

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

09/89

ALFREDO ESTEVEZ
BIBLIOTECA, CENTRO DE
DOCUMENTACION Y PUBLICACIONES
CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

PROGRAMA DE LAS NACIONES
UNIDAS PARA EL DESARROLLO

N/321

P L A N A G U A S U B T E R R A N E A

R E P U B L I C A A R G E N T I N A



P R O S P E C C I O N G E O F I S I C A

Z O N A R I O M E N D O Z A

(P R O V I N C I A D E M E N D O Z A)

por

YVES F. SERRES

Naciones Unidas

OSCAR P. DEMARTINI

Argentina

Este informe se eleva al Consejo Federal de Inversiones previo a su aprobación por las Naciones Unidas o por el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo y por lo tanto no representa necesariamente los puntos de vista de estas organizaciones.

AGOSTO DE 1970

Impreso en Argentina - Printed in Argentine

Hecho el depósito que marca la ley 11.723

(c) 1970 CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

Alsina 1401 Buenos Aires República Argentina

FE DE ERRATAS

Página 8 Línea 21

donde dice: "... noreste-sureste..."

debe decir: "...noreste-suroeste..."

Página 9 Línea 18

donde dice: "... olímpica con ..."

debe decir: "... elíptica con ..."

Página 15 Línea 12

donde dice: "... donde alternas ..."

debe decir: "... donde alternan ..."

Página 23 Línea 20

donde dice: "... que la formación se encuentra..."

debe decir: "... que la formación que se encuentra... "

Página 30 Línea 21

donde dice: " Hacia el noroeste y este ..."

debe decir: " Hacia el noreste y este ..."

INDICE

A. RESUMEN	Página 1
B. INTRODUCCION	3
1. Límites del estudio	3
2. Trabajos realizados	3
3. Escala estratigráfica y de resistividades	4
C. RESULTADOS OBTENIDOS	8
1. Interpretación cualitativa	8
(a) Generalidades	8
(b) Mapa de resistividades aparentes para línea AB= 2000 metros	8
(c) Mapa de resistividades aparentes para línea AB= 200 metros	10
(d) Secciones de resistividades aparentes	11
2. Interpretación cuantitativa	13
(a) Generalidades	13
(b) Perfil T-T' - Interpretación manual. Procesamiento por computadora	14
(c) Descripción de perfiles	20
(i) Perfil R-R'-I-I'	20
(ii) Perfil Z-Z'	22
(iii) Perfil J-J'	22
(iv) Perfil V-V'	23
(v) Perfil U-U'	24
(vi) Perfil Y-Y'	25
(vii) Perfil T-T'	25
(viii) Perfil S-S'-S''	26
(ix) Perfil P-P'	27
(x) Perfil L-L'	28

(xi) Perfil K-K'	Página	29
D. CONSIDERACIONES HIDROGEOLOGICAS		30
1. Zona Sur		30
2. Zona Central		30
3. Zona Oeste		30
4. Zona Norte y Este		31
5. Zona Noroeste		31

FIGURAS

1. Escala de resistividades
2. Sondeos eléctricos tipos
3. Secciones de resistividades aparentes
4. Secciones en profundidad
5. Procesamiento automático del sondeo eléctrico T_3

MAPAS

1. Resistividades aparentes para línea AB=2000 metros
2. Resistividades aparentes para línea AB=200 metros

A. RESUMEN

Son objetivos principales de este estudio geofísico, determinar los accidentes estructurales más importantes relacionados con las características hidrogeológicas de la zona, así como estudiar la naturaleza y las variaciones de composición de los sedimentos que rellenan la cuenca. Para lograrlos, se ha ejecutado un programa de prospección eléctrica aplicando la técnica de sondeos eléctricos. Por este método se estudia la variación de la resistividad aparente del subsuelo (parámetro que caracteriza a cada terreno) en función de la profundidad de investigación. El reconocimiento ha sido de tipo amplio en la parte norte de la zona y más detallado en el sur y especialmente en los bordes occidentales de la cuenca.

Un primer análisis cualitativo de los sondeos eléctricos estudiando la variación de la resistividad aparente a una profundidad de investigación constante, ha permitido establecer en grandes líneas la configuración estructural de la cuenca, referida a un basamento eléctricamente conductor, constituido por terrenos arcillosos muy poco permeables pertenecientes a niveles inferiores de los Conglomerados de los Mogotes y/o serie arcilítica del Terciario.

Estructuras levantadas del Triásico (Cordón Punta Las Lajas) y Terciarias (Cerro Negro, oeste del Cerro La Gloria; Cerro Petaca y anticlinal Lunlunta-Barrancas-Carrizal) bordean cerrando la cuenca por el oeste y sur-suroeste. Entre Chacras de Coria y Cruz de Piedra, una combinación de fenómenos tectónicos y de erosión ha abierto una hondonada estrecha y profunda en forma de ensilladura a través de la cual quedan comunicadas esta cuenca y la zona del Carrizal-Tunuyán. Por el norte, se conecta con el extremo sur del Valle de Tulum y por el este se presenta como una cuenca abierta.

Tres anomalías estructurales principales se observan en el techo del basamento conductor, en relación con levantamientos tectónicos locales del Terciario. Ellas se ubican al noroeste de la Estación Ramblón, al norte de la ciudad de Mendoza (Estructura del Borbollón) y al sur del Río Men

doza.

En la parte oeste, central y sureste de la cuenca yace sobre este basamento un potente relleno resistivo que comprende los Conglomerados de los Mogotes menos arcillosos y el complejo aluvial constituido por gravas, gravillas y arenas, donde se desarrollan acuíferos libres. Hacia el norte y este, en áreas de deposición más fina, disminuye la resistividad de conjunto, en relación con la granulometría cada vez menor de los sedimentos que crean condiciones de confinamiento en el cuerpo acuífero. Más al norte se desarrolla una capa salinizada de gran espesor que cubre una extensa área.

Como etapa final del estudio, se da una interpretación cuantitativa presentando a lo largo de perfiles de sondeos eléctricos las secciones en profundidad con una probable sucesión de terrenos, los que quedan definidos por su espesor y resistividad.

B. INTRODUCCION

1. Límites del estudio:

Para tener una información completa sobre el área de recarga principal se considera en este informe al Río Mendoza como límite suroeste de la Zona Río Mendoza (Mapa 1). El Anticlinal de Lunlunta-Carrizal constituye por otra parte, el límite natural entre la Zona Río Mendoza y Zona Carrizal-Tunuyán. Al sur, la investigación no se ha extendido más allá del Río Tunuyán. Por el oeste, el estudio está limitado por los afloramientos de terrenos arcilíticos del Terciario o de unidades inferiores que cierran prácticamente la cuenca en esta dirección. Al este se ha considerado arbitrariamente el curso del Río Mendoza como límite, mientras que al norte el estudio empalma con el extremo sur del reconocimiento del Valle de Tulum en la zona de las Lagunas de Guanacache.

2. Trabajos realizados:

El estudio geofísico se ha realizado exclusivamente con perfiles de sondeos eléctricos, generalmente orientados perpendicularmente a las direcciones estructurales, es decir, este-oeste en su mayoría. En total se han realizado 341 sondeos eléctricos, con extensiones de líneas AB variables entre 1.000 y 6.000 metros. La densidad de los mismos sin embargo, no es homogénea. En el sur de la zona, los perfiles distan entre sí 5 Kilómetros, con sondeos eléctricos cada 1,5 a 2 Kilómetros. La distancia entre perfiles y entre sondeos aumenta hacia el norte de la zona, hasta llegar a un espaciamiento de perfiles de 15 a 40 Kilómetros y distancias entre sondeos eléctricos del orden de los 3 Kilómetros. Esta diferencia se debe principalmente a dos factores. En primer lugar, en el sur, los contrastes de resistividad son suficientemente elevados y las informaciones hidrogeológicas lo bastante nutridas como para permitir un estudio de detalle, mientras que en el norte los contrastes de resistividad disminuyen y la información de control es escasa, por lo cual no se puede hacer más que un reconocimiento de tipo general. La segunda razón, esencialmen-

te práctica, es que hasta una fecha muy reciente (aberturas de nuevas picadas por Cities Service) la parte norte del estudio contaba con muy pocos accesos.

Conviene mencionar finalmente, algunos estudios de detalle que se han realizado, con una fuerte densidad de SE en los bordes de la cuenca y en los altos estructurales del Terciario (perfil Y, zona del Challao, perfil del Río Mendoza entre los diques Las Compuertas y Cippolletti, norte del Anticlinal de Lunlunta).

Una dificultad importante en la ejecución de sondeos eléctricos se ha presentado en zonas urbanas e industriales donde son visibles las perturbaciones causadas por cañerías y alambradas enterradas, corrientes industriales "vagabundas", etc., sobre los diagramas de sondeos eléctricos.

Otra restricción se ha encontrado en la parte norte y noreste de la cuenca donde la fuerte salinización superficial limita las posibilidades del método por la poca precisión obtenida en las lecturas de diferencia de potencial al hacerse sumamente pequeñas y por el efecto de pantalla que produce la potente capa salina sobre los terrenos subyacentes.

3. Escala estratigráfica y de resistividades:

La serie estratigráfica completa en la cuenca de la Zona Río Mendoza hasta las profundidades que interesan a la hidrogeología se puede sintetizar de la siguiente manera:

- complejo aluvial
- conglomerados del Terciario Superior (Mogotes)
- serie arcilítica del terciario

Como se ha comentado en un informe anterior (1), las tres unidades estratigráficas no están francamente diferenciadas sino que existen variaciones laterales y verticales tales, que en la mayoría de las veces es imposible definir el paso de una a otra por su composición litológica.

La resistividad de estas formaciones depende de:

- proporción de las capas de arcillas ó limos y las gravas, gravillas y arenas.

- tamaño de los elementos de las gravas, gravillas y arenas
- estado seco o saturado
- resistividad del agua que satura la formación

En la figura 1, se han representado los valores de resistividad de las distintas formaciones de esta zona. Las resistividades varían desde un mínimo de 0,5 ohmios. metro para los limos salinos del extremo norte hasta 10.000 ohmios. metro para los rodados secos del área de recarga. Se puede observar en éste diagrama, que formaciones distintas poseen los mismos valores de resistividad, lo que hace imposible su diferenciación por medio de este parámetro. Se encuentra entonces aquí, la misma indeterminación que ocurre con las características litológicas de las tres unidades estratigráficas antes mencionadas.

Según las áreas consideradas, los sondeos eléctricos son de distintos tipos.

En la figura 2 se han representado algunos de los más comunes. El sondeo eléctrico V4, característico de la zona de capa libre en aluvión grueso, indica la presencia debajo de una delgada cubierta conductora (limos superficiales), de un terreno muy resistente (más de 1.000 ohmios. metro) correspondiente a rodados y gravas secas del aluvión. Les sigue una potente capa de resistividad media 200 ohmios. metro, que se interpreta como la parte saturada del aluvión y los conglomerados de los Mogotes poco arcillosos. Por debajo de ellos no es posible definir, aún con la línea AB alcanzada, 4000 metros, si existe la formación más arcillosa y por lo tanto más conductora de los Mogotes, (50 - 80 ohmios. metro) antes de la serie arcilítica.

En cuanto a la parte saturada del aluvión y del conglomerado superior, parece según los datos proporcionados por el pozo Ma 1, perforado por YPF a unos 2,5 Kilómetros al sureste del sondeo V4, que está constituida por una alternancia de capas de gravas, gravillas y arcillas. Esta alternancia de niveles conductores y resistentes produce fenómenos de an

Fig. 1. Escala de resistividades

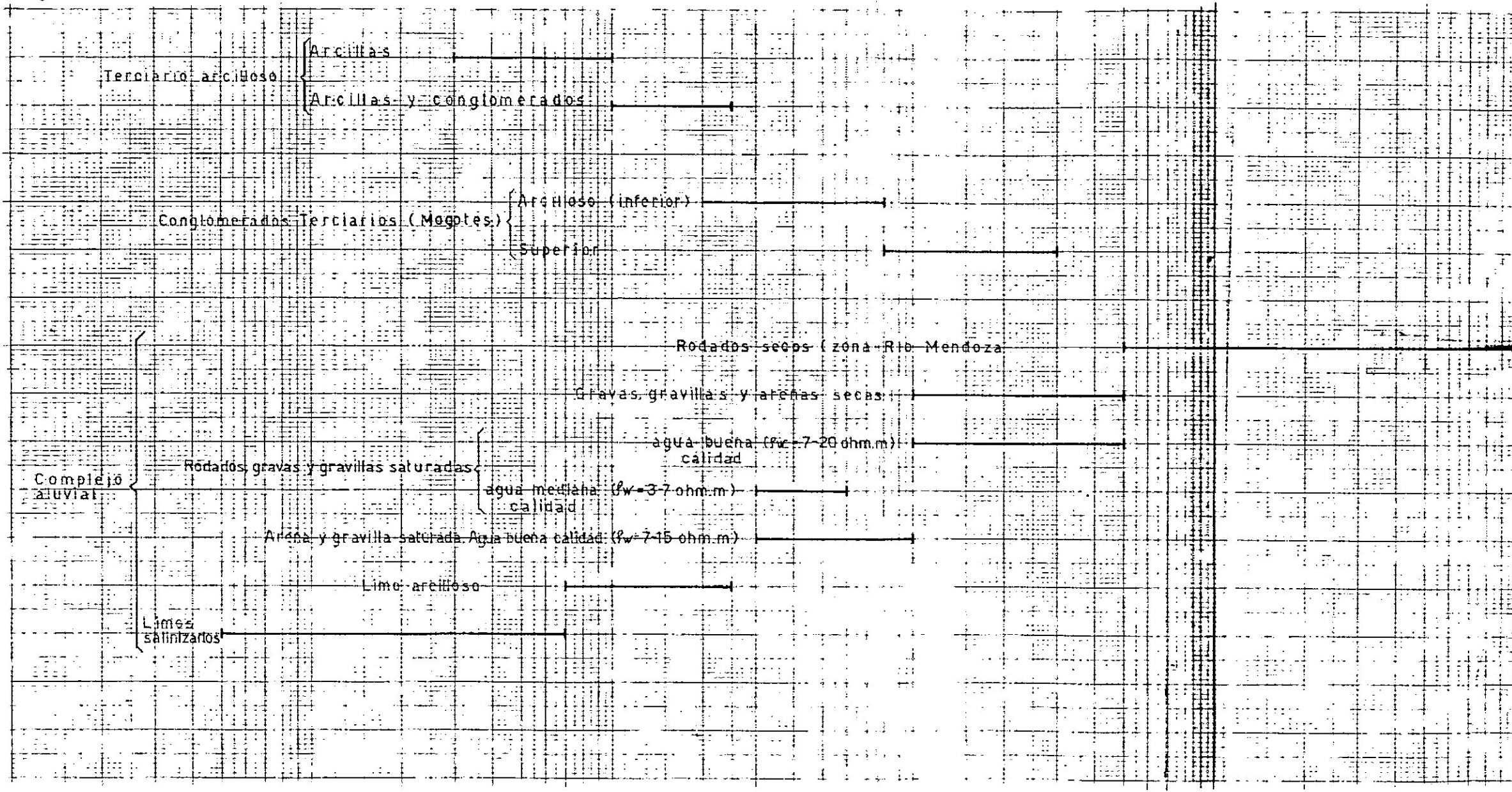
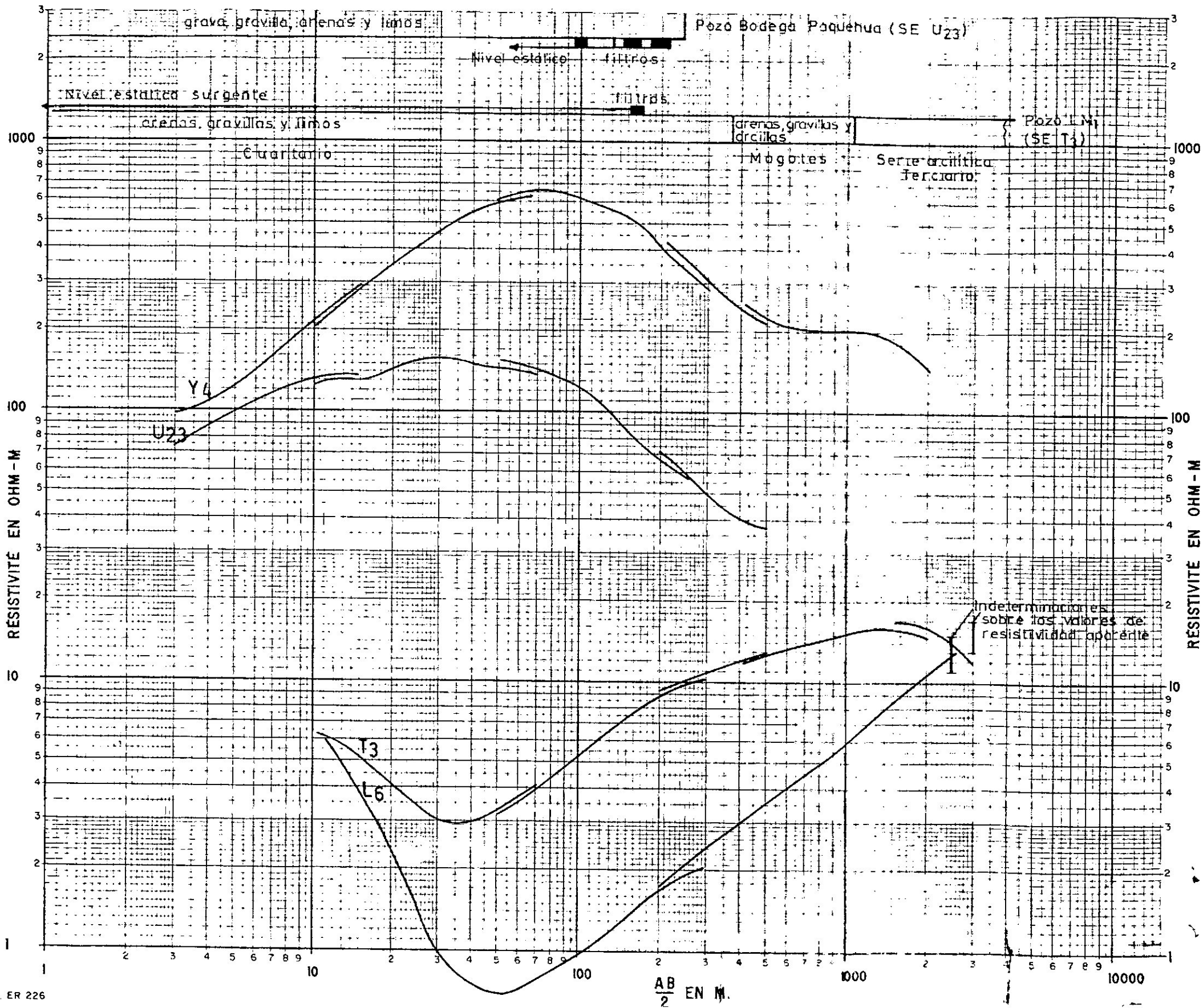


Figura 2: Sondeos electricos tipos



sotropía en la resistividad de superficie. Un cálculo aproximado indica que el coeficiente de anisotropía (relación del espesor aparente al espesor real) puede ser igual a 1,5 - 1,8. Siendo en esta zona la resistividad del agua subterránea del orden de 7-8 ohmios. metro, suponiendo una resistividad verdadera de las capas de gravas de 500 ohmios. metro, se tendría un factor de formación (relación entre la resistividad de la formación y resistividad del agua de saturación) de 70, valor extremadamente elevado que corresponde generalmente a material muy grueso y muy permeable, a menos que sea cementado.

Próximo al sondeo eléctrico U 23, ejecutado al norte de la ciudad de Mendoza, ha sido perforado un pozo que se ha perfilado eléctricamente. La capa resistente (180 ohmios. metro) de unos 55 metros de espesor, corresponde a la parte seca de un aluvión compuesto de su mayoría por arenas, gravillas y gravas con algunos rodados en la parte superior e intercalaciones arcillosas. El último terreno visible en el sondeo eléctrico, de resistividad media 35 ohmios. metro, representa la parte saturada del aluvión. Si se admite que en este conjunto, las gravas y arenas tienen una resistividad de 60 ohmios. metro, siendo el agua de resistividad 3 ohmios. metro el factor de formación resulta igual a 20, todavía muy elevado.

El sondeo eléctrico T3, representado en la figura 2, ha sido ejecutado cerca de la perforación LM₁ de YPF sobre el acceso que va desde la Ruta Nacional N^o 40 a Lavalle. El perfil litológico del pozo es el siguiente:

- 0 - 368 metros; Cuartario: arenas, gravillas y limos arcillosos
- 368 - más 1016 metros; Conglomerado de los Mogotes: arenas, gravillas y arcillas.
- 1016 - más de 3849 metros; Terciario: Serie arcilítica

El diagrama del sondeo eléctrico T3 ha sido procesado por una computadora electrónica y una de las soluciones cuantitativas suministradas se indica a continuación:

0 - 8,8 metros	7,5 ohmios. metro (limos)
8,8 - 26,6 metros	1.5 ohmios. metro (limos salinos)
26,6 - 36,2 metros	10 ohmios metro (limos)
36,2 - 45,0 metros	4 ohmios. metro (limos salinos)
45,0 - 95 metros	60 ohmios. metro (gravas y arenas con agua dulce)
95 - 169 metros	3 ohmios. metro (limos salinos)
169 - 909 metros	30 ohmios. metro (arenas, gravillas y limos)
909 - 989 metros	10 ohmios. metro (limos)
sustrato	4.5 ohmios. metro (Terciario arcilí tico salino)

Es cierto que, debido a la forma más bien suave del diagrama, existe un amplio margen en la interpretación cuantitativa y que la solución propuesta no es más que una entre infinitas. Esta incertidumbre, que va aumentando a medida que los contrastes de resistividad disminuyen, se ve agravada por el hecho que los valores de diferencia de potencial leídos disminuyen fuertemente, restando precisión a los sondeos eléctricos, fenómeno que se va acentuando hasta alcanzar un límite en las zonas de fuerte salinización superficial, en las que ya no es posible determinar ninguna característica de las capas subyacentes a la cubierta salina (Figura 2, sondeo eléctrico L6). Más adelante, en el capítulo correspondiente a la interpretación cuantitativa, se presentan tres soluciones más para el sondeo T3.

C. RESULTADOS OBTENIDOS

1. Interpretación cualitativa

(a) Generalidades: Se reserva el nombre de interpretación cuantitativa a la última fase del análisis de los perfiles de sondeos eléctricos que consiste en trazar secciones de profundidad donde figuran cada capa definida por su espesor y su resistividad y/ó mapas de profundidades y espesores.

Las fases preliminares de la interpretación en las cuales interviene el estudio de parámetros generalmente leídos directamente en los sondeos eléctricos constituyen sin embargo una etapa indispensable en el conocimiento de la configuración estructural en la sedimentación, etc. Los mapas de resistividad aparente para distintas longitudes de línea AB fija, ó AB función de la diferencia de cotas entre sondeos eléctricos y nivel de agua así como los perfiles de resistividad aparente en función de AB, son de este tipo y se los considera como interpretación cualitativa.

(b) Mapa de resistividades aparentes para línea AB = 2000 metros

(Mapa N°1): En el sur de la zona de estudio, área A, el Anticlinal de Lunlunta queda reflejado por valores inferiores a 25 ohmios. metro, debido al levantamiento de la serie arcilítica Terciaria. Al noroeste de Luján las curvas de igual resistividad se orientan en una dirección noreste-sureste que podría marcar el paso de una falla con compartimiento hundido al este. Estas mismas curvas cambian bruscanente de rumbo en los sondeos eléctricos R 36 y R 37 para orientarse paralelamente al curso del Río Mendoza. Entre estos dos núcleos de resistividades bajas, relacionados con ejes levantados del Terciario, se observa inmediatamente al oeste de Luján una zona de valores superiores a 100 ohmios. metro que representa el área de máximos espesores de aluvi6n grueso. Algunas inflexiones en el trazado de las curvas alrededor del pozo RMP2 sugieren que el extremo norte del Anticlinal de Lunlunta puede estar fallado.

Hacia el noreste las curvas de igual resistividad se abren, alineándose claramente en direcci6n noroeste-sureste entre las áreas A y B.

El fuerte gradiente de la resistividad al este del anticlinal de Lunlunta, así como al oeste de Mendoza, se interpreta como reflejando un accidente tectónico, probablemente una falla o una serie de fallas con bloques orientales hundidos. El área B, con los valores de resistividad más altos de toda la zona, correspondería entonces a una depresión debida a la combinación de efectos tectónicos y posibles fenómenos erosivos, que estaría marcado por el alargamiento en dirección de Luján de las curvas de 200 y 150 ohmios. metro. Los altos valores de resistividad registrados en el área B indicarían además que el material depositado en la depresión es de granulometría muy gruesa.

Al noreste de Maipú, las resistividades decrecen paulatinamente, indicando una disminución progresiva de la granulometría de los depósitos. Por el contrario, en la zona de la ciudad de Mendoza y a lo largo del Río Mendoza, es decir al norte y sur del área de máximos valores, la disminución de las resistividades en dirección del noreste es más acentuada, indicando ó bien un levantamiento del basamento conductor, ó una disminución muy rápida de la granulometría de los depósitos. La anomalía de forma aproximadamente elíptica con bajos valores de resistividad aparente que aparece en el sureste de la zona, avalaría más bien la primer hipótesis.

Unos 15 Kilómetros al norte de Mendoza se observa una zona conductora, alargada, noreste-suroeste (área C), que corresponde aparentemente a un levantamiento del Terciario arcilloso. Análisis posteriores de los perfiles de sondeos eléctricos indican que esta estructura está limitada al este por una falla. La influencia de esta estructura hacia el sur se hace notar hasta la ciudad de Mendoza y puede estar relacionada con la caída brusca de las resistividades al noreste de la falla que separa las áreas A y B. Al este del área C, las resistividades aumentan otra vez para alcanzar valores del orden de 25 ohmios. metro en el área D, donde se han depositado grandes espesores de gravillas y linos (pozos LM1).

Hacia el norte, la disminución de la granulometría de los sedimen-

mentos y la aparición de capas superficiales salinizadas hacen que la resistividad decrezca hasta valores inferiores a 5 ohmios. metro en la zona de las lagunas de Guanacache.



En la zona de las estaciones Ramblón y Retamito, se observa un área conductora, bordeada al este por una franja alargada resistente (más de 25 ohmios, metro), de unos 2 Kilómetros de ancho (área E). El eje conductor, orientado aproximadamente norte-sur, corresponde a un levantamiento del Terciario arcilítico reconocido por el pozo Ramblón 2 de YPF. La franja resistente del este refleja la existencia de un relleno de gran espesor y marca la continuación hacia el suroeste de los depósitos de granulometría mediana, reconocido por el pozo del Plan 15-98-194 perforado al este de Cañada Honda.

Aunque no se haya trazado, es posible que el levantamiento del Terciario arcilítico esté limitado por una falla al este. El cierre de las curvas al sur de la zona conductora, a la altura de los sondeos eléctricos P₁₄ y P₂₂ sugiere que la estructura levantada se hunde muy rápidamente en esta dirección.

(c) Mapa de resistividad aparente para línea AB = 200 metros (Mapa N° 2): Una longitud de línea AB de 200 metros corresponde a una pequeña profundidad de investigación, inferior a 100 metros en todos los casos. Las variaciones de la resistividad aparentes correspondientes, reflejan por lo tanto fenómenos superficiales, ya sean tectónicos cuando las unidades estructurales levantadas se acercan a la superficie y/o de composición de los depósitos en la mayoría de los casos.

En el Mapa N° 2, los levantamientos del Terciario arcilítico y conglomerados arcillosos de los Mogotes de: Lunlunta, Blanco Escalada, bordes occidentales de la cuenca, norte de Mendoza y Ramblón, están reflejados por áreas de baja resistividad.

Las zonas de resistividad aparente superior a 500 ohmios.metro que se observan en Luján de Cuyo y principalmente en Maipú, corresponden a depósitos muy gruesos. Las inflexiones de las curvas en esta zona pue-

den estar relacionadas, efectivamente, con variaciones locales de composición de los depósitos, o bien, ser debidas a fenómenos parásitos en las mediciones (alambres enterrados, capa conductora muy superficial, etc.). La disminución de resistividad hacia el noreste de Maipú, indica la aparición de material más fino en superficie que van creando condiciones de confinamiento. En esta área conductora, algunos ejes de mayor resistividad como el que se observa en los sondeos eléctricos U_5 y T_2 , pueden corresponder a deposiciones más gruesas (antiguo curso del Río Mendoza?).

Finalmente, a partir del perfil S hacia el norte, la existencia de depósitos salinos en superficie se traduce por valores de resistividad bajos y muy bajos.

(d) Secciones de resistividades aparentes: Los mapas 1 y 2 permiten apreciar las variaciones estructurales y litológicas por medio del estudio de las resistividades aparentes en un plano sub horizontal con línea AB de dimensiones fijas.

Otra etapa en la interpretación cualitativa consiste en construir, a lo largo de los perfiles de sondeos eléctricos secciones en donde se representan, en cada uno de ellos, las variaciones de la resistividad aparente en función de la longitud de línea AB trazando curvas de igual resistividad en el plano vertical. Esta representación pone en evidencia las variaciones verticales y horizontales de la resistividad aparente entre los sondeos eléctricos y por lo tanto da una imagen aproximada de la forma y de la evolución de la cuenca en profundidad.

En la figura 3 se han representado las secciones de resistividades aparentes de los perfiles R-R'-I-I'; J-J' y V-V', de dirección aproximada este-oeste, perpendicular a las estructuras en la parte de los depósitos más gruesos, y los perfiles X-X'-M-M' y Z-Z' correspondientes al borde oriental del Anticlinal de Lunlunta-Carrizal.

En el perfil X-X', los valores inferiores a 20 ohmios. metro del extremo sur, reflejan el Terciario arcilítico aflorando. A partir del sondeo eléctrico X_5 , las curvas de igual resistividad indican la existencia

de una cuenca rellena de material medianamente resistente que va profundizando hacia el norte. Unicamente en los sondeos X_6 y X_7 se observan valores superiores a los 100 ohmios. metro cercanos a la superficie, relacionados con materiales más gruesos. Al norte del sondeo eléctrico X_{11} , la capa superficial conductora corresponde a depósitos limosos. En el X_{12} la reducción de las resistividades aparentes puede traducir una disminución local de espesor relacionada con un levantamiento estructural o una granulometría más fina de los depósitos.

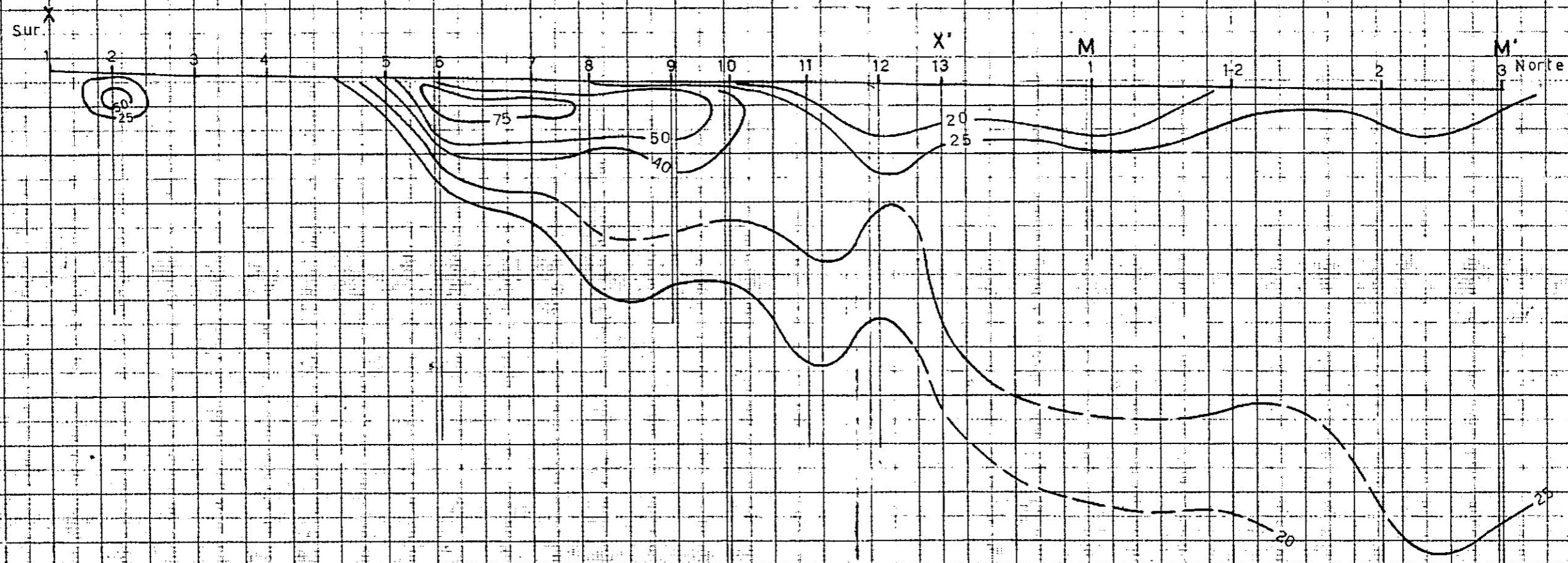
El perfil Z-Z' comienza al noroeste sobre los afloramientos conductores del Terciario arcilítico de Lunlunta. Entre los sondeos eléctricos R_{24} y Z_7 se desarrolla una cuenca rellena de materiales altamente resistivos en superficie (aluvión grueso). Entre los sondeos Z_8 y Z_9 , se observa una marcada inflexión hacia arriba de las curvas de 20 y 25 ohmios. metro que puede indicar un levantamiento estructural. Otro levantamiento o bien una disminución notable de la granulometría, ocurre en el sondeo eléctrico X_{12} . A partir del Z_{10} se observa la aparición de depósitos conductores limosos superficiales.

El perfil I-I' y parte del R-R' muestra la evolución de la cuenca a lo largo del Río Mendoza. Los valores medianos de resistividad en el extremo occidental del perfil, corresponden a una formación de conglomerados de los Mogotes poco profunda. A partir del sondeo eléctrico R_{36} , se desarrolla una cuenca rellena de material mucho más resistivo (aluvión grueso). Al oeste de I_5 , el ascenso de las curvas de igual resistividad subraya el levantamiento del Terciario arcilítico que culmina en Pm_6 . El fuerte gradiente de las curvas entre los sondeos eléctricos Pm_6 é I_{11} , refleja la falla que bordea al anticlinal de Lunlunta por el este. Otra cuenca rellena de material muy resistente se observa entre I_{11} é I_{14} . Hacia el este, la resistividad disminuye, especialmente en la parte más profunda de la cuenca, lo que indica un cambio hacia formaciones más finas ya sea por un levantamiento tectónico o por variación lateral en la sedimentación.

Fig. 3

Secciones de resistividad aparente en funcion de $\frac{AB}{2}$

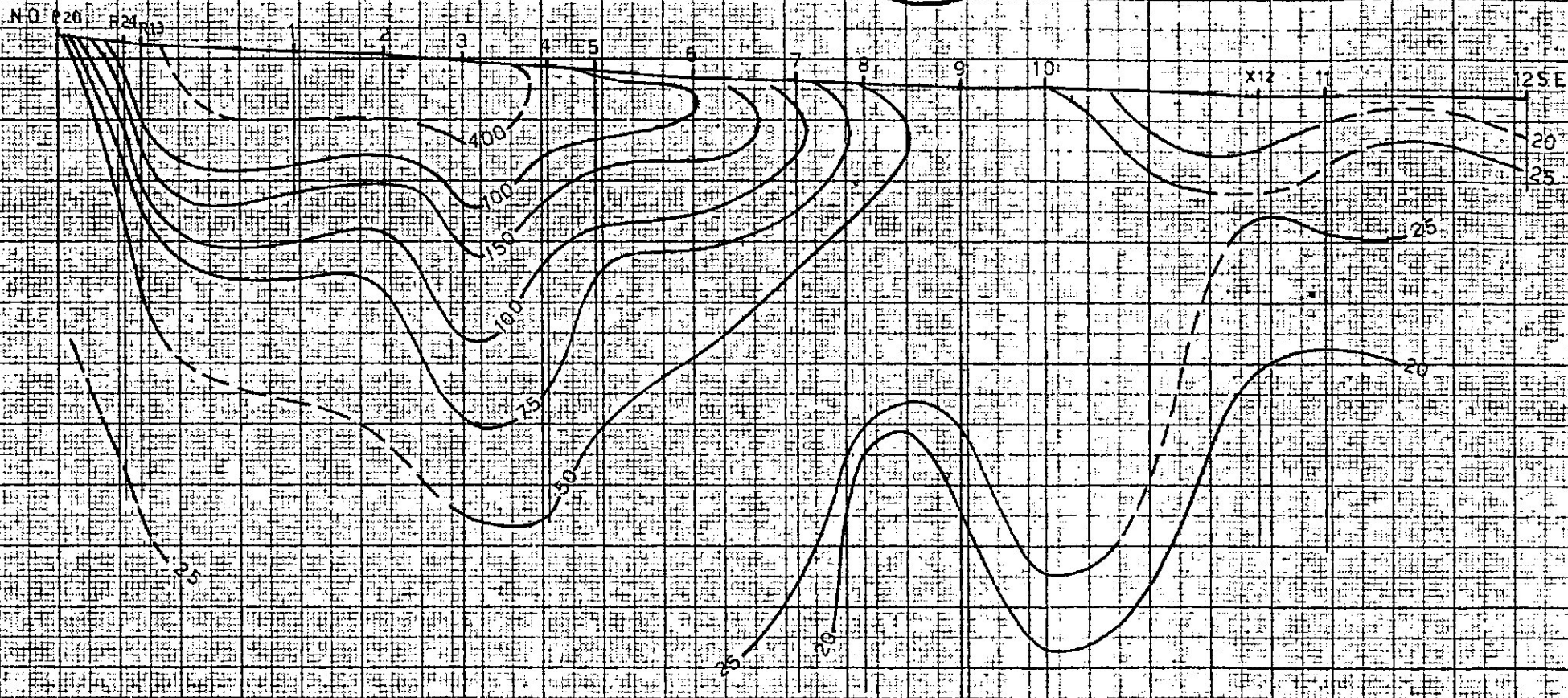
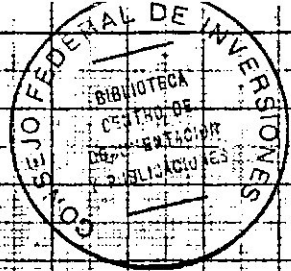
PERFIL X-X' y M-M'



Escalas
Horizontal 1:100.000
Vertical 1:20.000
{ Topografía de superficie
 $\frac{AB}{2}$

Fig. 3

PERFIL Z-Z



PERFIL III

Fig. 3

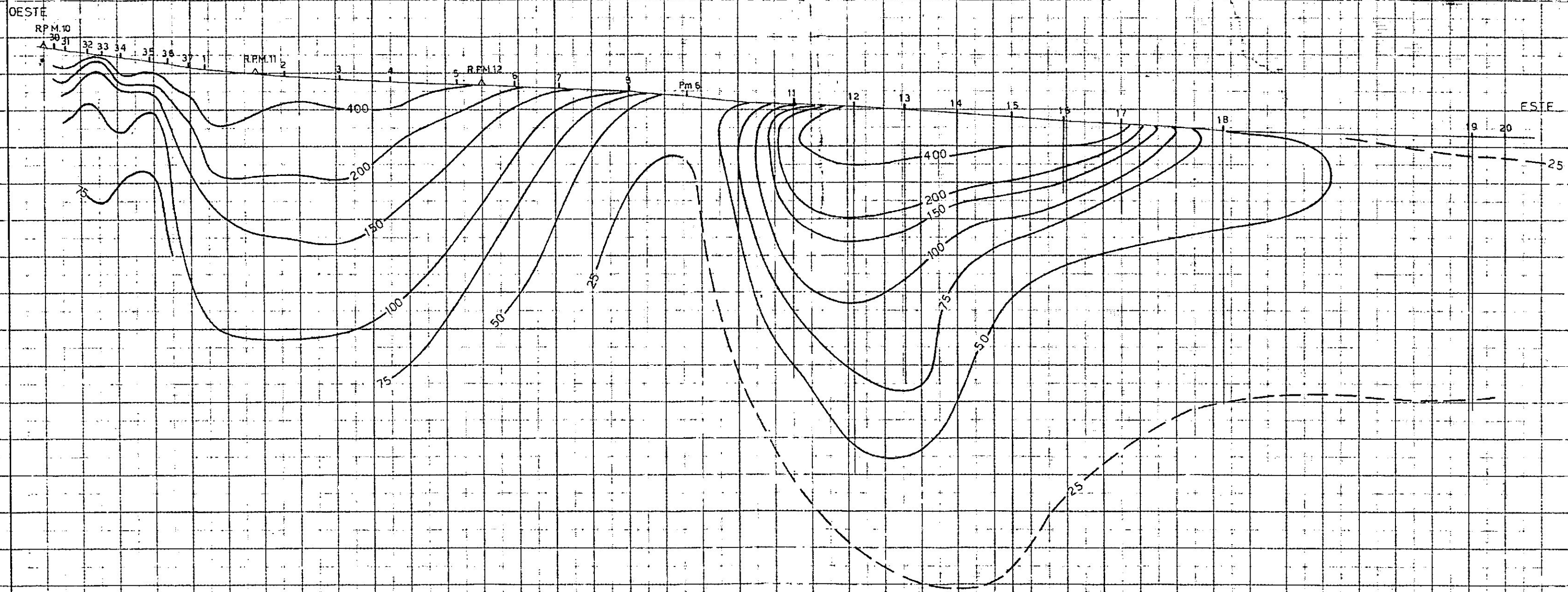


Fig. 3
PERFIL J-J'

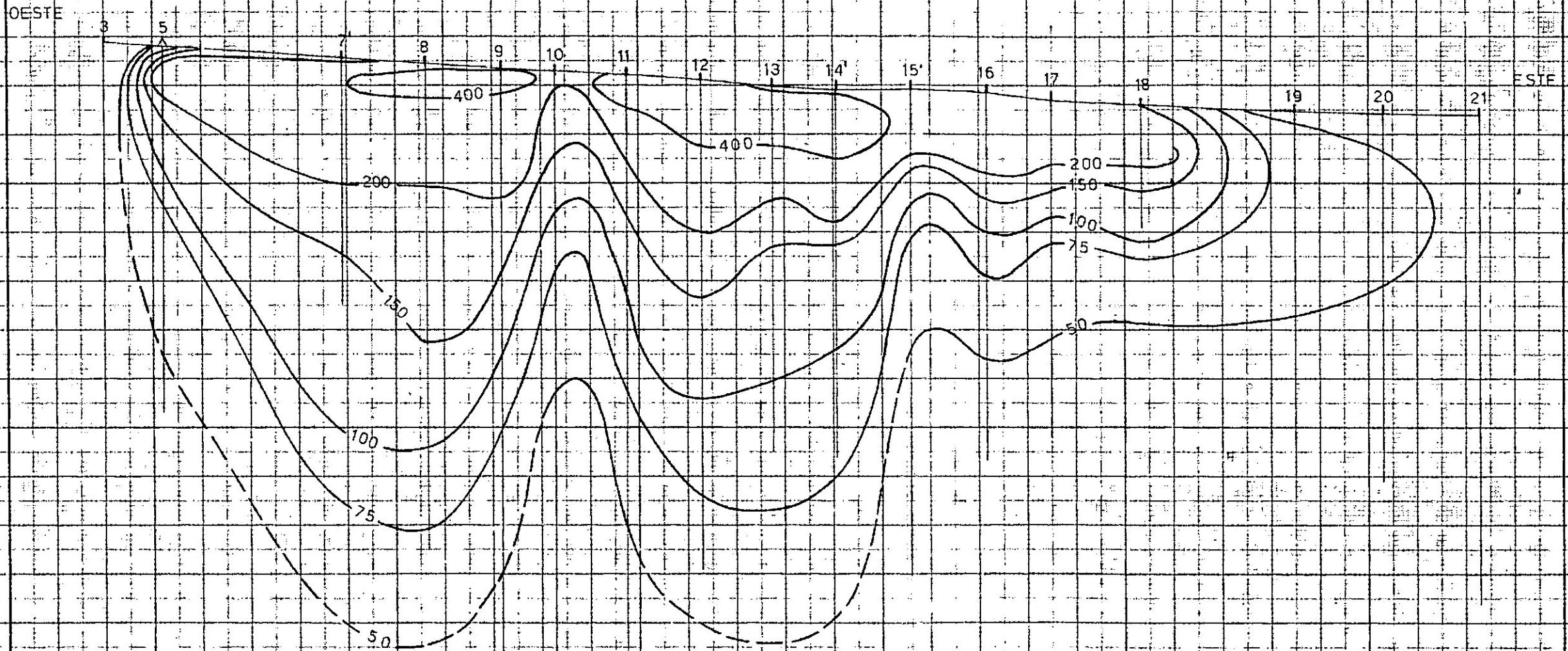
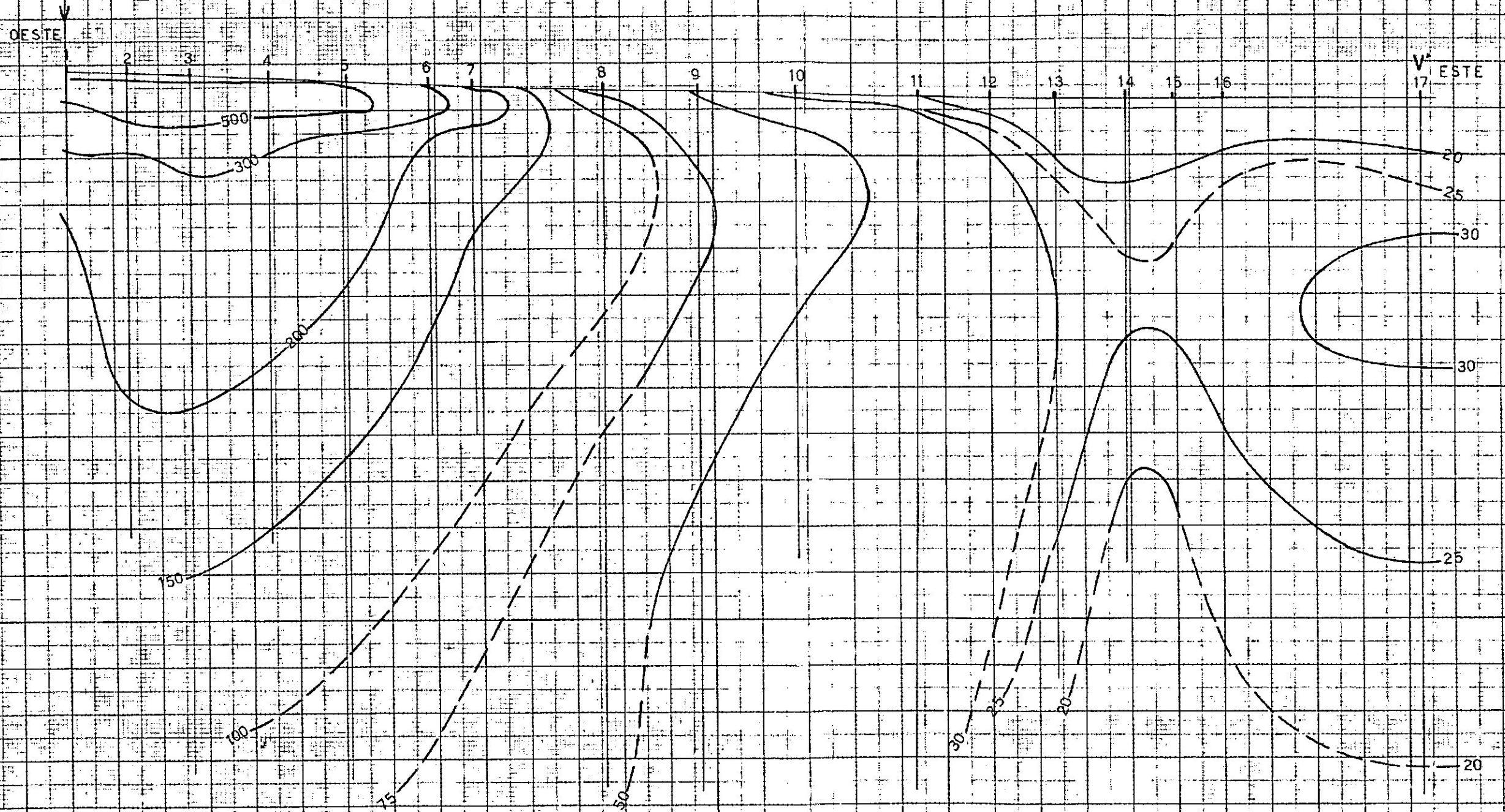


Fig 3

PERFIL V-V'



El perfil J-J' es parecido al perfil I-I' en conjunto. En el extremo oeste, resistividades del orden de 35 ohmios. metro parecen indicar formaciones más arcillosas que en el perfil I-I'. El levantamiento estructural del anticlinal de Lunlunta, que separa las dos cuencas, está menos marcado (sondeo J 10), permitiendo una comunicación entre ambas. El sondeo eléctrico J₁₅ marca el fin del relleno muy resistente hacia el este.

El perfil V-V' no llega al borde occidental de la cuenca. Los valores muy altos de resistividad observados entre V₁ y V₆, reflejan grandes espesores de material grueso. Al este de V₆, las líneas de igual resistividad se cierran en forma casi vertical, indicando una variación hacia depósitos más finos.

2. Interpretación cuantitativa

(a) Generalidades: Muy pocos pozos han llegado a reconocer la serie completa en la cuenca (perforaciones de YPF MECPE₅ al este de Luján, EM₁ al oeste de Lavalle), por lo que faltan datos de control para elegir las resistividades verdaderas que se deben utilizar. Además, se ha visto que no existen contrastes de resistividades entre las distintas formaciones como para distinguir las claramente. La mayoría de los sondeos eléctricos especialmente en la parte central y norte de deposición más fina, indican la presencia de un gran número de capas alternativamente resistentes (arena y gravillas) y conductivas (limos y arcillas). Esta alternancia da una resistividad mediana, que se traduce en los diagramas por curvas de pendiente suave, en las cuales es difícil ó imposible diferenciar cada capa. Prácticamente la interpretación manual por medio de ábacos está limitada a un número de 4 o 5 capas y la descripción que se presenta en las secciones en profundidad es forzosamente sintética y simplificadora. Además en estas áreas de deposición fina, las resistividades y las diferencias de potencial leídas son bajas y algo imprecisas. Esta impresión es mayor cuanto más grande es el espaciamiento interelectrónico. Las últimas mediciones de los sondeos eléctricos son las más cuestionables. Si en la interpretación manual el geofísico puede corregir estas distorsiones merced a su ex

perencia y a su conocimiento de la zona, no es así cuando se procesan los diagramas por computadoras, porque la máquina utiliza los valores leídos y no aplica por lo general correcciones. Esto es particularmente importante para la última parte de los diagramas ya que por el modo logarítmico de representación, una leve inflexión en la rama final de la curva puede ser analizada por la computadora como reflejando la presencia de un terreno de gran espesor y de resistividad bien contrastada (ver procesamiento del perfil T más adelante).

Por todas estas razones, los resultados de la interpretación cuantitativa, expresados en espesores y resistividades verdaderas de las diferentes capas deben ser utilizados con cierta cautela.

En conjunto, se puede considerar que la imagen de la cuenca suministrada por la investigación geofísica, es fiel a la realidad, pero las distribuciones de las capas pueden diverger sensiblemente.

(b) Perfil T-T' -Interpretación manual. Procesamiento por computadoras:

El perfil T se eligió para ser procesado por computadora por estar ubicado en condiciones de deposición fina, representativa de la parte central de la zona de estudio, tener una distribución homogénea de sondeos eléctricos sin causa mayores de perturbación, y pasar próximo al pozo de YPF LM₁, que alcanzó a atravesar las formaciones potencialmente acuíferas en su totalidad.

Se realizó una primera interpretación cuantitativa manual de los sondeos eléctricos, corrigiendo los diagramas de las distorsiones obvias y eligiendo las resistividades para obtener correlaciones entre ellos. El sondeo T₃, figura 2, por ejemplo, fue descompuesto en una serie de 7 capas y sustrato conductor del modo siguiente:

0 - 9 metros	7,5 ohmios.metro (limos salinos)
9 - 39 metros	2,0 ohmios.metro (limos salinos)
39 - 93 metros	30 ohmios.metro (arenas y gravillas)
93 -130 metros	6 ohmios.metro (limos salinos)
130 -230 metros	36 ohmios.metro (arenas y gravillas)

230 - 415 metros	10 ohms.metro (limos)
415 - 915 metros	36 ohms.metro (arenas y gravillas)

Debido a la complejidad del diagrama, la interpretación se realizó en dos etapas principales. Primero se analizó la mitad izquierda del diagrama en una sucesión de 4 capas:

- conductora
- muy conductora
- resistente
- conductora

A continuación, se buscó un "terreno equivalente" a estas cuatro primeras capas y se analizó la última parte del diagrama con la ayuda de ábacos de 5 capas donde alternan :

- conductor (terreno equivalente)
- resistente
- conductor
- resistente
- sustrato conductor

Los resultados de la interpretación manual del perfil T están representados en la Figura 4-g.

El procesamiento automático de los SE fue realizado por medio de una máquina o computadora IBM 630 - 60 utilizando programas desarrollados por la Compagnie Générale de Géophysique.(2)

Como se ha comentado anteriormente el número limitado de mediciones hechas en un sondeo eléctrico y su imprecisión, hacen que no exista una solución única a la descomposición del subsuelo en capas de diferentes resistividades, sino infinitas. En la interpretación manual es posible introducir conocimientos suplementarios que limitan el número de soluciones. Esto es más difícil de realizar en el procesamiento por computadora ya que estos factores son esencialmente subjetivos.

El procesamiento, se realiza en dos fases principales. La primera fase consiste en buscar de modo meramente automático una solución (des

composición en capas definidas por su espesor y resistividad) físicamente compatible con la curva experimental, que se llama solución bruta. Esta solución puede o no ser geológicamente aceptable.

En la segunda etapa se introducen informaciones suplementarias, generalmente limitando el número de las capas (se podría también introducir datos referentes a límites de espesores y resistividades) para encontrar soluciones particulares.

Los resultados del procesamiento de cada sondeo eléctrico son suministrados generalmente bajo la forma de solución bruta, con 360 capas, y de dos soluciones particulares con un número de terrenos inferior a 15. A su vez, cada una de las tres soluciones se presenta en forma analítica, en la que se da una lista de valores y gráficos con tres diagramas. En la figura 5 se han representado las dos listas de las soluciones particulares y los 9 diagramas de las 3 soluciones correspondientes al sondeo eléctrico T_3 .

Las diez columnas de cada lista indican:

- I: número de la capa
- K: número acumulado de las capas de la solución bruta correspondiente
- RCU: resistencia transversal acumulada (suma de los productos de espesor por resistividad en cada capa) referida a la resistencia transversal de la primera capa. Hay por lo tanto que multiplicar las cifras de esta columna por la primera cifra de la columna R para tener valor de la RCM.
- CCU: Conductancia longitudinal acumulada (sumas de los cocientes de espesor por resistividad de cada capa) referida a la conductancia de la primera capa. Hay por lo tanto que multiplicar las cifras de esta columna por la primera cifra de la columna C para obtener el valor de la CCU.
- R: Resistencia transversal de la capa
- C: Conductancia longitudinal de la capa
- RO: Resistividad de la capa

H: Espesor de la capa

XBR: Abcisa aritmética de los vértices del diagrama auxiliar de Dar Zarrouk:

$$\sqrt{\frac{RCU}{CCU}} = f \left(\sqrt{RCU \times CCU} \right)$$

YBR: Ordenada aritmética de los vértices del diagrama auxiliar de Dar Zarrouk:

$$\sqrt{\frac{RCU}{CCU}} = f \left(\sqrt{RCU \times CCU} \right)$$

Los tres diagramas correspondientes a cada una de las soluciones son:

- A la izquierda, el sondeo eléctrico experimental representado por las cruces, valores de resistividad aparente utilizado por la computadora, y teórico (línea continua), reconstruido a partir de la solución propuesta para verificar su legitimidad. También figura la asíntota final (sustrato).
- En el centro, el gráfico auxiliar de Dar Zarrouk que suministra los valores de $\sqrt{\frac{RCU}{CCU}}$ en ordenadas y de $\sqrt{RCU \times CCU}$ en abscisas. Tal diagrama, construido a partir de la descomposición en capas unitarias, permite apreciar la influencia de cada conjunto de capas en la forma del sondeo eléctrico.
- A la derecha, la sucesión de resistividades y espesores de las distintas capas suministradas por la computadora. Este diagrama representaría entonces, en cierto modo, el equivalente de un perfilaje eléctrico llevado a escala logarítmica.

En el ejemplo del sondeo eléctrico T_3 , si consideramos la solución con 14 capas y sustrato que figura en la lista (b) y en los diagramas correspondiente (b), tenemos el sustrato conductor a 614 metros de profundidad, ya que la existencia de una alternancia de niveles conductores y resistentes por debajo de esta profundidad es una construcción artificial debida a la falta de definición del diagrama en su última parte.

FIGURA 5 - PROCESAMIENTO AUTOMATICO DEL SONDEO ELECTRICO T3

(a)

J	K	RCU	CCU	R	C	RU	H	XBR	YBR
1	1	1.00000	1.00000	66.09747	1.17160	7.51108	8.80000	0.0	0.0
2	2	1.18129	6.51596	11.98291	6.46251	1.36170	8.79999	2.76980	-2.31757
3	4	1.84829	12.53276	44.08687	7.04929	2.50082	17.62898	4.26505	-2.59774
4	8	42.21739	13.97911	2668.29492	1.69456	39.68195	67.24268	8.65928	1.50004
5	15	47.12983	30.83760	324.63354	19.75142	4.05413	80.07483	9.88240	0.57564
6	32	338.83203	41.65622	19280.83594	12.67512	39.00200	494.35498	12.96770	2.84470
7	360	622.03052	518.95264	18718.70312	559.20142	5.78567	3235.35522	17.21542	0.24589
8						6.00830			

(b)

I	K	RCU	CCU	R	C	RU	H	XBR	YBR
1	1	1.00000	1.00000	66.09747	1.17160	7.51108	8.80000	0.0	0.0
2	2	1.18129	6.51596	11.98291	6.46251	1.36170	8.79999	2.76980	-2.31757
3	4	1.84829	12.53276	44.08687	7.04929	2.50082	17.62898	4.26505	-2.59774
4	6	5.39003	13.69107	234.10002	1.35708	13.13402	17.82393	5.93759	-1.26514
5	8	42.21739	13.97911	2434.19556	0.33748	84.92900	28.66153	8.65928	1.50004
6	15	47.12983	30.83760	324.63354	19.75142	4.05413	80.07483	9.88240	0.57564
7	25	98.98061	33.25464	3427.27124	2.83181	34.78902	98.51585	10.99188	1.48030
8	40	145.37668	38.51135	3066.66309	6.15878	22.31442	137.42963	11.71276	1.80283
9	62	334.83203	41.65622	12786.90625	3.68453	58.91034	217.05702	12.96770	2.84470
10	66	346.97541	43.67734	538.34888	2.36795	15.07807	35.70407	13.06424	2.81264
11	115	379.43066	136.77486	2145.11792	109.07326	4.43472	483.70947	14.73481	1.38477
12	174	471.04297	175.07434	6055.33984	44.87175	11.61669	521.26172	15.36338	1.34324
13	233	494.72119	344.58691	1565.07056	198.60130	2.80722	557.51685	16.34892	0.49082
14	360	622.03052	518.95264	8414.82422	204.28726	6.41803	1311.12231	17.21542	0.24589
15						6.00830			

SUBSTRATUM RESISTIVITE FINIE

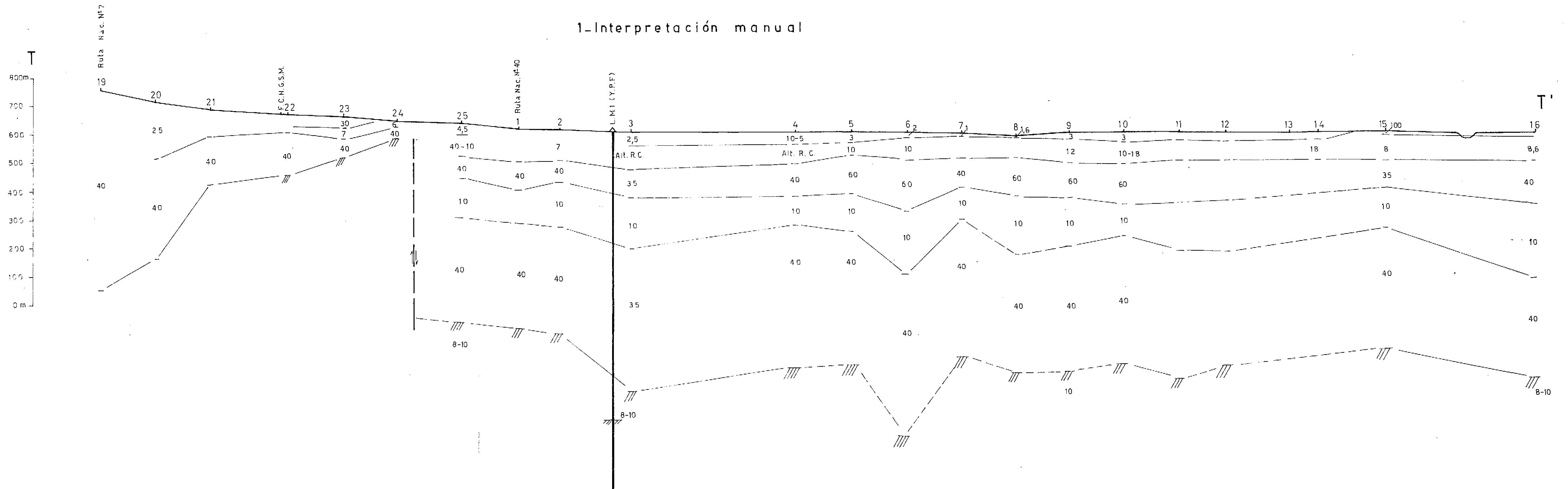
VALEUR ASYMPTOTE = 0.7992450 00

SUBSTRATUM RESISTIVITE FINIE

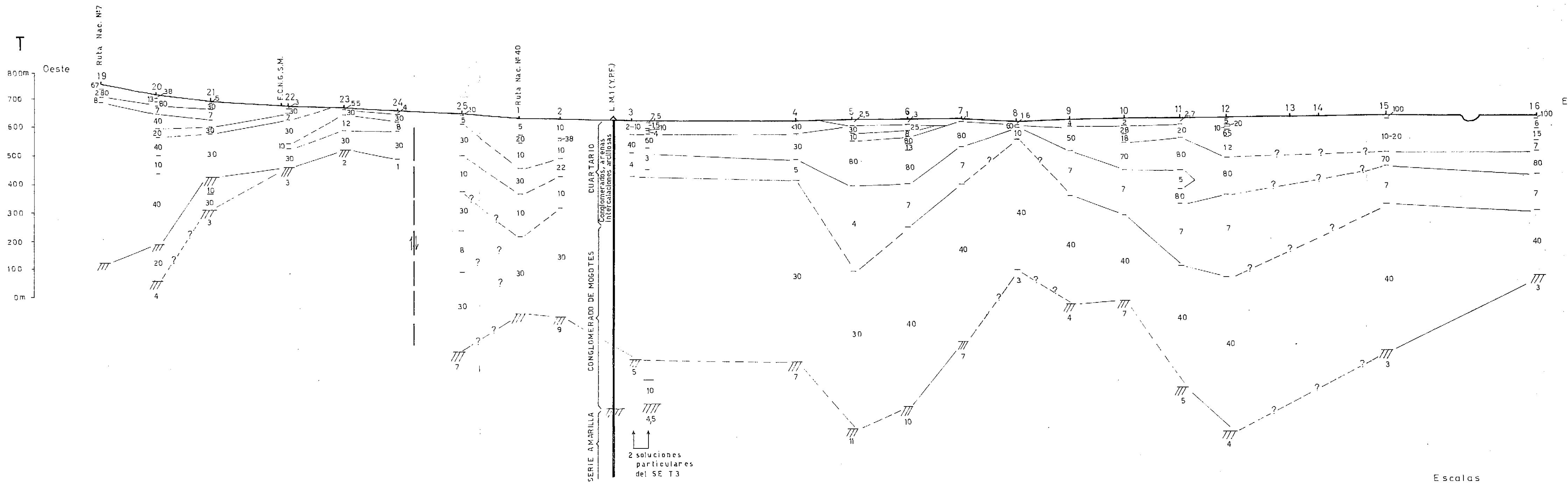
VALEUR ASYMPTOTE = 0.7992450 00

Perfil T-T' _ Mendoza_Zona IV

1- Interpretación manual



2 - Procesamiento automático



En la tabla siguiente se establece la comparación de la interpretación manual del sondeo eléctrico y de las dos soluciones particulares por computadoras.

SOLUCION MANUAL					SOLUCION 14 CAPAS + SUSTRATO					SOLUCION 7 CAPAS + SUSTRATO				
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1	9	7,5		1,2	1	8,9	7,5		1,17	1	8,8	7,5		1,17
2	30	2		15	2	8,9	1,36		6,46 } 7,05 } 13,5	2	8,8	1,36		6,46 } 7,05 } 13,5
3	54	30	1600		3	17,6	2,5			3	17,6	2,5		
4	37	6		6,2	4	17,8	13,13	238 } 2440 } 2778		4	67,2	39,7	2670	
5	100	36	3600		5	28,7	85			5	80	4		20
6	185	10	21600	18,5	6	80	4		20	6	494	39	19280	
7	500	36	18000		7	98,5	34,8	3430		5	80	4		
8					8	137	22,3	3070		6	494	39	19280	
9					9	217	58,9	12800		6	494	39	19280	
10					10	35,7	15	540		S				

- (1) Número de capa
- (2) Espesor en metros
- (3) Resistividad (ohmios.metro)
- (4) Resistencia transversal (ohmios, metro cuadrado)
- (5) Conductancia longitudinal (mhos)
- (S) Sustrato

TABLA 1

La suma de las resistencias transversales de las capas resistentes resulta ser de 23.200 ohmios.metros cuadrados con la solución manual y de 22.000 y 22.600 ohmios. metros cuadrados con las soluciones por computadora, aproximación que se puede considerar como muy satisfactoria. Las sumas de las conductancias longitudinales divergen sensiblemente: 40,9 para la solución manual y 34,7 para las soluciones automáticas, pero la diferencia es todavía aceptable. En el detalle, sin embargo, los valores de resistividades y espesores son muy distintos, debido a que actúan los efectos conocidos como Principio de Equivalencia y Principio de Supresión. Conviene por lo tanto adaptar los resultados del procesamiento automático a las condiciones del problema utilizando todos los datos complementarios de que se dispone.

En la figura 4g se ha presentado, por debajo de la interpretación manual, la sección correspondiente al procesamiento automático después de efectuar ajustes en las resistividades y espesores dictados por razones de continuidad y aplicando los principios de equivalencia y de supresión.

La comparación de las secciones correspondientes a la interpretación manual y por procesamiento permite extraer conclusiones propias de la zona de estudio y generales referentes a la aplicabilidad del método automático.

El procesamiento automático suministra mucho más detalle en la descripción de los sondeos eléctricos que la interpretación manual, lo que es completamente normal.

En la parte occidental del perfil, donde los contrastes de resistividad son elevados y las mediciones de buena calidad, las dos interpretaciones coinciden en general satisfactoriamente. Por el contrario, en la parte este del perfil, donde los contrastes de resistividad se hacen cada vez menores y las mediciones con espaciamiento electródicos largos son más imprecisas, las distribuciones de resistividades y profundidades son sensiblemente divergentes.

En particular, la falta de precisión en las últimas mediciones de los sondeos eléctricos, hace que el procesamiento automático suministre a veces secciones muy diferentes para sondeos eléctricos cercanos, donde es difícil determinar lo que es sustrato conductor. En realidad, esta indeterminación no debe sorprender, ya que no refleja más que la evolución de la cuenca hacia áreas de deposición cada vez más fina, donde el paso vertical a la unidad arcillosa del Terciario debe ser muy progresiva. Es posible, sin embargo, que con mediciones más precisas, ejecutadas por ejemplo con equipo registrador, o con una preparación adecuada de los diagramas antes de su procesamiento, ponderando las últimas mediciones en particular, hubiese sido posible obtener secciones de más fácil correlación. El problema es clásico, para obtener resultados de buena calidad con las computadoras, es necesario introducir informaciones que sean también de buena calidad.

(o) Descripción de perfiles: A lo largo de cada perfil de sondeos eléctricos se han trazado secciones en profundidad con la probable sucesión de terrenos, los que quedan definidos por su espesor y resistividad, como última etapa de la interpretación cuantitativa.

Siguiendo la evolución de la cuenca en lo que se refiere a las características granulométricas de los sedimentos, área de infiltración, salinización, etc., los perfiles se describen en el siguiente orden:

(i) Perfil R-R'-I-I' (figura 4 a)

Ha sido ejecutado siguiendo aproximadamente el cauce del Río Mendoza. Aún cuando su parte oeste, sondeos eléctricos R_{30} a Pn_6 , corresponde a la subcuenca ya estudiada del Carrizal-Tunuyán, ha sido incluida en este perfil porque muestra claramente los cambios estructurales más importantes que dan origen y a la vez permiten delimitar las dos subcuencas principales bajo estudio.

Entre los sondeos eléctricos R_{30} y R_{36} , se encuentra a menos de 50 metros de profundidad, terrenos con resistividad del orden de 150 ohmios. metro que parecen corresponder a la Formación de los Mogotes y que

por contener intercalaciones arcillosas puede actuar localmente como basamento del aluvión (1) y ser el causante del nivel acuífero colgado, reconocido por la perforación R.M.P 10 a una cota superior a los 1000 metros sobre el nivel del mar. Por su alta resistividad de conjunto, esta formación debe corresponder a niveles superiores del Conglomerado de los Mogotes con elevada proporción de gravas y por lo tanto pueden constituir acuíferos. Al hundirse rápidamente hacia el este de R₃₆, aumenta considerablemente el espesor del relleno aluvial grueso y seco de mayor resistividad (700 a 1500 ohmios. metro), alcanzándose el nivel de base de la zona aproximadamente a la cota 900 metros sobre el nivel del mar. La formación de 150 - 300 ohmios. metro que aparece por debajo, puede corresponder al aluvión saturado y/o Conglomerados de los Mogotes poco arcillosos, con máximo espesor en I₂. La disminución de los valores de resistividad hacia el este debe ser atribuída a la granulometría más fina de los depósitos y/o a la mayor cantidad de intercalaciones arcillosas que hacen bajar la resistividad del conjunto.

Otra formación, con resistividad de 40-50 ohmios. metro, probablemente Conglomerados de los Mogotes más arcillosos, se eleva al este de I₃, señalando lo que parece ser el flanco occidental del Anticlinal de Lunlunta, observándose una transición gradual hacia terrenos más conductores sin que se pueda definir el paso al Terciario arcilloso. Una falla ubicada entre I₈ y Pn₆, ha levantado a aquel hasta hacerlo aflorar en Pn₆. Entre este punto y el sondeo eléctrico I₁₁, otra falla marca el brusco hundimiento del basamento conductor, desarrollándose hacia el este una nueva subcuenca muy profunda rellena con materiales altamente resistivos, de gruesa granulometría. El cambio de resistividad observado entre la capa de 700-1000 ohmios. metro y la subyacente, parece corresponder aproximadamente al nivel estático base de esta parte de la subcuenca. El recubrimiento resistivo es cada vez menos potente hacia el este hasta desaparecer totalmente entre I₁₇-I₁₈, donde debe comenzar aproximadamente la zona de acuíferos confinados, al desarrollarse en superficie capas con-

ductoras (20-30 ohmios. metro) constituídas por materiales limosos, que crean aquellas condiciones. En profundidad sigue manifestándose el paso gradual hacia formaciones más conductoras sin poder definir en forma neta el paso al basamento arcilloso.

Hacia el este las resistividades de conjunto son menores, en relación con la granulometría cada vez más fina de los depósitos, debido a un cambio lateral en la sedimentación ó a un levantamiento tectónico de las formaciones conductoras profundas.

(ii) Perfil Z-Z' (figura 4b)

Este perfil comprende también los sondeos eléctricos P_{20} y R_{13} , en su extremo oeste. El primero ha sido ejecutado sobre la extensión al norte del Anticlinal de Lunlunta y muestra claramente la existencia de terrenos de baja resistividad a poca profundidad, mientras que hacia el este, se observa la profunda depresión rellena de material resistivo, en la que los valores más altos (400 a más de 1000 ohmios. metro), corresponden a la parte del aluvión, mientras que el terreno subyacente (150 ohmios. metro) debe comprender la parte saturada de los mismos y/ó los Conglomerados de los Mogotes poco arcillosos. Este conjunto se va acuñaando hasta desaparecer en Z_9 , apareciendo por debajo y hacia el este una formación de 40-60 ohmios. metro que debe corresponder a terrenos con mayor proporción de materiales finos.

(iii) Perfil J-J' (figura 4c)

El sondeo eléctrico J_3 , ubicado en las primeras estribaciones de las serranías que se extienden al noroeste de Luján, muestra un delgado recubrimiento resistivo, 20 metros a 700 ohmios. metro, sobre la formación de 40-50 ohmios. metro ya descripta en los perfiles anteriores. Esta se hunde rápidamente hacia el este hasta J_9 , apareciendo nuevamente levantada por falla en J_{10} , constituyendo al parecer, la culminación hacia el norte del Anticlinal de Lunlunta.

En la profunda hondonada que aparece luego, los terrenos de más de 500 ohmios. metro, corresponden al relleno aluvial seco y el conjunto

de 150-200 ohmios. metro a la parte saturada de los mismos, incluyendo los Conglomerados de los Mogotes menos arcillosos. No está claro si la formación de 40-60 ohmios. metro que aparece hacia el este se debe a una elevación de los niveles profundos arcillosos de los Mogotes ó a un cambio lateral en la sedimentación, que correspondería más bien a una alternancia de capas resistentes y conductoras. Al ser estas últimas de tipo arcilloso, confieren al conjunto características de confinamiento.

(iv) Perfil V-V' (figura 4d)

Entre V_{0-1} y V_1 , no se han ejecutado sondeos eléctricos debido a las características urbano-industrial de la zona, con abundantes cañerías y alambradas enterradas y fuertes corrientes vagabundas que hacen imposible su ejecución. El sondeo eléctrico V_0 , ejecutado al este sobre afloramientos de la Formación Mogotes, pone en manifiesto la existencia de terrenos conductores (25-30 ohmios. metro) arcillosos a profundidades de 110 metros, los que posteriormente se hundén hacia el este.

Entre V_{0-1} y V_1 , debe ubicarse una falla con fuerte rechazo y bloque oriental hundido que da origen a la profunda depresión que se extiende hacia el este. Materiales de alta resistividad rellenan la misma, estimándose que la capa superior de 1000 ohmios. metro corresponde a los rodados y gravas del aluvión seco, mientras que la formación se encuentra por debajo, con resistividad media de 200 ohmios. metro, debe interpretarse como una alternancia con efectos de macroanisotropía de capas resistentes y conductoras, que comprendería la parte saturada del aluvión y/ó los niveles superiores de los Conglomerados de los Mogotes, donde la proporción de gravas es elevada (60-80 por ciento) (1). En profundidad y hacia el este se pasa gradualmente a formaciones más conductoras (50-70 ohmios. metro) al aumentar la proporción de intercalaciones lino-arcillosas. A partir de V_8 se desarrolla una cubierta superficial conductora, constituida por sedimentos finos, que crea condiciones de confinamiento en el cuerpo acuífero. Al este de V_{12} , esta capa se hace aún más conductora como consecuencia de la salinización de los terrenos superficiales poco permeables.

En forma imprecisa se pasa a una formación profunda conductora, de menos de 20 ohmios. metro, que debe corresponder a los niveles inferiores de los Conglomerados de los Mogotes, más arcillosos y/o unidad Terciaria arcilítica.

(v) Perfil U-U' (figura 4e)

Ubicado al norte de la ciudad de Mendoza, se extiende como los anteriores de oeste a este, desde el borde occidental de la cuenca, sobre los afloramiento Triásicos del Cordón Punta Las Lajas hasta el Río Mendoza por el este.

Entre los sondeos eléctricos U_{39} y U_{20} , se tiene una primera capa con resistividad de 300-340 ohmios. metro, que corresponde a la parte seca del aluvión constituido principalmente por rodados, gravas, gravillas, mientras que los terrenos subyacentes con resistividad media de 40 ohmios. metro, representan la parte saturada del mismo. Al parecer la baja resistividad de este conjunto, se debe al alto contenido salino del saturante, cuya resistividad es del orden de 3 ohmios. metro, según se deduce de la información obtenida de la perforación ejecutada recientemente cerca del sondeo eléctrico U_{23} , (pozos Gonzalez Videla-Panquehua).

Hacia el este, la unidad Terciaria arcilítica conductora (8-10 ohmios. metro), se eleva considerablemente como consecuencia aparentemente de levantamientos tectónicos por falla, para hundirse luego en forma brusca, formando la profunda depresión al este de U_3 , en la que el relleno no puede alcanzar espesores de unos 900 metros.

Este relleno que incluye depósitos cuaternarios y/o Conglomerados de los Mogotes, está constituido por una sucesión de capas resistentes y conductoras, tal como se representa en el perfil. Una capa de limos superficiales, conductores (3-10 ohmios. metro), se extiende a lo largo del perfil, recubriendo una capa resistente de 80 ohmios. metro, que debe corresponder a las gravas, gravillas y arenas acuíferas actualmente en explotación en esta parte de la cuenca. Sigue una intercalación conductora arcillosa (10 ohmios. metro) de 30 a 60 metros de espesor y luego otra

formación resistente (60-80 ohmios. metro), de 100 a 200 metros de espesor, hasta ahora no reconocida al parecer por perforaciones. Una nueva capa conductora se intercala entre la anterior y el potente conjunto resistente profundo, que tampoco ha sido reconocido aún por perforaciones.

(vi) Perfil Y-Y' (figura 4f)

Ha sido ejecutado con mayor densidad de sondeos eléctricos para estudiar con más detalle al levantamiento estructural de las formaciones terciarias, ya observado en la parte occidental del perfil U-U', confirmando su continuidad hacia el norte.

Los sondeos eléctricos 5;6 y 6-7, muestran una cubierta resistiva de 80 a 100 metros de espesor que probablemente representa un horizonte de gravas secas. Por debajo de ellas, la formación con resistividad de 40 ohmios. metro corresponde a la parte saturada, que como se ha visto en el perfil anterior contiene agua con elevado tenor salino, provenientes probablemente de aportes de la subcuenca que se desarrolla hacia el norte del Cerro La Cal.

Al este del sondeo eléctrico 6-7, desaparece totalmente la cubierta resistiva superficial y es probable que una falla haya levantado las formaciones conductoras terciarias. El recubrimiento parece formado por una alternancia de capas conductoras y medianamente resistivas que producen efectos de macroanisotropía y que en conjunto tienen una resistividad aparente de 15 a 20 ohmios. metro. Su espesor disminuye hacia el este hasta el sondeo eléctrico Y_{13} , donde solo alcanza un espesor de unos 50 metros. En Y_{14} , se observa que el basamento conductor se hunde bruscamente hacia el este, probablemente por falla, apareciendo nuevamente el potente relleno con la sucesión de capas resistivas (40-60 ohmios. metro) y conductoras (10 ohmios. metro), ya descrito para la parte este del perfil anterior.

(vii) Perfil T-T' (figura 4g)

Este perfil se extiende desde la Ruta Nacional N°7, frente al Cerro La Cal, hasta la localidad de Nueva California. Se presentan dos

secciones, correspondientes a una interpretación manual (figura 4g) y a otra mediante procesamiento automático (figura 4g), cuyas generalidades se han comentado ya anteriormente.

Aquí también, la falla que bordea por el este el alto estructural del Borbollón, divide a este perfil en dos secciones de características bien diferentes. La parte oeste, sondeos eléctricos T_{19} a T_{24} , muestra el levantamiento de la serie arcilítica del Terciario, considerada como basamento conductor. Entre T_{24} y T_{25} , se ubica la falla con bloque oriental hundido que origina la profunda depresión del este, rellena por una sucesión de capas conductoras y resistentes. Una capa superficial muy conductora (menos de 3 ohmios. metro), se desarrolla al este de T_3 , cubriendo una formación de 100-120 metros de espesor, que parece corresponder a una secuencia de materiales de granulometría fina (arenas finas, limos, arcillas) y que en conjunto se ha interpretado con una resistividad de 5-18 ohmios. metro. Por debajo de ellas, la capa de 40-60 ohmios. metro de resistividad, corresponde a las gravas, gravillas y arenas acuíferas actualmente en explotación. Sigue un terreno interpretado como un conjunto conductor (10 ohmios. metro), aunque probablemente representa alternancias en las que deben predominar materiales finos. La potente formación subyacente, de 400-500 metros de espesor y resistividad del orden de 40 ohmios. metro, correspondería según el perfil litológico del pozo L M₁ de YPF, cercano al sondeo eléctrico T_3 , al Conglomerado de los Mogotes, que tiene como basamento conductor (8-10 ohmios. metro) a la serie arcilítica Terciaria.

(viii) Perfil S-S'-S'' (figura 4h)

Se extiende como las anteriores de oeste a este, a unos 20 Km al norte del anterior, pasando por la localidad de Jocolí.

En la parte occidental del perfil se observa siempre el levantamiento de las formaciones Terciarias conductoras, que afloran al oeste de la Estación de Jocolí y luego se hunden al este del sondeo eléctrico S₄ hasta profundidades cercanas a los 700-800 metros.

El relleno está formado por una sucesión de capas conductoras y resistentes, similares a las descritas en el perfil T-T'. Algunas irregularidades observadas en el techo del basamento conductor (sondeos eléctricos S_{11} y S_{17}) pueden ser debidas a mediciones defectuosas por lecturas imprecisas, como consecuencia de efectos superficiales o agentes perturbadores (alambres enterrados, bajos valores de diferencia de potencial por salinización superficial).

(ix) Perfil P-P' (figura 4i)

A casi 40 Kilómetros al norte del anterior, a la altura de la Estación Ramblón del Ferrocarril General San Martín, se ha ejecutado este perfil que se extiende desde los afloramientos Terciarios que constituyen las primeras estribaciones de la Sierra del Tontal por el oeste, hasta San José por el este. Muy cerca de los afloramientos mencionados, sondeo eléctrico Pn_2 , aparece casi en superficie una formación con resistividad de 40-50 ohmios. metro. Esta se hunde bruscamente hacia el este, probablemente por falla, para encontrarse en el sondeo eléctrico P_{20} a unos 270 metros de profundidad, cubierta por una capa de gravas y arenas resistivas (150-200 ohmios. metro) que se va acuñando al mismo tiempo que aparece una capa superficial limo-arenosa de 60-80 ohmios. metro. En base a la información obtenida de una perforación realizada por YPF unos 500 metros al norte de P_{14} , que encontró agua con 5 ohmios. metro de resistividad a 54 metros de profundidad (aproximadamente cota 570 metros sobre el nivel del mar), se pueda suponer que los terrenos subyacentes de 40-50 ohmios. metro, representan la parte saturada del relleno. El paso hacia formaciones de menor resistividad en profundidad se hace en forma gradual, y aún con la máxima extensión de la línea AB utilizada (3000 metros) resulta imposible definir el basamento.

En el sondeo P_1 , se pasa de una cubierta superficial de 28 metros de espesor y 200 ohmios. metro de resistividad a una formación con 25 ohmios. metro, que interpretada como una alternancia de capas conductoras y resistivas (10 y 60 ohmios. metro) con efecto de macroanisotropía,

tendría un espesor de 600-700 metros. El brusco cambio lateral hacia formaciones de menor resistividad entre P_0 , P_1 y P_2 , se debe aparentemente, a un levantamiento por falla de niveles inferiores más conductoras cuya culminación serían los afloramientos Terciarios situados más al norte. En el sondeo eléctrico P_2 , ejecutado junto a la perforación R_1 de YPF, se tienen unos 60 metros de un terreno con resistividad 30-40 ohmios.metro, que representa a las gravas conglomeradas con intercalaciones arcillosas, descritas en el perfil litológico. En profundidad, las resistividades disminuyen (20 ohmios. metro), al aumentar la proporción de materiales arcillosos. Hacia el este, no es posible distinguir otros terrenos por debajo de la potente capa salina superficial (0,8 - 1,5 ohmios. metro), debido a la imprecisión de las lecturas y a la falta de contraste de resistividades.

(x) Perfil L-L' (figura 4j)

Aproximadamente a un Kilómetro al norte del límite interprovincial San Juan-Mendoza, ha sido ejecutado este perfil, que se extiende desde unos 5 Kilómetros al oeste del Ferrocarril General San Martín hasta el Río Mendoza. La parte oeste muestra claramente el levantamiento estructural de la unidad arcilítica Terciaria, que aflora desde unos 600 metros al oeste del sondeo eléctrico Pm_3 hasta aproximadamente 1300 metros al este de R_2 , lugar donde se ubica una perforación de YPF. El sondeo eléctrico L_0 ha sido ejecutado en la parte donde el basamento conductor se hunde rápidamente hacia el este, alcanzándose a distinguir la presencia de un conjunto resistivo de 50 ohmios. metro a unos 250 metros de profundidad. Una intercalación conductora de 15 ohmios. metro se desarrolla entre esa formación y una cubierta superficial resistente (50-80 ohmios. metro).

Hacia el este se presentan condiciones de salinidad superficial que hacen imposible el análisis de los sondeos eléctricos.

(xi) Perfil K-K' (figura 4K)

Se extiende desde el Ferrocarril General San Martín, 1 Kilómetro al sur de la Parada Guanacache por el oeste, hasta las lagunas del mismo nombre al este. Se lo presenta juntamente con el perfil N-N' del estudio de las zonas de Valdivia-Cañada Honda-Guanacache (3), por ser la continuación hacia el este del mismo y mostrar más claramente la evolución del basamento conductor. Los sondeos eléctricos N₅-N₈ y N₁₀ marcan puntos elevados del Terciario, levantados probablemente por fallas. Material cuaternario, constituido por gravas y arenas de alta resistividad (300-1000 ohmios. metro para la parte seca y 100-200 ohmios. metro para la sección saturada) recubren el sustrato Terciario entre N₁ y N₁₀, alcanzando espesores máximos del orden de 150-200 metros. Hacia el este se observa una disminución de los valores de resistividad del relleno moderno a 60-80 ohmios. metro como consecuencia de una disminución gradual de la granulometría de los sedimentos. Al este de K₁, el basamento conductor se hunde rápidamente, mientras que los terrenos superficiales resistivos son reemplazados por limos conductores ó más probablemente por una alternancia de limos y arenas finas (15-30 ohmios. metro). Por debajo de ellos, un conjunto cuya resistividad se ha interpretado en 60 ohmios. metro, reposa sobre el basamento conductor. Este terreno resistente, visible también en los sondeos eléctricos K₂ y K₃, parece tener las mismas características que la formación constituida por gravas y arenas acuíferas con intercalaciones arcillosas, reconocidas por la perforación V.T.8 ejecutada por el Plan algo más al norte. Resulta prácticamente imposible determinar hasta donde se extiende este terreno hacia el este debido a la disminución del contraste de resistividad y a la aparición de capas superficiales salinizadas, muy conductoras (1 - 1,5 ohmios. metro) de 100 a 150 metros de espesor.

D. CONSIDERACIONES HIDROGEOLOGICAS

1. Zona Sur-Suroeste:

En la zona del Río Mendoza, Alvarez Condarco, Chacras de Coria y Anticlinal de Lunlunta, los niveles arcillosos de la Formación Mogotes pueden actuar localmente como basamento semiimpermeable de los aluviones de poco espesor que reposan sobre ellos, dando lugar a la formación de capas acuíferas colgadas.

Allí donde el Mogotes está deprimido por falla y/ó erosión, con grandes espesores de aluvión recubriéndolo, se encuentran capas acuíferas libres con niveles de base muy profundos.

Dada la constitución de los Conglomerados de los Mogotes, alternancia de gravas con niveles arcillosos, es todavía posible encontrar en esta formación capas confinadas (pozo Y.P.F. MECPe5).

2. Zona Central:

En la zona de Maipú, al norte de la falla principal de Lunlunta, que ha originado la profunda depresión oriental, se desarrolla probablemente por combinación de efectos tectónicos y de erosión, una franja estrecha de relleno aluvial grueso, muy permeable y de gran espesor, que se extiende hacia el noreste y extremos norte y sur de la falla y que corresponde a la zona de acuíferos libres.

Hacia el noroeste y este de Maipú se pasa rápidamente a depósitos de menor granulometría ya sea por variación lateral de la sedimentación ó por levantamiento estructural de formaciones profundas (Mogotes) que contienen abundantes intercalaciones arcillosas y que crean condiciones de confinamiento en el cuerpo acuífero.

3. Zona Oeste

Una subcuenca longitudinal, de dirección norte-sur, se desarrolla a lo largo de la Ruta Nacional N°7, que va a Villavicencio, delimitada al este por el alto estructural del Borbollón. Aunque ha sido reconocida únicamente en su extremo sur, esta subcuenca parece estar rellena con

materiales gruesos que dan lugar a la formación de niveles acuíferos libres, con probables aportes de aguas salinizadas del norte, que al no tener salida hacia el este a causa del levantamiento terciario ya mencionado se mueven hacia el sur hasta desembocar en la zona del Challao .

4. Zona Norte y Este:

Comprende la mayor parte de la subcuenca y corresponde a la zona de acuíferos confinados. Hacia el norte y este, aumenta cada vez más la proporción de materiales finos y se produce salinización superficial de los terrenos.

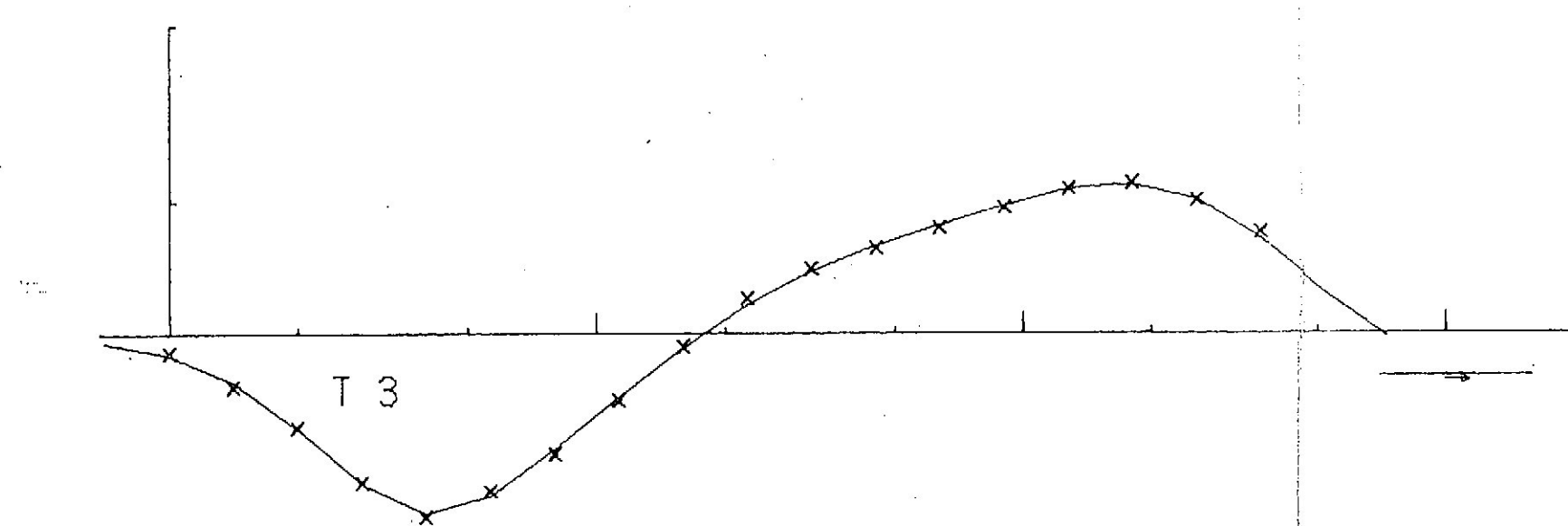
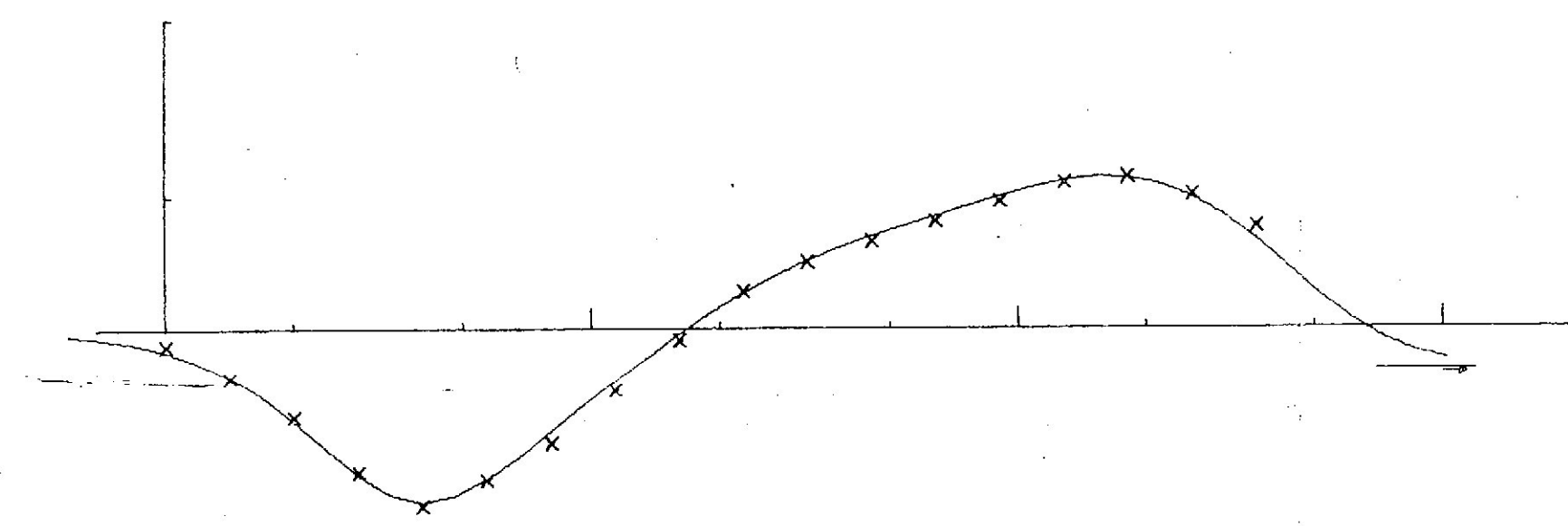
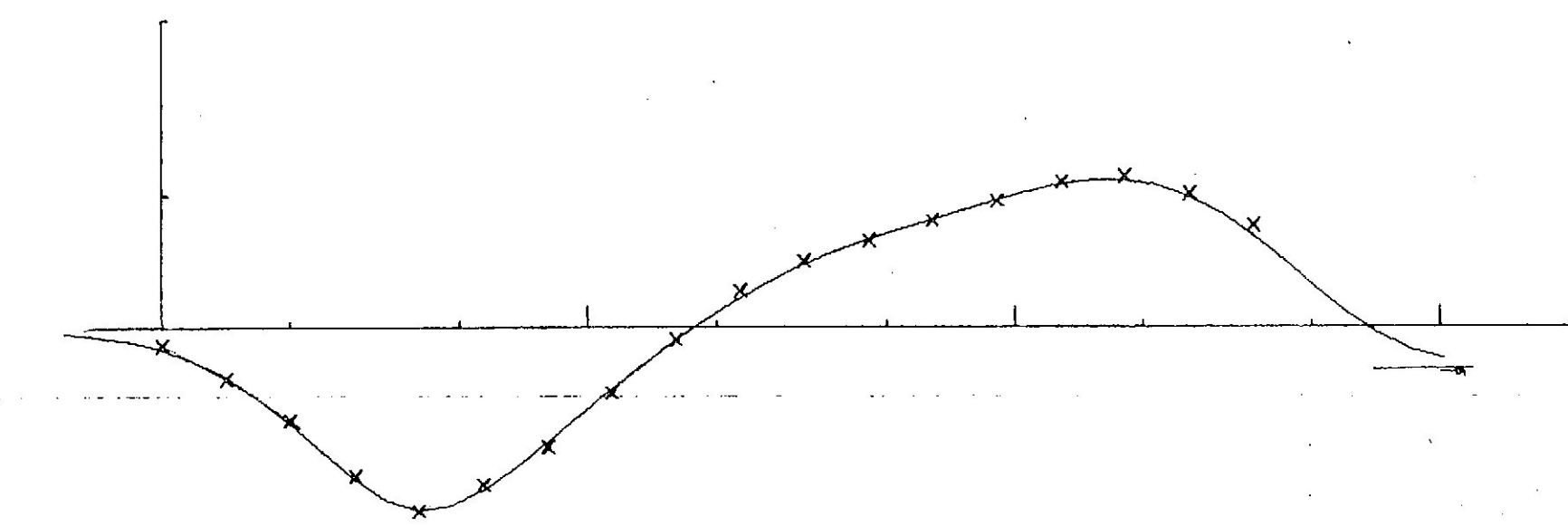
5. Zona Noroeste:

La elevación estructural de la unidad Terciaria, al noroeste de la Estación Ramblón, delimita una subcuenca probablemente rellena de materiales gruesos, permeables, receptores de los aportes hídricos superficiales provenientes del norte y oeste, permitiendo la formación de acuíferos libres, que podrían conectarse posteriormente hacia el este y principalmente al noreste con sistemas confinados profundos al desarrollarse la potente capa superficial de sedimentos finos.

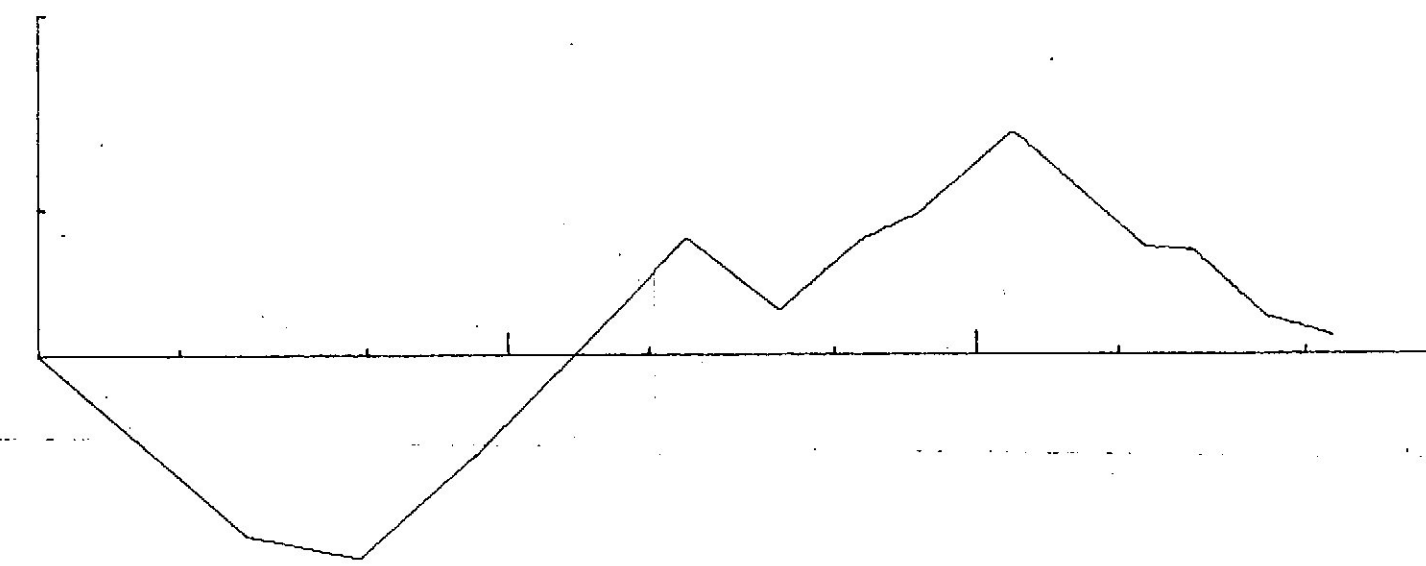
E. BIBLIOGRAFIA

- 1.- YVES F. SERRES "Litología y resistividad de las formaciones Terciarias y Cuaternarias en la Zona IV (Río Mendoza) y V (Río Tunuyán) "
Inédito- 1970 Plan Agua Subterránea
- 2.- GEZA KUNETZ y J.P. ROCROI "Traitement automatique des sondages electriques" 1969
- 3.- YVES F. SERRES "Prospección eléctrica CERRO VALDIVIA-CAÑADA HONDA- GUANACACHE- " San Juan - 1966
Plan Agua Subterránea.-

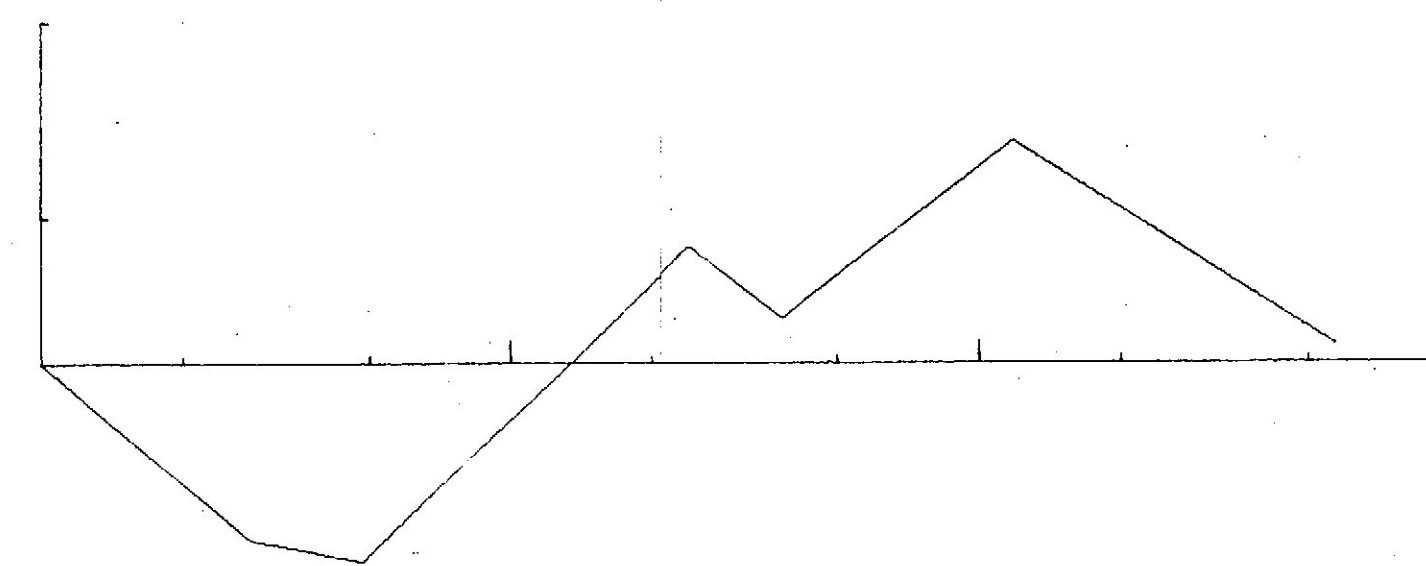
Figura 5 - PROCESAMIENTO AUTOMÁTICO DEL SONDEO ELECTRICO T3



(b) Solución con 14 capas más sustrato



(a) Solución con 6 capas más sustrato



Solución bruta

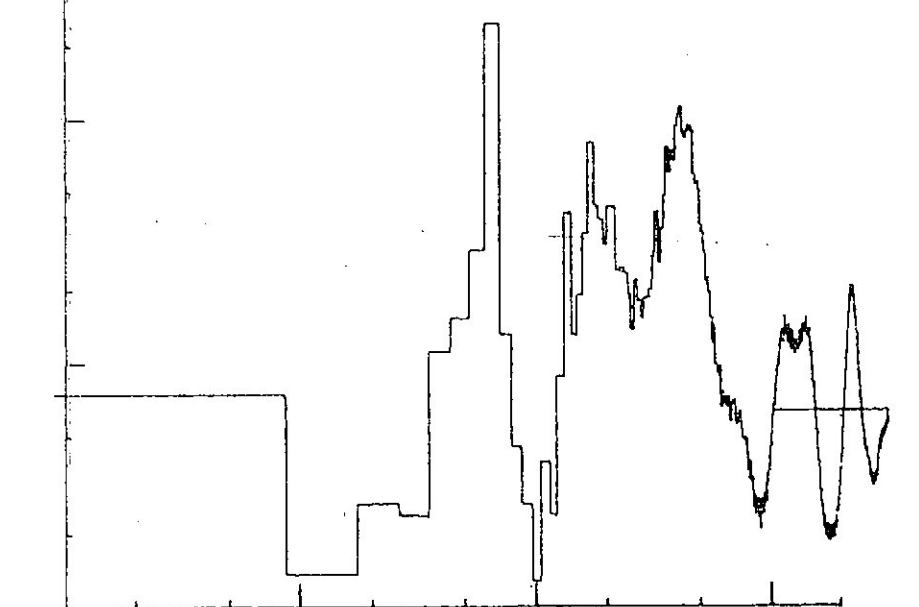
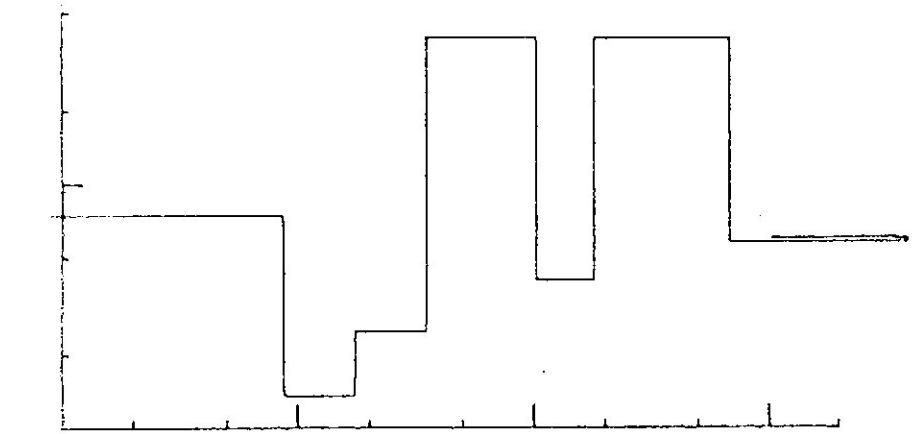
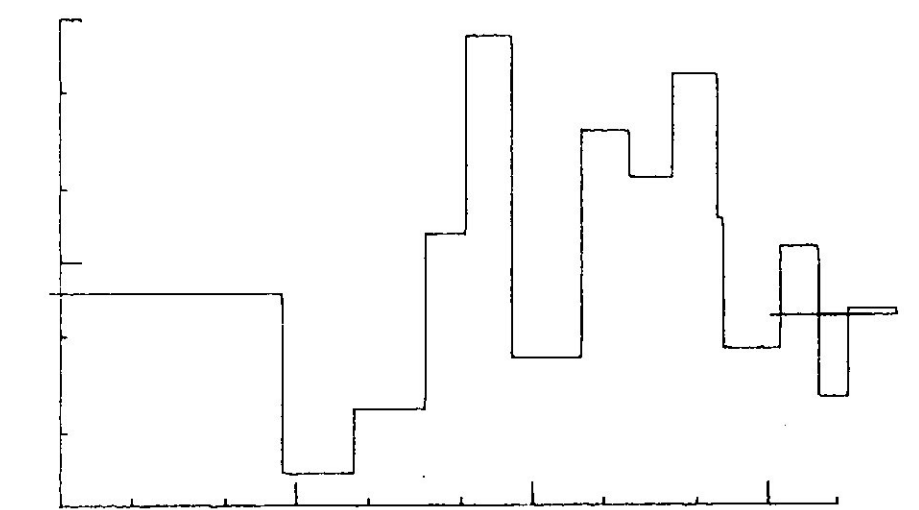
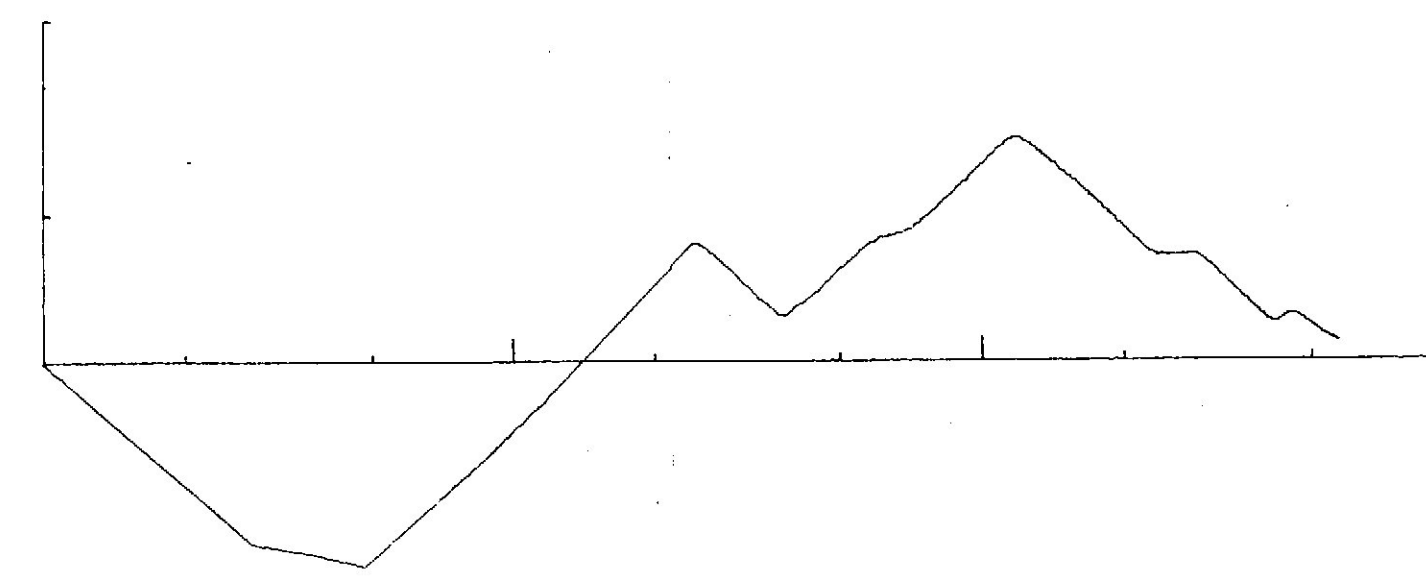


Fig.-4k

Perfil K-K' — Estudio Zona IV
Perfil N N' — Estudio Guanacache

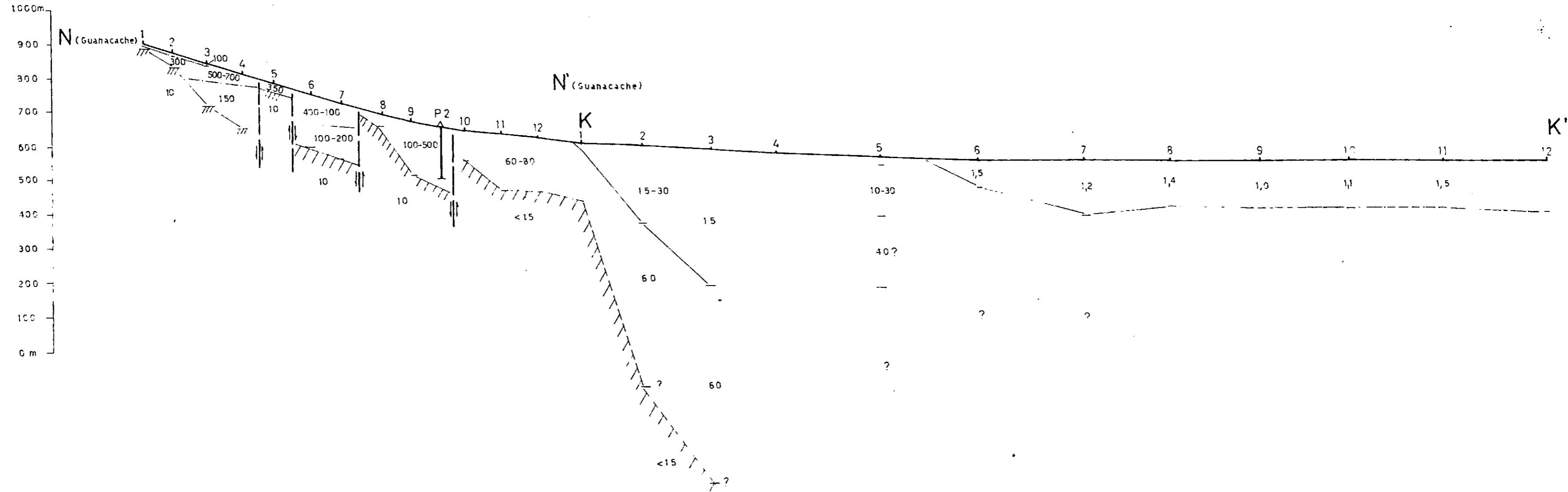


Fig- 4j

Perfil L-L' _ Mendoza _ Zona IV

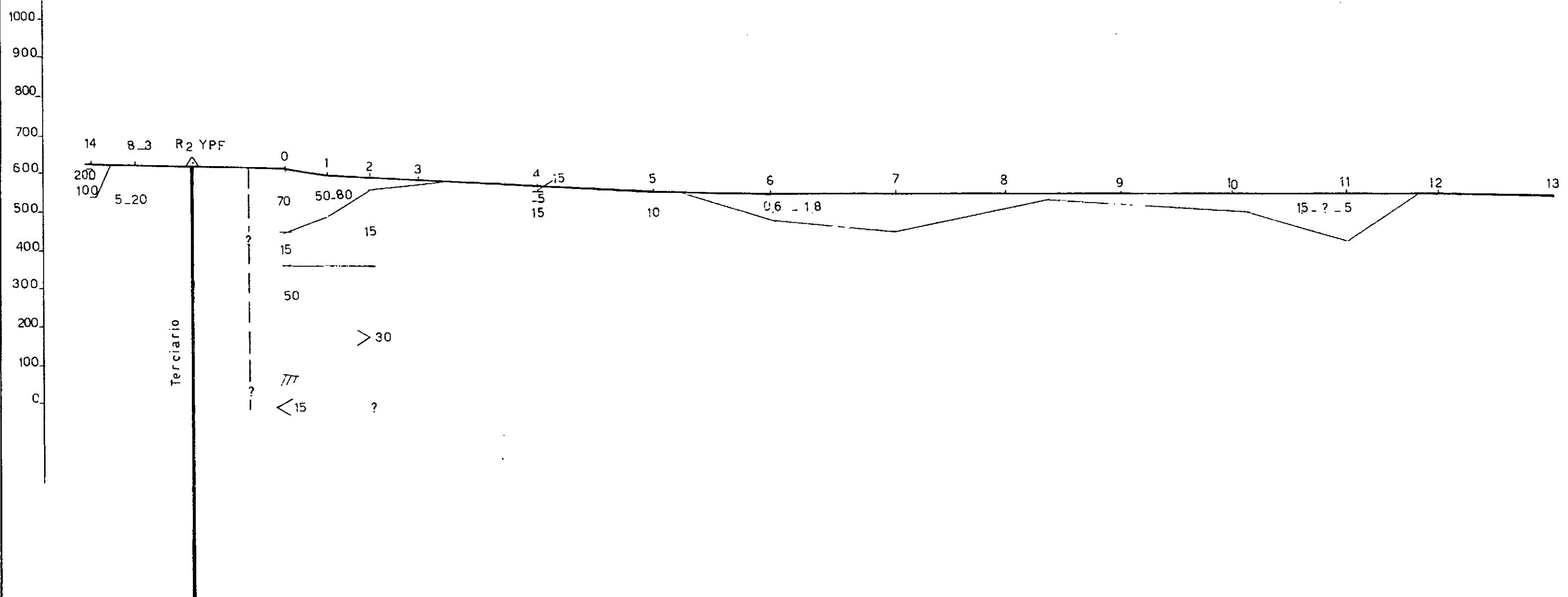
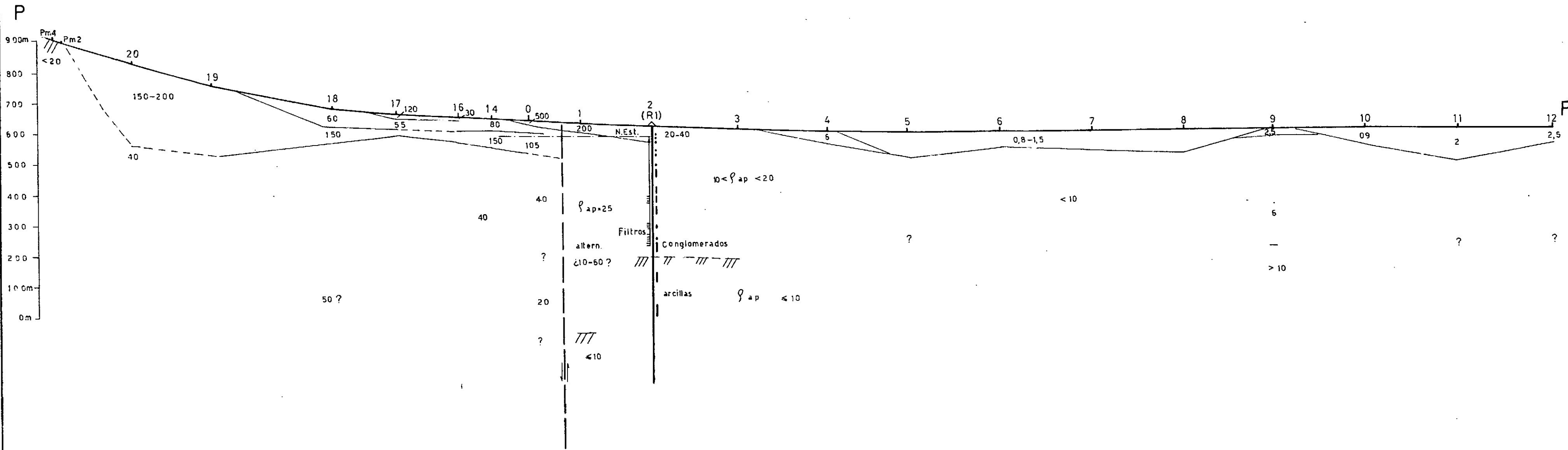



Fig.-4i

Perfil P-P'_Mendoza_Zona IV





 ≤ 10

Fig.-4h

Perfil S-S'-S''_Mendoza_Zona IV

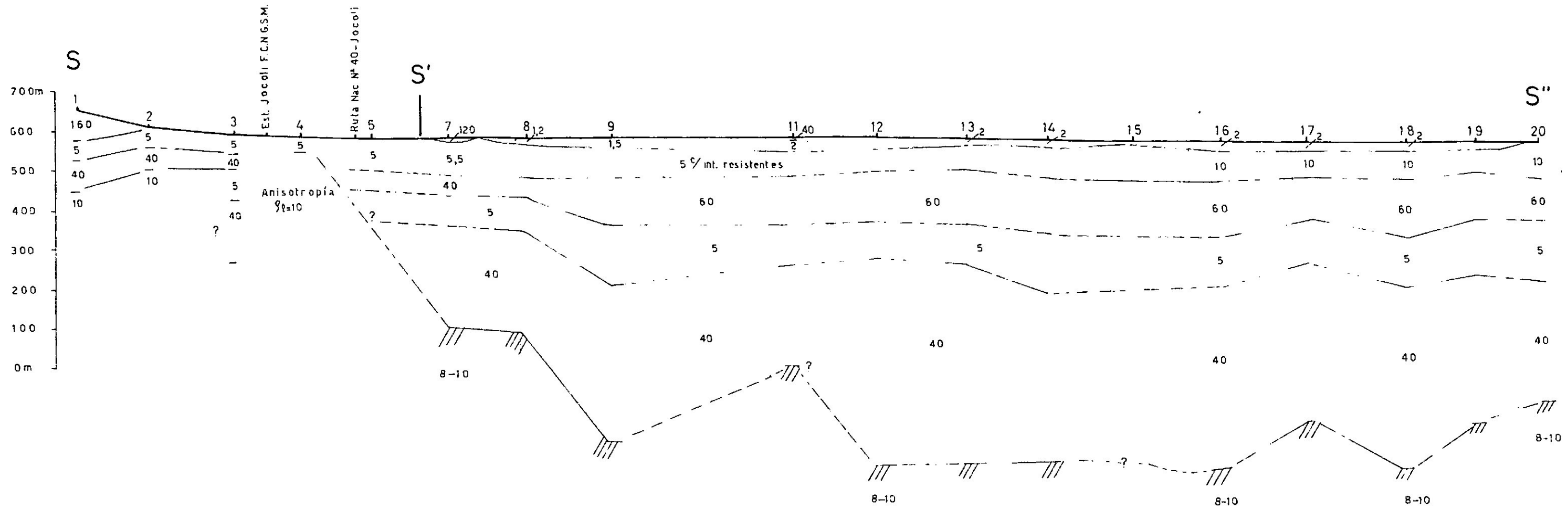
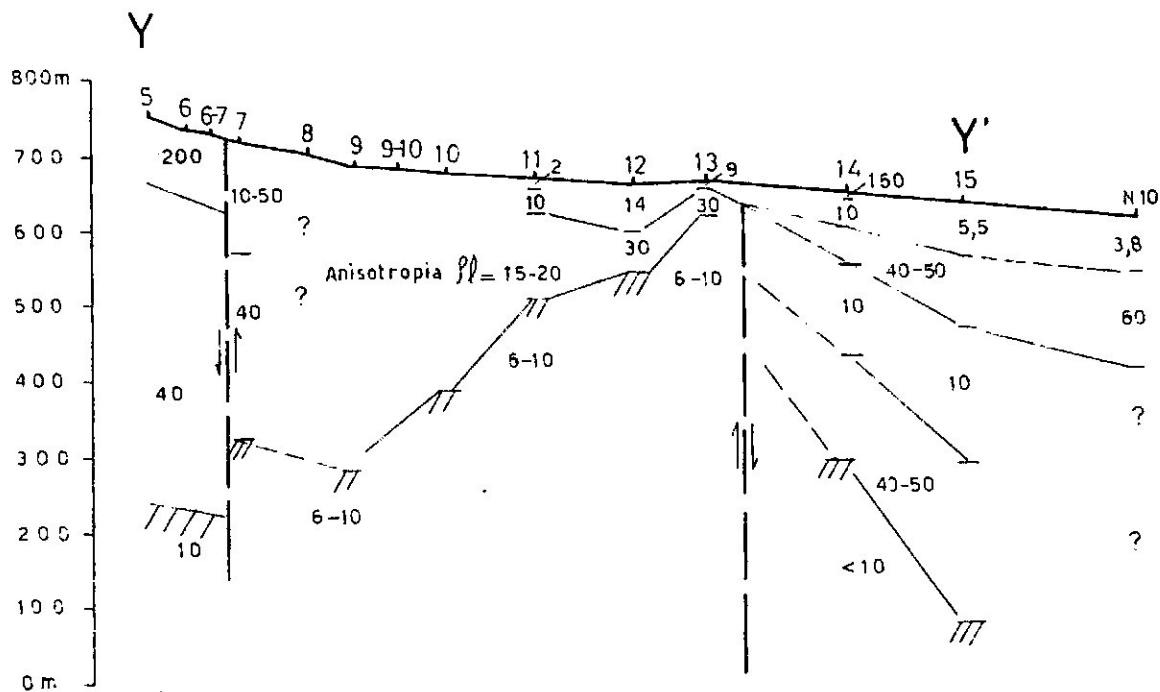


Fig. -4f

Perfil Y-Y' Mendoza_Zona IV



Escala
Horizontal 1:100 000

Fig.-4a

Perfil R-R' I-I' Mendoza_Zona V y IV

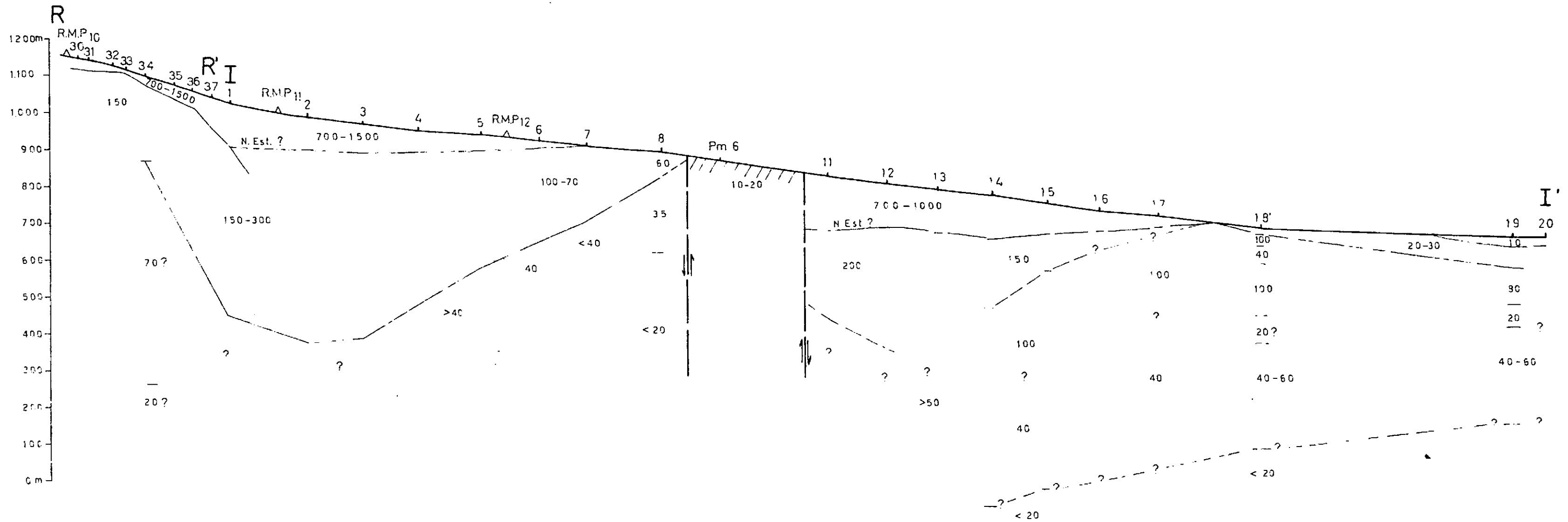
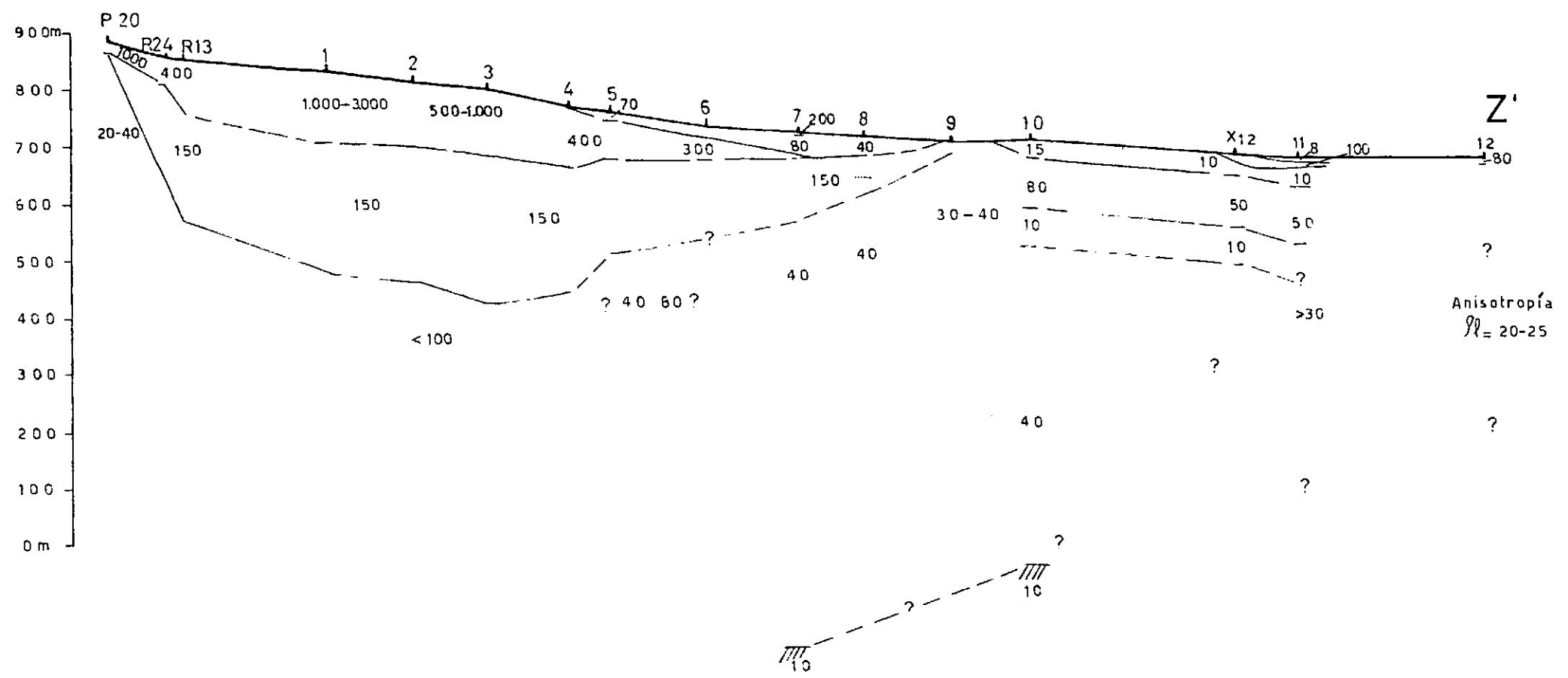


Fig. -4 b

Perfil Z-Z' - Mendoza - Zona IV



Anisotropía $\rho = 20-25$

Escala Horizontal 1:100 000

Perfil U-U' Mendoza_Zona IV

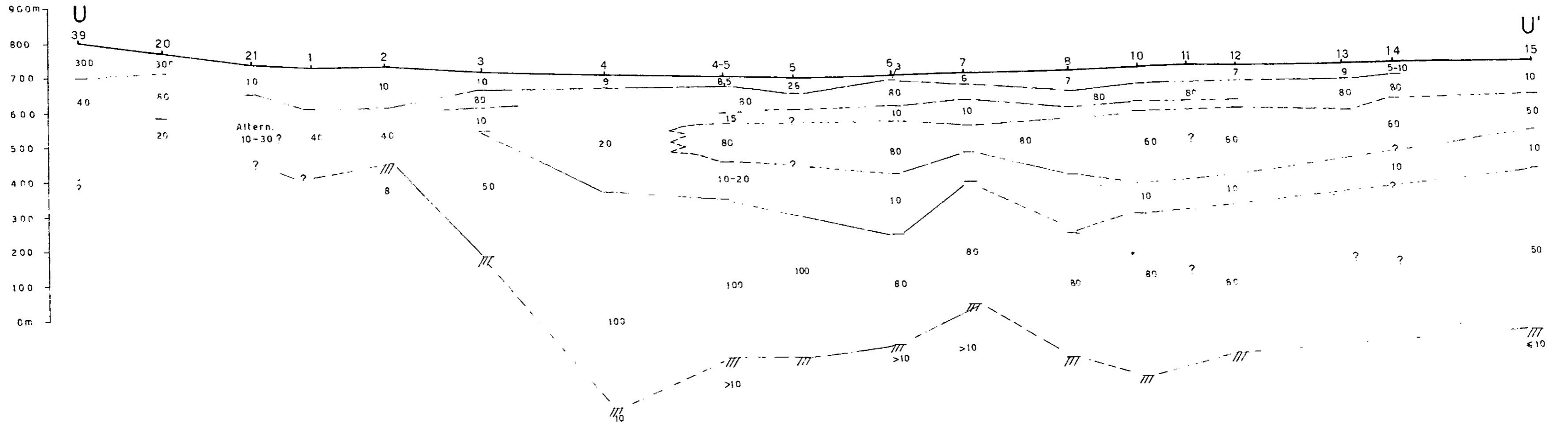


Fig.-4d

Perfil_V-V'_Mendoza_Zona IV

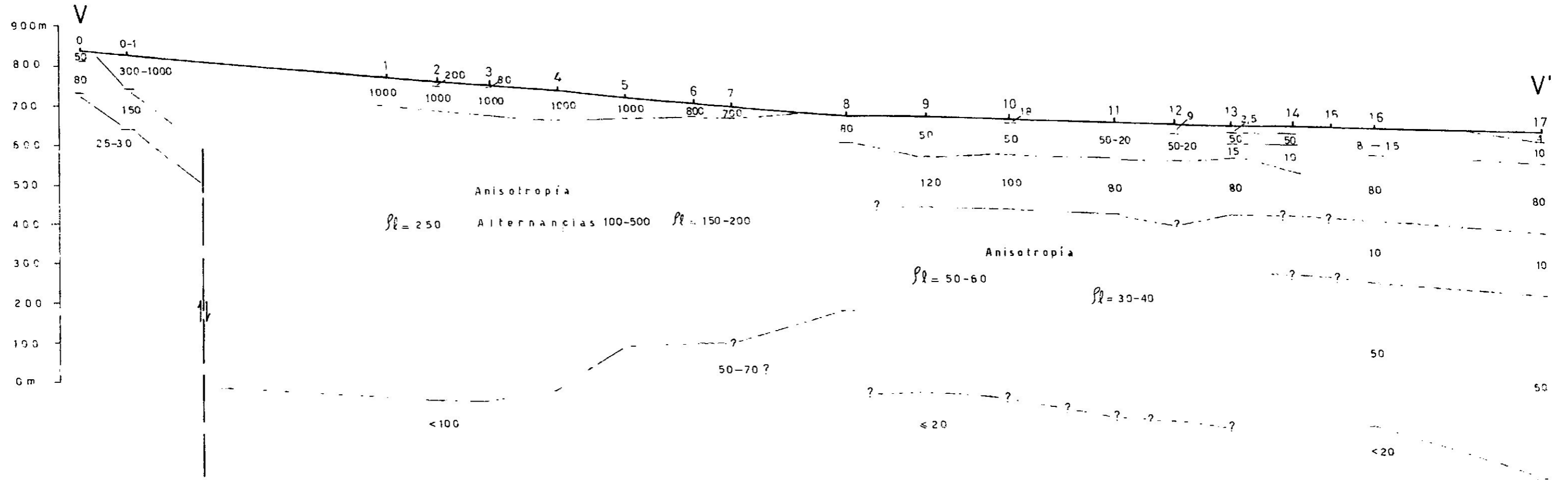
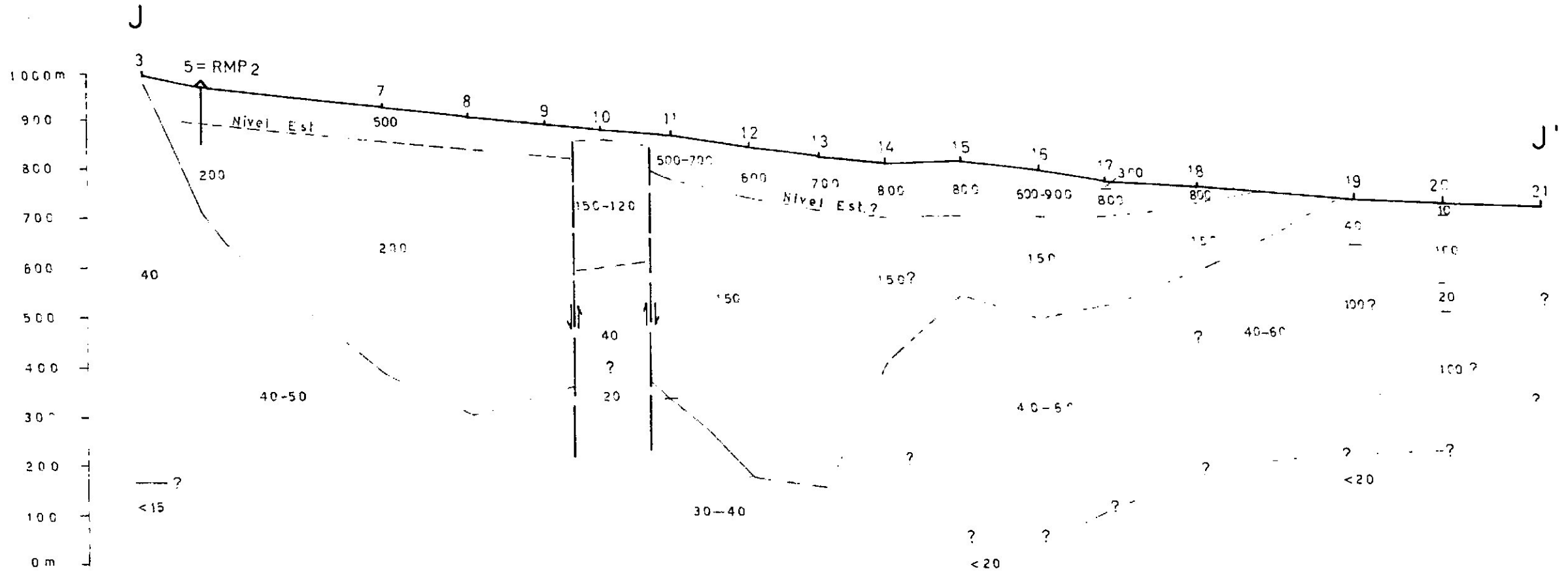


Fig. - 4c

Perfil - J-J' - Mendoza - Zona IV



Escala
Horizontal 1:100,000