



ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE SUELOS

Proyecto: Nuevo Hospital ASSE
Colonia ciudad

Solicitante: Arq. Horacio Reggiardo
Arquitectura - ASSE

Enero 2013.-

ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE SUELOS

Solicitante: Arq. Horacio Reggiardo – Arquitectura ASSE

Proyecto: Nuevo Hospital ASSE - Colonia

Ubicación: Bvar. Batlle y Ordoñez - Colonia

Informe N°: 1120/12

1. INTRODUCCIÓN

El presente informe da cuenta de los trabajos realizados para la caracterización geotécnica de la estratigrafía del subsuelo en el predio donde se proyecta el Nuevo Hospital de Colonia.

Se trabajó en un total de 22 puntos de estudio las ubicaciones de los puntos fueron determinadas por el solicitante y se muestran en el croquis de la Figura 1.



Figura 1. Croquis de ubicación de los puntos de estudio

2. OBJETIVOS Y ALCANCE DEL ESTUDIO

En respuesta a la solicitud planteada los objetivos del estudio fueron:

- reconocimiento de los diferentes estratos presentes en el subsuelo;
- verificación directa de la existencia de napa freática y localización en profundidad respecto de la boca de la perforación;

- verificación directa de la existencia del techo de roca y localización en profundidad respecto de la boca de la perforación;
- recomendación de valores de tensiones y cargas admisibles para las distintas tipologías de fundaciones.

3. TRABAJOS DE CAMPO

Las perforaciones fueron realizadas en el período comprendido entre el 21 y el 27 de enero del 2013. Se trabajó en 22 (veintidós) puntos de estudio, realizándose perforaciones con equipamiento rotativo manual. Durante los procesos de perforación y excavación se realizaron las siguientes tareas:

- caracterización de los suelos presentes en el perfil a partir de la descripción táctil-visual de los materiales resultantes en el proceso de perforación,
- determinación directa de la existencia o no de niveles de napa freática y techo de roca, y localización de los mismos en profundidad con respecto a la boca de la perforación,
- recolección de muestras alteradas para análisis de laboratorio,
- determinación de N(SPT) a cada metro de profundidad.

La Tabla 1 presenta las profundidades y cotas relevantes determinadas en cada uno de los puntos de estudio. Se tomó como sistema de cotas el indicado en el plano de mensura del predio suministrado por el solicitante.

Tabla 1. Cotas y profundidades relevantes

Punto de exploración	Cota de la boca de perforación (m)	Profundidad de la napa freática ⁽¹⁾ (m)	Profundidad máx. alcanzada ⁽¹⁾ (m)
P1	+6,80	2,00	6,45
P2	+7,50	2,10	6,45
P3	+8,50	1,50 filtración	6,45
P4	+9,25	1,60 filtración	6,45
P5	+5,60	0,80	6,45
P6	+7,50	2,70	6,45
P7	+10,80	-	5,00
P8	+6,00	1,20	6,45
P9	+8,70	3,05	6,45
P10	+11,20	-	6,45
P11	+11,00	4,50	6,45
P12	+11,00	-	6,45
P13	+10,00	-	6,45
P14	+12,00	3,00	6,45
P15	+12,00	1,60	6,45
P16	+11,20	1,50	6,45
P17	+12,20	1,90	6,45
P18	+12,50	2,00	6,45
P19	+11,70	2,20	6,45
P20	+11,50	2,00	6,45
P21	+11,30	3,00	6,45
P22	+11,50	3,10	6,45

⁽¹⁾ medidas a partir de la boca de la perforación

4. TRABAJOS DE LABORATORIO

Sobre el total de las muestras recolectadas en las perforaciones, fueron escogidas un total de 100 muestras para los análisis de laboratorio. Las muestras procesadas fueron seleccionadas con el objetivo de caracterizar los diferentes estratos encontrados en los procesos de perforación de cada punto de estudio. Dichos estratos fueron identificados, en el campo, a través de la descripción táctil-visual de los materiales resultantes del proceso de perforación.

Sobre las muestras seleccionadas se realizaron determinaciones de humedad natural, ensayos de análisis granulométrico y de determinación de límites de consistencia (límite líquido y límite plástico).

A partir de la información obtenida a través del análisis granulométrico y las determinaciones de límites de consistencia, se realizó la clasificación de cada muestra procesada mediante el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS). La Tabla 2 presenta un resumen los resultados obtenidos en las muestras analizadas. En Anexo se presentan las curvas granulométricas correspondientes a la totalidad de las muestras analizadas.

Tabla 2. Resumen de resultados de los trabajos de laboratorio

Punto de estudio	Muestra	Prof. (m)	W_{NAT} (%)	LP	LL	Pasa #200 (%)	Pasa #40 (%)	Clasificación de suelos (SUCS)
P1	M1	1,0	15,2	20	31	67,4	100	Arcilla de baja compresibilidad – CL
	M2	2,0	19,5	19	29	57,6	100	Arcilla de baja compresibilidad – CL
	M4	4,0	21,1	27	37	77,9	100	Limo de baja compresibilidad – ML
	M6	6,0	20,8	26	38	75,4	100	Limo de baja compresibilidad – ML

(sigue)

Tabla 2 (cont.). Resumen de resultados de los trabajos de laboratorio

Punto de estudio	Muestra	Prof. (m)	W _{NAT} (%)	LP	LL	Pasa #200 (%)	Pasa #40 (%)	Clasificación de suelos (SUCS)
P2	M1	1,0	14,1	22	35	71,8	100	Arcilla de baja compresibilidad – CL
	M2	2,0	16,6	20	26	55,0	100	Arcilla de baja compresibilidad – CL
	M3	3,0	21,8	24	35	83,1	100	Arcilla de baja compresibilidad – CL
	M4	4,0	19,1	22	35	80,9	100	Arcilla de baja compresibilidad – CL
	M5	5,0	20,1	26	36	76,6	100	Limo de baja compresibilidad – ML
	M6	6,0	24,2	19	29	75,9	100	Arcilla de baja compresibilidad – CL
P3	M1	1,0	11,4	20	32	61,4	100	Arcilla de baja compresibilidad – CL
	M2	2,0	12,4	17	17	40,7	100	Arena limosa - SM
	M3	3,0	10,4	17	17	24,6	100	Arena limosa - SM
	M4	4,0	26,7	29	42	81,8	100	Limo de baja compresibilidad – ML
	M5	5,0	28,1	29	42	87,2	100	Limo de baja compresibilidad – ML
	M6	6,0	26,7	27	42	87,0	100	Limo de baja compresibilidad – ML
P4	M1	1,0	11,4	18	29	60,4	100	Arcilla de baja compresibilidad – CL
	M3	3,0	10,6	30	29	23,8	100	Arena limosa - SM
	M5	5,0	29,7	28	41	83,8	100	Limo de baja compresibilidad – ML
P5	M1	1,0	19,6	14	28	49,4	100	Arena arcillosa - SC
	M2	2,0	20,4	17	27	51,8	100	Arcilla de baja compresibilidad – CL
	M3	3,0	18,8	14	28	28,1	72,82	Arena arcillosa - SC
	M4	4,0	25,7	25	25	37,3	100	Arena limosa - SM
	M5	5,0	27,4	24	23	38,7	100	Arena limosa - SM
	M6	6,0	31,3	27	27	47,2	100	Arena limosa - SM

(sigue)

Tabla 2 (cont.). Resumen de resultados de los trabajos de laboratorio

Punto de estudio	Muestra	Prof. (m)	w_{NAT} (%)	LP	LL	Pasa #200 (%)	Pasa #40 (%)	Clasificación de suelos (SUCS)
P6	M1	1,0	8,0	17	29	49,8	100	Arena arcillosa - SC
	M2	2,0	24,0	27	36	77,5	100	Limo de baja compresibilidad – ML
	M4	4,0	16,4	22	29	82,1	100	Arcilla de baja compresibilidad – CL
	M6	6,0	25,5	20	28	80,6	100	Arcilla de baja compresibilidad – CL
P7	M1	1,0	13,7	21	35	64,5	100	Arcilla de baja compresibilidad – CL
	M2	2,0	12,3	13	21	45,2	100	Arena arcillosa - SC
	M3	3,0	21,6	31	43	87,1	100	Limo de baja compresibilidad – ML
	M4	4,0	17,1	29	46	90,9	100	Limo de baja compresibilidad – ML
	M5	5,0	18,9	30	43	90,8	100	Limo de baja compresibilidad – ML
P8	M1	1,0	19,1	24	39	61,4	100	Arcilla de baja compresibilidad – CL
	M2	2,0	19,7	16	26	50,2	100	Arcilla de baja compresibilidad – CL
	M3	3,0	23,9	NP	-	24,9	100	Arena limosa - SM
	M4	4,0	26,0	NP	-	34,0	100	Arena limosa - SM
	M5	5,0	21,9	NP	-	35,7	100	Arena limosa - SM
	M6	6,0	30,8	NP	23	34,8	100	Arena limosa - SM
P9	M1	1,0	39,9	34	53	87,0	100	Limo de alta compresibilidad – MH
	M3	3,0	25,9	22	27	74,3	100	Arcilla de baja compresibilidad – CL
	M5	5,0	24,2	18	27	79,6	100	Arcilla de baja compresibilidad – CL
	M6	6,0	23,9	25	31	74,8	100	Limo de baja compresibilidad – ML
P10	M1	1,0	15,0	18	32	28,2	68,1	Arena arcillosa - SC
	M2	2,0	31,6	34	52	61,0	100	Limo de alta compresibilidad – MH
	M3	3,0	28,3	27	47	89,4	100	Arcilla de baja compresibilidad – CL
	M4	4,0	28,5	31	49	94,2	100	Limo de baja compresibilidad – ML
	M5	5,0	28,9	28	50	94,6	100	Limo de baja compresibilidad – ML
	M6	6,0	32,3	34	47	81,8	100	Limo de baja compresibilidad – ML

(sigue)

Tabla 2 (cont.). Resumen de resultados de los trabajos de laboratorio

Punto de estudio	Muestra	Prof. (m)	W _{NAT} (%)	LP	LL	Pasa #200 (%)	Pasa #40 (%)	Clasificación de suelos (SUCS)
P11	M1	1,0	15,7	18	27	53,1	100	Arcilla de baja compresibilidad – CL
	M2	2,0	12,0	NP	21	15,4	52,1	Arena limosa - SM
	M3	3,0	24,0	25	44	85,9	100	Arcilla de baja compresibilidad – CL
	M4	4,0	28,4	37	61	93,8	100	Limo de alta compresibilidad – MH
	M5	5,0	38,5	27	52	91,9	100	Arcilla de alta compresibilidad – CH
	M6	6,0	22,1	22	54	95,3	100	Arcilla de alta compresibilidad – CH
P12	M1	1,0	21,1	16	35	66,9	100	Arcilla de baja compresibilidad – CL
	M3	3,0	26,3	27	41	81,7	100	Limo de baja compresibilidad – ML
	M4	4,0	23,6	21	34	73,7	100	Arcilla de baja compresibilidad – CL
P13	M2	2,0	16,0	NP	20	25,3	86,0	Arena limosa - SM
	M3	3,0	25,2	NP	-	50,4	100	Limo de baja compresibilidad – ML
	M5	5,0	18,1	16	36	69,0	100	Arcilla de baja compresibilidad – CL
	M6	6,0	21,7	23	44	79,0	100	Arcilla de baja compresibilidad – CL
P14	M1	1,0	17,5	NP	34	8,8	55,4	Arena limosa mal graduada – SP SM
	M3	3,0	16,1	NP	44	11,5	100	Arena limosa mal graduada – SP SM
	M5	5,0	30,4	35	50	85,3	100	Limo de alta compresibilidad – MH
	M6	6,0	23,1	31	55	90,7	100	Limo de alta compresibilidad – MH
P15	M1	1,0	16,1	NP	-	5,6	47,4	Arena limosa mal graduada – SP SM
	M4	4,0	29,6	18	32	53,0	100	Arcilla de baja compresibilidad – CL
P16	M1	1,0	12,9	NP	-	11,0	100	Arena limosa mal graduada – SP SM
	M2	2,0	20,9	NP	-	12,0	100	Arena limosa - SM
	M3	3,0	22,2	NP	-	33,2	100	Arena limosa - SM
	M4	4,0	26,6	16	30	47,4	100	Arena arcillosa - SC
	M5	5,0	20,9	12	25	45,2	100	Arena arcillosa - SC
	M6	6,0	25,6	11	20	34,5	100	Arena arcillosa - SC

(sigue)

Tabla 2 (cont.). Resumen de resultados de los trabajos de laboratorio

Punto de estudio	Muestra	Prof. (m)	w_{NAT} (%)	LP	LL	Pasa #200 (%)	Pasa #40 (%)	Clasificación de suelos (SUCS)
P17	M2	2,0	19,0	16	28	56,0	100	Arcilla de baja compresibilidad – CL
	M4	4,0	17,1	NP	-	11,9	45,3	Arena limosa bien graduada –SWSM
	M6	6,0	7,4	NP	-	17,2	100	Arena limosa - SM
P18	M1	1,0	12,3	17	30	53,2	100	Arcilla de baja compresibilidad – CL
	M2	2,0	9,1	NP	-	19,2	100	Arena limosa - SM
	M4	4,0	16,8	NP	-	22,7	100	Arena limosa - SM
	M6	6,0	21,7	NP	-	24,5	100	Arena limosa - SM
P19	M1	1,0	13,3	NP	-	20,4	68,0	Arena limosa - SM
	M2	2,0	22,0	20	28	36,0	100	Arena arcillosa - SC
	M3	3,0	19,8	16	25	56,7	100	Arcilla de baja compresibilidad – CL
	M4	4,0	20,9	19	26	70,4	100	Arcilla de baja compresibilidad – CL
	M5	5,0	16,8	15	20	54,6	100	Arcilla de baja compresibilidad – CL
	M6	6,0	19,2	15	22	59,1	100	Arcilla de baja compresibilidad – CL
P20	M1	1,0	13,4	NP	-	24,3	100	Arena limosa - SM
	M3	3,0	18,5	12	23	50,8	100	Arcilla de baja compresibilidad – CL
	M5	5,0	17,8	15	22	57,4	100	Arcilla de baja compresibilidad – CL
P21	M1	1,0	12,9	NP	19	18,6	100	Arena limosa - SM
	M3	3,0	22,0	20	30	81,8	100	Arcilla de baja compresibilidad – CL
	M5	5,0	16,5	NP	19	28,8	100	Arena limosa - SM
P22	M1	1,0	13,1	NP	-	20,9	100	Arena limosa - SM
	M2	2,0	11,8	NP	17	35,1	100	Arena limosa - SM
	M3	3,0	17,6	19	33	70,8	100	Arcilla de baja compresibilidad – CL
	M4	4,0	14,2	11	18	43,7	100	Arena arcillosa - SC
	M5	5,0	18,8	NP	-	21,6	100	Arena limosa - SM
	M6	6,0	18,0	20	35	27,5	100	Arena arcillosa - SC

5. DESCRIPCIÓN DEL PERFIL DE SUBSUELO

5.1 Perfil Geotécnico

El perfil detectado se puede describir de manera general formado por un estrato superior de arcilla arenosa marrón, con espesores variables entre 0,40m (P7) y 1,50m (P11), seguido por estratos de arcillas y limos arenosos, y arenas arcillosas y limosas, de coloraciones variadas entre marrón rojizo, gris y gris verdoso, de consistencias variando de firme a muy dura, y densidades entre medianamente densas y densas.

En la zona de los puntos P14, P15 y P17 al P22, se encuentra un estrato superior de arena gris, debajo de la cual se verifica la estratigrafía descrita anteriormente.

En la zona de los puntos P19 al P22, sobre el final de las perforaciones se encontró un estrato de arcillas arenosas y arenas arcillosas, blancas, ubicado por debajo de la estratigrafía general descrita.

Al momento de los trabajos de campo se detectó presencia de agua en casi todos los puntos de estudio, con la salvedad de que en P3 y P4 corresponden a filtraciones de bajo caudal, y en P7, P12 y P13 no se constató la napa freática.

5.2 Comentarios Generales

En cuanto a la plasticidad de los materiales encontrados, la gran mayoría de las muestras analizadas (93 de 100) se clasifican como de baja compresibilidad (ML y CL). Igualmente es importante resaltar que en los puntos P9, P10, P11 y P14 se detectaron muestras de alta compresibilidad (MH y CH) que pueden presentar elevado potencial expansivo, caracterizándose por presentar marcados procesos de expansión-contracción en correspondencia con el aumento-disminución de su contenido de humedad lo que puede generar movimientos de pisos en las obras proyectadas.

Con respecto a la consistencia y densidad de los estratos investigados, los suelos finos (arcillas y limos) se presentan con consistencias variando de firme a muy dura y las arenas medianamente densas a densas.

En todas las perforaciones realizadas se alcanzaron valores de N(SPT) mayores a 50 golpes sobre los 6,00m de profundidad.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A la luz de los resultados obtenidos es posible formular las siguientes **conclusiones y recomendaciones**.

6.1 Condiciones de excavabilidad

En función de los suelos encontrados, puede afirmarse que las tareas de excavación pueden ser realizadas con equipos de mediano porte hasta las máximas profundidades investigadas, del orden de los 6 metros..

De mantenerse las condiciones hidráulicas subterráneas encontradas al momento de las perforaciones, debería preverse la necesidad de utilización de bombes y entibados, en toda la zona de estudio.

6.2 Pavimentos

Dada la presencia algunos de suelos de alta compresibilidad en P9, P10, P11 y P14, para la construcción de pisos, accesos y elementos de circulación (veredas y caminos), se recomienda que el base estructural del pavimento se conforme por una capa de 50cm de espesor de material seleccionado, compactado al 95% del Peso Unitario Seco Máximo, determinado en ensayo Proctor Modificado.

6.2 Fundaciones superficiales

En este ítem se detallan las recomendaciones para la alternativa de fundaciones directas, separando el área de estudio en cuatro zonas. La Tabla 3 presenta para cada una de las zonas, el nivel de apoyo, la tensión admisible y la ubicación del nivel de napa freática.

Se adoptaron dos criterios para la determinación del nivel de apoyo:

- en las zonas en las que existe una topografía uniforme, sin grandes desniveles, el nivel de apoyo se determina a través de cotas;
- en las zonas en la que la topografía del terreno al momento de los trabajos de campo presentaba grandes variaciones de cotas, el nivel de apoyo se indica a través de profundidades con respecto al nivel de terreno natural.

Según lo informado por el solicitante, el nivel de planta baja previsto por el proyecto se ubica en el entorno de la cota + 11,0m. Asimismo, se proyecta que los bloques del edificio acompañen el terreno natural, mediante la construcción de subsuelos con respecto al nivel indicado.

En todos los casos se recomienda construir las bases sobre una capa de hormigón pobre de regularización de 10cm de espesor. Se deberá tener especial cuidado para evitar que el material de apoyo de las bases cambie drásticamente su tenor de humedad natural, por lo cual se recomienda especialmente construir el hormigón de regularización inmediatamente después de realizada la excavación. Los valores de tensión recomendados fueron formulados bajo estas hipótesis.

Tabla 3. Recomendaciones para fundaciones directas

Zona	Niveles de apoyo (m)	Tensión Admisible (kPa)	Nivel de napa freática (m)
P1 a P4 y P7	Prof. 1,0m Prof. 3,0m Prof. 6,0m	100 225 400	entre 1,50m y 2,10m de profundidad
P5, P6, P8 a P10	Prof. 1,0m Prof. 3,0m Prof. 6,0m	100 225 400	entre 0,80m y 3,05m de profundidad
P7, P11 al P16	Cota +9,5m Cota +6,5m	100 275	entre cota +6,5m y cota 10,4m
P17 al P22	Cota +9,5m Cota +6,5m	100 400	entre cota +8,3m y cota 10,5m

6.3 Fundaciones profundas

En caso de que se contemple la opción de fundaciones mediante pilotes, la alternativa recomendada es la de pilotes entubados, dada la presencia de suelos inestables y napa freática en la mayoría de las perforaciones.

Considerando los equipos disponibles en el mercado se presentan en la Tabla 4 las cargas admisibles, a la compresión en función del diámetro y del tipo de pilote (hinca de tubo o excavado). Los valores de dicha tabla fueron calculados sobre la hipótesis de que los pilotes alcancen longitudes de fuste del orden de 6,00m.

Tabla 4. Cargas admisibles para pilotes entubados

Díámetro (m)	Carga Admisible a la Compresión (kN)	
0,30	350	35
0,40	620	550
0,50	1000	800
	Hinca de Tubo	Excavado

100kN = 10 ton

Por **INSUELOS S.R.L**

Ing. Ernesto Patrone

MSc. Ing. Leonardo Abreu