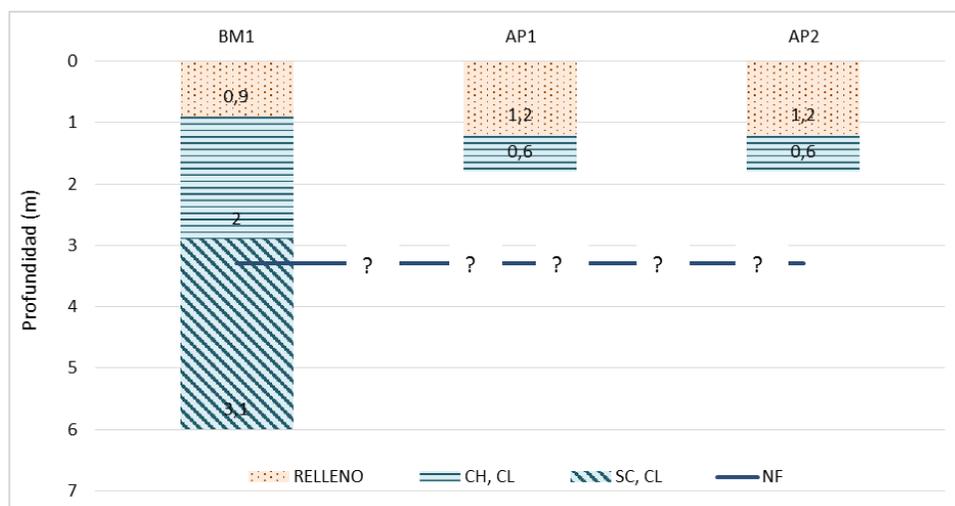


Figura 8. Perfil estratigráfico promedio para cada una de las perforaciones

Específicamente para el sitio en estudio, a partir de los registros de plan exploratorio y la interpretación de los resultados de laboratorio, se ha logrado tipificar el perfil estratigráfico, según se describe a continuación. Las profundidades se encuentran referenciadas al nivel actual del terreno.

ORLANDO FORERO	ESTUDIO DE SUELOS Y RECOMENDACIONES DE CIMENTACIÓN	ROTHERM INGENIERIA SAS CONSULTORIA ESPECIALIZADA
	VALIDACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CIMENTACIÓN DE UN PREDIO EXISTENTE EN EL MUNICIPIO DE UBATÉ	

Profundidad	Descripción
0.00m - 0.90/1.20m	Nivel de relleno antrópico compuesto de material de construcción, escombros, basura y deletéreos.
0.90/1.20m - 2.00m	Arcilla de alta plasticidad con arena CH, de color café oscuro. Con evidencia de oxidación
2.00m - 6.20m	Arena arcillosa SC con intercalaciones de arcillas de baja plasticidad CL, de color café claro y vetas grises.

Tabla 4. Perfil estratigráfico promedio

## 4.2 SELECCIÓN DE PARÁMETROS GEOTÉCNICOS

Para efectos de este estudio, la caracterización geomecánica se realizó teniendo en cuenta las siguientes fuentes:

### 4.2.1 VALORES DE LABORATORIO

A partir de las muestras de cuchara partida y shelby, recuperadas y ensayadas en laboratorio bajo las normas INVIAS, se obtiene la clasificación y los parámetros de resistencia geomecánica del suelo. En la Figura 10, Figura 11 y Figura 12 se presenta la variación de los parámetros determinados en el laboratorio con respecto a la profundidad del perfil.

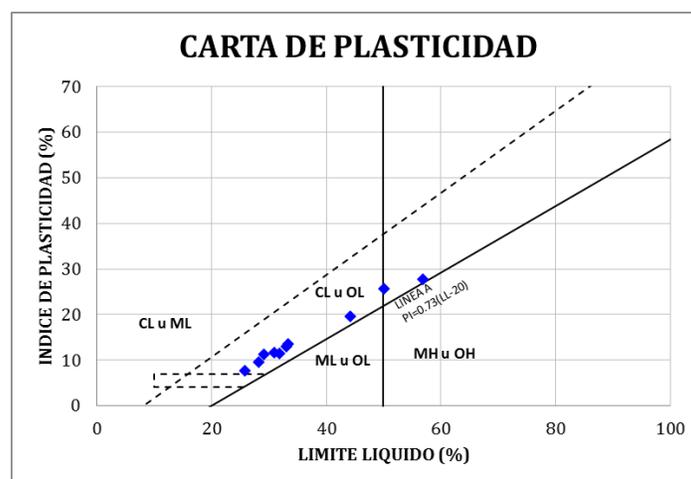


Figura 9. Carta de plasticidad de los materiales encontrados

ORLANDO FORERO	ESTUDIO DE SUELOS Y RECOMENDACIONES DE CIMENTACIÓN	ROTHERM INGENIERIA SAS CONSULTORIA ESPECIALIZADA
VALIDACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CIMENTACIÓN DE UN PREDIO EXISTENTE EN EL MUNICIPIO DE UBATÉ		

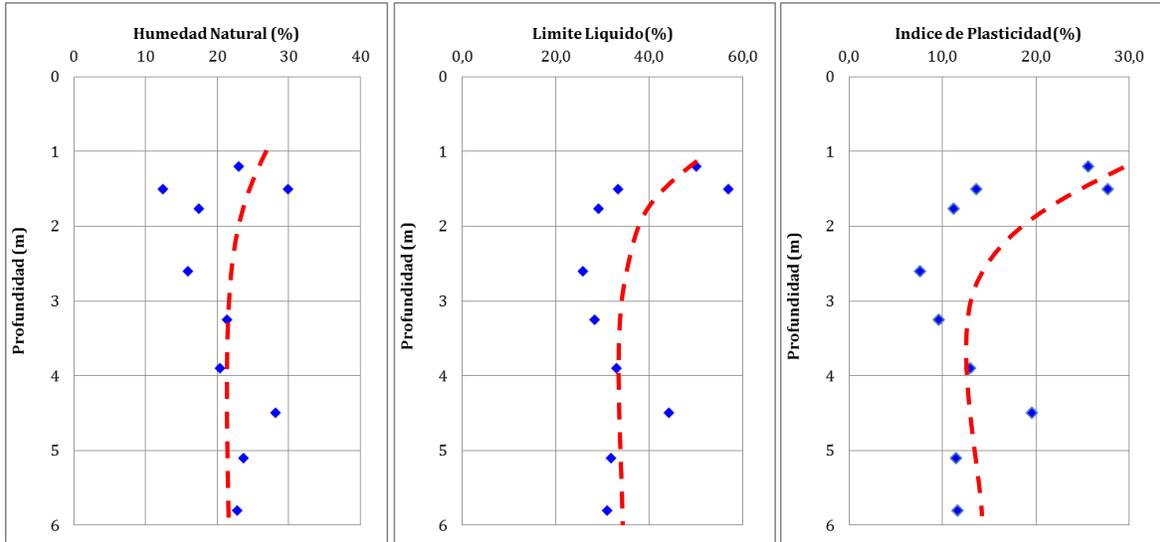


Figura 10. Variación del contenido de agua con respecto a la profundidad

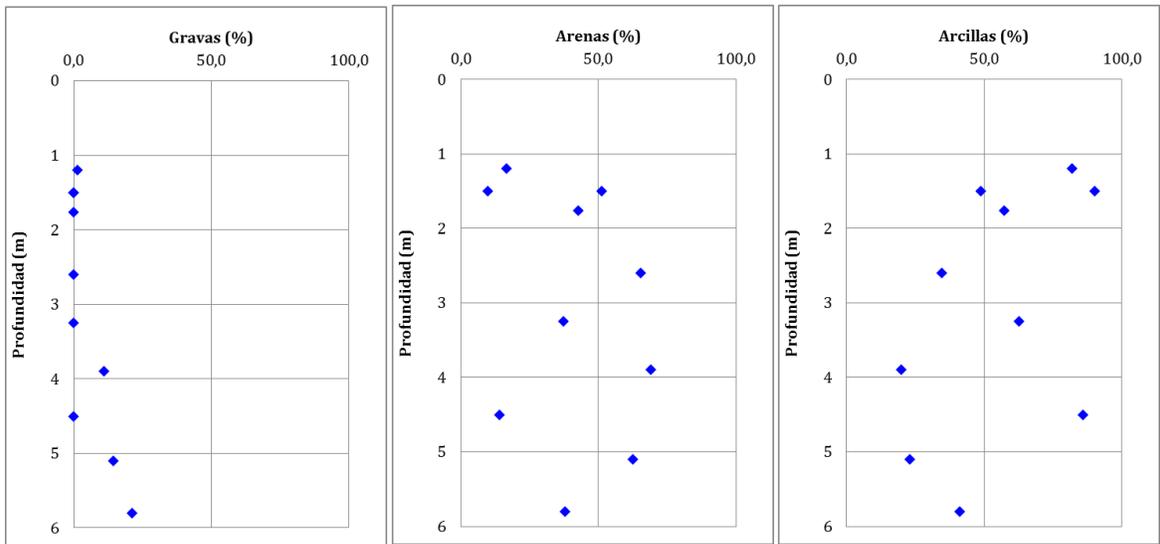
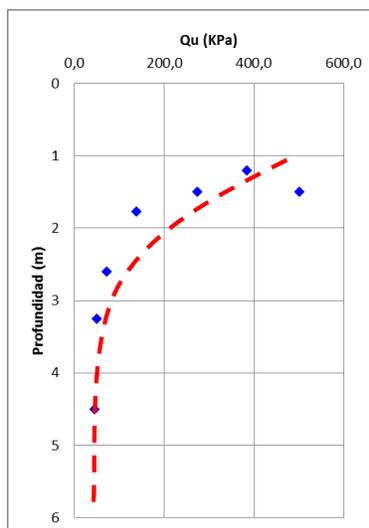


Figura 11. Variación del tamaño de partícula con la profundidad

<b>ORLANDO FORERO</b>	<b>ESTUDIO DE SUELOS Y RECOMENDACIONES DE CIMENTACIÓN</b>	<b>ROTHERM INGENIERIA SAS CONSULTORIA ESPECIALIZADA</b>
	VALIDACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CIMENTACIÓN DE UN PREDIO EXISTENTE EN EL MUNICIPIO DE UBATÉ	



**Figura 12. Variación de la resistencia a la compresión no confinada**

#### **4.2.2 VALORES TÍPICOS BIBLIOGRAFÍA DE CONSULTA**

A partir de los valores reportados en la siguiente bibliografía, se definieron los rangos típicos de los parámetros geomecánicos para cada uno de los materiales que conforman el perfil estratigráfico:

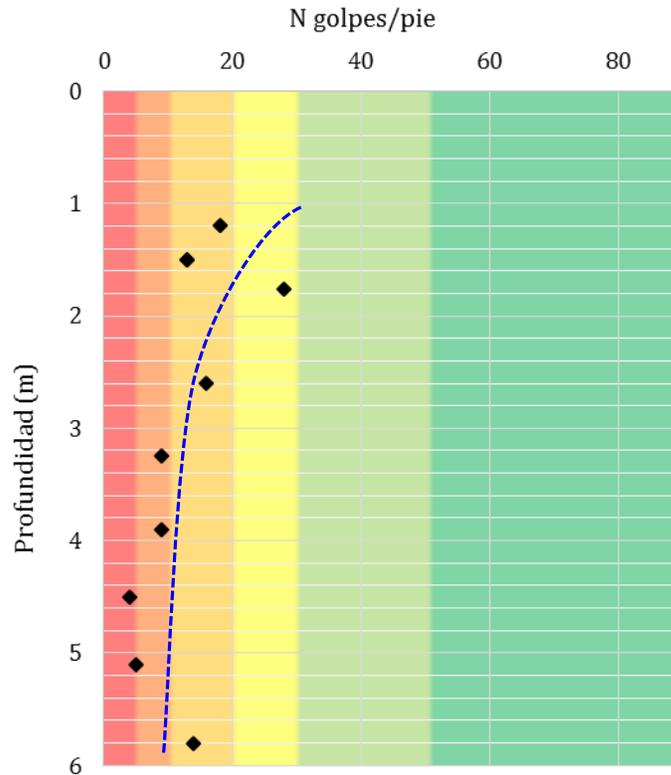
- Á INVIAS (1998). Manual De Estabilidad De Taludes. Editorial Eci.
- Á Suarez, J (1998) Deslizamientos Y Estabilidad De Taludes En Zonas Tropicales. Ediciones UIS.
- Á Casagrande, A. (1948) "Classification and Identification of Soils", Transactions ASCE, 1,992.
- Á Mesri and Abdel-Ghaffar (August 1993 Geotechnical Journal)
- Á Bowles, J.E. "Foundation analysis and Desing", McGraw-hill 1997

#### **4.2.3 VALORES DE CORRELACIÓN CON ENSAYOS DE SPT**

En el Anexo 4 Memorias de cálculo, se muestra la corrección de los valores de campo obtenidos en el ensayo de SPT, según las correlaciones de Peck, Seed, Meyerhoff – Ishihara, Liao Whitman, Skempton, Seed – Idriss, Schmertmann, González, Kishida, JRB, Shiou & Fukui, JNR, así como la estimación de parámetros de resistencia del suelo presente, a partir de correlaciones con este ensayo. Según artículo Estimativos De

ORLANDO FORERO	ESTUDIO DE SUELOS Y RECOMENDACIONES DE CIMENTACIÓN	ROTHERM INGENIERIA SAS CONSULTORIA ESPECIALIZADA
	VALIDACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CIMENTACIÓN DE UN PREDIO EXISTENTE EN EL MUNICIPIO DE UBATÉ	

Parámetros Efectivos De Resistencia Con El SPT, metodología propuesta Gonzales (2005).

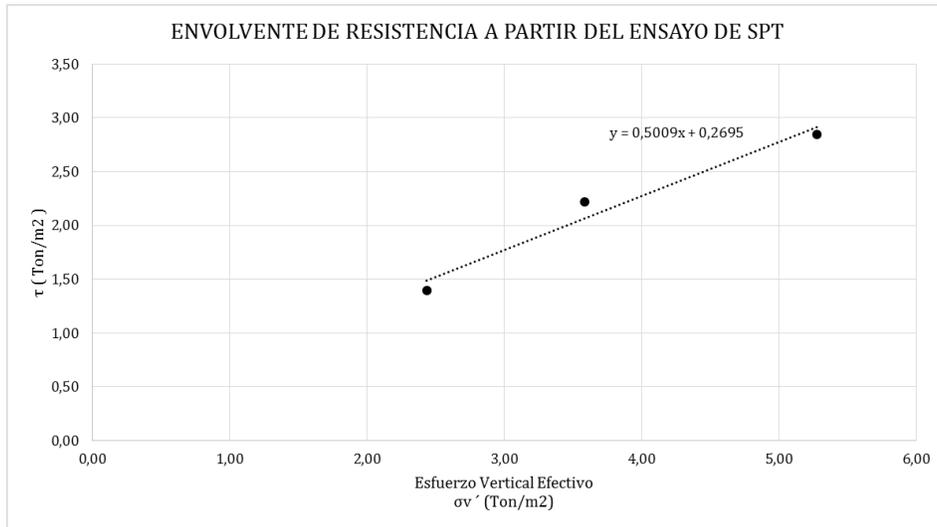


**Figura 13. Perfil de resistencia a partir del SPT para los sondeos del proyecto**

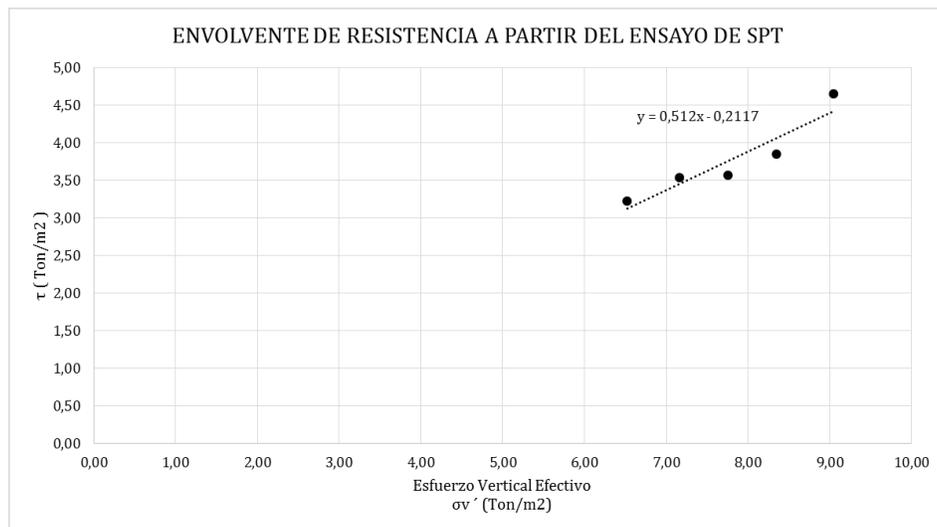
Se observa que los materiales en superficie registran una consistencia media a firme, hasta una profundidad de cercana a las 2.0m; a partir de ese punto se registra una disminución en la consistencia clasificándose los materiales como blandos, lo cual es típico de los depósitos lacustres de la sabana.

A partir del ensayo de penetración estándar se pueden obtener las envolventes de resistencia en el plano ( $\tau$ - $\sigma$ ) y con esto determinar parámetros de resistencia a partir del criterio de falla Mohr-Coulomb. Los resultados de dicho análisis se presentan en las siguientes figuras.

ORLANDO FORERO	ESTUDIO DE SUELOS Y RECOMENDACIONES DE CIMENTACIÓN	ROTHERM INGENIERIA SAS CONSULTORIA ESPECIALIZADA
	VALIDACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CIMENTACIÓN DE UN PREDIO EXISTENTE EN EL MUNICIPIO DE UBATÉ	



**Figura 14. Envolvente de resistencia a partir del ensayo de SPT para el nivel de arcillas de alta plasticidad CH de consistencia firme**



**Figura 15. Envolvente de resistencia a partir del ensayo de SPT para el nivel de arenas arcillosas y arcillas de baja plasticidad**

En el Anexo No 2 se incluyen los registros de perforación de la campaña de investigación del subsuelo.

### 4.3 TIPIFICACIÓN GEOMECÁNICA DEL PERFIL DE SUELO

ORLANDO FORERO	ESTUDIO DE SUELOS Y RECOMENDACIONES DE CIMENTACIÓN	ROTHERM INGENIERIA SAS CONSULTORIA ESPECIALIZADA
	VALIDACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CIMENTACIÓN DE UN PREDIO EXISTENTE EN EL MUNICIPIO DE UBATÉ	

El perfil estratigráfico se caracteriza por la presencia de arcillas consistencia media a firme, pertenecientes a los depósitos de origen lacustre (Q21), constituidos por mantos de arcillas con horizontes de arenas, lodos y lentes de grava. Se caracteriza por formar superficies planas, los cuales se formaron en lo que fue un antiguo lago del cual queda remanentes en la laguna de Cucunubá, Palacios y la Laguna de Fúquene.

De acuerdo con los datos de resistencia obtenidos en los ensayos “in-situ”, con la homogeneidad del perfil y los reportes de los ensayos de laboratorio, se adoptó de manera conservadora para efectos de diseño las propiedades y estratos, reportados en el numeral anterior, tomando como referencia los datos de laboratorio y en algunos casos las correlaciones planteadas por Das (2001), Bowles (1996) y el ICPC (2001), para el cálculo de los parámetros geotécnicos.

#### 4.4 NIVEL FREÁTICO

Una vez terminadas cada una de las perforaciones, se reportó un nivel freático a una profundidad de 3.30m. Se recomienda realizar un manejo adecuado de las aguas de escorrentía durante el proceso constructivo y una vez terminada la construcción, para garantizar la impermeabilidad de la misma.

Así mismo, se destaca que este nivel corresponde a un valor puntual en el tiempo y puede variar según las condiciones de lluvia y manejo de aguas.

#### 4.5 CLASIFICACIÓN SÍSMICA DEL SUELO

De acuerdo a las recomendaciones de la normativa adoptada NSR-10 y en concordancia con el perfil estratigráfico promedio obtenido, el sitio en el que se localiza el proyecto se encuentra en **Zona de amenaza sísmica intermedia**. Por lo anterior, se adoptan para el proyecto los parámetros geosísmicos del subsuelo presentados en la Tabla 6.

ORLANDO FORERO	ESTUDIO DE SUELOS Y RECOMENDACIONES DE CIMENTACIÓN	ROTHERM INGENIERIA SAS CONSULTORIA ESPECIALIZADA
	VALIDACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CIMENTACIÓN DE UN PREDIO EXISTENTE EN EL MUNICIPIO DE UBATÉ	

Tipo de perfil	Descripción	Definición
A	Perfil de roca competente	$\bar{v}_s \geq 1500$ m/s
B	Perfil de roca de rigidez media	$1500 \text{ m/s} > \bar{v}_s \geq 760$ m/s
C	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$760 \text{ m/s} > \bar{v}_s \geq 360$ m/s
	perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios	$\bar{N} \geq 50$ , o $\bar{s}_u \geq 100$ kPa ( $\approx 1$ kgf/cm <sup>2</sup> )
D	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$360 \text{ m/s} > \bar{v}_s \geq 180$ m/s
	perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones	$50 > \bar{N} \geq 15$ , o $100 \text{ kPa} (\approx 1 \text{ kgf/cm}^2) > \bar{s}_u \geq 50$ kPa ( $\approx 0.5$ kgf/cm <sup>2</sup> )
E	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$180 \text{ m/s} > \bar{v}_s$
	perfil que contiene un espesor total <b>H</b> mayor de 3 m de arcillas blandas	$IP > 20$ $w \geq 40\%$ $50 \text{ kPa} (\approx 0.50 \text{ kgf/cm}^2) > \bar{s}_u$
F	Los perfiles de suelo tipo <b>F</b> requieren una evaluación realizada explícitamente en el sitio por un ingeniero geotecnista de acuerdo con el procedimiento de A.2.10. Se contemplan las siguientes subclases: F <sub>1</sub> — Suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como: suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc. F <sub>2</sub> — Turba y arcillas orgánicas y muy orgánicas ( <b>H</b> > 3 m para turba o arcillas orgánicas y muy orgánicas). F <sub>3</sub> — Arcillas de muy alta plasticidad ( <b>H</b> > 7.5 m con Índice de Plasticidad <b>IP</b> > 75) F <sub>4</sub> — Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda ( <b>H</b> > 36 m)	

**Tabla 5. Clasificación del perfil de suelo. NSR-10**

Perfil de Suelo	D
Zona de amenaza sísmica	Intermedia (Ubaté)
Coefficiente de aceleración horizontal pico efectiva	$A_a = 0.15$
Coefficiente de velocidad horizontal pico efectiva	$A_v = 0.20$

**Tabla 6. Parámetros para caracterización sísmica (Tomados del Título A, NSR-10)**

Para tener en cuenta los efectos sísmicos locales, de acuerdo con las recomendaciones del numeral A.2.4.4., y del numeral A.2.4.5., de la NSR-10, el perfil de suelo correspondiente al proyecto es de Tipo E; al cual le corresponden los valores de coeficiente de amplificación que afecta la aceleración en la zona de periodos cortos (Fa) y el coeficiente de amplificación que afecta la aceleración en la zona de periodos intermedios (Fv), tomadas de la NSR-10.

ORLANDO FORERO	ESTUDIO DE SUELOS Y RECOMENDACIONES DE CIMENTACIÓN	ROTHERM INGENIERIA SAS CONSULTORIA ESPECIALIZADA
	VALIDACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CIMENTACIÓN DE UN PREDIO EXISTENTE EN EL MUNICIPIO DE UBATÉ	

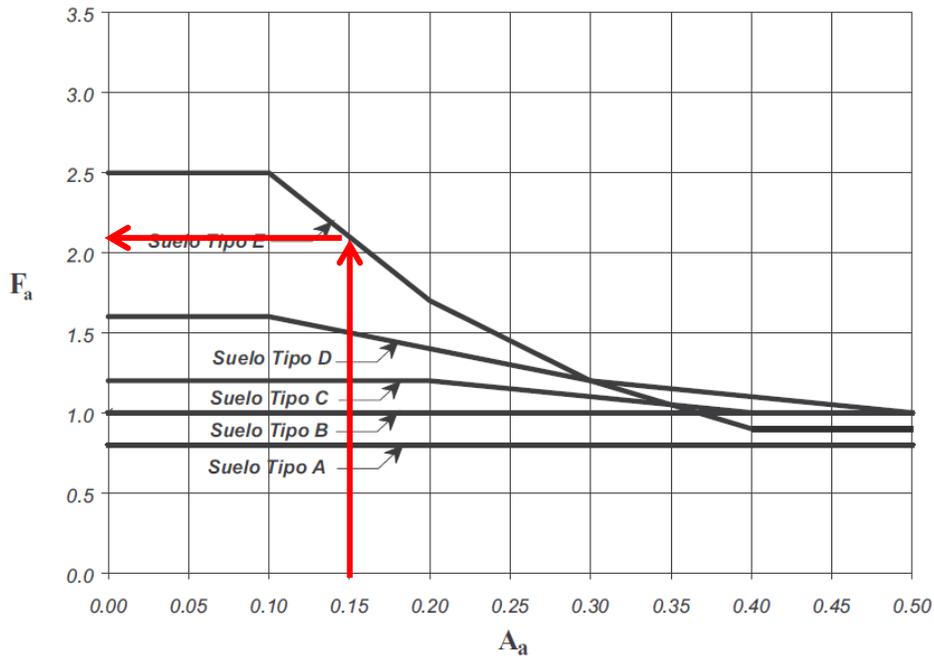


Figura 16. Valores del coeficiente  $F_a$ , para la zona de periodos cortos del espectro (Tomados del Título A, NSR-10)

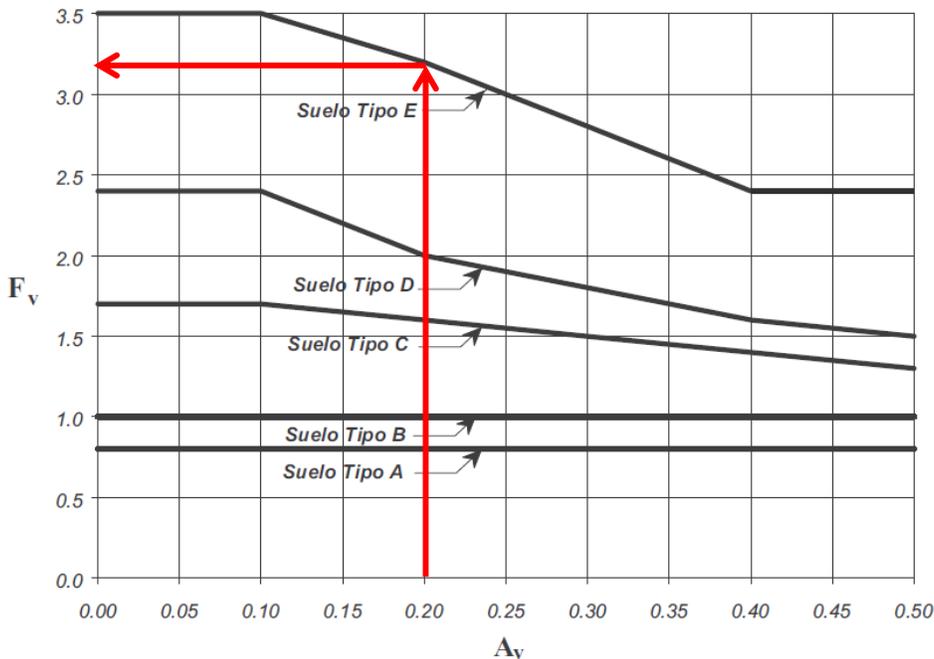


Figura 17. Valores del coeficiente  $F_v$ , para la zona de periodos intermedios del espectro (Tomados del Título A, NSR-10)

ORLANDO FORERO	ESTUDIO DE SUELOS Y RECOMENDACIONES DE CIMENTACIÓN	ROTHERM INGENIERIA SAS CONSULTORIA ESPECIALIZADA
	VALIDACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CIMENTACIÓN DE UN PREDIO EXISTENTE EN EL MUNICIPIO DE UBATÉ	

El espectro de aceleración para el diseño estructural de los puentes debe realizarse empleando la información de la Tabla 6.

#### 4.6 ASIGNACION DE PARAMETROS GEOMECHANICOS

Con base en los ensayos de caracterización y de campo, y la información de referencia consultada se asignaron a los estratos del perfil promedio para la zona las siguientes propiedades geomecánicas:

A5H9F-5 @	D5F'	GDH'		6 CF5HCF-C'		6-6 @F9: '		8-G9wC'
$\phi_{CD}$ $\hat{O} \hat{S} \hat{U} \hat{a} \hat{D}$ $\hat{O} \hat{S} \hat{U} \hat{a} \hat{D}$ $\gamma \hat{S} \hat{P} \hat{D} \hat{H} \hat{D}$ $\hat{O} \hat{S} \hat{U} \hat{a} \hat{D}$	$\phi_{CD}$	ËÄ	ËÄ	ËÄ	ËÄ	ËÄ	ËÄ	ËÄ
	$\hat{O} \hat{S} \hat{U} \hat{a} \hat{D}$	ËÄ	ËÄ	ËÄ	ËÄ	ËÄ	ËÄ	ËÄ
	$\hat{O} \hat{S} \hat{U} \hat{a} \hat{D}$	ËÄ	ËÄ	ËÄ	ËÄ	ËÄ	ËÄ	ËÄ
	$\gamma \hat{S} \hat{P} \hat{D} \hat{H} \hat{D}$	ËÄ	ËÄ	ËÄ	ËÄ	ËÄ	ËÄ	ËÄ
	$\hat{O} \hat{S} \hat{U} \hat{a} \hat{D}$	ËÄ	ËÄ	ËÄ	ËÄ	ËÄ	ËÄ	ËÄ
$\phi_{CD}$ $\hat{O} \hat{S} \hat{U} \hat{a} \hat{D}$ $\hat{O} \hat{S} \hat{U} \hat{a} \hat{D}$ $\gamma \hat{S} \hat{P} \hat{D} \hat{H} \hat{D}$ $\hat{O} \hat{S} \hat{U} \hat{a} \hat{D}$ $\wedge \hat{E} \hat{A}$ $\hat{O} \hat{A}$ $\hat{O} \cdot \hat{A}$ $\hat{O} \hat{i} \hat{A}$ $\sigma \hat{U} \hat{a} \hat{D}$ $\hat{O} \hat{c} \hat{A}$ $\hat{O} \hat{c} \hat{A}$	$\phi_{CD}$	G È Á	H È Á	ËÄ	ËÄ	GEÁ	G Í Á	G Í Á
	$\hat{O} \hat{S} \hat{U} \hat{a} \hat{D}$	GEÁ	ËÄ	ËÄ	ËÄ	FEÁ	GEÁ	FEÁ
	$\hat{O} \hat{S} \hat{U} \hat{a} \hat{D}$	JJÈ Á	FÌ È Á	HÌ È Á	GÌ È Á	Í È Á	FEÈ Á	HÌ È Á
	$\gamma \hat{S} \hat{P} \hat{D} \hat{H} \hat{D}$	ËÄ	ËÄ	FJÈ Á	GEÈ Á	FÌ Á	GEÁ	GEÁ
	$\hat{O} \hat{S} \hat{U} \hat{a} \hat{D}$	FFJI È Á	GGÍ HÁ	Á	Á	Í È È Á	FÍ È È Á	FEÈ È È È Á
	$\wedge \hat{E} \hat{A}$	ËÄ	ËÄ	ÈÈ H FÁ	ÈÈ Í HÁ	ÈÈ Í Á	ÈÈ Í Á	ÈÈ H FÁ
	$\hat{O} \hat{A}$	ËÄ	ËÄ	ÈÈ H FÁ	ÈÈ H Í Á	ÈÈ Á	ÈÈ Á	ÈÈ H FÁ
	$\hat{O} \cdot \hat{A}$	ËÄ	ËÄ	ÈÈ G Á	ÈÈ G Á	ËÄ	ËÄ	ÈÈ G Á
	$\hat{O} \hat{i} \hat{A}$	Á	Á	ÈÈ Í È Á	ÈÈ Í Á	Á	Á	ÈÈ Í È Á
	$\sigma \hat{U} \hat{a} \hat{D}$	ËÄ	ËÄ	FFÌ È Á	FG È È Á	ËÄ	ËÄ	FFÌ È È Á
$\hat{O} \hat{c} \hat{A}$	ËÄ	ËÄ	ÈÈ Í Á	ÈÈ J Á	ÈÈ G Á	ÈÈ G FÁ	ÈÈ Í Á	
$\hat{O} \hat{c} \hat{A}$	ËÄ	ËÄ	ÈÈ Í Á	ÈÈ J Á	ÈÈ G Á	ÈÈ G FÁ	ÈÈ Í Á	
$\phi_{CD}$ $\hat{O} \hat{S} \hat{U} \hat{a} \hat{D}$ $\hat{O} \hat{S} \hat{U} \hat{a} \hat{D}$ $\gamma \hat{S} \hat{P} \hat{D} \hat{H} \hat{D}$ $\hat{O} \hat{S} \hat{U} \hat{a} \hat{D}$	$\phi_{CD}$	G È Á	G È Á	Á	Á	HEÁ	H Í Á	G Í Á
	$\hat{O} \hat{S} \hat{U} \hat{a} \hat{D}$	Á	Á	Á	Á	GÁ	Í Á	Í Á
	$\hat{O} \hat{S} \hat{U} \hat{a} \hat{D}$	FÌ È Á	Ì H È Á	G H È Á	GÌ È Á	FEÁ	Í È Á	G Í Á
	$\gamma \hat{S} \hat{P} \hat{D} \hat{H} \hat{D}$	Á	Á	FJÈ Á	GEÈ Á	FÌ Á	GEÁ	GEÁ
	$\hat{O} \hat{S} \hat{U} \hat{a} \hat{D}$	GGÍ È Á	FEÈ È È È Á	Á	Á	FEÈ È È È Á	GEÈ È È È Á	GEÈ È È È Á

Tabla 7. Parámetros geo mecánicos adoptados para el diseño

ORLANDO FORERO	ESTUDIO DE SUELOS Y RECOMENDACIONES DE CIMENTACIÓN	ROTHERM INGENIERIA SAS CONSULTORIA ESPECIALIZADA
	VALIDACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CIMENTACIÓN DE UN PREDIO EXISTENTE EN EL MUNICIPIO DE UBATÉ	

Donde:

- $\phi$  ángulo de fricción interna
- $c$  Cohesión efectiva
- $c_u$  Cohesión no drenada
- $\gamma$  Peso unitario total
- $E$  Módulo de elasticidad
- $e_0$  Relación de vacíos inicial
- $\alpha$  Coeficiente de compresión
- $\alpha_r$  Coeficiente de recompresión
- $\sigma_c$  Esfuerzo de preconsolidación
- $\alpha_c$  Coeficiente de consolidación

ORLANDO FORERO	ESTUDIO DE SUELOS Y RECOMENDACIONES DE CIMENTACIÓN	ROTHERM INGENIERIA SAS CONSULTORIA ESPECIALIZADA
	VALIDACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CIMENTACIÓN DE UN PREDIO EXISTENTE EN EL MUNICIPIO DE UBATÉ	

## 5. ANÁLISIS GEOTÉCNICO

Considerando la magnitud de las cargas transmitidas a nivel de cimentación, las características de resistencia de perfil de suelo encontrado y la profundidad de cimentación, a continuación se desarrollan el cálculo y obtención de las capacidades de carga y asentamientos, a partir de las características de los materiales determinadas con ensayos de campo y laboratorio, descritos en los apartados anteriores.

### 5.1 CAPACIDAD PORTANTE

En este análisis se empleó la teoría de capacidad portante basada en el método de equilibrio límite (Numeral H.4., NSR-10). Los factores de capacidad de carga se evaluaron por medio de las expresiones propuestas en el numeral H.4 de la NSR-10 para los parámetros de resistencia efectiva presentados en el apartado; y se hallaron valores de la presión de contacto admisible para un factor de seguridad de tres (3.0) respecto al esfuerzo de plastificación del suelo de fundación ( $\sigma_u$ ). Se empleó el modelo bicapa propuesto por Brown y Meyerhoff (citado en la Bibliografía) para el caso de un suelo homogéneo tipo tresca.

### 5.2 TIPO DE CIMENTACION

Teniendo en cuenta lo obtenido en el plan exploratorio y la magnitud de las cargas aplicadas por la construcción, se presentan a continuación los cálculos de capacidad portante y control de asentamientos, para cimientos rectangulares aislados, con el fin de identificar si las dimensiones existentes garantizan los factores de seguridad la normativa recomienda como mínimos.

Para la evaluación de las alternativas que se presentan a continuación se aplicaron criterios de capacidad de carga y control de asentamientos. La metodología de cálculo de capacidad de carga aplicada es la de Hansen y Vesic (como verificación) y la Teoría Elástica de Timoshenko y Goodier para el cálculo de los asentamientos (Bowles, 1996).

#### 5.2.1 CIMENTACIÓN MEDIANTE ZAPATAS AISLADAS

Esta alternativa de cimentación corresponde a zapatas aisladas en concreto reforzado, las cuales transmitirán las cargas de las columnas al subsuelo.

---

ROTHERM INGENIERIA SAS |  
Carrera 13 No 55-23 - Oficina 305 Bogotá - Colombia  
TEL: 9277823 - 3187726452 - 3203501098  
rothemingenieria@gmail.com  
[www.rothemingenieria.com](http://www.rothemingenieria.com)

ORLANDO FORERO	ESTUDIO DE SUELOS Y RECOMENDACIONES DE CIMENTACIÓN	ROTHEM INGENIERIA SAS CONSULTORIA ESPECIALIZADA
	VALIDACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CIMENTACIÓN DE UN PREDIO EXISTENTE EN EL MUNICIPIO DE UBATÉ	

El estrato de cimentación en todos los casos es el nivel de arcillas de alta plasticidad CH, de consistencia firme de color café a gris oscuro, descrito en el numeral 4.3 y que se encuentra a partir de 0.90/1.20m de profundidad medidos desde el nivel actual del terreno. El nivel de desplante existente en campo es de 1.10m, siendo este valor el que usa en las modelaciones.

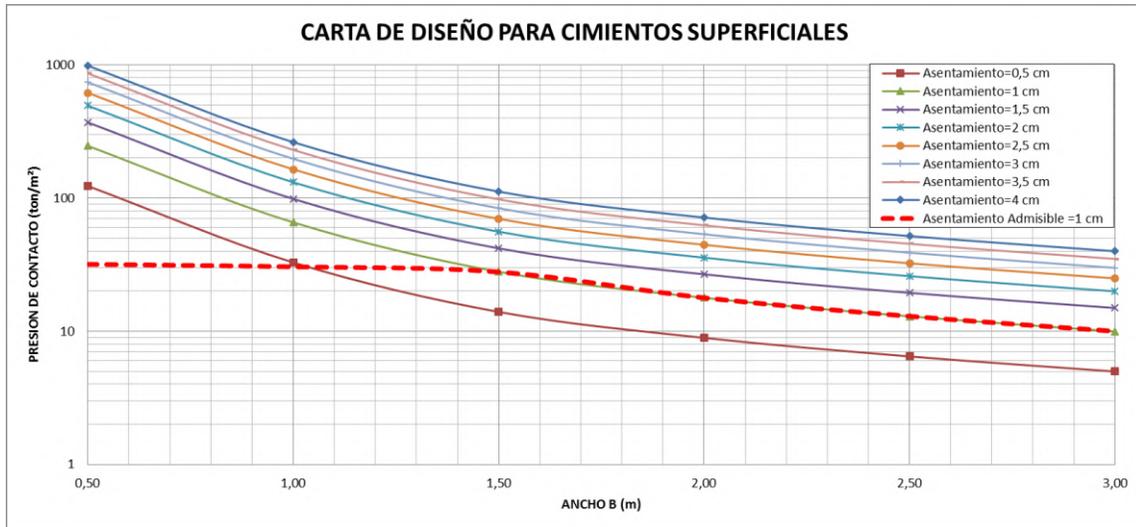
A continuación se presenta un resumen de las recomendaciones y parámetros necesarios para el diseño de la cimentación.

Estrato de cimentación	: Arcillas café oscuro de consistencia firme y alta plasticidad
Capacidad admisible para el diseño	: 9.96 – 31.88ton/m <sup>2</sup>
Factor de seguridad básico mínimo	: 3.0
Ancho mínimo de la zapata	: 1.0m (ancho real 1.10m)
Profundidad de desplante	: 1.10m
Módulo de reacción vertical	: 996.3 – 3187.9 ton/m <sup>3</sup>

En el Capítulo 6 se presentan otras consideraciones de diseño y construcción de esta alternativa.

Cumpliendo con lo establecido de la NSR-10 y teniendo en cuenta los parámetros geomecánicos, se considera una profundidad de cimentación de 1.1m, la cual fue medida en el apique de inspección realizado, y se ejecutan los análisis de capacidad portante. En general, se encontró que la presión de contacto admisible varía entre **9.96T/m<sup>2</sup>** y **31.88T/m<sup>2</sup>** con asentamientos inmediatos inferiores a 1cm, y asentamientos totales incluidos los de consolidación de 8.0cm, de los cuales un porcentaje ya tuvo que desarrollarse teniendo en cuenta que se trata de una estructura existente. En la figura 11 se presentan los nomogramas de diseño del análisis de estabilidad realizado. Los resultados numéricos del análisis realizado se muestran en el Anexo 4 del presente informe.

ORLANDO FORERO	ESTUDIO DE SUELOS Y RECOMENDACIONES DE CIMENTACIÓN	ROTHERM INGENIERIA SAS CONSULTORIA ESPECIALIZADA
	VALIDACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CIMENTACIÓN DE UN PREDIO EXISTENTE EN EL MUNICIPIO DE UBATÉ	



**Figura 18. Capacidad portante admisible para cimientos cuadrados**

ORLANDO FORERO	ESTUDIO DE SUELOS Y RECOMENDACIONES DE CIMENTACIÓN	ROTHEM INGENIERIA SAS CONSULTORIA ESPECIALIZADA
	VALIDACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CIMENTACIÓN DE UN PREDIO EXISTENTE EN EL MUNICIPIO DE UBATÉ	

## 6. ASENTAMIENTOS ESPERADOS

De acuerdo con los materiales encontrados, la posición del nivel freático y la magnitud de las cargas, para el sistema de cimentación existente, se estimaron asentamientos teóricos máximos menores a 8.0 cm para el caso de apoyarse la cimentación sobre los depósitos de origen lacustre compuestos de arcillas de color gris y consistencia firme. Cabe resaltar que según los resultados arrojados por el análisis del proceso de consolidación con respecto al tiempo (Figura 20), el 100% de este asentamiento, para la carga de trabajo de la zapata de 1.1m X 1.1m, se dio durante el primer año de vida útil de la estructura. Igualmente, estos valores de asentamiento se consideran aceptables para este tipo de estructura, y fueron evaluados según la teoría de la elasticidad y de la consolidación.

A continuación se presentan los resultados obtenidos para la validación de la cimentación mediante zapatas aisladas.

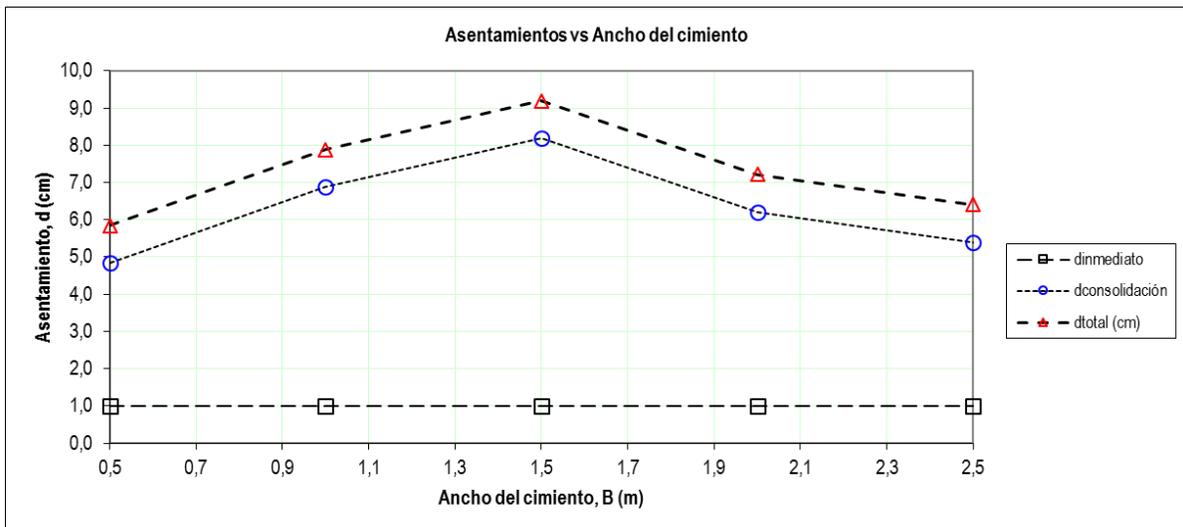
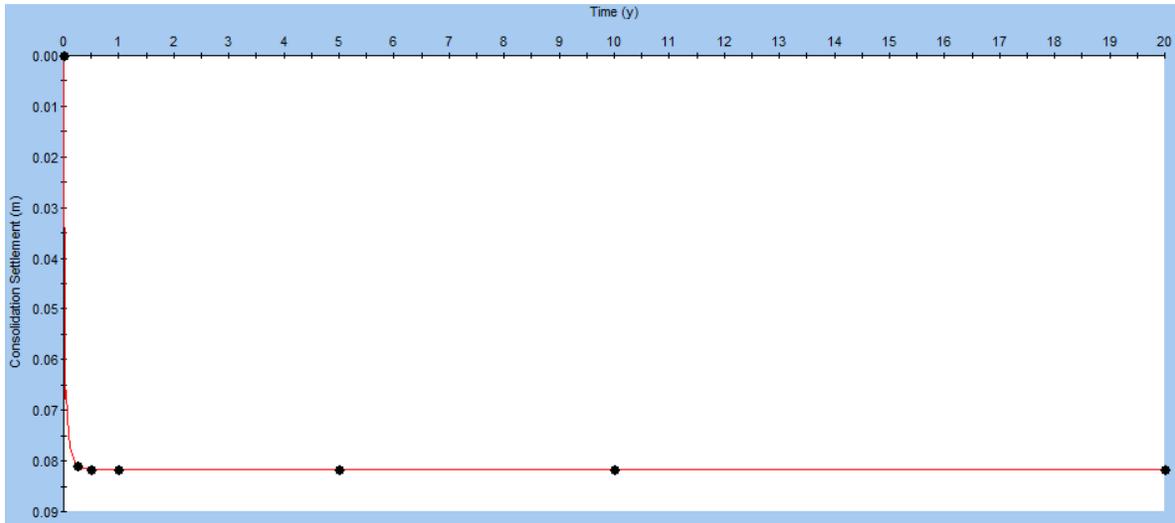


Figura 19. Asentamiento total calculado para cimientos cuadrados

ORLANDO FORERO	ESTUDIO DE SUELOS Y RECOMENDACIONES DE CIMENTACIÓN	ROTHERM INGENIERIA SAS CONSULTORIA ESPECIALIZADA
	VALIDACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CIMENTACIÓN DE UN PREDIO EXISTENTE EN EL MUNICIPIO DE UBATÉ	



**Figura 20. Tasa de consolidación para la carga de trabajo de una zapata de 1.1m X 1.1m**

ORLANDO FORERO	ESTUDIO DE SUELOS Y RECOMENDACIONES DE CIMENTACIÓN	ROTHERM INGENIERIA SAS CONSULTORIA ESPECIALIZADA
	VALIDACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CIMENTACIÓN DE UN PREDIO EXISTENTE EN EL MUNICIPIO DE UBATÉ	

## 7. OTRAS CONSIDERACIONES DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

### 7.1 GENERALES

- Á Para todas las cimentaciones a realizar, se deberá garantizar el retiro total de cualquier tipo de escombros, material deletéreo o con contenido de materia orgánica.
- Á En el caso que se requiera, deberá sobre excavarse para retirar este material y reemplazar con material seleccionado o concreto ciclópeo.
- Á Se recomienda que el estrato portante sea lo menos trabajado posible. Por lo cual, solo se alcanzará el nivel definitivo una vez se disponga de todos los elementos necesarios para las tareas de construcción de la cimentación. Dado el caso que se requiera avanzar en las labores de excavación se propone realizarlas hasta un nivel mínimo de 0.20m por encima del nivel definitivo, a manera de protección.
- Á En el caso que por la topografía sea necesario realizar cortes o rellenos para la generación de una plataforma plana bajo el área de las estructuras, se recomienda que se prefiera realizar cortes en lugar de rellenos. En ningún caso se podrá aceptar que la estructura quede apoyada una parte en corte y otra en relleno, ya que los asentamientos diferenciales asociados podrían generar problemas a futuro.
- Á Si es necesaria la implementación de rellenos arquitectónicos, éstos deberán realizarse con material seleccionado según especificación consignada en el numeral 7.4.

### 7.2 ZAPATAS

- Á Para las zapatas aisladas que por motivos de espacio no puedan ser cuadradas, se deberá mantener el área resultante, de acuerdo a la capacidad portante de diseño, tratando en lo posible que el largo sea dos veces el ancho.
- Á En el caso que sea necesario dejar abierta una excavación por más de 24 horas, una vez alcanzado el nivel de cimentación establecido, se deberá colocar sobre éste una capa de concreto pobre de 0.05m de espesor.
- Á En los casos que se encuentren taludes o cortes cercanos, deberá garantizarse que la profundidad de cimentación de cada una de las zapatas tenga un recubrimiento mínimo horizontal al borde del talud igual a 2 veces el ancho de

ORLANDO FORERO	ESTUDIO DE SUELOS Y RECOMENDACIONES DE CIMENTACIÓN	ROTHERM INGENIERIA SAS CONSULTORIA ESPECIALIZADA
	VALIDACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CIMENTACIÓN DE UN PREDIO EXISTENTE EN EL MUNICIPIO DE UBATÉ	

la zapata, con el fin de mantener los valores de capacidad admisible consignados en este estudio.

- Á El Asesor estructural deberá verificar que la carga quede sobre el tercio medio del cimiento con el fin de evitar sobrefatigas o esfuerzos negativos bajo el elemento de cimentación.

### 7.3 EXCAVACIÓN

- Á En caso de requerir excavaciones con alturas mayores a la crítica, se pueden ejecutar por medio mecánicos convencionales con taludes 1.0H: 1.5.0V (ver anexo 4, memoria de cálculos, altura crítica) se recomienda el humedecimiento de la pared expuesta o el recubrimiento con mortero (pañete) para evitar la erosión de los taludes.
- Á Se realizó un análisis de estabilidad para excavaciones temporales, en la etapa de construcción, y se encontró que se pueden disponer dichas excavaciones en talud vertical (90°), con una altura máxima de 1.2m, con protección temporal de entibado continuo, en caso de necesitar alturas mayores se recomienda disponer de taludes con pendientes indicadas y de bermas intermedias de 1.5m de ancho mínimo, estas se recomiendan en contra pendiente para evitar procesos de infiltración. Lo anterior debe sumarse a la primera recomendación de humedecimiento o recubrimiento con mortero.

### 7.4 MATERIAL SELECCIONADO

En el caso de requerir algún tipo de relleno, se dan las siguientes recomendaciones:

- Á Se deberá utilizar un material granular que deberá cumplir con los requerimientos de las normas INVIAS : INV E-123, INV E-14, INV E-125, E-126 , y los demás a los que la norma se refiera. Los valores de C.B.R. indicados en la Tabla No.220.1 corresponden a la densidad mínima exigida en el aparte 220.5.3 del Artículo 220 del INVIAS.
- Á El material deberá ser compactado en capas no mayores a 0.15m de espesor o según especificaciones del vibrocompactador. Para cada capa se deberá garantizar por lo menos una densidad mínima de 95% de la densidad máxima obtenida en el ensayo *Proctor Modificado*. Para su verificación, se recomienda realizar un ensayo de densidad en campo para cada 1500m<sup>3</sup> de cada una de las capas compactadas o en común acuerdo con la Interventoría de proyecto.

ORLANDO FORERO	ESTUDIO DE SUELOS Y RECOMENDACIONES DE CIMENTACIÓN	ROTHEM INGENIERIA SAS CONSULTORIA ESPECIALIZADA
	VALIDACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CIMENTACIÓN DE UN PREDIO EXISTENTE EN EL MUNICIPIO DE UBATÉ	

- Á Previo a la colocación del material, se recomienda realizar un mejoramiento de la subrasante según lo indicado en el numeral 5.2.
- Á En el caso que se presente un alto contenido de agua en el sitio donde se colocará el relleno que imposibilite su compactación, se recomienda mezclarlo con cemento en una proporción de 3% en peso.
- Á A manera de separación entre el relleno y el material natural se podrá colocar un geotextil “no tejido” tipo NT-1800 ó similar.

## 7.5 MANEJO DE AGUAS

- Á En lo posible, para el control de los efectos de humedad bajo la cimentación donde la estructura límite con zonas verdes, se recomienda construir un andén perimetral de mínimo 1.0m de ancho con pendiente hacia el exterior. Adicionalmente, un sistema de canales y cunetas que encaucen rápida y eficientemente las aguas de escorrentía al sistema general de desagüe del proyecto.
- Á Es posible que durante construcción se requiera la implementación de un sistema temporal de captación y desagüe de las aguas de escorrentía, si la construcción coincide con la época de lluvias. Este sistema podrá ser conformado por filtros temporales, cañuelas, zanjas, etc.
- Á Las obras de paisajismo relacionadas con irrigación de plantas y jardines, deberán separarse convenientemente de las estructuras adyacentes.

ORLANDO FORERO	ESTUDIO DE SUELOS Y RECOMENDACIONES DE CIMENTACIÓN	ROTHERM INGENIERIA SAS CONSULTORIA ESPECIALIZADA
	VALIDACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CIMENTACIÓN DE UN PREDIO EXISTENTE EN EL MUNICIPIO DE UBATÉ	

## 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Á El perfil encontrado en el sitio corresponde a niveles de depósito cuaternario cuya génesis se asocia a procesos de depositación sedimentaria, conformados por arcillas de consistencia firme en superficie a media en la medida que se avanza en profundidad, de color gris y café oscuro, a café claro y habano.
- Á Se debe tener en cuenta que la validación de la cimentación se realizó con base en la inspección que se realizó a dos elementos que conforman la misma, siendo estos zapatas aisladas con un ancho de base de 1.10m y un nivel de desplante de 1.10m.
- Á Se realizó un avalúo preliminar de cargas a partir de las luces suministradas en el diseño arquitectónico. Se encontró que para las dimensiones de cimentación evaluadas en campo se tiene una capacidad de carga admisible de 32.07t/m<sup>2</sup>, valor que corresponde a al valor mínimo que se estableció para la luz máxima entre columnas. Cabe resaltar que este valor debe cargarse debe ser verificado por el especialista estructural.
- Á La capacidad portante para la cimentación de las estructuras, para la alternativa de cimientos cuadrados, se resume a continuación:

•Á Estrato de cimentación	: Arcillas café oscuro de consistencia firme y alta plasticidad
•Á Capacidad admisible para el diseño	: 9.96 – 31.88ton/m <sup>2</sup>
•Á Factor de seguridad básico mínimo	: 3.0
•Á Ancho mínimo de la zapata	: 1.0m (ancho real 1.10m)
•Á Profundidad de desplante	: 1.10m
•Á Módulo de reacción vertical	: 996.3 – 3187.9 ton/m <sup>3</sup>

<b>ORLANDO FORERO</b>	<b>ESTUDIO DE SUELOS Y RECOMENDACIONES DE CIMENTACIÓN</b>	<b>ROTHEM INGENIERIA SAS CONSULTORIA ESPECIALIZADA</b>
	VALIDACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CIMENTACIÓN DE UN PREDIO EXISTENTE EN EL MUNICIPIO DE UBATÉ	

## 9. BIBLIOGRAFÍA

Como parte de este estudio se utilizó la siguiente bibliografía:

- Á BOWLES, J. (1996), "Foundation Analysis and Design" 5<sup>th</sup> Edition, McGraw-Hill.
- Á DAS, B. (2001), "Fundamentos de Ingeniería Geotécnica", Thomson Learning.
- Á "Norma Sismo Resistente" NSR -10
- Á DAS, B. (2001), "Advanced Soil Mechanics", Taylos & Francis.
- Á KRAMER S. 1996 "Geotechnical Earthquake Engineering". Prentice Hall

ORLANDO FORERO	ESTUDIO DE SUELOS Y RECOMENDACIONES DE CIMENTACIÓN	ROTHEM INGENIERIA SAS CONSULTORIA ESPECIALIZADA
	VALIDACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CIMENTACIÓN DE UN PREDIO EXISTENTE EN EL MUNICIPIO DE UBATÉ	

## 10. ALCANCES DEL ESTUDIO

Las recomendaciones contenidas en este informe están basadas en las condiciones del subsuelo establecidas como típicas a partir de los trabajos de investigación del subsuelo descritos, de acuerdo con la práctica normal en geotecnia.

Aunque se considera que el alcance de los trabajos fue el adecuado para definir las condiciones del subsuelo, durante la ejecución de obras cercanas o durante la ejecución de la obra objeto del presente estudio, podrán observarse condiciones del subsuelo diferentes a las establecidas como típicas. Si esto llegase a ocurrir, por ningún motivo debe interpretarse esta situación como una exploración del subsuelo deficiente, estas situaciones son consideradas normales en la práctica de la ingeniería.

Si las características del proyecto cambian, o si se tiene alguna duda respecto al presente documento, deberá informarse de inmediato a esta empresa, con el fin de efectuar las modificaciones y aclaraciones a que hubiere lugar.

Las dimensiones finales del sistema de cimentación a construir dependerán del resultado de diseños estructurales definitivos, pueden usarse el presente informe como base primordial para dicho diseño, pero no se establece en el presente documento la geometría definitiva para la fundación de las estructuras propuestas.

Este documento no podrá ser alterado o modificado sin autorización explícita de esta compañía.

**ROTHEM INGENIERIA S.A.S**



**NELSON FELIPE MORENO CARDONA**

Gerente General

Mat 25202-247785 CND

*\*El presente estudio fue elaborado por el ingeniero Carlos Eduardo Torres Romero y supervisado por el Ingeniero Nelson Felipe Moreno Cardona.*

**ROTHEM INGENIERIA SAS**

Carrera 13 No 55-23 - Oficina 305 Bogotá - Colombia

TEL: 9277823 - 3187726452 - 3203501098

rothemingenieria@gmail.com

[www.rothemingenieria.com](http://www.rothemingenieria.com)

<b>ORLANDO FORERO</b>	<b>ESTUDIO DE SUELOS Y RECOMENDACIONES DE CIMENTACIÓN</b>	<b>ROTHERM INGENIERIA SAS CONSULTORIA ESPECIALIZADA</b>
	VALIDACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CIMENTACIÓN DE UN PREDIO EXISTENTE EN EL MUNICIPIO DE UBATÉ	

## 11. ANEXOS

Como complemento a este informe, se incluyen los siguientes anexos:

Anexo 1 :ÁFiguras y Planos

Plano 1. Geología Regional

Plano 2. Modelo Geológico Geotécnico

Anexo 2 :ÁRegistros de Campo

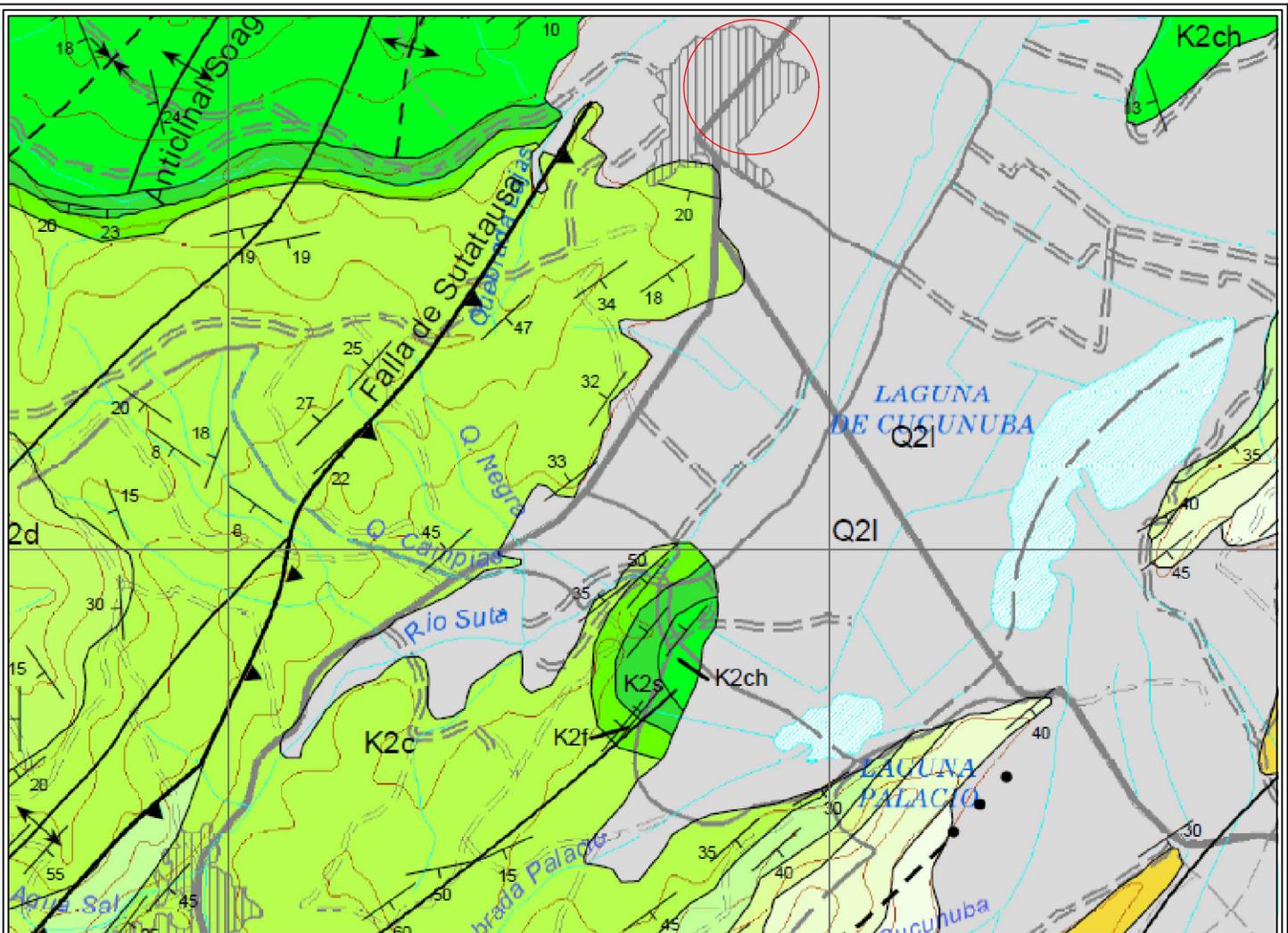
Anexo 3 :ÁEnsayos de Laboratorio

Anexo 4 :ÁMemorias de Cálculo.

Anexo 5 :ÁRegistro Fotográfico

<b>ORLANDO FORERO</b>	<b>ESTUDIO DE SUELOS Y RECOMENDACIONES DE CIMENTACIÓN</b>	<b>ROTHERM INGENIERIA SAS CONSULTORIA ESPECIALIZADA</b>
	VALIDACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CIMENTACIÓN DE UN PREDIO EXISTENTE EN EL MUNICIPIO DE UBATÉ	

## ANEXO 1 FIGURAS Y PLANOS



**Q2I**

Depósitos Lacustres  
Constituidos por horizontes  
de arenas, lodos y lentes  
de grava

**K2c**

Formación Conejo  
Capas de lodolitas grises (shales) en la base con un nivel de calizas  
un intervalo medio lodolítico, con concreciones y un nivel  
lidítico y al techo intercalaciones de areniscas y lodolitas.  
con amonites en el nivel de caliza y lidita  
Edad: Coniaciano-Santoniano

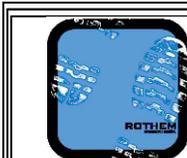
**K2ch**

Formación Churuvita  
Intercalaciones de areniscas y lodolitas con presencia de inoceramios  
y exogiras  
EDAD: Albiano Superior - Cenomaniano

**GEOLOGÍA REGIONAL**

ESCALA 1:50000  
Fuente: Ingeominas, 2014

\*En el círculo rojo se  
encuentra la zona del  
proyecto



Contiene:  
Geología Regional

Indicadas

1 1

Elaboró: Rotthem Ingenieria

Fecha de elaboración: 17/08/2018

# LOCALIZACIÓN DE PERFORACIONES

Estudio de suelos Ubaté

## Leyenda

-  BARRENO MANUAL
-  APIQUE

Carrera 10b

AP1  
BM1  
AP2

Google earth

© 2018 Google

Image © 2019 DigitalGlobe



30 m

<b>ORLANDO FORERO</b>	<b>ESTUDIO DE SUELOS Y RECOMENDACIONES DE CIMENTACIÓN</b>	<b>ROTHERM INGENIERIA SAS CONSULTORIA ESPECIALIZADA</b>
	VALIDACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CIMENTACIÓN DE UN PREDIO EXISTENTE EN EL MUNICIPIO DE UBATÉ	

**ANEXO 2  
REGISTROS DE CAMPO**





**ROTHEM**  
INGENIERÍA

**ROTHEM INGENIERIA SAS**  
CONSULTORÍA ESPECIALIZADA  
DEPARTAMENTO DE GEOTÉCNIA

REGISTRO DE PERFORACIÓN

DFCM97HC.		U04FFJAZEE FAZOUWOW/OOAWOSU U/OCE/CAVOCE/O			
C75 @N57 -B.		W0CE/ AWP/OCE CE/OCE			
7 @BH9.		UUSCE/OU/UUOUU			
HDC'D9F: CF57 -B.		T O P W O S	D9F: CF58CF	ROUZ	GI D9FJ-GCF.
: 97<5 -B7 -C.		FÍ BEJBEFI	: 97<5': -B5 @N57 -B	FÍ BEJBEFI	B=J9 @: F9âH7 C' -B7 -5 @'
D9F: CF57 -CB'BI A9FC.		<b>5D%</b>	<C>5 %89 %		B=J9 @: F9âH7 C' : -B5 @
<b>AI 9GH5</b>			<b>9GH5H; F5: ă'</b>		
P { ^	Ôæ^	U  -EQ D	O[ ] ^.	Û^& à  A D	U  -EQ D
F	Ó	€€€ FEE			€€€ FEE
G	ÚUV	FEE FEE	I I J	FEEÁ	Ú^  ^) [ Á^Á æ'â^â&   • [ Á   ) Á • & { à   • â^Á   ) • d' && } Á   } æ' â^â   Á æ'   æ
					FEE FEE € € &   æ^ Á æ'   æ cæææ   Á æ^ ) æ'OP Eæ^ Á & [   /ææ. Á • & '   EÓ [ ) Á çæ^ ) &ææ^ Á [ cæææ ) Á
ÓU P X O P Ó W P Ó U A		UUMJ   æ   [ ] ; LÁPM' a  Á @   a' LÁU É Ú É Ú M O   [ & a Á M   æ ] [ LÁ M O   • a Á M U d   LÁ U M J   cæ   @   a'			
U Ó Ú Ö Ü X C E W P Ó Ú Á					



<b>ORLANDO FORERO</b>	<b>ESTUDIO DE SUELOS Y RECOMENDACIONES DE CIMENTACIÓN</b>	<b>ROTHERM INGENIERIA SAS CONSULTORIA ESPECIALIZADA</b>
	VALIDACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CIMENTACIÓN DE UN PREDIO EXISTENTE EN EL MUNICIPIO DE UBATÉ	

## ANEXO 3 ENSAYOS DE LABORATORIO

--

<b>F-LE-TEC-001</b>		<b>REGISTRO DE PERFORACION</b>						<b>VERSION 01 ENERO -2018</b>		
<b>Proyecto:</b>		Estudio de Suelos de un Predio de 3 Plantas								
<b>Localizacion:</b>		Calle 10 # 3B -27/29 (Municipio de Ubate)						<b>FECHA:</b> 16 de enero de 2019		
<b>N-W</b>		<b>SONDEO</b>	<b>X</b>			<b>APIQUE</b>		<b>PERFORACION No.</b>	<b>1</b>	
								<b>NIVEL FREATICO (m)</b>	3,30	
PROFUNDIDAD (m)	MUESTRA				No de Golpes x pie			VELETA DE CAMPO	PENETROMETR O BOLSILLO	Descripcion del Subsuelo
	No	TIPO	PROFUNDIDAD (m)		6"	6"	6"			
			DE	A						
0,00										
0,80										Relleno de material arcilloso con escombros de construccion contaminado con basura
1,50	1	SPT	0,90	1,50	5	7	11			Arcilla alta plasticidad con Arena CH café oscuro, vetas de oxido con raices
	2	SPT	1,50	2,03	9	13	15			Arcilla baja plasticidad arenosa CL café oscuro, vetas grises, oxido con raices
3,00	3	SPT	2,30	2,90	7	7	9			Arena arcillosa SC café claro vetas grises, oxido y raices
	4	SPT	2,95	3,55	3	3	6			Arcilla baja plasticidad arenosa CL café claro, vetas grises y de oxido
	5	SPT	3,60	4,20	3	3	6			Arena arcillosa SC con gravas gris claro, vetas cafes con oxido
4,80	6	SPT	4,20	4,80	4	2	2			Arcilla media plasticidad CL gris claro, vetas cafes, oxido
5,40	7	SPT	4,80	5,40	2	2	3			Arena arcillosa con Grava SC gris claro, vetas cafes y oxido
6,20	8	SPT	5,40	6,20	2	4	10			Arena arcillosa SC con gravas café oscuro, vetas de oxido y raices
SONDEO FINALIZADO A 6,20m										



**ROTHEM INGENIERIA SAS**  
CONSULTORIA Y CONTRUCCION  
DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

FT-G-006  
SGC VERSION 001 ENERO 2013  
LIMITES DE CONSISTENCIA

**PROYECTO:** Estudio de Suelos de un Predio de 3 Plantas  
**LOCALIZACION:** Calle 10 # 3B -27/29 (Municipio de Ubate)  
**CLIENTE:** Sr. Orlando Forero  
**DESCRIPCION:** Arcilla alta plasticidad con Arena CH  
café oscuro, vetas de oxido con raices

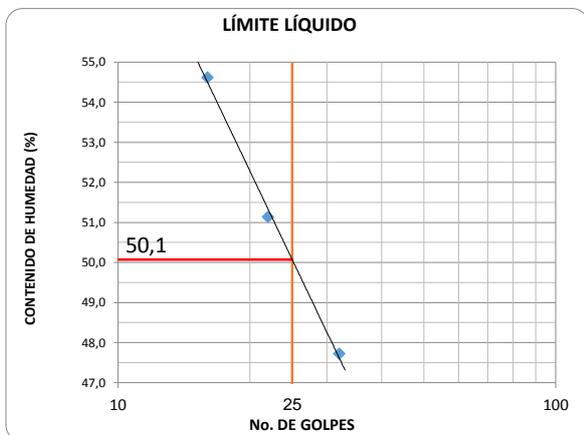
**SONDEO:** 1  
**MUESTRA:** 1  
**PROF. (m):** 0,90 - 1,50  
**FECHA ENSAYO:** 18 de enero de 2019

**LÍMITES DE CONSISTENCIA**  
**LÍMITE LÍQUIDO I.N.V. E - 125 - 07**

Número de golpes	32	22	16
Vidrio No	R101	R160	R116
$W_{r_{mh}}$ (g)	24,46	20,32	24,41
$W_{r_{ms}}$ (g)	19,34	15,58	18,91
$W_{r_{l}}$ (g)	8,61	6,31	8,84
Humedad, w (%)	<b>47,7</b>	<b>51,1</b>	<b>54,6</b>

**LIMITE PLASTICO**

Vidrio No	R154	R7	R403
$W_{r_{mh}}$ (g)	20,8	19,84	62,84
$W_{r_{ms}}$ (g)	18,22	17,20	53,97
$W_{r_{l}}$ (g)	7,67	6,47	15,43
Humedad (%)	<b>24,45</b>	<b>24,60</b>	<b>23,02</b>



**GRANULOMETRÍA I.N.V. E - 123 - 07**

P1 (g) =	77,41	P2 (g) =	13,94
Tamiz Tamaño	Peso Retenido (g)	(%) Retenido	(%) Pasa
4"			100,0
3"			100,0
2 1/2 "			100,0
2"			100,0
1 1/2 "			100,0
1"			100,0
3/4 "			100,0
1/2 "			100,0
3/8 "			100,0
1/4 "			100,0
No 4	1,04	1,3	98,7
No 10	2,36	3,0	95,6
No 16	3,33	4,3	91,3
No 40	2,45	3,2	88,1
No 100	3,47	4,5	83,7
No 200	1,29	1,7	82,0
	63,47	82,0	

**RESULTADOS**

Límite Líquido :	<b>50,1</b>
Límite Plástico :	<b>24,5</b>
Índice Plasticidad :	<b>25,5</b>
Humedad natural:	<b>23,0</b>
USCS:	<b>Suelo de partículas finas.</b> Arcilla alta plasticidad con Arena CH
Índice de Grupo :	22,0
AASHTO :	<b>Material limoso-arenoso</b> Pobre a malo como subbase A-7-6 Suelo arcilloso
Gravas (%)	1,3
arenas (%)	16,7
finos (%)	82,0

**OBSERVACIONES** Descripción a partir del reconocimiento visual de la muestra

**NELSON FELIPE MORENO CARDONA**  
REPRESENTANTE LEGAL



**ROTHEM**  
INGENIERIA

**ROTHEM INGENIERIA SAS**  
CONSULTORIA Y CONTRUCCION  
DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

FT-G-005  
SGC VERSIÓN 01 ENERO DE 2013  
GRANULOMETRIA POR TAMIZADO

**PROYECTO:** Estudio de Suelos de un Predio de 3 Plantas  
**LOCALIZACIÓN:** Calle 10 # 3B -27/29 (Municipio de Ubate)  
**CLIENTE:** Sr. Orlando Forero  
**DESCRIPCIÓN:** Arcilla alta plasticidad con Arena CH  
café oscuro, vetas de oxido con raices

**SONDEO:** 1  
**MUESTRA:** 1  
**PROF. (m):** 0,90 - 1,50  
**FECHA ENSAYO:** 18 de enero de 2019

**GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO I.N.V. E – 123 – 07**

Masa antes de lavado (g)			Masa después de lavado (g)		
77,41			13,94		
Tamiz (in)	Tamiz (mm)	M. Retenida (gr)	Retenido (%)	Ret. Acum (%)	Pasa (%)
4"	101,6				100,00
3"	76,2				100,00
2 1/2 "	63,5				100,00
2"	50,8				100,00
1 1/2 "	38,1				100,00
1"	25,4				100,00
3/4 "	19,05				100,00
1/2 "	12,7				100,00
3/8 "	9,525				100,00
1/4 "	6,35				100,00
No 4	4,75	1,04	1,34	1,34	98,66
No 10	2	2,36	3,05	4,39	95,61
No 16	1,18	3,33	4,30	8,69	91,31
No 40	0,425	2,45	3,16	11,86	88,14
No 100	0,150	3,47	4,48	16,34	83,66
No 200	0,075	1,29	1,67	18,01	81,99
fondo		63,47	81,99	100,00	

Límite líquido LL	50,1
Límite plástico LP	24,5
Índice plasticidad IP	25,5
Humedad natural	23,02 %
Pasa tamiz Nº 4 (5mm):	98,66 %
Pasa tamiz Nº 200 (0,080 mm):	81,99 %
D60:	
D30:	
D10 (diámetro efectivo):	
Coefficiente de uniformidad (Cu):	
Grado de curvatura (Cc):	

**SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (S.U.C.S.)**

Suelo de partículas finas.

*Arcilla alta plasticidad con Arena CH*

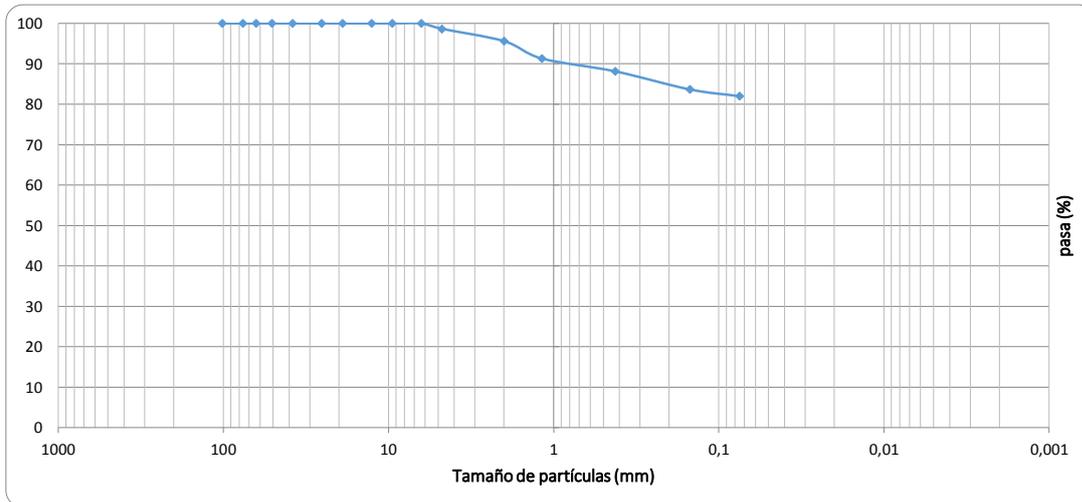
---

**SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO**

Material limoso-arenoso

*Pobre a malo como subbase*

*A-7-6 Suelo arcilloso*



OBSERVACIONES	Descripción a partir del reconocimiento visual de la muestra
---------------	--

**NELSON FELIPE MORENO CARDONA**  
REPRESENTANTE LEGAL

PROYECTO: Estudio de Suelos de un Predio de 3 Plantas  
LOCALIZACIÓN: Calle 10 # 3B -27/29 (Municipio de Ubate)  
CLIENTE: Sr. Orlando Forero  
DESCRIPCIÓN: Arcilla alta plasticidad con Arena CH  
café oscuro, vetas de oxido con raices

SONDEO: 1  
MUESTRA: 1  
PROFUNDIDAD (m): 0,90 - 1,50  
FECHA DE ENSAYO: 4 de diciembre de 2018

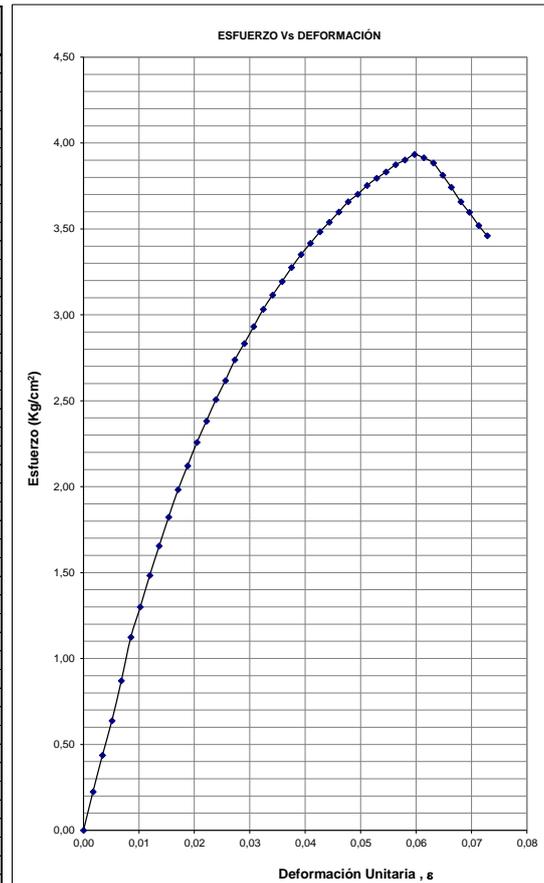
Compresion Inconfinada en Muestras de Suelos I.N.V.E - 152 - 13

DIMENSIONES DE LA MUESTRA	
Diámetro Promedio (cm)	3,171
Altura Promedio (cm)	6,451
Masa Total (g)	101,83
Área (cm <sup>2</sup> )	<b>7,90</b>
Volumen Total (cm <sup>3</sup> )	<b>50,94</b>



CONTENIDO DE HUMEDAD	
RECIPIENTE No.	403
W <sub>muestra hum. + Recipiente</sub>	62,84 (g)
W <sub>muestra seca + Recipiente</sub>	53,97 (g)
W. Recipiente	15,43 (g)
Humedad	23,02 %
Peso Unitario Hum (gm).	<b>2,00</b> g/cm <sup>3</sup>
Peso Unitario Seco (gd).	<b>1,625</b> g/cm <sup>3</sup>

Lectura de Carga (Kg.)	Lectura Def. (mm)	Deformación Total (cm)	Deformación Unitaria e	Área Corrg. cm <sup>2</sup>	Resistencia Kg./cm <sup>2</sup>
0	0	0	0	0	0
1,77	0,11	0,011	0,0017	7,91	0,22
3,46	0,22	0,022	0,0034	7,92	0,44
5,06	0,33	0,033	0,0051	7,94	0,64
6,92	0,44	0,044	0,0068	7,95	0,87
8,94	0,55	0,055	0,0085	7,96	1,12
10,36	0,66	0,066	0,0102	7,98	1,30
11,85	0,77	0,077	0,0119	7,99	1,48
13,24	0,88	0,088	0,0136	8,00	1,65
14,61	0,99	0,099	0,0153	8,02	1,82
15,92	1,10	0,110	0,0171	8,03	1,98
17,06	1,21	0,121	0,0188	8,05	2,12
18,20	1,32	0,132	0,0205	8,06	2,26
19,23	1,43	0,143	0,0222	8,07	2,38
20,27	1,54	0,154	0,0239	8,09	2,51
21,20	1,65	0,165	0,0256	8,10	2,62
22,22	1,76	0,176	0,0273	8,12	2,74
23,03	1,87	0,187	0,0290	8,13	2,83
23,88	1,98	0,198	0,0307	8,15	2,93
24,74	2,09	0,209	0,0324	8,16	3,03
25,46	2,20	0,220	0,0341	8,17	3,11
26,15	2,31	0,231	0,0358	8,19	3,19
26,86	2,42	0,242	0,0375	8,20	3,27
27,53	2,53	0,253	0,0392	8,22	3,35
28,12	2,64	0,264	0,0409	8,23	3,42
28,72	2,75	0,275	0,0426	8,25	3,48
29,24	2,86	0,286	0,0443	8,26	3,54
29,78	2,97	0,297	0,0460	8,28	3,60
30,33	3,08	0,308	0,0477	8,29	3,66
30,74	3,19	0,319	0,0494	8,31	3,70
31,23	3,30	0,330	0,0512	8,32	3,75
31,63	3,41	0,341	0,0529	8,34	3,79
32,00	3,52	0,352	0,0546	8,35	3,83
32,41	3,63	0,363	0,0563	8,37	3,87
32,69	3,74	0,374	0,0580	8,38	3,90
33,02	3,85	0,385	0,0597	8,40	3,93
32,92	3,96	0,396	0,0614	8,41	3,91
32,73	4,07	0,407	0,0631	8,43	3,88
32,18	4,18	0,418	0,0648	8,44	3,81
31,65	4,28	0,428	0,0663	8,46	3,74
30,99	4,39	0,439	0,0681	8,47	3,66
30,52	4,49	0,449	0,0696	8,49	3,60
29,92	4,60	0,460	0,0713	8,50	3,52
29,46	4,70	0,470	0,0729	8,52	3,46



Observaciones:

RESULTADOS	
$q_u$ (Kg./cm <sup>2</sup> )	<b>3,93</b>
$C_u$ (Kg./cm <sup>2</sup> )	<b>1,97</b>
Consistencia del suelo	Muy Firme

JUAN CARLOS SANCHEZ Z.  
LABORATORISTA

INGENIERO: MARIA ALEJANDRA GUZMAN P.  
REVISO

**PROYECTO:** Estudio de Suelos de un Predio de 3 Plantas  
**LOCALIZACIÓN:** Calle 10 # 3B -27/29 (Municipio de Ubate)  
**CLIENTE:** Sr. Orlando Forero  
**DESCRIPCIÓN:** Arcilla baja plasticidad arenosa CL  
 café oscuro, vetas grises, oxido con raices

**SONDEO:** 1  
**MUESTRA:** 2  
**PROF. (m):** 1,50 - 2,03  
**FECHA ENSAYO:** 18 de enero de 2019

**LÍMITES DE CONSISTENCIA**
**LÍMITE LÍQUIDO I.N.V. E – 125 – 07**

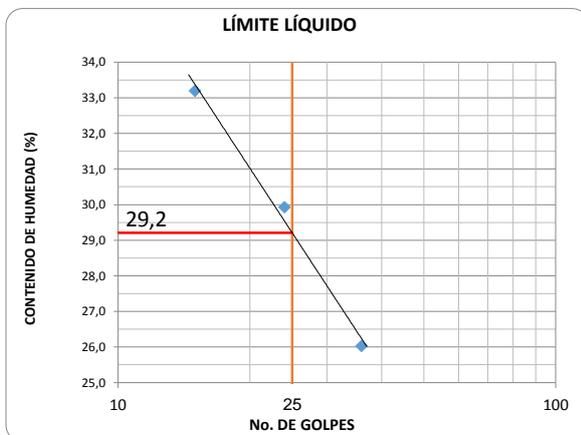
Número de golpes	36	24	15
Vidrio No	R113	R79	R146
$W_{rmh}$ (g)	20,07	24,59	19,06
$W_{rms}$ (g)	17,61	20,64	15,94
$W_{rl}$ (g)	8,16	7,44	6,54
Humedad, w (%)	<b>26,0</b>	<b>29,9</b>	<b>33,2</b>

**LÍMITE PLÁSTICO**

Vidrio No	R84	R250	R92
$W_{rmh}$ (g)	19,07	19,7	80,82
$W_{rms}$ (g)	17,15	17,90	72,62
$W_{rl}$ (g)	6,32	8,06	25,43
Humedad (%)	<b>17,73</b>	<b>18,29</b>	<b>17,38</b>

**GRANULOMETRÍA I.N.V. E – 123 – 07**

P1 (g) =	60,33	P2 (g) =	25,76
Tamiz Tamaño	Peso Retenido (g)	(%) Retenido	(%) Pasa
4"			100,0
3"			100,0
2 1/2 "			100,0
2"			100,0
1 1/2 "			100,0
1"			100,0
3/4 "			100,0
1/2 "			100,0
3/8 "			100,0
1/4 "			100,0
No 4			100,0
No 10			100,0
No 16	0,02	0,0	100,0
No 40	1,32	2,2	97,8
No 100	16,05	26,6	71,2
No 200	8,37	13,9	57,3
	34,57	57,3	


**RESULTADOS**

Límite Líquido :	<b>29,2</b>
Límite Plástico :	<b>18,0</b>
Índice Plasticidad :	<b>11,2</b>
Humedad natural:	<b>17,4</b>
USCS:	<b>Suelo de partículas finas.</b> Arcilla baja plasticidad arenosa CL
Índice de Grupo :	4,0
AASHTO :	<b>Material limoso-arenoso</b> Pobre a malo como subbase A-6 Suelo arcilloso
Gravas (%)	0,0
arenas (%)	42,7
finos (%)	57,3

**OBSERVACIONES**

Descripción a partir del reconocimiento visual de la muestra


**NELSON FELIPE MORENO CARDONA**  
REPRESENTANTE LEGAL



**ROTHEM**  
INGENIERIA

**ROTHEM INGENIERIA SAS**  
CONSULTORIA Y CONTRUCCION  
DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

FT-G-005  
SGC VERSIÓN 01 ENERO DE 2013  
GRANULOMETRIA POR TAMIZADO

**PROYECTO:** Estudio de Suelos de un Predio de 3 Plantas  
**LOCALIZACIÓN:** Calle 10 # 3B -27/29 (Municipio de Ubate)  
**CLIENTE:** Sr. Orlando Forero  
**DESCRIPCIÓN:** Arcilla baja plasticidad arenosa CL  
café oscuro, vetas grises, oxidado con raíces

**SONDEO:** 1  
**MUESTRA:** 2  
**PROF. (m):** 1,50 - 2,03  
**FECHA ENSAYO:** 18 de enero de 2019

**GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO I.N.V. E – 123 – 07**

Masa antes de lavado (g)			Masa después de lavado (g)		
60,33			25,76		
Tamiz (in)	Tamiz (mm)	M. Retenida (gr)	Retenido (%)	Ret. Acum (%)	Pasa (%)
4"	101,6				100,00
3"	76,2				100,00
2 1/2 "	63,5				100,00
2"	50,8				100,00
1 1/2 "	38,1				100,00
1"	25,4				100,00
3/4 "	19,05				100,00
1/2 "	12,7				100,00
3/8 "	9,525				100,00
1/4 "	6,35				100,00
No 4	4,75				100,00
No 10	2				100,00
No 16	1,18				100,00
No 40	0,425	1,32	2,19	2,19	97,81
No 100	0,150	16,05	26,60	28,79	71,21
No 200	0,075	8,37	13,87	42,67	57,33
fondo		34,57	57,30	99,97	

Límite líquido LL	29,2
Límite plástico LP	18,0
Índice plasticidad IP	11,2
Humedad natural	17,38 %
Pasa tamiz Nº 4 (5mm)	100,00 %
Pasa tamiz Nº 200 (0,080 mm)	57,33 %
D60:	0,09 mm
D30:	
D10 (diámetro efectivo):	
Coefficiente de uniformidad (Cu):	
Grado de curvatura (Cc):	

**SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (S.U.C.S.)**

**Suelo de partículas finas.**

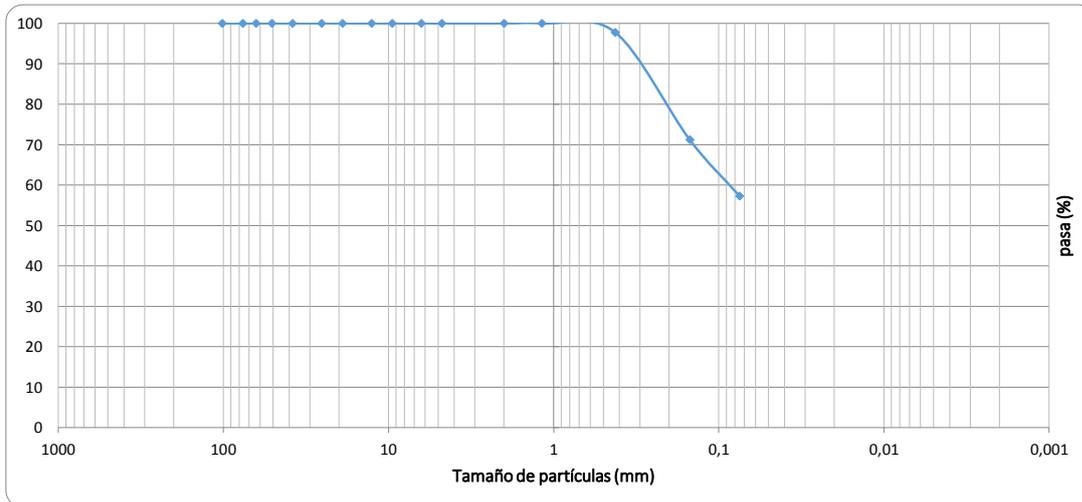
*Arcilla baja plasticidad arenosa CL*

**SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO**

**Material limoso-arenoso**

*Pobre a malo como subbase*

*A-6 Suelo arcilloso*



OBSERVACIONES	Descripción a partir del reconocimiento visual de la muestra
---------------	--

**NELSON FELIPE MORENO CARDONA**  
REPRESENTANTE LEGAL





**ROTHEM INGENIERIA SAS**  
CONSULTORIA Y CONTRUCCION  
DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

FT-G-006  
SGC VERSION 001 ENERO 2013  
LIMITES DE CONSISTENCIA

PROYECTO: Estudio de Suelos de un Predio de 3 Plantas  
LOCALIZACIÓN: Calle 10 # 3B -27/29 (Municipio de Ubate)  
CLIENTE: Sr. Orlando Forero  
DESCRIPCIÓN: Arena arcillosa SC  
café claro vetas grises, oxido y raíces

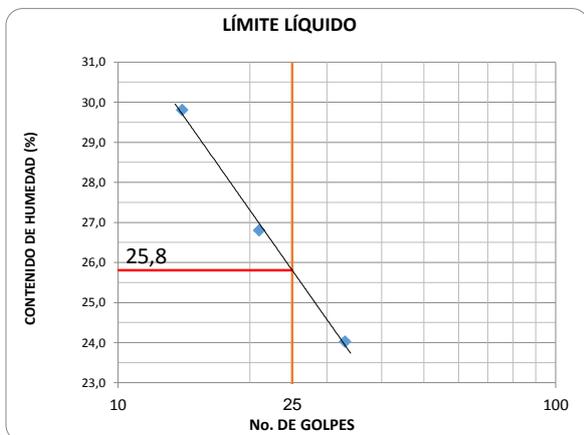
SONDEO: 1  
MUESTRA: 3  
PROF. (m): 2,30 - 2,90  
FECHA ENSAYO: 18 de enero de 2019

**LÍMITES DE CONSISTENCIA**  
**LÍMITE LÍQUIDO I.N.V. E – 125 – 07**

Número de golpes	33	21	14
Vidrio No	R164	R216	R15
$W_{rmh}$ (g)	23,16	19,60	24,41
$W_{rms}$ (g)	20,15	17,07	20,30
$W_{rl}$ (g)	7,62	7,63	6,51
Humedad, w (%)	<b>24,0</b>	<b>26,8</b>	<b>29,8</b>

**LIMITE PLASTICO**

Vidrio No	R231	R58	T
$W_{rmh}$ (g)	19,96	17,47	78,91
$W_{rms}$ (g)	18,11	16,11	71,49
$W_{rl}$ (g)	7,82	8,73	24,75
Humedad (%)	<b>17,97</b>	<b>18,43</b>	<b>15,88</b>



**GRANULOMETRÍA I.N.V. E – 123 – 07**

P1 (g) =	82,80	P2 (g) =	54,17
Tamiz Tamaño	Peso Retenido (g)	(%) Retenido	(%) Pasa
4"			100,0
3"			100,0
2 1/2 "			100,0
2"			100,0
1 1/2 "			100,0
1"			100,0
3/4 "			100,0
1/2 "			100,0
3/8 "			100,0
1/4 "			100,0
No 4			100,0
No 10			100,0
No 16	0,59	0,7	99,3
No 40	13,21	16,0	83,3
No 100	29,34	35,4	47,9
No 200	11,03	13,3	34,6
	28,63	34,6	

**RESULTADOS**

Límite Líquido :	<b>25,8</b>
Límite Plástico :	<b>18,2</b>
Índice Plasticidad :	<b>7,6</b>
Humedad natural:	<b>15,9</b>
USCS:	<b>Suelo de partículas gruesas. Suelo de partículas gruesas con finos.</b> Arena arcillosa SC
Índice de Grupo :	0,0
AASHTO :	<b>Material granular</b> Excelente a bueno como subbase A-2-4 Grava y Arena arcillosa o limosa
Gravas (%)	0,0
arenas (%)	65,4
finos (%)	34,6

OBSERVACIONES: Descripción a partir del reconocimiento visual de la muestra

**NELSON FELIPE MORENO CARDONA**  
REPRESENTANTE LEGAL



**ROTHEM**  
INGENIERIA

**ROTHEM INGENIERIA SAS**  
CONSULTORIA Y CONTRUCCION  
DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

FT-G-005  
SGC VERSIÓN 01 ENERO DE 2013  
GRANULOMETRIA POR TAMIZADO

**PROYECTO:** Estudio de Suelos de un Predio de 3 Plantas  
**LOCALIZACIÓN:** Calle 10 # 3B -27/29 (Municipio de Ubate)  
**CLIENTE:** Sr. Orlando Forero  
**DESCRIPCIÓN:** Arena arcillosa SC  
café claro vetas grises, oxidado y raices

**SONDEO:** 1  
**MUESTRA:** 3  
**PROF. (m):** 2,30 - 2,90  
**FECHA ENSAYO:** 18 de enero de 2019

**GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO I.N.V. E – 123 – 07**

Masa antes de lavado (g)			Masa después de lavado (g)		
82,80			54,17		
Tamiz (in)	Tamiz (mm)	M. Retenida (gr)	Retenido (%)	Ret. Acum (%)	Pasa (%)
4"	101,6				100,00
3"	76,2				100,00
2 1/2 "	63,5				100,00
2"	50,8				100,00
1 1/2 "	38,1				100,00
1"	25,4				100,00
3/4 "	19,05				100,00
1/2 "	12,7				100,00
3/8 "	9,525				100,00
1/4 "	6,35				100,00
No 4	4,75				100,00
No 10	2				100,00
No 16	1,18	0,59	0,71	0,71	99,29
No 40	0,425	13,21	15,95	16,67	83,33
No 100	0,150	29,34	35,43	52,10	47,90
No 200	0,075	11,03	13,32	65,42	34,58
fondo		28,63	34,58	100,00	

Límite líquido LL	<b>25,8</b>
Límite plástico LP	<b>18,2</b>
Índice plasticidad IP	<b>7,6</b>
Humedad natural	<b>15,88 %</b>
Pasa tamiz Nº 4 (5mm):	<b>100,00 %</b>
Pasa tamiz Nº 200 (0,080 mm):	<b>34,58 %</b>
D60:	<b>0,24 mm</b>
D30:	
D10 (diámetro efectivo):	
Coefficiente de uniformidad (Cu):	
Grado de curvatura (Cc):	

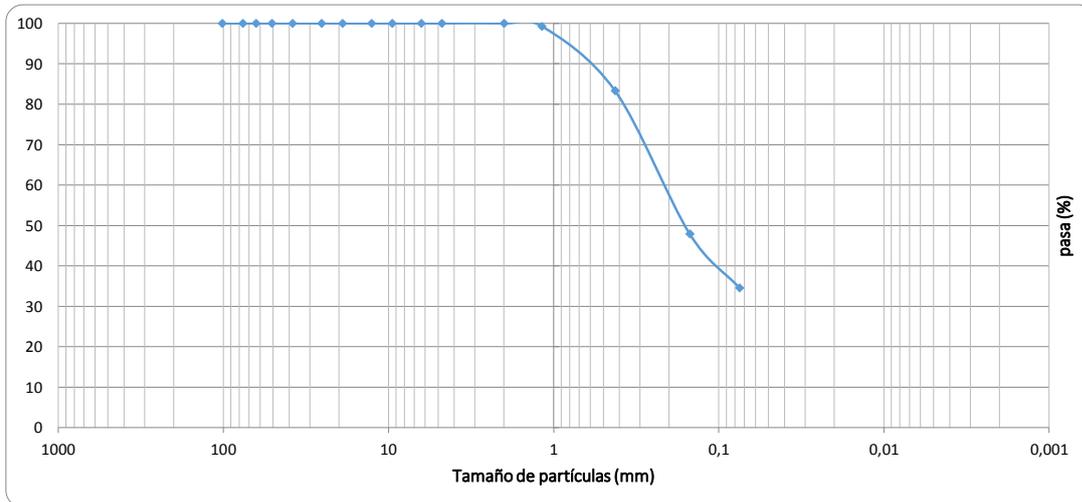
**SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (S.U.C.S.)**  
Suelo de partículas gruesas. Suelo de partículas gruesas con finos.

*Arena arcillosa SC*

**SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO**  
Material granular

*Excelente a bueno como subbase*

*A-2-4 Grava y Arena arcillosa o limosa*



OBSERVACIONES	Descripción a partir del reconocimiento visual de la muestra
---------------	--

**NELSON FELIPE MORENO CARDONA**  
REPRESENTANTE LEGAL





**ROTHEM INGENIERIA SAS**  
CONSULTORIA Y CONTRUCCION  
DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

FT-G-006  
SGC VERSION 001 ENERO 2013  
LIMITES DE CONSISTENCIA

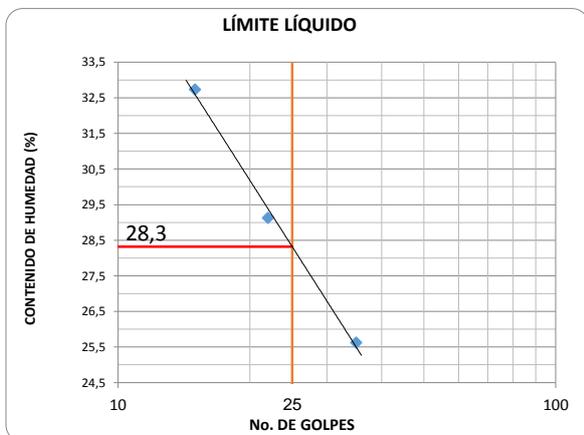
PROYECTO: Estudio de Suelos de un Predio de 3 Plantas  
LOCALIZACIÓN: Calle 10 # 3B -27/29 (Municipio de Ubate)  
CLIENTE: Sr. Orlando Forero  
DESCRIPCIÓN: Arcilla baja plasticidad arenosa CL  
café claro, vetas grises y de oxido

SONDEO: 1  
MUESTRA: 4  
PROF. (m): 2,95 - 3,55  
FECHA ENSAYO: 18 de enero de 2019

LÍMITES DE CONSISTENCIA			
LÍMITE LÍQUIDO I.N.V. E - 125 - 07			
Número de golpes	35	22	15
Vidrio No	R38	R107	R115
W <sub>rmh</sub> (g)	22,85	20,46	23,13
W <sub>rms</sub> (g)	19,56	17,23	19,31
W <sub>rl</sub> (g)	6,72	6,14	7,64
Humedad, w (%)	<b>25,6</b>	<b>29,1</b>	<b>32,7</b>

LÍMITE PLÁSTICO			
Vidrio No	R122	R54	R8
W <sub>rmh</sub> (g)	20,77	19,88	79,20
W <sub>rms</sub> (g)	18,64	17,93	68,23
W <sub>rl</sub> (g)	6,97	7,74	16,91
Humedad (%)	<b>18,25</b>	<b>19,14</b>	<b>21,38</b>

GRANULOMETRÍA I.N.V. E - 123 - 07			
P1 (g) =	74,39	P2 (g) =	27,67
Tamiz Tamaño	Peso Retenido (g)	(%) Retenido	(%) Pasa
4"			100,0
3"			100,0
2 1/2 "			100,0
2"			100,0
1 1/2 "			100,0
1"			100,0
3/4 "			100,0
1/2 "			100,0
3/8 "			100,0
1/4 "			100,0
No 4			100,0
No 10			100,0
No 16			100,0
No 40	1,53	2,1	97,9
No 100	12,32	16,6	81,4
No 200	13,82	18,6	62,8
	46,72	62,8	



RESULTADOS	
Límite Líquido :	<b>28,3</b>
Límite Plástico :	<b>18,7</b>
Índice Plasticidad :	<b>9,6</b>
Humedad natural:	<b>21,4</b>
USCS:	<b>Suelo de partículas finas.</b> Arcilla baja plasticidad arenosa CL
Índice de Grupo :	4,0
AASHTO :	<b>Material limoso-arenoso</b> Pobre a malo como subbase A-4 Suelo limoso
Gravas (%)	0,0
arenas (%)	37,2
finos (%)	62,8

OBSERVACIONES Descripción a partir del reconocimiento visual de la muestra

**NELSON FELIPE MORENO CARDONA**  
REPRESENTANTE LEGAL



**ROTHEM**  
INGENIERIA

**ROTHEM INGENIERIA SAS**  
CONSULTORIA Y CONTRUCCION  
DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

FT-G-005  
SGC VERSIÓN 01 ENERO DE 2013  
GRANULOMETRIA POR TAMIZADO

**PROYECTO:** Estudio de Suelos de un Predio de 3 Plantas  
**LOCALIZACIÓN:** Calle 10 # 3B -27/29 (Municipio de Ubate)  
**CLIENTE:** Sr. Orlando Forero  
**DESCRIPCIÓN:** Arcilla baja plasticidad arenosa CL  
café claro, vetas grises y de oxido

**SONDEO:** 1  
**MUESTRA:** 4  
**PROF. (m):** 2,95 - 3,55  
**FECHA ENSAYO:** 18 de enero de 2019

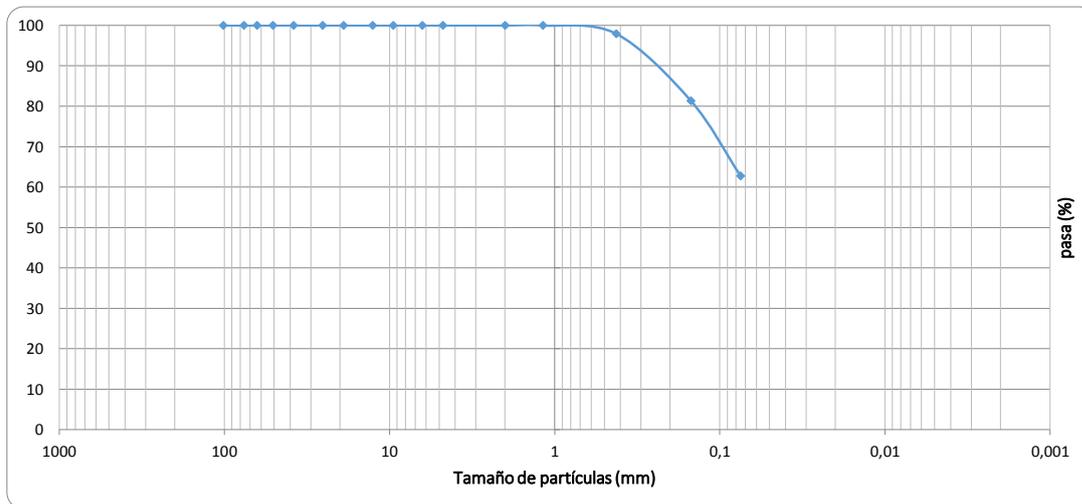
**GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO I.N.V. E – 123 – 07**

Masa antes de lavado (g)			Masa después de lavado (g)		
74,39			27,67		
Tamiz (in)	Tamiz (mm)	M. Retenida (gr)	Retenido (%)	Ret. Acum (%)	Pasa (%)
4"	101,6				100,00
3"	76,2				100,00
2 1/2 "	63,5				100,00
2"	50,8				100,00
1 1/2 "	38,1				100,00
1"	25,4				100,00
3/4 "	19,05				100,00
1/2 "	12,7				100,00
3/8 "	9,525				100,00
1/4 "	6,35				100,00
No 4	4,75				100,00
No 10	2				100,00
No 16	1,18				100,00
No 40	0,425	1,53	2,06	2,06	97,94
No 100	0,150	12,32	16,56	18,62	81,38
No 200	0,075	13,82	18,58	37,20	62,80
fondo		46,72	62,80	100,00	

Límite líquido LL	<b>28,3</b>
Límite plástico LP	<b>18,7</b>
Índice plasticidad IP	<b>9,6</b>
Humedad natural	<b>21,38 %</b>
Pasa tamiz Nº 4 (5mm):	<b>100,00 %</b>
Pasa tamiz Nº 200 (0,080 mm):	<b>62,80 %</b>
D60:	
D30:	
D10 (diámetro efectivo):	
Coefficiente de uniformidad (Cu):	
Grado de curvatura (Cc):	

**SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (S.U.C.S.)**  
Suelo de partículas finas.  
*Arcilla baja plasticidad arenosa CL*

**SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO**  
Material limoso-arenoso  
*Pobre a malo como subbase*  
A-4 Suelo limoso



OBSERVACIONES	Descripción a partir del reconocimiento visual de la muestra
---------------	--

**NELSON FELIPE MORENO CARDONA**  
REPRESENTANTE LEGAL



**PROYECTO:** Estudio de Suelos de un Predio de 3 Plantas  
**LOCALIZACIÓN:** Calle 10 # 3B -27/29 (Municipio de Ubate)  
**CLIENTE:** Sr. Orlando Forero  
**DESCRIPCIÓN:** Arena arcillosa SC  
 con gravas gris claro, vetas cafes con oxido

**SONDEO:** 1  
**MUESTRA:** 5  
**PROF. (m):** 3,60 - 4,20  
**FECHA ENSAYO:** 18 de enero de 2019

**LÍMITES DE CONSISTENCIA**
**LÍMITE LÍQUIDO I.N.V. E – 125 – 07**

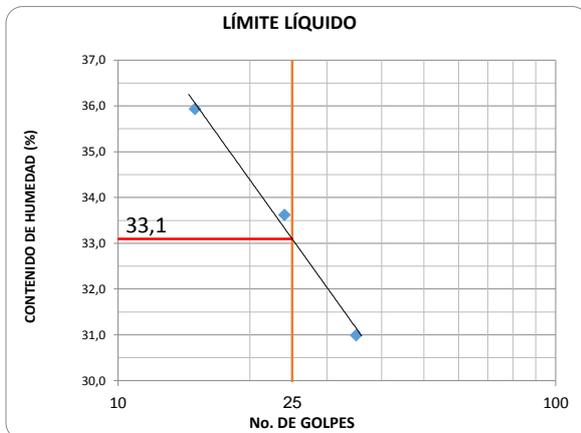
Número de golpes	35	24	15
Vidrio No	R108	R234	R24
$W_{rmh}$ , (g)	24,67	20,29	22,99
$W_{rms}$ , (g)	20,84	17,16	18,56
$W_{rl}$ , (g)	8,48	7,85	6,23
Humedad, w (%)	<b>31,0</b>	<b>33,6</b>	<b>35,9</b>

**LÍMITE PLÁSTICO**

Vidrio No	R145	R67	R530
$W_{rmh}$ , (g)	20,77	20,42	86,05
$W_{rms}$ , (g)	18,78	18,36	74,12
$W_{rl}$ , (g)	8,73	8,29	15,57
Humedad (%)	<b>19,80</b>	<b>20,46</b>	<b>20,38</b>

**GRANULOMETRÍA I.N.V. E – 123 – 07**

P1 (g) =	175,92	P2 (g) =	140,85
Tamiz Tamaño	Peso Retenido (g)	(%) Retenido	(%) Pasa
4"			100,0
3"			100,0
2 1/2 "			100,0
2"			100,0
1 1/2 "			100,0
1"			100,0
3/4 "			100,0
1/2 "	2,65	1,5	98,5
3/8 "	5,72	3,3	95,2
1/4 "	4,92	2,8	92,4
No 4	6,25	3,6	88,9
No 10	17,63	10,0	78,9
No 16	23,96	13,6	65,3
No 40	49,45	28,1	37,1
No 100	22,70	12,9	24,2
No 200	7,57	4,3	19,9
	35,07	19,9	


**RESULTADOS**

Límite Líquido :	<b>33,1</b>
Límite Plástico :	<b>20,1</b>
Índice Plasticidad :	<b>13,0</b>
Humedad natural:	<b>20,4</b>
USCS:	<b>Suelo de partículas gruesas. Suelo de partículas gruesas con finos.</b> Arena arcillosa SC
Índice de Grupo :	0,0
AASHTO :	<b>Material granular</b> Excelente a bueno como subbase A-2-6 Grava y Arena arcillosa o limosa
Gravas (%)	11,1
arenas (%)	69,0
finos (%)	19,9

**OBSERVACIONES**

Descripción a partir del reconocimiento visual de la muestra


**NELSON FELIPE MORENO CARDONA**  
REPRESENTANTE LEGAL



**ROTHEM INGENIERIA SAS**  
CONSULTORIA Y CONTRUCCION  
DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

FT-G-005  
SGC VERSIÓN 01 ENERO DE 2013  
GRANULOMETRIA POR TAMIZADO

**PROYECTO:** Estudio de Suelos de un Predio de 3 Plantas  
**LOCALIZACIÓN:** Calle 10 # 3B -27/29 (Municipio de Ubate)  
**CLIENTE:** Sr. Orlando Forero  
**DESCRIPCIÓN:** Arena arcillosa SC  
con gravas gris claro, vetas cafes con oxido

**SONDEO:** 1  
**MUESTRA:** 5  
**PROF. (m):** 3,60 - 4,20  
**FECHA ENSAYO:** 18 de enero de 2019

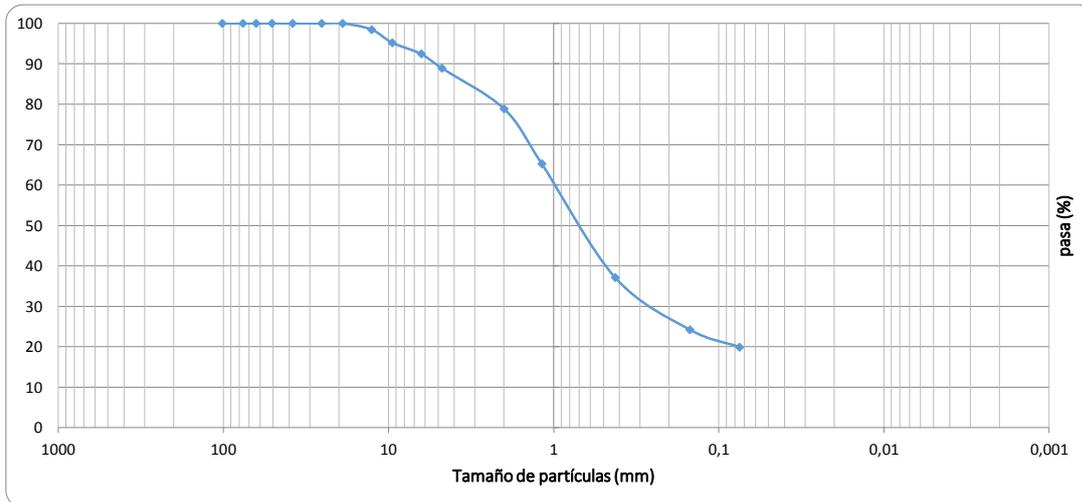
**GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO I.N.V. E – 123 – 07**

Masa antes de lavado (g)			Masa después de lavado (g)		
175,92			140,85		
Tamiz (in)	Tamiz (mm)	M. Retenida (gr)	Retenido (%)	Ret. Acum (%)	Pasa (%)
4"	101,6				100,00
3"	76,2				100,00
2 1/2 "	63,5				100,00
2"	50,8				100,00
1 1/2 "	38,1				100,00
1"	25,4				100,00
3/4 "	19,05				100,00
1/2 "	12,7	2,65	1,51	1,51	98,49
3/8 "	9,525	5,72	3,25	4,76	95,24
1/4 "	6,35	4,92	2,80	7,55	92,45
No 4	4,75	6,25	3,55	11,11	88,89
No 10	2	17,63	10,02	21,13	78,87
No 16	1,18	23,96	13,62	34,75	65,25
No 40	0,425	49,45	28,11	62,86	37,14
No 100	0,150	22,70	12,90	75,76	24,24
No 200	0,075	7,57	4,30	80,06	19,94
fondo		35,07	19,94	100,00	

Límite líquido LL	<b>33,1</b>
Límite plástico LP	<b>20,1</b>
Índice plasticidad IP	<b>13,0</b>
Humedad natural	<b>20,38 %</b>
Pasa tamiz Nº 4 (5mm)	<b>88,89 %</b>
Pasa tamiz Nº 200 (0,080 mm)	<b>19,94 %</b>
D60:	<b>1,04 mm</b>
D30:	<b>0,27 mm</b>
D10 (diámetro efectivo):	
Coefficiente de uniformidad (Cu):	
Grado de curvatura (Cc):	

**SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (S.U.C.S.)**  
Suelo de partículas gruesas. Suelo de partículas gruesas con finos.  
*Arena arcillosa SC*

**SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO**  
Material granular  
*Excelente a bueno como subbase*  
*A-2-6 Grava y Arena arcillosa o limosa*



**OBSERVACIONES** Descripción a partir del reconocimiento visual de la muestra

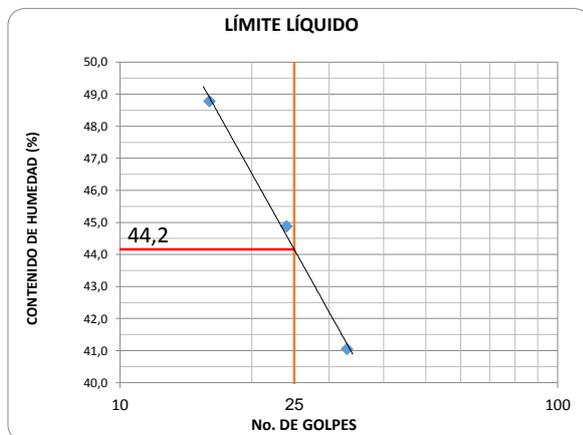
**NELSON FELIPE MORENO CARDONA**  
REPRESENTANTE LEGAL

**PROYECTO:** Estudio de Suelos de un Predio de 3 Plantas  
**LOCALIZACIÓN:** Calle 10 # 3B -27/29 (Municipio de Ubate)  
**CLIENTE:** Sr. Orlando Forero  
**DESCRIPCIÓN:** Arcilla media plasticidad CL  
gris claro, vetas cafes, oxido

**SONDEO:** 1  
**MUESTRA:** 6  
**PROF. (m):** 4,20 - 4,80  
**FECHA ENSAYO:** 18 de enero de 2019

LÍMITES DE CONSISTENCIA			
LÍMITE LÍQUIDO I.N.V. E - 125 - 07			
Número de golpes	33	24	16
Vidrio No	R26	R87	R46
$W_{rmh}$ , (g)	19,91	21,51	21,11
$W_{rms}$ , (g)	16,63	16,87	16,73
$W_{rl}$ , (g)	8,64	6,53	7,75
Humedad, w (%)	<b>41,1</b>	<b>44,9</b>	<b>48,8</b>

LÍMITE PLÁSTICO			
Vidrio No	R173	R173	R158
$W_{rmh}$ , (g)	20,59	18,33	80,54
$W_{rms}$ , (g)	17,90	16,02	68,68
$W_{rl}$ , (g)	6,78	6,78	26,63
Humedad (%)	<b>24,19</b>	<b>25,00</b>	<b>28,20</b>



GRANULOMETRÍA I.N.V. E - 123 - 07			
P1 (g) =	88,21	P2 (g) =	12,46
Tamiz Tamaño	Peso Retenido (g)	(%) Retenido	(%) Pasa
4"			100,0
3"			100,0
2 1/2 "			100,0
2"			100,0
1 1/2 "			100,0
1"			100,0
3/4 "			100,0
1/2 "			100,0
3/8 "			100,0
1/4 "			100,0
No 4			100,0
No 10			100,0
No 16			100,0
No 40	2,32	2,6	97,4
No 100	3,88	4,4	93,0
No 200	6,26	7,1	85,9
	75,75	85,9	

RESULTADOS	
Límite Líquido :	<b>44,2</b>
Límite Plástico :	<b>24,6</b>
Índice Plasticidad :	<b>19,6</b>
Humedad natural:	<b>28,2</b>
USCS:	<b>Suelo de partículas finas.</b> Arcilla media plasticidad CL
Índice de Grupo :	18,0
AASHTO :	<b>Material limoso-arenoso</b> Pobre a malo como subbase A-7-6 Suelo arcilloso
Gravas (%)	0,0
arenas (%)	14,1
finos (%)	85,9

**OBSERVACIONES** Descripción a partir del reconocimiento visual de la muestra



**NELSON FELIPE MORENO CARDONA**  
 REPRESENTANTE LEGAL



**ROTHEM**  
INGENIERIA

**ROTHEM INGENIERIA SAS**  
CONSULTORIA Y CONTRUCCION  
DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

FT-G-005  
SGC VERSIÓN 01 ENERO DE 2013  
GRANULOMETRIA POR TAMIZADO

**PROYECTO:** Estudio de Suelos de un Predio de 3 Plantas  
**LOCALIZACIÓN:** Calle 10 # 3B -27/29 (Municipio de Ubate)  
**CLIENTE:** Sr. Orlando Forero  
**DESCRIPCIÓN:** Arcilla media plasticidad CL  
gris claro, vetas cafes, oxido

**SONDEO:** 1  
**MUESTRA:** 6  
**PROF. (m):** 4,20 - 4,80  
**FECHA ENSAYO:** 18 de enero de 2019

**GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO I.N.V. E – 123 – 07**

Masa antes de lavado (g)			Masa después de lavado (g)		
88,21			12,46		
Tamiz (in)	Tamiz (mm)	M. Retenida (gr)	Retenido (%)	Ret. Acum (%)	Pasa (%)
4"	101,6				100,00
3"	76,2				100,00
2 1/2 "	63,5				100,00
2"	50,8				100,00
1 1/2 "	38,1				100,00
1"	25,4				100,00
3/4 "	19,05				100,00
1/2 "	12,7				100,00
3/8 "	9,525				100,00
1/4 "	6,35				100,00
No 4	4,75				100,00
No 10	2				100,00
No 16	1,18				100,00
No 40	0,425	2,32	2,63	2,63	97,37
No 100	0,150	3,88	4,40	7,03	92,97
No 200	0,075	6,26	7,10	14,13	85,87
fondo		75,75	85,87	100,00	

Límite líquido LL	44,2
Límite plástico LP	24,6
Índice plasticidad IP	19,6
Humedad natural	28,20 %
Pasa tamiz Nº 4 (5mm)	100,00 %
Pasa tamiz Nº 200 (0,080 mm)	85,87 %
D60:	
D30:	
D10 (diámetro efectivo):	
Coefficiente de uniformidad (Cu):	
Grado de curvatura (Cc):	

**SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (S.U.C.S.)**

**Suelo de partículas finas.**

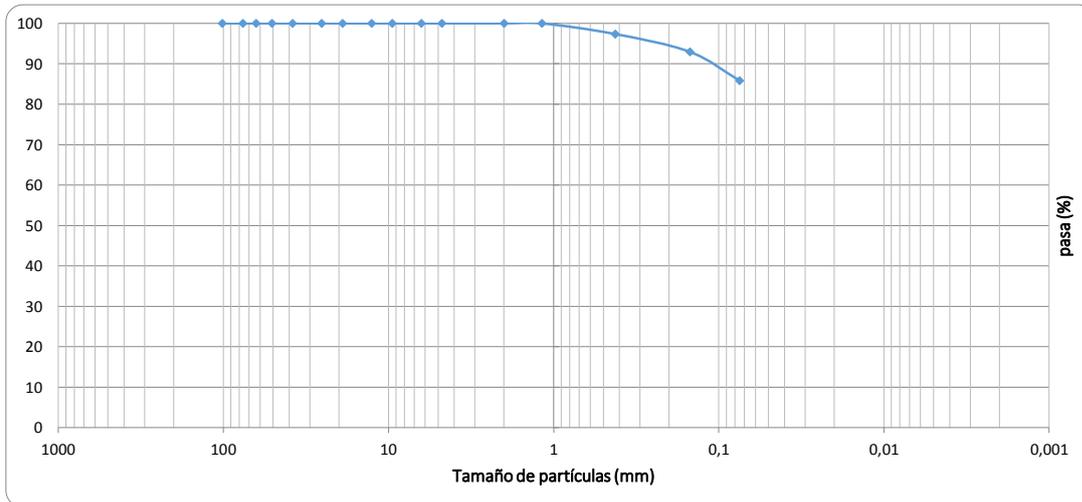
*Arcilla media plasticidad CL*

**SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO**

**Material limoso-arenoso**

*Pobre a malo como subbase*

*A-7-6 Suelo arcilloso*



OBSERVACIONES	Descripción a partir del reconocimiento visual de la muestra
---------------	--

**NELSON FELIPE MORENO CARDONA**  
REPRESENTANTE LEGAL

PROYECTO: Estudio de Suelos de un Predio de 3 Plantas  
 LOCALIZACION: Calle 10 # 3B -27/29 (Municipio de Ubate)  
 CLIENTE: Sr. Orlando Forero  
 DESCRIPCION: Arcilla media plasticidad CL  
 gris claro, vetas cafes, oxido

SONDEO: 1  
 MUESTRA: 6  
 PROFUNDIDAD (m): 4,20 - 4,80  
 FECHA DE ENSAYO: 4 de diciembre de 2018

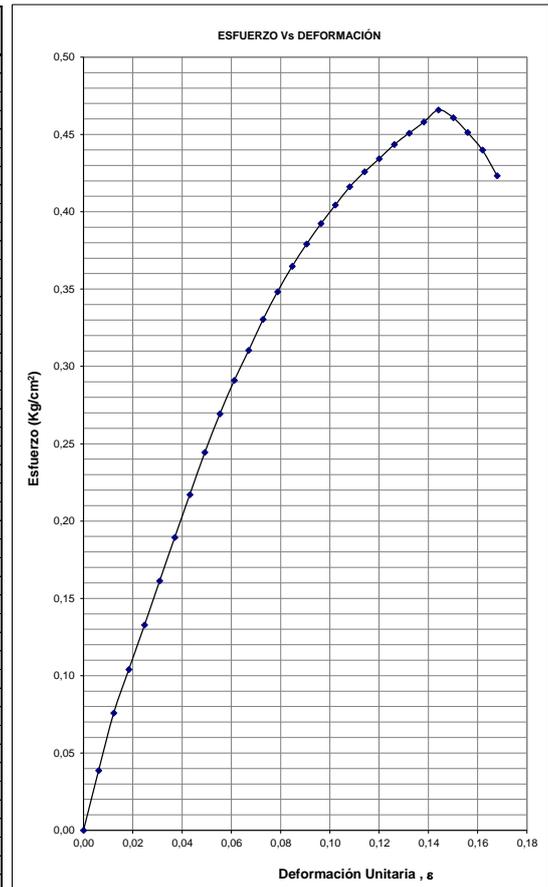
Compresion Inconfinada en Muestras de Suelos I.N.V.E - 152 - 13

DIMENSIONES DE LA MUESTRA	
Diámetro Promedio (cm)	3,434
Altura Promedio (cm)	7,190
Masa Total (g)	132,26
Área (cm <sup>2</sup> )	<b>9,26</b>
Volumen Total (cm <sup>3</sup> )	<b>66,57</b>



CONTENIDO DE HUMEDAD	
RECIPIENTE No.	158
W <sub>muestra hum. + Recipiente</sub>	80,54 (g)
W <sub>muestra seca + Recipiente</sub>	68,68 (g)
W. Recipiente	26,63 (g)
Humedad	28,20 %
Peso Unitario Hum (gm).	<b>1,99</b> g/cm <sup>3</sup>
Peso Unitario Seco (gd).	<b>1,550</b> g/cm <sup>3</sup>

Lectura de Carga (Kg.)	Lectura Def. (mm)	Deformación Total (cm)	Deformación Unitaria e	Área Corrg. cm <sup>2</sup>	Resistencia Kg./cm <sup>2</sup>
0	0	0	0	0	0
0,36	0,44	0,044	0,0061	9,32	0,04
0,71	0,88	0,088	0,0122	9,37	0,08
0,98	1,32	0,132	0,0184	9,43	0,10
1,26	1,78	0,178	0,0248	9,49	0,13
1,54	2,22	0,222	0,0309	9,55	0,16
1,82	2,66	0,266	0,0370	9,62	0,19
2,10	3,10	0,310	0,0431	9,68	0,22
2,38	3,54	0,354	0,0492	9,74	0,24
2,64	3,98	0,398	0,0554	9,80	0,27
2,87	4,40	0,440	0,0612	9,86	0,29
3,08	4,82	0,482	0,0670	9,93	0,31
3,30	5,24	0,524	0,0729	9,99	0,33
3,50	5,66	0,566	0,0787	10,05	0,35
3,69	6,09	0,609	0,0847	10,12	0,36
3,86	6,51	0,651	0,0905	10,18	0,38
4,02	6,93	0,693	0,0964	10,25	0,39
4,17	7,35	0,735	0,1022	10,31	0,40
4,32	7,77	0,777	0,1081	10,38	0,42
4,45	8,20	0,820	0,1141	10,45	0,43
4,57	8,63	0,863	0,1200	10,52	0,43
4,70	9,07	0,907	0,1262	10,60	0,44
4,81	9,50	0,950	0,1321	10,67	0,45
4,92	9,93	0,993	0,1381	10,74	0,46
5,04	10,36	1,036	0,1441	10,82	0,47
5,02	10,79	1,079	0,1501	10,90	0,46
4,95	11,21	1,121	0,1559	10,97	0,45
4,86	11,64	1,164	0,1619	11,05	0,44
4,71	12,07	1,207	0,1679	11,13	0,42



Observaciones:

RESULTADOS	
qu (Kg./cm <sup>2</sup> )	0,47
Cu (Kg./cm <sup>2</sup> )	0,23
Consistencia del suelo	Blanda

JUAN CARLOS SANCHEZ Z.  
LABORATORISTA

INGENIERO: MARIA ALEJANDRA GUZMAN P.  
REVISO

**PROYECTO:** Estudio de Suelos de un Predio de 3 Plantas  
**LOCALIZACIÓN:** Calle 10 # 3B -27/29 (Municipio de Ubate)  
**CLIENTE:** Sr. Orlando Forero  
**DESCRIPCIÓN:** Arena arcillosa SC  
 con gravas café oscuro, vetas de oxido y raices

**SONDEO:** 1  
**MUESTRA:** 7  
**PROF. (m):** 4,80 - 5,40  
**FECHA ENSAYO:** 18 de enero de 2019

**LÍMITES DE CONSISTENCIA**
**LÍMITE LÍQUIDO I.N.V. E - 125 - 07**

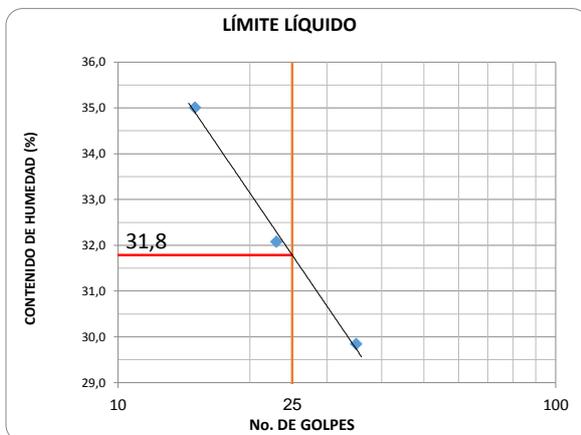
Número de golpes	35	23	15
Vidrio No	R65	R234	R187
$W_{rmh}$ (g)	21,36	19,79	24,02
$W_{rms}$ (g)	18,08	16,89	19,55
$W_{rl}$ (g)	7,09	7,85	6,78
Humedad, w (%)	<b>29,8</b>	<b>32,1</b>	<b>35,0</b>

**LÍMITE PLÁSTICO**

Vidrio No	R17	R14	3G
$W_{rmh}$ (g)	18,87	19,76	110,71
$W_{rms}$ (g)	17,03	17,76	93,12
$W_{rl}$ (g)	7,81	8,09	18,99
Humedad (%)	<b>19,96</b>	<b>20,68</b>	<b>23,73</b>

**GRANULOMETRÍA I.N.V. E - 123 - 07**

P1 (g) =	146,63	P2 (g) =	112,89
Tamiz Tamaño	Peso Retenido (g)	(%) Retenido	(%) Pasa
4"			100,0
3"			100,0
2 1/2 "			100,0
2"			100,0
1 1/2 "			100,0
1"			100,0
3/4 "			100,0
1/2 "	4,16	2,8	97,2
3/8 "	5,87	4,0	93,2
1/4 "	7,76	5,3	87,9
No 4	3,37	2,3	85,6
No 10	10,16	6,9	78,6
No 16	17,70	12,1	66,6
No 40	39,41	26,9	39,7
No 100	16,93	11,5	28,1
No 200	7,53	5,1	23,0
	33,74	23,0	


**RESULTADOS**

Límite Líquido :	<b>31,8</b>
Límite Plástico :	<b>20,3</b>
Índice Plasticidad :	<b>11,5</b>
Humedad natural:	<b>23,7</b>
USCS:	<b>Suelo de partículas gruesas. Suelo de partículas gruesas con finos.</b> Arena arcillosa SC
Índice de Grupo :	0,0
AASHTO :	<b>Material granular</b> Excelente a bueno como subbase A-2-6 Grava y Arena arcillosa o limosa
Gravas (%)	14,4
arenas (%)	62,6
finos (%)	23,0

**OBSERVACIONES**

Descripción a partir del reconocimiento visual de la muestra


**NELSON FELIPE MORENO CARDONA**  
REPRESENTANTE LEGAL



**ROTHEM**  
INGENIERIA

**ROTHEM INGENIERIA SAS**  
CONSULTORIA Y CONTRUCCION  
DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

FT-G-005  
SGC VERSIÓN 01 ENERO DE 2013  
GRANULOMETRIA POR TAMIZADO

**PROYECTO:** Estudio de Suelos de un Predio de 3 Plantas  
**LOCALIZACIÓN:** Calle 10 # 3B -27/29 (Municipio de Ubate)  
**CLIENTE:** Sr. Orlando Forero  
**DESCRIPCIÓN:** Arena arcillosa SC  
con gravas café oscuro, vetas de oxido y raices

**SONDEO:** 1  
**MUESTRA:** 7  
**PROF. (m):** 4,80 - 5,40  
**FECHA ENSAYO:** 18 de enero de 2019

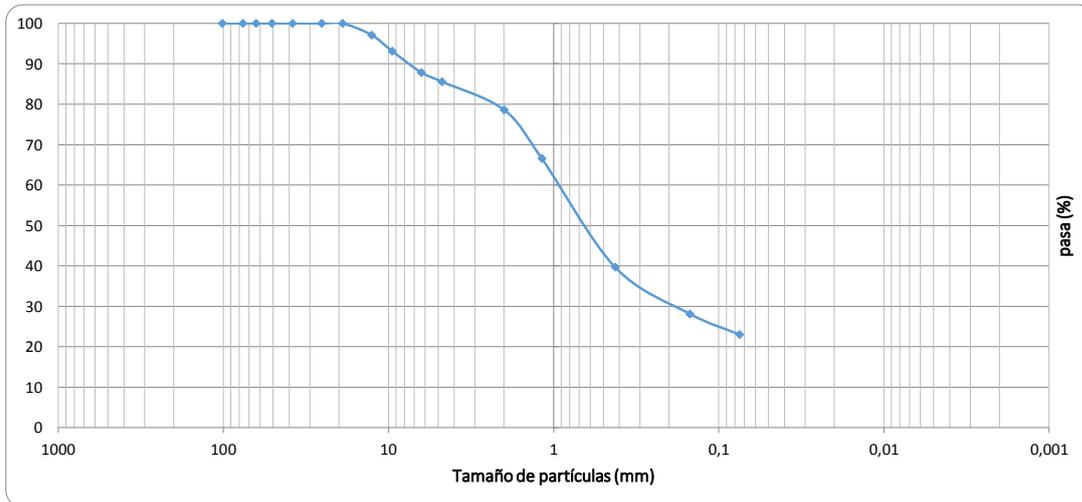
**GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO I.N.V. E – 123 – 07**

Masa antes de lavado (g)			Masa después de lavado (g)		
146,63			112,89		
Tamiz (in)	Tamiz (mm)	M. Retenida (gr)	Retenido (%)	Ret. Acum (%)	Pasa (%)
4"	101,6				100,00
3"	76,2	0,00	0,00	0,00	100,00
2 1/2 "	63,5	0,00	0,00	0,00	100,00
2"	50,8	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2 "	38,1	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,4	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4 "	19,05	0,00	0,00	0,00	100,00
1/2 "	12,7	4,16	2,84	2,84	97,16
3/8 "	9,525	5,87	4,00	6,84	93,16
1/4 "	6,35	7,76	5,29	12,13	87,87
No 4	4,75	3,37	2,30	14,43	85,57
No 10	2	10,16	6,93	21,36	78,64
No 16	1,18	17,70	12,07	33,43	66,57
No 40	0,425	39,41	26,88	60,31	39,69
No 100	0,150	16,93	11,55	71,85	28,15
No 200	0,075	7,53	5,14	76,99	23,01
fondo		33,74	23,01	100,00	

Límite líquido LL	<b>31,8</b>
Límite plástico LP	<b>20,3</b>
Índice plasticidad IP	<b>11,5</b>
Humedad natural	<b>23,73 %</b>
Pasa tamiz Nº 4 (5mm)	<b>85,57 %</b>
Pasa tamiz Nº 200 (0,080 mm)	<b>23,01 %</b>
D60	<b>1,00 mm</b>
D30	<b>0,19 mm</b>
D10 (diámetro efectivo)	
Coefficiente de uniformidad (Cu)	
Grado de curvatura (Cc)	

**SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (S.U.C.S.)**  
Suelo de partículas gruesas. Suelo de partículas gruesas con finos.  
*Arena arcillosa SC*

**SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO**  
**Material granular**  
*Excelente a bueno como subbase*  
*A-2-6 Grava y Arena arcillosa o limosa*



OBSERVACIONES	Descripción a partir del reconocimiento visual de la muestra
---------------	--

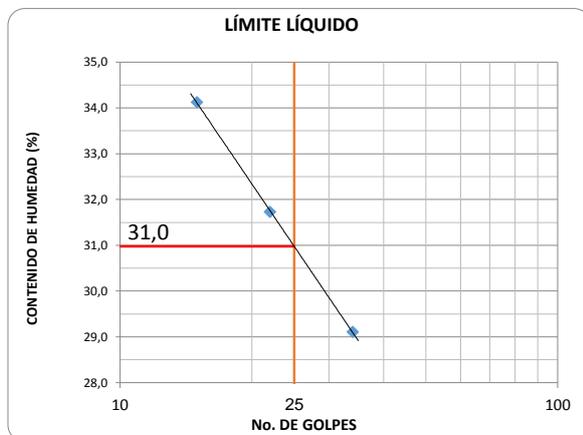
**NELSON FELIPE MORENO CARDONA**  
REPRESENTANTE LEGAL

**PROYECTO:** Estudio de Suelos de un Predio de 3 Plantas  
**LOCALIZACIÓN:** Calle 10 # 3B -27/29 (Municipio de Ubate)  
**CLIENTE:** Sr. Orlando Forero  
**DESCRIPCIÓN:** Arena arcillosa con Grava SC  
gris claro, vetas cafes y oxidado

**SONDEO:** 1  
**MUESTRA:** 8  
**PROF. (m):** 5,40 - 6,20  
**FECHA ENSAYO:** 18 de enero de 2019

LÍMITES DE CONSISTENCIA			
LÍMITE LÍQUIDO I.N.V. E – 125 – 07			
Número de golpes	34	22	15
Vidrio No	R58	R79	R236
$W_{rmh}$ , (g)	23,81	21,14	22,63
$W_{rms}$ , (g)	20,41	17,84	18,72
$W_{rl}$ , (g)	8,73	7,44	7,26
Humedad, w (%)	<b>29,1</b>	<b>31,7</b>	<b>34,1</b>

LÍMITE PLÁSTICO			
Vidrio No	R225	R200	R536
$W_{rmh}$ , (g)	18,79	18,75	54,60
$W_{rms}$ , (g)	17,01	16,90	47,35
$W_{rl}$ , (g)	7,74	7,49	15,51
Humedad (%)	<b>19,20</b>	<b>19,66</b>	<b>22,77</b>



GRANULOMETRÍA I.N.V. E – 123 – 07			
P1 (g) =	83,23	P2 (g) =	49,03
Tamiz Tamaño	Peso Retenido (g)	(%) Retenido	(%) Pasa
4"		0,0	100,0
3"		0,0	100,0
2 1/2 "		0,0	100,0
2"		0,0	100,0
1 1/2 "		0,0	100,0
1"		0,0	100,0
3/4 "		0,0	100,0
1/2 "	12,66	15,2	84,8
3/8 "	3,04	3,7	81,1
1/4 "	1,83	2,2	78,9
No 4		0,0	78,9
No 10	3,54	4,3	74,7
No 16	4,49	5,4	69,3
No 40	11,71	14,1	55,2
No 100	6,93	8,3	46,9
No 200	4,83	5,8	41,1
	34,20	41,1	

RESULTADOS	
Límite Líquido :	<b>31,0</b>
Límite Plástico :	<b>19,4</b>
Índice Plasticidad :	<b>11,5</b>
Humedad natural:	<b>22,8</b>
USCS:	<b>Suelo de partículas gruesas. Suelo de partículas gruesas con finos.</b> Arena arcillosa con Grava SC
Índice de Grupo :	1,0
AASHTO :	<b>Material limoso-arenoso</b> Pobre a malo como subbase A-6 Suelo arcilloso
Gravas (%)	21,1
arenas (%)	37,8
finos (%)	41,1

**OBSERVACIONES** Descripción a partir del reconocimiento visual de la muestra



**NELSON FELIPE MORENO CARDONA**  
 REPRESENTANTE LEGAL



**ROTHEM INGENIERIA SAS**  
CONSULTORIA Y CONTRUCCION  
DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

FT-G-005  
SGC VERSIÓN 01 ENERO DE 2013  
GRANULOMETRIA POR TAMIZADO

**PROYECTO:** Estudio de Suelos de un Predio de 3 Plantas  
**LOCALIZACIÓN:** Calle 10 # 3B -27/29 (Municipio de Ubate)  
**CLIENTE:** Sr. Orlando Forero  
**DESCRIPCIÓN:** Arena arcillosa con Grava SC  
gris claro, vetas cafes y oxido

**SONDEO:** 1  
**MUESTRA:** 8  
**PROF. (m):** 5,40 - 6,20  
**FECHA ENSAYO:** 18 de enero de 2019

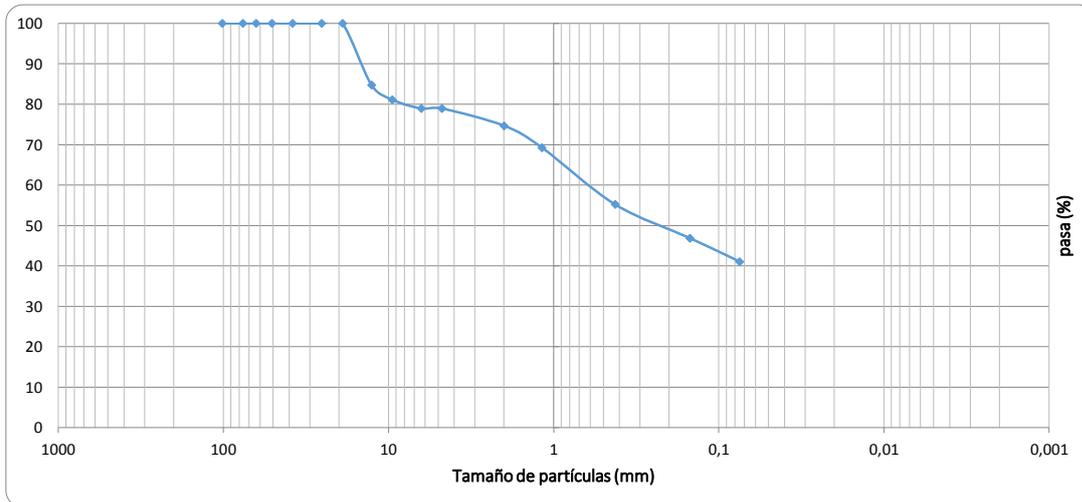
**GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO I.N.V. E – 123 – 07**

Masa antes de lavado (g)			Masa después de lavado (g)		
83,23			49,03		
Tamiz (in)	Tamiz (mm)	M. Retenida (gr)	Retenido (%)	Ret. Acum (%)	Pasa (%)
4"	101,6				100,00
3"	76,2				100,00
2 1/2 "	63,5				100,00
2"	50,8				100,00
1 1/2 "	38,1				100,00
1"	25,4				100,00
3/4 "	19,05				100,00
1/2 "	12,7	12,66	15,21	15,21	84,79
3/8 "	9,525	3,04	3,65	18,86	81,14
1/4 "	6,35	1,83	2,20	21,06	78,94
No 4	4,75	0,00	0,00	21,06	78,94
No 10	2	3,54	4,25	25,32	74,68
No 16	1,18	4,49	5,39	30,71	69,29
No 40	0,425	11,71	14,07	44,78	55,22
No 100	0,150	6,93	8,33	53,11	46,89
No 200	0,075	4,83	5,80	58,91	41,09
fondo		34,20	41,09	100,00	

Límite líquido LL	31,0
Límite plástico LP	19,4
Índice plasticidad IP	11,5
Humedad natural	22,77 %
Pasa tamiz Nº 4 (5mm)	78,94 %
Pasa tamiz Nº 200 (0,080 mm)	41,09 %
D60:	0,68 mm
D30:	
D10 (diámetro efectivo):	
Coefficiente de uniformidad (Cu):	
Grado de curvatura (Cc):	

**SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (S.U.C.S.)**  
Suelo de partículas gruesas. Suelo de partículas gruesas con finos.  
*Arena arcillosa con grava SC*

**SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO**  
Material limoso-arenoso  
*Pobre a malo como subbase*  
A-6 Suelo arcilloso



**OBSERVACIONES** Descripción a partir del reconocimiento visual de la muestra

**NELSON FELIPE MORENO CARDONA**  
REPRESENTANTE LEGAL

--	--	--

<b>F-LE-TEC-001</b>	<b>REGISTRO DE PERFORACION</b>	<b>VERSION 01 ENERO -2018</b>
---------------------	--------------------------------	-------------------------------

<b>Proyecto:</b>	Estudio de Suelos de un Predio de 3 Plantas	
------------------	---	--

<b>Localizacion:</b>	Calle 10 # 3B -27/29 (Municipio de Ubate)	<b>FECHA:</b> 16 de enero de 2019
----------------------	---	-----------------------------------

<b>N-W</b>		SONDEO		APIQUE	<b>X</b>	PERFORACION No.	<b>1</b>
------------	--	--------	--	--------	----------	-----------------	----------

	NIVEL FREATICO (m) NO
--	-----------------------

PROFUNDIDAD (m)	MUESTRA				No de Golpes x pie			VELETA DE CAMPO	PENETROMETR O BOLSILLO	Descripcion del Subsuelo
	No	TIPO	PROFUNDIDAD (m)							
			DE	A	6"	6"	6"	kg/cm <sup>2</sup>		
0,00										Relleno de material arcilloso con escombros de construccion contaminado con basura
1,20										Arcilla alta plasticidad CH café oscuro vetas grises y de oxido raices
1,80	1	SPT	1,20	1,80	4	4	9			

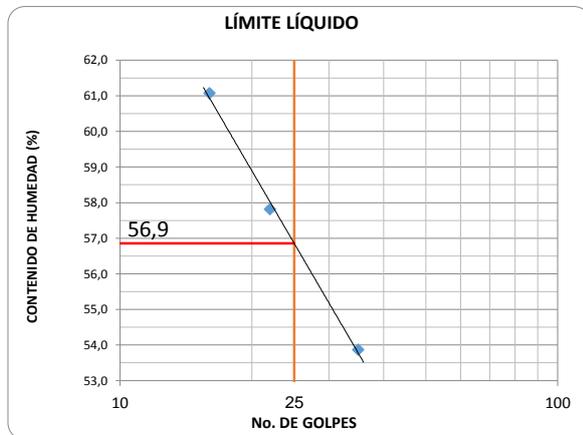
SONDEO FINALIZADO A 6,20m

**PROYECTO:** Estudio de Suelos de un Predio de 3 Plantas  
**LOCALIZACIÓN:** Calle 10 # 3B -27/29 (Municipio de Ubate)  
**CLIENTE:** Sr. Orlando Forero  
**DESCRIPCIÓN:** Arcilla alta plasticidad CH  
café oscuro vetas grises y de oxido raices

**APIQUE:** 1  
**MUESTRA:** 1  
**PROF. (m):** 1,20 - 1,80  
**FECHA ENSAYO:** 18 de enero de 2019

LÍMITES DE CONSISTENCIA			
LÍMITE LÍQUIDO I.N.V. E - 125 - 07			
Número de golpes	35	22	16
Vidrio No	R136	R92	R69
$W_{rmh}$ , (g)	20,76	20,18	23,32
$W_{rms}$ , (g)	16,44	15,59	17,25
$W_{rl}$ , (g)	8,42	7,65	7,31
Humedad, w (%)	<b>53,9</b>	<b>57,8</b>	<b>61,1</b>

LÍMITE PLÁSTICO			
Vidrio No	R226	R148	U
$W_{rmh}$ , (g)	20,66	19,35	76,33
$W_{rms}$ , (g)	17,75	16,90	63,14
$W_{rl}$ , (g)	7,75	8,53	19,01
Humedad (%)	<b>29,10</b>	<b>29,27</b>	<b>29,89</b>



GRANULOMETRÍA I.N.V. E - 123 - 07			
P1 (g) =	66,18	P2 (g) =	6,52
Tamiz Tamaño	Peso Retenido (g)	(%) Retenido	(%) Pasa
4"			100,0
3"			100,0
2 1/2 "			100,0
2"			100,0
1 1/2 "			100,0
1"			100,0
3/4 "			100,0
1/2 "			100,0
3/8 "			100,0
1/4 "			100,0
No 4			100,0
No 10			100,0
No 16			100,0
No 40	1,47	2,2	97,8
No 100	1,94	2,9	94,8
No 200	3,11	4,7	90,1
	59,66	90,1	

RESULTADOS	
Límite Líquido :	<b>56,9</b>
Límite Plástico :	<b>29,2</b>
Índice Plasticidad :	<b>27,7</b>
Humedad natural:	<b>29,9</b>
USCS:	<b>Suelo de partículas finas.</b> Arcilla alta plasticidad CH
Índice de Grupo :	29,0
AASHTO :	<b>Material limoso-arenoso</b> Pobre a malo como subbase A-7-6 Suelo arcilloso
Gravas (%)	0,0
arenas (%)	9,9
finos (%)	90,1

**OBSERVACIONES** Descripción a partir del reconocimiento visual de la muestra



**NELSON FELIPE MORENO CARDONA**  
 REPRESENTANTE LEGAL



**ROTHEM**  
INGENIERIA

**ROTHEM INGENIERIA SAS**  
CONSULTORIA Y CONTRUCCION  
DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

FT-G-005  
SGC VERSIÓN 01 ENERO DE 2013  
GRANULOMETRIA POR TAMIZADO

**PROYECTO:** Estudio de Suelos de un Predio de 3 Plantas  
**LOCALIZACIÓN:** Calle 10 # 3B -27/29 (Municipio de Ubate)  
**CLIENTE:** Sr. Orlando Forero  
**DESCRIPCIÓN:** Arcilla alta plasticidad CH  
café oscuro vetas grises y de óxido raices

**APIQUE:** 1  
**MUESTRA:** 1  
**PROF. (m):** 1,20 - 1,80  
**FECHA ENSAYO:** 18 de enero de 2019

**GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO I.N.V. E – 123 – 07**

Masa antes de lavado (g)			Masa después de lavado (g)		
66,18			6,52		
Tamiz (in)	Tamiz (mm)	M. Retenida (gr)	Retenido (%)	Ret. Acum (%)	Pasa (%)
4"	101,6				100,00
3"	76,2				100,00
2 1/2 "	63,5				100,00
2"	50,8				100,00
1 1/2 "	38,1				100,00
1"	25,4				100,00
3/4 "	19,05				100,00
1/2 "	12,7				100,00
3/8 "	9,525				100,00
1/4 "	6,35				100,00
No 4	4,75				100,00
No 10	2				100,00
No 16	1,18				100,00
No 40	0,425	1,47	2,22	2,22	97,78
No 100	0,150	1,94	2,93	5,15	94,85
No 200	0,075	3,11	4,70	9,85	90,15
fondo		59,66	90,15	100,00	

Límite líquido LL	<b>56,9</b>
Límite plástico LP	<b>29,2</b>
Índice plasticidad IP	<b>27,7</b>
Humedad natural	<b>29,89 %</b>
Pasa tamiz Nº 4 (5mm):	<b>100,00 %</b>
Pasa tamiz Nº 200 (0,080 mm):	<b>90,15 %</b>
D60:	
D30:	
D10 (diámetro efectivo):	
Coefficiente de uniformidad (Cu):	
Grado de curvatura (Cc):	

**SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (S.U.C.S.)**

**Suelo de partículas finas.**

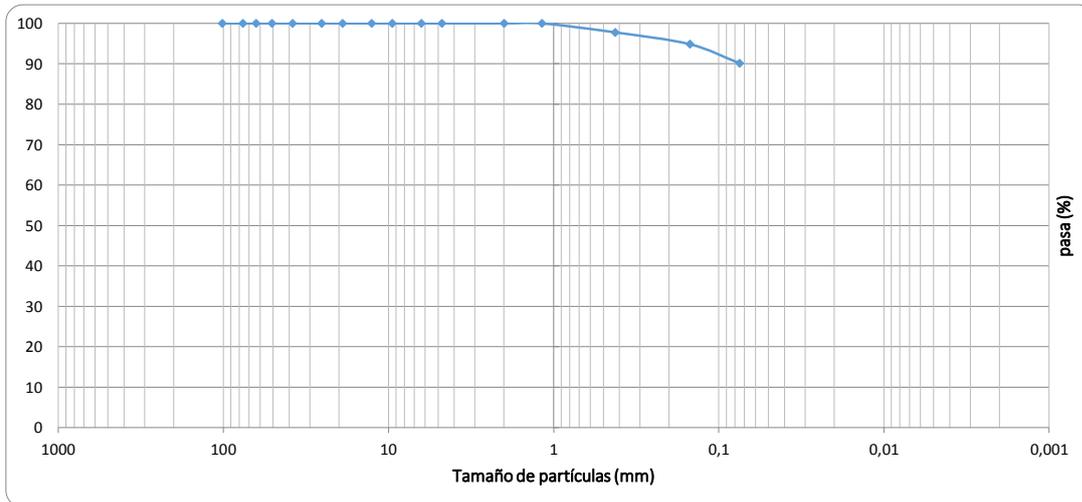
*Arcilla alta plasticidad CH*

**SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO**

**Material limoso-arenoso**

*Pobre a malo como subbase*

*A-7-6 Suelo arcilloso*



OBSERVACIONES	Descripción a partir del reconocimiento visual de la muestra
---------------	--

**NELSON FELIPE MORENO CARDONA**  
REPRESENTANTE LEGAL



--

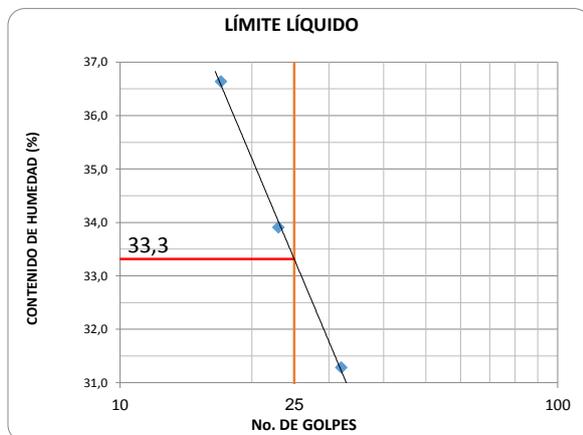
<b>F-LE-TEC-001</b>	<b>REGISTRO DE PERFORACION</b>	<b>VERSION 01 ENERO -2018</b>								
<b>Proyecto:</b> Estudio de Suelos de un Predio de 3 Plantas										
<b>Localizacion:</b> Calle 10 # 3B -27/29 (Municipio de Ubate) <span style="float: right;"><b>FECHA:</b> 16 de enero de 2019</span>										
<b>N-W</b>	SONDEO	APIQUE <b>X</b>								
		<b>PERFORACION No. 2</b>								
		<b>NIVEL FREATICO (m) NO</b>								
PROFUNDIDAD (m)	MUESTRA				No de Golpes x pie			VELETA DE CAMPO	PENETROMETR O BOLSILLO	Descripcion del Subsuelo
	No	TIPO	PROFUNDIDAD (m)							
			DE	A	6"	6"	6"	kg/cm <sup>2</sup>		
0,00										
0,20										Capa vegetal
1,20										Arcilla café oscuro con oxido y raices
1,80	1	SPT	1,20	1,80	8	9	15			Arena arcillosa SC café oscuro con oxido
SONDEO FINALIZADO A 6,20m										

**PROYECTO:** Estudio de Suelos de un Predio de 3 Plantas  
**LOCALIZACIÓN:** Calle 10 # 3B -27/29 (Municipio de Ubate)  
**CLIENTE:** Sr. Orlando Forero  
**DESCRIPCIÓN:** Arena arcillosa SC  
 café oscuro con oxido

**APIQUE:** 2  
**MUESTRA:** 1  
**PROF. (m):** 1,20 - 1,80  
**FECHA ENSAYO:** 18 de enero de 2019

LÍMITES DE CONSISTENCIA			
LÍMITE LÍQUIDO I.N.V. E – 125 – 07			
Número de golpes	32	23	17
Vidrio No	R73	R138	R149
$W_{rmh}$ (g)	22,08	21,21	18,39
$W_{rms}$ (g)	18,57	18,04	15,80
$W_{rl}$ (g)	7,35	8,69	8,73
Humedad, w (%)	<b>31,3</b>	<b>33,9</b>	<b>36,6</b>

LÍMITE PLÁSTICO			
Vidrio No	R128	R209	E
$W_{rmh}$ (g)	18,39	19,17	85,83
$W_{rms}$ (g)	16,77	17,14	78,40
$W_{rl}$ (g)	8,47	6,91	18,62
Humedad (%)	<b>19,52</b>	<b>19,84</b>	<b>12,43</b>



GRANULOMETRÍA I.N.V. E – 123 – 07			
P1 (g) =	97,67	P2 (g) =	49,96
Tamiz Tamaño	Peso Retenido (g)	(%) Retenido	(%) Pasa
4"			100,0
3"			100,0
2 1/2 "			100,0
2"			100,0
1 1/2 "			100,0
1"			100,0
3/4 "			100,0
1/2 "			100,0
3/8 "			100,0
1/4 "			100,0
No 4			100,0
No 10	0,64	0,7	99,3
No 16	2,58	2,6	96,7
No 40	24,79	25,4	71,3
No 100	17,02	17,4	53,9
No 200	4,93	5,0	48,8
	47,71	48,8	

RESULTADOS	
Límite Líquido :	<b>33,3</b>
Límite Plástico :	<b>19,7</b>
Índice Plasticidad :	<b>13,6</b>
Humedad natural:	<b>12,4</b>
USCS:	<b>Suelo de partículas gruesas. Suelo de partículas gruesas con finos.</b> Arena arcillosa SC
Índice de Grupo :	4,0
AASHTO :	<b>Material limoso-arenoso</b> Pobre a malo como subbase A-6 Suelo arcilloso
Gravas (%)	0,0
arenas (%)	51,2
finos (%)	48,8

**OBSERVACIONES** Descripción a partir del reconocimiento visual de la muestra



**NELSON FELIPE MORENO CARDONA**  
 REPRESENTANTE LEGAL



**ROTHEM**  
INGENIERIA

**ROTHEM INGENIERIA SAS**  
CONSULTORIA Y CONTRUCCION  
DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

FT-G-005  
SGC VERSIÓN 01 ENERO DE 2013  
GRANULOMETRIA POR TAMIZADO

**PROYECTO:** Estudio de Suelos de un Predio de 3 Plantas  
**LOCALIZACIÓN:** Calle 10 # 3B -27/29 (Municipio de Ubate)  
**CLIENTE:** Sr. Orlando Forero  
**DESCRIPCIÓN:** Arena arcillosa SC  
café oscuro con oxido

**APIQUE:** 2  
**MUESTRA:** 1  
**PROF. (m):** 1,20 - 1,80  
**FECHA ENSAYO:** 18 de enero de 2019

**GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO I.N.V. E – 123 – 07**

Masa antes de lavado (g)			Masa después de lavado (g)		
97,67			49,96		
Tamiz (in)	Tamiz (mm)	M. Retenida (gr)	Retenido (%)	Ret. Acum (%)	Pasa (%)
4"	101,6				100,00
3"	76,2	0,00	0,00	0,00	100,00
2 1/2 "	63,5	0,00	0,00	0,00	100,00
2"	50,8	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2 "	38,1	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,4	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4 "	19,05	0,00	0,00	0,00	100,00
1/2 "	12,7	0,00	0,00	0,00	100,00
3/8 "	9,525	0,00	0,00	0,00	100,00
1/4 "	6,35	0,00	0,00	0,00	100,00
No 4	4,75	0,00	0,00	0,00	100,00
No 10	2	0,64	0,66	0,66	99,34
No 16	1,18	2,58	2,64	3,30	96,70
No 40	0,425	24,79	25,38	28,68	71,32
No 100	0,150	17,02	17,43	46,10	53,90
No 200	0,075	4,93	5,05	51,15	48,85
fondo		47,71	48,85	100,00	

Límite líquido LL	<b>33,3</b>
Límite plástico LP	<b>19,7</b>
Índice plasticidad IP	<b>13,6</b>
Humedad natural	<b>12,43 %</b>
Pasa tamiz Nº 4 (5mm)	<b>100,00 %</b>
Pasa tamiz Nº 200 (0,080 mm)	<b>48,85 %</b>
D60:	<b>0,25 mm</b>
D30:	
D10 (diámetro efectivo):	
Coefficiente de uniformidad (Cu):	
Grado de curvatura (Cc):	

**SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (S.U.C.S.)**  
Suelo de partículas gruesas. Suelo de partículas gruesas con finos.

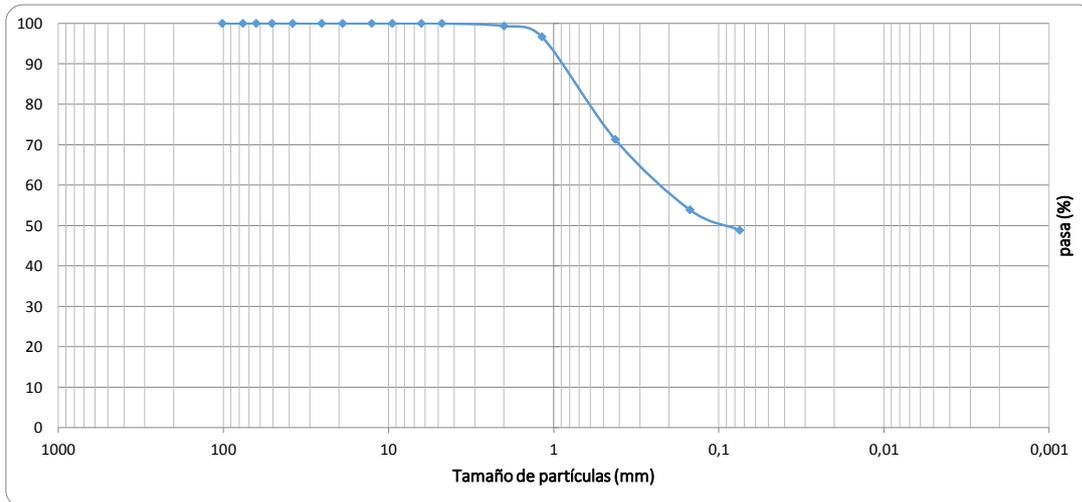
*Arena arcillosa SC*

**SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO**

**Material limoso-arenoso**

*Pobre a malo como subbase*

*A-6 Suelo arcilloso*



**OBSERVACIONES** Descripción a partir del reconocimiento visual de la muestra

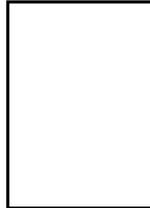
**NELSON FELIPE MORENO CARDONA**  
REPRESENTANTE LEGAL

**PROYECTO:** Estudio de Suelos de un Predio de 3 Plantas  
**LOCALIZACIÓN:** Calle 10 # 3B -27/29 (Municipio de Ubate)  
**CLIENTE:** Sr. Orlando Forero  
**DESCRIPCIÓN:** Arena arcillosa SC  
café oscuro con oxido

**APIQUE:** 2  
**MUESTRA:** 1  
**PROFUNDIDAD (m):** 1,20 - 1,80  
**FECHA DE ENSAYO:** 4 de diciembre de 2018

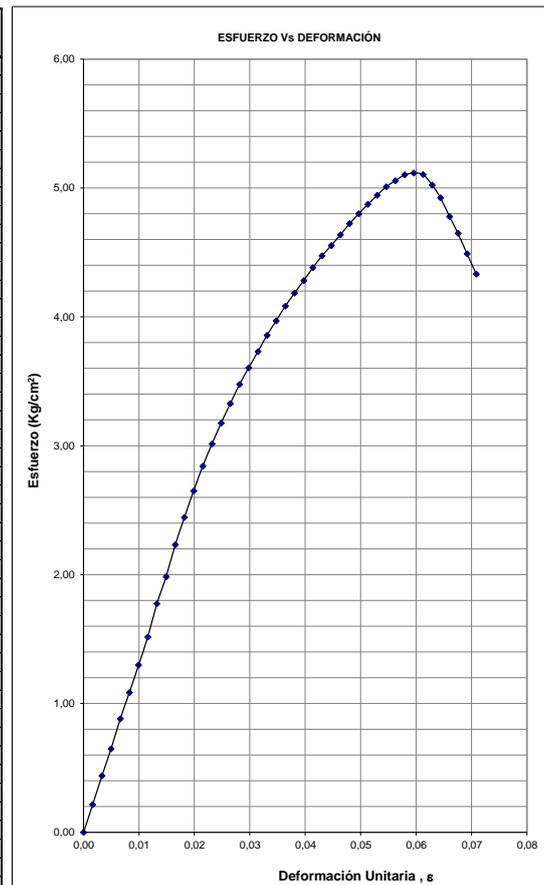
**Compresion Inconfinada en Muestras de Suelos I.N.V.E - 152 - 13**

DIMENSIONES DE LA MUESTRA	
Diámetro Promedio (cm)	3,150
Altura Promedio (cm)	6,647
Masa Total (g)	104,12
Área (cm <sup>2</sup> )	<b>7,79</b>
Volumen Total (cm <sup>3</sup> )	<b>51,81</b>



CONTENIDO DE HUMEDAD	
RECIPIENTE No.	E
W <sub>muestra hum. + Recipiente</sub>	85,83 (g)
W <sub>muestra seca + Recipiente</sub>	78,40 (g)
W. Recipiente	18,62 (g)
Humedad	12,43 %
Peso Unitario Hum (gm).	<b>2,01</b> g/cm <sup>3</sup>
Peso Unitario Seco (gd).	<b>1,788</b> g/cm <sup>3</sup>

Lectura de Carga (Kg.)	Lectura Def. (mm)	Deformación Total (cm)	Deformación Unitaria e	Área Corrg. cm <sup>2</sup>	Resistencia Kg./cm <sup>2</sup>
0	0	0	0	0	0
1,68	0,11	0,011	0,0017	7,81	0,22
3,42	0,22	0,022	0,0033	7,82	0,44
5,07	0,33	0,033	0,0050	7,83	0,65
6,90	0,44	0,044	0,0066	7,85	0,88
8,52	0,55	0,055	0,0083	7,86	1,08
10,21	0,66	0,066	0,0099	7,87	1,30
11,94	0,77	0,077	0,0116	7,89	1,51
14,00	0,88	0,088	0,0132	7,90	1,77
15,69	0,99	0,099	0,0149	7,91	1,98
17,68	1,10	0,110	0,0165	7,93	2,23
19,40	1,21	0,121	0,0182	7,94	2,44
21,06	1,32	0,132	0,0199	7,95	2,65
22,63	1,43	0,143	0,0215	7,97	2,84
24,04	1,54	0,154	0,0232	7,98	3,01
25,38	1,65	0,165	0,0248	7,99	3,18
26,63	1,76	0,176	0,0265	8,01	3,33
27,87	1,87	0,187	0,0281	8,02	3,48
28,95	1,98	0,198	0,0298	8,03	3,60
30,01	2,09	0,209	0,0314	8,05	3,73
31,09	2,20	0,220	0,0331	8,06	3,86
32,05	2,31	0,231	0,0348	8,07	3,97
33,03	2,42	0,242	0,0364	8,09	4,08
33,90	2,53	0,253	0,0381	8,10	4,18
34,75	2,64	0,264	0,0397	8,12	4,28
35,62	2,75	0,275	0,0414	8,13	4,38
36,43	2,86	0,286	0,0430	8,14	4,47
37,15	2,97	0,297	0,0447	8,16	4,55
37,89	3,08	0,308	0,0463	8,17	4,64
38,67	3,19	0,319	0,0480	8,19	4,72
39,36	3,30	0,330	0,0496	8,20	4,80
40,04	3,41	0,341	0,0513	8,22	4,87
40,68	3,52	0,352	0,0530	8,23	4,94
41,30	3,63	0,363	0,0546	8,24	5,01
41,76	3,74	0,374	0,0563	8,26	5,06
42,21	3,85	0,385	0,0579	8,27	5,10
42,39	3,96	0,396	0,0596	8,29	5,11
42,38	4,07	0,407	0,0612	8,30	5,10
41,78	4,18	0,418	0,0629	8,32	5,02
41,02	4,28	0,428	0,0644	8,33	4,92
39,87	4,39	0,439	0,0660	8,35	4,78
38,85	4,49	0,449	0,0675	8,36	4,65
37,58	4,60	0,460	0,0692	8,37	4,49
36,33	4,71	0,471	0,0709	8,39	4,33



Observaciones: \_\_\_\_\_

RESULTADOS	
$q_u$ (Kg./cm <sup>2</sup> )	<u>5,11</u>
$C_u$ (Kg./cm <sup>2</sup> )	<u>2,56</u>
Consistencia del suelo	Dura

JUAN CARLOS SANCHEZ Z.  
LABORATORISTA

INGENIERO: MARIA ALEJANDRA GUZMAN P.  
REVISOR

<b>ORLANDO FORERO</b>	<b>ESTUDIO DE SUELOS Y RECOMENDACIONES DE CIMENTACIÓN</b>	<b>ROTHERM INGENIERIA SAS CONSULTORIA ESPECIALIZADA</b>
	VALIDACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CIMENTACIÓN DE UN PREDIO EXISTENTE EN EL MUNICIPIO DE UBATÉ	

## ANEXO 4 MEMORIAS DE CALCULO

**PROYECTO:** RI - 0119 - 0071 - ESTUDIO DE SUELOS CASA UBATE

**LOCALIZACIÓN:** UBATÉ CUNDINAMARCA

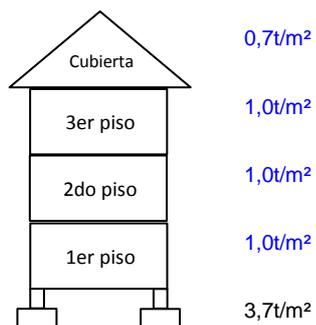
**CLIENTE:** ORLANDO FORERO

**DESCRIPCIÓN:** ESTIMATIVO DE CARGAS SOBRE CIMENTACION

**ESTIMATIVO DE CARGA**

De acuerdo con la información suministrada, el proyecto contempla la construcción de una estructuras de 3 pisos de altura. Esta edificación se realizará en concreto reforzado.

Máxima luz entre columnas                    4,23 m  
 Mínima luz entre columnas                   2,65 m



Partiendo de valores promedio de cargas de trabajo

**NOTA:** Se estima que el primer piso transmite directamente la carga al terreno.

En promedio, la estructura aplicaría una carga de 3,65t/m<sup>2</sup>, a nivel de cimentación

Las cargas en las columnas serían del orden de:

$$P_{max} (4,23m) = (4,23^2)m^2 \times 3,65t/m^2 = \mathbf{65,3ton}$$

$$P_{min} = (4,23/2^2)m^2 \times 3,65t/m^2 = \mathbf{32,7ton}$$

$$P_{max} (2,65m) = (2,65^2)m^2 \times 3,65t/m^2 = \mathbf{25,6ton}$$

$$P_{min} = (2,65/2^2)m^2 \times 3,65t/m^2 = \mathbf{12,8ton}$$



ROTHEM INGENIERIA SAS  
CONSULTORIA ESPECIALIZADA  
DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

FT-G-004  
SGC VERSION ENERO 2013  
CMC-023-2016

PROYECTO: RI - 0119 - 0071 - ESTUDIO DE SUELOS CASA UBATE  
LOCALIZACIÓN: UBATÉ CUNDINAMARCA  
CLIENTE: ORLANDO FORERO  
DESCRIPCIÓN: NORMALIZACIÓN DEL ENSAYO DE SPT - DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO EFECTIVO

PT-	Muestra	Profundidad(m)			No. Golpes			N <sub>45</sub>	N.F.(m)	Tipo de Suelo	γ Ton/m <sup>3</sup>	σ <sub>v</sub> Ton/m <sup>2</sup>	σ <sub>v</sub> ' Ton/m <sup>2</sup>	
		Inicial	Final	Media	1	2	3							
											0	0		
1	BM1	1	0,90	1,50	1,20	5	7	11	18	3,2	1	2,0	2,4	2,4
1	BM1	2	1,50	2,03	1,77	9	13	15	28	3,2	1	2,0	3,6	3,6
1	BM1	3	2,30	2,90	2,60	7	7	9	16	3,2	1	2,0	5,3	5,3
2	BM1	4	2,95	3,55	3,25	3	3	6	9	3,2	2	2,0	6,6	6,5
2	BM1	5	3,60	4,20	3,90	3	3	6	9	3,2	2	2,0	7,9	7,2
2	BM1	6	4,20	4,80	4,50	4	2	2	4	3,2	2	2,0	9,1	7,8
2	BM1	7	4,80	5,40	5,10	2	2	3	5	3,2	2	2,0	10,3	8,4
2	BM1	8	5,40	6,20	5,80	2	4	10	14	3,2	2	2,0	11,6	9,0
												0	0	

**USAR SI APLICA**

PESOS UNITARIOS MATERIALES (Ton/m <sup>3</sup> )			E (Kpa) (Bowles 1996)			Cu (KPa) (Bowles 1996)			
Tipo	g (T/m <sup>3</sup> )	Color	Nombre	Maximo	Minimo	Promedio	Maximo	Minimo	Promedio
1	2,03	1	Arcilla C. firme	221538,5	119400	156723,1	184,6	99,5	130,6
2	1,99	2	Arena arcillosa	100000	22500	54332,0	83,3	18,8	45,3
-		-							
-		-							

PROYECTO: RI - 0119 - 0071 - ESTUDIO DE SUELOS CASA UBATE  
 LOCALIZACIÓN: UBATÉ CUNDINAMARCA  
 CLIENTE: ORLANDO FORERO  
 DESCRIPCIÓN: NORMALIZACIÓN DEL ENSAYO DE SPT - DETERMINACIÓN DEL  $C_N$  DIFERENTES METODOLOGÍAS

PT-	Muestra	$C_N$								
		Peck	Seed	Meyerhoff	Liao-Whitman	Skempton	Seed-Idriss	Schmertmann	González	Promedio
BM1	1	1,471	1,767	1,802	2,000	1,608	1,865	2,000	1,613	1,766
BM1	2	1,343	1,557	1,606	1,671	1,472	1,629	1,860	1,446	1,573
BM1	3	1,213	1,347	1,385	1,376	1,309	1,391	1,554	1,278	1,357
BM1	4	1,143	1,232	1,257	1,238	1,211	1,262	1,387	1,186	1,239
BM1	5	1,111	1,181	1,200	1,181	1,165	1,204	1,313	1,145	1,188
BM1	6	1,085	1,138	1,152	1,135	1,126	1,155	1,252	1,110	1,144
BM1	7	1,060	1,098	1,107	1,094	1,090	1,110	1,197	1,078	1,104
BM1	8	1,033	1,054	1,059	1,051	1,050	1,061	1,138	1,044	1,061

**CONVENCIONES**

<b>N45</b>	Número de golpes para el 45% de energía del martillo (Estimado para Colombia)
<b>N.F.</b>	Nivel Freatico
$\sigma_v$	Esfuerzo Vertical Total
$\sigma'_v$	Esfuerzo Vertical Efectivo
<b>Rs</b>	Parámetro utilizado para el $C_N$ , $R_s = s_v'/p_a$
$C_N$	Factor de corrección por confinamiento efectivo
$\eta_1$	Factor de corrección por energía del martillo: La energía de USA es el 60% y la de Japón el 72%
$\eta_2$	Factor de corrección por longitud de la varilla
$\eta_3$	Factor de corrección por revestimiento interno de tomamuestras
$\eta_4$	Factor de corrección por diámetro de la perforación
<b>Nc</b>	Número de golpes corregido
$\Phi$	Angulo de fricción interna
$\sigma'_v$	Número de golpes corregido
$\tau$	Número de golpes corregido

PROYECTO: RI - 0119 - 0071 - ESTUDIO DE SUELOS CASA UBATE  
 LOCALIZACIÓN: UBATÉ CUNDINAMARCA  
 CLIENTE: ORLANDO FORERO  
 DESCRIPCIÓN: NORMALIZACIÓN DEL ENSAYO DE SPT - DETERMINACIÓN DEL ANGULO DE FRICCIÓN

PT-	Muestra	$\eta_1$		$\eta_2$	$\eta_3$	$\eta_4$	Nc		$\Phi'e$					
		USA	JAPON				USA	JAPON	Kishida	Peck	JRB	Shiou & Fukui	JNR	Promedio
BM1	1	0,75	0,63	0,75	1,0	1,0	17	14	28,23	32,8	26,5	32,0	29,6	29,8
BM1	2	0,75	0,63	0,75	1,0	1,0	24	20	30,81	34,5	28,7	34,2	30,8	31,8
BM1	3	0,75	0,63	0,75	1,0	1,0	12	10	26,18	31,5	24,7	30,6	28,9	28,4
BM1	4	0,75	0,63	0,75	1,0	1,0	6	5	22,91	30,0	21,8	28,8	27,9	26,3
BM1	5	0,75	0,63	0,75	1,0	1,0	6	5	22,91	30,0	21,8	28,8	27,9	26,3
BM1	6	0,75	0,63	0,85	1,0	1,0	2	2	20,00	29,0	19,3	27,7	27,4	24,7
BM1	7	0,75	0,63	0,85	1,0	1,0	3	2	20,00	29,3	19,3	27,7	27,4	24,7
BM1	8	0,75	0,63	0,85	1,0	1,0	9	7	24,35	30,8	23,1	29,5	28,3	27,2

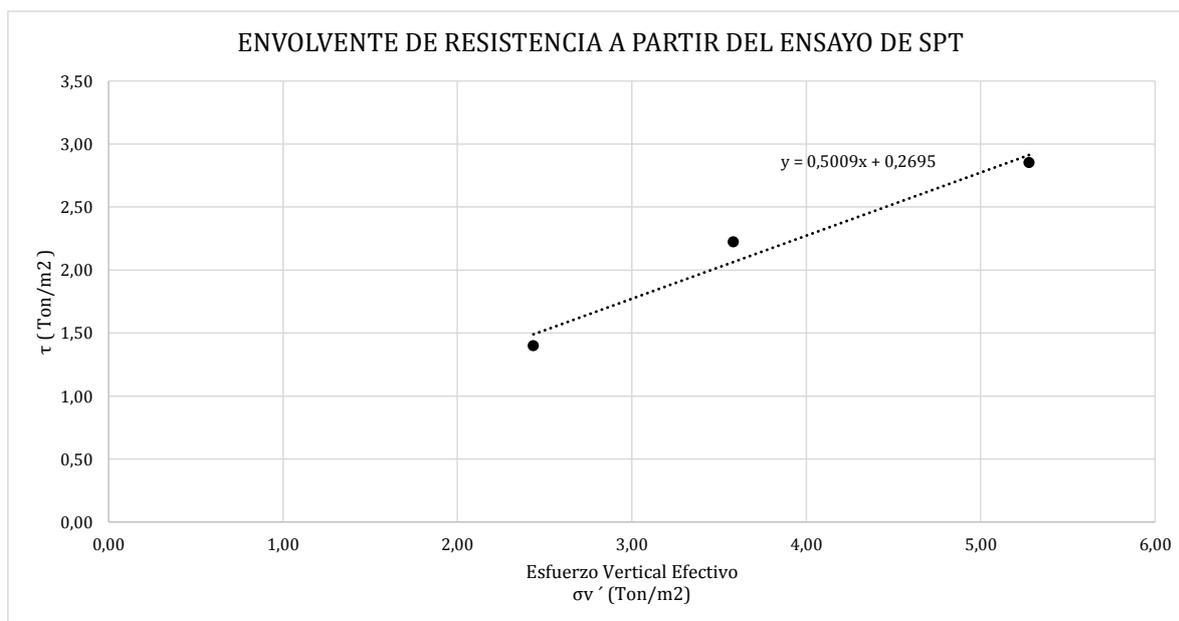
**CONVENCIONES**

<b>N45</b>	Número de golpes para el 45% de energía del martillo (Estimado para Colombia)
<b>N.F.</b>	Nivel Freatico
<b><math>\sigma_v</math></b>	Esfuerzo Vertical Total
<b><math>\sigma'_v</math></b>	Esfuerzo Vertical Efectivo
<b>Rs</b>	Parámetro utilizado para el CN, $Rs = sv'/pa$
<b><math>C_N</math></b>	Factor de corrección por confinamiento efectivo
<b><math>\eta_1</math></b>	Factor de corrección por energía del martillo: La enería de USA es el 60% y la de Japón el 72%
<b><math>\eta_2</math></b>	Factor de corrección por longitud de la varilla
<b><math>\eta_3</math></b>	Factor de corrección por revestimiento interno de tomamuestras
<b><math>\eta_4</math></b>	Factor de corrección por diámetro de la perforación
<b>Nc</b>	Número de golpes corregido
<b><math>\Phi</math></b>	Angulo de fricción interna
<b><math>\sigma'_v</math></b>	Número de golpes corregido
<b><math>\tau</math></b>	Número de golpes corregido

PROYECTO: RI - 0119 - 0071 - ESTUDIO DE SUELOS CASA UBATE  
 LOCALIZACIÓN: UBATÉ CUNDINAMARCA  
 CLIENTE: ORLANDO FORERO  
 DESCRIPCIÓN: NORMALIZACIÓN DEL ENSAYO DE SPT - ENVOLVENTE DE RESISTENCIA

Material		Arcilla C. firme				
Perforación	Tipo	Muestra	Profundidad (m)	$\Phi'$ promedio (°)	$\sigma_v'$ (Ton/m <sup>2</sup> )	$\tau'$ (Ton/m <sup>2</sup> )
BM1	1	1	1,20	29,82	2,44	1,40
BM1	1	2	1,77	31,79	3,58	2,22
BM1	1	3	2,60	28,37	5,28	2,85

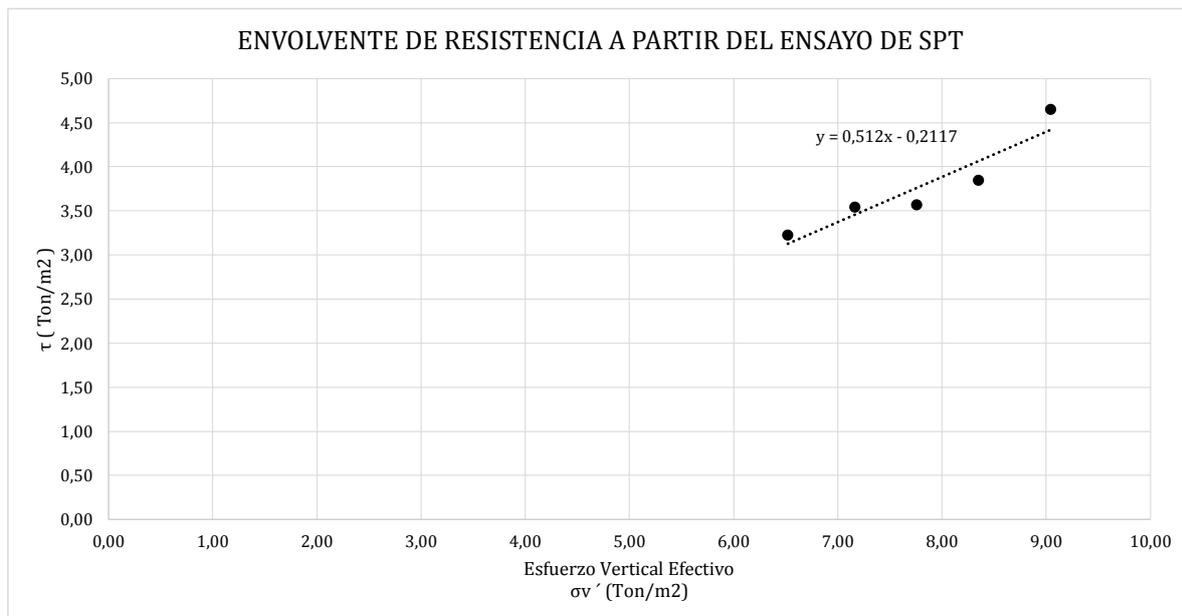
$\phi$ (°)	Parámetros de Resistencia	
Valor Mínimo	28,4	$c'$ prm (t/m <sup>2</sup> ) 0,27
Valor Promedio	30,0	$\phi$ prm (°) 26,6
Valor Máximo	31,8	$\phi'$ min (°) 28,4



PROYECTO: RI - 0119 - 0071 - ESTUDIO DE SUELOS CASA UBATE  
 LOCALIZACIÓN: UBATÉ CUNDINAMARCA  
 CLIENTE: ORLANDO FORERO  
 DESCRIPCIÓN: NORMALIZACIÓN DEL ENSAYO DE SPT - ENVOLVENTE DE RESISTENCIA

Material		Arena arcillosa				
Perforación	Tipo	Muestra	Profundidad (m)	$\Phi'$ promedio (°)	$\sigma'_v$ (Ton/m <sup>2</sup> )	$\tau'$ (Ton/m <sup>2</sup> )
BM1	2	4	3,25	26,30	6,52	3,22
BM1	2	5	3,90	26,30	7,17	3,54
BM1	2	6	4,50	24,69	7,76	3,57
BM1	2	7	5,10	24,74	8,35	3,85
BM1	2	8	5,80	27,21	9,05	4,65

$\phi$ (°)	Parámetros de Resistencia		
Valor Mínimo	24,7	$c'$ prm (t/m <sup>2</sup> )	0,00
Valor Promedio	25,8	$\phi$ prm (°)	25,9
Valor Máximo	27,2	$\phi'$ min (°)	24,7



**PROYECTO:** RI - 0119 - 0071 - ESTUDIO DE SUELOS CASA UBATE  
**LOCALIZACIÓN:** UBATÉ CUNDINAMARCA  
**CLIENTE:** ORLANDO FORERO  
**DESCRIPCIÓN:** ANÁLISIS GEOTECNICO DE CAPACIDAD DE CARGA - ESFUERZOS EFECTIVOS - CIMIENTO CUADRADO

**ANÁLISIS DE ESTABILIDAD Y DEFORMACION - MODELO BICAPA**

**PARÁMETROS DE ENTRADA**

DATOS DEL CIMIENTO	DATOS DEL SUELO	
Tipo de cimiento: RECTANGULAR	<b>PARÁMETROS NO DRENADOS</b>	<b>PARÁMETROS DRENADOS</b>
Profundidad cimiento, $D_f$ [m] = 1,1	$c_{u1}$ [ton/m <sup>2</sup> ] = 3,50	$c'_1$ [ton/m <sup>2</sup> ] = 1,00
Espesor capa 1, $h_1$ [m] = 2,50	$c_{u2}$ [ton/m <sup>2</sup> ] = 2,50	$c'_2$ [ton/m <sup>2</sup> ] = 0,50
$\gamma_1$ capa 1 [ton/m <sup>3</sup> ] = 2,00	<b>TIPO DE ANÁLISIS</b>	$\phi'_1$ = 25
Espesor capa 2, $h_2$ [m] = 10,00		$\phi'_2$ = 25
$\gamma_1$ capa 2 [ton/m <sup>3</sup> ] = 2,00	Condición: Drenada	<b>PARÁMETROS ELÁSTICOS</b>
Distancia al estrato 2, $H$ [m] = 1,40	<b>MODELO A UTILIZAR</b>	$E_{máx1}$ (T/m <sup>2</sup> ) = 10000
Profundidad del N.F. (m) = 3,30	Suelo duro sobre blando	$\nu_1$ = 0,3
Factor de seguridad, FS = 3,0	<b>FACTORES DE CAPACIDAD</b>	$G_{máx1}$ (T/m <sup>2</sup> ) = 3846
Posición relativa del N.F.: bajo el cimiento	$N_c$ = 20,72	$E_{máx2}$ (T/m <sup>2</sup> ) = 2000
Posición relativa del cimiento: capa 1	$N_q$ = 10,66	$\nu_2$ = 0,3
Sobrecarga por terreno, $q$ [t/m <sup>2</sup> ] = 2,2	$N_y$ = 10,88	$G_{máx2}$ (T/m <sup>2</sup> ) = 769

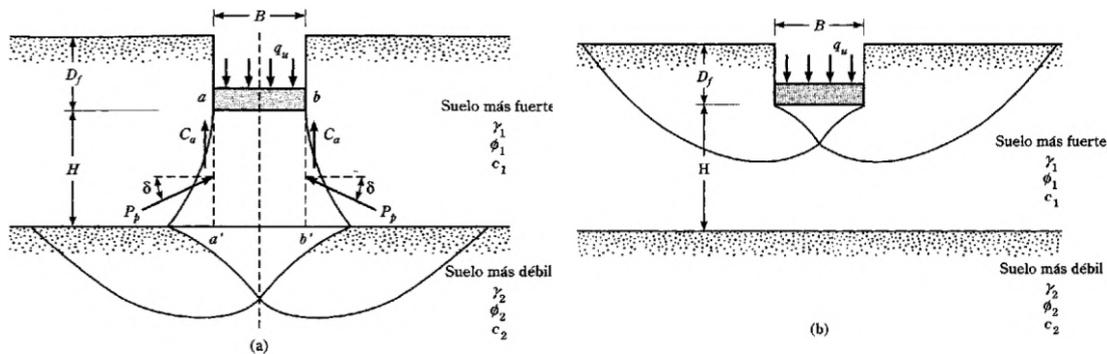


Figura 1. Capacidad de carga de una cimentación corrida sobre suelo estratificado. Fuente: DAS

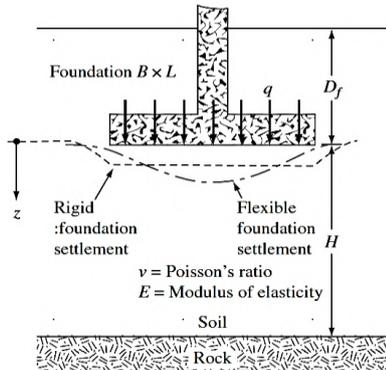
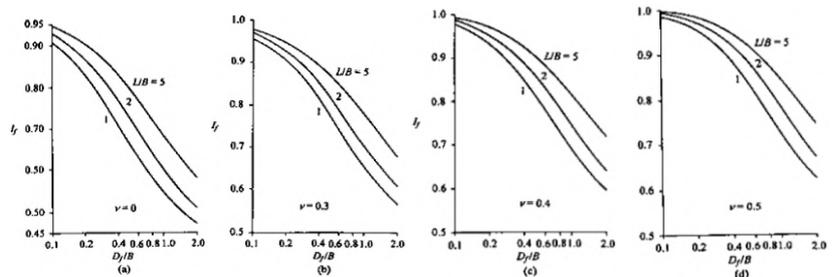


Figura 2. Asentamiento elástico para cimientos rígidos y flexibles. Fuente: DAS



$$I_f = \text{factor de profundidad (Fox, 1948)} = f\left(\frac{D_f}{B}, \nu, \frac{L}{B}\right)$$

Figura 3. Variación de  $I_f$  con  $D_f/B$ ,  $L/B$  y  $\nu$ . Fuente: DAS



**ROTHEM INGENIERIA SAS**  
CONSULTORIA ESPECIALIZADA  
DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

FT-G-001  
SGC VERSION ENERO 2013

**PROYECTO:** RI - 0119 - 0071 - ESTUDIO DE SUELOS CASA UBATE  
**LOCALIZACIÓN:** UBATÉ CUNDINAMARCA  
**CLIENTE:** ORLANDO FORERO  
**DESCRIPCIÓN:** ANÁLISIS GEOTECNICO DE CAPACIDAD DE CARGA - ESFUERZOS EFECTIVOS - CIMENTO CUADRADO

**ANALISIS DE CAPACIDAD PORTANTE (CONDICIÓN DRENADA)**

GEOMETRIA DE LA CIMENTACION (m) - CIMENTO RECTANGULAR						
B (m)	0,50	1,00	1,10	2,00	2,50	3,00
L (m)	0,50	1,00	1,10	2,00	2,50	3,00
ESTABILIDAD DEL ESTRATO DE CIMENTACION (falla controlada sólo por el estrato de cimentación, no considera el inferior)						
B/L	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
D/B	2,200	1,100	1,000	0,550	0,440	0,367
$\zeta_{cs}$	1,515	1,515	1,515	1,515	1,515	1,515
$\zeta_{cd}$	1,458	1,333	1,400	1,220	1,176	1,147
$\zeta_{qs}$	1,466	1,466	1,466	1,466	1,466	1,466
$\zeta_{qd}$	1,356	1,259	1,311	1,171	1,137	1,114
$\zeta_{ys}$	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600
$\zeta_{yd}$	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
cNc*	45,746	41,839	43,936	38,287	36,906	35,985
qNq*	46,630	43,302	45,088	40,276	39,100	38,316
0.5 $\gamma$ BN $\gamma$ *	3,263	6,526	7,178	13,052	16,314	19,577
<b><math>\sigma_{bu}</math> [t/m<sup>2</sup>]</b>	<b>95,64</b>	<b>91,67</b>	<b>96,20</b>	<b>91,61</b>	<b>92,32</b>	<b>93,88</b>
REDUCCION DE LA CAPACIDAD PORTANTE POR COMPRESIBILIDAD						
Sobrecarga a Df+B/2	2,70	3,2	3,3	4,2	4,7	5,20
Ir <sub>1</sub>	1702,57	1543,29	1514,94	1300,04	1205,07	1123,03
Ir <sub>2</sub>	437,30	386,12	377,29	312,89	285,78	263,00
Ir definitivo =	1702,57	1543,29	1514,94	1300,04	1205,07	1123,03
Ir <sub>critico</sub>	43,84	43,84	43,84	43,84	43,84	43,84
Hay efecto de compresibilidad?	no	no	no	no	no	no
$\zeta_{qc}$	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$\zeta_{yc}$	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$\zeta_{cc}$	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
<b><math>\sigma_{bu1}</math> compresibilidad [t/m<sup>2</sup>]</b>	<b>95,64</b>	<b>91,67</b>	<b>96,2</b>	<b>91,61</b>	<b>92,32</b>	<b>93,88</b>
ESTABILIDAD POR PUNZONAMIENTO (falla controlada por el sistema bicapa)-Modelo de Brown & Meyerhof, 1969 (Winterkom&Fang)						
k (C <sub>2</sub> /C <sub>1</sub> )	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500
Índice de punzonamiento, $\beta$	0,09	0,18	0,20	0,36	0,45	0,54
Nm	26,89	21,29	20,78	18,49	17,93	17,56
<b><math>\sigma_{bu}</math> bicapa [t/m<sup>2</sup>]</b>	<b>29,09</b>	<b>23,49</b>	<b>22,98</b>	<b>20,69</b>	<b>20,13</b>	<b>19,76</b>
ESTABILIDAD POR PUNZONAMIENTO (suelo duro/blando) - Modelo de Meyerhof & Hanna, 1978 (DAS)						
q <sub>1</sub> [t/m <sup>2</sup> ]	26,16	31,60	32,68	42,47	47,91	53,35
q <sub>2</sub> [t/m <sup>2</sup> ]	15,80	21,24	22,32	32,11	37,55	42,99
q <sub>2</sub> /q <sub>1</sub> (según tipos de suelo)	0,604	0,672	0,683	0,756	0,784	0,806
Ks	4,45	4,70	4,74	4,96	5,03	5,08
c <sub>a</sub> [t/m <sup>2</sup> ]	0,96	0,97	0,98	0,99	0,99	0,99
c <sub>2</sub> Nc <sub>2</sub> *=c <sub>1</sub> Nc <sub>1</sub> $\zeta_{cs2}$	15,69	15,69	15,69	15,69	15,69	15,69
$\gamma_1(Df+H)Nq_2\zeta_{qs2}$	78,17	78,17	78,17	78,17	78,17	78,17
0.5 $\gamma_2$ BN $\gamma_2\zeta_{ys}$	7,18	7,18	7,18	7,18	7,18	7,18
q <sub>b</sub> [t/m <sup>2</sup> ]	101,04	101,04	101,04	101,04	101,04	101,04
qu Dos suelos c-fi [t/m <sup>2</sup> ]	192,63	147,87	143,68	124,30	119,37	116,02
q <sub>i</sub> [t/m <sup>2</sup> ] caso general	95,64	91,67	96,20	91,61	92,32	93,88
<b><math>\sigma_{bu}</math> bicapa [t/m<sup>2</sup>]</b>	<b>95,64</b>	<b>91,67</b>	<b>96,20</b>	<b>91,61</b>	<b>92,32</b>	<b>93,88</b>
CAPACIDAD PORTANTE DEFINITIVA						
$\sigma_{bu}$	95,64	91,67	96,20	91,61	92,32	93,88
$\sigma_{bs}$	31,88	30,56	32,07	30,54	30,77	31,29

**PROYECTO:** RI - 0119 - 0071 - ESTUDIO DE SUELOS CASA UBATE  
**LOCALIZACIÓN:** UBATÉ CUNDINAMARCA  
**CLIENTE:** ORLANDO FORERO  
**DESCRIPCIÓN:** ANÁLISIS GEOTECNICO DE CAPACIDAD DE CARGA - ESFUERZOS EFECTIVOS - CIMENTO CUADRADO

**ANÁLISIS DE ASENTAMIENTOS INMEDIATOS**
**DETERMINACION DEL MODULO DE ELASTICIDAD COMBINADO DEL SISTEMA BICAPA**

B (m)	0,5	1	1,1	2	2,5	3,0
L (m)	0,5	1,0	1,1	2,0	2,5	3,0
h1	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40
h2	0,00	0,60	0,80	2,60	3,60	4,60
Profundidad de análisis, h [m]	1,00	2,00	2,20	4,00	5,00	6,00
Módulo combinado, E [t/m <sup>2</sup> ]	7143	4545	4074	2778	2577	2459

**ASENTAMIENTO SUPERFICIAL PROMEDIO DEBIDO AL CIMENTO RECTANGULAR FLEXIBLE**

 Tipo de cimiento: **RECTANGULAR** **FLEXIBLE**

	0,5	1	1,1	2	2,5	3,0
m <sub>1</sub> , (L/B)	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
n <sub>1</sub> , (z/B)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
D <sub>1</sub> /B	2,20	1,10	1,00	0,55	0,44	0,37
Factor para cimientos continuos, I <sub>10</sub>	2,89	2,31	2,24	1,75	1,57	1,43
Factor por forma y profundidad, I <sub>3</sub>	1,122	1,122	1,122	1,122	1,122	1,122
Factor por forma y profundidad, I <sub>4</sub>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Factor promedio de asentamiento, I <sub>5</sub>	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
Influencia del empotramiento, I <sub>6</sub>	0,67	0,80	0,88	0,90	0,92	0,95
Factor de corrección por rigidez, I <sub>8</sub>	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95

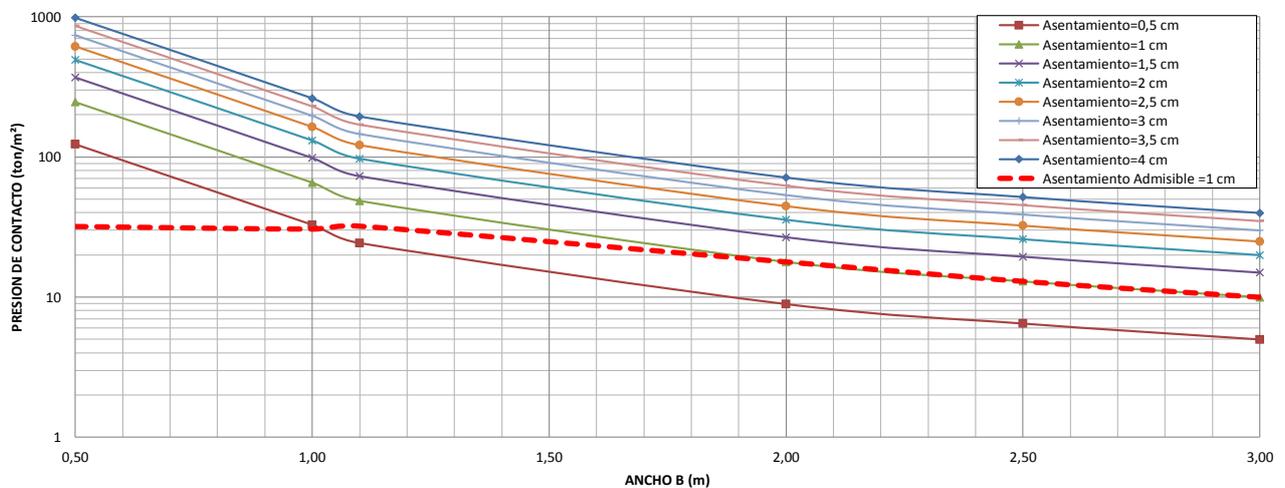
**δ<sub>centro del cimiento</sub> (cm)**
**PRESIONES DE CONTACTO (t/m<sup>2</sup>) (No incluyen el F.S.)**

δ <sub>centro del cimiento</sub> (cm)	0,5	1	1,1	2	2,5	3,0
0,5	123,11	32,81	24,30	8,91	6,47	4,98
1,0	246,22	65,61	48,60	17,82	12,94	9,96
1,5	369,33	98,42	72,90	26,73	19,41	14,95
2,0	492,44	131,22	97,20	35,64	25,88	19,93
2,5	615,54	164,03	121,50	44,55	32,35	24,91
3,0	738,65	196,83	145,80	53,46	38,82	29,89
3,5	861,76	229,64	170,10	62,37	45,29	34,87
4,0	984,87	262,45	194,40	71,28	51,76	39,85

**CRITERIO PARA EL DISEÑO (D<sub>MAX</sub> = 1, FS=3)**

 Asentamiento Admisible = **1**

B (m)	0,5	1	1,1	2	2,5	3,0
ΔP (ton/m <sup>2</sup> )	31,88	30,56	32,07	17,82	12,94	9,96
Kv (ton/m <sup>3</sup> )	3187,94	3055,57	3206,75	1782,04	1294,00	996,34

**CARTA DE DISEÑO PARA CIMENTOS SUPERFICIALES**




**PROYECTO:** RI - 0119 - 0071 - ESTUDIO DE SUELOS CASA UBATE  
**LOCALIZACIÓN:** UBATÉ CUNDINAMARCA  
**CLIENTE:** ORLANDO FORERO  
**DESCRIPCIÓN:** ANÁLISIS DE ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN

**DETERMINACIÓN DE ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN**

**PARÁMETROS DE ENTRADA**

$$S = \frac{H_0}{1 + e_0} * \left( C_s * \log\left(\frac{\sigma_p}{\sigma_o}\right) + C_c * \log\left(\frac{\sigma_f}{\sigma_p}\right) \right)$$

DATOS DEL CIMIENTO	
Tipo de cimiento:	RECTANGULAR
Profundidad cimiento, D <sub>F</sub> [m] =	1,1
Espesor capa 1, h <sub>1</sub> [m] =	2,5
γ <sub>t</sub> capa 1 [ton/m <sup>3</sup> ] =	2
Espesor capa 2, h <sub>2</sub> [m] =	10
γ <sub>t</sub> capa 2 [ton/m <sup>3</sup> ] =	2
Distancia al estrato 2, H [m] =	1,4
Profundidad del N.F. (m) =	3,3
Factor de seguridad, FS =	3
Posición relativa del N.F.:	bajo el cimiento
Posición relativa del cimiento:	capa 1

PARÁMETROS DE CONSOLIDACIÓN			
Suelo tipo	#	Suelo 1	Suelo 2
Coefficiente de carga	C <sub>c</sub>	0,131	0,000
Coefficiente de recarga	C <sub>r</sub>	0,05	0,000
Relación de vacíos	e <sub>0</sub>	0,531	10,000
Esfuerzo efectivo de preconsolidac	σ' <sub>p</sub>	11,7	100,0
Esfuerzo efectivo vertical inicial	σ' <sub>o</sub>	5	5
Relación de sobreconsolidación	RSC	2,3	20,0
Espesor del estrato compresible	h	3,0	10,0
Sentido de flujo del agua		Bidireccional	
Factor de recorrido del agua	H	0,5	0,5

TIPOS DE CIMIENTOS A EVALUAR						
Tipo	1	2	3	4	5	6
B (m)	0,5	1,0	1,1	2,0	2,5	3,0
L (m)	0,5	1,0	1,1	2,0	2,5	3,0
Prof. de evaluación f(B)=n*B =	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
Criterio de diseño, q <sub>0</sub> admisible	31,9	30,6	32,1	17,8	12,9	10,0



**PROYECTO:** RI - 0119 - 0071 - ESTUDIO DE SUELOS CASA UBATE  
**LOCALIZACIÓN:** UBATÉ CUNDINAMARCA  
**CLIENTE:** ORLANDO FORERO  
**DESCRIPCIÓN:** ANÁLISIS DE ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN

**DETERMINACIÓN DE ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN**

**PARÁMETROS DE ENTRADA**

$$S = \frac{H_0}{1 + e_0} * \left( C_s * \log\left(\frac{\sigma_p}{\sigma_o}\right) + C_c * \log\left(\frac{\sigma_f}{\sigma_p}\right) \right)$$

**ASENTAMIENTOS CIMIENTO TIPO 1, B=0,5 m**

Capa #	Profundidad		Espesor (m)	Z prom (m)	$\sigma_{vo}=\gamma h$ (t/m <sup>2</sup> )	u (t/m <sup>2</sup> )	$\sigma'_{vo}$ (t/m <sup>2</sup> )	lc	q <sub>0</sub> (t/m <sup>2</sup> )	$\Delta\sigma_{centro}$ (t/m <sup>2</sup> )	Asentamiento (m)
	de (m)	a (m)									
1	0,0	0,3	0,3	0,2	0,600	0,000	0,600	0,8920	31,879	28,44	0,02277
2	0,3	0,6	0,3	0,45	1,200	0,000	1,200	0,3880	31,879	12,37	0,01134
3	0,6	0,9	0,3	0,75	1,800	0,000	1,800	0,1790	31,879	5,71	0,00608
4	0,9	1,2	0,3	1,05	2,400	0,000	2,400	0,0900	31,879	2,87	0,00335
5	1,2	1,5	0,3	1,35	3,000	0,000	3,000	0,0615	31,879	1,96	0,00214
6	1,5	1,8	0,3	1,65	3,600	0,000	3,600	0,0380	31,879	1,21	0,00123
7	1,8	2,1	0,3	1,95	4,200	0,000	4,200	0,0290	31,879	0,92	0,00085
8	2,1	2,4	0,3	2,25	4,800	0,000	4,800	0,0230	31,879	0,73	0,00060
9	2,4	2,7	0,3	2,55	5,400	0,000	5,400	0,0000	31,879	0,00	0,00000
10	2,7	3,0	0,3	2,9	6,000	0,000	6,000	0,0000	31,879	0,00	0,00000

Asentamiento total  $\delta$  (cm) = 4,8

**ASENTAMIENTOS CIMIENTO TIPO 2, B=1 m**

Capa #	Profundidad		Espesor (m)	Z prom (m)	$\sigma_{vo}=\gamma h$ (t/m <sup>2</sup> )	u (t/m <sup>2</sup> )	$\sigma'_{vo}$ (t/m <sup>2</sup> )	lc	q <sub>0</sub> (t/m <sup>2</sup> )	$\Delta\sigma_{centro}$ (t/m <sup>2</sup> )	Asentamiento (m)
	de (m)	a (m)									
1	0,0	0,6	0,6	0,3	1,200	0,000	1,200	0,8920	30,556	27,26	0,03920
2	0,6	1,2	0,6	0,9	2,400	0,000	2,400	0,3880	30,556	11,86	0,01789
3	1,2	1,8	0,6	1,5	3,600	0,000	3,600	0,1790	30,556	5,47	0,00786
4	1,8	2,4	0,6	2,1	4,800	0,000	4,800	0,0900	30,556	2,75	0,00385
5	2,4	3,0	0,6	2,7	6,000	0,000	6,000	0,0615	30,556	1,88	0,00000
6	3,0	3,6	0,6	3,3	7,200	0,300	6,900	0,0380	30,556	1,16	0,00000
7	3,6	4,2	0,6	3,9	8,400	0,900	7,500	0,0290	30,556	0,89	0,00000
8	4,2	4,8	0,6	4,5	9,600	1,500	8,100	0,0230	30,556	0,70	0,00000
9	4,8	5,4	0,6	5,1	10,800	2,100	8,700	0,0000	30,556	0,00	0,00000
10	5,4	6,0	0,6	5,7	12,000	2,700	9,300	0,0000	30,556	0,00	0,00000

Asentamiento total  $\delta$  (cm) = 6,9

**ASENTAMIENTOS CIMIENTO TIPO 3, B=1,1 m**

Capa #	Profundidad		Espesor (m)	Z prom (m)	$\sigma_{vo}=\gamma h$ (t/m <sup>2</sup> )	u (t/m <sup>2</sup> )	$\sigma'_{vo}$ (t/m <sup>2</sup> )	lc	q <sub>0</sub> (t/m <sup>2</sup> )	$\Delta\sigma_{centro}$ (t/m <sup>2</sup> )	Asentamiento (m)
	de (m)	a (m)									
1	0,0	0,7	0,66	0,33	1,320	0,000	1,320	0,8920	32,067	28,60	0,04346
2	0,7	1,3	0,66	0,99	2,640	0,000	2,640	0,3880	32,067	12,44	0,02016
3	1,3	2,0	0,66	1,65	3,960	0,000	3,960	0,1790	32,067	5,74	0,00839
4	2,0	2,6	0,66	2,31	5,280	0,000	5,280	0,0900	32,067	2,89	0,00408
5	2,6	3,3	0,66	2,97	6,600	0,000	6,600	0,0615	32,067	1,97	0,00000
6	3,3	4,0	0,66	3,63	7,920	0,660	7,260	0,0380	32,067	1,22	0,00000
7	4,0	4,6	0,66	4,29	9,240	1,320	7,920	0,0290	32,067	0,93	0,00000
8	4,6	5,3	0,66	4,95	10,560	1,980	8,580	0,0230	32,067	0,74	0,00000
9	5,3	5,9	0,66	5,61	11,880	2,640	9,240	0,0000	32,067	0,00	0,00000
10	5,9	6,6	0,66	6,27	13,200	3,300	9,900	0,0000	32,067	0,00	0,00000

Asentamiento total  $\delta$  (cm) = 7,6



**PROYECTO:** RI - 0119 - 0071 - ESTUDIO DE SUELOS CASA UBATE  
**LOCALIZACIÓN:** UBATÉ CUNDINAMARCA  
**CLIENTE:** ORLANDO FORERO  
**DESCRIPCIÓN:** ANÁLISIS DE ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN

**DETERMINACIÓN DE ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN**

**PARÁMETROS DE ENTRADA**

$$S = \frac{H_0}{1 + e_0} * \left( C_s * \log\left(\frac{\sigma_p}{\sigma_o}\right) + C_c * \log\left(\frac{\sigma_f}{\sigma_p}\right) \right)$$

**ASENTAMIENTOS CIMIENTO TIPO 4, B=2 m**

Capa #	Profundidad		Espesor (m)	Z prom (m)	$\sigma_{vo}=\gamma h$ (t/m <sup>2</sup> )	u (t/m <sup>2</sup> )	$\sigma'_{vo}$ (t/m <sup>2</sup> )	lc	q <sub>0</sub> (t/m <sup>2</sup> )	$\Delta\sigma_{centro}$ (t/m <sup>2</sup> )	Asentamiento (m)
	de (m)	a (m)									
1	0,0	1,2	1,2	0,6	2,400	0,000	2,400	0,8920	17,820	15,90	0,04690
2	1,2	2,4	1,2	1,8	4,800	0,000	4,800	0,3880	17,820	6,91	0,01522
3	2,4	3,6	1,2	3	7,200	0,300	6,900	0,1790	17,820	3,19	0,00000
4	3,6	4,8	1,2	4,2	9,600	1,500	8,100	0,0900	17,820	1,60	0,00000
5	4,8	6,0	1,2	5,4	12,000	2,700	9,300	0,0615	17,820	1,10	0,00000
6	6,0	7,2	1,2	6,6	14,400	3,900	10,500	0,0380	17,820	0,68	0,00000
7	7,2	8,4	1,2	7,8	16,800	5,100	11,700	0,0290	17,820	0,52	0,00000
8	8,4	9,6	1,2	9	19,200	6,300	12,900	0,0230	17,820	0,41	0,00000
9	9,6	10,8	1,2	10,2	21,600	7,500	14,100	0,0000	17,820	0,00	0,00000
10	10,8	12,0	1,2	11,4	24,000	8,700	15,300	0,0000	17,820	0,00	0,00000

Asentamiento total  $\delta$  (cm) = 6,2

**ASENTAMIENTOS CIMIENTO TIPO 5, B=2,5 m**

Capa #	Profundidad		Espesor (m)	Z prom (m)	$\sigma_{vo}=\gamma h$ (t/m <sup>2</sup> )	u (t/m <sup>2</sup> )	$\sigma'_{vo}$ (t/m <sup>2</sup> )	lc	q <sub>0</sub> (t/m <sup>2</sup> )	$\Delta\sigma_{centro}$ (t/m <sup>2</sup> )	Asentamiento (m)
	de (m)	a (m)									
1	0,0	1,5	1,5	0,75	3,000	0,000	3,000	0,8920	12,940	11,54	0,04108
2	1,5	3,0	1,5	2,25	6,000	0,000	6,000	0,3880	12,940	5,02	0,01294
3	3,0	4,5	1,5	3,75	9,000	1,200	7,800	0,1790	12,940	2,32	0,00000
4	4,5	6,0	1,5	5,25	12,000	2,700	9,300	0,0900	12,940	1,16	0,00000
5	6,0	7,5	1,5	6,75	15,000	4,200	10,800	0,0615	12,940	0,80	0,00000
6	7,5	9,0	1,5	8,25	18,000	5,700	12,300	0,0380	12,940	0,49	0,00000
7	9,0	10,5	1,5	9,75	21,000	7,200	13,800	0,0290	12,940	0,38	0,00000
8	10,5	12,0	1,5	11,25	24,000	8,700	15,300	0,0230	12,940	0,30	0,00000
9	12,0	13,5	1,5	12,75	27,000	10,200	16,800	0,0000	12,940	0,00	0,00000
10	13,5	15,0	1,5	14,25	30,000	11,700	18,300	0,0000	12,940	0,00	0,00000

Asentamiento total  $\delta$  (cm) = 5,4

**ASENTAMIENTOS CIMIENTO TIPO 6, B=3 m**

Capa #	Profundidad		Espesor (m)	Z prom (m)	$\sigma_{vo}=\gamma h$ (t/m <sup>2</sup> )	u (t/m <sup>2</sup> )	$\sigma'_{vo}$ (t/m <sup>2</sup> )	lc	q <sub>0</sub> (t/m <sup>2</sup> )	$\Delta\sigma_{centro}$ (t/m <sup>2</sup> )	Asentamiento (m)
	de (m)	a (m)									
1	0,0	1,8	1,8	0,9	3,600	0,000	3,600	0,8920	9,963	8,89	0,03445
2	1,8	3,6	1,8	2,7	7,200	0,300	6,900	0,3880	9,963	3,87	0,00000
3	3,6	5,4	1,8	4,5	10,800	2,100	8,700	0,1790	9,963	1,78	0,00000
4	5,4	7,2	1,8	6,3	14,400	3,900	10,500	0,0900	9,963	0,90	0,00000
5	7,2	9,0	1,8	8,1	18,000	5,700	12,300	0,0615	9,963	0,61	0,00000
6	9,0	10,8	1,8	9,9	21,600	7,500	14,100	0,0380	9,963	0,38	0,00000
7	10,8	12,6	1,8	11,7	25,200	9,300	15,900	0,0290	9,963	0,29	0,00000
8	12,6	14,4	1,8	13,5	28,800	11,100	17,700	0,0230	9,963	0,23	0,00000
9	14,4	16,2	1,8	15,3	32,400	12,900	19,500	0,0000	9,963	0,00	0,00000
10	16,2	18,0	1,8	17,1	36,000	14,700	21,300	0,0000	9,963	0,00	0,00000

Asentamiento total  $\delta$  (cm) = 3,4



**PROYECTO:** RI - 0119 - 0071 - ESTUDIO DE SUELOS CASA UBATE  
**LOCALIZACIÓN:** UBATÉ CUNDINAMARCA  
**CLIENTE:** ORLANDO FORERO  
**DESCRIPCIÓN:** ANÁLISIS DE ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN

**DETERMINACIÓN DE ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN**

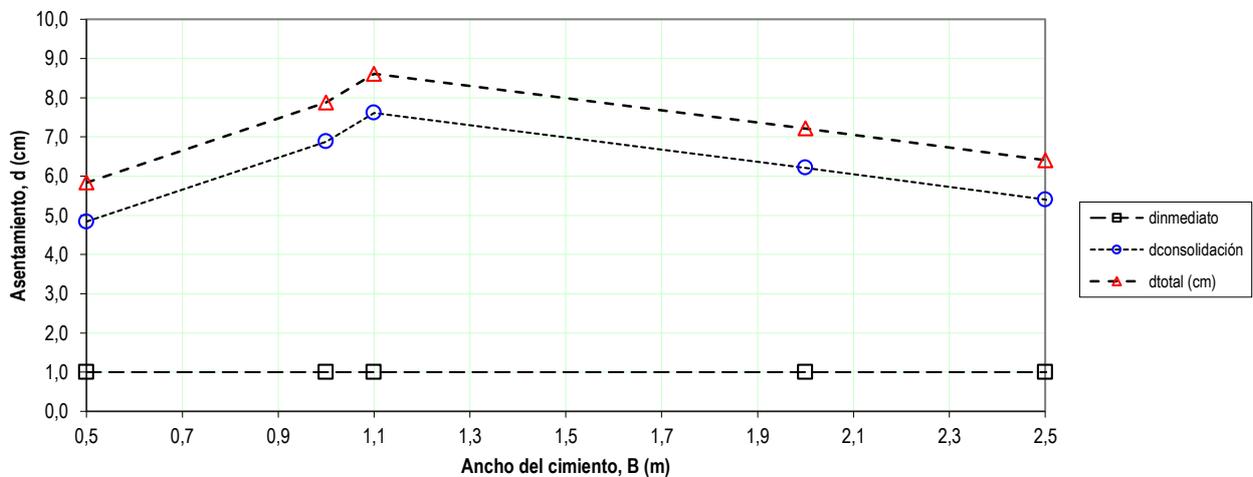
**PARÁMETROS DE ENTRADA**

$$S = \frac{H_0}{1 + e_0} * \left( C_s * \log\left(\frac{\sigma_p}{\sigma_o}\right) + C_c * \log\left(\frac{\sigma_f}{\sigma_p}\right) \right)$$

**CRITERIO PARA EL DISEÑO ( $d_{max} = 1$ , FS=3) y Asentamiento por Consolidación**

B(m)	0,5	1	1,1	2	2,5	3,0
$\Delta P$ (dis)	31,9	30,6	32,1	17,8	12,9	10,0
$\delta_{inmediato}$	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
$\delta_{consolidación}$	4,8	6,9	7,6	6,2	5,4	3,4
$\delta_{total}$ (cm)	<b>5,8</b>	<b>7,9</b>	<b>8,6</b>	<b>7,2</b>	<b>6,4</b>	<b>4,4</b>

**Asentamientos vs Ancho del cimiento**



<b>ORLANDO FORERO</b>	<b>ESTUDIO DE SUELOS Y RECOMENDACIONES DE CIMENTACIÓN</b>	<b>ROTHERM INGENIERIA SAS CONSULTORIA ESPECIALIZADA</b>
	VALIDACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CIMENTACIÓN DE UN PREDIO EXISTENTE EN EL MUNICIPIO DE UBATÉ	

**ANEXO 5  
REGISTRO FOTOGRÁFICO**



**ROTHEM**  
INGENIERÍA

**ROTHEM INGENIERIA SAS**  
CONSULTORIA ESPECIALIZADA  
DEPARTAMENTO TÉCNICO

FT-RF-001  
SGC VERSION ENERO 2013

**PROYECTO:** RI - 0119 - 0071 - ESTUDIO DE SUELOS CASA UBATE  
**LOCALIZACIÓN:** UBATÉ CUNDINAMARCA  
**CLIENTE:** ORLANDO FORERO  
**DESCRIPCIÓN:** REGISTRO FOTOGRÁFICO ESTUDIO DE SUELOS UBATÉ

**BARRENO MANUAL 1**

5°18'32.33"N 73°49'11.20"O



FOTOGRAFÍA 1. LOCALIZACIÓN GENERAL



FOTOGRAFÍA 2, DETALLE DE LAS MUESTRAS OBTENIDAS



**ROTHEM**  
INGENIERÍA

**ROTHEM INGENIERIA SAS**  
CONSULTORIA ESPECIALIZADA  
DEPARTAMENTO TÉCNICO

FT-RF-001  
SGC VERSION ENERO 2013

**PROYECTO:** RI - 0119 - 0071 - ESTUDIO DE SUELOS CASA UBATE  
**LOCALIZACIÓN:** UBATÉ CUNDINAMARCA  
**CLIENTE:** ORLANDO FORERO  
**DESCRIPCIÓN:** REGISTRO FOTOGRÁFICO ESTUDIO DE SUELOS UBATÉ

**APIQUES**

AP1	5°18'32.23"N	73°49'11.28"O
-----	--------------	---------------



FOTOGRAFÍA 1. DETALLE EJECUCIÓN APIQUE 1

AP2	5°18'32.42"N	73°49'11.10"O
-----	--------------	---------------



FOTOGRAFÍA 2, DETALLE EJECUCIÓN APIQUE 2