

23431

Señores
Consejo Federal de Inversiones
San Martín 871
Capital Federal

Ref. : Estudios Geotécnicos
Obra : Proyecto de la De -
fensa a la Cdad. de
Guaileguay.
Pcia. : Entre Ríos.

INFORME TECNICO

Conforme nos fuera encomendado, procedimos a efectuar el estudio del subsuelo, en las trazas posibles de la obra de referencia, con el objeto de establecer sus características y determinar su comportamiento frente a las cargas a que el emplazamiento de la obra lo va a someter.

A tal fin se llevaron a cabo las tareas que a continuación se indican :

A.- En el terreno :

Catorce (14) perforaciones designadas S₁ a S₁₄ y, ubicadas según el croquis adjunto, superando respectivamente : los quince (15) metros las individualizadas como S₅, S₆, S₇, S₈, S₉, S₁₀, y S₁₂; los catorce (14) metros la individualizada como S₃; los once (11) metros las individualizadas como S₂ y S₄; los diez (10) la S₁ y los nueve (9) metros las S₁₁, S₁₃ y S₁₄; en todos los casos, medidos a partir del nivel natural del terreno.

Dichas perforaciones se llevaron a cabo por el método de perforación manual sin inyección hasta la napa freática y con inyección de agua o lodo bentonítico por debajo, interrumpiendo la misma al llegar a los niveles indicados para la ejecución del ensayo de penetración, el cual se realizó cada metro de avance de la perforación. El citado ensayo se efectuó siguiendo el procedimiento indicado por el Dr. K. Terzaghi y adoptado según norma ASTM D 1586 - 58 T, utilizando un sacamuestras de zapatas intercambiables y diámetro interior aproximado de 50mm., introducido mediante una energía de hincada unitaria de 4.900 Kg. cm/golpe, procedien

12
15

Entre Ríos

do simultáneamente a la extracción de muestras representativas a efectos de vincular los resultados del ensayo de penetración con la naturaleza y propiedades mecánicas de los suelos retenidos en la cuchara sacatestigos. Las muestras, obtenidas en el interior de camisas de plástico rígido (PVC) insertas dentro de la citada cuchara, se acondicionaron herméticamente mediante el colado de parafina y el cierre con tapas plásticas selladas con cinta en ambos extremos, a fin de evitar alteraciones en sus condiciones de humedad y densidad, y eventuales deterioros durante el manipuleo, transporte y acondicionamiento.

Durante el transcurso de las perforaciones se detectaron napas de agua ubicadas a las profundidades indicadas en el perfil.

B.- En el laboratorio :

Sobre la totalidad de las muestras extraídas se determinaron los límites de consistencia (Límite Líquido, Límite Plástico e Índice de Plasticidad), cuatro puntos de la curva granulométrica (Tamices N°4, 10, 40, y 200) por vía húmeda ; el contenido natural de humedad y el peso unitario seco, procediendo luego a agrupar los suelos según el Sistema Unificado de Clasificación.

Para las muestras típicas y representativas de los diversos mantos detectados y en particular en correspondencia con las probables cotas de fundación, se efectuaron las determinaciones de resistencia al corte mediante ensayos triaxiales no consolidados no drenados (NCR), en etapas múltiples.

Se determinó el contenido de materia orgánica por calcinación a 800° C, en las muestras que indicaron su presencia por colorimetría ; y en muestras típicas el límite de contracción.

Finalmente, se realizó sobre una muestra de cada perforación, el análisis químico parcial sobre extracto acuoso, determinando el contenido de sales totales como residuo sólido a 105° C, los sulfatos expresados como ión sulfato y los cloruros expresados como ión cloruro.

Los resultados correspondientes a los ensayos mencionados, se indican en los cuadros de valores y gráficos que acompañan el presente Informe.

C.- Estudio de fundación :

El análisis de los resultados de los ensayos de laboratorio indica la presencia de un perfil estratigráfico integrado totalmente por suelos cohesivos y granulares finos.

PERFIL I : Aguas arriba de la Isla

Bajo una tapada de suelo vegetal de aproximadamente 0,30m. se extienden como todo a lo largo de la traza estudiada, dos mantos netamente diferenciados: el superior de arcillas de mediana y baja plasticidad (CL), que en este caso aumenta de espesor a medida que se aleja del río, con intercalaciones lenticulares de limos de baja plasticidad (ML) y limos arcillosos (ML-CL); sirve de techo a un potente manto de arenas pobremente graduadas (SP), que con intercalaciones de poco espesor y lenticulares de arenas limosas (SM), limosas pobremente graduadas (SP-SM), limosas bien graduadas (SW-SM) y arcillas de baja y alta plasticidad (CL y CH) supera los límites alcanzados por el estudio.

La compacidad relativa medida a través del ensayo de penetración indica a los suelos cohesivos como "blandos" a "medianamente compactos" y a las arenas superiores como "sueltas"; las arenas inferiores se comportan como "medianamente densas" a "duras".

PERFIL II : Cruce del río aguas arriba de la Isla

El espesor de suelo vegetal es mayor en esta zona; aproximadamente 0,50m.

El manto superior está constituido por deposiciones erráticas de arcillas de mediana plasticidad (CL) y alta plasticidad (CH), con lentes de arenas pobremente graduadas (SP) y limosas pobremente graduadas (SP-SM). El inferior, se lo

podría considerar formado por dos submantos, de tendido sensiblemente horizontal. De estos, el que se encuentra a menor profundidad, de arenas pobremente graduadas (SP), tiene intercalaciones de arcillas de mediana plasticidad (CL) y de arenas limosas bien graduadas (SW - SM); el más profundo, que supera los límites alcanzados por el estudio, de arenas limosas pobremente graduadas (SP - SM).

Los suelos cohesivos muestran una compacidad relativa de "blandos " a -- "medianamente compactos "; las arenas varían de "densas " a "duras ".

PERFIL III : Cruce del río aguas abajo de la Isla

En esta zona el espesor de suelo vegetal es de aproximadamente 0,15 m. extendiéndose por debajo el manto superior de arcillas de baja y mediana plasticidad (CL) con la interposición de un estrato de limos arcillosos (ML - CL) de espesor bastante uniforme. En el manto inferior predominan las arenas limosas pobremente graduadas (SP - SM), las cuales, con intercalaciones de poco espesor y en algunos casos lenticulares de arenas pobremente graduadas (SP), limosas (SM) y limo - arcillosas (SM - SC), se extienden por debajo de las profundidades alcanzadas por el estudio.

La compacidad relativa medida a través del ensayo de penetración indica a los suelos cohesivos como "blandos " y "medianamente compactos " y a los granulares, con algunas variaciones como "muy densos " y "duros ".

PERFIL IV : Aguas abajo de la Isla

Se mantiene la conformación de los perfiles anteriores. Una tapada vegetal de pequeño espesor, bajo la cual se extiende el manto superior de arcillas de mediana y baja plasticidad (CL) con lentes intercaladas de limos de mediana plasticidad (ML), arcillas de alta plasticidad (CH) y limos arcillosos (ML - CL). Un manto inferior de arenas principalmente pobremente graduadas (SP) y limosas pobremente graduadas (SP - SM) que, con algunas lentes de arenas limosas (SM)

supera las profundidades investigadas.

La compacidad relativa, medida a través del ensayo de penetración, aumenta con la profundidad indicando a los suelos cohesivos como "blandos" a "medianamente compactos" y a los granulares como "medianamente densos", pasando a -- "muy densos" y "duros".

PERFIL V: Isla - traza Sudeste

La cubierta de suelo vegetal varía desde 0,20 a 0,60m. de espesor. El perfil se mantiene, pero en el manto superior de arcillas de mediana a baja plasticidad --- (CL), se hace importante el espesor de arcillas de alta plasticidad (CH) y aparecen lentes de arenas pobremente graduadas (SP) y limos de alta compresibilidad --- (MH); en el manto inferior se alternan, con espesor variable, las arenas pobremente graduadas (SP) y las limosas pobremente graduadas (SP - SM), con lentes de arenas limosas (SM), limosas bien graduadas (SW - SM) y arcillas de mediana plasticidad (CL), se extienden por debajo de las profundidades alcanzadas por la investigación.

La compacidad relativa, medida a través del ensayo de penetración, indica a los suelos cohesivos como "muy blandos" y "blandos", llegando aisladamente a "medianamente compactos"; a los granulares como "muy densos" y "duros", bajando en algunos casos a "medianamente densos".

PERFIL VI: Isla - traza Noroeste

Bajo una tapada de suelo vegetal de espesor variable, se detectó el primer manto de arcillas de mediana y baja plasticidad (CL), aquí con lentes intercalados de limos arcillosos (ML - CL), limos de alta plasticidad (MH), arenas limo - arcillosas (SM - SC) y arcillas de alta plasticidad (CH). El segundo manto, muestra una diferencia importante: a partir de la cota - 5,00m. aproximadamente, se detectó un importante depósito de suelos arcillosos y limosos de alta compresibilidad (CH y MH), con baja densidad y en estado de saturación, que inspiran temores respecto

de las deformaciones que pueden sufrir en presencia de cargas. Por lo demás, es similar a los anteriores: alternaciones de arenas pobremente graduadas (SP), con limosas pobremente graduadas (SP - SM), intercaladas con lentes de arenas limosas (SM) y limosas bien graduadas (SW - SM).

La compacidad relativa, muestra a los suelos cohesivos como "blandos" y "muy blandos" principalmente los profundos y a las arenas como "medianamente densas" y "muy densas".

De acuerdo a los resultados de campo y laboratorio, y determinando que en promedio, la estructura del dique transmitirá una presión de $\sim 1,00 \text{ Kg/cm}^2$, se calculan mediante la relación de Brinch - Hansen, cuya expresión general es:

$$q_{ds} = \frac{Q}{B \cdot L} = c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c + \bar{q} \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q + 1/2 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma$$

donde:

$c; \phi$ = Parámetros de resistencia al corte, obtenidos de los ensayos triaxiales N. C. R.

$B; L$ = Dimensiones de la fundación.

D_f = Profundidad de la fundación referida al nivel del terreno natural o al último subsuelo, según corresponda.

\bar{q} = $\gamma \cdot D_f$ Carga específica debida a la columna de suelo, donde:

γ = Peso unitario del suelo sumergido = 1 t/m^3 .

N_c, N_q, N_γ = Coeficientes de capacidad de carga, función de ϕ y de las curvas tensión - deformación de los suelos.

s_c, s_q, s_γ = Coeficientes de corrección por forma.

$$s_c \text{ y } s_\gamma = f \left[\frac{B}{L}; \phi \right] \quad s_q = s_c - \frac{s_c - 1}{N_q}$$

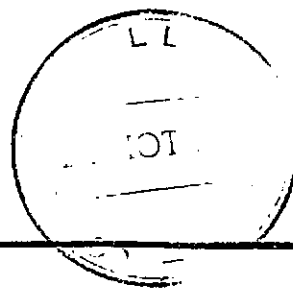
d_c, d_q, d_γ = Coeficientes de corrección por profundidad.

$$i_{dc} = f \left[\frac{D}{B} ; \phi \right] \quad d_q = d_c - \frac{d_c - 1}{N_q} \quad d_{\gamma} = 1$$

i_c, i_q, i_{γ} = Coeficiente de corrección por inclinación.

los valores de capacidad de carga para las distintas zonas, concluyéndose lo siguiente :

- .) En todos los casos debe excavarse el manto vegetal, que a efectos del cálculo se lo ha considerado de 1,00m. de espesor.
- .) En los cruces se ha considerado la fundación a cota + 1,00; no obstante, si se optara por fundar a cota - 1,00, con los recaudos de la mayor posibilidad de percalación por debajo de la estructura es de esperar muy pequeños asentamientos.
- .) Con estas condiciones, y considerando la traza Sudeste en la Isla, es posible la fundación del perfil estructural entregado, en toda la extensión de la traza estudiada.
- .) Se estima que pueden esperarse asentamientos del orden de los 0,06m. en los extremos y 0,40m. en el centro en la zona de isla, y menores en los cierres laterales.
Para el cálculo de los volúmenes que pueden insumirse por asentamiento, puede considerarse una distribución parabólica.
- .) Para poder determinar los tiempos en que se producirán dichos asentamientos, o si se quisiera establecer la magnitud real de los mismos ó las que pueden producirse en la traza noroeste, deben realizarse ensayos de consolidación unidimensional sobre muestras "inalteradas".
- .) La fundación de las estaciones de bombeo se estudiarán cuando se cuente con su proyecto y los valores y distribución de las cargas actuantes. No



obstante se estima , que los sistemas y cotas de fundación para las distintas localizaciones, serán los siguiente :

K02 : Sistema de fundación : directo

Cota aproximada de apoyo (mínima): + 3,00

K53 : Dependiendo de las cargas

Alternativa I

Sistema de fundación : directo

cota de apoyo: de +3,00 a +1,00

Alternativa II

Sistema de fundación : indirecto

Cota de apoyo de punta (mínimo) : -2,00

CB1 : Dependiendo de las cargas

Alternativa I

Sistema de fundación : directo

Cota de apoyo : de + 3,00 a + 2,00

Alternativa II

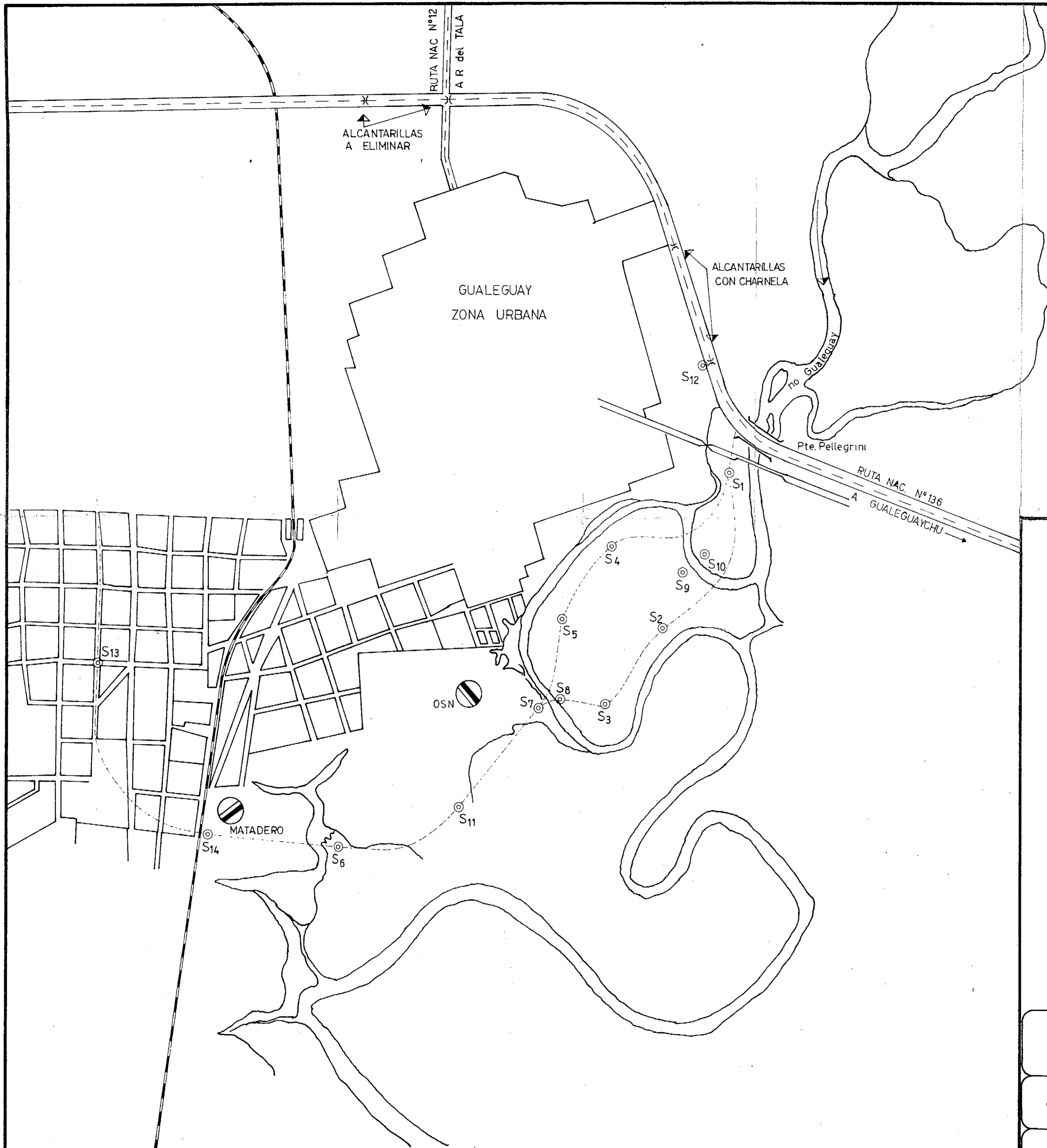
Sistema de fundación : indirecto

Cota de apoyo de punta (mínimo) : - 5,00

- .) Se concluye, que las características similares de los perfiles detectados, no hacen necesaria en esta etapa la intensificación de los estudios. No obstante debe estudiarse la conveniencia de realizar en la etapa de Proyecto Ejecutivo perforaciones complementarios en los cruces, en la isla y una en cada estación de bombeo a construir, con una profundidad tal, que supere en cinco metros la cota de apoyo máxima prevista, extrayendo algunas muestras inalteradas y determinando magnitud y velocidad de producción de asentamientos.

Buenos Aires, noviembre de 1978.-





Hojc N° 9
de 20 hojas

Ingeniero Civil
NORBERTO J. CERUTTI & Asoc.

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

OBRA:
DEFENSA DE LA CIUDAD DE GUALEGUAY
Pcia. de ENTRE RIOS

UBICACION DE SONDEOS

ESCALA
1:20.000

REVISO: N.J. CERUTTI
FECHA: NOVIEMBRE 1978

PLANO N° 1

Ingeniero Civil

NORBERTO J. CERUTTI & Asoc.

EMPRESA:

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

SONDEO:

S 1
S 2

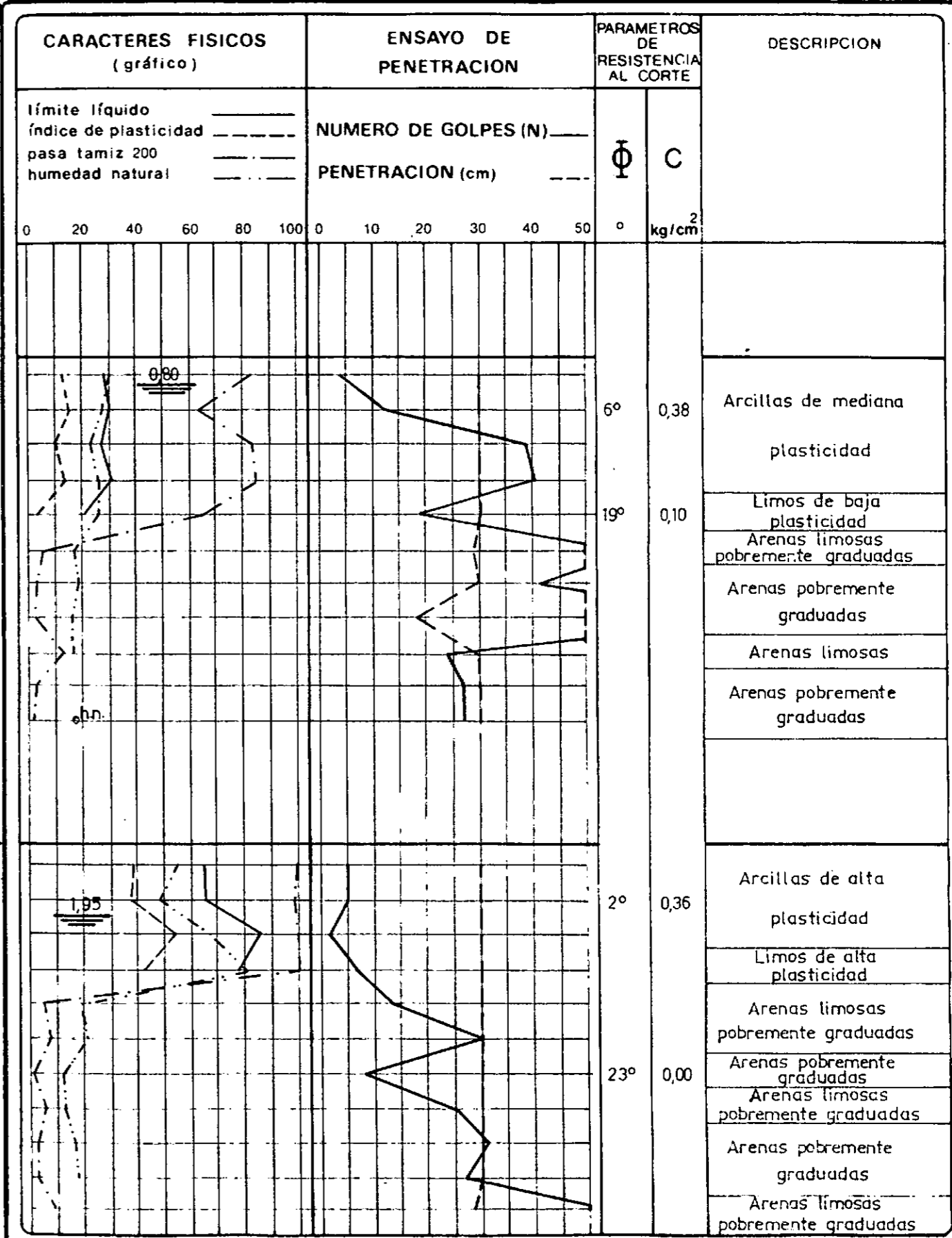
OBRA: DEFENSA DE LA CIUDAD DE

GUALEGUAY - Pcia. ENTRE RIOS

HOJA N° 10

DE 20 HOJAS

PROFUNDIDAD	CARACTERES FISICOS (numérico)									ENSAYO DE PENETRACION		
	VALOR NUMERICO PORCENTUAL								peso unitario seco kg / dm ³	CLASIFICACION		
	límite líquido	límite plástico	índice de plasticidad	pasa tamiz 4	pasa tamiz 10	pasa tamiz 40	pasa tamiz 200	humedad natural		grupo	convención	Nº DE GOLPES
SONDEO 1												
0,80	28	16	12	93	92	90	83	30	1,47	CL	4	30
1,25												
1,80	36	15	15	99	98	97	63	27	1,65	CL	13	30
2,25												
2,80	27	17	10	98	97	96	83	23	1,70	CL	39	30
3,25												
3,80	31	18	13	100	100	99	85	26	1,66	CL	41	30
4,25												
4,80	21	18	3	100	100	99	66	26	1,74	ML	19	30
5,25												
5,80	—	—	NP	100	100	99	6	17	1,81	SP-SM	50	29
6,24												
6,80	—	—	NP	100	100	99	4	19	1,76	SP	42	30
7,25												
7,80	—	—	NP	100	100	50	3	16	1,84	SP	50	17
8,12												
8,80	—	—	NP	99	88	45	13	17	1,85	SM	24	30
9,25												
9,80	—	—	NP	100	100	49	3	—	—	SP	27	30
10,25												
10,80	—	—	NP	100	100	51	2	19	1,82	SP	27	30
11,25												
SONDEO 2												
0,80	65	31	39	100	100	100	100	55	1,13	CH	5	30
1,25												
1,80	66	28	38	100	100	100	99	48	1,19	CH	5	30
2,25												
2,80	86	32	54	100	100	100	100	68	0,94	CH	2	30
3,25												
3,80	78	36	42	100	100	100	100	81	1,33	MH	7	30
4,25												
4,80	—	—	NP	100	100	99	5	19	1,82	SP-SM	13	30
5,25												
5,80	—	—	NP	100	100	99	8	21	1,76	SP-SM	30	30
6,25												
6,80	—	—	NP	100	99	14	1	12	1,53	SP	8	30
7,25												
7,80	—	—	NP	100	100	17	6	13	1,63	SP-SM	25	30
8,25												
8,80	—	—	NP	100	100	14	3	16	1,68	SP	31	30
9,25												
9,80	—	—	NP	100	100	47	3	18	1,77	SP	27	30
10,25												
10,80	—	—	NP	100	100	99	9	—	—	SP-SM	50	28
11,25												



Ingeniero Civil

NORBERTO J. CERUTTI & Asoc.

EMPRESA:

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

SONDEO:

S 3

S 4

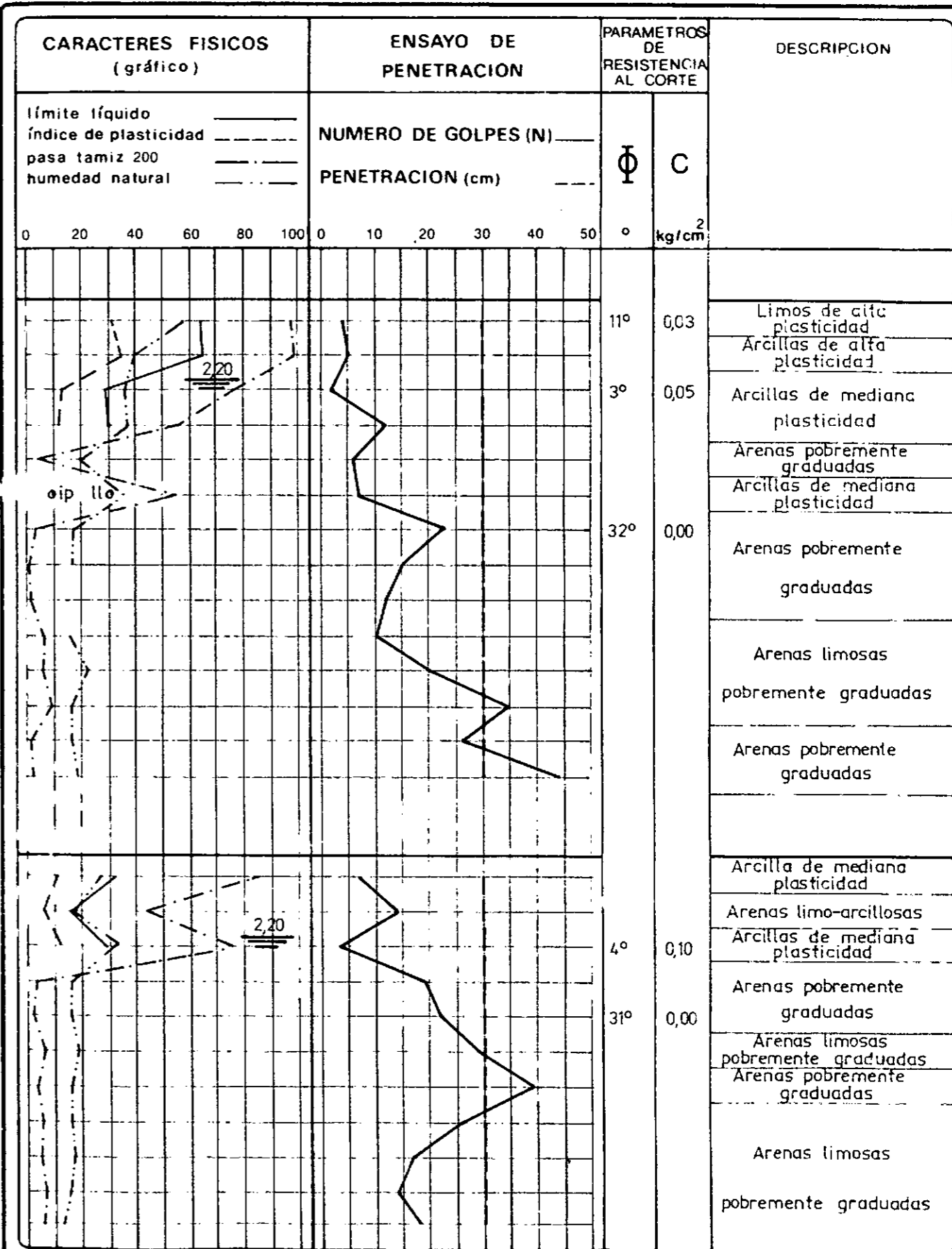
OBRA: DEFENSA DE LA CIUDAD DE

GUALEGUAY - Pcia ENTRE RIOS

HOJA No. 11...

DE 20 HOJAS

PROFUNDIDAD	CARACTERES FISICOS (numérico)									ENSAYO DE PENETRACION			
	VALOR NUMERICO PORCENTUAL								peso unitario seco kg / dm ³	CLASIFICACION		NO DE GOLPES	PENETRACION
	límite líquido	límite plástico	índice de plasticidad	pasa tamiz 4	pasa tamiz 10	pasa tamiz 40	pasa tamiz 200	humedad natural		grupo	convención		
SONDEO 3													
0,80	63	32	31	100	100	100	98	58	1,11	MH	[diagonal]	4	30
1,25	65	30	35	100	100	100	99	40	1,29	CH	[diagonal]	5	30
2,25	29	16	13	100	100	100	77	37	1,29	CL	[diagonal]	2	30
3,25	30	18	12	100	99	97	56	38	1,32	CL	[diagonal]	12	30
4,25	—	—	N.P.	100	100	99	4	20	1,73	SP	[diagonal]	6	30
5,25	31	21	10	100	100	100	55	35	1,40	CL	[diagonal]	7	30
6,25	—	—	N.P.	100	100	100	3	18	1,80	SP	[diagonal]	23	30
7,25	—	—	N.P.	100	100	91	1	18	1,73	SP	[diagonal]	15	30
8,25	—	—	N.P.	100	100	90	2	—	—	SP	[diagonal]	12	30
9,25	—	—	N.P.	100	100	74	7	16	1,77	SP-SM	[diagonal]	10	20
10,25	—	—	N.P.	100	100	76	6	22	1,63	SP-SM	[diagonal]	20	30
11,25	—	—	N.P.	100	100	71	9	17	1,78	SP-SM	[diagonal]	35	30
12,25	—	—	N.P.	100	100	88	2	17	1,80	SP	[diagonal]	26	30
13,25	—	—	N.P.	100	100	90	3	19	1,68	SP	[diagonal]	44	30
14,25	—	—	N.P.	100	100	90	3	19	1,68	SP	[diagonal]	44	30
SONDEO 4													
0,80	31	20	11	100	100	100	85	27	1,52	CL	[diagonal]	7	30
1,25	17	10	7	100	100	100	43	16	1,90	SM-SC	[diagonal]	14	30
2,25	29	17	12	100	100	100	77	33	1,46	CL	[diagonal]	3	30
3,25	—	—	N.P.	100	100	63	3	17	1,90	SP	[diagonal]	19	30
4,25	—	—	N.P.	100	100	67	2	17	1,87	SP	[diagonal]	22	30
5,25	—	—	N.P.	100	100	70	7	19	1,85	SP-SM	[diagonal]	29	30
6,25	—	—	N.P.	100	100	74	4	17	1,76	SP	[diagonal]	39	30
7,25	—	—	N.P.	100	100	80	6	17	1,86	SP-SM	[diagonal]	26	30
8,25	—	—	N.P.	100	100	76	5	18	1,87	SP-SM	[diagonal]	17	30
9,25	—	—	N.P.	100	98	40	7	17	1,90	SP-SM	[diagonal]	14	30
10,25	—	—	N.P.	100	100	81	6	13	1,82	SP-SM	[diagonal]	18	30
11,25	—	—	N.P.	100	100	81	6	13	1,82	SP-SM	[diagonal]	18	30



Ingeniero Civil

NORBERTO J. CERUTTI & Asoc.

EMPRESA:

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

SONDEO:

S 5

OBRA: DEFENSA DE LA CIUDAD DE

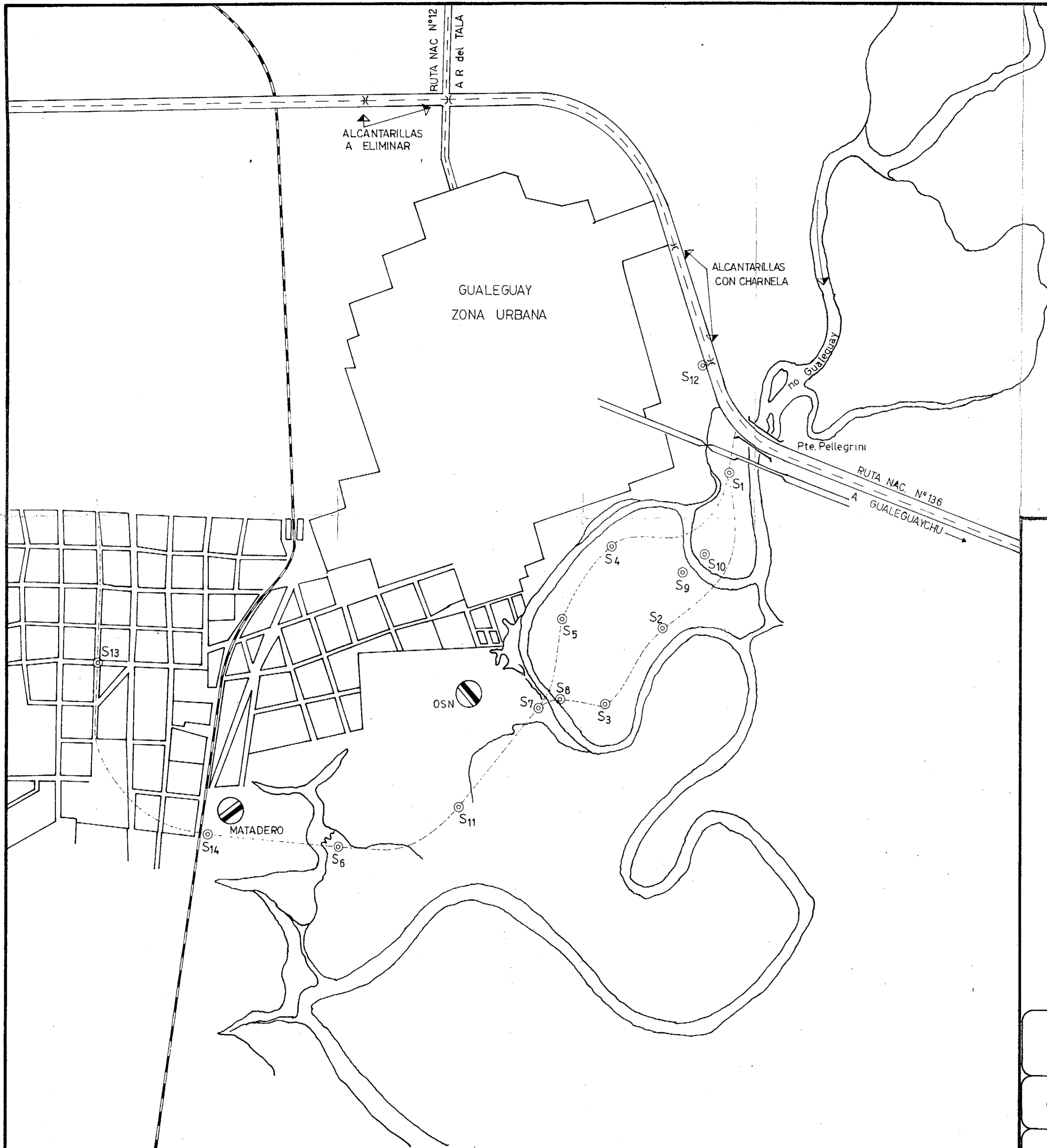
GUALEGUAY - Pcia. ENTRE RIOS

HOJA No. 12

DE 20 HOJAS

PROFUNDIDAD	CARACTERES FISICOS (numérico)									ENSAYO DE PENETRACION			
	VALOR NUMERICO PORCENTUAL								peso unitario seco kg / dm ³	CLASIFICACION			
	límite líquido	límite plástico	índice de plasticidad	pasa tamiz 4	pasa tamiz 10	pasa tamiz 40	pasa tamiz 200	humedad natural		grupo	convención	Nº DE GOLPES	PENETRACION
SONDEO 5													
0,80	65	34	31	100	100	99	97	43	1,21	MH		5	30
1,25	64	35	29	100	100	100	99	38	1,30	MH		5	30
1,80	43	20	23	100	100	100	89	34	1,36	CL		5	30
2,25	30	18	12	100	100	99	86	43	1,32	CL		4	30
2,80	-	-	N.P.	100	100	74	5	20	1,80	SP - SM		11	30
3,25	-	-	N.P.	100	100	72	2	16	1,86	SP		33	30
3,80	-	-	N.P.	100	100	65	3	16	1,64	SP		37	30
4,25	-	-	N.P.	100	100	67	2	9	1,59	SP		38	30
4,80	-	-	N.P.	100	100	65	3	16	1,65	SP		33	30
5,25	57	29	28	100	100	100	98	83	0,84	CH		3	30
5,80	52	30	22	100	100	100	99	86	0,82	MH		2	30
6,25	52	30	22	100	100	99	95	92	0,77	MH		3	30
6,80	52	26	26	100	100	100	93	66	0,94	CH		4	30
7,25	55	32	23	100	100	100	95	24	1,34	MH		4	30
7,80	56	24	32	100	100	100	98	88	0,83	CH		4	30

CARACTERES FISICOS (gráfico)						ENSAYO DE PENETRACION					PARAMETROS DE RESISTENCIA AL CORTE		DESCRIPCION	
límite líquido	índice de plasticidad	pasa tamiz 200	humedad natural	NUMERO DE GOLPES (N)	PENETRACION (cm)	Φ	C							
0	20	40	60	80	100	0	10	20	30	40	50	°	kg/cm ²	
											9°	0,10	Limos de alta plasticidad	
											4°	0,25	Arcillas de mediana plasticidad	
													Arenas limosas pobremente graduadas	
													Arenas pobremente graduadas	
											2°	0,36	Arcillas de alta plasticidad	
													Limos de alta plasticidad	
													Arcillas de alta plasticidad	
													Limos de alta plasticidad	
													Arcillas de alta plasticidad	



Hojc N° 9
de 20 hojas

Ingeniero Civil
NORBERTO J. CERUTTI & Asoc.

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

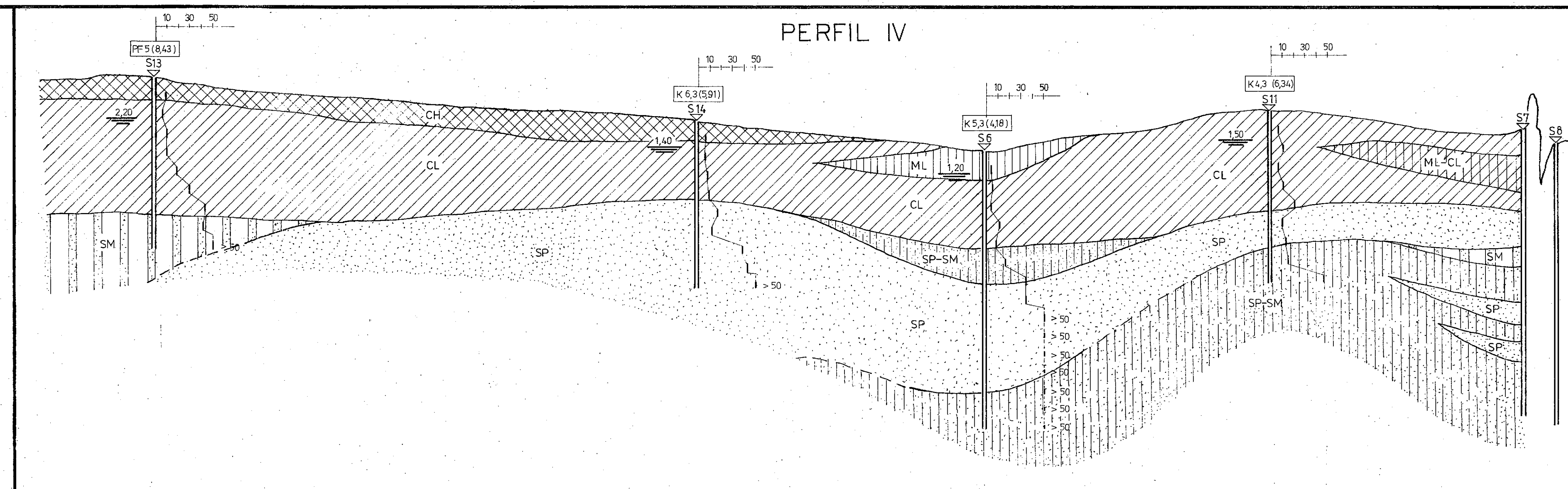
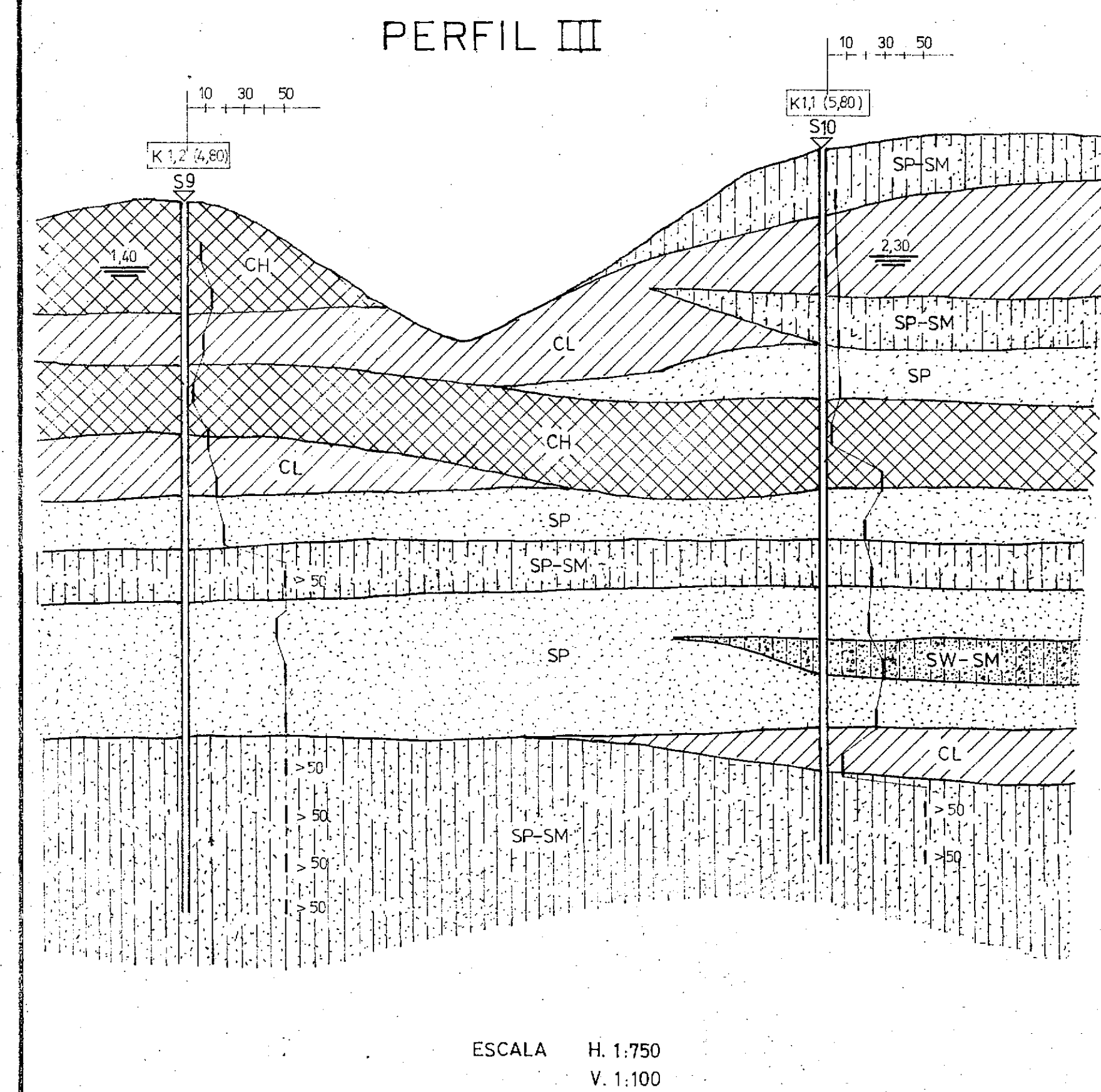
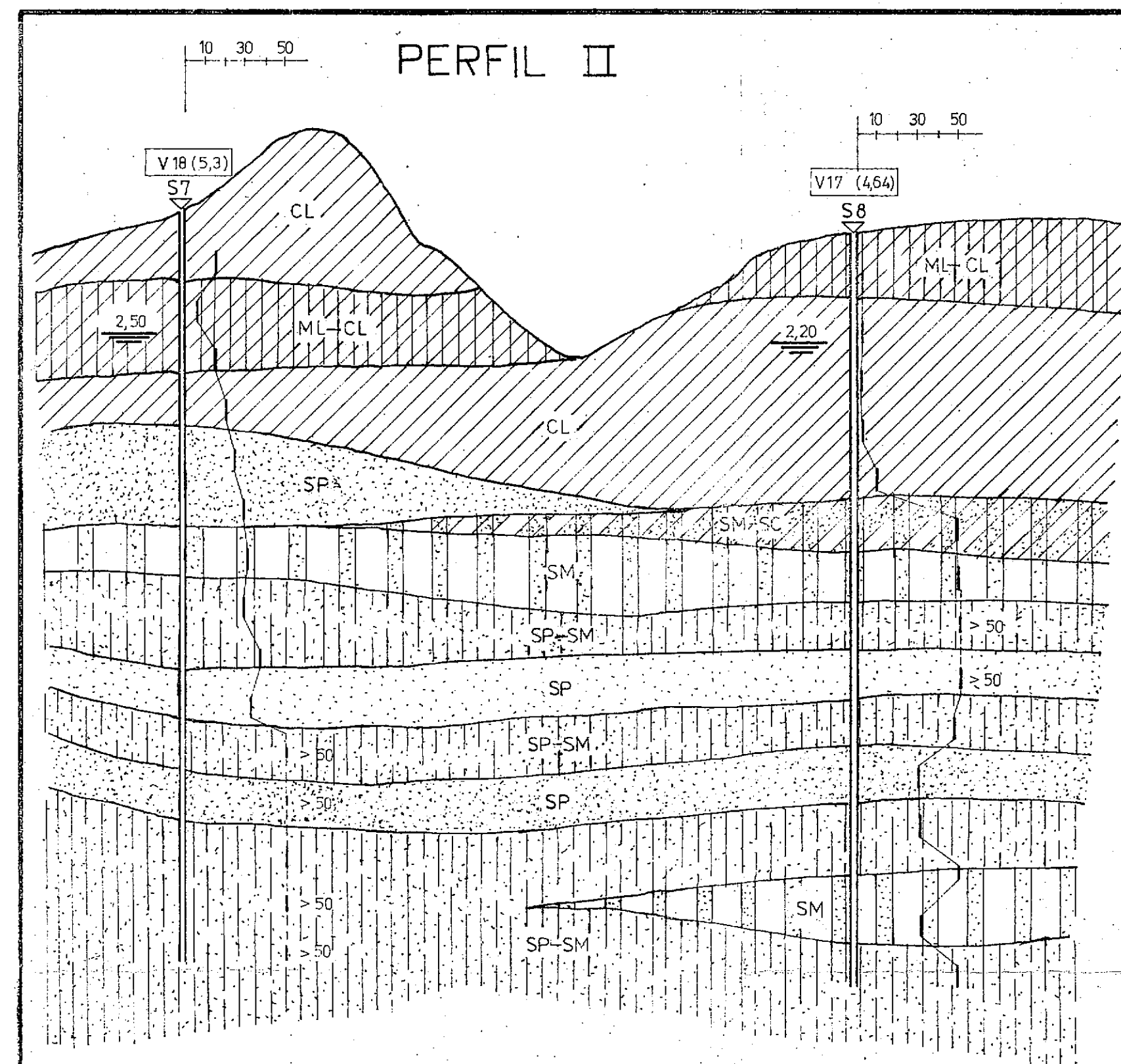
OBRA:
DEFENSA DE LA CIUDAD DE GUALEGUAY
Pcia. de ENTRE RIOS

UBICACION DE SONDEOS

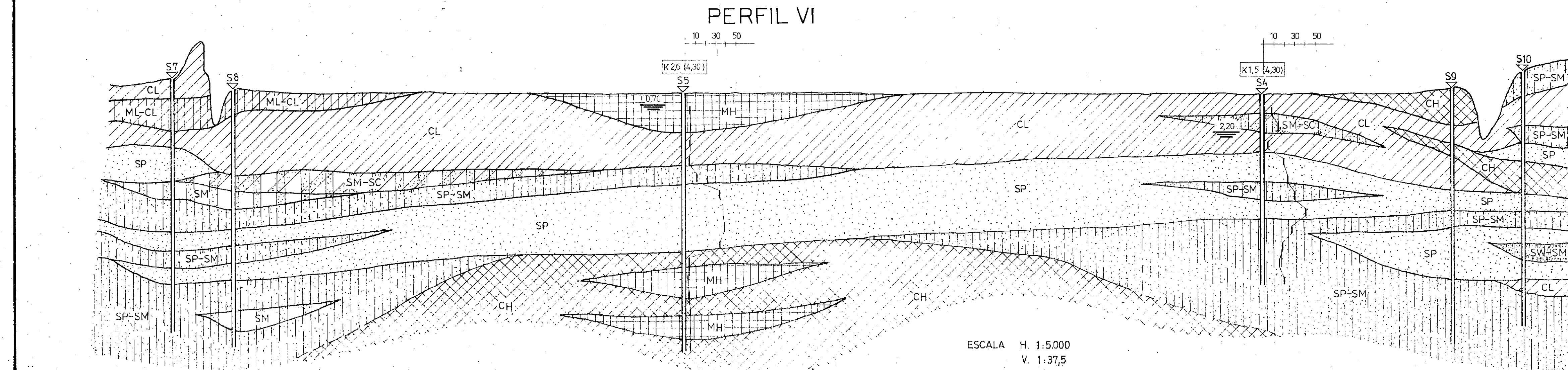
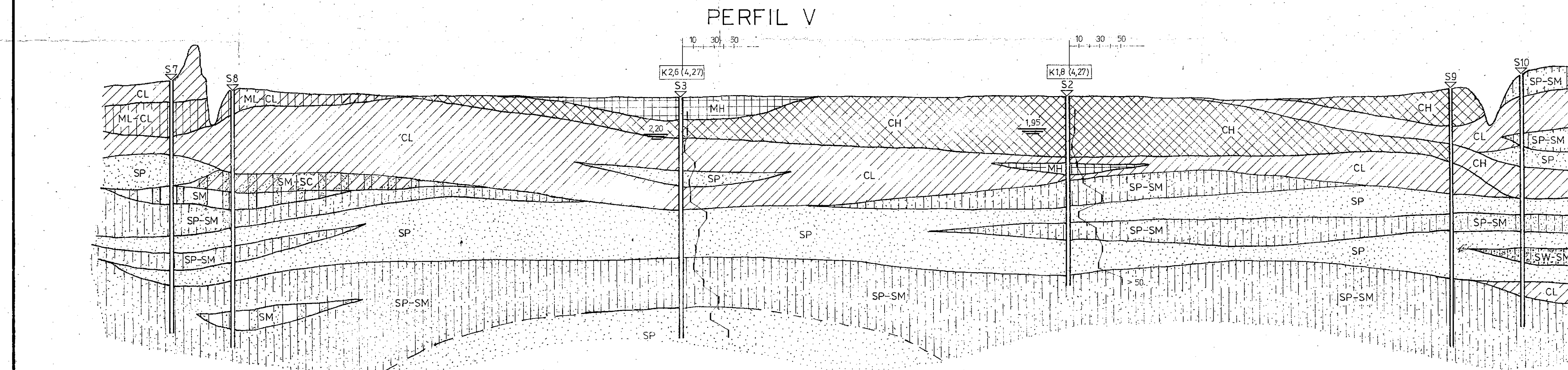
ESCALA
1:20.000

REVISO: N.J. CERUTTI
FECHA: NOVIEMBRE 1978

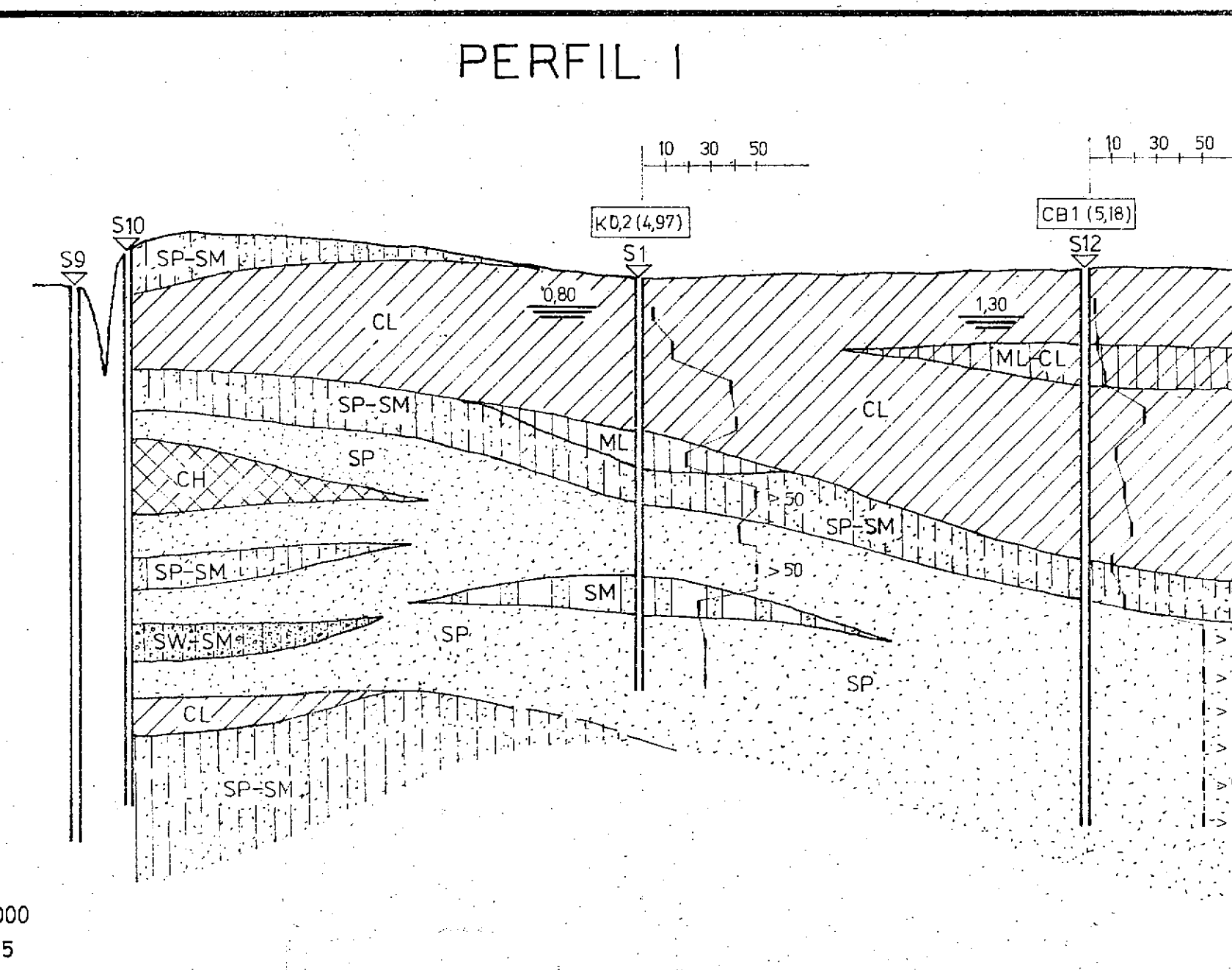
PLANO N° 1



ESCALA H: 1:10000
V: 1:37,5



ESCALA H: 1:5000
V: 1:37,5



Hoja N° 20
de 20 hojas

Ingeniero Civil NORBERTO J. CERUTTI & Asoc.		
CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES		
OBRA: DEFENSA DE LA CIUDAD DE GUALEGUAY Pcia. de ENTRE RIOS		
PERFILES GEOEDAFOLOGICOS		
ESCALA VARIAS	REVISO: N. J. CERUTTI FECHA: NOVIEMBRE 1978	PLANO N° 2