

SATURNO

ESTUDIO DE SUELOS

GT

GEOTECNIA S.A.

49-3744

D

OBJETO:

Este informe responde a la especificación técnica 3539-CH-ET-00-001 y tiene dos objetivos:

- a) Presentar los resultados de campo y laboratorio del subsuelo de la referencia.
- b) Emitir recomendaciones para las fundaciones.

TRABAJOS DE CAMPAÑA:

En los sitios que se indican en el croquis de la Hoja No 7 se ejecutaron cuatro perforaciones de las profundidades consignadas en los perfiles correspondientes.

Las muestras se extrajeron a cada metro de profundidad mediante un sacamuestras mejorado de 50 mm de diámetro interno en el curso de los ensayos de penetración.

La energía de hincas del sacamuestras fue en todos los casos de 4.900 Kgcm/golpe.

NIVELES PIEZOMETRICOS:

En cada perforación se midió el nivel piezométrico; el promedio indica que las profundidades de los mismos están en el orden de 0,60 a 0,70 m.

TRABAJOS DE LABORATORIO:

Sobre todas las muestras extraídas se llevaron a cabo ensayos de caracterización física, es decir, Límites de Atterberg, Pasante por tamiz 200 y Humedad natural.

Teniendo en cuenta las características de los perfiles estratigráficos no se consideró necesaria la ejecución de ensayos triaxiales.

La clasificación de los suelos se efectuó según el Sistema Unificado con la siguiente simbología:

| | |
|-------|-------------------------------------|
| SM | arenas limosas |
| SP-SM | arenas pobremente graduadas limosas |
| SP | arenas pobremente graduadas |
| MH | limos elásticos (LL > 50) |
| ML | limos (LL < 50) |

Los perfiles estrato-resistentes de los sondeos se presentan en las hojas No 8 a No 11.

PERFIL DE LOS SUELOS:

Con variaciones en los espesores las cuatro perforaciones presentan las mismas secuencias:

- a - Un estrato de arenas limosas sueltas (SM) que llega a profundidades entre 2,50 m y 4,50 m.
- b - Un manto de arenas densas en general pobremente graduadas (SP, SP-SM) que alcanza profundidades de 5,50 m hasta 7,50 m.
- c - Un estrato de limos elásticos y limos (MH, ML) duros, cementados denominado localmente TOSCA y se extiende hasta las profundidades investigadas.

RECOMENDACIONES PARA LAS FUNDACIONES:

- * - Según los datos suministrados por el Comitente se efectuará un relleno que alcanzará espesores comprendidos entre 1,20 m y 1,50 m, por lo tanto algunas fundaciones podrán implantarse en el mismo.
- * - El principal punto de atención lo constituye la existencia de las arenas superiores sueltas, sumergidas, materiales que no se consideran confiables para recibir cargas dinámicas; en consecuencia deberán examinarse soluciones de fundación compatibles con este problema,
- * - En líneas generales, para disminuir el problema derivado de la existencia de las arenas sueltas podrían emplearse entre otras, tres soluciones:
 - a - Ejecutar fundaciones sobre pilotes con sus puntas en las arenas densas.
 - b - Efectuar un reemplazo de suelo, practicando excavaciones que circunscriban las plantas de los edificios o de los equipos y rellenando las mismas con suelo seleccionado compactado adecuadamente. Esta variante tiene el inconveniente de excavar en presencia de agua ó de lo contrario ejecutar tareas complementarias de drenaje. La profundidad mínima de excavación debería ser de 1 m para permitir una cierta distribución de tensiones derivadas de las fundaciones.
 - c - Ejecutar tareas de estabilización de suelo mediante pilonaje, en las áreas de edificios ó equipos. Para la densificación de las arenas pueden usarse pilones del orden de 3 a 6 t de peso con alturas de caída variables de 3 m a 10 m. Naturalmente la energía final de impacto debe ser regulada en obra.

- * - A prima facie, teniendo en cuenta que la zona de obras tiene una superficie de difícil tránsito a la fecha del estudio, no es recomendable llevar a cabo tareas bajo agua.

RECOMENDACIONES PARTICULARES PARA LAS FUNDACIONES:

1 - EJECUCION DE RELLENOS:

- * - Los rellenos podrán ejecutarse con suelo seleccionado calcáreo.
- * - Para la provisión de suelo seleccionado el Comitente puede especificar: $LL < 40$ $IP < 15$ $VSR > 15\%$; con estas características físicas, un relleno de 1,20 m a 1,50 m de altura se compactará con capas de 0,20 m de espesor. La primera capa se denomina de transición y se acepta una compactación del 92% del Proctor Standard. La penúltima y última capas deben especificarse al 100% del Proctor Standard. El resto se compactará a no menos del 96% del Proctor Standard.
- * - Obviamente este relleno no debe ejecutarse bajo agua.

2 - FUNDACION DE SEPARADORES Y EQUIPOS MENORES:

- * - Si se decide llevar a cabo la variante b) de estabilización es decir una sustitución de suelo de 1 m y un terraplén de 1,20 m de altura, las cargas pueden tomarse con fundaciones directas ubicadas a una profundidad de 0,60 m, una tensión admisible neta $q_a = 0,9 \text{ Kg/cm}^2$.
- * - Si se efectúa sólo un relleno sin sustitución del valor sería $q_a = 0,6 \text{ Kg/cm}^2$. Este valor q_a se entiende como presión uniforme de contacto. El borde más cargado puede incrementar su tensión hasta en 20% bajo cargas transitorias + permanentes.

3 - FUNDACION DE EDIFICIOS DE UNA PLANTA Y TANQUE DE AGUA:

- * - Bajo la hipótesis de la variante b) las tensiones admisibles recomendadas serían $q_a = 0,7 \text{ Kg/cm}^2$ para una profundidad en el relleno de 1 m. Como en el caso anterior las tensiones de borde pueden incrementarse hasta en un 20%.

4 - FUNDACION PARA TURBO COMPRESORES:

- * - A la fecha de este informe se desconocen las características dinámicas de los equipos, por lo tanto la variante denominada b) puede no ser conveniente para transmitir efectos dinámicos.

VARIANTE DE FUNDACION SOBRE PILOTES:

* - La fundación sobre pilotes hincados, además de ser segura, en especial para cargas dinámicas, permite trabajar directamente sobre un terraplén ejecutado sobre terreno natural, sin los inconvenientes de la presencia de agua.

* - Pueden darse dos situaciones: Pilotes cortos, en la zona de los sondeos P1 y P3. La longitud tentativa de hincado a partir de boca de sondeos será de aproximadamente 3,50 m, con un relleno del orden de 1,20 m tendrían longitudes totales a partir del relleno del orden de 5,00 m. Para estas longitudes pueden estimarse los siguientes parámetros:

$f_a =$ fricción admisible por fuste: $f_a = 1 \text{ t/m}^2$.

$q_a =$ capacidad de carga admisible por punta: $q_a = 150 \text{ t/m}^2$.

* - Si los pilotes se instalan en perfiles como los representados por los sondeos P2 y P4, los mismos serían de mediana longitud. La profundidad tentativa de hincado a partir de la boca de sondeos será de aproximadamente 5,50 m con longitudes totales del orden de 7,00 m.

* - Para los mismos pueden estimarse los siguientes parámetros:

$f_a =$ fricción admisible por fuste: $f_a = 1 \text{ t/m}^2$.

$q_a =$ capacidad de carga admisible por punta: $q_a = 190 \text{ t/m}^2$.

* - Los valores de q_a para la punta de los pilotes son de aplicación para secciones cuadradas de 30 x 30 cm ó 40 x 40 cm.

* - Si se emplean secciones de 20 x 20 cm ó 25 x 25 cm el valor q_a puede estimarse en $q_a = 130 \text{ t/m}^2$.

* - Existe la posibilidad de tener que preperforar el relleno.

* - Para pilotes sometidos a cargas horizontales, el valor $n_h =$ pendiente del coeficiente de reacción horizontal de subrasante, es de 250 t/m³ para arenas sueltas y 1.000 t/m³ para las arenas densas. En este caso $k_h = \frac{n_h \cdot z}{D}$

donde: $z =$ profundidad considerada y $D =$ lado del pilote.

* - Para el relleno superior puede estimarse $k_h = 400 \text{ t/m}^3$ con un valor $k_h =$ constante.

VALORES DE ν y G:

- * - De acuerdo con los requerimientos del Comitente se informan valores tentativos del módulo de Poisson (ν) y el módulo de corte (G).
- * - Pueden adoptarse valores de $\nu \approx 0,33$ y rangos de G comprendidos entre 250 Kg/cm² y 350 Kg/cm² para presiones de confinamiento del orden de 0,25 Kg/cm² a 0,50 Kg/cm².

VALORES DEL COEFICIENTE k_v :

- * - Si se adopta como hipótesis que el bulbo de tensiones que generan las fundaciones se desarrolla básicamente en las profundidades de los suelos cohesivos del relleno puede adoptarse la siguiente expresión:

$$k_v = k_{s1} \cdot \frac{1}{B}$$

donde: k_{s1} = coeficiente de reacción vertical para una viga o zapata de un ancho $B_1 = 1$ ft y

$$B = n \cdot B_1$$

siendo: n = ancho de fundación (en ft).

$$k_{s1} = \overline{k_{s1}} \cdot \frac{1 + 0,5}{1,5 l}$$

donde: l = longitud de la placa o zapata (en ft); para fundaciones donde l se considera muy largo ($l = \infty$) $\overline{k_{s1}} = 0,67 \overline{k_{s1}}$

El valor $\overline{k_{s1}}$ puede estimarse en 100 ton/cu ft.; para la conversión final de unidades debe usarse la relación: 1 ton/cu ft = 0,032 Kg/cm³.

PAVIMENTOS:

- * - Si se parte de la hipótesis que se ejecutarán pavimentos de hormigón incluidos en el relleno general, una solución posible sería la siguiente:

- 1 - Abrir la caja correspondiente
- 2 - Verificar que la capa de 15 cm de profundidad que se encuentra bajo la caja y que actuaría como subbase tenga un grado de compactación del 100% del Proctor Standard.
- 3 - Colocar una capa de suelo cemento en 15 cm de espesor, que actúa como base.

4 - Construir el pavimento de hormigón.

PERMEABILIDAD:

- * - Los valores usuales de permeabilidad para las arenas limosas superiores son del orden de $0,5$ a $1 \times E^{-3}$ cm/s

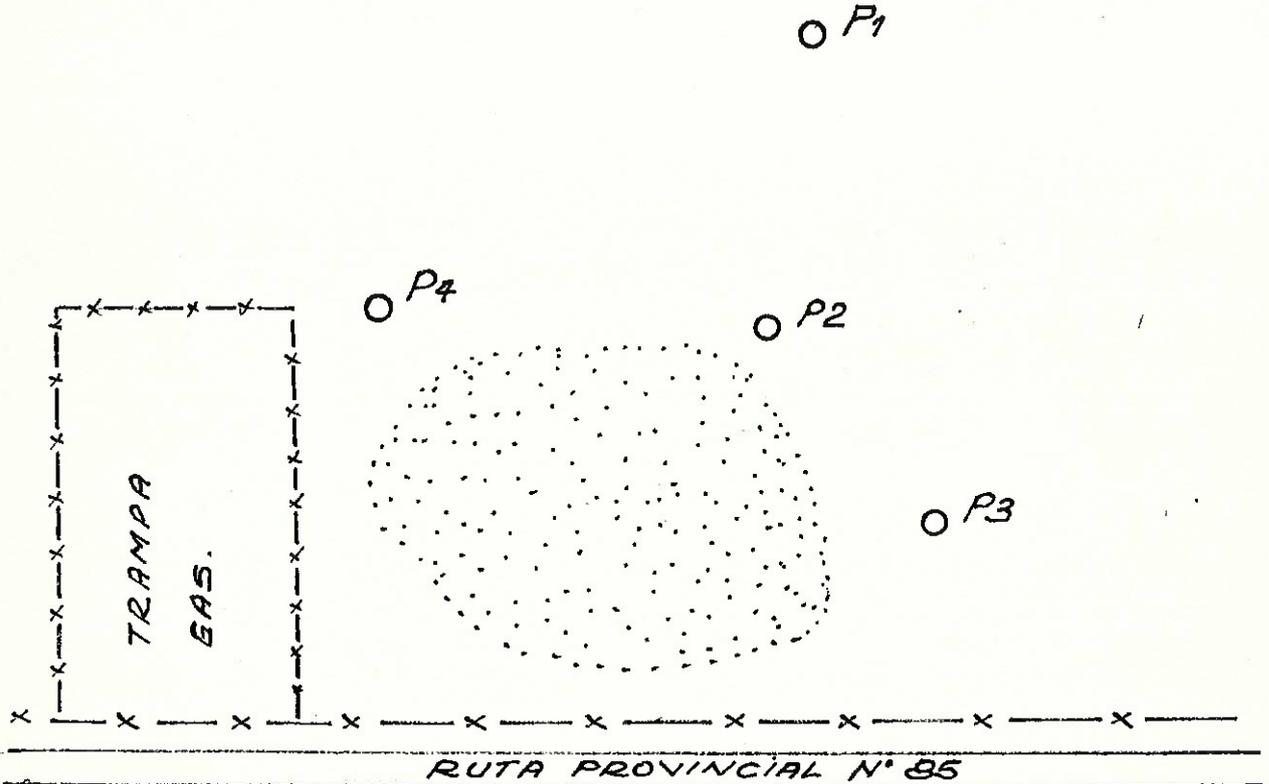
COMENTARIOS SOBRE LA ESTABILIZACION POR PILONAJE:

- * - La variante descrita anteriormente permitiría por ejemplo reforzar las características mecánicas de las arenas superiores.
- * - Los resultados no pueden predecirse a partir de consideraciones teóricas, pero en principio, hasta $1,5$ m de profundidad se lograría una densidad relativa superior al 60 % y en ese caso el tratamiento sustituiría al reemplazo de suelo con lo que las recomendaciones para fundaciones directas serían las mismas que las descritas anterioremente.
- * - Naturalmente los resultados obtenidos deberán calibrarse en obra.

Buenos Aires, agosto 11 de 1993


CARLOS A. MICUCCI
ING. CIVIL
M.P. N° 5752

CROQUIS DE UBICACION DE SONDEOS



→
A GUAMINI

~ 100 m
ESC. GRAFICA

GEOTECNIA S.A.

SADE S.A.
 PLANTA COMPRESORA SATURNO
 SAN FERMIN - PCIA. DE BS. AS.

HOJA Nro. 8
 DE 11 HOJAS

Perforacion No.: PI

| Profundidad (m) | Profundidad (pies) | Color | Gráfica | Clasif. U.C. | DESCRIPCION | RESISTENCIA A PENETRACION N | PROPIEDADES FISICAS | P. (g/cm ³) | (Kg/cm ²) | (grados) | OBSERVACIONES | | | | | |
|-----------------|--------------------|-------------|--------------------|--------------|----------------|-----------------------------|--|-------------------------|-----------------------|----------|---------------|----|----|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | Humedad Natural % Pasa Tamiz 200 % Pasa Tamiz 100 % Pasa Tamiz 40 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 |
| 1 | 1.00 | Cast. osc. | [Dotted] | SM | Arenas limosas | 30 | N.P. | | | | | | | | | |
| 2 | 2.00 | Castano | [Dotted] | SM | sueltas | 35 | N.P. | | | | | | | | | |
| 3 | 3.00 | Castano | [Dotted] | SP-SM | Arenas | 35 | N.P. | | | | | | | | | |
| 4 | 4.00 | Castano | [Dotted] | SP-SM | pobremente | 35 | N.P. | | | | | | | | | |
| 5 | 5.00 | Castano | [Dotted] | SP-SM | gradualadas | 35 | N.P. | | | | | | | | | |
| 6 | 6.00 | Castano | [Dotted] | SP | densas | 40 | N.P. | | | | | | | | | |
| 7 | 7.00 | Cast. Rosad | [Horizontal Lines] | MH | Limos | 40 | | | | | | | | | | |
| 8 | 8.00 | Cast. Rosad | [Horizontal Lines] | MH | elásticos | 40 | | | | | | | | | | |
| 9 | 9.00 | Castano | [Horizontal Lines] | ML | y | 40 | | | | | | | | | | |
| 10 | 10.00 | Castano | [Horizontal Lines] | ML | limos | 40 | | | | | | | | | | |
| 11 | 11.00 | Castano | [Horizontal Lines] | ML | duros | 40 | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |

Transicion arena/arcilla

Tosca

Tosca

GEOTECNIA S.A.

SADE S.A.
 PLANTA COMPRESORA SATURNO
 SAN FERMIN - PCIA. DE BS. AS.

HOJA Nro. 9
 DE 11 HOJAS

Perforacion No.: P2

| N° Centro | Profundidad (m) | Color | Gráfica | Clasif. U.S.C. | DESCRIPCION | RESISTENCIA A PENETRACION N | PROPIEDADES FISICAS | | | | OBSERVACIONES |
|-----------|-----------------|-------------|----------|----------------|----------------------|-----------------------------|---------------------|------------------|------------------|-----------------|---------------|
| | | | | | | | Humedad Natural | % Pasa Tamiz 200 | % Pasa Tamiz 100 | % Pasa Tamiz 40 | |
| 1 | 1.00 | Castano | [Dotted] | SH | Arenas | 10 | N.P. | N.P. | N.P. | N.P. | |
| 2 | 2.00 | Castano | [Dotted] | SH | limosas | 30 | N.P. | N.P. | N.P. | N.P. | |
| 3 | 3.00 | Castano | [Dotted] | SH | sueltas | 30 | N.P. | N.P. | N.P. | N.P. | |
| 4 | 4.00 | Castano | [Dotted] | SP-SH | | 40 | N.P. | N.P. | N.P. | N.P. | |
| 5 | 5.00 | Castano | [Dotted] | SP-SH | Arenas | 40 | N.P. | N.P. | N.P. | N.P. | |
| 6 | 6.00 | Castano | [Dotted] | SP | pobremente graduadas | 40 | N.P. | N.P. | N.P. | N.P. | |
| 7 | 7.00 | Castano | [Dotted] | SP | densas | 40 | N.P. | N.P. | N.P. | N.P. | |
| 8 | 8.00 | Cas. Rosado | [Dotted] | MH | Limos elasticos | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | Con calcareos |
| 9 | 9.00 | Castano | [Dotted] | ML | y | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | Tosca |
| 10 | 10.00 | Castano | [Dotted] | ML | limos duros | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | Tosca |

SADE S.A.
PLANTA COMPRESORA SATURNO
SAN FERMIN - PCIA. DE BS. AS.

GEOTECNIA S.A.

Perforacion No.: P3

| Profundidad (m) | Profundidad (pies) | COLOR | Gratificación | Clasif. S.M. | DESCRIPCION | RESISTENCIA A PENETRACION N | PROPIEDADES FISICAS | W (%) | Wp (%) | Wl (%) | OBSERVACIONES |
|-----------------|--------------------|------------|---------------|--------------|--|-----------------------------|--|----------------------------|--------|--------|----------------------------|
| 1 | 3.3 | | | | | 10 20 30 40 | Humedad Natural % Pasa Tamiz 200 % Pasa Tamiz 100 % Pasa Tamiz 40 | 10 20 30 40 50 60 70 80 90 | | | |
| 1 | 1.00 | Cast. osc | [diagrama] | SM | Arenas limosas | 40 | NIP | | | | |
| 2 | 2.00 | Castano | [diagrama] | SM | sueltas | 40 | NIP | | | | |
| 3 | 3.00 | Castano | [diagrama] | SP-SM | Arenas pobremente graduadas en general | 40 | NIP | | | | |
| 4 | 4.00 | Castano | [diagrama] | SP | densas | 40 | NIP | | | | |
| 5 | 5.00 | Castano | [diagrama] | SP | | 40 | NIP | | | | |
| 6 | 6.00 | Cast. clar | [diagrama] | ML | Limos | 40 | | | | | Con calcares / cementacion |
| 7 | 7.00 | Cast. clar | [diagrama] | ML | duros | 40 | | | | | Con calcares |
| 8 | 8.00 | Cast. clar | [diagrama] | ML | muy | 40 | | | | | Tosca |
| 9 | 9.00 | Cast. clar | [diagrama] | ML | cementados | 40 | | | | | Tosca |
| 10 | 10.00 | Castano | [diagrama] | ML | | 40 | | | | | Tosca |

GEOTECNIA S.A.

SADE S.A.
PLANTA COMPRESORA SATURNINO
SAN FERMIN - PCIA. DE BS. AS.

HOJA Nro. 11
DE 11 HOJAS

| Perforacion No.: P4 | | | | | | | | | | |
|---------------------|-----------------|------------|---------|---------|----------------|-----------------------------|----------------------------|----------------------|-----------------------|---------------|
| Muestra (No.) | Profundidad (m) | COLOR | Gráfica | Clasif. | DESCRIPCION | RESISTENCIA A PENETRACION N | PROPIEDADES FISICAS | | | OBSERVACIONES |
| | | | | | | 10 20 30 40 | Humedad Natural | (g/cm ³) | (Kg/cm ²) | (gros) |
| | | | | | | | % Pasa Tamiz 200 | | | |
| | | | | | | | % Pasa Tamiz 100 | | | |
| | | | | | | | % Pasa Tamiz 40 | | | |
| | | | | | | | 10 20 30 40 50 60 70 80 90 | | | |
| 1 | 1.00 | Cast. osc | | SM | Arenas | 40 | N.P. | | | Saturado |
| 2 | 2.00 | Cast. osc | | SM | limosas | 40 | N.P. | | | Saturado |
| 3 | 3.00 | Castano | | SM | sueltas | 40 | N.P. | | | |
| 4 | 4.00 | Castano | | SM | | 40 | N.P. | | | |
| 5 | 5.00 | Castano | | SP-SM | Arenas limosas | 40 | N.P. | | | |
| 6 | 6.00 | Castano | | SP-SM | densas | 40 | N.P. | | | |
| 7 | 7.00 | Cas. Rosad | | MH | limos | 40 | | | | Tosca |
| 8 | 8.00 | Cas. Rosad | | MH | elásticos | 40 | | | | Tosca |
| 9 | 9.00 | Cas. Rosad | | MH | duros | 40 | | | | Tosca |
| 10 | 10.00 | Cas. Rosad | | MH | Cementados | | | | | |

INFORME COMPLEMENTARIO No 1**OBJETO:**

Este informe complementa el de fecha 11-8-93 y responde a tres rubros requeridos por el Comitente.

1 - AGRESIVIDAD:

En la Tabla I se dan resultados de los ensayos químicos sobre una suspensión de suelo en agua. Los valores están en ppm.

TABLA I

| <u>Perf.</u> | <u>Prof.</u> | <u>Sulfatos</u> | <u>Cloruros</u> | <u>PH</u> |
|--------------|--------------|-----------------|-----------------|-----------|
| P1 | 2 m | 156 | 34 | 6,50 |
| P3 | 3 m | 213 | 31 | 6,50 |

Los valores indican que los suelos no son agresivos a las estructuras de hormigón.

2 - RESISTIVIDAD

Para el análisis previo de puesta a tierra pueden adoptarse valores ρ comprendidos entre 30 y 50 Ω m.

3 - FUNDACION DE TURBOCOMPRESORES:

De acuerdo con los datos suministrados por el Comitente, el turbocompresor tendrá las siguientes características:

- * - Peso 25 t
- * - Velocidad de rotación: 15.000 rpm
- * - Tamaño aproximado del macizo de fundación: 3 m x 8 m x 0,90 m.
- * - Cargas dinámicas en régimen: despreciables
- * - Altura del relleno sobre terreno natural: aproximadamente 0,70 m.

Si el Comitente opta por la variante de fundación b) mencionada en nuestro informe del 11-8-93, partiendo de la hipótesis que la estructura está en la zona de influencia de la perforación P1, pueden efectuarse las siguientes tareas:

- * - Excavación en presencia de agua, con taludes del orden de 1:3 y desagote superficial, si los niveles piezométricos se mantienen altos a la fecha de ejecución. La profundidad de excavación será no menor de 1,50 m bajo el actual nivel del terreno natural.
- * - Rellenamiento con suelo seleccionado, como ha sido recomendado, compactado en capas hasta los niveles de proyecto.
- * - Reexcavación hasta - 0,70 m (aproximadamente) para instalar el macizo de fundación.

RECOMENDACION GENERAL SOBRE LOS NIVELES DE AGUA:

- * - Obviamente cae fuera de los límites de este trabajo la consideración sobre crecientes extraordinarias e inundaciones, pero la experiencia de la zona ha mostrado que los niveles de agua pueden situarse sobre terreno natural.
- * - Bajo esta hipótesis es recomendable tratar con un pequeño porcentaje de cemento los espesores de suelo seleccionado hasta nivel de terreno actual; de esta manera se evita el riesgo de la disminución de resistencia por sumergencia del suelo compactado por la creación de una estructura de suelo con agentes cementantes.
- * - Este porcentaje de cemento (en peso de suelo seco) puede estar comprendido entre 2,5% y 4%. Este procedimiento se conoce como suelo tratado con cemento y no debe ser comparado con el suelo-cemento.

Buenos Aires. agosto 19 de 1993


CARLOS A. MICUCCI
ING. CIVIL
M.P. N° 5752

OBJETO:

Este informe responde a la especificación técnica 3539-CH-ET-00-001 y tiene dos objetivos:

- a) Presentar los resultados de campo y laboratorio del subsuelo de la referencia.
- b) Emitir recomendaciones para las fundaciones.

TRABAJOS DE CAMPAÑA:

En los sitios que se indican en el croquis de la Hoja No 7 se ejecutaron cuatro perforaciones de las profundidades consignadas en los perfiles correspondientes.

Las muestras se extrajeron a cada metro de profundidad mediante un sacamuestras mejorado de 50 mm de diámetro interno en el curso de los ensayos de penetración.

La energía de hincas del sacamuestras fue en todos los casos de 4.900 Kgcm/golpe.

NIVELES PIEZOMETRICOS:

En cada perforación se midió el nivel piezométrico; el promedio indica que las profundidades de los mismos están en el orden de 0,60 a 0,70 m.

TRABAJOS DE LABORATORIO:

Sobre todas las muestras extraídas se llevaron a cabo ensayos de caracterización física, es decir, Límites de Atterberg, Pasante por tamiz 200 y Humedad natural.

Teniendo en cuenta las características de los perfiles estratigráficos no se consideró necesaria la ejecución de ensayos triaxiales.

La clasificación de los suelos se efectuó según el Sistema Unificado con la siguiente simbología:

| | |
|-------|-------------------------------------|
| SM | arenas limosas |
| SP-SM | arenas pobremente graduadas limosas |
| SP | arenas pobremente graduadas |
| MH | limos elásticos (LL > 50) |
| ML | limos (LL < 50) |

Los perfiles estrato-resistentes de los sondeos se presentan en las hojas No 8 a No 11.

PERFIL DE LOS SUELOS:

Con variaciones en los espesores las cuatro perforaciones presentan las mismas secuencias:

- a - Un estrato de arenas limosas sueltas (SM) que llega a profundidades entre 2,50 m y 4,50 m.
- b - Un manto de arenas densas en general pobremente graduadas (SP, SP-SM) que alcanza profundidades de 5,50 m hasta 7,50 m.
- c - Un estrato de limos elásticos y limos (MH, ML) duros, cementados denominado localmente TOSCA y se extiende hasta las profundidades investigadas.

RECOMENDACIONES PARA LAS FUNDACIONES:

- * - Según los datos suministrados por el Comitente se efectuará un relleno que alcanzará espesores comprendidos entre 1,20 m y 1,50 m, por lo tanto algunas fundaciones podrán implantarse en el mismo.
- * - El principal punto de atención lo constituye la existencia de las arenas superiores sueltas, sumergidas, materiales que no se consideran confiables para recibir cargas dinámicas; en consecuencia deberán examinarse soluciones de fundación compatibles con este problema,
- * - En líneas generales, para disminuir el problema derivado de la existencia de las arenas sueltas podrían emplearse entre otras, tres soluciones:
 - a - Ejecutar fundaciones sobre pilotes con sus puntas en las arenas densas.
 - b - Efectuar un reemplazo de suelo, practicando excavaciones que circunscriban las plantas de los edificios o de los equipos y rellenando las mismas con suelo seleccionado compactado adecuadamente. Esta variante tiene el inconveniente de excavar en presencia de agua ó de lo contrario ejecutar tareas complementarias de drenaje. La profundidad mínima de excavación debería ser de 1 m para permitir una cierta distribución de tensiones derivadas de las fundaciones.
 - c - Ejecutar tareas de estabilización de suelo mediante pilonaje, en las áreas de edificios ó equipos. Para la densificación de las arenas pueden usarse pilones del orden de 3 a 6 t de peso con alturas de caída variables de 3 m a 10 m. Naturalmente la energía final de impacto debe ser regulada en obra.

- * - A prima facie, teniendo en cuenta que la zona de obras tiene una superficie de difícil tránsito a la fecha del estudio, no es recomendable llevar a cabo tareas bajo agua.

RECOMENDACIONES PARTICULARES PARA LAS FUNDACIONES:**1 - EJECUCION DE RELLENOS:**

- * - Los rellenos podrán ejecutarse con suelo seleccionado calcáreo.
- * - Para la provisión de suelo seleccionado el Comitente puede especificar: $LL < 40$ $IP < 15$ $VSR > 15\%$; con estas características físicas, un relleno de 1,20 m a 1,50 m de altura se compactará con capas de 0,20 m de espesor. La primera capa se denomina de transición y se acepta una compactación del 92% del Proctor Standard. La penúltima y última capas deben especificarse al 100% del Proctor Standard. El resto se compactará a no menos del 96% del Proctor Standard.
- * - Obviamente este relleno no debe ejecutarse bajo agua.

2 - FUNDACION DE SEPARADORES Y EQUIPOS MENORES:

- * - Si se decide llevar a cabo la variante b) de estabilización es decir una sustitución de suelo de 1 m y un terraplén de 1,20 m de altura, las cargas pueden tomarse con fundaciones directas ubicadas a una profundidad de 0,60 m, una tensión admisible neta $q_a = 0,9$ Kg/cm².
- * - Si se efectúa sólo un relleno sin sustitución del valor sería $q_a = 0,6$ Kg/cm². Este valor q_a se entiende como presión uniforme de contacto. El borde más cargado puede incrementar su tensión hasta en 20% bajo cargas transitorias + permanentes.

3 - FUNDACION DE EDIFICIOS DE UNA PLANTA Y TANQUE DE AGUA:

- * - Bajo la hipótesis de la variante b) las tensiones admisibles recomendadas serían $q_a = 0,7$ Kg/cm² para una profundidad en el relleno de 1 m. Como en el caso anterior las tensiones de borde pueden incrementarse hasta en un 20%.

4 - FUNDACION PARA TURBO COMPRESORES:

- * - A la fecha de este informe se desconocen las características dinámicas de los equipos, por lo tanto la variante denominada b) puede no ser conveniente para transmitir efectos dinámicos.

VARIANTE DE FUNDACION SOBRE PILOTES:

- * - La fundación sobre pilotes hincados, además de ser segura, en especial para cargas dinámicas, permite trabajar directamente sobre un terraplén ejecutado sobre terreno natural, sin los inconvenientes de la presencia de agua.
- * - Pueden darse dos situaciones: Pilotes cortos, en la zona de los sondeos P1 y P3. La longitud tentativa de hincada a partir de boca de sondeos será de aproximadamente 3,50 m, con un relleno del orden de 1,20 m tendrían longitudes totales a partir del relleno del orden de 5,00 m. Para estas longitudes pueden estimarse los siguientes parámetros:
 - fa = fricción admisible por fuste: $fa = 1 \text{ t/m}^2$.
 - qa = capacidad de carga admisible por punta: $qa = 150 \text{ t/m}^2$.
- * - Si los pilotes se instalan en perfiles como los representados por los sondeos P2 y P4, los mismos serían de mediana longitud. La profundidad tentativa de hincada a partir de la boca de sondeos será de aproximadamente 5,50 m con longitudes totales del orden de 7,00 m.
- * - Para los mismos pueden estimarse los siguientes parámetros:
 - fa = fricción admisible por fuste: $fa = 1 \text{ t/m}^2$.
 - qa = capacidad de carga admisible por punta: $qa = 190 \text{ t/m}^2$.
- * - Los valores de qa para la punta de los pilotes son de aplicación para secciones cuadradas de 30 x 30 cm ó 40 x 40 cm.
- * - Si se emplean secciones de 20 x 20 cm ó 25 x 25 cm el valor qa puede estimarse en $qa = 130 \text{ t/m}^2$.
- * - Existe la posibilidad de tener que preperforar el relleno.
- * - Para pilotes sometidos a cargas horizontales, el valor nh = pendiente del coeficiente de reacción horizontal de subrasante, es de 250 t/m³ para arenas sueltas y 1.000 t/m³ para las arenas densas. En este caso $kh = \frac{nh \cdot z}{D}$
donde: z = profundidad considerada y D = lado del pilote.
- * - Para el relleno superior puede estimarse $kh = 400 \text{ t/m}^3$ con un valor $kh = \text{constante}$.

VALORES DE ν y G:

- * - De acuerdo con los requerimientos del Comitente se informan valores tentativos del módulo de Poisson (ν) y el módulo de corte (G).
- * - Pueden adoptarse valores de $\nu \approx 0,33$ y rangos de G comprendidos entre 250 Kg/cm² y 350 Kg/cm² para presiones de confinamiento del orden de 0,25 Kg/cm² a 0,50 Kg/cm².

VALORES DEL COEFICIENTE kv:

- * - Si se adopta como hipótesis que el bulbo de tensiones que generan las fundaciones se desarrolla básicamente en las profundidades de los suelos cohesivos del relleno puede adoptarse la siguiente expresión:

$$k_v = k_{s1} \cdot \frac{1}{B}$$

donde: k_{s1} = coeficiente de reacción vertical para una viga o zapata de un ancho $B_1 = 1 \text{ ft}$ y

$$B = n \cdot B_1$$

siendo: n = ancho de fundación (en ft).

$$k_{s1} = \overline{k_{s1}} \cdot \frac{1 + 0,5}{1,5 l}$$

donde: l = longitud de la placa o zapata (en ft); para fundaciones donde l se considera muy largo ($l = \infty$) $k_{s1} = 0,67 \overline{k_{s1}}$

El valor $\overline{k_{s1}}$ puede estimarse en 100 ton/cu ft.; para la conversión final de unidades debe usarse la relación: 1 ton/cu ft = 0,032 Kg/cm³.

PAVIMENTOS:

- * - Si se parte de la hipótesis que se ejecutarán pavimentos de hormigón incluidos en el relleno general, una solución posible sería la siguiente:

- 1 - Abrir la caja correspondiente
- 2 - Verificar que la capa de 15 cm de profundidad que se encuentra bajo la caja y que actuaría como subbase tenga un grado de compactación del 100% del Proctor Standard.
- 3 - Colocar una capa de suelo cemento en 15 cm de espesor, que actúa como base.

4 - Construir el pavimento de hormigón.

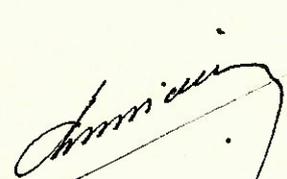
PERMEABILIDAD:

- * - Los valores usuales de permeabilidad para las arenas limosas superiores son del orden de $0,5$ a $1 \times E^{-3}$ cm/s

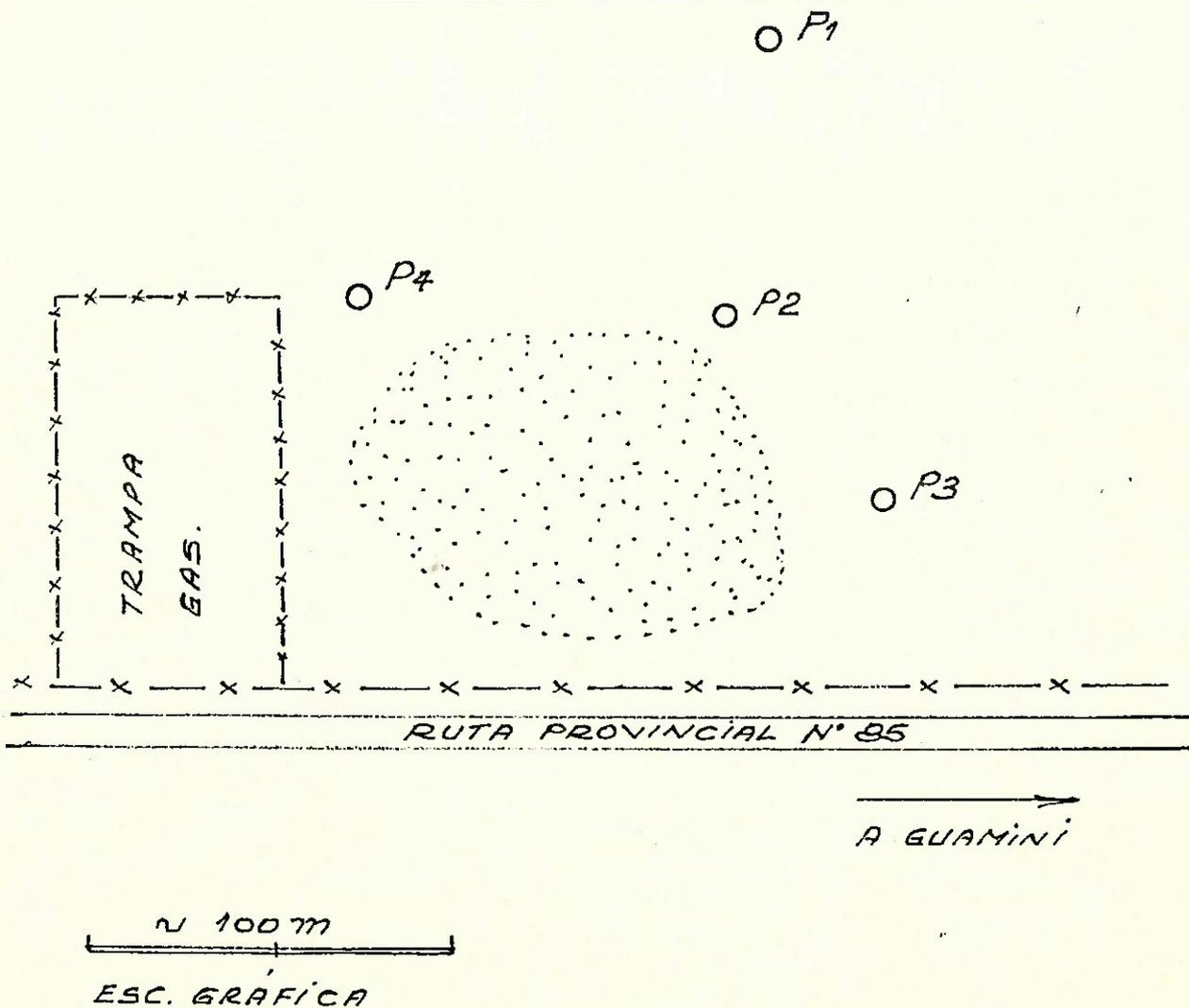
COMENTARIOS SOBRE LA ESTABILIZACION POR PILONAJE:

- * - La variante descripta anteriormente permitiría por ejemplo reforzar las características mecánicas de las arenas superiores.
- * - Los resultados no pueden predecirse a partir de consideraciones teóricas, pero en principio, hasta $1,5$ m de profundidad se lograría una densidad relativa superior al 60 % y en ese caso el tratamiento sustituiría al reemplazo de suelo con lo que las recomendaciones para fundaciones directas serían las mismas que las descriptas anteriormente.
- * - Naturalmente los resultados obtenidos deberán calibrarse en obra.

Buenos Aires, agosto 11 de 1993


CARLOS A. MICUCCI
ING. CIVIL
M.P. No 5752

CROQUIS DE UBICACION DE SONDEOS



GEOTECNIA S.A.

SADE S.A.
 PLANTA COMPRESORA SATURNO
 SAN FERMIN - PCIA. DE BS. AS.

HOJA Nro. 8
 DE 11 HOJAS

Perforación No.: PI

| Profundidad (m) | P (kg/cm ²) | Color | Gráfica | Clasif. | DESCRIPCION | RESISTENCIA A PENETRACION N | PROPIEDADES FISICAS | | | | OBSERVACIONES |
|-----------------|-------------------------|------------|--------------------|---------|----------------------|-----------------------------|---------------------|------------------|------------------|-----------------|-------------------------|
| | | | | | | | Humedad Natural | % Pasa Tamiz 200 | % Pasa Tamiz 100 | % Pasa Tamiz 40 | |
| 1 | 1.00 | Cast. osc. | [Dotted pattern] | SM | Arenas limosas | 10 | NIP | | | | |
| 2 | 2.00 | Castano | [Dotted pattern] | SM | sueltas | 20 | NIP | | | | |
| 3 | 3.00 | Castano | [Dotted pattern] | SP-SM | Arenas | 30 | NIP | | | | |
| 4 | 4.00 | Castano | [Dotted pattern] | SP-SM | pobremente graduadas | 35 | NIP | | | | |
| 5 | 5.00 | Castano | [Dotted pattern] | SP-SM | gradadas | 40 | NIP | | | | |
| 6 | 6.00 | Castano | [Dotted pattern] | SP | densas | 45 | NIP | | | | |
| 7 | 7.00 | Cas. Rosad | [Horizontal lines] | MH | Limos elasticos | 40 | | | | | Transicion arena/arilla |
| 8 | 8.00 | Cas. Rosad | [Horizontal lines] | MH | y limos | 40 | | | | | Tosca |
| 9 | 9.00 | Castano | [Horizontal lines] | ML | duros | 40 | | | | | Tosca |
| 10 | 10.00 | Castano | [Horizontal lines] | ML | | | | | | | |
| 11 | 11.00 | Castano | [Horizontal lines] | ML | | | | | | | |

GEOTECNIA S.A.

SADE S.A.
 PLANTA COMPRESORA SATURNO
 SAN FERMIN - PCIA. DE BS. AS.

HOJA Nro. 9
 DE 11 HOJAS

Perforación No.: P2

| Nivel (No.) | Prof. (m) | Color | Graticas | Clasif. | DESCRIPCION | RESISTENCIA A PENETRACION N | PROPIEDADES FISICAS | | | | OBSERVACIONES | |
|-------------|-----------|------------|----------|---------|----------------------|-----------------------------|---------------------|------------------|------------------|-----------------|---------------|---------------|
| | | | | | | | Humedad Natural | % Pasa Tamiz 200 | % Pasa Tamiz 100 | % Pasa Tamiz 40 | | |
| 1 | 1.00 | Castano | | SH | Arenas | 10 | | | | | | |
| 2 | 2.00 | Castano | | SH | limosas | 20 | | | | | | |
| 3 | 3.00 | Castano | | SH | sueitas | 30 | | | | | | |
| 4 | 4.00 | Castano | | SP-SH | | 40 | | | | | | |
| 5 | 5.00 | Castano | | SP-SH | Arenas | 30 | | | | | | |
| 6 | 6.00 | Castano | | SP | pobremente graduadas | 40 | | | | | | |
| 7 | 7.00 | Castano | | SP | densas | 40 | | | | | | |
| 8 | 8.00 | Cas. Rosac | | MH | Limos elasticos | 40 | | | | | | Con calcareos |
| 9 | 9.00 | Castano | | ML | y | 40 | | | | | | TOSCA |
| 10 | 10.00 | Castano | | ML | Limos duros | 40 | | | | | | TOSCA |

SADE S.A.
PLANTA COMPRESORA SATURNO
SAN FERMIN - PCIA. DE BS. AS.

GEOTECNIA S.A.

Perforacion No.: P3

| N.º de muestra | Profundidad (m) | COLOR | Gráfica | Clasif. | DESCRIPCION | RESISTENCIA A PENETRACION N | PROPIEDADES FISICAS | | | | OBSERVACIONES | |
|----------------|-----------------|------------|------------|---------|--|-----------------------------|---------------------|------------------|------------------|-----------------|---------------|----------------------------|
| | | | | | | | Humedad Natural | % Pasa Tamiz 200 | % Pasa Tamiz 100 | % Pasa Tamiz 40 | | |
| 1 | 1.00 | Cast. osc | [diagrama] | SM | Arenas limosas | 10 | N.P. | | | | | |
| 2 | 2.00 | Castano | [diagrama] | SM | sueltas | | N.P. | | | | | |
| 3 | 3.00 | Castano | [diagrama] | SP-SM | Arenas pobremente graduadas en general | | N.P. | | | | | |
| 4 | 4.00 | Castano | [diagrama] | SP | | | N.P. | | | | | |
| 5 | 5.00 | Castano | [diagrama] | SP | densas | 40 | N.P. | | | | | |
| 6 | 6.00 | Cast. clar | [diagrama] | ML | limos | 40 | | | | | | Con calcares / cementacion |
| 7 | 7.00 | Cast. clar | [diagrama] | ML | duros | 40 | | | | | | Con calcares |
| 8 | 8.00 | Cast. clar | [diagrama] | ML | mljy | 40 | | | | | | Tosca |
| 9 | 9.00 | Cast. clar | [diagrama] | ML | cementados | 40 | | | | | | Tosca |
| 10 | 10.00 | Castano | [diagrama] | ML | | 40 | | | | | | Tosca |

GEOTECNIA S.A.

SADE S.A.

PLANTA COMPRESORA SATURNIO
SAN FERMIN - PCIA. DE BS. AS.

HOJA Nro. 11
DE 11 HOJAS

Perforacion No.: P4

| Profundidad (m) | Color | Gráfica | Clasif. Geot. | DESCRIPCION | RESISTENCIA A PENETRACION N | PROPIEDADES FISICAS | (g/cm ³) | (Kg/cm ²) | (g por 100 g) | OBSERVACIONES |
|-----------------|------------|---------|---------------|----------------|-----------------------------|--|----------------------|-----------------------|---------------|---------------|
| | | | | | 10 20 30 40 | Humedad Natural ——— % Pasa Tamiz 200 - - - - % Pasa Tamiz 100 - - - - % Pasa Tamiz 40 10 20 30 40 50 60 70 80 90 | | | | |
| 1 | Cast. osc | | SN | Arenas | | | | | | Saturado |
| 2 | Cast. osc | | SN | limosas | | | | | | Saturado |
| 3 | Castano | | SN | sueltas | | | | | | |
| 4 | Castano | | SN | | | | | | | |
| 5 | Castano | | SP-SM | Arenas limosas | | | | | | |
| 6 | Castano | | SP-SM | densas | 40 | | | | | |
| 7 | Cas. Rosad | | MH | limos | 40 | | | | | Tosca |
| 8 | Cas. Rosad | | MH | elásticos | 40 | | | | | Tosca |
| 9 | Cas. Rosad | | MH | duros. | | | | | | Tosca |
| 10 | Cas. Rosad | | MH | Cementados | | | | | | Tosca |

INFORME COMPLEMENTARIO No 1**OBJETO:**

Este informe complementa el de fecha 11-8-93 y responde a tres rubros requeridos por el Comitente.

1 - AGRESIVIDAD:

En la Tabla I se dan resultados de los ensayos químicos sobre una suspensión de suelo en agua. Los valores están en ppm.

TABLA I

| <u>Perf.</u> | <u>Prof.</u> | <u>Sulfatos</u> | <u>Cloruros</u> | <u>PH</u> |
|--------------|--------------|-----------------|-----------------|-----------|
| P1 | 2 m | 156 | 34 | 6,50 |
| P3 | 3 m | 213 | 31 | 6,50 |

Los valores indican que los suelos no son agresivos a las estructuras de hormigón.

2 - RESISTIVIDAD

Para el análisis previo de puesta a tierra pueden adoptarse valores ρ comprendidos entre 30 y 50 Ω m.

3 - FUNDACION DE TURBOCOMPRESORES:

De acuerdo con los datos suministrados por el Comitente, el turbocompresor tendrá las siguientes características:

- * - Peso 25 t
- * - Velocidad de rotación: 15.000 rpm
- * - Tamaño aproximado del macizo de fundación: 3 m x 8 m x 0,90 m.
- * - Cargas dinámicas en régimen: despreciables
- * - Altura del relleno sobre terreno natural: aproximadamente 0,70 m.

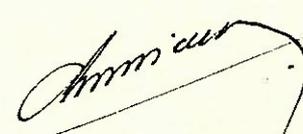
Si el Comitente opta por la variante de fundación b) mencionada en nuestro informe del 11-8-93, partiendo de la hipótesis que la estructura está en la zona de influencia de la perforación P1, pueden efectuarse las siguientes tareas:

- * - Excavación en presencia de agua, con taludes del orden de 1:3 y desagote superficial, si los niveles piezométricos se mantienen altos a la fecha de ejecución. La profundidad de excavación será no menor de 1,50 m bajo el actual nivel del terreno natural.
- * - Rellenamiento con suelo seleccionado, como ha sido recomendado, compactado en capas hasta los niveles de proyecto.
- * - Reexcavación hasta - 0,70 m (aproximadamente) para instalar el macizo de fundación.

RECOMENDACION GENERAL SOBRE LOS NIVELES DE AGUA:

- * - Obviamente cae fuera de los límites de este trabajo la consideración sobre crecientes extraordinarias e inundaciones, pero la experiencia de la zona ha mostrado que los niveles de agua pueden situarse sobre terreno natural.
- * - Bajo esta hipótesis es recomendable tratar con un pequeño porcentaje de cemento los espesores de suelo seleccionado hasta nivel de terreno actual; de esta manera se evita el riesgo de la disminución de resistencia por sumergencia del suelo compactado por la creación de una estructura de suelo con agentes cementantes.
- * - Este porcentaje de cemento (en peso de suelo seco) puede estar comprendido entre 2,5% y 4%. Este procedimiento se conoce como suelo tratado con cemento y no debe ser comparado con el suelo-cemento.

Buenos Aires. agosto 19 de 1993


CARLOS A. MICUCCI
ING. CIVIL
M.P. N° 5752

I N F O R M E T E C N I C O

I.- DATOS DEL ESTUDIO No: 1245

- 1.- FECHA DE EJECUCION: Octubre de 1973
- 2.- OBJETO: Determinar las propiedades físico-mecánicas del terreno en el lugar de emplazamiento de la obra, el o los tipos de cimentación técnicamente factibles con sus correspondientes tensiones admisibles, y la aptitud de los suelos de cantera para su empleo como material de construcción.-
- 3.- OBRA: PLANTA COMPRESORA SATURNO (585)
- 4.- UBICACION: Guaminí - Provincia de Buenos Aires.
- 5.- SOLICITANTE: BENITO ROGGIO E HIJOS S.A.

II.- MEMORIA TECNICA

1.- TRABAJOS DE CAMPAÑA

Muestras de cantera: Se obtuvieron de cada zona muestras representativas en cantidad suficiente para su posterior análisis de laboratorio. Las mismas están identificadas como:

- * Sr. Pérez.
- * Cantera 1. Sr. Sánchez - Camino a Saturno.
- * Cantera 2. Sr. Sánchez - Explotada por Techint.

En el área de emplazamiento de la obra, se ejecutaron (4) perforaciones, denominadas: S1, S2, S3 y S4; de 10,00m. de profundidad cada una, todas medidas desde el nivel actual del terreno.

//2..

Dichos sondeos se realizaron con equipo semi-manual a rotación con barreno e inyección de agua.

Se midió la compacidad relativa de los diferentes suelos mediante la ejecución del Ensayo Normal de Penetración (SPT) cada 1,00 m. hasta el límite de perforación, de acuerdo a la técnica propuesta por Terzaghi, que consiste en la hincada de un sacamuestras normalizado de 35 mm. de diámetro interior, con una energía de 49 kgm.-

Las muestras extraídas con el sacamuestras de Terzaghi, simultáneamente con la hincada, penetraron en tubos de PVC alojados en el interior del sacatestigo, los que una vez extraídos del mismo y sellados convenientemente ambos extremos, fueron remitidos al laboratorio para la realización de los ensayos físicos y mecánicos previstos.

A medida que se ejecutaban las perforaciones, se describieron en forma tacto-visual los suelos (color, textura, etc.), a fin de establecer la ubicación y espesores de los diferentes mantos que conforman la estratigrafía del lugar estudiado.-

2.- TRABAJOS DE LABORATORIO

A fin de investigar las propiedades físicas y mecánicas de los diferentes mantos, sobre las muestras representativas extraídas de los sondeos se realizaron las siguientes determinaciones:

a.- Sobre la totalidad de las muestras

a.1.- Contenido de humedad natural.

a.2.- Límite líquido y límite plástico. Por diferencia se obtiene el índice de plasticidad.

a.3.- Fracción limo más arcilla por lavado sobre el tamiz número 200 y granulometría por tamizado.

En función de los valores obtenidos en a.2 y a.3., las muestras se clasificaron por el Sistema Unificado de Casagrande.

113..'

b.- Sobre los testigos obtenidos sin signos visibles de perturbación

b.1.- Peso de la unidad de volumen natural y reducido a seco.

b.2.- Determinación de los parámetros de corte en términos de presiones totales, C_u y ϕ_u , a través de la ejecución del ensayo triaxial por etapas sucesivas en condición no drenada.

c.- Muestras de Canteras y Subrasante

c.1.- Clasificación H.R.B.

c.2.- Ensayo Proctor Modificado (T-180)

c.3.- Valor Soporte.

3.- ENSAYOS QUIMICOS

Se realizaron ensayos químicos sobre muestras de suelo y agua, para determinar la agresividad al hormigón armado. Se adjuntan los resultados.

4.- NORMAS DE ENSAYO

Los ensayos de campo y laboratorio se ejecutaron en un todo de acuerdo con las Normas IRAM y/o ASTM.

5.- RESULTADOS

En las planillas adjuntas se han volcado los valores obtenidos durante la ejecución de los trabajos de campo y laboratorio.

III.- ANALISIS DE LOS RESULTADOS Y CONCLUSIONES

III.1- Area de emplazamiento de la obra.

1.- Capa de Agua:

Su nivel piezométrico se detectó a $-0,70m$ respecto de la cota actual del terreno, durante la época de ejecución del presente estudio.

//4..

2.- ESTRATIGRAFIA:

Tal cual puede observarse en el perfil estratigráfico adjunto, que vincula en forma tentativa los resultados obtenidos por los cuatro sondeos ejecutados, sobre un manto limoso con contenidos variables de arena fina, tipo ML, "muy compacto" a "duro", cuya cota superior oscila entre -5,50 y -7,50m., se extienden sedimentos arenosos pobremente graduados con limo, tipos SP, SM, y SP-SM, sumergidos. Hasta -1,50m. estas arenas se presentan en estado "muy suelto"; entre -1,50 y -4,00m: "suelto"; entre -4,00 y -5,00m. : "medianamente denso"; entre -5,00 y el "techo" del manto limoso : "denso".

Resulta necesario destacar que estos materiales son proclives a densificarse ante fenómenos vibratorios y, cuando están sumergidos, a perder prácticamente toda su resistencia (licuefacción). Esta situación debe tenerse especialmente en cuenta en el diseño de máquinas o elementos capaces de producir tales esfuerzos.

3.- TIPO DE FUNDACION Y PRESIONES ADMISIBLES

En función de las propiedades físicas y mecánicas de los suelos que conforman la estratigrafía en correspondencia con el área de emplazamiento de la obra, se recomienda:

3.1- Estructuras Principales

Fundación indirecta mediante pilotes prefabricados e hincados hasta el "rechazo"

* Cota de punta: entre 5,00 y 6,00m. respecto del nivel actual del terreno N.T.N.

* Presión admisible de punta: 290tn/m².

//5/.

* Tensión admisible media de rozamiento en el fuste:

entre N.T.N. y -5,50m.: 0,6tn/m².

Luego, un pilote de 0,40m de diámetro tendría una capacidad de carga admisible total de, aproximadamente, 40 tn.-

3.2- Estructuras Complementarias

A (7)

En conocimiento que se ejecutará un relleno de aproximadamente 1,00m. de espesor, se recomienda ejecutar el mismo con los suelos limosos disponibles en las canteras estudiadas, compactadas por lo menos en el área de fundación de las estructuras complementarias al 100% de la densidad máxima del Proctor Modificado. Previamente a la colocación de estos materiales se deberán extraer los primeros 30cm. de suelo vegetal y compactar adecuadamente la superficie expuesta.

En estas condiciones se podrá fundar sobre el relleno mediante zapatas - vigas o plateas con una presión de contacto de 0,600 Kg/cm².

El espesor mínimo de relleno por debajo del plano de fundación será de 0,80m., con lo cual se tendrá una "tapada" de 0,50m. para completar el espesor total previsto de 1,30m.

Si los anchos de las fundaciones oscilan entre 1,00 y 1,50m, las tensiones medias inducidas en el manto arenoso "muy suelto" serán del orden de los 0,300 Kg/cm².

El cálculo de la distribución de tensiones se hizo suponiendo un medio homogéneo e isotrópico para una zapata continua de 1,00m. de ancho y para una platea de 1,50 x 2,50m.

116...

Las estructuras de fundación deberán dimensionarse con la rigidez suficiente como para que sean capaces de absorber algunos asentamientos diferenciales que suelen producirse en estratigrafías como la presente.

De esta manera, y actuando además el relleno muy bien compactado como plataforma flexible que permitirá distribuir más uniformemente los asentamientos, al ser la respuesta de los suelos arenosos ante las sollicitaciones previstas prácticamente inmediata con la aplicación de los esfuerzos estructurales, se estima que los asentamientos diferenciales finales van a ser compatibles con las estructuras complementarias.-

III.2- Muestras de Cantera y Subrasante

1- Propiedades Físicas y Clasificación

| Muestra Tipo | NI (%) | Ip (%) | Wn (%) | P.T. No(%) | | | Clasificación. H.R.B. |
|--------------------------------------|-------------|-----------|-----------|------------|------|------|--------------------------|
| | | | | 40 | 100 | 200 | |
| †Sr Pérez | 29,6 | 2,1 | 14,3 | 100 | 92,4 | 70,0 | A4(7) |
| †Sr Sánchez Cantera 1 | No plástico | | 8,6 | 99,0 | 32,5 | 11,9 | A2-4(10) |
| †Sr Sánchez Cantera 2 | 29,8 | 4,6 | 18,2 | 100 | 90,6 | 67,5 | A4(7) |
| †Subrasante Emplazamiento Obra | No plástico | | 9,9 | 96,0 | 27,9 | 10,1 | A2-4(10) |

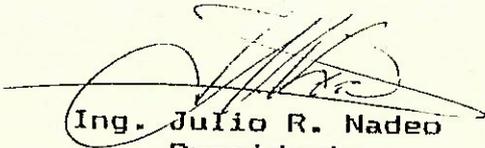
117..1

2- Proctor Modificado y Valor Soporte

| Muestra Tipo | Proctor Modificado | | Valor Soporte | |
|--------------------------------------|---|-----------------------|--------------------|-----------------|
| | Densidad Máxima (tn/m ³) | Humedad Optima (%) | Sin Embeber (%) | Embebido (%) |
| 1Sr Pérez | 1,732 | 16,6 | 92,0 | |
| 1Sr Sánchez Cantera 2 | 1,712 | 18,8 | 77,3 | |
| 1Subrasante Emplazamiento Obra | 1,842 | 9,5 | 76,2 | |

3- Proctor Normal y Valor Soporte

| Muestra Tipo | Densidad Máxima (tn/m ³) | Humedad Optima (%) | Valor Soporte | |
|-----------------|---|-----------------------|-----------------|--|
| | | | Sin Embeber (%) | |
| 1Sr Pérez | 1,624 | 20,4 | 36,0 | |

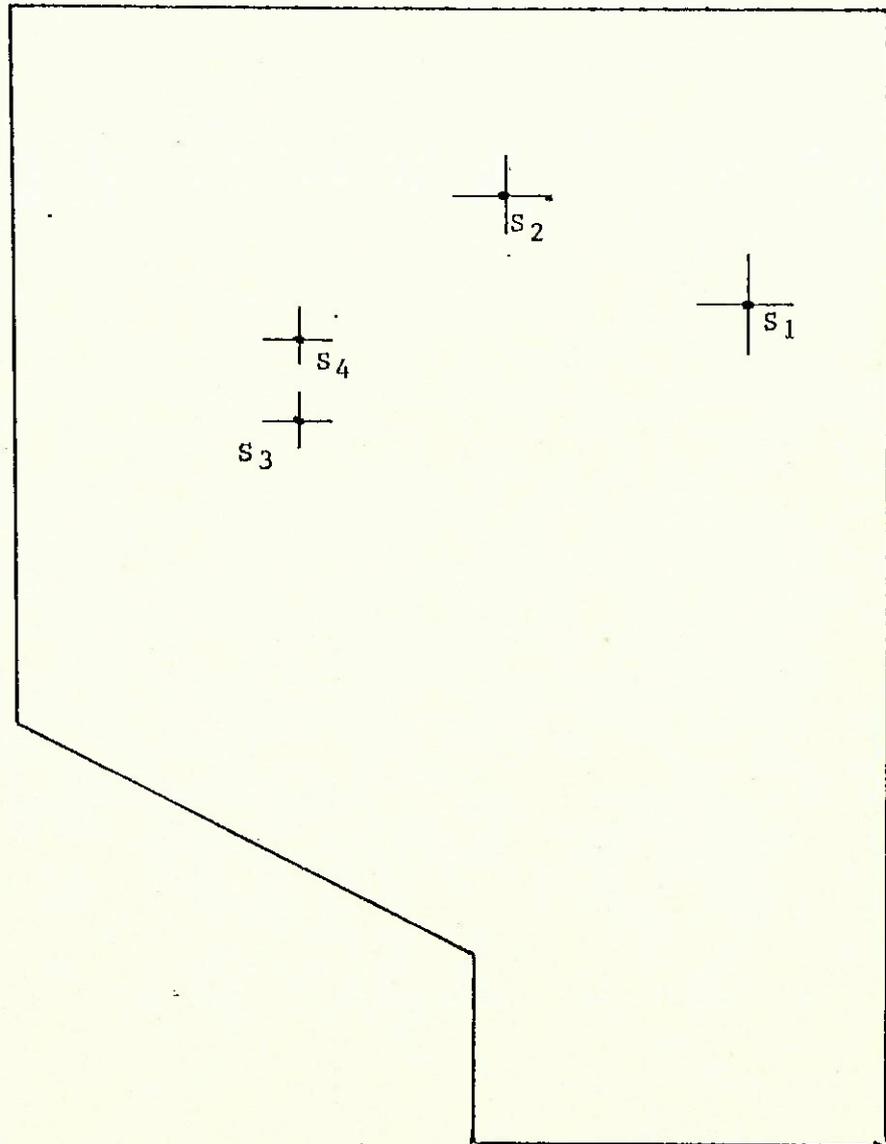

Ing. Julio R. Nadeo
Presidente

NADEO Y ASOCIADOS S.A.
Ingeniería Geotécnica

CROQUIS DE UBICACION

ESTUDIO N° 1245

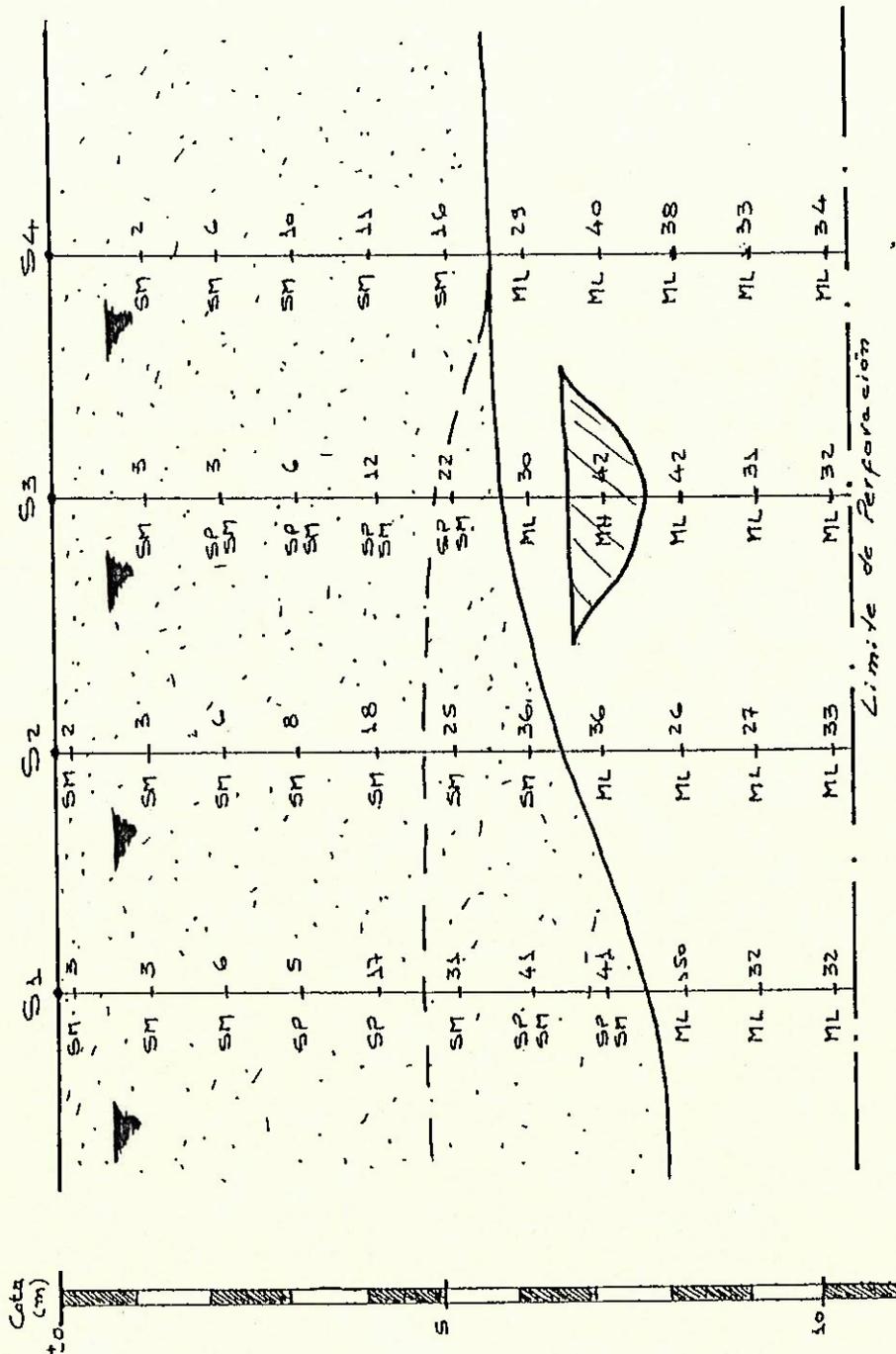
OBRA: Planta Compresora Saturno (585)



PERFIL ESTRATIGRAFICO TENTATIVO

ESTUDIO N° 1245

Obra: Planta Compresora Saturno (585)



NADEO Y ASOCIADOS S.A.
Ingeniería Geotécnica

ESTUDIO Nº : 1245

SONDEO Nº : 1

PROF. N.F.[m] : 0.70

| M | Nº | PROF. | WP | WL | Hn | PASA | | | | CLASIF. | SPT | Cu kg/cm2 | Øu [Ø] | γd gr/cm3 | ESTRATIGRAFIA |
|---|----|-------|-------------|------|------|------|----|-----|-----|---------|------|--------------|-----------|--------------|---|
| | | | | | | 200 | 40 | 10 | 4 | | | | | | |
| | 1 | 0,28 | NO PLASTICO | | 18,2 | 28 | 98 | 100 | 100 | SM | 3 | | | | ARENA LIMOSA Gris Oscuro |
| | 2 | 1,23 | NO PLASTICO | | 19,1 | 19 | 96 | 100 | 100 | SM | 3 | | | | ARENA LIMOSA Castano Oscuro |
| | 3 | 2,23 | NO PLASTICO | | 20,4 | 20 | 96 | 100 | 100 | SM | 6 | | | | ARENA LIMOSA Castano Oscuro |
| | 4 | 3,23 | NO PLASTICO | | 20,2 | 3 | 89 | 100 | 100 | SP | 5 | | | | ARENA Mal Graduada Castano Oscuro |
| | 5 | 4,23 | NO PLASTICO | | 21,6 | 3 | 89 | 100 | 100 | SP | 17 | | | | ARENA Mal Graduada Castano Oscuro |
| | 6 | 5,23 | NO PLASTICO | | 22,9 | 26 | 91 | 100 | 100 | SM | 31 | | | | ARENA LIMOSA Castano Oscuro c/Nod. Compac. |
| | 7 | 6,23 | NO PLASTICO | | 20,6 | 8 | 97 | 100 | 100 | SP-SM | 41 | | | | ARENA Mal Grad. con LIMO Castano Rosado Oscuro |
| | 8 | 7,23 | NO PLASTICO | | 18,4 | 8 | 97 | 100 | 100 | SP-SM | 41 | | | | ARENA Mal Grad. con LIMO Castano Oscuro |
| | 9 | 8,23 | 29,5 | 33,8 | 33,8 | 75 | 96 | 100 | 100 | ML | > 50 | | | | LIMOSO con ARENA Castano Claro con Nodulos |
| | 10 | 9,23 | 29,7 | 32,7 | 33,6 | 56 | 89 | 100 | 100 | ML | 32 | | | | LIMO ARENOSO Castano con Nodulos Compactos |
| | 11 | 10,23 | 29,7 | 32,7 | 32,0 | 56 | 89 | 100 | 100 | ML | 38 | | | | LIMO ARENOSO Castano con Nodulos Compactos |

NADEO Y ASOCIADOS S.A.
Ingeniería Geotécnica

ESTUDIO Nº : 1245

SONDEO Nº : 2

PROF. N.F.[m] : 0,75

| M | Nº | PROF. | WP | WL | Wn | PASA | | TAMICES | | CLASIF. | SPT | Cu kg/cm ² | Øu [g] | rd gr/cm ³ | ESTRATIGRAFIA |
|---|----|-------|-------------|------|------|------|-----|---------|-----|---------|-----|--------------------------|-----------|--------------------------|---|
| | | | | | | 200 | 40 | 10 | 4 | | | | | | |
| | 1 | 0,28 | NO PLASTICO | | 18,4 | 21 | 98 | 100 | 100 | SH | 2 | | | | ARENA LIMOSA Gris Oscuro |
| | 2 | 1,23 | NO PLASTICO | | 17,3 | 14 | 96 | 100 | 100 | SH | 3 | | | | ARENA LIMOSA Castano Oscuro |
| | 3 | 2,23 | NO PLASTICO | | 16,8 | 14 | 96 | 100 | 100 | SH | 6 | | | | ARENA LIMOSA Castano Oscuro |
| | 4 | 3,23 | NO PLASTICO | | 19,2 | 16 | 96 | 100 | 100 | SH | 8 | | | | ARENA LIMOSA Castano Oscuro |
| | 5 | 4,23 | NO PLASTICO | | 16,7 | 13 | 98 | 100 | 100 | SH | 18 | | | | ARENA LIMOSA Castano |
| | 6 | 5,23 | NO PLASTICO | | 17,5 | 13 | 98 | 100 | 100 | SH | 25 | | | | ARENA LIMOSA Castano |
| | 7 | 6,23 | NO PLASTICO | | 19,4 | 13 | 98 | 100 | 100 | SH | 36 | | | | ARENA LIMOSA Castano Oscuro |
| | 8 | 7,23 | 26,6 | 29,3 | 29,9 | 76 | 100 | 100 | 100 | ML | 36 | | | | LIMOSO con ARENA Castano con Nodulos Compactos |
| | 9 | 8,23 | 26,6 | 29,3 | 32,0 | 76 | 100 | 100 | 100 | ML | 26 | 0,90 | 25 | 1,45 | LIMOSO con ARENA Castano con Nodulos Compactos |
| | 10 | 9,23 | 30,0 | 37,8 | 31,0 | 85 | 100 | 100 | 100 | ML | 27 | | | | LIMOSO con ARENA Castano Rosado con Nodulos |
| | 11 | 10,23 | 30,0 | 37,8 | 30,1 | 85 | 100 | 100 | 100 | ML | 33 | | | | LIMOSO con ARENA Castano Rosado con Nodulos |

NADEO Y ASOCIADOS S.A.
Ingeniería Geotécnica

ESTUDIO Nº : 1245

SONDEO Nº : 3

PROF. N.F.[m] : 0,70

| M | Nº | PROF. | WP | WL | Wn | PASA | | | | CLASIF. | SPT | Cu kg/cm ² | Øu [Ø] | rd gr/cm ³ | ESTRATIGRAFIA |
|---|----|-------|-------------|------|------|------|-----|-----|-----|---------|-----|--------------------------|-----------|--------------------------|---|
| | | | | | | 200 | 40 | 10 | 4 | | | | | | |
| | 1 | 1,23 | NO PLASTICO | | 18,4 | 12 | 96 | 100 | 100 | SP-SM | 3 | | | | ARENA Mal Grad. con LIMO Castano Oscuro |
| | 2 | 2,23 | NO PLASTICO | | 20,4 | 10 | 95 | 100 | 100 | SP-SM | 3 | | | | ARENA Mal Grad. con LIMO Castano Oscuro |
| | 3 | 3,23 | NO PLASTICO | | 18,9 | 10 | 95 | 100 | 100 | SP-SM | 6 | | | | ARENA Mal Grad. con LIMO Castano Oscuro |
| | 4 | 4,23 | NO PLASTICO | | 17,6 | 11 | 97 | 100 | 100 | SP-SM | 12 | | | | ARENA Mal Grad. con LIMO Castano Oscuro |
| | 5 | 5,23 | NO PLASTICO | | 18,0 | 11 | 97 | 100 | 100 | SP-SM | 22 | | | | ARENA Mal Grad. con LIMO Castano Oscuro con Nodulos |
| | 6 | 6,23 | 28,2 | 38,9 | 25,3 | 80 | 100 | 100 | 100 | ML | 30 | | | | LIMO ARCILLOSO con ARENA Castano Rosado con Nodulos |
| | 7 | 7,23 | 34,4 | 52,5 | 28,1 | 85 | 100 | 100 | 100 | MH | 42 | | | | ARCILLOSO con ARENA Castano con Nodulos Compactos |
| | 8 | 8,23 | 30,1 | 33,8 | 29,1 | 75 | 96 | 100 | 100 | ML | 42 | | | | LIMOSO con ARENA Castano con Nodulos Compactos |
| | 9 | 9,23 | 30,1 | 33,8 | 29,8 | 75 | 96 | 100 | 100 | ML | 31 | | | | LIMOSO con ARENA Castano Oscuro con Nodulos |
| | 10 | 10,23 | 30,7 | 32,6 | 30,6 | 66 | 91 | 100 | 100 | ML | 32 | | | | LIMO ARENOSO Castano Oscuro con Nodulos |

NADEO Y ASOCIADOS S.A.
Ingeniería Geotécnica

ESTUDIO Nº : 1245

SONDEO Nº : 4

PROF. N.F.[m] : 0,70

| H Nº | PROF. | HP | WL | Wn | PASA | | | | TAMICES | CLASIF. | SPT | Cu | Øu | γd | ESTRATIGRAFIA |
|---------|-------|-------------|------|------|------|-----|-----|-----|---------|---------|------|--------|------|--|---------------|
| | | | | | 200 | 40 | 10 | 4 | | | | kg/cm2 | [g] | gr/cm3 | |
| 1 | 1,23 | NO PLASTICO | | 18,1 | 13 | 94 | 100 | 100 | SM | 2 | | | | ARENA LIMOSA Castano Oscuro | |
| 2 | 2,23 | NO PLASTICO | | 18,9 | 13 | 94 | 100 | 100 | SM | 6 | | | | ARENA LIMOSA Castano Oscuro | |
| 3 | 3,23 | NO PLASTICO | | 19,2 | 13 | 95 | 100 | 100 | SM | 10 | | | | ARENA LIMOSA Castano Oscuro | |
| 4 | 4,23 | NO PLASTICO | | 16,0 | 13 | 95 | 100 | 100 | SM | 11 | | | | ARENA LIMOSA Castano Oscuro | |
| 5 | 5,23 | NO PLASTICO | | 17,2 | 12 | 95 | 100 | 100 | SP-SM | 16 | | | | ARENA Mal Grad. con LIMO Castano Oscuro | |
| 6 | 6,23 | 28,3 | 32,3 | 25,3 | 88 | 100 | 100 | 100 | ML | 29 | 0,76 | 22 | 1,42 | LIMOSO Castano Rosado con Nodulos | |
| 7 | 7,23 | 28,3 | 32,3 | 26,4 | 88 | 100 | 100 | 100 | HL | 40 | | | | LIMOSO Castano Rosado c/Nod. Compac. | |
| 8 | 8,23 | 28,6 | 39,8 | 28,4 | 88 | 100 | 100 | 100 | ML | 38 | | | | LIMO ARCILLOSO Castano Rosado con Nodulos | |
| 9 | 9,23 | 29,9 | 39,8 | 31,2 | 88 | 100 | 100 | 100 | ML | 33 | | | | LIMOSO Castano con Nodulos | |
| 10 | 10,23 | 29,9 | 33,6 | 30,4 | 85 | 100 | 100 | 100 | ML | 34 | | | | LIMOSO con ARENA Castano con Nodulos | |

NADEO Y ASOCIADOS S.A.
Ingeniería Geotécnica

La Plata, 2 de Noviembre de 1993

Señores
BENITO RONGIO E HIJOS S.A.
Avda. L.N. Alem 1050 - 4° piso
Capital Federal

Referencial Planta Compressor Saturno
Estudio de Suelos No.1248. Informe ampliatorio.

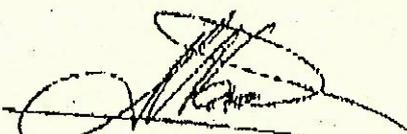
Atención: Ing. Digna

En respuesta a lo solicitado respecto de las consideraciones explicitadas en el punto 3.2 de nuestro informe técnico, en las cuales se hace referencia a los posibles asentamientos diferenciales que podrían llegar a producirse en las estructuras complementarias, nos permitimos elevarles el siguiente informe aclaratorio.

Es un hecho reconocido experimentalmente que las fundaciones apoyadas directamente en arenas (suelos no cohesionados), a causa de la formación geológica de estas materiales, presentan generalmente asentamientos diferenciales bajo esfuerzos menores que aquellos deducidos como admisibles desde el punto de vista de su resistencia al corte.

Por ello es que normalmente se limitan las presiones de trabajo para que entre dos fundaciones adyacentes el asiento diferencial no exceda de 2,0cm. para lucas de aproximadamente 4,0m. (distorsión angular: 0,005).-

También la práctica de la geotécnica ha demostrado que la presencia de una capa de suelo compactado interpuesta entre ambos elementos, reduce considerablemente dichos valores para zapatas continuas y bases a magnitudes compatibles con las estructuras normales. Se estima que en el presente perfil los asentamientos diferenciales podrán ser del orden del centímetro.-


Ing. Julio H. Nadeo
Presidente

NADEO Y ASOCIADOS S.A.
Ingeniería Geotécnica

La Plata, 15 de Diciembre de 1993

Señores
BENITO ROGGIO E HIJOS S.A.
Avda. L.N. Alem 1050 - 4 piso
Capital Federal

Referencia: Planta Compesadora Saturno
Estudio de Suelos No 1245 - Informe Ampliatorio.

Atención: Ing. Gigona.

En respuesta a lo solicitado elevamos a Uds. los resultados del Ensayo Proctor Modificado (T180) que fuera ejecutado sobre la muestra remitida a este laboratorio.

| W1 (%) | Wp (%) | Ip (%) | P.T.No 200 (%) | Clasificación H.R.B. | Yd máx. (tn/m ³) | W óptima (%) |
|--------|--------|--------|----------------|----------------------|------------------------------|--------------|
| 34,6 | 30,1 | 4,5 | 76,1 | A 4(B) | 1,660 | 21,6 |

Esta muestra es más plástica y con un menor porcentaje de arena, por lo que resulta congruente que tenga una menor densidad y una mayor humedad óptima que la ensayada en oportunidad del informe original.

Los resultados del Proctor T180 sobre los cuales Uds. realizan las comparaciones de los porcentajes de compactación, son:

Yd máx. = 1,595 tn/m³.; W óptima = 23,5 %

Valores éstos sensiblemente semejantes dadas las normales y lógicas variaciones que tienen estos materiales en sus propiedades índices.

Analizando la curva de compactación que se adjunta, se observa que con humedades que oscilan entre 19 y 24 %, las densidades secas son superiores a 1,52 tn/m³.

De las planillas de densidades "in situ" se obtiene que éstas son humedades más frecuentes en obra, por lo que todo parece indicar como posible que se logren en obra densidades secas iguales o mayores a 1,52 tn/m³. que serían del orden del 95% de la máxima obtenida por Uds. (1,595 tn/m³).

//..

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

Cantera Sr. Perez

w_l = 24,6 %

w_p = 30,1 %

I_p = 4,5 %

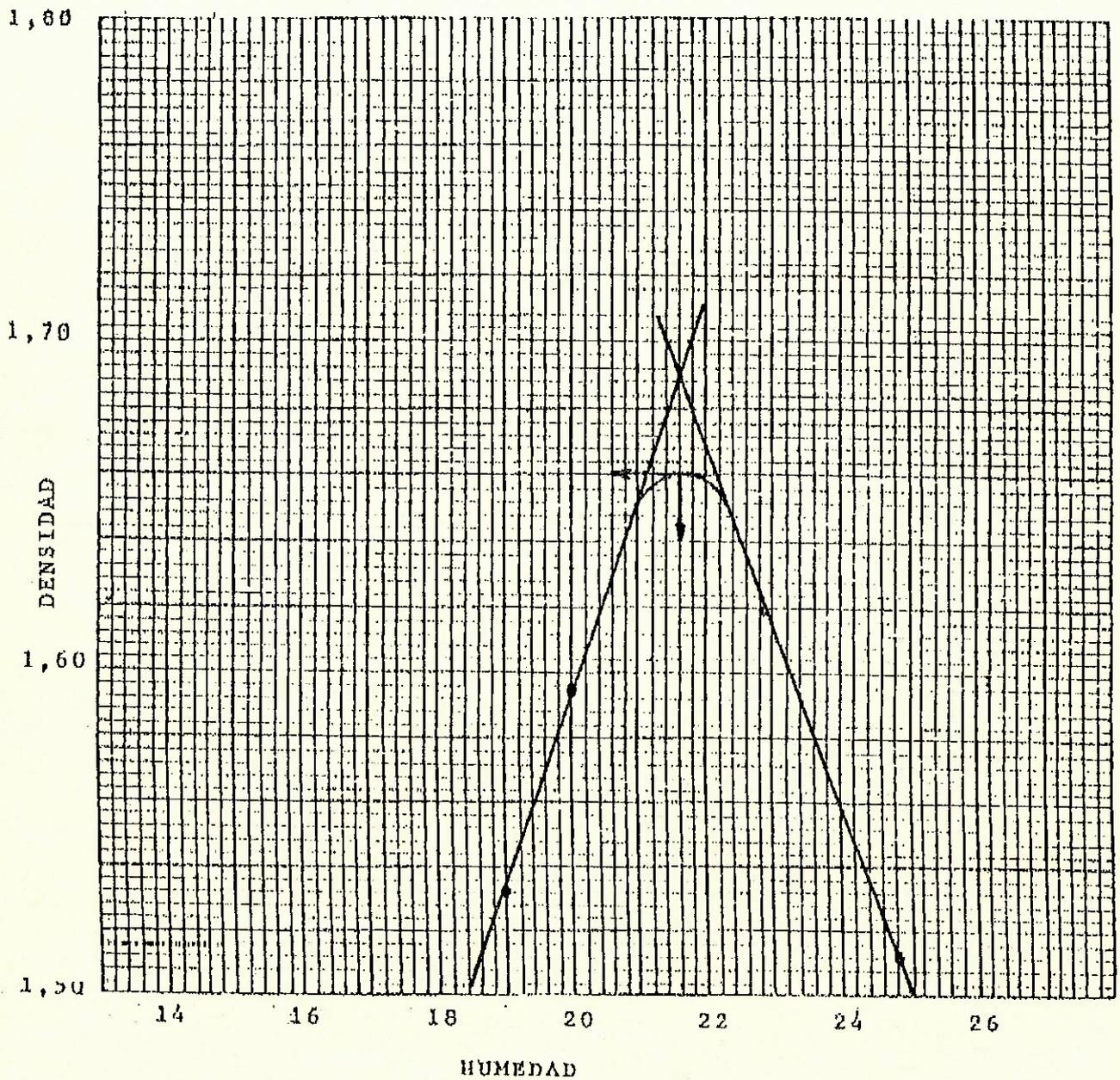
P.T. N° 200 = 76,1 %

Clasificación Unificada = ML

Clasificación H.R.B. = A 4(8)

γ_d máx. = 1.660 tn/m³.

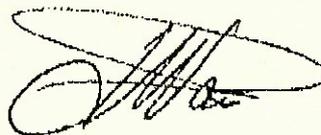
w óptima = 21,6 %



//2..

Es frecuente que estas densidades no puedan alcanzarse cuando no se dispone de un "piso", para las primeras capas (unos 30 cm) inmediatamente en contacto con el terreno natural. Allí podría tolerarse, dado que la presión en operación de las bases se ha reducido a 0,350 Kg/cm²., el 90% de $\gamma_{\text{máx}}$. (aprox. 1,44 tn/m³).

Para el resto hasta alcanzar el plano de fundación recomendado (unos 50 cm), el porcentaje de compactación deberá ser igual o mayor al 95% de $\gamma_{\text{máx}}$. (1,52 tn/m³).



Ing. Julio R. Nadeo
Presidente