

Caracas, 5-8 de Octubre de 1982

-VII°- SEMINARIO DE MECANICA DE SUELOS

PERFILES GEOTECNICOS TIPICOS DEL SUBSUELO Y EJEMPLO DE SOLUCION DE FUNDACION PARA EL AREA METROPOLITANA DE VALENCIA.

Por los Ingenieros:
Nelson Rodríguez Delgado, y
Gianfranco Perri Aprile.

* INTRODUCCION

El trabajo que se expone a continuación está extraído de un estudio más amplio elaborado por cuenta de la C.A. Metro de Valencia y cuyo objeto principal fue presentar las informaciones geotécnicas preliminares relativas al subsuelo del área metropolitana de Valencia, lo cual se llevó a cabo mediante la recopilación de la información existente y disponible y elaboración de la misma en forma de "Perfiles Geotécnicos generalizados del subsuelo".

El trabajo mencionado comprendió también el estudio geológico del área que condujo a la elaboración de un mapa geológico a escala 1:10.000; sin embargo este aspecto queda fuera de los alcances de esta exposición.

Finalmente, y a manera de ejemplo se comentará aquí uno de los estudios del subsuelo y fundaciones que se utilizaron en la recopilación de datos y para el cual en esta ocasión se comentarán los aspectos relativos a la solución y diseño de fundaciones correspondientes.

* PERFILES TIPICOS

Se analizaron 259 perforaciones exploratorias correspondientes a 41 estudios de suelo y para cada uno se elaboró el perfil geotécnico generalizado del subsuelo, 10 de los cuales se presentan a continuación a manera de ejemplo. Estos incluyen sistemáticamente: columna gráfica y descripción litológica de los diferentes estratos detectados, los resultados correspondientes a los ensayos de campo de penetración estándar y ensayos de clasificación de laboratorio realizados en muestras representativas recuperadas de las perforaciones. También se reporta la información relativa al contenido de humedad natural a las diferentes profundidades y cota de la mesa freática detectada.

Para algunos casos la información geotécnica está complementada con los resultados de ensayos especiales como los de penetración del cono estático y los de carga mediante el presiómetro de Menard.

Para lo que se refiere a los resultados elaborados, es conocido que las planicies que circundan el Lago de Valencia están formadas por sedimentos cuaternarios, predominantemente arcillosos. Los bordes de la planicie están constituidos por rocas metamórficas de las cordilleras circundantes y algunas reliquias del relieve aparecen como elevaciones y cerros aislados dentro de la sedimentación cuaternaria.

Como descripción general del subsuelo correspondiente a los puntos de exploración directa analizados, puede afirmarse que la gran mayoría de los suelos son arcillosos muy arenosos con lentes o estratos de arenas finas muy arcillosas.

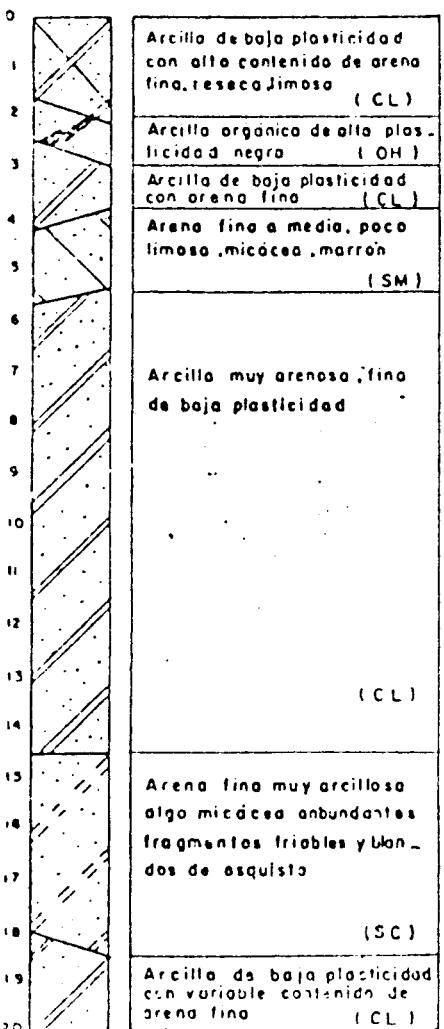
Los suelos finos en efecto son predominantemente arcillosos y sólo en casos aislados limosos, y esencialmente de naturaleza poco plástica con una consistencia de dura a alta.

Los estratos y lentes arenosos presentan por lo general una densidad media a alta.

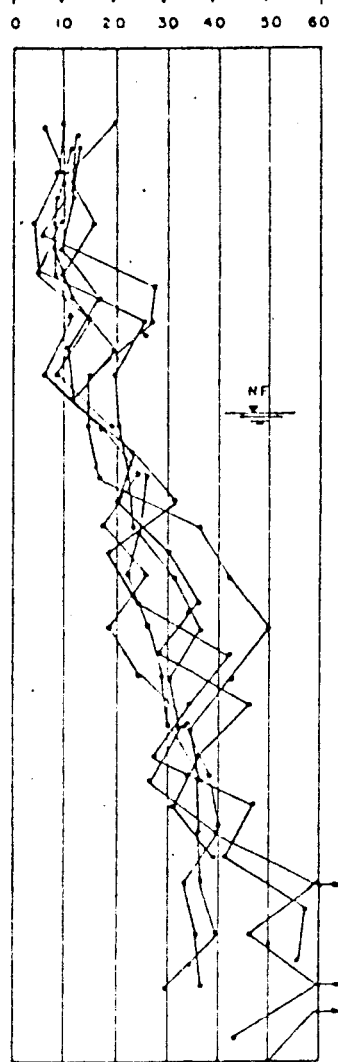
En correspondencia de algunos aislados estratos de suelos finos así como en lentes de arena, se detectó presencia de grava, siempre fina y en bajo porcentaje.

Para lo que se refiere a los niveles más superficiales en la mayor parte de los puntos explorados se detectaron entre 0.5 y 2 metros de capa vegetal y en lo que respecta al nivel freático, éste fue detectado en casi todas las perforaciones, en buena cantidad de ocasiones a profundidades menores que 4.00 m. bajo el nivel de campo, en otros casos entre 4.00 y 7.00 m. y prácticamente siempre antes que los 20.00 m. profundidad última media de las perforaciones.

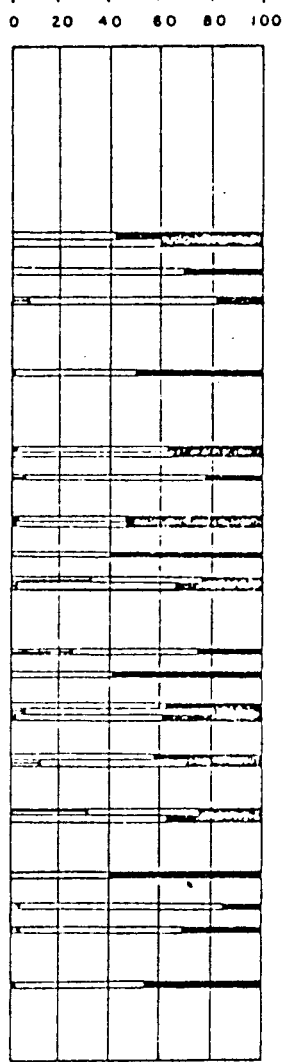
LITOLOGIA



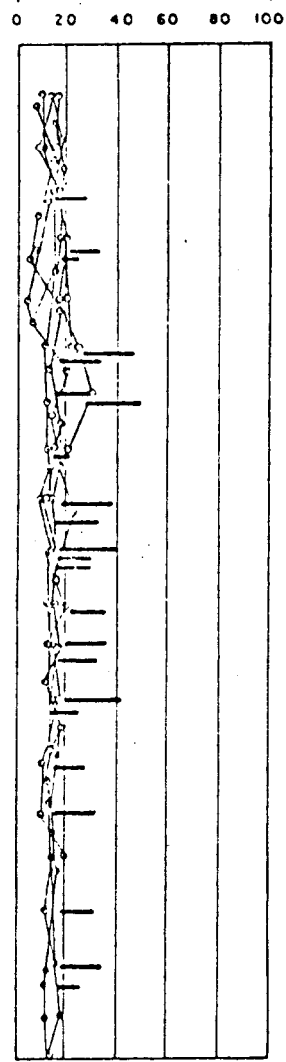
RESISTENCIA A PENETRACION SPT



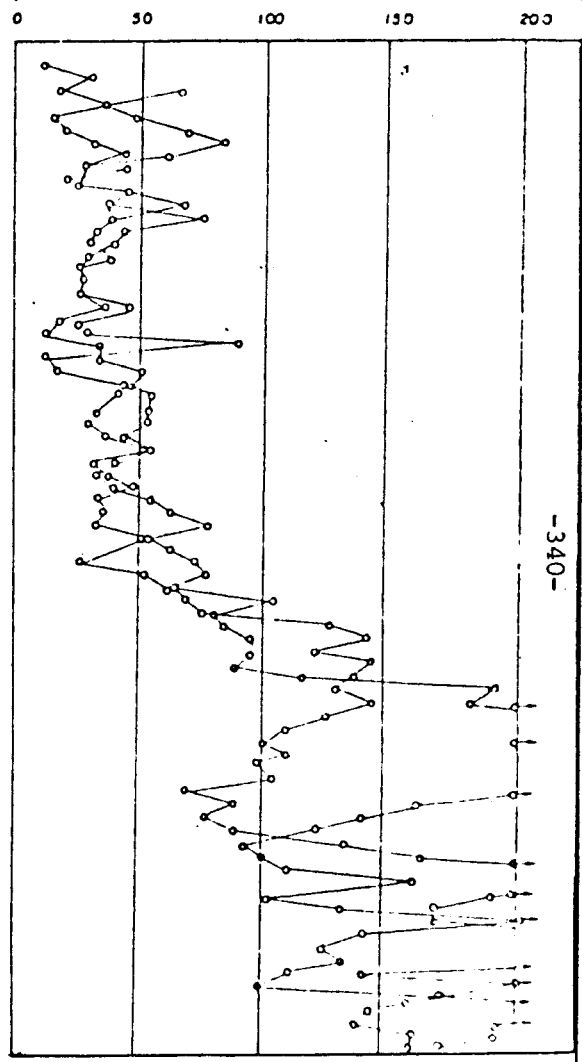
GRANULOMETRIA



HUMEDAD NATURAL (%) O LIMITES DE CONSISTENCIA



SONDEO CON PENETROMETRO ESTATICO RESISTENCIA DE PUNTA (qc Kg / Cm²)



PERFIL GENERALIZADO DEL SUBSUELO
 URB. PREBO AV. C-5
 VALENCIA EDO. CARABOBO

7 PERFORACIONES REALIZADAS POR:
 GEOMECANICA INGENIEROS CONSULTORES

ing. NELSON RODRIGUEZ
 ing. GIANFRANCO PERRI

LITOLOGIA

1
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
22
24
26
28
30
32
34
36
38
40

Capa vegetal de arena media a fina muy arcillosa

Arcilla arenosa fina a media de mediana plasticidad. Presencia de grava fina aislada color amarillo y gris claro densidad media a dura

(CL)

Arena media a fina arcillosa, algo de grava densa color gris y amarillento

(SC)

Arcilla muy arenosa fina de mediana y alta plasticidad y consistencia dura color pardo amarillento

(CL - SM)

Arena media a gruesa arcillosa muy densa

(SC)

Arena media a gruesa poco limosa densa

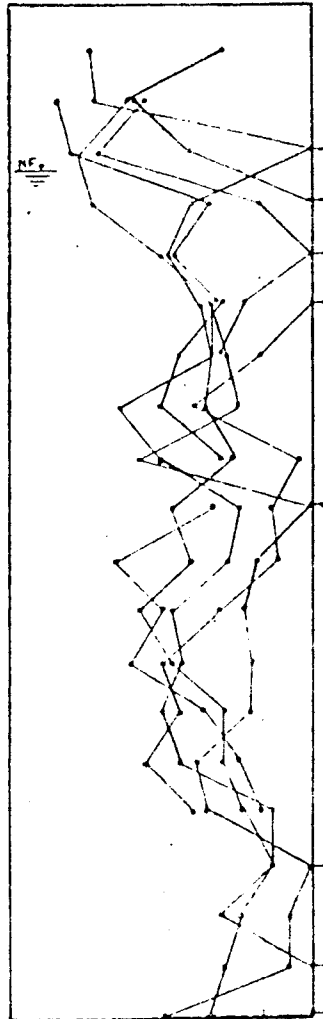
(SM)

Arcilla muy arenosa de mediana plasticidad, muy rigida

(CL)

RESISTENCIA A PENETRACION SPT

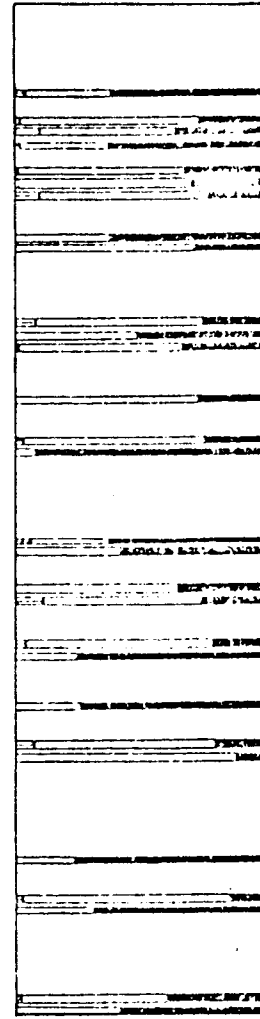
0 10 20 30 40 50 60



GRANULOMETRIA

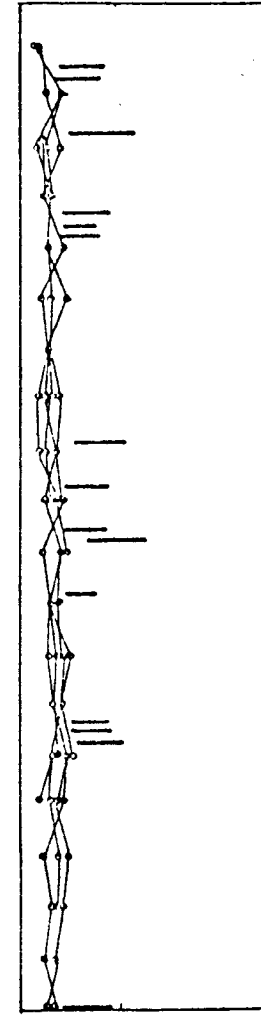
% GRAVA % ARENA % FINOS

0 20 40 60 80 100



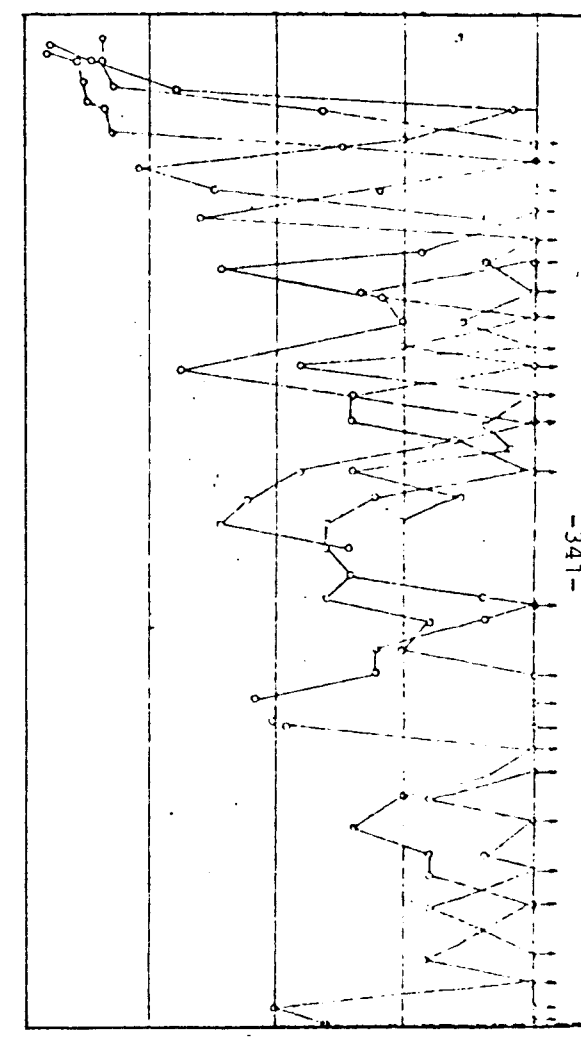
HUMEDAD NATURAL (%) O LIMITES DE CONSISTENCIA

0 20 40 60 80 100



SONDEO CON PENETROMETRO ESTATICO RESISTENCIA DE PUNTA (9.8 Kg / Cm²)

0 50 100 150 200

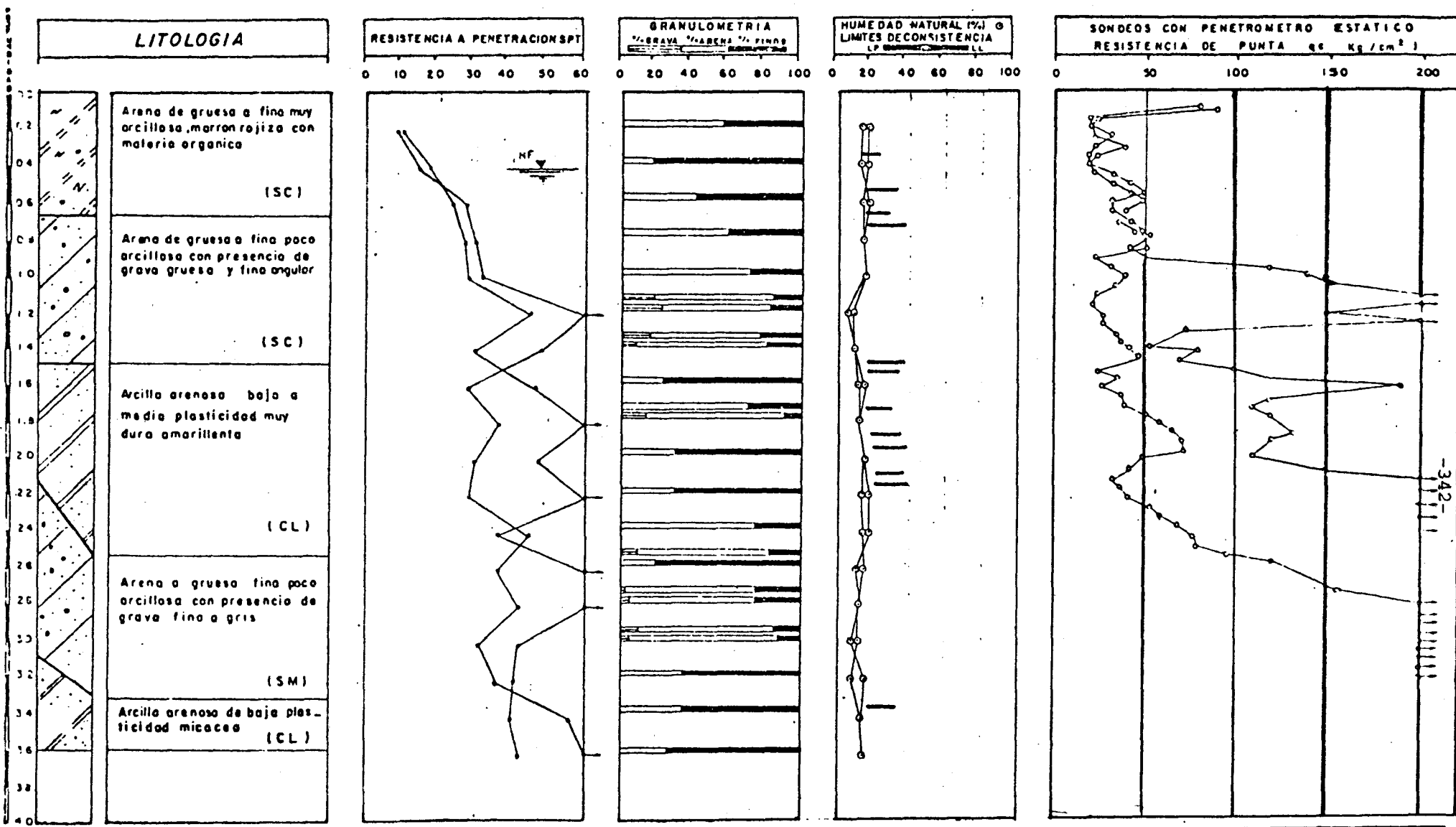


-341-

PERFIL GENERALIZADO DEL SUBSUELO
PARCELA SOBRE AV. BOLIVAR CALLE SILVA
VALENCIA EDO. CARABOBO

3 PERFORACIONES REALIZADAS POR:
GEOMECANICA INGENIEROS CONSULTORES

ing. NELSON RODRIGUEZ
ing. GIANFRANCO PERRI



PERFIL GENERALIZADO DEL SUBSUELO
 AV. 92 Y CALLES 92, 93
 VALENCIA EDO. CARABOBO

2 PERFORACIONES REALIZADAS POR:
 GEOMECANICA INGENIEROS CONSULTORES

ing. NELSON RODRIGUEZ
 ing. GIANFRANCO PERRI

LITOLOGIA

RESISTENCIA A PENETRACION SPT

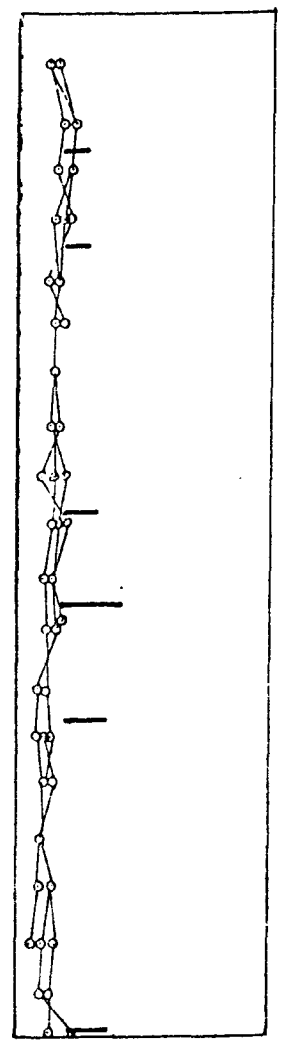
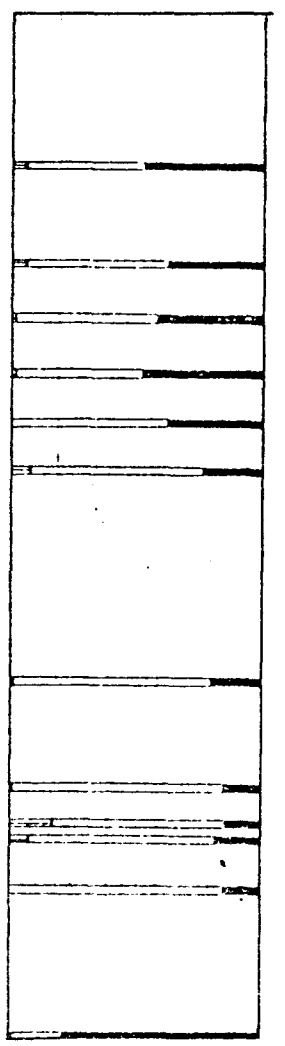
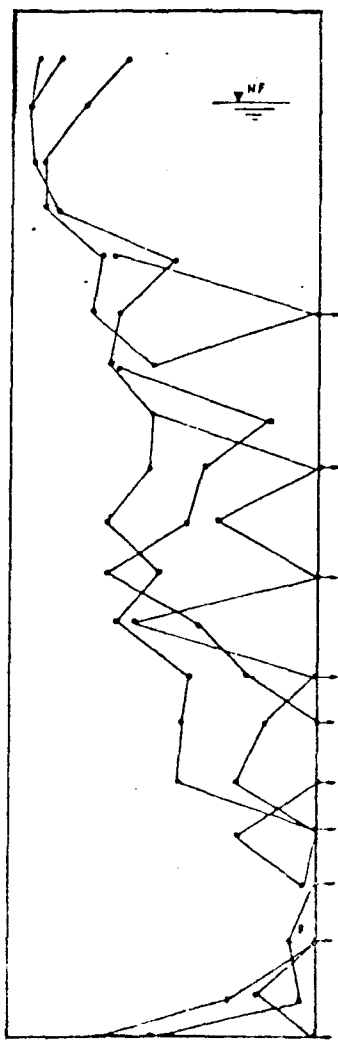
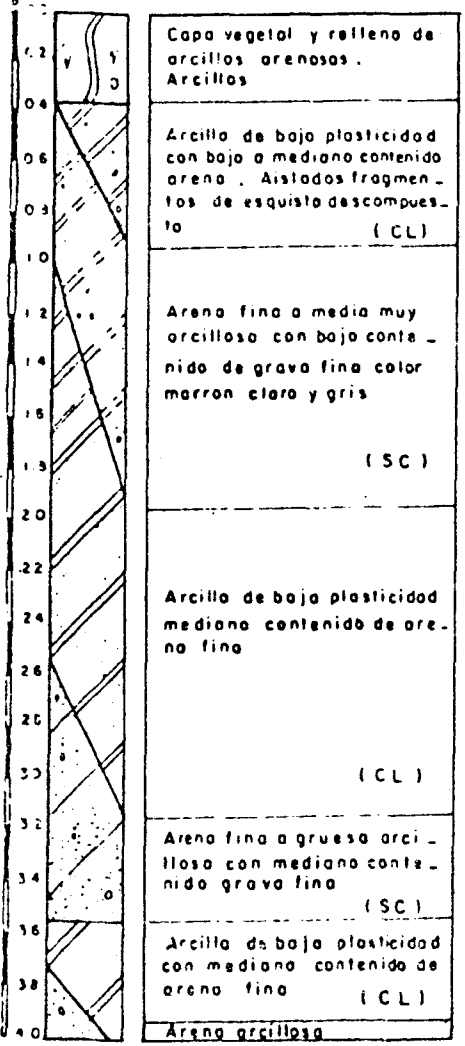
GRANULOMETRIA
% GRAVA % ARENA % FINOS

HUMEDAD NATURAL (%)
LIMITE DE CONSISTENCIA
LP LL

0 10 20 30 40 50 60

0 20 40 60 80 100

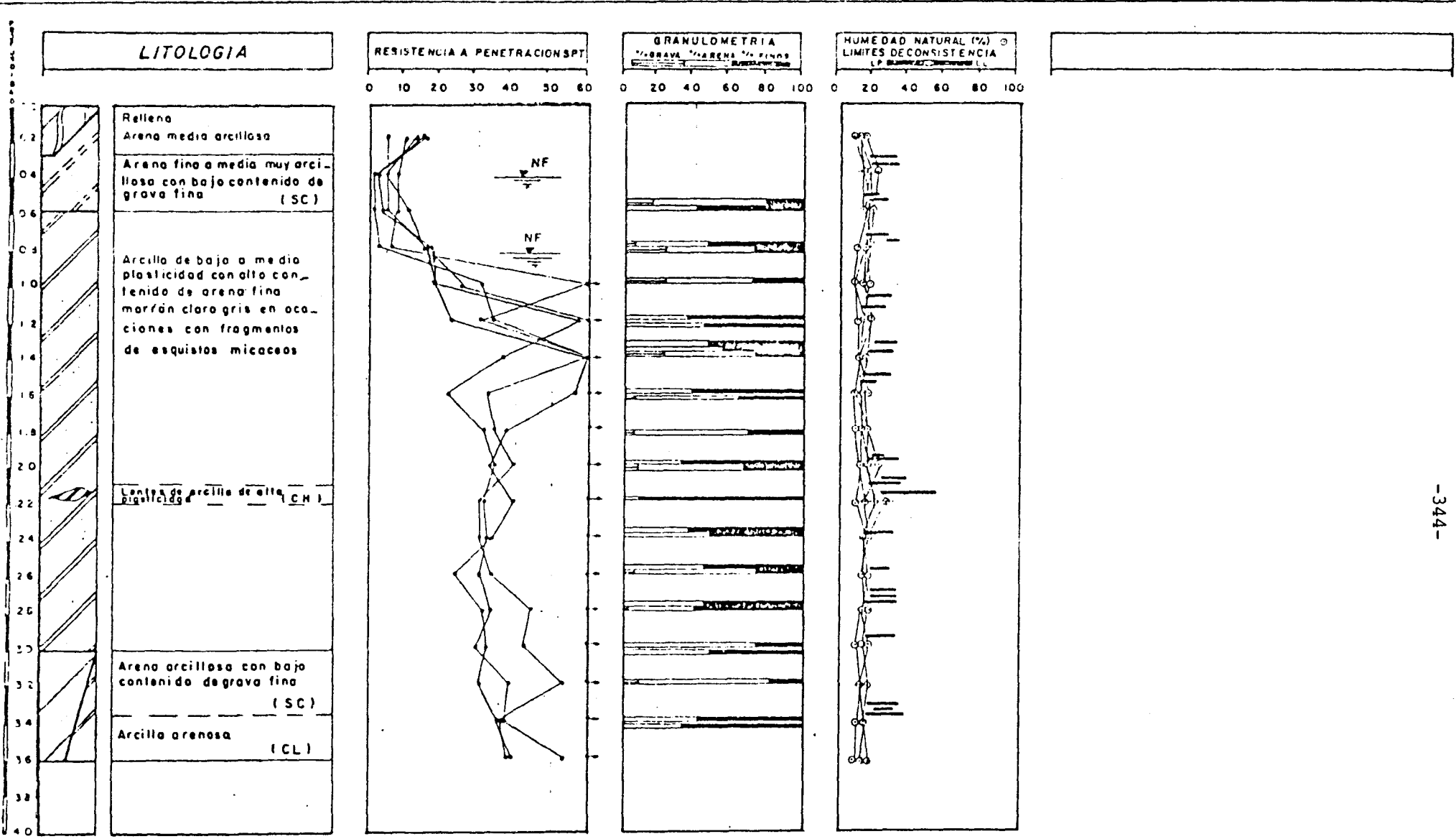
0 20 40 60 80 100



PERFIL GENERALIZADO DEL SUBSUELO
CALLE JON LAS DELICIAS, URB. EL VIÑEDO
VALENCIA EDO. CARABOBO

3 PERFORACIONES REALIZADAS POR:
GEOMECANICA INGENIEROS CONSULTORES

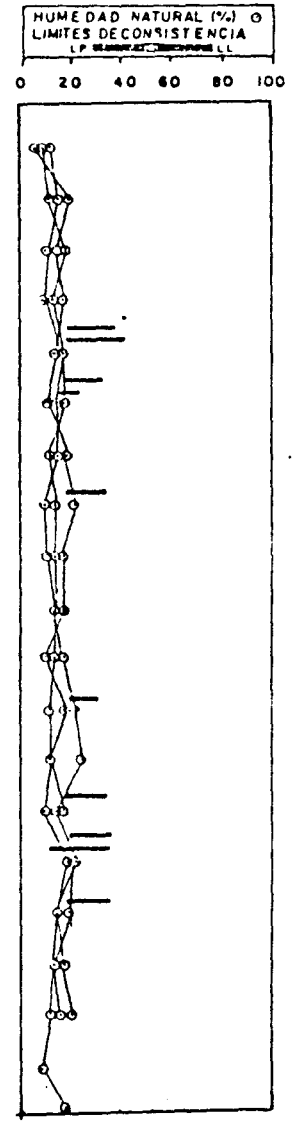
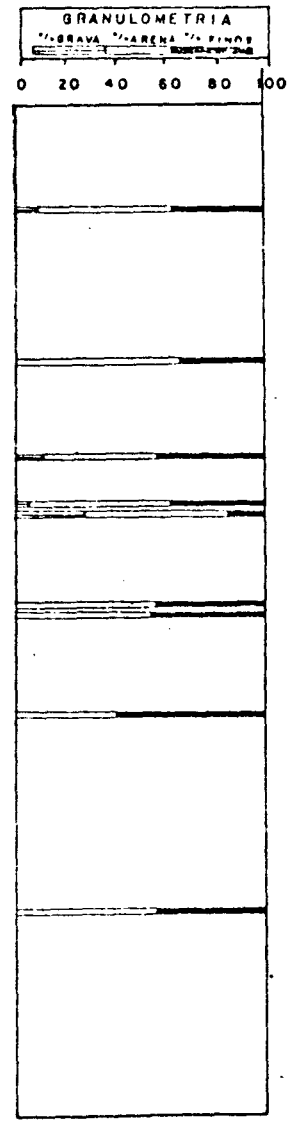
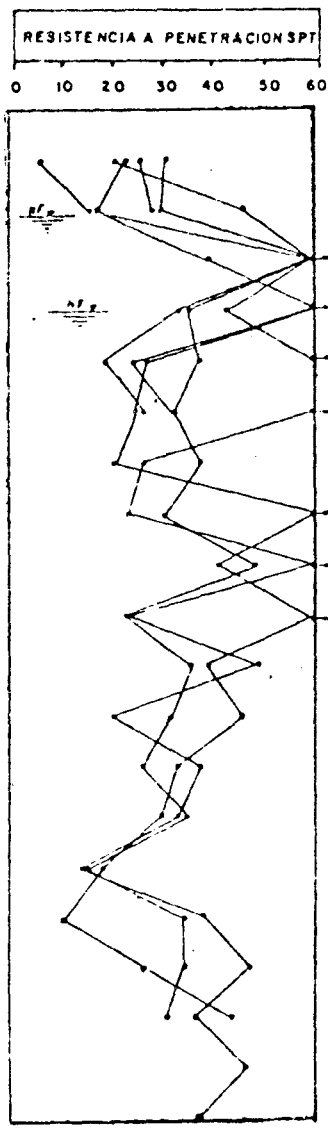
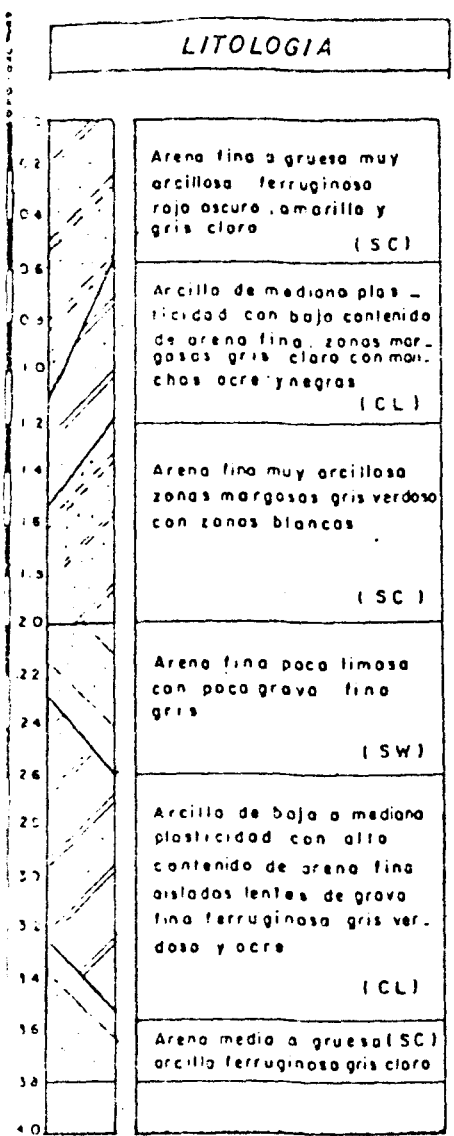
ing. NELSON RODRIGUEZ
ing. GIANFRANCO PERRI



PERFIL GENERALIZADO DEL SUBSUELO
 AV. PRINCIPAL CON AV. ANDRES E. BLANCO URB. STA CECILIA
 VALENCIA EDO. CARABOBO

5 PERFORACIONES REALIZADAS POR:
 GEOMECANICA INGENIEROS CONSULTORES

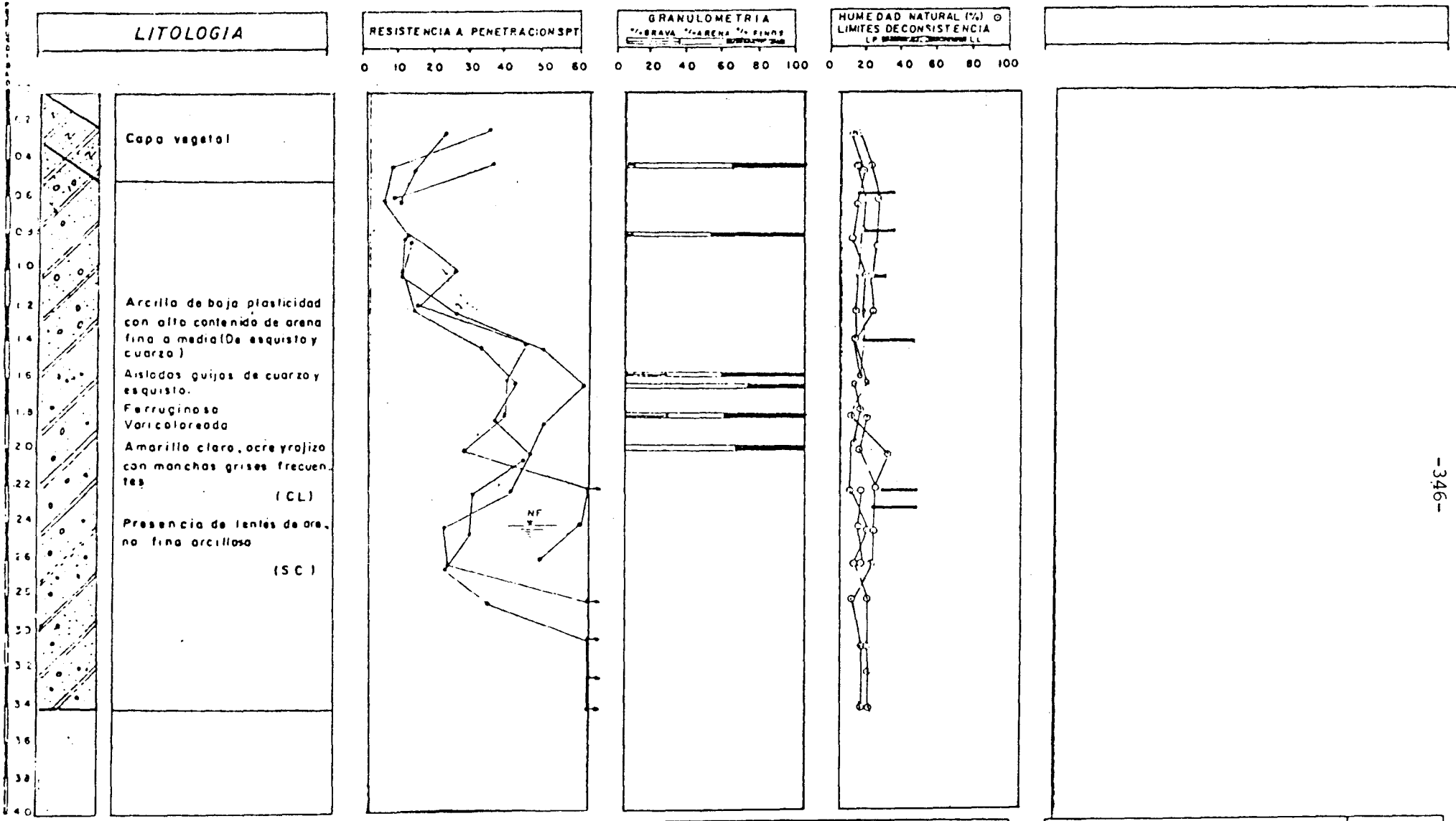
Ing. NELSON RODRIGUEZ
 Ing. GIANFRANCO PERRI



PERFIL GENERALIZADO DEL SUBSUELO
CALLE ROJAS QUEIPO
VALENCIA EDO. CARABOBO

5 PERFORACIONES REALIZADOS POR
GEOMECANICA INGENIEROS CONSULTORES

ing. NELSON RODRIGUEZ
ing. GIANFRANCO PERRI



PERFIL GENERALIZADO DEL SUBSUELO
 AV. BOYACA CALLE SUCRE URB. LA VIÑA
 VALENCIA EDO. CARABOBO

3 PERFORACIONES REALIZADAS POR:
 GEOMECANICA INGENIEROS CONSULTORES

Ing. NELSON RODRIGUEZ
 Ing. GIANFRANCO PERRI

LITOLOGIA

2
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21

Repleno : arcilla de baja plasticidad con mediana contenido de arena fina

Capo vegetal

Arena fina con alto contenido de arcilla. Presencia de raíces marrón oscuro

(SC)

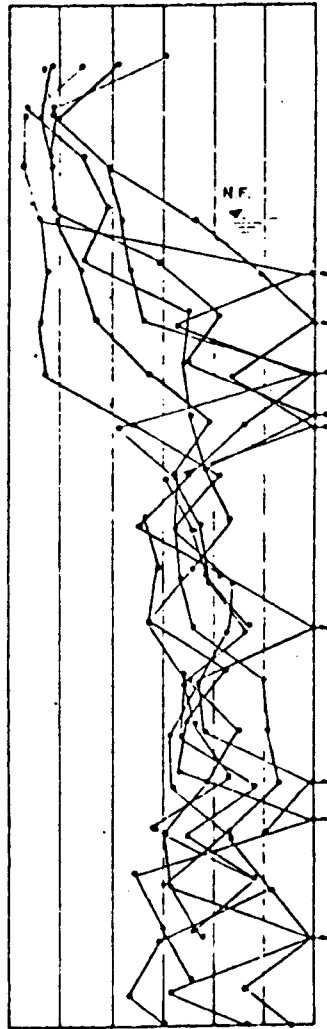
Arcilla de mediana plasticidad con bajo contenido de arena.

Aislada zona ferruginosa y presencia de zonas calcáreas, fragmentos de esquistos cuarzo micáceo discompuesto

(CL)

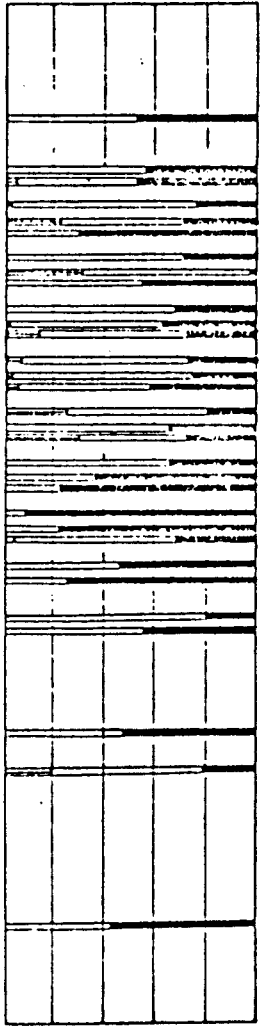
RESISTENCIA A PENETRACION SPT

0 10 20 30 40 50 60



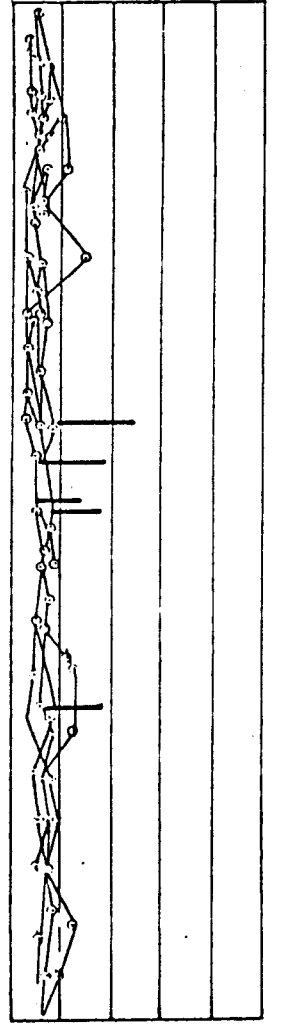
GRANULOMETRIA
GRAVES ARENAS FINAS

0 20 40 60 80 100



HUMEDAD NATURAL (%) O LIMITE DE CONSISTENCIA

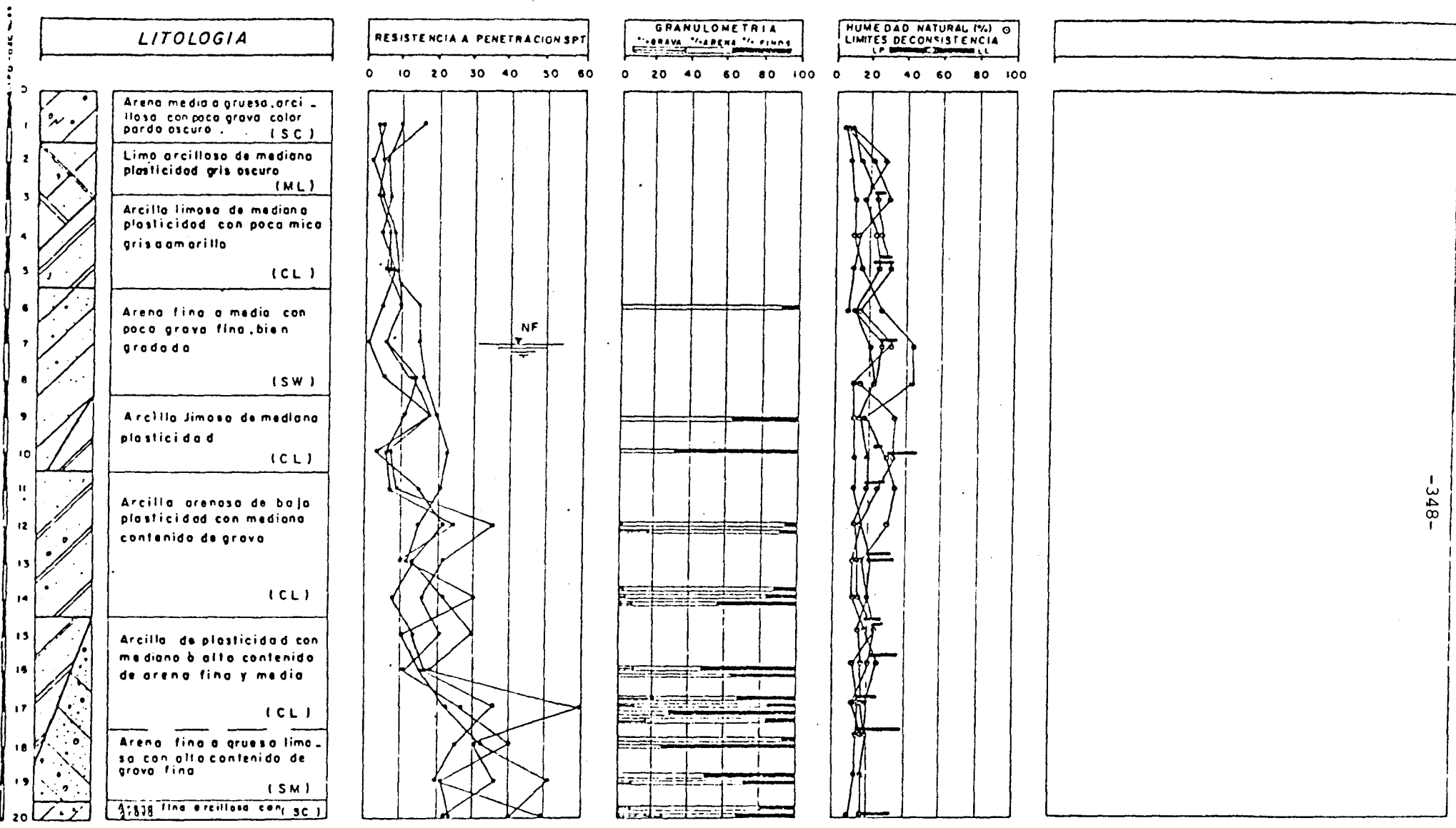
0 20 40 60 80 100



PERFIL GENERALIZADO DEL SUBSUELO
CALLE 5, URB. PREBO
VALENCIA EDO. CARABOBO

7 PERFORACIONES REALIZADAS POR:
GEOMECANICA INGENIEROS CONSULTORES

ing. NELSON RODRIGUEZ
ing. GIANFRANCO PERRI



PERFIL GENERALIZADO DEL SUBSUELO
 AV. UNIVERSIDAD URB. LA CAMPIÑA - NAGUANAGUA
 VALENCIA EDO. CARABOBO

4 PERFORACIONES REALIZADAS POR
 GEOMECANICA INGENIEROS CONSULTORES

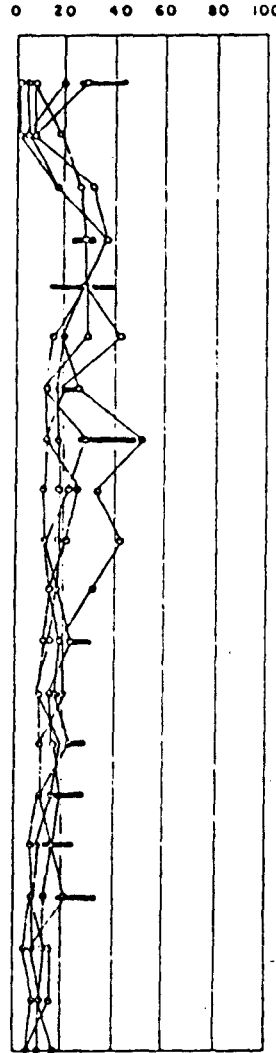
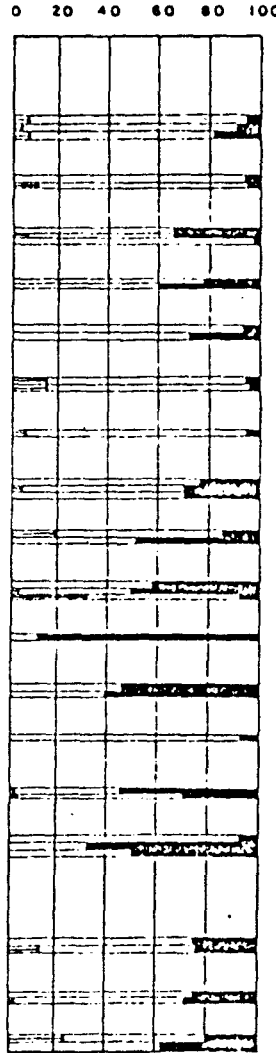
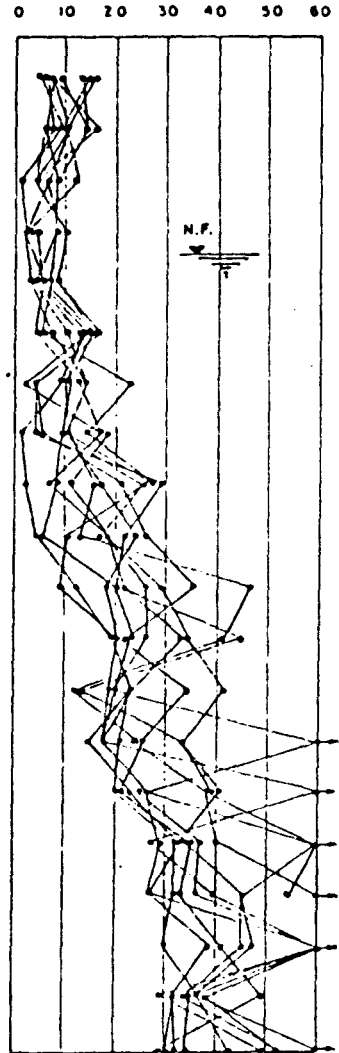
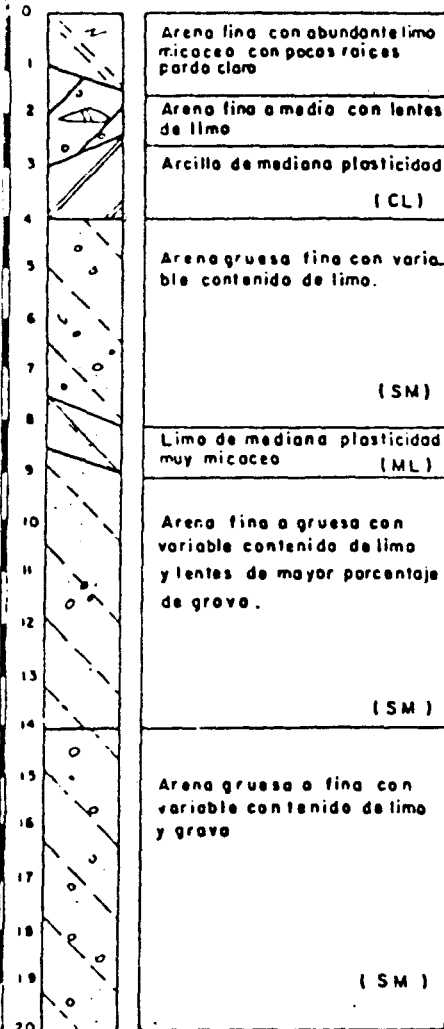
Ing. NELSON RODRIGUEZ
 Ing. GIANFRANCO PERRI

LITOLOGIA

RESISTENCIA A PENETRACION SPT

GRANULOMETRIA

**HUMEDAD NATURAL (%) O
LIMITE DE CONSISTENCIA**



PERFIL GENERALIZADO DEL SUBSUELO
 AV. DISTRIBUIDOR NAGUANAGUA CON AV. UNIVERSIDAD
 NAGUANAGUA EDO. CARABOBO

10 PERFORACIONES REALIZADAS POR:
 GEOMECANICA INGENIEROS CONSULTORES

Ing. NELSON RODRIGUEZ
 Ing. GIANFRANCO PERRI

* EJEMPLO DE SOLUCION DE FUNDACION

PROYECTO

El conjunto estructural comprende dos (2) edificios destinados para vivienda multifamiliar, y una (1) estructura para estacionamiento y locales comerciales, cuya geometría y situación relativa en el terreno, es la indicada en planta y corte típico A-A, que se anexan (Fig. 1 y Fig. 2 respectivamente).

- La estructura tipo de los edificios de vivienda, contempla un total de 19 plantas, y un sistema estructural constituido por pantallas en concreto armado, orientadas en dos sentidos ortogonales, con luces máximas c/c de 3.45 m. Para las pantallas más solicitadas, se ha estimado una carga axial del orden de 75 Ton/ml.
- La estructura destinada para estacionamiento y locales comerciales, es en concreto armado, aporricada, con luces máximas de 8.5 m. y hasta cinco (5) niveles, habiéndose estimado una sollicitación axial máxima del orden de 300 Ton. en las columnas más cargadas.

EXPLORACION DEL SUBSUELO

El subsuelo del lote fue explorado mediante cinco (5) perforaciones a máquina, identificadas P-1 a P-5, y ubicadas según se indica en el plano de planta anexo, las cuales se avanzaron por el procedimiento convencional a lavado y percusión, usando forro de 2 1/2" de diámetro, recuperando muestra y ejecutando el ensayo normalizado de resistencia a la penetración SPT a cada metro, hasta detectar los sedimentos en sitio que serían potencialmente solicitados por incrementos de carga debidos a las futuras estructuras.

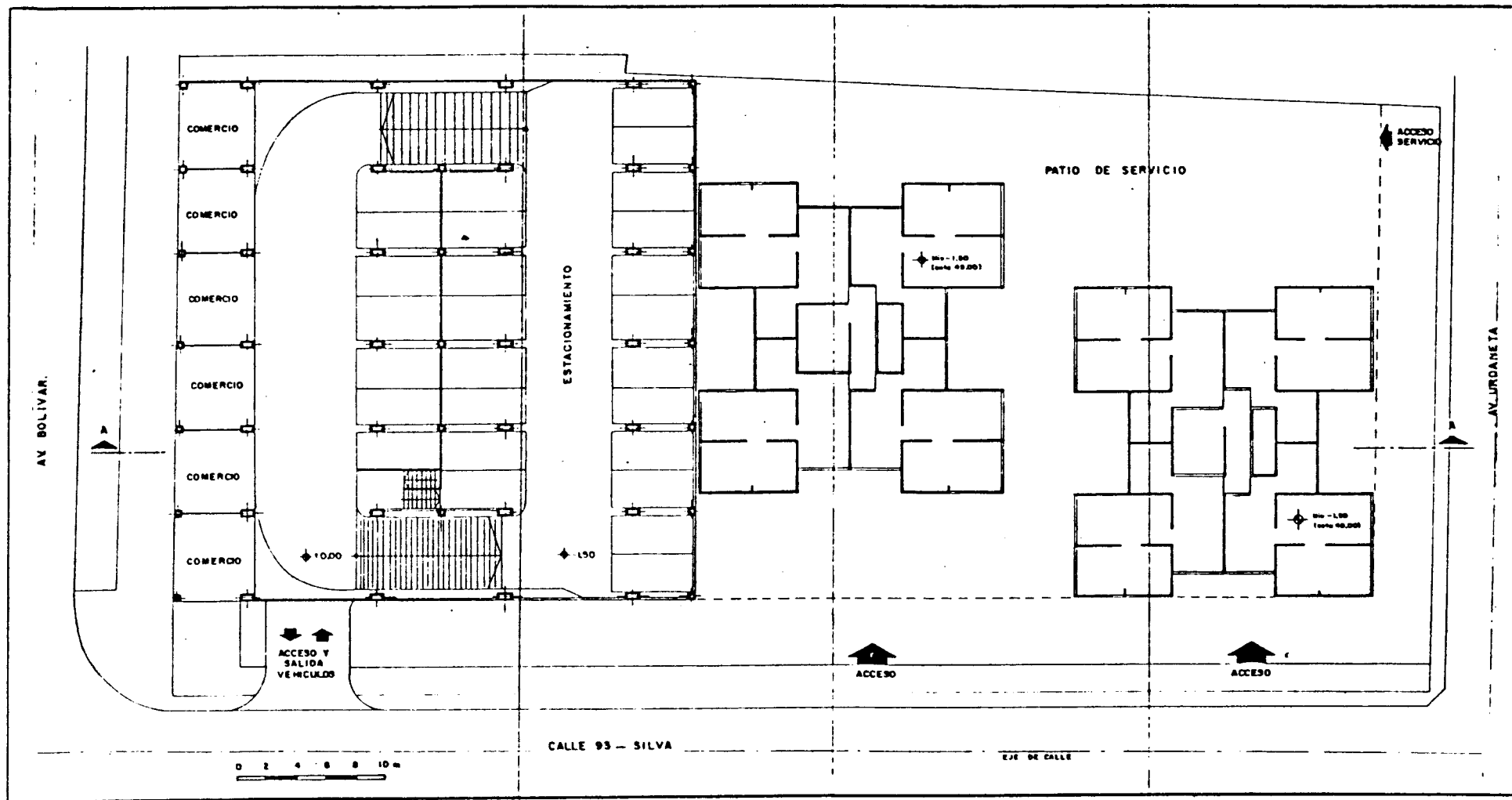


FIG. 1

CORTE A - A

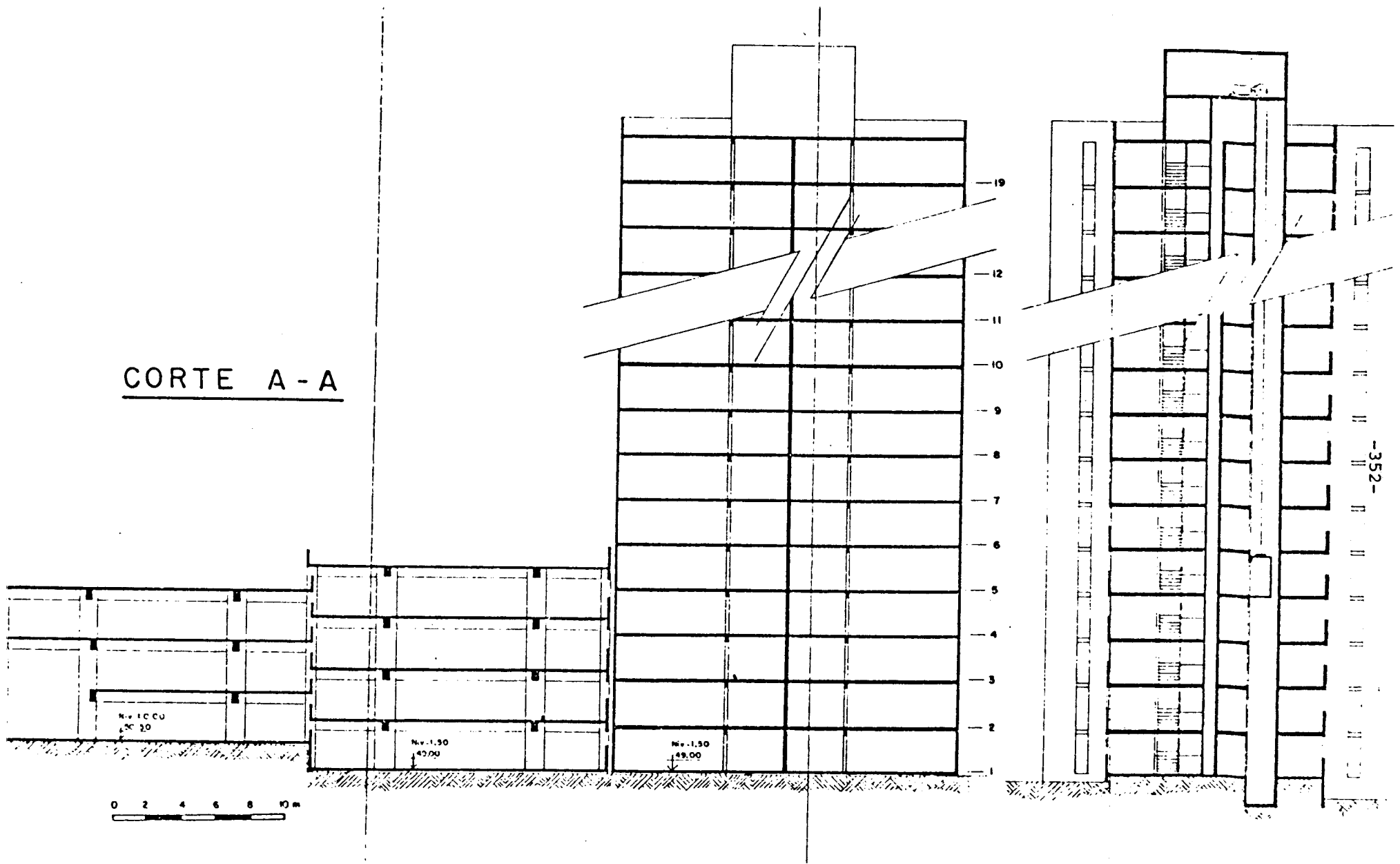


FIG. 2

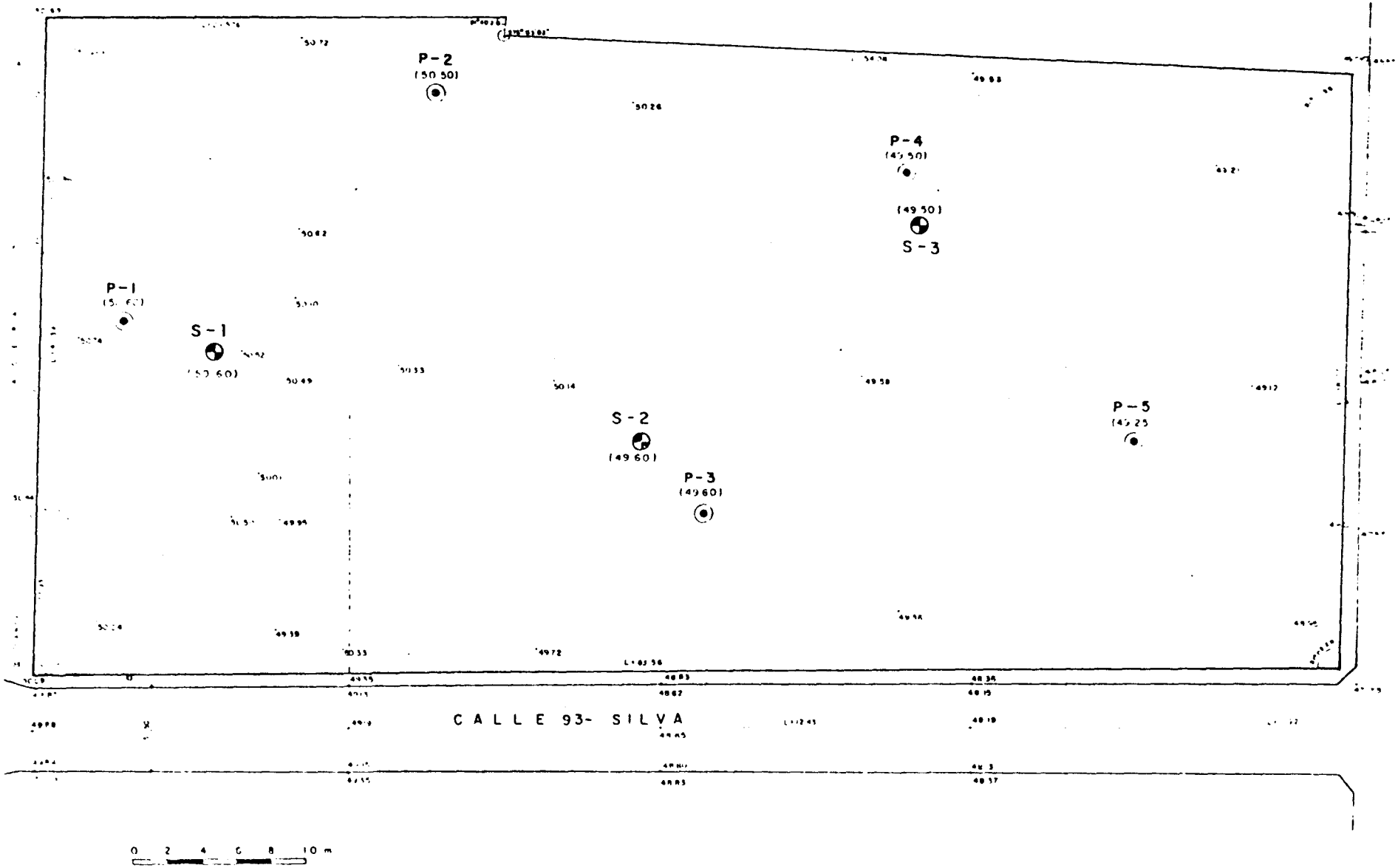


FIG. 3

Las muestras así recuperadas fueron identificadas visualmente, lo cual permitió definir la estratificación en sitio, seleccionándose luego muestras representativas de cada estrato para la determinación de propiedades índice y resistentes, y las características de compresibilidad de los materiales.

Adicionalmente, se efectuaron tres sondeos S-1, S-2 y S-3, con penetrómetro hidráulico estático tipo Delft de 20 Ton. de capacidad, localizados como se reporta en el plano de planta anexo, utilizando un cono tipo Begemann para medir separadamente resistencia de punta " q_c " y fricción lateral local " f_c ", cada 0.25 m. de profundidad.

EL SUBSUELO

El subsuelo del lote objeto de estudio está constituido por un depósito sedimentario de origen aluvial, evidenciándose una estratificación algo errática en la profundidad explorada, sucediéndose y/o interdigitándose en el perfil, estratos y lentes de espesor variable, de sedimentos finos y sedimentos granulares.

En las planillas de perforación se da una descripción detallada de la litología del depósito y se complementa la información con los perfiles de humedad natural, valores representativos de pesos unitarios secos, pesos específicos, resistencia al corte bajo condiciones sin drenar en muestras cohesivas, y características granulométricas y plásticas de los materiales.

- Los estratos y lentes de sedimentos finos en sitio, son en su totalidad de arcillas inorgánicas con variable porcentaje de arena fina a media, cuasi saturadas, de mediana plasticidad y baja compresibilidad, clasificación CL.

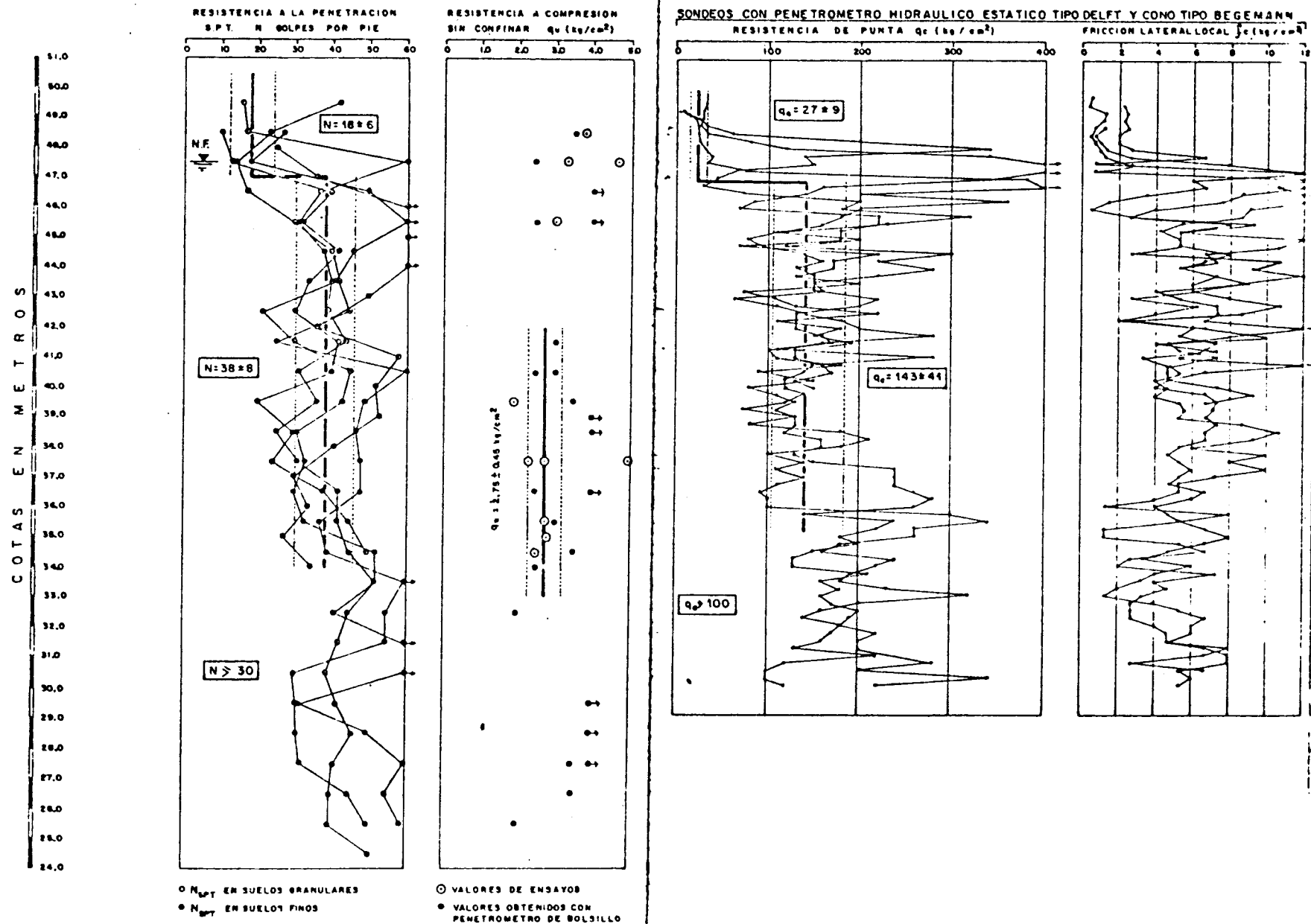
Los estratos y lentes de sedimentos granulares en sitio, en su gran mayoría son arenas silíceas arcillosas y/o muy arcillosas, clasificación SC.

Los Perfiles Generalizados de Resistencia del Subsuelo obtenidos, reportados en la Fig. 4 anexa, revelan que las menores consistencias y densidades del depósito en sitio, se corresponden con los sedimentos existentes en los primeros 2.5 - 3.5 m. de profundidad (detectados a continuación de un espesor superficial de capa vegetal y escombros variable entre 0.75 y 1.50 m.), en la cual se tienen valores generalizados de resistencia a la penetración SPT de $N = 18 \pm 6$ golpes/pie, resistencia de punta de cono estático $q_c = 27 \pm 9 \text{ Kg/cm}^2$ y fricción lateral local $f_c = 0.9 \pm 0.3 \text{ Kg/cm}^2$. A cotas inferiores, los índices de penetración dinámica y cuasi estática registrados, indican que las consistencias y densidades de los sedimentos en sitio son rígidas a duras a muy densas respectivamente, con NSPT = 38 ± 8 golpes/pie, y $q_c = 143 \pm 41 \text{ Kg/cm}^2$.

En particular, en cuanto a los sedimentos finos se refiere, la humedad natural de los mismos, siempre igual o inferior al límite plástico correspondiente, y su elevada consistencia independientemente de la profundidad ($q_u = 2.75 \pm 0.45 \text{ Kg/cm}^2$, $\gamma_d = 1837 \pm 74 \text{ Kg/m}^3$) indican cierto grado de preconsolidación bajo la actual sobrecarga, estimándose, para los correspondientes valores de Índice de Liquidez obtenidos $IL \leq 0$, y un valor de sensibilidad $St \leq 2$, una presión efectiva de preconsolidación $p'_{o} > 15 \text{ Kg/cm}^2$ para estos materiales.

El nivel freático fue detectado a una profundidad media de 3 metros bajo la actual superficie del lote.

PERFILES GENERALIZADOS DE RESISTENCIA DEL SUB-SUELO



CONSIDERACIONES DE FUNDACION

En atención a las características estratigráficas y resistentes del subsuelo en sitio, al tipo y geometría de las estructuras en proyecto, y a la intensidad de solicitaciones por ejes de carga de las mismas, se recomendó que dichas estructuras fueran fundadas sobre pilotes, que transmitieran las cargas en profundidad, trabajando por fricción y punta en los sedimentos aluvionales en sitio de adecuada capacidad portante, detectados a partir de una profundidad media de -3.0 m. desde la actual superficie del terreno.

Para este objeto se recomendó el uso de PILOTES EXCAVADOS CON PROTECCION DE LODO BENTONITICO Y VACIADOS EN SITIO.

En este orden de ideas y en consideración de la magnitud de cargas a ser fundadas, se analizó la capacidad de carga de pilotes del tipo propuesto, de L = 10 m. de profundidad mínima total, y de 0.55 m., 0.65 m. y 0.80 m. de diámetro.

Para cada sección de pilote indicada, se evaluaron separadamente las capacidades últimas de carga por punta y fricción lateral respectivamente, siguiendo los resultados del sondeo S-1 más desfavorable, los criterios de análisis del Laboratorio de Delft y las experiencias de Menzenbach (1959), Kérisel (1961) y Schmertmann (1969).

La carga admisible de trabajo PAD (Ton.) de cada sección se estableció como la menor de las obtenidas considerando factores de seguridad mínimos de:

- FS = 2.5 con relación a la capacidad última total (punta + fricción).
- FS = 1.5 y FS = 3.0 respecto a las cargas últimas por fricción y punta respectivamente, y en todo caso, no superior a la carga tope estructural correspondiente.

I.- EVALUACION DE LA CAPACIDAD ULTIMA DE CARGA POR PUNTA

En la Fig. 5 anexa, los valores identificados q^*_c corresponden a valores de resistencia a la penetración del penetrómetro, corregidos según el criterio de Delft, en el sentido de que se supone que la resistencia a la penetración debe aumentar constantemente con la profundidad.

De acuerdo con el método de Delft y según se indica en la figura, para pilotes con profundidad de asiento $L = 10$ m. desde la superficie del lote resulta un valor de Resistencia Ultima por punta (presión crítica) de: $\sigma_p = 80 \text{ Kg/cm}^2 = 800 \text{ Ton/m}^2$, en el caso más desfavorable analizado (sondeo S-1).

Aunque el criterio de Delft supone que la presión crítica σ_p así determinada, es independiente del diámetro del pilote, numerosas experiencias debidas a Menzenbach (1959) y Kérisel (1961), demuestran que hay un efecto de escala que se traduce en una disminución de la carga unitaria de hundimiento a medida que aumenta la sección transversal de los pilotes y que es más marcada cuanto más denso es el estrato portante (Fig. 5).

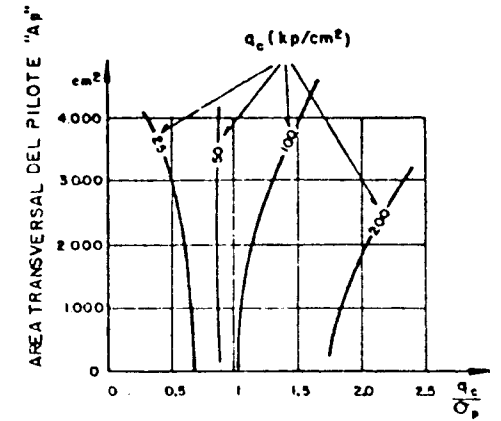
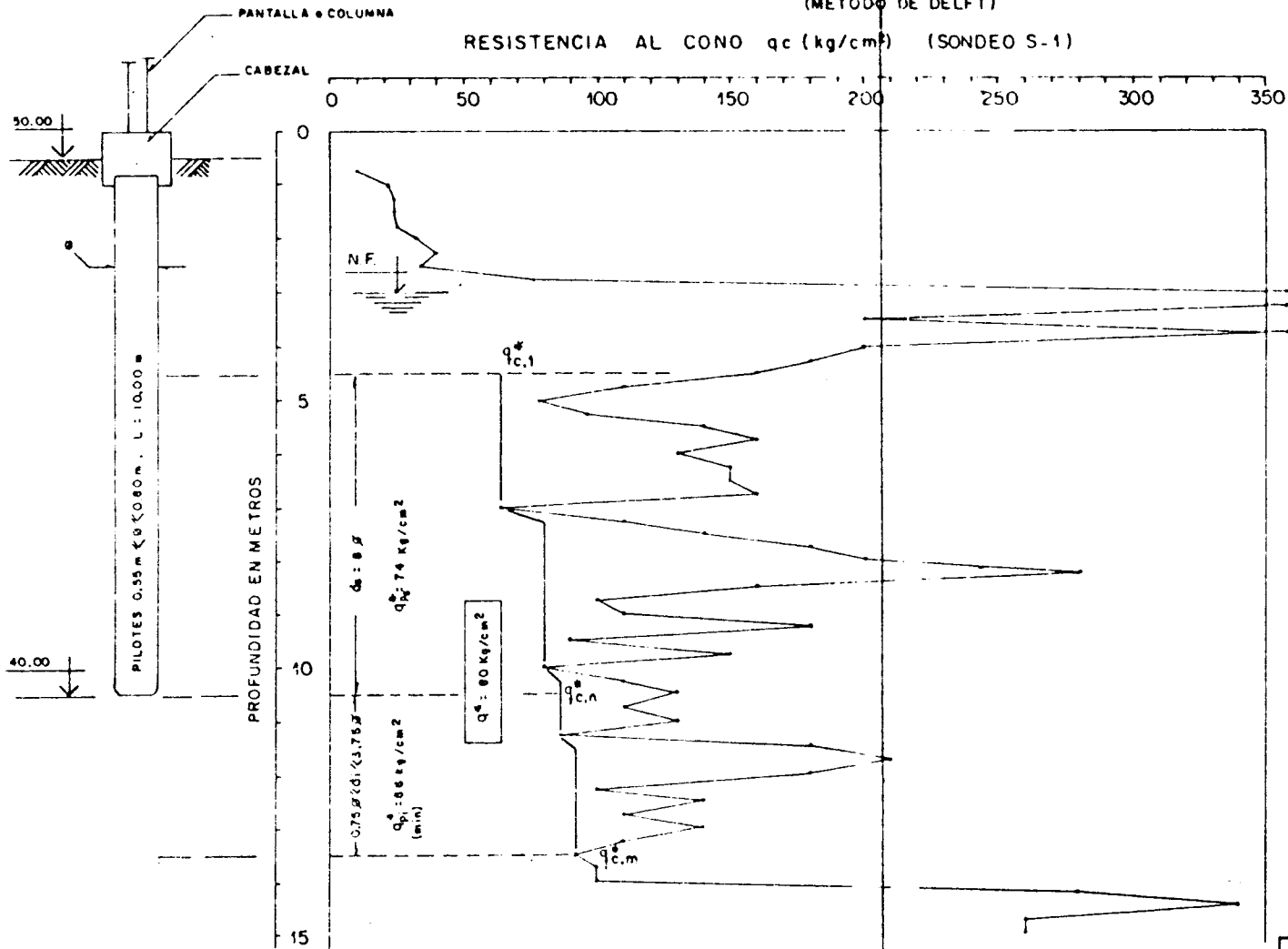
En el caso que nos ocupa, para un valor $q^*_c = 80 \text{ Kg/cm}^2$ y para pilotes de 0.55, 0.65 y 0.80 m. de diámetro, resulta la siguiente carga unitaria de hundimiento por punta (presión crítica) para cada sección de pilote analizada:

\emptyset (m)	A_p (cm ²)	q^*_c (Kg/cm ²)	σ_p (Kg/cm ²)
0.55	2375	80	73
0.65	3318	80	70
0.80	5026	80	55

EVALUACION DE LA CAPACIDAD ULTIMA POR PUNTA "q_p"

PILOTES DE DIAMETRO 0.55m $\leq \phi \leq 0.80m$
 Y LONGITUD L = 10.00m DESDE COTA 50.00
 (METODO DE DELFT)

RESISTENCIA AL CONO q_c (kg/cm²) (SONDEO S-1)



Efecto de reducción de la presión crítica σ_p con la sección transversal de los pilotes. Menzenbach (1959) - Kárisel (1961)

CARGA UNITARIA ULTIMA POR PUNTA

Pilote $\phi = 0.55m$ — $\sigma_p = 73$ kg/cm²
 $\phi = 0.65m$ — $\sigma_p = 70$ kg/cm²
 $\phi = 0.80m$ — $\sigma_p = 55$ kg/cm²

ESTUDIO GEOTECNICO				
OBRA: VIVIENDA MULTIFAMILIAR				
Y COMERCIO				
PROYECT	NRO-GPA			
LAB				
DIB	BRER	FECHA	MAYO 81	SERIE TOTAL
CONF		ESCALA(S)		TOTAL HOJAS
APPROB		INDICADAS	REF. E. M. H. G.	HOJA N°

FIG. 5

II.- EVALUACION DE LA CARGA ULTIMA POR FRICCIÓN LATERAL

En la Fig. 6 anexa, se reporta el perfil de valores de fricción lateral local " f_c " registrados en el sondeo S-1 (más desfavorable en este aspecto), el perfil de valores " f_s " de adherencia correspondiente (obtenido corrigiendo los valores de " f_c " medidos, según el criterio indicado en la citada Fig. 7), y por último el perfil generalizado de adherencia " f_s ", en correspondencia de la profundidad de los pilotes ($L = 10$ m. desde la superficie) el cual permite definir:

Profundidad (m)	Adherencia f_s (Kg/cm ²) (Valor medio \pm desviación estandard)
0.00 - 3.00	0.45 \pm 0.15
3.00 - 10.00	3.25 \pm 0.75

Evidentemente, la movilización de estas resistencias laterales por los pilotes, no ocurrirá simultáneamente: en principio se moviliza la mayor adherencia a cotas inferiores de -3.0 m. y sólo con grandes deformaciones, una vez agotada la anterior resistencia, será posible movilizar la adherencia en los primeros 3.00 m. de profundidad.

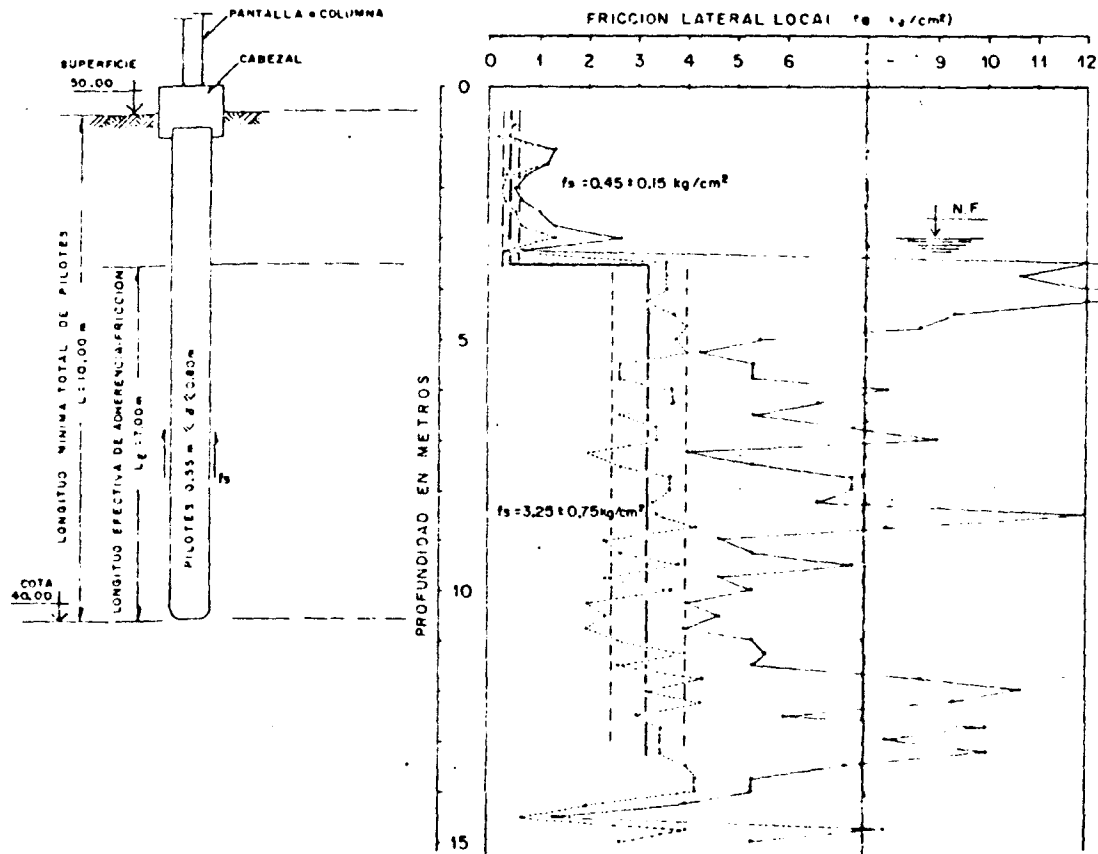
En este orden de ideas, se considera como longitud efectiva de adherencia " L_e ", los últimos 7.00 m. de fuste de pilotes.

Considerando la movilización de una adherencia última mínima probable de $f_s = 2.55$ Kg/cm² (valor medio menos una desviación estandard) en la longitud efectiva de $L_e = 7.00$ antes indicada, resultan las siguientes cargas unitarias últimas a compresión, equivalentes al efecto de la fricción lateral y referidas a la sección transversal de los pilotes en análisis:

\emptyset (m)	= 0.55	0.65	0.80
σ_f (Kg/cm ²)	= 130	110	90

EVALUACION DE LA CAPACIDAD ULTIMA DE CARGA POR FRICCION LATERAL

(SONDEO-S1)

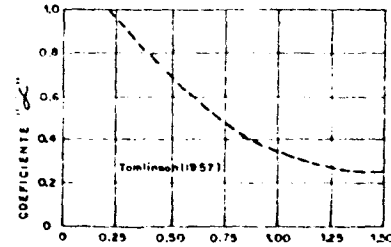


DETERMINACION DEL PERFIL GENERALIZADO DE ADHERENCIA-FRICCION "fs"

(corrección de valores medidos de fricción lateral local fc, según los siguientes criterios):

A. En arcillas (⊕)

$f_s = f_c \alpha$ ($\alpha < (q_c/14)$)
 α según Tomlinson (1957)



RESISTENCIA AL CORTE SIN DRENAR "qc" (kg/cm^2)

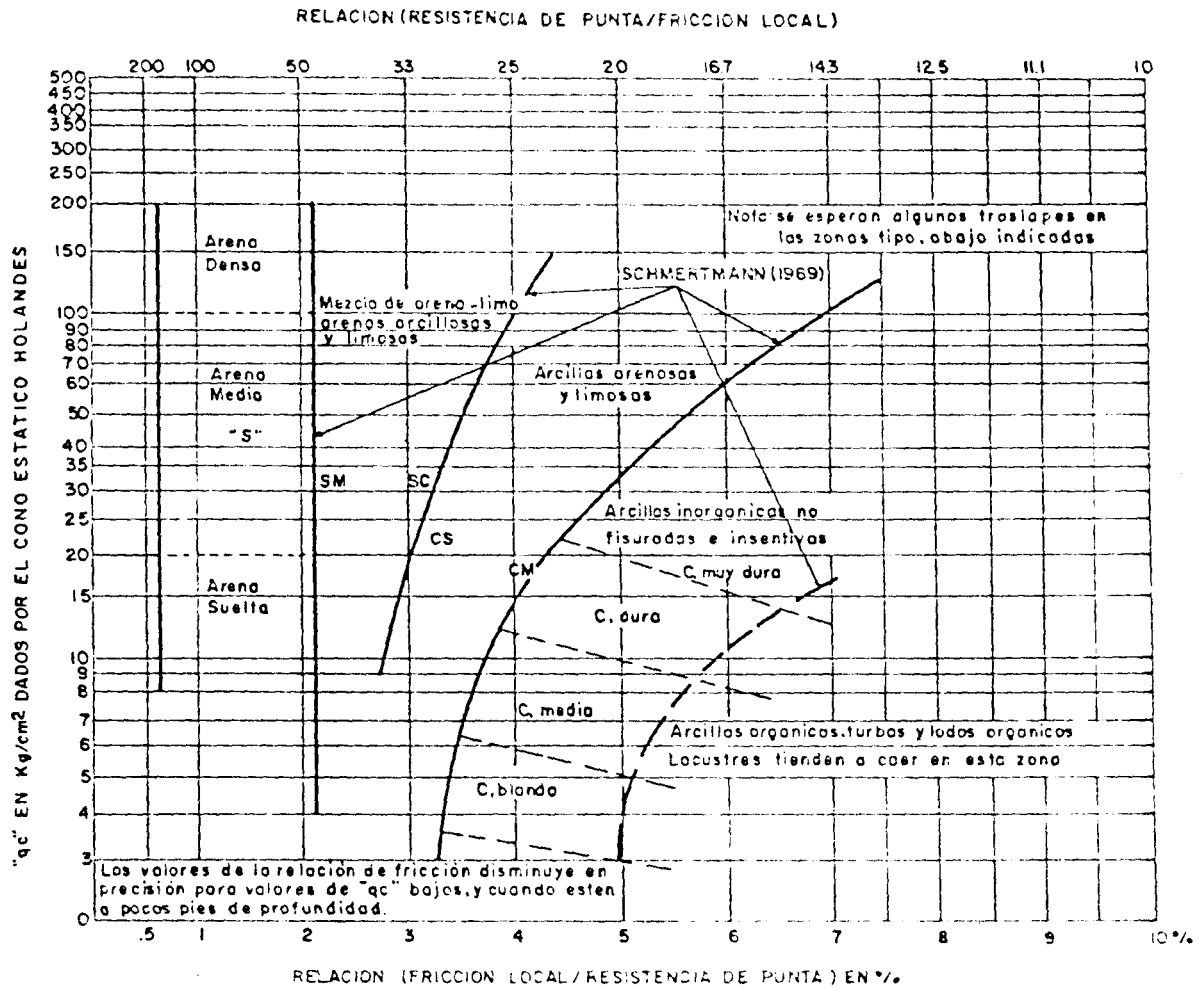
B. En arenas (⊕)

$f_s = 0.5 f_c$

(⊕) Clasificación efectuada en función de la correlación de Schmertmann (1969) entre "qc" y la relación "fc/qc" (ver Fig. 7)

ESTUDIO GEOTECNICO			
OBRA VIVIENDA MULTIFAMILIAR Y COMERCIO			
PROYECT NRD-GPA			
LAB			
DIB BRER	FECHA MAYO 81	SERIE TOTAL	HOJA N°
COMP	ESCALA(S)	TOTAL HOJAS	
APROB	INDICADAS	REV 025-25-80	

FIG. 6



CLASIFICACION DE LOS SUELOS, EN FUNCION DE "qc" Y LA RELACION "FR = fc/qc" (Schmertmann, 1969).

FIG. 7

No existe simultaneidad entre la movilización de la resistencia por punta y por el fuste. En primera instancia se moviliza esta última, con un asiento muy pequeño, y la resistencia por la punta no se encuentra realmente solicitada.

Considerando los órdenes y magnitud estimados para las resistencias últimas por punta y fricción lateral, se deduce que los pilotes propuestos desarrollarán la mayor parte y/o totalidad de su capacidad de carga, trabajando por fricción -adherencia en los sedimentos portantes, quedando la resistencia disponible por punta como una reserva de capacidad de los mismos.

III.- EVALUACION DE LA CARGA UNITARIA TOPE ESTRUCTURAL DE LOS PILOTES EN ANALISIS.

Para pilotes del tipo recomendado, excavados con protección de lodo bentonítico y vaciados en sitio por desplazamiento de dicho lodo, la carga unitaria tope, como elementos estructurales, viene dada por:

$$\sigma_e = 0.20 F'_c + 0.32 F_s \text{ pg.}$$

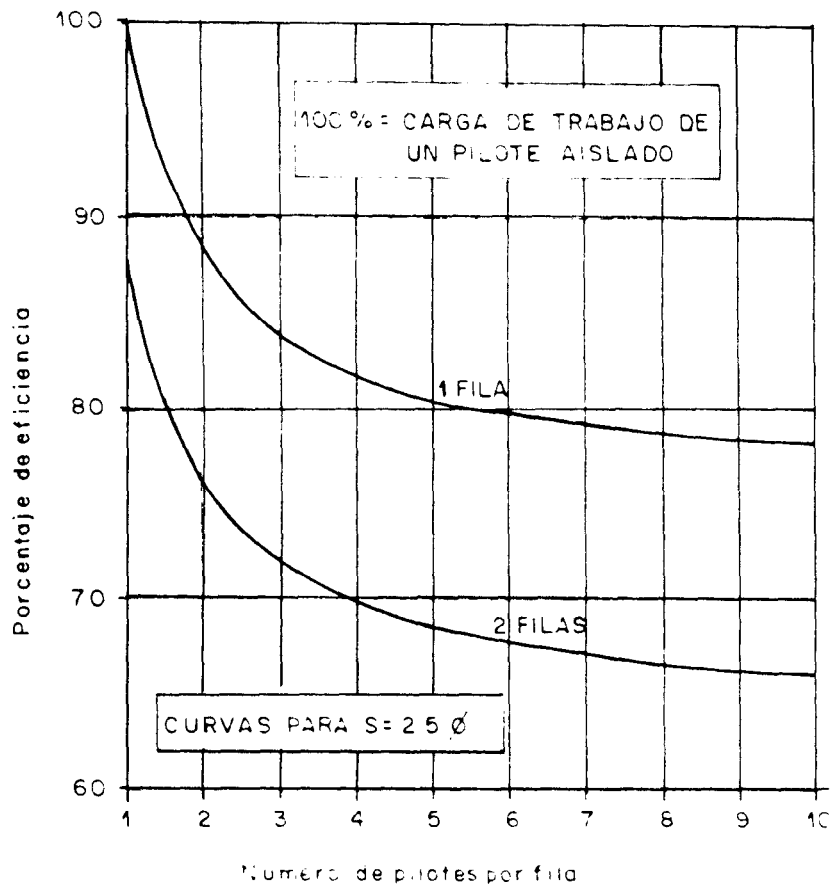
En todo caso con topes unitarios parciales de $0.20 F'_c \leq 47 \text{ Kg/cm}^2$ y $0.32 F_s \leq 1200 \text{ Kg/cm}^2$.

Considerando (para pilotes sometidos a cargas axiales de compresión) un porcentaje de acero de refuerzo de $pg = 0.5\%$, y pilotes construídos con materiales de resistencias no inferiores de $F'_c = 180 \text{ Kg/cm}^2$ a los 28 días (concreto) y $F_s = 2100 \text{ Kg/cm}^2$ (acero), resulta la siguiente capacidad admisible de carga por este concepto:

$$\sigma_e = 0.20 \times 180 + 0.32 \times 2100 \times 0.005 = 36 + 4 = 40 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\sigma_e = 40 \text{ Kg/cm}^2$$

=====



EFICIENCIAS PARA GRUPOS
DE PILOTES

(METODO DE CONVERSE - LABARRE)

FIG. 8

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- * De las evaluaciones de capacidad de carga efectuadas, se dedujo que la carga tope estructural ($\sigma_e = 40 \text{ Kg/cm}^2$), limita la capacidad de carga de los pilotes propuestos ($L = 10 \text{ m. y } 0.55 \text{ m.} < \emptyset < 0.80 \text{ m.}$), disponiéndose de factores de seguridad del orden de 5.0, 4.5 y 3.5, con respecto a la carga última total (punta + fricción), para pilotes de 0.55 m., 0.65 m. y 0.80 m. de diámetro, respectivamente.
- * En este orden de ideas, en el dimensionamiento y distribución de pilotes en los cabezales de fundación (atendiendo a la geometría y a la magnitud de sollicitaciones actuantes), se recomendó considerar las siguientes cargas axiales admisibles de trabajo de los pilotes propuestos:

Diámetro	Carga axial
\emptyset (m)	de trabajo PAD (Ton)
0.55	95
0.65	130
0.80	200

Bajo ninguna situación ni condición de carga, se recomendó permitir cargas axiales de servicio a compresión superiores a la indicada anteriormente para cada sección de pilote.

- * Para las torres de apartamentos, en consideración del sistema estructural previsto para las mismas, constituido por pantallas en concreto armado, dispuestas en dos direcciones ortogonales, sistema en el cual es frecuente la incidencia de grandes momentos flectores bajo sollicitaciones sísmicas, en dirección del eje de cada pantalla, para la distribución de pilotes en los cabezales y para la determinación de las car-

./..