0/X.12
C26m

46919

ASISTENCIA TECNICA AL CONVENIO BILATERAL CFI-SANTA FE

MEDICIONES GEOELECTRICAS EN EL NORESTE DEL DEPARTAMENTO GENERAL OBLIGADO

1991

46819

DIRECCION DE COOPERACION TECNICA
AREA INFRAESTRUCTURA HIDRICA

MEDICIONES DE CAMPO E INTERPRETACION

Boris CALVETTY AMBONI

1.- INTRODUCCION

El presente es un informe elaborado en base a 21 Sondeos Eléctricos Verticales (SEV) medidos en el noreste del Departamento General Obligado, Provincia de Santa Fé, sobre el albardón costero del río Paraná paralelo a la ruta Nro. 11, entre el límite con la provincia del Chaco y Villa Ocampo (fig. 1 y 2).

Las mediciones, efectuadas entre los días 12 y 15 de noviembre de 1991, a solicitud del Convenio CFI - Provincia de Santa Fe se orientaron a la evaluación del espesor de los acuíferos del Epiparaniano a lo largo de tres perfiles de orientación oeste-este coincidentes con las poblaciones de Florencia, Las Toscas y Villa Ocampo.

Los resultados obtenidos se expresan en base a **secciones geoeléctricas** construidas correlacionando los valores de resistividad del subsuelo con las descripciones litológicas de perforaciones anteriores. En base a ellas, se efectuan algunas consideraciones sobre la geometría del modelo hidrogeológico de la región.

Atendiendo tanto a lo ya conocido como a las determinaciones efectuadas, es necesario tener presente que los acuíferos alojados en las formaciones Pampa y Puelche, explotados actualmente para satifacer las múltiples necesidades de agua de la zona, requieren de un minucioso estudio, el que debe ser realizado por un equipo especializado en Hidrogeología. Con mayor razón si se proyecta ampliar su explotación con fines de riego.

2.- UBICACION Y CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS DEL AREA DE ESTUDIO

El área de trabajo tiene una longitud media de 59°18' oeste entre los 28°00' y 28°30' de latitud sur, está comprendida en la denominada por Bojanich et al (1975): Area IV, "Transición al Puelchense" ubicada entre el valle aluvial del río Paraná y la Cuña Boscosa. Se caracteriza superficialmente por la preponderancia de limos en las partes mas altas y de arcillas en los bajos y cañadas.

En este sector él o los acuíferos explotables con intención de riego se hallan alojados en la sección Epiparaniana (Sala et al, 1973; Sala, 1975; Filí et al, 1977) integrada por las formaciones Pampa y Puelche, esta última superpuesta a la Fm Paraná.

La Fm Pampa, compuesta principalmente por pelitas, no supera en la zona los 10 metros de espesor, siendo calificada como

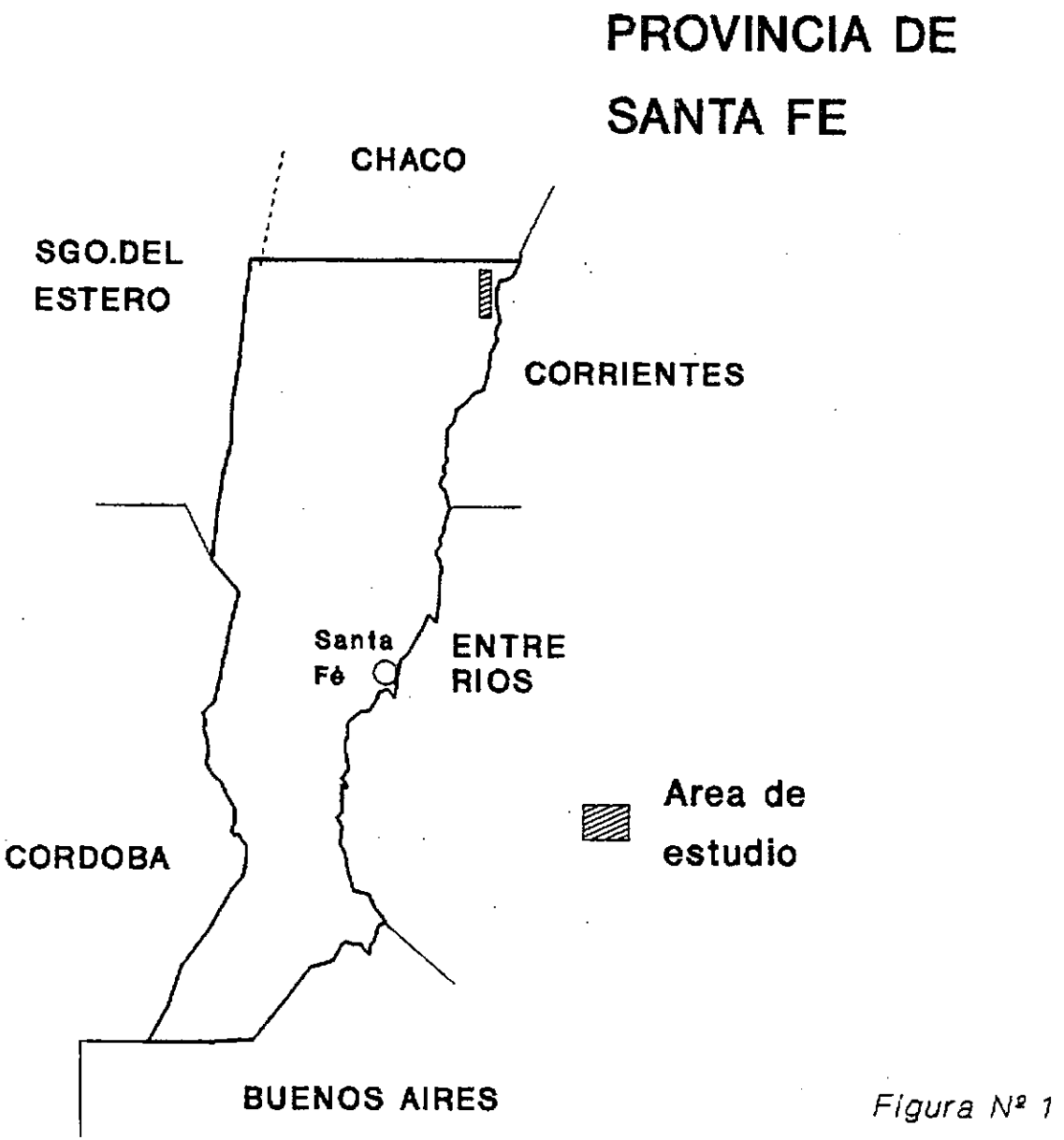

PROVINCIA DE
SANTA FE
CHACO
SGO.DEL
ESTERO
CORRIENTES
Santa
Fé
ENTRE
RIOS
Area de
estudio
CORDOBA
BUENOS AIRES

Figura Nº 1

DEPARTAMENTO GRAL. OBLIGADO

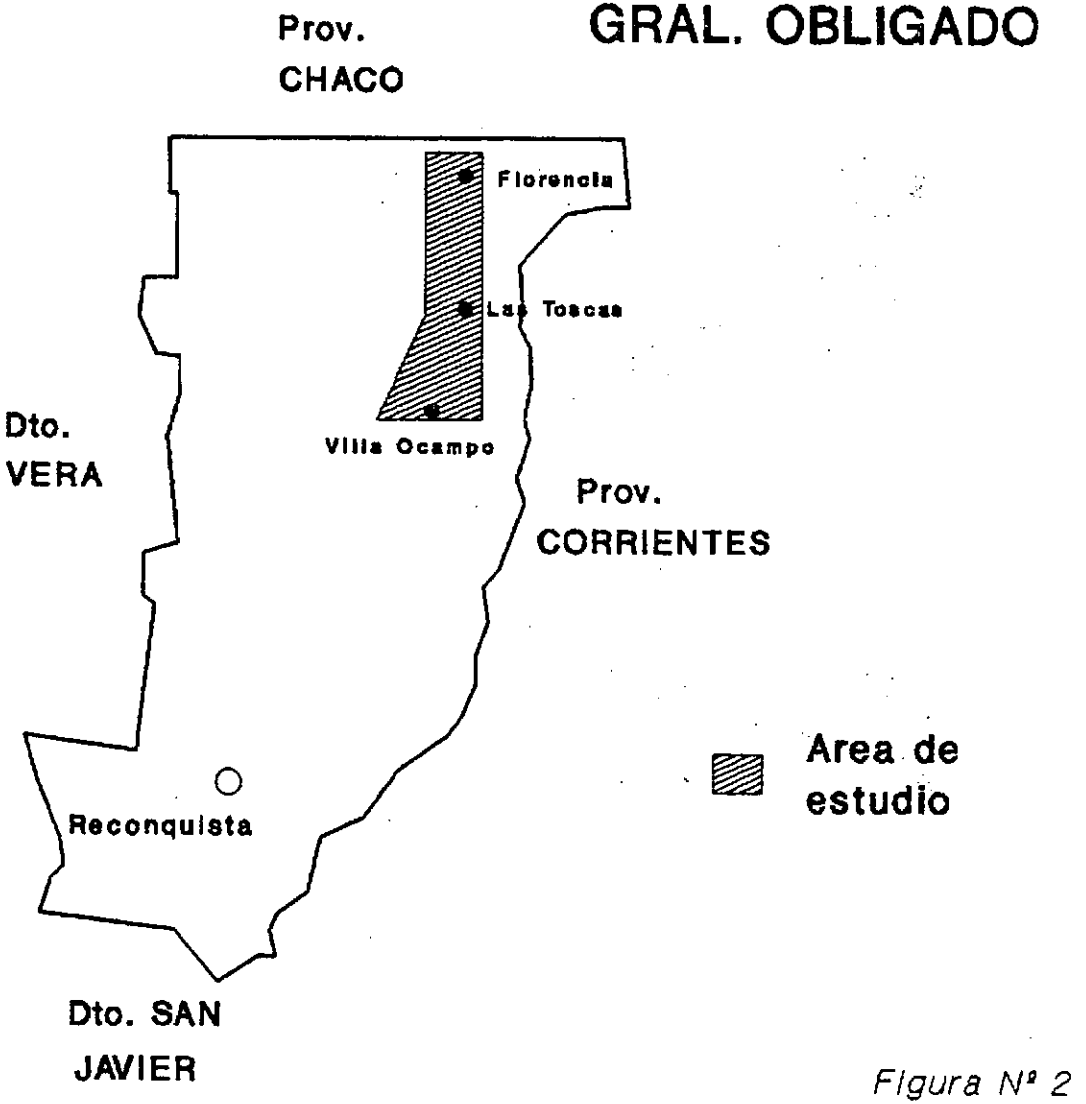


Figura Nº 2

preponderantemente acuitarda (Tujchneider et al, 1979).

La Fm Puelche en cambio constituye un excelente acuífero, su composición es preponderantemente arenosa, con aumento del tamaño medio de partículas con la profundidad, de modo que en su base se dan horizontes con gran proporción de gravas. No obstante, en todos los perfiles litológicos analizados, se observan capas limo-arcillosas, cuyos espesores crecen de sur a norte. En las perforaciones de Villa Ocampo y Las Toscas estas intercalaciones no superan el par de metros, mientras que en Florencia la capa limo-arcillosa que separa los niveles arenosos superior e inferior tiene mas de 10 metros.

Este acuífero, fue ensayado por bombeo en Villa Ocampo, analizados los datos según Theis y Jacob se obtuvo una transmisividad del orden de los 2200 m^2/día (Villanueva, 1980)

3.- METODOLOGIA DEL ESTUDIO GEOELECTRICO

El método utilizado consiste en la determinación de la resistividad del subsuelo mediante Sondeos Eléctricos Verticales Schlumberger, ejecutado en dos etapas: de medición y de interpretación.

En la primera se mide la resistividad aparente, ρ_a , para distancias crecientes entre electrodos de corriente, manteniendo la separación entre electrodos de potencial menor o a lo sumo igual que la quinta parte de la primera (Orellana, 1982).

Tal resistividad aparente se calcula mediante:

$$\rho_a = K \frac{V}{I}$$

donde 'K' es una constante que depende de la configuración electródica y está dada por:

$$K = \frac{PI(AB^2-MN^2)}{4MN}$$

'V' es la diferencia de potencial medida entre los electrodos MN, cuando por el circuito de emisión circula una corriente 'I'.

Graficando los valores de ρ_a (ohmios-metro) en función de AB/2 (metros) en coordenadas logarítmicas, se obtiene una **curva de resistividad aparente** o **curva de campo**, la que posee la infor-

mación necesaria para obtener la distribución vertical de resistividades y espesores, **corte geoeléctrico**, en el punto del sondeo.

En el segundo paso, efectuado íntegramente en gabinete, se utilizó el método de Zohdy (1974) que exige un tratamiento computarizado de los datos.

Todos los valores involucrados en el proceso figuran en los gráficos del Anexo de Curvas de Resistividad.

El instrumento utilizado en las mediciones estuvo integrado por las siguientes unidades:

Circuito de corriente:

Batería de acumuladores de 12 V conectada en serie con un convertidor electrónico de 250 W de potencia y salida máxima de 500 V.

Amperímetro electrónico digital con resolución de 0.1 mA, precisión del 1 % y triple alcance: 200 mA, 2000 mA y 10 A.

Circuito de potencial:

Milivoltímetro electrónico digital con compensador de potenciales naturales incluido, resolución de 0.01 mV, precisión del 1 % y doble alcance: 200 mV y 2000 mV.

Electrodos impolarizables a base de Cu - $CuSO_4$.

4.- UBICACION DE SONDEOS Y SECCIONES GEOELECTRICAS

Dado el poco tiempo disponible para las mediciones de campo (4 días), el trabajo se programó como de simple reconocimiento; ajustándose la distribución de los SEV a obtener tres secciones geoeléctricas coincidentes con las poblaciones: Florencia, Las Toscas y Villa Ocampo (figura 2), en las que además se cuenta con datos de subsuelo obtenidos mediante perforaciones efectuadas para la explotación, con fines industriales y de consumo humano, de los acuíferos subterráneos.

Las secciones geoeléctricas son transversales a la "**dorsal agrícola**", que coincide con el rumbo predominante de los ejes de las estructuras geológicas (figuras 3, 4 y 5)

Las longitudes de los SEV, se condicionaron a la obtención de una buena definición del espesor de las capas resistivas asociadas al acuífero dulce de la Fm Puelche, objetivo principal del estudio. En consecuencia, la mayor parte de ellos tiene una longitud de 640 m, siendo muy pocos aquellos en los que fue necesario llegar a los 800 m (ver Anexo de Curvas de Resistividad)

5.- INTERPRETACION

Los resultados de la interpretación se dan en las **secciones geoeléctricas** de las figuras 9, 10 y 11, las que se obtuvieron en base a correlacionar los **cortes geoeléctricos** de cada uno de los SEV medidos con los cortes litológicos de las perforaciones existentes, diferenciándose en aquellas solamente 6 capas.

La capa superior, de baja resistividad, proporciona aproximadamente los espesores de las capas preponderantemente pelíticas de la Fm Pampa, menores a los 10 metros. En este caso, no se diferenciaron delgadas capas superficiales algo más resistivas que superan el tope del rango establecido y que pueden proporcionar elementos de juicio útiles a la hora de analizar las condiciones edafológicas y de capacidad de infiltración de tales horizontes, en cuyo caso será imprescindible contar con la altimetría de los perfiles involucrados.

La segunda, tercera y cuarta capas, de resistividad moderada a ligeramente alta, proporcionarían las variaciones del espesor del acuífero dulce. De acuerdo con ellas, sus máximos son del orden de los 90 m (sector este de la Sección Villa Ocampo y Sección Las Toscas) y mínimos del orden de los 20 m (sector este de la Sección Florencia y oeste de la Sección Villa Ocampo)

La quinta capa y el sustrato conductor, con resistividades por debajo de los 15 ohmios-metro, identificarían capas preponderantemente pelíticas (acuitardo-acuícludas) o acuíferos con agua salada o ambos. En principio se asocian a la Fm Paraná, con las restricciones que imponen las limitaciones de la metodología empleada.

6.- CONCLUSIONES

Pese a la poca información utilizada en el presente trabajo, debido no solo a que la existente es de por sí limitada, sino al poco tiempo del que se dispuso, tanto para su recopilación y análisis como para las tareas de campo, se pudo establecer que:

a) Debido a los marcados contrastes de resistividad entre las unidades hidrogeológicas, el método aplicado se manifiesta como una herramienta eficaz para la obtención de los parámetros geométricos que el modelo hidrogeológico requiere.

b) La potencia del acuífero, sumada a sus características hidráulicas, favorecen los planes de explotación de sus aguas en programas de riego complementario, en cuyo caso deberán ser ajustadamente avaluadas sus condiciones actuales.

Tal evaluación es indispensable por el deterioro que puede ocasionar su inadecuada explotación debido a la elevada salinidad del agua subterránea de los terrenos infrayacientes. Tanto más, cuanto que las variaciones de espesor del acuífero dulce son realmente importantes, tal como se observa en el sector oriental de la Sección Villa Ocampo.

6.- BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

BOJANICH MARCOVICH, E. y RISIGA, A.H.; 1975; Contribución al conocimiento de la Geohidrología de la Provincia de Santa Fé; II Congr. Ibero-americano Geol. Ec., Tomo V: 37-58; Bs. As.

FILI, M.F. y TUJCHNEIDER, O.C.; 1977; Características geohidrológicas regionales del subsuelo de la provincia de Santa Fé; Rev. Asoc. Cien. Nat. Lit.: 105-113.

ORELLANA, E.; 1982; Prospección Geoeléctrica en corriente continua. Ed. Paraninfo. Madrid.

SALA, J.M., CAVALIE, C.C., FILI, M.F. y MANDEL, J.F.; 1973; Algunas consideraciones geohidrológicas sobre la facilidad de drenar subterráneamente el agua de la zona inundada. Prov. de Bs. As., DYMAS (Conv. CFI-Prov. Bs. As.); La Plata; Inédito.

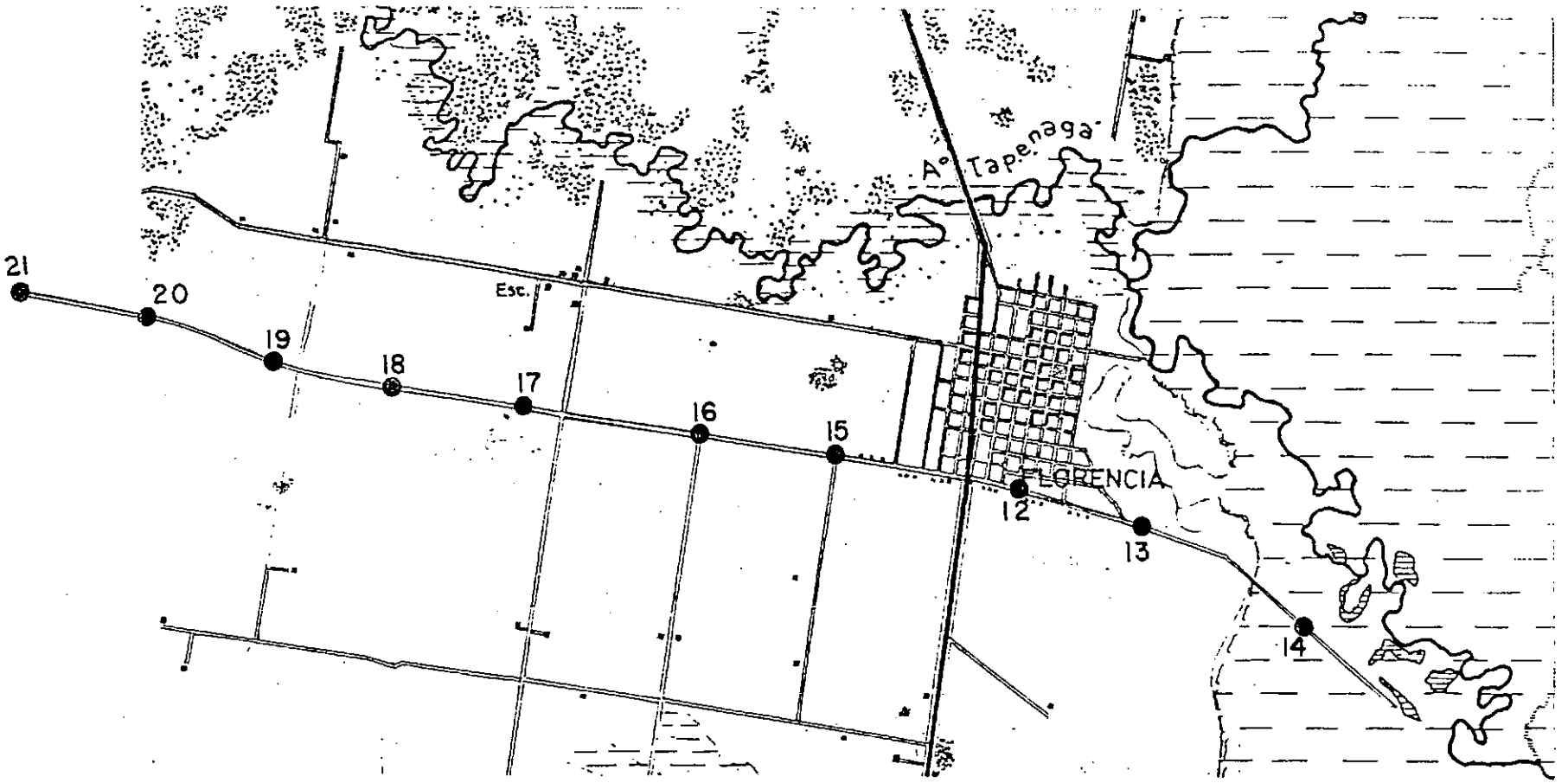
SALA, J.M.; 1975; Recursos Hídricos; VI Congr. Geol. Arg, Relatorio: 169-194; Buenos Aires.

TUJCHNEIDER, O., FILI, M.F. y RISIGA, A.; 1979; Contribución al conocimiento geohidroquímico e hidrogeológico del Departamento General Obligado. Prov. de Sta. Fé, Rep. Argentina; Dto. de Hidrología General, Universidad Nacional del Litoral; Sta. Fé.

VILLANUEVA, A.; 1980; Villa Ocampo, estudio hidrogeológico; Municipalidad de Villa Ocampo; Sta. Fé. Inédito.

ZOHDY, A.R.; 1974; Automatic interpretation of Schlumberger sounding using modified Dar Zarrouk functions; Geophysics: 713-728.

FLORENCIA
Ubicación de sondeos eléctricos

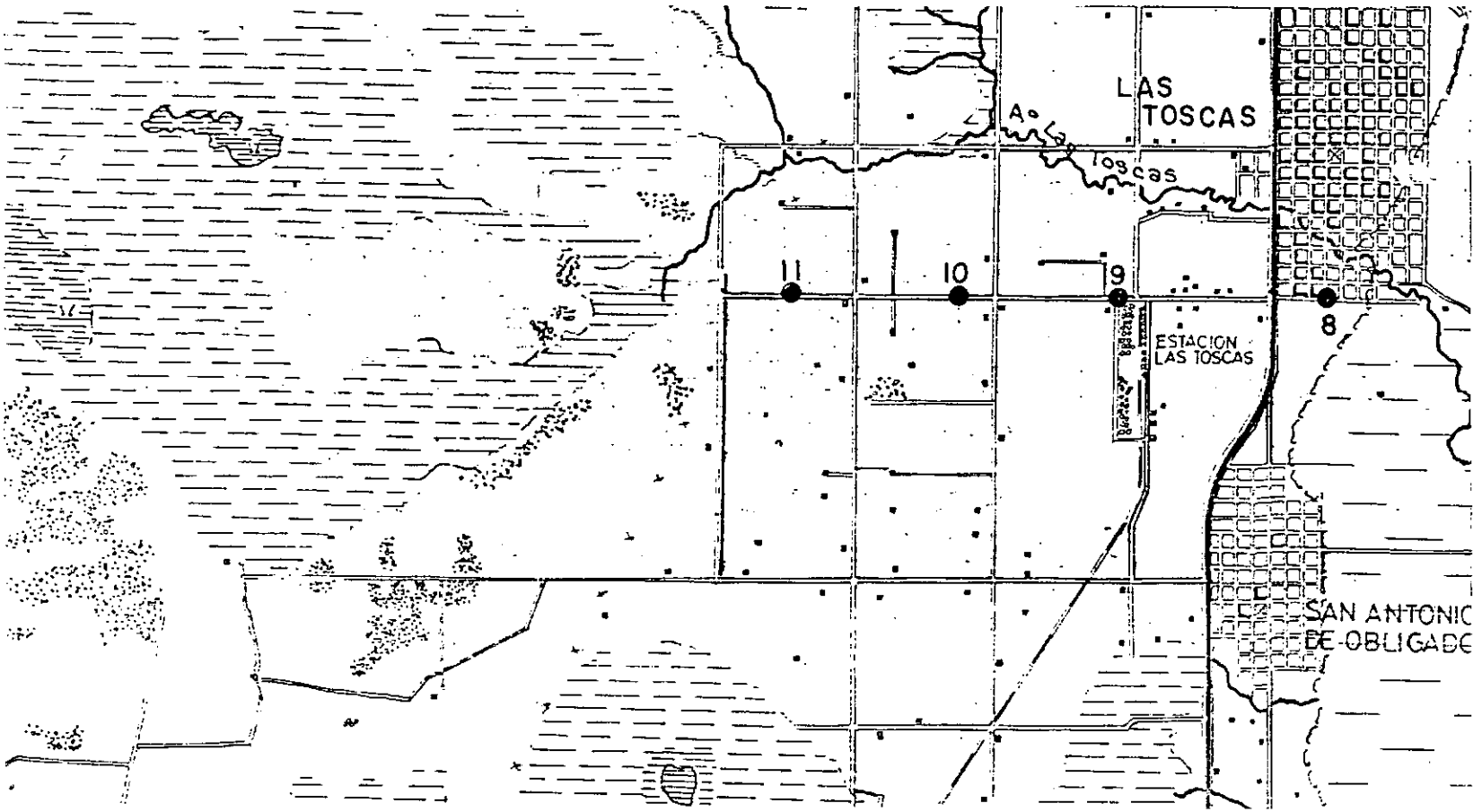


15 ● Ubicación y número de SEV

ESCALA ▪ 1:50.000

Figura Nº 8

LAS TOSCAS
Ubicación de sondeos eléctricos

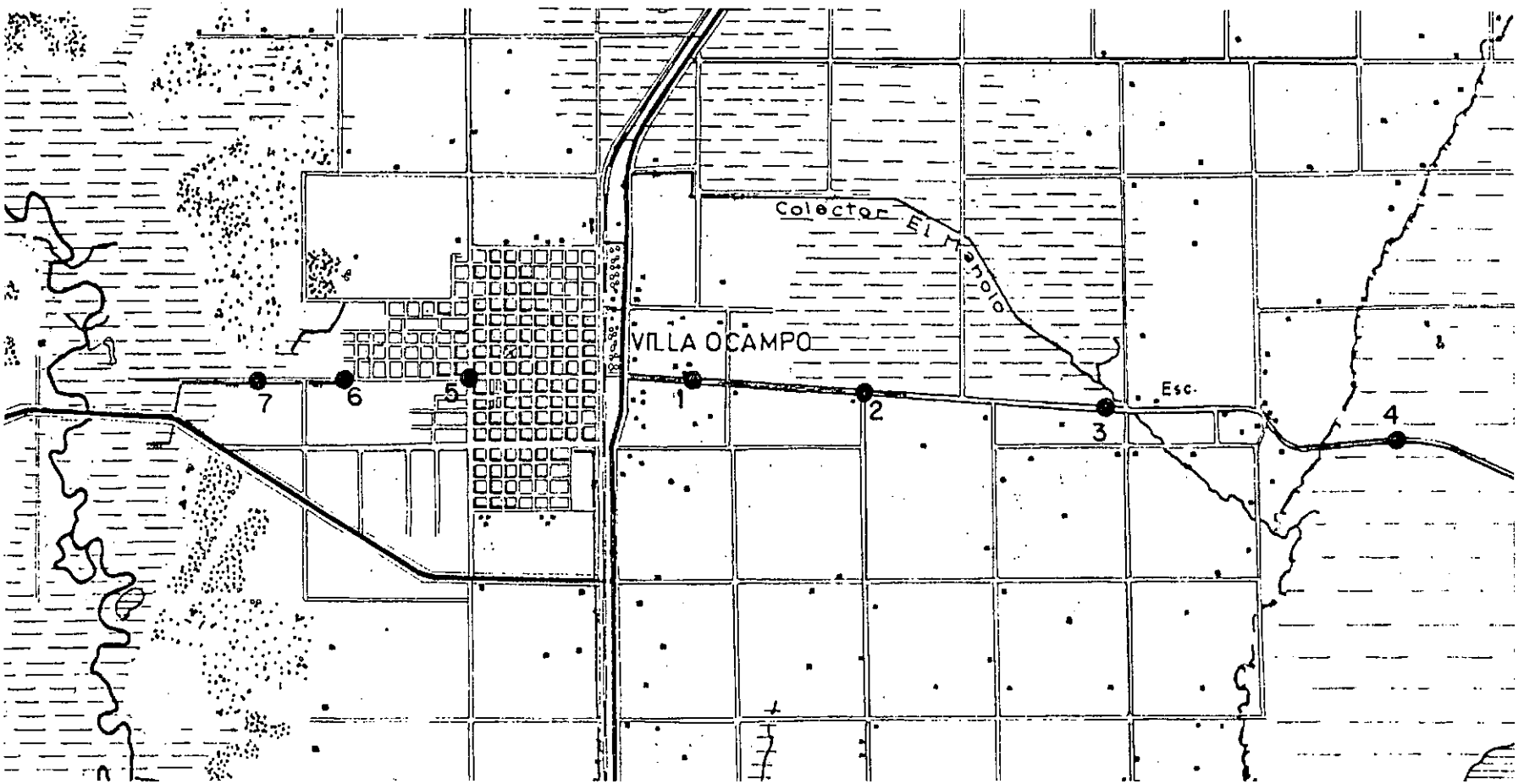


10 Ubicación y
● número de SEV

ESCALA ▪ 1:50.000

Figura Nº 4

VILLA OCAMPO
Ubicación de sondeos eléctricos



6 Ubicación y número de SEV

ESCALA ▪ 1:50.000

Figura Nº 5

PERFIL LITOLOGICO EN VILLA OCAMPO

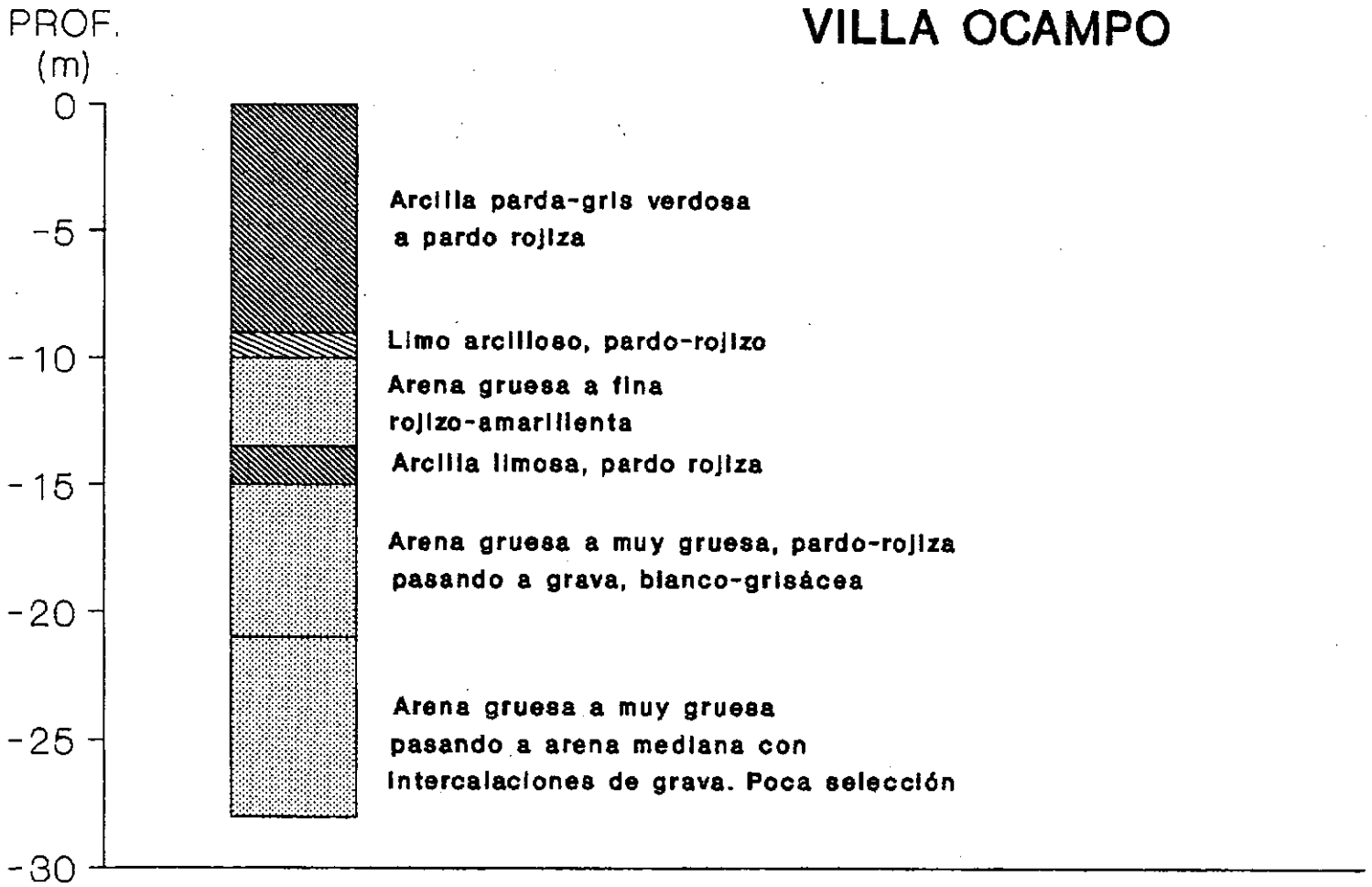


Figura Nº 6

PERFIL LITOLOGICO EN LAS TOSCAS

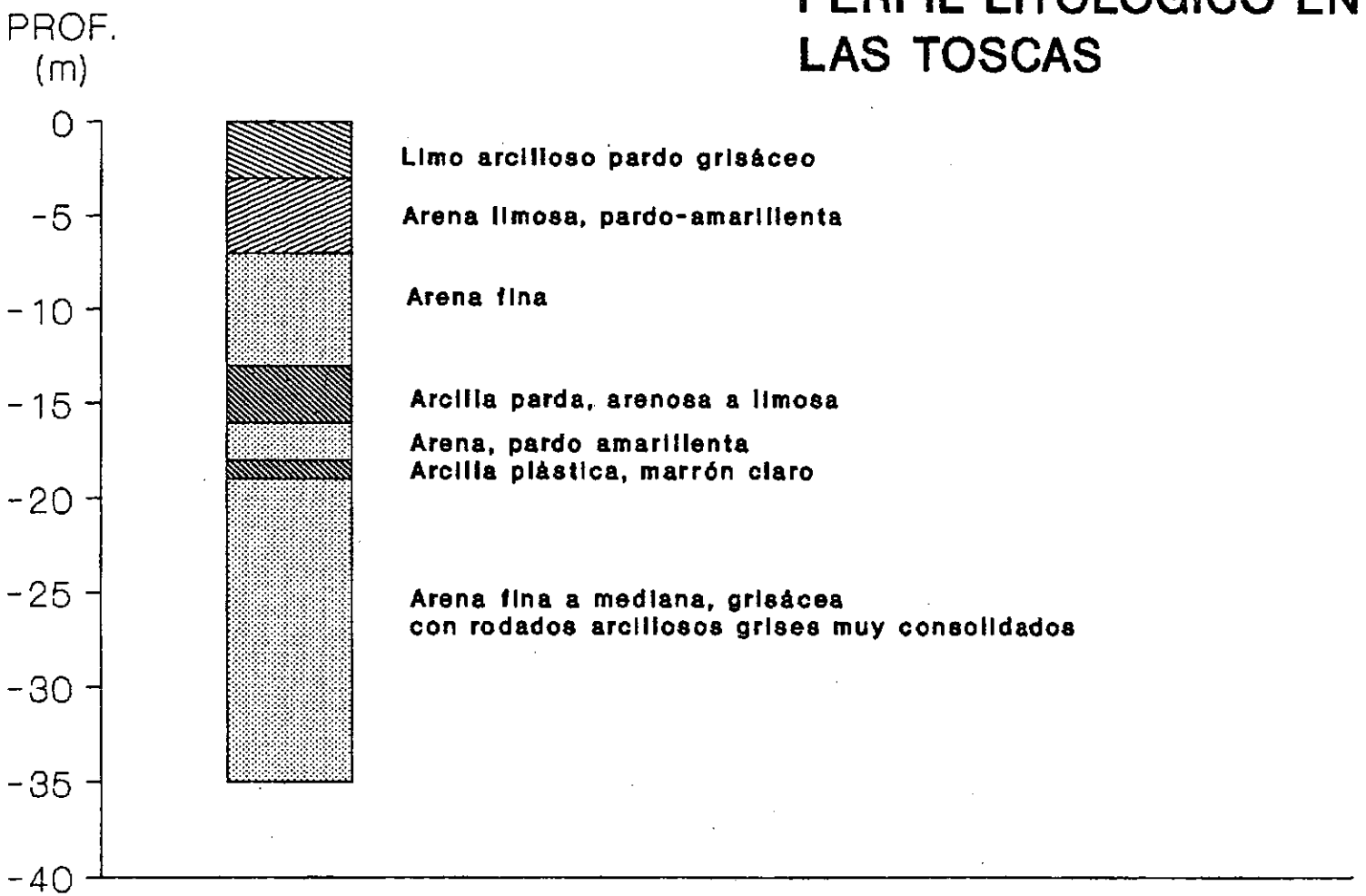


Figura Nº 7

PERFIL LITOLOGICO EN FLORENCIA

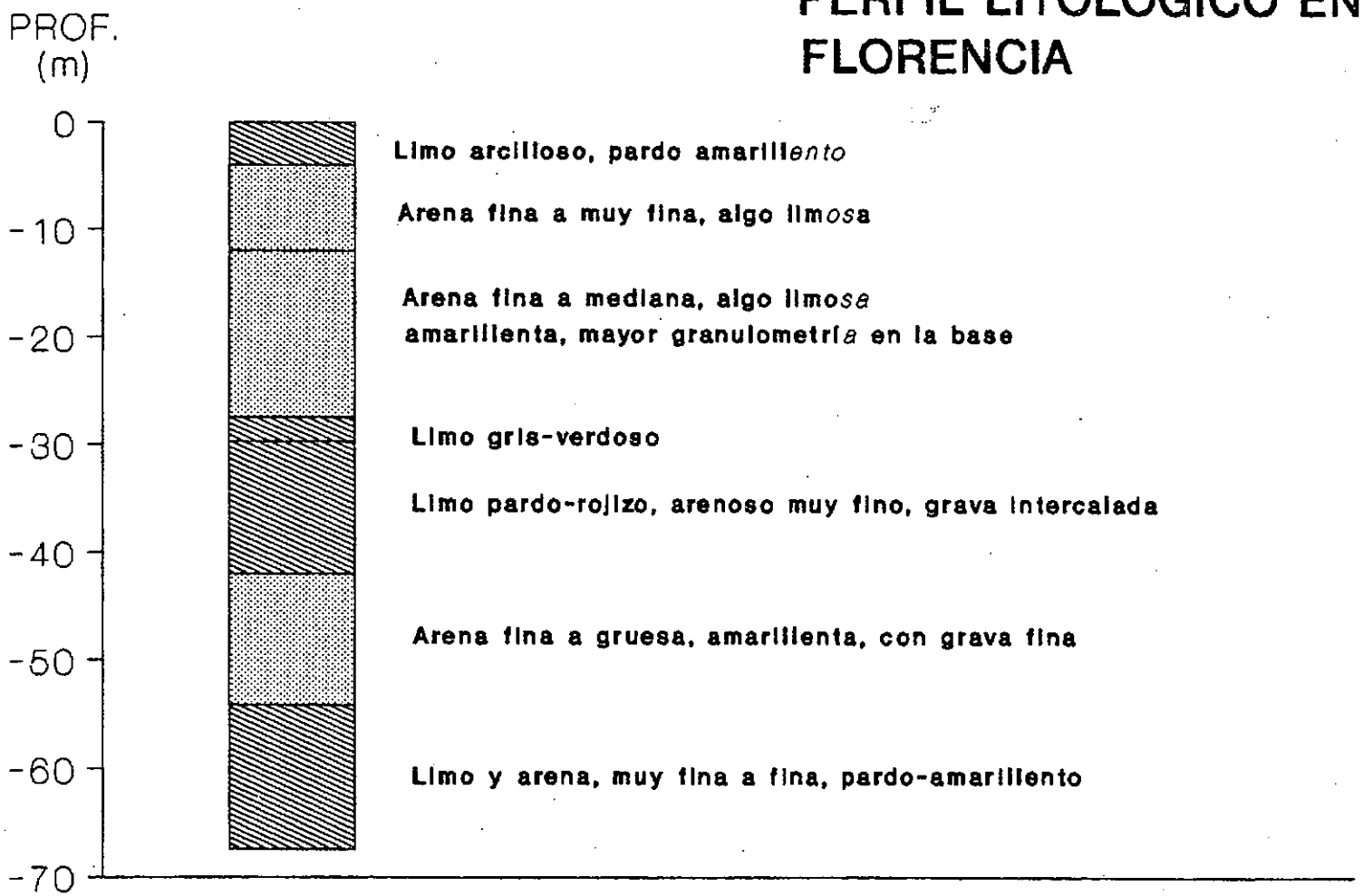
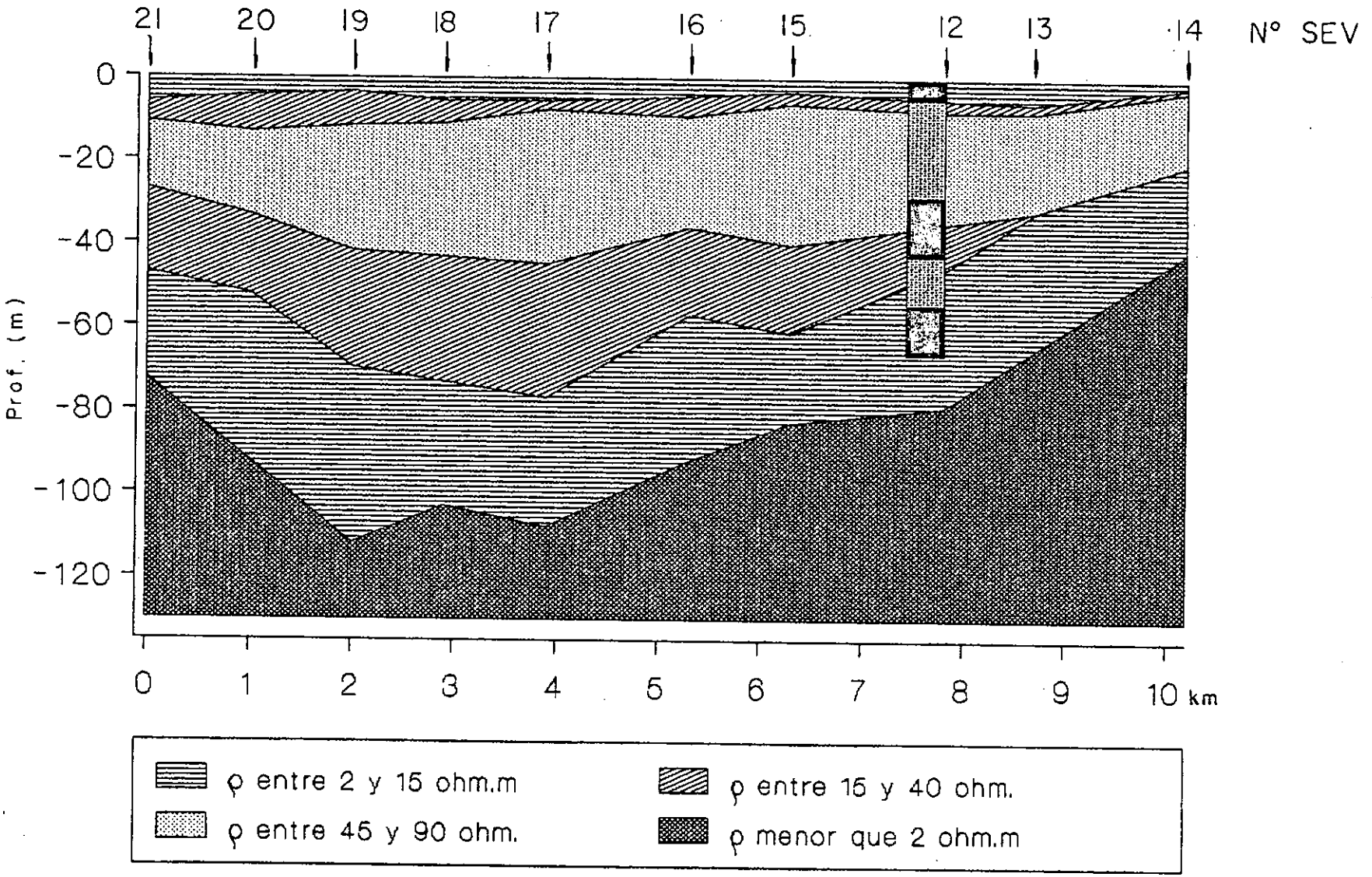
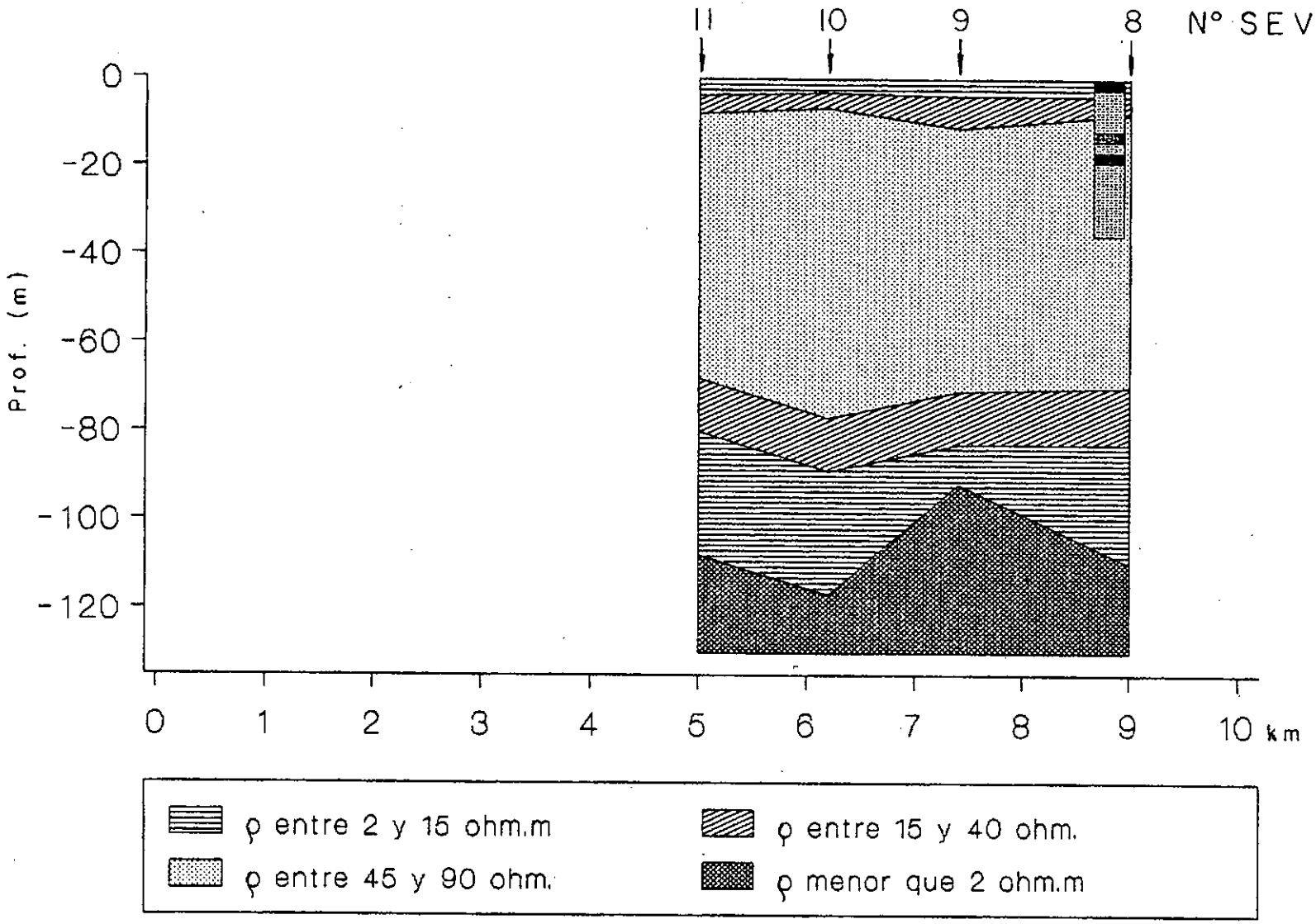


Figura Nº 8



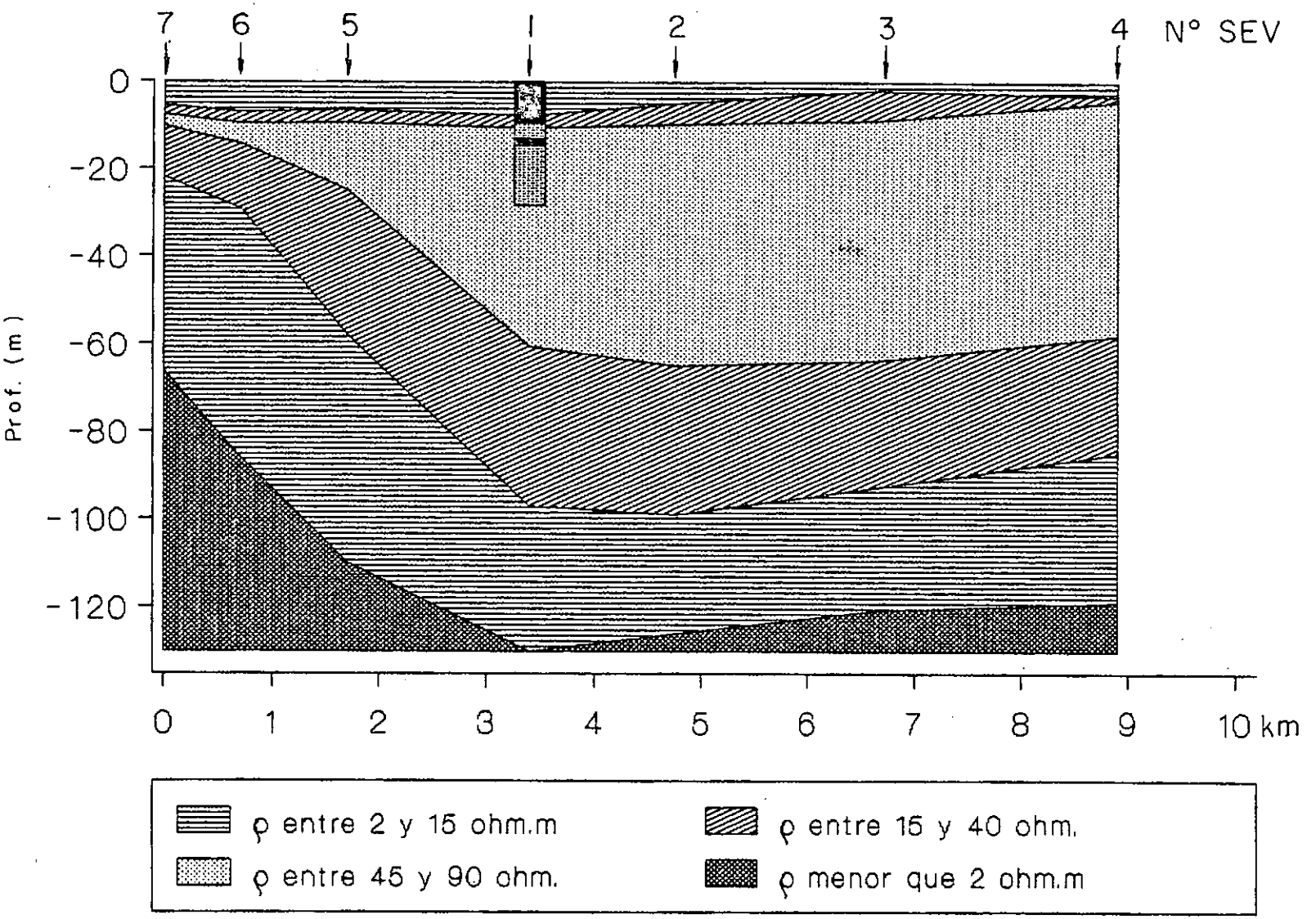
SECCION GEOELECTRICA FLORENCIA

FIGURA N° 9



SECCION GEOELECTRICA LAS TOSCAS

Figura Nº 10



SECCION GEOELECTRICA VILLA OCAMPO

Figura Nº 11

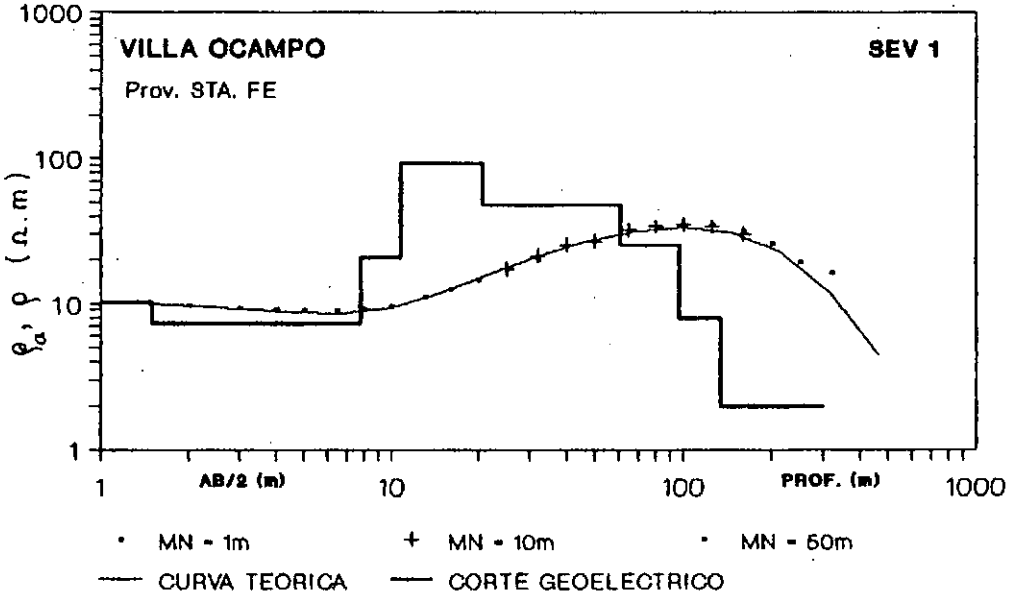
MEDICIONES GEOELECTRICAS EN
EL NORESTE DEL DEPARTAMENTO
GENERAL OBLIGADO

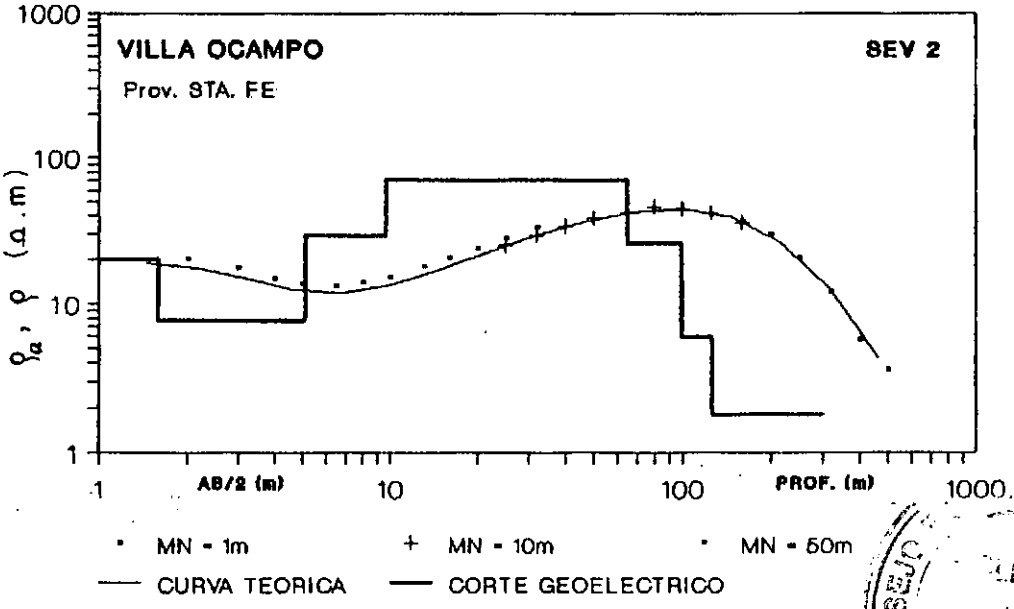
ANEXO DE CURVAS DE RESISTIVIDAD

En los gráficos siguientes, los puntos (.) y las cruces (+) identifican los valores de resistividad aparente, [o(a), en ohmios-metro], medidos en el campo y representados en función del semiapartamiento electródico [AB/2, en metros]. En base a ellos se construye la curva de campo (no dibujada).

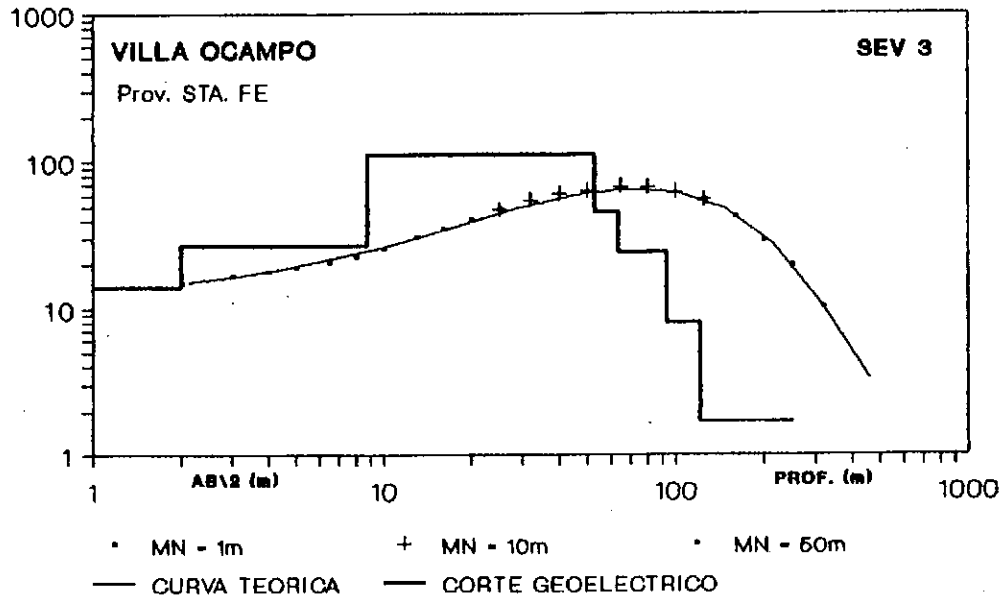
La línea quebrada (CORTE GEOELECTRICO) proporciona los valores de resistividad del subsuelo en función de los espesores obtenidos partiendo de la curva de campo.

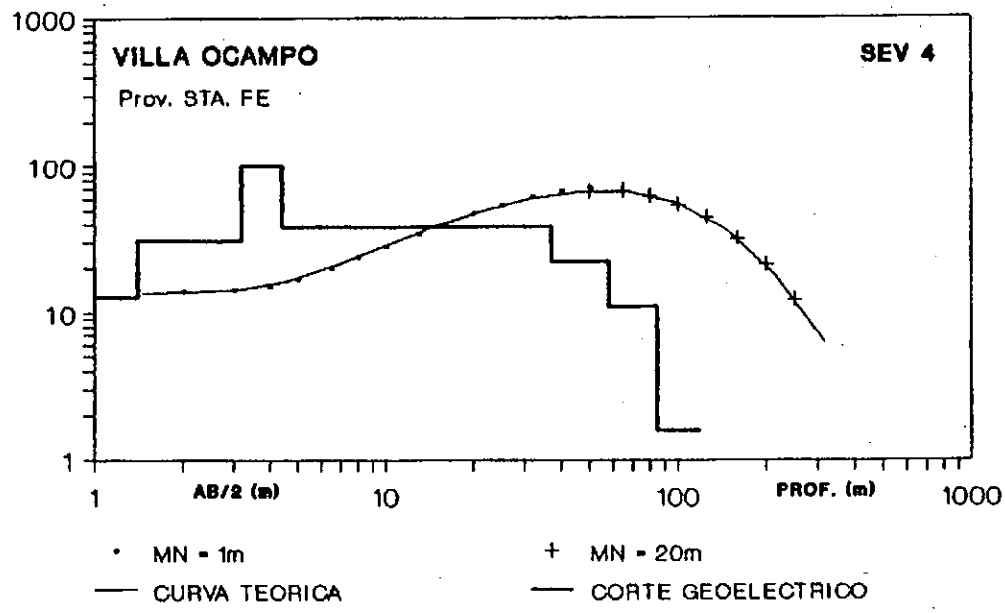
La CURVA TEORICA es la curva de resistividad aparente calculada partiendo del corte geoeléctrico, y debe diferir de la curva de campo en menos de la tolerancia establecida. Requisito que es satisfecho en todos los SEV del presente trabajo

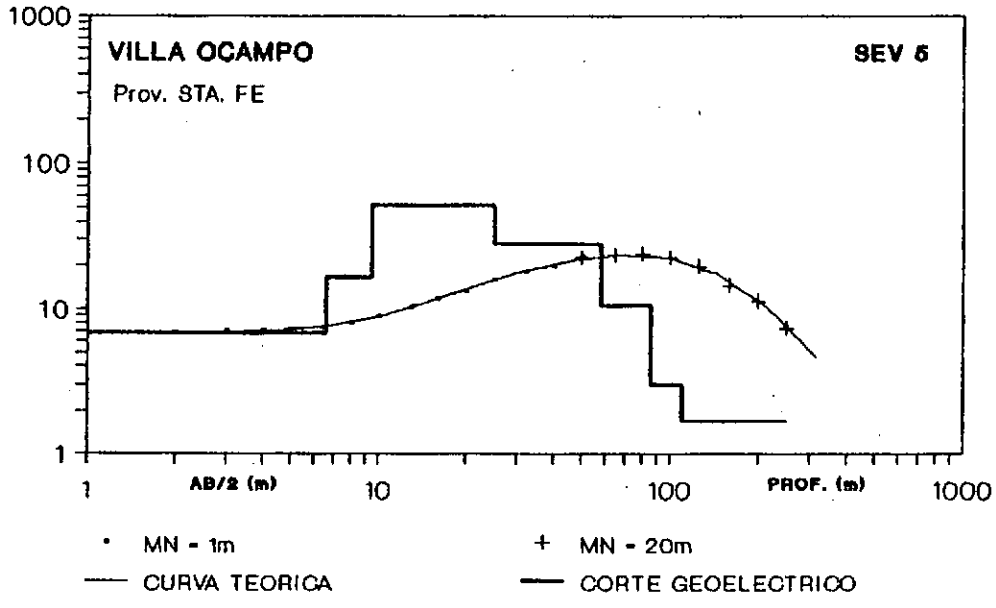


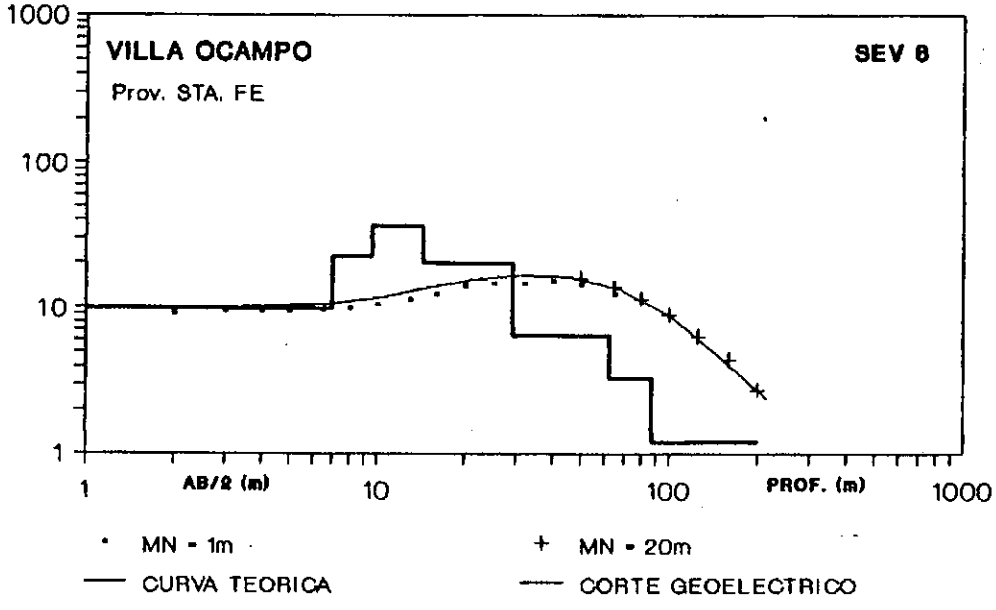


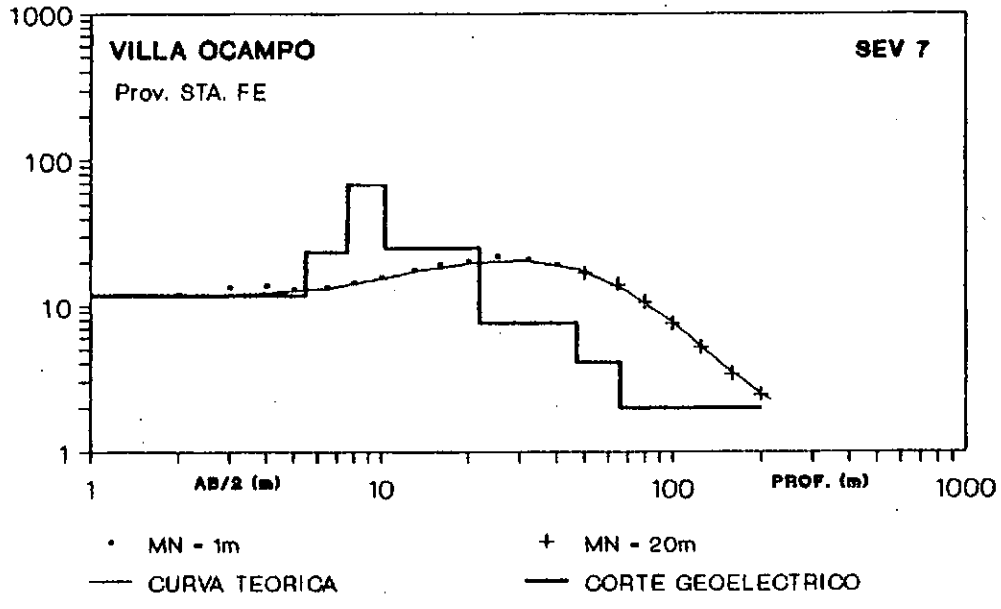
CONSEJO
BIBLIOTECA
Manuel
Belgrano

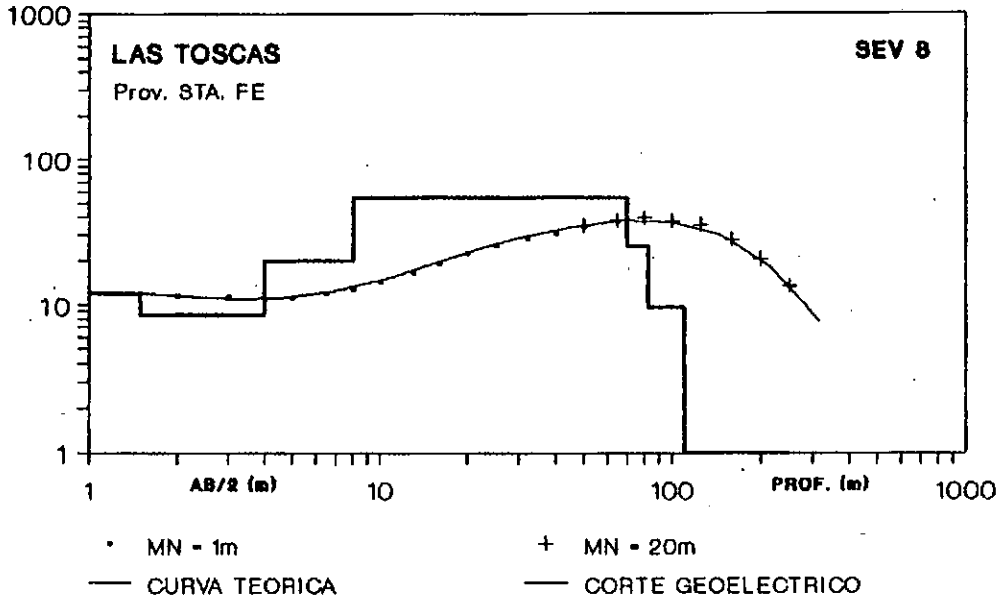

VILLA OCAMPO
Prov. STA. FE
SEV 3
1000
100
10
1
1
AB\2 (m)
10
100
PROF. (m)
1000
MN = 1m
MN = 10m
MN = 50m
CURVA TEORICA
CORTE GEOELECTRICO

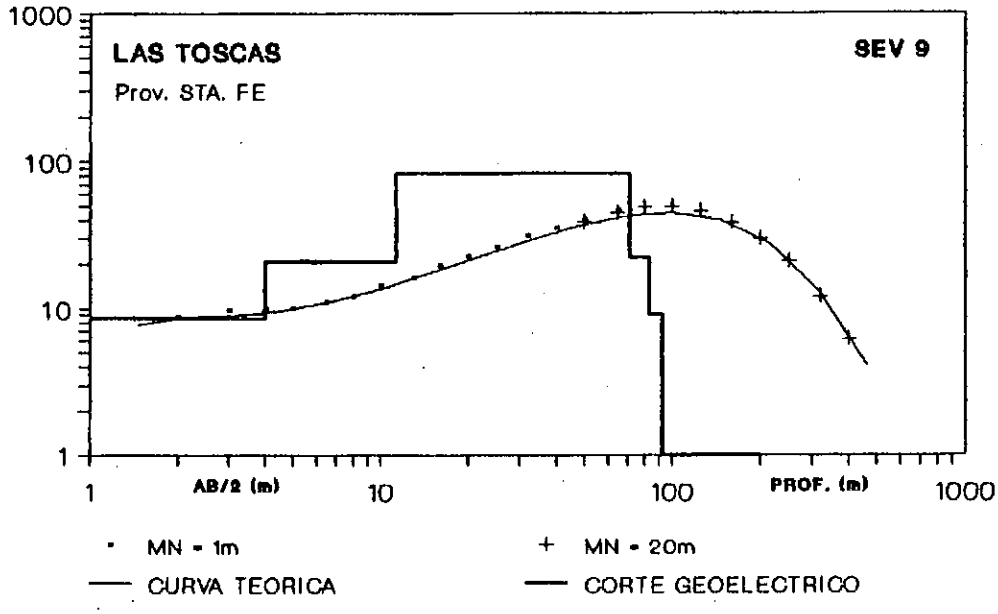

VILLA OCAMPO
Prov. STA. FE
SEV 4
1000
100
10
1
1
AB/2 (m)
10
100
PROF. (m)
1000
MN = 1m
MN = 20m
CURVA TEORICA
CORTE GEOELECTRICO

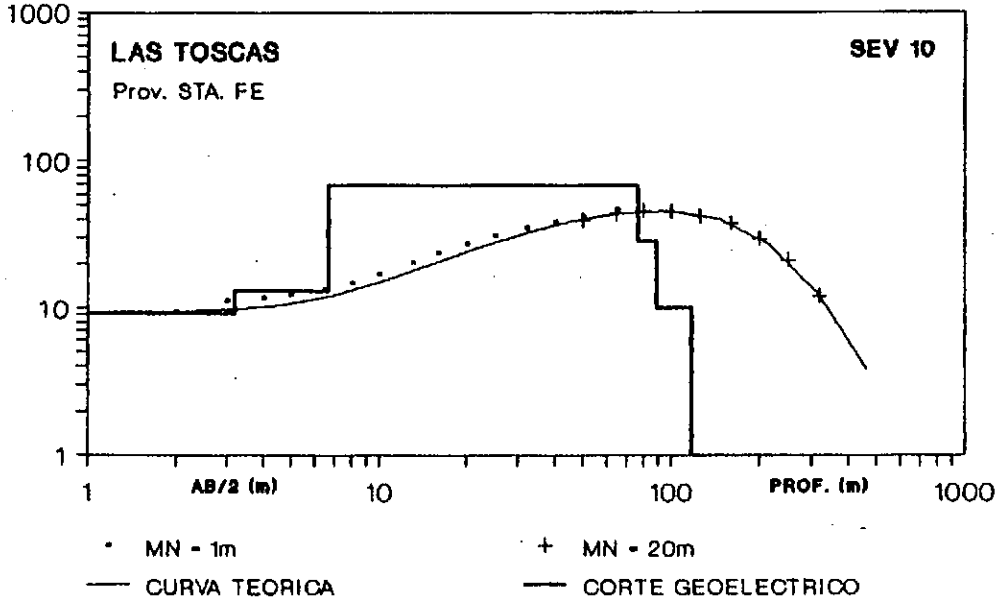

VILLA OCAMPO
SEV 5
Prov. STA. FE
1000
100
10
1
1
AB/2 (m)
10
100
PROF. (m)
1000
MN = 1m
MN = 20m
CURVA TEORICA
CORTE GEOELECTRICO

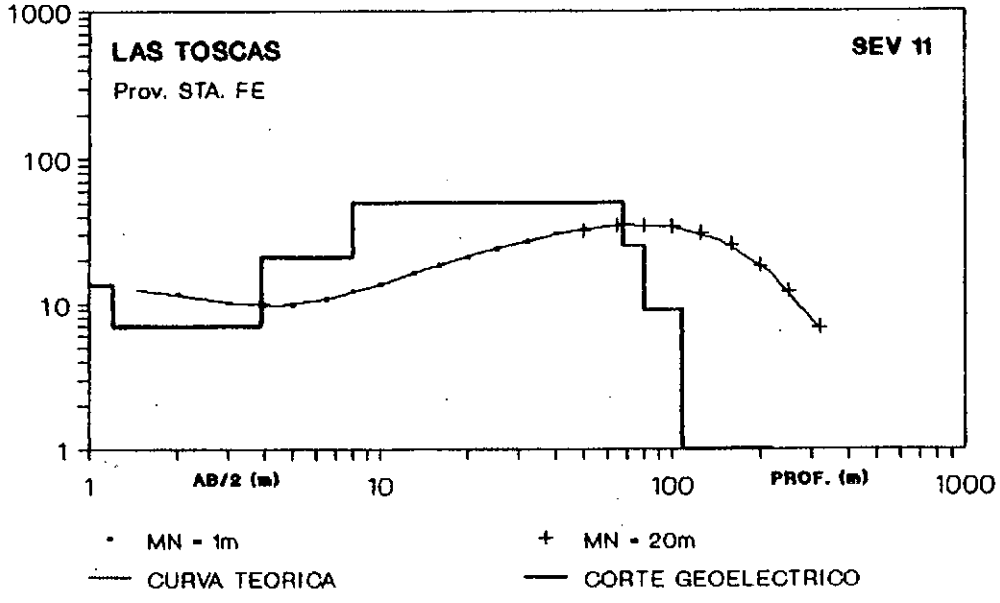

VILLA OCAMPO
SEV 6
Prov. STA. FE
1000
100
10
1
1
AB/2 (m)
10
100
PROF. (m)
1000
MN = 1m
MN = 20m
CURVA TEORICA
CORTE GEOELECTRICO

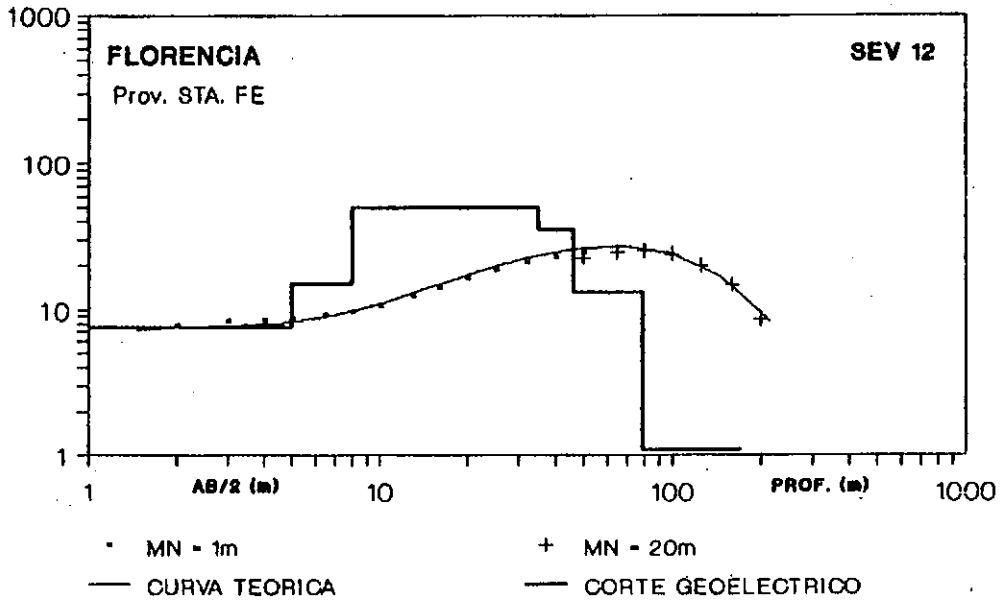

VILLA OCAMPO
Prov. STA. FE
SEV 7
1000
100
10
1
1
AB/2 (m)
10
100
PROF. (m)
1000
• MN = 1m
+ MN = 20m
CURVA TEORICA
CORTE GEOELECTRICO

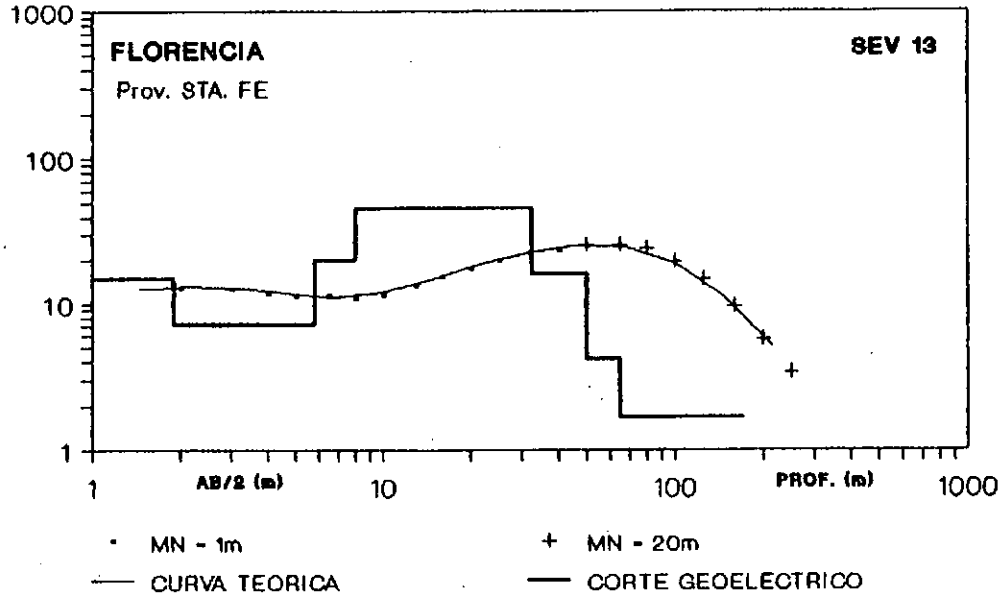

LAS TOSCAS
Prov. STA. FE
SEV 8
1000
100
10
1
1
AB/2 (m)
10
100
PROF. (m)
1000
• MN = 1m
+ MN = 20m
CURVA TEORICA
CORTE GEOELECTRICO

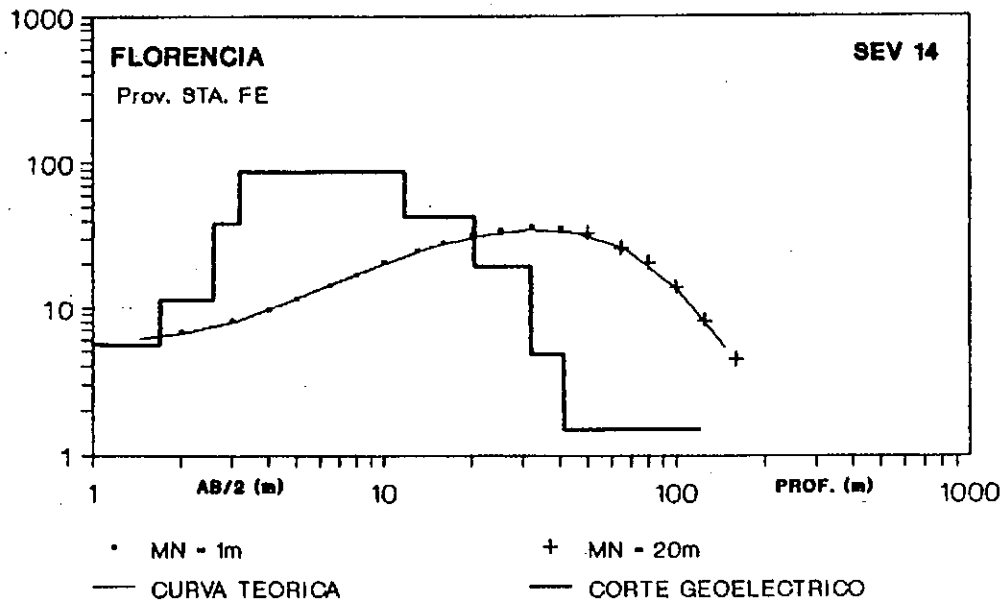

LAS TOSCAS
Prov. STA. FE
SEV 9
1000
100
10
1
1
AB/2 (m)
10
100
PROF. (m)
1000
· MN = 1m
+ MN = 20m
CURVA TEORICA
CORTE GEOELECTRICO

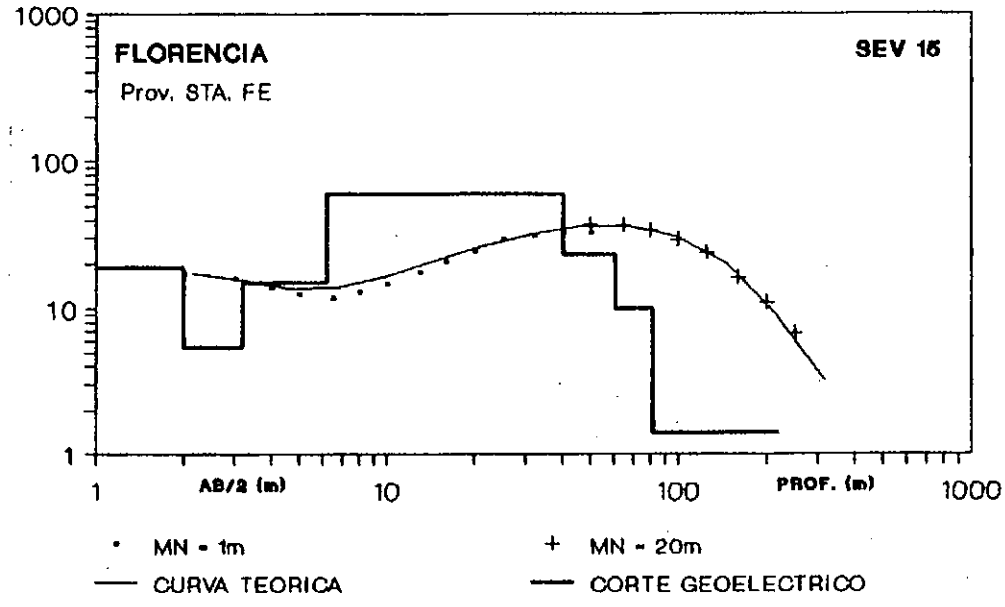

LAS TOSCAS
Prov. STA. FE
SEV 10
1000
100
10
1
1
AB/2 (m)
10
100
PROF. (m)
1000
· MN = 1m
+ MN = 20m
CURVA TEORICA
CORTE GEOELECTRICO

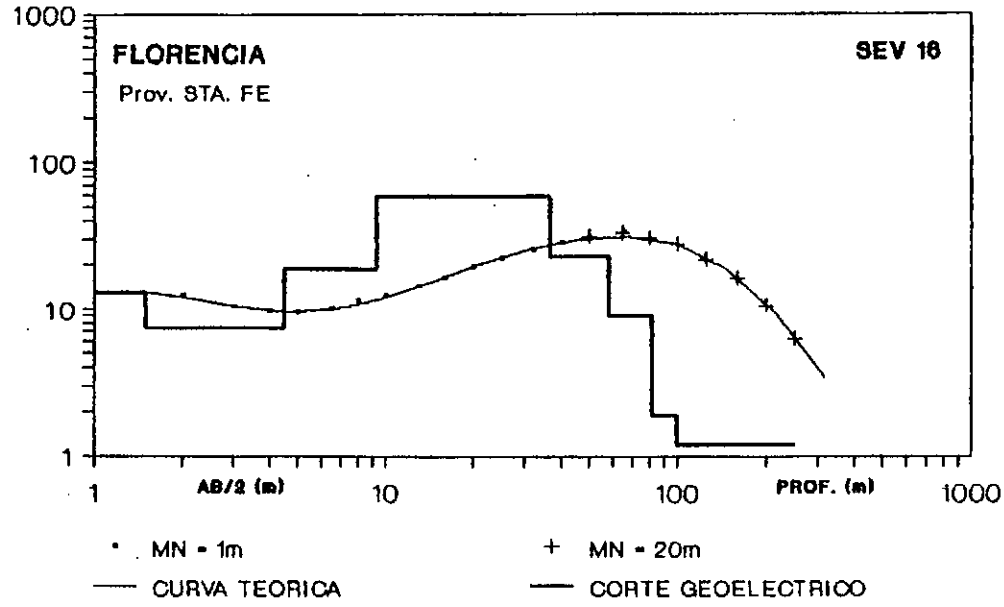

LAS TOSCAS
Prov. STA. FE
SEV 11
1000
100
10
1
1
AB/2 (m)
10
100
PROF. (m)
1000
· MN = 1m
+ MN = 20m
CURVA TEORICA
CORTE GEOELECTRICO

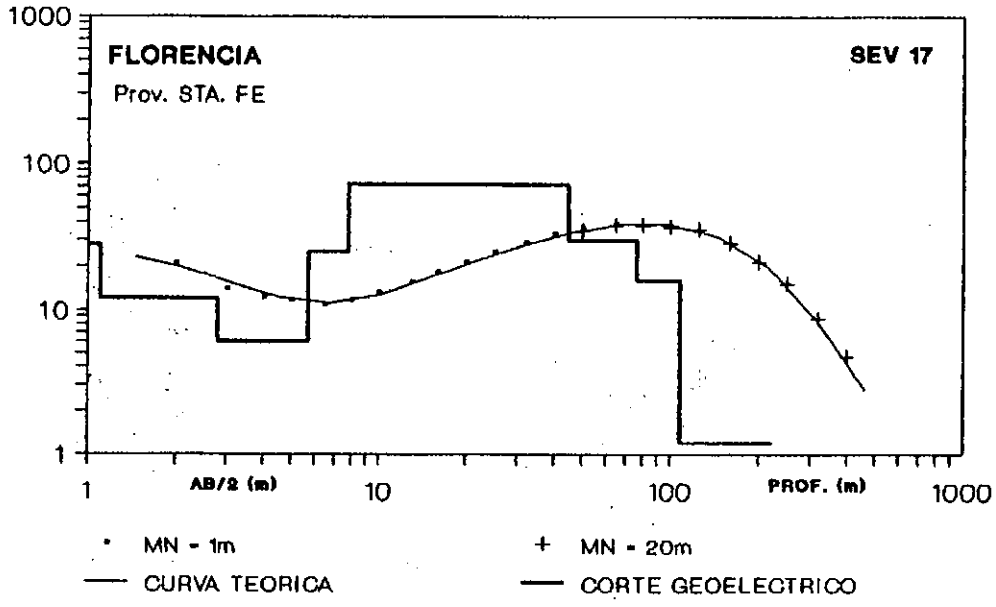

FLORENCIA
Prov. STA. FE
SEV 12
1000
100
10
1
1
AB/2 (m)
10
100
PROF. (m)
1000
· MN = 1m
+ MN = 20m
CURVA TEORICA
CORTE GEOELECTRICO

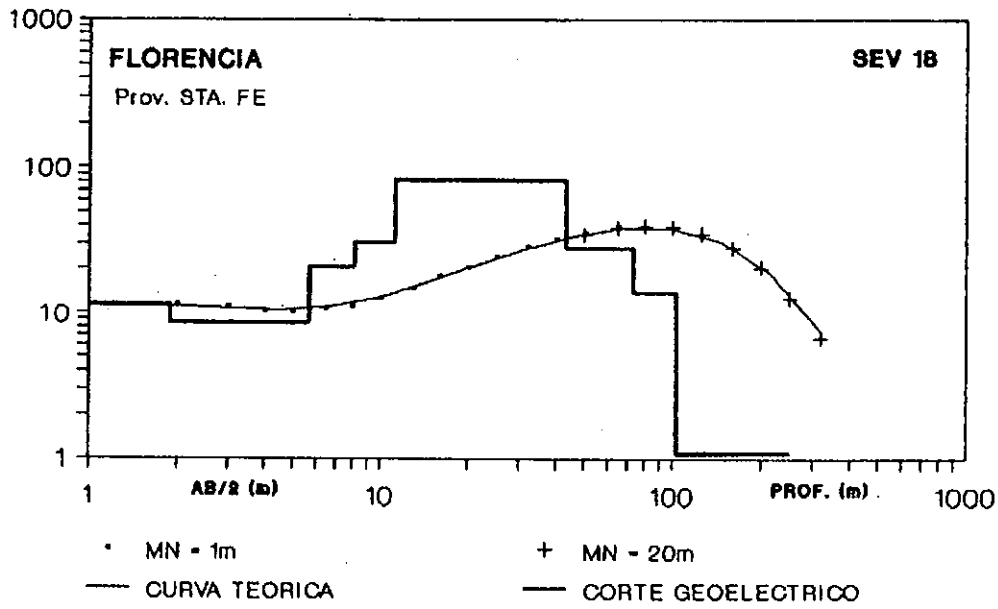

FLORENCIA
Prov. STA. FE
SEV 13
1000
100
10
1
1
AB/2 (m)
10
100
PROF. (m)
1000
· MN = 1m
+ MN = 20m
CURVA TEORICA
CORTE GEOELECTRICO

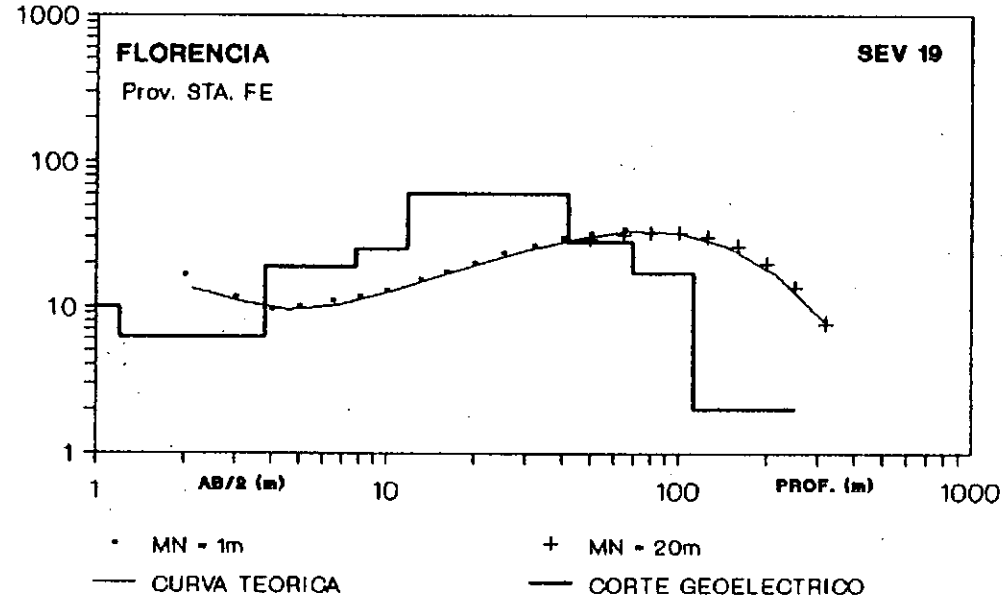

FLORENCIA
Prov. STA. FE
SEV 14
1000
100
10
1
1
AB/2 (m)
10
100
PROF. (m)
1000
· MN = 1m
+ MN = 20m
CURVA TEORICA
CORTE GEOELECTRICO

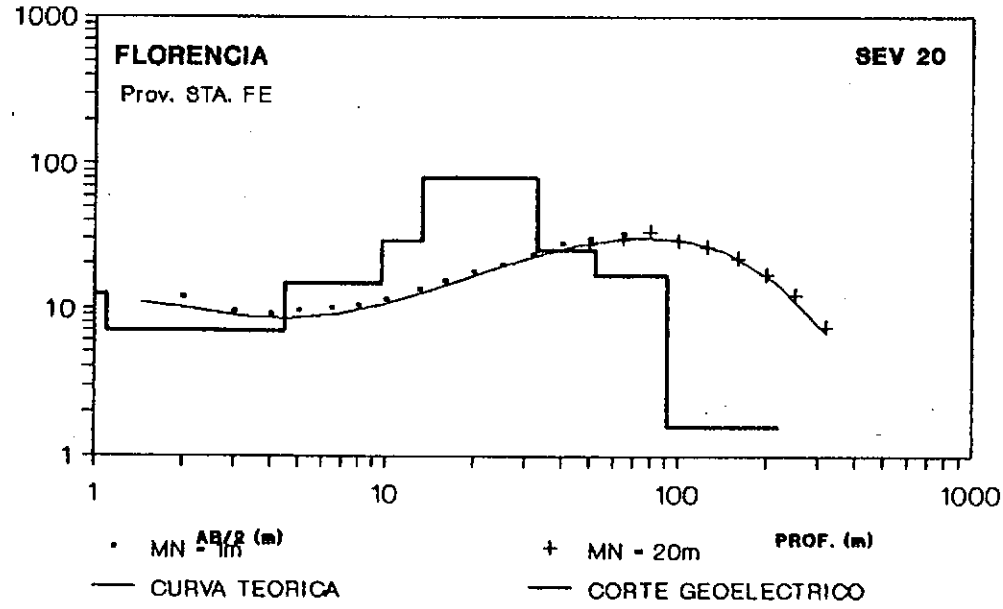

FLORENCIA
Prov. STA. FE
SEV 15
1000
100
10
1
1
AB/2 (m)
10
100
PROF. (m)
1000
MN = 1m
MN = 20m
CURVA TEORICA
CORTE GEOELECTRICO

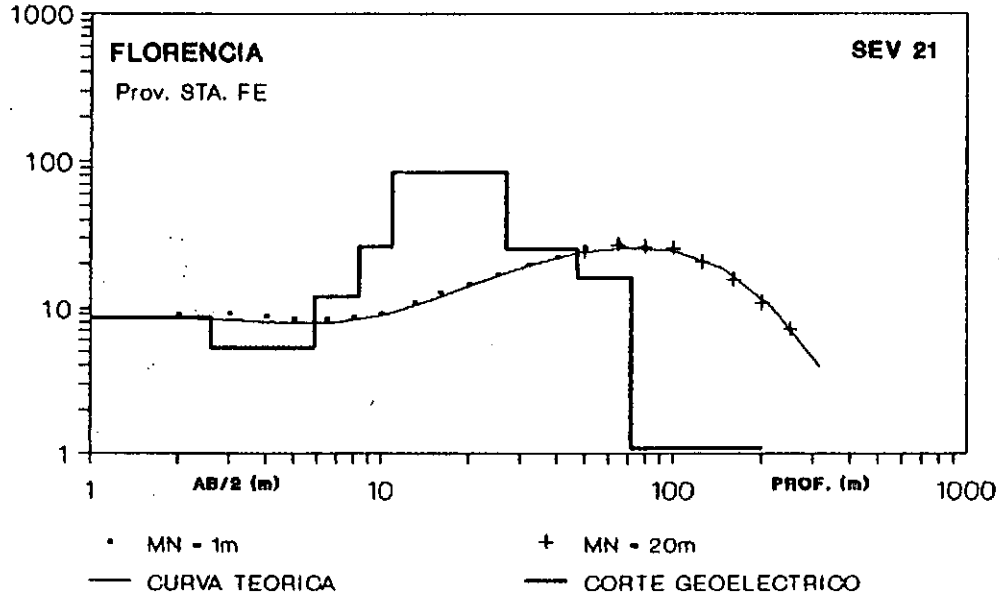

FLORENCIA
Prov. STA. FE
SEV 16
1000
100
10
1
1
AB/2 (m)
10
100
PROF. (m)
1000
MN = 1m
MN = 20m
CURVA TEORICA
CORTE GEOELECTRICO


FLORENCIA
SEV 17
Prov. STA. FE
1000
100
10
1
1
AB/2 (m)
10
100
PROF. (m)
1000
MN = 1m
MN = 20m
CURVA TEORICA
CORTE GEOELECTRICO


FLORENCIA
SEV 18
Prov. STA. FE
1000
100
10
1
1
AB/2 (m)
10
100
PROF. (m)
1000
MN = 1m
MN = 20m
CURVA TEORICA
CORTE GEOELECTRICO


1000
100
10
1
FLORENCIA
Prov. STA. FE
SEV 19
1
AB/2 (m)
10
100
PROF. (m)
1000
MN = 1m
MN = 20m
CURVA TEORICA
CORTE GEOELECTRICO


1000
100
10
1
FLORENCIA
Prov. STA. FE
SEV 20
1
10
100
1000
AB/2 (m)
PROF. (m)
MN = 1m
MN = 20m
CURVA TEORICA
CORTE GEOELECTRICO


1000
100
10
1
FLORENCIA
Prov. STA. FE
SEV 21
1
AB/2 (m)
10
100
PROF. (m)
1000
MN = 1m
MN = 20m
CURVA TEORICA
CORTE GEOELECTRICO