



<p><b>Consultor:</b></p>  <p><b>CONSORCIO INFRAESTRUCTURA</b></p>	<p><b>CONTRATO No. 680-2013</b></p> <p>REALIZAR VISITAS DE DIAGNÓSTICO Y ELABORAR INTEGRALMENTE LOS PROYECTOS TÉCNICOS PARA LOS ESTABLECIMIENTOS EDUCATIVOS DEFINIDOS POR EL MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL, UTILIZANDO LOS PROTOTIPOS ARQUITECTÓNICOS DESARROLLADOS POR LAS FIRMAS GANADORAS DEL CONCURSO "BUENA ARQUITECTURA, EXCELENTE PEDAGOGÍA" PROMOVIDO EN EL 2011 POR EL MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL -MEN, LA SOCIEDAD COLOMBIANA DE ARQUITECTOS- SCA Y LA FUNDACIÓN ARGOS-ZONA 2.</p>	<p><b>Elaboró:</b></p> <p><b>SPSPC LTDA</b></p> <p>Ingenieros Consultores Laboratorio de Ingeniería</p> 
<p><b>PROYECTO: I.E. TECNICA SAN LUS.</b></p>		<p><b>VERSIÓN: V.1 / FECHA: 28/09/14</b></p> <p><b>RESPONSABLE: ING. MAXIMILIANO VILLADIEGO</b></p>

## CONTRATO No. 680-2013

“REALIZAR VISITAS DE DIAGNÓSTICO Y ELABORAR INTEGRALMENTE LOS PROYECTOS TÉCNICOS PARA LOS ESTABLECIMIENTOS EDUCATIVOS DEFINIDOS POR EL MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL, UTILIZANDO LOS PROTOTIPOS ARQUITECTÓNICOS DESARROLLADOS POR LAS FIRMAS GANADORAS DEL CONCURSO "BUENA ARQUITECTURA, EXCELENTE PEDAGOGÍA" PROMOVIDO EN EL 2011 POR EL MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL -MEN, LA SOCIEDAD COLOMBIANA DE ARQUITECTOS- SCA Y LA FUNDACIÓN ARGOS-ZONA 2.”

REVISIÓN 1

VOLUMEN 1 DE 1



**SPC LTDA**  
Ingenieros Consultores  
Laboratorio de Ingeniería

**ESTUDIO GEOTÉCNICO**  
CONSTRUCCIÓN – EDIFICACIONES DE UNO  
A DOS PISO PARA LA INSTITUCIÓN  
EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS – MUNICIPIO  
DE GARAGOA (BOYACÁ)

CÓDIGO FORM.: SPC-02-EI-01

VERSIÓN FORM.: 01

FECHA FORM.: 28-Nov-03

## ESTUDIO GEOTÉCNICO



**INSTITUCIÓN EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS – EDIFICACIONES  
DE UNO A DOS PISOS - MUNICIPIO DE GARAGOA,  
DEPARTAMENTO DE BOYACÁ**

**VERSIÓN 3  
OCTUBRE DE 2014**

	<p><b>SPC LTDA</b> Ingenieros Consultores Laboratorio de Ingeniería</p>	<p><b>ESTUDIO GEOTÉCNICO</b> CONSTRUCCIÓN – EDIFICACIONES DE UNO A DOS PISO PARA LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS – MUNICIPIO DE GARAGOA (BOYACÁ)</p>	<p>CÓDIGO FORM.: SPC-02-EI-01 VERSIÓN FORM.: 01 FECHA FORM.: 28-Nov-03</p>
--	---	--	--

Bogotá D. C., Octubre de 2014

**TABLA DE CONTENIDO**

**TABLA DE CONTENIDO** ..... 2

**ÍNDICE DE ILUSTRACIONES** ..... 4

**ÍNDICE DE TABLAS** ..... 4

**1 INTRODUCCION** ..... 5

**2. EL PROYECTO, GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA.** ..... 5

**2.1 Evaluación De La Amenaza Por Movimientos De Remoción En Masa Y/O De Origen Geológico**..... 10

**3. NORMATIVIDAD** ..... 11

**3.1 Responsabilidad de los Diseños:** ..... 12

**4 EL TRABAJO DE CAMPO Y LABORATORIO.** ..... 12

**4.1 Justificación De Las Perforaciones** ..... 13

**4.2 Nivel De Agua Freática**..... 15

**4.3 Metodología Para La Determinación De Los Parámetros Geotécnicos.** 15

        4.3.1 Estimación De Parámetros Efectivos De Resistencia Del Suelo..... 16

**5 EL PERFIL DEL SUBSUELO** ..... 18

**6 MODELO DEL PERFIL ADOPTADO PARA EL ANALISIS.** ..... 18

**7 ANÁLISIS DE CIMENTACIÓN** ..... 19

**7.1 Análisis De Licuación Y Colapsabilidad:** ..... 20

**7.2 Análisis de características expansivas del suelo:** ..... 21

**7.3 Análisis de estabilidad de taludes** ..... 24

**7.4 Profundidad De Cimentación** ..... 24

**7.5 Análisis De Capacidad Portante Para Condición No Drenada** ..... 25

**7.6 Análisis De Capacidad Portante Por Sismo** ..... 27

**8 RECOMENDACIONES DE DISEÑO.** ..... 28

**8.1 Alternativa Cimientos aislados o Corridos - Edificaciones** ..... 28

**8.2 Recomendación de Cimentación Tanque Enterrado**..... 32

        8.3 Placa De Contrapiso Edificaciones ..... 33

        8.4 Capacidad admisible de carga para los diferentes factores de seguridad de la NSR-10..... 34

        8.5 Chequeo de Factores de Seguridad Básicos ( $F_{SBU}$ ) ..... 38

**8.6 Parámetros Sísmicos:** ..... 39

        8.6.1 Definición del Perfil de suelo ..... 40

**8.7 Empuje Activo:** ..... 40

**8.8 Empuje pasivo:** ..... 41

**8.9 Empuje activo debido al sismo:** ..... 41

**8.10 Empuje pasivo debido al sismo:** ..... 42

**8.11 Recomendaciones Para Construcción. Sistema constructivo**..... 43

        8.12 Excavaciones para zanjas de tuberías ..... 46

        8.13 Rellenos adicionales a las estructuras recomendadas ..... 46

**9 LIMITACIONES**..... 48

**10 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS** ..... 49

	<p><b>SPC LTDA</b> Ingenieros Consultores Laboratorio de Ingeniería</p>	<p><b>ESTUDIO GEOTÉCNICO</b> CONSTRUCCIÓN – EDIFICACIONES DE UNO A DOS PISO PARA LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS – MUNICIPIO DE GARAGOA (BOYACÁ)</p>	<p>CÓDIGO FORM.: SPC-02-EI-01 VERSIÓN FORM.: 01 FECHA FORM.: 28-Nov-03</p>
--	---	--	--

*Bogotá D. C., Octubre de 2014*

<b>11 ANEXOS .....</b>	<b>50</b>
<b>12 ANEXO A.1: PLANO DE LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO .....</b>	<b>51</b>
<b>13 ANEXO A.2: REGISTRO FOTORÁFICO DE LOS TRABAJOS.....</b>	<b>52</b>
<b>14 ANEXO A.3: RESUMEN DE RESULTADOS, PERFILES ESTRATIGRÁFICOS Y ENSAYOS DE LABORATORIO.....</b>	<b>53</b>
<b>15 ANEXO A.4: MEMORIAS DE CÁLCULO (ANÁLISIS DE CAPACIDAD PORTANTE Y DEFORMACIÓN).....</b>	<b>54</b>
<b>16 ANEXO A.5: REVISIÓN FACTORES DE SEGURIDAD DIRECTOS (NUMERAL H.2.4, NSR-10) Y ASENTAMIENTOS (NUMERAL H.4.9, NSR-10) .</b>	<b>55</b>

	<p><b>SPC LTDA</b> Ingenieros Consultores Laboratorio de Ingeniería</p>	<p><b>ESTUDIO GEOTÉCNICO</b> CONSTRUCCIÓN – EDIFICACIONES DE UNO A DOS PISO PARA LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS – MUNICIPIO DE GARAGOA (BOYACÁ)</p>	<p>CÓDIGO FORM.: SPC-02-EI-01 VERSIÓN FORM.: 01 FECHA FORM.: 28-Nov-03</p>
--	---	--	--

Bogotá D. C., Octubre de 2014

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Figura 1.</b> Ubicación regional del proyecto (Fuente: Elaboración propia) .....	7
<b>Figura 2.</b> Localización general del proyecto (Fuente: Google Earth).....	8
<b>Figura 3.</b> Detalle de cimentación en terreno ligeramente inclinado .....	30
<b>Figura 4.</b> Diagrama de esfuerzos (empujes).....	42

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Listado general de ubicación y profundidad de perforaciones. ....	13
<b>Tabla 2.</b> Relación entre las características plásticas un suelos y el hinchamiento. .....	21
<b>Tabla 3.</b> Esfuerzo neto admisible para diferentes tamaños de zapata (condición no drenada) .....	25
<b>Tabla 4.</b> Esfuerzo neto admisible para diferentes tamaños de zapata (condición de sismo).....	28
<b>Tabla 5.</b> Capacidad Portante Neta última para varios tamaños de cimentación (Condición no Drenada). ....	37
<b>Tabla 6.</b> Factores de Seguridad Indirectos (FSI) y Capacidad portante neta admisible recomendada para cada combinación de carga. ....	37
<b>Tabla 7.</b> Factores de Seguridad Básicos Mínimos ( $F_{SBUM}$ ) que se deben garantizar. .....	38
<b>Tabla 8.</b> Parámetros del suelo solicitados por los esfuerzos actuantes de la cimentación. ....	39
<b>Tabla 9.</b> Referencias bibliográficas (Fuente: Elaboración porpia).....	49

	<p><b>SPC LTDA</b> Ingenieros Consultores Laboratorio de Ingeniería</p>	<p><b>ESTUDIO GEOTÉCNICO</b> CONSTRUCCIÓN – EDIFICACIONES DE UNO A DOS PISO PARA LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS – MUNICIPIO DE GARAGOA (BOYACÁ)</p>	<p>CÓDIGO FORM.: SPC-02-EI-01 VERSIÓN FORM.: 01 FECHA FORM.: 28-Nov-03</p>
--	---	--	--

*Bogotá D. C., Octubre de 2014*

## 1 INTRODUCCION

El objeto de este informe es presentar los resultados del estudio de suelos, análisis de capacidad portante y asentamientos para el proyecto **“Construcción de Edificaciones de Uno y Dos Pisos para La Institución Educativa Técnica San Luis – Ubicada en el, Municipio de Garagoa Departamento De Boyacá”** (Ver localización).

Además se incluye la información correspondiente a los trabajos de campo desarrollados para el conocimiento del subsuelo, los resultados de los ensayos de laboratorio ejecutados a las muestras y los cálculos considerados para el análisis de de capacidad portante y asentamientos para sistema de cimentación.

## 2. EL PROYECTO, GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA.

El predio está ubicado en la zona urbana del municipio de Garagoa departamento de Boyacá; el área del proyecto corresponde a una poligonal irregular de gran área con topografía levemente inclinada e inclinación general del terreno que no supera el 10% (6°) y algunos pequeños cambios de nivel de carácter aislado dentro de todo el predio que no alcanzan el 10% de inclinación (10°); actualmente en el sitio existen infraestructuras de uno y dos pisos en muy regular estado con grietas y fisuras a nivel de pisos y muros de edificaciones. Actualmente el proyecto no limita con edificaciones vecinas (contacto directo entre estructuras) que puedan verse afectadas durante el proceso de construcción del presente proyecto y en las vías circundantes y construcciones más cercanos no se observa afectaciones estructurales, asentamientos del terreno o cicatrices de deslizamientos que adviertan inestabilidad geotécnicas del sector que limiten la construcción del proyecto o infieran la necesidad de estudios especiales de estabilidad, remoción y/o amenaza y riesgo.



Bogotá D. C., Octubre de 2014

El proyecto consiste en la construcción de las siguientes edificaciones:

- Edificio 1: Dos Niveles con cubierta plana con un área de 627.67 m<sup>2</sup> en planta.
- Edificio 2: Dos Niveles con cubierta plana con un área de 534.0 m<sup>2</sup> en planta.
- Edificio 3: Un Nivel con cubierta liviana con un área de 239.3 m<sup>2</sup> en planta.

El proyecto será diseñado en el sistema estructural de pórticos espaciales continuos en estructura metálica conformado por vigas y columnas resistentes a momentos y cortantes y zapatas y vigas de amarre en hormigón armado, con luces mínimas y máximas entre columnas de 7.0m en un sentido y 7.2m en el otro sentido, para los módulos de aulas escolares (edificio 1 y 2); para el caso del laboratorio y aula se estiman luces mínimas y máximas entre columnas de 7.2m en un sentido y 8.45m en el otro sentido (edificio 3)

Las cargas definitivas y dimensiones de zapatas luego del diseño estructural son las siguientes:

Zapata #	Carga de diseño - Pc (kN)	Ancho - B (m)	Largo - L (m)	Esfuerzo de Contacto - $\sigma_c$ (kN/m <sup>2</sup> )	Capacidad portante neta admisible - $\sigma_a$ (kN/m <sup>2</sup> )
<b>EDIFICIO 1</b>					
Z1	380	1.70	1.70	32.4	114
Z2	460	2.10	2.10	86,0	114
Z3	180	1.00	1.00	80,2	114
<b>EDIFICIO 2</b>					
Z1	380	1.70	1.70	32.4	114
Z2	460	2.10	2.10	86,0	114
Z3	180	1.00	1.00	80,2	114
<b>EDIFICIO 3</b>					
Z1	380	1.70	1.70	32.4	114
Z2	460	2.10	2.10	86,0	114
Z3	180	1.00	1.00	80,2	114

**Tabla 1.** Listado cargas de diseño del proyecto (Fuente: Diseño estructural del proyecto).

	<p><b>SPC LTDA</b> Ingenieros Consultores Laboratorio de Ingeniería</p>	<p><b>ESTUDIO GEOTÉCNICO</b> CONSTRUCCIÓN – EDIFICACIONES DE UNO A DOS PISO PARA LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS – MUNICIPIO DE GARAGOA (BOYACÁ)</p>	<p>CÓDIGO FORM.: SPC-02-EI-01 VERSIÓN FORM.: 01 FECHA FORM.: 28-Nov-03</p>
--	---	--	--

Bogotá D. C., Octubre de 2014

Como puede verse en el cuadro de cargas de diseño la carga máxima que baja por columna es de 47 toneladas y los anchos mínimos y máximos de zapatas son de 1.00m y 2.10m.

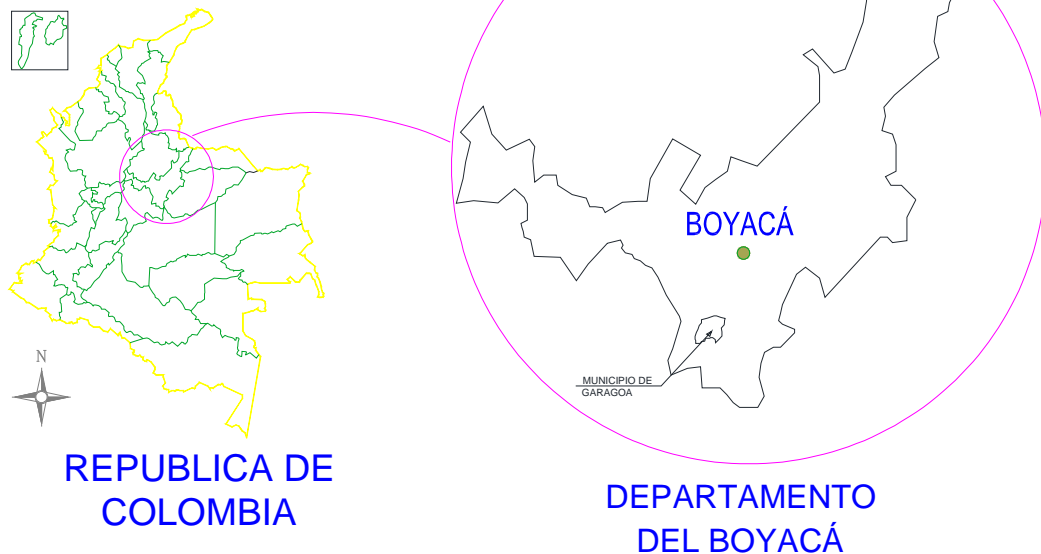
El Municipio de Garagoa, está localizado al sur oriente del departamento de Boyacá, a 5°48" Latitud Norte y a 73°22'0" de Longitud Este; el casco urbano dista 81 kilómetros de la capital Tunja, y Limita por el Norte, con Chinavita, deslindando ambos Municipios una quebrada de abundantes aguas; por el sur con Macanal, sirviendo de límite la Quebrada Perdiguíz; por el Oriente con Tenza y Sutatenza, dividiéndolos el Río Garagoa; y por el occidente, Miraflores y Chinavita, Teniendo por Límite el Río Tunjita.

## UBICACION DEPARTAMENTAL

SIN ESCALA

### UBICACION GEOGRAFICA

SIN ESCALA



**Figura 1.** Ubicación regional del proyecto (Fuente: Elaboración propia)





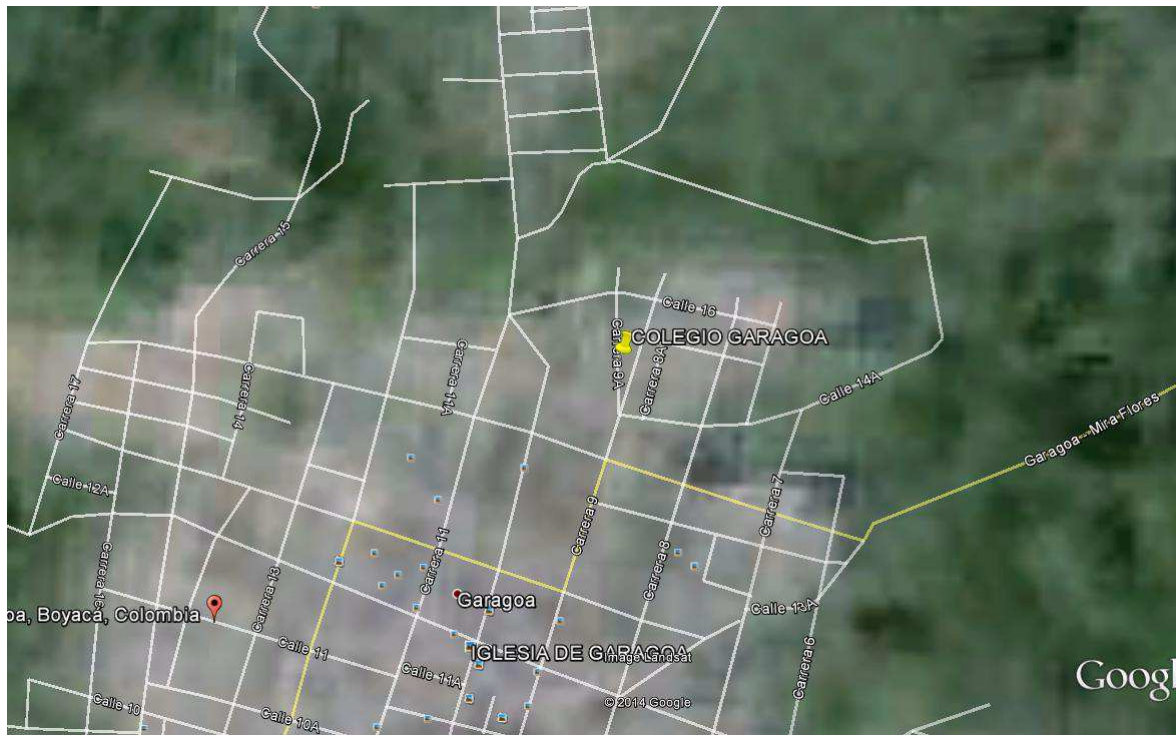
**SPC LTDA**  
Ingenieros Consultores  
Laboratorio de Ingeniería

**ESTUDIO GEOTÉCNICO**  
CONSTRUCCIÓN – EDIFICACIONES DE UNO  
A DOS PISO PARA LA INSTITUCIÓN  
EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS – MUNICIPIO  
DE GARAGOA (BOYACÁ)

CÓDIGO FORM.: SPC-02-EI-01  
VERSIÓN FORM.: 01  
FECHA FORM.: 28-Nov-03

Página 8 de 55

*Bogotá D. C., Octubre de 2014*



**Figura 2.** Localización general del proyecto (Fuente: Google Earth)

Coordenadas del proyecto:

Latitud: 5°9.56"N

Longitud: 73°21'45.11"O

Desde el punto de vista geológico la región está compuesta por las formaciones geológicas de Une, Villeta, Socha Inferior y Bogotá de las eras Mesozoica y Cenozoica. La región es rica en rocas sedimentarias que incluyen arcillas, esquistos arcillosos, calizas y lutitas de color gris oscuro, pardas y rojizas.

El municipio de Garagoa se desarrolla sobre una formación del cuaternario de tipo coluvial (Qc), producto de la erosión causada por la deforestación, acción del agua, de quebradas, entre otros, y de la depositación de materiales cuaternarios coluviales compuestos de materiales de la roca preexistente y depositados en las zonas bajas.

	<p><b>SPC LTDA</b> Ingenieros Consultores Laboratorio de Ingeniería</p>	<p><b>ESTUDIO GEOTÉCNICO</b> CONSTRUCCIÓN – EDIFICACIONES DE UNO A DOS PISO PARA LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS – MUNICIPIO DE GARAGOA (BOYACÁ)</p>	<p>CÓDIGO FORM.: SPC-02-EI-01 VERSIÓN FORM.: 01 FECHA FORM.: 28-Nov-03</p>
--	---	--	--

*Bogotá D. C., Octubre de 2014*

Es atravesada de sur oeste a norte por el anticlinal de Garagoa cuyo eje tiene una dirección N 30°E y su buzamiento promedio es de 35° al NW en el flanco occidental, en su núcleo afloran rocas de la formación areniscas de las Juntas (Kiaj) clasificados como rocas de la formación areniscas cuarzosas y compactas aún cuando presenta algunas rocas de mediana resistencia que inciden en las geoformas; esta formación corresponde a un miembro permeable a la base representado principalmente por areniscas cuarzosas de grano fino articulados con lutitas que permiten clasificarlo como un miembro permeable y con características litológicas para confirmar el fluido y tenerlo en cuenta como acuífero en algunas zonas. Los flancos del anticlinal de Garagoa están compuestos por rocas de la formación Fóquene.

**Formación Arenisca de las Juntas (Kiaj):** Esta formación está formada por tres miembros de más antigua a más joven, corresponde a un miembro permeable en la base representado principalmente por areniscas cuarzosas de grano fino, con delgadas intercalaciones de lutitas; esta alternancia litológica pertenece a una estructura sinclinal lo que permite confinar agua dando paso a la formación de acuíferos. La parte intermedia está representada por materiales impermeables (arcillositas), intercaladas con algunos niveles de areniscas cuarzosas que hace que hace que se comporte como acuitardo. La parte superior está formada por capas permeables e impermeables, comportándose casi siempre como un acuífero haciendo parte de la estructura hidrológica.

**Formación Fómeque (Kif):** Presenta una alternancia entre capas de lutitas, arcillolitas y areniscas cuarzosas, por lo cual el agua se infiltra a través de la arenisca al llegar a los niveles permeables, sigue la dirección del buzamiento actuando como una roca de sello. Esta zona es propicia para el almacenamiento de agua subterránea clasificando como un acuitardo.

	<p><b>SPC LTDA</b> Ingenieros Consultores Laboratorio de Ingeniería</p>	<p><b>ESTUDIO GEOTÉCNICO</b> CONSTRUCCIÓN – EDIFICACIONES DE UNO A DOS PISO PARA LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS – MUNICIPIO DE GARAGOA (BOYACÁ)</p>	<p>CÓDIGO FORM.: SPC-02-EI-01 VERSIÓN FORM.: 01 FECHA FORM.: 28-Nov-03</p>
--	---	--	--

*Bogotá D. C., Octubre de 2014*

**Depósitos Coluviales (Qc):** Depósitos compuestos por fragmentos angulares, que incluyen depósitos de taludes. En consecuencia los coluviones se depositan a distancias cortas de su origen, por lo cual el material no cambia sus formas angulares; externamente dan lugar a una topografía irregular. Lo constituyen cantos angulosos de diámetros variables, embebidos en una matriz areno arcillosa.

Geomorfológicamente el municipio Garagoa, se ubica en el flanco oriental de la cordillera oriental de los Andes, su relieve es montañoso y sus principales accidentes orográficos al noroeste son: Cerro San Marcos con 2.850 m.s.n.m, Cuchilla Carbonera con 2.850 m.s.n.m, Cerro Mamapacha con 3050 m.s.n.m, Cerro La Moya con 2.880 m.s.n.m, alto El Morro con 1.950 m.s.n.m; estas alturas se encuentran en el ecosistema de Mamapacha.

Al oriente del municipio se encuentra la cuchilla Las cruces con 2.450 m.s.n.m, cuchilla El Varal con 2.650 m.s.n.m, alto La Laja con 2.350 m.s.n.m, alto La Mesa con 2.250 m.s.n.m., cuchilla Guarumal con 2.450 m.s.n.m., y el Alto El Chisal con 2.000 m.s.n.m.

Fuente: [http://www.garagoa-boyaca.gov.co/apc-aa-files/39346138396534343361366430303862/PLAN\\_DE\\_DESARROLLO\\_MUNICIPAL\\_2012\\_2015](http://www.garagoa-boyaca.gov.co/apc-aa-files/39346138396534343361366430303862/PLAN_DE_DESARROLLO_MUNICIPAL_2012_2015).

## **2.1 Evaluación De La Amenaza Por Movimientos De Remoción En Masa Y/O De Origen Geológico**

En lo que se refiere a la **Amenaza por Fenómenos de Remoción en Masa** se puede hacer la siguiente conceptualización: con la información obtenida directamente en el sitio, como registro fotográfico, levantamiento topográfico y visita en campo, se puede observar e intuir que en el predio no existen taludes de alturas considerables ni grandes cambios de pendientes que pueda generar deslizamientos o caídas de suelo o roca, y volcamiento del material que sea determinante para

	<p><b>SPC LTDA</b> Ingenieros Consultores Laboratorio de Ingeniería</p>	<p><b>ESTUDIO GEOTÉCNICO</b> CONSTRUCCIÓN – EDIFICACIONES DE UNO A DOS PISO PARA LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS – MUNICIPIO DE GARAGOA (BOYACÁ)</p>	<p>CÓDIGO FORM.: SPC-02-EI-01 VERSIÓN FORM.: 01 FECHA FORM.: 28-Nov-03</p>
--	---	--	--

*Bogotá D. C., Octubre de 2014*

definir la probabilidad de un Fenómeno de Remoción en Masa. Además, en el sector se puede apreciar una alta densidad de viviendas que no advierten ningún tipo de patología a nivel geotécnico y estructural, que evidencien problemas de inestabilidad en el terreno.

En lo que se refiere a la parte norte del municipio (margen Oriental del río Garagoa), donde está ubicado el proyecto, sobre las rocas del río Fómeque se presenta un fenómeno de reptación en dirección al curso del río garagoa, este fenómeno es producto de la deforestación, sobrepastoreo y de la pendiente y de acuerdo con la información oficial de administración municipal se puede caracterizar como una amenaza baja.

### 3. NORMATIVIDAD

Los criterios para la ejecución del presente Estudio Geotécnico son los correspondientes para tales fines, establecidos en el **TÍTULO H** del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente *NSR-10*, expedido de acuerdo con la Ley 400 de 1997 por medio de sus Decretos 926 y 2525 de 2010, Decreto 92 de 2011 y Decreto 0340 de 2012.

Tanto el alcance de la exploración como el programa de ensayos de laboratorio está es acorde a lo establecido en el **TÍTULO H**, de igual forma el análisis y las recomendaciones son acordes a lo establecido es el respectivo Título.

Los procedimientos para la ejecución de los trabajos son los establecidos por las normas NTC del Instituto Colombiano de Normas Técnicas, sobre las cuales hace referencia el respectivo **TITULO H**.

De acuerdo con el numeral H.3.1 y H.3.2 de la *NSR-10* el proyecta se clasifica así:

	<p><b>SPC LTDA</b> Ingenieros Consultores Laboratorio de Ingeniería</p>	<p><b>ESTUDIO GEOTÉCNICO</b> CONSTRUCCIÓN – EDIFICACIONES DE UNO A DOS PISO PARA LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS – MUNICIPIO DE GARAGOA (BOYACÁ)</p>	<p>CÓDIGO FORM.: SPC-02-EI-01 VERSIÓN FORM.: 01 FECHA FORM.: 28-Nov-03</p>
--	---	--	--

*Bogotá D. C., Octubre de 2014*

1. De acuerdo con la Tabla H.3.1-1 del numeral H.3.1.1 de la NSR-10 la categoría de la edificación es baja.

2. Teniendo en cuenta la Tabla H.3.2-1 del numeral H.3.2.3 de la NSR-10 el número mínimo de perforaciones es de tres (03) a una profundidad de seis metros (6.0 m) metros, de las cuales por lo menos dos de ellas deben alcanzar los seis metros (6.0 m).

### **3.1 Responsabilidad de los Diseños:**

Esta oficina y en su nombre el profesional responsable del estudio, y conforme a lo establecido por la Ley 400 de 1997, Artículo 28 “Experiencia del Ingeniero Geotecnista” [Título H, Capítulo H.1, Literal H.1.1.21: Firma de Los Estudios], asumo la responsabilidad del presente Estudio Geotécnico exonerando a las Autoridades Municipales Competentes, conforme a lo establecido por la NSR-10 [Ley 400 de 1997, Título III, Capítulo I, Artículo 5 y 6: Responsabilidad de los Diseños]; en cualquier tipo de caso, situación o eventualidad que pudiera presentarse, en que las obras a que hace referencia el presente estudio no se ejecuten conforme a lo estipulado por el mismo, no asumiremos responsabilidad civil ni penal alguna.

### **4 EL TRABAJO DE CAMPO Y LABORATORIO.**

El trabajo de campo consistió en la ejecución de cuatro (18) perforaciones manuales, que alcanzaron profundidades entre 2.75 y 6.00 metros, se realizaron con equipo de Penetración Estándar de operación manual (Martinete de 140 libras).



Bogotá D. C., Octubre de 2014

PERFORACIONES					
No	CORDENADAS		PROFUND. (m)	NIVEL FREÁTICO	NÚMERO DE MUESTRAS
	LATITUD NORTE	LONGITUD OESTE			
1	5.08599°	73.36253°	6.0	2.4	5
2	5.08621°	73.36243°	4.5	NO	3
3	5.08603°	73.36263°	6.0	2.8*	4
4	5.08557°	73.36249°	4.0**	NO	2
5	5.08585°	73.36257°	3.2	NO	2
6	5.08636°	73.36242°	2.75**	NO	2
7	5.08663°	73.36238°	3.10	NO	2
8	5.08699°	73.36244°	6.0	NO	4
9	5.08697°	73.36268°	3.6**	NO	3
10	5.08674°	73.36267°	6.0	NO	3
11	5.08672°	73.36259°	3.1**	NO	2
12	5.08654°	73.36264°	3.1	NO	2
13	5.08635°	73.36275°	5.5	NO	3
14	5.08629°	73.36253°	3.2	NO	2
15	5.08648°	73.36291°	4.1**	NO	2
16	5.08706°	73.36304°	5.6**	NO	4
17	5.08669°	73.36313°	3.2	NO	2
18	5.08669°	73.36279°	3.1	NO	2

\* Aparentemente es una infiltración de agua  
\*\* Se dio rechazo con el SPT (Martinete de 140 lb)

**Tabla 2.** Listado general de ubicación y profundidad de perforaciones.

#### 4.1 Justificación De Las Perforaciones

Teniendo en cuenta que se trata de tres unidades de construcción entonces la cantidad mínima de perforaciones que aplicaría para el proyecto será de seis (Numeral H.3.2.6 – Efecto de repetición), de las cuales por lo menos tres deben alcanzar 6.0m de profundidad (Numeral H.3.2.5) afectado este criterio por lo establecido en los literales a hasta i del Numeral H.3.2.5.

Según lo especificado para estos trabajos en el numeral H.3.2.5 de la Normas Sismo Resistente **NSR-10**, la cual establece que para las cimentaciones constituidas por zapatas aisladas se considera aceptable perforar 2.5 veces el ancho de la zapata de



	<p><b>SPC LTDA</b> Ingenieros Consultores Laboratorio de Ingeniería</p>	<p><b>ESTUDIO GEOTÉCNICO</b> CONSTRUCCIÓN – EDIFICACIONES DE UNO A DOS PISO PARA LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS – MUNICIPIO DE GARAGOA (BOYACÁ)</p>	<p>CÓDIGO FORM.: SPC-02-EI-01 VERSIÓN FORM.: 01 FECHA FORM.: 28-Nov-03</p>
--	---	--	--

*Bogotá D. C., Octubre de 2014*

mayor dimensión, entonces la profundidad mínima de perforación debe ser de 6.07 metros. Igualmente este numeral define la profundidad mínima de los sondeos en función de la profundidad a la cual se disipan el 90% de los esfuerzos, que para nuestro estudio es de 5.30m por debajo del nivel actual del terreno.

Teniendo en cuenta la Tabla H.3.2-1 y el Numeral H.3.2.6 – Efecto de repetición se está cumpliendo con la cantidad mínima de perforaciones y teniendo en cuenta las profundidades definidas por la Tabla H.3.2-1 del numeral H.3.2.3 afectado este criterio por lo establecido en el literal “d” del Numeral H.3.2.5 de la **NSR-10**, entonces la profundidad de las perforaciones realizadas es suficiente para el estudio de suelos del proyecto.

Durante la ejecución de las perforaciones se realizó toma de muestras alteradas (Split Spoon Sampler).

Las muestras fueron identificadas visualmente en el campo y sobre un número representativo de ellas se efectuaron los siguientes ensayos de laboratorio:

- Humedad natural
- Límites de Atterberg
- Lavado sobre tamiz No. 200
- Corte Directo CU
- Expansión controlada en consolidómetro
- Peso unitario y gravedad específica

El Anexo A.1 muestra la ubicación de las perforaciones. Los perfiles estratigráficos de las perforaciones y los resultados de los ensayos de laboratorio se pueden ver en el **Anexo A.3**.



	<p><b>SPC LTDA</b> Ingenieros Consultores Laboratorio de Ingeniería</p>	<p><b>ESTUDIO GEOTÉCNICO</b> CONSTRUCCIÓN – EDIFICACIONES DE UNO A DOS PISO PARA LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS – MUNICIPIO DE GARAGOA (BOYACÁ)</p>	<p>CÓDIGO FORM.: SPC-02-EI-01 VERSIÓN FORM.: 01 FECHA FORM.: 28-Nov-03</p>
--	---	--	--

Bogotá D. C., Octubre de 2014

#### 4.2 Nivel De Agua Freática.

En las exploraciones realizadas no se detectó nivel de agua freática, en el **Anexo A.3** se presentan los perfiles estratigráficos en donde se puede observar las anotaciones referentes a presencia de agua subsuperficial.

Para los análisis no se ha adoptado ninguna cota de nivel freático.

#### 4.3 Metodología Para La Determinación De Los Parámetros Geotécnicos.

Para la determinación de los parámetros geotécnicos, de los suelos encontrados en el área de proyecto, se realizaron y analizaron los ensayos de campo y laboratorio, cuyos resultados se analizan para cada Sitio y por cada estrato.

Para la determinación de la resistencia al Corte en Condición No Drenada, adicional a los resultados obtenidos en los ensayos de resistencia a la Compresión Simple y Resistencia al corte CU, se empleó la metodología propuesta en el texto **Principios De Ingeniería Cimentación, Braja M. Das** [Ref 1].

En dicho documento se expone que en el año 1997, Stroud presentó una correlación entre el valor del N del SPT en golpes/pie y al valor de la Resistencia al Corte No Drenada Cu expresada en kg/cm<sup>2</sup>, asociando esta correlación con la consistencia de los suelos arcillosos según se muestra en la siguiente fórmula:

$$C_u = K N_{SPT}$$

Donde:  $K =$  constante entre 0.035 y 0.065 kg/cm<sup>2</sup>

$N_{SPT} =$  Número de Penetración estándar en campo

Esta consultoría basada en su experiencia, toma  $K = 0.06$  kg/cm<sup>2</sup>

	<p><b>SPC LTDA</b> Ingenieros Consultores Laboratorio de Ingeniería</p>	<p><b>ESTUDIO GEOTÉCNICO</b> CONSTRUCCIÓN – EDIFICACIONES DE UNO A DOS PISO PARA LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS – MUNICIPIO DE GARAGOA (BOYACÁ)</p>	<p>CÓDIGO FORM.: SPC-02-EI-01 VERSIÓN FORM.: 01 FECHA FORM.: 28-Nov-03</p>
--	---	--	--

*Bogotá D. C., Octubre de 2014*

Para la definición del módulo de elasticidad ( $E_d$ ) se partió de la correlación para suelos blandos  $E_d=250c_u$  que es de reconocida aceptación en el medio de la geotecnia (ver resultados reflejados en el Capítulo 6 – Modelo geotécnico), con base en este módulo se determinó el  $K_s$  del suelo de acuerdo al procedimiento que está indicado en el numeral 9 del análisis (Según TERZAGHI K.V.) [Ref 2].

Para la estimación aproximada de los parámetros de resistencia en términos efectivos de los suelos cohesivos con algún contenido de limos de baja plasticidad, encontrados en los estratos de suelo del proyecto se empleó la metodología desarrollada por el Ingeniero Álvaro González.

#### **4.3.1 Estimación De Parámetros Efectivos De Resistencia Del Suelo**

Debido al carácter cohesivo de los suelos encontrados y a que los materiales encontrados en el proceso de perforación en algunos casos no permitieron la recuperación de muestras inalteradas para realizar ensayos que involucren relaciones esfuerzo deformación, para realizar la estimación de parámetros efectivos de resistencia con base en la exploración realizada en las 3 perforaciones ejecutadas, se empleó la metodología propuesta por el Ingeniero Álvaro J. González, presentada en las X Jornadas Geotécnicas de la Ingeniería Colombiana desarrolladas en 1999, la cual se presenta como un método válido pero aproximado para la evaluación de parámetros efectivos de resistencia  $c'$  y  $\phi'$ , a partir de datos de SPT (N golpes/pie), generando valores aproximados para materiales cohesivos.

En todos los casos se tomará como ángulo de fricción el valor promedio de  $\phi_{equ}$  obtenido por la metodología.

	<p><b>SPC LTDA</b> Ingenieros Consultores Laboratorio de Ingeniería</p>	<p><b>ESTUDIO GEOTÉCNICO</b> CONSTRUCCIÓN – EDIFICACIONES DE UNO A DOS PISO PARA LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS – MUNICIPIO DE GARAGOA (BOYACÁ)</p>	<p>CÓDIGO FORM.: SPC-02-EI-01 VERSIÓN FORM.: 01 FECHA FORM.: 28-Nov-03</p>
--	---	--	--

*Bogotá D. C., Octubre de 2014*

A continuación se presenta un resumen independiente de la manera como se hallaron con esta metodología los parámetros efectivos de resistencia  $c'$  y  $\phi'$ , a partir de datos de SPT (N golpes/pie), que aparecen en la hoja de cálculo adjunta con la información de laboratorio y nos permitimos indicar que para hallar los parámetros se uso exactamente las fórmulas sugeridas por el Ing. Álvaro González, así:

$N_{SPT} = N$  (número de penetración estándar)

$R_s = \sigma'_v / Pa$ , con  $Pa = a \text{ atm.} = 1 \text{ kg/cm}^2$

$K = 1.41$  para  $R_s < 1$ ;  $K = 0.92$  para  $R_s \geq 1$  (Marcuson)

$C_n = 1 - K * \log R_s$  (Seed-Idris)

$L_T =$  Longitud de la tubería hasta la profundidad media del valor de  $N_{SPT}$

$\eta_2 =$  factor por longitud de la varilla ( $0.75 \leq \eta_2 \leq 1$ ), así:  $\eta_2 = 0.75$  si  $L_T < 4.00 \text{ m}$ ,  $\eta_2 = 0.85$  si  $4.00 < L_T < 6.00 \text{ m}$ , y,  $\eta_2 = 0.95$  si  $L_T > 6.00 \text{ m}$ .

$\eta_1 = \eta_3 = \eta_4 = 1$

$N' = N_{cr} = N_1 = N \times C_n \times \eta_1 \times \eta_2 \times \eta_3 \times \eta_4$

$\phi'_{eq} = 15 + (12.5 \times N_{145})^{0.5}$

$\tau = \sigma' \times \tan(\phi'_{eq})$

Se graficó, se hizo la regresión y de ahí sale el valor de  $c'$  y  $\phi'$

Teniendo en cuenta que el autor (Álvaro J. González) aclara que la metodología arroja valores irreales y subestimados del valor de la cohesión, entonces para nuestros análisis asumiremos como valor de cohesión efectiva ( $C'$ ) para el modelo geotécnico el menor valor de  $C_{u_{\min}}$  obtenido en cada estrato analizado afectado por un factor multiplicador de 0.50, la razón es que este parámetro de cohesión resulta de la correlación de  $C_u$  Vs  $N_{SPT}$  (Fórmula Stroud) lo cual puede introducir valores muy altos al modelo porque normalmente la resistencia al corte no drenada ( $C_u$ ) resulta mayor que el parámetro de cohesión efectiva.

	<p><b>SPC LTDA</b> Ingenieros Consultores Laboratorio de Ingeniería</p>	<p><b>ESTUDIO GEOTÉCNICO</b> CONSTRUCCIÓN – EDIFICACIONES DE UNO A DOS PISO PARA LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS – MUNICIPIO DE GARAGOA (BOYACÁ)</p>	<p>CÓDIGO FORM.: SPC-02-EI-01 VERSIÓN FORM.: 01 FECHA FORM.: 28-Nov-03</p>
--	---	--	--

*Bogotá D. C., Octubre de 2014*

## **5 EL PERFIL DEL SUBSUELO**

De acuerdo con la información obtenida del trabajo de campo y los resultados de los ensayos de laboratorio, se pudo definir el siguiente perfil estratigráfico del subsuelo.

En el anexo No 2 de este informe se pueden observar el perfil del subsuelo encontrado en cada perforación con sus respectivos parámetros geotécnicos en cuanto a clasificación y resistencia por cada estrato encontrado

## **6 MODELO DEL PERFIL ADOPTADO PARA EL ANALISIS.**

Para el análisis de estabilidad y deformación se adoptó el siguiente modelo geotécnico:

Con el fin de hacer claridad a cerca de los criterios usados para definir los parámetros geotécnicos adoptados en cada estrato de suelo se citan a continuación:

El criterio usado para definir cada valor característico es la probabilidad de excedencia. En el caso del valor de “qu”, “Cu” y/o “Φ” adoptado para cada estrato se procedió así: Como el valor de “qu”, “Cu” y “Φ” a seleccionar por cada estrato para efectos de análisis debe tomarse sobre la base de que este no sea el mayor de los obtenidos en los ensayos y tampoco el menor de ellos (un criterio conservador) entonces seleccionamos aquel para el cual se cumpla que el 75% de todos los resultados sea mayor o igual a él (PERCENTIL 0.75).

En el caso de los valores característicos de humedad natural, Límites de Atterberg y peso unitario se tomará el valor medio del estrato.

Bogotá D. C., Octubre de 2014

Prof(m)	Descripción
0.00	Placa en baldosa, placa de concreto, capa vegetal y material orgánico
0.15	Relleno antrópico constituido por detritos de construcción, basura en una matriz de limo color rojizo y café
0.60	Arcilla limosa de alta plasticidad y/o limo arcilloso de alta plasticidad ocasionalmente no plástico, con trazas de arenas y gravas (CH/MH), color amarillo, rojizo, gris oscuro con vetas grises o cafés. $\omega = 33\%$ L.L. = 58% IP = 29% PT200 > 50% $\gamma = 1.8 \text{ t/m}^3$ Presión de expansión: $\sigma_{exp} = 2.2 \text{ kg/cm}^2$ $C_c = 0.432$ $C_s = 0.0432$ $e_0 = 1.112$ $E_d = 750 \text{ t/m}^2$ Resistencia a la penetración estándar: N = 5 Golpes/pie ( $N_{SPT\text{mín}} = 2$ ) Resistencia al corte no drenado: $C_u = 0.30 \text{ kg/cm}^2$ ( $C_{u\text{mín}} = 0.24 \text{ kg/cm}^2$ ) Parámetros de esfuerzos efectivos: $C' = 0.21 \text{ kg/cm}^2$ , $\gamma$ , $\phi' = 20^\circ$ ( $\phi_{eq\text{mín}} = 21^\circ$ ) Corte Directo CU: $C = 0.27 \text{ kg/cm}^2$ , $\gamma$ , $\phi = 21^\circ$
2.00	Arcilla limosa, ocasionalmente grava arcillosa de alta plasticidad con trazas de grava y arena (CH/GC), color amarillo, gris y/o café oscuro con vetas grises y oxidaciones $\omega = 29\%$ L.L. = 61% IP = 32% PT200 > 50% $\gamma = 1.8 \text{ t/m}^3$ $C_c = 0.459$ $C_s = 0.0459$ $e_0 = 1.048$ $E_d = 1500 \text{ t/m}^2$ Resistencia a la penetración estándar: N = 10 Golpes/pie ( $N_{SPT\text{mín}} = 4$ ) Resistencia al corte no drenado: $C_u = 0.60 \text{ kg/cm}^2$ ( $C_{u\text{mín}} = 0.24 \text{ kg/cm}^2$ ) Parámetros de esfuerzos efectivos: $C' = 0.21 \text{ kg/cm}^2$ , $\gamma$ , $\phi' = 20^\circ$ ( $\phi_{eq\text{mín}} = 21^\circ$ )
	<b>Nota:</b> en el sondeo No 13 se encuentra relleno antrópico hasta 2.0m
6.00	Fin sondeo

**N.F. = No se presentó durante las perforaciones**

## 7 ANÁLISIS DE CIMENTACIÓN

Con el fin de llegar a la solución de cimentación y recomendaciones constructivas y de diseño más viable desde el punto de vista técnico es necesario adelantar los análisis que se estudian a lo largo de este capítulo.

	<p><b>SPC LTDA</b> Ingenieros Consultores Laboratorio de Ingeniería</p>	<p><b>ESTUDIO GEOTÉCNICO</b> CONSTRUCCIÓN – EDIFICACIONES DE UNO A DOS PISO PARA LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS – MUNICIPIO DE GARAGOA (BOYACÁ)</p>	<p>CÓDIGO FORM.: SPC-02-EI-01 VERSIÓN FORM.: 01 FECHA FORM.: 28-Nov-03</p>
--	---	--	--

Bogotá D. C., Octubre de 2014

## 7.1 Análisis De Licuación Y Colapsabilidad:

Dentro de los estudios se ha logrado determinar que los suelos más susceptibles a licuarse son las arenas y los limos de baja plasticidad, los suelos arcillosos son poco sensibles a las cargas repetidas; los suelos con compacidad relativa mayor al 75% experimentalmente, no son susceptibles a licuación ya que estos presentan menor tendencia a disminuir su volumen y por tanto a inducir presión en el agua intersticial; en general las arenas más susceptibles a licuación son las de grano fino y con valores medios de resistencia a la penetración estándar por debajo de los 15 golpes/pie.

Teniendo en cuenta entonces que el tipo de suelo encontrado en la exploración del subsuelo corresponde a “Arcilla limosa de alta plasticidad y/o limo arcilloso de alta plasticidad ocasionalmente no plástico, con trazas de arenas y gravas (CH/MH), color amarillo, rojizo, gris oscuro con vetas grises o cafés” no se estima necesario hacer análisis de licuación ya que no son susceptibles de licuarse.

Los suelos identificados en el área de proyecto, por tratarse de suelos aluviales y coluviales y/o suelos con contenido arenoso, sabemos que clasifican dentro de la tipología de suelos colapsables. Según NSR-98, se identifica la colapsabilidad de estos depósitos cuando el volumen de vacíos iguala la cantidad de agua en el punto del límite líquido ( $W_L$ ). Para mayor cantidad de agua o menos volumen de vacíos el depósito es inestable y la evaluación se debe hacer mediante la siguiente ecuación:

$$\gamma_{dcrít} = \frac{1}{(1/G_s) + w_L}$$

Donde:

Bogotá D. C., Octubre de 2014

$G_s$ : Gravedad específica del suelo  
 $W_L$ : Límite Líquido del suelo (fracción de uno)

Si,  $\frac{\gamma_d}{\gamma_{dcrít}} > 1$  el suelo es estable o expansivo, y si  
 $\frac{\gamma_d}{\gamma_{dcrít}} \leq 1$  el suelo es colapsable

Analizando El resultado para los valores característicos definidos en el perfil modelo se obtiene un  $\gamma_{dcrít}=0.9631$ , entonces  $\frac{\gamma_d}{\gamma_{dcrít}} = 1,823$ .

Por lo tanto se concluye que el suelo no es colapsable.

## 7.2 Análisis de características expansivas del suelo:

Mediante la identificación de ciertas propiedades básicas y sencillas del suelo (Límite Líquido y Plástico, Límite de contracción, Contenido de coloides y Expansión libre del suelo) se puede determinar el grado de potencial expansivo del suelo.

La relación entre las características plásticas y el hinchamiento de los suelos puede establecerse como:

Grado de Potencial Expansivo	Índice Plástico
Bajo	0 – 15
Medio	10 – 35
Alto	20 – 55
Muy alto	> 35

**Tabla 3.** Relación entre las características plásticas un suelos y el hinchamiento.

De acuerdo con esto y con los resultados de los ensayos obtenidos el suelo de fundación el potencial expansivo es medio a alto.



	<p><b>SPC LTDA</b> Ingenieros Consultores Laboratorio de Ingeniería</p>	<p><b>ESTUDIO GEOTÉCNICO</b> CONSTRUCCIÓN – EDIFICACIONES DE UNO A DOS PISO PARA LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS – MUNICIPIO DE GARAGOA (BOYACÁ)</p>	<p>CÓDIGO FORM.: SPC-02-EI-01 VERSIÓN FORM.: 01 FECHA FORM.: 28-Nov-03</p>
--	---	--	--

*Bogotá D. C., Octubre de 2014*

Con el fin de dirimir la situación de expansibilidad o no del suelo se practican un ensayo de expansión controlada en consolidómetro obteniendo que la presión necesaria para controlar la expansión es de 22.2 t/m<sup>2</sup> lo que se traduce en un potencial de expansión demasiado alto.

Adicionalmente hay que tener en cuenta que los contenidos de humedad de los suelos “In Situ” sensiblemente similares al límite plástico o menores es indicativo de que el suelo puede ser vulnerable a hidratación que puede activar la expansión fácilmente.

Hay varios procedimientos para tratar los suelos expansivos con el fin de evitar o reducir los daños que puedan causar sobre las futuras estructuras o construcciones entre los que se puede mencionar:

- 1) Reemplazar o mejorar por mezcla de un suelo inerte todo o parte del espesor activo.
- 2) Neutralización de la presión de expansión previamente evaluada mediante la colocación de la sobrecarga suficiente para neutralizar el posible levantamiento del terreno, lo que normalmente se hace poniendo peso de tierra, que para nuestro caso se lograría con la imposición de un espesor no menor de 4.0m de relleno compactado de un material no expansivo.
- 3) Reducción o control de los cambios de los contenidos de agua en los suelos susceptibles por drenaje, subdrenaje, utilización de cubiertas impermeables u otros métodos.

Evidentemente la neutralización de la presión de expansión previamente evaluada mediante la colocación de la sobrecarga o reemplazo de suelo en un espesor suficiente para neutralizar el posible levantamiento del terreno es un proceso muy costoso para el desarrollo del proyecto, por ello esta consultoría recomienda como

	<p><b>SPC LTDA</b> Ingenieros Consultores Laboratorio de Ingeniería</p>	<p><b>ESTUDIO GEOTÉCNICO</b> CONSTRUCCIÓN – EDIFICACIONES DE UNO A DOS PISO PARA LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS – MUNICIPIO DE GARAGOA (BOYACÁ)</p>	<p>CÓDIGO FORM.: SPC-02-EI-01 VERSIÓN FORM.: 01 FECHA FORM.: 28-Nov-03</p>
--	---	--	--

*Bogotá D. C., Octubre de 2014*

solución viable desde el punto de vista técnico y económico la aplicación de una solución combinada entre la primera y la tercera alternativa planteada, para ello se recomienda la adición de aditivos que reaccionen químicamente con el suelo para reducir sus propiedades expansivas para ello se sugiere la mezcla de cal hidratada a una capa de suelo previamente escarificado de 0.30m de espesor (los textos técnicos sugieren estabilizar capas entre 0.15 y 0.30m de espesor) con un sobrecancho perimetral a las construcciones de al menos 1.6m y esta técnica combinada con la implementación de barreras horizontales que impidan la infiltración de agua al suelo natural por debajo de las edificaciones y/o las estructuras de pavimento, adicionalmente las placas de contrapiso de todas las construcciones deberán estar apoyadas sobre una base de material compactado al 95% del ensayo Proctor modificado con un sobrecancho de al menos 1.3m y un espesor de al menos 0.30m, el material de relleno a utilizar deberá ser relleno seleccionado tipo INVIAS o en su defecto también se permite que sea un material seleccionado de las de las siguientes características: IP < 10%, pasa T#200 < 25%, tamaño máximo de 7.5 cm (No requiere una gradación específica sino que cumpla con las características indicadas).

La literatura existente recomienda que para mejorar un suelo (aumentar su CBR) es suficiente un porcentaje de cal menor o igual al 3% y para estabilizar el suelo (reducir su plasticidad y su hinchamiento) los porcentaje de cal son normalmente mayores de 3% y pueden llegar hasta 8% con suelos especialmente plásticos.

Para el proyecto se recomienda estabilización con un porcentaje de 4% de cal hidratada y para los cálculos se puede utilizar un peso unitario del suelo escarificado de 2.0 t/m<sup>3</sup>.

Finalmente es necesario que perimetral a las construcciones se construyan filtros drenantes tipo francés de al menos 1.0m de profundidad y 0.30m de ancho con el fin

	<p><b>SPC LTDA</b> Ingenieros Consultores Laboratorio de Ingeniería</p>	<p><b>ESTUDIO GEOTÉCNICO</b> CONSTRUCCIÓN – EDIFICACIONES DE UNO A DOS PISO PARA LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS – MUNICIPIO DE GARAGOA (BOYACÁ)</p>	<p>CÓDIGO FORM.: SPC-02-EI-01 VERSIÓN FORM.: 01 FECHA FORM.: 28-Nov-03</p>
--	---	--	--

*Bogotá D. C., Octubre de 2014*

de evitar cualquier posibilidad de infiltración de aguas de escorrentía al suelo de fundación.

### **7.3 Análisis de estabilidad de taludes**

No se realiza ningún análisis debido a que no tenemos taludes en el área de proyecto con inclinaciones considerables que puedan ser susceptibles de inestabilidad.

### **7.4 Profundidad De Cimentación**

Para definir el nivel de cimentación se tiene en cuenta fundamentalmente la posibilidad de características expansivas del suelo y la posibilidad o no de que el suelo pueda llegar a ser afectado en su estructura por infiltración de agua hasta el nivel de fundación situación que induciría procesos de humedecimiento secado que pueden desencadenar en hinchamiento del suelo en temporadas lluviosas y agrietamiento por retracción en épocas de verano, situación muy común en el área de proyecto, adicionalmente también es muy importante garantizar un adecuado empotramiento de las edificaciones al subsuelo ya que ya que dentro de las amenazas, aunque de categoría baja, también se advierten fenómenos de reptación causado por la infiltración y el pastoreo por ello es necesario definir una profundidad de cimentación de 1.4m.

A la profundidad de cimentación se ha definido un estrato de arcilla limosa de alta plasticidad y/o limo arcilloso de alta plasticidad ocasionalmente no plástico, con trazas de arenas y gravas (CH/MH), color amarillo, rojizo, gris oscuro con vetas grises o cafés, con valores de Penetración Estándar en Campo ( $N_{SPT}$ ) de 5 Golpes/pie y valor medio de parámetros de esfuerzos totales, obtenidos en ensayos de Corte directo CU, de  $c=0.27 \text{ kg/cm}^2$  y  $\phi=21^\circ$ .

Bogotá D. C., Octubre de 2014

Dadas las condiciones del terreno encontrado se procede a realizar análisis en condición no drenada adoptando una solución de cimentación apropiada para la edificación teniendo en cuenta factores de seguridad, estabilidad y económicos convenientes al proyecto.

### 7.5 Análisis De Capacidad Portante Para Condición No Drenada

Sabiendo que la cota de cimentación es 1.40 metros por debajo del nivel actual del terreno, y analizando el estrato del suelo encontrado a esta profundidad, se partirá de una resistencia al corte no drenado  $c_u=0.27\text{kg/cm}^2$  y ángulo de fricción  $\phi_u=21^\circ$ .

Teniendo en cuenta el nivel de cimentación adoptado y los parámetros del suelo se obtiene la siguiente matriz de valores de capacidad para distintas dimensiones de zapatas, adoptando un factor de seguridad indirecto (FSI) de 3.0 de acuerdo con el numeral H.4.7 de la NSR-10, de la cual se ha adoptado el más conservador para diseño.

**CAPACIDAD PORTANTE EN T/M2 (ESFUERZO NETO ADMISIBLE  $\sigma_{ns}$ )**

LARGO (L)	ANCHO (B)					
	1	1.25	1.5	2	2.5	3
1	18.7					
1.25	16.3	18.4				
1.5	14.8	16.4	19.0			
2	13.0	14.1	15.9	18.2		
2.5	12.1	12.8	14.3	15.8	17.9	
3	11.4	12.0	13.2	14.4	16.0	17.8
Infinito	9.9	10.1	10.8	11.1	11.6	12.3

**Tabla 4.** Esfuerzo neto admisible para diferentes tamaños de zapata (condición no drenada)

Para la definición del módulo de elasticidad ( $E_d$ ) se partió de la correlación para suelos blandos  $E_d=250c_u$  que es de reconocida aceptación en el medio de la geotecnia (ver resultados reflejados en el Capítulo 6 - Perfil modelo), con base en

	<p><b>SPC LTDA</b> Ingenieros Consultores Laboratorio de Ingeniería</p>	<p><b>ESTUDIO GEOTÉCNICO</b> CONSTRUCCIÓN – EDIFICACIONES DE UNO A DOS PISO PARA LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS – MUNICIPIO DE GARAGOA (BOYACÁ)</p>	<p>CÓDIGO FORM.: SPC-02-EI-01 VERSIÓN FORM.: 01 FECHA FORM.: 28-Nov-03</p>
--	---	--	--

*Bogotá D. C., Octubre de 2014*

este módulo se determinó el  $K_s$  del suelo de acuerdo al procedimiento que está indicado en el numeral 8 del análisis [Ref 1] y [Ref 2].

Teniendo en cuenta la descripción del perfil modelo de la zona, las condiciones de humedad del subsuelo involucrado con la cimentación, la ausencia de nivel freático y la baja magnitud de las cargas correspondiente al tipo de edificaciones a construir, se espera que no se presenten asentamientos por consolidación, sino inmediatos únicamente, pero para efectos de análisis se hacen los cálculos para valor de  $C_s$ ,  $C_c$  y  $e_0$  obtenidos a partir de las propiedades índice del suelo, peso unitario, humedad natural y gravedad específica.

Los valores de  $C_c$ ,  $C_s$  y  $e_0$  reflejados en el perfil modelo de análisis han sido obtenidos a partir obtenidos a partir de las correlaciones  $C_s=C_c/10$  con  $C_c=0.009(LL-10)$  [Ref 3] y  $e_0=G_s * \gamma_w * (w_n+1)/\gamma_t - 1$  [Ref 4].

Los valores de  $C_s$ ,  $C_c$  y  $e_0$  obtenidos para estos parámetros a partir de las demás propiedades adoptadas para los estratos de suelo se pueden ver reflejados en el Capítulo 6 - Perfil modelo.

Para la carga máxima de diseño suministrada por el diseñador estructural el asentamiento máximo esperado es de 2.10cm y los asentamientos diferenciales son despreciables.

El tamaño mínimo y máximo de los cimientos aislados será de 1.00 a 3.00 metros y contará con refuerzo en acero, de acuerdo a lo especificado por el ingeniero calculista.

Ver en el **Anexo No A4** El análisis de capacidad portante y deformación [Ref 7].

	<p><b>SPC LTDA</b> Ingenieros Consultores Laboratorio de Ingeniería</p>	<p><b>ESTUDIO GEOTÉCNICO</b> CONSTRUCCIÓN – EDIFICACIONES DE UNO A DOS PISO PARA LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS – MUNICIPIO DE GARAGOA (BOYACÁ)</p>	<p>CÓDIGO FORM.: SPC-02-EI-01 VERSIÓN FORM.: 01 FECHA FORM.: 28-Nov-03</p>
--	---	--	--

Bogotá D. C., Octubre de 2014

## 7.6 Análisis De Capacidad Portante Por Sismo

De acuerdo con la metodología expuesta por Richards y otros (1993) [Ref 5] la capacidad de carga última para cimentaciones corridas en suelo granular ( $c=0$ ) es:

$$\sigma_{uE} = q N_{qE} + \frac{1}{2} \gamma B N_{\gamma E}$$

donde  $N_{qE}$ ,  $N_{\gamma E}$ : son factores de capacidad de carga

$$q = \gamma D_f \text{ (sobrecarga)}$$

$$N_{qE}, N_{\gamma E} = f(f, \tan\theta)$$

Donde  $\tan\theta = k_h / (1 - k_v)$

$k_h$ : coeficiente horizontal de aceleración debido a un sismo

$k_v$ : coeficiente vertical de aceleración debido a un sismo

Para definir el esfuerzo neto admisible en condición de sismo se tiene en cuenta los resultados de resistencia del suelo en condición no drenada obtenidos a partir de la metodología de Alvaro J. González [Ref 3] ya definidos en el numeral anterior en el cual hemos asumido como  $\phi' = 21^\circ$ .

A continuación se muestra la tabla de resultados de esfuerzos netos admisibles obtenidos a partir de la metodología ya expuesta.

Bogotá D. C., Octubre de 2014

ANCHO (B)	$\sigma_{nu}$ (t/m <sup>2</sup> )	Corrido	Aislado
		$\sigma_{ns}$ (t/m <sup>2</sup> )	$\sigma_{ns}$ (t/m <sup>2</sup> )
1.00	13.26	8.8	9.3
1.25	14.13	9.4	10.1
1.5	15.00	10.0	10.8
1.75	15.87	10.6	11.6
2	16.74	11.2	12.4
2.25	17.61	11.7	13.2
2.5	18.49	12.3	14.0
2.75	19.36	12.9	14.9
3	20.23	13.5	15.7

**Tabla 5.** Esfuerzo neto admisible para diferentes tamaños de zapata (condición de sismo)

## 8 RECOMENDACIONES DE DISEÑO.

Para el diseño y construcción de la cimentación, se recomienda:

### 8.1 Alternativa Cimientos aislados o Corridos - Edificaciones

Un sistema de cimentación conformado por cimientos aislados cuadrados o rectangulares y/o cimientos continuos o alargados, apoyados a una profundidad mínima de -1.40 metros respecto al nivel final de explanación en terreno natural, en ningún caso se podrá desplantar las zapatas con respecto a cotas de terreno en terraplenes construidos en obra, a menos que dichos terraplenes sean confinados mediante muros de contención y bajo estrictos controles de compactación.

En caso de encontrarse relleno antrópico a suelo demasiado blando a profundidades mayores de 1.20 metros se recomienda aumentar la profundidad de desplante hasta alcanzar el suelo de fundación y la sobre excavación se puede llenar mediante un macizo en concreto ciclópeo.



	<p><b>SPC LTDA</b> Ingenieros Consultores Laboratorio de Ingeniería</p>	<p><b>ESTUDIO GEOTÉCNICO</b> CONSTRUCCIÓN – EDIFICACIONES DE UNO A DOS PISO PARA LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS – MUNICIPIO DE GARAGOA (BOYACÁ)</p>	<p>CÓDIGO FORM.: SPC-02-EI-01 VERSIÓN FORM.: 01 FECHA FORM.: 28-Nov-03</p>
--	---	--	--

*Bogotá D. C., Octubre de 2014*

Para el diseño de los cimientos se puede tomar una capacidad portante neta admisible de  $114 \text{ kN/m}^2$  ( $11.4 \text{ t/m}^2$ ) para los cimientos aislados y  $91 \text{ kN/m}^2$  ( $9.1 \text{ t/m}^2$ ) para los continuos.

Para la construcción de las zapatas se recomienda proceder de la siguiente forma: se excavan las zapatas hasta -1.40 metros por debajo del nivel actual del terreno, luego se nivela bien en el fondo de la excavación y con el mismo tamaño de la zapata se compacta un relleno seleccionado de 15 cm de espesor y sobre este relleno se debe fundir un mortero de limpieza de 5 cm para proceder a armar el acero de refuerzo y fundir la zapata.

Se puede también emplear un concreto ciclópeo en lugar del relleno seleccionado y el mortero de limpieza.

Si se requiere subir un poco el nivel de apoyo de las zapatas con el fin de evitar que se genere un gran pedestal, se acepta que desde la cota de -1.40 metros se funda un macizo en concreto ciclópeo hasta una cota de -1.00 metros (esto es lo mismo que un macizo en ciclópeo en el fondo de cada excavación en un espesor de 40 centímetros) y sobre este macizo se puede armar el acero de refuerzo y fundir las zapatas.

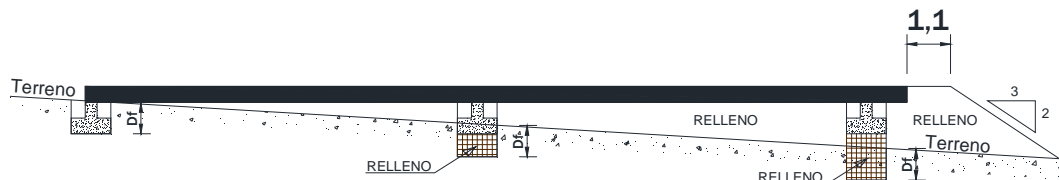
Se aclara que el nivel de cimentación mínimo debe ser medido con respecto a la cota cero de terreno natural de cada cimiento excavado, de tal suerte que en todos los casos la excavación para la zapata debe cumplir con la profundidad mínima de cimentación medida a partir de la cota cero de terreno natural en el punto específico.

En todo los sitios que resulte cambio de nivel entre un extremo de la construcción y su más alejado se recomienda fundir macizos en concreto ciclópeo del mismo tamaño de la zapata en la altura necesaria hasta la cota de apoyo de las zapatas



*Bogotá D. C., Octubre de 2014*

que se supone es un mismo plano horizontal a menos que haya definidos cambios de nivel en el diseño arquitectónico para el desarrollo del proyecto (Ver **Figura 3**).



**Figura 3.** Detalle de cimentación en terreno ligeramente inclinado

Se recomienda que el tamaño mínimo y máximo de los cimientos aislados esté entre 1.0m y 3.0m y contará con refuerzo en acero, de acuerdo a lo especificado por el ingeniero calculista.

Se debe garantizar que la suma de los anchos de cimientos comprendidos entre dos columnas contiguas no supere el 60% de la luz libre entre las columnas, de ocurrir esto se debe descartar la alternativa de estos cimientos.

Con este sistema de cimentación se han calculado asentamientos teóricos máximos de 2.10cm y con asentamientos diferenciales despreciables.

Se sugiere limitar la rigidez de las vigas de cimentación a una flexión no mayor de un  $L/300$  (asentamiento diferencial no mayor de  $L/160$ ) con el fin de evitar la aparición de fisuras por movimientos diferenciales de las zapatas.

Con el propósito de evitar que se presenten asentamientos diferenciales entre los cimientos, es necesario diseñar y construir vigas de amarre entre ellos en ambos sentidos, a criterio del Ingeniero Calculista.

	<p><b>SPC LTDA</b> Ingenieros Consultores Laboratorio de Ingeniería</p>	<p><b>ESTUDIO GEOTÉCNICO</b> CONSTRUCCIÓN – EDIFICACIONES DE UNO A DOS PISO PARA LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS – MUNICIPIO DE GARAGOA (BOYACÁ)</p>	<p>CÓDIGO FORM.: SPC-02-EI-01 VERSIÓN FORM.: 01 FECHA FORM.: 28-Nov-03</p>
--	---	--	--

*Bogotá D. C., Octubre de 2014*

Se recomienda que todos los muros de fachada y divisorios de primer piso se proyecten sobre vigas de amarre transmitiendo las cargas a los cimientos, en caso contrario, para el caso de muros apoyados directamente sobre placas de piso se recomienda generar un sobre-espesor en la placa y usando un refuerzo nominal de acuerdo al criterio de diseño del ingeniero calculista.

Perimetral a las construcciones se debe construir un andén de por lo menos 1.00 metro de ancho.

Se recomienda que los muros de la edificación que van a quedar semi-enterrados o en contacto directo con taludes de corte sean diseñados como pantallas de concreto para lo cual se debe emplear los parámetros de empuje de terreno citados en el capítulo “**8.7 Presión de Tierra**”.

El diseñador estructural para determinar el área base de los cimientos, debe hacerlo a partir de las fuerzas y momentos no mayorados transmitidos al suelo, de la misma manera para determinar los esfuerzos sobre el suelo de cimentación, a partir de las reacciones de la estructura y su cimentación sobre el suelo, deberá emplear las combinaciones de carga para el método de esfuerzos de trabajo de la sección B.2.3, empleando las cargas apropiadas y las fuerzas sísmicas reducidas de diseño, E. de tal suerte que los efectos de la estructura y del sismo sobre el suelo así obtenidos están definidos al nivel de esfuerzos de trabajo y deben evaluarse de acuerdo a los requisitos del Título H de la *NSR-10* y los definidos en este informe. Ver numeral C.15.2.2 y A.1.3.5 de la *NSR-10*.

El diseñador estructural deberá chequear que el esfuerzo de contacto en la interfaz suelo/cimentación luego de diseñada la cimentación no superé las capacidades admisibles de carga establecidas en la Tabla 3 para los factores de seguridad indirectos ahí indicados y para las condiciones de análisis dadas.

	<p><b>SPC LTDA</b> Ingenieros Consultores Laboratorio de Ingeniería</p>	<p><b>ESTUDIO GEOTÉCNICO</b> CONSTRUCCIÓN – EDIFICACIONES DE UNO A DOS PISO PARA LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS – MUNICIPIO DE GARAGOA (BOYACÁ)</p>	<p>CÓDIGO FORM.: SPC-02-EI-01 VERSIÓN FORM.: 01 FECHA FORM.: 28-Nov-03</p>
--	---	--	--

*Bogotá D. C., Octubre de 2014*

El calculista estructural deberá suministrar a esta consultoría el listado de cargas de cimentación resultantes de los diseños para revisar los factores de seguridad de acuerdo a lo establecido en el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10, título H.2.4. Los listados de cargas a suministrar serán los correspondientes a las siguientes condiciones de análisis de la estructura: 1) **Carga Muerta + Carga Viva Normal**, 2) **Carga Muerta + Carga Viva Máxima**, y, 3) **Carga Muerta + Carga Viva Normal + Sismo de Diseño Seudo Estático** aplicado para un  $R=1$  en alguno de los dos sentidos; estas combinaciones de carga son, respectivamente, (B.2.3.7), (B.2.3.2) y (B.2.3.8) del numeral B.2.3.1 de la NSR-10.

## 8.2 Recomendación de Cimentación Tanque Enterrado

La cimentación para el tanque enterrado, si se requiere, estará constituida por una losa de cimentación sobre la cual se levantarán los muros de cierre del tanque.

Para la cimentación del tanque subterráneo, está constituida por una placa de contrapiso estructural sobre la cual irán los muros de cierre con valor de capacidad portante de seguridad  $205 \text{ kN/m}^2$  ( $20.5 \text{ t/m}^2$ ), situación para la cual la cimentación es totalmente compensada, por lo tanto el esfuerzo que se va a transmitir al suelo en este caso es  $0.00 \text{ kN/m}^2$ .

Los coeficientes de empuje se citan más adelante en el capítulo correspondiente, en todo caso debe partirse de un ángulo de fricción de  $21^\circ$  y una cohesión no drenada de  $0.27 \text{ kg/cm}^2$ .

Para el diseño de la placa de contrapiso del tanque enterrado se puede tomar un módulo de reacción vertical del suelo de  $6.27 \text{ Mpa/m}$  ( $627,0 \text{ t/m}^3$ ) y para el diseño de los muros, si se requiere, un módulo de reacción horizontal de  $1,34 \text{ Mpa/m}$  ( $133,6$

	<p><b>SPC LTDA</b> Ingenieros Consultores Laboratorio de Ingeniería</p>	<p><b>ESTUDIO GEOTÉCNICO</b> CONSTRUCCIÓN – EDIFICACIONES DE UNO A DOS PISO PARA LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS – MUNICIPIO DE GARAGOA (BOYACÁ)</p>	<p>CÓDIGO FORM.: SPC-02-EI-01 VERSIÓN FORM.: 01 FECHA FORM.: 28-Nov-03</p>
--	---	--	--

*Bogotá D. C., Octubre de 2014*

t/m<sup>3</sup>) que ha sido calculado para la profundidad media de apoyo del tanque (ver determinación “Ks” Según TERZAGHI K.V. en ANEXO A.3 [Ref 2]).

### 8.3 Placa De Contrapiso Edificaciones

La placa de contrapiso, en caso necesario, debe ser en concreto reforzada y esta debe ser diseñada por el ingeniero estructural, pero se estima en un espesor de 10 cm como mínimo con una parilla de refuerzo por efecto de retracción y fraguado de temperatura, apoyada sobre un relleno granular de las siguientes características: IP < 10%, pasa T#200 < 25%, tamaño máximo de 7.5 cm y espesor mínimo de 0.40 metros, previa escarificación y estabilización con cal hidratada (4% en peso de cal) de al menos 0.30m del suelo natural.

Para efectos de determinación de un módulo de reacción para el diseño de la placa de contrapiso, en caso necesario, nos valemos de los valores de N<sub>SPT</sub> para obtener por correlación un valor de valor para Ks.

El valor característico, entre las lecturas más superficiales, de N<sub>SPT</sub> obtenidos en los ensayos (0.60 a 2.00 metros de profundidad) se es “N<sub>SPT</sub>=5 Golpes/pie”, que tratándose de un suelo de arcilla limosa de alta plasticidad y/o limo arcilloso de alta plasticidad ocasionalmente no plástico de consistencia blanda (q<sub>u</sub> = 0.60 kg/cm<sup>2</sup>) por tabla equivale a un valor de módulo de reacción (Ks) del suelo de 14.8 MPa/m, pero teniendo en cuenta el mejoramiento de la subrasante se debe tener en cuenta el mejoramiento de la subrasante.

Para los análisis se puede tomar un módulo de reacción combinado Relleno/subrasante de 35.0 MPa/m.

	<p><b>SPC LTDA</b> Ingenieros Consultores Laboratorio de Ingeniería</p>	<p><b>ESTUDIO GEOTÉCNICO</b> CONSTRUCCIÓN – EDIFICACIONES DE UNO A DOS PISO PARA LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS – MUNICIPIO DE GARAGOA (BOYACÁ)</p>	<p>CÓDIGO FORM.: SPC-02-EI-01 VERSIÓN FORM.: 01 FECHA FORM.: 28-Nov-03</p>
--	---	--	--

Bogotá D. C., Octubre de 2014

#### 8.4 Capacidad admisible de carga para los diferentes factores de seguridad de la NSR-10

Con el fin de dar cumplimiento a lo especificado en los numerales H.2.4 y H.4.7 (Factores de seguridad Directos e Indirectos respectivamente) se plantea a continuación la capacidad admisible de carga recomendada para los distintos factores de seguridad:

Como ya se sabe y es de común aplicación en el campo de la geotecnia capacidad de carga última ó capacidad portante límite de falla ( $\sigma_u$ ) corresponde a el máximo esfuerzo que es capaz de resistir el suelo antes de que se presente la falla, si consideramos el caso de un cimiento superficial de ancho B (menor longitud del cimiento) y longitud L, profundidad de desplante  $D_f$ , empleando corrección por compresibilidad del suelo y criterio de falla Morh-Coulomb ( $\tau = c' + \sigma' \tan \phi'$ ), entonces la capacidad de carga última está dada por:

$$\sigma_u = C \cdot N_c \cdot i_c \cdot \delta_c \cdot d_c \cdot C_c + \gamma \cdot D_f \cdot N_q \cdot i_q \cdot \delta_q \cdot d_q \cdot C_q + 0.5 \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot i_\gamma \cdot \delta_\gamma \cdot d_\gamma \cdot C_\gamma$$

Donde:

$\sigma_u$ : Capacidad de carga última

C: Cohesión

$\gamma$ : peso unitario del suelo

$D_f$ : Profundidad de cimentación

B: Ancho del cimiento (lado corto del cimiento)

L: Largo del cimiento (lado largo del cimiento)

$N_c$ : Factor de capacidad de carga,  $N_c = (N_q - 1) \cot \phi$

$N_q$ : Factor de capacidad de carga,  $N_q = \tan^2(45 + \phi/2) e^{\pi \tan \phi}$

$N_\gamma$ : Factor de capacidad de carga,  $N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \phi$

	<p><b>SPC LTDA</b> Ingenieros Consultores Laboratorio de Ingeniería</p>	<p><b>ESTUDIO GEOTÉCNICO</b> CONSTRUCCIÓN – EDIFICACIONES DE UNO A DOS PISO PARA LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS – MUNICIPIO DE GARAGOA (BOYACÁ)</p>	<p>CÓDIGO FORM.: SPC-02-EI-01 VERSIÓN FORM.: 01 FECHA FORM.: 28-Nov-03</p>
--	---	--	--

Bogotá D. C., Octubre de 2014

$I_c$ : Factor de forma,  $I_c=1+B \cdot N_q / (L \cdot N_c)$

$I_q$ : Factor de forma,  $I_q=1+B / (L \cdot \tan \phi)$

$I_\gamma$ : Factor de forma,  $I_\gamma=1-0.4B/L$

$\delta_c$ : Factor de profundidad,  $\delta_c=1+0.4D_f/B$  (si  $D_f/B \leq 1$ ), ó,  $\delta_c=1+0.4 \tan^{-1}(D_f/B)$  (si  $D_f/B > 1$ )

$\delta_q$ : Factor de profundidad,  $\delta_q=1+2 \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 D_f/B$  (si  $D_f/B \leq 1$ ), ó,  
 $\delta_q=1+2 \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 \tan^{-1}(D_f/B)$  (si  $D_f/B > 1$ )

$\delta_\gamma$ : Factor de profundidad,  $\delta_\gamma=1$  (si  $D_f/B \leq 1$ ), ó,  $\delta_\gamma=1$  (si  $D_f/B > 1$ )

$d_c$ : Factor de inclinación,  $d_c=(1 - \beta \cdot 90^\circ)^2$

$d_q$ : Factor de inclinación,  $d_q=(1 - \beta \cdot 90^\circ)^2$

$d_\gamma$ : Factor de inclinación,  $d_\gamma=(1 - \beta / \phi)^2$

$C_c, C_q$  y  $C_\gamma$ : Factor de compresibilidad,  $C_c=C_q=C_\gamma=1$  si  $I_r = I_{r(cr)}$

$I_r = G / (C + q' \tan \phi)$

Donde:

$G$ : modulo cortante del suelo,  $G=E/(2(1+\mu))$

$q'$ : presión efectiva de sobrecarga a una profundidad de  $D_f+B/2$

$I_{r(cr)} = 0.5 \cdot e^{[(3.3-0.45B/L) \cot(45-\phi/2)]}$

$C_c = 0.32 + 0.12B/L + 0.60 \log I_r$ , si  $\phi=0$

$C_c = C_q - (1 - C_q) / (N_q \cdot \tan \phi)$ , si  $\phi > 0$

$C_q = C_\gamma = e^{\{(-4.4+0.6B/L) \tan \phi + [(3.07 \sin \phi \cdot \log(2I_r) / (1 + \sin \phi))]\}}$ , si  $I_r < I_{r(cr)}$

Y la capacidad de carga última neta o capacidad portante última neta ( $\sigma_{nu}$ ) está definida por la expresión:

$$\sigma_{nu} = C \cdot N_c \cdot I_c \cdot \delta_c \cdot d_c \cdot C_c + \gamma \cdot D_f \cdot N_q \cdot I_q \cdot \delta_q \cdot d_q \cdot C_q + 0.5 \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot I_\gamma \cdot \delta_\gamma \cdot d_\gamma \cdot C_\gamma - q$$

Donde:

$\sigma_{un}$ : Capacidad de carga última neta



	<p><b>SPC LTDA</b> Ingenieros Consultores Laboratorio de Ingeniería</p>	<p><b>ESTUDIO GEOTÉCNICO</b> CONSTRUCCIÓN – EDIFICACIONES DE UNO A DOS PISO PARA LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS – MUNICIPIO DE GARAGOA (BOYACÁ)</p>	<p>CÓDIGO FORM.: SPC-02-EI-01 VERSIÓN FORM.: 01 FECHA FORM.: 28-Nov-03</p>
--	---	--	--

Bogotá D. C., Octubre de 2014

q: esfuerzo efectivo al nivel del fondo de la cimentación

De acuerdo al criterio de falla Morh-Coulomb, y lo cita la *NSR-10* en su numeral H.2.4.1, el esfuerzo cortante último resistente o esfuerzo cortante a la falla ( $\tau_f$ ) está dado por la expresión  $\tau = c' + \sigma' \tan \phi'$ , donde  $c'$  y  $\phi'$  son propiedades intrínsecas del suelos que se determinan en campo o mediante ensayos en laboratorio y que también son utilizadas en la definición de la capacidad portante última neta ( $\sigma_{nu}$ ) para cimientos superficiales.

La Capacidad Portante de seguridad ( $\sigma_{ns}$ ) se obtiene al reducir capacidad portante última neta ( $\sigma_{nu}$ ) dividiéndola por un factor de seguridad indirecto ( $F_{SI}$ ) que corresponde a los factores de seguridad globales usados en cimientos superficiales y capacidad de punta de pilotes, los cuales son definidos en el numeral H.4.7 de la *NSR-10*.

De la misma forma que definimos una capacidad portante de Capacidad Portante de seguridad, también es preciso que se defina en la determinación del esfuerzo cortante actuante ( $\tau_A$ ), también denominado esfuerzo cortante de trabajo o de diseño ( $\tau_D$ ), a que va a estar sometido el suelo, de acuerdo al criterio de falla de Morh-Coulomb, un factor de seguridad que garantice la total seguridad ante rotura o falla del suelo, en geotecnia este FACTOR DE SEGURIDAD BÁSICO ( $F_{SB}$ ), denominado en la *NSR-10* como FACTOR DE SEGURIDAD DIRECTO, esta definido como la relación  **$F_{SB} = \tau_f / \tau_A$** .

En nuestro proyecto para los parámetros geotécnicos definidos en el capítulo ANÁLISIS DE CIMENTACIÓN se obtienen las siguientes capacidades de carga netas últimas ( $\sigma_{nu}$ ):

Bogotá D. C., Octubre de 2014

**CAPACIDAD PORTANTE EN T/M2 (ESFUERZO NETO ULTIMO  $\sigma_{nu}$ )**

LARGO (L)	ANCHO (B)					
	1	1.25	1.5	2	2.5	3
1	55.5					
1.25	48.3	54.4				
1.5	43.8	48.5	56.2			
2	38.7	41.7	47.2	53.8		
2.5	35.7	37.9	42.3	46.9	52.9	
3	33.9	35.5	39.2	42.6	47.2	52.6
Infinito	29.4	29.8	31.9	32.7	34.3	36.4

**Tabla 6.** Capacidad Portante Neta última para varios tamaños de cimentación (Condición no Drenada).

Entonces para estos valores de  $\sigma_{nu}$  las capacidades admisibles de carga para los factores de seguridad indirectos establecidos en el numeral H.4.7 son las siguientes:

CONDICIÓN DE ANÁLISIS	F <sub>SICP</sub> Mínimo	Capacidad admisible de carga (t/m2)	
		Cimiento Aislado	Cimiento Corrido
Carga Muerta + Carga Viva Normal	3.0	11.4	9.9
Carga Muerta + Carga Viva Máxima	2.5	13.5	11.8
Carga Muerta + Carga Viva Normal + Sismo de diseño Seudo estático (R=1)	1.5	N.A.	N.A.

**Tabla 7.** Factores de Seguridad Indirectos (FSI) y Capacidad portante neta admisible recomendada para cada combinación de carga.

Teniendo en cuenta que la capacidad portante recomendada ha surgido de un análisis en condición no drenada ( $C_u=0.27 \text{ kg/cm}^2$ ,  $\phi'=21^\circ$ ), los factores de seguridad directos que deberán cumplirse serán los siguientes establecidos en el numeral H.2.4 de la NSR-10:

	<p><b>SPC LTDA</b> Ingenieros Consultores Laboratorio de Ingeniería</p>	<p><b>ESTUDIO GEOTÉCNICO</b> CONSTRUCCIÓN – EDIFICACIONES DE UNO A DOS PISO PARA LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS – MUNICIPIO DE GARAGOA (BOYACÁ)</p>	<p>CÓDIGO FORM.: SPC-02-EI-01 VERSIÓN FORM.: 01 FECHA FORM.: 28-Nov-03</p>
--	---	--	--

Bogotá D. C., Octubre de 2014

CONDICIÓN DE ANÁLISIS	$F_{SBUM}$ Diseño	$F_{SBUM}$ Construcción
Carga Muerta + Carga Viva Normal	1.80	1.40
Carga Muerta + Carga Viva Máxima	1.40	1.15
Carga Muerta + Carga Viva Normal + Sismo de diseño Seudo estático (R=1)	No se permite	No se permite
(*) Los parámetros sísmicos seudo estáticos de Construcción serán el 50% de los de diseño		

**Tabla 8.** Factores de Seguridad Básicos Mínimos ( $F_{SBUM}$ ) que se deben garantizar.

### 8.5 Chequeo de Factores de Seguridad Básicos ( $F_{SBU}$ )

Tenemos una La Capacidad Portante neta de seguridad ( $\sigma_{ns}$ ) de 11.4 t/m<sup>2</sup> obtenida a partir de los parámetros del suelo plasmados en análisis de capacidad portante del **Anexo A.4** y para un factor de seguridad indirecto ( $F_{SI}$ ) de 3.

De ahí que tengamos entonces en el peor de los casos un esfuerzo máximo de contacto ( $\sigma_A$ ) al que estará sometido el suelo de 11.4 t/m<sup>2</sup>, de la misma manera para la condición de carga: **Carga Muerta + Carga Viva Máxima** tenemos esfuerzo máximo de contacto de 9.9 t/m<sup>2</sup> respectivamente.

Entonces, sabemos que el esfuerzo cortante resistente del suelo está definido por  $\tau_F = c'_F + \sigma' \tan \phi'_F$ , y, el esfuerzo cortante actuante sobre el suelo está definido por  $\tau_A = c'_A + \sigma' \tan \phi'_A$ , donde  $c'_A$  y  $\phi'_A$  son los parámetros del suelo que al aplicarlos en la ecuación de capacidad portante última neta ( $\sigma_{nu}$ ) devuelven el valor de esfuerzo máximo de contacto ( $\sigma_A$ ) al que estará sometido el suelo, de tal suerte que para obtener  $c'_A$  y  $\phi'_A$  igualamos ( $\sigma_A$ ) en ecuación general y despejamos estos valores.

Al igualar cada uno de los dos esfuerzos máximos de contacto ( $\sigma_A$ ) enunciados

Bogotá D. C., Octubre de 2014

para cimiento aislado en la fórmula de capacidad portante última neta ( $\sigma_{nu}$ ) obtenemos los siguientes valores cohesión efectivos actuantes ( $c'_A$ ) y ángulos de fricción efectivos actuantes ( $\phi'_A$ ) para un tamaño de zapata de ancho  $B = 1.00$  metros que corresponde al ancho más crítico para la cimentación.

$c'_A = 0.0710 \text{ kg/cm}^2$	$\phi'_A = 5.767^\circ$	(para un $\sigma_A = 11.4 \text{ t/m}^2$ )
$c'_A = 0.0803 \text{ kg/cm}^2$	$\phi'_A = 6.835^\circ$	(para un $\sigma_A = 13.5 \text{ t/m}^2$ )

**Tabla 9.** Parámetros del suelo solicitados por los esfuerzos actuantes de la cimentación.

Cada uno de los esfuerzos actuantes al hacer el proceso iterativo de regresión además de arrojar los parámetros exigidos al suelos por la interacción de la estructura, también nos arrojan los factores de seguridad básicos para la condición de análisis, quedando los siguientes factores de seguridad para cada una de las tres condiciones de carga enunciadas en el numeral H.2.4 de la *NSR-10*:

$$FSB = 3.801 > 1.80 \text{ (OK)}$$

$$FSB = 3.202 > 1.40 \text{ (OK)}$$

Para estos valores de capacidad portante que corresponden a los valores más críticos que se podrían obtener para un tamaño de zapata de 1.00 metros se ha mostrado aquí que en cualquiera de las dos condiciones de cargas cumplen, por lo tanto para cualquier tamaño de zapata distinto también se debe cumplir con los factores de seguridad básicos.

## 8.6 Parámetros Sísmicos:

### Según NSR-10

Zona de Amenaza Sísmica alta ( $A_a = 0.25$ ,  $A_v = 0.30$ ,  $A_e = 0.16$ ,  $A_d = 0.08$ ).

Grupo de Uso: III (Edificaciones de atención a la comunidad)

Coefficiente de Importancia: 1.25

	<p><b>SPC LTDA</b> Ingenieros Consultores Laboratorio de Ingeniería</p>	<p><b>ESTUDIO GEOTÉCNICO</b> CONSTRUCCIÓN – EDIFICACIONES DE UNO A DOS PISO PARA LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS – MUNICIPIO DE GARAGOA (BOYACÁ)</p>	<p>CÓDIGO FORM.: SPC-02-EI-01 VERSIÓN FORM.: 01 FECHA FORM.: 28-Nov-03</p>
--	---	--	--

Bogotá D. C., Octubre de 2014

### 8.6.1 Definición del Perfil de suelo

**Paso 1:** Con base en la información geotécnica podemos verificar que el suelo no cae dentro de la clasificación de alguna de las categorías de perfil de suelo tipo **F**:

**Paso 2:** Teniendo en cuenta que en los sondeos realizadas hasta los tres metros de profundidad no se encontró roca sino estratos de suelos con valor medio de Resistencia a la Penetración Estándar menor 15 Golpes/pie, entonces se asume que los estratos de suelo presentan continuidad y son similares a los encontrados hasta una profundidad no mayor de 30 metros y por lo tanto el Perfil de Suelo corresponde a Tipo **E**.

La forma del espectro elástico de aceleraciones, para un coeficiente de amortiguamiento crítico de cinco por ciento (5 %) se calculara con los parámetros establecidos en el numeral A.2.6.1 y teniendo en cuenta las limitaciones dadas en los numerales A.2.6.1.1. a A.2.6.1.2.

Para las características del área de proyecto, teniendo en cuenta que se trata de una zona de Amenaza Sísmica Alta y que el trabajo de campo revela la presencia de suelos blandos a firmes, se puede asumir que el comportamiento del suelo bajo cargas sísmicas a de ser bajo.

### 8.7 Empuje Activo:

La distribución de la presión de tierra para los muros, si se requiere, será triangular y estará dada por la expresión:

$$E_A = \frac{1}{2} \gamma K_A H^2 - 2cH \sqrt{K_A} + K_A qH \text{ Donde,}$$

	<p><b>SPC LTDA</b> Ingenieros Consultores Laboratorio de Ingeniería</p>	<p><b>ESTUDIO GEOTÉCNICO</b> CONSTRUCCIÓN – EDIFICACIONES DE UNO A DOS PISO PARA LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS – MUNICIPIO DE GARAGOA (BOYACÁ)</p>	<p>CÓDIGO FORM.: SPC-02-EI-01 VERSIÓN FORM.: 01 FECHA FORM.: 28-Nov-03</p>
--	---	--	--

Bogotá D. C., Octubre de 2014

$E_A$  = Empuje a la profundidad H

$K_A$ : Coeficiente activo de empuje de tierras, el cual se puede determinar con la siguiente expresión:

$$K_A = \frac{1 - \text{sen}\phi}{1 + \text{sen}\phi}$$

$\gamma = 2.0 \text{ T/M}^3$ , H = Altura del muro en metros y q = Sobrecarga de 1.0 T/M<sup>2</sup>

### 8.8 Empuje pasivo:

La distribución de la presión de tierra para los muros, si se requiere, será triangular y estará dada por la ecuación:

$$E_P = \frac{1}{2} \gamma K_P H^2 + 2cH \sqrt{K_P} + K_P qH \text{ Donde,}$$

$E_P$  = Empuje a la profundidad H

$K_P$ : Coeficiente pasivo de empuje de tierras, el cual se puede determinar con la siguiente expresión:

$$K_P = \frac{1 + \text{sen}\phi}{1 - \text{sen}\phi}$$

$\gamma = 2.0 \text{ T/M}^3$ , H = Altura del muro en metros

### 8.9 Empuje activo debido al sismo:

El empuje debido al sismo, si se requiere, se debe calcular a partir del Método de Mononobe Okabe y estará dada por las expresiones:

Coeficiente sísmico de empuje activo de tierras:

$$K_{AE} = \frac{(1 - K_v) \text{sen}^2(\alpha + \phi - \psi)}{D_A \cos\phi \text{sen}^2\alpha \text{sen}(\alpha - \delta - \psi)}$$

$$D_A = \left[ 1 + \sqrt{\frac{\text{sen}(\phi + \delta) \text{sen}(\phi - \beta - \psi)}{\text{sen}(\alpha - \delta) \text{sen}(\alpha + \beta)}} \right]^2$$



Bogotá D. C., Octubre de 2014

$$\beta < (\phi - \psi) \quad \Psi = \tan^{-1} \left[ \frac{K_H}{1 - K_V} \right]$$

Empuje activo dinámico:

$$E_{AE} = \frac{1}{2} \gamma K_{AE} H^2 - 2cH \sqrt{K_{AE}} + K_{AE} qH$$

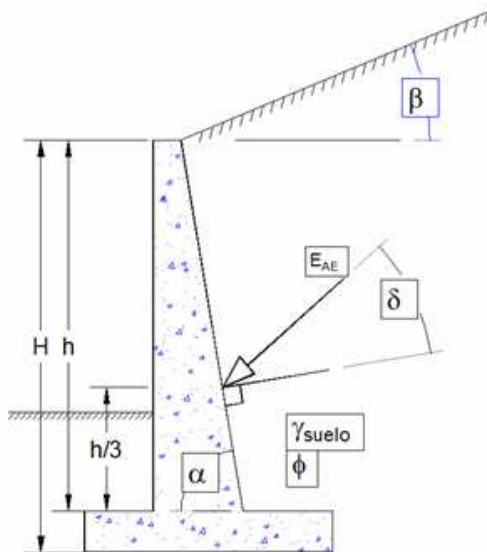
Donde:

### 8.10 Empuje pasivo debido al sismo:

$$D_p = \left[ 1 - \sqrt{\frac{\text{sen}(\phi + \delta) \text{sen}(\phi + \beta)}{\text{sen}(\alpha + \delta) \text{sen}(\alpha + \beta)}} \right]^2$$

$$K_{PE} = \frac{\text{sen}^2(\alpha - \phi)}{D_p \text{sen}^2 \alpha \text{sen}(\alpha + \delta)}$$

$$E_{PE} = \frac{1}{2} \gamma K_{PE} H^2 + 2cH \sqrt{K_{PE}} + K_{PE} qH$$



- $\phi$  = Ángulo de fricción del suelo
- $\delta$  = Ángulo de fricción entre el suelo y el muro ( $2/3\phi$ )
- $\beta$  = Ángulo del talud con la horizontal
- $\alpha$  = Ángulo de la cara del muro con la horizontal
- $K_H$  = Coeficiente sísmico horizontal.
- $K_V$  = Coeficiente sísmico vertical.

Figura 4. Diagrama de esfuerzos (empujes)



	<p><b>SPC LTDA</b> Ingenieros Consultores Laboratorio de Ingeniería</p>	<p><b>ESTUDIO GEOTÉCNICO</b> CONSTRUCCIÓN – EDIFICACIONES DE UNO A DOS PISO PARA LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS – MUNICIPIO DE GARAGOA (BOYACÁ)</p>	<p>CÓDIGO FORM.: SPC-02-EI-01 VERSIÓN FORM.: 01 FECHA FORM.: 28-Nov-03</p>
--	---	--	--

*Bogotá D. C., Octubre de 2014*

Para la determinación del empuje puede partirse de un ángulo una cohesión  $c=0.27$  kg/cm<sup>2</sup> y  $\Phi = 21^\circ$  que corresponde al valor medio obtenido en el ensayo de corte directo CU, para un coeficiente activo de presión de tierras ( $K_a$ ) de 0.472 que se deberá usar para diseño a corto plazo (etapa de construcción), un coeficiente pasivo de presión de tierras ( $K_p$ ) de 2.12 y un coeficiente de tierras en reposo ( $K_0$ ) de 0.64 que se deberá emplear para efectos de diseño a largo plazo, un coeficiente activo de empuje sísmico ( $K_{AE}$ ) de 0.558 sí el ángulo del talud del terreno es  $0^\circ$  y ( $K_{AE}$ ) de 0.882 sí el ángulo del talud del terreno es  $15^\circ$  y un coeficiente pasivo de empuje sísmico ( $K_{PE}$ ) de 2.13, un peso unitario del suelo de 1.9 t/m<sup>3</sup> y una sobrecarga  $q=1,5$  t/m<sup>2</sup> (los empujes deberán ser calculados por el diseñador del muro a partir de estos parámetros y la altura del muro).

Para las contenciones con rellenos en material granular distinto al suelo natural se usará para el calculo de los parámetros de empuje, únicamente el ángulo de fricción que corresponda al material granular empleado eliminando en las ecuaciones anteriores la contribución de la componente debida a la cohesión.

El ángulo de rozamiento entre el suelo y los muros se sugiere tomarlo como  $2/3\phi$ .

Se recomienda usar para los análisis un coeficiente de aceleración horizontal  $K_h=2/3A_{max}$  y un coeficiente de aceleración vertical del  $K_v=2/3K_h$ .

### **8.11 Recomendaciones Para Construcción. Sistema constructivo**

La cimentación se debe apoyar sobre el estrato de arcilla limosa de alta plasticidad y/o limo arcilloso de alta plasticidad ocasionalmente no plástico, con trazas de arenas y gravas (CH/MH), color amarillo, rojizo, gris oscuro con vetas grises o cafés.

	<p><b>SPC LTDA</b> Ingenieros Consultores Laboratorio de Ingeniería</p>	<p><b>ESTUDIO GEOTÉCNICO</b> CONSTRUCCIÓN – EDIFICACIONES DE UNO A DOS PISO PARA LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS – MUNICIPIO DE GARAGOA (BOYACÁ)</p>	<p>CÓDIGO FORM.: SPC-02-EI-01 VERSIÓN FORM.: 01 FECHA FORM.: 28-Nov-03</p>
--	---	--	--

*Bogotá D. C., Octubre de 2014*

La profundidad mínima de desplante para las zapatas será de 1.40 metro respecto al nivel final de explanación o corte en terreno natural, en ningún caso se podrá desplantar las zapatas con respecto a cotas de terreno en terraplenes construidos en obra, a menos que dichos terraplenes sean confinados mediante muros de contención y bajo estrictos controles de compactación.

Las excavaciones para la construcción de los cimientos pueden ser realizadas a cielo abierto bien sea con herramienta manual o con equipo mecánico, teniendo en cuenta las precauciones necesarias, como por ejemplo si se presentan desprendimientos de suelo, realizar un revestimiento en concreto lanzado para evitar este problema.

Las excavaciones para la construcción de los cimientos se pueden realizar con taludes verticales hasta una profundidad 2.0 metros, en el caso de que se requieran profundidades mayores debe pensarse en utilizar elementos de contención o tender el talud en una relación 3:2.

En el caso de proyectar excavaciones contiguas a construcciones adyacentes se ejecutarán en talud vertical y se deberán entibar para evitar la afectación de la estabilidad en dichas construcciones, de no ser posible esta alternativa se recomienda submurar las cimentaciones vecinas.

En el caso de ocurrencia de lluvias durante las excavaciones se debe tapar con plástico las mismas con el fin de evitar que se deposite agua en las excavaciones, evitando así el uso de sistemas de bombeo y el reblandecimiento del suelo de fundación.

	<p><b>SPC LTDA</b> Ingenieros Consultores Laboratorio de Ingeniería</p>	<p><b>ESTUDIO GEOTÉCNICO</b> CONSTRUCCIÓN – EDIFICACIONES DE UNO A DOS PISO PARA LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS – MUNICIPIO DE GARAGOA (BOYACÁ)</p>	<p>CÓDIGO FORM.: SPC-02-EI-01 VERSIÓN FORM.: 01 FECHA FORM.: 28-Nov-03</p>
--	---	--	--

*Bogotá D. C., Octubre de 2014*

Para evitar que el agua lluvia deteriore el suelo de fundación, es necesario proceder a construir el cimientó inmediatamente después de que se tenga la excavación.

Se debe prever un sistema de drenaje para evitar la acumulación de agua durante el proceso de construcción de la cimentación y evitar infiltraciones hacia el suelo.

Se debe prever la impermeabilización del concreto de las estructuras enterradas con el fin de evitar daños por carbonatación y oxidación del acero de refuerzo.

El Recebo granular o suelo cemento y demás materiales de relleno utilizados en el proyecto deben ser compactados en capas de 0.15 m. El recebo granular se compactará hasta obtener el 95% de la densidad óptima del ensayo Proctor Modificado y cumplir mínimo con las especificaciones del numeral 8.1.2; para el suelo cemento el porcentaje de compactación será del 98% del Proctor estándar.

Proyectar un sistema general de drenaje de toda el área de influencia del proyecto, que capten las aguas lluvias y aseguren su evacuación al sistema de drenaje de la zona, se deberán construir canales y bajantes para la recolección de las aguas lluvias para evitar así su evacuación directa al suelo adyacente a la construcción.

Se debe prever la construcción de los andenes perimetrales recomendados alrededor de todas las construcciones de por lo menos 1.0 metro de ancho con el fin de evitar la saturación del suelo de fundación.

Los cimientos deben ser fundidos sobre una placa de concreto pobre de 5.0 centímetros en caso de no utilizar la alternativa del concreto ciclópeo.

	<p><b>SPC LTDA</b> Ingenieros Consultores Laboratorio de Ingeniería</p>	<p><b>ESTUDIO GEOTÉCNICO</b> CONSTRUCCIÓN – EDIFICACIONES DE UNO A DOS PISO PARA LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS – MUNICIPIO DE GARAGOA (BOYACÁ)</p>	<p>CÓDIGO FORM.: SPC-02-EI-01 VERSIÓN FORM.: 01 FECHA FORM.: 28-Nov-03</p>
--	---	--	--

*Bogotá D. C., Octubre de 2014*

Se debe dejar instalados los aceros de arranque de columnas antes de fundir las zapatas.

En cuanto a la protección de los drenajes naturales se deben seguir lo especificado por las autoridades competentes del municipio y/o empresa de servicios públicos del municipio en cuanto a que se deben respetar las rondas de estos canales (distancias mínimas de las obras proyectadas al canal), en general las obras de drenaje de la edificación no deberán evacuar a los canales naturales ni durante la etapa de construcción ni luego de terminar las obras.

### **8.12 Excavaciones para zanjas de tuberías**

Aunque teóricamente no se requieren de entibados, dado que se trata de excavaciones en suelos estables y en la mayoría de los casos poco profundas, se recomienda que las excavaciones se pueden hacer con taludes verticales hasta una profundidad de 1.5 m y a partir de esta profundidad se debe colocar un Entibado tipo 1A ó Entibado Discontinuo en Madera para todas las excavaciones, así: “Los taludes de la excavación serán cubiertos por tableros constituidos por tablas de 0.04 m x 0.20m y longitud mayor o igual a la profundidad de la zanja, con espacios libres de 0.20 m, trabadas horizontalmente por largueros de madera de 0.10 m x 0.20 m, en toda su longitud, y apoyados con codales metálicos telescópicos o de madera de 0.15 m. de diámetro, con separación máxima de 1.60 metros en ambos sentidos, excepto en las extremidades de los largueros en las cuales los codales estarán a 0.70 m.

### **8.13 Rellenos adicionales a las estructuras recomendadas.**

En el caso de requerir de generar algunos terraplenes o rellenos para conformar el área de proyecto (como el caso del relleno en material seleccionado recomendado para las edificaciones y/o andenes perimetrales) estos se deben construir con un

	<p><b>SPC LTDA</b> Ingenieros Consultores Laboratorio de Ingeniería</p>	<p><b>ESTUDIO GEOTÉCNICO</b> CONSTRUCCIÓN – EDIFICACIONES DE UNO A DOS PISO PARA LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS – MUNICIPIO DE GARAGOA (BOYACÁ)</p>	<p>CÓDIGO FORM.: SPC-02-EI-01 VERSIÓN FORM.: 01 FECHA FORM.: 28-Nov-03</p>
--	---	--	--

*Bogotá D. C., Octubre de 2014*

sobreancho de al menos 1.6m (Ver **Figura 3**) con respecto a los muros o vigas de cimentación perimetrales al proyecto y se les debe dar un terminado en los bordes con una relación de pendiente 3H:2V a partir del 1.6m de sobreancho.

En el caso de estos rellenos adicionales la compactación se debe adelantar con material seleccionado (puede ser tipo B-200 o similar) en capas de 0.20m si se ejecuta la compactación con equipo de compactación mayor a 7 toneladas y si la compactación se hace con equipo Vibrocompactador Tipo Benitín no se podrá compactar capas de más de 0.15m y en caso de usar equipos tipo plancha vibratoria (rana), canguros u otro equipo liviano se recomienda no compactar capas de más de 0.10m.

En todos los casos se debe garantizar porcentajes de compactación no menores del 95% respecto a la densidad máxima del Proctor modificado y no se debe permitir proceder con la compactación de cada capa hasta tanto la capa anterior haya cumplido con el porcentaje de compactación solicitado.

De ninguna manera se debe permitir efectuar estos rellenos con detritos de construcción o con el mismo material proveniente de excavaciones en el área de proyecto ya que estos materiales no son aptos para estos menesteres.

En todos los casos antes de proceder con la ejecución de los rellenos se debe realizar un descapote del terreno natural de al menos 0.10m o mayor si el material de apoyo del relleno corresponde a suelos no aptos.

	<p><b>SPC LTDA</b> Ingenieros Consultores Laboratorio de Ingeniería</p>	<p><b>ESTUDIO GEOTÉCNICO</b> CONSTRUCCIÓN – EDIFICACIONES DE UNO A DOS PISO PARA LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS – MUNICIPIO DE GARAGOA (BOYACÁ)</p>	<p>CÓDIGO FORM.: SPC-02-EI-01 VERSIÓN FORM.: 01 FECHA FORM.: 28-Nov-03</p>
--	---	--	--

*Bogotá D. C., Octubre de 2014*

## **9 LIMITACIONES**

Las conclusiones y recomendaciones de este informe se basan en las investigaciones del subsuelo realizadas, las cuales son puntuales y por lo cual pueden presentarse casos en que condiciones especiales del subsuelo no fueran detectadas en esta investigación.

Si durante la construcción de las obras se encuentra que las condiciones del subsuelo varían sustancialmente respecto a las aquí consideradas, se deberán efectuar las revisiones y/o ajustes a los diseños que sean del caso por parte de un ingeniero Geotecnista.

Bogotá D.C. Octubre de 2014

### **CARLOS MAURICIO BOTÓN GÓMEZ**

Ingeniero Civil (U de la Salle)  
Magíster en Geotecnia énfasis en Geotecnia Vial (U. de los Andes)  
MAT. No. 25202-097842 CND  
C. C 80.724.186

### **MAXIMILIANO VILLADIEGO ESTRADA**

Ingeniero Civil  
MAT. No. 25202-161943 CND  
C. C 92.523.512

	<p><b>SPC LTDA</b> Ingenieros Consultores Laboratorio de Ingeniería</p>	<p><b>ESTUDIO GEOTÉCNICO</b> CONSTRUCCIÓN – EDIFICACIONES DE UNO A DOS PISO PARA LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS – MUNICIPIO DE GARAGOA (BOYACÁ)</p>	<p>CÓDIGO FORM.: SPC-02-EI-01 VERSIÓN FORM.: 01 FECHA FORM.: 28-Nov-03</p>
--	---	--	--

Bogotá D. C., Mayo de 2014

## 10 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[Ref 1]	BRAJA M., Das (1999). “Principios de Ingeniería de Cimentaciones”. Cuarta Edición, Pág. 100 - 101.
[Ref 2]	GONZALEZ G. ALVARO J., “Estimativo de Parámetros Efectivos de Resistencia con el SPT (1999)”. X Jornadas Geotécnicas de la Ingeniería Colombiana - SCI - SCG, Documento Completo.
[Ref 3]	BRAJA M., Das (1999). “Principios de Ingeniería de Cimentaciones”. Cuarta Edición, Pág. 250 y 316.
[Ref 4]	LEONI, Augusto José. “Apuntes de Coeficiente de Balasto”. Facultad de Ingeniería U.N.L.P., [En línea “ <a href="http://www.scribd.com/doc/31009598/Modulo-de-balasto">http://www.scribd.com/doc/31009598/Modulo-de-balasto</a> ”], Pág. 6.
[Ref 5]	BRAJA M., Das (1999). “Principios de Ingeniería de Cimentaciones”. Cuarta Edición, Pág. 40 y 43.
[Ref 6]	BRAJA M., Das (1999). “Principios de Ingeniería de Cimentaciones”. Cuarta Edición, Pág. 10.
[Ref 7]	BRAJA M., Das (1999). “Principios de Ingeniería de Cimentaciones”. Cuarta Edición, Pág. 152 – 268.
[Ref 8]	BRAJA M., Das (1999). “Principios de Ingeniería de Cimentaciones”. Cuarta Edición, Pág. 586, 595 – 268.

**Tabla 9.** Referencias bibliográficas (Fuente: Elaboración propia).





**SPC LTDA**  
Ingenieros Consultores  
Laboratorio de Ingeniería

**ESTUDIO GEOTÉCNICO**  
CONSTRUCCIÓN – EDIFICACIONES DE UNO  
A DOS PISO PARA LA INSTITUCIÓN  
EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS – MUNICIPIO  
DE GARAGOA (BOYACÁ)

CÓDIGO FORM.: SPC-02-EI-01

VERSIÓN FORM.: 01

FECHA FORM.: 28-Nov-03

## 11 ANEXOS



**SPC LTDA**  
INGENIEROS CONSULTORES  
LABORATORIO DE INGENIERÍA

## LOCALIZACIÓN DE LAS PERFORACIONES

CODIGO: FC-005  
VERSIÓN: 01  
FECHA: 06-feb-05

OBRA: **INSTITUCION EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS / MUNICIPIO DE GARAGOA - DEPARTAMENTO DE BOYACÁ**  
UBICACIÓN: **LOCALIZACIÓN DE SONDEOS**  
FECHA: **OCTUBRE DE 2014**



 <p>SPC Ltda NIT 830117845-1</p>	<p><b>SPC LTDA</b> Ingenieros Consultores Laboratorio de Ingeniería</p>	<p><b>ESTUDIO GEOTÉCNICO</b> CONSTRUCCIÓN – EDIFICACIONES DE UNO A DOS PISO PARA LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS – MUNICIPIO DE GARAGOA (BOYACÁ)</p>	<p>CÓDIGO FORM.: SPC-02-EI-01 VERSIÓN FORM.: 01 FECHA FORM.: 28-Nov-03</p>
--	---	--	--

Página 50 de 54

*Bogotá D. C., Mayo de 2014*

## 12 ANEXO A.1: PLANO DE LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

 <p>SPC Ltda NIT 830117845-1</p>	<p><b>SPC LTDA</b> Ingenieros Consultores Laboratorio de Ingeniería</p>	<p><b>ESTUDIO GEOTÉCNICO</b> CONSTRUCCIÓN – EDIFICACIONES DE UNO A DOS PISO PARA LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS – MUNICIPIO DE GARAGOA (BOYACÁ)</p>	<p>CÓDIGO FORM.: SPC-02-EI-01 VERSIÓN FORM.: 01 FECHA FORM.: 28-Nov-03</p>
--	---	--	--

Página 47 de 50

*Bogotá D. C., Mayo de 2014*

## 13 ANEXO A.2: REGISTRO FOTORÁFICO DE LOS TRABAJOS



# SPC LTDA

INGENIEROS CONSULTORES  
LABORATORIO DE INGENIERÍA CIVIL

## REGISTRO FOTOGRÁFICO

CÓDIGO: F-RG-001-2

VERSIÓN: 01

FECHA: 06-feb-05

**PROYECTO:** INSTITUCION EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS  
**LOCALIZACIÓN:** MUNICIPIO DE GARAGOA - DEPARTAMENTO DE BOYACÁ  
**FECHA:** MAYO DE 2014



VISTAS PARCIALES DEL TRABAJO



VISTAS PARCIALES DEL TRABAJO





**SPC LTDA**

INGENIEROS CONSULTORES  
LABORATORIO DE INGENIERÍA CIVIL

**REGISTRO FOTOGRÁFICO**

CÓDIGO: F-RG-001-1  
VERSIÓN: 02  
FECHA: 06-feb-05

**PROYECTO:** INSTITUCION EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS  
**LOCALIZACIÓN:** MUNICIPIO DE GARAGOA - DEPARTAMENTO DE BOYACÁ  
**FECHA:** MAYO DE 2014



**PERFORACIÓN # 1 Y EXTRACCIÓN DE MUESTRAS**



**PERFORACIÓN # 3 Y EXTRACCIÓN DE MUESTRAS**



**TRABAJO DE CAMPO**





**SPC LTDA**

INGENIEROS CONSULTORES  
LABORATORIO DE INGENIERÍA CIVIL

**REGISTRO FOTOGRÁFICO**

CÓDIGO: F-RG-001-1

VERSIÓN: 02

FECHA: 06-feb-05

**PROYECTO:** INSTITUCION EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS  
**LOCALIZACIÓN:** MUNICIPIO DE GARAGOA - DEPARTAMENTO DE BOYACÁ  
**FECHA:** MAYO DE 2014



**PERFORACIÓN # 4 Y EXTRACCIÓN DE MUESTRAS**



**PERFORACIÓN # 7 Y EXTRACCIÓN DE MUESTRAS**



**TRABAJO DE CAMPO**





**SPC LTDA**

INGENIEROS CONSULTORES  
LABORATORIO DE INGENIERÍA CIVIL

**REGISTRO FOTOGRÁFICO**

CÓDIGO: F-RG-001-1

VERSIÓN: 02

FECHA: 06-feb-05

**PROYECTO:** INSTITUCION EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS  
**LOCALIZACIÓN:** MUNICIPIO DE GARAGOA - DEPARTAMENTO DE BOYACÁ  
**FECHA:** MAYO DE 2014



**PERFORACIÓN # 11 Y EXTRACCIÓN DE MUESTRAS**



**PERFORACIÓN # 18 Y EXTRACCIÓN DE MUESTRAS**



**TRABAJO DE CAMPO**



**SPCLTDA**  
INGENIEROS CONSULTORES  
LABORATORIO DE INGENIERÍA

**TABLA DE RESULTADOS  
ENSAYOS DE LABORATORIO**

**PROYECTO: INSTITUCION EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS / MUNICIPIO DE GARAGOA - DEPARTAMENTO DE BOYACÁ**

PERFORACIÓN		PROFUNDIDAD ( m )	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CLASIFICACIÓN		ÍNDICES DE CONSISTENCIA					GRANULOMETRIA			$\gamma_T$ (Ton/m <sup>3</sup> )	SPT (N)	$q_u$ - compresión inconfiada Kg/cm <sup>2</sup>
No.	M #			AASHTO	USCS	Wn %	LL %	LP %	IP %	IL %	gravas	arenas	finos			
1	1	0.50 - 1.50	Arcilla de alta plasticidad con trazas de grava, color rojizo con vetas grises y cafés.	A-7-5 (20)	CH	34.5	62	31	31	0.1	16.1%	18.5%	65.3%	1.91	2 3 3	Cu=0.30 kg/cm <sup>2</sup> $\phi_u=20.4^\circ$
1	2 SPT	1.50 - 2.00	Limo arcilloso de baja plasticidad, color gris oscuro con oxidaciones.	A-7-5 (20)	ML	40.5	46	30	16	0.7	0.0%	0.0%	100.0%		1 1 2	
1	3 spt	2.00 - 3.20	Arcilla limosa de alta plasticidad con trazas de grava, color amarillo con oxidaciones y vetas cafés.	A-7-5 (31)	CH	34.3	69	32	37	0.1	10.1%	12.8%	77.1%		4 3 4	
1	4spt	3.20 - 5.00	Arcilla limosa de alta plasticidad con trazas de grava, color amarillo con vetas grises y oxidaciones.	A-7-6 (22)	CH	29.0	53	25	28	0.1	13.5%	10.9%	75.5%		5 7 10	
1	5	5.00 - 6.00	Arcilla limosa de alta plasticidad con trazas de grava, color amarillo con vetas grises.	A-7-6 (20)	CH	52.8	53	23	30	1.0	5.2%	24.8%	70.0%		7 7 8	
2	1	1.00 - 2.40	Arcilla limosa de alta plasticidad con trazas de arenas y gravas, color gris oscuro.	A-7-6 (33)	CH	30.4									5 7 7	
2	2	2.40 - 3.50	Arcilla limosa de alta plasticidad con trazas de arenas y gravas, color gris oscuro.	A-7-6 (33)	CH	21.8									9 8 10	
2	3	3.30 - 4.50	Arcilla limosa de alta plasticidad con trazas de arena, color gris oscuro con raíces finas.	A-7-5 (54)	CH	26.6									8 8 10	
3	1spt	0.70 - 2.70	Arcilla limosa de alta plasticidad con trazas de gravas y arenas, color amarillo con vetas rojizas y cafés.	A-7-6 (36)	CH	39.7	62	29	33	0.3	2.3%	4.7%	93.0%		2 2 1	
3	2spt	2.80 - 3.50	Arcilla limosa de alta plasticidad con trazas de arenas y gravas, color gris oscuro.	A-7-6 (33)	CH	41.5	57	26	31	0.5	2.7%	4.4%	92.9%		2 3 3	
3	3spt	3.50 - 4.20	Arcilla limosa de alta plasticidad con trazas de arena, color gris oscuro con raíces finas.	A-7-5 (54)	CH	42.1	83	35	48	0.1	0.0%	6.5%	93.5%		6 6 8	
3	4	4.20 - 5.70	Arcilla limosa de alta plasticidad con trazas de arenas, color amarillo verdoso con oxidaciones.	A-7-5 (58)	CH	44.6	86	35	51	0.2	0.0%	5.9%	94.1%		5 6 7	
4	1	0.50 - 2.00	Limo arcilloso de alta plasticidad con trazas de arenas, color café oscuro con vetas de oxidación y raíces.	A-7-5 (37)	MH	27.3									3 4 6	
4	2	2.00 - 4.00	Arcilla limosa de alta plasticidad con trazas de arena, color amarillo con vetas grises y oxidaciones.	A-7-6 (51)	CH	23.1									8 9 15	
5	1 spt	0.80 - 2.10	Limo arcilloso de alta plasticidad con trazas de arenas, color café oscuro con vetas de oxidación y raíces.	A-7-5 (37)	MH	32.3	64	32	32	0.0	0.0%	4.3%	95.7%		3 3 4	
5	2 SPT	2.10 - 3.20	Arcilla limosa de alta plasticidad con trazas de arenas, color amarillo con vetas grises y oxidaciones.	A-7-5 (49)	CH	33.4	77	35	42	0.0	0.0%	4.2%	95.8%		3 4 5	
6	1	0.60 - 1.60	Limo arcilloso de baja plasticidad, color gris oscuro con oxidaciones.	A-7-5 (20)	ML	37.3									5 6 5	



**SPCLTDA**  
INGENIEROS CONSULTORES  
LABORATORIO DE INGENIERÍA

**TABLA DE RESULTADOS  
ENSAYOS DE LABORATORIO**

**PROYECTO: INSTITUCION EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS / MUNICIPIO DE GARAGOA - DEPARTAMENTO DE BOYACÁ**

PERFORACIÓN		PROFUNDIDAD ( m )	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CLASIFICACIÓN		ÍNDICES DE CONSISTENCIA					GRANULOMETRIA			$\gamma_T$ (Ton/m <sup>3</sup> )	SPT (N)	$q_u$ - compresión inconfiada Kg/cm <sup>2</sup>
No.	M #			AASHTO	USCS	Wn %	LL %	LP %	IP %	IL %	gravas	arenas	finos			
6	2	1.60 - 2.75	Arcilla limosa de alta plasticidad con trazas de grava y arena, color amarillo con vetas rojizas.	A-7-6 (25)	CH	33.3									N>50	
7	1 spt	0.60- 210	Arcilla limosa de alta plasticidad con trazas de grava y arena, color café oscuro con vetas de oxidaciones y raíces finas.	A-7-6 (29)	CH	28.0	63	29	34	0.0	10.2%	11.0%	78.7%		7 7 8	
7	2	2.10 - 3.10	Arcilla limosa de alta plasticidad con trazas de arena, color amarillo con vetas grises y oxidaciones.	A-7-6 (51)	CH	26.5	75	25	50	0.0	0.0%	8.9%	91.1%		8 10 11	
8	1	0.00 - 0.90	Arcilla limosa de baja plasticidad con trazas de grava y arena, color gris con vetas rojizas.	A-7-6 (19)	CL	32.3								1.95	4 5 8	Cu=0.24 kg/cm2 $\phi_u=21.3^\circ$
8	2	0.90 - 2.40	Arcilla limosa de alta plasticidad con trazas de grava, color amarillo con oxidaciones y vetas cafés.	A-7-5 (31)	CH	28.4									6 8 14	
8	3	2.40 - 4.40	Arcilla limosa de alta plasticidad con trazas de grava, color amarillo con vetas grises y oxidaciones.	A-7-6 (22)	CH	24.2									8 8 8	
8	4	4.4 - 5.90	Arcilla limosa de alta plasticidad con trazas de grava, color amarillo con vetas grises.	A-7-6 (20)	CH	19.3									12 11 12	
9	1 spt	0.50 - 2.00	Arcilla limosa de alta plasticidad con trazas de arena y grava, color amarillo con vetas rojizas y grises.	A-7-5 (56)	CH	32.3	85	32	53	0.0	1.3%	8.8%	90.0%		1 1 2	
9	2 spt	2.00 - 2.70	Arcilla limosa de alta plasticidad con trazas de grava y arena, color amarillo con vetas rojizas.	A-7-6 (25)	CH	30.1	56	26	30	0.1	3.9%	17.2%	78.9%		5 4 4	
9	3 spt	2.70 - 3.60	Grava arcillosa de alta plasticidad con trazas de arena, color blanco con trazas rojizas.	A-7-6 (11)	GC	18.0	62	26	36	-0.2	35.5%	18.9%	45.6%		N>50	
10	1	0,80 - 2,10	Limo arcilloso no plástico con trazas de arenas, color rojizo con vetas rojizas.	A-4 (0)	ML	35.9									6 7 6	
10	2	2,10 - 3,60	Limo areno arcilloso no plástico con trazas de gravas, color rojizo con vetas rojizas y grises.	A-4 (0)	ML	18.5									6 8 9	
10	3	3.60 - 5.60	Limo arcilloso no plástico, color amarillo con vetas rojizas y grises.	A-4 (0)	ML	26.2									9 11 11	
11	1	0,60 - 1,60	Arcilla limosa de baja plasticidad con trazas de arenas, color rojizo con vetas amarillas.	A-7-6 (23)	CL	23.5	49	27	22	-0.1	0.0%	8.8%	91.2%		4 5 5	
11	2	1,60 - 2,60	Arcilla limosa de baja plasticidad con trazas de arena, color amarillo con vetas grises, rojas y oxido	A-7-6 (19)	CL	23.2	47	27	20	-0.2	0.0%	15.5%	84.5%		N>50	
12	1	0,60 - 2,10	Arcilla limosa de baja plasticidad con trazas de arenas y gravas, color rojizo con vetas amarillas.	A-7-6 (20)	CL	20.8	45	24	21	-0.2	2.1%	10.6%	87.3%		4 5 8	
12	2	2,10 - 3,10	Arcilla limosa de baja plasticidad con trazas de arena y grava, color café amarillo y vetas grises.	A-7-6 (16)	CL	18.7	41	23	18	-0.2	3.4%	10.8%	85.8%		11 11 11	



**SPCLTDA**  
INGENIEROS CONSULTORES  
LABORATORIO DE INGENIERÍA

**TABLA DE RESULTADOS  
ENSAYOS DE LABORATORIO**

**PROYECTO: INSTITUCION EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS / MUNICIPIO DE GARAGOA - DEPARTAMENTO DE BOYACÁ**

PERFORACIÓN		PROFUNDIDAD ( m )	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CLASIFICACIÓN		ÍNDICES DE CONSISTENCIA					GRANULOMETRIA			$\gamma_T$ (Ton/m <sup>3</sup> )	SPT (N)	$q_u$ - compresión inconfiada Kg/cm <sup>2</sup>
No.	M #			AASHTO	USCS	Wn %	LL %	LP %	IP %	IL %	gravas	arenas	finos			
13	1	2,00 - 3,00	Arcilla limosa de baja plasticidad con trazas de arena, color café oscuro.	A-7-6 (23)	CL	22.7	47	23	24	0.0	0.0%	11.2%	88.8%		4 6 8	
13	2	3,00 - 4,50	Arcilla limosa de alta plasticidad con trazas de arenas, color rojizo con vetas grises.	A-7-5 (35)	CH	32.6	65	32	33	0.0	0.0%	9.9%	90.1%		5 12 12	
13	3	4,50 - 5,50	Arcilla limosa de baja plasticidad con trazas de arena y grava, color rojizo con vetas grises.	A-6 (11)	CL	16.9	34	20	14	-0.2	6.7%	11.1%	82.2%		13 14 15	
14	1	0,70 - 2,20	Arcilla limosa de alta plasticidad con trazas de arenas y gravas, color amarillo con oxidaciones.	A-7-6 (22)	CH	25.4	50	27	23	-0.1	5.3%	9.2%	85.4%		6 6 6	
14	2	2,20 - 3,20	Arcilla limosa de alta plasticidad con trazas de arenas, color amarillo y gris con oxidaciones.	A-7-5 (30)	CH	32.7	62	31	31	0.0	0.0%	15.1%	84.9%		5 5 6	
15	1	0,60 - 2,00	Arcilla limosa de baja plasticidad con trazas de grava y arena, color gris con vetas rojizas.	A-7-6 (19)	CL	21.9	44	23	21	0.0	11.0%	4.5%	84.5%		6 5 7	
15	2	2,00 - 4,10	Arcilla limo gravosa de baja plasticidad con trazas de arenas, color amarillo con vetas grises y oxido.	A-7-6 (14)	CL	23.6	48	27	21	-0.2	20.1%	11.4%	68.6%		N>50	
16	1	0,60 - 2,00	Arcilla limo arenosa de alta plasticidad con trazas de grava, color café oscuro con oxidaciones.	A-7-6 (17)	CH	26.8	52	27	25	0.0	8.6%	21.7%	69.7%		2 4 5	
16	2	2,00 - 2,80	Arcilla limosa de alta plasticidad con trazas de arena y grava, color café oscuro con vetas rojas y amarillas.	A-7-5 (25)	CH	28.0	59	30	29	-0.1	9.3%	12.1%	78.7%		3 4 4	
16	3	2,80 - 4,10	Arcilla limosa de alta plasticidad con trazas de arena y grava, color rojizo con vetas grises y amarillas.	A-7-5 (32)	CH	44.6	72	34	38	0.3	8.8%	14.3%	76.9%		4 5 5	
16	4	4,10 - 5,60	Arcilla limosa de alta plasticidad con trazas de arenas y gravas, color rojizo con vetas grises.	A-7-5 (28)	CH	37.8	63	31	32	0.2	10.2%	11.2%	78.6%		N>50	
17	1	0,70 - 1,70	Arcilla limo arenosa de alta plasticidad con trazas de grava, color rojizo con vetas amarillas.	A-7-5 (27)	CH	31.4	66	31	35	0.0	7.1%	20.2%	72.7%		9 9 9	
17	2	1,70 - 3,20	Arcilla gravo limosa de alta plasticidad con trazas de arenas, color rojizo con vetas amarillas.	A-7-6 (18)	CH	24.0	55	28	27	-0.1	21.8%	11.2%	67.0%		11 12 15	
18	1	0,60 - 2,10	Arcilla grava limosa de alta plasticidad con trazas de arena, color amarillo con vetas grises y rojas.	A-7-5 (21)	CH	28.9	61	30	31	0.0	21.1%	11.7%	67.2%		4 4 5	
18	2	2,10 - 3,10	Grava arcillosa de alta plasticidad con trazas de arena, color amarillo con vetas grises y oxidaciones.	A-2-7 (0)	GC	24.8	53	25	28	0.0	64.3%	16.2%	19.5%		9 10 11	


 <p>SPC Ltda NIT 830117845-1</p>	<p><b>SPC LTDA</b> Ingenieros Consultores Laboratorio de Ingeniería</p>	<p><b>ESTUDIO GEOTÉCNICO</b> CONSTRUCCIÓN – EDIFICACIONES DE UNO A DOS PISO PARA LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS – MUNICIPIO DE GARAGOA (BOYACÁ)</p>	<p>CÓDIGO FORM.: SPC-02-EI-01 VERSIÓN FORM.: 01 FECHA FORM.: 28-Nov-03</p>
--	---	--	--

Página 48 de 50

*Bogotá D. C., Mayo de 2014*

## **14 ANEXO A.3: RESUMEN DE RESULTADOS, PERFILES ESTRATIGRÁFICOS Y ENSAYOS DE LABORATORIO**



 <p><b>SPC LTDA</b> INGENIEROS CONSULTORES LABORATORIO DE INGENIERÍA NIT 830117845-1</p>	<p><b>RESUMEN</b> ENSAYO DE HUMEDAD NATURAL I.N.V. E – 122 – 07</p>	CODIGO FORM.: FE-SU 107
		VERSIÓN FORM.: 01
		FECHA FORM.: 01-may-12

OBRA: INSTITUCION EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS  
 UBICACIÓN: MUNICIPIO DE GARAGOA - DEPARTAMENTO DE BOYACÁ  
 CLIENTE: CONSORCIO ANKA

SONDEO No	MUESTRA No	PROF. (m)	RECIPIENTE No	P1 (gr)	P2 (gr)	P3 (gr)	PA (gr)	PSC (gr)	W (%)
2	1	1.00 - 2.40	4	217.50	173.40	28.40	44.10	145.00	30.4
2	2	2.40 - 3.50	140	140.70	120.30	26.60	20.40	93.70	21.8
2	3	3.30 - 4.50	a2	214.70	175.50	28.00	39.20	147.50	26.6
4	1	0.50 - 2.00	h1	109.10	91.00	24.70	18.10	66.30	27.3
4	2	2.00 - 4.00	1	129.90	109.70	22.30	20.20	87.40	23.1
6	1	0.60 - 1.60	c3	101.50	76.90	11.00	24.60	65.90	37.3
6	2	1.60 - 2.75	10	136.50	109.50	28.30	27.00	81.20	33.3
8	1	0.00 - 0.90	8	155.00	131.10	28.00	23.90	103.10	23.2
8	2	0.90 - 2.40	141	151.40	124.20	28.30	27.20	95.90	28.4
8	3	2.40 - 4.40	14	133.60	113.10	28.40	20.50	84.70	24.2
8	4	4.4 - 5.90	c	173.40	147.20	11.10	26.20	136.10	19.3

**CONVENCIONES**

<b>P1 .:</b> PESO DEL SUELO HÚMEDO MAS RECIPIENTE	<b>P3 .:</b> PESO DEL RECIPIENTE	<b>PSC .:</b> PESO DEL SUELO SECO
<b>P2 .:</b> PESO DEL SUELO SECO MAS RECIPIENTE	<b>PA .:</b> PESO DEL AGUA	<b>W(%):</b> HUMEDAD NATURAL DEL SUELO

\_\_\_\_\_  
LABORATORISTA

MAXIMILIANO VILLADIEGO E.  
Ing. Civil M.P. 25202-161943 CND



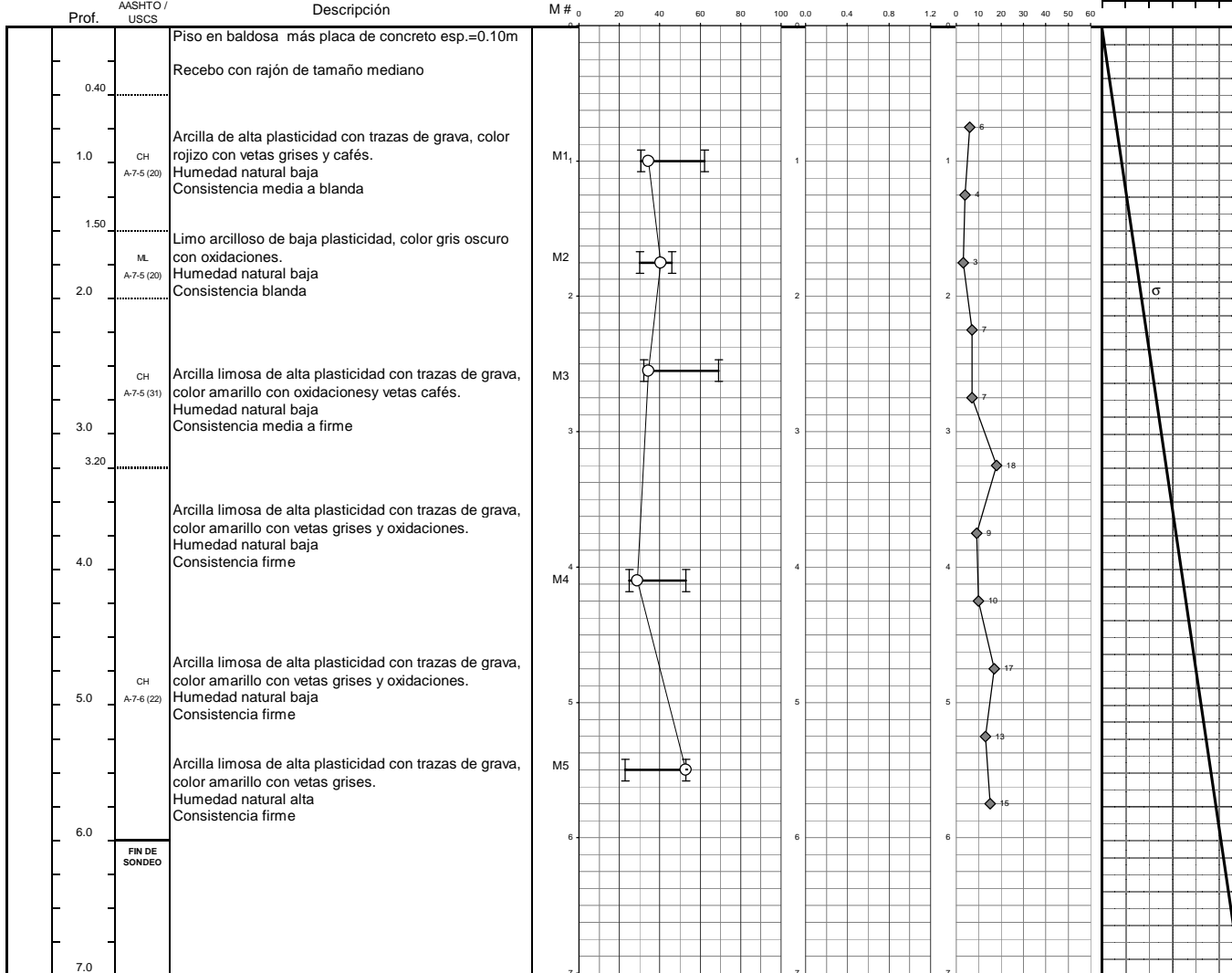
**SPC LTDA**  
INGENIEROS CONSULTORES  
LABORATORIO DE INGENIERIA

FORMATO REGISTRO DE INVESTIGACION DEL SUBSUELO  
F-RIS  
VERSIÓN No. 0

NI : \_\_\_\_\_

OBRA: INSTITUCION EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS / MUNICIPIO DE GARAGOA - DEPARTAMENTO DE BOYACA

SONDEO No: 1  
ABSCISA: VER LOCALIZACIÓN  
FECHA: MAYO DE 2014



CONVENCIONES:  
 ○ Humedad natural  
 ● Compresión Inconfin.  
 ◆ Número de golpes/pie  
 σ Esfuerzo vertical total  
 μ Presión del agua

OBSERVACIONES:





**SPC LTDA**  
INGENIEROS CONSULTORES  
LABORATORIO DE INGENIERIA

FORMATO REGISTRO DE INVESTIGACION DEL SUBSUELO  
F-RIS  
VERSIÓN No. 0

NI : \_\_\_\_\_

OBRA: INSTITUCION EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS / MUNICIPIO DE GARAGOÁ - DEPARTAMENTO DE BOYACÁ

SONDEO No: 2

ABSCISA: VER LOCALIZACIÓN

FECHA: MAYO DE 2014

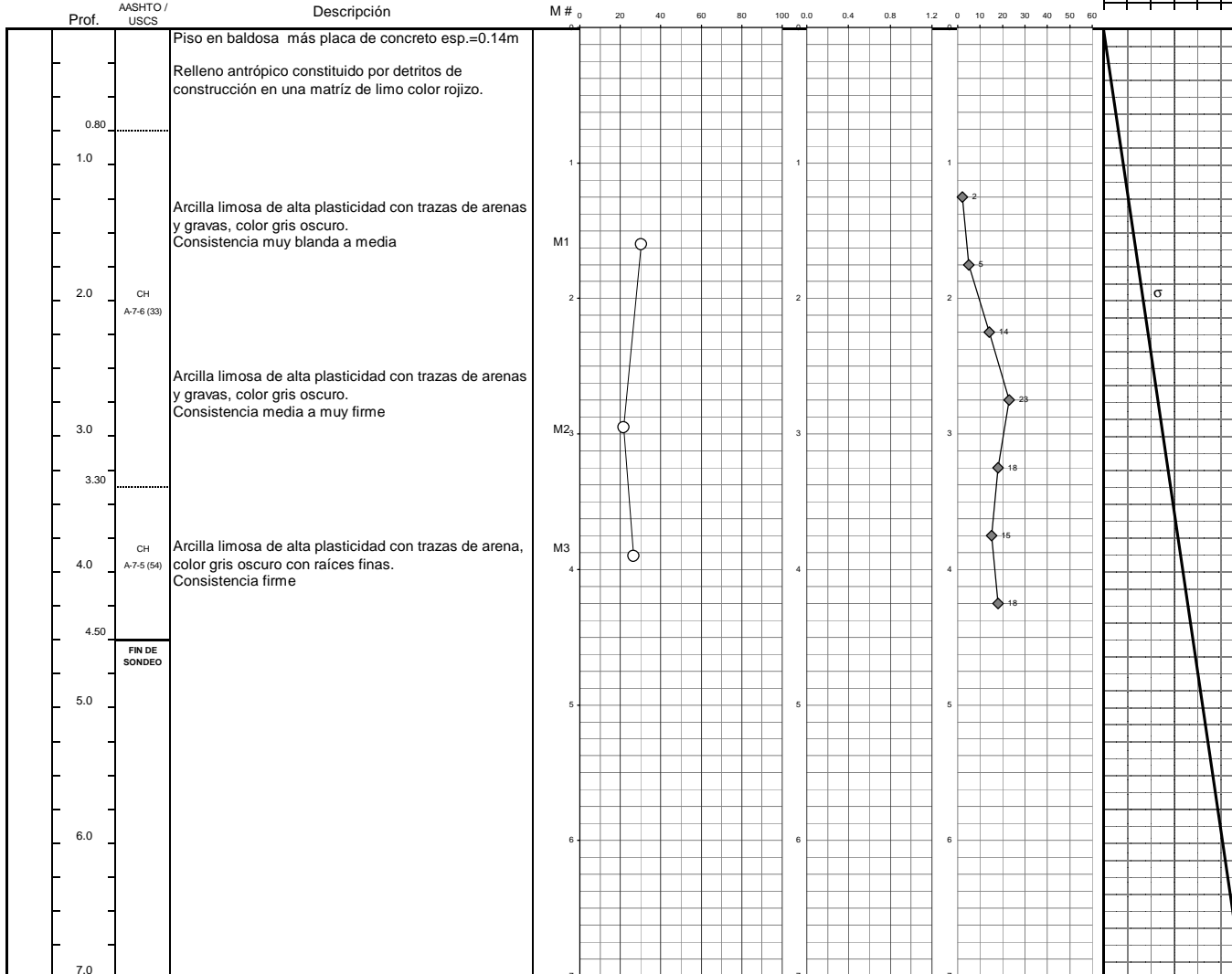
HUMEDAD NATURAL  
Y LIMITES (%)

C. INCONF.  
qu (Kg/Cm2)

P. ESTÁNDAR  
N (Golpes / Pie)

ESF. VERTICAL  
 $\sigma$  (T/M<sup>2</sup>)

0 7 14



CONVENCIONES:

- Humedad natural
- Compresión Inconfin.
- ◆ Número de golpes/pie
- σ Esfuerzo vertical total
- μ Presión del agua

OBSERVACIONES:



# SPC LTDA

INGENIEROS CONSULTORES  
LABORATORIO DE INGENIERIA

FORMATO REGISTRO DE INVESTIGACION DEL SUBSUELO  
F-RIS  
VERSIÓN No. 0

NI: \_\_\_\_\_

OBRA: INSTITUCION EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS / MUNICIPIO DE GARAGOA - DEPARTAMENTO DE BOYACÁ

SONDEO No: 3

ABSCISA: VER LOCALIZACIÓN

FECHA: MAYO DE 2014

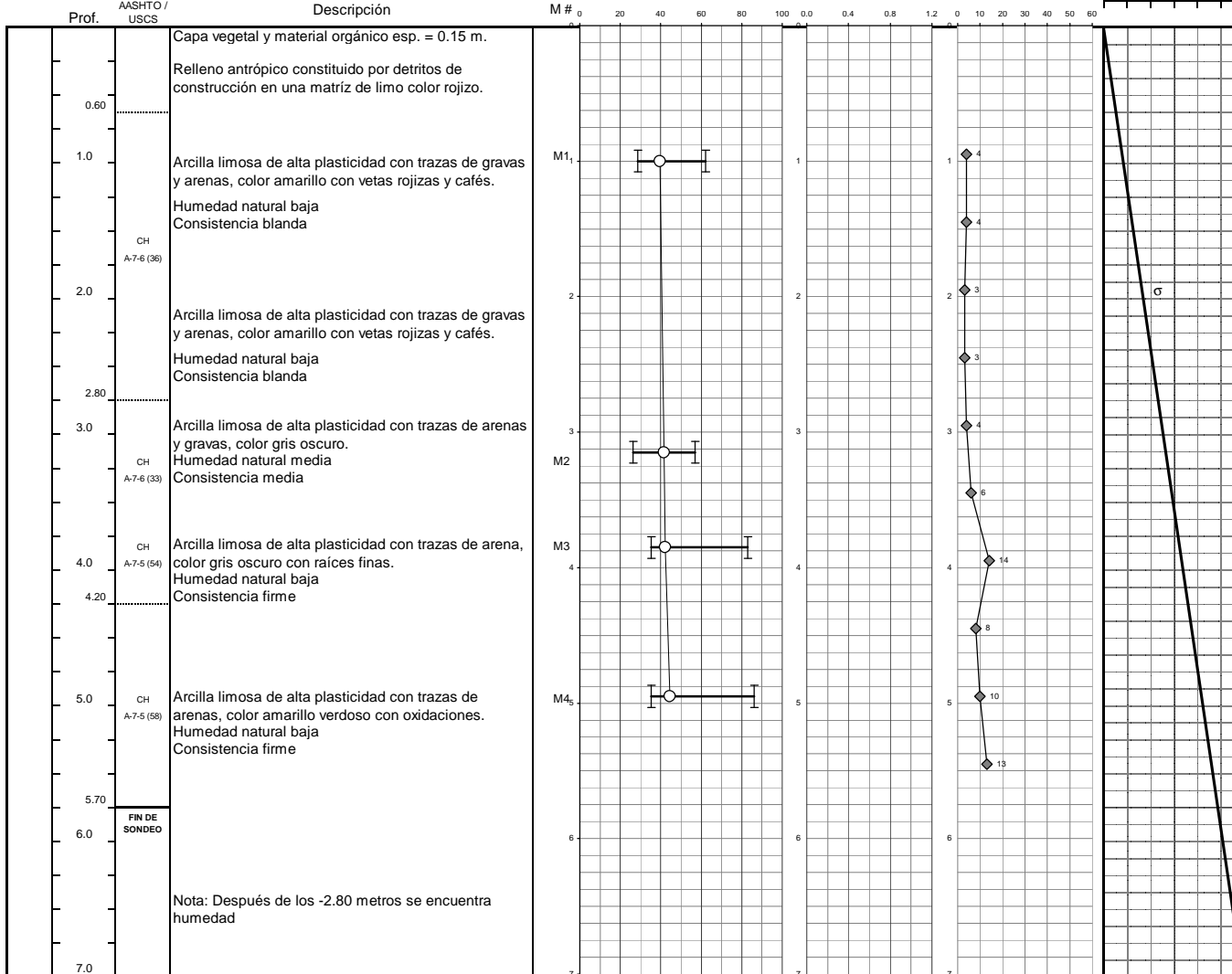
HUMEDAD NATURAL  
Y LIMITES (%)

C. INCONF.  
qu (Kg/Cm2)

P. ESTÁNDAR  
N (Golpes / Pie)

ESF. VERTICAL  
 $\sigma$  (T/M<sup>2</sup>)

0 7 14



CONVENCIONES:

- Humedad natural
- Compresión Inconfin.
- ◆ Número de golpes/pie
- σ Esfuerzo vertical total
- μ Presión del agua

OBSERVACIONES:



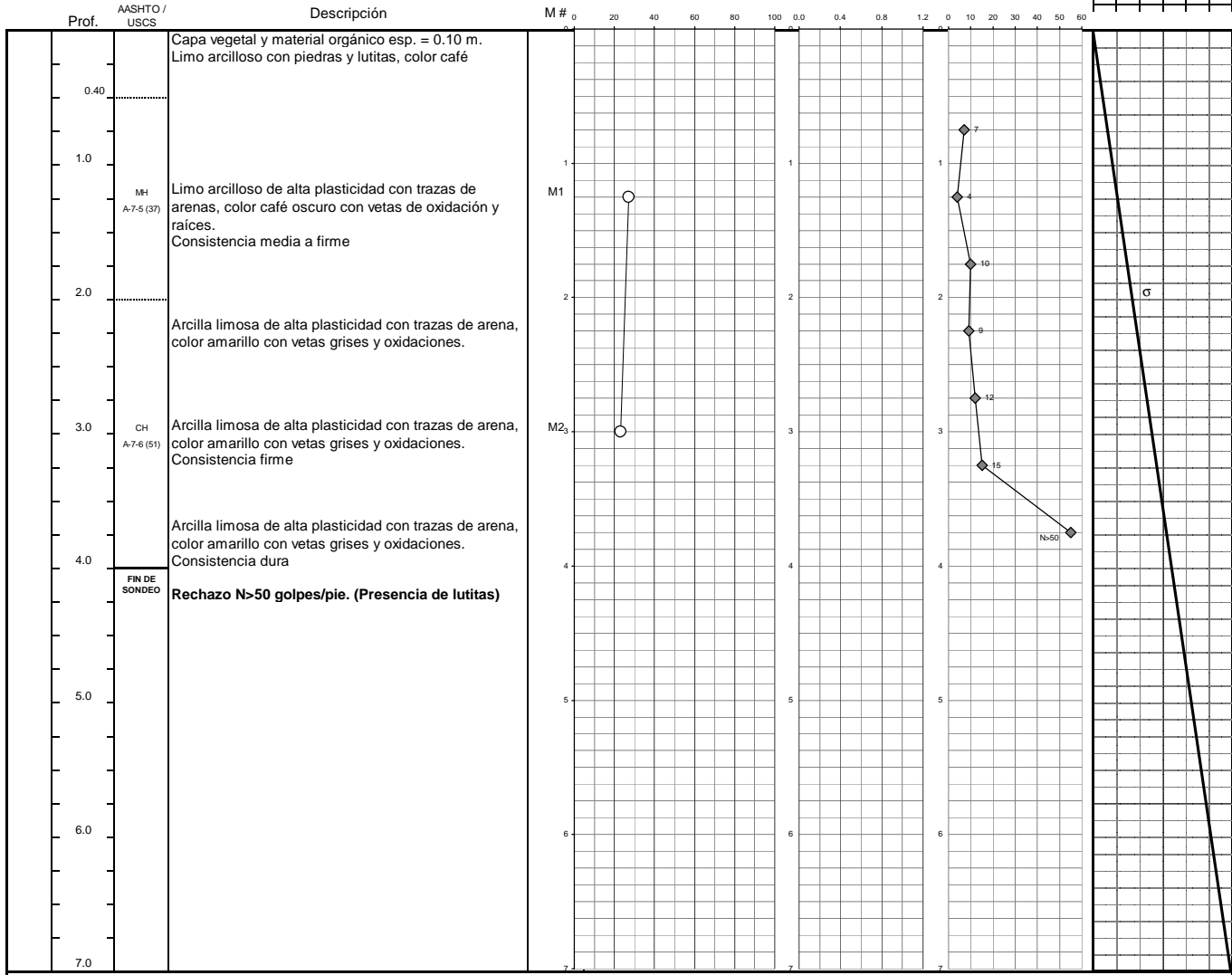
**SPC LTDA**  
INGENIEROS CONSULTORES  
LABORATORIO DE INGENIERIA

FORMATO REGISTRO DE INVESTIGACION DEL SUBSUELO  
F-RIS  
VERSIÓN No. 0

NI: \_\_\_\_\_

OBRA: INSTITUCION EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS / MUNICIPIO DE GARAGOÁ - DEPARTAMENTO DE BOYACÁ

SONDEO No: 4  
ABSCISA: VER LOCALIZACIÓN  
FECHA: MAYO DE 2014



**CONVENCIONES:**  
 ○ Humedad natural  
 ● Compresión Inconfín.  
 ◆ Número de golpes/pie  
 σ Esfuerzo vertical total  
 μ Presión del agua

**OBSERVACIONES:**



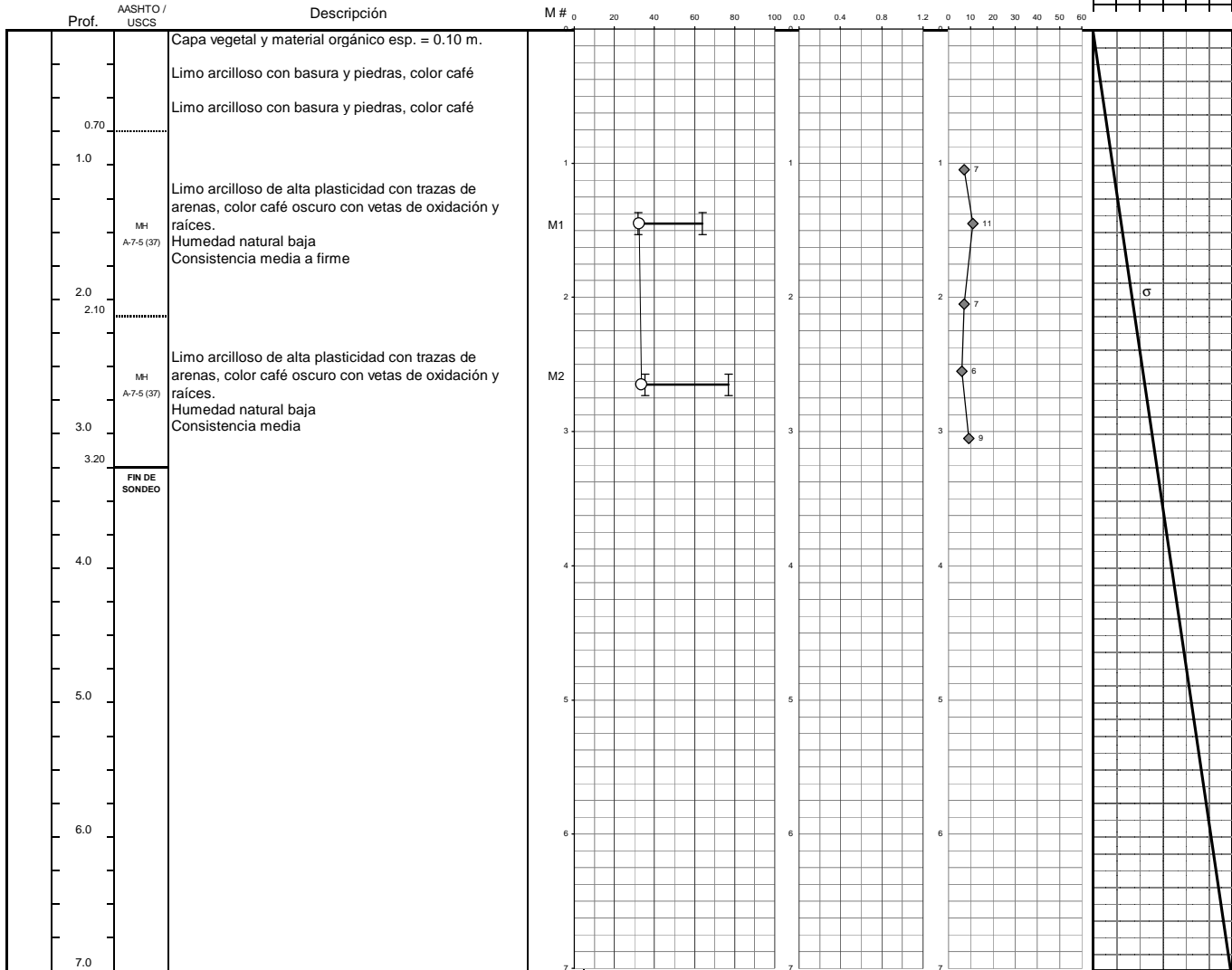
**SPC LTDA**  
INGENIEROS CONSULTORES  
LABORATORIO DE INGENIERIA

FORMATO REGISTRO DE INVESTIGACION DEL SUBSUELO  
F-RIS  
VERSIÓN No. 0

NI : \_\_\_\_\_

OBRA: INSTITUCION EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS / MUNICIPIO DE GARAGOA - DEPARTAMENTO DE BOYACÁ

SONDEO No: 5  
ABSCISA: VER LOCALIZACIÓN  
FECHA: MAYO DE 2014



**CONVENCIONES:**  
 ○ Humedad natural  
 ● Compresión Inconfin.  
 ◆ Número de golpes/pie  
 σ Esfuerzo vertical total  
 μ Presión del agua

**OBSERVACIONES:**



**SPC LTDA**  
INGENIEROS CONSULTORES  
LABORATORIO DE INGENIERIA

FORMATO REGISTRO DE INVESTIGACION DEL SUBSUELO  
F-RIS  
VERSIÓN No. 0

NI: \_\_\_\_\_

OBRA: INSTITUCION EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS / MUNICIPIO DE GARAGOA - DEPARTAMENTO DE BOYACÁ

SONDEO No: 6  
ABSCISA: VER LOCALIZACIÓN  
FECHA: MAYO DE 2014

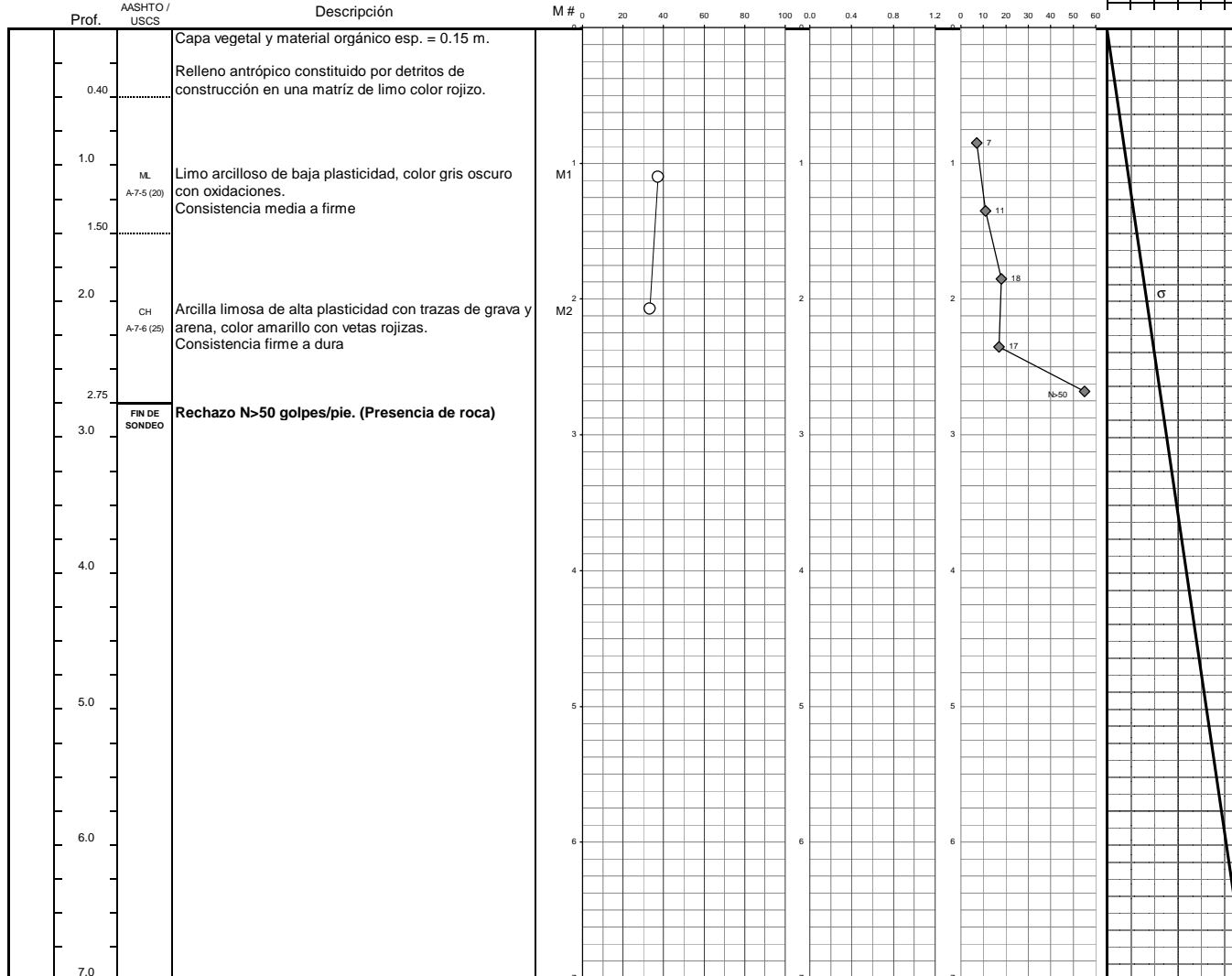
HUMEDAD NATURAL  
Y LIMITES (%)

C. INCONF.  
qu (Kg/Cm2)

P. ESTÁNDAR  
N (Golpes / Pie)

ESF. VERTICAL  
 $\sigma$  (T/M<sup>2</sup>)

0 7 14



FIN DE SONDEO

CONVENCIONES:

- Humedad natural
- ◼ Compresión Inconfin.
- ◆ Número de golpes/pie
- σ Esfuerzo vertical total
- μ Presión del agua

OBSERVACIONES:



**SPC LTDA**  
INGENIEROS CONSULTORES  
LABORATORIO DE INGENIERIA

FORMATO REGISTRO DE INVESTIGACION DEL SUBSUELO  
F-RIS  
VERSIÓN No. 0

NI: \_\_\_\_\_

OBRA: INSTITUCION EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS / MUNICIPIO DE GARAGOÁ - DEPARTAMENTO DE BOYACÁ

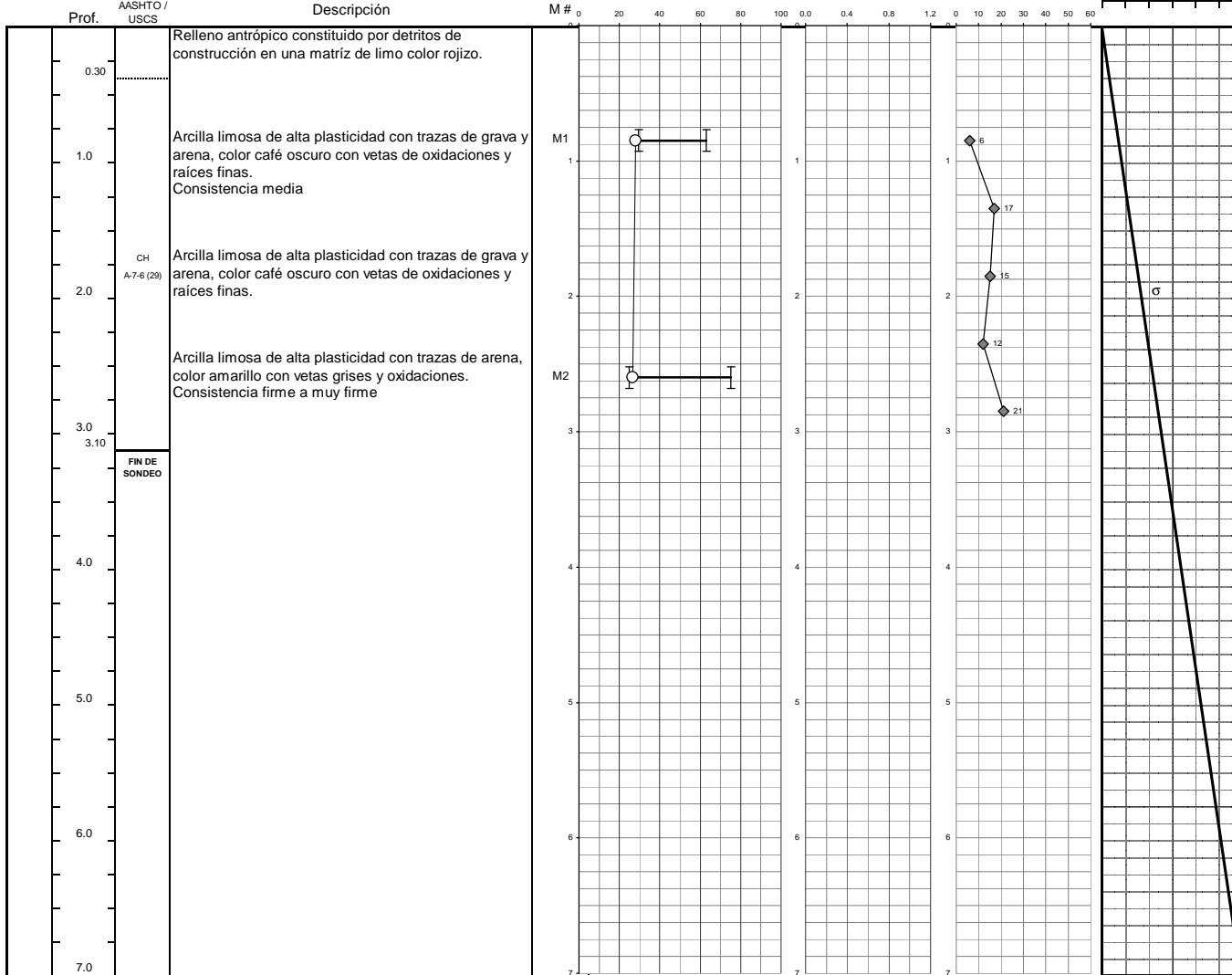
SONDEO No: 7  
ABSCISA: VER LOCALIZACIÓN  
FECHA: MAYO DE 2014

HUMEDAD NATURAL  
Y LIMITES (%)

C. INCONF.  
qu (Kg/Cm2)

P. ESTÁNDAR  
N (Golpes / Pie)

ESF. VERTICAL  
 $\sigma$  (T/M<sup>2</sup>)



CONVENCIONES:  
○ Humedad natural  
● Compresión Inconfin.  
◆ Número de golpes/pie  
σ Esfuerzo vertical total  
μ Presión del agua

OBSERVACIONES:



**SPC LTDA**  
INGENIEROS CONSULTORES  
LABORATORIO DE INGENIERIA

FORMATO REGISTRO DE INVESTIGACION DEL SUBSUELO  
F-RIS  
VERSIÓN No. 0

NI : \_\_\_\_\_

OBRA: INSTITUCION EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS / MUNICIPIO DE GARAGOA - DEPARTAMENTO DE BOYACÁ

SONDEO No: 8  
ABSCISA: VER LOCALIZACIÓN  
FECHA: MAYO DE 2014

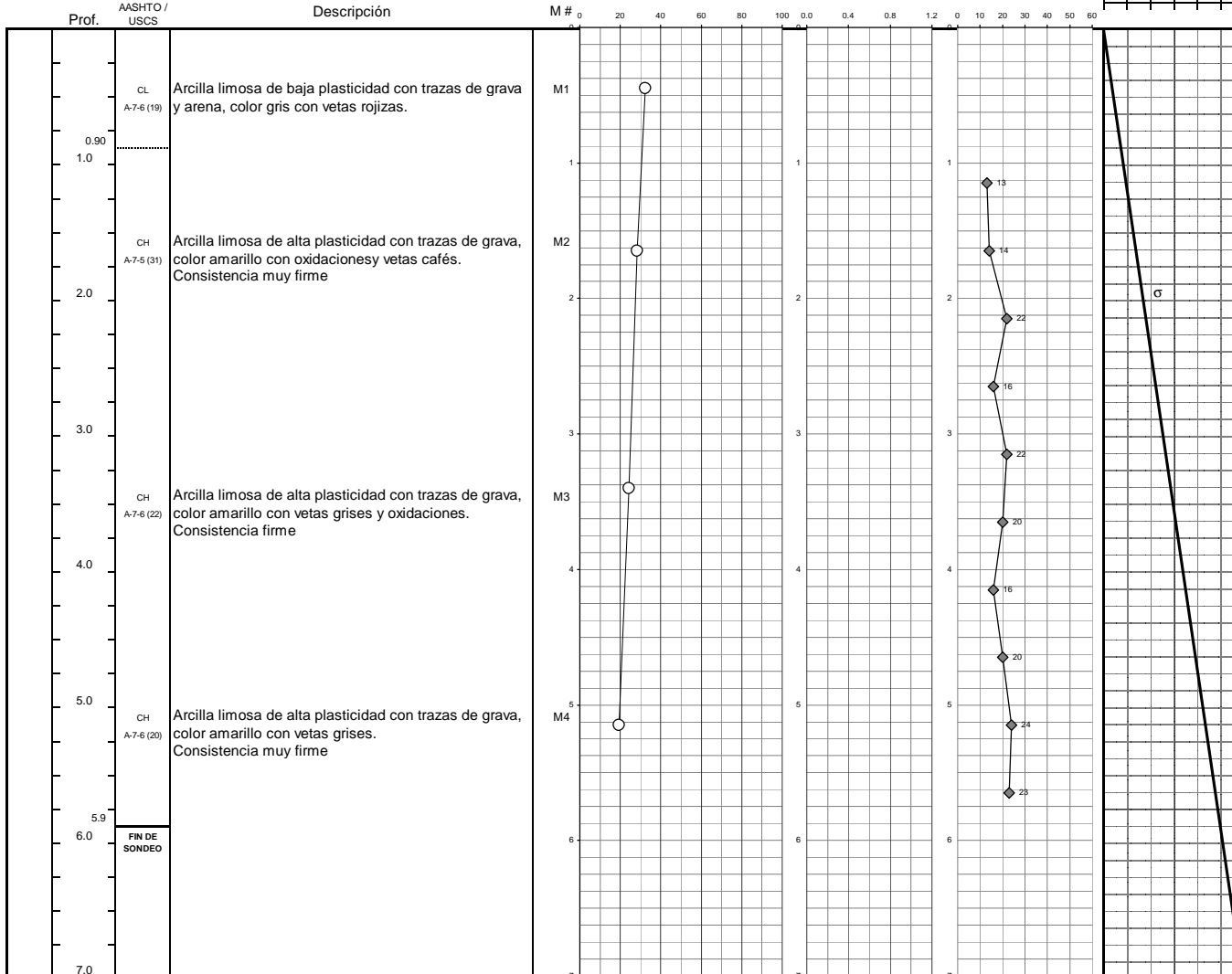
HUMEDAD NATURAL  
Y LIMITES (%)

C. INCONF.  
qu (Kg/Cm2)

P. ESTÁNDAR  
N (Golpes / Pie)

ESF. VERTICAL  
 $\sigma$  (T/M<sup>2</sup>)

0 7 14



CONVENCIONES:

- Humedad natural
- Compresión Inconfin.
- ◆ Número de golpes/pie
- σ Esfuerzo vertical total
- μ Presión del agua

OBSERVACIONES:





**SPC LTDA**  
INGENIEROS CONSULTORES  
LABORATORIO DE INGENIERIA

FORMATO REGISTRO DE INVESTIGACION DEL SUBSUELO  
F-RIS  
VERSIÓN No. 0

NI : \_\_\_\_\_

OBRA: INSTITUCION EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS / MUNICIPIO DE GARAGOÁ - DEPARTAMENTO DE BOYACÁ

SONDEO No: 9  
ABSCISA: VER LOCALIZACIÓN  
FECHA: MAYO DE 2014

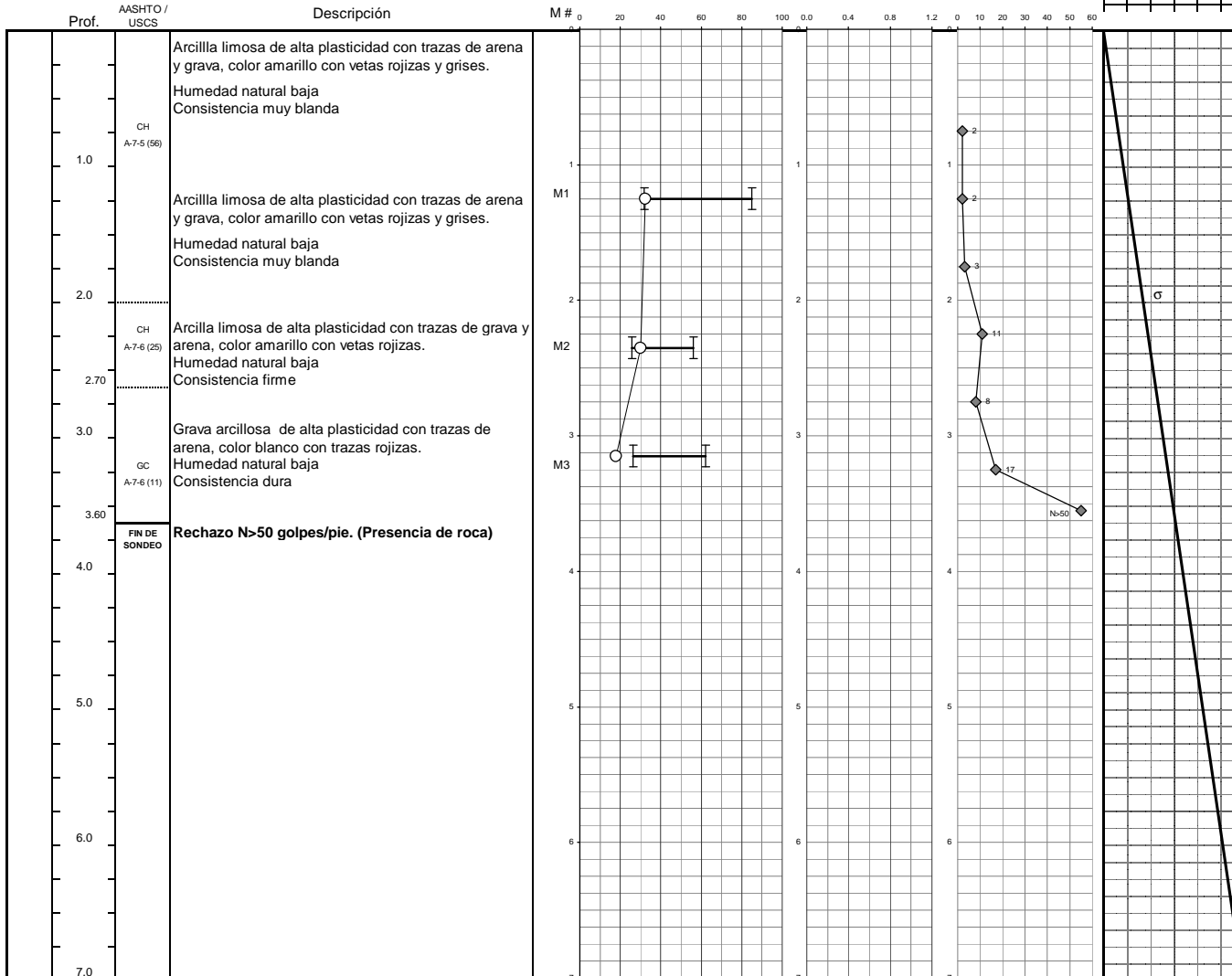
HUMEDAD NATURAL  
Y LIMITES (%)

C. INCONF.  
qu (Kg/Cm2)

P. ESTÁNDAR  
N (Golpes / Pie)

ESF. VERTICAL  
 $\sigma$  (T/M<sup>2</sup>)

0 7 14



CONVENCIONES:

- Humedad natural
- Compresión Inconfin.
- ◆ Número de golpes/pie
- σ Esfuerzo vertical total
- μ Presión del agua

OBSERVACIONES:



**SPC LTDA**  
INGENIEROS CONSULTORES  
LABORATORIO DE INGENIERIA

FORMATO REGISTRO DE INVESTIGACION DEL SUBSUELO  
F-RIS  
VERSIÓN No. 0

NI: \_\_\_\_\_

OBRA: INSTITUCION EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS / MUNICIPIO DE GARAGOÁ - DEPARTAMENTO DE BOYACÁ

SONDEO No: 10  
ABSCISA: VER LOCALIZACIÓN  
FECHA: MAYO DE 2014

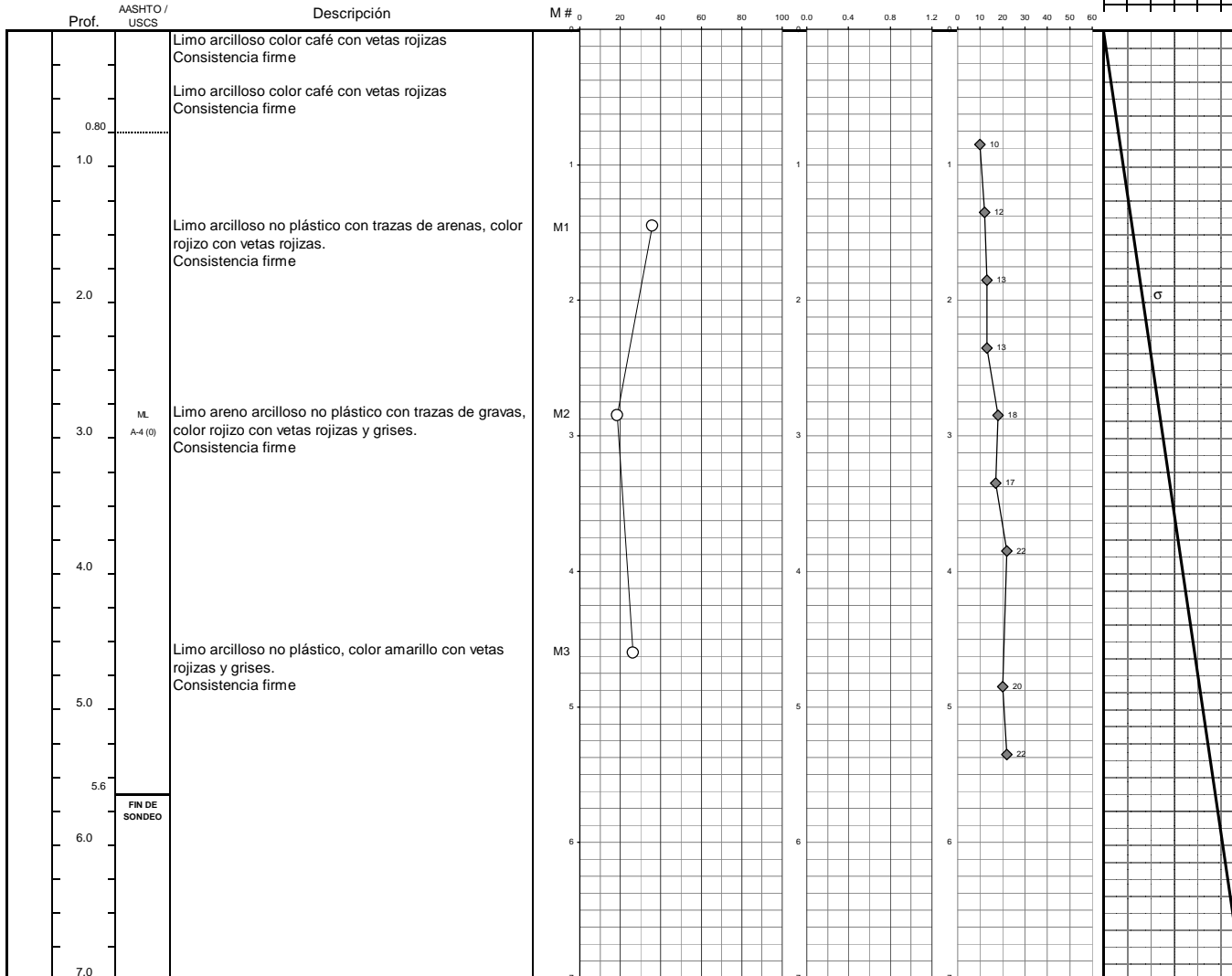
HUMEDAD NATURAL  
Y LIMITES (%)

C. INCONF.  
qu (Kg/Cm2)

P. ESTÁNDAR  
N (Golpes / Pie)

ESF. VERTICAL  
 $\sigma$  (T/M<sup>2</sup>)

0 7 14



FIN DE SONDEO

CONVENCIONES:

- Humedad natural
- Compresión Inconfín.
- ◆ Número de golpes/pie
- σ Esfuerzo vertical total
- μ Presión del agua

OBSERVACIONES:



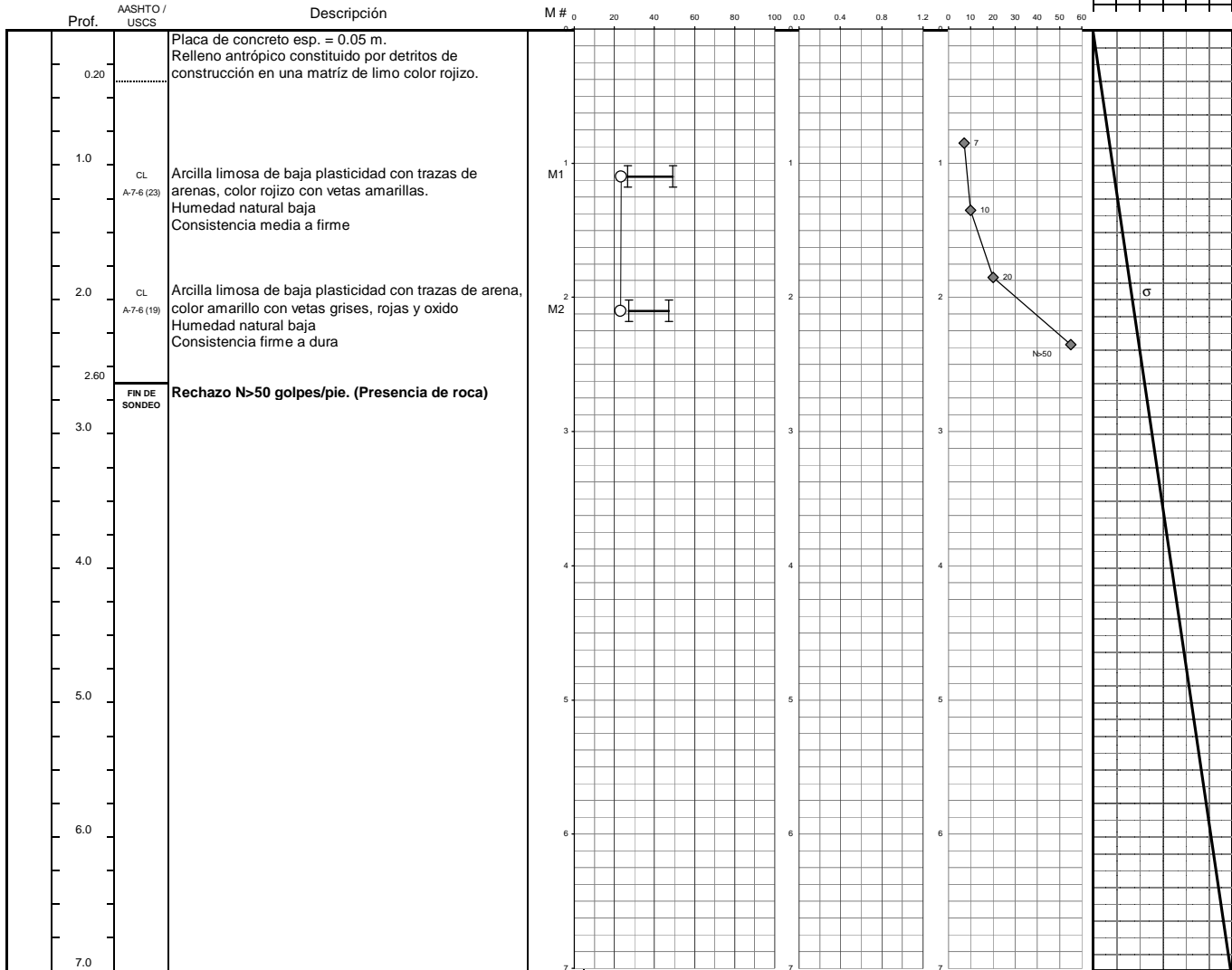
**SPC LTDA**  
INGENIEROS CONSULTORES  
LABORATORIO DE INGENIERIA

FORMATO REGISTRO DE INVESTIGACION DEL SUBSUELO  
F-RIS  
VERSIÓN No. 0

NI : \_\_\_\_\_

OBRA: INSTITUCION EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS / MUNICIPIO DE GARAGOA - DEPARTAMENTO DE BOYACÁ

SONDEO No: 11  
ABSCISA: VER LOCALIZACIÓN  
FECHA: MAYO DE 2014



CONVENCIONES:

- Humedad natural
- Compresión Inconfín.
- ◆ Número de golpes/pie
- σ Esfuerzo vertical total
- μ Presión del agua

OBSERVACIONES:



**SPC LTDA**  
INGENIEROS CONSULTORES  
LABORATORIO DE INGENIERIA

FORMATO REGISTRO DE INVESTIGACION DEL SUBSUELO  
F-RIS  
VERSIÓN No. 0

NI: \_\_\_\_\_

OBRA: INSTITUCION EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS / MUNICIPIO DE GARAGOA - DEPARTAMENTO DE BOYACÁ

SONDEO No: 12  
ABSCISA: VER LOCALIZACIÓN  
FECHA: MAYO DE 2014

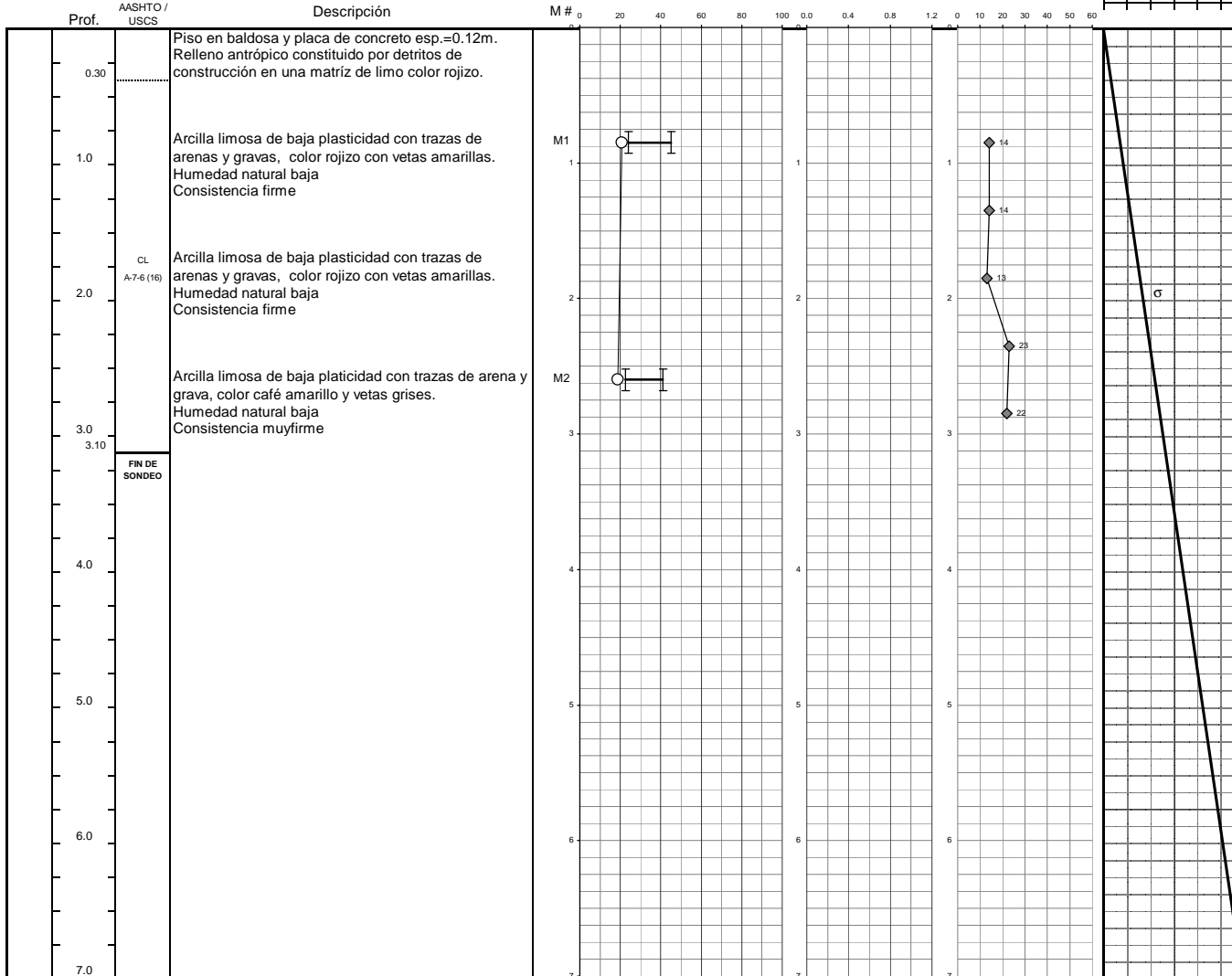
HUMEDAD NATURAL  
Y LIMITES (%)

C. INCONF.  
qu (Kg/Cm2)

P. ESTÁNDAR  
N (Golpes / Pie)

ESF. VERTICAL  
 $\sigma$  (T/M<sup>2</sup>)

0 7 14



FIN DE  
SONDEO

CONVENCIONES:

- Humedad natural
- Compresión Inconfin.
- ◆ Número de golpes/pie
- σ Esfuerzo vertical total
- μ Presión del agua

OBSERVACIONES:

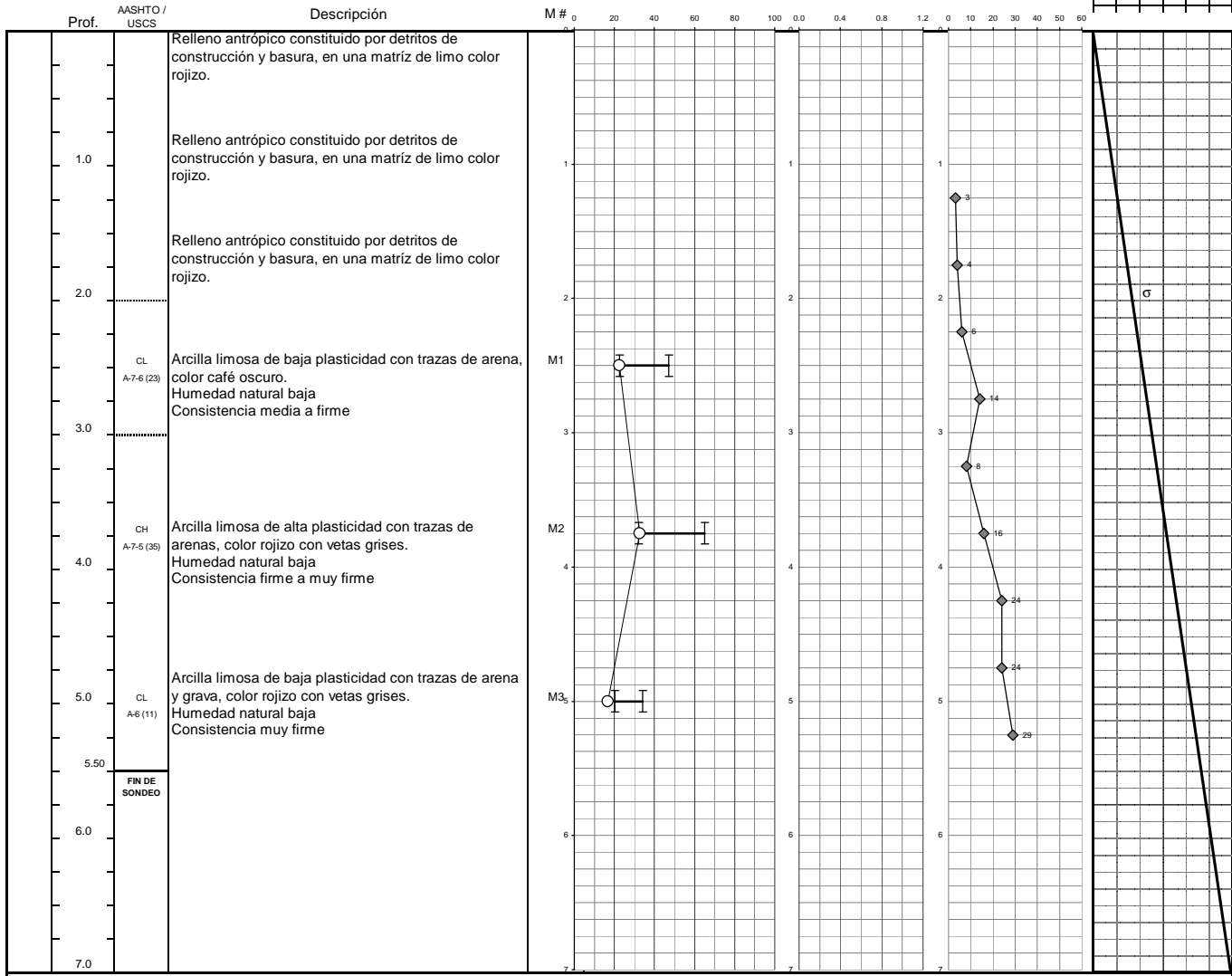


**SPC LTDA**  
INGENIEROS CONSULTORES  
LABORATORIO DE INGENIERIA

FORMATO REGISTRO DE INVESTIGACION DEL SUBSUELO  
F-RIS  
VERSIÓN No. 0

NI : \_\_\_\_\_

OBRA: INSTITUCION EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS / MUNICIPIO DE GARAGOA - DEPARTAMENTO DE BOYACÁ  
SONDEO No: 13  
ABSCISA: VER LOCALIZACIÓN  
FECHA: MAYO DE 2014



**CONVENCIONES:**  
○ Humedad natural  
● Compresión Inconfin.  
◆ Número de golpes/pie  
σ Esfuerzo vertical total  
μ Presión del agua

**OBSERVACIONES:**



**SPC LTDA**  
INGENIEROS CONSULTORES  
LABORATORIO DE INGENIERIA

FORMATO REGISTRO DE INVESTIGACION DEL SUBSUELO  
F-RIS  
VERSIÓN No. 0

NI : \_\_\_\_\_

OBRA: INSTITUCION EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS / MUNICIPIO DE GARAGOA - DEPARTAMENTO DE BOYACÁ

SONDEO No: 14  
ABSCISA: VER LOCALIZACIÓN  
FECHA: MAYO DE 2014

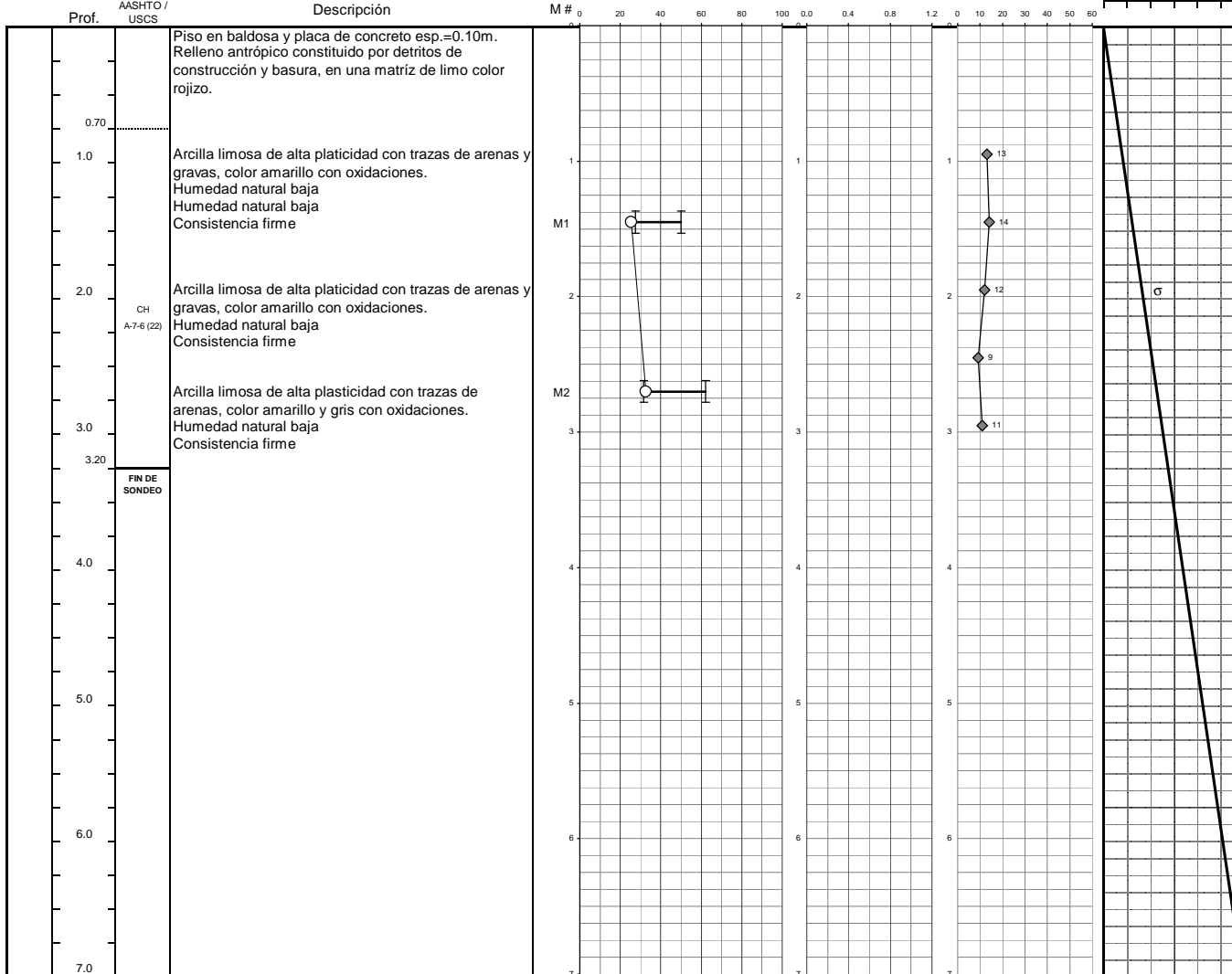
HUMEDAD NATURAL  
Y LIMITES (%)

C. INCONF.  
qu (Kg/Cm2)

P. ESTÁNDAR  
N (Golpes / Pie)

ESF. VERTICAL  
 $\sigma$  (T/M<sup>2</sup>)

0 7 14



CONVENCIONES:

- Humedad natural
- Compresión Inconfin.
- ◆ Número de golpes/pie
- σ Esfuerzo vertical total
- μ Presión del agua

OBSERVACIONES:



**SPC LTDA**  
INGENIEROS CONSULTORES  
LABORATORIO DE INGENIERIA

FORMATO REGISTRO DE INVESTIGACION DEL SUBSUELO  
F-RIS  
VERSIÓN No. 0

NI : \_\_\_\_\_

OBRA: INSTITUCION EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS / MUNICIPIO DE GARAGOÁ - DEPARTAMENTO DE BOYACÁ

SONDEO No: 15  
ABSCISA: VER LOCALIZACIÓN  
FECHA: MAYO DE 2014

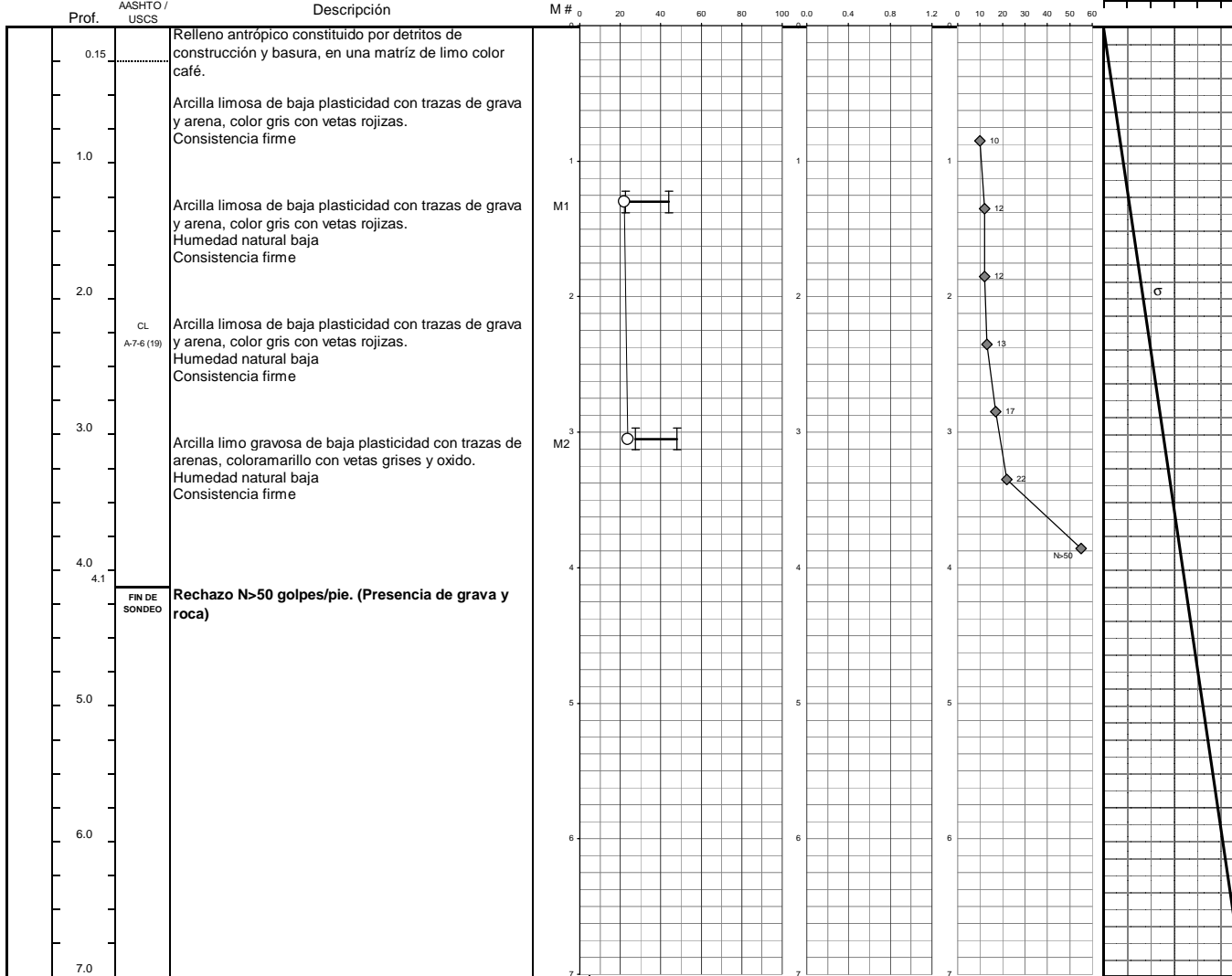
HUMEDAD NATURAL  
Y LIMITES (%)

C. INCONF.  
qu (Kg/Cm2)

P. ESTÁNDAR  
N (Golpes / Pie)

ESF. VERTICAL  
 $\sigma$  (T/M<sup>2</sup>)

0 7 14



CONVENCIONES:

- Humedad natural
- Compresión Inconfín.
- ◆ Número de golpes/pie
- σ Esfuerzo vertical total
- μ Presión del agua

OBSERVACIONES:





**SPC LTDA**  
INGENIEROS CONSULTORES  
LABORATORIO DE INGENIERIA

FORMATO REGISTRO DE INVESTIGACION DEL SUBSUELO  
F-RIS  
VERSIÓN No. 0

NI: \_\_\_\_\_

OBRA: INSTITUCION EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS / MUNICIPIO DE GARAGOA - DEPARTAMENTO DE BOYACÁ

SONDEO No: 16

ABSCISA: VER LOCALIZACIÓN

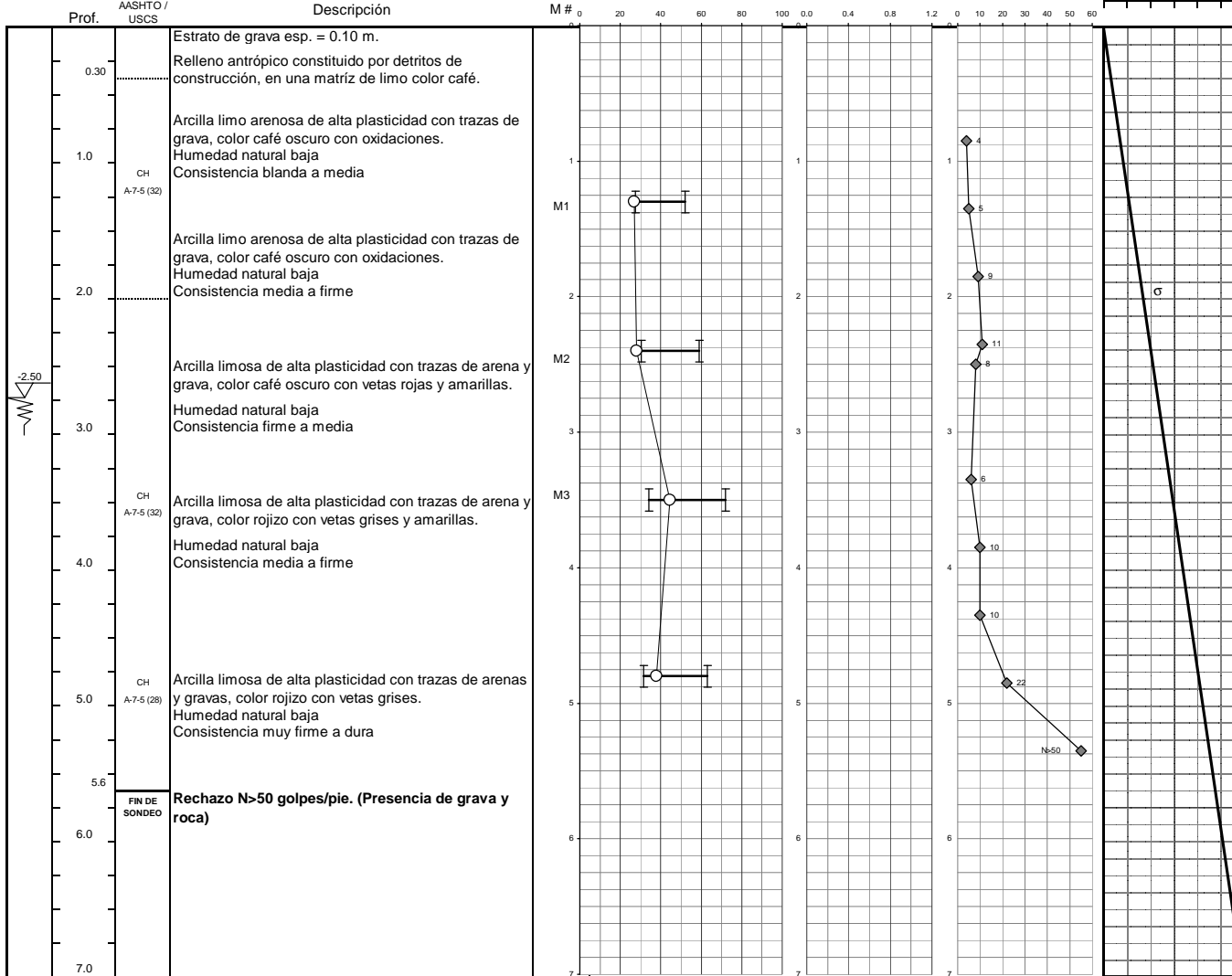
FECHA: MAYO DE 2014

HUMEDAD NATURAL  
Y LIMITES (%)

C. INCONF.  
qu (Kg/Cm2)

P. ESTÁNDAR  
N (Golpes / Pie)

ESF. VERTICAL  
 $\sigma$  (T/M<sup>2</sup>)



CONVENCIONES:

- Humedad natural
- Compresión Inconfín.
- ◆ Número de golpes/pie
- σ Esfuerzo vertical total
- μ Presión del agua

OBSERVACIONES:



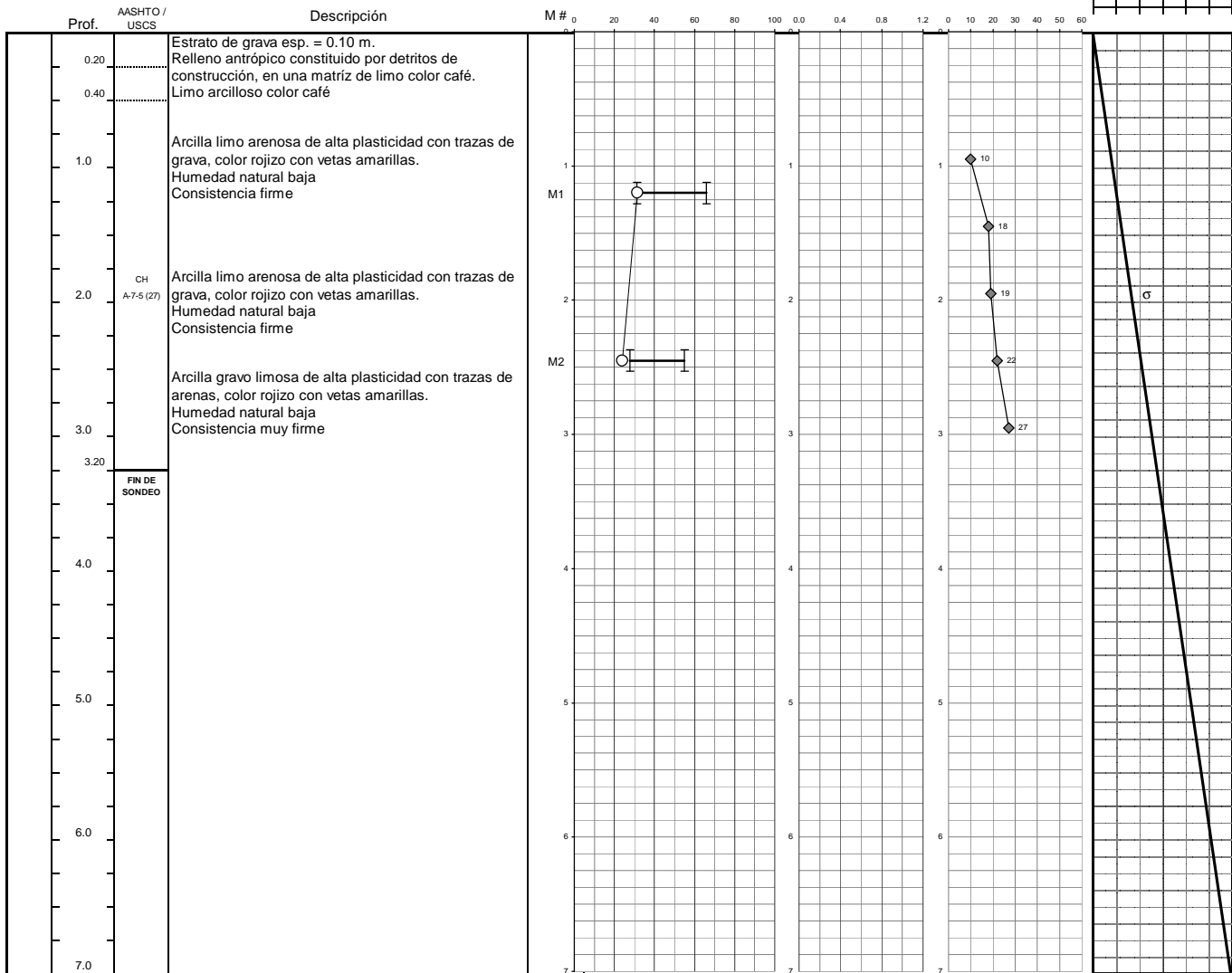
**SPC LTDA**  
INGENIEROS CONSULTORES  
LABORATORIO DE INGENIERIA

FORMATO REGISTRO DE INVESTIGACION DEL SUBSUELO  
F-RIS  
VERSIÓN No. 0

NI: \_\_\_\_\_

OBRA: INSTITUCION EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS / MUNICIPIO DE GARAGOA - DEPARTAMENTO DE BOYACÁ

SONDEO No: 17  
ABSCISA: VER LOCALIZACIÓN  
FECHA: MAYO DE 2014



FIN DE SONDEO

CONVENCIONES:

- Humedad natural
- Compresión Inconfín.
- ◆ Número de golpes/pie
- σ Esfuerzo vertical total
- μ Presión del agua

OBSERVACIONES:



**SPC LTDA**  
 INGENIEROS CONSULTORES  
 LABORATORIO DE INGENIERIA

FORMATO REGISTRO DE INVESTIGACION DEL SUBSUELO  
 F-RIS  
 VERSIÓN No. 0

NI: \_\_\_\_\_

OBRA: INSTITUCION EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS / MUNICIPIO DE GARAGOA - DEPARTAMENTO DE BOYACÁ

SONDEO No: 18

ABSCISA: VER LOCALIZACIÓN

FECHA: MAYO DE 2014

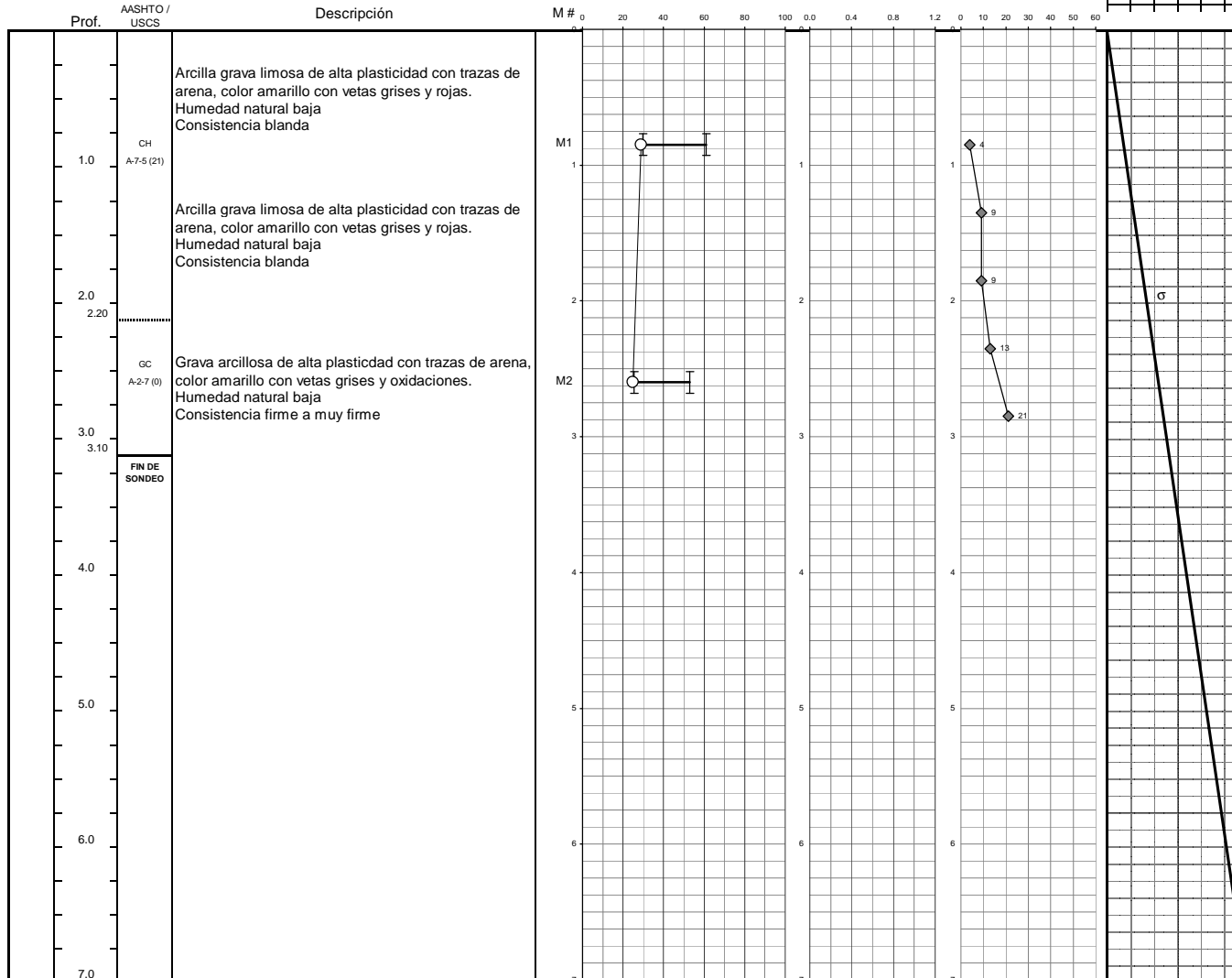
HUMEDAD NATURAL  
 Y LIMITES (%)

C. INCONF.  
 qu (Kg/Cm2)

P. ESTÁNDAR  
 N (Golpes / Pie)

ESF. VERTICAL  
 $\sigma$  (T/M<sup>2</sup>)

0 7 14



CONVENCIONES:

- Humedad natural
- Compresión Inconfín.
- ◆ Número de golpes/pie
- σ Esfuerzo vertical total
- μ Presión del agua

OBSERVACIONES:

**DETERMINACION DE LA RESISTENCIA AL CORTE METODO DE CORTE DIRECTO (CD) I.N.V. E - 154**

**PROYECTO:** INSTITUCION EDUCATIVA TECNICA SAN LUIS **SONDEO:** 1  
**LOCALIZACIÓN:** GARAGOA (BOYACA) **MUESTRA:** 1  
**SOLICITANTE:** **PROF. (m):** 0.50 - 1.50  
**DESCRIPCIÓN:** Limo arcilo-arenoso con gravas de alta plasticidad café rojizo con vetas grises y raices **FECHA:**

DIMENSIONES PROBETA		M1	M2	M3
Diámetro, D	(cm)	5.00	5.00	5.00
Altura, H	(cm)	2.13	2.13	2.13
W. del anillo	(gr)	132.26	132.26	132.26
W. muestra+anillo	(gr)	212.45	212.04	212.33
W. de la muestra	(gr)	80.19	79.78	80.07
Área, A	(cm <sup>2</sup> )	19.63495	19.63495	19.63495
Volumen, V	(cm <sup>3</sup> )	41.82	41.82	41.82
Peso Unitario Hum.	(gr/cm <sup>3</sup> )	1.917	1.908	1.915
W. Bloque de carga + pison+ piedra porosa	(kg)	3.396	3.396	3.396
Carga Normal, P <sub>n</sub>	(kg)	6.40	16.30	36.00
Esfuerzo Normal, s	(kg/cm <sup>2</sup> )	0.499	1.003	2.006

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

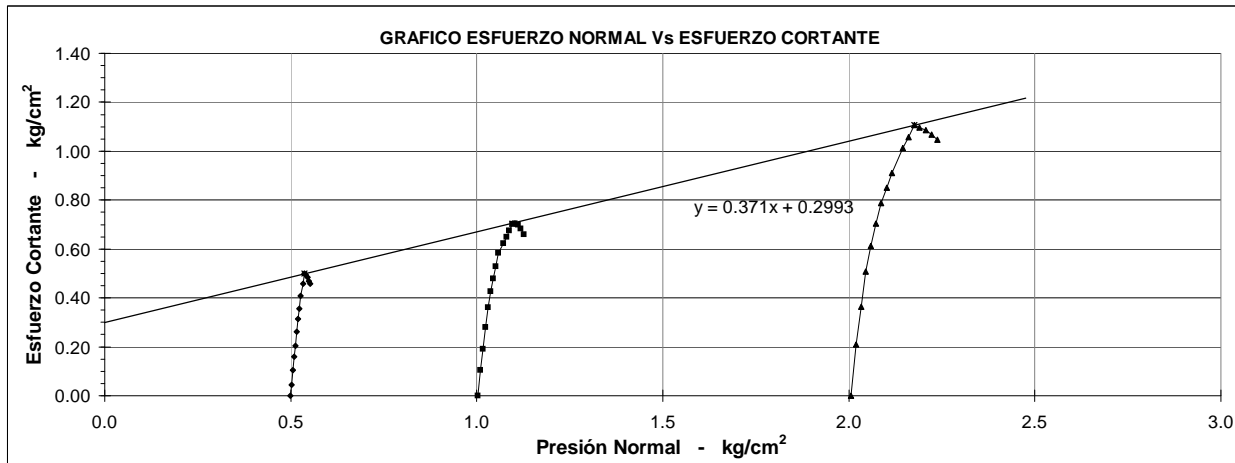
	INICIAL	FINAL		
		0.50	1.0	2.0
Esfuerzo Normal				
Recipiente. No	162	28	17	10
W <sub>imb</sub> , (g)	78.95	139.20	141.00	135.68
W <sub>ms</sub> , (g)	71.81	120.86	122.44	120.01
W <sub>r</sub> , (g)	27.19	52.56	54.01	52.67
<b>Humedad %</b>	<b>16.00</b>	<b>26.85</b>	<b>27.12</b>	<b>23.27</b>

<b>ESFUERZO NORMAL (Kg./cm<sup>2</sup>)</b>	<b>0.537</b>	<b>1.095</b>	<b>2.175</b>
<b>ESFUERZO CORTANTE (Kg./cm<sup>2</sup>)</b>	<b>0.500</b>	<b>0.703</b>	<b>1.107</b>

**RESULTADOS**

<b>COHESIÓN c kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>0.30</b>
<b>ÁNGULO DE FRICCIÓN φ</b>	<b>20.354</b>

Deformación Horizontal (pulg.)	Área Corregida cm <sup>2</sup>	0.499 Kg/cm <sup>2</sup>				1.003 Kg/cm <sup>2</sup>				2.006 Kg/cm <sup>2</sup>			
		Deformación Horizontal 0,0001in	Fuerza Cort. (kg)	Esfuerzo		Deformación Horizontal 0,0001in	Fuerza Cort. (kg)	Esfuerzo		Deformación Horizontal 0,0001in	Fuerza Cort. (kg)	Esfuerzo	
				Nor. (σ) (Kg/cm <sup>2</sup> )	Cort.. (τ) (Kg/cm <sup>2</sup> )			Nor. (σ) (Kg/cm <sup>2</sup> )	Cort.. (τ) (Kg/cm <sup>2</sup> )			Nor. (σ) (Kg/cm <sup>2</sup> )	Cort.. (τ) (Kg/cm <sup>2</sup> )
0	0.0000		0.00	0.499	0		0.00	1.003	0		0.00	2.006	0
0.01	19.5080		0.85	0.502	0.044		2.05	1.010	0.105		4.09	2.019	0.210
0.02	19.3810		2.01	0.505	0.104		3.68	1.016	0.190		7.03	2.033	0.363
0.03	19.2540		3.07	0.509	0.159		5.39	1.023	0.280		9.77	2.046	0.507
0.04	19.1270		3.91	0.512	0.204		6.89	1.030	0.360		11.70	2.060	0.612
0.05	19.0000		4.99	0.516	0.263		8.09	1.037	0.426		13.38	2.073	0.704
0.06	18.8730		5.91	0.519	0.313		9.03	1.044	0.478		14.88	2.087	0.788
0.07	18.7460		6.69	0.523	0.357		9.91	1.051	0.529		15.92	2.102	0.849
0.08	18.6190		7.62	0.526	0.409		10.88	1.058	0.584		16.96	2.116	0.911
0.10	18.3650		8.42	0.533	0.458		11.44	1.072	0.623		18.59	2.145	1.012
0.11	18.2380		9.12	0.537	0.500		11.85	1.080	0.650		19.27	2.160	1.057
0.12	18.1110		8.97	0.541	0.495		12.23	1.088	0.675		20.05	2.175	1.107
0.13	17.9840		8.70	0.545	0.484		12.60	1.095	0.701		19.70	2.191	1.095
0.14	17.8570		8.37	0.549	0.469		12.56	1.103	0.703		19.37	2.206	1.085
0.15	17.7300		8.14	0.553	0.459		12.37	1.111	0.698		18.95	2.222	1.069
0.16	17.6030						12.04	1.119	0.684		18.44	2.238	1.048
0.17	17.4760						11.53	1.127	0.660				
0.18	17.3490												
0.19	17.2220												
0.20	17.0950												



**Observaciones:**

---



---

EJECUTO

REVISO

**DETERMINACION DE LA RESISTENCIA AL CORTE METODO DE CORTE DIRECTO (CD) I.N.V. E - 154**

<b>PROYECTO:</b>	INSTITUCION EDUCATIVA TECNICA SAN LUIS	<b>SONDEO:</b>	8
<b>LOCALIZACIÓN:</b>	GARAGOÁ (BOYACA)	<b>MUESTRA:</b>	1
<b>SOLICITANTE:</b>		<b>PROF. (m):</b>	0.00 - 0.90
<b>DESCRIPCIÓN:</b>	Arcilla limosa de baja plasticidad con trazas de grava y arena, color gris con vetas rojizas.	<b>FECHA:</b>	

DIMENSIONES PROBETA		M1	M2	M3
Diámetro, D	(cm)	5.00	5.00	5.00
Altura, H	(cm)	2.13	2.13	2.13
W. del anillo	(gr)	132.26	132.26	132.26
W. muestra+anillo	(gr)	213.49	214.23	212.98
W. de la muestra	(gr)	81.23	81.97	80.72
Área, A	(cm <sup>2</sup> )	19.63495	19.63495	19.63495
Volumen, V	(cm <sup>3</sup> )	41.82	41.82	41.82
Peso Unitario Hum.	(gr/cm <sup>3</sup> )	1.942	1.960	1.930
W. Bloque de carga + pison + piedra porosa	(kg)	3.396	3.396	3.396
Carga Normal, P <sub>n</sub>	(kg)	6.40	16.30	36.00
Esfuerzo Normal, s	(kg/cm <sup>2</sup> )	0.499	1.003	2.006

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

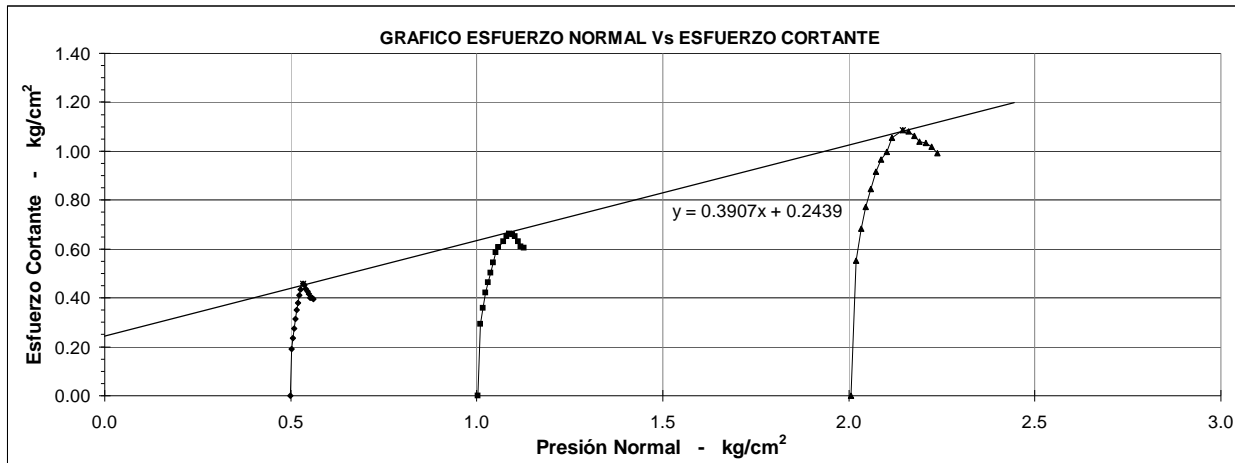
Esfuerzo Normal	INICIAL	FINAL		
		0.50	1.0	2.0
Recipiente. No	1	w		
W <sub>imb</sub> (g)	148.6	108.83	108.74	100.86
W <sub>ms</sub> (g)	128.51	91.85	91.71	84.03
W <sub>r</sub> (g)	54.01	26.15	25.84	18.35
<b>Humedad %</b>	<b>26.97</b>	<b>25.84</b>	<b>25.85</b>	<b>25.62</b>

<b>ESFUERZO NORMAL (Kg./cm<sup>2</sup>)</b>	0.533	1.088	2.145
<b>ESFUERZO CORTANTE (Kg./cm<sup>2</sup>)</b>	0.457	0.661	1.085

**RESULTADOS**

<b>COHESIÓN c kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>0.24</b>
<b>ÁNGULO DE FRICCIÓN φ</b>	<b>21.341</b>

Deformación Horizontal (pulg.)	Área Corregida cm <sup>2</sup>	0.499 Kg/cm <sup>2</sup>				1.003 Kg/cm <sup>2</sup>				2.006 Kg/cm <sup>2</sup>			
		Deformación Horizontal 0,0001in	Fuerza Cort. (kg)	Esfuerzo		Deformación Horizontal 0,0001in	Fuerza Cort. (kg)	Esfuerzo		Deformación Horizontal 0,0001in	Fuerza Cort. (kg)	Esfuerzo	
				Nor. (σ) (Kg/cm <sup>2</sup> )	Cort.. (τ) (Kg/cm <sup>2</sup> )			Nor. (σ) (Kg/cm <sup>2</sup> )	Cort.. (τ) (Kg/cm <sup>2</sup> )			Nor. (σ) (Kg/cm <sup>2</sup> )	Cort.. (τ) (Kg/cm <sup>2</sup> )
0	0.0000		0.00	0.499	0		0.00	1.003	0		0.00	2.006	0
0.01	19.5080		3.71	0.502	0.190		5.72	1.010	0.293		10.77	2.019	0.552
0.02	19.3810		4.56	0.505	0.235		6.94	1.016	0.358		13.23	2.033	0.683
0.03	19.2540		5.29	0.509	0.275		8.11	1.023	0.421		14.84	2.046	0.771
0.04	19.1270		5.99	0.512	0.313		8.87	1.030	0.464		16.16	2.060	0.845
0.05	19.0000		6.68	0.516	0.352		9.56	1.037	0.503		17.40	2.073	0.916
0.06	18.8730		7.17	0.519	0.380		10.25	1.044	0.543		18.23	2.087	0.966
0.07	18.7460		7.69	0.523	0.410		10.98	1.051	0.586		18.71	2.102	0.998
0.08	18.6190		8.10	0.526	0.435		11.30	1.058	0.607		19.65	2.116	1.055
0.10	18.3650		8.40	0.533	0.457		11.56	1.072	0.629		19.92	2.145	1.085
0.11	18.2380		8.24	0.537	0.452		11.86	1.080	0.650		19.73	2.160	1.082
0.12	18.1110		7.91	0.541	0.437		11.97	1.088	0.661		19.22	2.175	1.061
0.13	17.9840		7.65	0.545	0.425		11.85	1.095	0.659		18.70	2.191	1.040
0.14	17.8570		7.42	0.549	0.416		11.63	1.103	0.651		18.47	2.206	1.034
0.15	17.7300		7.12	0.553	0.402		11.20	1.111	0.632		18.03	2.222	1.017
0.16	17.6030		7.06	0.556	0.401		10.75	1.119	0.611		17.46	2.238	0.992
0.17	17.4760		6.92	0.561	0.396		10.57	1.127	0.605				
0.18	17.3490												
0.19	17.2220												
0.20	17.0950												



**Observaciones:**

---



---

EJECUTO

REVISO

<b>PROYECTO:</b>	INSTITUCIÓN EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS	SONDEO :	1
<b>LOCALIZACIÓN:</b>	GARAGOA (BOYACA)	MUESTRA:	1
<b>SOLICITANTE:</b>		PROF:	0,50 - 0,90
<b>DESCRIPCIÓN:</b>	Limo arcillo-arenoso con gravas de alta plasticidad café rojizo con vetas grises y raíces		

## EXPANSIÓN CONTROLADA EN CONSOLIDOMETRO

		<b>HUMEDAD</b>		
			INICIAL	FINAL
<b>DATOS DEL ANILLO</b>		REC	60	21
DIÁMETRO	5.08	P1	72.06	139.47
ALTURA	2.17	P2	64.68	122.03
PESO DEL ANILLO	121.27	P3	18.59	51.81
PESO DEL ANILLO + MUESTRA HÚMEDA (INICIAL)	202.19	%HUM	<b>16.01</b>	<b>24.84</b>
PESO DEL ANILLO + MUESTRA HÚMEDA (FINAL)	203.15			
Peso Unitario total inicial - $\gamma_{t0}$ (g/cm <sup>3</sup> )	1.840			
Peso Unitario seco - $\gamma_d$ (g/cm <sup>3</sup> )	1.586			
Peso específico suelo ( <b>Gs</b> )	<i>gr/cm<sup>3</sup></i>			
Relación de vacíos - e	0.64			
CARGA NECESARIA PARA CONTROLAR LA EXPANSIÓN (kg)	4.5			
Relación de brazo	10			
<b>Esfuerzo necesario para controlar la expansión (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>2.22</b>			

## GRAVEDAD ESPECÍFICA

PESO ESPECIFICO DEL SUELO		
Temp. del ensayo ( <b>Tx</b> )	°C	22.9
W.Pic.+ agua temp Tx ( <b>Wa</b> )	gr.	362.93
W.Pic+Muestra+agua ( <b>Wb</b> )	gr.	389.02
Peso Muestra Seca ( <b>Wo</b> )	gr.	42.33
Peso específico suelo ( <b>Gs</b> )	<i>gr/cm<sup>3</sup></i>	<b>2.61</b>

Peso Unitario Total - $\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	1.90
Peso Unitario Seco - $\gamma_d$ (kN/m <sup>3</sup> )	1.64
Humeda natural - w (%)	15.71
Relación de vacíos - e	0.59



**SPC LTDA**  
 INGENIEROS CONSULTORES  
 LABORATORIO DE INGENIERÍA

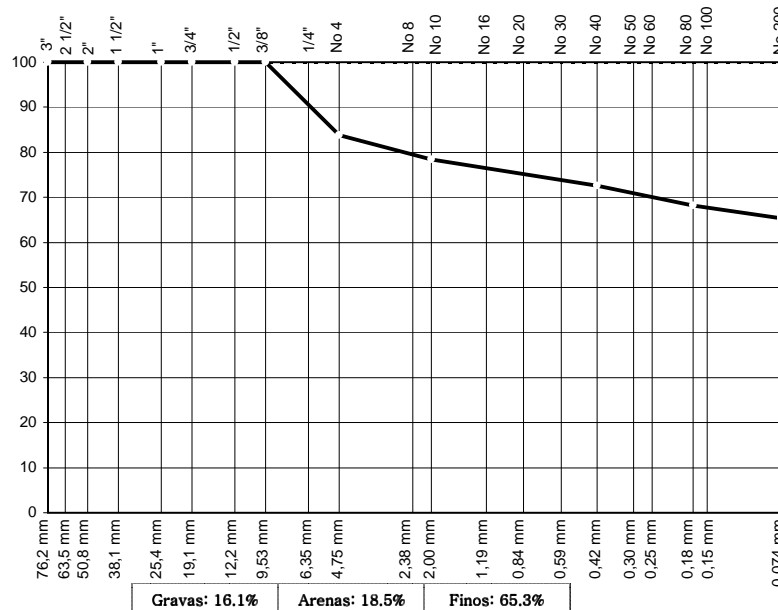
**LÍMITES DE CONSISTENCIA  
 LÍQUIDO Y PLÁSTICO Y ANÁLISIS  
 GRANULOMÉTRICO DE SUELOS**  
 (NORMAS I.N.V. E-125 / E-126/ E-123)

CODIGO FORM.: FE-SU 107  
 VERSIÓN FORM.: 01  
 FECHA FORM.: 02-sep-02

OBRA: **INSTITUCION EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS**  
 UBICACIÓN: MUNICIPIO DE GARAGOA - DEPARTAMENTO DE BOYACÁ  
 CLIENTE: CONSORCIO INFRAESTRUCTURA

FECHA MUESTREO: 27-mar-2014  
 FECHA ENSAYO: 3-abr-2014

MATERIAL: Arcilla de alta plasticidad con trazas de grava, color rojizo con vetas grises y cafés.  
 FUENTE: SONDEO No 1 MUESTRA No: 1 PROFUNDIDAD (m): 0.50 - 1.50



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

TAMIZ No	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
PESO INICIAL (g): 109.0			
3"		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"		0.0	100.0
3/8"		0.0	100.0
No 4	17.6	16.1	83.9
10	5.9	5.4	78.4
40	6.4	5.9	72.6
80	4.8	4.4	68.2
200	3.1	2.8	65.3
Fondo	71.2	65.3	0.0

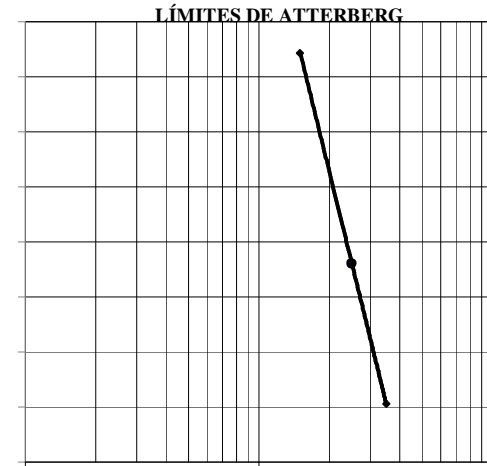
**LIMITES DE ATTERBERG**

**LÍMITE LÍQUIDO**

No GOLPES	25	15	
No DE LATA	1	17	32
P1 (gr)	32.07	31.77	30.84
P2 (gr)	26.66	26.92	25.71
P3 (gr)	17.50	19.05	17.87
% HUMEDAD	59.1	61.6	65.4

**LÍMITE PLÁSTICO**      w. Nral

No DE LATA	20	10	b2
P1 (gr)	15.02	16.82	174.90
P2 (gr)	13.72	15.46	137.30
P3 (gr)	9.50	11.00	28.30
% HUMEDAD	30.8	30.5	34.5



OBSERVACIONES:

Especific.	Resultado
LÍMITE LÍQUIDO:	62
LÍMITE PLÁSTICO:	31
ÍNDICE DE PLASTICIDAD:	31
HUMEDAD NATURAL:	34.5
ÍNDICE DE LIQUEDEZ:	0.1

**CLASIFICACIÓN**

A A S H T O (I.G.): A-7-5 (20)  
 U. S. C. S.: CH

Freddy A. Orozco Geotecnólogo Unicauca	MAXIMILIANO VILLADIEGO E. Ing. Civil M.P. 25202-161943 CND
---	---





**SPC LTDA**  
INGENIEROS CONSULTORES  
LABORATORIO DE INGENIERÍA

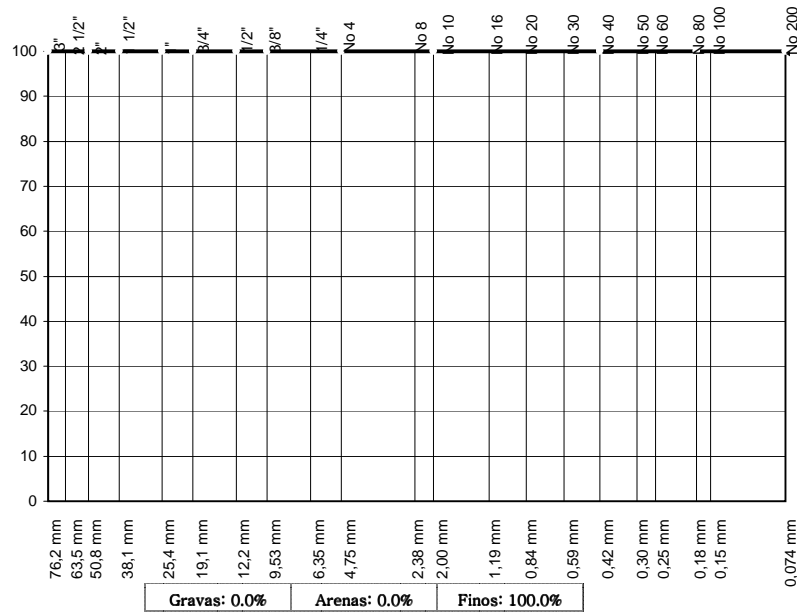
**LÍMITES DE CONSISTENCIA  
LÍQUIDO Y PLÁSTICO Y ANÁLISIS  
GRANULOMÉTRICO DE SUELOS**  
(NORMAS I.N.V. E-125 / E-126/ E-123)

CODIGO FORM.: FE-SU 107  
VERSIÓN FORM.: 01  
FECHA FORM.: 02-sep-02

OBRA: **INSTITUCION EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS**  
UBICACIÓN: MUNICIPIO DE GARAGOA - DEPARTAMENTO DE BOYACÁ  
CLIENTE:

FECHA MUESTREO: 27-mar-2014  
FECHA ENSAYO: 3-abr-2014

MATERIAL: Limo arcilloso de baja plasticidad, color gris oscuro con oxidaciones.  
FUENTE: SONDEO No 1 MUESTRA No: 2 SPT PROFUNDIDAD (m): 1.50 - 2.00



Gravas: 0.0%    Arenas: 0.0%    Finos: 100.0%

OBSERVACIONES:

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

TAMIZ No	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
3"		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"		0.0	100.0
3/8"		0.0	100.0
No 4		0.0	100.0
10		0.0	100.0
40		0.0	100.0
80		0.0	100.0
200		0.0	100.0
Fondo	62.0	100.0	0.0

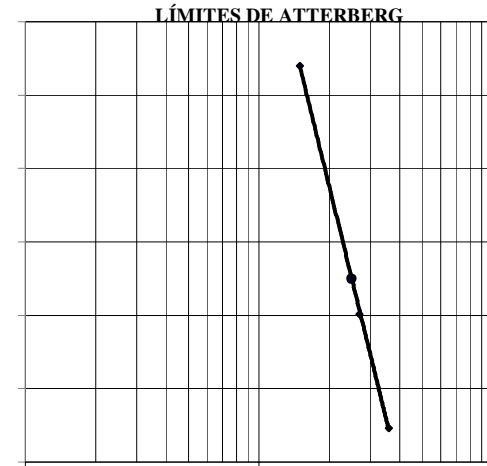
**LÍMITES DE ATTERBERG**

**LÍMITE LÍQUIDO**

No GOLPES	36	27	15
No DE LATA	35	43	4
P1 (gr)	22.56	22.93	34.03
P2 (gr)	17.02	17.16	28.72
P3 (gr)	4.56	4.62	17.97
% HUMEDAD	44.5	46.0	49.4

**LÍMITE PLÁSTICO**      w. Nral

No DE LATA	A	8	6
P1 (gr)	15.35	16.58	114.60
P2 (gr)	13.42	15.12	89.50
P3 (gr)	7.04	10.24	27.50
% HUMEDAD	30.3	29.9	40.5



Especific.	Resultado
LÍMITE LÍQUIDO:	46
LÍMITE PLÁSTICO:	30
ÍNDICE DE PLASTICIDAD:	16
HUMEDAD NATURAL:	40.5
ÍNDICE DE LIQUIDEZ:	0.7

**CLASIFICACIÓN**

A A S H T O (I.G.): A-7-5 (20)  
U. S. C. S.: ML

Freddy A. Orozco Geotecnólogo Unicauca	MAXIMILIANO VILLADIEGO E. Ing. Civil M.P. 25202-161943 CND
---	---



**SPC LTDA**  
INGENIEROS CONSULTORES  
LABORATORIO DE INGENIERÍA

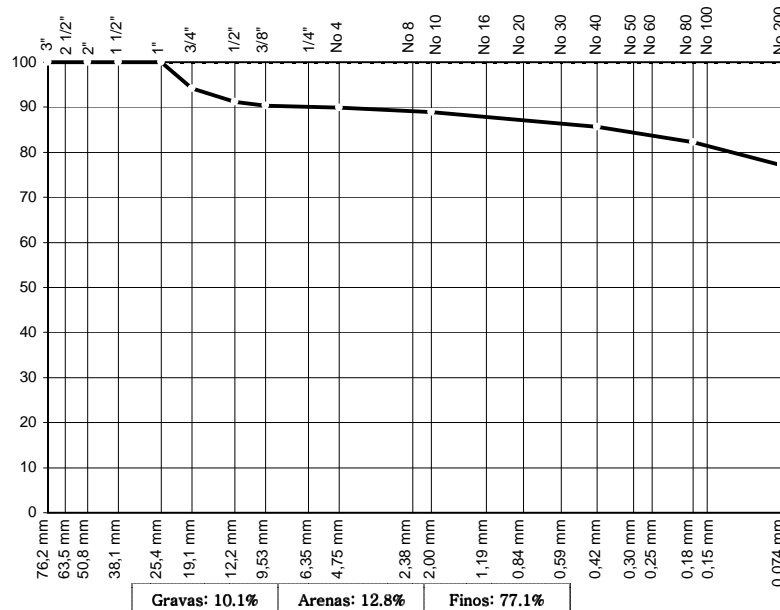
**LÍMITES DE CONSISTENCIA  
LÍQUIDO Y PLÁSTICO Y ANÁLISIS  
GRANULOMÉTRICO DE SUELOS**  
(NORMAS I.N.V. E-125 / E-126/ E-123)

CODIGO FORM.: FE-SU 107  
VERSIÓN FORM.: 01  
FECHA FORM.: 02-sep-02

OBRA: **INSTITUCION EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS**  
UBICACIÓN: MUNICIPIO DE GARAGOA - DEPARTAMENTO DE BOYACÁ  
CLIENTE:

FECHA MUESTREO: 27-mar-2014  
FECHA ENSAYO: 3-abr-2014

MATERIAL: Arcilla limosa de alta plasticidad con trazas de grava, color amarillo con oxidaciones y vetas café.  
FUENTE: SONDEO No 1 MUESTRA No: 3 spt PROFUNDIDAD (m): 2.00 - 3.20



Gravas: 10.1% Arenas: 12.8% Finos: 77.1%

OBSERVACIONES:

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
3"		0.0	100.0
2"		0.0	100.0
1 1/2"		0.0	100.0
1"		0.0	100.0
3/4"	8.4	5.8	94.2
1/2"	4.3	3.0	91.2
3/8"	1.1	0.8	90.4
No 4	0.7	0.5	89.9
10	1.4	1.0	88.9
40	4.8	3.3	85.6
80	4.9	3.4	82.2
200	7.3	5.1	77.1
Fondo	110.9	77.1	0.0

Especific.	Resultado
LÍMITE LÍQUIDO:	69
LÍMITE PLÁSTICO:	32
ÍNDICE DE PLASTICIDAD:	37
HUMEDAD NATURAL:	34.3
ÍNDICE DE LIQUIDEZ:	0.1

LÍMITE LÍQUIDO: 69  
LÍMITE PLÁSTICO: 32  
ÍNDICE DE PLASTICIDAD: 37  
HUMEDAD NATURAL: 34.3  
ÍNDICE DE LIQUIDEZ: 0.1

**CLASIFICACIÓN**

A A S H T O (I.G.): A-7-5 (31)  
U. S. C. S.: CH

**LÍMITES DE ATTERBERG**

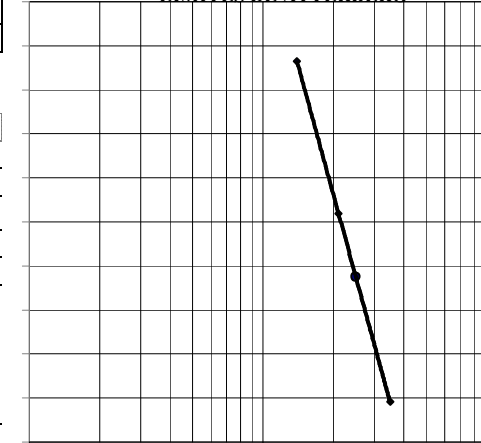
**LÍMITE LÍQUIDO**

No GOLPES	35	21	14
No DE LATA	1	23	9
P1 (gr)	24.02	30.01	23.06
P2 (gr)	16.34	25.02	15.12
P3 (gr)	4.69	17.91	4.34
% HUMEDAD	65.9	70.2	73.7

**LÍMITE PLÁSTICO**

No DE LATA	10	28	0
P1 (gr)	23.53	15.84	218.80
P2 (gr)	21.98	14.44	169.50
P3 (gr)	17.14	10.09	25.70
% HUMEDAD	32.0	32.2	34.3

**LÍMITES DE ATTERBERG**



Freddy A. Orozco Geotecnólogo Unicauca	MAXIMILIANO VILLADIEGO E. Ing. Civil M.P. 25202-161943 CND
---	---



**SPC LTDA**  
INGENIEROS CONSULTORES  
LABORATORIO DE INGENIERÍA

**LÍMITES DE CONSISTENCIA  
LÍQUIDO Y PLÁSTICO Y ANÁLISIS  
GRANULOMÉTRICO DE SUELOS**  
(NORMAS I.N.V. E-125 / E-126/ E-123)

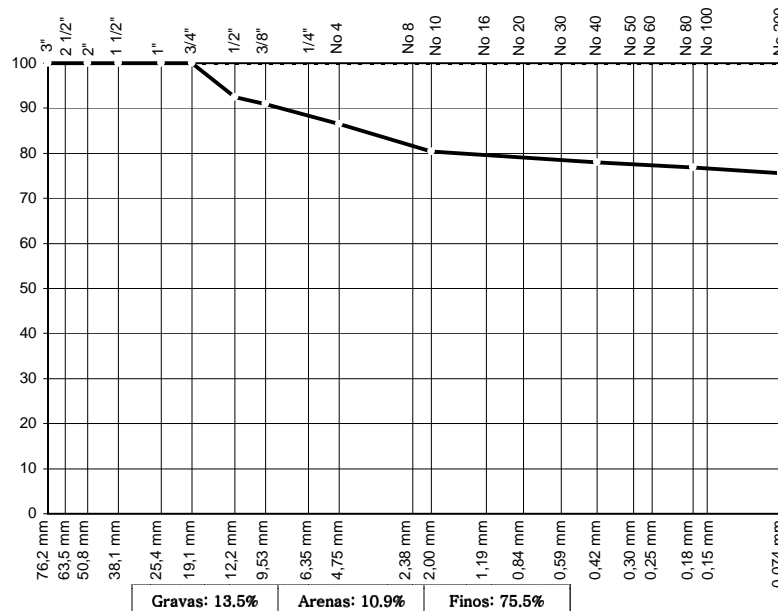
CODIGO FORM.: FE-SU 107  
VERSIÓN FORM.: 01  
FECHA FORM.: 02-sep-02

OBRA: **INSTITUCION EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS**  
UBICACIÓN: MUNICIPIO DE GARAGOA - DEPARTAMENTO DE BOYACÁ  
CLIENTE:

FECHA MUESTREO: 27-mar-2014  
FECHA ENSAYO: 3-abr-2014

MATERIAL: Arcilla limosa de alta plasticidad con trazas de grava, color amarillo con vetas grises y oxidaciones.

FUENTE: SONDEO No 1 MUESTRA No: 4spt PROFUNDIDAD (m): 3.20 - 5.00



Gravas: 13.5%    Arenas: 10.9%    Finos: 75.5%

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

PESO INICIAL (g):		68.7	
TAMIZ No	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
3"		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"	5.2	7.6	92.4
3/8"	1.0	1.5	91.0
No 4	3.1	4.5	86.5
10	4.2	6.1	80.3
40	1.6	2.3	78.0
80	0.8	1.2	76.9
200	0.9	1.3	75.5
Fondo	51.9	75.5	0.0

**LIMITES DE ATTERBERG**

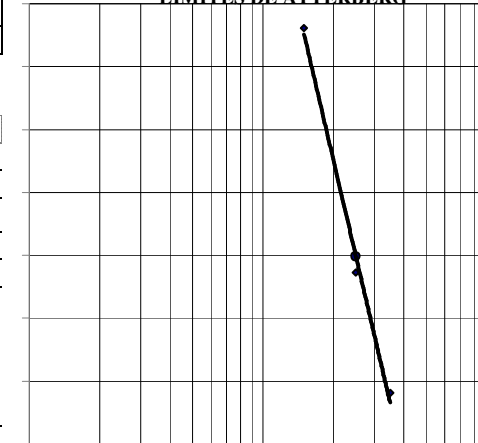
**LÍMITE LÍQUIDO**

No GOLPES	25	15	
No DE LATA	23	32	10
P1 (gr)	20.90	31.54	16.71
P2 (gr)	15.29	26.81	12.47
P3 (gr)	4.25	17.84	4.98
% HUMEDAD	50.8	52.7	56.6

**LÍMITE PLÁSTICO**

w. Nral			
No DE LATA	37	12	12
P1 (gr)	16.33	20.10	115.00
P2 (gr)	15.16	18.76	95.10
P3 (gr)	10.45	13.34	26.40
% HUMEDAD	24.8	24.7	29.0

**LÍMITES DE ATTERBERG**



OBSERVACIONES:

Especific.	Resultado
LÍMITE LÍQUIDO:	53
LÍMITE PLÁSTICO:	25
ÍNDICE DE PLASTICIDAD:	28
HUMEDAD NATURAL:	29.0
ÍNDICE DE LIQUIDEZ:	0.1

**CLASIFICACIÓN**

A A S H T O (I.G.): A-7-6 (22)  
U. S. C. S.: CH

Freddy A. Orozco Geotecnólogo Unicauca	MAXIMILIANO VILLADIEGO E. Ing. Civil M.P. 25202-161943 CND
---	---



**SPC LTDA**  
INGENIEROS CONSULTORES  
LABORATORIO DE INGENIERÍA

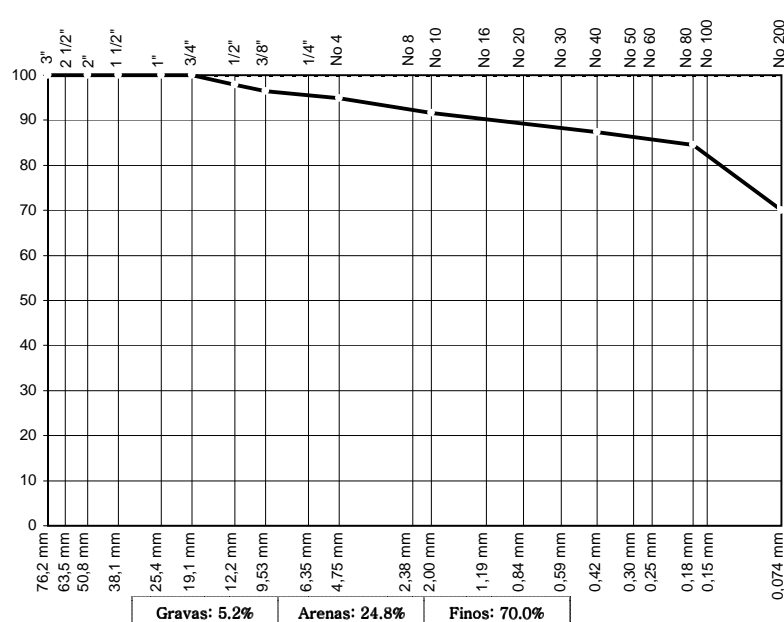
**LÍMITES DE CONSISTENCIA  
LÍQUIDO Y PLÁSTICO Y ANÁLISIS  
GRANULOMÉTRICO DE SUELOS**  
(NORMAS I.N.V. E-125 / E-126/ E-123)

CODIGO FORM.: FE-SU 107  
VERSIÓN FORM.: 01  
FECHA FORM.: 02-sep-02

OBRA: **INSTITUCION EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS**  
UBICACIÓN: MUNICIPIO DE GARAGOA - DEPARTAMENTO DE BOYACÁ  
CLIENTE:

FECHA MUESTREO: 27-mar-2014  
FECHA ENSAYO: 8-abr-2014

MATERIAL: Arcilla limosa de alta plasticidad con trazas de grava, color amarillo con vetas grises.  
FUENTE: SONDEO No 1 MUESTRA No: 5 PROFUNDIDAD (m): 5.00 - 6.00



Gravas: 5.2%    Arenas: 24.8%    Finos: 70.0%

OBSERVACIONES:

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
No			
3"		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"	0.9	2.1	97.9
3/8"	0.6	1.4	96.5
No 4	0.7	1.6	94.8
10	1.4	3.3	91.6
40	1.8	4.2	87.4
80	1.2	2.8	84.5
200	6.2	14.5	70.0
Fondo	29.9	70.0	0.0

**LÍMITES DE ATTERBERG**

**LÍMITE LÍQUIDO**

No GOLPES	25	15	
No DE LATA	10	12	53
P1 (gr)	27.25	22.34	27.32
P2 (gr)	19.66	19.22	20.53
P3 (gr)	4.78	13.33	8.20
% HUMEDAD	51.0	53.0	55.1

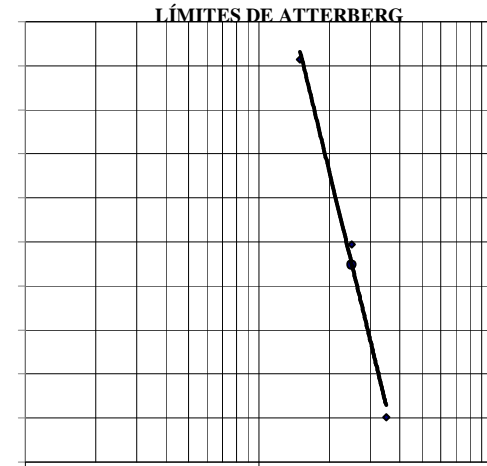
**LÍMITE PLÁSTICO**      w. Nral

No DE LATA	9	13	t
P1 (gr)	14.86	17.03	121.30
P2 (gr)	13.82	15.78	88.10
P3 (gr)	9.26	10.30	25.20
% HUMEDAD	22.8	22.8	52.8

Especific.	Resultado
LÍMITE LÍQUIDO:	53
LÍMITE PLÁSTICO:	23
ÍNDICE DE PLASTICIDAD:	30
HUMEDAD NATURAL:	52.8
ÍNDICE DE LIQUIDEZ:	1.0

**CLASIFICACIÓN**

A A S H T O (I.G.): A-7-6 (20)  
U. S. C. S.: CH



Freddy A. Orozco Geotecnólogo Unicauca	MAXIMILIANO VILLADIEGO E. Ing. Civil M.P. 25202-161943 CND
---	---



**SPC LTDA**  
INGENIEROS CONSULTORES  
LABORATORIO DE INGENIERÍA

**LÍMITES DE CONSISTENCIA  
LÍQUIDO Y PLÁSTICO Y ANÁLISIS  
GRANULOMÉTRICO DE SUELOS**  
(NORMAS I.N.V. E-125 / E-126/ E-123)

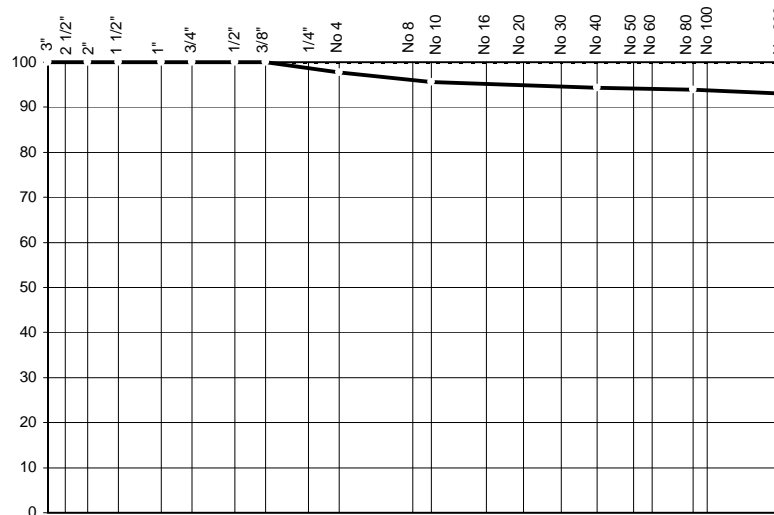
CODIGO FORM.: FE-SU 107  
VERSIÓN FORM.: 01  
FECHA FORM.: 02-sep-02

OBRA: **INSTITUCION EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS**  
UBICACIÓN: MUNICIPIO DE GARAGOA - DEPARTAMENTO DE BOYACÁ  
CLIENTE:

FECHA MUESTREO: 27-mar-2014  
FECHA ENSAYO: 3-abr-2014

MATERIAL: Arcilla limosa de alta plasticidad con trazas de gravas y arenas, color amarillo con vetas rojizas y cafés.

FUENTE: SONDEO No 3 MUESTRA No: 1spt PROFUNDIDAD (m): 0.70 - 2.70



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
PESO INICIAL (g): 61.7			
No			
3"		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"		0.0	100.0
3/8"		0.0	100.0
No 4	1.4	2.3	97.7
10	1.3	2.1	95.6
40	0.8	1.3	94.3
80	0.3	0.5	93.8
200	0.5	0.8	93.0
Fondo	57.4	93.0	0.0

**LÍMITES DE ATTERBERG**

LÍMITE LÍQUIDO			
No GOLPES	32	22	15
No DE LATA	1	24	12
P1 (gr)	31.43	32.89	32.12
P2 (gr)	26.21	27.48	25.99
P3 (gr)	17.59	18.93	16.74
% HUMEDAD	60.6	63.3	66.3
LÍMITE PLÁSTICO			
		w. Nral	
No DE LATA	22	33	b
P1 (gr)	15.05	14.47	110.80
P2 (gr)	13.90	13.44	86.30
P3 (gr)	9.88	9.83	24.60
% HUMEDAD	28.6	28.5	39.7

Gravas: 2.3% Arenas: 4.7% Finos: 93.0%

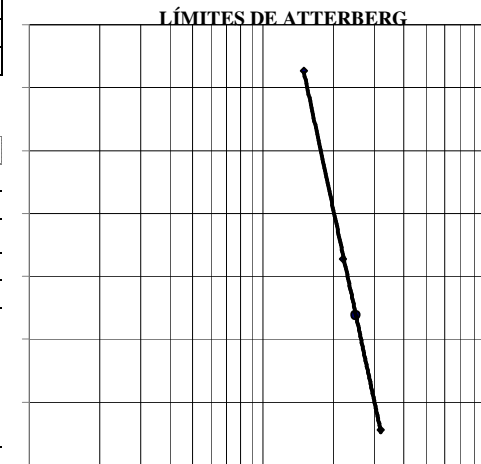
OBSERVACIONES:

Especific.	Resultado
------------	-----------

LÍMITE LÍQUIDO: 62  
LÍMITE PLÁSTICO: 29  
ÍNDICE DE PLASTICIDAD: 33  
HUMEDAD NATURAL: 39.7  
ÍNDICE DE LIQUIDEZ: 0.3

**CLASIFICACIÓN**

A A S H T O (I.G.): **A-7-6 (36)**  
U. S. C. S.: **CH**



Freddy A. Orozco Geotecnólogo Unicauca	MAXIMILIANO VILLADIEGO E. Ing. Civil M.P. 25202-161943 CND
---	---



**SPC LTDA**  
INGENIEROS CONSULTORES  
LABORATORIO DE INGENIERÍA

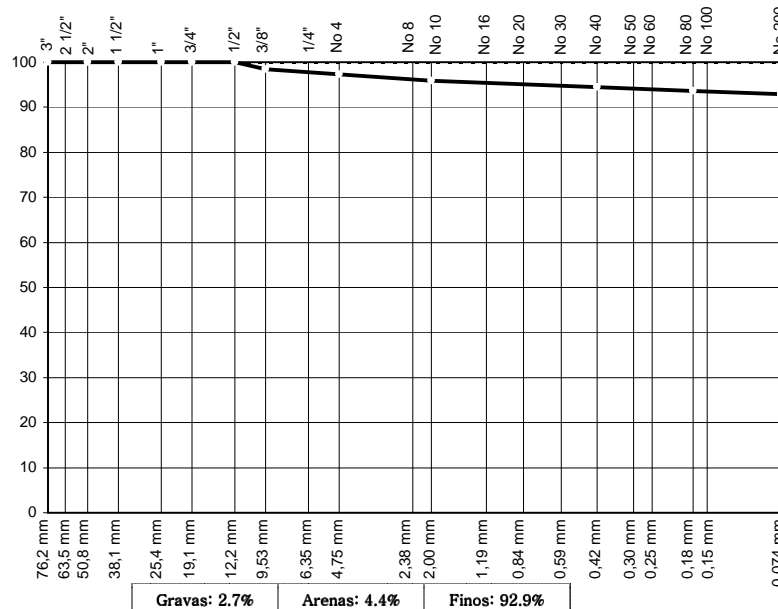
**LÍMITES DE CONSISTENCIA  
LÍQUIDO Y PLÁSTICO Y ANÁLISIS  
GRANULOMÉTRICO DE SUELOS**  
(NORMAS I.N.V. E-125 / E-126/ E-123)

CODIGO FORM.: FE-SU 107  
VERSIÓN FORM.: 01  
FECHA FORM.: 02-sep-02

OBRA: **INSTITUCION EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS**  
UBICACIÓN: MUNICIPIO DE GARAGOA - DEPARTAMENTO DE BOYACÁ  
CLIENTE:

FECHA MUESTREO: 27-mar-2014  
FECHA ENSAYO: 3-abr-2014

MATERIAL: Arcilla limosa de alta plasticidad con trazas de arenas y gravas, color gris oscuro.  
FUENTE: SONDEO No 3 MUESTRA No: 2spt PROFUNDIDAD (m): 2.80 - 3.50



Gravas: 2.7% Arenas: 4.4% Finos: 92.9%

OBSERVACIONES:

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

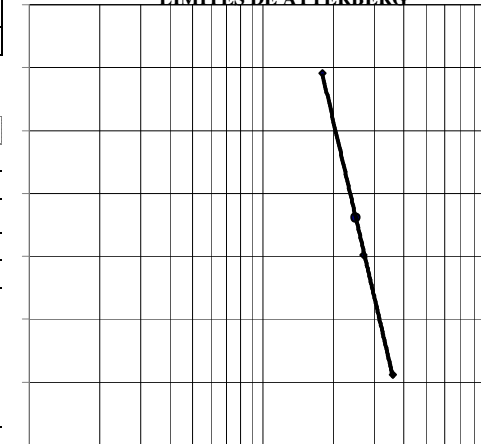
TAMIZ No	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
3"		0.0	100.0
2"		0.0	100.0
1 1/2"		0.0	100.0
1"		0.0	100.0
3/4"		0.0	100.0
1/2"		0.0	100.0
3/8"	1.9	1.6	98.4
No 4	1.3	1.1	97.3
10	1.6	1.4	95.9
40	1.8	1.5	94.4
80	0.9	0.8	93.6
200	0.9	0.8	92.9
Fondo	109.4	92.9	0.0

**LIMITES DE ATTERBERG**

LÍMITE LÍQUIDO				
No GOLPES	36	27	18	
No DE LATA	51	14	50	
P1 (gr)	22.95	25.96	23.81	
P2 (gr)	16.51	18.29	16.70	
P3 (gr)	4.61	4.60	4.63	
% HUMEDAD	54.1	56.0	58.9	

LÍMITE PLÁSTICO w. Nral				
No DE LATA	12	20		f1
P1 (gr)	17.63	16.23		193.90
P2 (gr)	16.14	15.00		145.00
P3 (gr)	10.52	10.30		27.20
% HUMEDAD	26.5	26.2		41.5

**LÍMITES DE ATTERBERG**



Especific.	Resultado
LÍMITE LÍQUIDO:	57
LÍMITE PLÁSTICO:	26
ÍNDICE DE PLASTICIDAD:	31
HUMEDAD NATURAL:	41.5
ÍNDICE DE LIQUIDEZ:	0.5

**CLASIFICACIÓN**

A A S H T O (I.G.): A-7-6 (33)  
U. S. C. S.: CH

Freddy A. Orozco Geotecnólogo Unicauca	MAXIMILIANO VILLADIEGO E. Ing. Civil M.P. 25202-161943 CND
---	---





**SPC LTDA**  
INGENIEROS CONSULTORES  
LABORATORIO DE INGENIERÍA

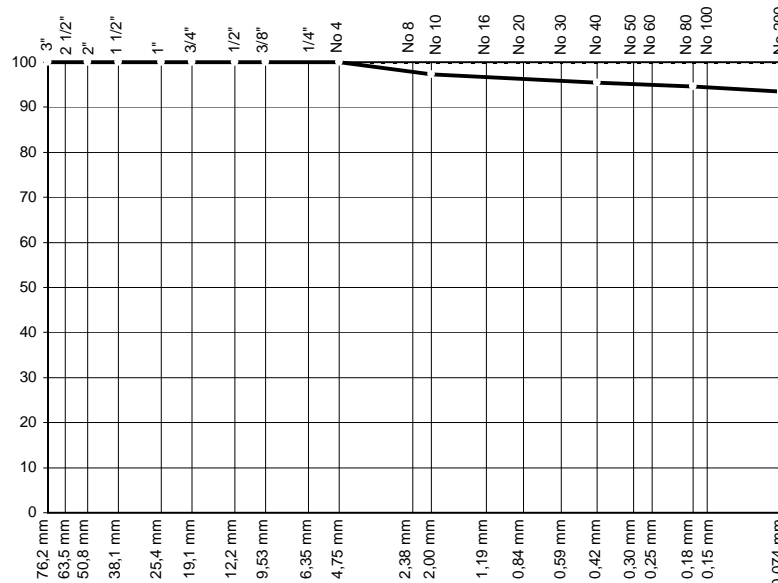
**LÍMITES DE CONSISTENCIA  
LÍQUIDO Y PLÁSTICO Y ANÁLISIS  
GRANULOMÉTRICO DE SUELOS**  
(NORMAS I.N.V. E-125 / E-126/ E-123)

CODIGO FORM.: FE-SU 107  
VERSIÓN FORM.: 01  
FECHA FORM.: 02-sep-02

OBRA: **INSTITUCION EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS**  
UBICACIÓN: MUNICIPIO DE GARAGOA - DEPARTAMENTO DE BOYACÁ  
CLIENTE:

FECHA MUESTREO: 27-mar-2014  
FECHA ENSAYO: 4-abr-2014

MATERIAL: Arcilla limosa de alta plasticidad con trazas de arena, color gris oscuro con raíces finas.  
FUENTE: SONDEO No 3 MUESTRA No: 3spt PROFUNDIDAD (m): 3,50 - 4.20



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
PESO INICIAL (g): 52.0			
No			
3"		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"		0.0	100.0
3/8"		0.0	100.0
No 4		0.0	100.0
10	1.4	2.7	97.3
40	1.0	1.9	95.4
80	0.4	0.8	94.6
200	0.6	1.2	93.5
Fondo	48.6	93.5	0.0

Gravas: 0.0% Arenas: 6.5% Finos: 93.5%

OBSERVACIONES:

Especific.	Resultado
LÍMITE LÍQUIDO:	83
LÍMITE PLÁSTICO:	35
ÍNDICE DE PLASTICIDAD:	48
HUMEDAD NATURAL:	42.1
ÍNDICE DE LIQUIDEZ:	0.1

**CLASIFICACIÓN**

A A S H T O (I.G.): A-7-5 (54)  
U. S. C. S.: CH

**LIMITES DE ATTERBERG**

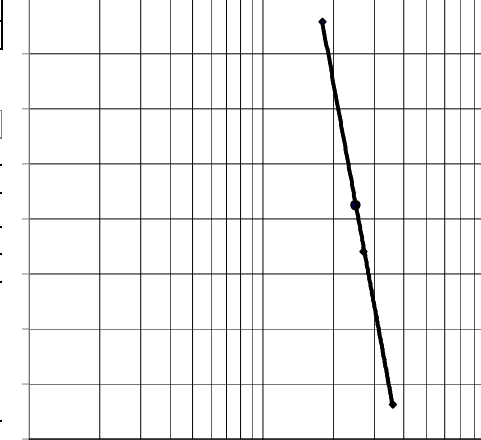
**LÍMITE LÍQUIDO**

No GOLPES	36	27	18
No DE LATA	51	14	50
P1 (gr)	22.95	25.96	23.81
P2 (gr)	14.82	16.31	14.91
P3 (gr)	4.61	4.60	4.63
% HUMEDAD	79.6	82.4	86.6

**LÍMITE PLÁSTICO**

No DE LATA	1	18	z2
P1 (gr)	15.06	14.98	102.80
P2 (gr)	13.97	13.68	80.90
P3 (gr)	10.87	10.01	28.90
% HUMEDAD	35.2	35.4	42.1

**LÍMITES DE ATTERBERG**



Freddy A. Orozco  
Geotecnólogo Unicauca

MAXIMILIANO VILLADIEGO E.  
Ing. Civil M.P. 25202-161943 CND



**SPC LTDA**  
INGENIEROS CONSULTORES  
LABORATORIO DE INGENIERÍA

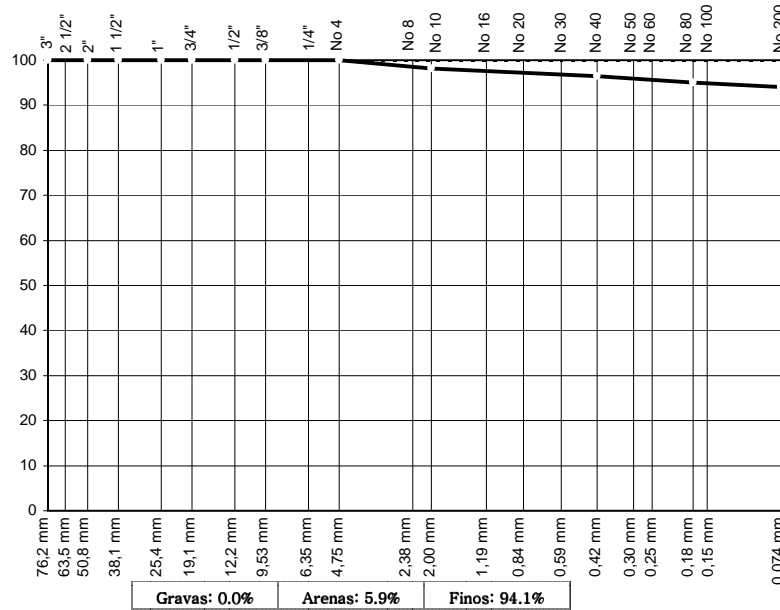
**LÍMITES DE CONSISTENCIA  
LÍQUIDO Y PLÁSTICO Y ANÁLISIS  
GRANULOMÉTRICO DE SUELOS**  
(NORMAS I.N.V. E-125 / E-126/ E-123)

CODIGO FORM.: FE-SU 107  
VERSIÓN FORM.: 01  
FECHA FORM.: 02-sep-02

OBRA: **INSTITUCION EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS**  
UBICACIÓN: MUNICIPIO DE GARAGOA - DEPARTAMENTO DE BOYACÁ  
CLIENTE: ..

FECHA MUESTREO: 27-mar-2014  
FECHA ENSAYO: 3-abr-2014

MATERIAL: Arcilla limosa de alta plasticidad con trazas de arenas, color amarillo verdoso con oxidaciones.  
FUENTE: SONDEO No 3 MUESTRA No: 4 PROFUNDIDAD (m): 4.20 - 5.70



Gravas: 0.0% Arenas: 5.9% Finos: 94.1%

OBSERVACIONES:

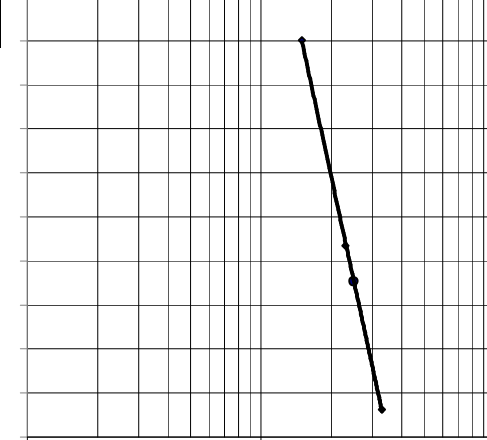
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
3"		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"		0.0	100.0
3/8"		0.0	100.0
No 4		0.0	100.0
10	1.3	1.9	98.1
40	1.2	1.7	96.4
80	1.0	1.4	95.0
200	0.6	0.9	94.1
Fondo	65.4	94.1	0.0

**LIMITES DE ATTERBERG**

LÍMITE LÍQUIDO				
No GOLPES	33	23	15	
No DE LATA	24	40	38	
P1 (gr)	30.60	29.58	29.42	
P2 (gr)	25.32	24.65	24.26	
P3 (gr)	18.93	18.94	18.59	
% HUMEDAD	82.6	86.3	91.0	
LÍMITE PLÁSTICO w. Nral				
No DE LATA	8	11		9
P1 (gr)	14.90	14.08		126.50
P2 (gr)	13.68	12.94		95.50
P3 (gr)	10.24	9.71		26.00
% HUMEDAD	35.5	35.3		44.6

**LÍMITES DE ATTERBERG**



Especific.	Resultado
LÍMITE LÍQUIDO:	86
LÍMITE PLÁSTICO:	35
ÍNDICE DE PLASTICIDAD:	51
HUMEDAD NATURAL:	44.6
ÍNDICE DE LIQUIDEZ:	0.2

**CLASIFICACIÓN**

A A S H T O (I.G.): A-7-5 (58)  
U. S. C. S.: CH

Freddy A. Orozco Geotecnólogo Unicauca	MAXIMILIANO VILLADIEGO E. Ing. Civil M.P. 25202-161943 CND
---	---



**SPC LTDA**  
 INGENIEROS CONSULTORES  
 LABORATORIO DE INGENIERÍA

**LÍMITES DE CONSISTENCIA  
 LÍQUIDO Y PLÁSTICO Y ANÁLISIS  
 GRANULOMÉTRICO DE SUELOS**  
 (NORMAS I.N.V. E-125 / E-126/ E-123)

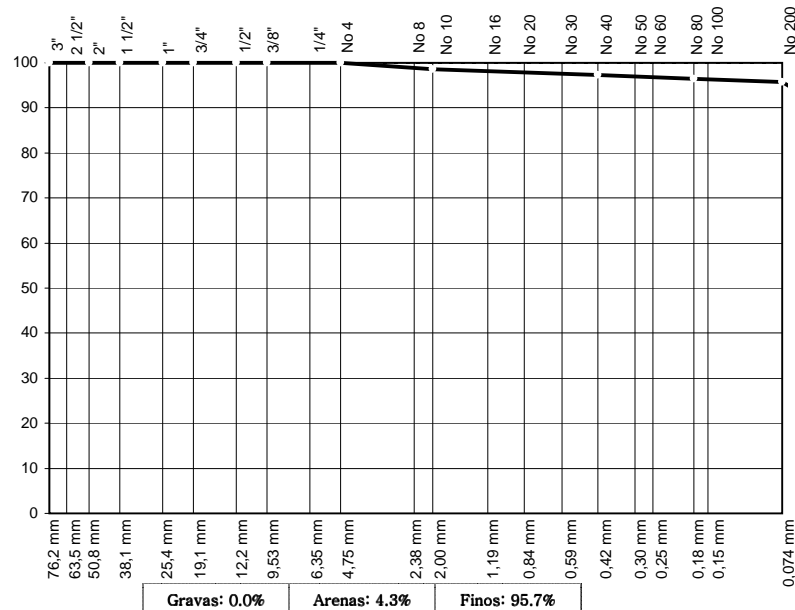
CODIGO FORM.: FE-SU 107  
 VERSIÓN FORM.: 01  
 FECHA FORM.: 02-sep-02

OBRA: **INSTITUCION EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS**  
 UBICACIÓN: MUNICIPIO DE GARAGOA - DEPARTAMENTO DE BOYACÁ  
 CLIENTE:

FECHA MUESTREO: 27-mar-2014  
 FECHA ENSAYO: 3-abr-2014

MATERIAL: Limo arcilloso de alta plasticidad con trazas de arenas, color café oscuro con vetas de oxidación y raíces.

FUENTE: SONDEO No 5 MUESTRA No: 1 spt PROFUNDIDAD (m): 0.80 - 2.10



Gravas: 0.0%    Arenas: 4.3%    Finos: 95.7%

OBSERVACIONES:

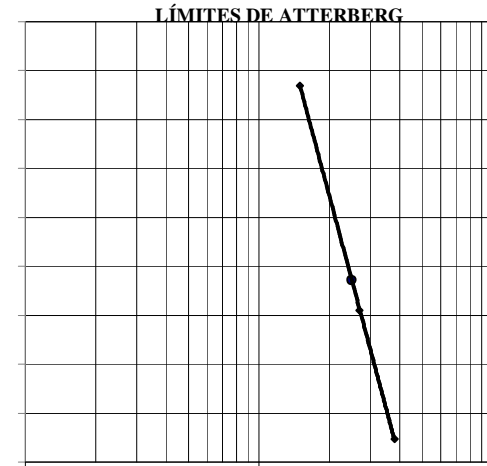
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

TAMIZ No	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
PESO INICIAL (g): 86.8			
3"		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"		0.0	100.0
3/8"		0.0	100.0
No 4		0.0	100.0
10	1.2	1.4	98.6
40	1.1	1.3	97.4
80	0.8	0.9	96.4
200	0.6	0.7	95.7
Fondo	83.1	95.7	0.0

**LIMITES DE ATTERBERG**

LÍMITE LÍQUIDO				
No GOLPES	38	27	15	
No DE LATA	27	5	2	
P1 (gr)	22.72	24.10	24.11	
P2 (gr)	21.16	16.42	16.15	
P3 (gr)	18.58	4.25	4.39	
% HUMEDAD	60.5	63.1	67.7	
LÍMITE PLÁSTICO w. Nral				
No DE LATA	9	32		3b
P1 (gr)	14.62	15.10		138.90
P2 (gr)	13.33	13.95		110.90
P3 (gr)	9.26	10.32		24.10
% HUMEDAD	31.7	31.7		32.3

Especific.	Resultado
LÍMITE LÍQUIDO:	64
LÍMITE PLÁSTICO:	32
ÍNDICE DE PLASTICIDAD:	32
HUMEDAD NATURAL:	32.3
ÍNDICE DE LIQUIDEZ:	0.0



**CLASIFICACIÓN**

A A S H T O (I.G.): A-7-5 (37)  
 U. S. C. S.: MH

Freddy A. Orozco Geotecnólogo Unicauca	MAXIMILIANO VILLADIEGO E. Ing. Civil M.P. 25202-161943 CND
---	---



**SPC LTDA**  
INGENIEROS CONSULTORES  
LABORATORIO DE INGENIERÍA

**LÍMITES DE CONSISTENCIA  
LÍQUIDO Y PLÁSTICO Y ANÁLISIS  
GRANULOMÉTRICO DE SUELOS**  
(NORMAS I.N.V. E-125 / E-126/ E-123)

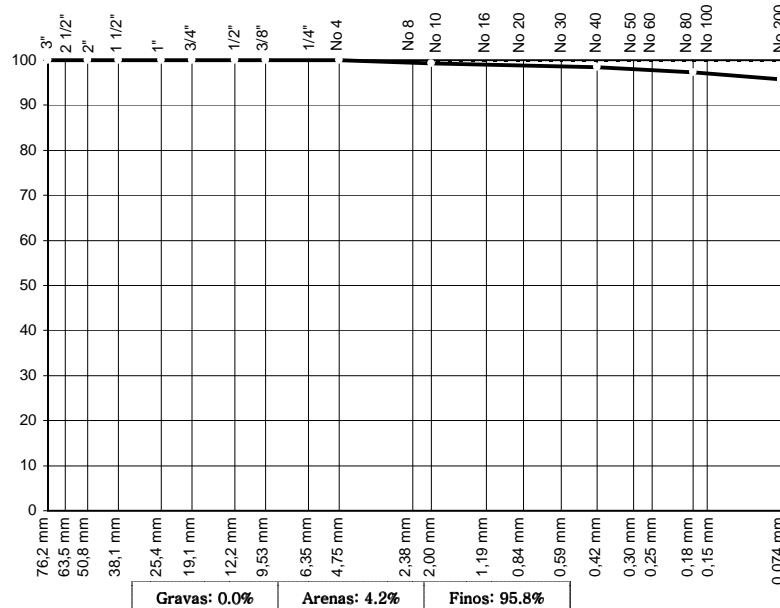
CODIGO FORM.: FE-SU 107  
VERSIÓN FORM.: 01  
FECHA FORM.: 02-sep-02

OBRA: **INSTITUCION EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS**  
UBICACIÓN: MUNICIPIO DE GARAGOA - DEPARTAMENTO DE BOYACÁ  
CLIENTE:

FECHA MUESTREO: 27-mar-2014  
FECHA ENSAYO: 3-abr-2014

MATERIAL: Arcilla limosa de alta plasticidad con trazas de arenas, color amarillo con vetas grises y oxidaciones.

FUENTE: SONDEO No 5 MUESTRA No: 2 SPT PROFUNDIDAD (m): 2.10 - 3.20



Gravas: 0.0% Arenas: 4.2% Finos: 95.8%

OBSERVACIONES:

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
3"		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"		0.0	100.0
3/8"		0.0	100.0
No 4		0.0	100.0
10	0.7	0.7	99.3
40	0.9	0.8	98.5
80	1.3	1.2	97.3
200	1.6	1.5	95.8
Fondo	102.3	95.8	0.0

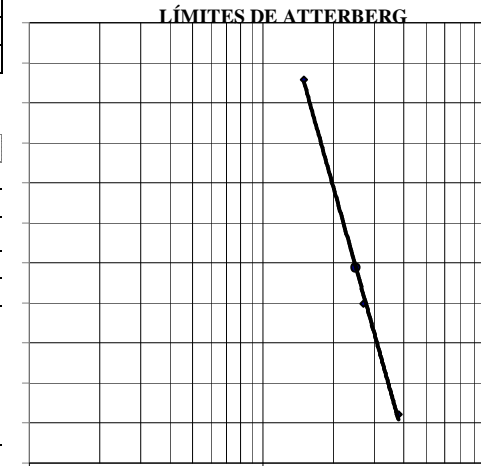
**LIMITES DE ATTERBERG**

LÍMITE LÍQUIDO				
No GOLFES	38	27	15	
No DE LATA	27	5	2	
P1 (gr)	22.72	24.10	24.11	
P2 (gr)	20.97	15.53	15.25	
P3 (gr)	18.58	4.25	4.39	
% HUMEDAD	73.2	76.0	81.6	
LÍMITE PLÁSTICO w. Nral				
No DE LATA	24	25		Do
P1 (gr)	15.79	16.20		153.50
P2 (gr)	14.26	14.59		117.80
P3 (gr)	9.91	10.02		11.00
% HUMEDAD	35.2	35.2		33.4

Especific.	Resultado
LÍMITE LÍQUIDO:	77
LÍMITE PLÁSTICO:	35
ÍNDICE DE PLASTICIDAD:	42
HUMEDAD NATURAL:	33.4
ÍNDICE DE LIQUIDEZ:	0.0

**CLASIFICACIÓN**

A A S H T O (I.G.): A-7-5 (49)  
U. S. C. S.: CH



Freddy A. Orozco Geotecnólogo Unicauca	MAXIMILIANO VILLADIEGO E. Ing. Civil M.P. 25202-161943 CND
---	---



**SPC LTDA**  
INGENIEROS CONSULTORES  
LABORATORIO DE INGENIERÍA

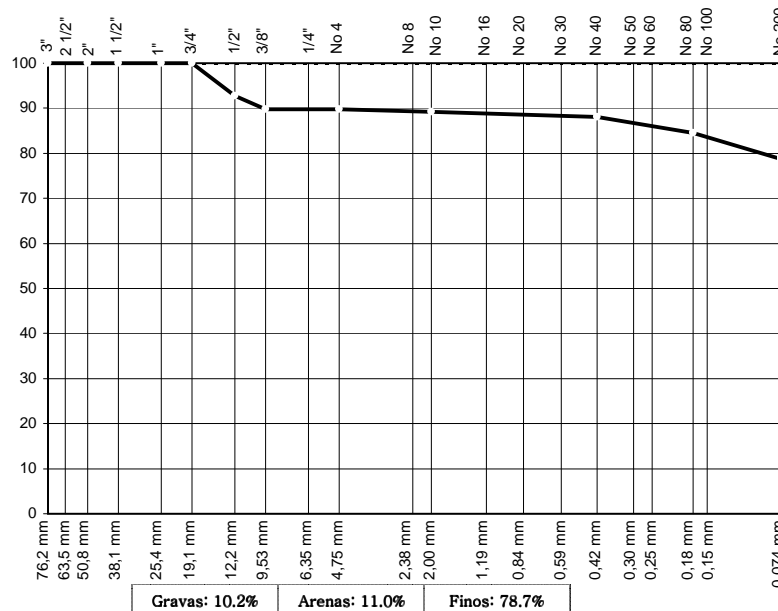
**LÍMITES DE CONSISTENCIA  
LÍQUIDO Y PLÁSTICO Y ANÁLISIS  
GRANULOMÉTRICO DE SUELOS**  
(NORMAS I.N.V. E-125 / E-126/ E-123)

CODIGO FORM.: FE-SU 107  
VERSIÓN FORM.: 01  
FECHA FORM.: 02-sep-02

OBRA: **INSTITUCION EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS**  
UBICACIÓN: MUNICIPIO DE GARAGOA - DEPARTAMENTO DE BOYACÁ  
CLIENTE:

FECHA MUESTREO: 27-mar-2014  
FECHA ENSAYO: 3-abr-2014

MATERIAL: Arcilla limosa de alta plasticidad con trazas de grava y arena, color café oscuro con vetas de oxidaciones y raíces finas.  
FUENTE: SONDEO No 7 MUESTRA No: 1 spt PROFUNDIDAD (m): 0.60- 210



Gravas: 10.2% Arenas: 11.0% Finos: 78.7%

OBSERVACIONES:

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
No			
3"		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"	8.2	7.2	92.8
3/8"	3.5	3.1	89.8
No 4	0.0	0.0	89.8
10	0.6	0.5	89.2
40	1.3	1.1	88.1
80	4.1	3.6	84.5
200	6.6	5.8	78.7
Fondo	90.0	78.7	0.0

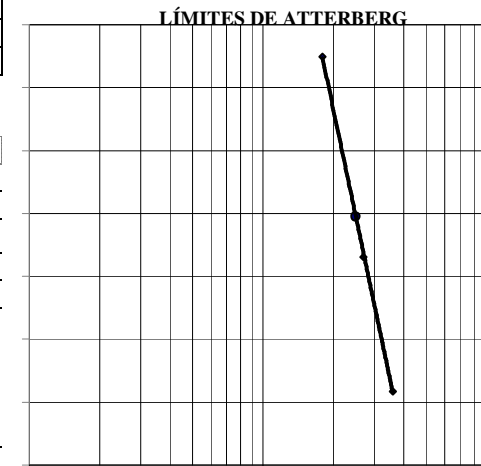
**LÍMITES DE ATTERBERG**

LÍMITE LÍQUIDO				
No GOLPES	36	27	18	
No DE LATA	51	14	50	
P1 (gr)	22.95	25.96	23.81	
P2 (gr)	16.06	17.76	16.22	
P3 (gr)	4.61	4.60	4.63	
% HUMEDAD	60.2	62.3	65.5	
LÍMITE PLÁSTICO w. Nral				
No DE LATA	18	30		3
P1 (gr)	18.79	16.54		174.70
P2 (gr)	16.79	15.08		142.70
P3 (gr)	10.01	10.10		28.40
% HUMEDAD	29.5	29.3		28.0

Especific.	Resultado
LÍMITE LÍQUIDO:	63
LÍMITE PLÁSTICO:	29
ÍNDICE DE PLASTICIDAD:	34
HUMEDAD NATURAL:	28.0
ÍNDICE DE LIQUIDEZ:	0.0

**CLASIFICACIÓN**

A A S H T O (I.G.): A-7-6 (29)  
U. S. C. S.: CH



Freddy A. Orozco Geotecnólogo Unicauca	MAXIMILIANO VILLADIEGO E. Ing. Civil M.P. 25202-161943 CND
---	---



**SPC LTDA**  
INGENIEROS CONSULTORES  
LABORATORIO DE INGENIERÍA

**LÍMITES DE CONSISTENCIA  
LÍQUIDO Y PLÁSTICO Y ANÁLISIS  
GRANULOMÉTRICO DE SUELOS**  
(NORMAS I.N.V. E-125 / E-126/ E-123)

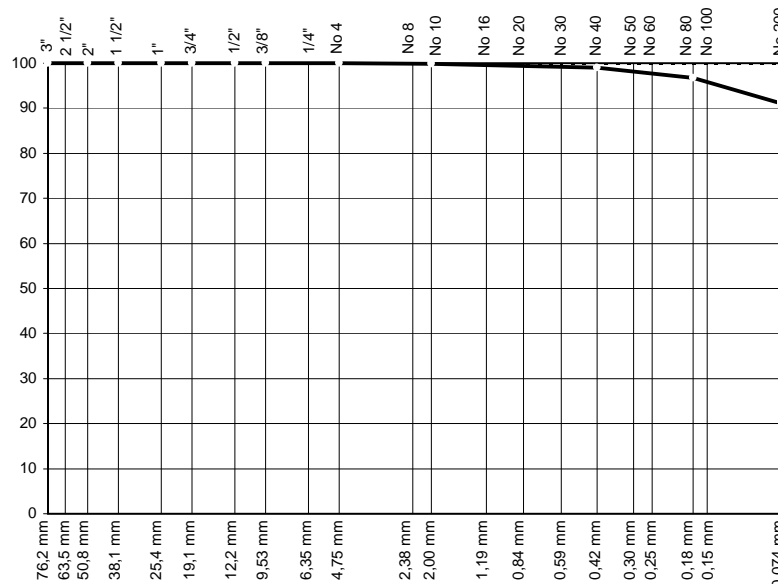
CODIGO FORM.: FE-SU 107  
VERSIÓN FORM.: 01  
FECHA FORM.: 02-sep-02

OBRA: **INSTITUCION EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS**  
UBICACIÓN: MUNICIPIO DE GARAGOA - DEPARTAMENTO DE BOYACÁ  
CLIENTE:

FECHA MUESTREO: 27-mar-2014  
FECHA ENSAYO: 3-abr-2014

MATERIAL: Arcilla limosa de alta plasticidad con trazas de arena, color amarillo con vetas grises y oxidaciones.

FUENTE: SONDEO No 7 MUESTRA No: 2 PROFUNDIDAD (m): 2.10 - 3.10



Gravas: 0.0%    Arenas: 8.9%    Finos: 91.1%

OBSERVACIONES:

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

TAMIZ	PESO RETENIDO (%)	% PASA
3"	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"	0.0	100.0
3/8"	0.0	100.0
No 4	0.0	100.0
10	0.1	99.9
40	0.5	99.5
80	1.4	98.6
200	3.4	96.6
Fondo	55.3	44.7

Especific.	Resultado
LÍMITE LÍQUIDO:	75
LÍMITE PLÁSTICO:	25
ÍNDICE DE PLASTICIDAD:	50
HUMEDAD NATURAL:	26.5
ÍNDICE DE LIQUIDEZ:	0.0

LÍMITE LÍQUIDO: 75  
LÍMITE PLÁSTICO: 25  
ÍNDICE DE PLASTICIDAD: 50  
HUMEDAD NATURAL: 26.5  
ÍNDICE DE LIQUIDEZ: 0.0

**CLASIFICACIÓN**

A A S H T O (I.G.): A-7-6 (51)  
U. S. C. S.: CH

**LIMITES DE ATTERBERG**

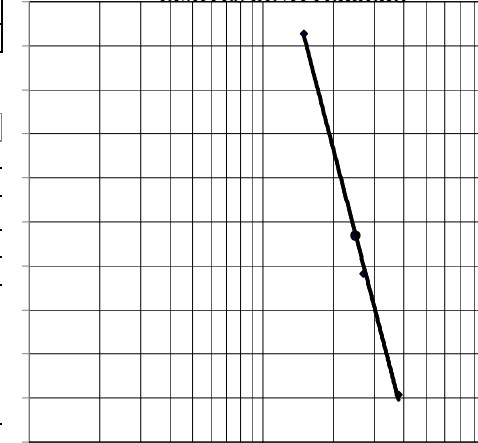
**LÍMITE LÍQUIDO**

No GOLPES	27	15
No DE LATA	27	5
P1 (gr)	22.72	24.10
P2 (gr)	21.00	15.67
P3 (gr)	18.58	4.25
% HUMEDAD	71.1	73.8

**LÍMITE PLÁSTICO**

No DE LATA	22	26	16
P1 (gr)	14.06	14.19	104.30
P2 (gr)	13.23	13.38	88.20
P3 (gr)	9.88	10.12	27.50
% HUMEDAD	24.8	24.8	26.5

**LÍMITES DE ATTERBERG**



Freddy A. Orozco  
Geotecnólogo Unicauca

MAXIMILIANO VILLADIEGO E.  
Ing. Civil M.P. 25202-161943 CND



**SPC LTDA**  
INGENIEROS CONSULTORES  
LABORATORIO DE INGENIERÍA

**LÍMITES DE CONSISTENCIA  
LÍQUIDO Y PLÁSTICO Y ANÁLISIS  
GRANULOMÉTRICO DE SUELOS**  
(NORMAS I.N.V. E-125 / E-126/ E-123)

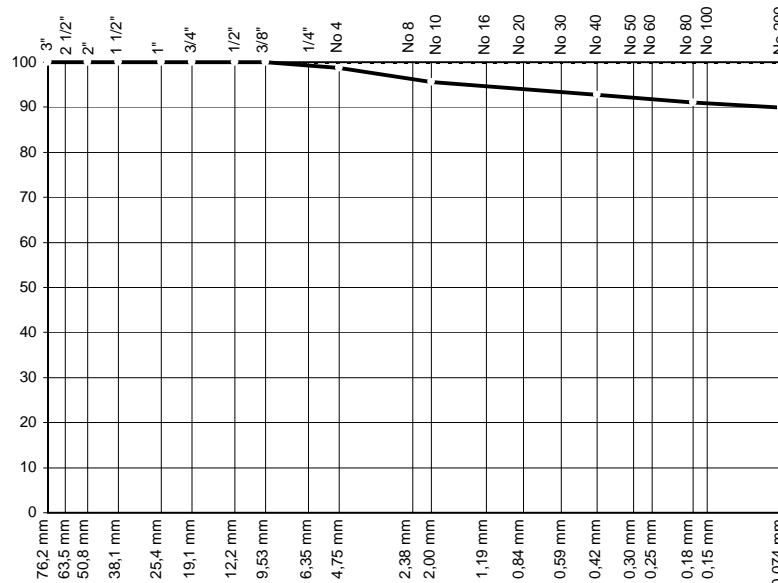
CODIGO FORM.: FE-SU 107  
VERSIÓN FORM.: 01  
FECHA FORM.: 02-sep-02

OBRA: **INSTITUCION EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS**  
UBICACIÓN: MUNICIPIO DE GARAGOA - DEPARTAMENTO DE BOYACÁ  
CLIENTE:

FECHA MUESTREO: 27-mar-2014  
FECHA ENSAYO: 3-abr-2014

MATERIAL: Arcilla limosa de alta plasticidad con trazas de arena y grava, color amarillo con vetas rojizas y grises.

FUENTE: SONDEO No 9 MUESTRA No: 1 spt PROFUNDIDAD (m): 0.50 - 2.00



Gravas: 1.3% Arenas: 8.8% Finos: 90.0%

OBSERVACIONES:

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
3"		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"		0.0	100.0
3/8"		0.0	100.0
No 4	1.8	1.3	98.7
10	4.4	3.2	95.6
40	3.9	2.8	92.8
80	2.3	1.6	91.1
200	1.6	1.1	90.0
Fondo	125.4	90.0	0.0

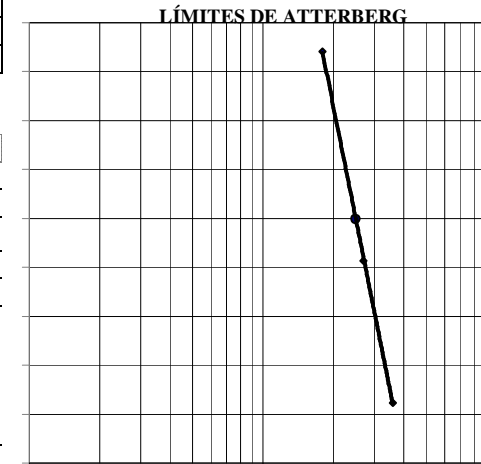
**LIMITES DE ATTERBERG**

LÍMITE LÍQUIDO				
No GOLPES	36	27	18	
No DE LATA	51	14	50	
P1 (gr)	22.95	25.96	23.81	
P2 (gr)	14.73	16.20	14.81	
P3 (gr)	4.61	4.60	4.63	
% HUMEDAD	81.2	84.1	88.4	
LÍMITE PLÁSTICO w. Nral				
No DE LATA	13	30		19
P1 (gr)	14.87	14.39		210.50
P2 (gr)	13.77	13.36		165.50
P3 (gr)	10.30	10.10		26.10
% HUMEDAD	31.7	31.6		32.3

Especific.	Resultado
LÍMITE LÍQUIDO:	85
LÍMITE PLÁSTICO:	32
ÍNDICE DE PLASTICIDAD:	53
HUMEDAD NATURAL:	32.3
ÍNDICE DE LIQUIDEZ:	0.0

**CLASIFICACIÓN**

A A S H T O (I.G.): A-7-5 (56)  
U. S. C. S.: CH



Freddy A. Orozco Geotecnólogo Unicauca	MAXIMILIANO VILLADIEGO E. Ing. Civil M.P. 25202-161943 CND
---	---





**SPC LTDA**  
INGENIEROS CONSULTORES  
LABORATORIO DE INGENIERÍA

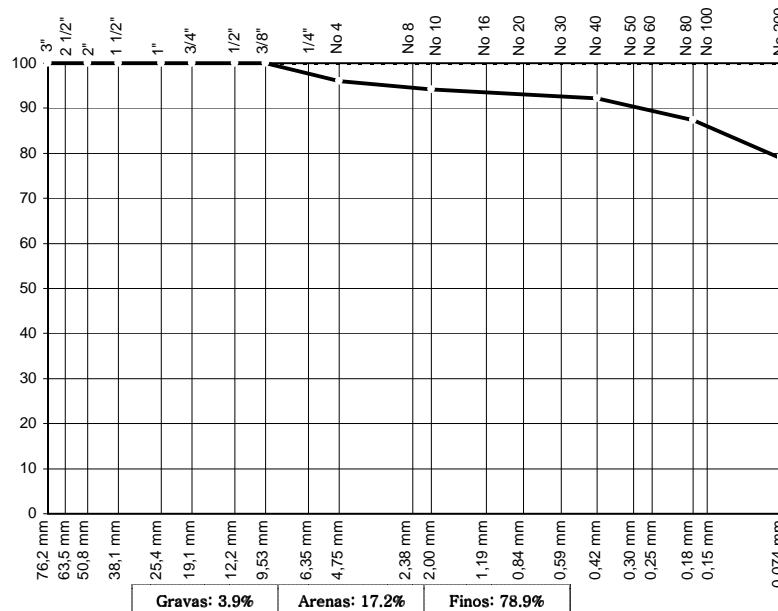
**LÍMITES DE CONSISTENCIA  
LÍQUIDO Y PLÁSTICO Y ANÁLISIS  
GRANULOMÉTRICO DE SUELOS**  
(NORMAS I.N.V. E-125 / E-126/ E-123)

CODIGO FORM.: FE-SU 107  
VERSIÓN FORM.: 01  
FECHA FORM.: 02-sep-02

OBRA: **INSTITUCION EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS**  
UBICACIÓN: MUNICIPIO DE GARAGOA - DEPARTAMENTO DE BOYACÁ  
CLIENTE:

FECHA MUESTREO: 27-mar-2014  
FECHA ENSAYO: 3-abr-2014

MATERIAL: Arcilla limosa de alta plasticidad con trazas de grava y arena, color amarillo con vetas rojizas.  
FUENTE: SONDEO No 9 MUESTRA No: 2 spt PROFUNDIDAD (m): 2.00 - 2.70



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
No			
3"		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"		0.0	100.0
3/8"		0.0	100.0
No 4	2.0	3.9	96.1
10	1.0	2.0	94.1
40	1.0	2.0	92.2
80	2.5	4.9	87.3
200	4.3	8.4	78.9
Fondo	40.4	78.9	0.0

Gravas: 3.9% Arenas: 17.2% Finos: 78.9%

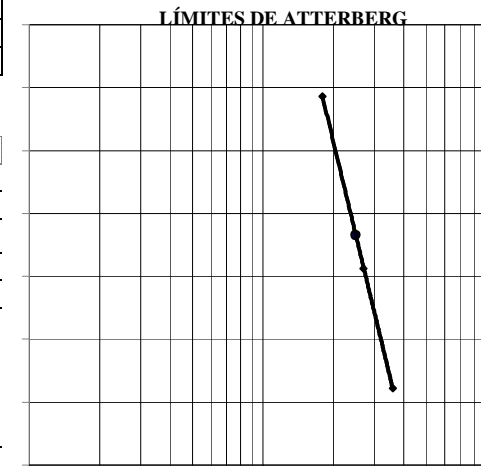
OBSERVACIONES: X

**LÍMITES DE ATTERBERG**

LÍMITE LÍQUIDO				
No GOLPES	36	27	18	
No DE LATA	51	14	50	
P1 (gr)	22.95	25.96	23.81	
P2 (gr)	16.58	18.37	16.78	
P3 (gr)	4.61	4.60	4.63	
% HUMEDAD	53.2	55.1	57.9	

LÍMITE PLÁSTICO w. Nral				
No DE LATA	25	35		m1
P1 (gr)	15.27	15.95		77.60
P2 (gr)	14.20	14.83		62.20
P3 (gr)	10.02	10.50		11.00
% HUMEDAD	25.6	25.9		30.1

Especific.	Resultado
LÍMITE LÍQUIDO:	56
LÍMITE PLÁSTICO:	26
ÍNDICE DE PLASTICIDAD:	30
HUMEDAD NATURAL:	30.1
ÍNDICE DE LIQUIDEZ:	0.1



**CLASIFICACIÓN**

A A S H T O (I.G.): A-7-6 (25)  
U. S. C. S.: CH

Freddy A. Orozco Geotecnólogo Unicauca	MAXIMILIANO VILLADIEGO E. Ing. Civil M.P. 25202-161943 CND
---	---



**SPC LTDA**  
INGENIEROS CONSULTORES  
LABORATORIO DE INGENIERÍA

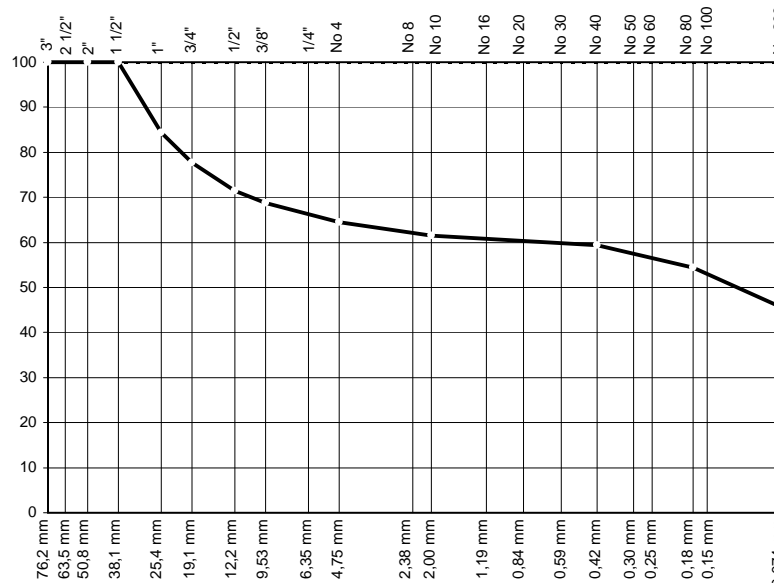
**LÍMITES DE CONSISTENCIA  
LÍQUIDO Y PLÁSTICO Y ANÁLISIS  
GRANULOMÉTRICO DE SUELOS**  
(NORMAS I.N.V. E-125 / E-126/ E-123)

CODIGO FORM.: FE-SU 107  
VERSIÓN FORM.: 01  
FECHA FORM.: 02-sep-02

OBRA: **INSTITUCION EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS**  
UBICACIÓN: MUNICIPIO DE GARAGOA - DEPARTAMENTO DE BOYACÁ  
CLIENTE:

FECHA MUESTREO: 27-mar-2014  
FECHA ENSAYO: 3-abr-2014

MATERIAL: Grava arcillosa de alta plasticidad con trazas de arena, color blanco con trazas rojizas.  
FUENTE: SONDEO No 9 MUESTRA No: 3 spt PROFUNDIDAD (m): 2.70 - 3.60



Gravas: 35.5% Arenas: 18.9% Finos: 45.6%

OBSERVACIONES:

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

TAMIZ No	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
PESO INICIAL (g): 276.3			
3"		0.0	100.0
2"		0.0	100.0
1 1/2"		0.0	100.0
1"	43.0	15.6	84.4
3/4"	18.5	6.7	77.7
1/2"	17.2	6.2	71.5
3/8"	7.6	2.8	68.8
No 4	11.7	4.2	64.5
10	8.4	3.0	61.5
40	5.9	2.1	59.4
80	13.6	4.9	54.4
200	24.4	8.8	45.6
Fondo	126.0	45.6	0.0

**LIMITES DE ATTERBERG**

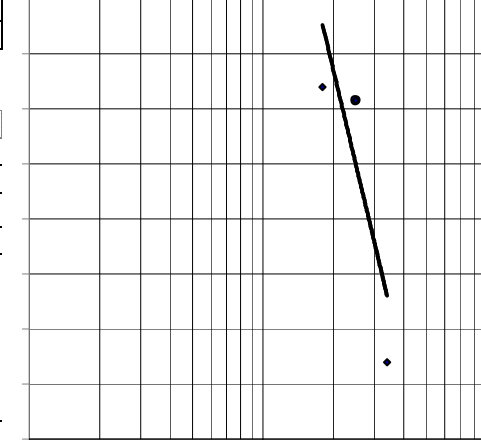
**LÍMITE LÍQUIDO**

No GOLPES	34	25	18
No DE LATA	10	30	53
P1 (gr)	27.25	29.08	27.32
P2 (gr)	18.89	25.13	19.86
P3 (gr)	4.78	18.71	8.20
% HUMEDAD	59.2	61.5	64.0

**LÍMITE PLÁSTICO**

No DE LATA	19	24	65
P1 (gr)	15.13	15.14	391.20
P2 (gr)	14.05	14.05	341.50
P3 (gr)	9.97	9.90	65.20
% HUMEDAD	26.5	26.3	18.0

**LÍMITES DE ATTERBERG**



Especific.	Resultado
LÍMITE LÍQUIDO:	62
LÍMITE PLÁSTICO:	26
ÍNDICE DE PLASTICIDAD:	36
HUMEDAD NATURAL:	18.0

**CLASIFICACIÓN**

A A S H T O (I.G.): **A-7-6 (11)**  
U. S. C. S.: **GC**

Freddy A. Orozco Geotecnólogo Unicauca	MAXIMILIANO VILLADIEGO E. Ing. Civil M.P. 25202-161943 CND
---	---









**SPC LTDA**  
 INGENIEROS CONSULTORES  
 LABORATORIO DE INGENIERÍA

**LÍMITES DE CONSISTENCIA  
 LÍQUIDO Y PLÁSTICO Y ANÁLISIS  
 GRANULOMÉTRICO DE SUELOS**  
 (NORMAS I.N.V. E-125 / E-126/ E-123)

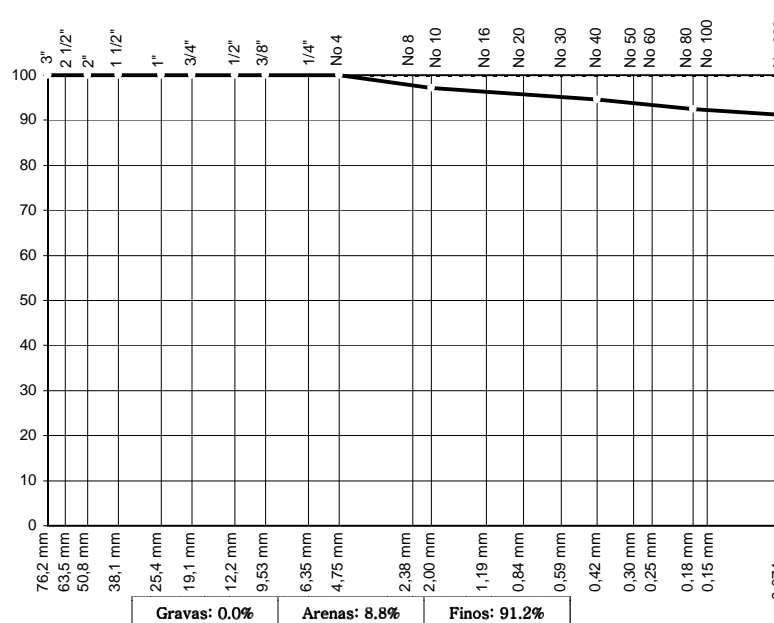
CODIGO FORM.: FE-SU 107  
 VERSIÓN FORM.: 01  
 FECHA FORM.: 02-sep-02

OBRA: **INSTITUCION EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS**  
 UBICACIÓN: MUNICIPIO DE GARAGOA - DEPARTAMENTO DE BOYACÁ  
 CLIENTE:

FECHA MUESTREO: 20-jul-2013  
 FECHA ENSAYO: 22-jul-2013

DESCRIPCION: Arcilla limosa de baja plasticidad con trazas de arenas, color rojizo con vetas amarillas.

SONDEO: 11 MUESTRA No: 1 PROFUNDIDAD (m): 0,60 - 1,60



Gravas: 0.0% Arenas: 8.8% Finos: 91.2%

OBSERVACIONES:

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

TAMIZ No	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
3"		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"		0.0	100.0
3/8"		0.0	100.0
No 4		0.0	100.0
10	1.3	2.8	97.2
40	1.2	2.6	94.6
80	1.0	2.2	92.5
200	0.6	1.3	91.2
Fondo	42.3	91.2	0.0

Especific.	Resultado
LÍMITE LÍQUIDO:	49
LÍMITE PLÁSTICO:	27
ÍNDICE DE PLASTICIDAD:	22
HUMEDAD NATURAL:	23.5
ÍNDICE DE LIQUIDEZ:	-0.1

**CLASIFICACIÓN**

A A S H T O (I.G.): **A-7-6 (23)**  
 U. S. C. S.: **CL**

**LIMITES DE ATTERBERG**

**LÍMITE LÍQUIDO**

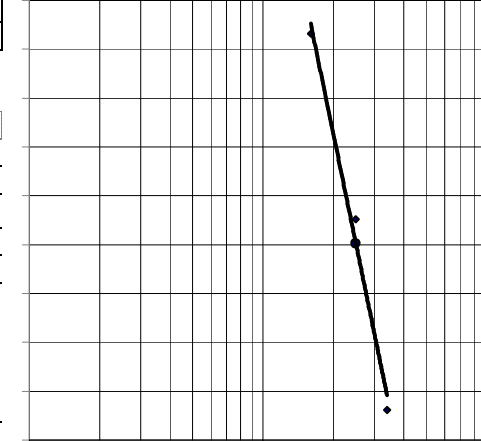
No GOLPES	34	25	16
No DE LATA	30	250	62
P1 (gr)	25.31	27.01	23.52
P2 (gr)	19.53	20.38	17.98
P3 (gr)	6.86	6.99	7.59
% HUMEDAD	45.6	49.5	53.3

**LÍMITE PLÁSTICO**

w. Nral

No DE LATA	299	110	53
P1 (gr)	22.98	21.17	81.11
P2 (gr)	19.97	18.25	70.22
P3 (gr)	8.71	7.17	23.81
% HUMEDAD	26.7	26.4	23.5

**LÍMITES DE ATTERBERG**



LABORATORISTA

MAXIMILIANO VILLADIEGO E.  
 Ing. Civil M.P. 25202-161943 CND



**SPC LTDA**  
 INGENIEROS CONSULTORES  
 LABORATORIO DE INGENIERÍA

**LÍMITES DE CONSISTENCIA  
 LÍQUIDO Y PLÁSTICO Y ANÁLISIS  
 GRANULOMÉTRICO DE SUELOS**  
 (NORMAS I.N.V. E-125 / E-126/ E-123)

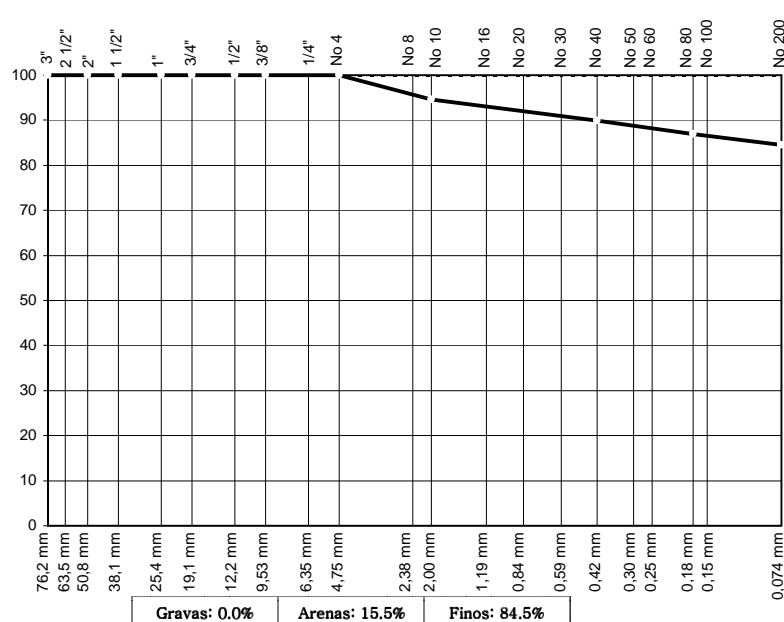
CODIGO FORM.: FE-SU 107  
 VERSIÓN FORM.: 01  
 FECHA FORM.: 02-sep-02

OBRA: **INSTITUCION EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS**  
 UBICACIÓN: MUNICIPIO DE GARAGOA - DEPARTAMENTO DE BOYACÁ  
 CLIENTE:

FECHA MUESTREO: 20-jul-2013  
 FECHA ENSAYO: 22-jul-2013

DESCRIPCION: Arcilla limosa de baja plasticidad con trazas de arena, color amarillo con vetas grises, rojas y oxido

SONDEO: 11 MUESTRA No: 2 PROFUNDIDAD (m): 1,60 - 2,60



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
No			
3"		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"		0.0	100.0
3/8"		0.0	100.0
No 4		0.0	100.0
10	2.0	5.4	94.6
40	1.7	4.6	90.0
80	1.1	3.0	87.0
200	0.9	2.4	84.5
Fondo	31.2	84.5	0.0

**LÍMITES DE ATTERBERG**

**LÍMITE LÍQUIDO**

No GOLPES	21	14	
No DE LATA	48	132	95
P1 (gr)	30.72	28.68	28.13
P2 (gr)	23.45	21.71	21.03
P3 (gr)	7.01	7.38	7.52
% HUMEDAD	44.2	48.6	52.6

**LÍMITE PLÁSTICO** w. Nral

No DE LATA	133	93	m
P1 (gr)	21.87	23.41	71.55
P2 (gr)	18.63	19.71	63.01
P3 (gr)	6.68	6.05	26.13
% HUMEDAD	27.1	27.1	23.2

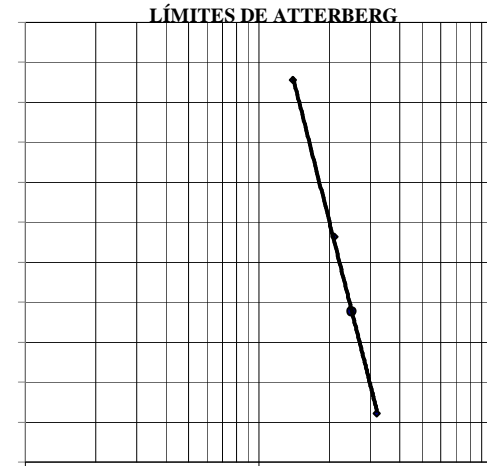
Gravas: 0.0% Arenas: 15.5% Finos: 84.5%

OBSERVACIONES:

Especific.	Resultado
LÍMITE LÍQUIDO:	47
LÍMITE PLÁSTICO:	27
ÍNDICE DE PLASTICIDAD:	20
HUMEDAD NATURAL:	23.2
ÍNDICE DE LIQUIDEZ:	-0.2

**CLASIFICACIÓN**

A A S H T O (I.G.): **A-7-6 (19)**  
 U. S. C. S.: **CL**



LABORATORISTA: \_\_\_\_\_  
 MAXIMILIANO VILLADIEGO E.  
 Ing. Civil M.P. 25202-161943 CND





**SPC LTDA**  
INGENIEROS CONSULTORES  
LABORATORIO DE INGENIERÍA

**LÍMITES DE CONSISTENCIA  
LÍQUIDO Y PLÁSTICO Y ANÁLISIS  
GRANULOMÉTRICO DE SUELOS**  
(NORMAS I.N.V. E-125 / E-126/ E-123)

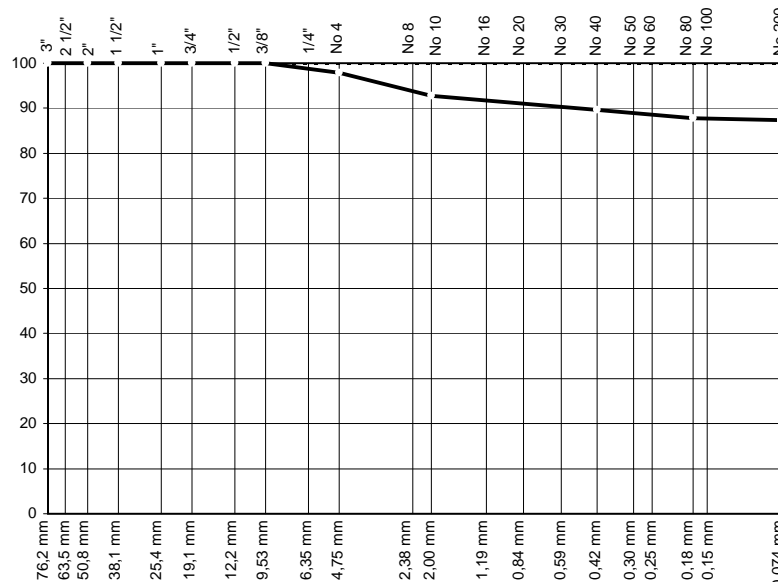
CODIGO FORM.: FE-SU 107  
VERSIÓN FORM.: 01  
FECHA FORM.: 02-sep-02

OBRA: INSTITUCION EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS  
UBICACIÓN: MUNICIPIO DE GARAGOA - DEPARTAMENTO DE BOYACÁ  
CLIENTE:

FECHA MUESTREO: 20-jul-2013  
FECHA ENSAYO: 22-jul-2013

DESCRIPCION: Arcilla limosa de baja plasticidad con trazas de arenas y gravas, color rojizo con vetas amarillas.

SONDEO: 12 MUESTRA No: 1 PROFUNDIDAD (m): 0,60 - 2,10



Gravas: 2.1% Arenas: 10.6% Finos: 87.3%

OBSERVACIONES:

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
No			
3"		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"		0.0	100.0
3/8"		0.0	100.0
No 4	1.0	2.1	97.9
10	2.5	5.2	92.7
40	1.5	3.1	89.6
80	0.9	1.9	87.7
200	0.2	0.4	87.3
Fondo	42.0	87.3	0.0

Especific. Resultado

LÍMITE LÍQUIDO:	45
LÍMITE PLÁSTICO:	24
ÍNDICE DE PLASTICIDAD:	21
HUMEDAD NATURAL:	20.8
ÍNDICE DE LIQUIDEZ:	-0.2

**CLASIFICACIÓN**

A A S H T O (I.G.): A-7-6 (20)  
U. S. C. S.: CL

**LIMITES DE ATTERBERG**

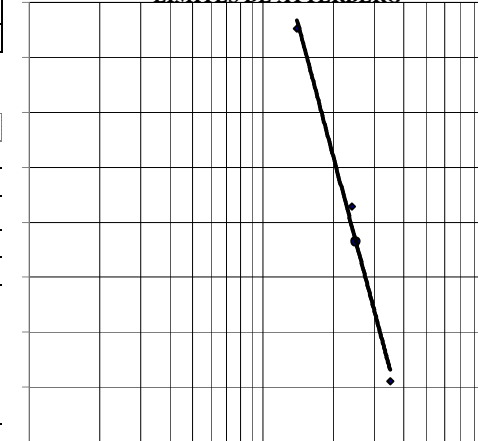
**LÍMITE LÍQUIDO**

No GOLPES	35	24	14	
No DE LATA	216	229	52	
P1 (gr)	29.73	28.67	27.14	
P2 (gr)	23.12	22.13	20.58	
P3 (gr)	7.42	7.69	7.06	
% HUMEDAD	42.1	45.3	48.5	

**LÍMITE PLÁSTICO**

No DE LATA	21	106		T
P1 (gr)	23.44	20.69		82.88
P2 (gr)	20.43	18.07		72.88
P3 (gr)	7.86	7.26		24.75
% HUMEDAD	23.9	24.2		20.8

**LÍMITES DE ATTERBERG**



LABORATORISTA

MAXIMILIANO VILLADIEGO E.  
Ing. Civil M.P. 25202-161943 CND



**SPC LTDA**  
 INGENIEROS CONSULTORES  
 LABORATORIO DE INGENIERÍA

**LÍMITES DE CONSISTENCIA  
 LÍQUIDO Y PLÁSTICO Y ANÁLISIS  
 GRANULOMÉTRICO DE SUELOS**  
 (NORMAS I.N.V. E-125 / E-126/ E-123)

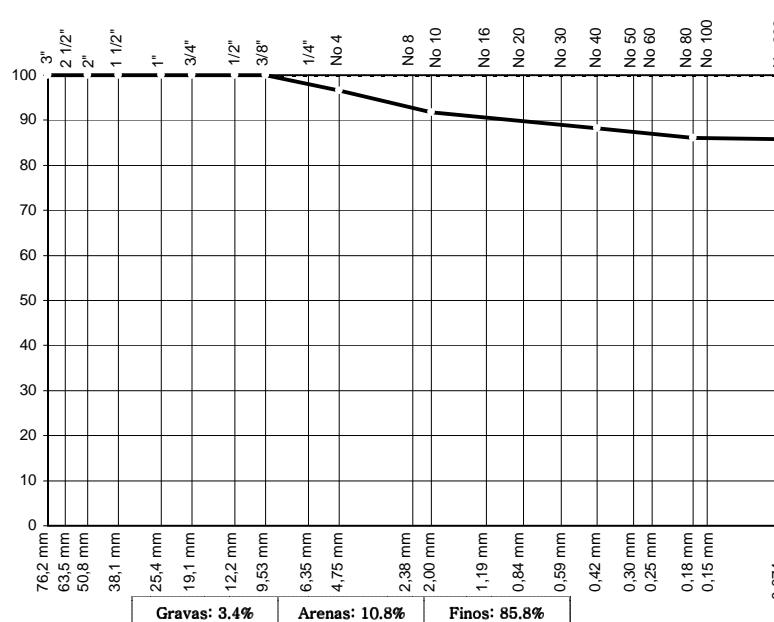
CODIGO FORM.: FE-SU 107  
 VERSIÓN FORM.: 01  
 FECHA FORM.: 02-sep-02

OBRA: **INSTITUCION EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS**  
 UBICACIÓN: MUNICIPIO DE GARAGOA - DEPARTAMENTO DE BOYACÁ  
 CLIENTE:

FECHA MUESTREO: 20-jul-2013  
 FECHA ENSAYO: 22-jul-2013

DESCRIPCION: Arcilla limosa de baja plasticidad con trazas de arena y grava, color café amarillo y vetas grises.

SONDEO: 12 MUESTRA No: 2 PROFUNDIDAD (m): 2,10 - 3,10



Gravas: 3.4% Arenas: 10.8% Finos: 85.8%

OBSERVACIONES:

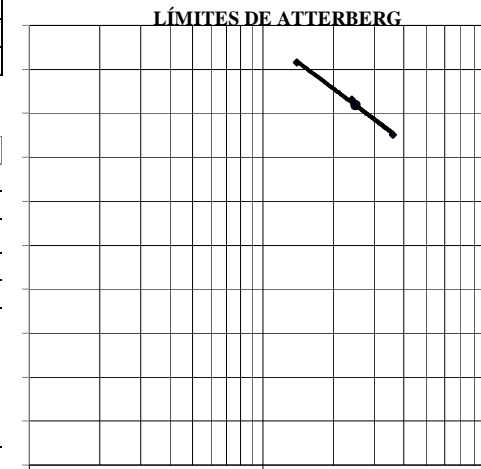
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

TAMIZ	PESO No	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
PESO INICIAL (g):		41.6		
3"			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"			0.0	100.0
3/8"			0.0	100.0
No 4	1.4	3.4	96.6	
10	2.0	4.8	91.8	
40	1.5	3.6	88.2	
80	0.9	2.2	86.0	
200	0.1	0.2	85.8	
Fondo	35.7	85.8	0.0	

**LIMITES DE ATTERBERG**

LÍMITE LÍQUIDO				
No GOLPES	36	24	14	
No DE LATA	33	120	190	
P1 (gr)	27.42	25.70	26.74	
P2 (gr)	21.89	20.23	20.81	
P3 (gr)	7.17	7.07	7.85	
% HUMEDAD	37.6	41.6	45.8	
LÍMITE PLÁSTICO w. Nral				
No DE LATA	73	50		74
P1 (gr)	20.06	18.15		67.67
P2 (gr)	17.74	16.19		59.89
P3 (gr)	7.39	7.53		18.33
% HUMEDAD	22.4	22.6		18.7

Especific.	Resultado
LÍMITE LÍQUIDO:	41
LÍMITE PLÁSTICO:	23
ÍNDICE DE PLASTICIDAD:	18
HUMEDAD NATURAL:	18.7
ÍNDICE DE LIQUEDEZ:	-0.2



**CLASIFICACIÓN**

A A S H T O (I.G.): A-7-6 (16)  
 U. S. C. S.: CL

LABORATORISTA: \_\_\_\_\_  
 MAXIMILIANO VILLADIEGO E.  
 Ing. Civil M.P. 25202-161943 CND



**SPC LTDA**  
INGENIEROS CONSULTORES  
LABORATORIO DE INGENIERÍA

**LÍMITES DE CONSISTENCIA  
LÍQUIDO Y PLÁSTICO Y ANÁLISIS  
GRANULOMÉTRICO DE SUELOS**  
(NORMAS I.N.V. E-125 / E-126/ E-123)

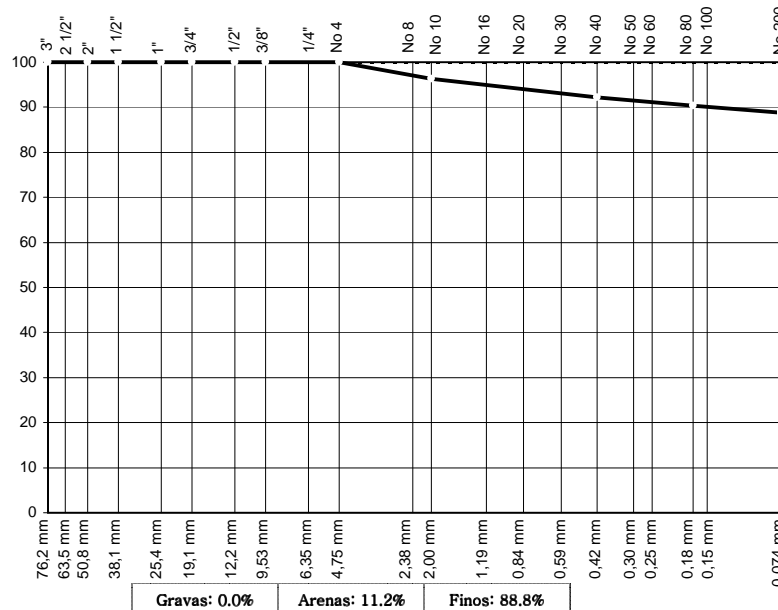
CODIGO FORM.: FE-SU 107  
VERSIÓN FORM.: 01  
FECHA FORM.: 02-sep-02

OBRA: INSTITUCION EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS  
UBICACIÓN: MUNICIPIO DE GARAGOA - DEPARTAMENTO DE BOYACÁ  
CLIENTE:

FECHA MUESTREO: 20-jul-2013  
FECHA ENSAYO: 22-jul-2013

DESCRIPCION: Arcilla limosa de baja plasticidad con trazas de arena, color café oscuro.

SONDEO: 13 MUESTRA No: 1 PROFUNDIDAD (m): 2,00 - 3,00



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

TAMIZ No	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
PESO INICIAL (g): 48.4			
3"		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"		0.0	100.0
3/8"		0.0	100.0
No 4		0.0	100.0
10	1.8	3.7	96.3
40	2.0	4.1	92.1
80	0.9	1.9	90.3
200	0.7	1.4	88.8
Fondo	43.0	88.8	0.0

Gravas: 0.0% Arenas: 11.2% Finos: 88.8%

OBSERVACIONES:

Especific.	Resultado
LÍMITE LÍQUIDO:	47
LÍMITE PLÁSTICO:	23
ÍNDICE DE PLASTICIDAD:	24
HUMEDAD NATURAL:	22.7
ÍNDICE DE LIQUIDEZ:	0.0

**CLASIFICACIÓN**

A A S H T O (I.G.): A-7-6 (23)  
U. S. C. S.: CL

**LIMITES DE ATTERBERG**

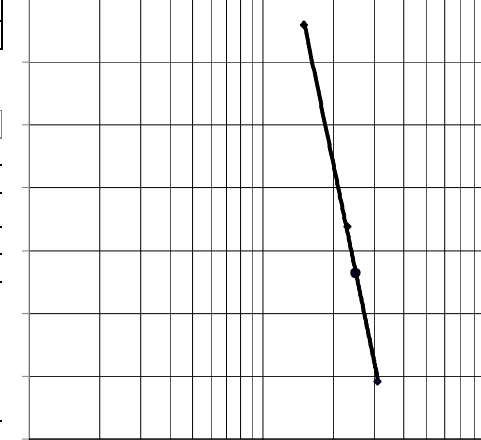
**LÍMITE LÍQUIDO**

No GOLPES	31	23	15	
No DE LATA	143	84	156	
P1 (gr)	29.08	29.75	28.16	
P2 (gr)	22.15	22.34	20.94	
P3 (gr)	6.72	6.70	6.67	
% HUMEDAD	44.9	47.4	50.6	

**LÍMITE PLÁSTICO**

w. Nral			
No DE LATA	60	11	5
P1 (gr)	23.71	22.45	76.30
P2 (gr)	20.66	19.65	65.34
P3 (gr)	7.02	7.40	16.99
% HUMEDAD	22.4	22.9	22.7

**LÍMITES DE ATTERBERG**



LABORATORISTA

MAXIMILIANO VILLADIEGO E.  
Ing. Civil M.P. 25202-161943 CND



**SPC LTDA**  
 INGENIEROS CONSULTORES  
 LABORATORIO DE INGENIERÍA

**LÍMITES DE CONSISTENCIA  
 LÍQUIDO Y PLÁSTICO Y ANÁLISIS  
 GRANULOMÉTRICO DE SUELOS**  
 (NORMAS I.N.V. E-125 / E-126/ E-123)

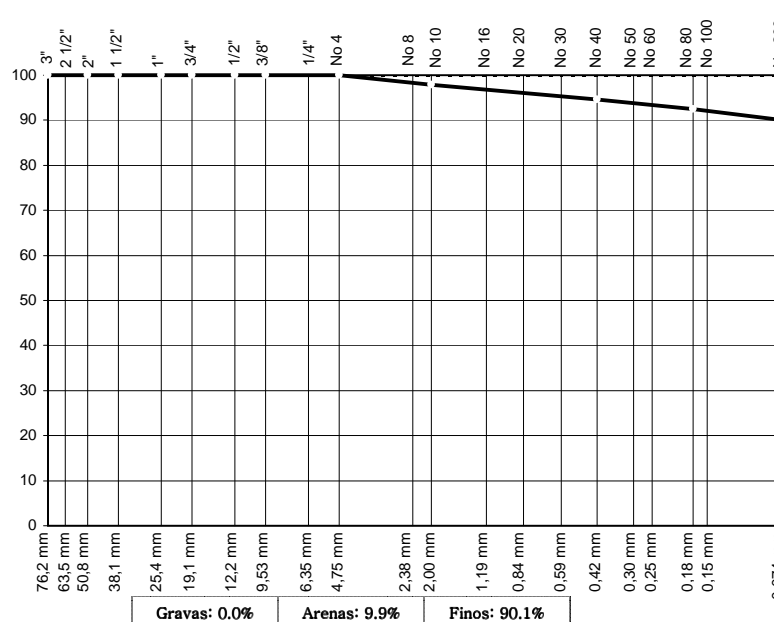
CODIGO FORM.: FE-SU 107  
 VERSIÓN FORM.: 01  
 FECHA FORM.: 02-sep-02

OBRA: **INSTITUCION EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS**  
 UBICACIÓN: MUNICIPIO DE GARAGOA - DEPARTAMENTO DE BOYACÁ  
 CLIENTE:

FECHA MUESTREO: 20-jul-2013  
 FECHA ENSAYO: 22-jul-2013

DESCRIPCION: Arcilla limosa de alta plasticidad con trazas de arenas, color rojizo con vetas grises.

SONDEO: 13 MUESTRA No: 2 PROFUNDIDAD (m): 3,00 - 4,50



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

TAMIZ No	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
PESO INICIAL (g): 42.5			
3"		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"		0.0	100.0
3/8"		0.0	100.0
No 4		0.0	100.0
10	0.9	2.1	97.9
40	1.4	3.3	94.6
80	0.9	2.1	92.5
200	1.0	2.4	90.1
Fondo	38.3	90.1	0.0

Gravas: 0.0% Arenas: 9.9% Finos: 90.1%

OBSERVACIONES:

Especific.	Resultado
LÍMITE LÍQUIDO:	65
LÍMITE PLÁSTICO:	32
ÍNDICE DE PLASTICIDAD:	33
HUMEDAD NATURAL:	32.6
ÍNDICE DE LIQUIDEZ:	0.0

**CLASIFICACIÓN**

A A S H T O (I.G.): **A-7-5 (35)**  
 U. S. C. S.: **CH**

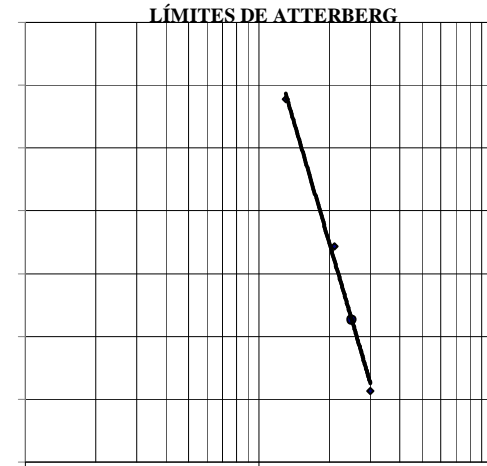
**LÍMITES DE ATTERBERG**

**LÍMITE LÍQUIDO**

No GOLPES	21	13
No DE LATA	167	205
P1 (gr)	26.47	28.72
P2 (gr)	19.36	20.18
P3 (gr)	7.94	7.41
% HUMEDAD	62.3	66.9

**LÍMITE PLÁSTICO w. Nral**

No DE LATA	34	181	100
P1 (gr)	20.76	21.68	82.95
P2 (gr)	17.73	18.30	69.11
P3 (gr)	8.44	7.54	26.66
% HUMEDAD	32.6	31.4	32.6



LABORATORISTA: \_\_\_\_\_  
 MAXIMILIANO VILLADIEGO E.  
 Ing. Civil M.P. 25202-161943 CND



**SPC LTDA**  
INGENIEROS CONSULTORES  
LABORATORIO DE INGENIERÍA

**LÍMITES DE CONSISTENCIA  
LÍQUIDO Y PLÁSTICO Y ANÁLISIS  
GRANULOMÉTRICO DE SUELOS**  
(NORMAS I.N.V. E-125 / E-126/ E-123)

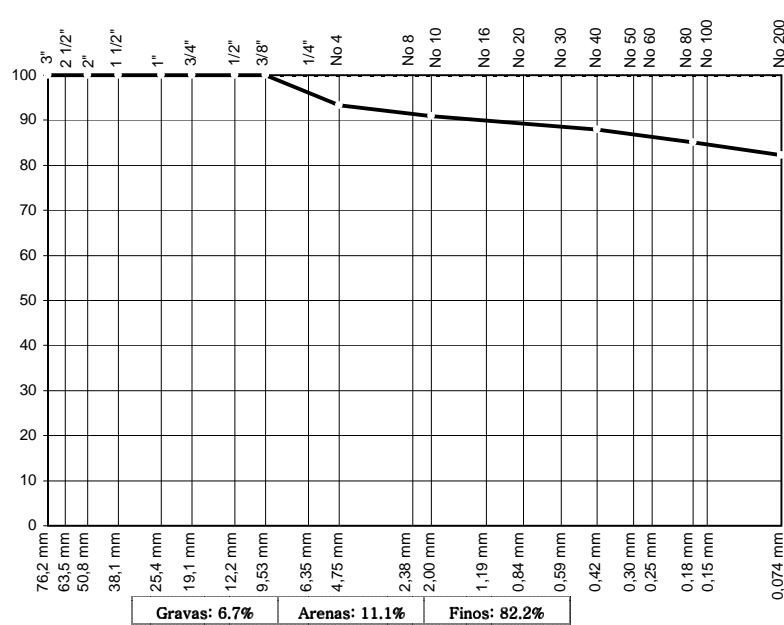
CODIGO FORM.: FE-SU 107  
VERSIÓN FORM.: 01  
FECHA FORM.: 02-sep-02

OBRA: **INSTITUCION EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS**  
UBICACIÓN: MUNICIPIO DE GARAGOA - DEPARTAMENTO DE BOYACÁ  
CLIENTE:

FECHA MUESTREO: 20-jul-2013  
FECHA ENSAYO: 22-jul-2013

DESCRIPCION: Arcilla limosa de baja plasticidad con trazas de arena y grava, color rojizo con vetas grises.

SONDEO: 13 MUESTRA No: 3 PROFUNDIDAD (m): 4,50 - 5,50



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
3"		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"		0.0	100.0
3/8"		0.0	100.0
No 4	3.0	6.7	93.3
10	1.1	2.4	90.9
40	1.3	2.9	88.0
80	1.3	2.9	85.1
200	1.3	2.9	82.2
Fondo	36.9	82.2	0.0

Gravas: 6.7% Arenas: 11.1% Finos: 82.2%

OBSERVACIONES:

Especific.	Resultado
LÍMITE LÍQUIDO:	34
LÍMITE PLÁSTICO:	20
ÍNDICE DE PLASTICIDAD:	14
HUMEDAD NATURAL:	16.9
ÍNDICE DE LIQUEDEZ:	-0.2

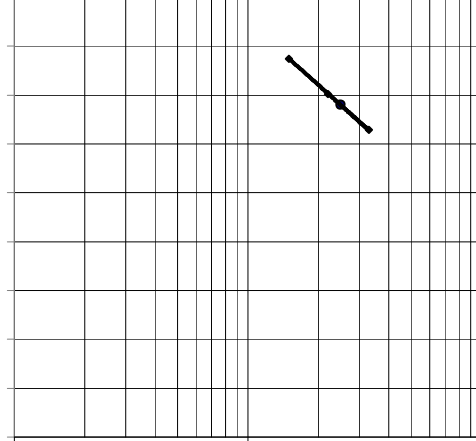
**CLASIFICACIÓN**

A A S H T O (I.G.): **A-6 (11)**  
U. S. C. S.: **CL**

**LIMITES DE ATTERBERG**

LÍMITE LÍQUIDO				
No GOLPES	33	22	15	
No DE LATA	13	250	20	
P1 (gr)	30.08	31.63	30.68	
P2 (gr)	24.74	25.44	24.32	
P3 (gr)	7.74	7.82	7.90	
% HUMEDAD	31.4	35.1	38.7	
LÍMITE PLÁSTICO w. Nral				
No DE LATA	85	91		85
P1 (gr)	24.01	23.63		70.79
P2 (gr)	21.26	20.86		63.20
P3 (gr)	7.47	7.36		18.26
% HUMEDAD	19.9	20.5		16.9

**LÍMITES DE ATTERBERG**



LABORATORISTA: \_\_\_\_\_  
MAXIMILIANO VILLADIEGO E.  
Ing. Civil M.P. 25202-161943 CND



**SPC LTDA**  
INGENIEROS CONSULTORES  
LABORATORIO DE INGENIERÍA

**LÍMITES DE CONSISTENCIA  
LÍQUIDO Y PLÁSTICO Y ANÁLISIS  
GRANULOMÉTRICO DE SUELOS**  
(NORMAS I.N.V. E-125 / E-126/ E-123)

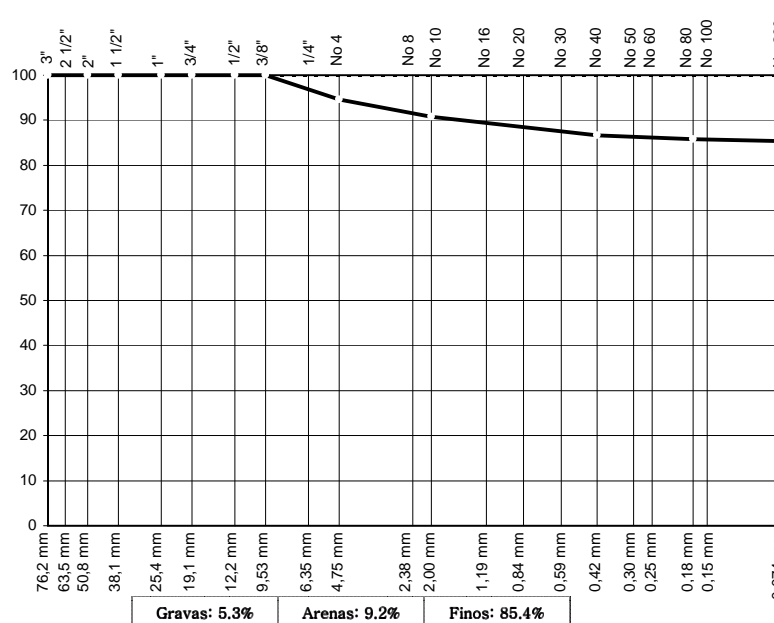
CODIGO FORM.: FE-SU 107  
VERSIÓN FORM.: 01  
FECHA FORM.: 02-sep-02

OBRA: INSTITUCION EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS  
UBICACIÓN: MUNICIPIO DE GARAGOA - DEPARTAMENTO DE BOYACÁ  
CLIENTE:

FECHA MUESTREO: 20-jul-2013  
FECHA ENSAYO: 22-jul-2013

DESCRIPCION: Arcilla limosa de alta plasticidad con trazas de arenas y gravas, color amarillo con oxidaciones.

SONDEO: 14 MUESTRA No: 1 PROFUNDIDAD (m): 0,70 - 2,20



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
3"		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"		0.0	100.0
3/8"		0.0	100.0
No 4	3.0	5.3	94.7
10	2.2	3.9	90.8
40	2.3	4.1	86.7
80	0.5	0.9	85.8
200	0.2	0.4	85.4
Fondo	48.1	85.4	0.0

Gravas: 5.3% Arenas: 9.2% Finos: 85.4%

OBSERVACIONES:

Especific.	Resultado
LÍMITE LÍQUIDO:	50
LÍMITE PLÁSTICO:	27
ÍNDICE DE PLASTICIDAD:	23
HUMEDAD NATURAL:	25.4
ÍNDICE DE LIQUIDEZ:	-0.1

**CLASIFICACIÓN**

A A S H T O (I.G.): A-7-6 (22)  
U. S. C. S.: CH

**LÍMITES DE ATTERBERG**

**LÍMITE LÍQUIDO**

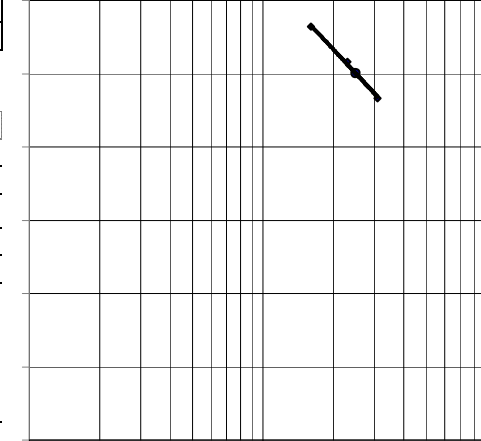
No GOLPES	31	23	16
No DE LATA	35	51	144
P1 (gr)	26.64	27.69	24.19
P2 (gr)	20.51	20.69	18.16
P3 (gr)	7.37	7.13	7.48
% HUMEDAD	46.7	51.6	56.5

**LÍMITE PLÁSTICO**

w. Nral

No DE LATA	121	230	61
P1 (gr)	21.73	20.38	88.95
P2 (gr)	18.64	17.63	74.67
P3 (gr)	7.24	7.64	18.35
% HUMEDAD	27.1	27.5	25.4

**LÍMITES DE ATTERBERG**



LABORATORISTA

MAXIMILIANO VILLADIEGO E.  
Ing. Civil M.P. 25202-161943 CND



**SPC LTDA**  
INGENIEROS CONSULTORES  
LABORATORIO DE INGENIERÍA

**LÍMITES DE CONSISTENCIA  
LÍQUIDO Y PLÁSTICO Y ANÁLISIS  
GRANULOMÉTRICO DE SUELOS**  
(NORMAS I.N.V. E-125 / E-126/ E-123)

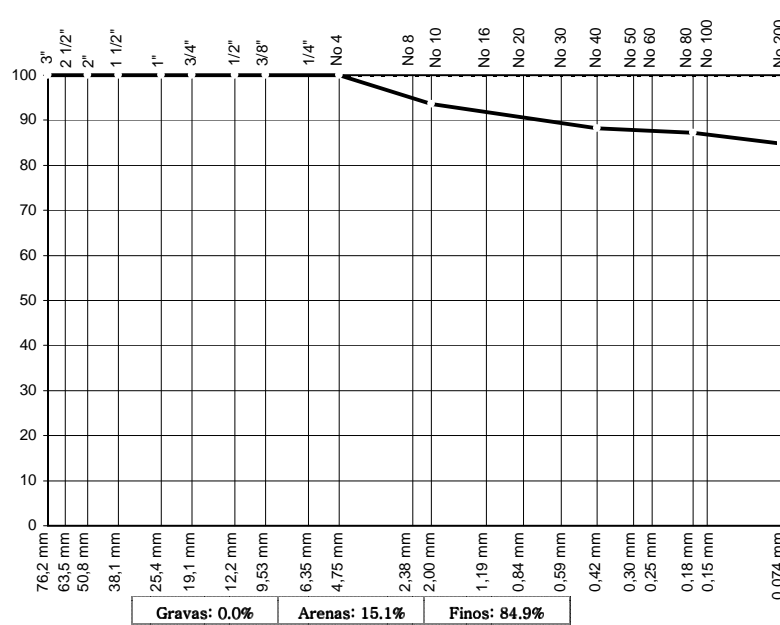
CODIGO FORM.: FE-SU 107  
VERSIÓN FORM.: 01  
FECHA FORM.: 02-sep-02

OBRA: INSTITUCION EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS  
UBICACIÓN: MUNICIPIO DE GARAGOA - DEPARTAMENTO DE BOYACÁ  
CLIENTE:

FECHA MUESTREO: 20-jul-2013  
FECHA ENSAYO: 22-jul-2013

DESCRIPCION: Arcilla limosa de alta plasticidad con trazas de arenas, color amarillo y gris con oxidaciones.

SONDEO: 14 MUESTRA No: 2 PROFUNDIDAD (m): 2,20 - 3,20



Gravas: 0.0% Arenas: 15.1% Finos: 84.9%

OBSERVACIONES:

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

TAM	PESO No	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
PESO INICIAL (g):		42.3		
3"			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"			0.0	100.0
3/8"			0.0	100.0
No 4			0.0	100.0
10	2.7		6.4	93.6
40	2.3		5.4	88.2
80	0.4		0.9	87.2
200	1.0		2.4	84.9
Fondo	35.9		84.9	0.0

Especific.	Resultado
LÍMITE LÍQUIDO:	62
LÍMITE PLÁSTICO:	31
ÍNDICE DE PLASTICIDAD:	31
HUMEDAD NATURAL:	32.7
ÍNDICE DE LIQUIDEZ:	0.0

LÍMITE LÍQUIDO:

LÍMITE PLÁSTICO:

ÍNDICE DE PLASTICIDAD:

HUMEDAD NATURAL:

ÍNDICE DE LIQUIDEZ:

**CLASIFICACIÓN**

A A S H T O (I.G.): A-7-5 (30)  
U. S. C. S.: CH

**LIMITES DE ATTERBERG**

**LÍMITE LÍQUIDO**

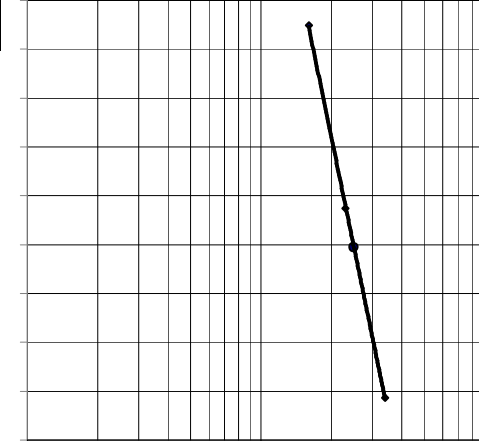
No GOLPES	34	23	16	
No DE LATA	157	61	192	
P1 (gr)	31.91	32.39	29.04	
P2 (gr)	22.81	22.62	20.57	
P3 (gr)	7.35	7.05	7.83	
% HUMEDAD	58.9	62.7	66.5	

**LÍMITE PLÁSTICO**

w. Nral

No DE LATA	217	132		322
P1 (gr)	24.37	22.02		72.56
P2 (gr)	20.22	18.48		58.75
P3 (gr)	7.16	7.12		16.49
% HUMEDAD	31.8	31.2		32.7

**LÍMITES DE ATTERBERG**



LABORATORISTA

MAXIMILIANO VILLADIEGO E.  
Ing. Civil M.P. 25202-161943 CND



**SPC LTDA**  
INGENIEROS CONSULTORES  
LABORATORIO DE INGENIERÍA

**LÍMITES DE CONSISTENCIA  
LÍQUIDO Y PLÁSTICO Y ANÁLISIS  
GRANULOMÉTRICO DE SUELOS**  
(NORMAS I.N.V. E-125 / E-126/ E-123)

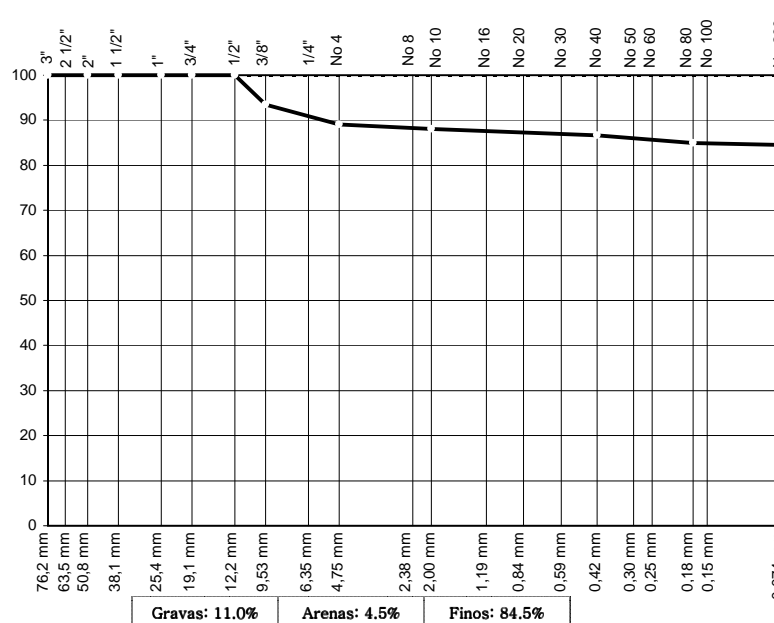
CODIGO FORM.: FE-SU 107  
VERSIÓN FORM.: 01  
FECHA FORM.: 02-sep-02

OBRA: **INSTITUCION EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS**  
UBICACIÓN: MUNICIPIO DE GARAGOA - DEPARTAMENTO DE BOYACÁ  
CLIENTE:

FECHA MUESTREO: 20-jul-2013  
FECHA ENSAYO: 22-jul-2013

DESCRIPCION: Arcilla limosa de baja plasticidad con trazas de grava y arena, color gris con vetas rojizas.

SONDEO: 15 MUESTRA No: 1 PROFUNDIDAD (m): 0,60 - 2,00



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

PESO INICIAL (g):		53.7	
TAMIZ No	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
3"		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"		0.0	100.0
3/8"	3.5	6.5	93.5
No 4	2.4	4.5	89.0
10	0.5	0.9	88.1
40	0.8	1.5	86.6
80	0.9	1.7	84.9
200	0.2	0.4	84.5
Fondo	45.4	84.5	0.0

**LÍMITES DE ATTERBERG**

**LÍMITE LÍQUIDO**

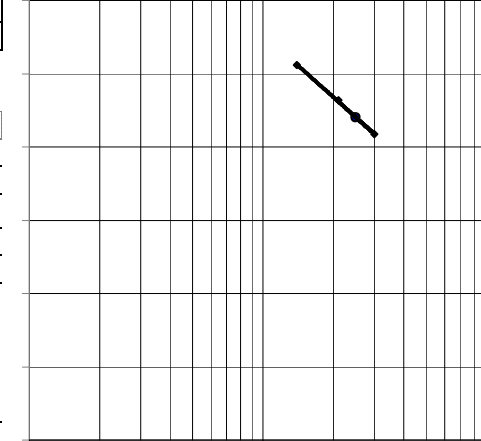
No GOLPES	30	21	14
No DE LATA	107	96	14
P1 (gr)	24.10	26.72	28.65
P2 (gr)	19.14	20.68	21.42
P3 (gr)	7.25	7.65	7.29
% HUMEDAD	41.7	46.4	51.2

**LÍMITE PLÁSTICO**

w. Nral

No DE LATA	74	168	10
P1 (gr)	22.92	21.40	81.69
P2 (gr)	19.89	18.63	69.93
P3 (gr)	6.38	6.49	16.26
% HUMEDAD	22.4	22.8	21.9

**LÍMITES DE ATTERBERG**



Especific.	Resultado
LÍMITE LÍQUIDO:	44
LÍMITE PLÁSTICO:	23
ÍNDICE DE PLASTICIDAD:	21
HUMEDAD NATURAL:	21.9
ÍNDICE DE LIQUIDEZ:	0.0

OBSERVACIONES:

**CLASIFICACIÓN**

A A S H T O (I.G.): **A-7-6 (19)**  
U. S. C. S.: **CL**

LABORATORISTA

MAXIMILIANO VILLADIEGO E.  
Ing. Civil M.P. 25202-161943 CND





**SPC LTDA**  
 INGENIEROS CONSULTORES  
 LABORATORIO DE INGENIERÍA

**LÍMITES DE CONSISTENCIA  
 LÍQUIDO Y PLÁSTICO Y ANÁLISIS  
 GRANULOMÉTRICO DE SUELOS**  
 (NORMAS I.N.V. E-125 / E-126/ E-123)

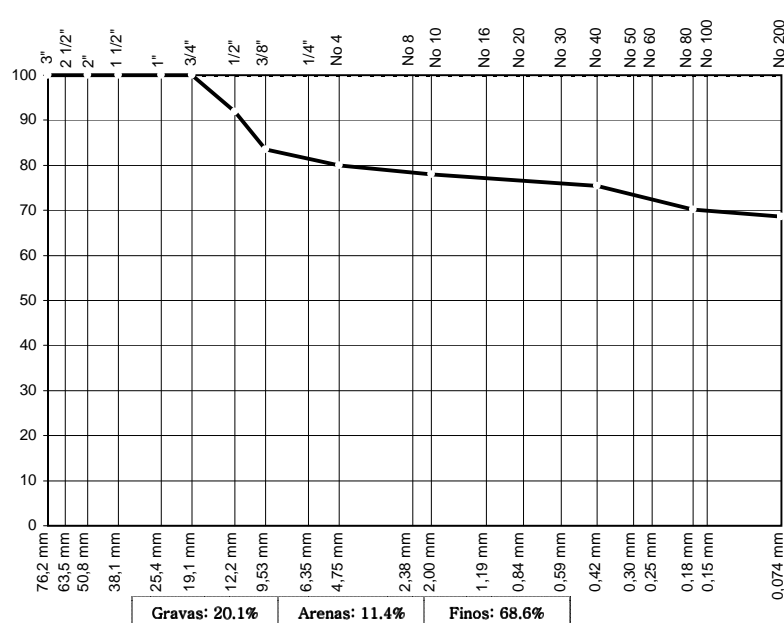
CODIGO FORM.: FE-SU 107  
 VERSIÓN FORM.: 01  
 FECHA FORM.: 02-sep-02

OBRA: **INSTITUCION EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS**  
 UBICACIÓN: MUNICIPIO DE GARAGOA - DEPARTAMENTO DE BOYACÁ  
 CLIENTE:

FECHA MUESTREO: 20-jul-2013  
 FECHA ENSAYO: 22-jul-2013

DESCRIPCION: Arcilla limo gravosa de baja plasticidad con trazas de arenas, coloramarillo con vetas grises y oxido.

SONDEO: 15 MUESTRA No: 2 PROFUNDIDAD (m): 2,00 - 4,10



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
No			
3"		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"	3.6	8.0	92.0
3/8"	3.8	8.5	83.5
No 4	1.6	3.6	79.9
10	0.9	2.0	77.9
40	1.1	2.5	75.5
80	2.4	5.4	70.1
200	0.7	1.6	68.6
Fondo	30.7	68.6	0.0

**LIMITES DE ATTERBERG**

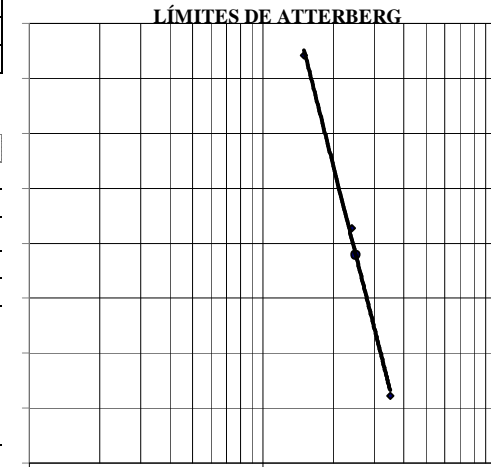
LÍMITE LÍQUIDO				
No GOLPES	35	24	15	
No DE LATA	182	206	7	
P1 (gr)	25.03	28.11	26.70	
P2 (gr)	19.45	21.54	20.18	
P3 (gr)	7.11	7.93	7.50	
% HUMEDAD	45.2	48.3	51.4	
LÍMITE PLÁSTICO w. Nral				
No DE LATA	108	36		77
P1 (gr)	20.71	20.66		74.16
P2 (gr)	17.61	18.14		63.57
P3 (gr)	6.36	8.84		18.73
% HUMEDAD	27.6	27.1		23.6

OBSERVACIONES:

Especific.	Resultado
LÍMITE LÍQUIDO:	48
LÍMITE PLÁSTICO:	27
ÍNDICE DE PLASTICIDAD:	21
HUMEDAD NATURAL:	23.6
ÍNDICE DE LIQUEDEZ:	-0.2

**CLASIFICACIÓN**

A A S H T O (I.G.): **A-7-6 (14)**  
 U. S. C. S.: **CL**



LABORATORISTA: \_\_\_\_\_  
 MAXIMILIANO VILLADIEGO E.  
 Ing. Civil M.P. 25202-161943 CND



**SPC LTDA**  
INGENIEROS CONSULTORES  
LABORATORIO DE INGENIERÍA

**LÍMITES DE CONSISTENCIA  
LÍQUIDO Y PLÁSTICO Y ANÁLISIS  
GRANULOMÉTRICO DE SUELOS**  
(NORMAS I.N.V. E-125 / E-126/ E-123)

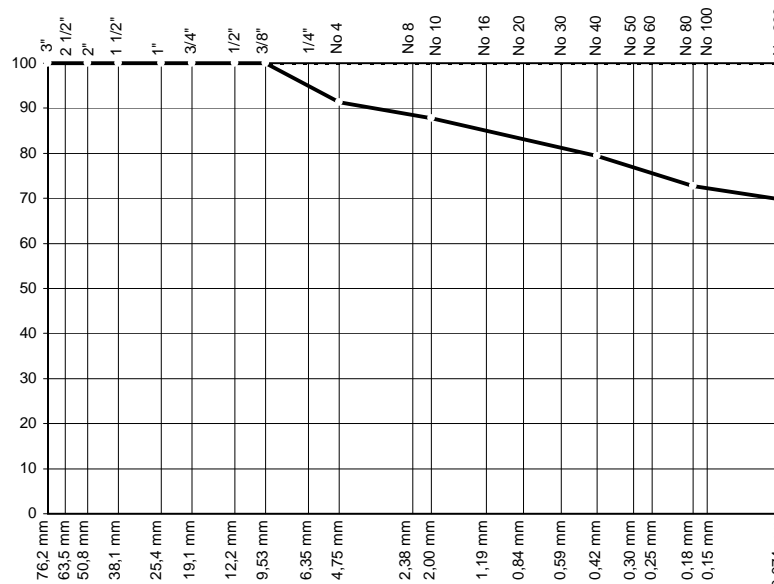
CODIGO FORM.: FE-SU 107  
VERSIÓN FORM.: 01  
FECHA FORM.: 02-sep-02

OBRA: INSTITUCION EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS  
UBICACIÓN: MUNICIPIO DE GARAGOA - DEPARTAMENTO DE BOYACÁ  
CLIENTE:

FECHA MUESTREO: 20-jul-2013  
FECHA ENSAYO: 22-jul-2013

DESCRIPCION: Arcilla limo arenosa de alta plasticidad con trazas de grava, color café oscuro con oxidaciones.

SONDEO: 16 MUESTRA No: 1 PROFUNDIDAD (m): 0,60 - 2,00



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
PESO INICIAL (g): 36.0			
No			
3"		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"		0.0	100.0
3/8"		0.0	100.0
No 4	3.1	8.6	91.4
10	1.3	3.6	87.8
40	3.0	8.3	79.4
80	2.4	6.7	72.7
200	1.1	3.1	69.7
Fondo	25.1	69.7	0.0

Gravas: 8.6% Arenas: 21.7% Finos: 69.7%

OBSERVACIONES:

**LIMITES DE ATTERBERG**

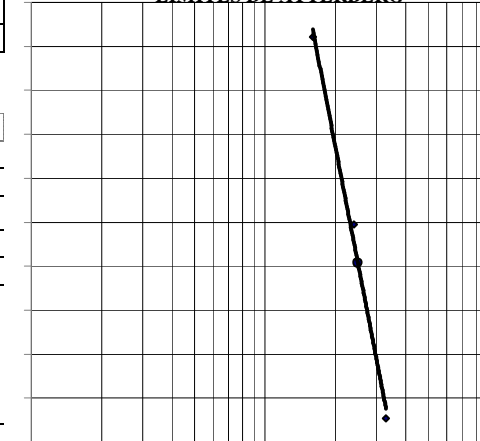
**LÍMITE LÍQUIDO**

No GOLPES	33	24	16
No DE LATA	15	193	242
P1 (gr)	26.67	24.71	25.12
P2 (gr)	20.37	18.61	18.62
P3 (gr)	7.39	7.09	7.26
% HUMEDAD	48.5	53.0	57.2

**LÍMITE PLÁSTICO**

No DE LATA	133	92	63
P1 (gr)	21.92	19.66	70.98
P2 (gr)	18.49	16.83	61.36
P3 (gr)	6.04	6.51	25.40
% HUMEDAD	27.6	27.4	26.8

**LÍMITES DE ATTERBERG**



Especific.	Resultado
LÍMITE LÍQUIDO:	52
LÍMITE PLÁSTICO:	27
ÍNDICE DE PLASTICIDAD:	25
HUMEDAD NATURAL:	26.8
ÍNDICE DE LIQUIDEZ:	0.0

**CLASIFICACIÓN**

A A S H T O (I.G.): A-7-6 (17)  
U. S. C. S.: CH

LABORATORISTA

MAXIMILIANO VILLADIEGO E.  
Ing. Civil M.P. 25202-161943 CND



**SPC LTDA**  
INGENIEROS CONSULTORES  
LABORATORIO DE INGENIERÍA

**LÍMITES DE CONSISTENCIA  
LÍQUIDO Y PLÁSTICO Y ANÁLISIS  
GRANULOMÉTRICO DE SUELOS**  
(NORMAS I.N.V. E-125 / E-126/ E-123)

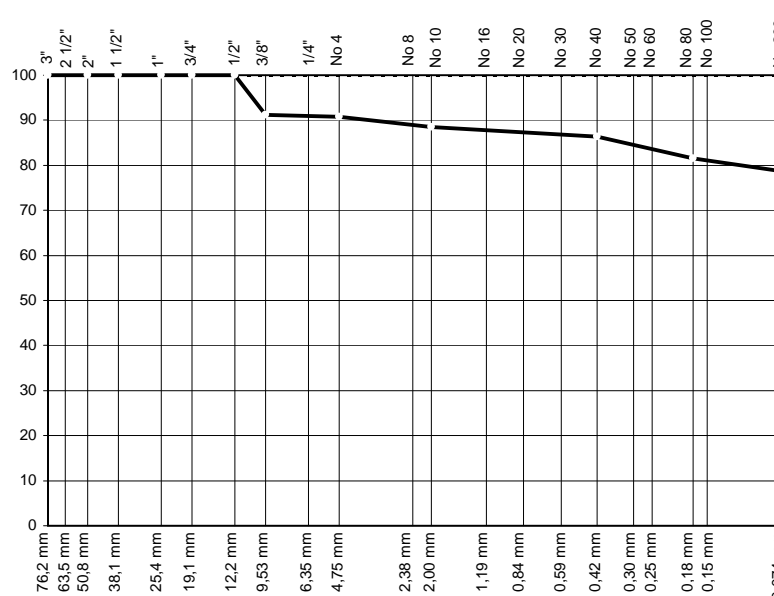
CODIGO FORM.: FE-SU 107  
VERSIÓN FORM.: 01  
FECHA FORM.: 02-sep-02

OBRA: INSTITUCION EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS  
UBICACIÓN: MUNICIPIO DE GARAGOA - DEPARTAMENTO DE BOYACÁ  
CLIENTE:

FECHA MUESTREO: 20-jul-2013  
FECHA ENSAYO: 22-jul-2013

DESCRIPCION: Arcilla limosa de alta plasticidad con trazas de arena y grava, color café oscuro con vetas rojas y amarillas.

SONDEO: 16 MUESTRA No: 2 PROFUNDIDAD (m): 2,00 - 2,80



Gravas: 9.3% Arenas: 12.1% Finos: 78.7%

OBSERVACIONES:

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

TAMIZ	PESO No	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
PESO INICIAL (g):		38.9		
3"			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"			0.0	100.0
3/8"	3.4	8.7	91.3	
No 4	0.2	0.5	90.7	
10	0.9	2.3	88.4	
40	0.8	2.1	86.4	
80	1.9	4.9	81.5	
200	1.1	2.8	78.7	
Fondo	30.6	78.7	0.0	

Especific.	Resultado
LÍMITE LÍQUIDO:	59
LÍMITE PLÁSTICO:	30
ÍNDICE DE PLASTICIDAD:	29
HUMEDAD NATURAL:	28.0
ÍNDICE DE LIQUEDEZ:	-0.1

LÍMITE LÍQUIDO: 59  
LÍMITE PLÁSTICO: 30  
ÍNDICE DE PLASTICIDAD: 29  
HUMEDAD NATURAL: 28.0  
ÍNDICE DE LIQUEDEZ: -0.1

**CLASIFICACIÓN**

A A S H T O (I.G.): A-7-5 (25)  
U. S. C. S.: CH

**LÍMITES DE ATTERBERG**

**LÍMITE LÍQUIDO**

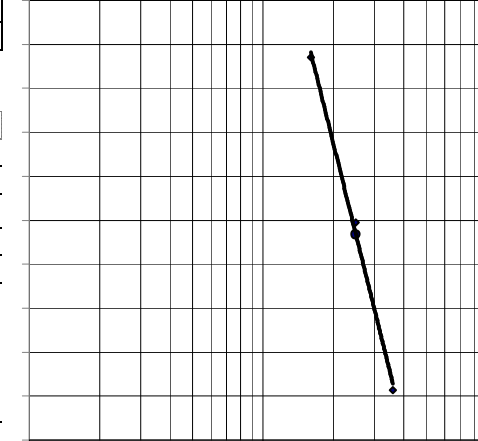
No GOLPES	36	25	16
No DE LATA	6	108	130
P1 (gr)	27.96	25.57	26.19
P2 (gr)	20.82	18.75	18.96
P3 (gr)	7.87	7.18	7.43
% HUMEDAD	55.1	58.9	62.7

**LÍMITE PLÁSTICO**

w. Nral

No DE LATA	16	19	68
P1 (gr)	20.79	18.31	75.18
P2 (gr)	17.68	15.85	64.27
P3 (gr)	7.33	7.80	25.37
% HUMEDAD	30.0	30.6	28.0

**LÍMITES DE ATTERBERG**



LABORATORISTA

MAXIMILIANO VILLADIEGO E.  
Ing. Civil M.P. 25202-161943 CND



**SPC LTDA**  
INGENIEROS CONSULTORES  
LABORATORIO DE INGENIERÍA

**LÍMITES DE CONSISTENCIA  
LÍQUIDO Y PLÁSTICO Y ANÁLISIS  
GRANULOMÉTRICO DE SUELOS**  
(NORMAS I.N.V. E-125 / E-126/ E-123)

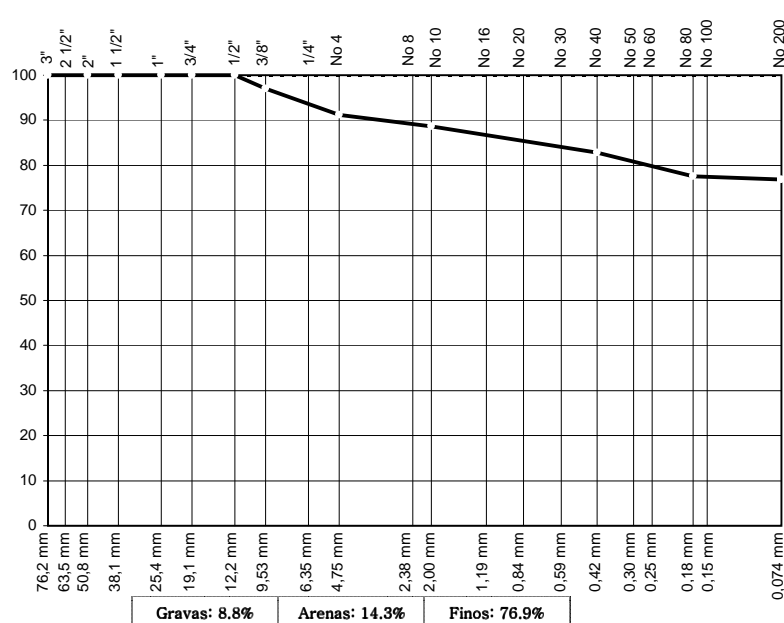
CODIGO FORM.: FE-SU 107  
VERSIÓN FORM.: 01  
FECHA FORM.: 02-sep-02

OBRA: INSTITUCION EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS  
UBICACIÓN: MUNICIPIO DE GARAGOA - DEPARTAMENTO DE BOYACÁ  
CLIENTE:

FECHA MUESTREO: 20-jul-2013  
FECHA ENSAYO: 22-jul-2013

DESCRIPCION: Arcilla limosa de alta plasticidad con trazas de arena y grava, color rojizo con vetas grises y amarillas.

SONDEO: 16 MUESTRA No: 3 PROFUNDIDAD (m): 2,80 - 4,10



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
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"		0.0	100.0
3/8"	1.0	2.9	97.1
No 4	2.0	5.8	94.2
10	0.9	2.6	97.4
40	2.0	5.8	94.2
80	1.8	5.3	94.7
200	0.2	0.6	99.4
Fondo	26.3	76.9	23.1

Gravas: 8.8% Arenas: 14.3% Finos: 76.9%

OBSERVACIONES:

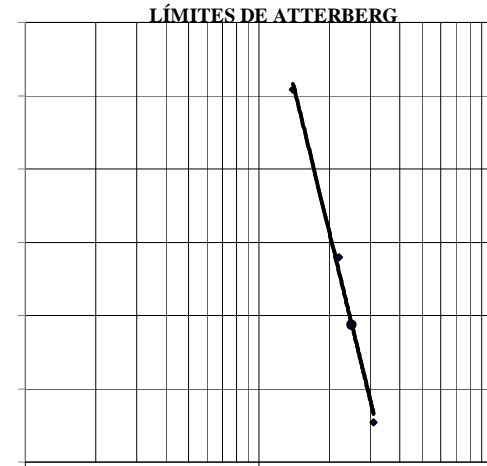
**LÍMITES DE ATTERBERG**

LÍMITE LÍQUIDO				
No GOLPES	31	22	14	
No DE LATA	37	231	97	
P1 (gr)	25.80	24.32	27.20	
P2 (gr)	18.25	17.52	18.97	
P3 (gr)	7.32	8.28	8.44	
% HUMEDAD	69.1	73.6	78.2	
LÍMITE PLÁSTICO w. Nral				
No DE LATA	86	52		202
P1 (gr)	21.52	23.97		68.31
P2 (gr)	17.86	19.86		53.06
P3 (gr)	7.17	7.79		18.85
% HUMEDAD	34.2	34.1		44.6

Especific.	Resultado
LÍMITE LÍQUIDO:	72
LÍMITE PLÁSTICO:	34
ÍNDICE DE PLASTICIDAD:	38
HUMEDAD NATURAL:	44.6
ÍNDICE DE LIQUIDEZ:	0.3

**CLASIFICACIÓN**

A A S H T O (I.G.): A-7-5 (32)  
U. S. C. S.: CH



LABORATORISTA: \_\_\_\_\_  
MAXIMILIANO VILLADIEGO E.  
Ing. Civil M.P. 25202-161943 CND



**SPC LTDA**  
 INGENIEROS CONSULTORES  
 LABORATORIO DE INGENIERÍA

**LÍMITES DE CONSISTENCIA  
 LÍQUIDO Y PLÁSTICO Y ANÁLISIS  
 GRANULOMÉTRICO DE SUELOS**  
 (NORMAS I.N.V. E-125 / E-126/ E-123)

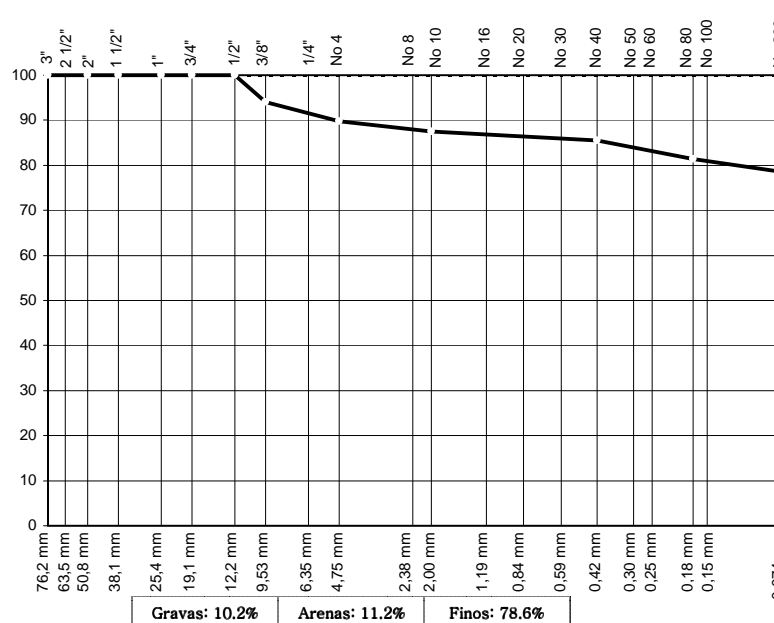
CODIGO FORM.: FE-SU 107  
 VERSIÓN FORM.: 01  
 FECHA FORM.: 02-sep-02

OBRA: **INSTITUCION EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS**  
 UBICACIÓN: MUNICIPIO DE GARAGOA - DEPARTAMENTO DE BOYACÁ  
 CLIENTE:

FECHA MUESTREO: 20-jul-2013  
 FECHA ENSAYO: 22-jul-2013

DESCRIPCION: Arcilla limosa de alta plasticidad con trazas de arenas y gravas, color rojizo con vetas grises.

SONDEO: 16 MUESTRA No: 4 PROFUNDIDAD (m): 4,10 - 5,60



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
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"		0.0	100.0
3/8"	2.4	6.0	94.0
No 4	1.7	4.2	95.8
10	0.9	2.2	97.8
40	0.8	2.0	98.0
80	1.7	4.2	95.8
200	1.1	2.7	97.3
Fondo	31.6	78.6	21.4

Gravas: 10.2% Arenas: 11.2% Finos: 78.6%

OBSERVACIONES:

Especific.	Resultado
LÍMITE LÍQUIDO:	63
LÍMITE PLÁSTICO:	31
ÍNDICE DE PLASTICIDAD:	32
HUMEDAD NATURAL:	37.8
ÍNDICE DE LIQUIDEZ:	0.2

**CLASIFICACIÓN**

A A S H T O (I.G.): **A-7-5 (28)**  
 U. S. C. S.: **CH**

**LIMITES DE ATTERBERG**

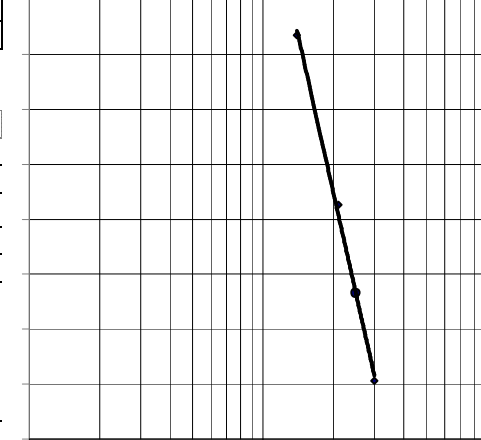
**LÍMITE LÍQUIDO**

No GOLPES	30	21	14	
No DE LATA	122	169	218	
P1 (gr)	28.78	26.59	27.66	
P2 (gr)	20.58	19.27	19.41	
P3 (gr)	7.15	7.88	7.16	
% HUMEDAD	61.1	64.3	67.3	

**LÍMITE PLÁSTICO**

No DE LATA	62	251		w. Nral
P1 (gr)	23.21	25.05		72.25
P2 (gr)	19.55	20.78		57.06
P3 (gr)	7.78	7.33		16.84
% HUMEDAD	31.1	31.7		37.8

**LÍMITES DE ATTERBERG**



LABORATORISTA

MAXIMILIANO VILLADIEGO E.  
 Ing. Civil M.P. 25202-161943 CND



**SPC LTDA**  
INGENIEROS CONSULTORES  
LABORATORIO DE INGENIERÍA

**LÍMITES DE CONSISTENCIA  
LÍQUIDO Y PLÁSTICO Y ANÁLISIS  
GRANULOMÉTRICO DE SUELOS**  
(NORMAS I.N.V. E-125 / E-126/ E-123)

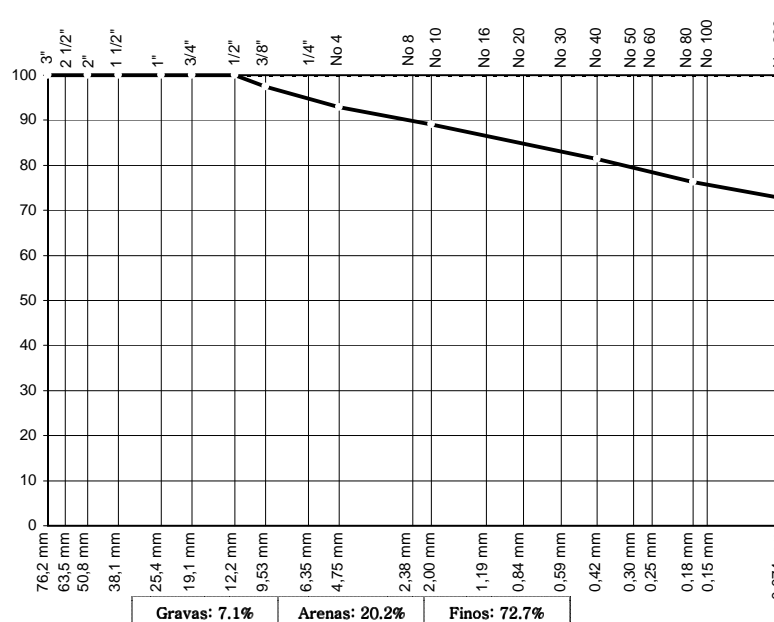
CODIGO FORM.: FE-SU 107  
VERSIÓN FORM.: 01  
FECHA FORM.: 02-sep-02

OBRA: **INSTITUCION EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS**  
UBICACIÓN: MUNICIPIO DE GARAGOA - DEPARTAMENTO DE BOYACÁ  
CLIENTE:

FECHA MUESTREO: 20-jul-2013  
FECHA ENSAYO: 22-jul-2013

DESCRIPCION: Arcilla limo arenosa de alta plasticidad con trazas de grava, color rojizo con vetas amarillas.

SONDEO: 17 MUESTRA No: 1 PROFUNDIDAD (m): 0,70 - 1,70



Gravas: 7.1% Arenas: 20.2% Finos: 72.7%

OBSERVACIONES:

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

TAMIZ No	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
PESO INICIAL (g): 39.2			
3"		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"		0.0	100.0
3/8"	1.0	2.6	97.4
No 4	1.8	4.6	92.9
10	1.5	3.8	89.0
40	3.0	7.7	81.4
80	2.0	5.1	76.3
200	1.4	3.6	72.7
Fondo	28.5	72.7	0.0

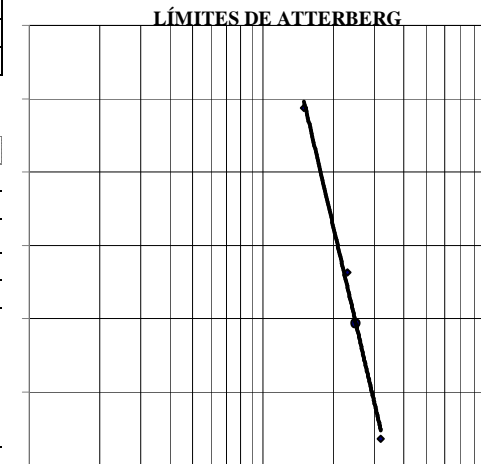
**LÍMITES DE ATTERBERG**

LÍMITE LÍQUIDO				
No GOLPES	32	23	15	
No DE LATA	38	145	243	
P1 (gr)	26.77	29.06	28.98	
P2 (gr)	19.27	20.25	19.94	
P3 (gr)	7.31	7.15	7.34	
% HUMEDAD	62.7	67.3	71.7	
LÍMITE PLÁSTICO w. Nral				
No DE LATA	75	17		D
P1 (gr)	20.77	21.60		71.63
P2 (gr)	17.53	18.24		59.33
P3 (gr)	7.22	7.45		20.16
% HUMEDAD	31.4	31.1		31.4

Especific.	Resultado
LÍMITE LÍQUIDO:	66
LÍMITE PLÁSTICO:	31
ÍNDICE DE PLASTICIDAD:	35
HUMEDAD NATURAL:	31.4
ÍNDICE DE LIQUIDEZ:	0.0

**CLASIFICACIÓN**

A A S H T O (I.G.): A-7-5 (27)  
U. S. C. S.: CH



LABORATORISTA: \_\_\_\_\_  
MAXIMILIANO VILLADIEGO E.  
Ing. Civil M.P. 25202-161943 CND



**SPC LTDA**  
INGENIEROS CONSULTORES  
LABORATORIO DE INGENIERÍA

**LÍMITES DE CONSISTENCIA  
LÍQUIDO Y PLÁSTICO Y ANÁLISIS  
GRANULOMÉTRICO DE SUELOS**  
(NORMAS I.N.V. E-125 / E-126/ E-123)

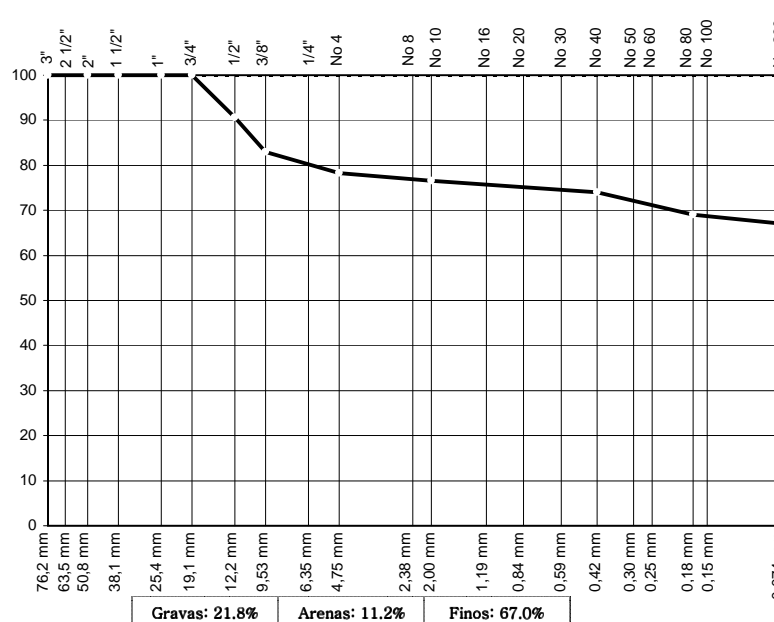
CODIGO FORM.: FE-SU 107  
VERSIÓN FORM.: 01  
FECHA FORM.: 02-sep-02

OBRA: INSTITUCION EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS  
UBICACIÓN: MUNICIPIO DE GARAGOA - DEPARTAMENTO DE BOYACÁ  
CLIENTE:

FECHA MUESTREO: 20-jul-2013  
FECHA ENSAYO: 22-jul-2013

DESCRIPCION: Arcilla gravo limosa de alta plasticidad con trazas de arenas, color rojizo con vetas amarillas.

SONDEO: 17 MUESTRA No: 2 PROFUNDIDAD (m): 1,70 - 3,20



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
No			
3"		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"	4.0	9.4	90.6
3/8"	3.3	7.7	82.9
No 4	2.0	4.7	78.2
10	0.7	1.6	76.6
40	1.1	2.6	74.0
80	2.1	4.9	69.1
200	0.9	2.1	67.0
Fondo	28.6	67.0	0.0

Gravas: 21.8% Arenas: 11.2% Finos: 67.0%

OBSERVACIONES:

Especific.	Resultado
LÍMITE LÍQUIDO:	55
LÍMITE PLÁSTICO:	28
ÍNDICE DE PLASTICIDAD:	27
HUMEDAD NATURAL:	24.0
ÍNDICE DE LIQUEZ:	-0.1

**CLASIFICACIÓN**

A A S H T O (I.G.): A-7-6 (18)  
U. S. C. S.: CH

**LIMITES DE ATTERBERG**

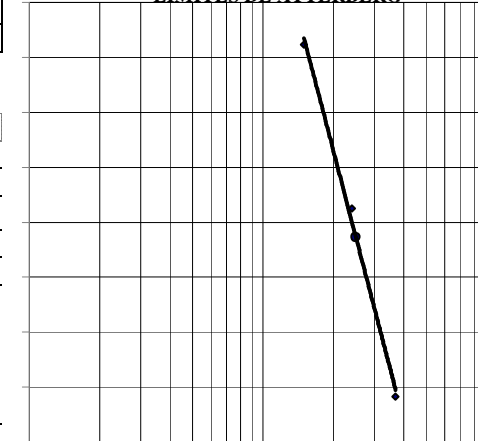
**LÍMITE LÍQUIDO**

No GOLPES	37	24	15
No DE LATA	183	194	107
P1 (gr)	29.76	27.61	25.66
P2 (gr)	22.11	20.29	19.12
P3 (gr)	7.35	7.04	7.89
% HUMEDAD	51.8	55.2	58.2

**LÍMITE PLÁSTICO**

No DE LATA	207	90	154
P1 (gr)	22.57	20.61	76.69
P2 (gr)	19.27	17.74	66.43
P3 (gr)	7.46	7.23	23.72
% HUMEDAD	27.9	27.3	24.0

**LÍMITES DE ATTERBERG**



LABORATORISTA

MAXIMILIANO VILLADIEGO E.  
Ing. Civil M.P. 25202-161943 CND



**SPC LTDA**  
 INGENIEROS CONSULTORES  
 LABORATORIO DE INGENIERÍA

**LÍMITES DE CONSISTENCIA  
 LÍQUIDO Y PLÁSTICO Y ANÁLISIS  
 GRANULOMÉTRICO DE SUELOS**  
 (NORMAS I.N.V. E-125 / E-126/ E-123)

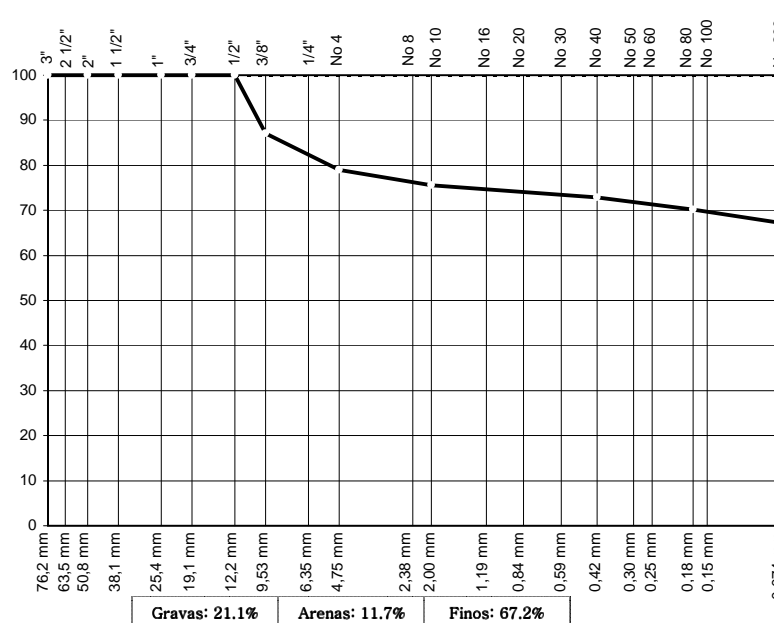
CODIGO FORM.: FE-SU 107  
 VERSIÓN FORM.: 01  
 FECHA FORM.: 02-sep-02

OBRA: **INSTITUCION EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS**  
 UBICACIÓN: MUNICIPIO DE GARAGOA - DEPARTAMENTO DE BOYACÁ  
 CLIENTE:

FECHA MUESTREO: 20-jul-2013  
 FECHA ENSAYO: 22-jul-2013

DESCRIPCION: Arcilla grava limosa de alta plasticidad con trazas de arena, color amarillo con vetas grises y rojas.

SONDEO: 18 MUESTRA No: 1 PROFUNDIDAD (m): 0,60 - 2,10



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

TAMIZ No	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
3"		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"		0.0	100.0
3/8"	4.3	12.9	87.1
No 4	2.7	8.1	78.9
10	1.1	3.3	75.6
40	0.9	2.7	72.9
80	0.9	2.7	70.2
200	1.0	3.0	67.2
Fondo	22.3	67.2	0.0

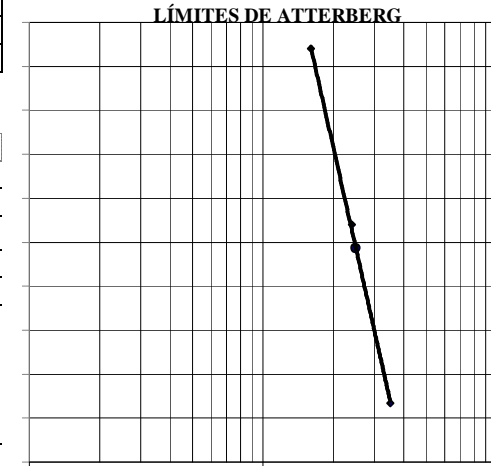
**LIMITES DE ATTERBERG**

**LÍMITE LÍQUIDO**

No GOLPES	24	16
No DE LATA	31	158
P1 (gr)	27.37	26.07
P2 (gr)	20.07	18.85
P3 (gr)	7.34	7.81
% HUMEDAD	57.3	65.4

**LÍMITE PLÁSTICO** w. Nral

No DE LATA	18	134	B
P1 (gr)	21.64	23.67	59.47
P2 (gr)	18.24	19.84	49.86
P3 (gr)	6.75	6.99	16.62
% HUMEDAD	29.6	29.8	28.9



Especific.	Resultado
LÍMITE LÍQUIDO:	61
LÍMITE PLÁSTICO:	30
ÍNDICE DE PLASTICIDAD:	31
HUMEDAD NATURAL:	28.9
ÍNDICE DE LIQUIDEZ:	0.0

OBSERVACIONES:

**CLASIFICACIÓN**

A A S H T O (I.G.): **A-7-5 (21)**  
 U. S. C. S.: **CH**

LABORATORISTA: \_\_\_\_\_  
 MAXIMILIANO VILLADIEGO E.  
 Ing. Civil M.P. 25202-161943 CND





**SPC LTDA**  
INGENIEROS CONSULTORES  
LABORATORIO DE INGENIERÍA

**LÍMITES DE CONSISTENCIA  
LÍQUIDO Y PLÁSTICO Y ANÁLISIS  
GRANULOMÉTRICO DE SUELOS**  
(NORMAS I.N.V. E-125 / E-126/ E-123)

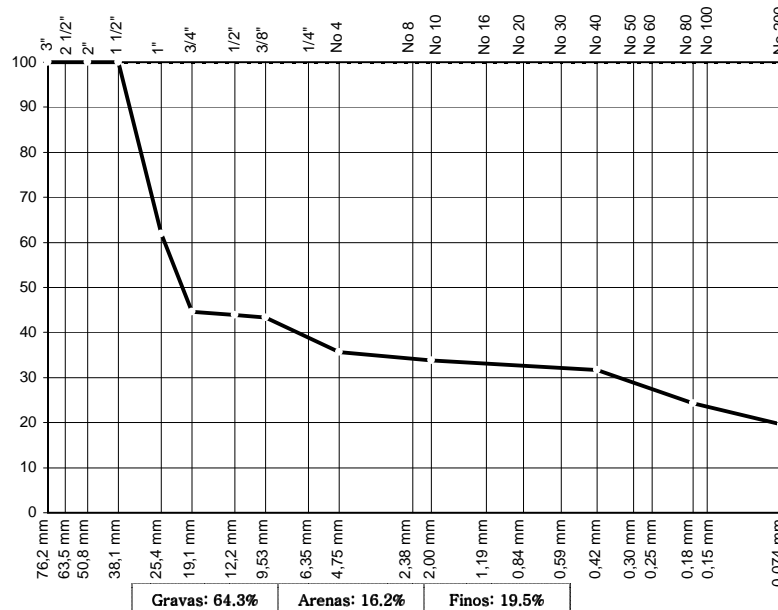
CODIGO FORM.: FE-SU 107  
VERSIÓN FORM.: 01  
FECHA FORM.: 02-sep-02

OBRA: **INSTITUCION EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS**  
UBICACIÓN: MUNICIPIO DE GARAGOA - DEPARTAMENTO DE BOYACÁ  
CLIENTE:

FECHA MUESTREO: 20-jul-2013  
FECHA ENSAYO: 22-jul-2013

DESCRIPCION: Grava arcillosa de alta plasticidad con trazas de arena, color amarillo con vetas grises y oxidaciones.

SONDEO: 18 MUESTRA No: 2 PROFUNDIDAD (m): 2,10 - 3,10



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
No			
3"		0.0	100.0
2"		0.0	100.0
1 1/2"		0.0	100.0
1"	16.0	38.1	61.9
3/4"	7.3	17.4	44.6
1/2"	0.3	0.7	43.8
3/8"	0.2	0.5	43.3
No 4	3.2	7.6	35.7
10	0.8	1.9	33.8
40	0.9	2.1	31.7
80	3.1	7.4	24.3
200	2.0	4.8	19.5
Fondo	8.2	19.5	0.0

**LIMITES DE ATTERBERG**

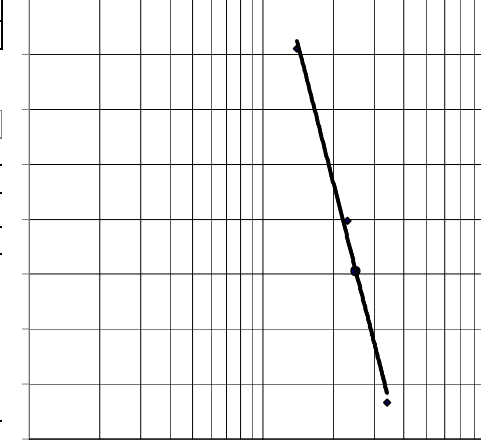
**LÍMITE LÍQUIDO**

No GOLPES	34	23	14
No DE LATA	53	252	118
P1 (gr)	24.98	25.53	26.92
P2 (gr)	19.22	19.34	19.77
P3 (gr)	7.85	7.87	7.25
% HUMEDAD	50.7	54.0	57.1

**LÍMITE PLÁSTICO**

No DE LATA	320	225	S
P1 (gr)	21.72	20.15	77.96
P2 (gr)	18.79	17.56	67.55
P3 (gr)	7.22	7.39	25.52
% HUMEDAD	25.3	25.5	24.8

**LÍMITES DE ATTERBERG**



OBSERVACIONES:

Especific.	Resultado
LÍMITE LÍQUIDO:	53
LÍMITE PLÁSTICO:	25
ÍNDICE DE PLASTICIDAD:	28
HUMEDAD NATURAL:	24.8

**CLASIFICACIÓN**

A A S H T O (I.G.): **A-2-7 (0)**  
U. S. C. S.: **GC**

LABORATORISTA: MAXIMILIANO VILLADIEGO E.  
Ing. Civil M.P. 25202-161943 CND

	<p><b>SPC LTDA</b> Ingenieros Consultores Laboratorio de Ingeniería</p>	<p><b>ESTUDIO GEOTÉCNICO</b> CONSTRUCCIÓN – EDIFICACIONES DE UNO A DOS PISO PARA LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS – MUNICIPIO DE GARAGOA (BOYACÁ)</p>	<p>CÓDIGO FORM.: SPC-02-EI-01 VERSIÓN FORM.: 01 FECHA FORM.: 28-Nov-03</p>
--	---	--	--

Página 49 de 50

*Bogotá D. C., Mayo de 2014*

**15 ANEXO A.4: MEMORIAS DE CÁLCULO (ANÁLISIS DE CAPACIDAD  
PORTANTE Y DEFORMACIÓN)**

INGENIERO CIVIL

CALLE 143 No 46 - 55, BOGOTÁ  
3123623582 / 3005647154

STRENGTH PARAMETERS WITH THE STANDARD PENETRATION TEST

PROJECT : INSTITUCION EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS

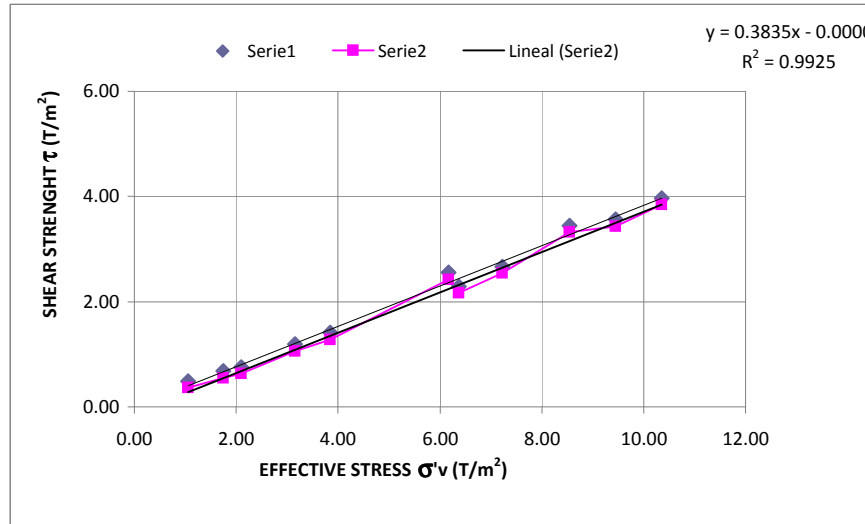
SITE : MUNICIPIO DE GARAGOA - DEPARTAMENTO DE BOYACÁ

DATE : 6/05/2014

CLIENT :

Boring =	1	Effective energy $E_o =$	0.45	Internal liner (1/0) =	1	Boring diameter (cm) =	10
Water Table =	NO	Reference energy $E_r =$	0.72	Revetment correction $\eta_3 =$	1	Diameter Correction $\eta_4 =$	1
$C' =$	-0.13	Energy Correction $\eta_1 =$	0.63				
$\phi' =$	20.00						
$C' \text{ mín} =$	0.00						
$\phi' \text{ mín} =$	20.00						

Depth (m)	Sample	Thickn (m)	Z (m)	N	$\gamma$ (T/m <sup>3</sup> )	$\sigma_v$ (T/m <sup>2</sup> )	u (T/m <sup>2</sup> )	$\sigma'_v$ (T/m <sup>2</sup> )	Rs	K	$C_N$	$L_T$ (m)	$\eta_2$	$N'$	$\phi_{\text{equ}}$ (°)	$\sigma'_v$ (T/m <sup>2</sup> )	$\tau$ (T/m <sup>2</sup> )	
0.50	1.00	1	0.50	0.75	6	1.40	1.05	0.00	1.05	0.105	1.4	2.00	0.75	0.75	5.6	23.4	1.05	0.49
1.00	1.50	2	0.50	1.25	4	1.40	1.75	0.00	1.75	0.175	0.9	1.70	1.25	0.75	3.2	21.3	1.75	0.68
1.50	2.00	3	0.50	1.75	3	1.20	2.10	0.00	2.10	0.210	0.9	1.62	1.75	0.75	2.3	20.3	2.10	0.76
2.00	2.50	5	0.50	2.25	7	1.40	3.15	0.00	3.15	0.315	0.9	1.46	2.25	0.75	4.8	22.7	3.15	1.19
2.50	3.00	6	0.50	2.75	7	1.40	3.85	0.00	3.85	0.385	0.9	1.38	2.75	0.75	4.5	22.5	3.85	1.41
3.00	3.50	7	0.50	3.25	18	1.90	6.18	0.00	6.18	0.618	0.9	1.19	3.25	0.75	10.1	26.2	6.18	2.55
3.50	4.00	8	0.50	3.75	9	1.70	6.38	0.00	6.38	0.638	0.9	1.18	3.75	0.75	5.0	22.9	6.38	2.29
4.00	4.50	9	0.50	4.25	10	1.70	7.23	0.00	7.23	0.723	0.9	1.13	4.25	0.85	6.0	23.7	7.23	2.67
4.50	5.00	10	0.50	4.75	17	1.80	8.55	0.00	8.55	0.855	0.9	1.06	4.75	0.85	9.6	26.0	8.55	3.45
5.00	5.50	11	0.50	5.25	13	1.80	9.45	0.00	9.45	0.945	0.9	1.02	5.25	0.85	7.1	24.4	9.45	3.56
5.50	6.00	12	0.50	5.75	15	1.80	10.35	0.00	10.35	1.035	0.9	0.99	5.75	0.85	7.9	24.9	10.35	3.97



$\phi'_{\text{min}} = \phi'_{\text{equ}} \text{ min (°)} = 20.3$   
 $\phi'_{\text{equ}} \text{ medio (°)} = 23.5$

$\overline{N}_{\text{SPT}} = 9.91$

BIBLIOGRAFÍA:

GONZALEZ G. ALVARO J., "Estimativo de Parámetros Efectivos de Resistencia con el SPT (1999)". X Jornadas Geotécnicas de la Ingeniería Colombiana - SCI - SCG, Documento Completo.

INGENIERO CIVIL  
 CALLE 143 No 46 - 55, BOGOTÁ  
 3123623582 / 3005647154

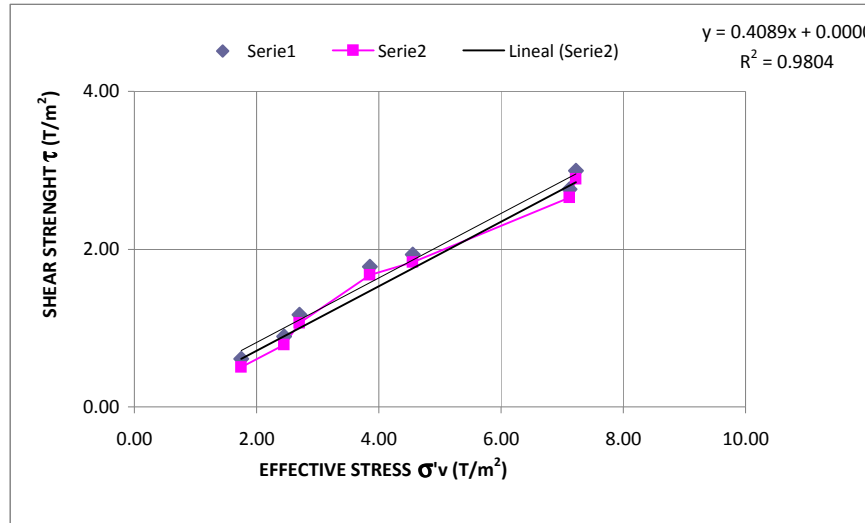
**STRENGHT PARAMETERS WHIT THE STANDARD PENETRATION TEST**

PROJECT : INSTITUCION EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS  
 SITE : MUNICIPIO DE GARAGOA - DEPARTAMENTO DE BOYACÁ  
 CLIENT :

DATE : 6/05/2014

Boring =	2	Effective energy $E_o =$	0.45	Internal liner (1/0) =	1	Boring diameter (cm) =	10
Water Table =	NO	Reference energy $E_r =$	0.72	Revetment correction $\eta_3 =$	1	Diameter Correction $\eta_4 =$	1
$C' =$	-0.11	Energy Correction $\eta_1 =$	0.63				
$\phi' =$	22.00						
$C' \text{ mín} =$	0.00						
$\phi' \text{ mín} =$	22.00						

Depth (m)	Sample	Thickn (m)	Z (m)	N	$\gamma$ (T/m <sup>3</sup> )	$\sigma_v$ (T/m <sup>2</sup> )	u (T/m <sup>2</sup> )	$\sigma'_v$ (T/m <sup>2</sup> )	Rs	K	$C_N$	$L_T$ (m)	$\eta_2$	$N'$	$\phi_{equ}$ (°)	$\sigma'_v$ (T/m <sup>2</sup> )	$\tau$ (T/m <sup>2</sup> )	
1.00	1.50	1	0.50	1.25	2	1.40	1.75	0.00	1.75	0.175	0.9	1.70	1.25	0.75	1.6	19.5	1.75	0.60
1.50	2.00	2	0.50	1.75	5	1.40	2.45	0.00	2.45	0.245	0.9	1.56	1.75	0.75	3.7	21.8	2.45	0.89
2.00	2.50	3	0.50	2.25	14	1.20	2.70	0.00	2.70	0.270	0.9	1.52	2.25	0.75	10.0	26.2	2.70	1.16
2.50	3.00	5	0.50	2.75	23	1.40	3.85	0.00	3.85	0.385	0.9	1.38	2.75	0.75	14.9	28.6	3.85	1.77
3.00	3.50	6	0.50	3.25	18	1.40	4.55	0.00	4.55	0.455	0.9	1.31	3.25	0.75	11.1	26.8	4.55	1.94
3.50	4.00	7	0.50	3.75	15	1.90	7.13	0.00	7.13	0.713	0.9	1.14	3.75	0.75	8.0	25.0	7.13	2.76
4.00	4.50	8	0.50	4.25	18	1.70	7.23	0.00	7.23	0.723	0.9	1.13	4.25	0.85	10.8	26.6	7.23	2.99



$\phi'_{\min} = \phi'_{equ \text{ min}} (\text{°}) = 19.5$   
 $\phi'_{equ \text{ medio}} (\text{°}) = 24.9$

$\overline{N}_{SPT} = 13.57$

**BIBLIOGRAFÍA:**

GONZALEZ G. ALVARO J., "Estimativo de Parámetros Efectivos de Resistencia con el SPT (1999)". X Jornadas Geotécnicas de la Ingeniería Colombiana - SCI - SCG, Documento Completo.

INGENIERO CIVIL  
 CALLE 143 No 46 - 55, BOGOTÁ  
 3123623582 / 3005647154

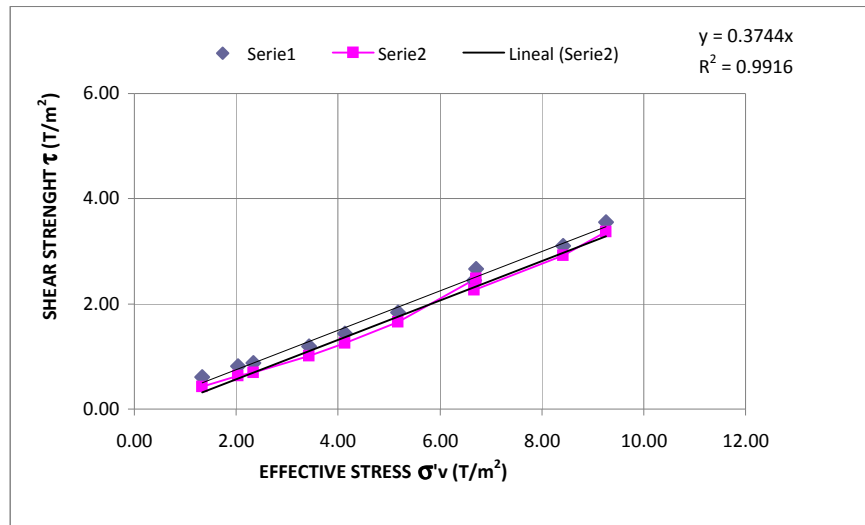
**STRENGTH PARAMETERS WITH THE STANDARD PENETRATION TEST**

PROJECT : INSTITUCION EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS  
 SITE : MUNICIPIO DE GARAGOA - DEPARTAMENTO DE BOYACÁ  
 CLIENT :

DATE : 6/05/2014

Boring =	3	Effective energy $E_o =$	0.45	Internal liner (1/0) =	1	Boring diameter (cm) =	10
Water Table =	NO	Reference energy $E_r =$	0.72	Revetment correction $\eta_3 =$	1	Diameter Correction $\eta_4 =$	1
$C' =$	-0.18	Energy Correction $\eta_1 =$	0.63				
$\phi' =$	20.00						
$C' \text{ mín} =$	0.00						
$\phi' \text{ mín} =$	20.00						

Depth (m)	Sample	Thickn (m)	Z (m)	N	$\gamma$ (T/m <sup>3</sup> )	$\sigma_v$ (T/m <sup>2</sup> )	u (T/m <sup>2</sup> )	$\sigma'_v$ (T/m <sup>2</sup> )	Rs	K	$C_N$	$L_T$ (m)	$\eta_2$	$N'$	$\phi_{equ}$ (°)	$\sigma'_v$ (T/m <sup>2</sup> )	$\tau$ (T/m <sup>2</sup> )
0.70	1	0.50	0.95	4	1.40	1.33	0.00	1.33	0.133	1.4	2.00	0.95	0.75	3.8	21.8	1.33	0.61
1.20	2	0.50	1.45	4	1.40	2.03	0.00	2.03	0.203	0.9	1.64	1.45	0.75	3.1	21.2	2.03	0.82
1.70	3	0.50	1.95	3	1.20	2.34	0.00	2.34	0.234	0.9	1.58	1.95	0.75	2.2	20.3	2.34	0.88
2.20	5	0.50	2.45	3	1.40	3.43	0.00	3.43	0.343	0.9	1.43	2.45	0.75	2.0	20.0	3.43	1.19
2.70	6	0.50	2.95	4	1.40	4.13	0.00	4.13	0.413	0.9	1.35	2.95	0.75	2.5	20.6	4.13	1.44
3.20	7	0.50	3.45	6	1.50	5.18	0.00	5.18	0.518	0.9	1.26	3.45	0.75	3.6	21.7	5.18	1.84
3.70	8	0.50	3.95	14	1.70	6.72	0.00	6.72	0.672	0.9	1.16	3.95	0.75	7.6	24.8	6.72	2.66
4.20	9	0.50	4.45	8	1.50	6.68	0.00	6.68	0.668	0.9	1.16	4.45	0.85	4.9	22.9	6.68	2.44
4.70	10	0.50	4.95	10	1.70	8.42	0.00	8.42	0.842	0.9	1.07	4.95	0.85	5.7	23.4	8.42	3.11
5.20	11	0.50	5.45	13	1.70	9.27	0.00	9.27	0.927	0.9	1.03	5.45	0.85	7.1	24.4	9.27	3.55



$\phi'_{\text{min}} = \phi'_{\text{equ min}} (\text{°}) = 20.0$   
 $\phi'_{\text{equ medio}} (\text{°}) = 22.1$

$\overline{N}_{\text{SPT}} = 6.90$

**BIBLIOGRAFÍA:**

GONZALEZ G. ALVARO J., "Estimativo de Parámetros Efectivos de Resistencia con el SPT (1999)". X Jornadas Geotécnicas de la Ingeniería Colombiana - SCI - SCG, Documento Completo.

INGENIERO CIVIL  
 CALLE 143 No 46 - 55, BOGOTÁ  
 3123623582 / 3005647154

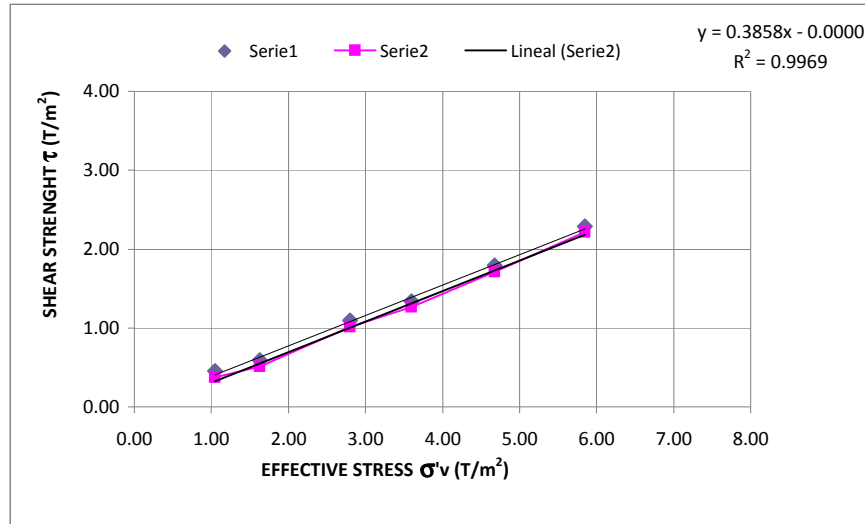
**STRENGHT PARAMETERS WHIT THE STANDARD PENETRATION TEST**

PROJECT : INSTITUCION EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS  
 SITE : MUNICIPIO DE GARAGOA - DEPARTAMENTO DE BOYACÁ  
 CLIENT :

DATE : 6/05/2014

Boring =	4	Effective energy $E_o =$	0.45	Internal linner (1/0) =	1	Boring diameter (cm) =	10
Water Table =	NO	Reference energy $E_r =$	0.72	Revetment correction $\eta_3 =$	1	Diameter Correction $\eta_4 =$	1
$C' =$	-0.08	Energy Correction $\eta_1 =$	0.63				
$\phi' =$	21.00						
$C' \text{ mín} =$	0.00						
$\phi' \text{ mín} =$	21.00						

Depth (m)	Sample	Thickn (m)	Z (m)	N	$\gamma$ (T/m <sup>3</sup> )	$\sigma_v$ (T/m <sup>2</sup> )	u (T/m <sup>2</sup> )	$\sigma'_v$ (T/m <sup>2</sup> )	Rs	K	$C_N$	$L_T$ (m)	$\eta_2$	$N'$	$\phi_{equ}$ (°)	$\sigma'_v$ (T/m <sup>2</sup> )	$\tau$ (T/m <sup>2</sup> )	
0.50	1	0.50	0.75	7	1.40	1.05	0.00	1.05	0.105	1.4	2.00	0.75	0.75	6.6	24.1	1.05	0.45	
1.00	2	0.50	1.25	4	1.30	1.63	0.00	1.63	0.163	0.9	1.73	1.25	0.75	3.2	21.4	1.63	0.59	
1.50	3	0.50	1.75	10	1.60	2.80	0.00	2.80	0.280	0.9	1.51	1.75	0.75	7.1	24.4	2.80	1.10	
2.00	5	0.50	2.25	9	1.60	3.60	0.00	3.60	0.360	0.9	1.41	2.25	0.75	5.9	23.6	3.60	1.34	
2.50	6	0.50	2.75	12	1.70	4.68	0.00	4.68	0.468	0.9	1.30	2.75	0.75	7.3	24.6	4.68	1.79	
3.00	7	0.50	3.25	15	1.80	5.85	0.00	5.85	0.585	0.9	1.21	3.25	0.75	8.5	25.3	5.85	2.29	



$\phi'_{\min} = \phi'_{equ \text{ min}} (\text{°}) = 21.4$   
 $\phi'_{equ \text{ medio}} (\text{°}) = 23.9$

$\overline{N}_{SPT} = 9.50$

**BIBLIOGRAFIA:**

GONZALEZ G. ALVARO J., "Estimativo de Parámetros Efectivos de Resistencia con el SPT (1999)". X Jornadas Geotécnicas de la Ingeniería Colombiana - SCI - SCG, Documento Completo.

INGENIERO CIVIL  
 CALLE 143 No 46 - 55, BOGOTÁ  
 3123623582 / 3005647154

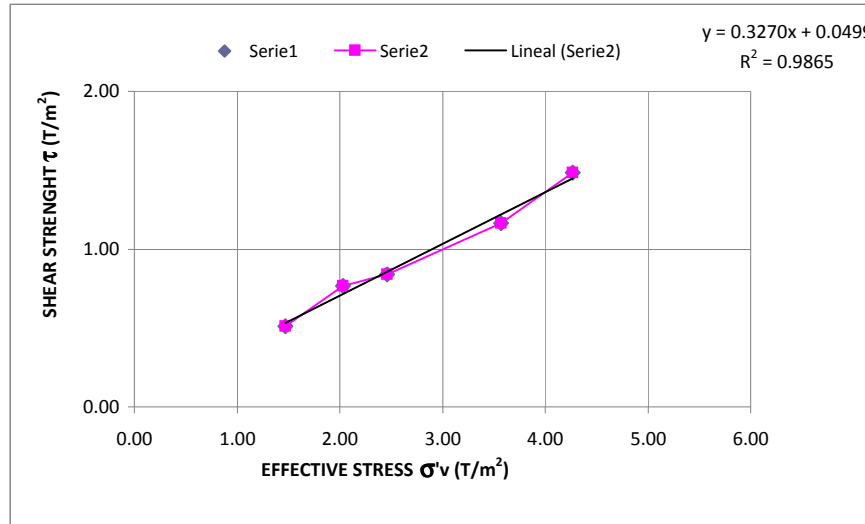
**STRENGHT PARAMETERS WHIT THE STANDARD PENETRATION TEST**

PROJECT : INSTITUCION EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS  
 SITE : MUNICIPIO DE GARAGOA - DEPARTAMENTO DE BOYACÁ  
 CLIENT :

DATE : 6/05/2014

Boring =	5	Effective energy $E_o =$	0.45	Internal liner (1/0) =	1	Boring diameter (cm) =	10
Water Table =	NO	Reference energy $E_r =$	0.72	Revetment correction $\eta_3 =$	1	Diameter Correction $\eta_4 =$	1
$C' =$	0.05	Energy Correction $\eta_1 =$	0.63				
$\phi' =$	18.00						
$C' \text{ mín} =$	<b>0.05</b>						
$\phi' \text{ mín} =$	<b>18.00</b>						

Depth (m)	Sample	Thickn (m)	Z (m)	N	$\gamma$ (T/m <sup>3</sup> )	$\sigma_v$ (T/m <sup>2</sup> )	u (T/m <sup>2</sup> )	$\sigma'_v$ (T/m <sup>2</sup> )	Rs	K	$C_N$	$L_T$ (m)	$\eta_2$	$N'$	$\phi_{\text{equ}}$ (°)	$\sigma'_v$ (T/m <sup>2</sup> )	$\tau$ (T/m <sup>2</sup> )	
0.80	1.30	1	0.50	1.05	7	1.40	1.47	0.00	1.47	0.147	0.9	1.77	1.05	0.75	5.8	23.5	1.47	0.51
1.20	1.70	2	0.50	1.45	11	1.40	2.03	0.00	2.03	0.203	0.9	1.64	1.45	0.75	8.4	25.3	2.03	0.77
1.80	2.30	3	0.50	2.05	7	1.20	2.46	0.00	2.46	0.246	0.9	1.56	2.05	0.75	5.1	23.0	2.46	0.84
2.30	2.80	5	0.50	2.55	6	1.40	3.57	0.00	3.57	0.357	0.9	1.41	2.55	0.75	4.0	22.0	3.57	1.16
2.80	3.30	6	0.50	3.05	9	1.40	4.27	0.00	4.27	0.427	0.9	1.34	3.05	0.75	5.7	23.4	4.27	1.48



$\phi'_{\text{min}} = \phi'_{\text{equ}} \text{ min (}^\circ\text{)} = 22.0$   
 $\phi'_{\text{equ}} \text{ medio (}^\circ\text{)} = 23.4$

$\overline{N}_{\text{SPT}} = 8.00$

**BIBLIOGRAFIA:**

GONZALEZ G. ALVARO J., "Estimativo de Parámetros Efectivos de Resistencia con el SPT (1999)". X Jornadas Geotécnicas de la Ingeniería Colombiana - SCI - SCG, Documento Completo.

INGENIERO CIVIL  
 CALLE 143 No 46 - 55, BOGOTÁ  
 3123623582 / 3005647154

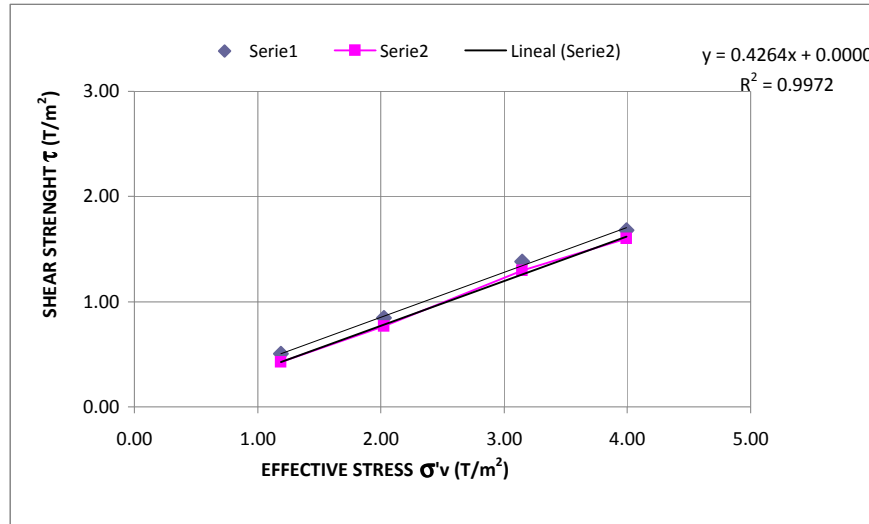
**STRENGHT PARAMETERS WHIT THE STANDARD PENETRATION TEST**

PROJECT : INSTITUCION EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS  
 SITE : MUNICIPIO DE GARAGOA - DEPARTAMENTO DE BOYACÁ  
 CLIENT :

DATE : 6/05/2014

Boring =	6	Effective energy $E_o =$	0.45	Internal linner (1/0) =	1	Boring diameter (cm) =	10
Water Table =	NO	Reference energy $E_r =$	0.72	Revetment correction $\eta_3 =$	1	Diameter Correction $\eta_4 =$	1
$C' =$	-0.08	Energy Correction $\eta_1 =$	0.63				
$\phi' =$	23.00						
$C' \text{ mín} =$	<b>0.00</b>						
$\phi' \text{ mín} =$	<b>23.00</b>						

Depth (m)	Sample	Thickn (m)	Z (m)	N	$\gamma$ (T/m <sup>3</sup> )	$\sigma_v$ (T/m <sup>2</sup> )	u (T/m <sup>2</sup> )	$\sigma'_v$ (T/m <sup>2</sup> )	Rs	K	$C_N$	$L_T$ (m)	$\eta_2$	$N'$	$\phi_{equ}$ (°)	$\sigma'_v$ (T/m <sup>2</sup> )	$\tau$ (T/m <sup>2</sup> )	
0.60	1	0.50	0.85	7	1.40	1.19	0.00	1.19	0.119	1.4	2.00	0.85	0.75	6.6	24.1	1.19	0.51	
1.10	2	0.50	1.35	11	1.50	2.03	0.00	2.03	0.203	0.9	1.64	1.35	0.75	8.4	25.3	2.03	0.85	
1.60	3	0.50	1.85	18	1.70	3.15	0.00	3.15	0.315	0.9	1.46	1.85	0.75	12.3	27.4	3.15	1.38	
2.10	5	0.50	2.35	17	1.70	4.00	0.00	4.00	0.400	0.9	1.37	2.35	0.75	10.9	26.7	4.00	1.68	



$\phi'_{\min} = \phi'_{equ \min} (\text{°}) = 24.1$   
 $\phi'_{equ \text{ medio}} (\text{°}) = 25.9$

$\overline{N}_{SPT} = 13.25$

**BIBLIOGRAFIA:**

GONZALEZ G. ALVARO J., "Estimativo de Parámetros Efectivos de Resistencia con el SPT (1999)". X Jornadas Geotécnicas de la Ingeniería Colombiana - SCI - SCG, Documento Completo.



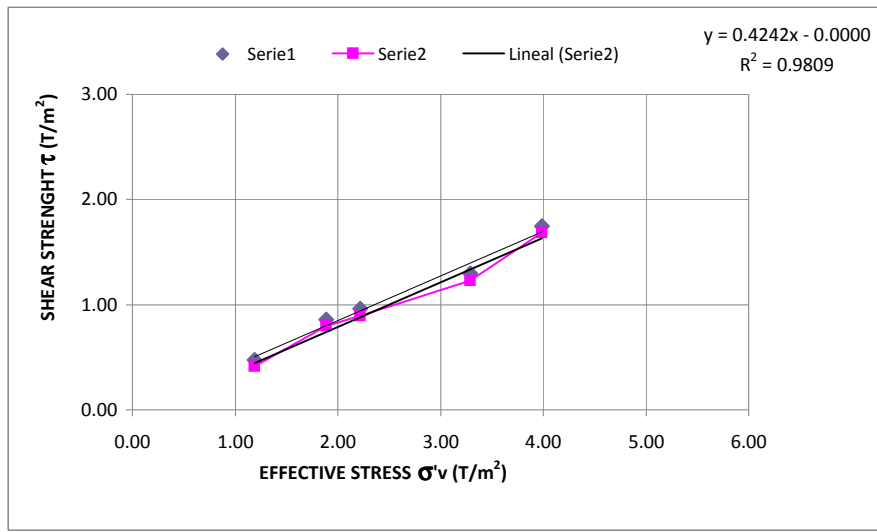
INGENIERO CIVIL  
 CALLE 143 No 46 - 55, BOGOTÁ  
 3123623582 / 3005647154

**STRENGTH PARAMETERS WITH THE STANDARD PENETRATION TEST**

PROJECT : INSTITUCION EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS  
 SITE : MUNICIPIO DE GARAGOA - DEPARTAMENTO DE BOYACÁ  
 CLIENT :  
 DATE : 6/05/2014

Boring =	7	Effective energy $E_o =$	0.45	Internal liner (1/0) =	1	Boring diameter (cm) =	10
Water Table =	NO	Reference energy $E_r =$	0.72	Revetment correction $\eta_3 =$	1	Diameter Correction $\eta_4 =$	1
$C' =$	-0.06	Energy Correction $\eta_1 =$	0.63				
$\phi' =$	22.00						
$C' \text{ mín} =$	<b>0.00</b>						
$\phi' \text{ mín} =$	<b>22.00</b>						

Depth (m)	Sample	Thickn (m)	Z (m)	N	$\gamma$ (T/m <sup>3</sup> )	$\sigma_v$ (T/m <sup>2</sup> )	u (T/m <sup>2</sup> )	$\sigma'_v$ (T/m <sup>2</sup> )	Rs	K	$C_N$	$L_T$ (m)	$\eta_2$	$N'$	$\phi_{equ}$ (°)	$\sigma'_v$ (T/m <sup>2</sup> )	$\tau$ (T/m <sup>2</sup> )	
0.60	1	0.50	0.85	6	1.40	1.19	0.00	1.19	0.119	1.4	2.00	0.85	0.75	5.6	23.4	1.19	0.48	
1.10	2	0.50	1.35	17	1.40	1.89	0.00	1.89	0.189	0.9	1.67	1.35	0.75	13.3	27.9	1.89	0.86	
1.60	3	0.50	1.85	15	1.20	2.22	0.00	2.22	0.222	0.9	1.60	1.85	0.75	11.3	26.9	2.22	0.96	
2.10	5	0.50	2.35	12	1.40	3.29	0.00	3.29	0.329	0.9	1.44	2.35	0.75	8.1	25.1	3.29	1.29	
2.60	6	0.50	2.85	21	1.40	3.99	0.00	3.99	0.399	0.9	1.37	2.85	0.75	13.5	28.0	3.99	1.75	



$\phi'_{\text{min}} = \phi'_{\text{equ}} \text{ min (°)} = 23.4$   
 $\phi'_{\text{equ}} \text{ medio (°)} = 26.2$   
 $\overline{N}_{\text{SPT}} = 14.20$

**BIBLIOGRAFIA:**  
 GONZALEZ G. ALVARO J., "Estimativo de Parámetros Efectivos de Resistencia con el SPT (1999)". X Jornadas Geotécnicas de la Ingeniería Colombiana - SCI - SCG, Documento Completo.

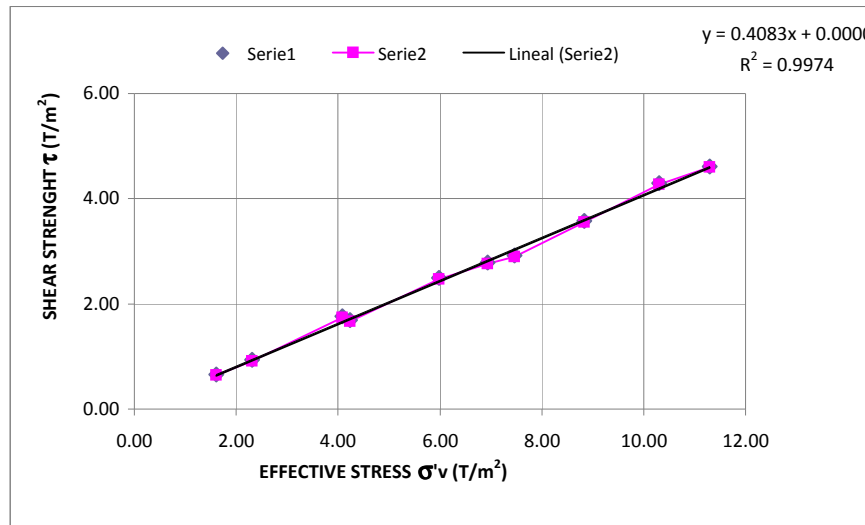
**STRENGTH PARAMETERS WITH THE STANDARD PENETRATION TEST**

**INGENIERO CIVIL**  
 CALLE 143 No 46 - 55, BOGOTÁ  
 3123623582 / 3005647154

**PROJECT :** INSTITUCION EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS  
**SITE :** MUNICIPIO DE GARAGOA - DEPARTAMENTO DE BOYACÁ  
**CLIENT :**  
**DATE :** 6/05/2014

Boring =	8	Effective energy $E_o =$	0.45	Internal liner (1/0) =	1	Boring diameter (cm) =	10
Water Table =	NO	Reference energy $E_r =$	0.72	Revetment correction $\eta_3 =$	1	Diameter Correction $\eta_4 =$	1
$C' =$	-0.02	Energy Correction $\eta_1 =$	0.63				
$\phi' =$	22.00						
$C' \text{ mín} =$	<b>0.00</b>						
$\phi' \text{ mín} =$	<b>22.00</b>						

Depth (m)	Sample	Thickn (m)	Z (m)	N	$\gamma$ (T/m <sup>3</sup> )	$\sigma_v$ (T/m <sup>2</sup> )	u (T/m <sup>2</sup> )	$\sigma'_v$ (T/m <sup>2</sup> )	$R_s$	K	$C_N$	$L_T$ (m)	$\eta_2$	$N'$	$\phi_{equ}$ (°)	$\sigma'_v$ (T/m <sup>2</sup> )	$\tau$ (T/m <sup>2</sup> )	
0.90	1.40	1	0.50	1.15	13	1.40	1.61	0.00	1.61	0.161	0.9	1.73	1.15	0.75	10.5	26.5	1.61	0.66
1.40	1.90	2	0.50	1.65	14	1.40	2.31	0.00	2.31	0.231	0.9	1.59	1.65	0.75	10.4	26.4	2.31	0.94
1.90	2.40	3	0.50	2.15	22	1.90	4.09	0.00	4.09	0.409	0.9	1.36	2.15	0.75	14.0	28.2	4.09	1.76
2.40	2.90	5	0.50	2.65	16	1.60	4.24	0.00	4.24	0.424	0.9	1.34	2.65	0.75	10.1	26.2	4.24	1.69
2.90	3.40	6	0.50	3.15	22	1.90	5.99	0.00	5.99	0.599	0.9	1.21	3.15	0.75	12.4	27.5	5.99	2.50
3.40	3.90	7	0.50	3.65	20	1.90	6.94	0.00	6.94	0.694	0.9	1.15	3.65	0.75	10.7	26.6	6.94	2.79
3.90	4.40	8	0.50	4.15	16	1.80	7.47	0.00	7.47	0.747	0.9	1.12	4.15	0.85	9.5	25.9	7.47	2.92
4.40	4.90	9	0.50	4.65	20	1.90	8.84	0.00	8.84	0.884	0.9	1.05	4.65	0.85	11.2	26.8	8.84	3.58
4.90	5.40	10	0.50	5.15	24	2.00	10.30	0.00	10.30	1.030	0.9	0.99	5.15	0.85	12.6	27.5	10.30	4.30
5.40	5.90	11	0.50	5.65	23	2.00	11.30	0.00	11.30	1.130	0.9	0.95	5.65	0.85	11.6	27.1	11.30	4.62



$\phi'_{\min} = \phi'_{equ \min} (^\circ) = 25.9$   
 $\phi'_{equ \text{ medio}} (^\circ) = 26.9$

$\overline{N}_{SPT} = 19.00$

**BIBLIOGRAFÍA:**

GONZALEZ G. ALVARO J., "Estimativo de Parámetros Efectivos de Resistencia con el SPT (1999)". X Jornadas Geotécnicas de la Ingeniería Colombiana - SCI - SCG, Documento Completo.

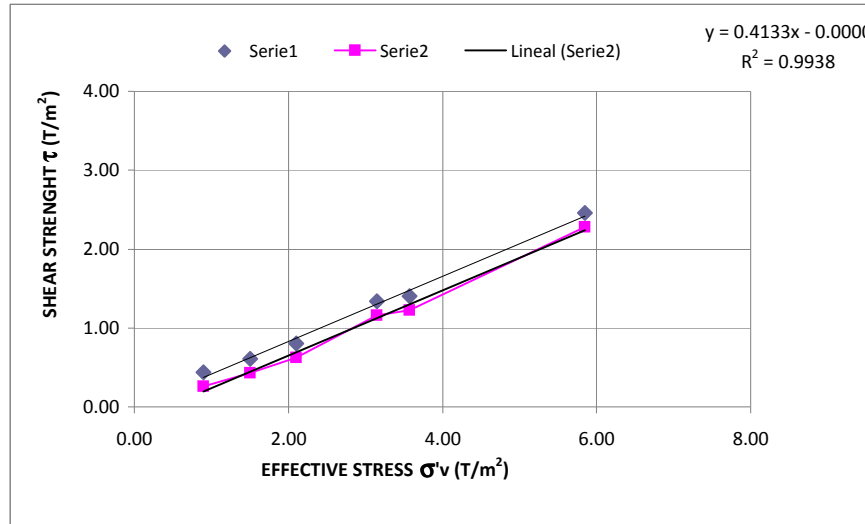
INGENIERO CIVIL  
 CALLE 143 No 46 - 55, BOGOTÁ  
 3123623582 / 3005647154

**STRENGTH PARAMETERS WITH THE STANDARD PENETRATION TEST**

PROJECT : INSTITUCION EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS  
 SITE : MUNICIPIO DE GARAGOA - DEPARTAMENTO DE BOYACÁ  
 CLIENT :  
 DATE : 6/05/2014

Boring =	9	Effective energy $E_o =$	0.45	Internal liner (1/0) =	1	Boring diameter (cm) =	10
Water Table =	NO	Reference energy $E_r =$	0.72	Revetment correction $\eta_3 =$	1	Diameter Correction $\eta_4 =$	1
$c' =$	-0.18	Energy Correction $\eta_1 =$	0.63				
$\phi' =$	22.00						
$c' \text{ mín} =$	0.00						
$\phi' \text{ mín} =$	22.00						

Depth (m)	Sample	Thickn (m)	Z (m)	N	$\gamma$ (T/m <sup>3</sup> )	$\sigma_v$ (T/m <sup>2</sup> )	u (T/m <sup>2</sup> )	$\sigma'_v$ (T/m <sup>2</sup> )	Rs	K	$C_N$	$L_T$ (m)	$\eta_2$	$N'$	$\phi_{equ}$ (°)	$\sigma'_v$ (T/m <sup>2</sup> )	$\tau$ (T/m <sup>2</sup> )
0.50	1	0.50	0.75	2	1.20	0.90	0.00	0.90	0.090	1.4	2.00	0.75	0.75	1.9	19.8	0.90	0.44
1.00	2	0.50	1.25	2	1.20	1.50	0.00	1.50	0.150	0.9	1.76	1.25	0.75	1.6	19.5	1.50	0.61
1.50	3	0.50	1.75	3	1.20	2.10	0.00	2.10	0.210	0.9	1.62	1.75	0.75	2.3	20.3	2.10	0.81
2.00	5	0.50	2.25	11	1.40	3.15	0.00	3.15	0.315	0.9	1.46	2.25	0.75	7.5	24.7	3.15	1.34
2.50	6	0.50	2.75	8	1.30	3.58	0.00	3.58	0.358	0.9	1.41	2.75	0.75	5.3	23.1	3.58	1.41
3.00	7	0.50	3.25	17	1.80	5.85	0.00	5.85	0.585	0.9	1.21	3.25	0.75	9.7	26.0	5.85	2.46



$$\phi'_{\min} = \phi'_{equ \text{ min}} (\text{°}) = 19.5$$

$$\phi'_{equ \text{ medio}} (\text{°}) = 22.3$$

$$\overline{N}_{SPT} = 7.17$$

**BIBLIOGRAFÍA:**

GONZALEZ G. ALVARO J., "Estimativo de Parámetros Efectivos de Resistencia con el SPT (1999)". X Jornadas Geotécnicas de la Ingeniería Colombiana - SCI - SCG, Documento Completo.

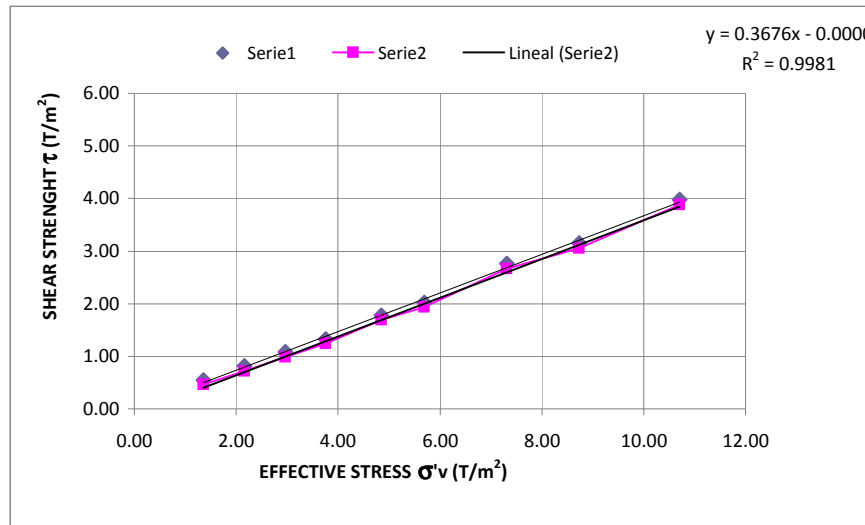
INGENIERO CIVIL  
 CALLE 143 No 46 - 55, BOGOTÁ  
 3123623582 / 3005647154

**STRENGHT PARAMETERS WHIT THE STANDARD PENETRATION TEST**

PROJECT : INSTITUCION EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS  
 SITE : MUNICIPIO DE GARAGOA - DEPARTAMENTO DE BOYACÁ  
 CLIENT :  
 DATE : 6/05/2014

Boring =	10	Effective energy $E_o =$	0.45	Internal liner (1/0) =	1	Boring diameter (cm) =	10
Water Table =	NO	Reference energy $E_r =$	0.72	Revetment correction $\eta_3 =$	1	Diameter Correction $\eta_4 =$	1
$C' =$	-0.09	Energy Correction $\eta_1 =$	0.63				
$\phi' =$	20.00						
$C' \text{ mín} =$	<b>0.00</b>						
$\phi' \text{ mín} =$	<b>20.00</b>						

Depth (m)	Sample	Thickn (m)	Z (m)	N	$\gamma$ (T/m <sup>3</sup> )	$\sigma_v$ (T/m <sup>2</sup> )	u (T/m <sup>2</sup> )	$\sigma'_v$ (T/m <sup>2</sup> )	Rs	K	$C_N$	$L_T$ (m)	$\eta_2$	$N'$	$\phi_{equ}$ (°)	$\sigma'_v$ (T/m <sup>2</sup> )	$\tau$ (T/m <sup>2</sup> )
0.60	1	0.50	0.85	10	1.60	1.36	0.00	1.36	0.136	1.4	2.00	0.85	0.75	9.4	25.8	1.36	0.55
1.10	2	0.50	1.35	12	1.60	2.16	0.00	2.16	0.216	0.9	1.61	1.35	0.75	9.1	25.6	2.16	0.81
1.60	3	0.50	1.85	13	1.60	2.96	0.00	2.96	0.296	0.9	1.49	1.85	0.75	9.1	25.6	2.96	1.08
2.10	5	0.50	2.35	13	1.60	3.76	0.00	3.76	0.376	0.9	1.39	2.35	0.75	8.5	25.3	3.76	1.33
2.60	6	0.50	2.85	18	1.70	4.85	0.00	4.85	0.485	0.9	1.29	2.85	0.75	10.9	26.7	4.85	1.78
3.10	7	0.50	3.35	17	1.70	5.70	0.00	5.70	0.570	0.9	1.22	3.35	0.75	9.8	26.0	5.70	2.03
3.60	8	0.50	3.85	25	1.90	7.32	0.00	7.32	0.732	0.9	1.12	3.85	0.75	13.2	27.8	7.32	2.76
4.60	9	0.50	4.85	20	1.80	8.73	0.00	8.73	0.873	0.9	1.05	4.85	0.85	11.2	26.8	8.73	3.15
5.10	10	0.50	5.35	25	2.00	10.70	0.00	10.70	1.070	0.9	0.97	5.35	0.85	12.9	27.7	10.70	3.98



$\phi'_{\text{min}} = \phi'_{\text{equ}} \text{ min (}^\circ\text{)} = 25.3$   
 $\phi'_{\text{equ}} \text{ medio (}^\circ\text{)} = 26.4$

$\overline{N}_{\text{SPT}} = 17.00$

**BIBLIOGRAFIA:**

GONZALEZ G. ALVARO J., "Estimativo de Parámetros Efectivos de Resistencia con el SPT (1999)". X Jornadas Geotécnicas de la Ingeniería Colombiana - SCI - SCG, Documento Completo.



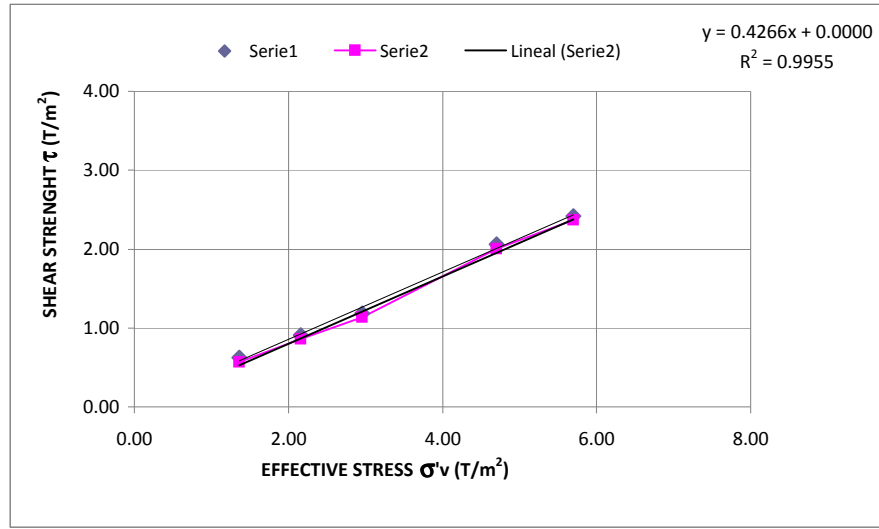
INGENIERO CIVIL  
 CALLE 143 No 46 - 55, BOGOTÁ  
 3123623582 / 3005647154

**STRENGHT PARAMETERS WHIT THE STANDARD PENETRATION TEST**

PROJECT : INSTITUCION EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS  
 SITE : MUNICIPIO DE GARAGOA - DEPARTAMENTO DE BOYACÁ  
 CLIENT :  
 DATE : 6/05/2014

Boring =	12	Effective energy $E_o =$	0.45	Internal liner (1/0) =	1	Boring diameter (cm) =	10
Water Table =	NO	Reference energy $E_r =$	0.72	Revetment correction $\eta_3 =$	1	Diameter Correction $\eta_4 =$	1
$C' =$	-0.05	Energy Correction $\eta_1 =$	0.63				
$\phi' =$	23.00						
$C' \text{ mín} =$	<b>0.00</b>						
$\phi' \text{ mín} =$	<b>23.00</b>						

Depth (m)	Sample	Thickn (m)	Z (m)	N	$\gamma$ (T/m <sup>3</sup> )	$\sigma_v$ (T/m <sup>2</sup> )	u (T/m <sup>2</sup> )	$\sigma'_v$ (T/m <sup>2</sup> )	Rs	K	$C_N$	$L_T$ (m)	$\eta_2$	$N'$	$\phi_{equ}$ (°)	$\sigma'_v$ (T/m <sup>2</sup> )	$\tau$ (T/m <sup>2</sup> )	
0.60	1	0.50	0.85	14	1.60	1.36	0.00	1.36	0.136	1.4	2.00	0.85	0.75	13.1	27.8	1.36	0.62	
1.10	2	0.50	1.35	14	1.60	2.16	0.00	2.16	0.216	0.9	1.61	1.35	0.75	10.6	26.5	2.16	0.91	
1.60	3	0.50	1.85	13	1.60	2.96	0.00	2.96	0.296	0.9	1.49	1.85	0.75	9.1	25.6	2.96	1.19	
2.10	5	0.50	2.35	23	2.00	4.70	0.00	4.70	0.470	0.9	1.30	2.35	0.75	14.0	28.2	4.70	2.06	
2.60	6	0.50	2.85	22	2.00	5.70	0.00	5.70	0.570	0.9	1.22	2.85	0.75	12.6	27.6	5.70	2.42	



$\phi'_{\min} = \phi'_{equ \min} (\text{°}) = 25.6$   
 $\phi'_{equ \text{ medio}} (\text{°}) = 27.2$   
 $\overline{N}_{SPT} = 17.20$

**BIBLIOGRAFIA:**  
 GONZALEZ G. ALVARO J., "Estimativo de Parámetros Efectivos de Resistencia con el SPT (1999)". X Jornadas Geotécnicas de la Ingeniería Colombiana - SCI - SCG, Documento Completo.

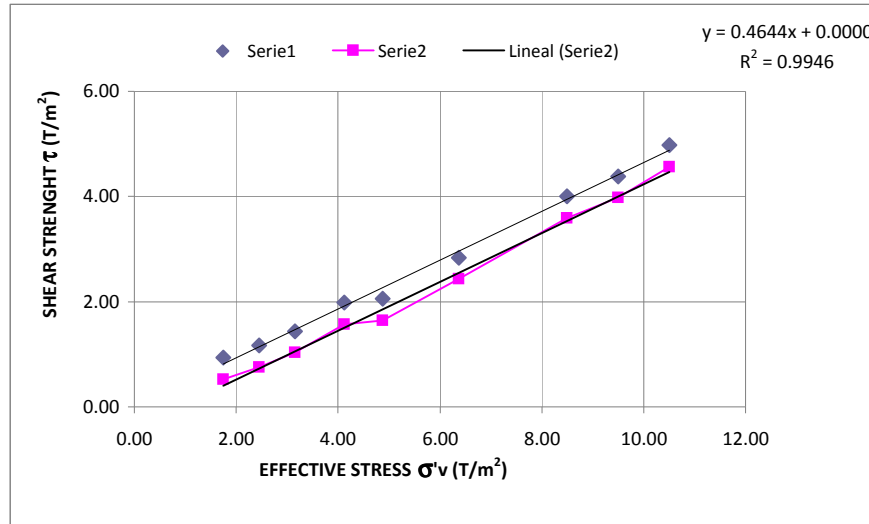
INGENIERO CIVIL  
 CALLE 143 No 46 - 55, BOGOTÁ  
 3123623582 / 3005647154

**STRENGTH PARAMETERS WITH THE STANDARD PENETRATION TEST**

PROJECT : INSTITUCION EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS  
 SITE : MUNICIPIO DE GARAGOA - DEPARTAMENTO DE BOYACÁ  
 CLIENT :  
 DATE : 6/05/2014

Boring =	13	Effective energy $E_o =$	0.45	Internal liner (1/0) =	1	Boring diameter (cm) =	10
Water Table =	NO	Reference energy $E_r =$	0.72	Revetment correction $\eta_3 =$	1	Diameter Correction $\eta_4 =$	1
$C' =$	-0.41	Energy Correction $\eta_1 =$	0.63				
$\phi' =$	24.00						
$C' \text{ mín} =$	0.00						
$\phi' \text{ mín} =$	24.00						

Depth (m)	Sample	Thickn (m)	Z (m)	N	$\gamma$ (T/m <sup>3</sup> )	$\sigma_v$ (T/m <sup>2</sup> )	u (T/m <sup>2</sup> )	$\sigma'_v$ (T/m <sup>2</sup> )	Rs	K	$C_N$	$L_T$ (m)	$\eta_2$	$N'$	$\phi_{equ}$ (°)	$\sigma'_v$ (T/m <sup>2</sup> )	$\tau$ (T/m <sup>2</sup> )	
1.00	1.50	1	0.50	1.25	3	1.40	1.75	0.00	1.75	0.175	0.9	1.70	1.25	0.75	2.4	20.5	1.75	0.94
1.50	2.00	2	0.50	1.75	4	1.40	2.45	0.00	2.45	0.245	0.9	1.56	1.75	0.75	2.9	21.1	2.45	1.17
2.00	2.50	3	0.50	2.25	6	1.40	3.15	0.00	3.15	0.315	0.9	1.46	2.25	0.75	4.1	22.2	3.15	1.44
2.50	3.00	5	0.50	2.75	14	1.50	4.13	0.00	4.13	0.413	0.9	1.35	2.75	0.75	8.9	25.5	4.13	1.98
3.00	3.50	6	0.50	3.25	8	1.50	4.88	0.00	4.88	0.488	0.9	1.29	3.25	0.75	4.8	22.8	4.88	2.05
3.50	4.00	7	0.50	3.75	16	1.70	6.38	0.00	6.38	0.638	0.9	1.18	3.75	0.75	8.8	25.5	6.38	2.84
4.00	4.50	8	0.50	4.25	24	2.00	8.50	0.00	8.50	0.850	0.9	1.06	4.25	0.85	13.6	28.0	8.50	4.01
4.50	5.00	9	0.50	4.75	24	2.00	9.50	0.00	9.50	0.950	0.9	1.02	4.75	0.85	13.0	27.8	9.50	4.38
5.00	5.50	10	0.50	5.25	29	2.00	10.50	0.00	10.50	1.050	0.9	0.98	5.25	0.85	15.1	28.7	10.50	4.98



$\phi'_{\min} = \phi'_{equ \min} (\text{°}) = 20.5$   
 $\phi'_{equ \text{ medio}} (\text{°}) = 24.7$

$\overline{N}_{SPT} = 14.22$

**BIBLIOGRAFÍA:**

GONZALEZ G. ALVARO J., "Estimativo de Parámetros Efectivos de Resistencia con el SPT (1999)". X Jornadas Geotécnicas de la Ingeniería Colombiana - SCI - SCG, Documento Completo.

INGENIERO CIVIL  
 CALLE 143 No 46 - 55, BOGOTÁ  
 3123623582 / 3005647154

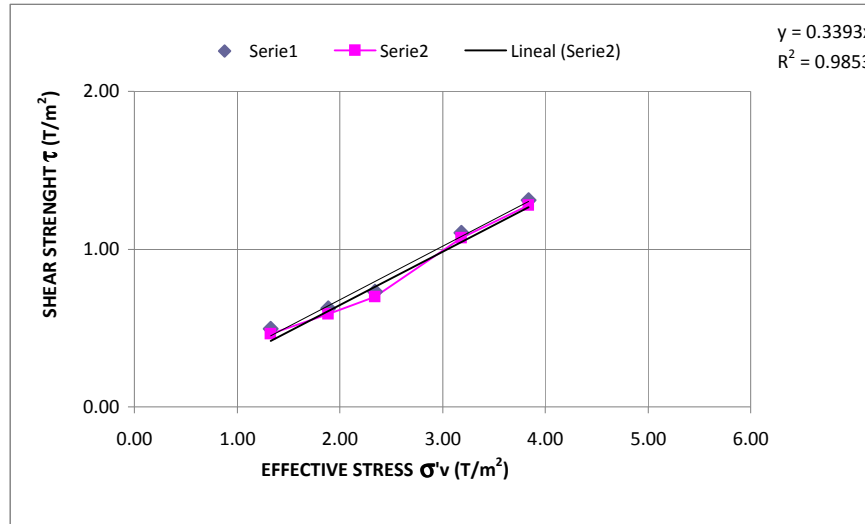
**STRENGTH PARAMETERS WITH THE STANDARD PENETRATION TEST**

PROJECT : INSTITUCION EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS  
 SITE : MUNICIPIO DE GARAGOA - DEPARTAMENTO DE BOYACÁ  
 CLIENT :

DATE : 6/05/2014

Boring =	1	Effective energy $E_o =$	0.45	Internal liner (1/0) =	1	Boring diameter (cm) =	10
Water Table =	NO	Reference energy $E_r =$	0.72	Revetment correction $\eta_3 =$	1	Diameter Correction $\eta_4 =$	1
$C' =$	-0.03	Energy Correction $\eta_1 =$	0.63				
$\phi' =$	18.00						
$C' \text{ mín} =$	<b>0.00</b>						
$\phi' \text{ mín} =$	<b>18.00</b>						

Depth (m)	Sample	Thickn (m)	Z (m)	N	$\gamma$ (T/m <sup>3</sup> )	$\sigma_v$ (T/m <sup>2</sup> )	u (T/m <sup>2</sup> )	$\sigma'_v$ (T/m <sup>2</sup> )	Rs	K	$C_N$	$L_T$ (m)	$\eta_2$	$N'$	$\phi_{equ}$ (°)	$\sigma'_v$ (T/m <sup>2</sup> )	$\tau$ (T/m <sup>2</sup> )	
0.70	1.20	1	0.50	0.95	6	1.40	1.33	0.00	1.33	0.133	1.4	2.00	0.95	0.75	5.6	23.4	1.33	0.49
1.20	1.70	2	0.50	1.45	4	1.30	1.89	0.00	1.89	0.189	0.9	1.67	1.45	0.75	3.1	21.3	1.89	0.62
1.70	2.20	3	0.50	1.95	3	1.20	2.34	0.00	2.34	0.234	0.9	1.58	1.95	0.75	2.2	20.3	2.34	0.73
2.20	2.70	5	0.50	2.45	7	1.30	3.19	0.00	3.19	0.319	0.9	1.46	2.45	0.75	4.8	22.7	3.19	1.11
2.70	3.20	6	0.50	2.95	7	1.30	3.84	0.00	3.84	0.384	0.9	1.38	2.95	0.75	4.5	22.5	3.84	1.31



$\phi'_{\min} = \phi'_{equ \min}$  (°) = 20.3  
 $\phi'_{equ \text{ medio}}$  (°) = 22.0

$\overline{N}_{SPT} = 5.40$

**BIBLIOGRAFÍA:**

GONZALEZ G. ALVARO J., "Estimativo de Parámetros Efectivos de Resistencia con el SPT (1999)". X Jornadas Geotécnicas de la Ingeniería Colombiana - SCI - SCG, Documento Completo.



INGENIERO CIVIL  
 CALLE 143 No 46 - 55, BOGOTÁ  
 3123623582 / 3005647154

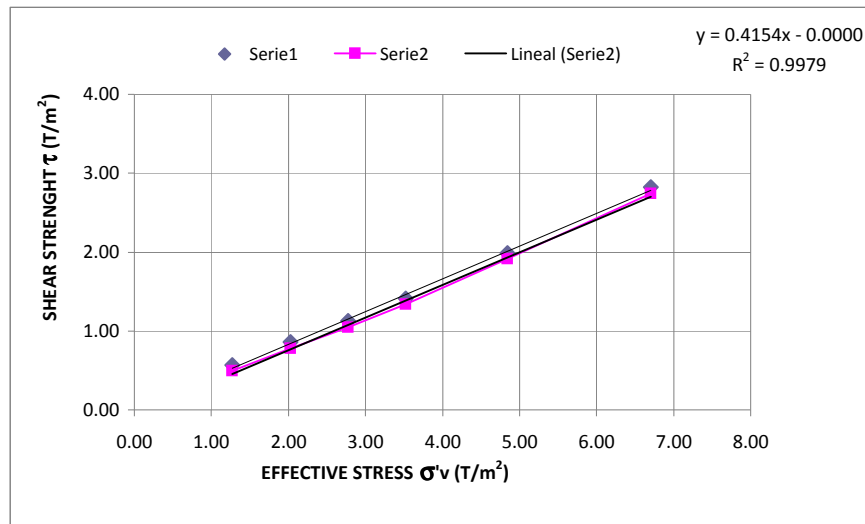
**STRENGHT PARAMETERS WHIT THE STANDARD PENETRATION TEST**

PROJECT : INSTITUCION EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS  
 SITE : MUNICIPIO DE GARAGOA - DEPARTAMENTO DE BOYACÁ  
 CLIENT :

DATE : 6/05/2014

Boring =	1	Effective energy $E_o =$	0.45	Internal linner (1/0) =	1	Boring diameter (cm) =	10
Water Table =	NO	Reference energy $E_r =$	0.72	Revetment correction $\eta_3 =$	1	Diameter Correction $\eta_4 =$	1
$C' =$	-0.08	Energy Correction $\eta_1 =$	0.63				
$\phi' =$	22.00						
$C' \text{ mín} =$	<b>0.00</b>						
$\phi' \text{ mín} =$	<b>22.00</b>						

Depth (m)	Sample	Thickn (m)	Z (m)	N	$\gamma$ (T/m <sup>3</sup> )	$\sigma_v$ (T/m <sup>2</sup> )	u (T/m <sup>2</sup> )	$\sigma'_v$ (T/m <sup>2</sup> )	Rs	K	$C_N$	$L_T$ (m)	$\eta_2$	$N'$	$\phi_{equ}$ (°)	$\sigma'_v$ (T/m <sup>2</sup> )	$\tau$ (T/m <sup>2</sup> )
0.60	1	0.50	0.85	10	1.50	1.28	0.00	1.28	0.128	1.4	2.00	0.85	0.75	9.4	25.8	1.28	0.57
1.10	2	0.50	1.35	12	1.50	2.03	0.00	2.03	0.203	0.9	1.64	1.35	0.75	9.2	25.7	2.03	0.86
1.60	3	0.50	1.85	12	1.50	2.78	0.00	2.78	0.278	0.9	1.51	1.85	0.75	8.5	25.3	2.78	1.13
2.10	5	0.50	2.35	13	1.50	3.53	0.00	3.53	0.353	0.9	1.42	2.35	0.75	8.6	25.4	3.53	1.41
2.60	6	0.50	2.85	17	1.70	4.85	0.00	4.85	0.485	0.9	1.29	2.85	0.75	10.3	26.3	4.85	1.99
3.10	7	0.50	3.35	22	2.00	6.70	0.00	6.70	0.670	0.9	1.16	3.35	0.75	12.0	27.2	6.70	2.82



$\phi'_{\min} = \phi'_{equ \text{ min}} (\text{°}) = 25.3$   
 $\phi'_{equ \text{ medio}} (\text{°}) = 26.0$

$\overline{N}_{SPT} = 14.33$

**BIBLIOGRAFIA:**

GONZALEZ G. ALVARO J., "Estimativo de Parámetros Efectivos de Resistencia con el SPT (1999)". X Jornadas Geotécnicas de la Ingeniería Colombiana - SCI - SCG, Documento Completo.

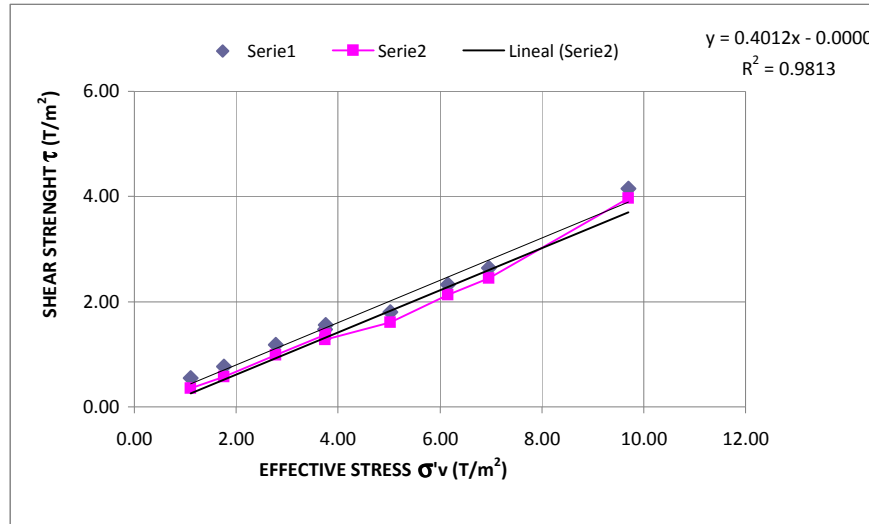
INGENIERO CIVIL  
 CALLE 143 No 46 - 55, BOGOTÁ  
 3123623582 / 3005647154

**STRENGTH PARAMETERS WITH THE STANDARD PENETRATION TEST**

PROJECT : INSTITUCION EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS  
 SITE : MUNICIPIO DE GARAGOA - DEPARTAMENTO DE BOYACÁ  
 CLIENT :  
 DATE : 6/05/2014

Boring =	16	Effective energy $E_o =$	0.45	Internal liner (1/0) =	1	Boring diameter (cm) =	10
Water Table =	NO	Reference energy $E_r =$	0.72	Revetment correction $\eta_3 =$	1	Diameter Correction $\eta_4 =$	1
$C' =$	-0.19	Energy Correction $\eta_1 =$	0.63				
$\phi' =$	21.00						
$C' \text{ mín} =$	0.00						
$\phi' \text{ mín} =$	21.00						

Depth (m)	Sample	Thickn (m)	Z (m)	N	$\gamma$ (T/m <sup>3</sup> )	$\sigma_v$ (T/m <sup>2</sup> )	u (T/m <sup>2</sup> )	$\sigma'_v$ (T/m <sup>2</sup> )	Rs	K	$C_N$	$L_T$ (m)	$\eta_2$	$N'$	$\phi_{equ}$ (°)	$\sigma'_v$ (T/m <sup>2</sup> )	$\tau$ (T/m <sup>2</sup> )
0.60	1	0.50	0.85	4	1.30	1.11	0.00	1.11	0.111	1.4	2.00	0.85	0.75	3.8	21.8	1.11	0.55
1.10	2	0.50	1.35	5	1.30	1.76	0.00	1.76	0.176	0.9	1.70	1.35	0.75	4.0	22.0	1.76	0.76
1.60	3	0.50	1.85	9	1.50	2.78	0.00	2.78	0.278	0.9	1.51	1.85	0.75	6.4	23.9	2.78	1.18
2.10	5	0.50	2.35	11	1.60	3.76	0.00	3.76	0.376	0.9	1.39	2.35	0.75	7.2	24.5	3.76	1.56
2.25	6	0.50	2.5	8	1.50	3.75	0.00	3.75	0.375	0.9	1.39	2.5	0.75	5.2	23.1	3.75	1.47
3.10	7	0.50	3.35	6	1.50	5.03	0.00	5.03	0.503	0.9	1.27	3.35	0.75	3.6	21.7	5.03	1.80
3.60	8	0.50	3.85	10	1.60	6.16	0.00	6.16	0.616	0.9	1.19	3.85	0.75	5.6	23.4	6.16	2.33
4.10	9	0.50	4.35	10	1.60	6.96	0.00	6.96	0.696	0.9	1.14	4.35	0.85	6.1	23.7	6.96	2.64
4.60	10	0.50	4.85	22	2.00	9.70	0.00	9.70	0.970	0.9	1.01	4.85	0.85	11.8	27.2	9.70	4.15



$\phi'_{\min} = \phi'_{equ \text{ min}} (\text{°}) = 21.7$   
 $\phi'_{equ \text{ medio}} (\text{°}) = 23.5$

$\overline{N}_{SPT} = 9.44$

**BIBLIOGRAFÍA:**

GONZALEZ G. ALVARO J., "Estimativo de Parámetros Efectivos de Resistencia con el SPT (1999)". X Jornadas Geotécnicas de la Ingeniería Colombiana - SCI - SCG, Documento Completo.

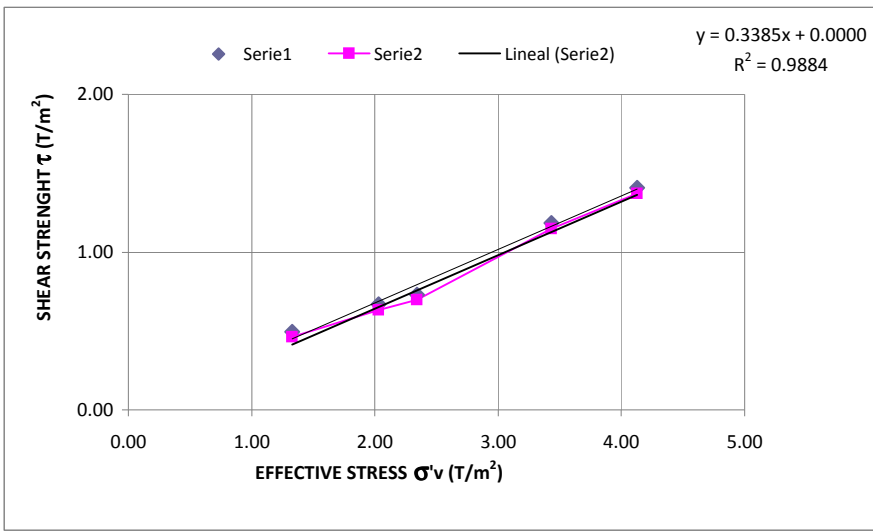
INGENIERO CIVIL  
 CALLE 143 No 46 - 55, BOGOTÁ  
 3123623582 / 3005647154

**STRENGHT PARAMETERS WHIT THE STANDARD PENETRATION TEST**

PROJECT : INSTITUCION EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS  
 SITE : MUNICIPIO DE GARAGOA - DEPARTAMENTO DE BOYACÁ  
 CLIENT :  
 DATE : 6/05/2014

Boring =	17	Effective energy $E_o =$	0.45	Internal liner (1/0) =	1	Boring diameter (cm) =	10
Water Table =	NO	Reference energy $E_r =$	0.72	Revetment correction $\eta_3 =$	1	Diameter Correction $\eta_4 =$	1
$C' =$	-0.03	Energy Correction $\eta_1 =$	0.63				
$\phi' =$	18.00						
$C' \text{ mín} =$	<b>0.00</b>						
$\phi' \text{ mín} =$	<b>18.00</b>						

Depth (m)	Sample	Thickn (m)	Z (m)	N	$\gamma$ (T/m <sup>3</sup> )	$\sigma_v$ (T/m <sup>2</sup> )	u (T/m <sup>2</sup> )	$\sigma'_v$ (T/m <sup>2</sup> )	Rs	K	$C_N$	$L_T$ (m)	$\eta_2$	$N'$	$\phi_{equ}$ (°)	$\sigma'_v$ (T/m <sup>2</sup> )	$\tau$ (T/m <sup>2</sup> )	
0.70	1	0.50	0.95	6	1.40	1.33	0.00	1.33	0.133	1.4	2.00	0.95	0.75	5.6	23.4	1.33	0.50	
1.20	2	0.50	1.45	4	1.40	2.03	0.00	2.03	0.203	0.9	1.64	1.45	0.75	3.1	21.2	2.03	0.67	
1.70	3	0.50	1.95	3	1.20	2.34	0.00	2.34	0.234	0.9	1.58	1.95	0.75	2.2	20.3	2.34	0.73	
2.20	5	0.50	2.45	7	1.40	3.43	0.00	3.43	0.343	0.9	1.43	2.45	0.75	4.7	22.7	3.43	1.18	
2.70	6	0.50	2.95	7	1.40	4.13	0.00	4.13	0.413	0.9	1.35	2.95	0.75	4.4	22.5	4.13	1.41	



$\phi'_{\min} = \phi'_{equ \text{ min}} (\text{°}) = 20.3$   
 $\phi'_{equ \text{ medio}} (\text{°}) = 22.0$   
 $\overline{N}_{SPT} = 5.40$

**BIBLIOGRAFIA:**  
 GONZALEZ G. ALVARO J., "Estimativo de Parámetros Efectivos de Resistencia con el SPT (1999)". X Jornadas Geotécnicas de la Ingeniería Colombiana - SCI - SCG, Documento Completo.

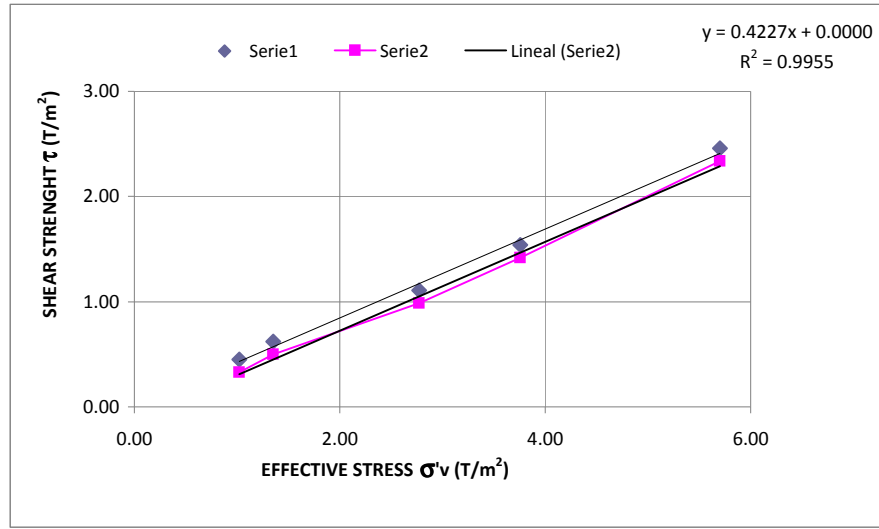
INGENIERO CIVIL  
 CALLE 143 No 46 - 55, BOGOTÁ  
 3123623582 / 3005647154

**STRENGHT PARAMETERS WHIT THE STANDARD PENETRATION TEST**

PROJECT : INSTITUCION EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS  
 SITE : MUNICIPIO DE GARAGOA - DEPARTAMENTO DE BOYACÁ  
 CLIENT :  
 DATE : 6/05/2014

Boring =	18	Effective energy $E_o =$	0.45	Internal liner (1/0) =	1	Boring diameter (cm) =	10
Water Table =	NO	Reference energy $E_r =$	0.72	Revetment correction $\eta_3 =$	1	Diameter Correction $\eta_4 =$	1
$C' =$	-0.12	Energy Correction $\eta_1 =$	0.63				
$\phi' =$	22.00						
$C' \text{ mín} =$	<b>0.00</b>						
$\phi' \text{ mín} =$	<b>22.00</b>						

Depth (m)	Sample	Thickn (m)	Z (m)	N	$\gamma$ (T/m <sup>3</sup> )	$\sigma_v$ (T/m <sup>2</sup> )	u (T/m <sup>2</sup> )	$\sigma'_v$ (T/m <sup>2</sup> )	Rs	K	$C_N$	$L_T$ (m)	$\eta_2$	$N'$	$\phi_{equ}$ (°)	$\sigma'_v$ (T/m <sup>2</sup> )	$\tau$ (T/m <sup>2</sup> )	
0.60	1	0.50	0.85	4	1.20	1.02	0.00	1.02	0.102	1.4	2.00	0.85	0.75	3.8	21.8	1.02	0.45	
1.10	2	0.50	1.35	9	1.00	1.35	0.00	1.35	0.135	0.9	1.80	1.35	0.75	7.6	24.7	1.35	0.62	
1.60	3	0.50	1.85	9	1.50	2.78	0.00	2.78	0.278	0.9	1.51	1.85	0.75	6.4	23.9	2.78	1.11	
2.10	5	0.50	2.35	13	1.60	3.76	0.00	3.76	0.376	0.9	1.39	2.35	0.75	8.5	25.3	3.76	1.54	
2.60	6	0.50	2.85	21	2.00	5.70	0.00	5.70	0.570	0.9	1.22	2.85	0.75	12.1	27.3	5.70	2.46	



$\phi'_{\text{min}} = \phi'_{\text{equ}} \text{ min (}^\circ\text{)} = 21.8$   
 $\phi'_{\text{equ}} \text{ medio (}^\circ\text{)} = 24.6$   
 $\overline{N}_{\text{SPT}} = 11.20$

**BIBLIOGRAFIA:**  
 GONZALEZ G. ALVARO J., "Estimativo de Parámetros Efectivos de Resistencia con el SPT (1999)". X Jornadas Geotécnicas de la Ingeniería Colombiana - SCI - SCG, Documento Completo.















## CORRECCIÓN DEL VALOR DE $N_{spt}$ Y CÁLCULO DE COHESIÓN A PARTIR DEL SPT

PROYECTO: **INSTITUCION EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS**  
 MUNICIPIO DE GARAGOA - DEPARTAMENTO DE BOYACÁ

SONDEO No:            7                                    N.F.= NO

profund. (m)	$N_F$ (Golpes/pie)	$\gamma$ (ton/m <sup>3</sup> )	$\sigma_{vo}$ (t/m <sup>3</sup> )	$\sigma'_{vo}$ (t/m <sup>3</sup> )	I.P.	$Cu = 0.060 \cdot N_F$ Stroud (1997) (Kg/cm <sup>2</sup> )	$Cu = 0.29 \cdot (N_{spt})^{0.72}$ Stroud (1997) (Kg/cm <sup>2</sup> )	$Cu = N/[145.4 \cdot IP^{0.79}]$ Schmertmann (1975) (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.85	6	6.000	5.100	5.100		0.36	1.05	
1.35	17	17.000	22.950	22.950		1.02	2.23	
1.85	15	15.000	27.750	27.750		0.90	2.04	
2.35	12	12.000	28.200	28.200		0.72	1.74	
2.85	21	21.000	59.850	59.850		1.26	2.60	
<b>Cu mínimo (kg/cm<sup>2</sup>)</b>						0.36	1.05	

NOTA:  $N_F = N_{SPT}$  = Número de Penetración Estándar en Campo

**BIBLIOGRAFÍA:**

BRAJA M, Das, "Principio de Ingeniería de Cimentaciones (1999)". Cuarta Edición, Pág. 100 – 101.







CORRECCIÓN DEL VALOR DE  $N_{spt}$  Y CÁLCULO DE COHESIÓN A PARTIR DEL SPT

PROYECTO: **INSTITUCION EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS**  
 MUNICIPIO DE GARAGOA - DEPARTAMENTO DE BOYACÁ

SONDEO No: 11 N.F.= NO

profund. (m)	$N_F$ (Golpes/pie)	$\gamma$ (ton/m <sup>3</sup> )	$\sigma_{vo}$ (t/m <sup>3</sup> )	$\sigma'_{vo}$ (t/m <sup>3</sup> )	I.P.	$Cu = 0.060 \cdot N_F$ Stroud (1997) (Kg/cm <sup>2</sup> )	$Cu = 0.29 \cdot (N_{spt})^{0.72}$ Stroud (1997) (Kg/cm <sup>2</sup> )	$Cu = N/[145.4 \cdot IP^{0.79}]$ Schmertmann (1975) (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.85	7	1.400	1.190	1.190		0.42	1.18	
1.35	10	1.600	2.160	2.160		0.60	1.52	
1.85	20	1.900	3.515	3.515		1.20	2.51	
<b>Cu mínimo (kg/cm<sup>2</sup>)</b>						0.42	1.18	

NOTA:  $N_F = N_{SPT}$  = Número de Penetración Estándar en Campo

BIBLIOGRAFÍA:

BRAJA M, Das, "Principio de Ingeniería de Cimentaciones (1999)". Cuarta Edición, Pág. 100 – 101.













**INSTITUCIÓN EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS**

MUNICIPIO DE GARAGOA - DEPARTAMENTO DE BOYACÁ

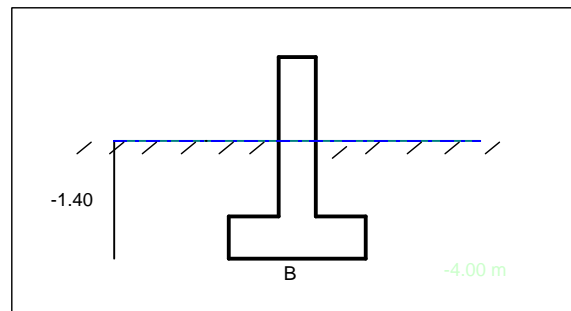
**1. PERFIL MODELO DEL SUBSUELO**

Prof(m)	Descripción
0.00	Placa en baldosa, placa de concreto, capa vegetal y material orgánico
0.15	Relleno antrópico constituido por detritos de construcción, basura en una matriz de limo color rojizo y café
0.60	Arcilla limosa de alta plasticidad y/o limo arcilloso de alta plasticidad ocasionalmente no plástico, con trazas de arenas y gravas (CH/MH), color amarillo, rojizo, gris oscuro con vetas grises o cafés. $\omega = 33\%$ L.L. = 58% IP = 29% PT200 > 50% $\gamma = 1.8 \text{ t/m}^3$ Presión de expansión: $\sigma_{exp} = 2.2 \text{ kg/cm}^2$ $Cc = 0.432$ $Cs = 0.0432$ $e_0 = 1.112$ $Ed = 750 \text{ t/m}^2$ Resistencia a la penetración estándar: N = 5 Golpes/pie ( $N_{SPT\text{mín}} = 2$ ) Resistencia al corte no drenado: $Cu = 0.30 \text{ kg/cm}^2$ ( $Cu_{\text{mín}} = 0.24 \text{ kg/cm}^2$ ) Parámetros de esfuerzos efectivos: $C' = 0.21 \text{ kg/cm}^2$ , $\gamma$ , $\phi' = 20^\circ$ ( $\phi_{eq\text{mín}} = 21^\circ$ ) Corte Directo CU: $C = 0.27 \text{ kg/cm}^2$ , $\gamma$ , $\phi = 21^\circ$
2.00	Arcilla limosa, ocasionalmente grava arcillosa de alta plasticidad con trazas de grava y arena (CH/GC), color amarillo, gris y/o café oscuro con vetas grises y oxidaciones $\omega = 29\%$ L.L. = 61% IP = 32% PT200 > 50% $\gamma = 1.8 \text{ t/m}^3$ $Cc = 0.459$ $Cs = 0.0459$ $e_0 = 1.048$ $Ed = 1500 \text{ t/m}^2$ Resistencia a la penetración estándar: N = 10 Golpes/pie ( $N_{SPT\text{mín}} = 4$ ) Resistencia al corte no drenado: $Cu = 0.60 \text{ kg/cm}^2$ ( $Cu_{\text{mín}} = 0.24 \text{ kg/cm}^2$ ) Parámetros de esfuerzos efectivos: $C' = 0.21 \text{ kg/cm}^2$ , $\gamma$ , $\phi' = 20^\circ$ ( $\phi_{eq\text{mín}} = 21^\circ$ )
6.00	Fin sondeo

**N.F. = No se presentó durante las perforaciones**

**2. ANALISIS DE ESTABILIDAD**

Nivel Freático: **NO** (Respecto al nivel actual del terreno)  
 Nivel de Cimentación (Df): **-1.40 m** (Mínimo, respecto al nivel actual del terreno)  
 Condición de Análisis: **No Drenada**



Angulo de inclinación de la Carga= 0.0 °  
 Factor de Seguridad (F.S.): 3

$$\sigma_{nu} = C \cdot N_c \cdot i_c \cdot \delta_c \cdot d_c \cdot C_c + \gamma \cdot D_f \cdot N_q \cdot i_q \cdot \delta_q \cdot d_q \cdot C_q + 0.5 \gamma \cdot B \cdot N_{\gamma} \cdot i_{\gamma} \cdot \delta_{\gamma} \cdot d_{\gamma} \cdot C_c - q$$

Donde : qu = 0.54 kg/cm2 φ = 21 ° = 0.37 rad  
 Cu : Cohesión Cu = qu/2 = 0.27 kg/cm2 = 2.7 t/m<sup>2</sup>  
 γ = 1.92 t/m<sup>3</sup>

**CAPACIDAD PORTANTE EN T/M2 (ESFUERZO NETO ADMISIBLE σ<sub>ns</sub>)**

LARGO (L)	ANCHO (B)					
	1	1.25	1.5	2	2.5	3
1	18.7					
1.25	16.3	18.4				
1.5	14.8	16.4	19.0			
2	13.0	14.1	15.9	18.2		
2.5	12.1	12.8	14.3	15.8	17.9	
3	11.4	12.0	13.2	14.4	16.0	17.8
Infinito	9.9	10.1	10.8	11.1	11.6	12.3

Cimiento Aislado \*\* σ<sub>ns</sub> = σ<sub>nu</sub> / FS = 11.4 T/M2

Cimiento Continuo \*\* σ<sub>ns</sub> = σ<sub>nu</sub> / FS = 9.9 T/M2

**3. ANÁLISIS DE DEFORMACIÓN:**

$$\delta_t = \delta_{inm} + \delta_{cp}$$

Asentamientos inmediatos:  
 $\sigma_{inm} = B \times q_o (1 - \mu^2) \times \alpha_r / E_s$  (Estrato semi infinito)

Nivel de cimentación Df = -1.40 m  
 Cimiento aislado: P<sub>máx</sub> (ton) = 47.0 σ<sub>ns</sub> (ton): 11.42  
 $B = (P_{máx} / \sigma_{ns})^{1/2}$ : 2.03 m L: 2.03 m  
 μ = 0.45 α<sub>av</sub> = 0.85 E (ton/m<sup>2</sup>): 750

$$\delta_{inm} = 2.09 \text{ cm}$$

Asentamientos por consolidación  
 $\sigma_{cp} = c_s \pi \lambda \gamma \left[ \frac{\sigma_o + \Delta \sigma_{vo}}{\sigma_o} \right] / (1 + e_o)$

c<sub>s</sub> = 0.043 H (m): 4.231 e<sub>o</sub> = 1112.000  
 γ (ton/m<sup>3</sup>): 1.80 N.F. (m): NO

$$\sigma_{vo}' = \gamma H - \gamma_w H_w = 5.297$$

$$m = L/B: 1 = n = Z/(B/2): 4.17196$$

$$I_C = \frac{2}{\pi} \left[ \frac{m_1 n_1}{\sqrt{1+m_1^2+n_1^2}} \frac{1+m_1^2+2n_1^2}{(1+n_1^2)(m_1^2+n_1^2)} + \text{sen}^{-1} \frac{m_1}{\sqrt{m_1^2+n_1^2} \sqrt{1+n_1^2}} \right] = 0.31661$$

$$\Delta P = q_o \times I_C = 14.88 \text{ ton} \quad \Delta \sigma_v = \Delta P / (BL) = 3.616 \text{ t/m}^2$$

$$\delta_{cp} = 0.00 \text{ cm}$$

$$\delta_t = 2.10 \text{ cm}$$



$$K_p = \frac{1 + \text{sen}\phi}{1 - \text{sen}\phi} \implies K_p = 2.12$$

$$E_p = \frac{1}{2} \gamma K_p H^2 \implies E_p = 0$$

**8. CÁLCULO EMPUJE DEBIDO AL SISMO**

$\phi =$	21	$\delta =$	0.24	$\beta =$	0
$\alpha =$	90.00	$K_H =$	0.111	$K_V =$	0.074

$$\Psi = \tan^{-1} \left[ \frac{K_H}{1 - K_V} \right] \implies 6.84$$

$$D_A = \left[ 1 + \sqrt{\frac{\text{sen}(\phi + \delta) \text{sen}(\phi - \beta - \psi)}{\text{sen}(\alpha - \delta) \text{sen}(\alpha + \beta)}} \right]^2 \implies 1.68$$

$$K_{AE} = \frac{(1 - K_V) \text{sen}^2(\alpha + \phi - \psi)}{D_A \cos \phi \text{sen}^2 \alpha \text{sen}(\alpha - \delta - \psi)} \implies 0.558$$

$$E_{AE} = \frac{1}{2} \gamma K_{AE} H^2 \implies 0.00 \quad \text{t/m}$$

$$D_p = \left[ 1 - \sqrt{\frac{\text{sen}(\phi + \delta) \text{sen}(\phi + \beta)}{\text{sen}(\alpha + \delta) \text{sen}(\alpha + \beta)}} \right]^2 \implies 0.41$$

$$K_{PE} = \frac{\text{sen}^2(\alpha - \phi)}{D_p \text{sen}^2 \alpha \text{sen}(\alpha + \delta)} \implies 2.13$$

$$E_{PE} = \frac{1}{2} \gamma K_{PE} H^2 \implies 0.00 \quad \text{t/m}$$



**8. ESTIMACIÓN DEL MÓDULO DE REACCIÓN DEL SUELO O COEFICIENTE DE BALASTO**

Si una cimentación de ancho B, somete un suelo a una carga por área unitaria q ( que para nuestro caso viene a ser  $\sigma_{ns}$ ) está sufre un asentamiento inmediato,  $\Delta$ . El coeficiente de módulo, k, del subsuelo se define como:

$$k_s = \sigma_{ns} / \Delta \implies \begin{aligned} k_s &= 11.42 / 0.0209 = 545 \text{ t/m}^3 \\ k_s &= 5454 \text{ KN/m}^3 \end{aligned}$$

Para un suelo arcilloso de humedad elevada (saturado) que nos permite considerarlo incompresible frente a una sollicitación instantánea ( $\nu = 0,5$ ). El coeficiente de módulo, k, del subsuelo se define como:

$$k_s = 1,5 E / B \implies \begin{aligned} k_s &= 1.5 * 750 / 2.03 = 555 \text{ t/m}^3 \\ k_s &= 5546 \text{ KN/m}^3 \end{aligned}$$

Según TERZAGHI K.V. "Evaluation of coefficients of subgrade reaction" (1995), Geotechnique 4: Pág. 297-326.

Según TERZAGHI K.V. "Evaluation of coefficients of subgrade reaction" (1995), Geotechnique 4: Pág. 297-326.

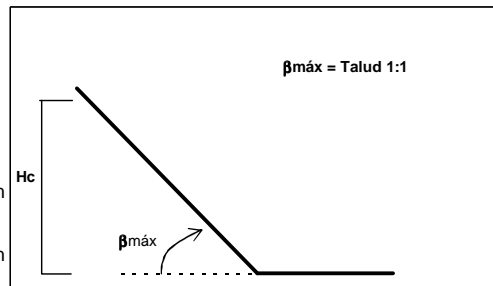
Valor de  $K_{s30}$ = 1480 t/m<sup>3</sup> (por correlación con el tipo de suelo y su resistencia)

Pilote de  $\phi$  (m)= 4  $K_{sz} = K_{s30} \left[ \frac{B + 0,30}{2B} \right]^n \left( 1 + \frac{2Z}{B} \right) = 627.0 \text{ t/m}^3$

Profund. Z (m)= 2.2  $K_h = K_{sz} \frac{Z}{D} = 344.8 \text{ t/m}^3$

**8. ALTURA CRÍTICA PARA CORTES VERTICALES**

$\gamma$ arcilla (t/m2):	1.93
cohesión (t/m2)	2.70
q (t/m2)	1.50
Altura corte (m):	2.00
FS=	2.00
$H_c = (2.6c - 1.3q) / \gamma =$	2.63 m
$H_s = H_c / FS =$	1.31 m



**9. FACTOR DE SEGURIDAD CONTRA FALLA DE FONDO**

$\gamma$ arcilla (t/m2):	1.93
cohesión (t/m2)	2.70
q (t/m2)	1.50
Altura corte (m):	2.00
Nc=	5.14

$FS = c * N_c / (\gamma * H + q) = 2.59 > 1.5$  **Cumple**

Altura máxima de corte de seguridad para FS=1.5: 4.02



 <p>SPC Ltda NIT 830117845-1</p>	<p><b>SPC LTDA</b> Ingenieros Consultores Laboratorio de Ingeniería</p>	<p><b>ESTUDIO GEOTÉCNICO</b> CONSTRUCCIÓN – EDIFICACIONES DE UNO A DOS PISO PARA LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS – MUNICIPIO DE GARAGOA (BOYACÁ)</p>	<p>CÓDIGO FORM.: SPC-02-EI-01 VERSIÓN FORM.: 01 FECHA FORM.: 28-Nov-03</p>
--	---	--	--

Página 50 de 50

*Bogotá D. C., Mayo de 2014*

**16 ANEXO A.5: REVISIÓN FACTORES DE SEGURIDAD DIRECTOS  
(NUMERAL H.2.4, NSR-10) Y ASENTAMIENTOS (NUMERAL H.4.9, NSR-10)**

**PROYECTO: INSTITUCION EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS**  
 MUNICIPIO DE GARAGOA - DEPARTAMENTO DE BOYACÁ

**2. CHEQUEO FACTOR DE SEGURIDAD DIRECTO CARGA MUERTA + CARGA VIVA MÁXIMA**

Capacidad admisible de Carga ( $\sigma_{ns}$ ) - (T/M<sup>2</sup>): 11.4  $F_{SI}$ : 3

Nivel Freático: NO (Respecto al nivel actual del terreno)  
 Nivel de Cimentación (Df): -1.40 m (Mínimo, respecto al nivel actual del terreno)  
 Condición de Análisis: Drenada:  No Drenada:

Angulo de inclinación de la Carga= 0.0 °  
 Factor de Seguridad (F.S.): 1

$$\sigma_{nu} = C \cdot N_c \cdot I_c \cdot \delta_c \cdot d_c \cdot C_c + \gamma \cdot D_f \cdot N_q \cdot I_q \cdot \delta_q \cdot d_q \cdot C_q + 0.5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_{\gamma} \cdot I_{\gamma} \cdot \delta_{\gamma} \cdot d_{\gamma} \cdot C_c$$

Donde :  $q_u =$  0.540 Kg/cm2

$\phi'_F =$	$\phi'_A$ (rad.)=
<span style="background-color: #e0ffe0;">21 °</span>	<span style="background-color: #e0ffe0;">0.101</span>

$C_u$  : Cohesión  $C_u = q_u/2$  0.270 Kg/Cm2 = 0.710 T/M2

$\gamma =$  1.80 t/m<sup>3</sup>  $E$  (ton/m<sup>2</sup>): 750

$\mu =$  0.45

$\tau_F = C'_F + \sigma \tan \phi'_F =$  3.667 T/M2

$\tau_A = C'_A + \sigma \tan \phi'_A =$  0.965 T/M2

$F_{SBM} = \tau_F / \tau_A =$  3.801

**CAPACIDAD PORTANTE EN T/M2 (ESFUERZO NETO ULTIMO  $\sigma_{nu}$ )**

LARGO (L)	ANCHO (B)					
	1	1.25	1.5	2	2.5	3
1	14.2					
1.25	13.4	13.9				
1.5	12.8	13.2	14.4			
2	12.1	12.3	13.3	13.8		
2.5	11.7	11.8	12.6	12.9	13.5	
3	11.4	11.5	12.2	12.3	12.8	13.4
Infinito	10.5	10.4	10.9	10.6	10.5	10.6

**Cimiento Aislado** \*\*  $\sigma_{ns} = \sigma_{nu} =$  11.4 T/M2

**Cimiento Continuo** \*\*  $\sigma_{ns} = \sigma_{nu} =$  10.4 T/M2

**PROYECTO: INSTITUCION EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS**  
 MUNICIPIO DE GARAGOA - DEPARTAMENTO DE BOYACÁ

**2. CHEQUEO FACTOR DE SEGURIDAD DIRECTO CARGA MUERTA + CARGA VIVA MÁXIMA**

Capacidad admisible de Carga ( $\sigma_{ns}$ ) - (T/M<sup>2</sup>): 13.5  $F_{SI}$ : 2.5

Nivel Freático: NO (Respecto al nivel actual del terreno)  
 Nivel de Cimentación (Df): -1.40 m (Mínimo, respecto al nivel actual del terreno)  
 Condición de Análisis: Drenada:  No Drenada:

Angulo de inclinación de la Carga= 0.0 °  
 Factor de Seguridad (F.S.): 1

$$\sigma_{nu} = C \cdot N_c \cdot I_c \cdot \delta_c \cdot d_c \cdot C_c + \gamma \cdot D_f \cdot N_q \cdot I_q \cdot \delta_q \cdot d_q \cdot C_q + 0.5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_{\gamma} \cdot I_{\gamma} \cdot \delta_{\gamma} \cdot d_{\gamma} \cdot C_c$$

Donde :  $q_u = 0.540$  Kg/cm2

$\phi'_F =$	$\phi'_A$ (rad.)=
21 °	0.119

$C_u$  : Cohesión  $C_u = q_u/2$  0.270 Kg/Cm2 = 0.843 T/M2  
 $\gamma = 1.80$  t/m<sup>3</sup>  $E$  (ton/m<sup>2</sup>): 750  $\mu = 0.45$

$$\tau_F = C'_F + \sigma \tan \phi'_F = 3.667 \text{ T/M2}$$

$$\tau_A = C'_A + \sigma \tan \phi'_A = 1.145 \text{ T/M2}$$

$$F_{SBM} = \tau_F / \tau_A = 3.202$$

**CAPACIDAD PORTANTE EN T/M2 (ESFUERZO NETO ULTIMO  $\sigma_{nu}$ )**

LARGO (L)	ANCHO (B)					
	1	1.25	1.5	2	2.5	3
1	17.1					
1.25	16.0	16.8				
1.5	15.3	15.8	17.3			
2	14.4	14.7	15.9	16.6		
2.5	13.8	14.1	15.1	15.4	16.2	
3	13.5	13.6	14.5	14.7	15.3	16.1
Infinito	12.4	12.3	12.8	12.5	12.5	12.6

**Cimiento Aislado** \*\*  $\sigma_{ns} = \sigma_{nu} = 13.5$  T/M2

**Cimiento Continuo** \*\*  $\sigma_{ns} = \sigma_{nu} = 12.3$  T/M2

**PROYECTO: INSTITUCION EDUCATIVA TÉCNICA SAN LUIS**  
 MUNICIPIO DE GARAGOA - DEPARTAMENTO DE BOYACÁ

**2. CHEQUEO FACTOR DE SEGURIDAD DIRECTO CARGA MUERTA + CARGA VIVA MÁXIMA**

Capacidad admisible de Carga ( $\sigma_{ns}$ ) - (T/M<sup>2</sup>): 11.6  $F_{SI}$ : 1.5

Nivel Freático: NO (Respecto al nivel actual del terreno)  
 Nivel de Cimentación (Df): -1.40 m (Mínimo, respecto al nivel actual del terreno)  
 Condición de Análisis: Drenada:  No Drenada:

Angulo de inclinación de la Carga= 0.0 °  
 Factor de Seguridad (F.S.): 1

$$\sigma_{nu} = C \cdot N_c \cdot I_c \cdot \delta_c \cdot d_c \cdot C_c + \gamma \cdot D_f \cdot N_q \cdot I_q \cdot \delta_q \cdot d_q \cdot C_q + 0.5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_{\gamma} \cdot I_{\gamma} \cdot \delta_{\gamma} \cdot d_{\gamma} \cdot C_c$$

Donde :  $q_u =$  0.000 Kg/cm2

$\phi'_F =$	$\phi'_A$ (rad.)=
<span style="background-color: #e0ffe0;">21 °</span>	<span style="background-color: #e0ffe0;">0.205</span>

$C_u$  : Cohesión  $C_u = q_u/2$  0.000 Kg/Cm2 = 0.000 T/M2

$\gamma =$  1.80 t/m<sup>3</sup>  $E$  (ton/m<sup>2</sup>): 750

$\mu =$  0.45

$\tau_F = C'_F + \sigma \tan \phi'_F =$  0.967 T/M2

$\tau_A = C'_A + \sigma \tan \phi'_A =$  0.525 T/M2

$F_{SBM} = \tau_F / \tau_A =$  1.843

**CAPACIDAD PORTANTE EN T/M2 (ESFUERZO NETO ULTIMO  $\sigma_{nu}$ )**

LARGO (L)	ANCHO (B)					
	1	1.25	1.5	2	2.5	3
1	10.6					
1.25	10.1	10.9				
1.5	11.6	12.4	11.6			
2	10.8	11.4	12.6	14.0		
2.5	10.4	10.8	11.8	12.9	14.4	
3	10.1	10.5	11.3	12.2	13.5	14.9
Infinito	9.2	9.3	9.8	10.1	10.6	11.2

**Cimiento Aislado** \*\*  $\sigma_{ns} = \sigma_{nu} =$  10.1 T/M2

**Cimiento Continuo** \*\*  $\sigma_{ns} = \sigma_{nu} =$  9.2 T/M2