

**REVISION DE CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACION
PARA EL CERRAMIENTO EXTERIOR DEL CAMPUS UNIVERSITARIO
“HACIENDA RIO GRANDE – EL RECREO”
UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA**

INTRODUCCION

En el presente documento se dan a conocer los aspectos más importantes, dentro de la revisión hecha a la capacidad portante del suelo de fundación para la alternativa seleccionada de cerramiento exterior en el campus de la Universidad Militar Nueva Granada en la sede “Hacienda Río Grande – El Recreo”, así como también se dan algunas recomendaciones para el sistema de cimentación que se pretende utilizar para el mismo. Como información de referencia se pudo contar con los registros de exploración del subsuelo realizada mediante los sondeos AP-1, AP-2 y AP-3 junto con los resultados de ensayos de laboratorio realizados a muestras obtenidas en dichos sondeos, toda esta información fue suministrada directamente por INCOPLAN.

CONDICIONES DEL SUBSUELO

Mediante la exploración del subsuelo realizada a través de los sondeos AP-1, AP-2 y AP-3 (con profundidades entre 1.90 y 2.30 m) se pudo establecer que el suelo en la zona presenta una capa vegetal con un espesor entre 0.15 y 0.20 m. Subyaciendo a la capa vegetal se presenta una secuencia de limos y arcillas de alta compresibilidad, con humedades entre baja y media y consistencia entre media y dura. Se puede decir que el suelo de fundación para el cerramiento exterior del campus consiste en suelos finos de alta compresibilidad, susceptibles a cambios volumétricos por las variaciones de humedad y característicos de la Sabana de Bogotá. Los registros de los diferentes sondeos pueden verse en las Figuras 1 a 3, que se presentan más adelante.

Mediante la información obtenida a través de los ensayos de laboratorio realizados (ensayos de propiedades índices, granulometría y compresión inconfiada) se pueden definir los siguientes rangos de propiedades del suelo de fundación:

PÁRAMETRO	RANGO DE VALORES
Humedad natural (%)	17.30 – 31.00
Límite líquido, LL (%)	52 – 66
Límite plástico, LP (%)	31 – 24
Índice de plasticidad, IP (%)	25 – 36
Compresión inconfiada, q_u (T/m²)	7.34 – 14.77
Contenido de finos (T_{200})	97.20 – 99.30

Tabla 1. Rangos de propiedades del suelo

Los resultados de los ensayos de laboratorio pueden verse en el Cuadro 1 que se anexa al final del documento.

REVISION DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO Y RECOMENDACIONES ADICIONALES PARA EL SISTEMA DE FUNDACION

Con base en la información encontrada en la etapa de exploración e investigación se procedió a revisar la capacidad portante del suelo de fundación, considerando la condición de carga no drenada, que sería la más desfavorable. El valor de resistencia al corte no drenado del suelo de fundación fue asumido como 3.67 T/m^2 , correspondiente al más bajo determinado a partir de las pruebas de compresión inconfinaada realizadas.

El cálculo de la capacidad portante fue realizado considerando las condiciones de cimentación superficial cuadrada y de cimentación superficial continua, los resultados fueron los siguientes:

CONDICION	CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE NETA (T/m^2)
Cimentación superficial cuadrada	11.12
Cimentación superficial continua	9.48

Tabla 2. Valores de capacidad portante del suelo estimados

Los detalles de los cálculos realizados se presentan en los cuadros 2 y 3 que se pueden observar más adelante. Los valores de capacidad portante estimados muestran que el sistema de cimentación es estable desde el punto de vista de su comportamiento por esfuerzos, ya que los valores de presión admisible del suelo son bastante mayores a la sobrecarga producida por el peso del cerramiento exterior. Sin embargo se debe tener presente que el sistema de fundación del cerramiento puede presentar problemas, en lo que se refiere a la estabilidad frente a deformaciones, debido a los eventos de contracción (en épocas secas) y de expansión (en épocas de alta precipitación) que puede sufrir el suelo de fundación.

Por lo anterior se recomienda que bajo las zapatas que hacen parte del sistema de fundación se construyan pilotes con longitudes entre 4 y 6 metros de longitud, y diámetro entre 0.15 y 0.20 metros, que garanticen que el nivel de fundación sobrepase la zona activa, la cual es susceptible de la variación del nivel freático y que puede provocar fallas en el sistema de fundación por deformaciones.

Bajo cada zapata puede construirse un pilote de estas dimensiones, y su construcción puede realizarse empleando procedimientos de tipo manual. Los valores de carga de trabajo estimados para los pilotes de longitudes de 4, 5 y 6 metros y diámetros de 0.15 y 0.20 metros (considerando la condición de carga no drenada) se pueden ver en el Cuadro 4 que se anexa al final del presente documento.

Para la evaluación de la capacidad de carga de los pilotes propuestos se ha asumido que las características geomecánicas son similares hasta la profundidad de los pilotes evaluados. Durante construcción estas hipótesis se deben verificar con barrenos manuales de comprobación.

Es importante que el laboratorio de suelos, dentro de los procedimientos de calidad, corrija los archivos con las unidades de resistencia a la compresión inconfiada, y que se reporten los valores correctos de peso unitario seco y húmedo de las muestras ensayadas en las compresiones inconfiadas.

GEOSOLUCIONES LTDA
Ingeniero consultores.


		JVR ESTUDIOS Y DISEÑOS EU LABORATORIO DE INGENIERIA CIVIL		REGISTRO DE EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO ESTRATIGRAFÍA					F-LAB-025-AGO-06
Proyecto: <u>MURO UNIVERSIDAD MILITAR</u>		Contratista: <u>INCOPLAN</u>		Apique: _____		Sondeo: <u>1</u>		Fecha: <u>28-Ago</u>	
Ubiación: _____		Atn: <u>Ing Santiago paez</u>							
PROF. m COTAS	MUESTRA No.	U.S.C.S.	SIMBOLO	DESCRIPCION DEL MATERIAL	% Wh	L.L	I.P	% PASA No. 200	
0.20				CAPA VEGETAL					
0.20 1.20 1.20	1	MH		LIMO ARCILLOSO COMPRESIBILIDAD ALTA * LIMO ARCILLOSO COLOR CAFÉ CON OXIDACIONES W% MEDIA CONSISTENCIA FIRME	31.0	65.5	31.3	97.2	
1.20 2.30	2	CH		ARCILLA GRASOSA DE ALTA COMPRESIBILIDAD * ARCILLA GRASOSA COLOR GRIS CLARO CON OXIDACIONES CONSISTENCIA FIRME W% BAJA	21.1	54.1	31.6	98.3	
				IDEN					
OBSERVACIONES: * DESCRIPCIÓN DE CAMPO _____ _____ _____									
Escribir N.A. cuando No Aplica. No dejar espacios en blanco.									
Firma	ELABORO	REVISO	APROBÓ						
Nombre	J.A.T	N.B.R							
Cargo	LABORATORISTA	JEFE LAB							
Fecha									

Figura 1. Registro de exploración del subsuelo – Sondeo 1 (Suministrado por INCOPLAN)


		JVR ESTUDIOS Y DISEÑOS EU LABORATORIO DE INGENIERIA CIVIL		REGISTRO DE EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO ESTRATIGRAFÍA					F-LAB-025-AGO-06
Proyecto: <u>ESTUDIO DE SUELOS PARA MURO UNIVERSIDAD MILITAR</u>		Contratista: <u>ING. SANTIAGO PAEZ</u>		Apique: _____		Sondeo: <u>2</u>		Fecha: <u>28-Ago</u>	
Ubiación: _____		Interventor: _____							
PROF. m COTAS	MUESTRA No.	U.S.C.S.	SIMBOLO	DESCRIPCION DEL MATERIAL	% Wh	L.L	I.P	% PASA No. 200	
0.15				CAPA VEGETAL					
0.15	1	MH		LIMO ARCILLOSO COMPRESIBILIDAD ALTA	29.7	60.7	26.3	99.1	
0.80				* ARCILLA LIMOSA COLOR CAFÉ CON PRESENCIA DE RAICES Y OXIDACIONES CONSISTENCIA DURA W% BAJA					
0.80	2	CH		ARILLA GRASOSA COMPRESIBILIDAD ALTA	17.3	57.2	36.0	99.3	
1.10				* ARCILLA GRASOSA CLOR GRIS CLARO CONSISTENCIA MUY DURA W% BAJA BIEN CONSOLIDADA					
1.90				IDEN SE PRESENTA MAS CONSOLIDADA					
OBSERVACIONES: * DESCRIPCIÓN DE CAMPO _____ _____ _____									
Escribir N.A. cuando No Aplica. No dejar espacios en blanco.									
Firma	ELABORO	REVISO	APROBÓ						
Nombre	J.A.T	N.B.R							
Cargo	LABORATORISTA	JEFE LAB							
Fecha									

Figura 2. Registro de exploración del subsuelo – Sondeo 2 (Suministrado por INCOPLAN)


		JVR ESTUDIOS Y DISEÑOS EU LABORATORIO DE INGENIERIA CIVIL		REGISTRO DE EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO ESTRATIGRAFÍA					F-LAB-025-AGO-06
Proyecto: <u>ESTUDIO DE SUELOS PARA MURO UNIVERSIDAD MILITAR</u>		Contratista: <u>ING. SANTIAGO PAEZ</u>		Apique: _____		Sondeo: <u>3</u>		Fecha: <u>28-Ago</u>	
Ubiación: _____		Interventor: _____							
PROF. m COTAS	MUESTRA No.	U.S.C.S.	SIMBOLO	DESCRIPCION DEL MATERIAL	% Wh	L.L	I.P	% PASA No. 200	
0.25				CAPA VEGETAL					
0.25 PDC	1	CH		ARCILLA GRASOSA COMPRESIBILIDAD ALTA * ARCILLA LIMOSA COLOR CAFÉ CON PRESENCIA DE RAICES Y OXIDACIONES CONSISTENCIA DURA W% BAJA	28.6	51.9	24.4	97.8	
0.80 0.80									
SHELLBY 0,90m	2	CH		ARCILLA GRASOSA ALTA COMPRESIBILIDAD * ARCILLA GRASOSA CLOR GRIS CLARO CONSISTENCIA MUY DURA W% BAJA BIEN CONSOLIDADA	20.5	52.0	28.8	98.8	
1.98				IDEN SE PRESENTA MAS CONSOLIDADA					
OBSERVACIONES: * DESCRIPCIÓN DE CAMPO _____ _____ _____									
Escribir N.A. cuando No Aplica. No dejar espacios en blanco.									
Firma	ELABORO	REVISO	APROBÓ						
Nombre	J.A.T	N.B.R							
Cargo	LABORATORISTA	JEFE LAB							
Fecha									

Figura 3. Registro de exploración del subsuelo – Sondeo 3 (Suministrado por INCOPLAN)

PERFORACIÓN No.	PROFUNDIDAD		TIPO DE MUESTRA	MUESTRA No.	HUMEDAD NATURAL (%)	LIMITE LÍQUIDO (%)	LIMITE PLÁSTICO (%)	INDICE DE PLASTICIDAD (%)	GRADACION			Qu (T/m ²)	Cu (T/m ²)	PESO E Gs	PESO UNITARIO (t/m ³)	CLASIFICACION		Indice de Grupo																				
	DE (m)	A (m)							GRAVA (%)	ARENA (%)	FIJOS (%)					USCS	AASHTO																					
AP - 1	0.20	1.20	SH	1	31.00	66	34	31	0.00	2.80	97.20					MH	A - 7 - 5	38																				
	1.20	1.30	SH	2	21.10	54	23	32	0.00	1.70	98.30	7.34	3.67		0.23	CH	A - 7 - 6	35																				
AP - 2	0.15	0.80	SH	1	29.70	61	34	26	0.00	0.90	99.10					MH	A - 7 - 5	33																				
	0.80	1.97	SH	2	17.30	57	21	36	0.00	0.70	99.30	9.26	4.63		0.43	CH	A - 7 - 6	40																				
AP - 3	0.25	0.80	SH	1	28.60	52	27	25	0.00	2.20	97.80					CH	A - 7 - 6	28																				
	1.20	2.30	SH	2	20.50	52	23	29	0.00	1.20	98.80	14.77	7.39		0.29	CH	A - 7 - 6	32																				
UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA						PLAN MAESTRO CAMPUS UNIVERSITARIO "HACIENDA RIO GRANDE - EL RECREO" MUNICIPIO DE CAJICA, CND					Geosoluciones Ltda			Cuadro de resultados de ensayos de laboratorio, Sondeos AP-1, AP-2 y AP-3																								

Cuadro 1. Resultados de ensayos de laboratorio

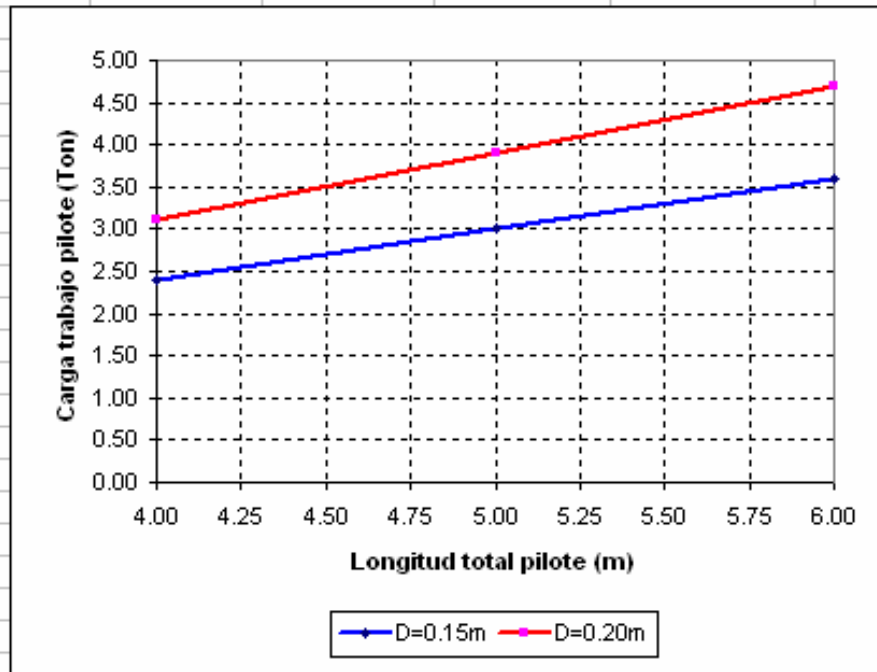
CAPACIDAD PORTANTE DE UNA CIMENTACION SUPERFICIAL				
CONTINUA EN CONDICIÓN NO DRENADA				
DATOS DE ENTRADA				
Ancho de la zapata, B, (m)	0.60	B/L =0	0.006	
Cohesión del suelo (Ton/m ²)	3.67			
Ángulo de fricción del suelo (grados)	0			
Profundidad de la sobrecarga, Df, (m)	1.00			
Altura del Nivel Freático Z _{NF} (m)	6.00			
Peso unitario de la sobrecarga γ_{1T} (Ton/m ²)	1.80			
Peso unitario saturado de la sobrecarga γ_{1SAT} (Ton/m ²)	1.80			
Peso unitario del estrato γ_{2T} (Ton/m ²)	1.80			
Peso unitario del estrato $\gamma_{2 SAT}$ (Ton/m ²)	1.80			
Peso unitario del agua γ_w (Ton/m ²)	1.00			
CÁLCULOS				
ESFUERZO ÚLTIMO DE CIMENTACIÓN $q_u = c.Nc.Fcs.Fcd + qo'.Nq.Fqs.Fqd + 1/2\gamma_2.B.N\gamma.F\gamma d$				
ESFUERZO ÚLTIMO DE CIMENTACIÓN $q_u =$	28.45	ton/m ²		
FACTOR DE SEGURIDAD, FS,	3.00			
SOBRE CARGA =	0.00	ton/m ²		
CAPACIDAD PORTANTE NETA DE SEGURIDAD, q_n	9.48	ton/m ²		
Esfuerzo vertical efectivo de la sobrecarga qo' (ton/m)	1.80	1		
Peso unitario del estrato	1.80			
Según Vesic				
Factor de capacidad portante por la sobrecarga $Nq =$	1.00			
Factor de capacidad portante por la cohesión $Nc =$	5.14			
Factor de capacidad portante por el peso del suelo $N\gamma =$	0.00			
Factores de corrección		a. Forma	b. Profundidad	
Cohesión	$f_{cs} =$	1.000	$f_{cd} =$	1.412
Sobrecarga	$f_{qs} =$	1.000	$f_{qd} =$	1.000
Peso propio	$f_{gs} =$	1.000	$f_{gd} =$	1.000

Cuadro 2. Cálculo de capacidad portante – cimentación continua (corrida)

CAPACIDAD PORTANTE DE UNA CIMENTACION SUPERFICIAL			
CUADRADA EN CONDICIÓN NO DRENADA			
DATOS DE ENTRADA			
Ancho de la zapata, B, (m)	1.00		
Longitud de la zapata, L (m)	1.00		
Cohesión del suelo (Ton/m ²)	3.67		
Ángulo de fricción del suelo (grados)	0		
Profundidad de la sobrecarga, Df, (m)	1.00		
Altura del Nivel Freático Z _{NF} (m)	6.00		
Peso unitario de la sobrecarga γ_{1T} (Ton/m ²)	1.80		
Peso unitario saturado de la sobrecarga γ_{1SAT} (Ton/m ²)	1.80		
Peso unitario del estrato γ_{2T} (Ton/m ²)	1.80		
Peso unitario del estrato $\gamma_{2 SAT}$ (Ton/m ²)	1.80		
Peso unitario del agua γ_w (Ton/m ²)	1.00		
CÁLCULOS			
ESFUERZO ÚLTIMO DE CIMENTACIÓN $q_u = c.N_c.F_{cs}.F_{cd} + q_o'.N_q.F_{qs}.F_{qd} + 1/2\gamma_2.B.N_\gamma.F_{ys}.F_{yd}$			
ESFUERZO ÚLTIMO DE CIMENTACIÓN $q_u =$	33.36	ton/m ²	
FACTOR DE SEGURIDAD, FS,	3.00		
SOBRE CARGA =	0.00	ton/m ²	
CAPACIDAD PORTANTE NETA DE SEGURIDAD, q_n	11.12	ton/m ²	
Esfuerzo vertical efectivo de la sobrecarga q_o' (ton/m)	1.80		
Peso unitario del estrato	1.80		
Según Vesic			
Factor de capacidad portante por la sobrecarga $N_q =$	1.00		
Factor de capacidad portante por la cohesión $N_c =$	5.14		
Factor de capacidad portante por el peso del suelo $N_\gamma =$	0.00		
Factores de corrección		a. Forma	b. Profundidad
Cohesión	$f_{cs} =$	1.194	$f_{cd} =$ 1.400
Sobrecarga	$f_{qs} =$	1.000	$f_{qd} =$ 1.000
Peso propio	$f_{gs} =$	0.600	$f_{gd} =$ 1.00

Cuadro 3. Cálculo de capacidad portante – cimentación cuadrada

	DIAMETRO PILOTE (m)	LONGITUD PILOTE (m)	CARGA DE TRABAJO (kN)	CARGA DE TRABAJO (Ton)
	0.15	4.00	24	2.40
	0.15	5.00	30	3.00
	0.15	6.00	36	3.60
	0.20	4.00	31	3.12
	0.20	5.00	39	3.90
	0.20	6.00	47	4.68



Cuadro 4. Carga de trabajo pilotes de fundación

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. ASOCIACION COLOMBIANA DE INGENIERIA SISMICA AIS, Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo-Resistente NSR-98, Título H – Estudios geotécnicos.
2. FANG H., Foundation Engineering Handbook, Second Edition. Ed. Chapman & Hall. 1991.
3. BOWLES JOSEPH E. Foundation analysis and design, Intl. Edition. Ed. Mc Graw Hill, Inc. 1988.
4. PRAKASH S. y SHARMA H. Pile foundations in engineering practice. Ed. Wiley Interscience. 1990