

1366

ESTUDIO GEOELECTRICO EN AREA DE BELEN

PROVINCIA DE CATAMARCA

Informe preliminar

H. 1112

X. 12

4 22713

CATAMARCA

Autores: Lic. Boris Calvetty Amboni
Lic. Rubén D. Patrouilleau

INDICE

1. INTRODUCCION

2. AREA DE ESTUDIO

3. USOS DEL AGUA

- 1. Riego

1. Distrito Belén

2. Area Londres

2. Abastecimiento de agua potable

1. Ciudad de Belén

2. Londres

3. Areas rurales

4. TAREAS EJECUTADAS

1. Recopilación y evaluación de antecedentes

2. Reconocimiento geológico

3. Mediciones geoelectricas

5. INFORME TECNICO

1. Modelo geoelectrico

2. Hidrogeología

6. CONCLUSIONES PRELIMINARES

7. PLAN DE TAREAS PROPUESTO

1. INTRODUCCION

La necesidad de aprovechamiento del recurso hídrico subterráneo en el área de Belén, movió en su oportunidad a las autoridades provinciales por intermedio del Departamento Aguas Subterráneas, a encarar un plan de estudios hidrogeológicos orientados a tal fin. Dicho estudio condujo a la ejecución de perforaciones de exploración, que reafirmaron la información antecedente relativa a la gran profundidad de yacencia del agua subterránea, lo que dificultó su realización, impidiendo en todos los casos su alumbramiento.

Ante esta situación las autoridades provinciales, a requerimiento del citado Departamento de la Dirección Provincial de Hidráulica, solicitaron al CFI un estudio geoelectrico en las áreas de influencia de Belén y Londres, como apoyo a los estudios hidrogeológicos de base, que realiza la repartición.

En el mes de julio de 1984 dieron comienzo los trabajos, en el marco de cooperación técnica que brinda el Consejo Federal de Inversiones.

Ejecutado un 50% de las tareas programadas y existiendo ya elementos de juicio sobre los aspectos que motivaron el estudio, el presente informe tiene por objeto plantear los resultados obtenidos y realizar una propuesta relativa a las tareas pendientes, en virtud del análisis de lo hasta aquí realizado.

El contenido del informe incluye una descripción introductoria del estado de situación inherente al aprovechamiento del recurso hídrico en el área de estudio, para dar paso a la enumeración de las tareas ejecutadas y la interpretación de sus resultados. Se finaliza con la puntualización de las conclusiones y la propuesta del plan de tareas a desarrollar en lo que resta del estudio.

2. AREA DE ESTUDIO

Ubicación:

El área de estudio se encuentra ubicada en el centro-oeste de la Provincia de Catamarca, recostándose sobre los faldeos noroccidentales de la Sierra de Belén, que flanquea en esa orientación al gigantesco bolsón de Pipanaco.

Extensión y límites:

Si bien los límites de una prospección geoelectrica orientada a fines hidrogeológicos no pueden prefiarse en forma exacta, el precisar los objetivos una vez encarado el trabajo, los ha circunscripto en alguna medida.

El área de estudio tiene una superficie aproximada, en el ámbito del bolsón, de 200 km², a los que debe anexarse la quebrada del río Belén en todo su desarrollo.

Puede considerarse limitada por:

al NW: Sierra de Belén

al SW: Río Piscuyacu

al SE: límite área cultivada de los distritos Belén y Londres

al NE: límite oriental área cultivada de La Puntilla.

Las coordenadas geográficas que enmarcan el área son:

27°40' - 27°50' Latitud Sur

67° - 67°10' Longitud Oeste

3. RÍOS

3.1. Riego

3.1.1. Distrito Belén

El río Belén constituye la fuente utilizada a estos fines. En la estación de aforos Playa Larga, ubicada en plena quebrada, aproximadamente 8 km al Norte de la ciudad de Belén, anteriormente Agua y Energía y en la actualidad la Dirección de Hidráulica provincial, llevan registros del derrame en ese punto que datan del año 1946.

Los parámetros que cuantifican su comportamiento en el período 1946-79 revelan un módulo de $2 \text{ m}^3/\text{seg}$. El comportamiento de las medias mensuales para ese período evidencia una marcada variación estacional con máximos en los meses de enero, febrero ($4,14 \text{ m}^3/\text{seg}$.) y marzo, y un estiaje prolongado y derrames del mismo orden entre abril y noviembre, con promedios cercanos a $1 \text{ m}^3/\text{seg}$. (Fuente: Estadísticas Hidrológicas de A y E, 1980).

Un sesgo característico del río Belén lo constituye la magnitud de sus crecidas, habiéndose medido en Playa Larga, gastos de $2217 \text{ m}^3/\text{seg}$. (1).

El área de irrigación servida por los aportes del río Belén se extiende actualmente desde la toma en el dique derivador, ubicado 3 kilómetros al norte de la localidad, en plena quebrada, hasta los parajes de Artaza y Campo del Medio hacia el Sur y La Puntilla, por el Este.

Esta área en la actualidad es menor a la empadronada, ocurriendo obviamente lo propio con las parcelas. Las cifras que se detallan a continuación expresan gráficamente los aspectos cuantitativos del sistema (2).

CUADRO N° 1 - DISTRITO RIEGO BELEN

Caudal máximo medio derivado.	459 litros/seg.
Caudal mínimo medio derivado	233 litros/seg.
Caudal medio derivado	300 litros/seg.
Superficie regada permanente	1021 ha.
Superficie regada eventual	684 ha.
Dotación media permanente	1,03 litros/seg. ha.
Dotación media eventual	0,77 litros/seg. ha.

Fuente: (2)

- Estado de situación:

Es indudable que el grado de dispersión que observan las medias hidrométricas del río Belén no permitiría la incorporación del total del padrón al carácter de permanente, haciendo necesaria la presencia de un elemento regulador.

A esto debe sumarse la intención provincial de extender la actual zona de regadío hacia el Este y Sur, a áreas de probada aptitud agronómica.

El problema es en este caso suplementar la disponibilidad actual, lo que también puede conseguirse mediante la regulación del sistema para aprovechar los excedentes estacionales del Río Belén, o mediante la utilización del recurso subterráneo.

Una rápida consideración de cada uno de ellos conduce a éstas alternativas:

Recurso superficial: construcción de embalses laterales. El anteproyecto ejecutado por A y E para el denominado "Complejo Riego Belén, 2° etapa", contemplaba su construcción aguas abajo del azud nivelador, sobre la mar-

gen izquierda del río, entre el bordo de sierra y un cierre lateral oficial. Se habían proyectado 3 embalses de este tipo.

Recurso subterráneo: Perforaciones

Estas debieran ejecutarse captando el subálveo del río en la quebrada, por imperativo de condiciones geológicas y topográficas (respecto al área a servir), más favorables.

De acuerdo a datos suministrados por A y E, la demanda del sistema para cubrir las necesidades del padrón con categoría de permanente requiere una derivación media de 800 lts/seg., lo que significan aproximadamente 70.000 m³/día.

Considerando una producción media diaria por unidad de una batería de 1000 m³/día, aparentemente compatible con las condiciones hidrogeológicas observadas, esto implica una dotación de 70 perforaciones para abastecer el total de la demanda y así para cubrir el margen que media entre la derivación media actual (300 lts/seg.) y la requerida (800 lts/seg.).

El costo de construcción y operación de una batería de esta magnitud no parece viable en principio. Sin embargo, previo a un estudio que permita cuantificar las reservas del subálveo y su renovación, resulta factible una suplementación de la fuente superficial, cuya medida estará dada por los resultados de dicha investigación y lógicamente la relación costo-beneficio resultante.

3.1.2. Area Londres

En este sector se utilizan los aportes de los ríos Hondo y Quimivil para el abastecimiento de la actual zona de regadío. En él se destacan las plantaciones de nogales, especie que requiere riego no solo para aumentar rendimientos, sino también para su supervivencia.

De las dos fuentes, el río Quimivil puede considerarse como régimen permanente en esa jurisdicción, aunque con caudales medios sensiblemente inferiores a los del Río Belén. Según datos de la DGI (3) su caudal medio promedio es de 120 litros/seg. El río Hondo es un curso temporario al que no se dispone de información.

Tampoco existen datos sobre derivaciones y dotaciones medias de riego en el área de Londres, por no tratarse de un servicio regular como en el caso del distrito Belén.

De todos modos, los bajos caudales y prolongados períodos de estiaje, que fundamentalmente en el caso del Río Hondo llevan al cese del escurrimiento superficial, hace necesaria la suplementación de la dotación.

Es intención de la provincia además, materializada a través de las acciones de la Subsecretaría de Asuntos Rurales, dotar de infraestructura de riego a dos ex parcelas fiscales (A y B) adjudicadas a particulares, ubicadas entre los ríos Quimivil y Piscoyaco a ambos lados de la Ruta Nacional N°40, dado que estudios agronómicos allí realizados demostraron la aptitud de los suelos.

3.2. Abastecimiento de Agua Potable

La prestación del servicio a nivel urbano y suburbano está centralizada en la provincia, y por lo tanto en el área de estudio, por la empresa Obras Sanitarias de Catamarca.

Si bien no se dispone para la totalidad de la zona Belén-Londres de un dato homólogo, vale mencionar que el 75% de la población de la cuenca de Pípanaco (2) es abastecida por servicios oficiales.

Ese porcentaje es algo mayor para el área de estudio, ya que la concentración de población en las áreas con beneficio de riego facilita la prestación del servicio. Para Belén, como ejemplo, el porcentaje de población servida es del 89% (2).

3.2.1. Ciudad de Belén

La población de Belén, de 7411 habitantes (Censo 1980) es servida con agua superficial proveniente del Río Belén, captada en una toma del dique derivador ubicado a 3 kilómetros al norte de la localidad.

El agua es tratada en una planta de filtración rápida de 15 m^2 y se dispone de un tanque de reserva de 2500 m^3 (2).

El agua tratada atiende fundamentalmente el requerimiento humano y complementariamente al uso industrial y otros de menor significación.

La red de agua potable abastece mediante 1316 conexiones a una población de 6580 habitantes (2). No se dispone de datos precisos sobre el consumo medio y por lo tanto de la derivación. En (2) se menciona que la dotación media por habitante es de 300-375 litros/día, lo que configura un valor muy elevado. Información suministrada por la Dirección de Hidráulica Distrito Belén, da cuenta de una derivación media de 30-50 litros/seg. (comunicación verbal), no expresando las horas/día media en que se derivan caudales para este uso.

Otro dato extraído de Agua y Energía (1) da cuenta para 1972 de un consumo medio para bebida y uso industrial de $600 \text{ m}^3/\text{día}$.

Ante datos imposibles de correlacionar, se opta por un valor de $2000 \text{ m}^3/\text{día}$ de derivación media, que resulta de considerar un consumo de 300 l/día. hab.

- Estado de situación:

Los problemas de abastecimiento a Belén son dos, a saber:

- 1) Insuficiencia de la planta de tratamiento de agua, por limitada capacidad de conducción del acueducto, cañerías de conducción y distribución. O sea, un problema de infraestructura del servicio.
- 2) El alto costo resultante del tratamiento clarificador, derivado de la gran carga de material sólido en suspensión que transporta el río Belén en el período de crecida (diciembre-marzo), demanda un consumo excesivo de coagulante que según información recogida (comunicación verbal) en OSCa, distrito Belén, alcanza a valores máximos de 3 toneladas/día disminuyendo a una décima parte en períodos de estiaje.

En este caso aparece como factible el reemplazo de la fuente por agua subterránea, dado su mejor condición física, con contenido prácticamente nulo de materia en suspensión. Esto se materializaría mediante perforaciones ubicadas en la quebrada del Río Belén, aguas arriba de las instalaciones de OSCa.

Tomando un rendimiento medio por unidad de 1000 m³/día, se desprende como necesaria una batería de 2 a 3 perforaciones.

Esto traería aparejado liberar los caudales comprometidos por este servicio, permitiendo su afectación a riego con lo que podría transformarse a parte de la superficie abastecida mediante régimen eventual, en permanente.

3.2.2. Londres

La población de esta localidad es de 1547 habitantes (Censo 1980), que son servidos por OSCa mediante 449 conexiones domiciliarias. La toma se realiza del Río Quimivil, existiendo una pileta de decantación donde se realiza el proceso de clarificación, conduciéndose el agua por gravedad hasta la localidad.

El caso de abastecimiento a la población de Londres presenta características distintas a las de la ciudad de Belén. Los ríos de la vertiente occidental del bolsón de Pipanaco presentan menor contenido de sólidos en suspensión, a la vez que mejor condición hidroquímica que el Río Belén.

Si bien el río Quimivil presenta régimen prácticamente permanente en años hidrológicos medios, se considera factible el reemplazo de la fuente por agua subterránea captada del subálveo de este río, e incluso del Hondo, si esto fuera favorable por su ubicación geográfica.

La demanda del sistema, del orden de 500 metros³/día, podría ser abastecida seguramente por una única perforación, dadas las características hidrogeológicas dables de esperar del subálveo. Deberá evaluarse la relación costo-beneficio respecto a la fuente superficial, introduciendo en la ecuación además de los costos operativos de ambos sistemas, la seguridad en el suministro dada por la fuente subterránea, no sujeta a ciclos hidrológicos desfavorables, y el pequeño caudal que se liberaría para su uso en riego.

3.2.3. Areas rurales

Se estima que entre un 10-15% (11% para Belén (2)) de la población del área de estudio carece del servicio centralizado por OSCa, y por lo tanto ~~de un cobertor y tratamiento de la fuente, fundamentalmente desde el punto~~ de vista de la contaminación orgánica.

Puede considerarse a este estrato de población como residente en los ámbitos suburbano y rural.

En este aspecto interesa remarcar un dato que ilustra sobre su deficiente condición sanitaria. En efecto, para el Departamento Belén, la tasa de mortalidad causada por enfermedades de origen hídrico es del 21,2 por cada mil habitantes, o sea el 2,1% de la población total.

Si se tiene en cuenta que este índice es aportado por la población que se "autoabastece" del recurso, esto deriva en que en áreas rurales del Departamento Belén por lo menos 1 de cada 10 habitantes muere por esta causa.

4. TAREAS EJECUTADAS

4.1. Recopilación y evaluación de antecedentes

Se contó para el análisis de los aspectos encarados en el trabajo, con buena parte de la información antecedente de la zona de estudio.

Debe destacarse la importancia que tuvo la información no convencional proveniente de informes internos, pliegos de obra y archivos de reparticiones.

En los aspectos geológicos e hidrogeológicos se prestó atención a las hojas geológicas (4) (5) Fiambalá y Andalgalá, y el estudio geotérmico realizado en la zona de Belén por la Provincia de Catamarca y la Secretaría de Energía de la Nación (3), que hace un interesante aporte al conocimiento de la tectónica del área. Las perforaciones ejecutadas por la Dirección Nacional de Geología y Minería, Aguas Subterráneas de Catamarca y Agua y Energía, con ésto caso para el estudio geotérmico (6) del subsuelo del río Belén en el ámbito de la quebrada, constituyeron la información de subsuelo disponible.

Entre los datos hidrológicos manejados se cuenta un estudio realizado por A y E sobre el río Belén (7), con registros hasta 1967 inclusive, y aquellos (1) (2) (3) (8) que anexan registros de años posteriores, para la misma fuente. El archivo de la Dirección de Hidráulica distrito Belén suministró importante información sobre el período 74-84 de los aforos realizados en la estación Playa Larga.

En materia de información sobre usos del agua, la mayor parte de los datos provino del programa para uso del agua en la Provincia (2), y los archivos de la DGH.

Finalmente, los aportes para el conocimiento del comportamiento del agua subterránea, fueron el prediagnóstico a nivel de cuenca realizado por el INCYTH (8), y la contribución, valiosa en cuanto al importante acopio de información secundaria, del estudio geotérmico de la referencia (3).

4.2. Reconocimiento geológico

El reconocimiento se vio precedido de la recopilación de antecedentes, que sirvió para orientar la tarea. Los fotomosaicos escala 1:50.000 del Servicio Geológico Nacional (Plan NOA) resultaron elemento de apoyo en campaña.

Las tareas de campo se limitaron a un reconocimiento de las estructuras y unidades litoestratigráficas cartografiadas en los elementos básicos citados en el punto anterior.

La visualización de la geología superficial se orientó de acuerdo al pre-concepto de un basamento hidrogeológico situado a gran profundidad. Por esta razón se puso énfasis en la detección, para su posterior reconocimiento en el campo, de elementos indicativos que pudieran favorecer el endicamiento y elevación de las aguas subterráneas. Para ello se centró la atención en altos estructurales, todo afloramiento de sedimentos terciarios, evidencias de humedad en el suelo, anomalías en el trazado de las vías de drenaje, etc., que pudieran sugerir condiciones de excepción al modelo general concebido.

4.3. Mediciones geoelectricas

En la ejecución de los 29 Sondeos Eléctricos Verticales (SEV), cuya ubicación se indica en el mapa de la Figura N°1, se utilizó el dispositivo tetracelétrico de Schlumberger. Su distribución debió ajustarse a calles y caminos existentes en los que fuese posible la extensión de 1000 a 3000 metros de cable eléctrico en línea recta. Únicamente dos sondeos, los numerados 5 y 6, con 640 y 320 metros respectivamente, tienen una longitud menor que la mínima antes mencionada.

Las mediciones se efectuaron con un instrumento de marca GEOELEC integrado por un milivoltímetro, un miliamperímetro y una fuente de poder de 250 vatios de potencia.

Las planillas de trabajo, con los datos medidos y calculados y la curva de campo dibujada en escala logarítmica, integran el Anexo N°1. En cada planilla se incluye además el corte geoelectrico obtenido en la interpretación y la curva de resistividad aparente calculada en base a éste.

Para la obtención de los cortes geoelectricos, partiendo de las curvas de campo, se siguió el método de Zohdy (9) con aplicación del programa en Fortran del mismo autor (10).

El método empleado supone condiciones no muy alejadas de una estratificación en capas horizontales y paralelas, las que parecen darse en la mayor parte de los 29 SEV, de acuerdo a la satisfactoria correlación observada entre las curvas de campo y las curvas de resistividad aparente calculadas para los cortes interpretados. La excepción la constituyen aquellos ubicados cerca de afloramientos del Basamento, donde las variaciones laterales de resistividad hacen que las curvas obtenidas no sean interpretables en cortes de capas horizontales (SEV N°4 y 6), o que su interpretación se deba forzar corrigiendo los datos de entrada, como en los SEV N°2, 3, 7 y 29.

Dado el carácter preliminar de este informe, la interpretación se limitó a la discusión sobre la profundidad del Basamento en aquellos perfiles en los que ésta pudo ser estimada. Por esta razón, y atendiendo a esta finalidad, los resultados obtenidos se presentan en las secciones esquemáticas AA', BB', CC', FF' y parte de la GG' (Figuras N°2 a 5) que se dibujaron en base a dichas profundidades y a la resistividad atribuída, en cada caso, al Basamento.

En estas secciones el relleno sedimentario se identifica únicamente por su Resistencia Transversal, T, producto del espesor por la resistividad.

Tanto en las mediciones de campo como en las tareas de gabinete participó la Lic. Alicia N. Rapaccini.

BELÉN - Evaluación Preliminar

La recopilación y evaluación de antecedentes, sumado a las tareas ejecutadas hasta el momento, permiten realizar una evaluación preliminar del área de Belén en lo que hace al modelo geoelectrico insinuado. Esto, sumado a los elementos conocidos de la geología superficial y de subsuelo, permite una caracterización hidrogeológica con idéntico grado de certidumbre.

Es menor el conocimiento aún en lo que hace a la hidrología subterránea y en este punto sí, poco es lo que podrá avanzarse sin sondeos exploratorios.

En el área de Londres, la suma de los antecedentes y la investigación hasta aquí realizada, plantean condiciones hidrogeológicas que difieren de las observadas en Belén. El hecho de contarse con información de un solo SEV (N°29) inhibe toda formulación por el momento.

5.1. Modelo Geoelectrico

La interpretación de los cortes geoelectricos tropieza, en el presente trabajo, con la falta de sondeos paramétricos adecuados. De los pozos de cuyo perfil litológico se dispone, solo dos llegaron hasta el Basamento: Belén N°2 y Londres N°1. En coincidencia con el primero de ellos, ubicado en la manzana del Hotel Provincial de Turismo de Belén, se midió el SEV N°1. De acuerdo con él, el relleno sedimentario tiene resistividades entre los 18 ohmios-metro en superficie, y 550 ohmios-metro en el contacto con el Basamento, al que le corresponderían valores superiores a este último.

Este sondeo paramétrico pone de manifiesto uno de los principales inconvenientes de la interpretación en las zonas cercanas a los afloramientos: la falta de contraste entre la resistividad del relleno sedimentario y la del Basamento, puesto que, sin tomar en cuenta valores superficiales, la resistividad del relleno sedimentario es elevada; así, en la zona de Belén y hasta el perfil DD', la mínima encontrada es de 90 ohmios-metro.

Aplicando el criterio de atribuir al Basamento una resistividad de los 500 ohmios-metro se construyeron las secciones AA', BB', CC' (alternativas de máxima profundidad), FF' y GG' de las Figuras N°2 a 5.

Por otra parte, si se considera que las resistividades más bajas de los cortes geoelectricos corresponden a la base del relleno sedimentario, entonces las capas infrayacentes, independientemente de su resistividad, corresponderían al Basamento. Con este criterio se encuentra que las profundidades de este último pueden ser menores que las calculadas en el caso anterior (alternativa de mínima profundidad, Figuras N°2 a 4).

Las tres primeras secciones muestran, por consiguiente, dos modelos simplificados de la salida de la Quebrada de Belén hacia la amplia cubeta de la depresión de Pipanaco. Se estima que dichos modelos pueden ser útiles en una primera etapa de evaluación. En primer lugar, y aún en el caso más favorable, están indicando que el relleno sedimentario tienen una profundidad mínima de 300 metros, de Belén al sur, con una resistividad media mínima del orden de los 200 ohmios-metro, lo que es indicativo de la preponderancia de sedimento grueso en el perfil.

Al sur del corte CC' se advierte una profundización del Basamento, tal como se observa en el perfil FF' (Figura N°5). En su parte norte (SEV N°24, 15 y 16) la profundidad consignada para el Basamento es del orden de los 450 metros. En el SEV N°9 ubicado a unos 200 metros al sur del pozo de Artaza, la capa resistiva profunda que se vino identificando con el Basamento, ya no es detectada. Como los últimos puntos de la curva de resistividad aparente están indicando una tendencia ascendente, prolongándola con este criterio se encuentra que la profundidad mínima del Basamento en este punto es del orden de los 1000 metros.

En los demás SEV ubicados al sur de este accidente (incluyendo aquellos que no forman parte del perfil), se pierde toda evidencia del sustrato resistivo, pese a que algunos de ellos tienen una longitud superior a 2000 metros (SEV N°10, 11 y 13). Por el contrario, todos ellos ponen de manifiesto la

existencia de una zona de resistividad sobre cuya naturaleza litológica solo pueden hacerse especulaciones sin posibilidad de verificación, dado que su profundidad, 250-500 metros, supera la de los únicos pozos existentes en la zona (Artaza DPCM N°1, 86 m; Campo del Medio DAS N°1, 74 m).

Por otra parte, el paquete superior resistivo mantiene similares características resistivas, tanto al norte como al sur de la discontinuidad detectada, lo que más que expresar homogeneidad litológica está indicando la falta de saturación en prácticamente todo este espesor.

En el corte GG' que bordea los afloramientos de la Sierra de Belén, entre Belén y Londres, la profundidad estimada para el Basamento no supera los 400 metros. Las características del relleno sedimentario serían similares a las de la zona norte de Belén, tal lo que se deduce de los valores resistivos obtenidos.

La zona de estudio se encuentra emplazada en el ángulo noroeste del gigantesco graben de Pipanaco, formando parte de la unidad morfoestructural reconocida como Sierras Pampeanas Noroccidentales.

Un basamento cristalino constituido en el área de estudio por rocas graníticas de tipo porfiroide, flanquea la depresión estructural por el norte y noroeste, constituyendo como expresión superficial las denominadas Sierras de Belén y Zapata.

Las fallas principales que limitan la depresión son esencialmente verticales o inversas de alto ángulo, sucediéndose dentro según Viera (3), una serie de escarpas resecuentes de línea de falla; estas suelen ser directas, como respuesta de alivio al esfuerzo compresional que originó el ascenso de los núcleos de basamento.

La cubierta sedimentaria está integrada por sedimentos terciarios pertenecientes a los estratos Calchaquense y Araucanense del Terciario superior

(Mioceno), a los que se les sobrepone el manto aluvional del Cuaternario.

En las áreas marginales del bolsón pueden faltar las capas terciarias, por erosión o porque el fallamiento haya sido externo respecto al borde de cuenca mioceno. Prueba de ello lo constituyen las perforaciones Belén N° 1 y 2 de la DNGyM, ubicadas en la ciudad de Belén.

Una situación similar se da en la quebrada del río Belén. Perforaciones realizadas allí por AyE (6) en cuatro perfiles transversales al río, dan cuenta de que el relleno cuaternario apoya directamente sobre el basamento. La génesis de la quebrada sería tectónica de acuerdo a las evidencias surgidas de estos sondeos, en los que se detectaron fajas de milonitización, no alcanzándose en ningún caso el basamento en posiciones centrales de la cubeta, a profundidades de hasta 60 metros.

La respuesta hidrogeológica de la cubierta sedimentaria no está totalmente dilucidada. Las especulaciones que pueden realizarse sobre esto toman en cuenta perforaciones ubicadas en otros sectores de la cuenca, además de los datos disponibles en el área de estudio.

No caben dudas de que el basamento hidrogeológico deben constituirlo las metamorfitas y granitos precámbrico-paleozoicos.

El resto de la columna estratigráfica aparece en la cuenca con aptitudes acuíferas, incluyendo la cubierta regolítica, que aloja en Londres al único nivel productivo alumbrado (Perforación Londres N°1, DNGyM).

Respecto al terciario, la única evidencia de sedimentos de esta edad en el subsuelo del área de estudio, está dada por la presencia de 50 metros de areniscas alumbradas en el sondeo Londres N°1 de la DNGyM. Su posición en secuencia respecto al acuífero localizado en el granito, sumado a la excelente condición hidroquímica del agua subterránea alojada en este, indicarían condiciones de recarga reciente y directa que debiera darse a través del Terciario. Sin embargo, la localización de la perforación en un área muy disturbada por el fallamiento que dió lugar al graben de Pipanaco, in-

hibe afirmar este comportamiento.

Por otra parte, en otros sectores de la cuenca, el Terciario está asociado a fenómenos de endicamiento y elevación de las aguas subterráneas, que podrían provenir de su baja permeabilidad o de fenómenos estructurales, o de ambos asociados. Esto es observable en la localidad de la Ciénaga, al norte de Belén y en el paraje El Pozo, ubicado al sur de la Cuesta de Belén.

En los antecedentes consultados (2) (3) (8), se menciona un Terciario productivo, poco conocido y ubicado siempre en la vertiente occidental del Ambato, al oriente del Salar de Pipanaco.

Por estos motivos, se plantea con dudas la aptitud de estos sedimentos para almacenar y transmitir el agua subterránea, así como el carácter primario o secundario de su permeabilidad.

Las formaciones cuartarias son en general acuíferas en el sector noroccidental del bolsón. En jurisdicción de Belén los sondeos de la DNGyM detectaron capas productivas en los niveles inferiores del cuartario. Estas se ubican por lo tanto a gran profundidad y son de reducido espesor, y aunque la información de los ensayos es imprecisa e incompleta, lo implícito en los planos revelaría muy baja productividad.

Este comportamiento es debido probablemente a su gran permeabilidad, a la profundidad del basamento y al elevado "gradiente" de este en la faja de fallamiento marginal del bolsón, lo que deriva en niveles muy profundos y de reducido espesor. Sin embargo, transpuesta la franja de fracturación, en su circulación al sudeste, los niveles se elevan al aproximarse al salar, que a una cota algo superior a los 700 msnm constituye el nivel de base regional, al menos de los niveles productivos superiores.

También son productivos los sedimentos cuartarios del subálveo de los ríos, al menos los de carácter permanente para el área serrana, como se evidencia en la quebrada del río Belén. Debe anotarse sin embargo, que ensayos de permeabilidad del tipo Lefranc allí realizados (6), denotaron una sucesión de

capas acuíferas con paquetes francamente acuitados intercalados. Se anunciaron condiciones no esperadas. Una red de pozos piezómetros instalados en esa ocasión acusó variaciones mínimas al pasaje de la onda de crecida estival, confirmando la presencia de niveles intercalados de muy baja permeabilidad.

De todos modos, en las cuatro secciones estudiadas en la quebrada, se observó una tendencia al aumento de la permeabilidad por debajo de los 40-50 metros, midiéndose valores del coeficiente (k) de 100 metros/día. Teniendo en cuenta la profundidad del basamento en la faja central, que oscila entre 60 (sondeos AyE que no tocaron la roca) y 100 metros (SEV N°5), las transmisividades a alcanzar por estos niveles estarían por encima de los 1000 metros²/día.

6. CONCLUSIONES PRELIMINARES

Los resultados obtenidos de la prospección geofísica han brindado algunos elementos adicionales para la comprensión de la hidrogeología del área, cuyas conclusiones preliminares son las siguientes:

- Ha quedado definida una potente sucesión de sedimentos cuaternarios de respuesta eléctrica homogénea para la parte proximal del abanico aluvial en jurisdicción de Belén. En esa posición la cubierta alcanza espesores de 300-450 metros y transpone hacia el sudeste la manifestación del fallamiento, sin alteraciones en su comportamiento. Las altas resistividades medidas para este paquete, están de acuerdo con la granometría de los sedimentos y su estado de no saturación.
- Se ha localizado a la altura de Artaza una discontinuidad en las secciones geoelectricas, que evidencia la posición de la falla principal que limita el graben. Su presencia impone dos cambios notables en el modelo geoelectrico observado al sur de su manifestación: la profundización del basamento y la aparición de capas medianamente conductivas por debajo del paquete superior resistivo.
- La no detección del sustrato resistivo en profundidad impide conocer con certeza la ubicación del basamento al sur de la fractura. Especulaciones válidas de la interpretación geoelectrica, asignan una profundidad mínima de 1000 metros en jurisdicción de Artaza.
- Las capas conductivas aludidas podrían corresponderse con sedimentos del Terciario superior o bien evidenciar la presencia del nivel de saturación, ya sea en terrenos terciarios o cuaternarios.
- En algunos SEV ubicados al norte de la fractura aparece una capa de menor conductividad por encima del sustrato resistivo, que se interpreta debe corresponder a niveles saturados del acuífero ubicados en la cubierta regolítica del basamento y/o en la porción inferior del relleno cuaternario.

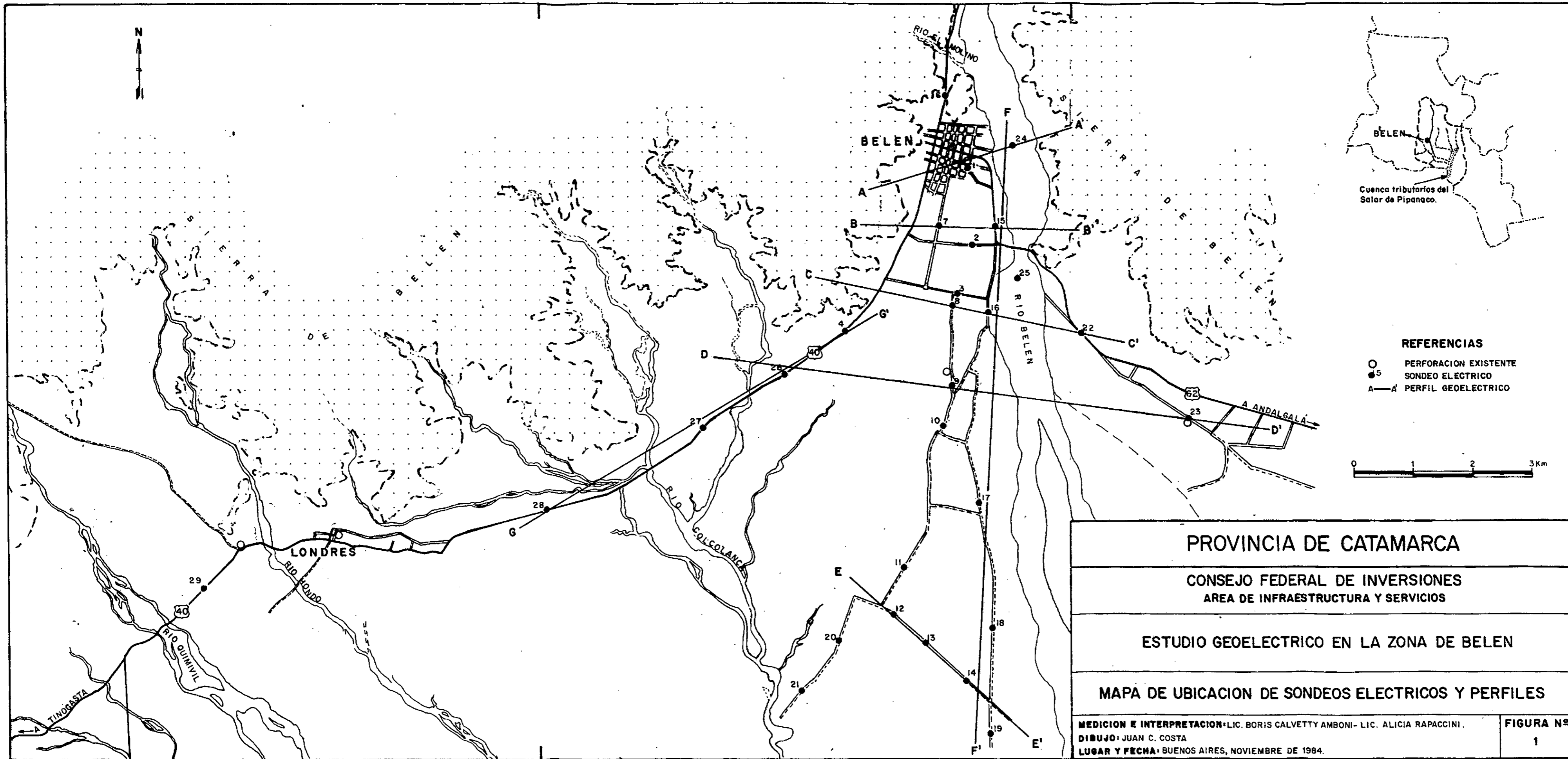
7. PLAN DE TAREAS PROPUESTO

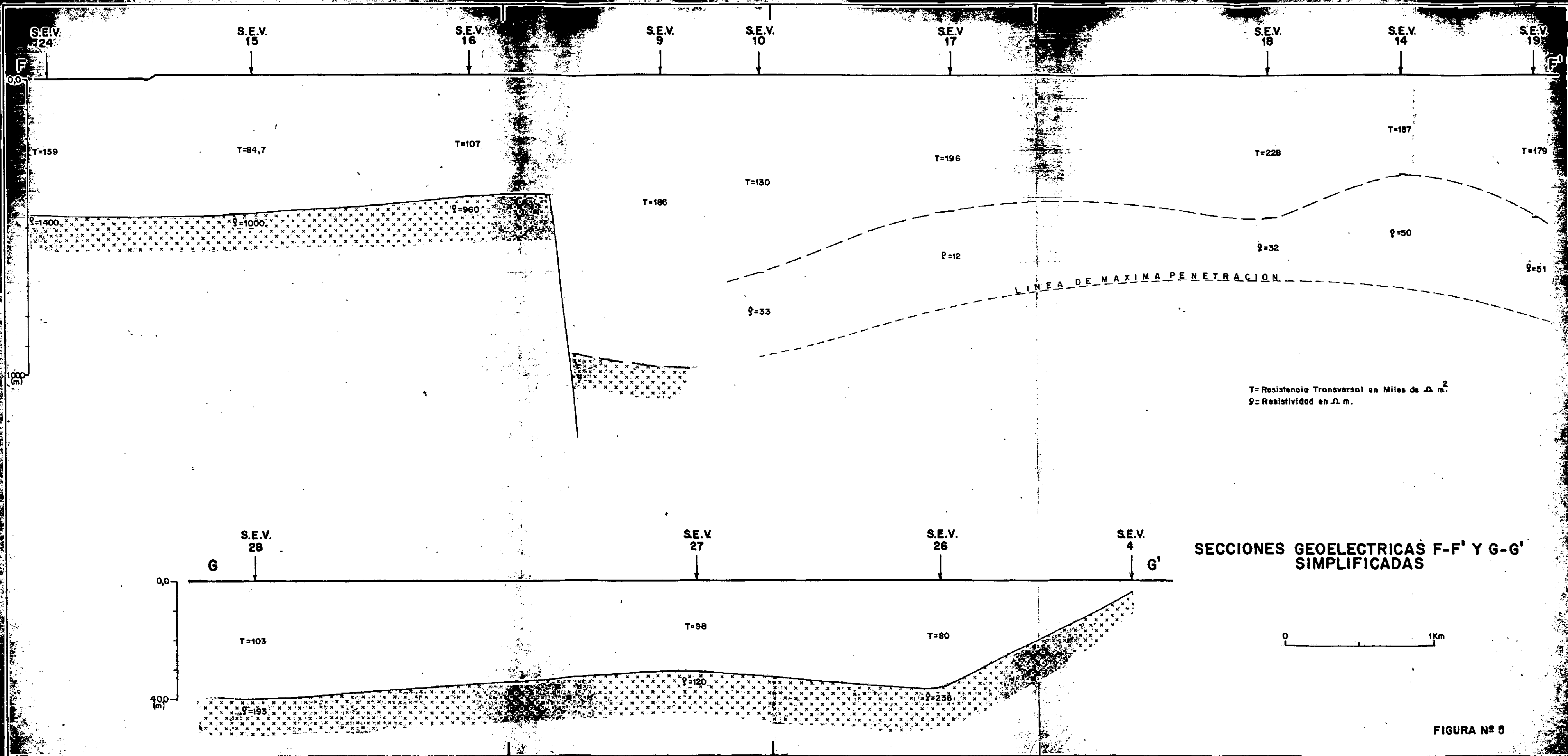
Las tareas de prospección eléctrica se circunscribieron hasta el presente a la zona de Belén, donde a lo ejecutado e interpretado hasta la fecha resta poco por agregar. En cambio se considera de interés ampliar el número de mediciones en las jurisdicciones de Londres y La Puntilla, por lo que las próximas campañas podrían ajustarse al siguiente plan de tareas:

- Mediciones en zona de Belén
 - . Dos SEV de un mínimo de 4000 metros entre electrodos de corriente, ubicados al sur de Artaza.
 - . Uno o dos SEV en la quebrada de Belén.
- Mediciones en zona de La Puntilla
 - . Cinco a diez SEV sobre ruta Belén-Andalgalá y caminos vecinales.
 - . Dos SEV sobre el paraje El Pozo y la depresión estructural que flanquea la Cuesta de Belén.
- Mediciones en la zona de Londres
 - . Continuar mediciones sobre Ruta Nacional N° 40 hasta el río Piscuyacu.
 - . Dos SEV sobre ruta a Tinogasta por la Cuesta de Zapata.
 - . Cinco SEV en parcelas A y B.
 - . El número de SEV posibles en el área comprendida entre Londres y Shincal.
- Sondeos paramétricos sobre sedimentos terciarios.

BIBLIOGRAFIA

- (1) AGUA Y ENERGIA, . "Construcción del dique derivador Belén y obras complementarias". Pliego DR-1, memoria descriptiva. (Inédito).
- (2) FACTOR, A., 1982. "Programa Provincial para uso del agua". Consejo Federal de Inversiones. Buenos Aires.
- (3) ESIN Consultora S.A., 1983. "Estudio de reconocimiento de recursos geotérmicos de baja entalpía en la zona de Belén". Subsecretaría de Desarrollo Económico de la Provincia de Catamarca- Secretaría de Energía de la Nación. Buenos Aires.
- (4) GONZALEZ BONORINO, F.,1972."Descripción geológica de la hoja 13c, Fiambalá", Dirección Nacional de Geología y Minería. Buenos Aires. Boletín 127.
- (5) GONZALEZ BONORINO, F.,1950."Geología y petrografía de las hojas 12d, ~~Catamarca y 13a, Andalgalá~~. Dirección Nacional de Geología y Minería. Buenos Aires. Boletín 70.
- (6) AGUA Y ENERGIA,1971."Dique nivelador sobre el río Belén - Estudio geotécnico del subsuelo". Informe interno realizado por Rodio Argentina S.A. (Inédito).
- (7) AGUA Y ENERGIA,1975."Estudio hidrológico estadístico del río Belén". Informe interno.(Inédito).
- (8) FERNANDEZ, A.,1974."Evaluación preliminar del recurso hídrico subterráneo en la cuenca del Salar de Pipanaco, Provincia de Catamarca". INCYTH. Buenos Aires.
- (9) ZOHDY, A.R.,1974."A computer program for the automatic interpretation of Schlumberger sounding curves over horizontally stratified media". Geological Survey. Springfield.
- (10) ZOHDY,A.R.,1974."Automatic interpretation of Schlumberger sounding using modified Dar Zarrouk funtions". Geophysics: 713-728.
- (11) SOSIC, M.J.V.,1963."Descripción hidrogeológica de la hoja 14d,Salar de Pipanaco, Provincias de Catamarca y La Rioja".Dirección Nacional de Geología y Minería. Buenos Aires.(Inédito).



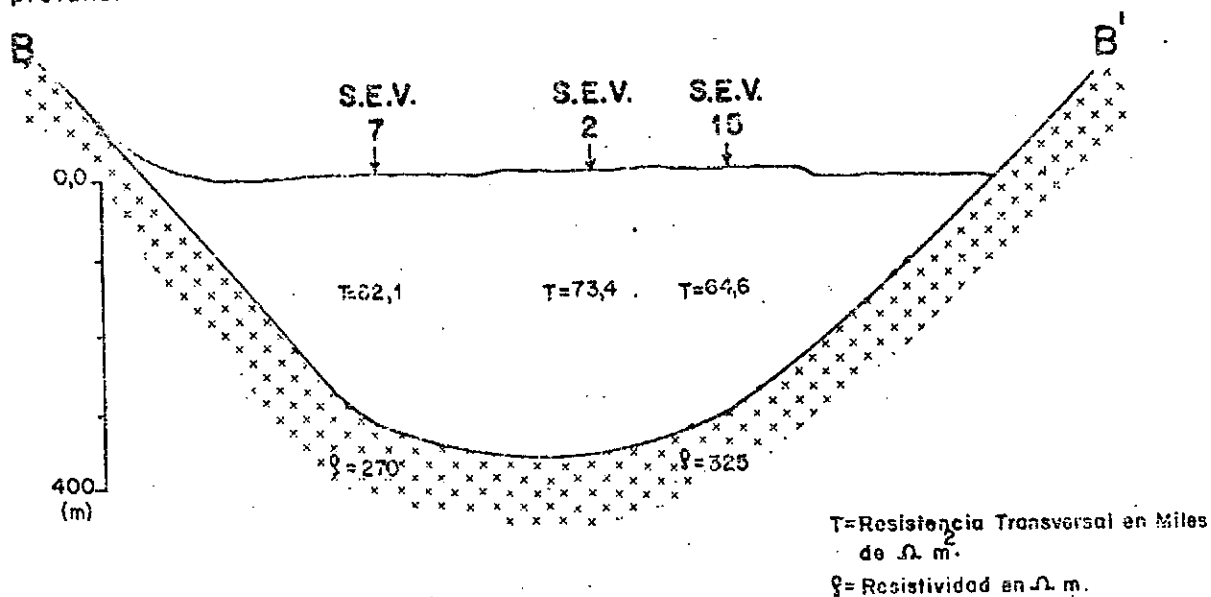


SECCIONES GEOELECTRICAS F-F' Y G-G' SIMPLIFICADAS

FIGURA Nº 5

SECCION GEOELECTRICA B-B' SIMPLIFICADA (CONFIGURACION DEL BASAMENTO)

Alternativa de mínima profundidad.



Alternativa de máxima profundidad.

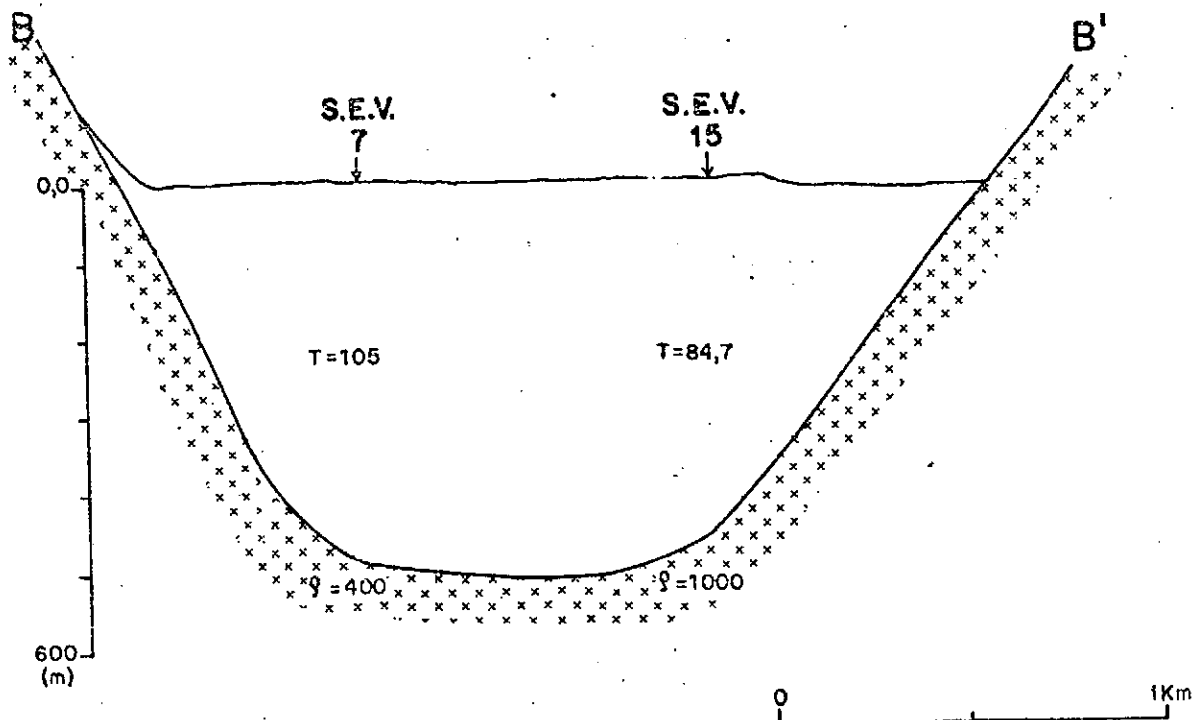


FIGURA Nº 3

SECCION GEOELECTRICA C-C' SIMPLIFICADA (CONFIGURACION DEL BASAMENTO)

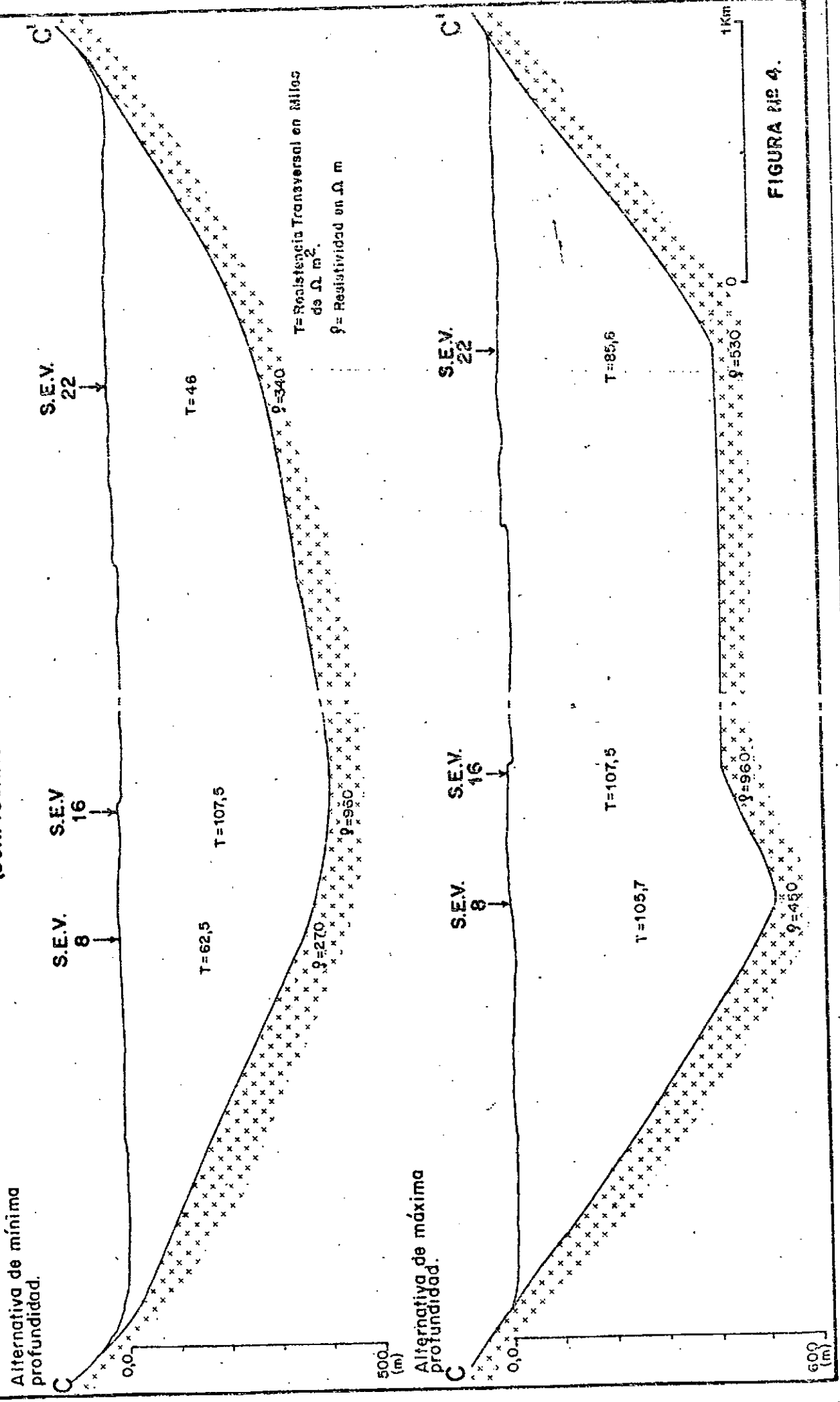
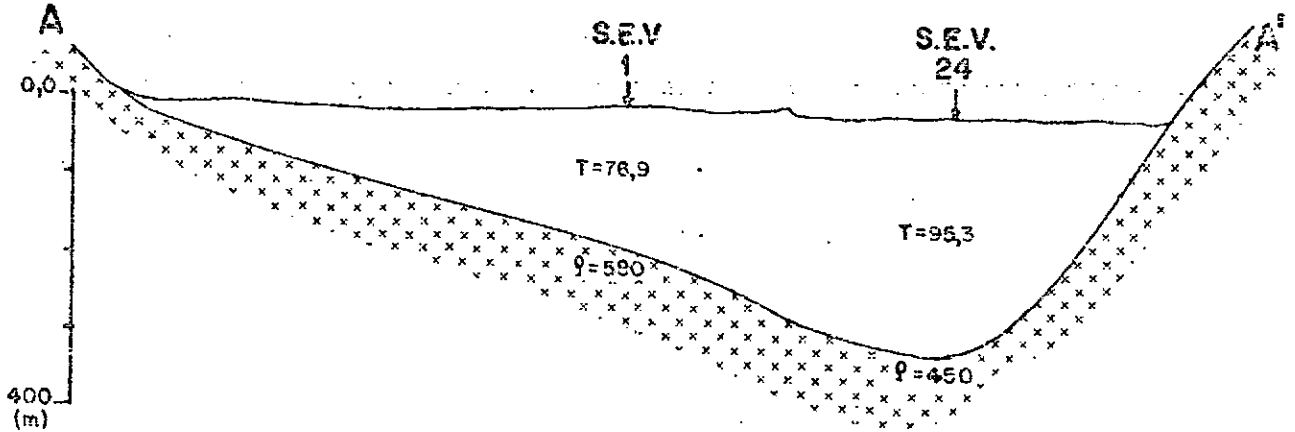


FIGURA Nº 4.

SECCION GEOELECTRICA A-A' SIMPLIFICADA (CONFIGURACION DEL BASAMENTO)

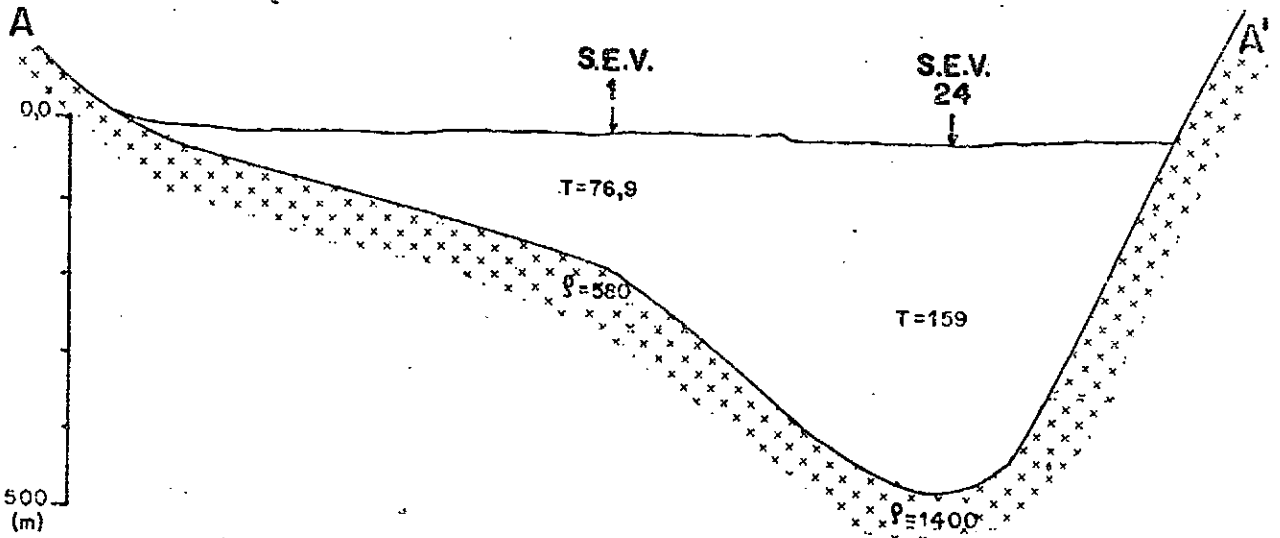
Alternativa de mínima profundidad.



T=Resistencia Transversal en Miles de $\Omega \cdot m$

ρ =Resistividad en $\Omega \cdot m$.

Alternativa de máxima profundidad.



0 1Km

FIGURA Nº 2

ANEXO N° 1

Incluye las planillas de medición compuestas por los valores de I (mA) y V (mV) medidos y los de ρ_a ($\Omega.m$) calculados y volcados en papel bilogarítmico (módulo 62,5 mm), operaciones éstas realizadas en el campo.

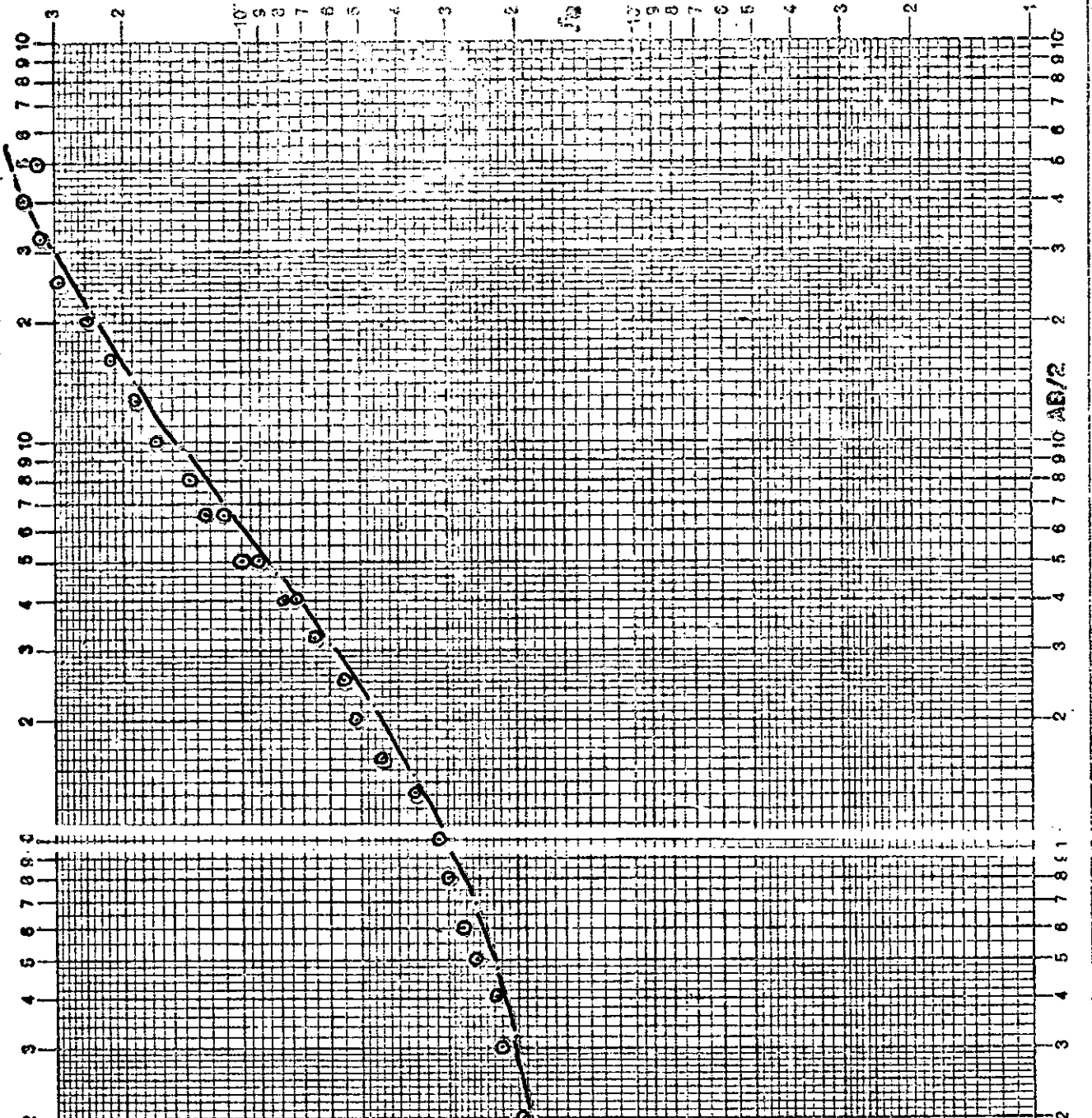
Partiendo de los puntos de resistividad aparente se dibujó en cada caso una curva continua, la que digitalizada a razón de seis puntos por ciclo se introdujo como dato en el programa de Zohdy (10), del que se obtiene por resultado un corte geoelectrico en función de resistividades y espesores, volcado al pie de cada planilla.

La curva de resistividad aparente correspondiente al corte geoelectrico calculada por el mismo programa, es la dibujada en el gráfico, de modo que comparada con los datos de campo brinda un control de la interpretación.

Provincia: CATAMARCA S.E.V. Nº 1
 Depto: BELÉN Rumbo: N-S
 Zona: Belén Fecha: 26/7/84

Observaciones: Paramétrico Hotel
 Provincial a 50 m posible ubi-
 cación poro Perforado
 Sobre terreno baldío.

AB/2 (m)	MM (m)	I (mA)	V (mV)	ρ_o (Ωm)
2	1	9.2	15.1	19.34
3		16.5	14.7	21.8
4		32	14.5	22.42
5		47.5	15.5	25.37
6		66	16.1	27.40
8		70	10.4	29.76
10		70.5	7.1	31.56
13		112	7.6	35.97
16		94	5.1	43.59
20		217.5	9.6	50.76
25		270	7.5	54.52
32		427	6.6	64.78
40	1/20	235/73	3.6	238.69/3354
50	1/20	490/112	6.2	26.519/7/892
65	1/20	310/156	3.4	26.5122/1101
80		185	25.5	156
100		358	35.5	163
125		470	35.3	184
160		363	19.5	215
200		984	38	242
250		515	16.6	283
320		820	16.6	345
400		1020	14.3	352
500		655	5.5	330
500		680	6.0	346

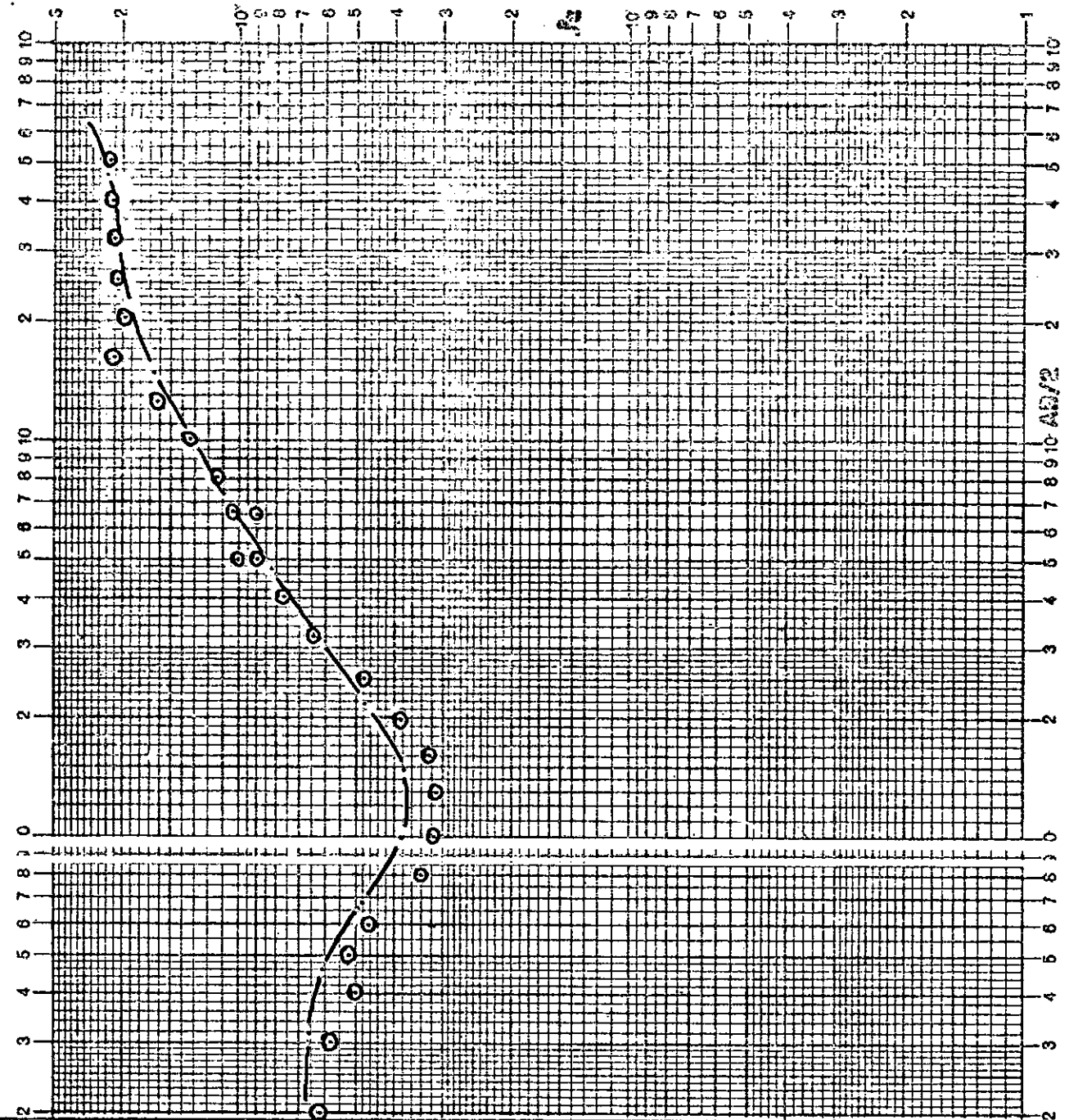


18	32.6	333	109250	485	556	580
10'						
10 PROF (m)						

Provincia: CATAMARCA S.E.V. N° 2
 Depto: BELEN Rumbo: E-W.
 Zona: B° Huevo Fecha: 30/7/84

Observaciones: Borde calle 450m al
 Este de calle San Martín

AD/2 (m)	MPI (m)	I (mA)	V (mV)	ρ_o (Ω m)
2	1	9,9	52,5	63,5
3		9,2	19,6	58,6
4		10,4	10,7	50,9
5		23,2	15,7	52,5
6		28	11,5	46,1
8		76	13,1	54,5
10		108	11,0	31,9
13		174	10,4	31,7
16		385	15,6	32,6
20		510	15,6	38,4
25		595	14,7	48,5
32		565	11,3	64,3
40		590	9,1	77,5
50	116	460/146	53/30,6	90,5/100,2
65	116	610/295	4,6/31,4	91,1/103,6
80		470	42,6	72,7
100		415	28,3	133
125		400	22,6	173
160		675	26,1	209
200		850	21,0	194
250		660	11,1	206
320		350	3,6	207
320		1100	11,1	203
400		1680	10,8	202
500		820	3,6	215



100,7	15	287	331	411	240	139	170	701
-------	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

① lect. inestable
 ② Elect. W 10m antes de canal

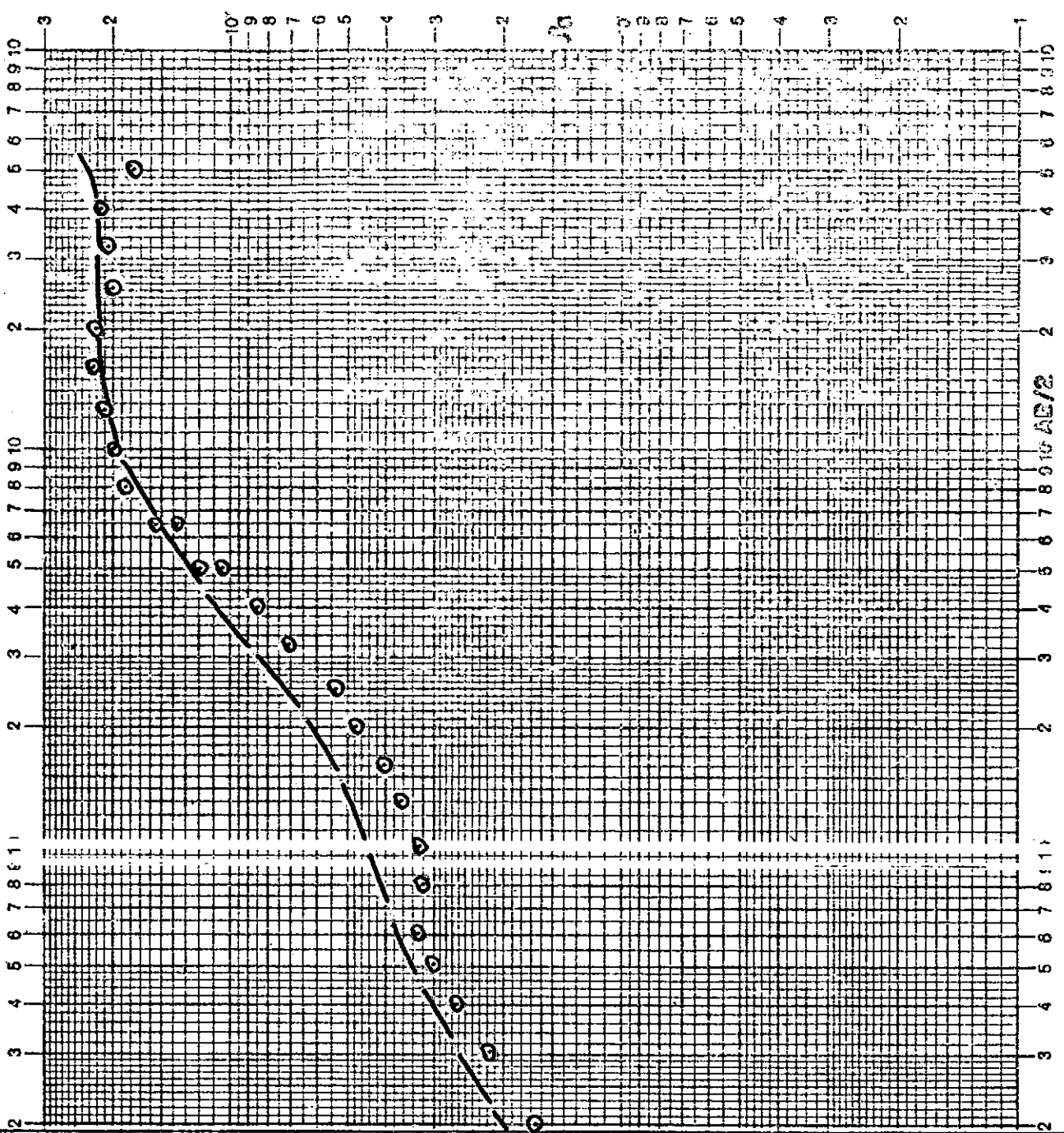
PROF (m)

$\times 10^2$

10

Provincia: CATAMARCA S.E.V.Nº 3
 Depto: BELEN Rumbo: E-W
 Zona: Bº Huaco Fecha: 30/7/84

Observaciones: Calle del Vivero



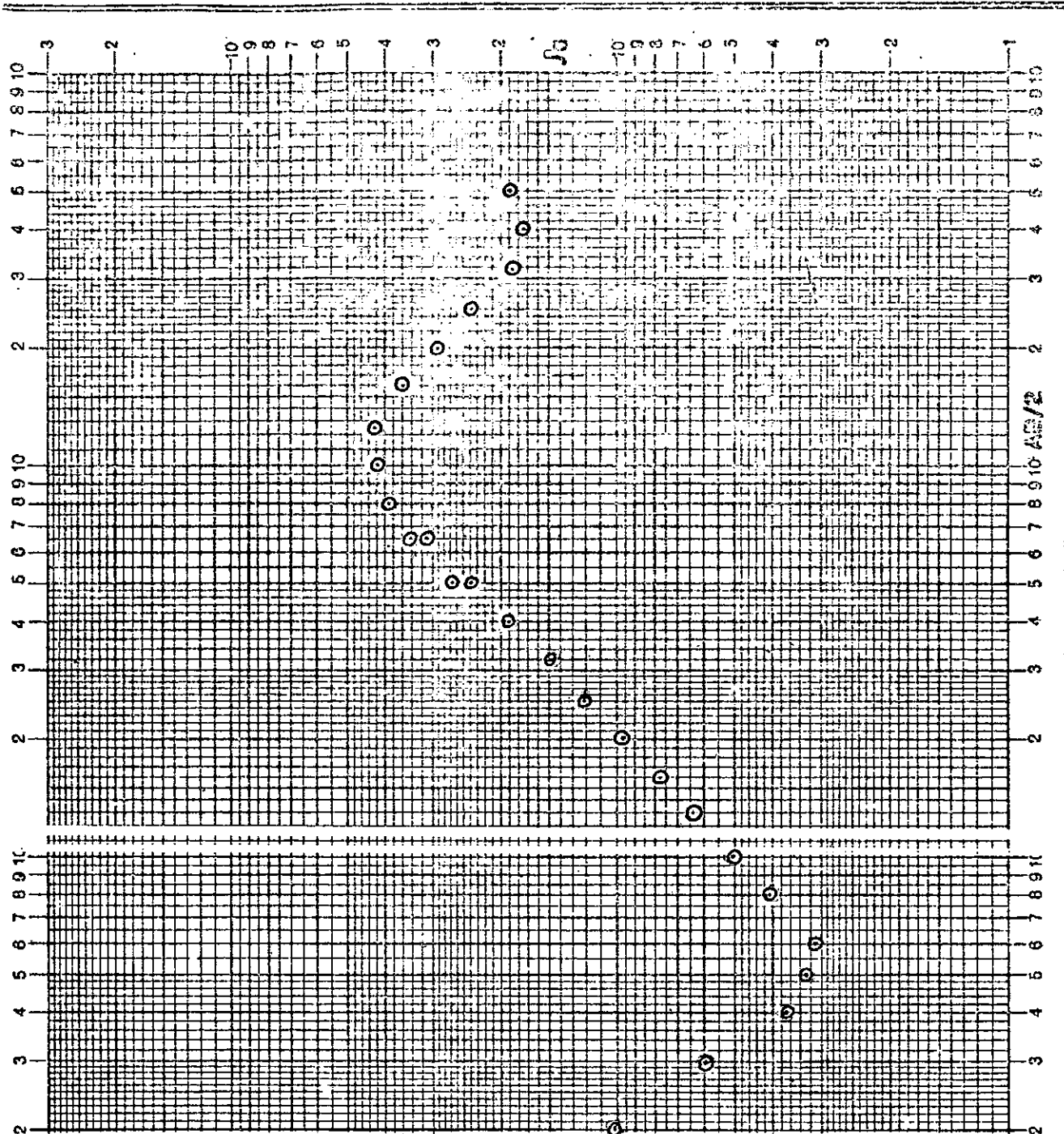
AE/2 (m)	MI (m)	I (mA)	V (mV)	ρ_a ($\Omega \cdot m$)
2	1	34,8	49,2	16,7
3		32,3	25,5	21,7
4		6,7	35,7	26,4
5		70,5	27,4	30,2
6		60,5	17,6	32,7
8		85,6	13,6	34,8
10		116	12	32,4
13		210	18,4	36,1
16		300	15,1	40,4
20		360	13,4	46,8
25		410	11,2	53,6
32		645	15,0	64,4
40		1120	19,2	86,2
50	1/16	104/86	14,2/21,2	104/118
65	1/16	122/89	12,5/16,8	115/152
80		94	14,7	185
100		145	14,9	199
125		585	40	209
160		400	18	226
200		760	21,4	221
250		140	23	201
320		1200	12,2	204
400		1070	7,4	217
500		1500	5,5	180

15	81	44	492	1540	397	180	100	325	3350
30m s/w del can 2-1 500m " " del cementerio									
17 PROF (u) 10^2									

Provincia: CATAMARCA S.E.V. N° 4
 Depto: BELEN Rumbo: SW-NE
 Zona: Alpamicuna Fecha: 31/7/84

Observaciones: Sobre ruta a
 Londres, Pendiente hasta el 4°
 Limo arenoso.

AG/2 (m)	AN (m)	I (mA)	V (mV)	ρ_a (Ωm)
3	1	57	43,5	109,5
3		71,5	25,0	59,8
4		17,8	13,4	37,2
5		27	11,4	32,6
6		47,5	11,6	31,4
8		50,5	10,2	40,5
10		69	11,1	50,4
13		87	10,6	64,6
16		100	9,6	77,1
22		182	14	96,6
25		190	11,7	121
32		208	9,6	178
40		228	8,6	190
50	116	205/465	22/26	238/267
65	116	30/81	7,0/22,6	310/359
80		87	25,5	387
100		48	21	418
125		105	14,5	422
160		170	12,3	363
200		209	10,7	290
250		318	6,2	234
320		400	3,7	186
400		540	4,7	176
500		1096	4,2	188

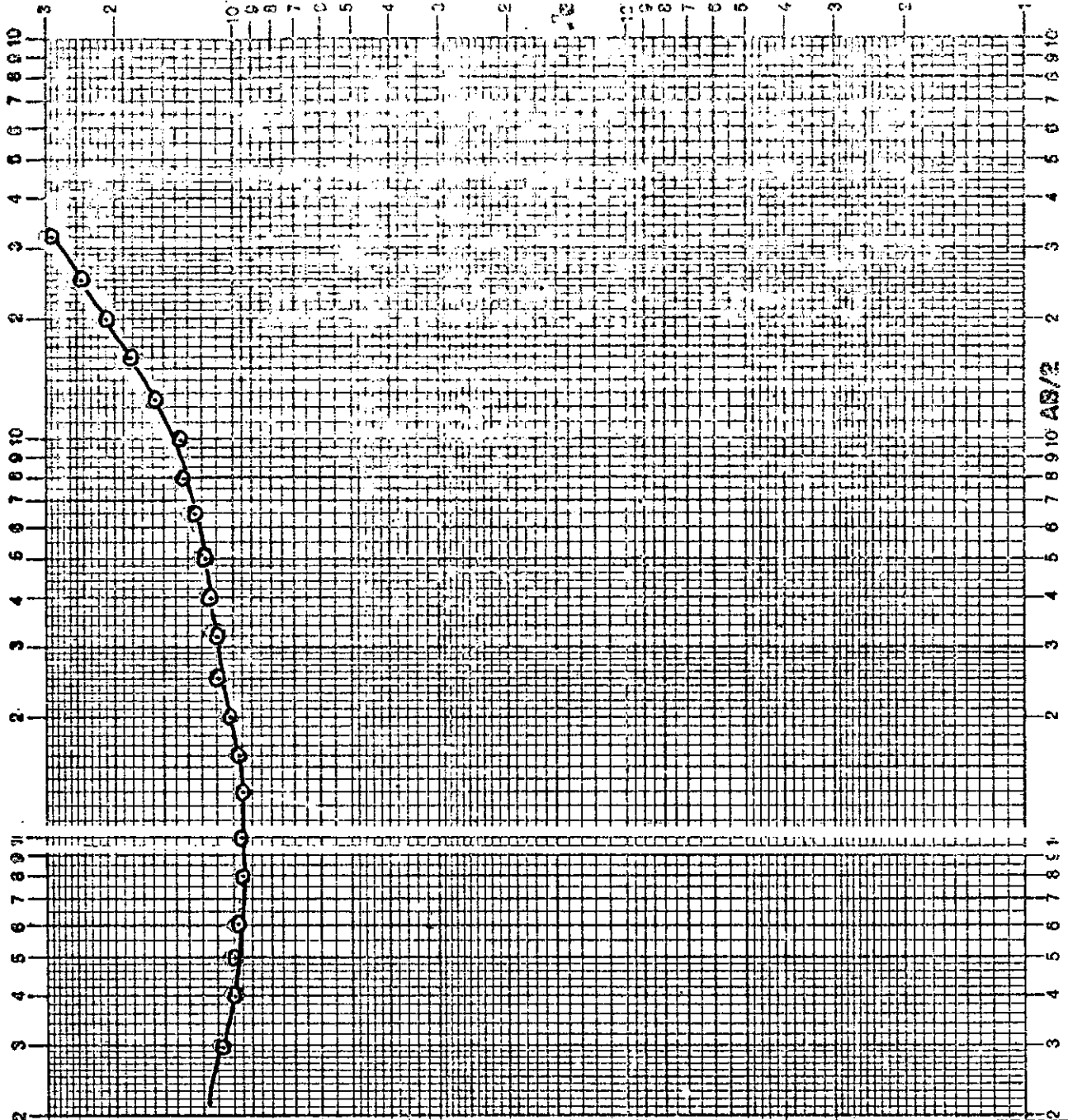


Elect. S en arroyo Alpamicuna.

Provincia: CATAMARCA S.E.V.N.B. 5
 Depto: BELEN Rumbo: N-S
 Zona: La Toma Fecha: 1/8/84

Observaciones: a 500m aguas
 arriba de la Toma en
 lecho rio Belén

AD/2 (m)	NI (m)	I (mA)	V (mV)	ρ_a (cm)
3	1	23,5	92,5	198,2
4		29,3	59,6	100,6
5		19,5	25,2	100,5
6		50	43,5	97,7
8		60,5	28,7	95,0
10		63,5	19,6	96,7
13		104	19,2	95,1
16		88	10,6	96,8
20		151	12,1	100,6
25		195	10,7	104,7
32		340	11,6	110
40		450	10,2	114
50	1/16	470/50	7,0/23,6	117/120
65	1/16	790/75	7,6/11,6	128/126
80		130	14,1	135
100		85	6	138
125		148	3,7	159
		120	12	/
180		170	6,2	183
200		175	4,7	211
250		415	8,3	245
320		560	8,1	190



Elect. S en rio (agua) 125

94

135

108

16/323

833

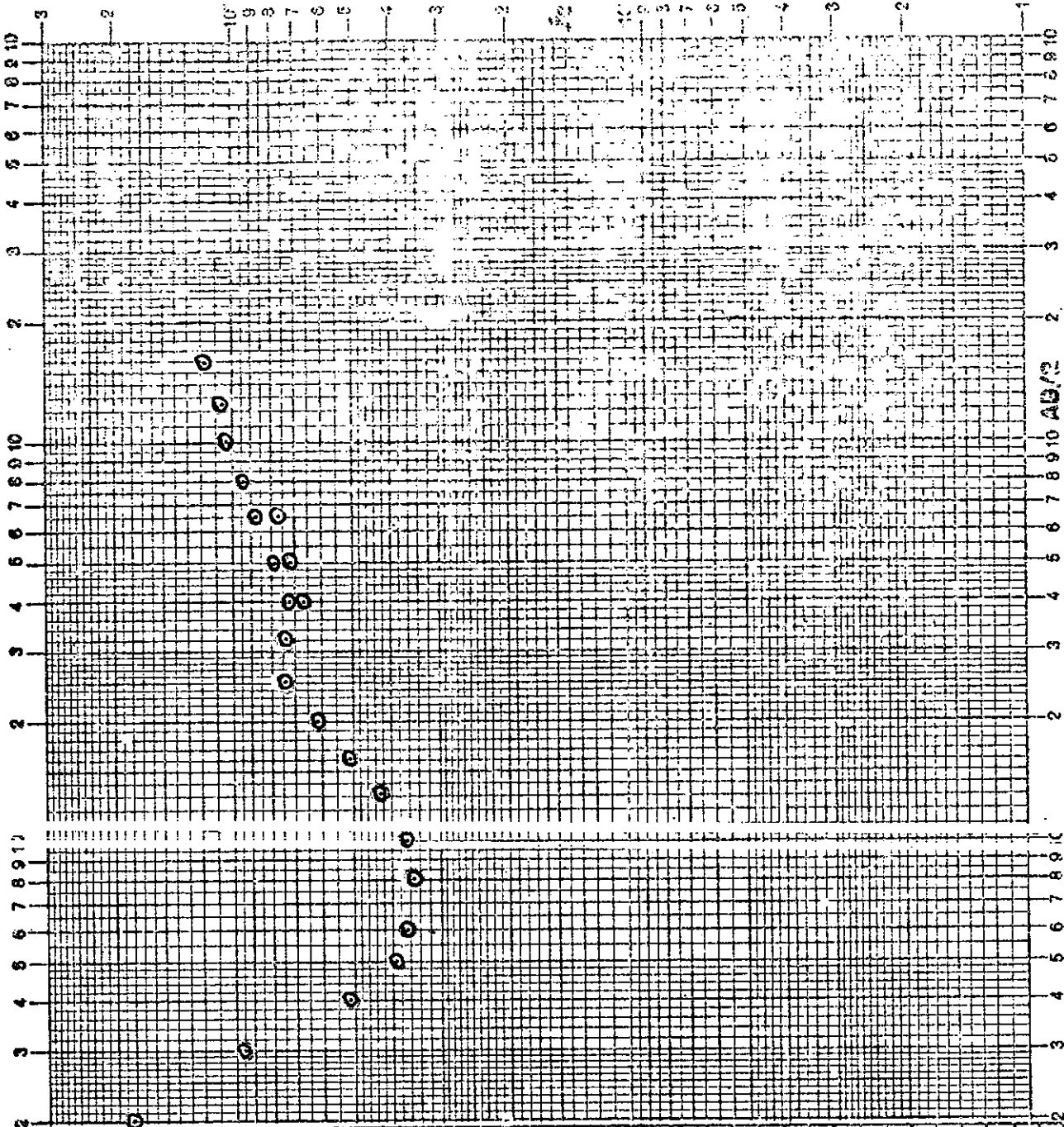
1

$\rho_{20} F (cm)$

Provincia: CATAMARCA S.E.V. Nº 6
 Depto: DELEN Rumbo: N-5
 Zona: B' del Molino Fecha: 31/7/84

Observaciones: Paramétrico
 Barrio EL MOLINO. al W Molino
 Km 1 Ruta 40

AB/2 (m)	MIN (ms)	I (mA)	V (mV)	P ₀ (Ωm)
2	1	10,4	76,4	185,8
3		16	55,6	95,5
4		22,5	29,7	51,6
5		40,6	20,5	39,4
6		65,5	21,3	36,5
8		60	10,5	35,0
10		88	10,3	36,7
13		104,4	8,4	42,7
16		215	13,6	50,8
20		590	28,6	60,9
25		270	10,1	73,4
32		375	8,6	73,8
40	1196	370/64	53/142	72/669
50	1116	140/57	14/8,5	78,5/71,3
65	1116	650/322	4,3/30,4	82,8/77,7
80		322	24,3	43,9
100		363	20,2	102,9
125		340	12,0	107,8
160		200	4,7	118

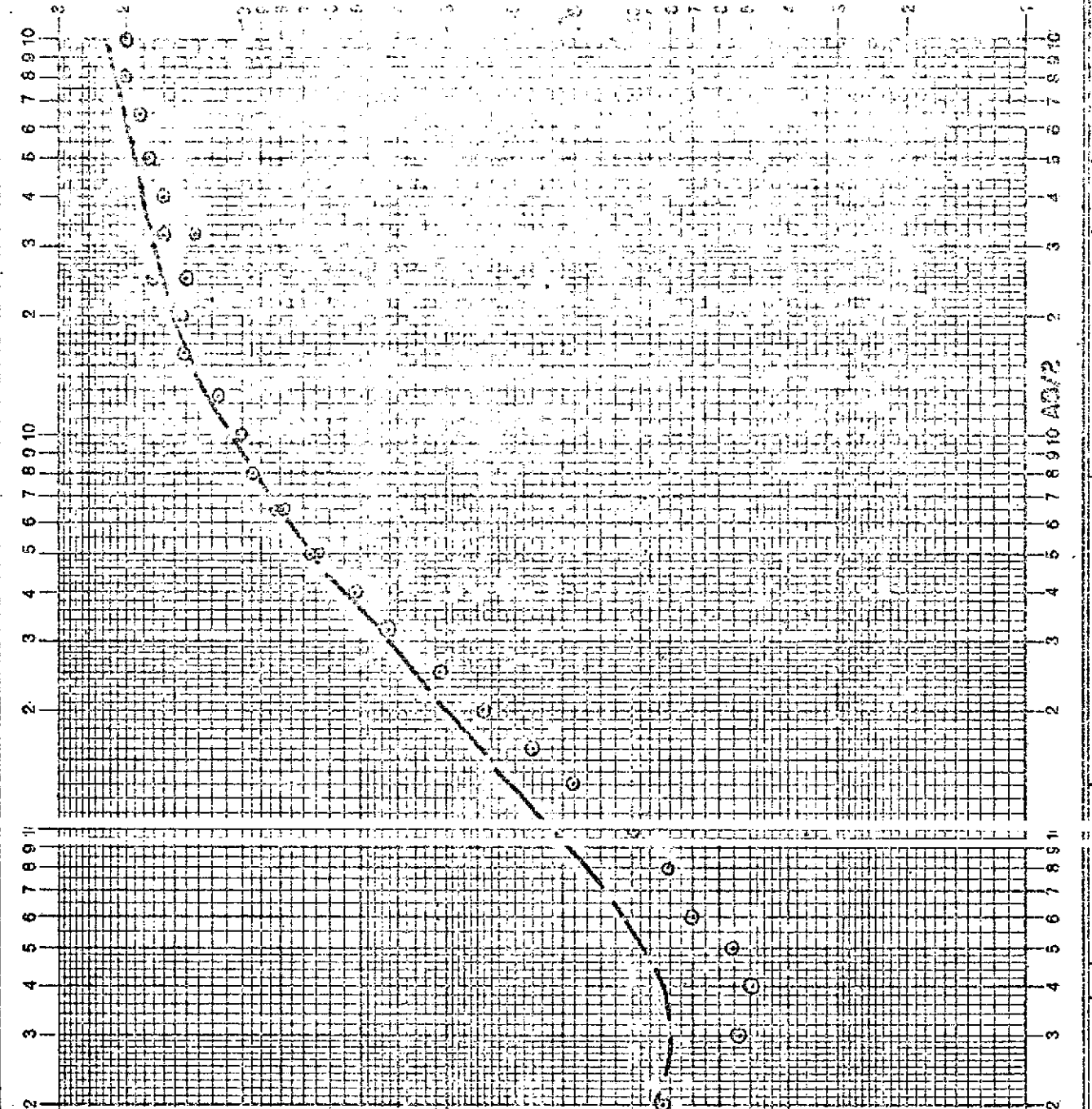


10²

Provincia: CATAMARCA S.E.V.Nº 7
 Depto: Belen Rumbo: N-S
 Zona: Fecha: 23-9-84

Observaciones:
 En calle San Martín, 1000m del CEMENTERIO

Altura (m)	SW (m)	I (m/s)	V (m/s)	P ₀ (mm)
2	1	19,7	13,6	8,39
3		26,6	5,2	5,37
4		54	5,4	4,95
5		108	7,6	5,5
6		146	9,0	6,9
8		137	5,5	8,0
10		146	4,6	9,9
13		216	5,7	14
16		152	3,4	18
20		480	9,3	24,3
25		170	2,7	31,2
32		340	4,5	42,6
40		550	5,6	51,2
50	1/20	726/253	6,1/43,4	66/64,7
65	1/20	411/157	2,5/19,3	81/79,6
80		153	14,6	94,4
100		65	5,5	100,6
125		576	27,5	116
160		642	22,6	141
200		762	17,5	144
250	20/80	616/230	7,6/16,3	140/170
320	20/80	1062/630	8,7/25,4	131/160
400		234	6,0	160
500		452	8,1	175
650		1600	20	184
800		1240	10	202
1000		1700	5,6	200



6,6	33	227	510	255	170	208	360
							10 ²
							P40F(m)

Provincia: CARAMARCA S.E.V. No 8

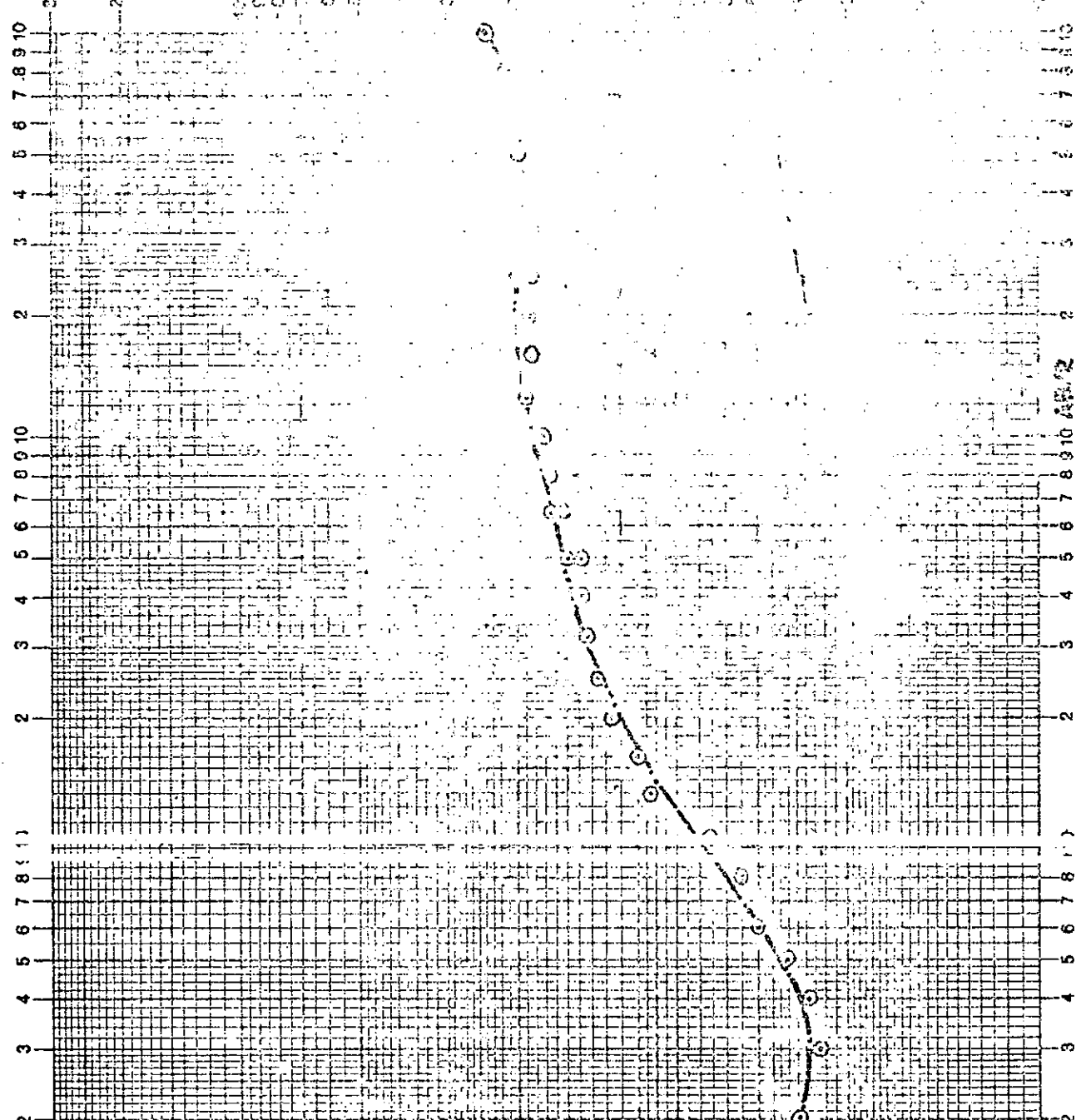
Cantón: Balón

Fecha: 16/9/84

Observaciones: 180m al S. de la Avenida de Circunvalación.

A 650m al N de la casa de José Gutierrez

Altura (m)	W (m)	V (m/s)	H _{ja} (mm)
2	1	24,4	39,5
3	15,5	19,9	35,3
4	15,5	11,8	31,7
5	17,6	9,6	42,4
6	21,6	9,6	49,9
8	52,5	17,0	64,8
10	48,5	11,8	16,2
13	12,5	12,7	92,9
16	53,6	6,7	100
20	43,6	8,7	117
25	163,6	10,6	127
32	186,6	7,7	133
40	206	5,6	137
50	193,6/109,6	3,7/31,1	150/139
65	646/312	80/82,4	164/156
80	220	36,5	164
100	336	34,0	171
125	265	20,7	190
160	50,5	2,3	182
200	187,6	5,6	187
250	675/315	12,9/31,6	187/200
320	406/415	4,6/25,8	182/192
400	277	10,8	193
500	360	9,2	199
650	616	9,6	206
800	915	9,8	214
1000	1300	10,0	



28	410	172	356	259	154	125	164	570	417
1									

10²

PILOF (cm)

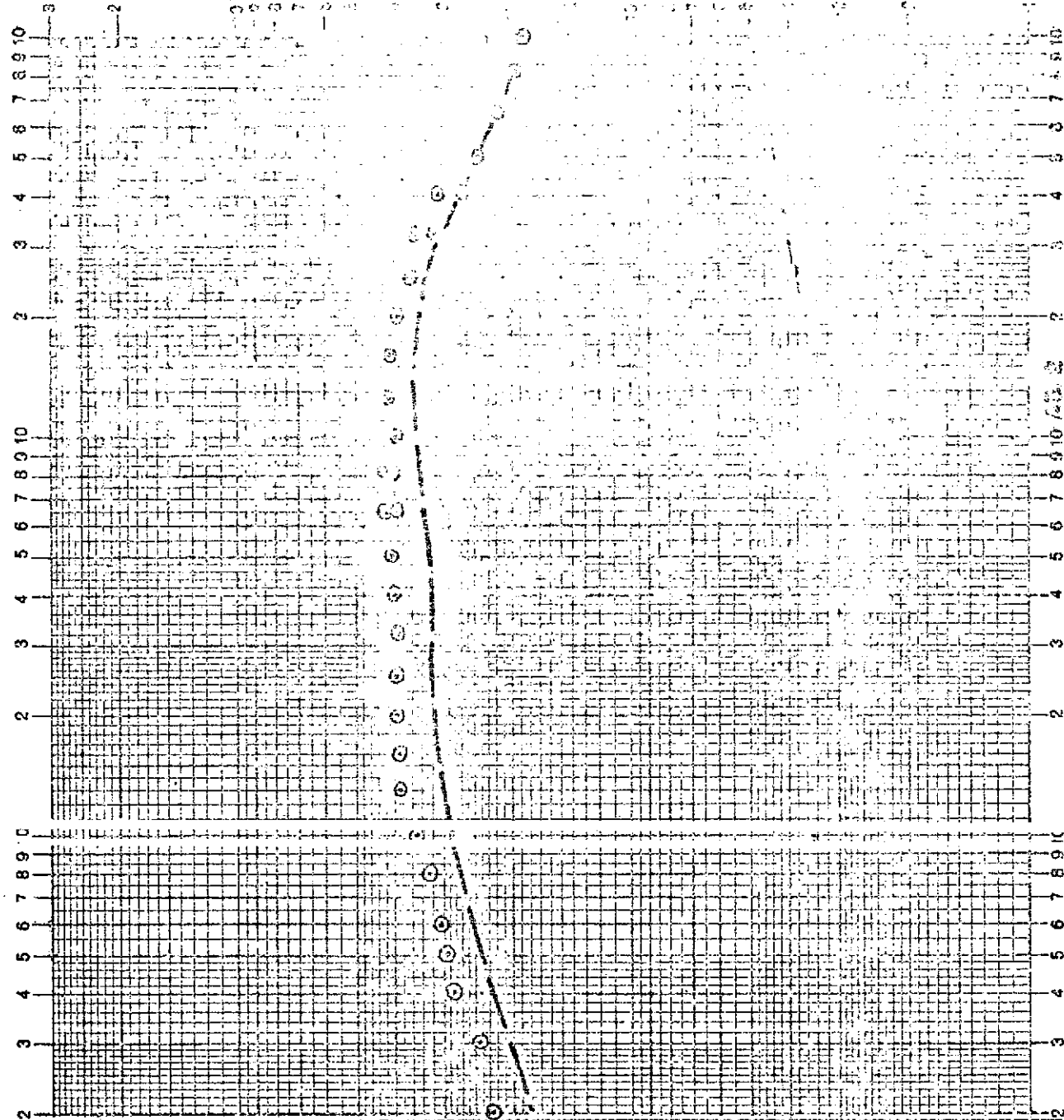
9

Provincia: CATAMARCA S.E.V.NE
 Cantón: Belén
 Zona:

Observaciones:

250 m al Sur del Pozo de Artaza.

Altura (m)	N.M. (m)	i (m/A)	V (mV)	ρ_{θ} (ohm)
2	1	211,2	408	227
3		31,6	286	249
4		30,0	171	282
5		18,6	70	293
6		16	45	316
8		22,7	37	326
10		33,5	38	335
13		20,5	148	383
16		15,2	7,3	386
20		47,4	44,9	395
25		67,6	13,6	395
32		12,5	151,2	397
40		210	16,5	395
50		2,56	13,7	402
65	1/26	325/67,4	102/547	417/398
80	1/26	457/130	9,5/69,7	418/404
100		75	24,5	388
125		165	36,2	411
160		132	17,8	414
200		234	19,7	393
250		220	10,6	363
320	26/100	157/155	4,5/153	354/310
400	26/100	605/610	9,8/332	315/269
500		77	22,8	247
650		816	13,5	218
820		805	7,5	196
1000		825	5,0	189



276 375 230 176 103 100 170

10² PROF (m)

Provincia: CATAMARCA S.E.V. N° 10

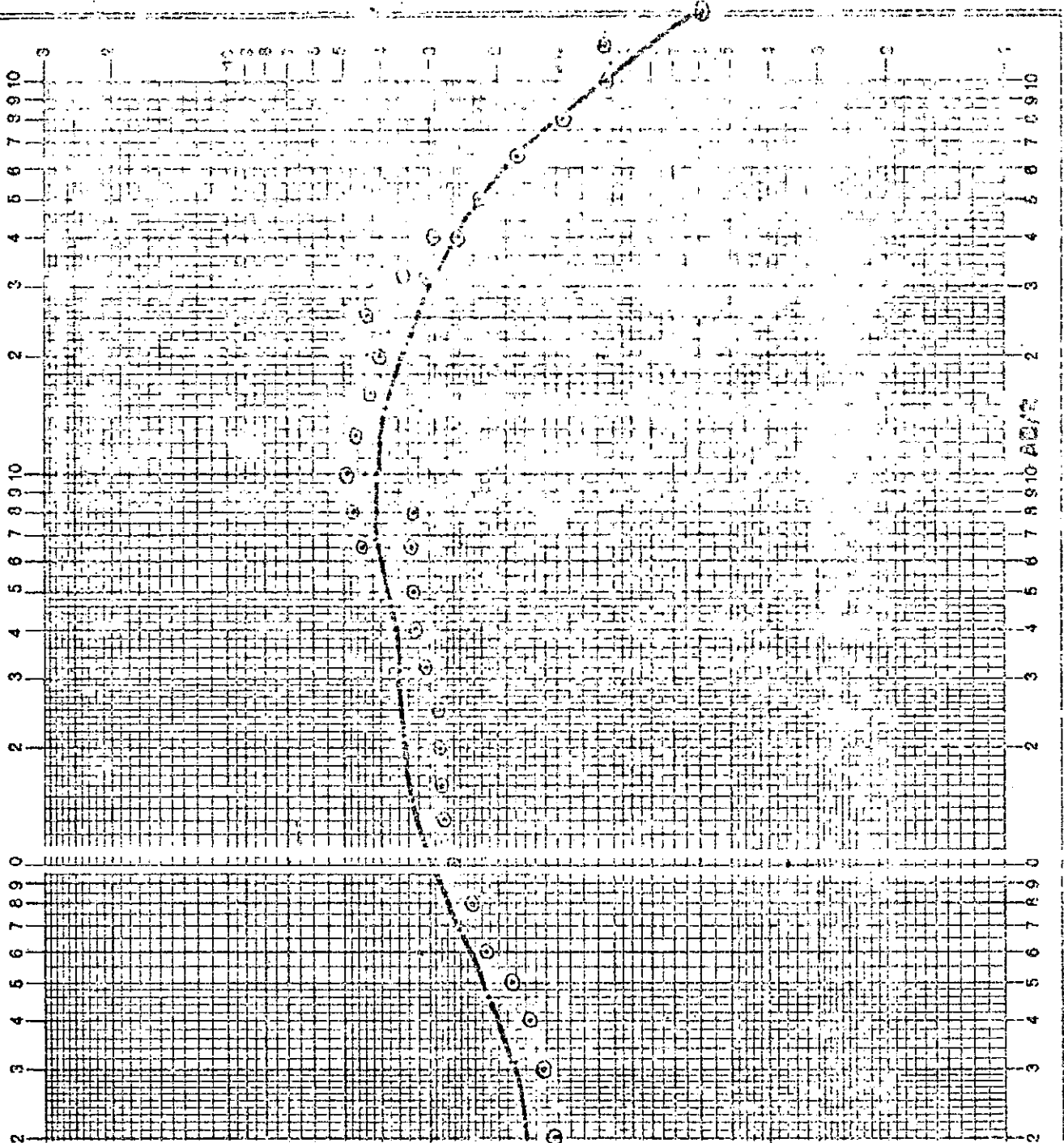
Depto: Belén Rumbo:

Zona: Fecha:

Observaciones:

N 1100 m al Sur del
pozo Artaza

Altura (m)	MM (m)	I (mA)	V (mV)	ρ_{θ} (Ωm)
2	1	3,5	42	141
3		5,5	30,2	157
4		12,2	40,7	165
5		14,6	34	181
6		8,5	16,1	213
8		13,2	15,2	231
10		14,2	15,8	258
15		23,1	11,9	273
16		24,4	10,1	276
20		34,6	7,8	263
25		65,5	9,5	285
32		118,2	21,1	302
40		108	6,9	321
50		94,6	4,1	323
55	1/26	91,5/12	22 / 33,6	334 / 443
80	1/26	92,5/9,6	15 / 38,5	326 / 471
100		172,6	7,0	489
125		54,5	13,5	463
160		140,6	14,4	424
200		426	3,5	401
250		125	7,1	430
320	26/100	255/256	7,3 / 24,7	359/303
400		226/225	3,4 / 11,5	290/253
500		315	4,0	222
600		1047	14,0	176
800		646	4,4	136
1000		606	2,2	104
1250		1180	2,6	166
1500		600	0,5	59



190	725	285	528	229	320	207	83	55	33
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----	----	----

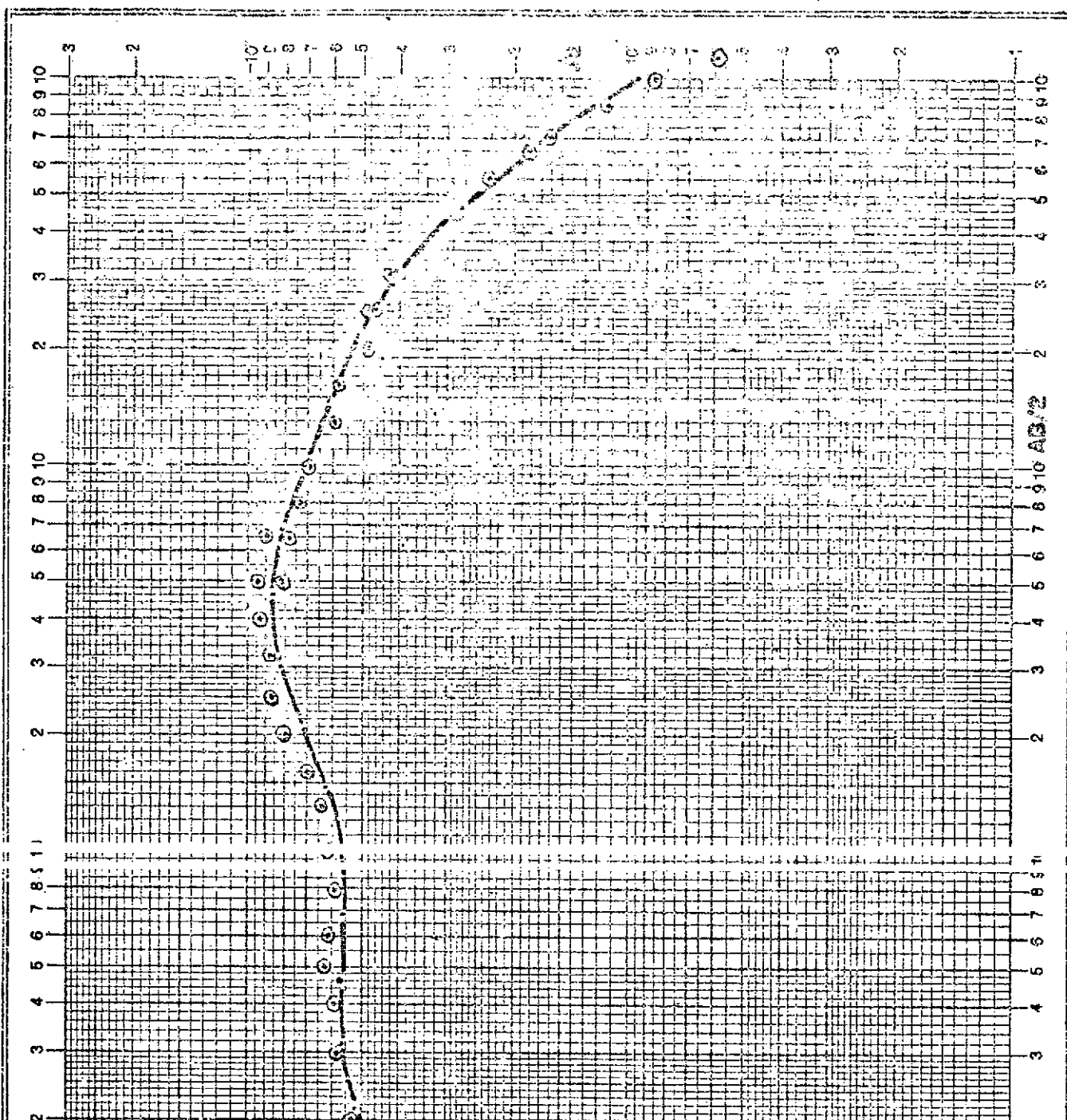
10² PROF (m)

79

Provincia: CATAMARCA S.E.V. NE
 Depto: Belén
 Zona:

Observaciones:
 700 m al NE del cruce
 con picada larga.

AB/2 (m)	NAN (m)	I (mA)	V (mV)	ρ_0 (cm)
2	1	2,1	94,4	530
3		5,6	117,6	578
4		5,5	64,5	580
5		6,6	53,6	634
6		6,5	35,8	619
8		5,5	16,4	597
10		13,5	26,3	610
13		4,0	70,9	642
16		13,6	11,7	697
20		15,6	9,9	797
25		36,5	16	860
32		31,7	8,6	672
40		122,6	22,7	930
50	1/20	78,5/72	9,5/15,6	950/817
65	1/20	53/19,2	36/23,4	895/190
80		55,5	41,5	740
100		58,6	26,6	706
130		41,4	9,4	599
160		170,3	24,6	579
200		90,5	7,0	485
250	20/100	152/95,5	72/24,3	464/480
310	20/100	85,5/85,6	2,3/12,4	406/426
450		62,2	3,7	283
550		30,5	1,5	232
640		35,5	5,0	180
700		78,2	8,2	164
850		71,5	3,6	114
1000		586	1,6	86
1200		532	0,7	59



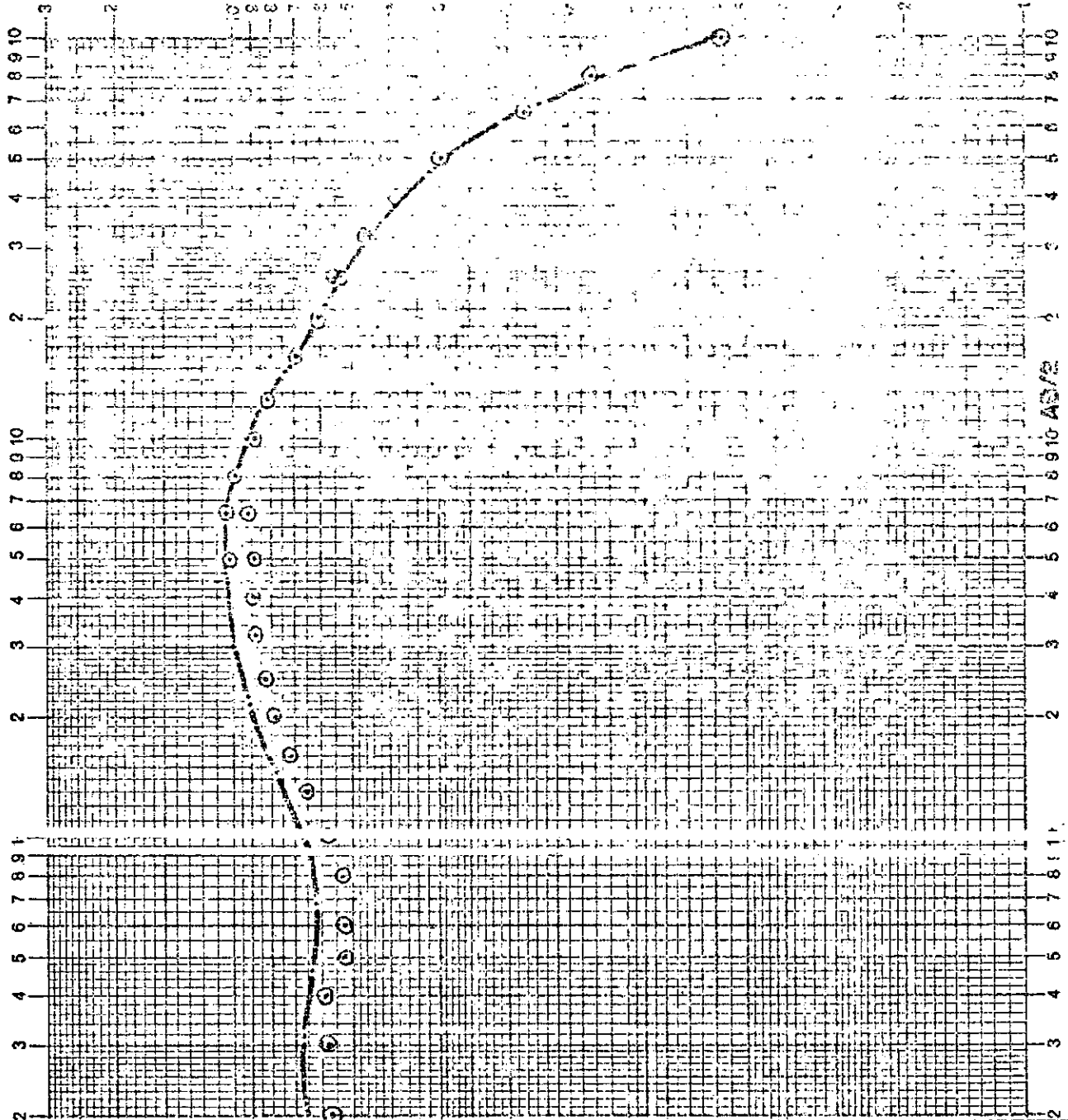
642	397	1145	578	214	127	218	25	
							PROF (m)	10 ²

Provincia: CATAMARCA S.E.V. Nº 12

Explot: Belén
 Zona: Fushu:

Observaciones:
 Sobre picada larga a 100m al SE de huells que va al Sur
 Arena fina.

ANPZ. (m)	MAN (m)	I (mA)	V (mV)	ρ ₀ (Ωm)
2	1	2,6	125	566
3		3,6	75	573
4		4,5	53,5	568
5		5	33,6	522
6		6,2	28,8	522
8		9,6	25,2	526
10		6,0	11,0	574
13		20,1	25	650
16		45	39,7	709
20		30,6	19,3	792
25		37,6	15,8	625
32		34,1	9,4	887
40		40,6	7,1	879
50	1/20	906/41	102/37,7	864/1008
65	1/20	59,7/14,4	4,7/23,7	913/1039
80		19,3	10,2	980
100		27,6	15,8	690
125		38,6	13,0	821
160		41,0	7,1	694
200		82,3	7,9	602
250	20/100	56,5/56,6	3,1/64	538/546
320	20/100	16,7/15,4	5,3/22	1455/450
400		230	17,1	301
500		250	9,5	295
650		22,7	3,1	180
800		685	4,2	123
1000		615	1,6	57,7



900 350 1040 433 64 378 10

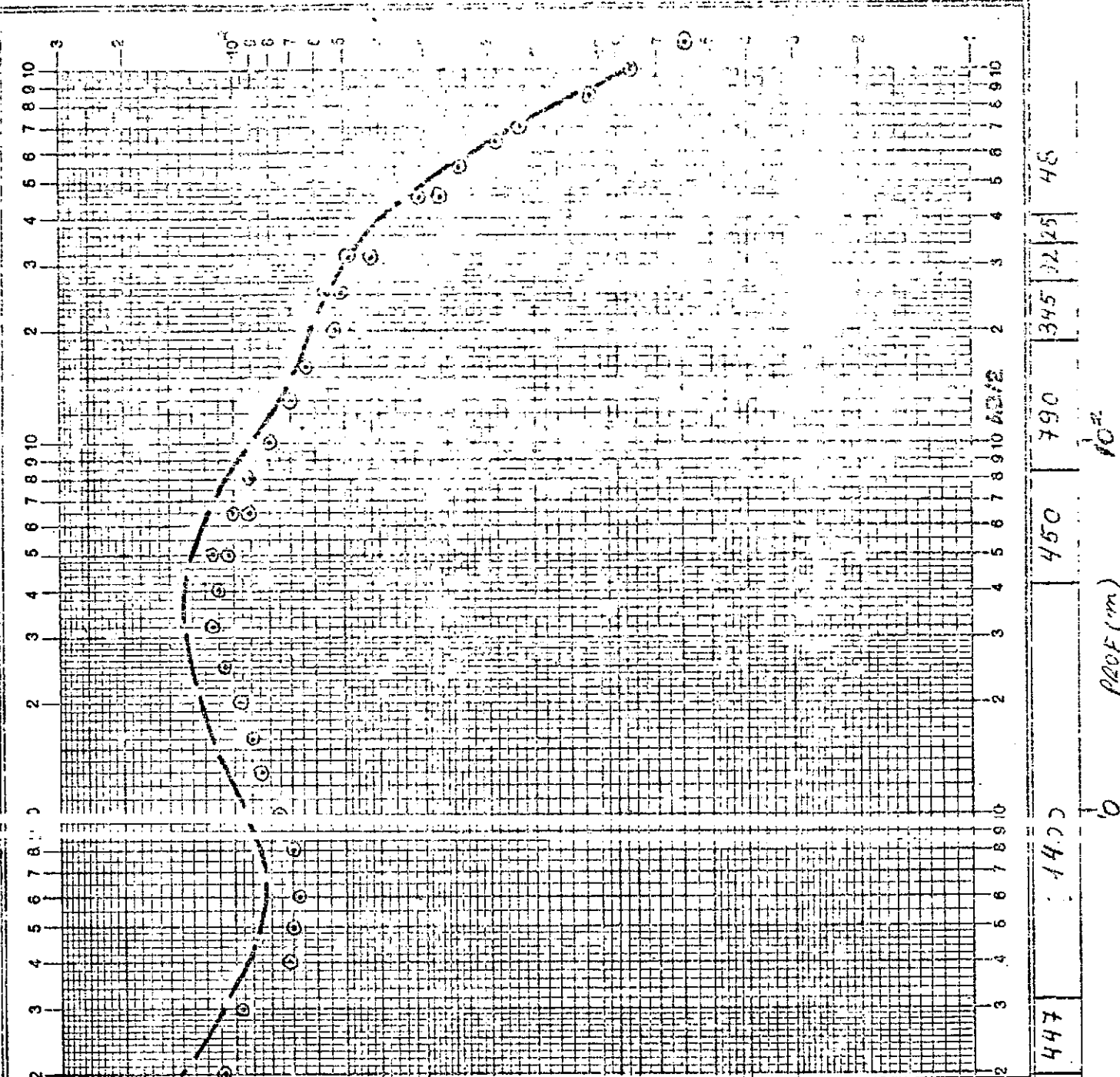
17 PROF (m) 10²

13

Provincia: CATAMARCA S.E.V. Nº
 Experto: Belen Rumbero
 Zona: Facto:

Observaciones:
 En picada larga a 100m de huella que va al Sur
 Arena muy fina y muy seca

1972 (m)	RAN (m)	I (mA)	V (mV)	ρ _o (Ω.m)
2	1	1,1	109,6	1077
3		3,4	114,8	968
4		2,5	36,1	714
5		6,2	55,1	698
6		4,4	26,3	671
8		14,6	50,6	694
10		12,6	39,5	758
13		14,0	22,2	841
16		11,5	12,8	894
20		9,1	7,9	966
25		34,2	18,6	1067
32		24,6	8,7	1137
40		26,6	5,8	1096
50	1/20	17,6/11,2	2,3/35,5	1026/118
65		24,5/26,6	18/41,6	422/703
80		43,5	40,1	912
100		43,6	22,4	799
130		45,6	11,6	702
160		72,6	11,5	634
200		117,6	4,9	528
250	20/100	111,5/125	5,8/33,6	510/563
310		103,7/103,6	2,9/16,8	422/477
450		256/255	2,2/12,7	273/313
550		245	6,3	242
640		365	5,4	189
700		377	3,4	164
850		25,5	1,2	106
1000		455	1,2	85
1200		315	0,4	57



447 450 790 345 12,25 45
 1400 1000 1000
 PROF (m)

14

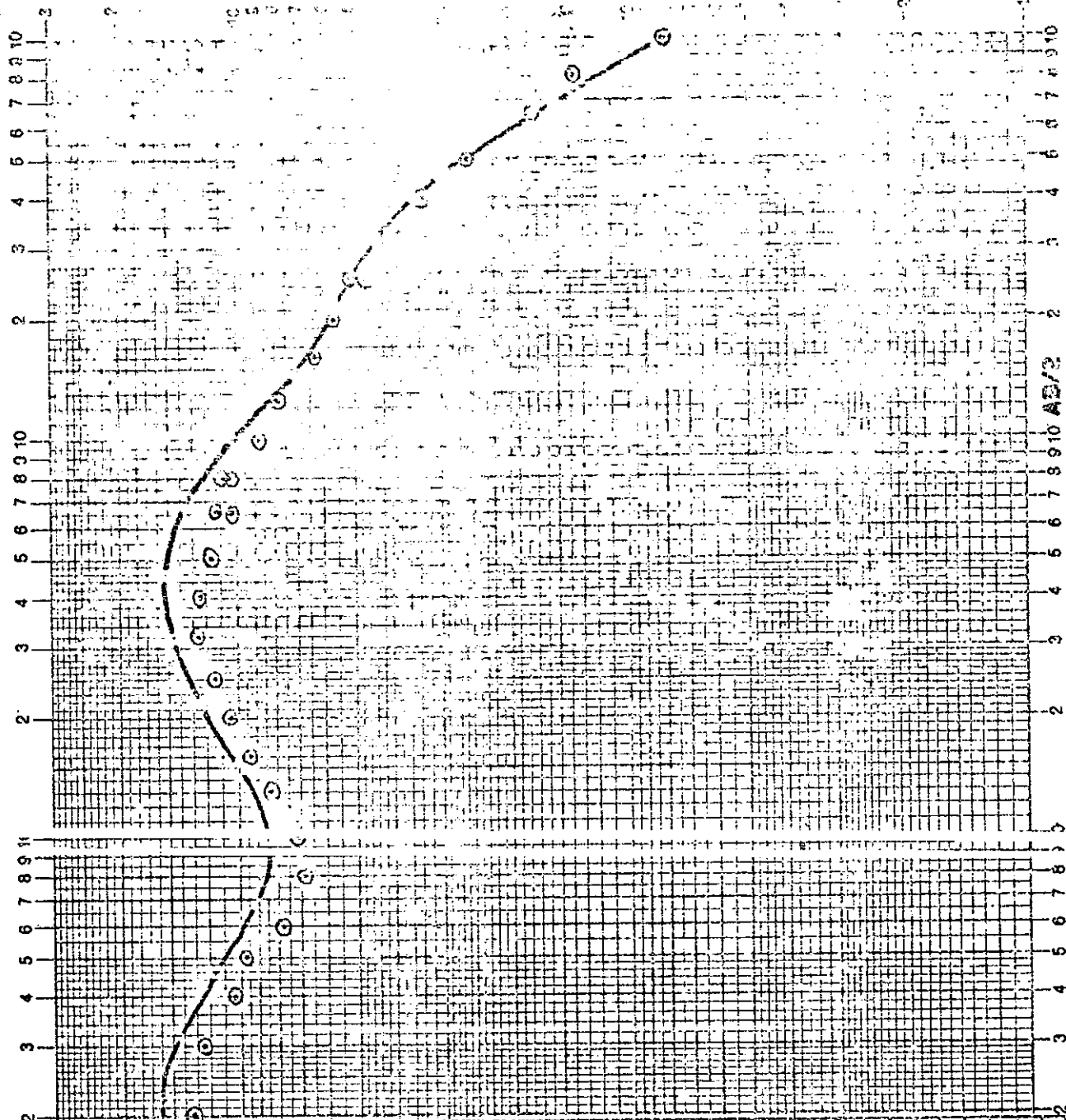
Provincia: CATAMARCA S.E.V.NE

Depart: Belén

Zona: Rumbos
Ficha:

Observaciones:

Altura (m)	WVA (mV)	I (nA)	V (mV)	ρ_0 (Ωm)
2	1	1.2	134	1315
3		1.6	72	1237
4		2.2	45.2	1016
5		2.6	32	957
6		4.4	30.4	716
8		8.4	28.7	684
10		10.6	24	709
13		9.7	15.1	825
16		4.2	19.7	937
20		19.0	15.6	1037
25		29.6	17.1	1134
32		42.6	16.5	1246
40		22	5.4	1234
50		44.5/17.4	6.6/53.5	1165/7159
65		1/20	27.5/15.0	2.1/26.6
80		1/20	43.6/27.4	2.4/28.7
100			51.5	29.5
125			79.3	25.5
160			48.6	784
200			168	626
250			155/155	15.7
320			41.1/22	41.6/468/506
400			185	353/404
500			247	3.4
650			196	8.2
800			450	2.6
1000			575	3.1
			1.5	138
				82



Elect. SE a 800 m en
represe

488 : 2515 332 764 250 55 41
10 PROF (m) 10²

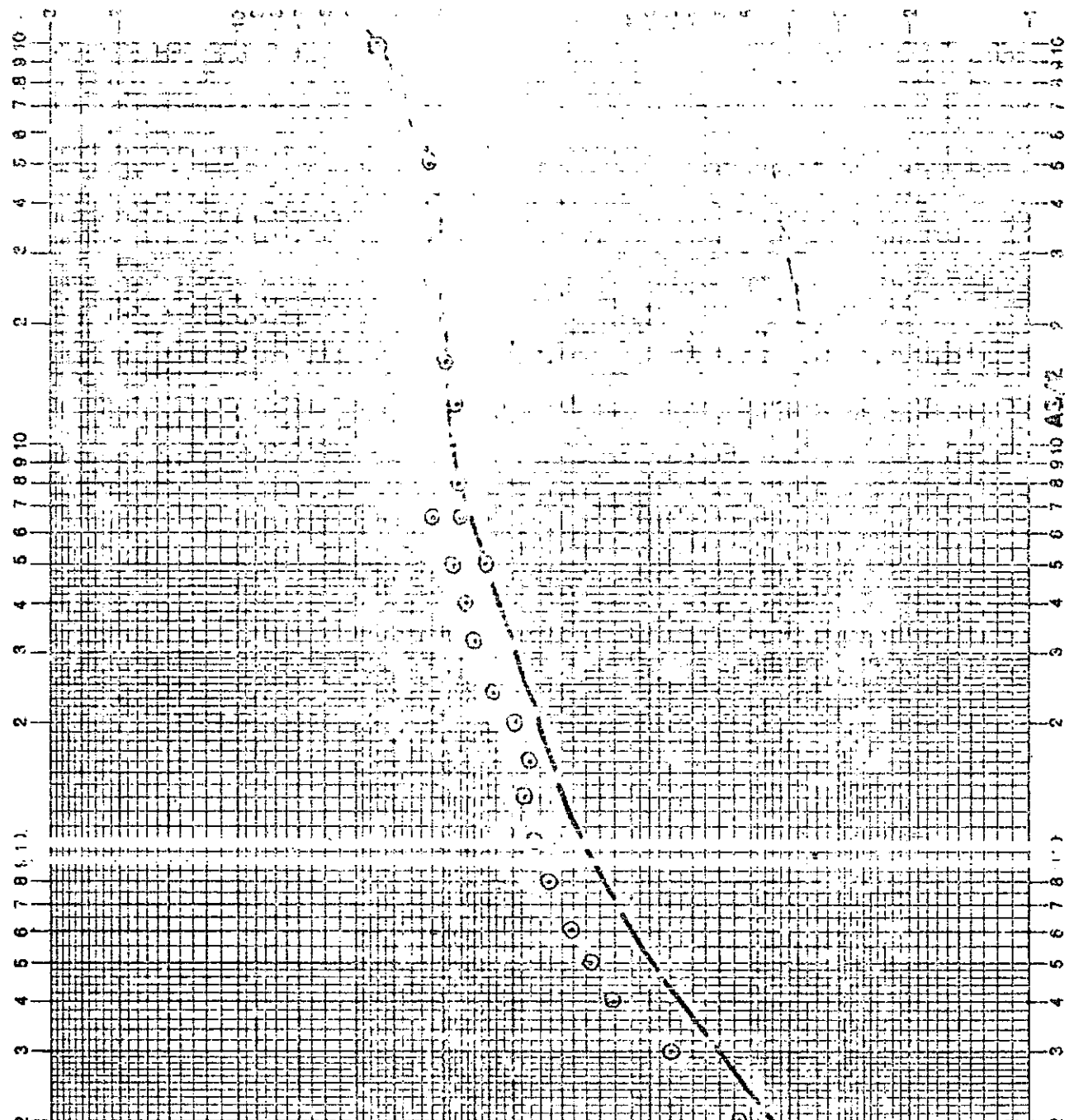
1710

15

Provincia: CANANACCA S.E.V.NE
 Distrito: Belén
 Zona:

Observaciones:
 Sobre acceso a Belén a 320 m
 al N de cruce ruta

AP/2 (m)	RAH (m)	I (mA)	V (mV)	Pa (cm)
2	1	5,6	25,5	53,6
3		8,1	23,5	19,7
4		4,5	10,1	11
5		8,4	13,6	126
6		12,4	15,5	140
8		23,7	19	160
10		61,6	34,2	174
13		32,6	11,2	182
16		41,5	9,3	180
20		79,5	12,5	197
25		80,6	10,0	222
32		236	18,2	248
40		466	24,2	261
50	1/20	325/73,5	11,6	459/280/233
65	1/20	197/102	4,7	423/317/269
80		135	37	271
100		125	22,7	282
125		311	35,4	277
160		206	15,0	292
200		247	11,6	294
250	20/100	272/115	87	176314/294
320	20/100	420/175	84	174321/312
400		412	44,3	308
500		276	11,4	321
650		1160	39,5	347
800		1035	20,2	397
1000		1170	16,4	439



120	756	178	505	305	200	325	1320
							PROF (m)
							10

* Eled N en abant.
 ** Eled. S cruzando ruta.

Provincia: CATAMARCA S.E.V.NE 16

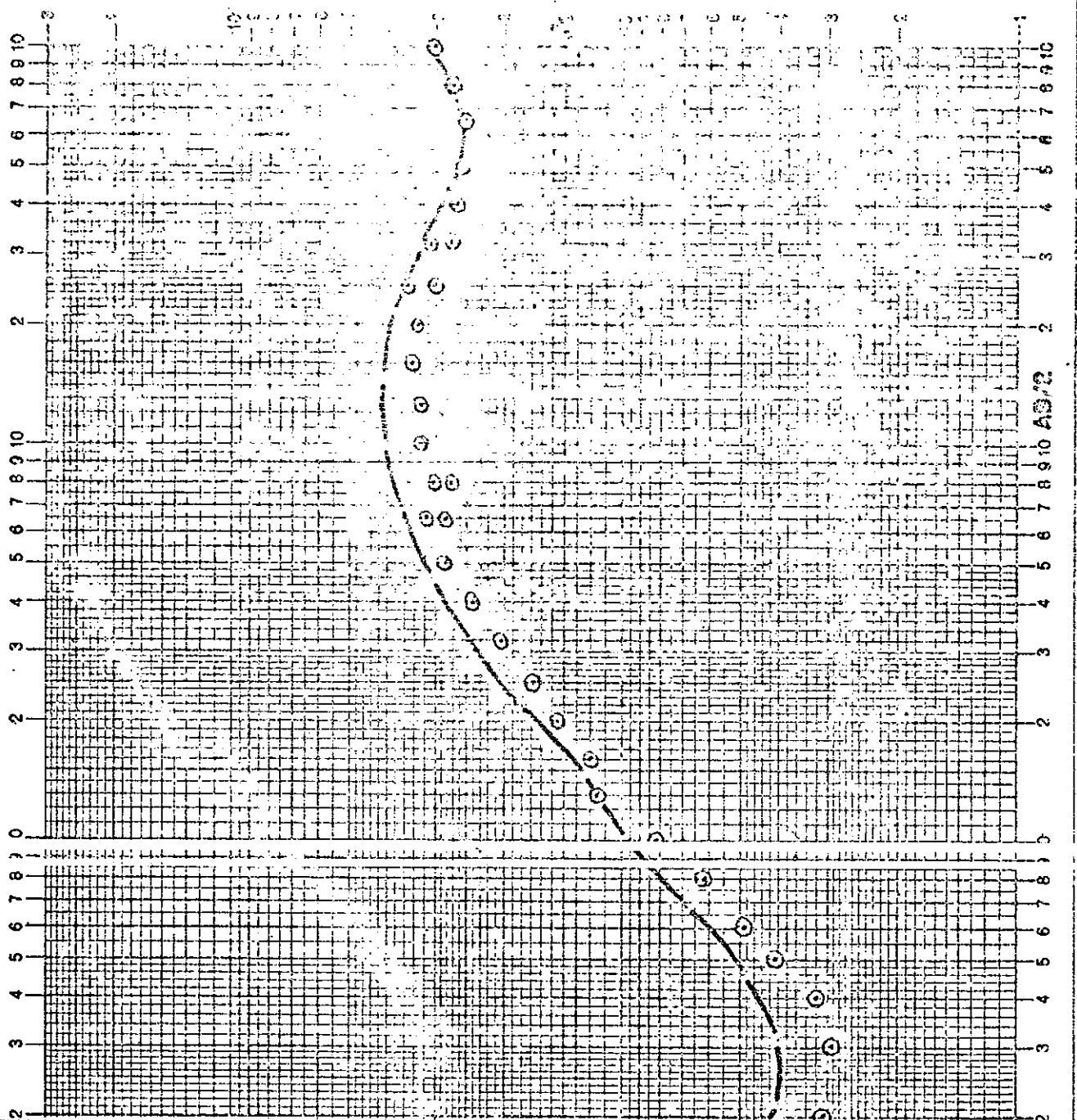
Dpto: Delén

Zona: Rundo: Fecha:

Observaciones:

Frente a barranca

ABR (m)	MM (mm)	I (mA)	V (mV)	Pa (mm)
2	1	32,2	83,5	30,5
3		21,6	23,2	29,5
4		67,8	43,5	32,0
5		42,6	22,2	40,5
6		56,4	24,4	48,6
8		56,7	17,5	61,8
10		55	40,1	81,1
13		66,6	14,6	116
16		191	28,5	120
20		135	15,7	146
25		203	17,4	168
32		314	20	205
40		430	20,6	241
50		231	8,4	286
65	1/20	566/137	121/66	284/315
80	1/20	413/71	5,6/21,5	273/300
100		57	12,1	330
125		221	29,5	326
160		306	26,1	342
200		266	14,2	335
250	20/100	167/66	52/12,5	305/357
320	20/100	193/622	13,6/61,3	216/309
400		626	33,6	266
500		412	13,7	259
650		816	15,6	252
800		1145	15,5	271
1000		1500	14,4	300



36

556 1986

784

425

218 90

152

960

PAOF (m) 10²

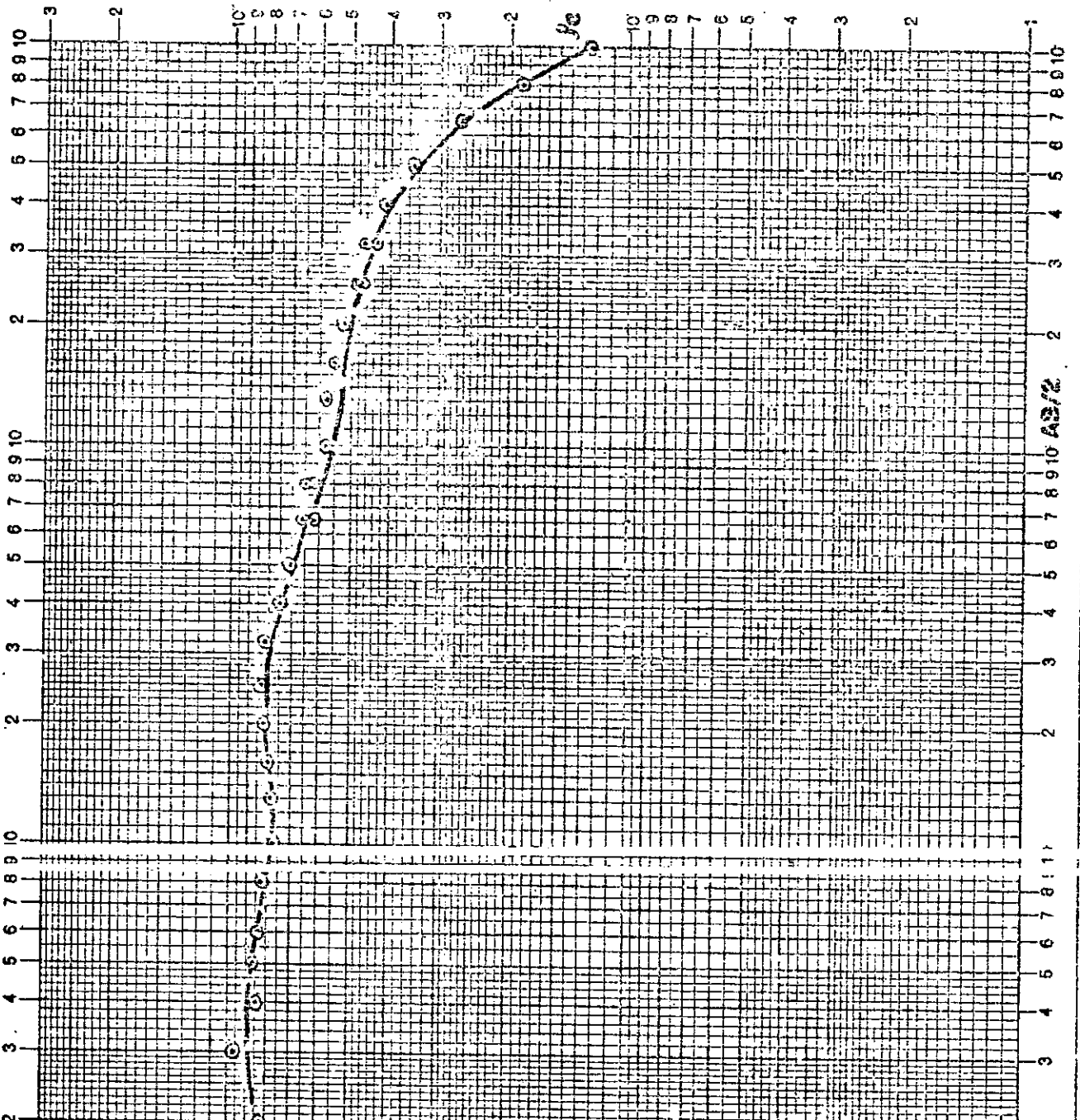
17

Provincia: CATAMARCA S.E.V. Nº
Depto: Belén Rumbo:
Zona: Fecha:

Observaciones:

100m al Sur calle de Barrio
Artaza

AB/2 (m)	MR (m)	I (mA)	V (mV)	I _a (mA)
2	1	3,7	256	8,5
3		5,6	198	9,57
4		6,5	177	8,45
5		7,2	575	860
6		7,3	54	830
8		5,6	23	822
10		6,6	16,2	769
13		10,2	15,0	780
16		16,2	16,0	744
20		32,5	21,2	819
25		33,5	14,1	826
32		51	14,3	807
40		58	8,6	745
50		105	9,7	703
65	1/20	180/555	8,1/56,1/619/659	
80	1/20	176/513	5,4/34,2617/623	
100		35,8	13,6	578
125		106	25,1	577
160		68,4	9,4	550
200		80,2	6,6	516
250	20/100	166/101	8,2/256/484/478	
320	20/100	555/516	7,5/463/432	
400		140	11,6	410
500		322	14,6	352
650		183	3,7	267
800		425	4,0	188
1000		650	2,6	125



790 1070 665 1093 385 642 438 251 13

17 PROF (m) 10²

Provincia: CATAMARCA S.E.V.NE 18

Depto: Belén

Rumbo:

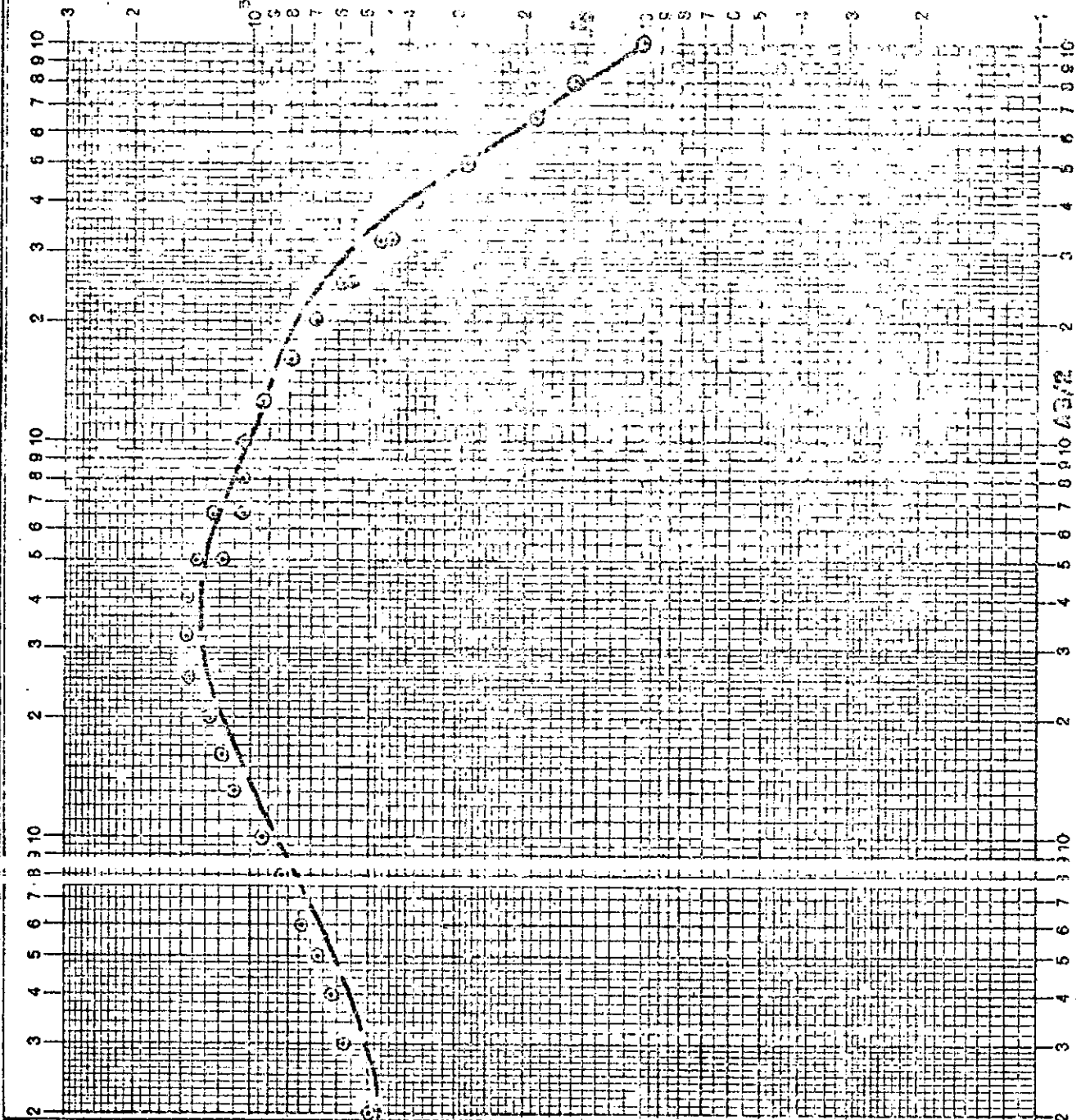
Fecha:

Observaciones:

1500 al N de picada No-SE

Casa de Jesús Morales

AB/2 (m)	MM (m)	I (mA)	V (mV)	ρ_a (cm)
2	1	3,1	130	494
3		2,6	64,6	577
4		2,7	71,6	621
5		2,5	72,6	664
6		2,2	47,5	741
8		2,2	22,6	823
10		2,2	21,4	931
13		2,6	26,1	1048
16		1,6	23,6	1185
20		2,2	25,5	1271
25		2,5	21,3	1417
32		2,5	11,5	1486
40		4,5	13,1	1444
50	1/20	6/187	6,2/58,5/382/1179	
65	1/20	8/1496	7,5/79,7/228/1041	
80		61,6	65,5	1052
100		22,0	141,7	1039
125		120	46,4	943
160		106	21,1	797
200		96	10,4	679
250	20/100	240/101	13,5/31,5/551/588	
320	20/100	308/196	8,3/29,3/440/469	
400		216	16,6	380
500		290	10,5	281
650		315	4,5	188
800		742	3,3	149
1000		345	1,1	100



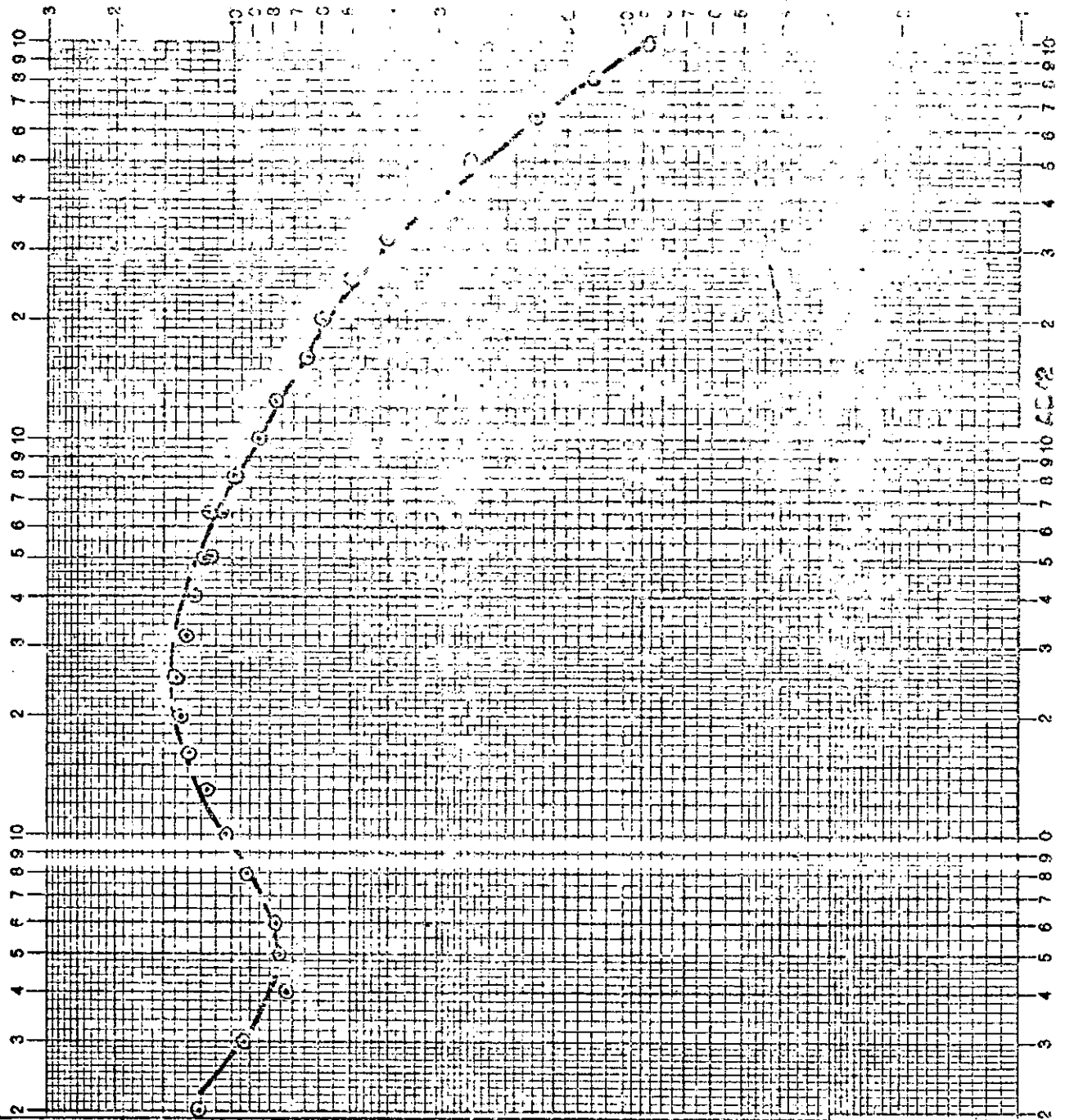
773	1510	820	529	908	1594	506	82	224	32
* Elect. N. 50 m dentro de campo sembrado									
** Elect. N. fin de campo sembrado									
									10
									10 ²

Provincia: CATAMARCA S.E.V. No
 Depto: Belén
 Zona:

Observaciones:
 500 m al S. de picado No-SE

dren fino reseca

Alt/2 (m)	AN (m)	I (mA)	V (mV)	Pe (cm)
2	1	1,7	174	1205
3		10,5	355	929
4		8,6	126	725
5		10,6	103	755
6		15,2	104	768
8		9,2	41,7	908
10		6,2	20,3	1026
13		18,6	40,6	1157
16		2,8	44,6	1280
20		1,7	18,2	1345
25		35,2	25,0	1394
32		28,3	11,5	1307
40		4,2	10,5	1256
50	1/20	64,6/24,4	97/142	1180/1146
65	1/20	46/15,6	40/25,5	1140/1080
60		15,6	15,6	988
100		24,1	13,3	858
125		35,6	11,3	774
160		82,2	13,2	643
200		7,2	6,7	583
250	20/100	140/86	7/22,5	5490/493
320	20/100	63/165	41/21,5	404/409
400		296	19,4	324
500		125	4,0	249
650		366	4,7	169
800		385	2,3	120
1000		360	1,0	87



Elect. S a 700 m paso 1760
 fuente a represa

416 . . . 2275 . . . 832 . . . 677 519 427 308 163 67 51

10 . . . 10²

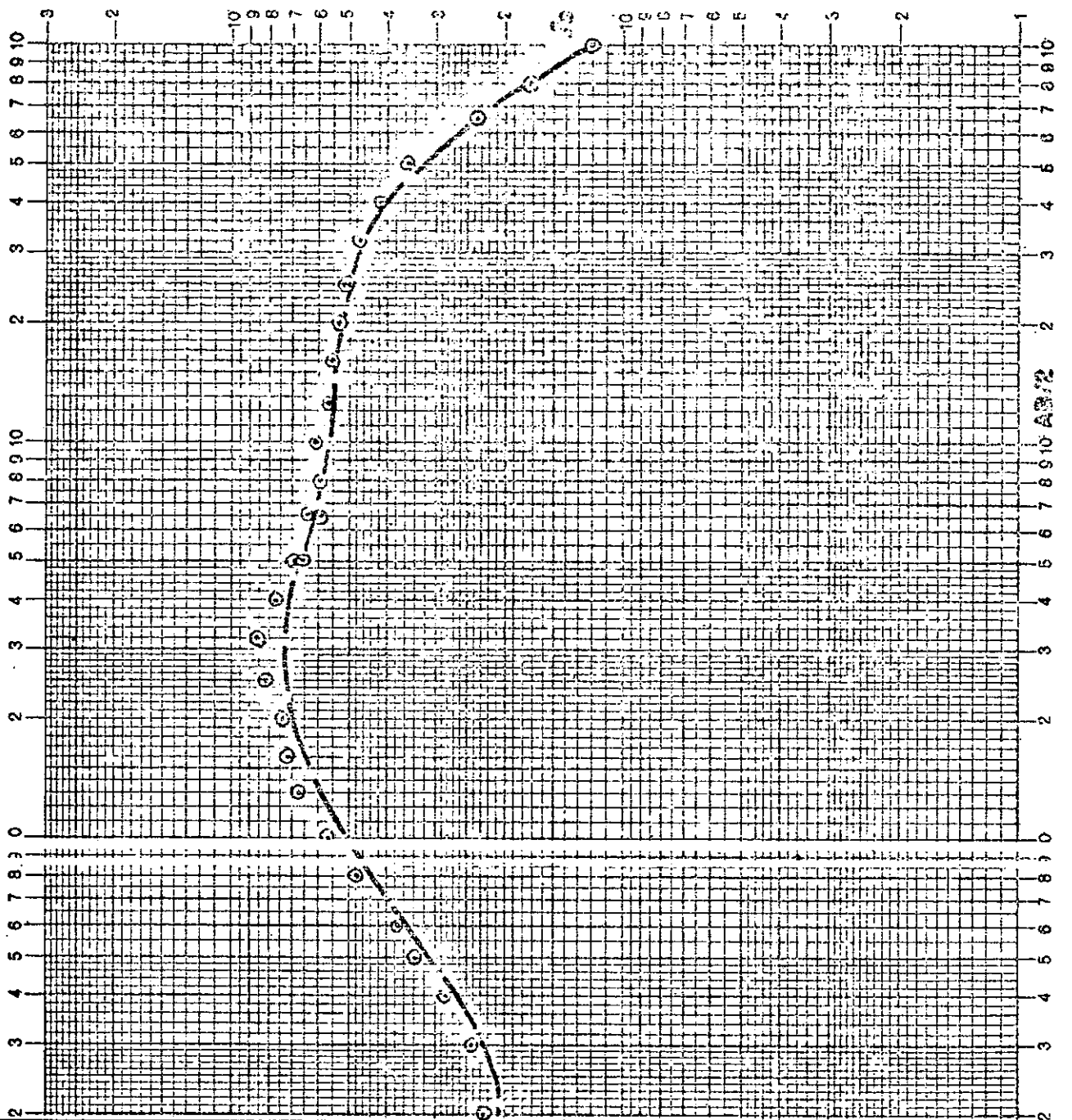
PROF (m)

Provincia: CATAMARCA S.E.V. N° 20
 Depto: Belén Rumbos:
 Zona: LOS CHARARITOS Fecha: 22-9-84

Observaciones:

A 1000 m represa EL CHANARAL

AB/2 (m)	MR (m)	I (mA)	V (mV)	ρ _o (Ωm)
2	1	3,2	62	228
3		3,7	32,5	242
4		10	56,6	280
5		7,0	30,2	335
6		6,7	22,3	374
8		9,1	21,6	475
10		5,1	92,3	567
13		54,5	68,6	667
16		32,6	28,7	707
20		36,6	21,4	737
25		73,2	30,1	807
32		57,7	15,3	863
40		96,7	14,6	103
50	1/20	1324/496	11,6/865/688/658	
65	1/20	130/324	6,2/295/633/590	
80		36	21,6	594
100		74,6	29,0	604
125		92,3	21,5	560
160		105,5	74,5	551
200		240	20,4	573
250	20/100	465/125	24,5/29/2516/500	
320	20/100	635/295	18,5/435/468/462	
400		255	3,4	415
500		562	25,2	349
650		762	15,6	236
800		880	7,5	171
1000		1145	4,4	120



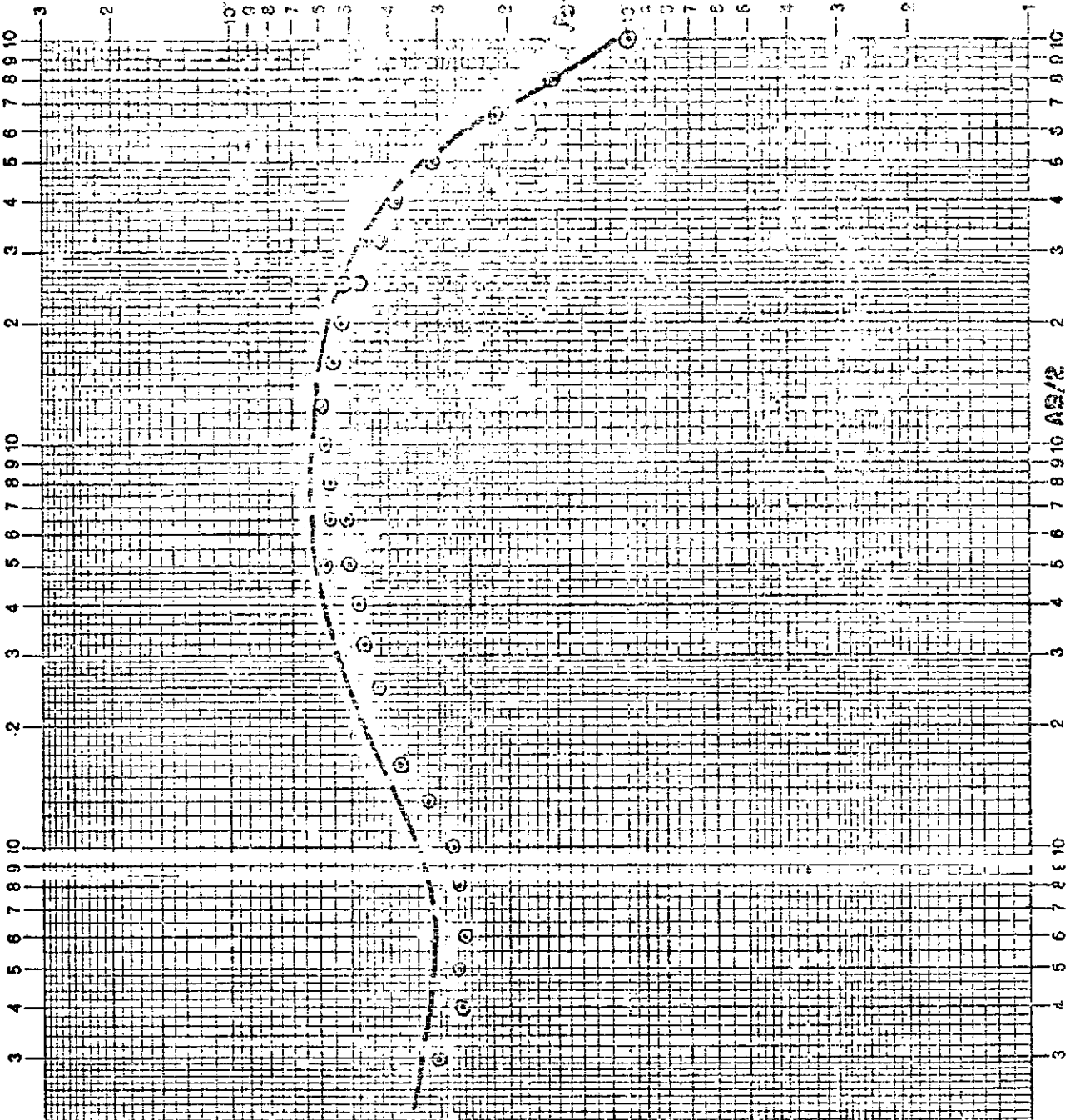
pisos duros; arena muy fina
 seca.

461	1530	675	375	560	333	116	51
10	PROF (m)	10 ²					

Provincia: CATAMARCA S.E.V. Ne 21
 Distrito: Belén
 Zona: Cachiyojo
 Fecha: 22-9-84
 Observaciones:

Esquina N. del campo de Zobab
 a 2100 m al S. Represa CHAÑARITAS

AB/R2 (m)	RMS (m)	l (m)	V (mV)	ρ _{jo} (Ωm)
2	1	7,3	182	294
3		5,3	58,2	302
4		12,7	68,2	266
5		11,3	39,2	270
6		14,5	33,6	260
		16,1	21,6	269
10		22,1	19,6	278
13		39,1	23,6	320
16		23,5	11,0	376
20		50,5	15,4	383
25		93,5	20,3	426
32		1,4	16,3	460
40		160	15,1	474
50	1/20	226/65	14,5/99,5	504/677
65	1/20	271/302	10,4/26,2	504/562
80		317	16,0	562
100		105	38,7	573
125		145	34,7	584
160		150	20,6	550
200		242	20,2	523
250	20/100	340/117	16,5/32,3	476/520
320	20/100	505/226	13,0/32,7	413/455
400		281	21,6	380
500		442	17,5	308
650		690	11,3	216
800		715	5,5	154
1000		1080	3,4	99



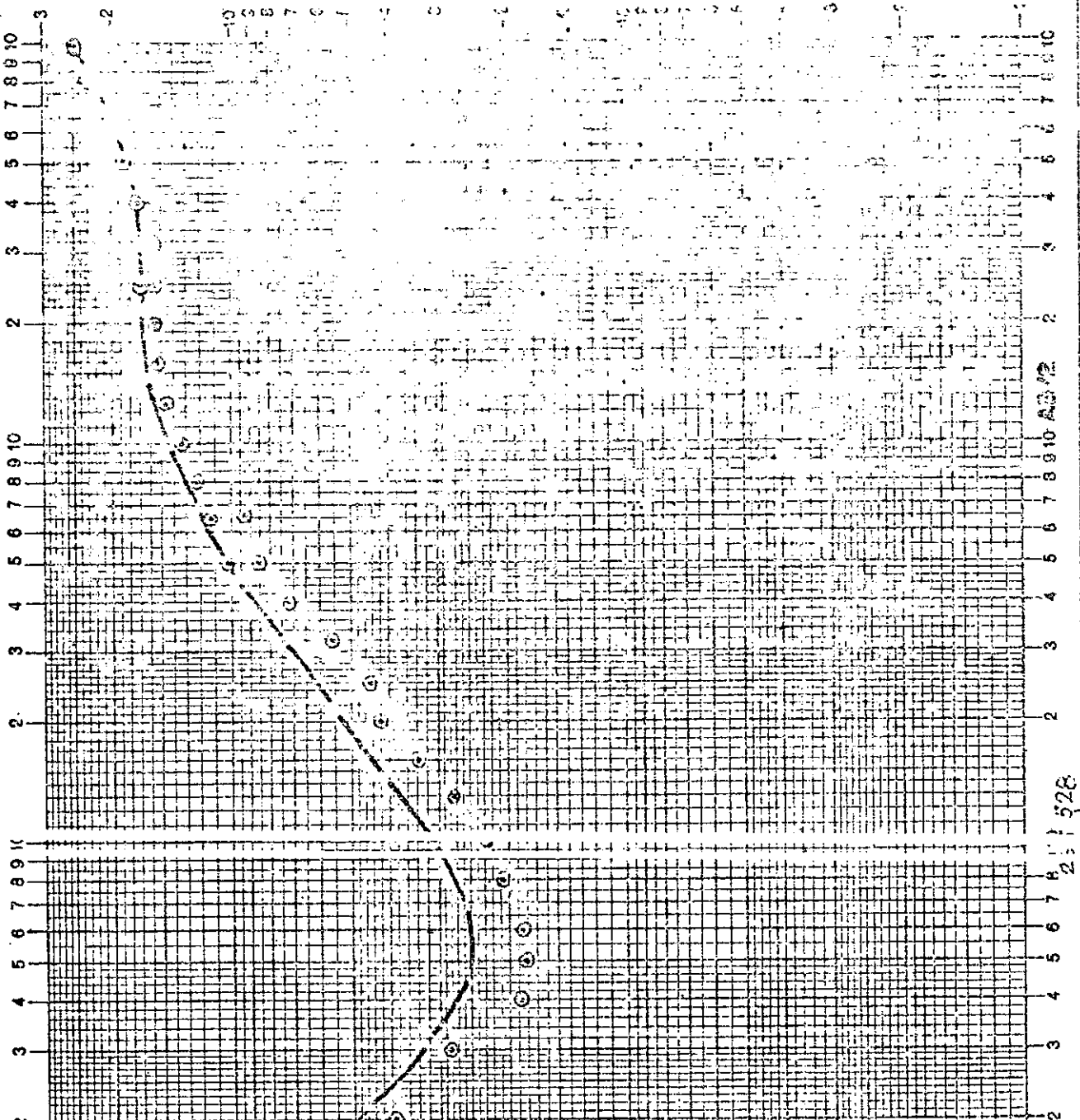
311	308	932	679	542	301	199	162	28
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----

PROF (m) 10²

Provincia: CATAMARCA S.E.V.Nº 22
 Depto: Belén Runbo:
 Zona: La Puntilla Fecha: 20/9/84

Observaciones:

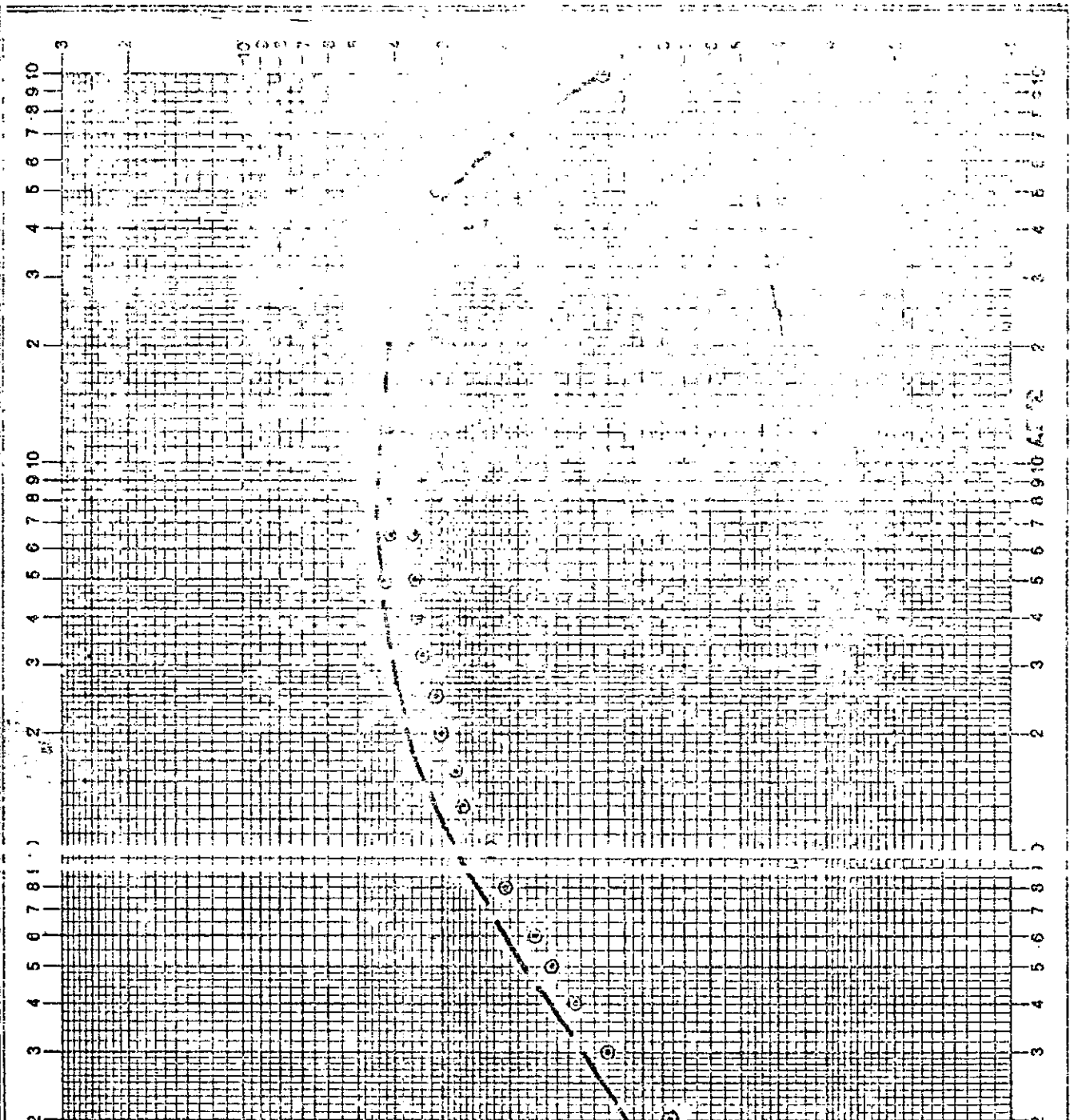
ADNº (m)	DN (m)	I (mA)	V (mV)	ρ_a (kΩm)
2	1	167	55,6	39,2
3		366	37,5	28,2
4		405	16,5	18,9
5		666	15,6	18,2
6		86	14,3	18,7
8		1065	11,1	20,9
10		109	6,0	23
13		162	6,5	27,8
16		224	4,4	33,7
20		215	7,2	42,1
25		330	7,5	44,6
32		466	8,1	55,9
40		520	7,3	71
50	1/20/12/136	2,3/366/852/102		
65	1/20/312/155	2,2/273/92,7/114		
80		250	30,6	121
100		151	13,9	133
125		300	7,8	146
160		316	12,1	153
200		616	15,3	156
250	20/100/165/162	2,6/14,5/155/169		
320	20/100/730/342	7,1/18,6/156/171		
400		496	17,1	171
500		564	13,6	187
650		1441	22,2	203
800		1255	14,3	228
1000		265	2,1	248



21	61	256	134	532
				102
				PROF(m)

Provincia: CATAMARCA S.E.V. N° 23
 Depto: Belén Rundo:
 Zona: LA PUNTILLA Fecha: 21-9-84
 Observaciones:
 En esquinero de pozo LA PUN-
 TILLA

Altura (m)	Dist (m)	V (mV)	Po (mV)
2	1	30,4	200
3	2	21,6	87
4	3	15,5	42,2
5	4	13,1	26,1
6	5	20,2	30,7
7	6	26,5	27,0
8	7	30,6	21,6
9	8	24,7	12,3
10	9	39,3	13,5
11	10	36,1	8,6
12	11	41,5	14,4
13	12	21,4	22,5
14	13	29,0	20
15	14	212/166	9,5/75,6
16	15	120/145	5,2/28,1
17	16	61	25,6
18	17	78,3	20,7
19	18	131	22,0
20	19	165	15,5
21	20	235	13,5
22	21	380/142	134/29,5
23	22	20/100	374/392
24	23	269/111	5,3/13,2
25	24	250	17,5
26	25	630	25,1
27	26	770	12,5
28	27	711	5,5
29	28	880	3,2

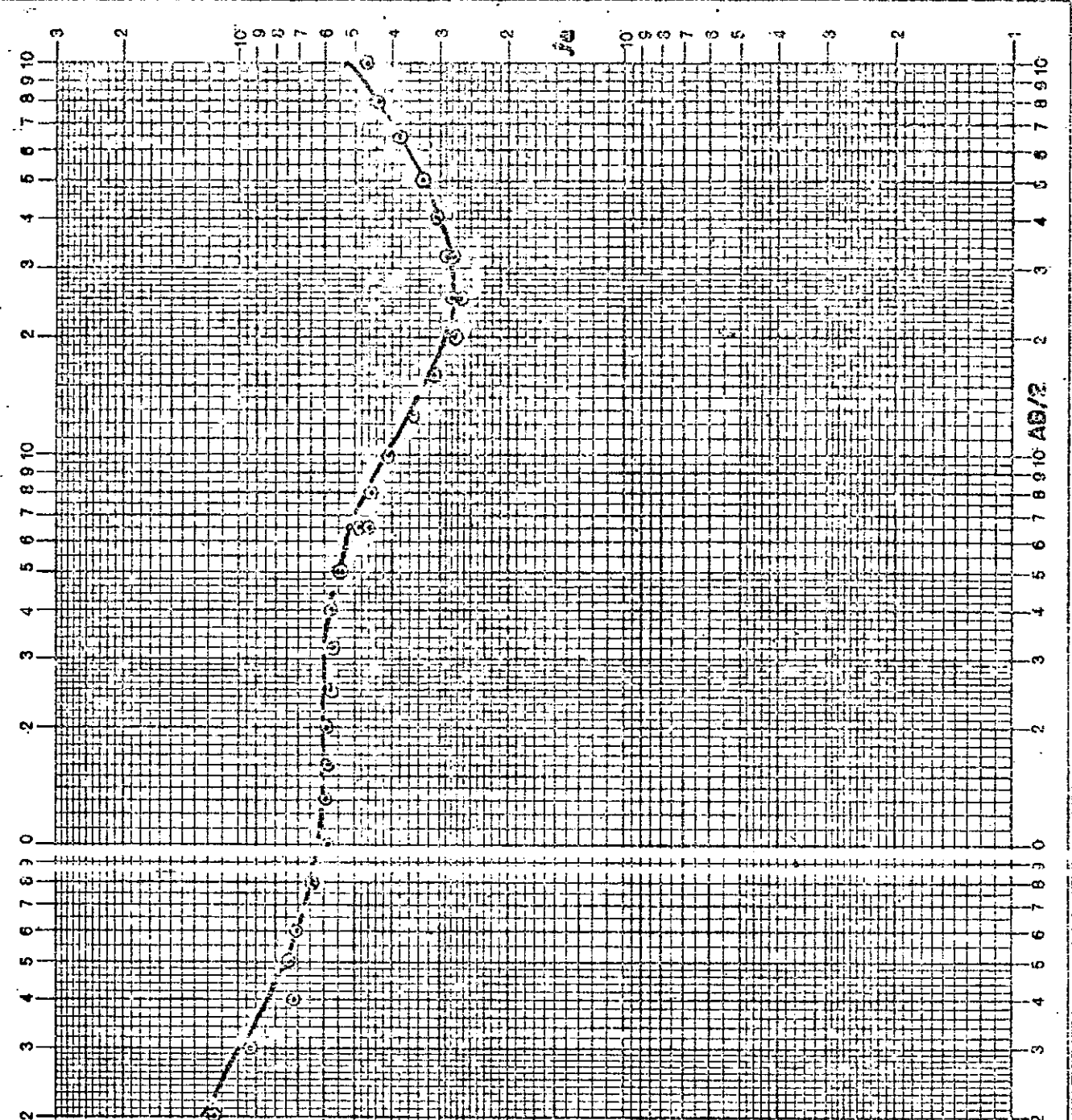


*E.S 30m + alla camino 185 421 533 427 530 304 90 47
 que entramos PROF (m) 10

Provincia: CATAMARCA S.E.V.Nº 24
 Depto: Belén
 Zona: Fecha: 24-9-84

Observaciones:
 Rio Belén frente a BELEN

AB/2 (m)	AN (m)	I (mA)	V (mV)	ρ_0 (Ω m)
2	1	2,5	24,5	1154
3		5,6	190	933
4		7,3	105	712
5		6,7	63	731
6		6	49,6	696
8		13,2	42,5	644
10		13,3	25	589
13		14,4	16	589
16		21,5	15,5	579
20		22,6	10,5	583
25		25	7,3	573
32		23,4	4,1	563
40		40,5	4,6	571
50	1/20	52/19,6	3,6/28,6	544/550
65	1/20	46,6/16,6	1,6/12,5	456/488
80		25,2	11,5	452
100		50,6	13,2	406
125		24,2	3,5	353
160		58	4,5	311
200		91	4,0	276
250	20/100	95/45	2,6/14	268/278
320	20/100	95/86	1,7/7,6	208/277
400		196	12,0	303
500		117	5,0	332
650		156	4,5	361
800		225	4,8	427
1000		360	5,3	461



1000 355 5,5/185 1315
 590 : 795 625 415 250 1400
 455
 PROF (m) 10²
 10

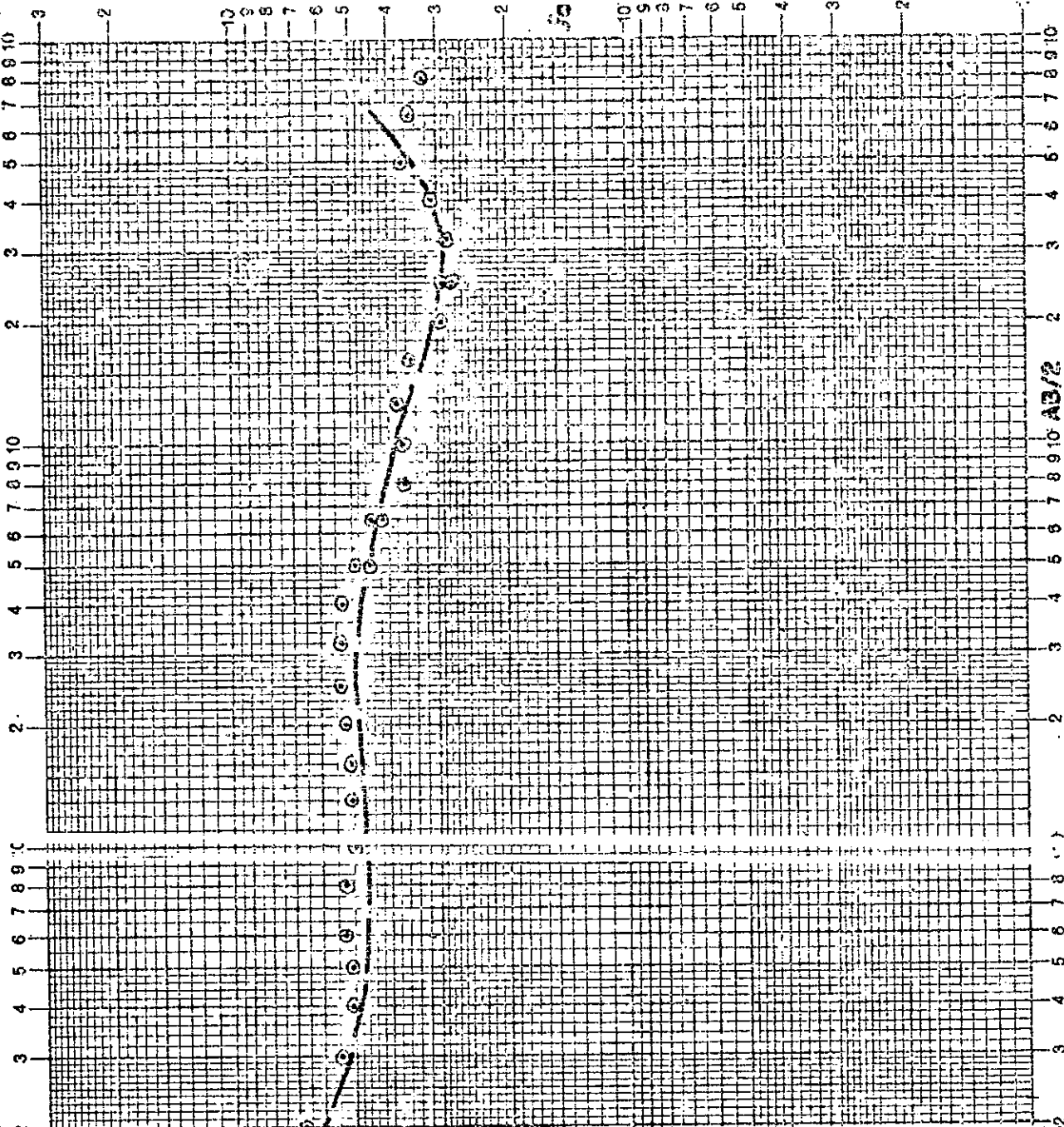
Hay muchos asidos. cu $\rho_{18} = 100 - 1$

Provincia: CATAMARCA S.E.V. Ne **25**
 Depto: Belén
 Fecha: 24-9-84

Observaciones:

Lecho rio BELEN a v 500m al S del
 puente Arena gruesa

AB/2 (m)	NN (m)	I (mA)	V (mV)	ρ_a (cm)
2	1	1,4	80	673
3		1,4	47,6	545
4		5,4	55	504
5		5,6	36,2	503
6		6,2	38,5	527
8		9,6	25	522
10		20,5	32,6	498
13		37,6	35,6	502
16		55,2	34,5	502
20		73,6	30,5	520
25		46	12,5	533
32		60,5	10	532
40		91,5	9,6	527
50	1	20/120	75	326/490/452
65	1	20/125	42	17,7
80		29	10,7	365
100		39	9,2	367
125		72,5	11,3	380
160		61,0	5,3	348
200		146	6,5	291
250	20/100/148	151	42	23,2/78
320	20/100/203	206	31,6	18,6/265
400		170	10,6	309
500		235	11,0	364
650		210	21,6	352
800		160	21,6	325



* Elect. N. pasó 20 m el 682. 368 469 : 545 318 403 251 110 190 1963
 10 PROF (m) 10²

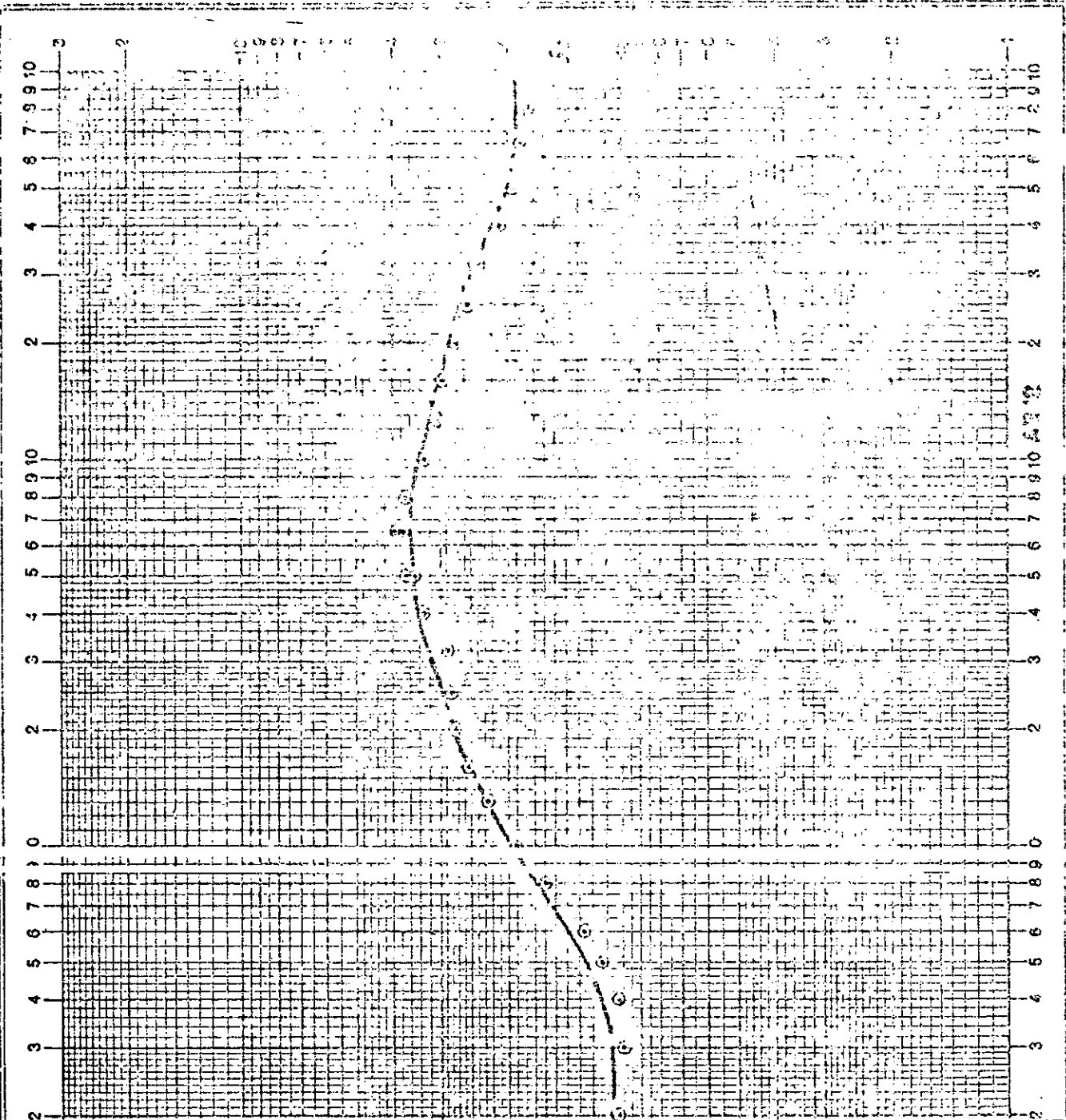
Provincia: CATAMARCA S.E.V.NE 26

Depto: Belén

Rumbo:
Fecha:

Observaciones:
650 m al norte del Colcalanca.
(Juan dice Potrerillo)
900 m al sur Alparmicuna.

Nº	MSJ (m)	I (m)	V (m)	P ₀ (m)
2	1	12,5	108,5	102
3		8,5	31	100
4		11,5	23,6	102
5		23,5	34,3	113
6		27,5	31,0	127
8		33	26,4	160
10		29,1	17,6	190
13		24,6	12,7	227
16		43,5	14,3	252
20		33,4	7,3	274
25		50,6	7,2	279
32		73,6	6,6	288
40		167,6	11,1	333
50	1,20	191,5/265,85	124,2	349/364
65		130,0/1318,37	79,3	378/350
80		92,6	34,6	376
100		163,6	34,9	332
125		97,7	12,2	304
160		101,4	7,5	296
200		144,0	6,6/49,5	273
250	20/100	96,5/366	9,1/15,5	256/255
320	20/100	59,5/596	12,5	246/240
400		47,1	11,6	211
500		151,2	2,3	192
650		63,6	5,6	165
800		68,2	3,5	176
1000				168



63	609	316	509	339	277	135	110	271
119	63	119	119	119	119	119	119	119

PROF (m) 10²

Provincia: CARAMARCA S.E.V.NE 27

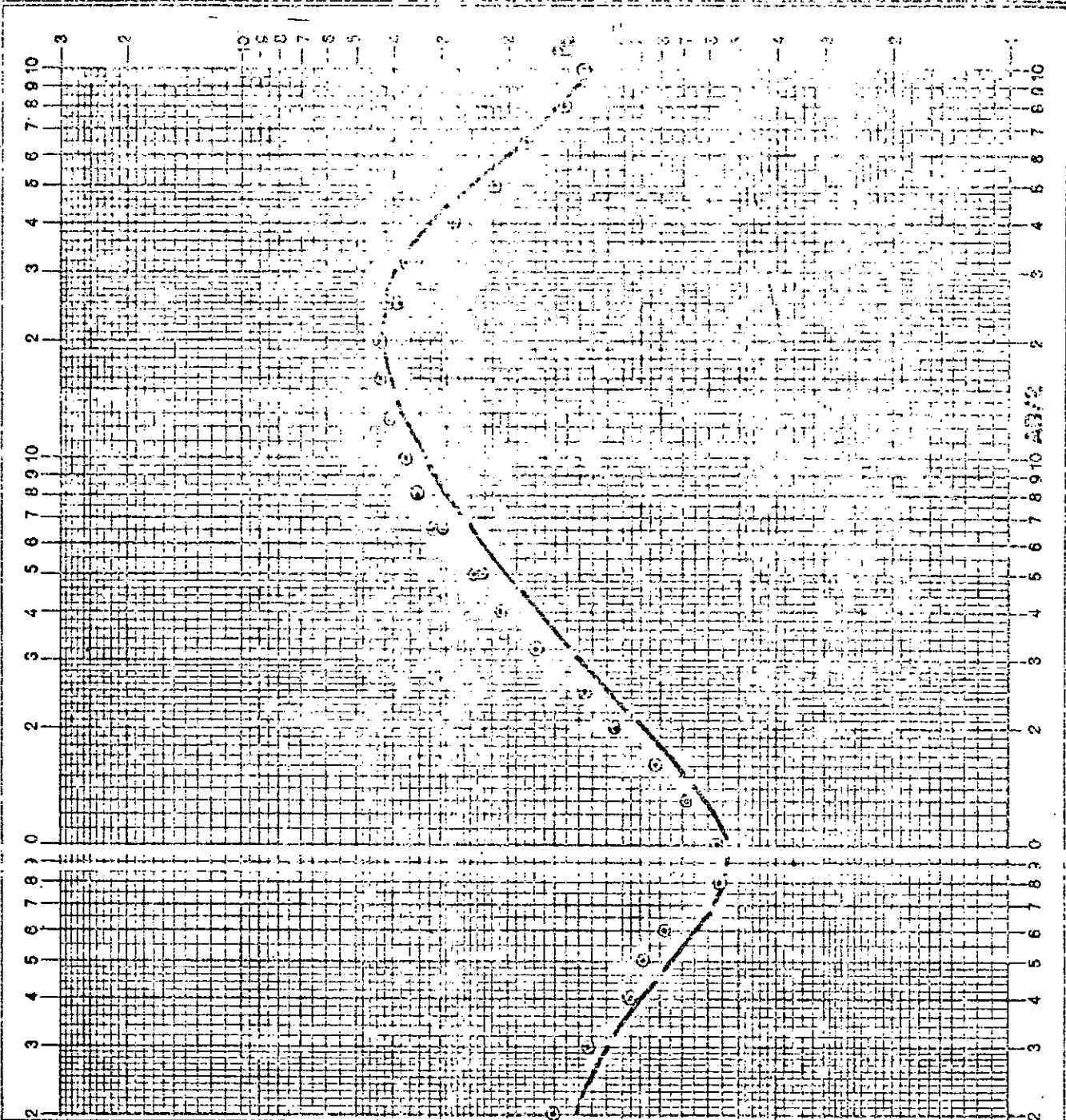
Depto: Belén Rumbo:

Zona: Fecha:

Observaciones:

entre Colocanco y Potrerillo

Altura (m)	Dist (m)	V (mV)	Pa (cm)
2	1	96,1	150
3	6,7	39,0	123
4	6,7	16,7	95
5	6,6	6,7	79
6	13,6	6,2	68
8	44,5	12,4	56
10	51,6	9,4	57
13	51,6	6,6	678
16	101,6	10,5	63
20	126,0	19,4	104
25	133,7	6,6	126
32	141,6	7,5	170
40	222	9,3	210
50	305/186	45/335	245/335
65	226/185	51/345	300/304
80	49,5	17,2	345
100	52,7	12,6	372
125	72,2	12,1	409
160	115	12,4	432
200	195	13,7	440
250	295/246	125/69,6	415/386
320	36/100	65/185	374/348
400	456	25,6	378
500	376	10,6	319
650	836	11,5	182
800	1041	7,4	142
1000	1125	4,6	126



155
44
2050
210
60
120
100
100

Provincia: CATAMARCA S.E.V. No 28

Tuipo: Belén

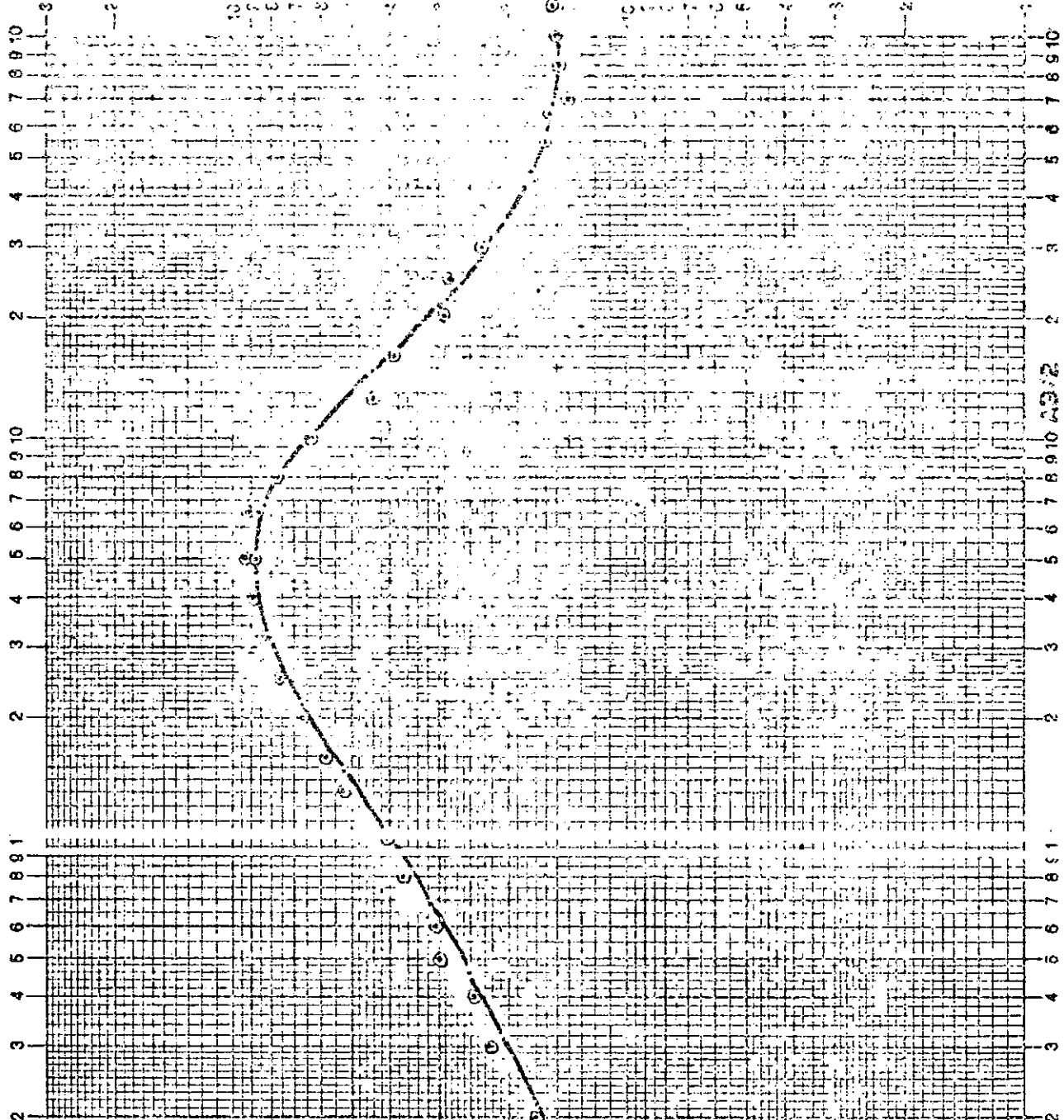
Rumbo:

Zona:

Observaciones:

En ruta frente a la pista

Alt (m)	Mis (m)	I (mA)	V (mV)	ρ_a (cm)
2	1	8,5	122,5	170
3		10,0	81,0	223
4		7,5	37,2	245
5		16,6	64,2	301
6		9,7	26,5	307
8		19,6	14,6	370
10		16,6	21,5	406
13		13,5	13,5	530
16		14,6	10,6	583
20		54,4	28,8	665
25		45,5	17,5	755
32		58,4	15,2	837
40		71,6	12,7	891
50	1120	86,5/27,1	102/62,6	924/871
65	1120	63/30,5	49/41,0	927/871
80		30,1	23,5	773
100		20,5	8,4	637
135		51,6	9,3	440
160		12,1	7,0	389
200		18,5	8,5	289
250	20/100	46,6/24,6	13,5/37,1	284/284
310	20/100	40/24,0	37/18,4	234/275
450		124	31,4	172
550		640	11,1	163
640		695	8,6	158
700		185	4,5	142
850		565	3,7	148



1000	408	840	705	238	155	292	85	193
1200	940							

17 PLOP (m) 10°

Provincia: CATAMARCA S.E.V. No 29

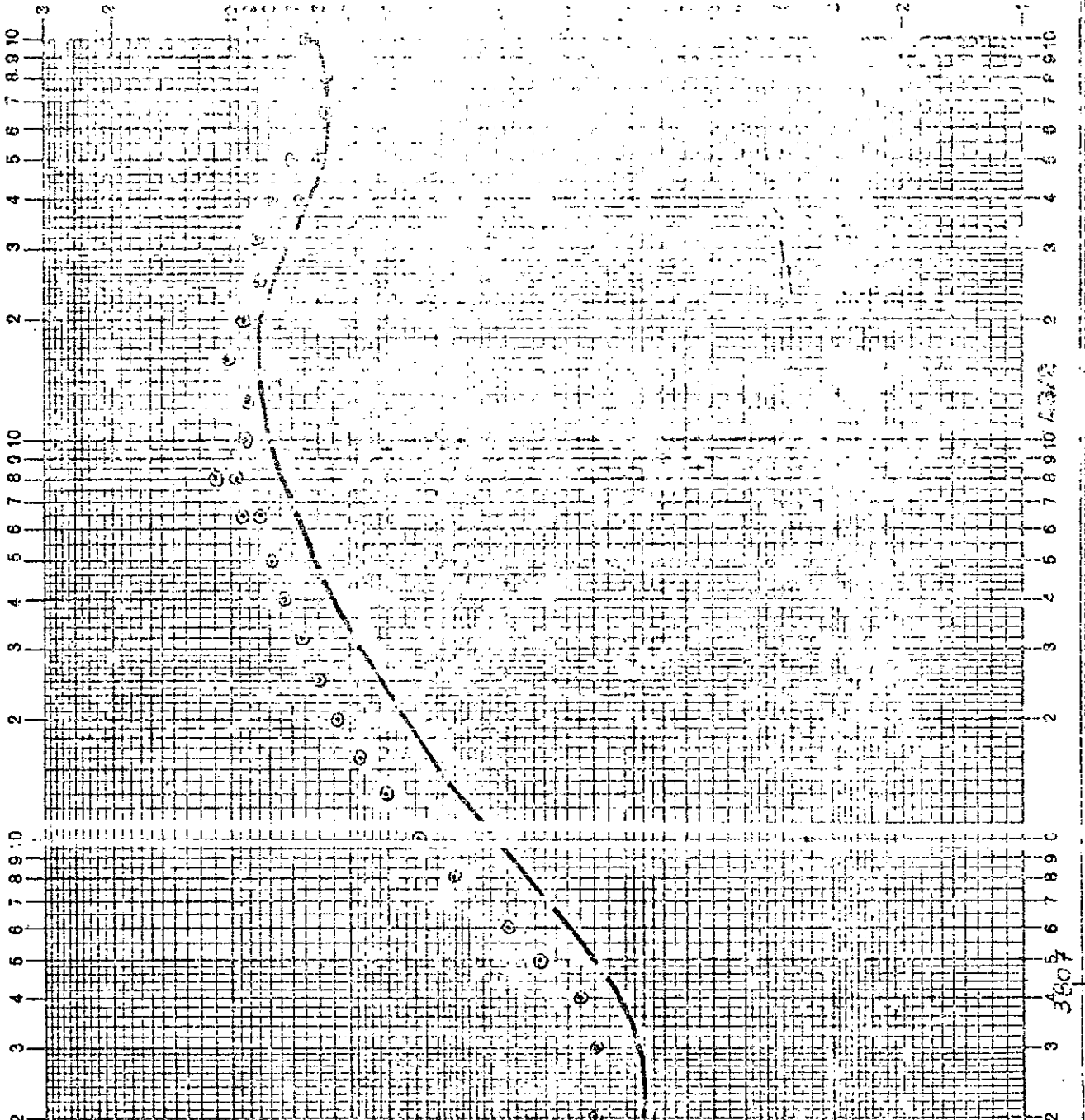
Dpto: Balah

Zona: Rumbos
Fecha:

Características:

Entre lindes y el Quimivil
Sobre la ruta en pequeño
desmonte

Arce (m)	MH (m)	I (m)	V (m)	Nº de (cm)
2	1	517	58	120
3		12,6	54,5	119
4		12,4	32,5	150
5		15,2	32,0	164
6		14	24,6	197
8		18,6	25,2	271
10		29,2	31,3	336
13		26,5	20,1	402
16		29,6	17,1	464
20		39,2	16,7	535
25		47,7	14,4	593
32		71,2	14,5	655
40		104	15,1	730
50		142	14,3	791
65	1,20/105/542	75,70/5948/843		
80	1,20/139/665	75,65/41085/959		
100		82	36,6	918
125		65,5	3,6	901
160		77,5	19,5	1007
200		260	38,3	923
250		304	26,2	845
320		420	22,1	845
400	20/100/530/350	16,6/46,6/187/659		
500	20/100/320/316	57/240/699/590		
650		474	20,5	571
800		715	20,4	571
1000		1146	23,5	643



3307	817	1270	425/259	572	905
52	468	100	100	52	100
* poco + alla de skantarilla					
(elect.N)					
10°					