

**ESTUDIO DE SUELOS
CAMPUS UNIVERSITARIO UNIVERSIDAD NUEVA GRANADA
CAJICÁ CUNDINAMARCA**

FACULTAD DE CIENCIAS

INDICE

1. INTRODUCCION	1
1.1. PRELIMINARES.....	1
1.2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	1
2. PLAN EXPLORATORIO	2
2.1. PERFORACIONES Y ENSAYOS EN SITIO	2
2.2. ENSAYOS DE LABORATORIO	4
3. PERFIL DE SUELOS.....	4
3.1. ORIGEN GEOLÓGICO Y FOTOINTERPRETACIÓN	4
3.2. ESTRATIGRAFÍA	5
3.3. ESTRATIGRAFÍA LOCAL.....	7
3.4. TIPIFICACIÓN GEOMECÁNICA DEL PERFIL DE SUELO	8
3.5. NIVEL FREÁTICO	9
4. ALTERNATIVA DE CIMENTACION.....	9
4.1. CIMENTACIÓN ESTRUCTURA PRINCIPAL.....	10
4.1.1. Cimentación por Medio de Zapatas.....	11
4.1.2. Cimentación por Medio de Cimientos Corridos	11
4.2. CIMENTACIÓN PLACA DE CONTRAPISO	12
5. ASENTAMIENTOS ESPERADOS.....	13
6. OTRAS CONSIDERACIONES DE DISEÑO Y CONSTRUCCION.....	14
6.1. GENERALES.....	14
6.2. ZAPATAS.....	15
6.3. MATERIAL SELECCIONADO	15
6.4. MANEJO DE AGUAS.....	17
7. CLASIFICACION SISMICA DEL SUELO	17
8. ALCANCES DEL ESTUDIO.....	18
9. BIBLIOGRAFÍA	19
10. ANEXOS	20

1. INTRODUCCION

1.1. PRELIMINARES

El presente informe se refiere a la caracterización físico-mecánica del subsuelo y las recomendaciones de cimentación para la construcción de LA FACULTAD DE CIENCIAS para el Campus Universitario de la UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA. Esto se realizará en los predios de las Fincas Riogrande y El Recreo localizadas en el municipio de Cajicá, Cundinamarca. En la Figura 1 se presenta una localización general del proyecto.

Con el propósito de compilar los estudios técnicos correspondientes y cumpliendo con los requerimientos para la ejecución de la obra en mención, se contrataron los servicios de esta Compañía en lo referente al estudio de suelos y las recomendaciones de cimentación, cuyos resultados se presentan en este informe.

Basados en los resultados del plan exploratorio, los requerimientos del proyecto, y los análisis geotécnicos correspondientes, se incluyen en este informe los parámetros geomecánicos del suelo y las recomendaciones de cimentación, evaluadas desde el punto de vista técnico, constructivo y económico, que sirvan para la elaboración del cálculo estructural y posterior desarrollo de la obra.

1.2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto será realizado los predios de las Fincas Riogrande y El Recreo, las cuales se encuentran localizadas en el costado occidental de la vía que conduce de Cajicá a Zipaquirá, tal como se observa en la Figura 1. En general, la topografía del sector

es plana y se encuentra alterado por los meandros del río Bogotá al costado occidental del lote.

De acuerdo con la información suministrada, el proyecto contempla la construcción de una estructura de hasta tres pisos, las cuales serán constituidas por medio de pórticos convencionales o mampostería estructural. El área de ocupación del proyecto corresponde a 1440m².

Con base en un estimativo preliminar de cargas realizado por nosotros para el caso más extremo, el cual deberá ser revaluado por el Asesor Estructural, se transmitirán cargas a nivel de cimentación variables entre 12 a 75ton para el caso de columnas, y variables entre 5 a 12ton/ml para el caso de muros de carga. En el caso que las cargas reales obtenidas a nivel de cimentación difieran por más de un 25% del anterior estimativo, se deberá consultar con esta compañía para verificar la validez de las recomendaciones contenidas en el presente estudio.

No se prevé la realización de excavaciones o rellenos de más de 2m de altura.

2. PLAN EXPLORATORIO

2.1. PERFORACIONES Y ENSAYOS EN SITIO

Con el objeto de conocer las características físicas y los espesores de los diferentes estratos que conforman el perfil del subsuelo, se programó entre la segunda quincena del mes de diciembre de 2006 y la primera quincena del mes de enero de 2007, una serie de perforaciones para obtener muestras de cada uno de los materiales existentes. Para cumplir con los requisitos de NSR-98 en cuanto a cantidad y profundidad de los sondeos, se programaron en total diecinueve (19)

perforaciones distribuidas estratégicamente con el fin de lograr un mejor entendimiento del globo del terreno, tal como se muestra en la Figura 2.

A continuación se presenta la relación de las profundidades:

FACULTAD	PERFORACIÓN	PROFUNDIDAD (m)
INGENIERÍA	PT - 7	10
	PT - 8	10
	PT - 9	50
	PT - 10	10
	PT - 11	15
	PT - 12	15
	PT - 19	10
CIENCIAS	PT - 1	15
	PT - 2	15
	PT - 3	15
	PT - 13	15
ESTUDIOS ESTRATÉGICOS Y SEGURIDAD	PT - 4	15
	PT - 5	15
	PT - 18	10
Departamentos (Mat, física, hum y sistemas)	PT - 6	15
Centro de Telecomunicaciones.	PT - 15	10
	PT - 17	10
Aula Máxima	PT - 16	10
DERECHO	PT - 14	10
	TOTAL	275m

Las perforaciones se realizaron empleando el método de percusión y lavado mediante el uso de un equipo mecánico (Petty y Ruggerine). Simultáneamente, se llevó a cabo el ensayo de penetración estándar para establecer un índice complementario de la resistencia del subsuelo. Cuando fue posible se tomaron muestras inalteradas por medio de tubos Shelby.

Para el área de la facultad de Ciencias y Biología específicamente se tienen las perforaciones PT – 1, PT – 2, PT – 3 y PT – 13, tal como se muestra en la Figura 3.

En el Anexo 3 se presentan los registros de perforación, que incluyen información sobre la estratigrafía, el nivel freático y la resistencia del perfil de suelos.

2.2. ENSAYOS DE LABORATORIO

Sobre muestras obtenidas se realizaron ensayos de laboratorio necesarios para la caracterización geomecánica para obtener los parámetros de diseño de cada una de las estructuras involucradas en el proyecto.

En la Tabla 1 se consigna el resumen de los resultados de los ensayos de laboratorio efectuados.

3. PERFIL DE SUELOS

3.1. ORIGEN GEOLÓGICO Y FOTOINTERPRETACIÓN

De acuerdo a los estudios geológicos regionales, se presentan materiales de depósitos Aluviales (Qal), los cuales son producto de la deposición del río Bogotá, conformados por arcillas y limos y terrazas de material no consolidado, tal como se muestra en la Figura 4.

Específicamente para el área de estudio, se encuentra niveles de arcillas y limos arenosos y algunas intercalaciones de limos orgánicos. Estos depósitos cubren parcialmente los niveles de rocas del *Grupo Guadalupe (Ksg)* conformados por

areniscas cuarzosas, limolitas y algunas intercalaciones de arcillolitas, tal como se ilustra en la fotografía aérea de la Figura 5.

3.2. ESTRATIGRAFÍA

Específicamente para el lote en estudio, a partir de los registros de los sondeos y la interpretación de los resultados de laboratorio, se ha logrado tipificar el perfil de suelo, según se describe a continuación y lo mostrado en la Figura 6. Las profundidades se encuentran referenciadas al nivel actual del terreno.

a. 0.00 – 0.40/1.20m	ARCILLA café a negra con raíces
	CH, CL, MH-OH, CH, w=10 a 50%, wL=35 a 99%, wP=14 a 37%, IP=21 a 63%, qu=3.97kg/cm ² , N(SPT)=11 a 24 golpes por pie, CMO=1.7 a 5.3%. Consistencia muy firme.
b. 0.40/1.20 – 4.70/7.00m	ARCILLA habana con manchas amarillas y vetas de óxido con algo de arena
	CH, w=21 a 69%, wL=59 a 100%, wP=20 a 28%, IP=32 a 80%, qu=0.45 a 4.56kg/cm ² , N(SPT)=4 a 56 golpes por pie, Cu=0.20 a 0.75kg/cm ² , P200=92 a 98%, P4=96 a 100%, CMO=2.72 a 3.52%. Consistencia media a muy dura.
c. 5.90/9.70 – 8.30/11.00m	ARCILLA café con algo de material orgánico (madera en descomposición)
	OH, MH, CH, w=21 a 131%, wL=42 a 200%, wP=16 a 76%, IP=36 a 112%, qu=0.30 a 1.39kg/cm ² , PEN=0.50kg/cm ² , N(SPT)=2 a 30 golpes por pie, Cu=0.15 a 1.80kg/cm ² , P200=83 a 88%, P4=97 a 100%, CMO=1.2 a 12.9%. Consistencia media a firme.
d. 4.20/9.70 – 7.30/15.00m	LIMO gris oscuro con algo de arena
	MH, w=58 a 84%, wL=73 a 136%, wP=35 a 69%, IP=38 a 67%, qu=0.86 a 0.87kg/cm ² , PEN=0.30 a 1.0kg/cm ² , N(SPT)=3 a 36 golpes por pie,



EOTECNIA &
IMENTACIONES

Compañía de Diseño y Consultoría

1106-1164-1-R2

Cu=0.20kg/cm², P200=96 a 88%, P4=97 a 100%, CMO=1.2 a 12.9%. Consistencia media a firme.

e. 5.00/11.00 – 7.00/15.00m ARCILLA gris oscuro con algo de arena

CH, w=81%, wL= 105%, wP=34%, IP=71%, N(SPT)=12 a 60 golpes por pie, Cu=0.20kg/cm², P200=96 a 100%, P4=100%, CMO=1.2 a 12.9%. Consistencia firme a dura.

f. 8.10/14.50 – 15.00/16.70m LIMO ORGÁNICO café oscuro con madera en descomposición

OH, MH, CH, w=29 a 73%, wL=73 a 100%, wP=33 a 50%, IP=40 a 50%, qu=0.60 a 1.69kg/cm², N(SPT)=6 a 19 golpes por pie, Cu=0.45 a 0.75kg/cm², P200=95%, P4=95%, CMO=7.21 a 12.12%. Consistencia media a muy firme.

g. 16.70 – 22.70m

ARENA FINA habano

SP, w=14%, N.L., N.P., NIP, N(SPT)=20 a 38 golpes por pie, P40=86 a 92%, P200=9 a 12%. Compacidad media a densa.

h. 22.70 – 25.00m

LIMO café.

N=14 golpes por pie. Consistencia media.

i. 25.00 – 34.90m

ARENA FINA gris

SP, w=7 a 21%, N.L., N.P., NIP, P4=100%, P40=82 a 88%, P200=6 a 14%. Recuperada por lavado.

j. 34.90 – 41.20m

ARCILLA café con restos de madera.

CH, w=52%, wL=97%, wP=29%, IP=68%, qu=1.04kg/cm², N(SPT)=6 a 7 golpes por pie, P40=100%, P200=97%. Consistencia media.

k. 41.20 – 42.00m

ARCILLA habana

l. 42.00 – 48.50m

ARENA FINA gris.

SP, w=7%, N.L, N.P., NIP, N(SPT)=16 a 29 golpes por pie, P4=100%, P40=62%, P200=5%. Compacidad densa.

m. 48.50 – 50.05

ARCILLA ARENOSA verde.

CH, w=24%, wL=59%, wP=22%, IP=37%, qu=3.78kg/cm², N(SPT)=33 golpes por pie, P40=100%, P200=97%. Consistencia dura.

Nomenclatura adoptada - Parámetros físicos del suelo

w	: Humedad Natural (%)
wL	: Límite líquido (%)
wP	: Límite Plástico (%)
IP	: Índice de Plasticidad (%)
qu	: Resistencia a la compresión inconfinada (kg/cm ²)
Cu	: Resistencia al corte con veleta (kg/cm ²)
PEN	: Resistencia a la compresión con penetrómetro (kg/cm ²)
N(SPT)	: Número de golpes del ensayo de Penetración estándar (golpes pie)
P40	: Pasa Tamiz No 40 (%)
P200	: Pasa Tamiz No 200 (%)
CMO	: Contenido de Materia Orgánica (%)

3.3. ESTRATIGRAFÍA LOCAL

Para el sector de la Facultad de Ciencias y Biología, a partir de los registros de los sondeos y la interpretación de los resultados de laboratorio, se ha logrado tipificar el perfil de suelo, según se describe a continuación. Las profundidades se encuentran referenciadas al nivel actual del terreno.

a. 0.00 – 0.50/1.00m

ARCILLA café a negra con raíces

N(SPT)=12 golpes por pie. Consistencia muy firme.

b. 0.50/1.00 – 5.70/6.60m

ARCILLA habana con manchas amarillas y vetas de óxido con algo de arena

CH, w=21 a 42%, wL=60 a 100%, wP=20 a 27%, IP=40 a 80%, qu=0.45 a 4.54kg/cm², N(SPT)=5 a 30 golpes por pie, Cu=0.20 a 1.5kg/cm², P200=92 a 98%,

P4=96 a 100%, CMO=2.72 a 3.52% . Consistencia media a muy dura.

c. 5.70/6.60 – 6.30/11.00m ARCILLA café con algo material orgánico (madera en descomposición)

OH, CH, CL, w=21 a 131%, wL=42 a 200%, wP=16 a 76%, IP=26 a 112%, qu=1.39 a 2.20kg/cm², PEN=0.50kg/cm², N(SPT)=5 a 11 golpes por pie, Cu=0.20 a 1.80kg/cm², P200=83 a 88%, P4=97 a 100%, CMO=1.2 a 12.9%. Consistencia media a firme.

d. 6.30/9.00 – 7.70/15.00m LIMO gris oscuro con algo de arena

MH, w=58 a 84%, wL=73 a 136%, wP=35 a 69%, IP=38 a 67%, qu=0.86 a 0.87kg/cm², PEN=0.30 a 1.0kg/cm², N(SPT)=3 a 18 golpes por pie, Cu=0.20kg/cm², P200=96 a 98%, P4=97 a 100%, Consistencia blanda a firme.

e. 6.0/11.00 – 7.20/14.00m ARCILLA gris oscuro con algo de arena

CH, w=29%, wL= 73%, wP=33%, IP=40%, N(SPT)=13 a 40 golpes por pie, P200=96%, P4=97 a 100%, Consistencia firme a dura.

f. 8.10/14.50 – 15.00/16.70m LIMO ORGÁNICO café oscuro con madera en descomposición

OH, w=73%, wL=100%, wP=50%, IP=50%, qu=1.69kg/cm², N(SPT)=6 golpes por pie, Cu=0.45kg/cm², CMO=7.21%. Consistencia medio firme.

3.4. TIPIFICACIÓN GEOMECÁNICA DEL PERFIL DE SUELO

Como se observa en el numeral anterior, el perfil estratigráfico está compuesto por una secuencia de arcillas con algo arena, limos con algo arena y arcilla y limo orgánico con madera en descomposición. Esta secuencia se vuelve errática con profundidad, sin embargo, superficialmente se encuentra una arcilla con algo de

arena de aproximadamente 6m de espesor que será utilizada como estrato de cimentación.

De acuerdo con los datos de resistencia obtenidos en los ensayos "in-situ" y en el laboratorio, se adoptó para efectos de diseño un valor promedio para el estrato de cimentación de 4.5ton/m² para la cohesión y 0° de ángulo de fricción.

3.5. NIVEL FREÁTICO

Una vez terminadas cada una de las perforaciones, se midió el nivel de agua libre en cada una de ellas, encontrándose variable entre 7.0 a 7.5m de profundidad con relación al nivel actual del terreno. Sin embargo, este nivel podría variar con el tiempo.

En conclusión, se considera que las excavaciones no presentarán infiltraciones por el agua del nivel freático. Sin embargo, se pueden presentar problemas con el agua de escorrentía en época de invierno o bolsas de agua en el terreno, por lo cual se recomienda se tomen las medidas necesarias para la rápida evacuación de la misma y el tratamiento del estrato de cimentación.

4. ALTERNATIVA DE CIMENTACION

La particularidad de este proyecto corresponde a la presencia de depósitos aluviales que pueden presentar cierta erradicidad. Sin embargo, superficialmente se encontró una secuencia de arcilla con algo arena que genera cierta homogeneidad para ser utilizada como estrato de cimentación. Adicionalmente, la presencia del material orgánico y del componente granular fueron tenidas en cuenta en el diseño.

Teniendo en cuenta lo anterior y dado que las estructuras son livianas, máximo 3 pisos, se considera viable la utilización de un sistema convencional superficial compuesto por zapatas o cimientos corridos.

A continuación de la alternativa de cimentación recomendada dependiendo del sistema estructural a implementar.

La evaluación de la cimentación se basó en aplicar criterios de capacidad de carga y control de asentamientos. La metodología de cálculo consiste en aplicar los criterios para calculo de capacidad de carga de Hansen y Vesic (como verificación) y los criterios de Terzaghi para el cálculo de los asentamientos por consolidación (Foundation Analysis and Design. Joseph E Bowles, Fifth Edition 1996).

4.1. CIMENTACIÓN ESTRUCTURA PRINCIPAL

Se presenta dos alternativas de cimentación dependiendo el sistema estructural a implementar. En el caso de pórticos convencionales, la alternativa recomendada consiste en apoyar las columnas en un sistema de zapatas aisladas. En el caso de mampostería estructural, la alternativa recomendada consiste en un sistema de cimientos corridos.

El nivel de descapote bajo las estructuras se estima de 0.50m, el cual deberá ser restituido por medio de un material seleccionado tal como se especifica en el numeral 6.3. En el caso que se requiera aumentar el nivel por motivos arquitectónicos se podrá utilizar ese mismo material y éste relleno podrá ser utilizado como estrato de cimentación respetando los empotramientos mínimos especificados.

4.1.1. *Cimentación por Medio de Zapatas*

Esta alternativa de cimentación se recomienda en el caso de que se utilicen columnas para transmitir las cargas a nivel de cimentación. Esta alternativa consiste en apoyar las columnas sobre zapatas aisladas en concreto reforzado unidas entre sí por medio de vigas de amarre, tal como se muestra en la Figura 7.

El estrato de cimentación de la estructura será la ARCILLA CON ALGO DE ARENA habana a café con óxido descrita en el numeral **3.3.b.** Sin embargo, para establecer las dimensiones de la excavación para la construcción de las zapatas, se deberá garantizar un empotramiento mínimo de la zapata de 0.5m respecto al nivel definitivo del terreno.

Para efectos de dimensionamiento y diseño de la cimentación, el valor de capacidad admisible será de 10ton/m², en el cual se involucra un factor de seguridad de 3. A continuación se presenta un resumen de las recomendaciones y parámetros necesarios para el diseño de la cimentación.

Estrato de cimentación	:	ARCILLA CON ALGO DE ARENA
Capacidad admisible para el diseño	:	10ton/m ²
Factor de seguridad	:	3
Empotramiento mínimo de la cimentación	:	0.5m
Ancho mínimo en zapatas aisladas	:	1.0m

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

4.1.2. *Cimentación por Medio de Cimientos Corridos*

Esta alternativa de cimentación se recomienda en el caso de que se utilicen muros para transmitir las cargas a nivel de cimentación. Esta alternativa consiste en apoyar los muros de carga sobre cimientos corridos en concreto reforzado, tal como se muestra en la Figura 8.

El estrato de cimentación de la estructura será la ARCILLA CON ALGO DE ARENA habana a café con óxido descrita en el numeral **3.3.b.**. Sin embargo, para establecer las dimensiones de la excavación para la construcción de las zapatas, se deberá garantizar un empotramiento mínimo del cimiento de 0.5m respecto al nivel definitivo del terreno.

Para efectos de dimensionamiento y diseño de la cimentación, el valor de capacidad admisible será de $8.6\text{ton}/\text{m}^2$, en el cual se involucra un factor de seguridad de 3. A continuación se presenta un resumen de las recomendaciones y parámetros necesarios para el diseño de la cimentación.

Estrato de cimentación	:	ARCILLA CON ALGO DE ARENA
Capacidad admisible para el diseño	:	$8.6\text{ton}/\text{m}^2$
Factor de seguridad	:	3
Empotramiento mínimo de la cimentación	:	0.5m
Ancho mínimo en zapatas corridas	:	0.4m

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

4.2. CIMENTACIÓN PLACA DE CONTRAPISO

Para la cimentación de la placa de contrapiso se propone como alternativa de cimentación el uso de un colchón de material seleccionado de 0.50m, cuya especificación se encuentra consignada en el numeral 6.3. Este relleno estaría apoyado sobre la ARCILLA CON ALGO DE ARENA habana a café con óxido describa en el numeral **3.3.b..**

En el Capítulo 6 se encuentra las recomendaciones de diseño y construcción de esta alternativa.

5. ASENTAMIENTOS ESPERADOS

De acuerdo con los materiales encontrados y la posición del nivel freático tenemos que para un sistema de cimentación superficial, el espesor de material involucrado para efectos de asentamiento corresponde aproximadamente a 6m. Dado que el nivel freático se encuentra por debajo de ese nivel, no se presentaría retardamiento de los asentamientos por efectos de consolidación, con lo cual, los asentamientos sería exclusivamente inmediatos.

Adicionalmente, la presencia de material orgánico del perfil podría generar asentamientos adicionales en el caso que la materia orgánica fuese consumida. No obstante, superficialmente estos niveles son inferiores al 12%, lo cual conlleva poca afectación. Y con profundidad, se considera que el efecto de ocurrencia de este fenómeno no sea relevante.

De acuerdo con lo anterior y con las cargas aplicadas, tenemos que para ambos sistemas de cimentación planteados se estimaron asentamientos teóricos máximos del orden de 5cm y diferenciales de 4cm. Estos valores de asentamientos se consideran aceptables para este tipo de estructura.

El Ingeniero Estructural deberá tener en cuenta para el diseño de las zapatas y vigas de amarre, asentamientos diferenciales mencionados o deformaciones máximas de 1/300 de la luz. El módulo de reacción del estrato de apoyo es de 197ton/m³.

No obstante, a manera de comparación, se realizó el análisis por asentamientos suponiendo que toda la estructura trabajaría como un conjunto totalmente rígido

(situación que no es real), con lo cual el espesor del perfil involucrado en el cálculo de asentamiento aumenta. De esta manera, bajo esta condición si se presenta el retardamiento de asentamientos por el efecto de consolidación. Según los análisis realizados, tenemos que para un período de 20 años, la estructura se asentaría 11cm adicionales.

Es importante resaltar, que la presencia del componente granular (arenas) genera una mayor disipación del presión de poros, con lo cual la consolidación se ve acelerada.

No obstante, en el caso que la anterior situación ocurriese, los asentamientos totales serían del orden de 16cm aun período de 20 años. Estos valores para una estructura aislada no revisten ninguna gravedad y se encuentra dentro de los límites permitidos por el código (de hasta 25cm en estructuras aisladas).

6. OTRAS CONSIDERACIONES DE DISEÑO Y CONSTRUCCION

6.1. GENERALES

- Si es necesario la implementación de rellenos arquitectónicos, éstos deberán realizarse con material seleccionado según especificación consignada en el numeral 6.3..

- Para todas las cimentaciones a realizar, se deberá garantizar el retiro total de cualquier tipo de escombros, material deletéreo o con contenido de materia orgánica. En el caso que se requiera, deberá sobreexcavarse para retirar este material y reemplazar con material seleccionado o concreto ciclópeo.

- Se recomienda que el estrato portante sea lo menos trabajado posible. Por lo cual, solo se alcanzará el nivel definitivo una vez se disponga de todos los elementos necesarios para las tareas de construcción de la cimentación. Dado el caso que se requiera avanzar en las labores de excavación se propone realizarlas hasta un nivel mínimo de 0.20m por encima del nivel definitivo, a manera de protección.

6.2. ZAPATAS

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

6.3. MATERIAL SELECCIONADO

- Se deberá utilizar un material granular que deberá cumplir con los siguientes requerimientos:

Tamaño máximo	75mm
Pasa No. 200	<=25% en peso
CBR de laboratorio	>=20%
Expansión en prueba CBR	0%
Contenido de materia orgánica	0%
Límite líquido	<30%
Índice plástico	<10%

El tamaño máximo y el porcentaje que pasa el tamiz de $75\mu\text{m}$ (No.200) se determinarán mediante el ensayo de granulometría según norma de ensayo INV E-123, el C.B.R. y la expansión, de acuerdo con lo indicado en la norma de ensayo INV E-148; el contenido de materia orgánica, según lo establecido en la norma INV E-121; y el límite líquido y el índice plástico conforme lo establecen las normas INV E-125 y E-126, respectivamente.

Los valores de C.B.R. indicados en la Tabla No.220.1 corresponden a la densidad mínima exigida en el aparte 220.5.3 del Artículo 220 del INVIAST.

- El material deberá ser compactado en capas no mayores a 0.15m de espesor o según especificaciones del vibrocompactador. Para cada capa se deberá garantizar por lo menos una densidad mínima de 95% de la densidad máxima obtenida en el ensayo *Proctor Modificado*. Para su verificación, se recomienda realizar un ensayo de densidad en campo para cada 1500m^3 de cada una de las capas compactadas o en común acuerdo con la Interventoría de proyecto.
- En los casos donde no se realice el mejoramiento de la subrasante, previo a la colocación del colchón de recebo, se recomienda realizar una inspección con el fin de detectar fallos locales. En el caso que se encuentren fallos, éstos se estabilizarán por medio de un geotextil “*no tejido*”, y piedra media zonga o rajón de piedra. Sin embargo, se prevé que sea muy frecuente dadas las características de los materiales involucrados.

- En el caso que se presente un alto contenido de humedad en el sitio donde se colocará el relleno que imposibilite su compactación, se recomienda mezclarlo con cemento en una proporción de 3% en peso.
- A manera de separación entre el relleno y el material natural se podrá colocar un geotextil “*no tejido*” tipo PAVCO NT-1600 ó similar.

6.4. MANEJO DE AGUAS

- En lo posible, para el control de los efectos de humedad bajo la cimentación donde la estructura limite con zonas verdes, se recomienda construir un andén perimetral de 1m de ancho con pendiente hacia el exterior. Adicionalmente, un sistema de canales y cuentas que encaucen rápidamente y eficientemente las aguas de escorrentía al sistema general de desagüe del proyecto.
- Si la construcción coincide con una época de lluvias, se podrán realizar zanjas y filtros temporales para captar el agua de escorrentía y las de infiltración.

7. CLASIFICACION SISMICA DEL SUELO

Teniendo en cuenta los *Efectos Locales* descritos en el **NSR – 98**, Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistentes, Ley 400 de 1997 y Decreto 33 de 1998, el tipo de perfil de suelo se clasifica como:

Perfil de Suelo: S_3 S , coeficiente de sitio = 1.5

Es un perfil en donde entre la roca y la superficie hay más de 20m de suelo que contiene depósitos estables de arcillas cuya dureza varía entre mediana y blanda,

con una velocidad de la onda de cortante entre 150 y 270 m/s, y que dentro de ellos, en conjunto, hay menos de 12 m de arcillas blandas.

Adicionalmente, teniendo la presencia de arenas en el perfil, se realizó un análisis de licuación con el fin de evaluar su potencial de ocurrencia bajo un evento sísmico. Para este análisis se utilizaron los resultados del ensayo de penetración estándar (SPT). Sin embargo, como se observa en el Anexo 4, no se encontró potencial de licuación en los primeros 16m del perfil, debido al alto contenido de finos.

En conclusión, tenemos que para los primeros 16m superficiales, el potencial de licuación es demasiado bajo como para que afecte el diseño propuesto en el numeral 4.

8. ALCANCES DEL ESTUDIO

Las recomendaciones contenidas en el presente informe se basan en los datos obtenidos del plan exploratorio realizado, y en la información suministrada. Es de destacar, que el perfil estratigráfico utilizado para diseño es producto de una interpolación de los registros de perforación obtenidos del plan exploratorio.

Si durante la construcción se presentan situaciones o condiciones no previstas en este informe, deberá darse aviso oportuno a esta oficina para estudiar la solución más adecuada. Esto también incluye cambios significativos en el diseño del proyecto final, que puedan generar una variación en la localización, uso, niveles y cargas utilizados para este informe.

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

**JUAN CARLOS AFANADOR
GEOTECNIA Y CIMENTACIONES
Director
Mat 25202-19453 CND**

Nota: Estudio elaborado por Ing. Rubén Suárez y supervisado por Ing. Juan Carlos Afanador.

9. BIBLIOGRAFÍA

Como parte de este estudio se utilizó la siguiente bibliografía:

- BOWLES, J. (1996), "Foundation Analysis and Design" 5th Edition, McGraw-Hill.
- DAS, B. (2001), "Fundamentos de Ingeniería Geotécnica", Thomson Learning.
- "Código Colombiano de Sismorresistencia NSR-98".
- Ingeominas & Universidad de Los Andes, "Microzonificación Sísmica de Santafé de Bogotá".
- H. BOLTON SEED, I.M. IDRISI (1982). "Ground Motions and Soil Liquefaction During Earthquakes"
- KRAMER. S.L. (1996) "Geotechnical Earthquake Engineering".

10. ANEXOS

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

Anexo 1 : Figuras

- Figura 1. Localización General del proyecto.
- Figura 2. Localización General de Sondeos.
- Figura 3. Localización Específica de Sondeos
- Figura 4. Geología Regional.
- Figura 5. Fotogeología
- Figura 6. Perfil Estratigráfico General
- Figura 7. Cimentación sobre Cimientos Corridos.
- Figura 8. Cimentación sobre Zapatas aisladas.

Anexo 2 :Tablas

- Tabla 1. Resumen de Ensayos de Laboratorio.

Anexo 3 : Registros de Perforación.

Anexo 4 : Memorias de Cálculo.

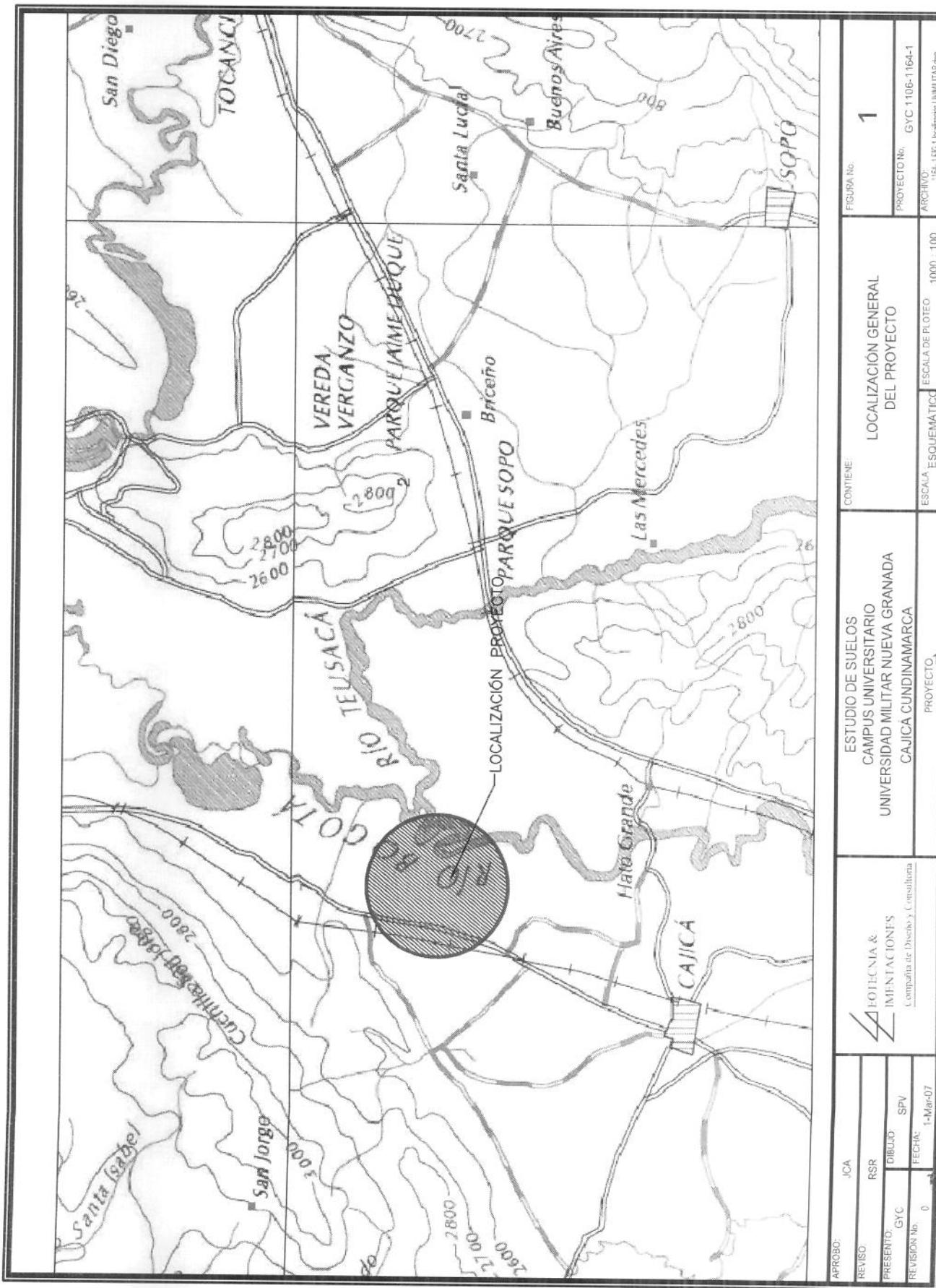


Compañía de Diseño y Consultoría

1106-1164-1-R2

ANEXO 1

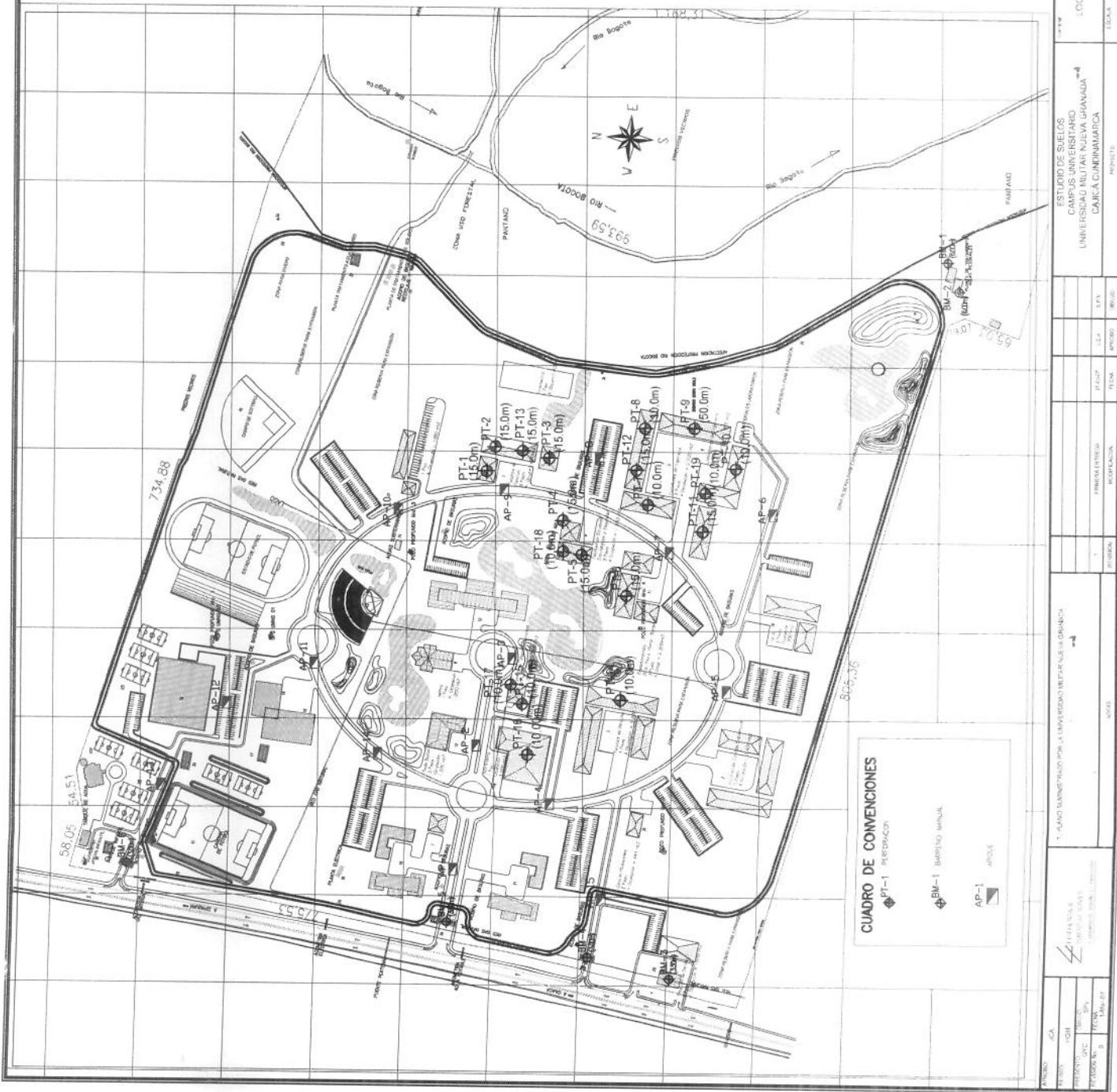
FIGURAS

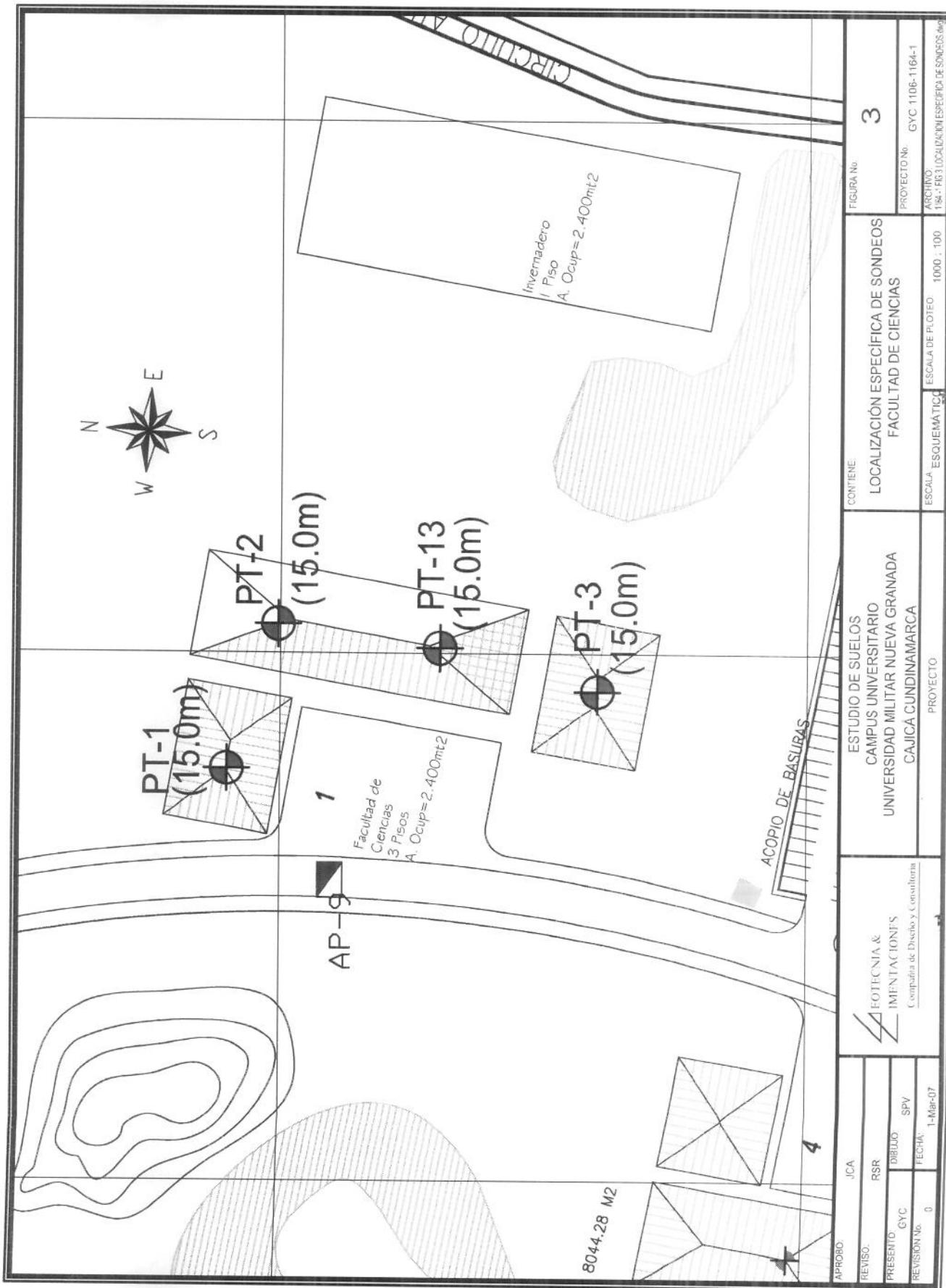


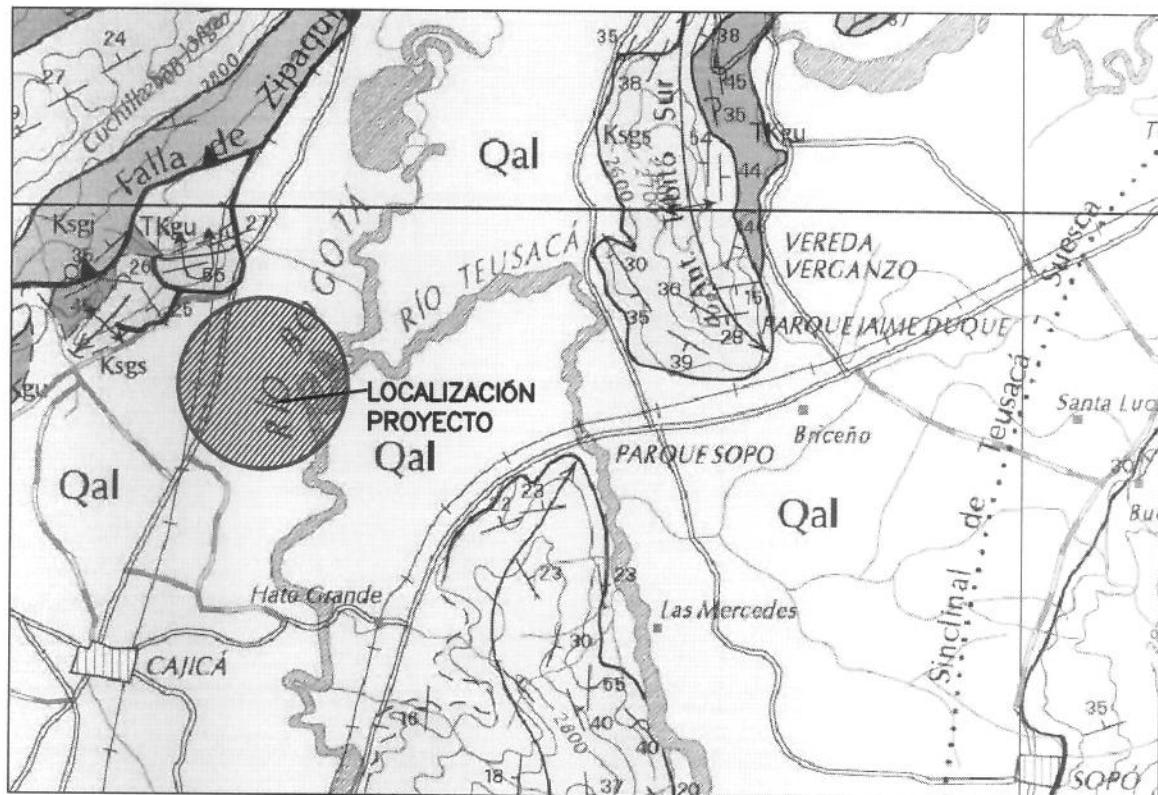
FACULTADES	
1. CIENCIAS	1.440 m ²
2. CIENCIAS ECONÓMICAS	3.460 m ²
3. DERECHO	1.574 m ²
4. ESTUDIOS STRÁTÉGICOS Y DE SEGURIDAD	1.300 m ²
5. INGENIERÍA	5.700 m ²
6. LABORATORIOS DE INGENIERÍA	1.900 m ²
7. CENTRO DE ATENCIÓN A LA COMUNIDAD	752 m ²
8. INFORMÁTICA Y TELECOMUNICACIONES	460 m ²

EDIFICIOS ESPECIALES	
9. IGLESIA	1.000 m ²
10. CENTRO ADMINISTRATIVO	1.100 m ²
11. DEPARTAMENTOS Y CENTROS	2.300 m ²
12. BIBLIOTECA CENTRAL	3.500 m ²
13. SITIO SOCIAL	1.200 m ²
14. AULA MAXIMA / AUDITORIO	3.000 m ²
15. POLIDEPORTIVO	5.000 m ²
16. PISCINA	2.000 m ²
17. CAFETERIA ZONA DEPORTIVA	200 m ²
18. GIMNASIO	1.000 m ²
19. INSTITUTO MILITAR AERONAUTICO	1.800 m ²
20. ZONA ESTACION DE SERVICIOS	1.800 m ²
21. ZONA COMERCIAL	1.500 m ²
22. EVENTOS ESPECIALES AL AIRE LIBRE	3.200 m ²
23. ESTADIO Y PISTA ALDEICA	3.100 m ²
24. VESTIDORES Y BANOS	150 m ²
25. CANCHAS DEPORTIVAS MULTIPLES	0 m ²
26. GLADIADERA Y JARDIN INFANTIL	300 m ²
27. TALLERES Y PARQUE AUTOMOTOR	1.050 m ²
28. CASA DE HABESEDES	445 m ²
29. CIRCUITO ATLETICO	0 m ²
30. PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RES.	70 m ²
31. PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS SUB	70 m ²
32. PLANTA DE TRAT AGUA DEL RIO BOGOTA	70 m ²
33. BENEVENTA UNIVERSITARIO	900 m ²
34. CAPTIAZ DE VIGILANCIA	12 m ²
35. PLANTA DE TRAT. DE RESIDUOS SOLIDOS	80 m ²
36. PLANTA ELECTRICA	40 m ²
37. ACCESO Nro 1	80 m ²
38. ACCESO Nro 2	224 m ²
39. ACCESO Nro 3	80 m ²
40. CAMPO DE SOFTBOL	0 m ²
41. CAMBIA DE FUTBOL	0 m ²
42. CAMBIAS DE MOURTORBAL	0 m ²
AREA TOTAL	51.777 m ²

C







Qal

DEPÓSITO ALUVIAL
Arcilla limosa lacustre y fluvial; y terraza
de material no consolidada.

Ksgs

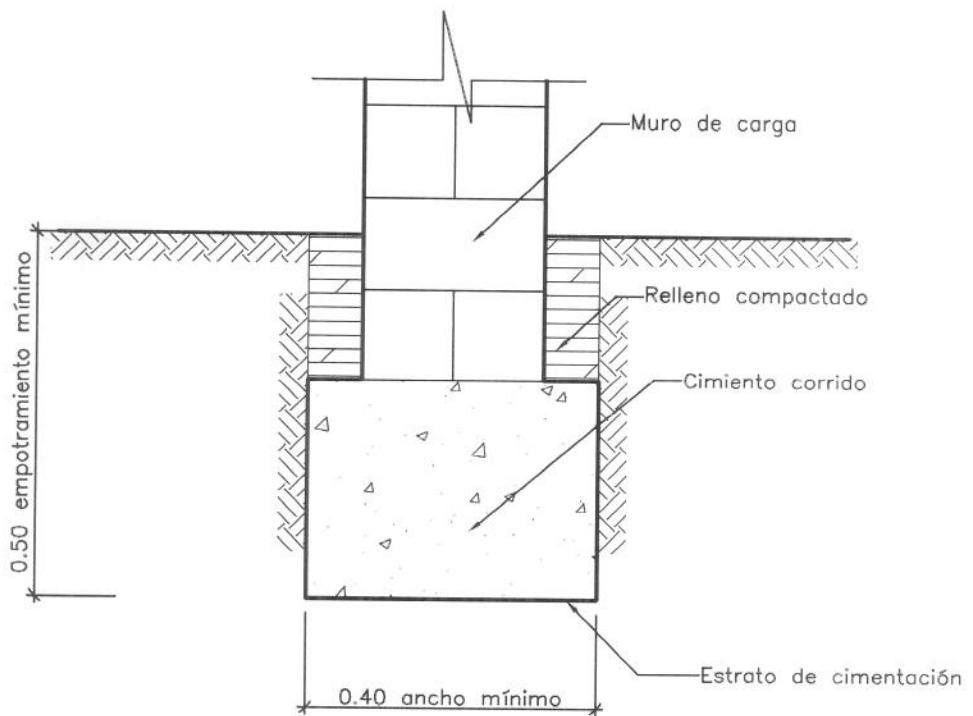
FORMACIÓN GUADALUPE SUPERIOR
En la parte superior, arenisca cuarzosa,
gris clara, localmente maciza, comúnmente
con estratificación cruzada; en la parte
media, limolita cuarzosa sílica, en capas
delgadas y localmente arcillita limosa, gris
oscuro; en la parte inferior, arenisca
cuarzosa, generalmente maciza, de grano
medio, gris clara y localmente arcillita
limosa, gris oscura.

APROBO:	JCA	PROYECTO:	FIGURA NO.
REVISÓ:	HGM	UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA	4
PRESENTÓ:	GYC	CONTENIDO:	PROYECTO No.
	DIBUJO:	GEOLOGÍA GENERAL	GYC 1106-1164-1
REVISIÓN No.	SPV	ESCALA:	ARCHIVO:
0	FECHA:	ESQUEMÁTICO	1164-1 FIG-4 GEOLÓGICA REGIONAL UNIMILITAR.dwg
	19-Abr-07	ESCALA DE PLOTTER:	1000 : 100



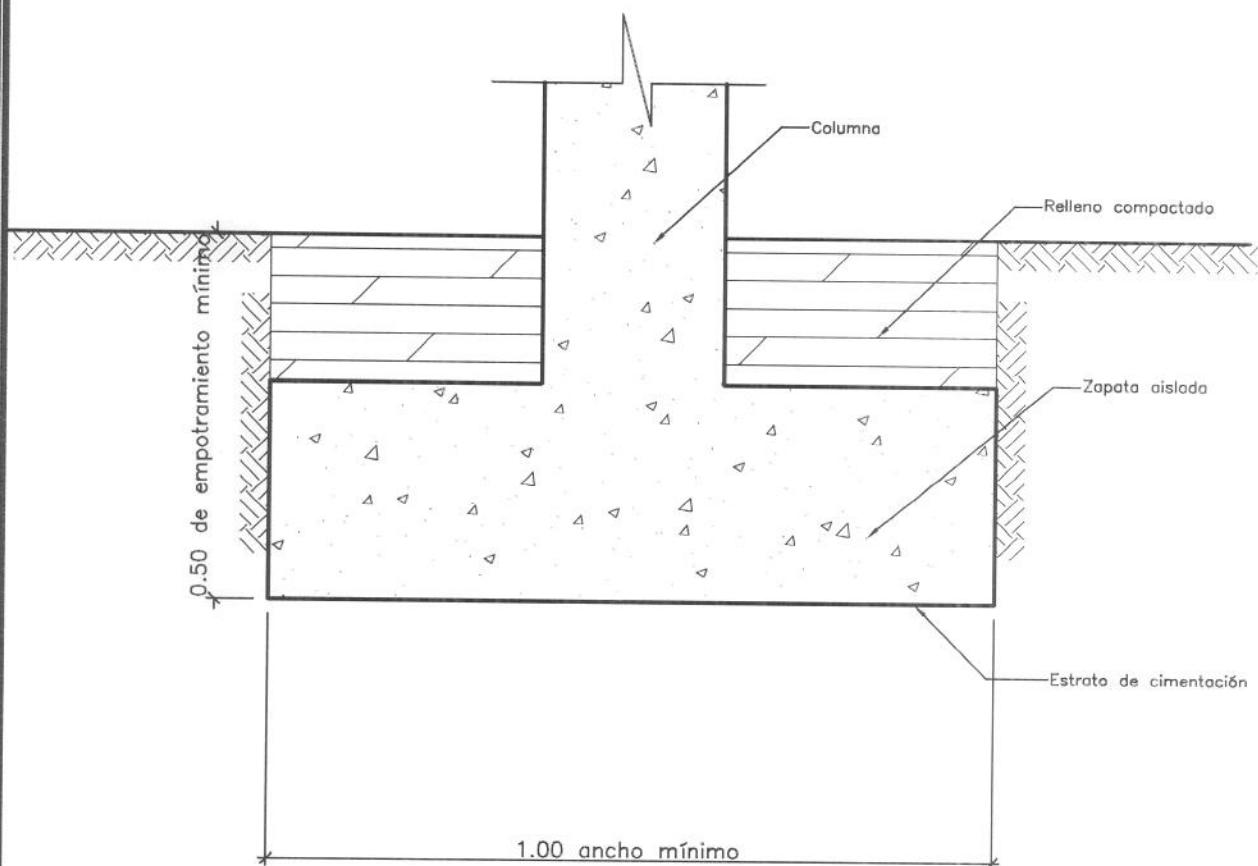
APROBO:	JCA		PROYECTO:	UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA		FIGURA NO.
REVISÓ:	HGM		CONTENIDO:	FOTointerpretación		PROYECTO No.
PRESENTÓ:	GYC	DIBUJO:	SPV			GYC 1106-1164
REVISIÓN No.	0	FECHA:	2-Mar-07	ESCALA:	ESQUEMÁTICO	ESCALA DE PLOTTER: 1000 : 100

SONDEO N° 1		SONDEO N° 2		SONDEO N° 3		SONDEO N° 13	
N (SPT)	NP (SPT)	N (SPT)	NP (SPT)	N (SPT)	NP (SPT)	N (SPT)	NP (SPT)
0.00	NP=0.00	0.00	NP=0.00	0.00	NP=0.00	0.00	NP=0.00
0.40	NP=0.40	0.30	NP=0.30	0.50	NP=0.50	0.50	NP=0.50
0.80	NP=0.80	1.4 #1	NP=1.4 #1	1.4 #1	NP=1.4 #1	1.4 #1	NP=1.4 #1
1.2 #2	NP=1.2 #2	1.3 #2	NP=1.3 #2	1.3 #2	NP=1.3 #2	1.3 #2	NP=1.3 #2
1.6 #3	NP=1.6 #3	1.7 #3	NP=1.7 #3	1.7 #3	NP=1.7 #3	1.7 #3	NP=1.7 #3
2.0 #4	NP=2.0 #4	2.3 #5	NP=2.3 #5	2.3 #5	NP=2.3 #5	2.3 #5	NP=2.3 #5
2.5 #6	NP=2.5 #6	3.0 #7	NP=3.0 #7	3.0 #7	NP=3.0 #7	3.0 #7	NP=3.0 #7
3.5 #8	NP=3.5 #8	4.0 #9	NP=4.0 #9	4.0 #9	NP=4.0 #9	4.0 #9	NP=4.0 #9
4.5 #10	NP=4.5 #10	5.0 #11	NP=5.0 #11	5.0 #11	NP=5.0 #11	5.0 #11	NP=5.0 #11
5.5 #12	NP=5.5 #12	6.0 #13	NP=6.0 #13	6.0 #13	NP=6.0 #13	6.0 #13	NP=6.0 #13
6.5 #14	NP=6.5 #14	7.0 #15	NP=7.0 #15	7.0 #15	NP=7.0 #15	7.0 #15	NP=7.0 #15
7.5 #16	NP=7.5 #16	8.0 #17	NP=8.0 #17	8.0 #17	NP=8.0 #17	8.0 #17	NP=8.0 #17
8.5 #18	NP=8.5 #18	9.0 #19	NP=9.0 #19	9.0 #19	NP=9.0 #19	9.0 #19	NP=9.0 #19
9.5 #20	NP=9.5 #20	10.0 #21	NP=10.0 #21	10.0 #21	NP=10.0 #21	10.0 #21	NP=10.0 #21
10.5 #22	NP=10.5 #22	11.0 #23	NP=11.0 #23	11.0 #23	NP=11.0 #23	11.0 #23	NP=11.0 #23
11.5 #24	NP=11.5 #24	12.0 #25	NP=12.0 #25	12.0 #25	NP=12.0 #25	12.0 #25	NP=12.0 #25
12.5 #26	NP=12.5 #26	13.0 #27	NP=13.0 #27	13.0 #27	NP=13.0 #27	13.0 #27	NP=13.0 #27
13.5 #28	NP=13.5 #28	14.0 #29	NP=14.0 #29	14.0 #29	NP=14.0 #29	14.0 #29	NP=14.0 #29
14.5 #30	NP=14.5 #30	15.0 #31	NP=15.0 #31	15.0 #31	NP=15.0 #31	15.0 #31	NP=15.0 #31



APROBO:	JCA	PROYECTO:	ESTUDIO DE SUELOS UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA FACULTAD DE CIENCIAS	FIGURA No.
REVISÓ:	HGM	CONTENIDO:	DETALLE CIMENTO CORRIDO	7
PRESENTÓ:	GYC	ESCALA :	1:10	PROYECTO No.
DIBUJO:	SPV	ESCALA DE PLOTTER:	1000 : 100	GYC 1106-1164-1
REVISIÓN No.	0	FECHA:	5-Mar-07	ARCHIVO: 116- FIG 7 DETALLE CIMENTO CORRIDO F.CIENCIAS.dwg

EOTECNIA & IMENTACIONES
Compañía de Diseño y Consultoría



APROBO:	JCA	PROYECTO:	ESTUDIO DE SUELOS UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA FACULTAD DE CIENCIAS	FIGURA No.
REVISÓ:	HGM			8
PRESENTÓ:	GYC	DIBUJO:	SPV	PROYECTO No.
REVISIÓN No.	0	FECHA:	5-Mar-07	GYC 1106-1164-1

GEOTECNIA & IMENTACIONES
 Compañía de Diseño y Consultoría

CONTENIDO: DETALLE CIMENTO AISLADO
 ESCALA : 1:10 ESCALA DE PLOTTER: 1000 : 100
 ARCHIVO: 1164-1FG8-DETALLE CIMENTO AISLADO F CIENCIAS.wg

ANEXO 2

TABLAS

Tabla 1. RESUMEN ENSAYOS DE LABORATORIO

PROYECTO: UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA SEDE CAJICA - FACULTAD DE CIENCIAS

FECHA: Abril/07

SONDEO	MUESTRA			CLASIFICACION			CONSOLIDACION			RESISTENCIA			PORCENTAJE DE PASA			CMO (%)	EXPANSION (%)	PESO Libre %	VOLUMEN (kg/cm³)	
	No.	Tipo	PROF. (m)	%	wL	wP	IP	U.S.C.	wC	Cc	e o	P _{o'} (kg/cm²)	qu (kg/cm²)	Cu (kg/cm²)	T # 4	T # 40	T # 200			
1	1	SS	0.30 - 0.75	22	72	21	51	CH				1.04	0.55					-	2.72	
3	SH	3.00 - 3.50	35	100	20	80	CH					1.39	0.35					-		1.51
5	SH	6.00 - 6.50	131	200	88	112	OH					0.88	0.20					-	12.90	1.08
9	SH	13.00 - 13.50	58	73	35	38	MH6 OH					1.69	0.45					-		1.47
10	SS	14.50 - 14.95	73	100	50	50	OH										-	7.21	2.03	
2	1	SS	0.40 - 0.85	25	86	26	60	CH				2.89	0.75					-	3.52	2.34
2	SS	1.50 - 1.95	31	363	27	336	CH					3.02	0.50					-		1.89
4	SH	4.50 - 5.00	42	66	22	44	CH					0.45	0.20					-		1.32
6	SH	9.00 - 9.50	34	52	18	34	CH											-		
9	SS	14.50 - 14.95	65	95	47	48	MH6 OH											-		
3	1	SS	0.30 - 0.75	30	81	25	56	CH				4.54	0.45					-	3.30	1.36
3	SH	3.00 - 3.50	21	60	20	40	CH					1.91	1.50					-		1.53
5	SH	6.00 - 6.50	21	42	16	26	CL					2.02	1.80					-		1.69
7	SS	9.50 - 9.95	98	168	76	92	OH										-			
10	SS	14.50 - 14.95	29	73	33	40	CH											100.00	95.38	
13	1	SS	0.00 - 0.45	17	75	37	38	MH6 OH				3.97	0.65					-		1.98
2	SS	1.05 - 1.08	28	83	26	57	CH										-	100.00	4.60	
3	SS	2.50 - 3.00	26	77	22	55	CH										-	100.00	0.78	
5	SS	5.00 - 5.45	10	53	20	33	CH										-	4.81	2.44	
6	SS	6.45 - 6.90	41	88	30	58	CH										-	100.00	97.02	
8	SS	9.55 - 10.00	9	N.L.	N.P.	N.P.	N.P.										-	87.13	13.62	
10	SS	13.50 - 13.95	4	N.L.	N.P.	N.P.	N.P.										-			

OBSERVACIONES:

SS MUESTRA TIPO TUBO PARTIDO (SPLIT SPOON)

SH MUESTRA TIPO SHELLY

C: MUESTRA DE CLASIFICACION

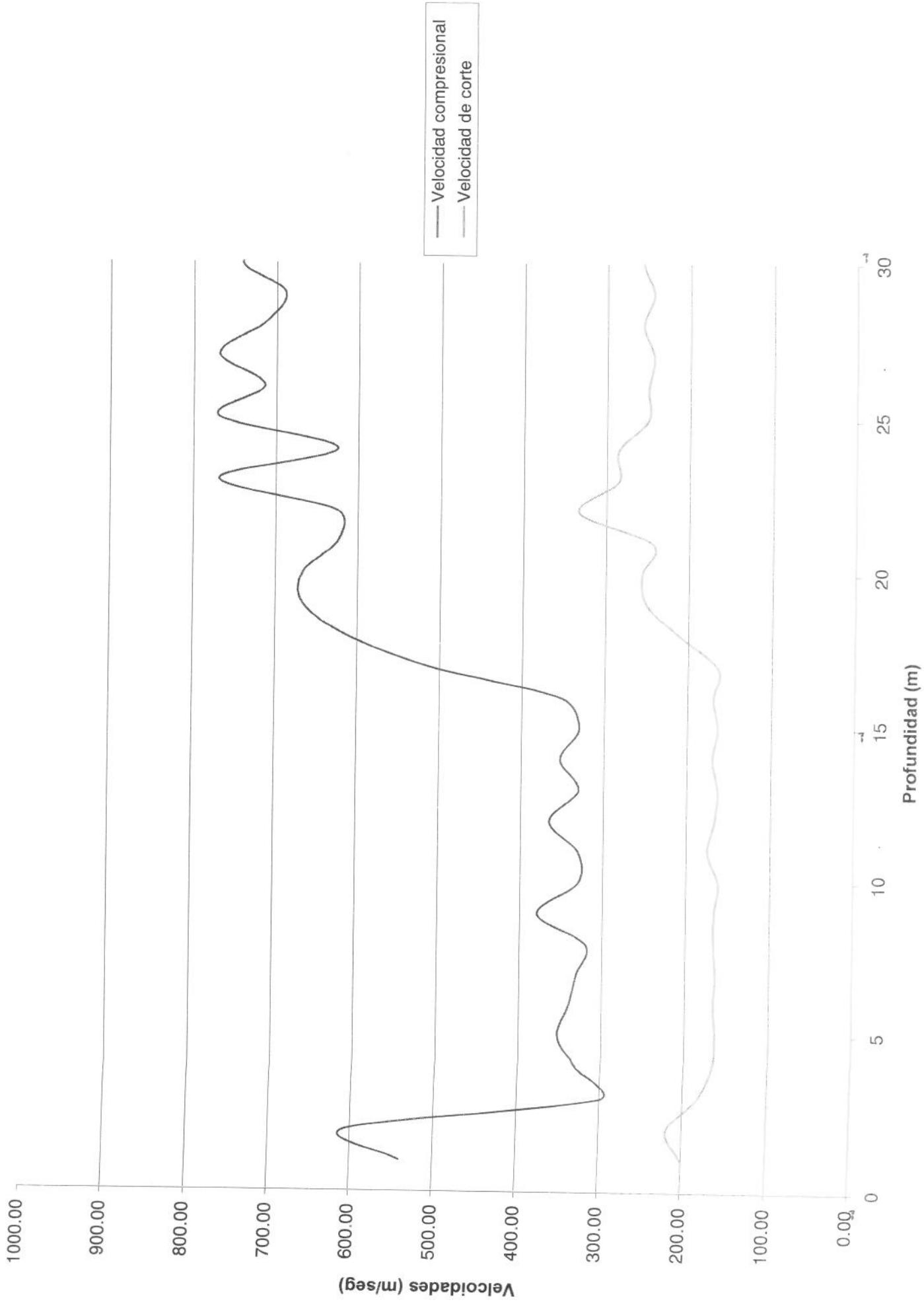


ULLOA Y DIEZ LTDA
ENSAYO DOWNHOLE

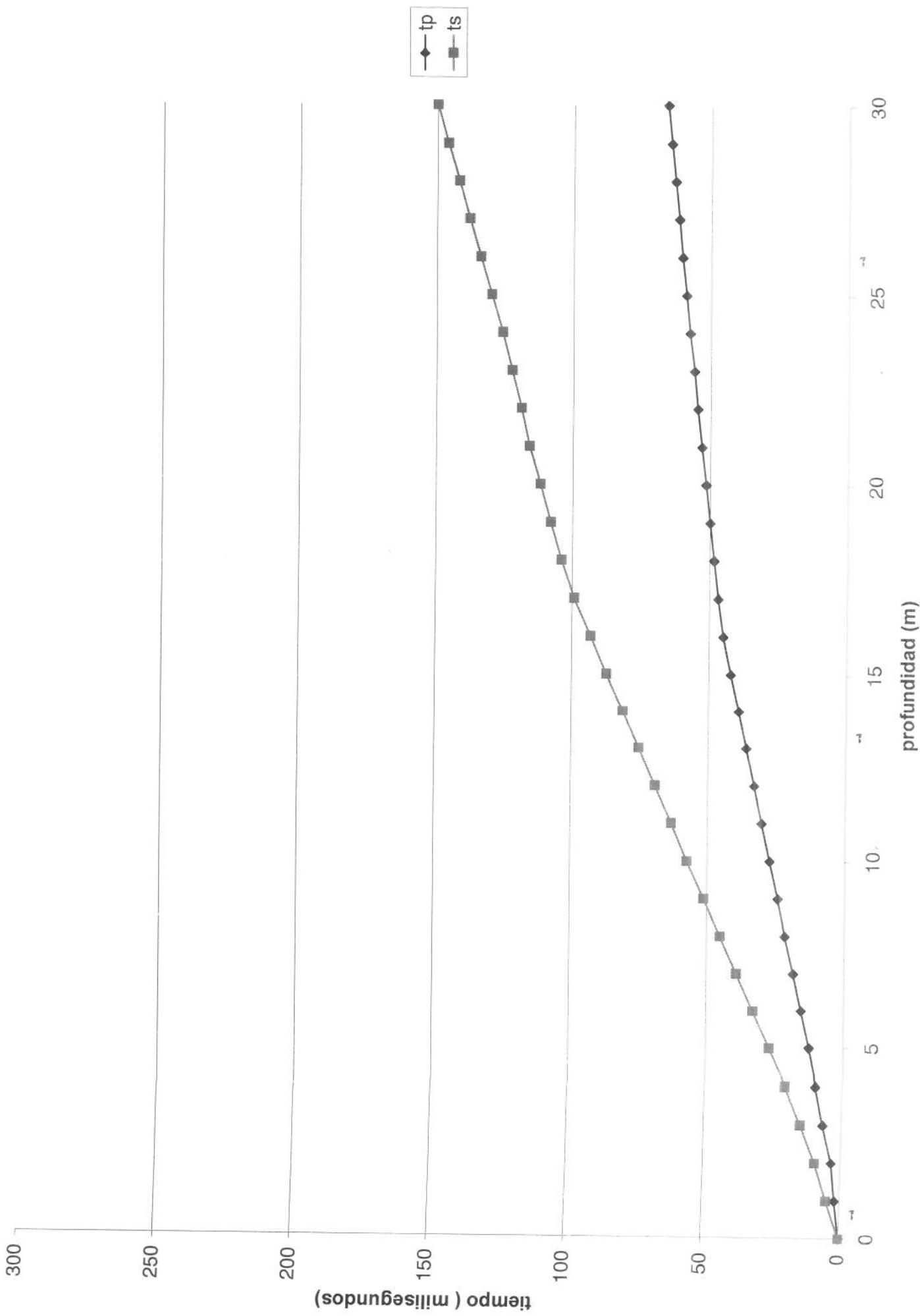
ESCUELA MILITAR CAJICA

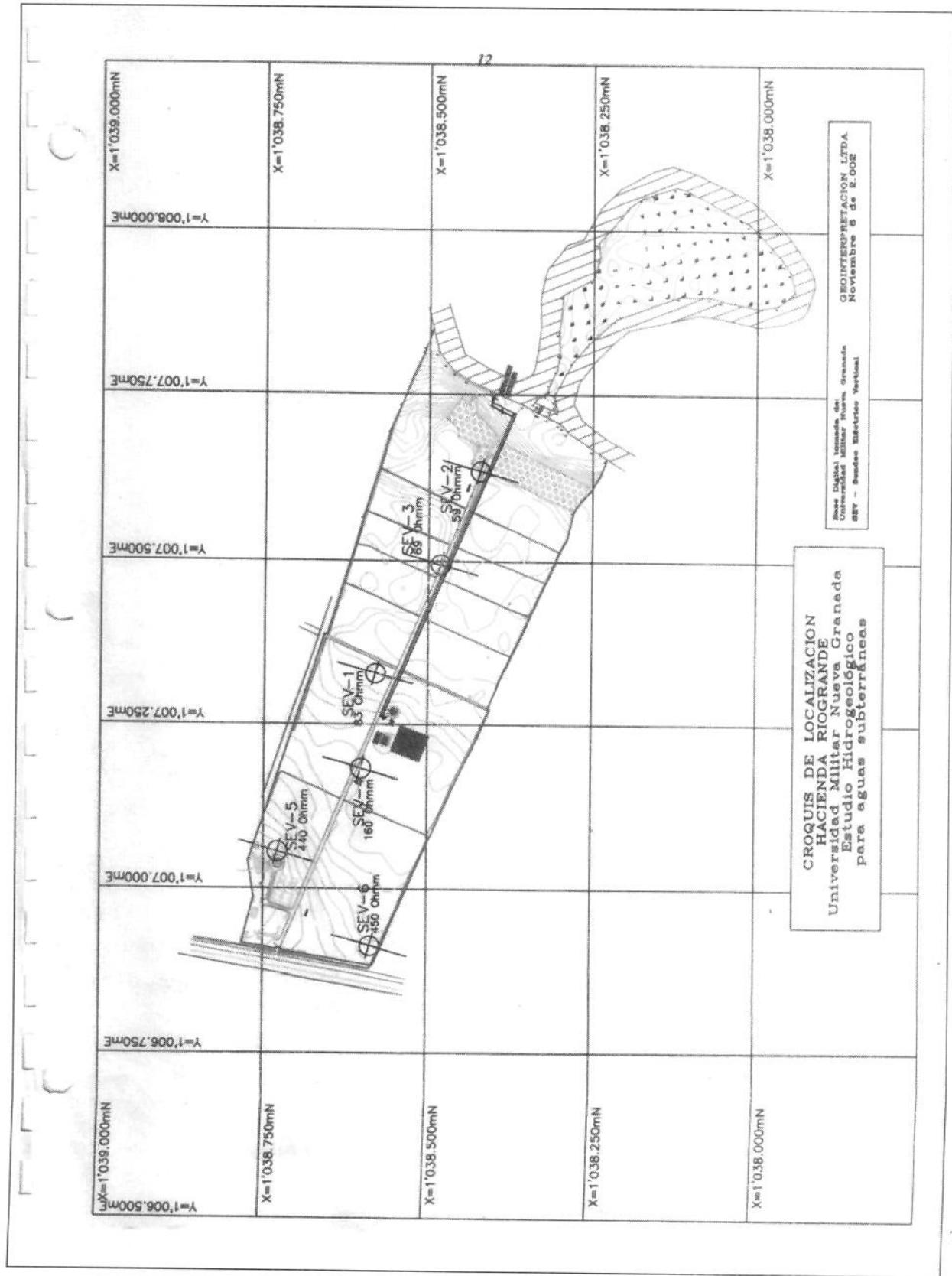
Profundidad	t _p	t _s	V _p	V _s	Promedio V _p	Promedio V _s	Peso Unitario	Módulo Go	Poisson	Módulo E	Módulo K
	0	0	m/seg	m/seg	m/seg	m/seg	Ton/m ³	Ton/m ²	Ton/m ²	Ton/m ²	Ton/m ²
0	0	0	540.54	200.00	540.54	200.00					
1	1.85	5.00	606.06	219.30	573.30	209.65	1.9	8351	0.42	23764	51313
2	3.50	9.56	299.81	183.82							
3	6.84	15.00									
4	9.86	21.00	330.34	166.67							
5	12.69	27.10	353.13	163.93							
6	15.63	33.12	340.22	166.11							
7	18.65	39.21	331.41	164.20							
8	21.78	45.21	320.02	166.67	350.64	167.48	1.9	5329	0.35	14413	16254
9	24.41	51.22	379.28	166.39							
10	27.44	57.40	330.34	161.81							
11	30.47	63.12	330.34	174.83							
12	33.20	69.11	365.74	166.94							
13	36.23	75.23	330.34	163.40							
14	39.06	81.12	353.13	169.78							
15	42.09	87.22	330.34	163.93							
16	44.92	93.12	353.13	169.49							
17	46.87	99.21	512.03	164.20							
18	48.50	104.00	614.25	208.77							
19	50.00	108.00	666.67	250.00							
20	51.50	111.90	666.67	256.41							
21	53.10	116.00	625.00	243.90							
22	54.70	119.00	625.00	333.33							
23	56.00	122.50	769.23	285.71							
24	57.60	126.00	625.00	285.71							
25	58.90	130.00	769.23	250.00							
26	60.30	134.00	714.29	250.00	697.90	256.38	1.9	12489	0.42	35517	75890
27	61.60	138.10	769.23	243.90							
28	63.00	142.00	714.29	256.41							
29	64.45	146.10	689.66	243.90							
30	65.80	150.00	740.74	256.41							

variacion de velocidad con la profundidad



DOWNHOLE UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA - CAJICA







6.2. RESULTADOS DE LA INTERPRETACION GEOELECTRICA

SONDEO ELECTRICO VERTICAL No.1			
Resistividad (OHMM)	Espesor (metros)	Profundidad (metros)	Litología
68	0.55	0.55	Suelo húmedo
48	1.4	2.0	Suelo arcilloso
64	2	4	<u>Suelo saturado</u>
46	5	9	Arcillas y arenas (Qt)
83	75	84	Arenas saturadas (Qt)
16	220	304	Arcillas (Tkgu)
46	>96	>400	Arenas y arcillas (Tkgu)

SONDEO ELECTRICO VERTICAL No.2			
Resistividad (OHMM)	Espesor (metros)	Profundidad (metros)	Litología
57	0.4	0.4	Suelo
66	2.5	2.9	Suelo
135	9.9	12.8	<u>Arenas saturadas</u>
59	106.5	119.3	Arenas y arcillas (Qt)
23	>280.7	>400	Arcillas (Tkgu)

SONDEO ELECTRICO VERTICAL No.3			
Resistividad (OHMM)	Espesor (metros)	Profundidad (metros)	Litología
152	0.4	0.4	Suelo saturado
53	2.4	2.8	Suelo arcilloso
67	1.1	3.9	<u>Suelo saturado</u>
37	15.6	19.5	Arenas y arcillas (Qt)
69	60	79.5	Arenas saturadas (Qt)
26	>320.5	>400	Arcillas (Tkgu)



SONDEO ELECTRICO VERTICAL No.4

Resistividad (OHMM)	Espesor (metros)	Profundidad (metros)	Litología
142	0.5	0.5	Suelo saturado
28	2.5	3.0	Suelo arcilloso
160	88	91	Arenas saturadas (Qt)
9.5	>309	>400	Arcillas (Tkgu)

SONDEO ELECTRICO VERTICAL No.5

Resistividad (OHMM)	Espesor (metros)	Profundidad (metros)	Litología
23	0.75	0.8	Suelo arcilloso
73	1.9	2.7	Suelo saturado
440	60	62.7	Arenas y gravas saturadas (Qt)
22	>337.3	>400	Arcillas (Tkgu)

SONDEO ELECTRICO VERTICAL No.6

Resistividad (OHMM)	Espesor (metros)	Profundidad (metros)	Litología
78	0.95	0.95	Suelo saturado
270	2.6	3.6	Suelo saturado
910	28	31.6	Arenas y gravas saturadas (Qt)
450	55	86.6	Arenas y gravas saturadas (Qt)
23	>313.4	>400	Arcillas (Tkgu)



EOTECNIA &
IMENTACIONES

Compañía de Diseño y Consultoría

1106-1164-1-R2

ANEXO 3

REGISTROS DE PERFORACIÓN

PROYECTO: UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA Cajicá
 UBICACION: FACULTAD DE CIENCIAS
 COTA TERRENO:
 TIPO DE PERFORACION: Percusión
 PERFORADOR: FAIVER YÁÑEZ

FECHA INICIACION: 22-Dic-06
 FECHA TERMINACION: 22-Dic-06
 EQUIPO: RUGGERINE

NIVEL FREATICO:	FECHA	HORA	PROF.
	22-Dic-06	PM	7 50

PROF. (m)	MUESTRA				Recobro (%)	qu(kg/cm ²) Pen.	Esq. Vel.	DESCRIPCION	
	Nº y Clase	Profund.(m)	Golpes						
								0.00-0.40 : ARCILLA café con raíces	
- 1.00	M-1 SS	0.30 - 0.75	4/6"	6/6"	8/6"	100			
- 2.00	M-2 SS	1.50 - 1.95	5/6"	6/6"	7/6"	88			
- 3.00	M-3 SH	3.00 - 3.50				100	0.50	0.40-6.00 : ARCILLA habana con manchas amarillas y vetas de óxido con algo de arena	
- 4.00	M-4 SS	4.50 - 4.95	2/6"	2/6"	3/6"	88			
- 5.00	M-5 SH	6.00 - 6.50				80			
- 6.00	M-6 SS	7.50 - 7.95	4/6"	5/6"	6/6"	88		6.00-9.00 : ARCILLA café con algo de material orgánico (madera en descomposición)	
- 7.00	M-7 SH	9.00 - 9.50				100		9.00-13.50 : LIMO gris oscuro con algo de arena	
- 8.00									
- 9.00									
- 10.00									

SERVACIONES:

-Split-Spoon SH=Tubo Shelby Bx,Nx,Hx,Q,NQ,BQ,HXWL,NXWL,BXWL,NWM,AWM,NWG,BWG,AWG=Broca T=Trícono B=Bolsa O=Otro
 PS=PortaShelby

PROYECTO: UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA Cajicá
 UBICACION: FACULTAD DE CIENCIAS
 COTA TERRENO:
 IPO DE PERFORACION: Percusión
 PERFORADOR: FAIVER YAÑEZ

FECHA INICIACION: 22-Dic-06
 FECHA TERMINACION: 22-Dic-06
 EQUIPO: RUGGERINE

NIVEL FREATICO:

FECHA	HORA	PROF.
22-Dic-06	PM	7.50

PROF. (m)	MUESTRA				Recobro (%)	qu(kg/cm ²)	Esq.	DESCRIPCION	
	Nº y Clase	Profund.(m)	Golpes					Pen.	Vel.
-									
11.00	M-8 SS	11.00 - 11.45	1/6"	1/6"	2/6"	100			
12.00									
13.00	M-9 SH	13.00 - 13.50				100	0.25		
14.00									
14.50 - 14.95	M-10 SS	14.50 - 14.95	3/6"	3/6"	3/6"	88			
15.00									
16.00									
17.00									
18.00									
19.00									
20.00									

9.00-13.50 : LIMO gris oscuro con algo de arena

13.50-15.00 : LIMO ORGÁNICO café oscuro con madera en descomposición

Fin Sondeo a 15.00m

SERVICIOS:

-Split-Spoon SH=Tubo Shelby Bx,Nx,Hx,Q,NQ,BQ,HXWL,NXWL,BXWL,NWM,AWM,NWG,BWG,AWG=Broca T=Tricono B=Bolsa O=Otro
 PS=PortaShelby

Hoja 1 de 2

PROYECTO: UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA Cajicá
UBICACION: FACULTAD DE CIENCIAS
COTA TERRENO:
TIPO DE PERFORACION: Percusión
PERFORADOR: FAIVER YAÑEZ

FECHA INICIACION: 15-Dic-06
FECHA TERMINACION: 16-Dic-06
EQUIPO: RUGGERINE

NIVEL FREATICO:

FECHA	HORA	PROF.
16-Dic-06	PM	7.05

PROF. (m)	MUESTRA				Recobro (%)	qu(kg/cm ²) Pen.	Esq.	DESCRIPCION
	Nº y Clase	Profund.(m)	Golpes					
-								0.00-0.50 : ARCILLA café con raíces
1.00	M-1 SS	0.40 - 0.85	5/6"	7/6"	7/6"	88		
2.00	M-2 SS	1.50 - 1.95	7/6"	10/6"	13/6"	88		
3.00	M-3 SS	3.00 - 3.45	4/6"	4/6"	3/6"	100		0.50-6.60 : ARCILLA habana con manchas amarillas y vetas de óxido con algo de arena
4.00	M-4 SH	4.50 - 5.00				100		
5.00								
6.00								
7.00	M-5 SS	6.50 - 6.95	2/6"	3/6"	3/6"	88		
8.00								6.60-9.30 : ARCILLA café con algo de material orgánico (madera en descomposición)
9.00	M-6 SH	9.00 - 9.50				100		
10.00								9.30-15.00 : LIMO café con algo de arena

SERVACIONES:

·Split-Spoon SH=Tubo Shelby Bx,Nx,Hx,Q,NQ,BQ,HXWL,NXWL,BXWL,NWM,AWM,NWG,BWG,AWG=Broca T=Trícono B=Bolsa O=Otro
PS=PortaShelby

PROYECTO: UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA Cajicá
 UBICACION: FACULTAD DE CIENCIAS
 COTA TERRENO:
 TIPO DE PERFORACION: Percusión
 PERFORADOR: FAIVER YAÑEZ

FECHA INICIACION: 15-Dic-06
 FECHA TERMINACION: 16-Dic-06
 EQUIPO: RUGGERINE

NIVEL FREATICO:

FECHA	HORA	PROF.
16-Dic-06	PM	7.05

PROF. (m)	MUESTRA				Recobro (%)	qu(kg/cm ²)	Esq.	DESCRIPCION	
	Nº y Clase	Profund.(m)	Golpes					Pen.	Vel.
11.00									
12.00	M-7 SS	11.50 - 11.95	2/6"	2/6"	3/6"	88			
13.00									
14.00	M-8 SS	13.50 - 13.95	2/6"	3/6"	3/6"	88			
15.00	M-9 SS	14.50 - 14.95	3/6"	3/6"	4/6"	88			
								Fin Sondeo a 15.00m	
16.00									
17.00									
18.00									
19.00									
20.00									

SERVACIONES:

Split-Spoon SH=Tubo Shelby Bx,Nx,Hx,Q,NQ,BQ,HXWL,NXWL,BXWL,NWM,AWM,NWG,BWG,AWG=Broca T=Tricono B=Bolsa O=Otro
 PS=PortaShelby

PROYECTO: UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA Cajicá
UBICACION: FACULTAD DE CIENCIAS

COTA TERRENO:
TIPO DE PERFORACION: Percusión
PERFORADOR: Faiver Yañez

FECHA INICIACION: 18-Dic-06
FECHA TERMINACION: 18-Dic-06
EQUIPO: Ruggerine

NIVEL FREATICO:

FECHA	HORA	PROF.
18-Dic-06	PM	7 00

PROF. (m)	MUESTRA				Recobro (%)	qu(kg/cm ²) Pen.	Esq.	DESCRIPCION	
	Nº y Clase	Profund.(m)	Golpes						Vel.
-0.00	M-1 SS	0.30 - 0.75	5/6"	11/6"	14/6"	88			0.00-0.50 : ARCILLA café con raíces
1.00									
2.00	M-2 SS	1.50 - 1.95	10/6"	11/6"	13/6"	88			
3.00	M-3 SH	3.00 - 3.50				100			0.50-5.70 : ARCILLA habana con manchas amarillas y vetas de óxido con algo de arena
4.00	M-4 SS	4.00 - 4.45	3/6"	4/6"	4/6"	88			
5.00									
6.00	M-5 SH	6.00 - 6.50				100			5.70-6.30 : ARCILLA café con algo de materia orgánico (madera en descomposición)
7.00									6.30-7.70 : LIMO gris oscuro con algo de arena
8.00	M-6 SS	7.50 - 7.95	3/6"	3/6"	4/6"	111			
9.00									7.70-11.00 : ARCILLA café con algo de material orgánico (madera en descomposición)
10.00	M-7 SS	9.50 - 9.95	2/6"	2/6"	3/6"	88			

SERVACIONES:

Split-Spoon SH=Tubo Shelby Bx,Nx,Hx,Q,NQ,BQ,HXWL,NXWL,BXWL,NWM,AWM,NWG,BWG,AWG=Broca T=Tricono B=Bolsa O=Otro

PS=PortaShelby

PROYECTO: UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA Cajicá
UBICACION: FACULTAD DE CIENCIAS
COTA TERRENO:
TIPO DE PERFORACION: Percusión
PERFORADOR: Faíver Yáñez

FECHA INICIACION: 18-Dic-06
FECHA TERMINACION: 18-Dic-06
EQUIPO: Ruggerine

NIVEL FREATICO:

FECHA	HORA	PROF.
18-Dic-06	PM	7:00

SERVACIONES:

-Split-Spoon SH=Tubo Shelby Bx,Nx,Hx,Q,NQ,BQ,HXWL,NXWL,BXWL,NWM,AWM,NWG,BWG,AWG=Broca T=Tricono B=Bolsa O=Otro
PS=PortaShelby

PROYECTO: UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA Cajicá
 UBICACION: Facultad de Ciencias
 COTA TERRENO:
 TIPO DE PERFORACION: Percusión
 PERFORADOR: LUIS PAEZ

FECHA INICIACION: 15-Ene-07
 FECHA TERMINACION: 15-Ene-07
 EQUIPO: PETTY

NIVEL FREATICO:	FECHA	HORA	PROF.
	15-Ene-07	AM	7.00

PROF. (m)	MUESTRA				Recobro (%)	qu(kg/cm ²)	Esq.	DESCRIPCION	
	Nº y Clase	Profund.(m)	Golpes					Pen.	Vel.
0.00	M-1 SS	0.00 - 0.45	6/6"	6/6"	6/6"	100			
1.00									
1.00	M-2 SS	1.05 - 1.50	10/6"	15/6"	15/6"	100			
2.00									
2.00	M-3 SS	2.55 - 3.00	5/6"	6/6"	7/6"	60			
3.00									
4.00	M-4 SS	4.00 - 4.45	3/6"	4/6"	4/6"	60			
5.00	M-5 SS	5.00 - 5.45	9/6"	12/6"	15/6"	68			
6.00									
6.00	M-6 SS	6.45 - 6.90	15/6"	19/6"	21/6"	51			
7.00									
7.00	M-7 SS	8.00 - 8.45	4/6"	5/6"	9/6"	100			
8.00									
8.00	M-8 SS	9.55 - 10.00	4/6"	5/6"	6/6"	60			
9.00									
10.00									

SERVACIONES:

-Split-Spoon SH=Tubo Shelby Bx,Nx,Hx,Q,NQ,BQ,HXWL,NXWL,BXWL,NWM,AWM,NWG,BWG,AWG=Broca T=Tricono B=Bolsa O=Otro
 PS=PortaShelby

PROYECTO: UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA Cajicá
UBICACION: Facultad de Ciencias

COTA TERRENO:

TIPO DE PERFORACION: Percusión

PERFORADOR: LUIS PAEZ

FECHA INICIACION: 15-Ene-07
FECHA TERMINACION: 15-Ene-07
EQUIPO: PETTY

NIVEL FREATICO:

FECHA	HORA	PROF.
15-Ene-07	AM	7.00

PROF. (m)	MUESTRA				Recobro (%)	qu(kg/cm ²) Pen.	Esq. Vel.	DESCRIPCION
	Nº y Clase	Profund.(m)	Golpes					
-								
11.00								
-								
12.00	M-9 SS	11.55 - 12.00	5/6"	7/6"	9/6"	100		7.20-11.00 : LIMO gris oscuro con algo de arena
-								
13.00								
-	M-10 SS	13.50 - 13.95	14/6"	14/6"	4/6"	100		11.00-12.80 : LIMO gris oscuro con arena fina
14.00								
-								
15.00	M-11 SS	14.55 - 15.00	5/6"	6/6"	6/6"	100		12.80-14.00 : LIMO gris oscuro con algo de arena
-								
16.00								
-								
17.00								
-								
18.00								
-								
19.00								
-								
20.00								
								Fin Sondeo a 15.00m

SERVACIONES:

-Split-Spoon SH=Tubo Shelby Bx,Nx,Hx,Q,NQ,BQ,HXWL,NXWL,BXWL,NWM,AWM,NWG,BWG,AWG=Broca T=Tricono B=Bolsa O=Otro
PS=PortaShelby



Compañía de Diseño y Consultoría

1106-1164-1-R2

ANEXO 4

MEMORIAS DE CÁLCULO

ESTIMATIVO DE CARGA

De acuerdo con la información suministrada, el proyecto contempla la construcción de una estructura de 3 pisos sin sótano o semisótano. Esta edificación podrá realizarse tanto en concreto reforzado como en mampostería estructural.

Para efectos del presente estudio, se realizó un estimativo de carga a partir de luces entre 5 y 6m.



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

En promedio, la estructura aplicaría una carga de $2.5\text{t}/\text{m}^2$, a nivel de cimentación

Tendríamos cargas en las columnas de:

$$\begin{aligned} P_{\max} &= 30\text{m}^2 \times 2.5\text{t}/\text{m}^2 = 75.0\text{ton} \\ P_{\min} &= 6\text{m}^2 \times 2.5\text{t}/\text{m}^2 = 15.0\text{ton} \end{aligned}$$

Tendríamos cargas en los muros estructurales de:

$$\begin{aligned} P_{\max} &= 5\text{m} \times 2.5\text{t}/\text{m}^2 = 12.5\text{ton} \\ P_{\min} &= 2\text{m} \times 2.5\text{t}/\text{m}^2 = 5.0\text{ton} \end{aligned}$$

CAPACIDAD ADMISIBLE

Partiendo del plan exploratorio, tenemos que el estrato de cimentación corresponde a ARCILLA CON ARENA habana a café con óxido

Para el perfil encontrado se tomaron de manera conservadora valores promedio para los parámetros geomecánicos, obteniéndose:

$$C = 4.5\text{t}/\text{m}^2 \quad \phi = 0.0^\circ$$

A partir de lo anterior, tenemos que la capacidad admisible para un empotramiento de 0.5m con respecto del nivel actual del terreno es de $10\text{t}/\text{m}^2$ para zapatas aisladas y $8.6\text{t}/\text{m}^2$ para cimientos corridos que involucra un factor de seguridad de 3.

En las siguientes hojas se encuentra en detalle de dichas capacidad.

ASENTAMIENTOS

Debido a la posición del nivel freático, los asentamientos que presentará la estructura son de carácter inmediatos, ya que no se presentaría el retardamiento por consolidación para un sistema de zapatas o cimientos corridos.

$$E_s = 480\text{t}/\text{m}^2 \quad (\text{obtenido según correlaciones sugeridas por J. Bowles en su libro "Foundation design and analysis"})$$

Tenemos que los asentamientos teóricos totales son del orden de 5cm y los diferenciales de 4cm.

$$K_v = 197\text{t}/\text{m}^3$$

La memoria detallada de este cálculo se encuentra consignada más adelante.

DISEÑO CIMENTACIÓN SUPERFICIAL

El esfuerzo límite básico de falla de cimentaciones superficiales puede calcularse de acuerdo con la siguiente formulación (Numeral H.4.1.4 NSR-98):

$$q_o = cN_c + qN_q + \frac{\gamma BN_y}{2}$$

$$q_a = \frac{q_o}{F.S.}$$

donde,

q_o : resistencia última

c : cohesión

q : sobrecarga por el suelo

γ : peso unitario total

B : ancho de la zapata

z : Profundidad de cimentación

N_c : factor de capacidad portante, término de cohesión

N_q : factor de capacidad portante, término de confinamiento

N_y : factor de capacidad portante, término de sobrecarga

β : Ángulo Terreno a menos de $2B$ (positivo hacia debajo horizontal)

ZAPATAS AISLADAS

Datos

$c =$	4.50t/m ²	$F.S.=$	3.00	$\gamma' =$	1.50t/m ³
$\phi =$	0.00°	$q =$	0.75t/m ²	$\beta =$	0.00°
$\gamma =$	1.50t/m ³	HANSEN		VESIC	
$z=$	0.50m	$N_c=$	5.14	$N_c=$	5.14
$NF=$	7.00m	$N_q=$	1.00	$N_q=$	1.00
$B/L=$	1	$N_y=$	0.00	$N_y=$	0.00

HANSEN

B	Nccorr	Nqcorr	Nycorr	qo	qa
1.00m	7.37	1.00	0.00	33.91t/m ²	11.30t/m ²
1.20m	7.16	1.00	0.00	32.99t/m ²	11.00t/m ²
1.40m	7.02	1.00	0.00	32.33t/m ²	10.78t/m ²
1.60m	6.91	1.00	0.00	31.83t/m ²	10.61t/m ²
1.80m	6.82	1.00	0.00	31.45t/m ²	10.48t/m ²
2.00m	6.75	1.00	0.00	31.14t/m ²	10.38t/m ²
2.20m	6.70	1.00	0.00	30.89t/m ²	10.30t/m ²
2.40m	6.65	1.00	0.00	30.68t/m ²	10.23t/m ²
2.60m	6.61	1.00	0.00	30.51t/m ²	10.17t/m ²
2.80m	6.58	1.00	0.00	30.35t/m ²	10.12t/m ²
3.00m	6.55	1.00	0.00	30.22t/m ²	10.07t/m ²

VESIC

B	Nccorr	Nqcorr	Nycorr	qo	qa
1.00m	7.37	1.00	0.00	33.91t/m ²	11.30t/m ²
1.20m	7.16	1.00	0.00	32.99t/m ²	11.00t/m ²
1.40m	7.02	1.00	0.00	32.33t/m ²	10.78t/m ²
1.60m	6.91	1.00	0.00	31.83t/m ²	10.61t/m ²
1.80m	6.82	1.00	0.00	31.45t/m ²	10.48t/m ²
2.00m	6.75	1.00	0.00	31.14t/m ²	10.38t/m ²
2.20m	6.70	1.00	0.00	30.89t/m ²	10.30t/m ²
2.40m	6.65	1.00	0.00	30.68t/m ²	10.23t/m ²
2.60m	6.61	1.00	0.00	30.51t/m ²	10.17t/m ²
2.80m	6.58	1.00	0.00	30.35t/m ²	10.12t/m ²
3.00m	6.55	1.00	0.00	30.22t/m ²	10.07t/m ²

DISEÑO CIMENTACIÓN SUPERFICIAL

El esfuerzo límite básico de falla de cimentaciones superficiales puede calcularse de acuerdo con la siguiente formulación (Numeral H.4.1.4 NSR-98):

$$q_o = cN_c + qN_q + \frac{\gamma BN_y}{2}$$

$$q_a = \frac{q_o}{FS}$$

donde,

q_o : resistencia última

c : cohesión

q : sobrecarga por el suelo

γ : peso unitario total

B : ancho de la zapata

z : Profundidad de cimentación

N_c : factor de capacidad portante, término de cohesión

N_q : factor de capacidad portante, término de confinamiento

N_y : factor de capacidad portante, término de sobrecarga

β : Ángulo Terreno a menos de $2B$ (positivo hacia debajo horizontal)

CIMIENTOS CORRIDOS

Datos

$C =$	4.50t/m^2	$F.S.=$	3.00	$\gamma' =$	1.50t/m^3
$\phi =$	0.00°	$q =$	0.75t/m^2	$\beta =$	0.00°
$\gamma =$	1.50t/m^3	HANSEN		VESIC	
$z=$	0.50m	$N_c=$	5.14	$N_c=$	5.14
$NF=$	7.00m	$N_q=$	1.00	$N_q=$	1.00
$B/L=$	0	$N_y=$	0.00	$N_y=$	0.00

HANSEN

B	Nccorr	Nqcorr	Nycorr	qo	qa
0.40m	6.98	1.00	0.00	32.17t/m^2	10.72t/m^2
0.60m	6.85	1.00	0.00	31.59t/m^2	10.53t/m^2
0.80m	6.43	1.00	0.00	29.66t/m^2	9.89t/m^2
1.00m	6.17	1.00	0.00	28.51t/m^2	9.50t/m^2
1.20m	6.00	1.00	0.00	27.74t/m^2	9.25t/m^2
1.40m	5.87	1.00	0.00	27.18t/m^2	9.06t/m^2
1.60m	5.78	1.00	0.00	26.77t/m^2	8.92t/m^2
1.80m	5.71	1.00	0.00	26.45t/m^2	8.82t/m^2
2.00m	5.65	1.00	0.00	26.19t/m^2	8.73t/m^2
2.20m	5.61	1.00	0.00	25.98t/m^2	8.66t/m^2
2.40m	5.57	1.00	0.00	25.81t/m^2	8.60t/m^2

VESIC

B	Nccorr	Nqcorr	Nycorr	qo	qa
1.00m	6.17	1.00	0.00	28.51t/m^2	9.50t/m^2
1.20m	6.00	1.00	0.00	27.74t/m^2	9.25t/m^2
1.40m	5.87	1.00	0.00	27.18t/m^2	9.06t/m^2
1.60m	5.78	1.00	0.00	26.77t/m^2	8.92t/m^2
1.80m	5.71	1.00	0.00	26.45t/m^2	8.82t/m^2
2.00m	5.65	1.00	0.00	26.19t/m^2	8.73t/m^2
2.20m	5.61	1.00	0.00	25.98t/m^2	8.66t/m^2
2.40m	5.57	1.00	0.00	25.81t/m^2	8.60t/m^2
2.60m	5.54	1.00	0.00	25.66t/m^2	8.55t/m^2
2.80m	5.51	1.00	0.00	25.53t/m^2	8.51t/m^2
3.00m	5.48	1.00	0.00	25.42t/m^2	8.47t/m^2

CALCULO DE ASENTAMIENTOS ELÁSTICOS USANDO EL MODULO DE ELASTICIDAD

PROYECTO: UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA

DATOS INICIALES	
qo=	10.00t/m ²
B=	2.74m
L=	2.74m
H=	13.69m
μ =	0.35
$E_s(\text{prom})=$	1380t/m ²

RESULTADOS	
L'=	1.37m
B'=	1.37m
M=	1.000
N=	10.000
I ₁ =	0.4979
I ₂ =	0.0158
I _s =	0.5051
I _F =	1.00 (peor caso)
dH=	1.76 cm
K _v =	568.42 t/m³

Basado en la Teoría Elástica de Timoshenko y Goodier (1951)
tomado del libro "Foundation Analysis and Design" de Joseph Bowles

CALCULO DE ASENTAMIENTOS ELÁSTICOS USANDO EL MODULO DE ELASTICIDAD

PROYECTO: UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA

DATOS INICIALES	
q _o =	10.00t/m ²
B=	1.12m
L=	1.12m
H=	5.59m
μ =	0.35
E _{S(prom)} =	1380t/m ²

RESULTADOS	
L'=	0.56m
B'=	0.56m
M=	1.000
N=	10.000
I ₁ =	0.4979
I ₂ =	0.0158
I _s =	0.5051
I _F =	1.00 (peor caso)
dH=	0.72 cm
K _v =	1392.33 t/m ³

Basado en la Teoría Elástica de Timoshenko y Goodier (1951)
tomado del libro "Foundation Analysis and Design" de Joseph Bowles

CALCULO DE ASENTAMIENTOS ELÁSTICOS USANDO EL MODULO DE ELASTICIDAD

PROYECTO: UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA

DATOS INICIALES	
qo=	10.00t/m ²
B=	2.74m
L=	2.74m
H=	13.69m
μ =	0.35
$E_s(\text{prom})$ =	480t/m ²

RESULTADOS	
L'=	1.37m
B'=	1.37m
M=	1.000
N=	10.000
I ₁ =	0.4979
I ₂ =	0.0158
I _s =	0.5051
I _F =	1.00 (peor caso)
dH=	5.06 cm
K _v =	197.71 t/m ³

Basado en la Teoría Elástica de Timoshenko y Goodier (1951)
tomado del libro "Foundation Analysis and Design" de Joseph Bowles

CALCULO DE ASENTAMIENTOS ELÁSTICOS USANDO EL MODULO DE ELASTICIDAD

PROYECTO: UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA

DATOS INICIALES	
qo=	10.00t/m ²
B=	1.12m
L=	1.12m
H=	5.59m
μ =	0.35
$E_s(\text{prom})=$	480t/m ²

RESULTADOS	
L'=	0.56m
B'=	0.56m
M=	1.000
N=	10.000
I ₁ =	0.4979
I ₂ =	0.0158
I _s =	0.5051
I _F =	1.00 (peor caso)
dH=	2.06 cm
K _v =	484.29 t/m ³

Basado en la Teoría Elástica de Timoshenko y Goodier (1951)
tomado del libro "Foundation Analysis and Design" de Joseph Bowles



EOTECNIA &
IMENTACIONES
Compañía de Diseño y Consultoría

ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACION

Proyecto: UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA - CAJICÁ
 Tomado "Foundation Analysis and Design" de Joseph Bowles
 q aplicado = 4.00ton/m²
 q alivio = 0.00ton/m²

Kv= 36t/m³

$\sum \Delta h$ en 20años = 11.06cm

prof	Z	Z/B	$\Delta q/q_o$	Δq	P _o	P _{c'}	Cc/(1+eo)	Cr/(1+eo)	recomp	
									$\sum \Delta h_{i=}$	0.00cm
1.50	0.50	0.03	1.00	4.00	0.00	2.03	5.27	0.11	0.06	100%
2.50	1.50	0.08	1.00	3.99	0.00	3.38	8.78	0.11	0.06	100%
3.50	2.50	0.13	0.99	3.96	0.00	4.73	7.56	0.11	0.06	100%
4.50	3.50	0.18	0.97	3.90	0.00	6.08	9.72	0.11	0.06	100%
5.50	4.50	0.23	0.95	3.80	0.00	7.76	7.76	0.17	0.02	27%
6.50	5.50	0.28	0.92	3.66	0.00	9.78	9.78	0.17	0.02	22%
7.50	6.50	0.33	0.88	3.50	0.00	11.30	28.25	0.17	0.02	19%
8.50	7.50	0.38	0.83	3.32	0.00	12.32	30.80	0.17	0.02	16%
9.50	8.50	0.43	0.78	3.13	0.00	13.20	19.81	0.02	0.05	67%
10.50	9.50	0.48	0.73	2.93	0.00	13.95	20.93	0.02	0.05	60%
11.50	10.50	0.53	0.68	2.74	0.00	14.70	22.06	0.02	0.05	55%
12.50	11.50	0.58	0.64	2.55	0.00	15.45	23.18	0.02	0.05	50%
13.50	12.50	0.63	0.59	2.36	0.00	16.20	24.31	0.02	0.05	46%
14.50	13.50	0.68	0.55	2.19	0.00	16.95	25.43	0.02	0.05	43%
15.50	14.50	0.73	0.51	2.03	0.00	17.70	19.48	0.02	0.05	40%
16.50	15.50	0.78	0.47	1.89	0.00	18.45	20.30	0.02	0.05	37%
17.50	16.50	0.83	0.44	1.75	0.00	19.20	21.13	0.02	0.05	35%
18.50	17.50	0.88	0.41	1.63	0.00	19.95	21.95	0.02	0.05	33%
19.50	18.50	0.93	0.38	1.51	0.00	20.70	22.78	0.02	0.05	31%
20.50	19.50	0.98	0.35	1.41	0.00	21.45	23.60	0.02	0.05	30%
21.50	20.50	1.03	0.33	1.31	0.00	22.20	24.43	0.02	0.05	28%
22.50	21.50	1.08	0.31	1.22	0.00	22.95	25.25	0.02	0.05	27%
23.50	22.50	1.13	0.29	1.14	0.00	23.70	26.08	0.02	0.05	26%
24.50	23.50	1.18	0.27	1.07	0.00	24.45	26.90	0.02	0.05	24%
25.50	24.50	1.23	0.25	1.00	0.00	25.20	27.73	0.02	0.05	23%
26.50	25.50	1.28	0.24	0.94	0.00	25.95	28.55	0.02	0.05	23%
27.50	26.50	1.33	0.22	0.88	0.00	26.70	29.38	0.02	0.05	22%
28.50	27.50	1.38	0.21	0.83	0.00	27.45	30.20	0.02	0.05	21%
29.50	28.50	1.43	0.20	0.78	0.00	28.20	31.03	0.02	0.05	20%



EOTECNIA &
IMENTACIONES
Compañía de Diseño y Consultoría

ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACION

Proyecto: UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA - CAJICÁ

Tomado "Foundation Analysis and Design" de Joseph Bowles
q aplicado = 4.00ton/m²
q alivio = 0.00ton/m²

Kv= 36t/m³

$\sum \Delta h$ en 20años = 11.06cm

prof	Z	Z/B	$\Delta q/q_0$	Δq	Δqa	Po	Pc'	Cc/(1+eo)	Crl/(1+eo)	$\sum \Delta h$ =	rebote	recomp
30.50	29.50	1.48	0.19	0.74	0.00	28.95	31.85	0.02	0.05	20%	0.00cm	11.06cm
31.50	30.50	1.53	0.18	0.70	0.00	29.70	32.68	0.02	0.05	19%	0.00m	0.00m
32.50	31.50	1.58	0.17	0.66	0.00	30.45	33.50	0.02	0.05	18%	0.00m	0.00m
33.50	32.50	1.63	0.16	0.63	0.00	31.20	34.33	0.02	0.05	18%	0.00m	0.00m
34.50	33.50	1.68	0.15	0.60	0.00	31.95	35.15	0.02	0.05	17%	0.00m	0.00m
35.50	34.50	1.73	0.14	0.57	0.00	32.71	35.98	0.02	0.05	17%	0.00m	0.00m
36.50	35.50	1.78	0.13	0.54	0.00	33.46	36.80	0.02	0.05	16%	0.00m	0.00m
37.50	36.50	1.83	0.13	0.51	0.00	34.21	37.63	0.02	0.05	16%	0.00m	0.00m
38.50	37.50	1.88	0.12	0.49	0.00	34.96	38.45	0.02	0.05	15%	0.00m	0.00m
39.50	38.50	1.93	0.12	0.47	0.00	35.71	39.28	0.02	0.05	15%	0.00m	0.00m
40.50	39.50	1.98	0.11	0.44	0.00	36.46	40.10	0.02	0.05	15%	0.00m	0.00m
41.50	40.50	2.03	0.11	0.42	0.00	37.21	40.93	0.02	0.05	14%	0.00m	0.00m

	Fecha: Feb-20-01
ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL	Rev. No.: 0
	TFT-22

PROYECTO: GYC 1106-1164 - UNIMILITAR
SOLICITANTE: O
DESCRIPCIÓN: LIMO ARCILLOSO GRIS VERDOSO
FECHA: FEBRERO 7 DE 2007

PERFORACIÓN: 4
MUESTRA: 4
PROFUNDIDAD.(m): 3.0 - 3.5

Fecha: Feb-20-01
Rev. No.: 0
TFT-22

DIMENSIONES DEL ANILLO (MUESTRA)	
ALTURA	1,87 cm
DIÁMETRO	5,085 cm
ÁREA	20,31 cm ²

GRADO DE SATURACIÓN (Sr)		
Wn (%)	ENSAYO	
	Inicial	Final
132,00	1,00	1,15

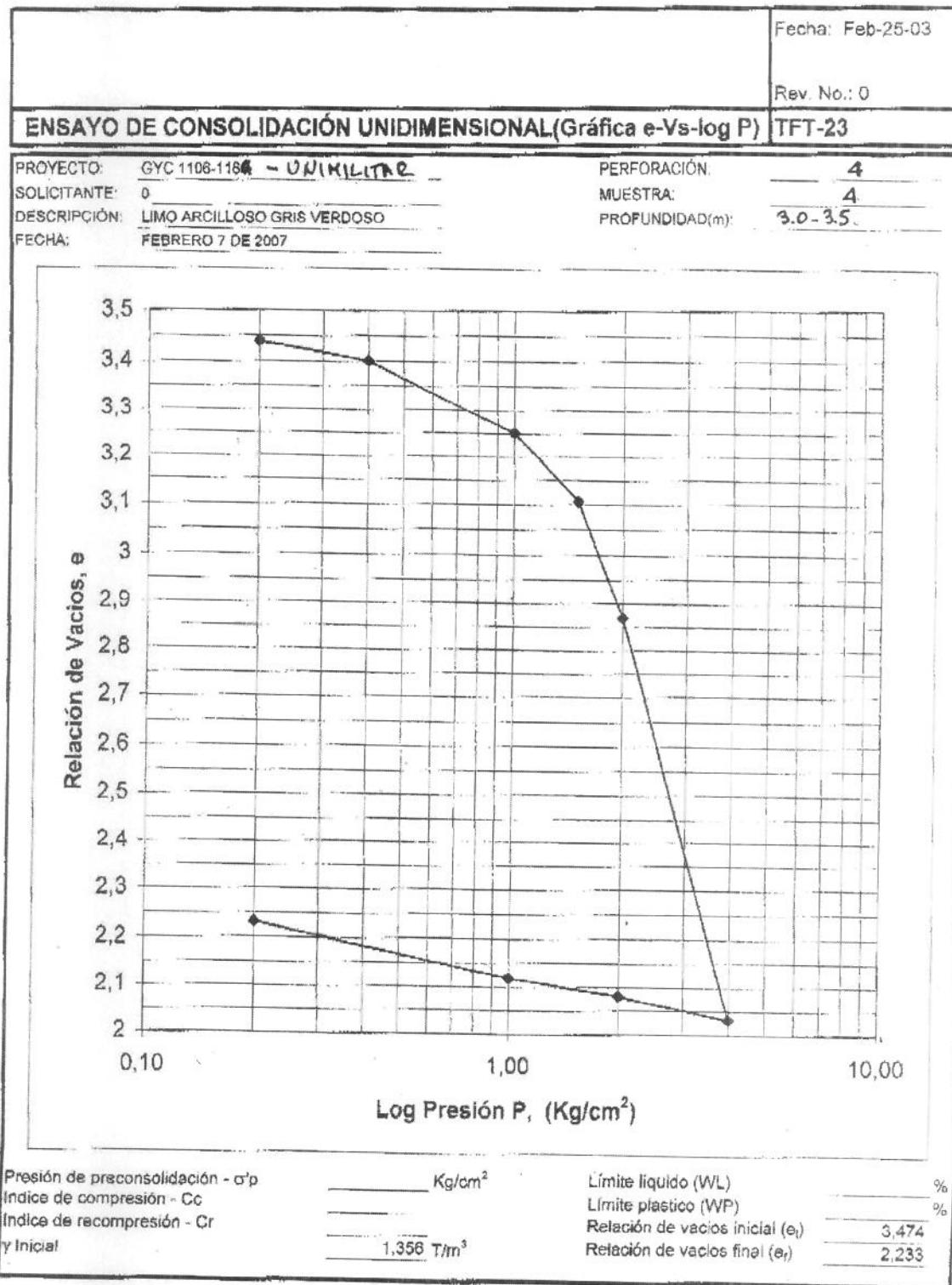
HUMEDAD

PERCÉPCION	Initial	Final
Peso anillo+muestra humeda	gr 189,73	182,10
Peso anillo+muestra seca	gr 140,24	140,24
Peso anillo	gr 118,23	118,23
Peso del agua	gr 29,49	21,86
Peso seco seco	gr 22,01	22,01
Humedad ensayo	% 133,97	99,30
Humedad natural Wn	% 132,00	

DATOS FINALES DEL ENSAYO

Altura inicial de la muestra	1.87 cm
Lectura inicial deformímetro	0.0000 cm
Lectura final deformímetro	0.5136 cm
Cambio en altura de la muestra	0.5136 cm
Volumen de agua al final del ensayo	21.85771 cm ³
Altura de sólidos	0.42 cm

LABORATORISTA



LABORATORISTA _____

	Fecha: Feb-20-01
	Rev. No.: 0
ENsayo de CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL	TFT-22

PROYECTO: UNIVERSIDAD MILITAR 1206-1184
SOLICITANTE: 0
DESCRIPCIÓN: LIMO ARCILLOSO GRIS OSCURO
FECHA: 03/01/1900

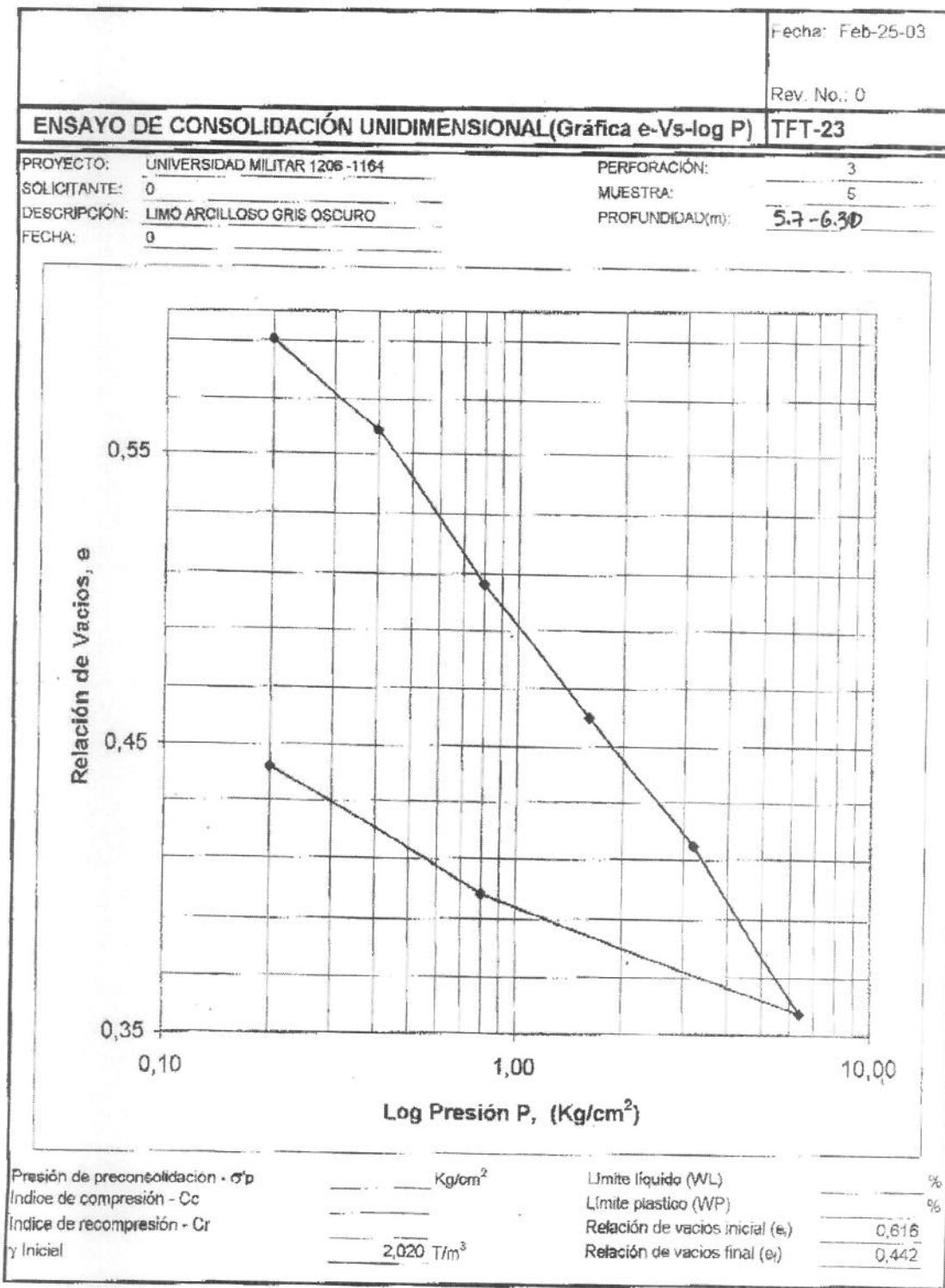
PERFORACIÓN: 3
MUESTRA: 5
PROFUNDIDAD.(m): 5.3 - 6.30

DIMENSIONES DEL ANILLO (MUESTRA)	
ALTURA	1,87 cm
DIAMETRO	5,086 cm
ÁREA	20,31 cm ²

GRADO DE SATURACIÓN (Si)		
Wn (%)	ENSAYO	
	Iniciar	Final
22,50	1,00	1,77

HUMEDAD			
PESO DE LA MUESTRA		Inicial	Final
Peso anillo+muestra humeda	gr	194,96	198,86
Peso anillo+muestra seca	gr	180,49	180,49
Peso anillo	gr	118,23	118,23
Peso del agua	gr	14,47	18,37
Peso suelo seco	gr	62,26	62,36
Humedad ensayo	%	23,24	29,60
Humedad natural Wn	%	22,50	

DATOS FINALES DEL ENSAYO	
Altura inicial de la muestra	1.87 cm
Lectura inicial deformímetro	0.0000 cm
Lectura final deformímetro	0.2003 cm
Cambio en altura de la muestra	0.2003 cm
Volumen de agua al final del ensayo	18,367 cm ³
Altura de sólidos	1.16 cm



LABORATORISTA _____

	Fecha:Feb-20-01
	Rev. No.: 0
ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL	TFT-22

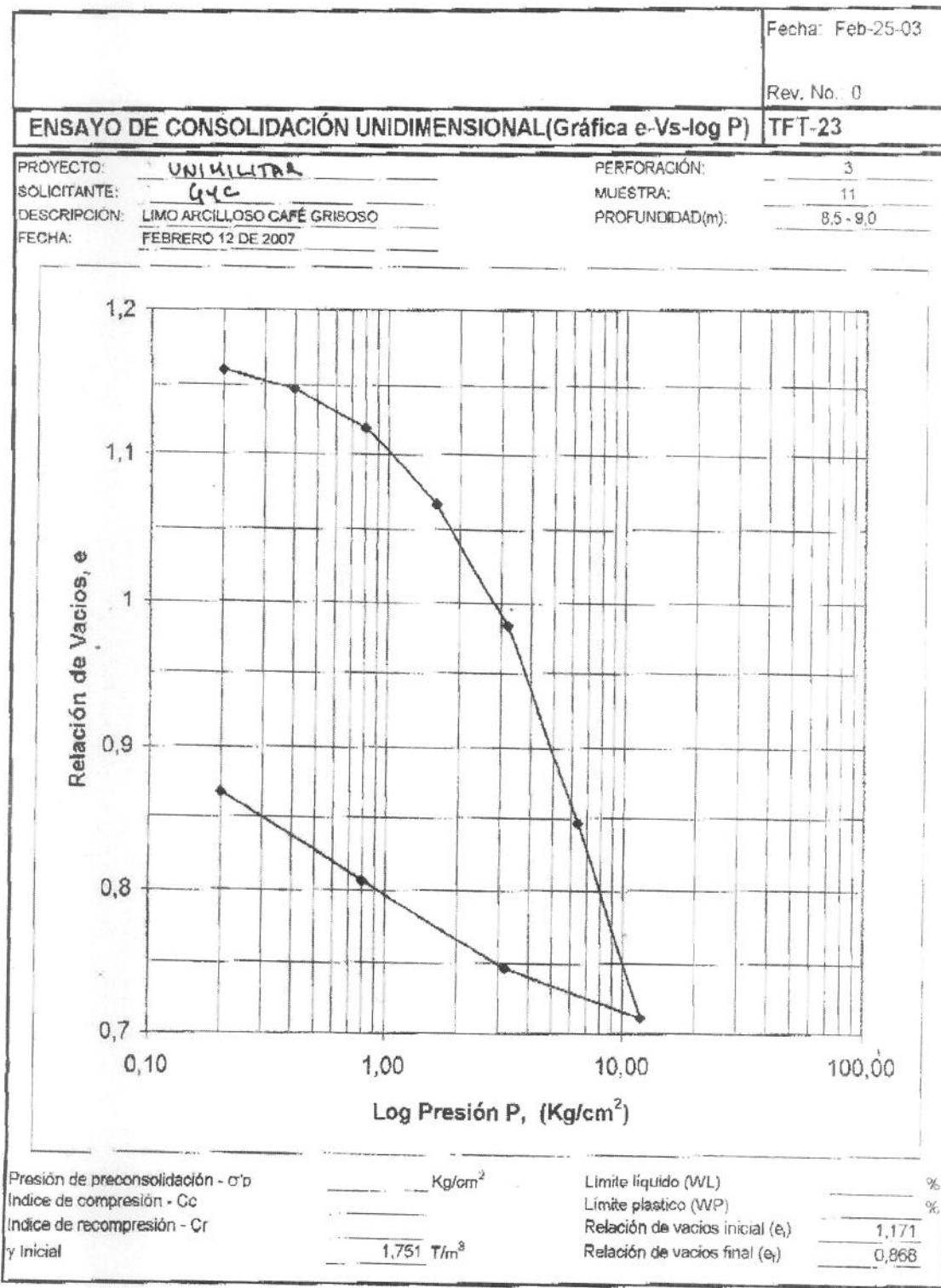
PROYECTO: UNIKILITAR PERFORACIÓN: 5
 SOLICITANTE: Gyc MUESTRA: 11
 DESCRIPCIÓN: LIMO ARCILLOSO CAFÉ GRISOSO PROFUNDIDAD (m): 8.5 - 9.0
 FECHA: FEBRERO 12 DE 2007

DIMENSIONES DEL ANILLO (MUESTRA)	
ALTURA	1,87 cm
DIÁMETRO	6,085 cm
ÁREA	20,31 cm ²

GRADO DE SATURACIÓN (S)		
Wn (%)	ENSAYO	
	Inicial	Final
44,20	1,00	1,12

HUMEDAD

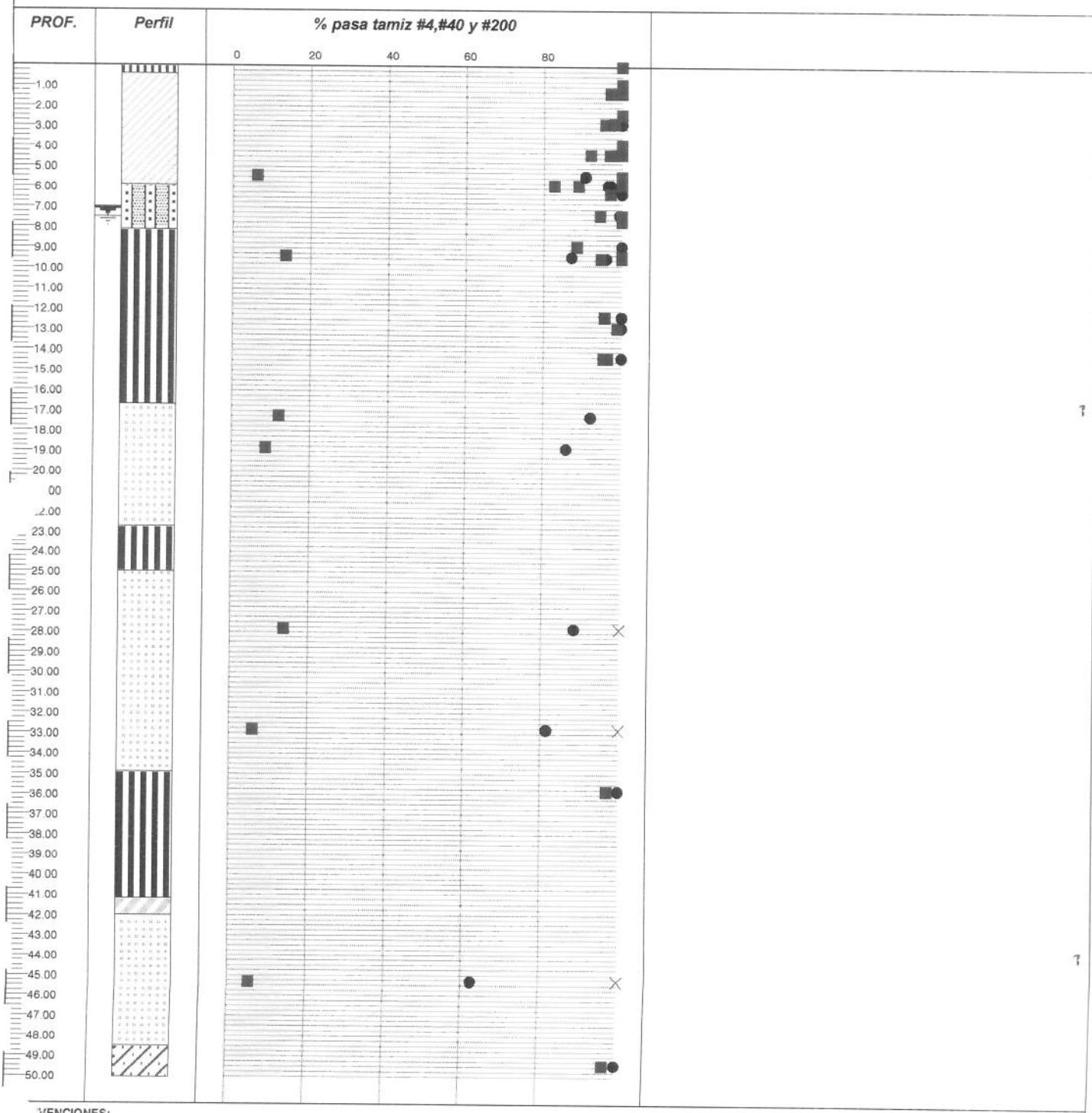
DATOS FINALES DEL ENSAYO



LABORATORISTA _____

RESUMEN GENERAL

PROYECTO: UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA Cajicá



VENCIONES:

- ✗ Pasa tamiz #4
- Pasa tamiz #40
- Pasa tamiz #200

ANALISIS DE LICUACIÓN
CAMPUS UNIVERSIDAD MILITAR - CAJICA
Perforación PT-1 - Ciencias
PESO VOLUMET 1.55 t/m³
PROF AGUA 7.5 m

Amax/g= 0.2
FS= 1

PROF (m)	N(SPT) (golpe por pie)			% P200	ESF V (total)	PRESION AGUA	ESF V (efectivo)	ESF CORTANTE	
	DE	A	MIN	REAL	CORREG			ADMS To	ACT Tav
0.0 - 0.5	6	14	29.244	90%	0.3875	0	0.3875	0.1259097	0.0501891
0.5 - 1.0	7	14	24.1	90%	1.1625	0	1.1625	0.3112938	0.1494516
1.0 - 1.5	7	13	20.158	90%	1.9375	0	1.9375	0.4339574	0.2472267
1.5 - 2.0	8	13	18.695	90%	2.7125	0	2.7125	0.5634549	0.3435144
2.0 - 2.5	8	13	17.603	90%	3.4875	0	3.4875	0.6821063	0.4383146
2.5 - 3.0	9	5	6.4348	90%	4.2625	0	4.2625	0.3047573	0.5316273
3.0 - 3.5	9	5	6.1554	90%	5.0375	0	5.0375	0.3445335	0.6234526
3.5 - 4.0	9	5	5.9162	90%	5.8125	0	5.8125	0.3820859	0.7137904
4.0 - 4.5	10	5	5.7069	90%	6.5875	0	6.5875	0.4177127	0.8026408
4.5 - 5.0	10	5	5.5209	90%	7.3625	0	7.3625	0.4516418	0.8900038
5.0 - 5.5	10	5	5.3536	90%	8.1375	0	8.1375	0.4840524	0.9758793
5.5 - 6.0	10	5	5.2015	90%	8.9125	0	8.9125	0.5150897	1.0602673
6.0 - 6.5	10	11	11.137	90%	9.6875	0	9.6875	1.1987217	1.1431679
6.5 - 7.0	11	11	10.853	90%	10.4625	0	10.4625	1.2617091	1.224581
7.0 - 7.5	11	11	10.591	90%	11.2375	0	11.2375	1.322348	1.3045067
7.5 - 8.0	11	11	10.423	90%	12.0125	0.25	11.7625	1.3621749	1.382945
8.0 - 8.5	12	11	10.338	90%	12.7875	0.75	12.0375	1.3826515	1.4598958
8.5 - 9.0	12	3	2.7967	90%	13.5625	1.25	12.3125	0.3826013	1.5353591
9.0 - 9.5	12	3	2.7745	90%	14.3375	1.75	12.5875	0.3880473	1.609335
9.5 - 10.0	13	3	2.7528	90%	15.1125	2.25	12.8625	0.3934264	1.6818234
10.0 - 10.5	13	3	2.7316	90%	15.8875	2.75	13.1375	0.3987399	1.7528244
10.5 - 11.0	14	3	2.7108	90%	16.6625	3.25	13.4125	0.4039892	1.8223379
11.0 - 11.5	14	3	2.6905	90%	17.4375	3.75	13.6875	0.4091757	1.890364
11.5 - 12.0	14	3	2.6705	90%	18.2125	4.25	13.9625	0.4143006	1.9569027
12.0 - 12.5	14	3	2.6509	90%	18.9875	4.75	14.2375	0.4193651	2.0219538
12.5 - 13.0	15	3	2.6318	90%	19.7625	5.25	14.5125	0.4243705	2.0855176
13.0 - 13.5	15	3	2.6129	90%	20.5375	5.75	14.7875	0.4293177	2.1475938
13.5 - 14.0	15	6	5.1889	90%	21.3125	6.25	15.0625	0.8684157	2.2081827
14.0 - 14.5	15	6	5.1526	90%	22.0875	6.75	15.3375	0.8780842	2.267284
14.5 - 15.0	16	6	5.1169	90%	22.8625	7.25	15.6125	0.8876428	2.324898

*** ZONAS POTENCIALES DE LICUACION
ESFUERZOS Y CORTANTES EN Tn/m²

Bibliografia: *BOLTON SEED H. (1982) "Ground Motions and Soil Liquefaction During Earthquakes". KRAMER S. L. (1996). "Geotechnical Earthquake Engineering"*

PROF (m)	N(SPT) (golpe por pie)			% P200	ESF V (total)	PRESION AGUA	ESF V (efectivo)	ESF CORTANTE	
	DE	A	MIN	REAL	CORREG			ADMS To	ACT Tav
0.0 - 0.5	6	12	25.066	90%	0.3875	0	0.3875	0.1079226	0.0501891
0.5 - 1.0	7	12	20.657	90%	1.1625	0	1.1625	0.2668233	0.1494516
1.0 - 1.5	7	30	46.519	90%	1.9375	0	1.9375	1.0014401	0.2472267
1.5 - 2.0	8	30	43.143	90%	2.7125	0	2.7125	1.3002806	0.3435144
2.0 - 2.5	8	13	17.603	90%	3.4875	0	3.4875	0.6821063	0.4383146
2.5 - 3.0	9	13	16.73	90%	4.2625	0	4.2625	0.7923689	0.5316273
3.0 - 3.5	9	13	16.004	90%	5.0375	0	5.0375	0.8957871	0.6234526
3.5 - 4.0	9	13	15.382	90%	5.8125	0	5.8125	0.9934232	0.7137904
4.0 - 4.5	10	8	9.131	90%	6.5875	0	6.5875	0.6683404	0.8026408
4.5 - 5.0	10	8	8.8335	90%	7.3625	0	7.3625	0.7226268	0.8900038
5.0 - 5.5	10	27	28.909	90%	8.1375	0	8.1375	2.6138831	0.9758793
5.5 - 6.0	10	27	28.088	90%	8.9125	0	8.9125	2.7814846	1.0602673
6.0 - 6.5	10	50	50.621	90%	9.6875	0	9.6875	5.4487348	1.1431679
6.5 - 7.0	11	50	49.334	90%	10.4625	0	10.4625	5.7350414	1.224581
7.0 - 7.5	11	14	13.584	90%	11.2375	0.25	10.9875	1.658406	1.3045067
7.5 - 8.0	11	14	13.468	90%	12.0125	0.75	11.2625	1.6854306	1.382945
8.0 - 8.5	12	14	13.356	90%	12.7875	1.25	11.5375	1.7121059	1.4598958
8.5 - 9.0	12	14	13.245	90%	13.5625	1.75	11.8125	1.7384402	1.5353591
9.0 - 9.5	13	11	10.322	90%	14.3375	2.25	12.0875	1.3863468	1.609335
9.5 - 10.0	13	11	10.24	90%	15.1125	2.75	12.3625	1.4065206	1.6818234
10.0 - 10.5	14	11	10.159	90%	15.8875	3.25	12.6375	1.4264443	1.7528244
10.5 - 11.0	14	11	10.079	90%	16.6625	3.75	12.9125	1.4461235	1.8223379
11.0 - 11.5	14	16	14.548	90%	17.4375	4.25	13.1875	2.1317283	1.890364
11.5 - 12.0	14	16	14.438	90%	18.2125	4.75	13.4625	2.1596633	1.9569027
12.0 - 12.5	15	16	14.33	90%	18.9875	5.25	13.7375	2.1872644	2.0219538
12.5 - 13.0	15	16	14.224	90%	19.7625	5.75	14.0125	2.2145382	2.0855176
13.0 - 13.5	15	18	15.885	90%	20.5375	6.25	14.2875	2.5216774	2.1475938
13.5 - 14.0	16	18	15.77	90%	21.3125	6.75	14.5625	2.5516454	2.2081827
14.0 - 14.5	16	12	10.438	90%	22.0875	7.25	14.8375	1.720844	2.267284
14.5 - 15.0	16	12	10.364	90%	22.8625	7.75	15.1125	1.7403638	2.324898

*** ZONAS POTENCIALES DE LICUACION
ESFUERZOS Y CORTANTES EN Tn/m²

Bibliografia: BOLTON SEED H.(1982) " Ground Motions and Soil Liquefaction During Earthquakes"
KRAMER S. L.(1996). "Geotechnical Earthquake Engineering"



Compañía de Diseño y Consultoría

ANALISIS DE LICUACIÓN
CAMPUS UNIVERSIDAD MILITAR - CAJICA
Perforación PT-2 - Ciencias
PESO VOLUMET 1.55 t/m³
PROF AGUA 7.5 m

Amax/g= 0.2
FS= 1

PROF (m)		N(SPT) (golpe por pie)			% P200	ESF V (total)	PRESION AGUA	ESF V (efectivo)	ESF CORTANTE	
DE	A	MIN	REAL	CORREG					ADMS To	ACT Tav
0.0	- 0.5	6	14	29.244	90%	0.3875	0	0.3875	0.1259097	0.0501891
0.5	- 1.0	7	14	24.1	90%	1.1625	0	1.1625	0.3112938	0.1494516
1.0	- 1.5	7	23	35.664	90%	1.9375	0	1.9375	0.7677708	0.2472267
1.5	- 2.0	8	23	33.076	90%	2.7125	0	2.7125	0.9968818	0.3435144
2.0	- 2.5	8	23	31.143	90%	3.4875	0	3.4875	1.2068034	0.4383146
2.5	- 3.0	9	23	29.6	90%	4.2625	0	4.2625	1.4018834	0.5316273
3.0	- 3.5	9	7	8.6176	90%	5.0375	0	5.0375	0.4823469	0.6234526
3.5	- 4.0	9	7	8.2826	90%	5.8125	0	5.8125	0.5349202	0.7137904
4.0	- 4.5	10	7	7.9896	90%	6.5875	0	6.5875	0.5847978	0.8026408
4.5	- 5.0	10	7	7.7293	90%	7.3625	0	7.3625	0.6322985	0.8900038
5.0	- 5.5	10	7	7.495	90%	8.1375	0	8.1375	0.6776734	0.9758793
5.5	- 6.0	10	7	7.2821	90%	8.9125	0	8.9125	0.7211256	1.0602673
6.0	- 6.5	10	7	7.0869	90%	9.6875	0	9.6875	0.7628229	1.1431679
6.5	- 7.0	11	6	5.92	90%	10.4625	0	10.4625	0.688205	1.224581
7.0	- 7.5	11	6	5.7767	90%	11.2375	0	11.2375	0.7212808	1.3045067
7.5	- 8.0	11	6	5.6851	90%	12.0125	0.25	11.7625	0.7430045	1.382945
8.0	- 8.5	12	6	5.6387	90%	12.7875	0.75	12.0375	0.7541736	1.4598958
8.5	- 9.0	12	6	5.5934	90%	13.5625	1.25	12.3125	0.7652026	1.5353591
9.0	- 9.5	12	6	5.549	90%	14.3375	1.75	12.5875	0.7760946	1.609335
9.5	- 10.0	13	6	5.5057	90%	15.1125	2.25	12.8625	0.7868528	1.6818234
10.0	- 10.5	13	6	5.4632	90%	15.8875	2.75	13.1375	0.7974798	1.7528244
10.5	- 11.0	14	6	5.4217	90%	16.6625	3.25	13.4125	0.8079785	1.8223379
11.0	- 11.5	14	5	4.4841	90%	17.4375	3.75	13.6875	0.6819595	1.890364
11.5	- 12.0	14	5	4.4509	90%	18.2125	4.25	13.9625	0.690501	1.9569027
12.0	- 12.5	14	5	4.4182	90%	18.9875	4.75	14.2375	0.6989419	2.0219538
12.5	- 13.0	15	5	4.3863	90%	19.7625	5.25	14.5125	0.7072841	2.0855176
13.0	- 13.5	15	5	4.3549	90%	20.5375	5.75	14.7875	0.7155294	2.1475938
13.5	- 14.0	15	6	5.1889	90%	21.3125	6.25	15.0625	0.8684157	2.2081827
14.0	- 14.5	15	6	5.1526	90%	22.0875	6.75	15.3375	0.8780842	2.267284
14.5	- 15.0	16	7	5.9697	90%	22.8625	7.25	15.6125	1.0355832	2.324898

*** ZONAS POTENCIALES DE LICUACION
ESFUERZOS Y CORTANTES EN Tn/m²

Bibliografia: BOLTON SEED H (1982) "Ground Motions and Soil Liquefaction During Earthquakes".
KRAMER S. L. (1996). "Geotechnical Earthquake Engineering"