

**EXPLORACIÓN, ENSAYOS DE LABORATORIO Y RECOMENDACIÓN GEOTÉCNICA  
REQUERIDA PARA LAS AMPLIACIONES DE LOS COLEGIOS DEL PROYECTO, ESPACIOS  
PARA APRENDER MINISTERIO DE EDUCACIÓN - MODULO 2.  
INSTITUCIÓN EDUCATIVA LA MERCED SEDE PRINCIPAL  
MUNICIPIO DE CALI. DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA.  
VERSIÓN N° 02**



**IVICSA INGENIEROS CONSULTORES, SUCURSAL COLOMBIA S.A**

**GEOZAM LABORATORIO Y CONSULTORÍA S.A.S**

**SANTIAGO DE CALI, DICIEMBRE DE 2015**

---

***“CALIDAD ES NUESTRO RESULTADO”***

Calle 35 AN No 3N – 131 Prados del Norte Santiago de Cali – Colombia

Teléfono (2) 6616621 – 316 2810925

e-mail: [gerencia@geozam.com.co](mailto:gerencia@geozam.com.co)



## TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN .....	4
2.	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO .....	5
2.1	LOCALIZACIÓN.....	5
3.	ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN .....	5
3.1	PERFORACIONES.....	6
3.2	ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR (SPT).....	6
3.3	TOMA DE MUESTRAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO .....	6
4.	EVALUACIÓN GEOTÉCNICA .....	7
4.1	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO.....	7
4.2	EVALUACIÓN GEOTÉCNICA .....	7
4.3	GEOLOGÍA ESTRUCTURAL.....	7
4.4	UNIDAD GEOLÓGICA SUPERFICIAL .....	7
4.5	GEOMORFOLOGÍA.....	8
4.6	PERFIL ESTRATIGRÁFICO .....	9
4.7	NIVEL FREÁTICO .....	12
5.	PROPIEDADES DEL SUELO .....	12
6.	ASPECTOS SÍSMICOS.....	12
6.1	MOVIMIENTO SÍSMICO.....	12
6.2	EFFECTOS LOCALES .....	12
6.2.1	PERFIL DEL SUELO .....	12
6.2.2	COEFICIENTE DE AMPLIACIÓN Fa y Fv .....	13
6.2.3	COEFICIENTE DE IMPORTANCIA .....	13
6.3	Microzonificación Sísmica de Cali.....	14
7.	ANGULO DE FRICCIÓN INTERNA Y COHESIÓN .....	16
8.	DESCRIPCIÓN SUELO .....	17
9.	LOCALIZACIÓN PERFORACIONES.....	20
10.	POTENCIAL DE EXPANSIÓN.....	20
11.	POTENCIAL DE LICUACIÓN .....	21



EXPLORACIÓN, ENSAYOS DE LABORATORIO Y RECOMENDACIÓN  
GEOTÉCNICA. AMPLIACIONES DE LOS COLEGIOS DEL PROYECTO,  
ESPACIOS PARA APRENDER MINISTERIO DE EDUCACIÓN - MODULO 2.  
INSTITUCIÓN EDUCATIVA LA MERCED SEDE PRINCIPAL  
MUNICIPIO DE CALI – DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA



Certificado CO11/4481

17 de diciembre de 2015

12. ASENTAMIENTOS .....	21
13. REGISTRO FOTOGRÁFICO .....	24
14. MÓDULOS DE REACCIÓN DEL SUELO .....	25
15. COEFICIENTES DE PRESIÓN .....	25
16. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	26
17. LIMITACIONES.....	29



---

**“CALIDAD ES NUESTRO RESULTADO”**

Calle 35 AN No 3N – 131 Prados del Norte Santiago de Cali – Colombia

Teléfono (2) 6616621 – 316 2810925

e-mail: [gerencia@geozam.com.co](mailto:gerencia@geozam.com.co)

	<p>EXPLORACIÓN, ENSAYOS DE LABORATORIO Y RECOMENDACIÓN          GEOTÉCNICA. AMPLIACIONES DE LOS COLEGIOS DEL PROYECTO,          ESPACIOS PARA APRENDER MINISTERIO DE EDUCACIÓN - MODULO 2.          INSTITUCIÓN EDUCATIVA LA MERCED SEDE PRINCIPAL          MUNICIPIO DE CALI – DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA</p> <p>17 de diciembre de 2015</p>	
---	---	---

## 1. INTRODUCCIÓN

Atendiendo la amable invitación de **IVICSA INGENIEROS CONSULTORES, SUCURSAL COLOMBIA S.A**, se ha realizado el presente estudio de suelos, en el Municipio de Cali, Departamento del valle del Cauca, para la ampliación de la Institución Educativa La Merced sede principal. El estudio, se ha ejecutado con la finalidad de examinar las propiedades geotécnicas del suelo y aplicarlas de manera eficiente para la construcción de dichas obras.

Para lograr el objetivo propuesto, se realizó una investigación con toma de muestras en sitio, mediante la realización de tres (3) perforaciones, las cuales permitieron identificar la estratigrafía, la posición del nivel freático y las propiedades del suelo, parámetros necesarios para calcular la capacidad portante del suelo y, así concluir y emitir las correspondientes recomendaciones.

Agradecemos a **IVICSA INGENIEROS CONSULTORES, SUCURSAL COLOMBIA S.A**, la confianza depositada para la realización de este estudio y esperamos cumplir de manera satisfactoria con los objetivos propuestos.

---

**“CALIDAD ES NUESTRO RESULTADO”**

Calle 35 AN No 3N – 131 Prados del Norte Santiago de Cali – Colombia  
 Teléfono (2) 6616621 – 316 2810925  
 e-mail: [gerencia@geozam.com.co](mailto:gerencia@geozam.com.co)

## 2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

El proyecto a desarrollarse en el sector urbano de la ciudad de Cali, consiste en la construcción de una edificación de tres pisos para salones de clase, conforme a la norma NSR -10 y demás normas existentes.

### 2.1 LOCALIZACIÓN





Fig. 1. Localización geográfica. Fuente Google Maps

La Institución Educativa La Merced sede principal, se localiza en la Calle 47 # 4E – 30, comuna 4 de la ciudad de Cali.

## 3. ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN

De acuerdo con el área comprometida por el proyecto y la magnitud de los trabajos proyectados, se planificó y ejecutó la serie de exploraciones descritas a continuación:

	<p><b>EXPLORACIÓN, ENSAYOS DE LABORATORIO Y RECOMENDACIÓN GEOTÉCNICA. AMPLIACIONES DE LOS COLEGIOS DEL PROYECTO, ESPACIOS PARA APRENDER MINISTERIO DE EDUCACIÓN - MODULO 2. INSTITUCIÓN EDUCATIVA LA MERCED SEDE PRINCIPAL MUNICIPIO DE CALI – DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA</b></p> <p>17 de diciembre de 2015</p>	
---	--	---

### 3.1 PERFORACIONES

Sobre el nivel (N=0,0) del terreno se ejecutaron tres perforaciones proyectadas a -6,0m de profundidad.

Para realizar el sondeo se utilizó el método de perforación a percusión, sin lavado, con un equipo mecánico accionado por un motor de potencia nominal de 12 HP.

### 3.2 ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR (SPT)

El ensayo de penetración estándar es una prueba dinámica, que permite obtener la resistencia del suelo en sitio. La metodología de la prueba y el equipo utilizado se describen en la norma ASTM D 1586-67 y en resumen consiste en hincar en el estrato de interés un muestreador del tipo cuchara partida (split spoon sampler) de 2” de diámetro, golpeándolo con un martillo de 140 Lb de peso, que se deja caer en forma libre desde 30” de altura, contando el número de golpes necesarios para una penetración de 1 pie. Este número, se anota como N y es el resultado de la prueba. El ensayo se repitió en cada una de las perforaciones a intervalos de 1,0 m de profundidad.

### 3.3 TOMA DE MUESTRAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO

Se lograron extraer muestras de tipo alterado del recobro de la cuchara partida estándar, asociando a cada prueba de penetración una muestra.



Las muestras recuperadas se llevaron al Laboratorio de Suelos en donde se desarrollaron los siguientes ensayos (ver anexo 1):

- Humedad Natural.
- Límites de Atterberg.
- Gradación por Tamiz.
- Compresión Simple y pesos unitarios
- Ensayo de consolidación.
- Ensayo de corte directo.

---

**“CALIDAD ES NUESTRO RESULTADO”**

Calle 35 AN No 3N – 131 Prados del Norte Santiago de Cali – Colombia  
Teléfono (2) 6616621 – 316 2810925  
e-mail: [gerencia@geozam.com.co](mailto:gerencia@geozam.com.co)

	<p>EXPLORACIÓN, ENSAYOS DE LABORATORIO Y RECOMENDACIÓN          GEOTÉCNICA. AMPLIACIONES DE LOS COLEGIOS DEL PROYECTO,          ESPACIOS PARA APRENDER MINISTERIO DE EDUCACIÓN - MODULO 2.          INSTITUCIÓN EDUCATIVA LA MERCED SEDE PRINCIPAL          MUNICIPIO DE CALI – DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA</p> <p>17 de diciembre de 2015</p>	
---	---	---

## 4. EVALUACIÓN GEOTÉCNICA

### 4.1 DESCRIPCIÓN DEL TERRENO

El proyecto a realizarse está enmarcado en un terreno plano tal y como se puede apreciar en el registro fotográfico.

### 4.2 EVALUACIÓN GEOTÉCNICA

El territorio del departamento del Valle del Cauca es un sitio de interacción de tres placas tectónicas: Suramericana, Nazca y Caribe. La Placa Nazca converge hacia la Placa Suramericana y subduce bajo ésta en la Fosa Colombo-Ecuatoriana a una velocidad de 8 cm/año, en sentido E-W, formando un ángulo de 45° con la dirección de la Cordillera de los Andes. El ángulo de buzamiento de la zona de Benioff es de 30°, con el arco volcánico ubicado a 150 Km al oriente de la fosa (Meissnar et al., 1976, en Nivia, 2001). La distribución de las anomalías magnéticas indica que este esquema de convergencia se ha mantenido, posterior al periodo en el que la aproximación de la placa oceánica hacia el continente se dio en dirección NE-SW y a una velocidad menor.

### 4.3 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

Regionalmente las estructuras presentes en el Suroccidente Colombiano, son el resultado de la acreción de terrenos alóctonos y la acción compresiva de las placas de Nazca y Cocos contra la placa Suramericana. Como resultado de los esfuerzos ocasionados por estos eventos, se originaron plegamientos y fallamientos con una marcada orientación NS (Acosta, 1997). Adicionalmente se originaron depresiones tectónicas dentro de las que se destaca la Depresión Cali-Patía, donde se ubica gran parte de la zona central de estudio regional.

En general las rocas se encuentran afectadas por un sistema complejo de fallas regionales, donde predominan tres direcciones de fallamiento: N20°-30°E, N60°-70°E y N40°-50°W (Nivia et al., 1997).

### 4.4 UNIDAD GEOLÓGICA SUPERFICIAL

**Abanicos Aluviales (Sal2).** Se trata de todos los materiales asociados a flujos torrenciales dejados por los principales afluentes del río Cauca al llegar a la planicie aluvial de éste, debido a una pérdida

---

**“CALIDAD ES NUESTRO RESULTADO”**

Calle 35 AN No 3N – 131 Prados del Norte Santiago de Cali – Colombia  
 Teléfono (2) 6616621 – 316 2810925  
 e-mail: [gerencia@geozam.com.co](mailto:gerencia@geozam.com.co)



repentina en la capacidad de arrastre de las corrientes, al encontrar una disminución en la pendiente. Estas unidades tienen forma de abanico, cuya parte más distal está conformada por materiales finos y mejor seleccionados que los ubicados hacia el ápice, donde son más gruesos y mal calibrados. Estos depósitos son medianamente compactos, matriz soportados; se componen principalmente de cantos, gravas y bloques de rocas diabásicas con presencia esporádica de rocas sedimentarias, de formas angulares a subredondeadas, en matriz areno-arcillosa.

Estos abanicos son de tipo coalescente, es decir, presentan contactos laterales interdigitados por su crecimiento conjunto, por lo cual se cartografiaron como una sola unidad con límites aproximados entre ellos, así como el contacto con la llanura aluvial del río Cauca. En la cartografía de estos depósitos se tuvieron en cuenta los cambios topográficos, análisis de fotografías aéreas antiguas y recientes, las características morfológicas del terreno y pequeños cambios en la dirección de los drenajes.

ZONA DE R/TA SÍSMICA	ZONA GEOTÉCNICA	UNIDAD GEOLÓGICA SUPERFICIAL	Am <sub>ax</sub> (g)
ZONA 1	Roca y material intermedio	Rv, Rs, Iv y Is	0,22
ZONA 2	Flujos y Suelo Residual	Sft, Sfa y Sv	0,35
ZONA 3	Piedemonte	Sal2	0,35
ZONA 4A	Abanico Medio de Cali	Sal2	0,33
ZONA 4B	Abanico Distal de Cali y Menga	Sal2	0,28
ZONA 4C	Abanico de Cañaveralejo	Sal2	0,40
ZONA 4D	Abanico de Meléndez y Lili	Sal2	0,28
ZONA 4E	Abanico de Pance	Sal2	0,25
ZONA 5	Transición Abanicos – Llanura	Sal1 y Sal2	0,28
ZONA 6	Llanura Aluvial	Sal1, Sal4 y Sal5	0,25



#### 4.5 GEOMORFOLOGÍA

**Zona 4B:** Esta zona corresponde al Abanico Distal del Río Cali y al Abanico del Río Menga, los cuales abarcan la zona norte y centro occidental de la ciudad. La zona distal del Abanico de Cali se caracteriza por la presencia de una capa superficial de arcillas limosas con un espesor entre 10 y 15 m, que suprayace una serie de intercalaciones de materiales gravosos de varios metros de espesor

**“CALIDAD ES NUESTRO RESULTADO”**

Calle 35 AN No 3N – 131 Prados del Norte Santiago de Cali – Colombia  
 Teléfono (2) 6616621 – 316 2810925  
 e-mail: [gerencia@geozam.com.co](mailto:gerencia@geozam.com.co)



	<p><b>EXPLORACIÓN, ENSAYOS DE LABORATORIO Y RECOMENDACIÓN GEOTÉCNICA. AMPLIACIONES DE LOS COLEGIOS DEL PROYECTO, ESPACIOS PARA APRENDER MINISTERIO DE EDUCACIÓN - MODULO 2. INSTITUCIÓN EDUCATIVA LA MERCED SEDE PRINCIPAL MUNICIPIO DE CALI – DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA</b></p> <p>17 de diciembre de 2015</p>	
---	--	---

compuesto por grandes cantos y bloques, en su mayoría subredondeados, con capas de arcillas de 10 m de espesor en promedio. A partir de los 30 a 35 m de profundidad la perforación en el Vivero encontró materiales finos que tal vez se pueden llegar a correlacionar con depósitos antiguos de llanura aluvial y en el INEM se detectaron claramente las arenas grises de la llanura aluvial. Presenta periodos fundamentales entre 1.4 – 2.0 seg con un valor promedio de 1.7 seg, con un espesor aproximado de 600 m al terciario y 1.7 km al basamento rocoso hacia la zona del Colegio INEM. Se localizan los barrios La Merced, Prados del Norte, Santander, Salomia, La Base, Las Ameritas, Las Acacias, Aranjuez y Simón Bolívar, entre otros.

### **Llanuras aluviales (Fal)**

Topografía plana a ligeramente inclinada hacia el nor-orientado que incluye materiales fluviales provenientes de fuentes lejanas y canales fluviales de la zona. En esta unidad se incluyen las siguientes unidades: Cauces o Meandros Abandonados (Fal1), Depósitos de Pantanos Aluviales (Fal2), Zonas desecadas y Rellenos de Cauce (Fal3) y Barras Puntuales (Point Bar- Fal4). Las zonas desecadas y rellenos de cauce (Fal3), también se presentan sobre los abanicos aluviales.

## **4.6 PERFIL ESTRATIGRÁFICO**

En el anexo No.1 se muestran los perfiles estratigráficos de cada uno de los sondeos, según estos sondeos se pueden establecer los siguientes perfiles:

### **SONDEO 1**

#### **ESTRATO A**

Inicialmente y hasta una profundidad de -0,50m se presenta un relleno: arcilla color café con residuos de construcción, concreto y ladrillo

#### **ESTRATO B**



Después de la cota -0,50m y hasta una profundidad de -1,50m se presenta una arcilla de alta plasticidad color café oscuro, humedad natural menor al límite plástico, consistencia firme.

#### **ESTRATO C**

---

**“CALIDAD ES NUESTRO RESULTADO”**

Calle 35 AN No 3N – 131 Prados del Norte Santiago de Cali – Colombia  
Teléfono (2) 6616621 – 316 2810925  
e-mail: [gerencia@geozam.com.co](mailto:gerencia@geozam.com.co)

	<p><b>EXPLORACIÓN, ENSAYOS DE LABORATORIO Y RECOMENDACIÓN GEOTÉCNICA. AMPLIACIONES DE LOS COLEGIOS DEL PROYECTO, ESPACIOS PARA APRENDER MINISTERIO DE EDUCACIÓN - MODULO 2. INSTITUCIÓN EDUCATIVA LA MERCED SEDE PRINCIPAL MUNICIPIO DE CALI – DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA</b></p> <p><b>17 de diciembre de 2015</b></p>	 <p><b>SGS</b> Certificado CO11/4481</p>
---	---	---

Después de la cota -1,50m y hasta una profundidad de -3,0m se presenta un estrato de arcilla de alta plasticidad color café, humedad natural cercana al límite plástico, consistencia de media a muy firme.

#### ESTRATO D

Después de la cota -3,0m y hasta una profundidad de -4,50m se presenta un estrato de limo de alta plasticidad color café amarillo, humedad natural menor al límite plástico, consistencia de muy firme a dura.

#### ESTRATO E

Después de la cota -4,5m y hasta una profundidad de -5,0m se presenta un estrato de grava areno arcillosa de mediana plasticidad color café, humedad natural menor al límite plástico, compacidad mediana.

#### ESTRATO F

Después de la cota - 5,0m y hasta una profundidad de -6,0m se presenta una arena limosa con gravas de mediana plasticidad según descripción, color café, humedad natural media, compacidad compacta.

### SONDEO 2

#### ESTRATO A

Inicialmente y hasta una profundidad de -0,50m se presenta una capa vegetal: limo arcilloso de color negro con presencia de raíces.

#### ESTRATO B

Después de la cota -0,50m y hasta una profundidad de - 2,20 m se presenta una arcilla de alta plasticidad color café oscuro, humedad natural menor al límite plástico, consistencia de media.

#### ESTRATO C

Después de la cota -2,20m y hasta una profundidad de -3,5m se presenta un estrato de arcilla de alta plasticidad color café, humedad natural menor al límite plástico, consistencia de firme a muy firme



#### ESTRATO D

Después de la cota -3,5m y hasta una profundidad de -4,5m se presenta un estrato de arcilla de alta plasticidad color café, humedad natural menor al límite plástico, consistencia dura.

---

**“CALIDAD ES NUESTRO RESULTADO”**

Calle 35 AN No 3N – 131 Prados del Norte Santiago de Cali – Colombia  
Teléfono (2) 6616621 – 316 2810925  
e-mail: [gerencia@geozam.com.co](mailto:gerencia@geozam.com.co)

	<p>EXPLORACIÓN, ENSAYOS DE LABORATORIO Y RECOMENDACIÓN          GEOTÉCNICA. AMPLIACIONES DE LOS COLEGIOS DEL PROYECTO,          ESPACIOS PARA APRENDER MINISTERIO DE EDUCACIÓN - MODULO 2.          INSTITUCIÓN EDUCATIVA LA MERCED SEDE PRINCIPAL          MUNICIPIO DE CALI – DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA</p> <p>17 de diciembre de 2015</p>	
---	---	---

#### ESTRATO E

Después de la cota -4,5m y hasta una profundidad de -5,50m se presenta una arcilla de alta plasticidad color café amarillo, humedad natural mayor al límite plástico, consistencia firme.

#### ESTRATO F

Después de la cota - 5,50m y hasta una profundidad de -6,0m se presenta una arena limosa de mediana plasticidad color café amarillo, humedad natural mayor al límite plástico, compacidad suelta a compacta.

### SONDEO 3

#### ESTRATO A

Inicialmente y hasta una profundidad de -0,50m se presenta una capa vegetal: limo arcilloso de color negro con presencia de raíces.

#### ESTRATO B

Después de la cota -0,50m y hasta una profundidad de - 1,0m se presenta una arcilla de alta plasticidad color café oscuro, humedad natural cercana al límite plástico, consistencia media.

#### ESTRATO C

Después de la cota -1,0m y hasta una profundidad de -2,40m se presenta un estrato de arcilla de alta plasticidad color café, humedad natural menor al límite plástico, consistencia de media a muy firme.

#### ESTRATO D



Después de la cota -2,40m y hasta una profundidad de -3,70m se presenta un estrato delimo arenoso de alta plasticidad color café amarillo, humedad natural menor al límite plástico, consistencia dura.

#### ESTRATO E

Después de la cota -3,70m y hasta una profundidad de -5,70m se presenta una grava areno arcillosa de alta plasticidad color café amarillo, humedad natural menor al límite plástico, compacidad muy compacta. Presenta rechazo por material granular.

**“CALIDAD ES NUESTRO RESULTADO”**

Calle 35 AN No 3N – 131 Prados del Norte Santiago de Cali – Colombia  
 Teléfono (2) 6616621 – 316 2810925  
 e-mail: [gerencia@geozam.com.co](mailto:gerencia@geozam.com.co)

	<p>EXPLORACIÓN, ENSAYOS DE LABORATORIO Y RECOMENDACIÓN          GEOTÉCNICA. AMPLIACIONES DE LOS COLEGIOS DEL PROYECTO,          ESPACIOS PARA APRENDER MINISTERIO DE EDUCACIÓN - MODULO 2.          INSTITUCIÓN EDUCATIVA LA MERCED SEDE PRINCIPAL          MUNICIPIO DE CALI – DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA</p> <p>17 de diciembre de 2015</p>	
---	---	---

## 4.7 NIVEL FREÁTICO

En el sondeo 1 y en sondeo 2 se registra nivel freático a la profundidad de -5,50 metros. No se registra nivel freático en el sondeo 3.

## 5. PROPIEDADES DEL SUELO

En el anexo No. 1 aparece una tabla con los resultados de laboratorio donde se contemplan los contenidos de humedad, clasificación de los diferentes estratos, compresión inconfiada, límites de Atterberg y porcentajes de la curva estratigráfica.

## 6. ASPECTOS SÍSMICOS

### 6.1 MOVIMIENTO SÍSMICO

El Proyecto se encuentra dentro de una zona de amenaza sísmica alta, zona 5  
 Aa coeficiente que representa la aceleración horizontal pico efectiva (zona 5) **Aa= 0,25**  
 Av. coeficiente que representa la velocidad horizontal pico efectiva (zona 5) **Av= 0,25**

La sección A.3.6.4.2 de las Normas de Construcciones Sismo Resistentes NSR-10 establece que los elementos de cimentación, tales como zapatas, dados de pilotes, pilas o “Caissons”, etc., deben amarrarse por medio de elementos capaces de resistir en tensión o compresión una fuerza no menor de (0,25 Aa) veces la Carga Vertical Total de elementos que tenga la mayor carga entre los que interconecta, además de las fuerzas que le transmita la superestructura. Para efectos del diseño de la cimentación debe cumplirse lo prescrito en A.3.7.

### 6.2 EFECTOS LOCALES

#### 6.2.1 PERFIL DEL SUELO

Según los sondeos se observa que N promedio tiende a ser mayor que 15 a partir de la profundidad de cimentación y las cohesiones de las compresiones inconfiadas y correlaciones son mayores en promedio a 0,5 kgf/cm<sup>2</sup>, se homologa perfil Suelo Tipo D.

---

**“CALIDAD ES NUESTRO RESULTADO”**

Calle 35 AN No 3N – 131 Prados del Norte Santiago de Cali – Colombia  
 Teléfono (2) 6616621 – 316 2810925  
 e-mail: [gerencia@geozam.com.co](mailto:gerencia@geozam.com.co)

## 6.2.2 COEFICIENTE DE AMPLIACIÓN $F_a$ y $F_v$

Conociendo el perfil del suelo como perfil tipo D, se obtiene:

Coefficiente  $F_a$  para periodos cortos  $F_a=1,3$

Coefficiente  $F_v$  para periodos intermedios  $F_v= 1,9$

## 6.2.3 COEFICIENTE DE IMPORTANCIA

### GRUPO DE USO

Use grupo de uso III, edificaciones de atención a la comunidad. Para un grupo de uso III, se obtiene un coeficiente de importancia ( $I = 1,25$ ).

Conociendo los Parámetros de Diseño se calcula la aceleración espectral que junto con las características vibratorias y la masa de la estructura, se puede calcular el cortante sísmico en la base.

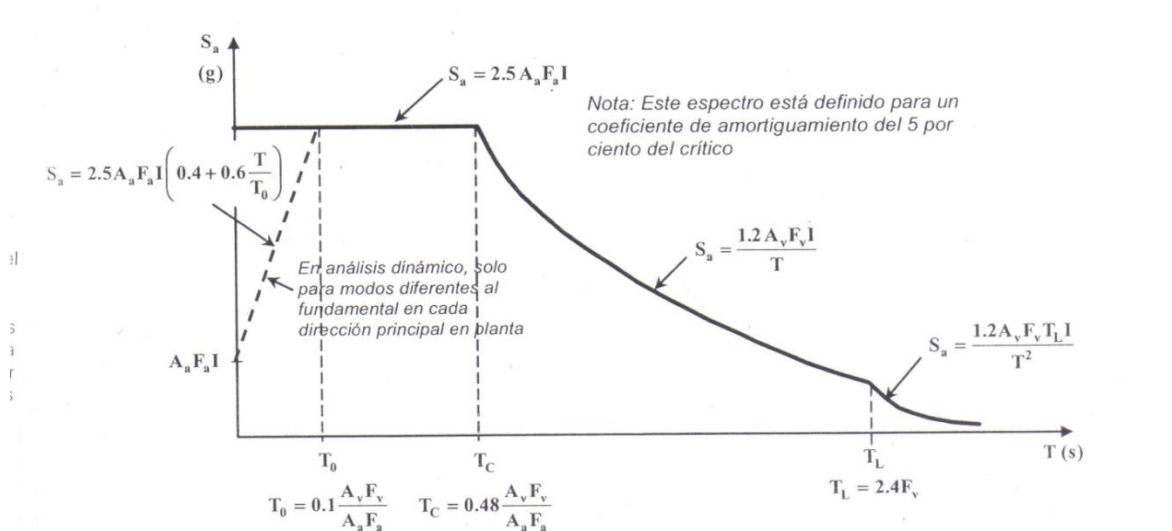


Figura A.2.6-1 — Espectro Elástico de Aceleraciones de Diseño como fracción de g

17 de diciembre de 2015

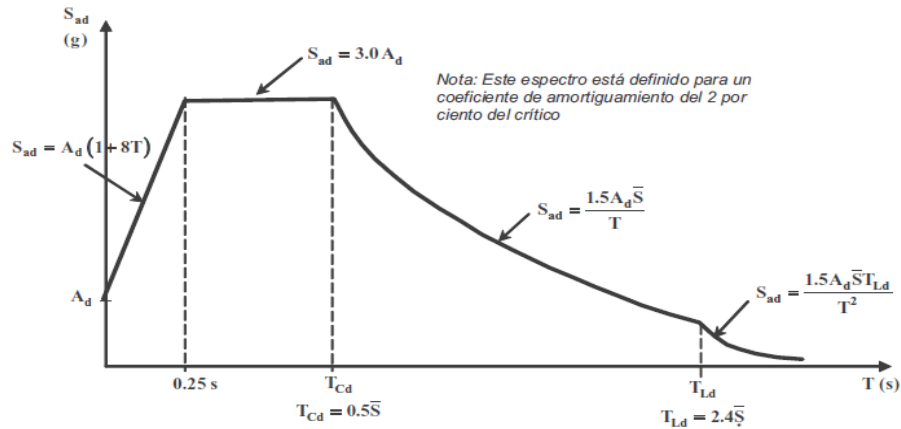


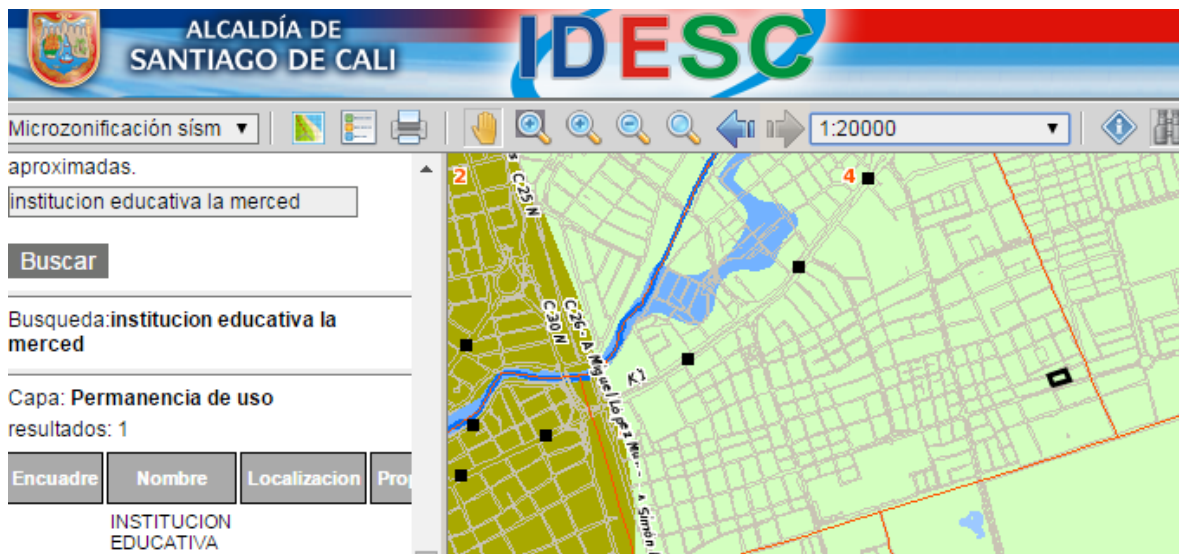
Figura A.12.3-1 — Espectro de aceleraciones horizontales elástico del umbral de daño

Para umbral de daño use  $A_d = 0,09$

### 6.3 Microzonificación Sísmica de Cali

#### Micro Zona de acuerdo a Geo Visor de la IDESC

El proyecto se localiza en la **Zona 4B: Abanico Distal del Río Cali y Abanico del Río Menga**, donde el espectro de diseño establece un  **$S_m$  de 0,65** para periodos cortos; en la tabla No 2 se listan los parámetros sísmicos correspondientes a esta zona que aplican para este estudio.



**“CALIDAD ES NUESTRO RESULTADO”**

Calle 35 AN No 3N – 131 Prados del Norte Santiago de Cali – Colombia  
Teléfono (2) 6616621 – 316 2810925  
e-mail: [gerencia@geozam.com.co](mailto:gerencia@geozam.com.co)

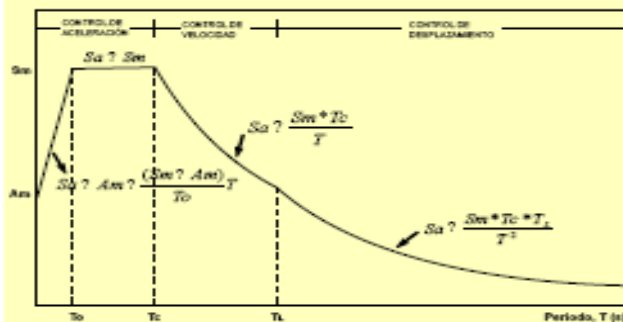
Microzona	$A_a = 0.25$		$A_v = 0.25$		
	$T_C$	$F_a$	$T_L$	$F_v$	
1	0.55	0.86	3.00	0.99	
2	0.45	1.20	3.00	1.13	
3	1.05	1.36	2.00	2.98	
4a	0.75	1.20	2.00	1.88	
4b	$T_C$	0.70	1.04	2.50	1.52
	$T_L$	1.60	0.80	2.50	2.67
4c	$T_C$	0.45	1.60	2.00	1.50
	$T_L$	1.50	1.04	2.10	3.25
4d	1.20	0.99	2.00	2.48	
4e	0.95	0.91	3.00	1.81	
5	$T_C$	0.60	1.12	2.50	1.40
	$T_L$	1.35	0.83	2.50	2.34
6	1.15	1.09	2.50	2.61	

Tabla 2. Coeficientes y curvas de diseño para edificaciones armonizadas con el Reglamento NSR-10.

ZONA	$A_m$ (g)	$S_m$ (g)	$T_0$ (s)	$T_c$ (s)	$T_L$ (s)	
ZONA 1: CERROS	0.22	0.45	0.17	0.55	3.0	
ZONA 2: FLUJOS Y SUELO RESIDUAL	0.35	0.75	0.10	0.45	3.0	
ZONA 3: PIEDEMONTE	0.35	0.85	0.20	1.05	2.0	
ZONA 4A: ABANICO MEDIO DE CALI	0.33	0.75	0.20	0.75	2.0	
ZONA 4B: ABANICO DISTAL DE CALI Y MENGA	ETC	0.28	0.65	0.20	0.70	2.5
	ETL	0.28	0.50	0.20	1.60	2.5
ZONA 4C: ABANICO CAÑAVERALEJO	ETC	0.40	1.00	0.25	0.45	2.0
	ETL	0.40	0.65	0.25	1.50	2.0
ZONA 4D: ABANICO DE MELENDEZ Y LILI		0.28	0.62	0.15	1.20	2.0
ZONA 4E: ABANICO DE PANACE		0.25	0.57	0.17	0.95	3.0
ZONA 5: TRANSICIÓN ABANICOS - LLANURA	ETC	0.28	0.70	0.17	0.60	2.5
	ETL	0.28	0.52	0.17	1.35	2.5
ZONA 6: LLANURA ALUVIAL		0.25	0.68	0.22	1.15	2.5

$A_m$ : Aceleración Máxima del Terreno (g)  
 $S_m$ : Aceleración Espectral Máxima (g)  
 $S_a$ : Aceleración Espectral (g)  
 $T_0$ : Período Inicial (s)  
 $T_c$ : Período Corto (s)  
 $T_L$ : Período Largo (s)  
 ETC: Espectro de Período Corto  
 ETL: Espectro de Período Largo  
 $g = 981 \text{ cm/s}^2 = 981 \text{ gales}$   
 $s$  = segundos

CONSTRUCCION DEL ESPECTRO DE DISEÑO



“CALIDAD ES NUESTRO RESULTADO”

Calle 35 AN No 3N – 131 Prados del Norte Santiago de Cali – Colombia  
 Teléfono (2) 6616621 – 316 2810925  
 e-mail: [gerencia@geozam.com.co](mailto:gerencia@geozam.com.co)



## 7. ANGULO DE FRICCIÓN INTERNA Y COHESIÓN

Se usan las siguientes fórmulas en función del número de golpes para hallar el ángulo de fricción interna y cohesión, para Colombia se trabaja con N45.

$$\text{Peck: } \phi' = 28,5 + 0,25 * N_{145}$$

Peck , Hanson y Thornsburg

$$\phi' = 26,25 \times \left[ 2 - e^{\left( \frac{-N_c}{39} \right)} \right]$$

Khishida

$$\phi = \sqrt{12,5 * N_{145}} + 15$$

Donde

$\phi'$  = ángulo de fricción interna

N45 = es igual al número de golpes de ensayo usado para Colombia.

C = cohesión

C = K\*N60 donde N varia de 3,5 a 6,5 (Stroud 1974)

Use N= 4,4

C=4,4\*N45 \*45/60

$$N_{60} * Er_{60} = N_{45} * Er_{45}$$

ANG. FRIC. 1 = Peck  $\phi'_{eq} = 28.5 + 0.25 * N_{145}$

ANG. FRIC. 2 = Peck, Hanson y Thornburn  $\phi'_{eq} = 26.25 * (2 - \exp(-N_{145} / 62))$

ANG. FRIC. 3 = Kishida  $\phi'_{eq} = 15 + (12.5 * N_{145})$

SONDEO	N	Z	Z	PESO ESP.	q	ANG FRIC	ANG FRIC	ANG FRIC	PROMEDIO	Q	Cohesión
		m	cm	Kn/m3	Kn/m2	1	2	3	ANG FRIC		kg-f/cm2
P1	10	0,70	70	18,7	13,09	30,3	32,2	26,2	<b>29,55</b>		0,33
P1		1,70	170	18,7	31,79				<b>5,00</b>		0,54
P1	16	2,00	200	18,7	37,4	30,5	35,1	29,1	<b>31,58</b>		0,53
P1	22	3,20	320	18,7	59,84	30,7	37,6	31,6	<b>33,27</b>		0,73
P1		4,20	420	20,4	85,68				<b>5,00</b>		2,45
P1	25	4,70	470	20,4	95,88	30,7	38,7	32,7	<b>34,03</b>		0,83
P1	39	5,20	520	20,4	106,08	31,0	42,8	37,1	<b>36,97</b>		1,29
P2	8	0,70	70	19,2	13,44	30,2	31,1	25,0	<b>28,77</b>		0,26
P2		1,70	170	19,2	32,64				<b>5,00</b>		0,41

**“CALIDAD ES NUESTRO RESULTADO”**

Calle 35 AN No 3N – 131 Prados del Norte Santiago de Cali – Colombia

Teléfono (2) 6616621 – 316 2810925

e-mail: [gerencia@geozam.com.co](mailto:gerencia@geozam.com.co)

P2		2,42	242	19,6	47,432				5,00		0,50
P2	16	2,87	287	19,6	56,252	30,5	35,1	29,1	31,58		0,53
P2	33	3,70	370	19,6	72,52				5,00		1,44
P2	11	4,70	470	19,6	92,12	30,3	32,7	26,7	29,92		0,36
P2	26	5,70	570	19,6	111,72	30,8	39,0	33,0	34,27		0,86
P3	8	0,70	70	18,2	12,74	30,2	31,1	25,0	28,77		0,26
P3		1,20	120	18,2	21,84				5,00		0,40
P3	18	1,67	167	18,2	30,394	30,6	36,0	30,0	32,17		0,59
P3	44	2,92	292	18,2	53,144	31,1	44,0	38,5	37,84		1,45
P3	54	3,92	392	18,2	71,344	31,2	45,9	41,0	39,37		1,78
P3	68	5,20	520	18,2	94,64	31,4	47,9	44,2	41,15		2,24

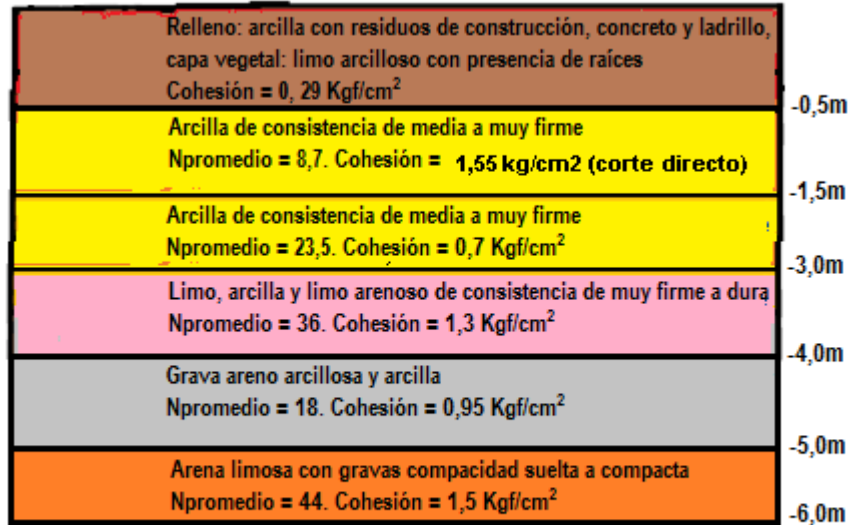
## 8. DESCRIPCIÓN SUELO

El proyecto a realizarse se compone de una edificación de tres pisos para salones de clase en estructura puntual, lo cual sugiere cimientos individuales.

Los sondeos han reportado suelos finos que homologan en los estratos de interés trabajar con condición no drenada. Se trabajan con ecuaciones de capacidad portante desarrolladas por Jumikis (1969) Ko and Davidson (1973) soportadas y ampliadas en el libro Foundation Analysis and Design fifth edition Joseph E. Bowles pág. 218; también se usa la formulación de Skempton ampliamente usada.

En términos generales se establecen los siguientes resultados

PROFUNDIDAD (m)	TIPO DE SUELOS	N Golpes /pie	PROFUNDIDAD (m)	Cohesión Kg/cm <sup>2</sup>
0-0,50m	Relleno: arcilla con residuos de construcción, concreto y ladrillo, capa vegetal: limo arcilloso con presencia de raíces		0-0,70m	0,29
0,50m-1,50m	Arcilla de consistencia de media a muy firme	8,7	1,0m-1,40m	1,55(corte directo)
1,5m-2,0m		17	1,4m-2,0m	0,52
2,0m-3,0m		30	2,0m-3,0m	0,83
3,0m-4,0m	Limo, arcilla y limo arenoso de consistencia de muy firme a dura	36	3,0m-4,0m	1,3
4,0m-5,0m	Grava areno arcillosa arcilla	18	4,0m-5,0m	0,95
5,0m-6,0m	Arena limosa con gravas compacidad suelta a compacta	44	5,0m-6,0m	1,5



Las correlaciones de cohesión por número de golpes se promedian con los valores de shellby y de corte directo.

### SKEMPTON

Base rectangular  
arcilla no drenada  
(Form. Skempton)

$$q_{ult} = 5.14 \left( 1 + 0.2 \frac{B}{L} \right) \left( 1 + 0.2 \frac{D}{B} \right) \cdot c + q$$

(El valor  $Y \cdot D_f$  que es el esfuerzo geostático ( $q$ ) se divide entre diez para que las unidades queden en kgf/cm<sup>2</sup>)

ZAPATAS  
AISLADAS  
tonm3

$$\sigma_u = C * 5 (1 + 0.2 * B / L) * (1 + 0.2 * Df / B) + Y * Df$$

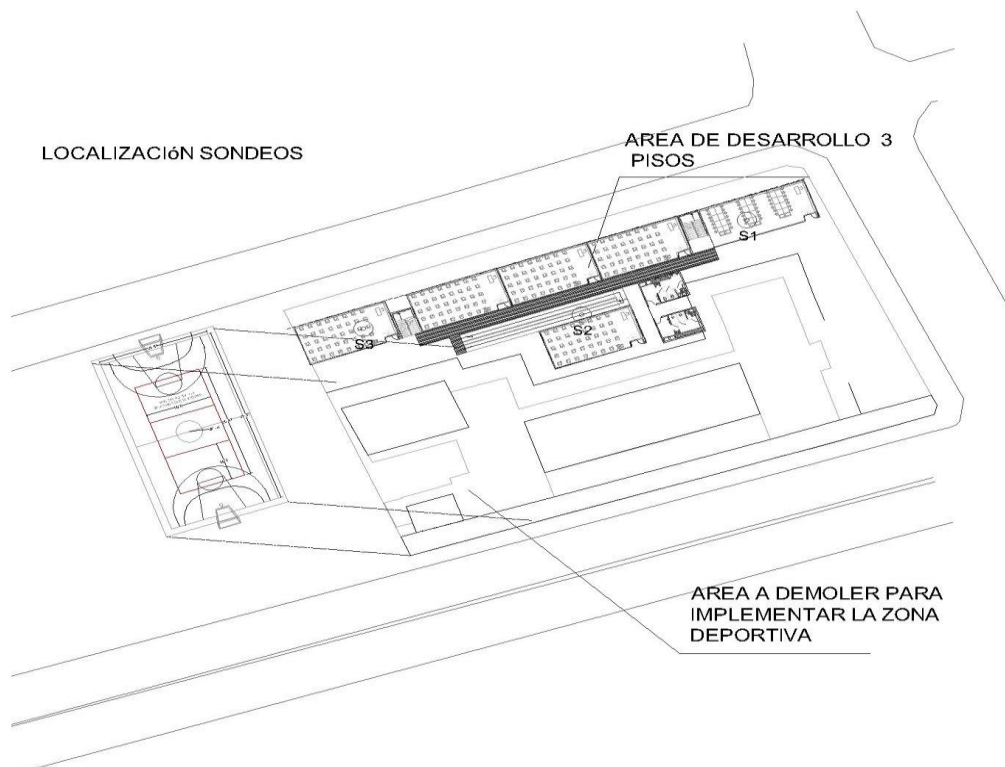
PROF.	SONDEO	PESO ESP.	NF	C	Df	B	L	$\sigma_u$	Fs	Quadm
0,5	p	1,87		0,29	0,50	1	1	2,01	2	1,00
1,2	p	1,87		0,7	1,20	1	1	5,43	3	1,81
2,5	p	1,87		0,83	2,50	1	1	7,94	3	2,65
0,5	p	1,87		0,29	0,50	2	2	1,92	3	0,64
1,2	p	1,87		0,7	1,20	2	2	4,93	3	1,64
2,5	p	2,04		0,83	2,50	2	2	6,74	3	2,25

CIMENTACIÓN CORRIDA

$$\sigma_u = C * 5 (1 + 0) * (1 + 0.2 * Df / B) + Y * Df$$

PROF.	SONDEO	PESO ESP.	NF	C	Df	B	L	$\sigma_u$	Fs	Quadm
0,5	p	1,87	0	0,29	0,50	0,40		1,91	3	0,64
1,2	p	1,87	0	0,33	1,20	0,40		2,86	3	0,95
2,5	p	1,87	0	0,54	2,50	0,40		6,54	3	2,18
0,5	p	1,87	0	0,528	0,50	1,00		3,00	3	1,00
1,2	p	1,87	0	0,726	1,20	1,00		4,73	3	1,58
2,5	p	2,04	0	2,45	2,50	1,00		18,89	3	6,30

## 9. LOCALIZACIÓN PERFORACIONES



## 10. POTENCIAL DE EXPANSIÓN

En la tabla H.6-1 se reproducen los criterios más aceptados para el reconocimiento de los suelos expansivos basados en altos valores del límite líquido y del índice de plasticidad.

**Tabla H.6-1 Clasificación de suelos expansivos**

Tabla H.6-1  
Clasificación de suelos expansivos

Potencial de expansión	Expansión (%) medida en consolidómetro bajo presión vertical de 0.07 kgf/cm <sup>2</sup>	Límite líquido LL, en (%)	Límite de contracción en (%)	Índice de plasticidad, IP, en (%)	Porcentaje de partículas menores de una micra (μ)	Expansión libre EL en (%), medida en probeta
Muy alto	> 30	> 63	< 10	> 32	> 37	> 100
Alto	20 – 30	50 – 63	6 – 12	23 – 45	18 – 37	> 100
Medio	10 – 20	39 – 50	8 – 18	12 – 34	12 – 27	50 100
Bajo	< 10	< 39	> 13	< 20	< 17	< 50

En los sondeos se encontraron los siguientes resultados:

**“CALIDAD ES NUESTRO RESULTADO”**

Calle 35 AN No 3N – 131 Prados del Norte Santiago de Cali – Colombia  
Teléfono (2) 6616621 – 316 2810925  
e-mail: [gerencia@geozam.com.co](mailto:gerencia@geozam.com.co)



SONDEO N°	LIMITE LIQUIDO (porcentaje)	ÍNDICE DE PLASTICIDAD (porcentaje)
P1	55,7	27
P2	59,9	32,6
P3	59	30,9
<b>Promedio</b>	58	30

Según los resultados los suelos encontrados son susceptibles de expansión; debido a que el nivel freático está a más de 5,0m se recomienda un adecuado de manejo de aguas lluvias por medio de zonas duras y canales colectoras aguas lluvias a nivel superficial.

## 11. POTENCIAL DE LICUACIÓN

Los suelos encontrados por ser cohesivos o estar en matriz cohesiva no son susceptibles de licuación.

## 12. ASENTAMIENTOS

Asentamientos inmediatos:

**TABLE 2-8**  
**Value range\* for the static stress-strain modulus  $E_s$  for selected soils (see also Table 5-6)**  
 Field values depend on stress history, water content, density, and age of deposit

Soil	$E_s$ , MPa
<b>Clay</b>	
Very soft	2–15
Soft	5–25
Medium	15–50
Hard	50–100
Sandy	25–250
<b>Glacial till</b>	
Loose	10–150
Dense	150–720
Very dense	500–1440
Loess	15–60
<b>Sand</b>	
Silty	5–20
Loose	10–25
Dense	50–81
<b>Sand and gravel</b>	
Loose	50–150
Dense	100–200
Shale	150–5000
Silt	2–20

\*Value range is too large to use an "average" value for design.

Foundation Analysis and design :Joseph E. Bowles pag 125 5ta edicion.

Se tomó el módulo de elasticidad de 15Mpa para la arcilla encontrada (rango entre 5 -25 Mpa).

Se= asentamiento

B= lado cimiento

Qo= esfuerzo sobre cimiento

Es= módulo de elasticidad suelo

U= relación de Poisson

$\lambda$ = coeficiente

$Se = (B \cdot q_o / E_s) \cdot (1 - u^2) \cdot \lambda$

Use cimiento de 100cm

$Se = (100 \text{cm} \cdot 1,8 \text{kgf/cm}^2 / 150 \text{kgf/cm}^2) \cdot (1 - 0,3^2) \cdot 0,85 = 0,93 \text{ cm.}$

Para cimiento de 150cm

$Se = (150 \text{cm} \cdot 1,8 \text{kgf/cm}^2 / 150 \text{kgf/cm}^2) \cdot (1 - 0,3^2) \cdot 0,85 = 1,39 \text{ cm.}$

Los asentamientos inmediatos son menores de 1”.

Asentamientos por consolidación:

Se realizó un ensayo de consolidación del cual se resumen los siguientes parámetros:

$C_c = 0,0625 = (0,972 - 0,94) / \log(6,5/2) = 0,0625$

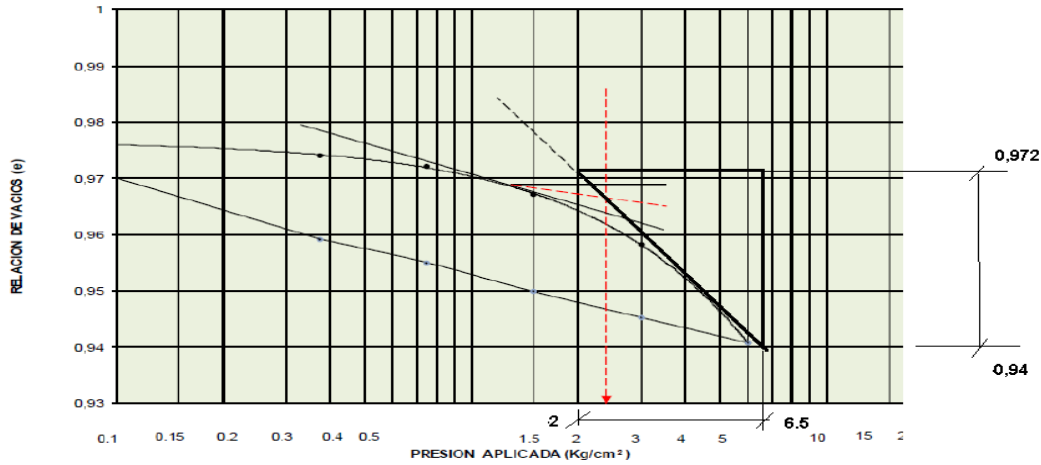
$C_s = (0,948 - 0,94) / \log(6/2) = 0,0168$

$E_o = 0,975$

$P_c = \text{carga de pre consolidación} = 2,4 \text{ kg/cm}^2$



17 de diciembre de 2015



Los asentamientos por consolidación o asentamientos por migración de agua en estratos cohesivos puros **no aplican** dado que después del nivel freático profundidad de 5,5m se encontraron los siguientes suelos

Sondeo 1: Arena limosa con gravas.

Sondeo 2: Arena limosa.

Sondeo 3: Grava reno limosa.

Los suelos superiores a los que podría calcularse consolidación no están en condición saturada por no haber nivel freático.

### 13. REGISTRO FOTOGRÁFICO

En el anexo No.1 se muestra un registro fotográfico ampliado.

#### PERFORACIÓN No. 1



#### PERFORACIÓN No. 2



### PERFORACIÓN No. 3



#### 14. MÓDULOS DE REACCIÓN DEL SUELO

profundidad	qa kgf- /cm2	qa kn/m2	kv (kn/m3)	50% Kv		
				Kv(kg-f/m3)	kh Kn/m3	KH kg-f/m3
1,20	1,80	180	21600	2160000	10800	1080000
2.5	2,60	260	31200	3120000	15600	1560000

Kv= módulo de reacción vertical

Kh= módulo de reacción horizontal

#### 15. COEFICIENTES DE PRESIÓN

Se establece usar el siguiente valor de coeficiente de presión correspondiente a 30°.

Ka= 0,333 Coeficiente de presión activa

**“CALIDAD ES NUESTRO RESULTADO”**

Calle 35 AN No 3N – 131 Prados del Norte Santiago de Cali – Colombia

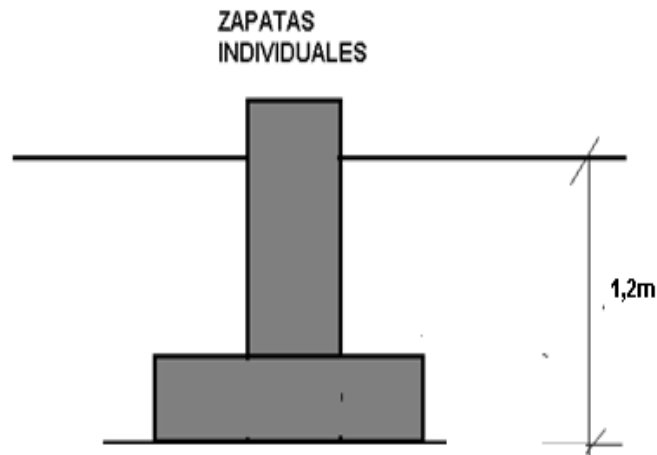
Teléfono (2) 6616621 – 316 2810925

e-mail: [gerencia@geozam.com.co](mailto:gerencia@geozam.com.co)

## 16. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

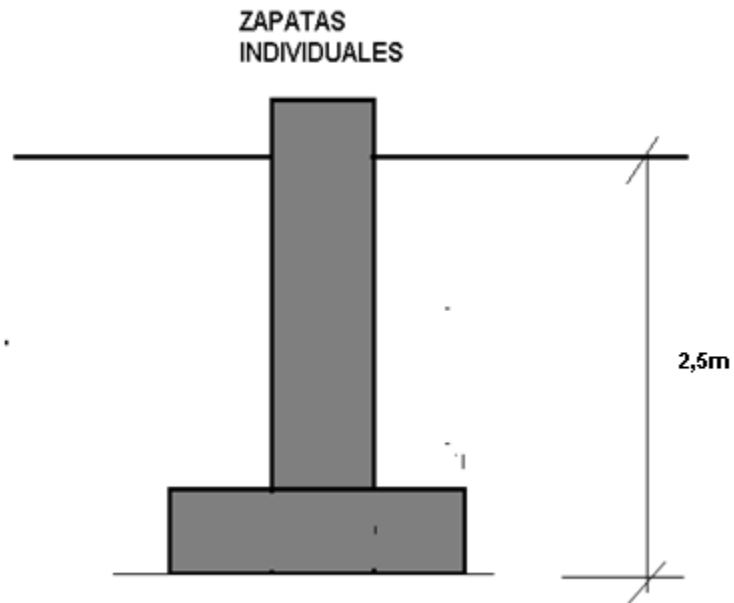
- Por tratarse de una institución educativa de dos o más pisos es usual usar sistemas aporticados.
- OPCIÓN DE CIMENTACIÓN 1:

Se puede cimentar a una profundidad de 1,2m usando una capacidad portante admisible de 1,7 kg/cm<sup>2</sup>. Se establece usar cimientos en zapatas puntuales.



- OPCIÓN DE CIMENTACIÓN 2:

Se puede cimentar a una profundidad de 2,5m con una capacidad portante admisible de 2,45 kg/cm<sup>2</sup>. Esta opción de cimentación permite mayor capacidad portante en caso de que las cargas sean muy elevadas.



- Para las vigas de amarre, las cuales es usual porten parte de los muros del primer nivel se recomienda se cimenten sobre un relleno en grava meteorizada que busque la cota de - 0.6m; use una capacidad portante de 0,6 kg/cm<sup>2</sup>.







- Los materiales de rellenos son con las siguientes especificaciones (norma Invias2012)

Tabla 311 - 1. Requisitos de los agregados para afirmados

CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO INV	REQUISITO
<b>Dureza (O)</b>		
Desgaste en la máquina de los Ángeles (Gradación A), máximo (%) - 500 revoluciones	E-218	50
<b>Durabilidad (O)</b>		
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, máximo (%) - Sulfato de sodio - Sulfato de magnesio	E-220	12 18
<b>Limpieza (F)</b>		
Límite líquido, máximo (%)	E-125	40
Índice de plasticidad (%)	E-125 y E-126	4 - 9
Contenido de terrones de arcilla y partículas deleznales, máximo (%)	E-211	2
Contracción lineal	E-127 o E-129	Tabla 311 - 3
<b>Resistencia del material (F)</b>		
CBR (%): porcentaje asociado al grado de compactación mínimo especificado (numeral 311.5.2.2.2); el CBR se medirá sobre muestras sometidas previamente a cuatro días de inmersión.	E-148	≥ 15

Tabla 311 - 2. Franjas granulométricas del material de afirmado

TIPO DE GRADACIÓN	TAMIZ (mm / U.S. Standard)							
	37.5	25.0	19.0	9.5	4.75	2.00	0.425	0.075
	1 ½"	1"	¾"	3/8"	No. 4	No. 10	No. 40	No. 200
	% PASA							
A-38	100	-	80-100	60-85	40-65	30-50	13-30	9-18
A-25	-	100	90-100	65-90	45-70	35-55	15-35	10-20
Tolerancias en producción sobre la fórmula de trabajo (±)	0 %	7 %			6 %			3 %

	<p>EXPLORACIÓN, ENSAYOS DE LABORATORIO Y RECOMENDACIÓN          GEOTÉCNICA. AMPLIACIONES DE LOS COLEGIOS DEL PROYECTO,          ESPACIOS PARA APRENDER MINISTERIO DE EDUCACIÓN - MODULO 2.          INSTITUCIÓN EDUCATIVA LA MERCED SEDE PRINCIPAL          MUNICIPIO DE CALI – DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA</p> <p>17 de diciembre de 2015</p>	
---	---	---

- Se rechazan materiales con contenido de materia orgánica, raíces, arcillas expansivas, material granular de más de 4”, escombros , basuras, suelos con limites líquidos mayor a 50% y humedad natural por exceso que no permita obtener adecuada compactación.

## 17. LIMITACIONES

Las conclusiones y recomendaciones anotadas en este informe se basan en los resultados de las excavaciones y ensayos de laboratorio efectuados.

Si existiesen condiciones menos favorables durante la construcción se deberá verificar si las recomendaciones aquí expuestas son aplicables a dichos sitios.

En el caso que se presente variaciones en el diseño o en la etapa constructiva de las características del subsuelo o del proyecto, se deberá consultarnos para evaluar nuevamente el suelo de cimentación y emitir las recomendaciones adicionales.

*Mauricio Jair Drada S.*  
 C.C. 16'289.869  
 Mst 7620265457 valle

MAURICIO JAIR DRADA SALAZAR  
 Ing. Civil M.P. No. 7620265457VLL

*Carlos*

**CARLOS AVENDAÑO M.**

Ingeniero Civil TP: 05202-182816 ANT. Ingeniero Geólogo T.P: 05223-37833 ANT.  
 Especialista en Geotecnia-Universidad de Caldas.

**“CALIDAD ES NUESTRO RESULTADO”**

Calle 35 AN No 3N – 131 Prados del Norte Santiago de Cali – Colombia  
 Teléfono (2) 6616621 – 316 2810925  
 e-mail: [gerencia@geozam.com.co](mailto:gerencia@geozam.com.co)





EXPLORACIÓN, ENSAYOS DE LABORATORIO Y RECOMENDACIÓN  
GEOTÉCNICA. AMPLIACIONES DE LOS COLEGIOS DEL PROYECTO,  
ESPACIOS PARA APRENDER MINISTERIO DE EDUCACIÓN - MODULO 2.  
INSTITUCIÓN EDUCATIVA LA MERCED SEDE PRINCIPAL  
MUNICIPIO DE CALI – DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA

17 de diciembre de 2015



## ANEXO No. 1

# REGISTRO DE PERFORACIONES Y ENSAYOS DE LABORATORIO

---

**“CALIDAD ES NUESTRO RESULTADO”**

Calle 35 AN No 3N – 131 Prados del Norte Santiago de Cali – Colombia

Teléfono (2) 6616621 – 316 2810925

e-mail: [gerencia@geozam.com.co](mailto:gerencia@geozam.com.co)