

Relatório 1346R/07

**RESULTADOS DOS LEVANTAMENTOS GEOFÍSICOS
REALIZADOS NA FAZENDA CARUARA, SÃO JOÃO DA BARRA,
RJ**

INTERESSADO: CONESTOGA-ROVERS E ASSOCIADOS

São Paulo
Dezembro de 2007

1 INTRODUÇÃO

Os ensaios geofísicos realizados na Fazenda Caruara foram realizados no período compreendido entre 10 e 22 de novembro de 2007.

As técnicas utilizadas neste levantamento foram:

- a) caminhamento de eletrorresistividade; e
- b) sondagem elétrica vertical.

1.1 Objetivos

Os ensaios geofísicos objetivaram fornecer os subsídios para o conhecimento geológico e caracterização hidrogeológica da área.

Especificamente, as técnicas geofísicas utilizadas visaram:

- a) definir feições geoelétricas correlacionáveis a alteração na permeabilidade do maciço, como também variações faciológicas, e identificação de possível cunha salina, utilizando-se o caminhamento elétrico de resistividade; e
- b) a definição de estratos geoelétricos correlacionáveis à posição do nível d'água subterrânea, como também a identificação de diferentes estratos geoelétricos na porção superior do subsolo.

2 CONSIDERAÇÕES SOBRE AS TÉCNICAS GEOFÍSICAS UTILIZADAS

2.1 Eletrorresistividade

As técnicas mais utilizadas para medir a resistividade em subsuperfície são as que utilizam uma fonte artificial para introduzir uma corrente elétrica no subsolo. Isto é feito por intermédio de dois eletrodos em contato galvânico com o solo. Mede-se o potencial estabelecido pelo fluxo de corrente, por meio de outro par de eletrodos posicionados nas proximidades, determinando-se a resistividade efetiva ou aparente.

A resistividade aparente é o parâmetro fornecido pelo método da eletrorresistividade. Seu princípio é baseado na passagem, pelo solo, de uma corrente contínua de intensidade I , transmitida por um par de eletrodos A e B, ligado a um emissor E (baterias ou grupo-gerador). Mede-se a diferença de

potencial V entre dois eletrodos M e N, conforme mostra a **Figura 1**, e a resistividade aparente (ρ_a) é dada pela equação:

$$\rho_a = KV/I$$

onde K é um coeficiente que depende das dimensões e arranjo do quadripolo AMNB.

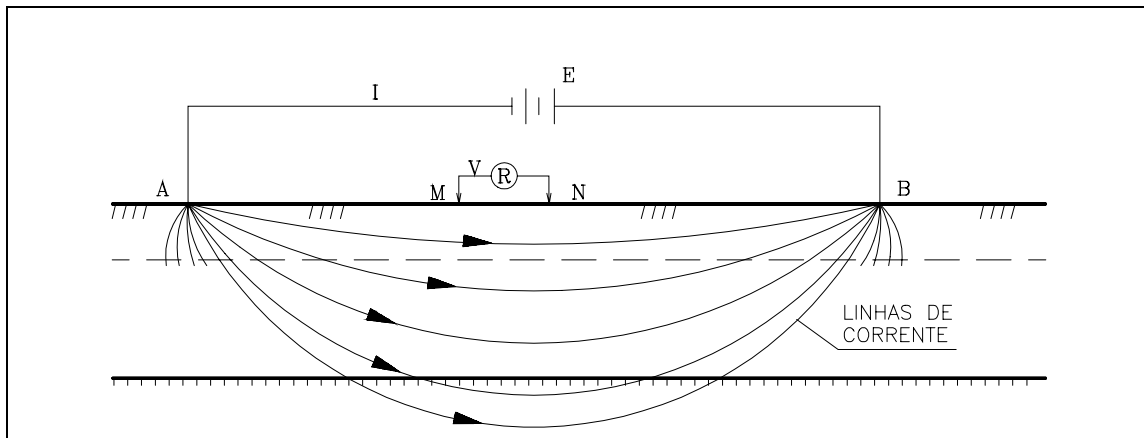


Figura 1 - Princípio do método da eletrorresistividade.

Descreve-se a seguir as principais técnicas utilizadas para medir a resistividade do subsolo.

2.1.1 Técnica do caminhamento elétrico

Trata-se de uma técnica de investigação horizontal, em uma ou em várias profundidades, aproximadamente constantes, a partir de medidas tomadas na superfície do terreno.

A finalidade do caminhamento elétrico é estudar as variações laterais da resistividade do subsolo, sendo muito adequado para detectar contatos geológicos, fraturamentos e/ou falhamentos e outros corpos ou estruturas que se apresentem como heterogeneidades laterais destes parâmetros.

As investigações efetuadas pelo caminhamento elétrico geralmente são efetuadas ao longo de perfis e os resultados obtidos se relacionam entre si através de um estudo em planta a uma profundidade determinada, ou ainda, através de seções com várias profundidades de investigação.

São vários os arranjos eletródicos utilizados na investigação geoeletrica. Dentre eles, o mais consagrado é o arranjo dipolo-dipolo, utilizado no presente levantamento. Neste arranjo, os eletrodos A e B de envio de corrente e os eletrodos M e N de potencial ou de recepção, são alinhados sobre um mesmo perfil. O arranjo é definido pelos espaçamentos $X = AB = MN$. A profundidade de investigação cresce com R.

A **Figura 2** ilustra o arranjo dipolo-dipolo.

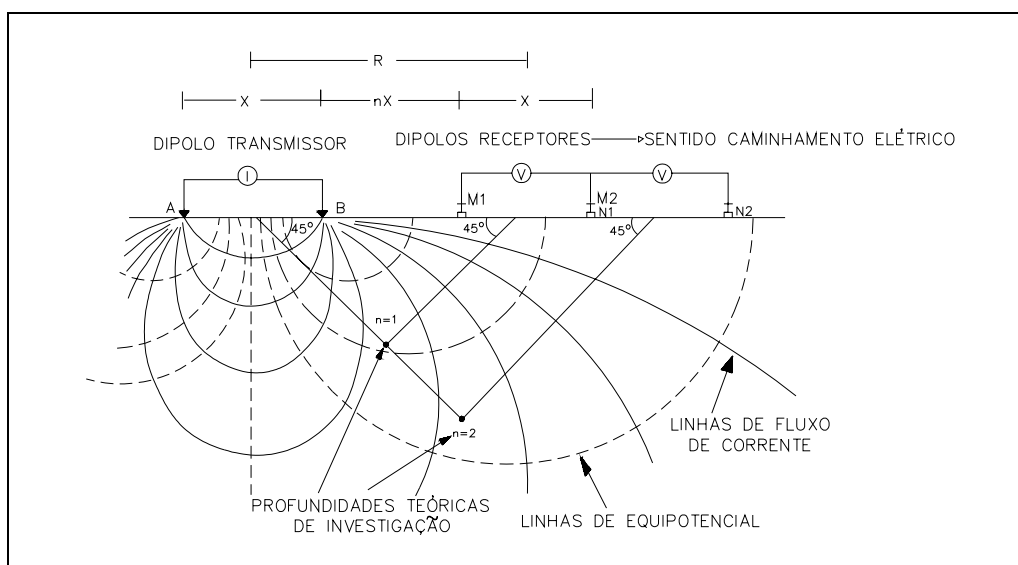


Figura 2 - Caminhamento resistividade (disposição no campo do arranjo dipolo-dipolo).

As medidas são realizadas em várias profundidades de investigação, isto é, $n = 1, 2, 3, 4, \dots n$.

A cada estação, os dois dipolos são deslocados a uma distância igual a X , e os dados obtidos são plotados nas posições $n = 1, 2, 3, \dots$ e interpolados, gerando uma pseudo-seção de resistividade aparente. As pseudo-seções são assim chamadas porque os dados obtidos de diferentes níveis de investigação não correspondem aos valores reais dos parâmetros de cada camada investigada e referem-se a valores aparentes de resistividade. De forma semelhante, as profundidades na seção vertical são também apenas qualitativas.

Os processos automáticos de interpretação permitem a inversão automática dos dados de campo, transformando os dados de resistividade aparente em valores de resistividades reais. O programa utilizado foi o RES2DINV (Geotomo Software, 2004). Trata-se de um programa de inversão 2D que utiliza o método dos mínimos quadrados. Os dados processados podem ser salvos em formato compatível com o Surfer e apresentados sob a forma de seções de resistividade ou então sob a forma de mapas. A disposição em planta das anomalias detectadas pelo levantamento de eletrorresistividade permite identificar a presença de estruturas e sua orientação.

2.1.2 Técnica da sondagem elétrica vertical

Os ensaios geofísicos através do método de eletrorresistividade, utilizando a técnica da sondagem elétrica vertical objetivam a definição de diferentes estratos geoeletricos, os quais podem ser correlacionados à posição do nível d'água subterrânea, como também à profundidade do topo do substrato rochoso.

Um dos principais arranjos utilizados na técnica da sondagem elétrica é o arranjo Schlumberger. Esse arranjo foi empregado no presente levantamento e a sua ilustração é a mesma apresentada na **Figura 1**.

As curvas de campo são avaliadas preliminarmente através do ajuste com curvas padrão de três camadas e o método do ponto auxiliar de substituição de camadas, obtendo-se dessa forma um modelo geoeletrico inicial. Para o refinamento do ajuste, utilizam-se processos automáticos de inversão através do software lpi2win.

1 3 TRABALHOS REALIZADOS

A malha geofísica pode ser visualizada na **Figura 3**. Essa malha é constituída por 5 linhas de forma a recobrir a área da fazenda e posicionadas com direção preferencialmente W-E.

Essas linhas foram estaqueadas de 40 em 40 metros e os ensaios geofísicos foram distribuídos da forma descrita a seguir.

3.1 Caminhamento elétrico

Os perfis de eletrorresistividade foram executados ao longo das linhas A a E, com medições de resistividade de 40 em 40 metros, perfazendo um total de 5 880 metros.

Nesse levantamento foi utilizado o sistema ABEM SAS-4000, de fabricação sueca.

4.2 Sondagens elétricas verticais

Foram executadas 20 sondagens elétricas verticais, arranjo Schlumberger, com abertura máxima de 400 metros entre os eletrodos de corrente (AB).

O sistema utilizado também foi o ABEM SAS-4000.

2 4. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

São discutidos, a seguir, os resultados dos ensaios geofísicos realizados na área.

5.1 Caminhamento elétrico

Os resultados dos caminhamentos elétricos são apresentados nas **Figuras 4 a 8** sob a forma de seções, e em planta na **Figura 9**.

No processamento das seções do caminhamento elétrico foi utilizado o programa de inversão RES2DINV (Geotomo, 2004).

As seções de caminhamento elétrico apresentadas refletem as variações verticais e horizontais de resistividade ao longo das linhas, definindo feições anômalas que refletem variações faciológicas que ocorrem na Formação Barreiras recente. As faixas mais arenosas são representadas por valores de resistividade relativamente mais altos em contraste com as porções com uma maior contribuição argilosa.

Corroborando os ensaios de sondagem elétrica vertical, discutidos abaixo, os valores de resistividade encontrados não são compatíveis com a presença de água salinizada, como também ao longo das seções não se evidencia a presença de cunha salina. As variações laterais detectadas mapeiam as variações faciológicas citadas acima.

O mapa apresentado na **Figura 9** mostra a distribuição dos valores de resistividade na profundidade de 200 metros, evidenciando a ocorrência das fácies mais arenosas, com direção preferencialmente NE.

5.2 Sondagens Elétricas Verticais

Nas **Figuras 10 a 29** são apresentados os resultados obtidos por meio das sondagens elétricas. Para a interpretação dos dados foi utilizado o programa IPI2Win.

Buscou-se na interpretação a obtenção dos estratos geoelétricos cujas resistividades possam correlacionar-se às profundidades do nível d'água subterrânea, para apoiar a confecção do mapa potenciométrico, apresentado neste relatório.

Uma análise geral das resistividades elétricas encontradas nestes ensaios permite definir uma interface (cuja maior profundidade é de aproximadamente 30 metros, na SEV A4 - **Figura 10**), abaixo da qual não se observam valores de resistividade compatíveis com a presença de água salina ou salobre. Ou seja, possível ocorrência de água dessa qualidade seria mais provável nas porções superiores do sub-solo, embora as medidas de condutividade elétrica feitas em amostras de águas dos poços de monitoramento não apresentaram valores característicos de água salinizada.

3

4 6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

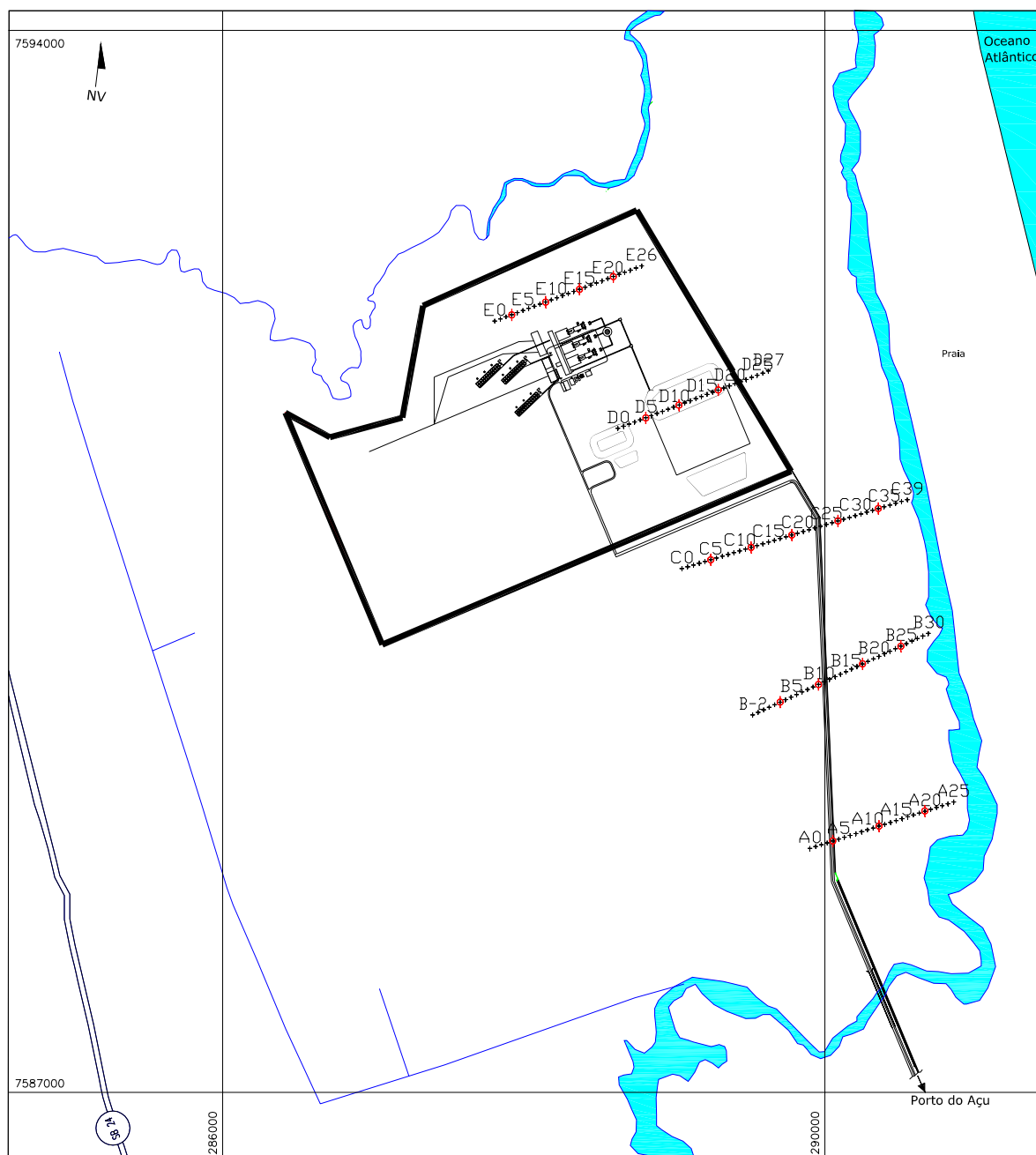
Com base nos resultados do levantamento geofísico, as futuras perfurações devem privilegiar as fácies com maior predominância de areia, que são representadas no mapa e nas seções, pelos valores de resistividade mais altas.



A princípio, deve ser considerada uma profundidade em torno de 300 metros para a execução das perfurações. Durante o decorrer das perfurações, essa profundidade será melhor avaliada. É altamente recomendável a execução de perfilagens geofísicas para a definição do projeto final de cada poço.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Geotomo Software. RES2DINV (v.3.54) and RES3DINV (v.2.14) for Windows 98/ME/2000/NT/XP. Geoelectrical Imaging 2D & 3D. 2004, 130p.

ANEXO A - LOCALIZAÇÃO E RESULTADOS DOS ENSAIOS GEOFÍSICOS REALIZADOS



-  - ponto de execução de sondagem elétrica vertical
-  - designação da estaca topográfica na seção de caminhamento elétrico

Localização da malha geofísica

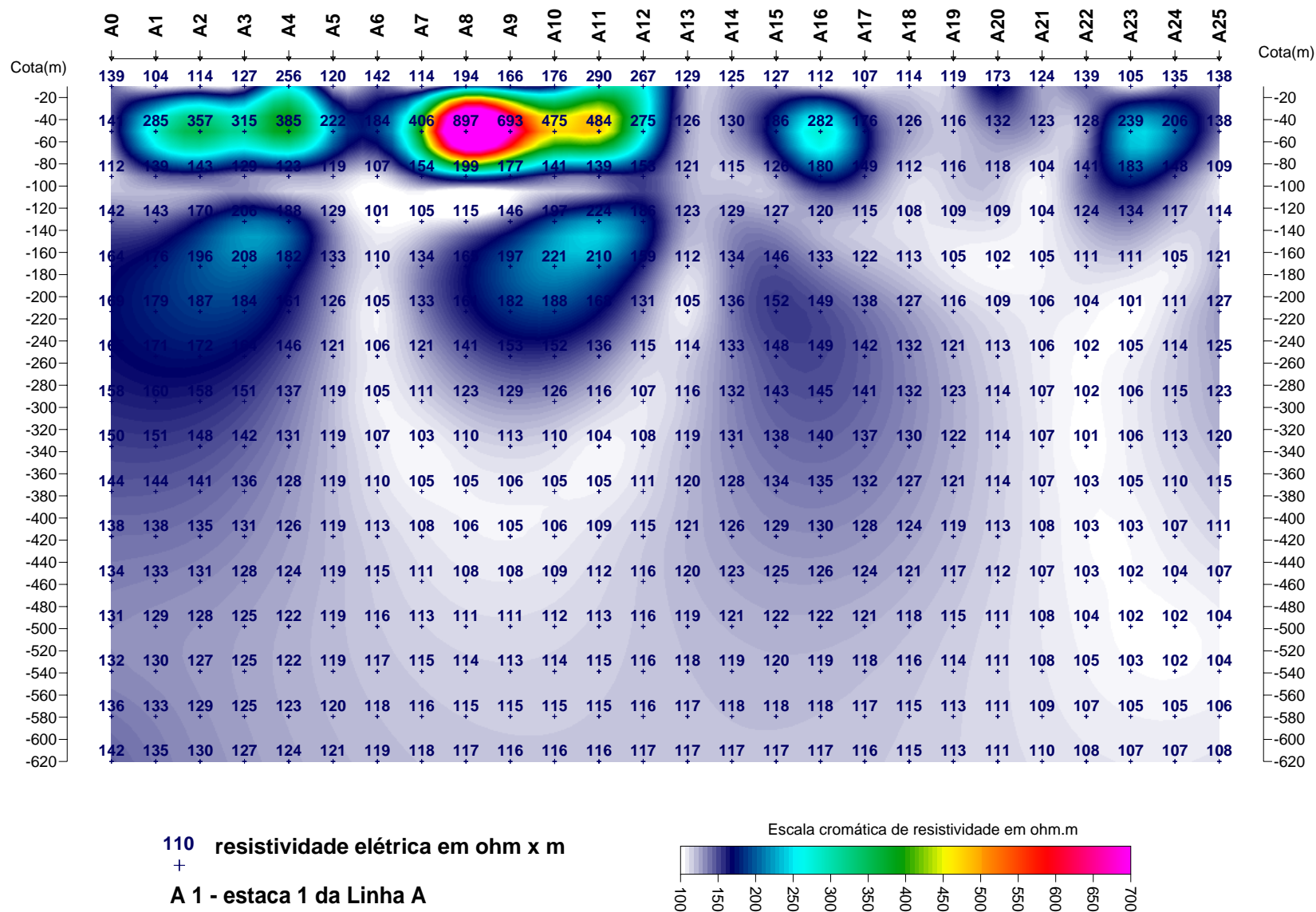
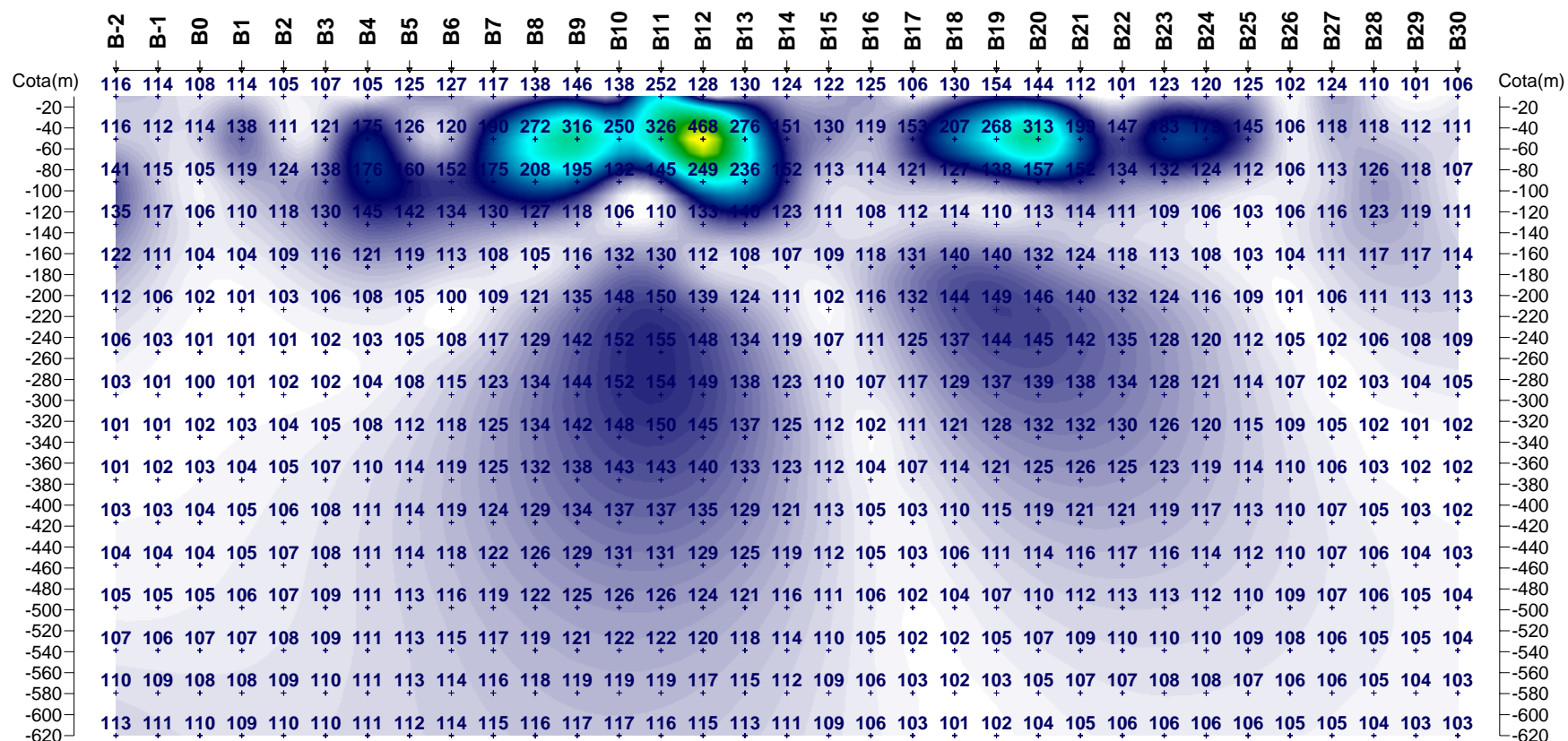


Figura 4 - seção de resistividade elétrica da Linha A



141 resistividade elétrica em ohm x m

+

B 1 - estaca 1 da Linha B

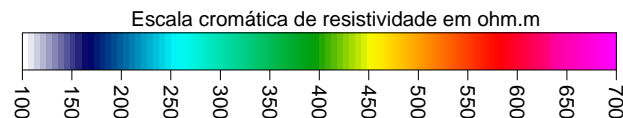
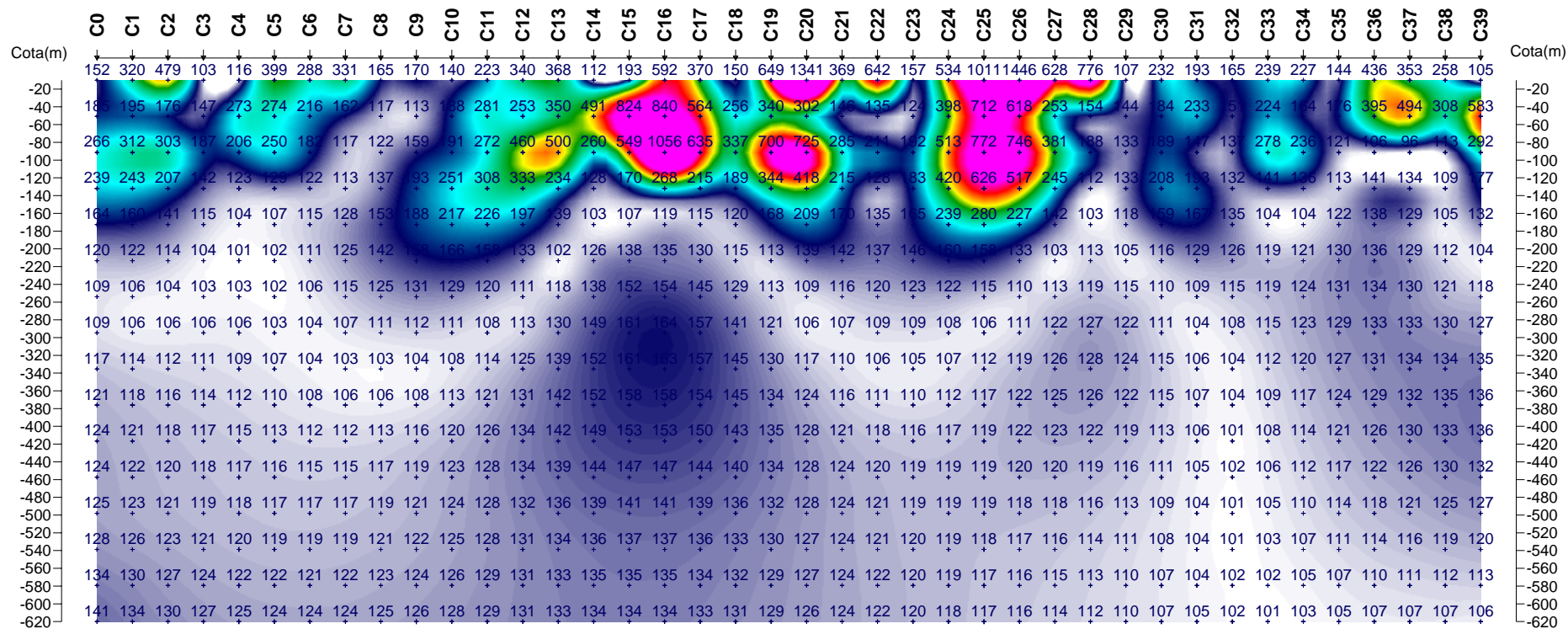


Figura 5 - seção de resistividade elétrica da Linha B



115 resistividade elétrica em ohm x m
+
C 1 - estaca 1 da Linha C

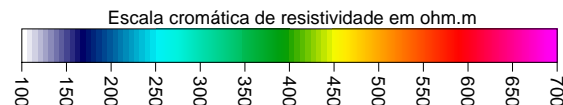


Figura 6 - seção de resistividade elétrica da Linha C

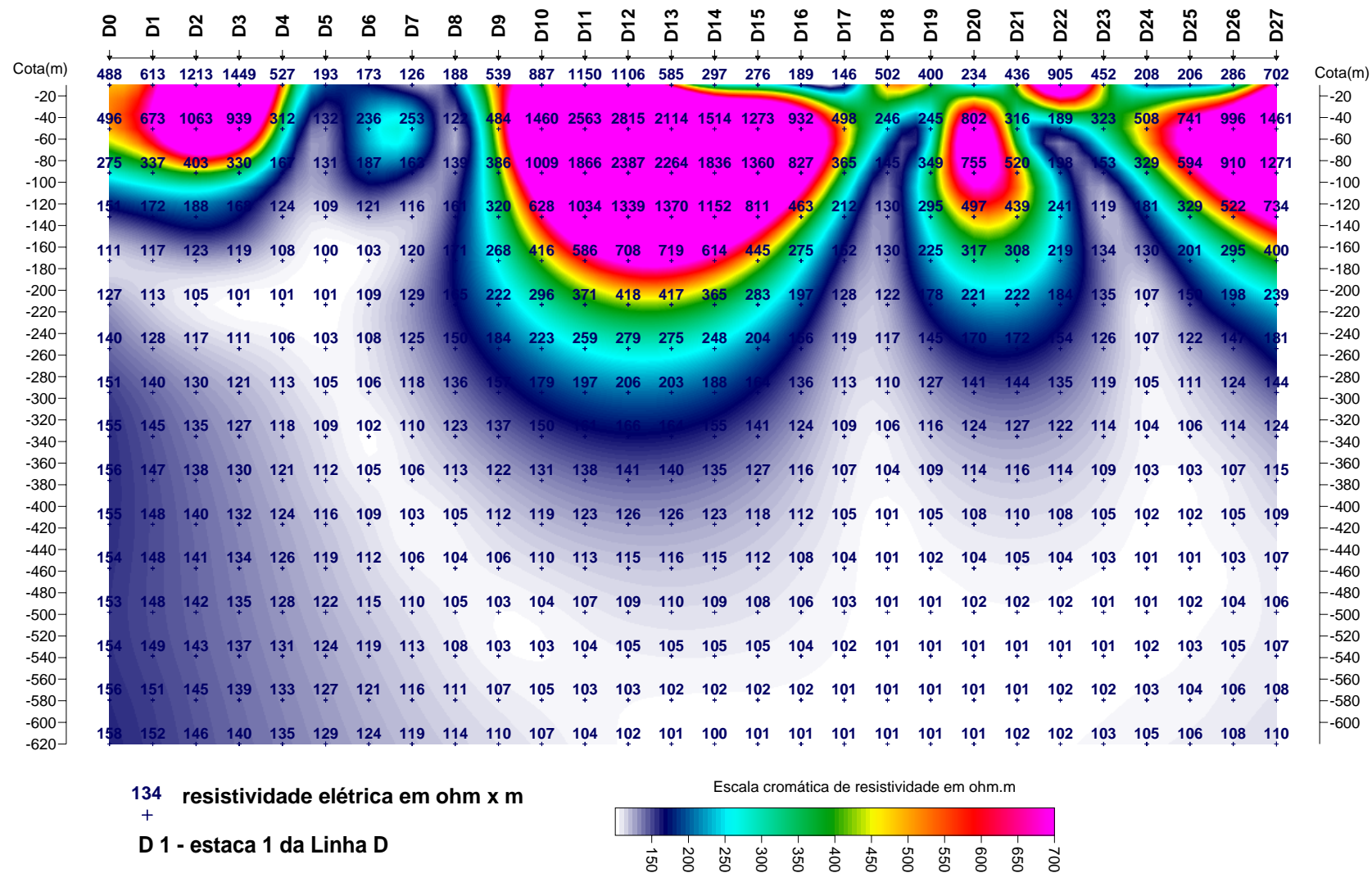


Figura 7 - seção de resistividade elétrica da Linha D

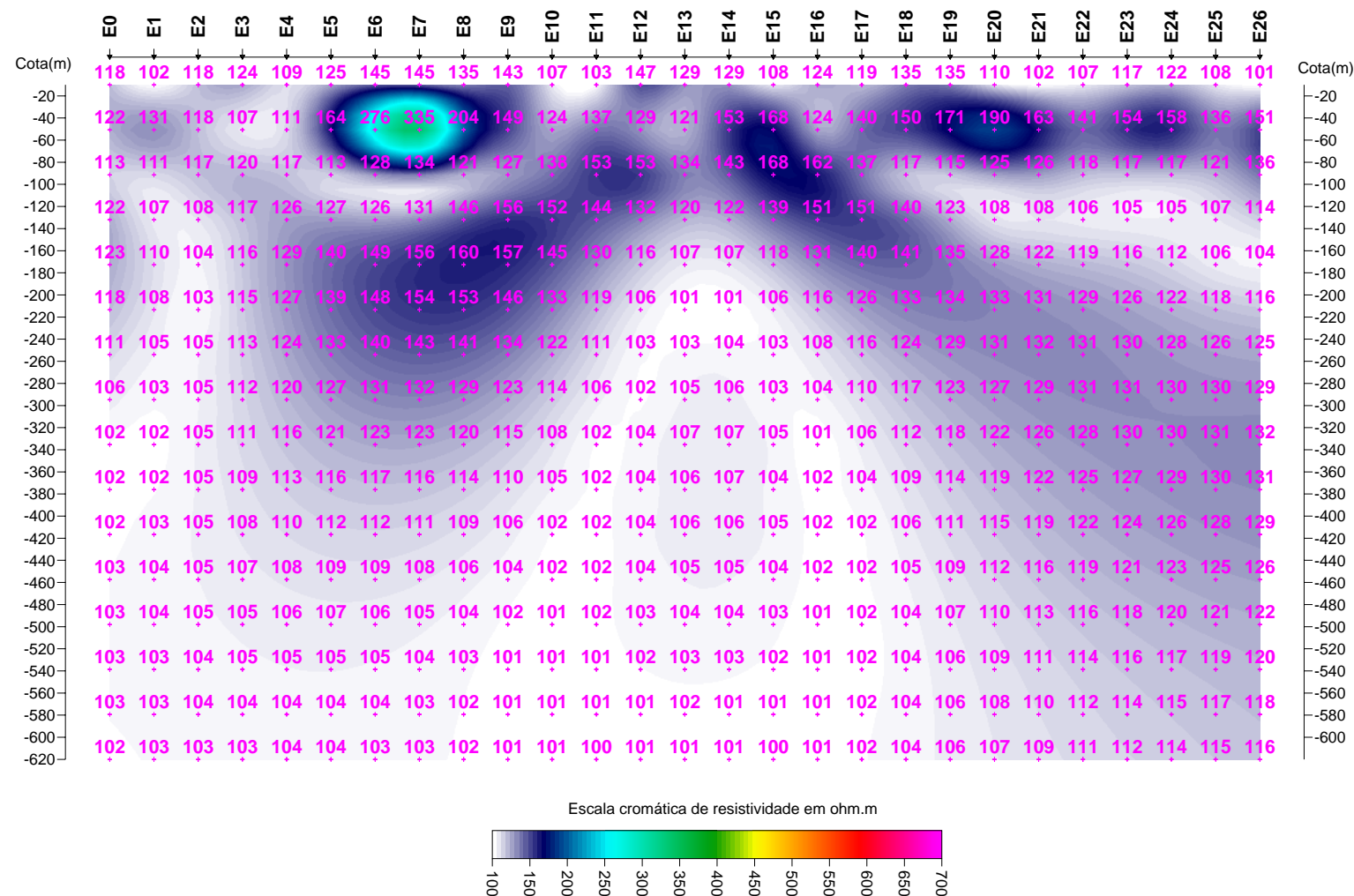
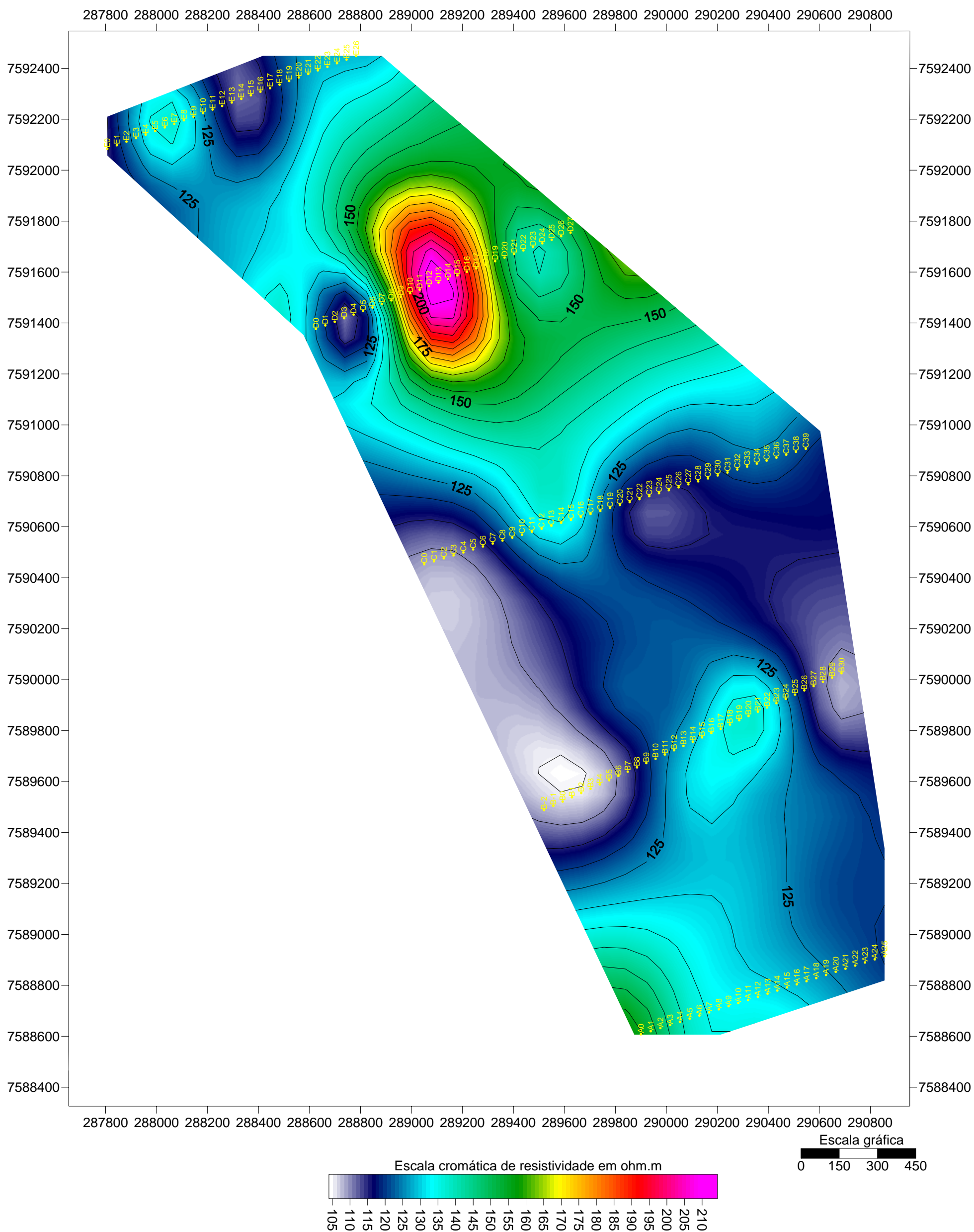
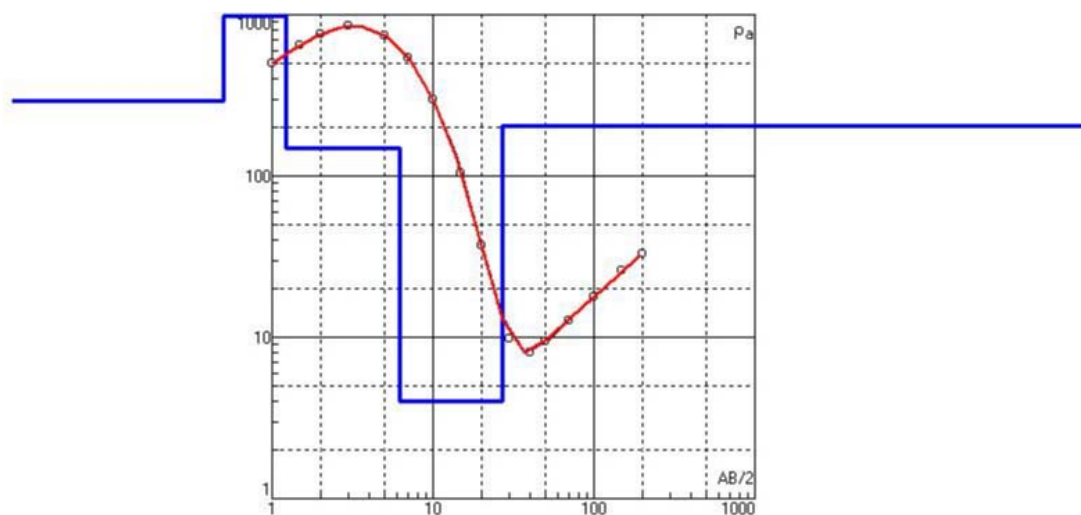


Figura 8 - seção de resistividade elétrica da Linha E



E 1 - estaca 1 da Linha E

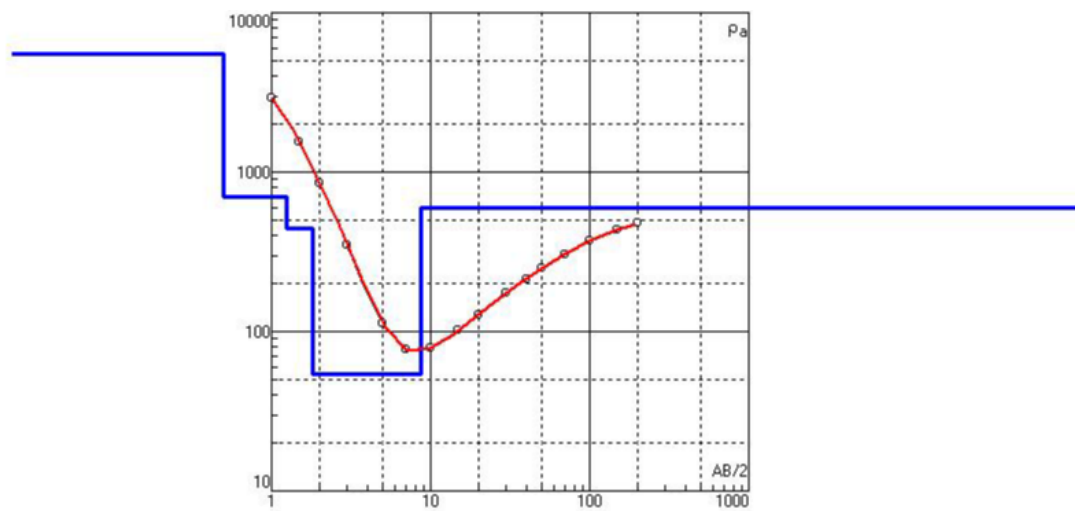
Figura 9 - mapa de resistividade elétrica na profundidade de 200 m



N	ρ	h	d	Alt
1	292.1	0.5	0.5	-0.5
2	3840	0.7196	1.22	-1.2196
3	148.2	5.016	6.236	-6.2356
4	4.044	20.74	26.98	-26.98
5	204.3			

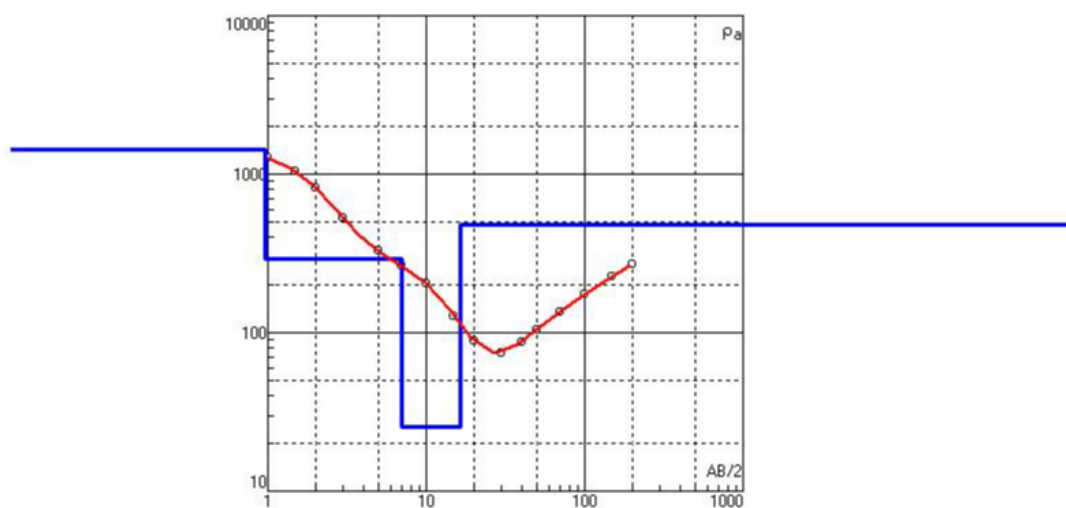
→ N.A. interpretado

Figura 10 - sondagem elétrica vertical - Linha A - estaca A4

[illegible]

N.A. interpretado

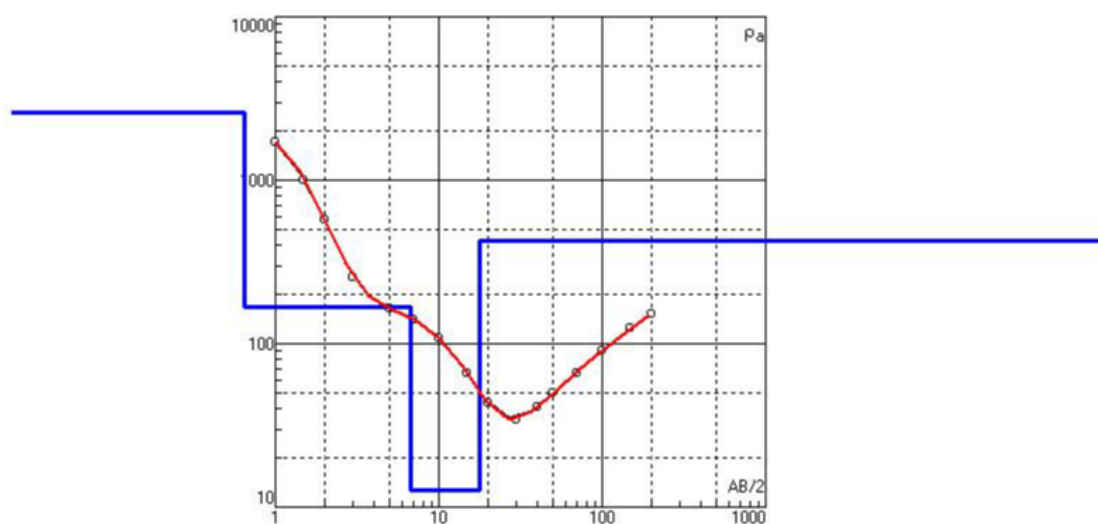
Figura 11 - sondagem elétrica vertical - Linha A - estaca A12



N	ρ	h	d	Alt
1	1430	0.9611	0.9611	0.96104
2	292.1	6.069	7.03	-7.0299
3	25.42	9.396	16.43	-16.426
4	479.8			

N.A. interpretado

Figura 12 - sondagem elétrica vertical - Linha A - estaca A20



N	ρ	h	d	Alt
1	2593	0.65	0.65	-0.65
2	166.5	6.08	6.73	-6.7299
3	12.69	11.05	17.78	-17.783
4	425.9			

N.A. interpretado

Figura 13 - sondagem elétrica vertical - Linha B - estaca B3

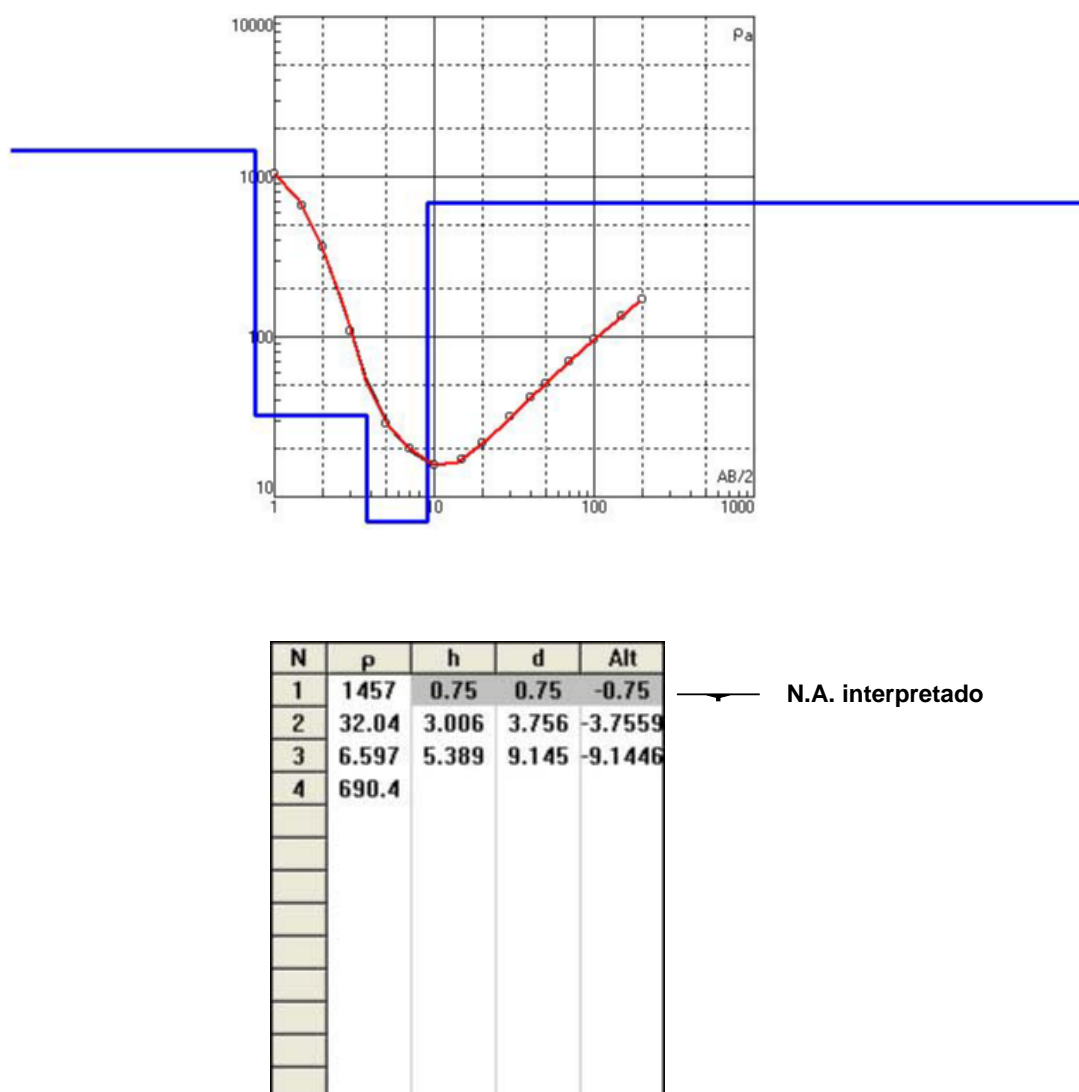


Figura 14 - sondagem elétrica vertical - Linha B - estaca B10

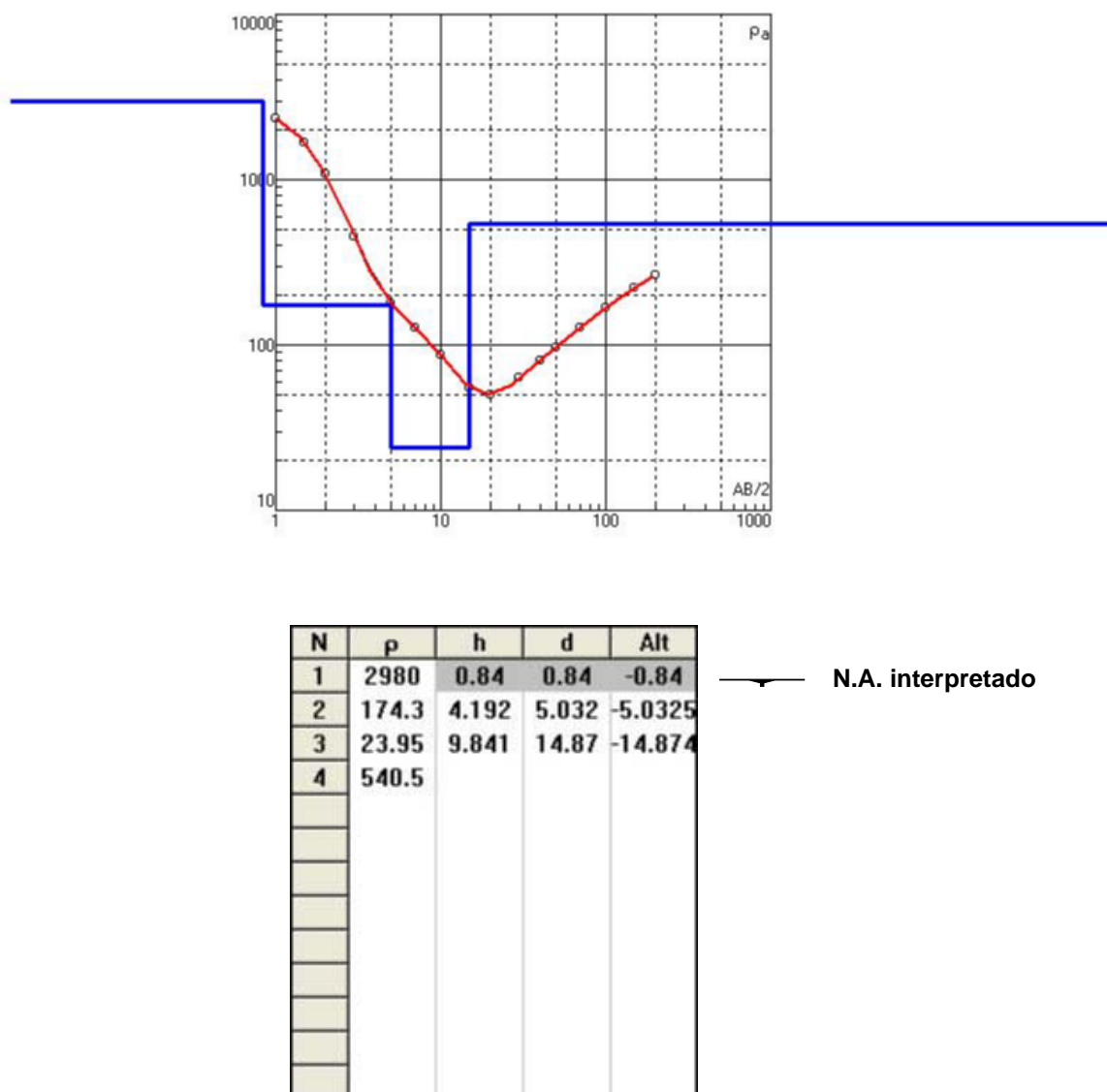
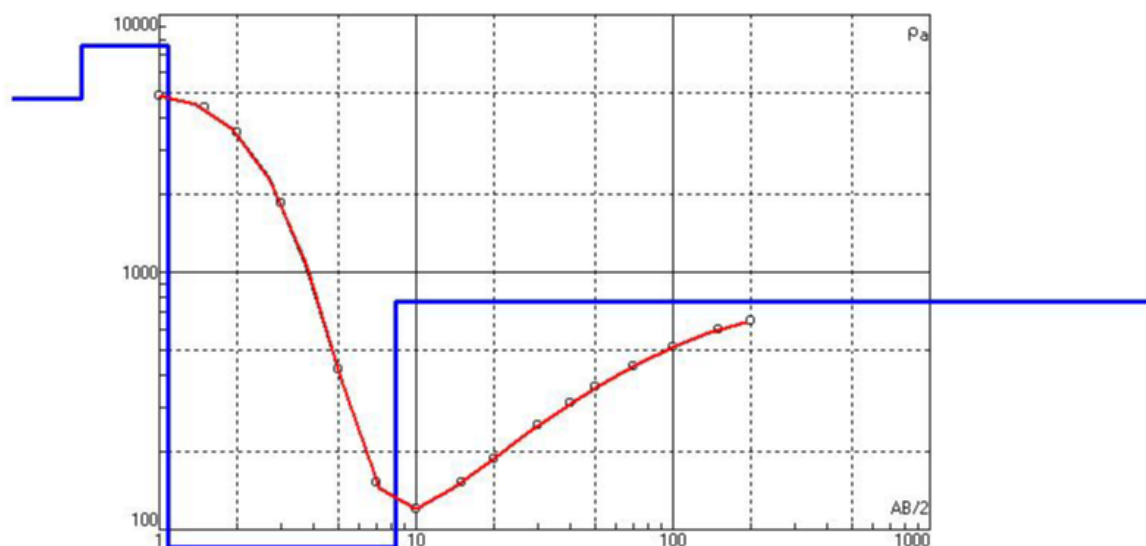


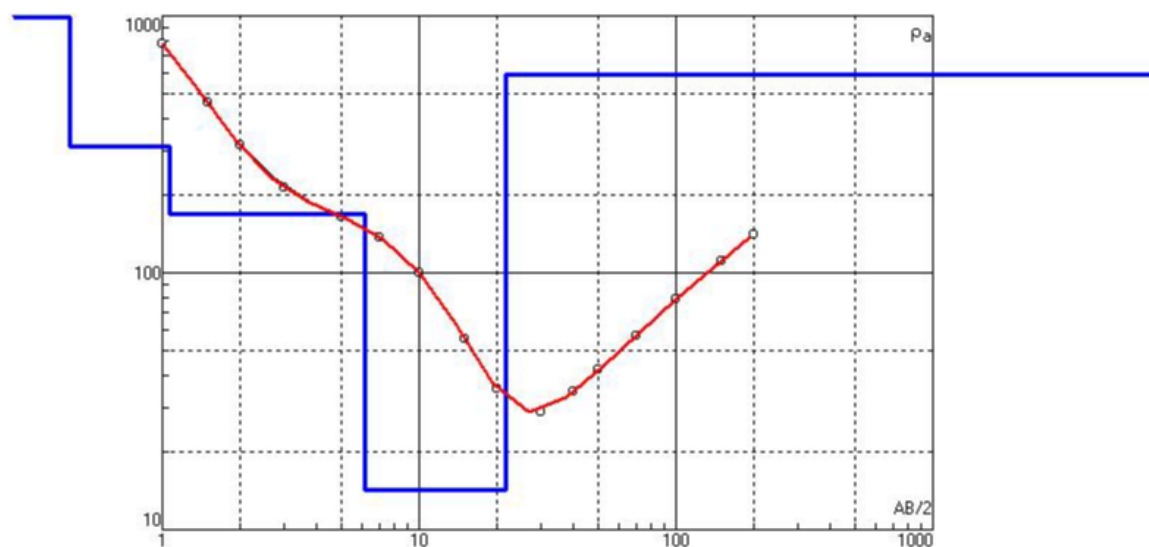
Figura 15 - sondagem elétrica vertical - Linha B - estaca B18



N	ρ	h	d	Alt
1	4744	0.5	0.5	-0.5
2	7618	0.5826	1.083	-1.0826
3	85.32	7.281	8.364	-8.3641
4	772.6			

N.A. interpretado

Figura 16 - sondagem elétrica vertical - Linha B - estaca B25



N	ρ	h	d	Alt
1	1540	0.4386	0.4386	0.4385
2	308.1	0.629	1.068	-1.0676
3	168.8	5.095	6.163	-6.1628
4	14.24	15.48	21.64	-21.639
5	592.6			

N.A. interpretado

Figura 17 - sondagem elétrica vertical - Linha C - estaca C5

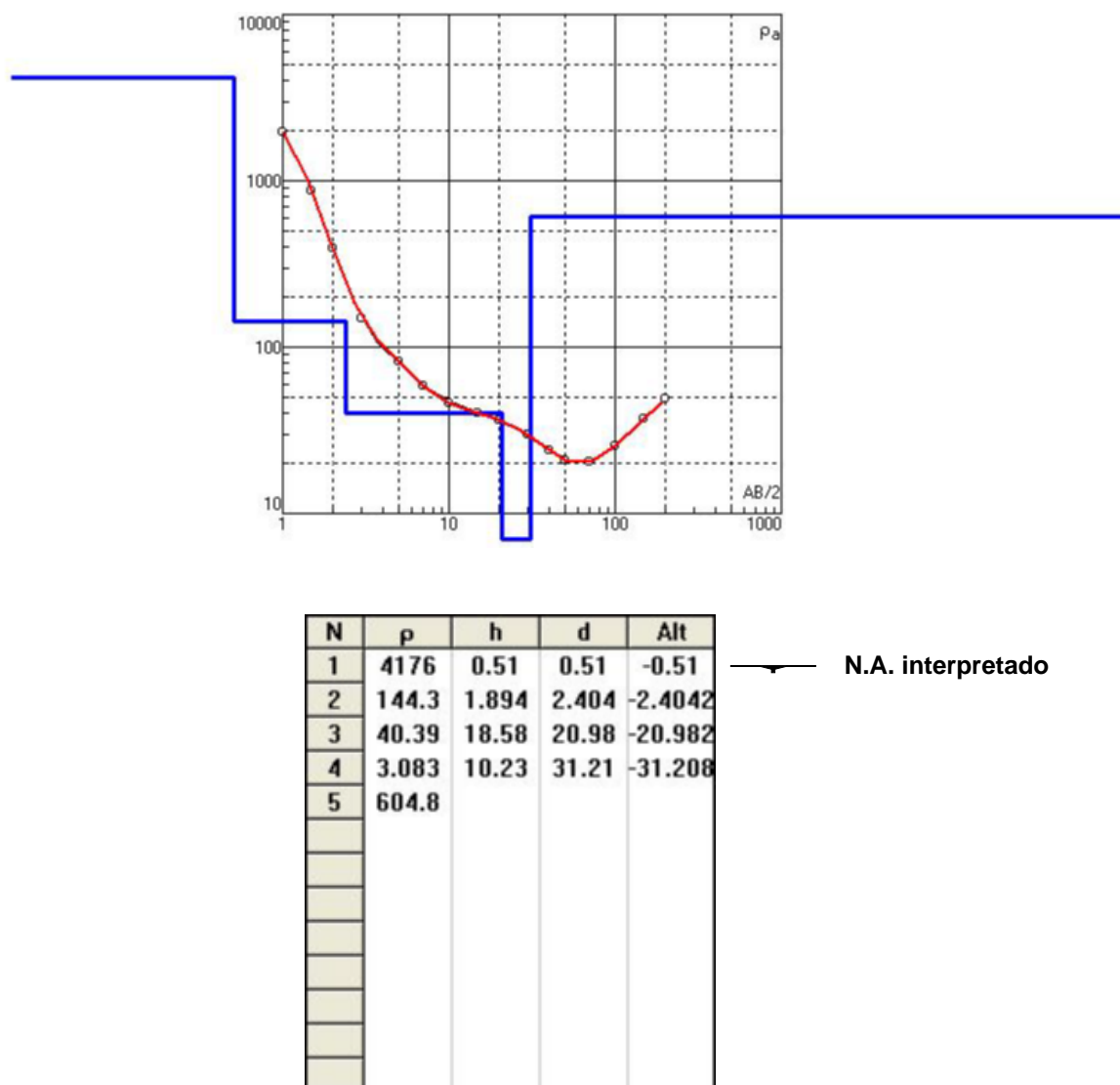
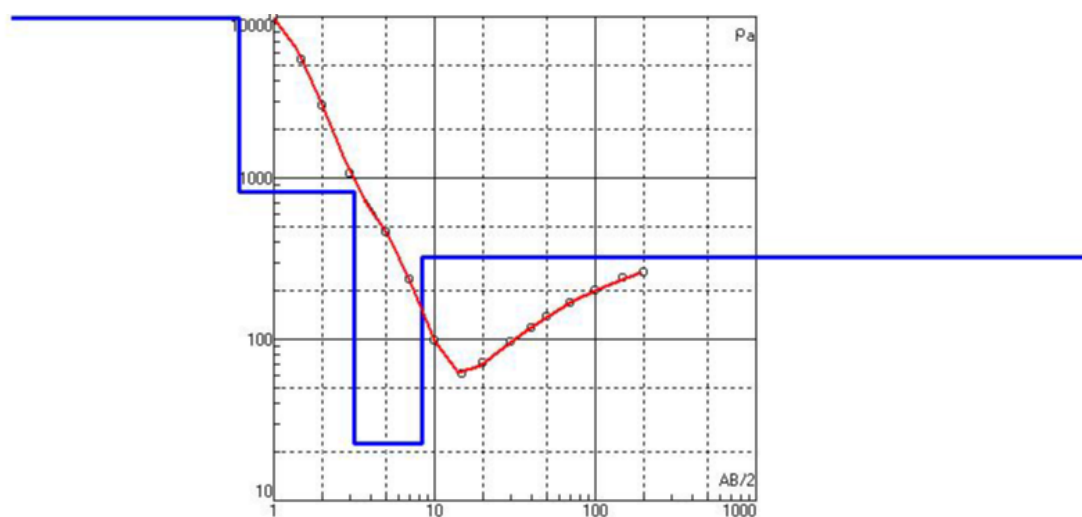


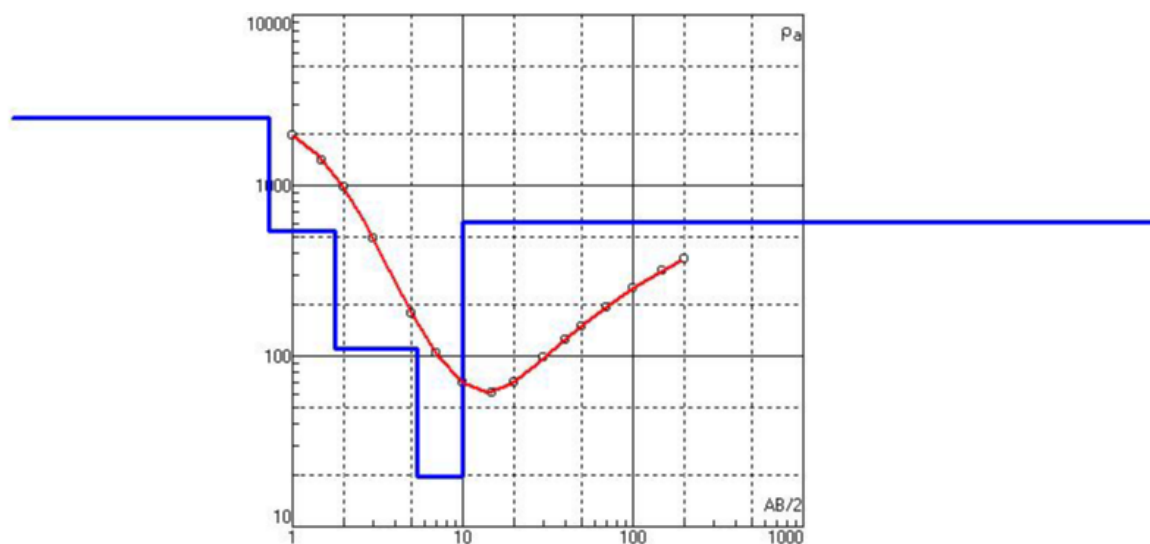
Figura 18 - sondagem elétrica vertical - Linha C - estaca C12



N	p	h	d	Alt
1	16243	0.61	0.61	-0.61
2	822.8	2.552	3.162	-3.1623
3	22.57	5.202	8.364	-8.3641
4	322.6			

N.A. interpretado

Figura 19 - sondagem elétrica vertical - Linha C - estaca C19



N	ρ	h	d	Alt
1	2490	0.733	0.733	-0.733
2	535.2	1.046	1.779	-1.7793
3	109.5	3.623	5.402	-5.4023
4	19.83	4.505	9.907	-9.9074
5	608.8			

— N.A. interpretado

Figura 20 - sondagem elétrica vertical - Linha C - estaca C27

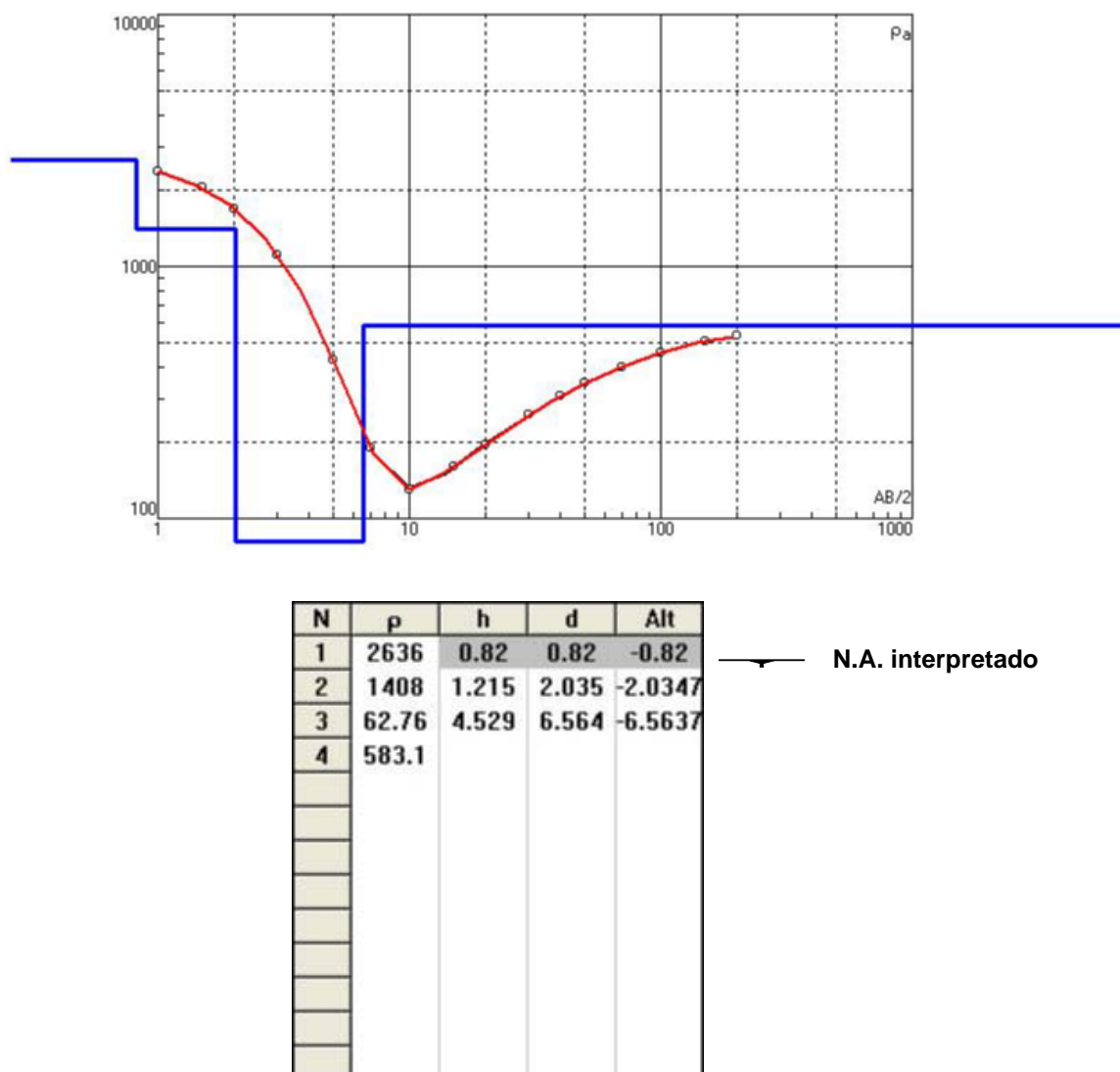
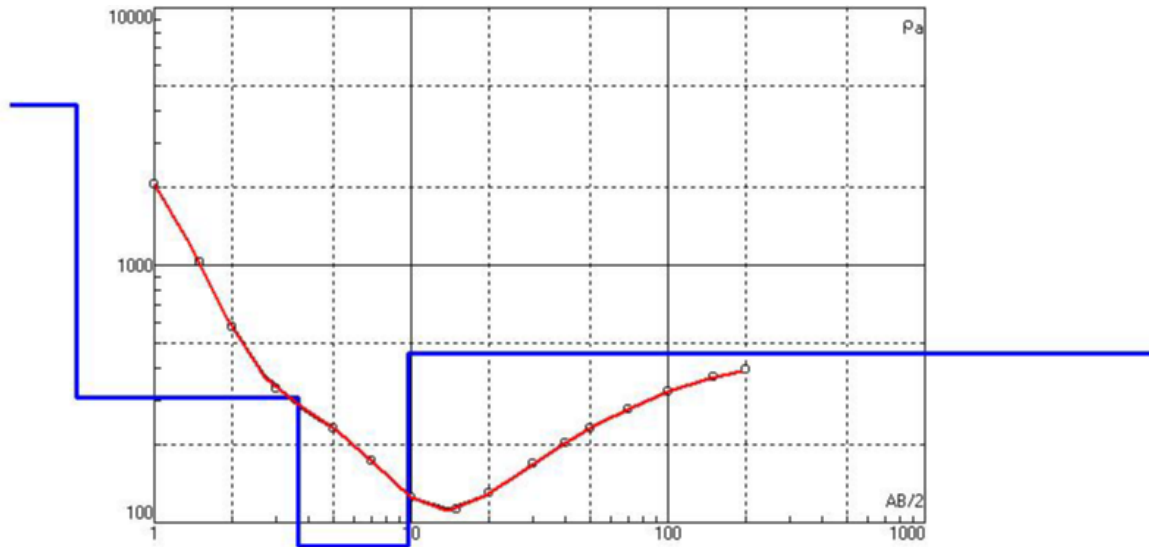


Figura 21 - sondagem elétrica vertical - Linha C - estaca C34

[illegible]

N.A. interpretado

Figura 22 - sondagem elétrica vertical - Linha D - estaca D5

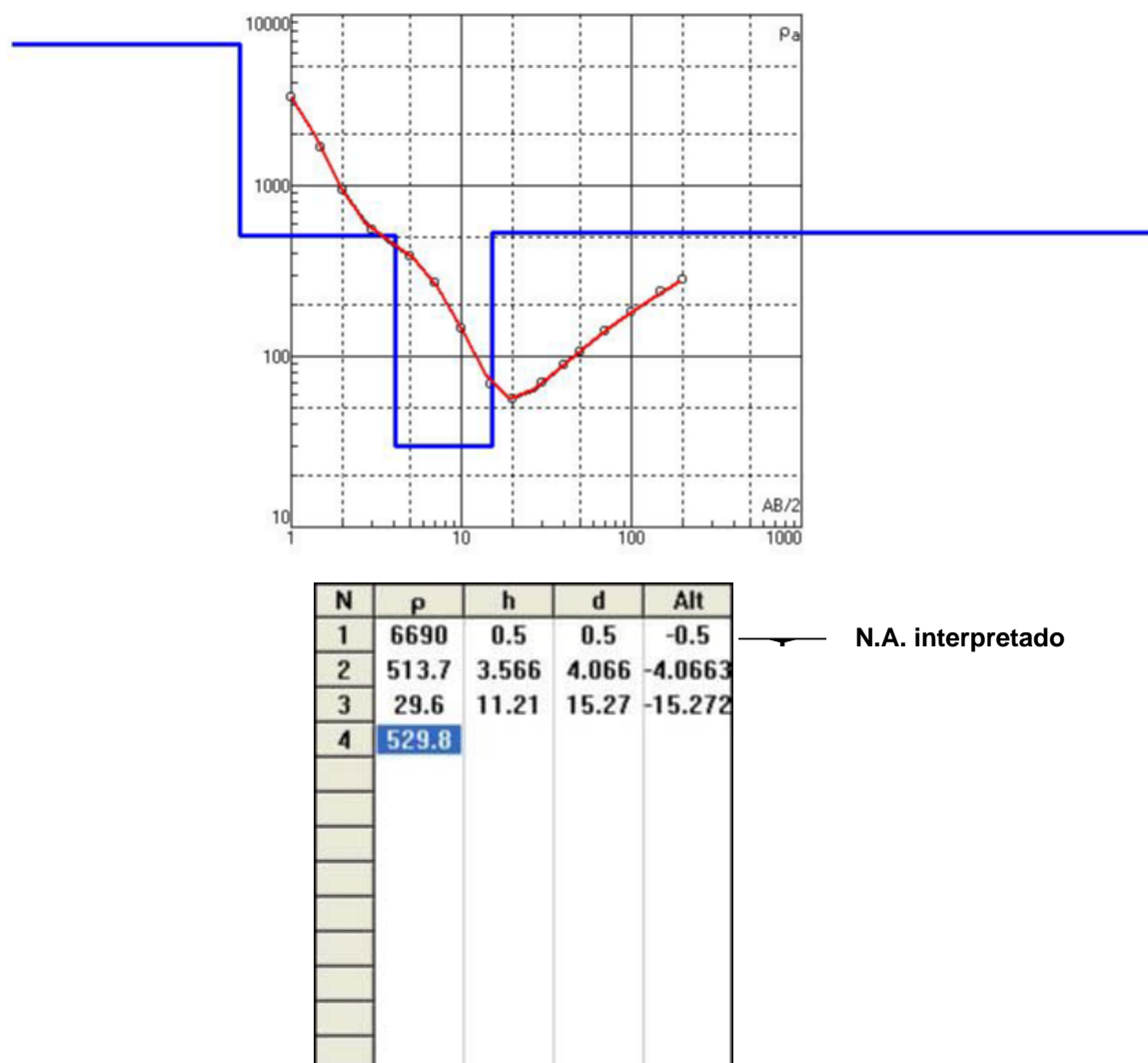


Figura 23 - sondagem elétrica vertical - Linha D - estaca D11

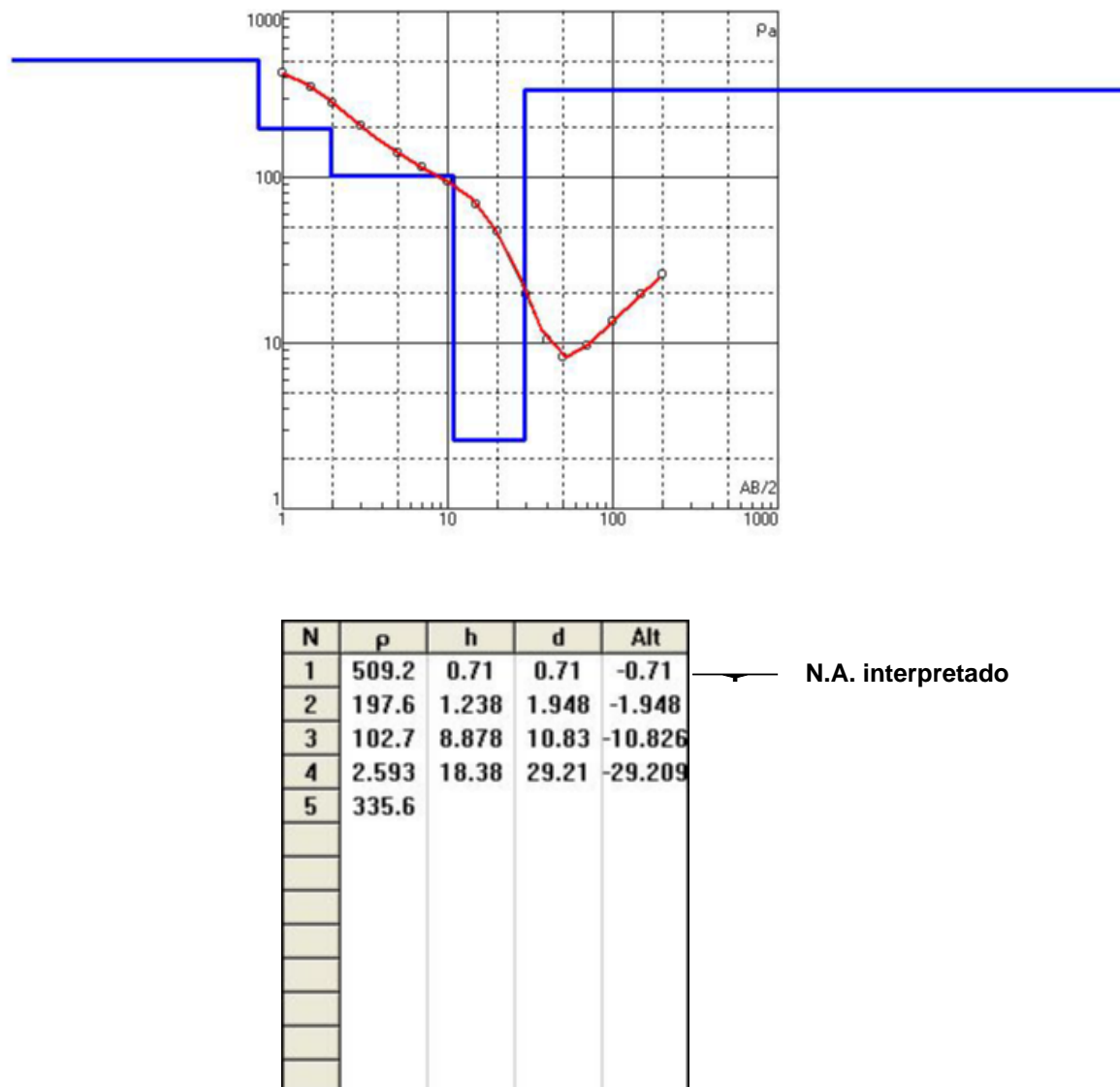
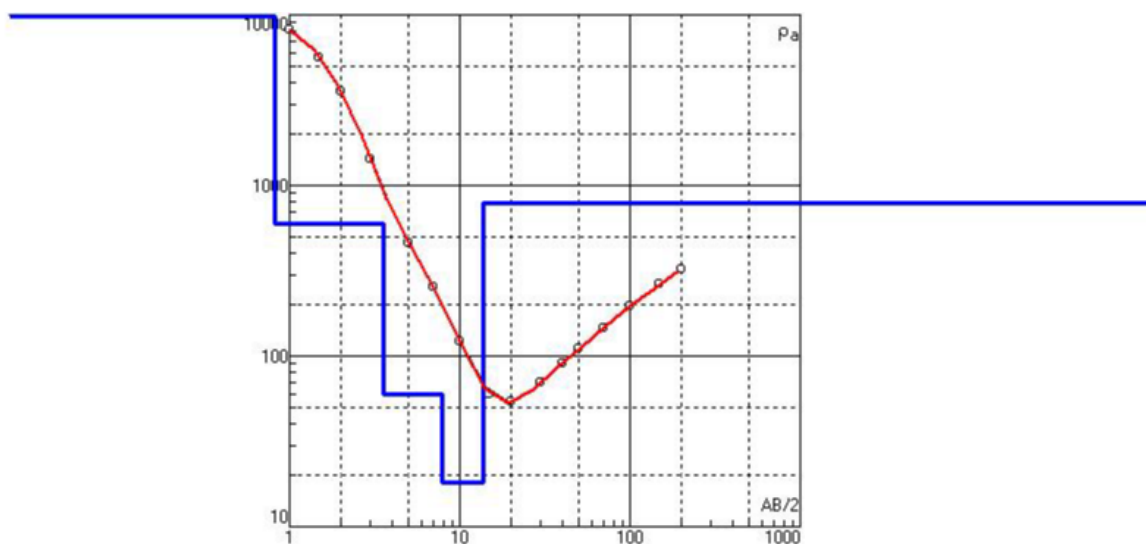


Figura 24 - sondagem elétrica vertical - Linha D - estaca D17



N	p	h	d	Alt
1	10520	0.8182	0.8182	-0.8182
2	594.9	2.753	3.571	-3.5713
3	60.11	4.309	7.881	-7.8806
4	18.14	5.858	13.74	-13.739
5	788.1			

N.A. interpretado

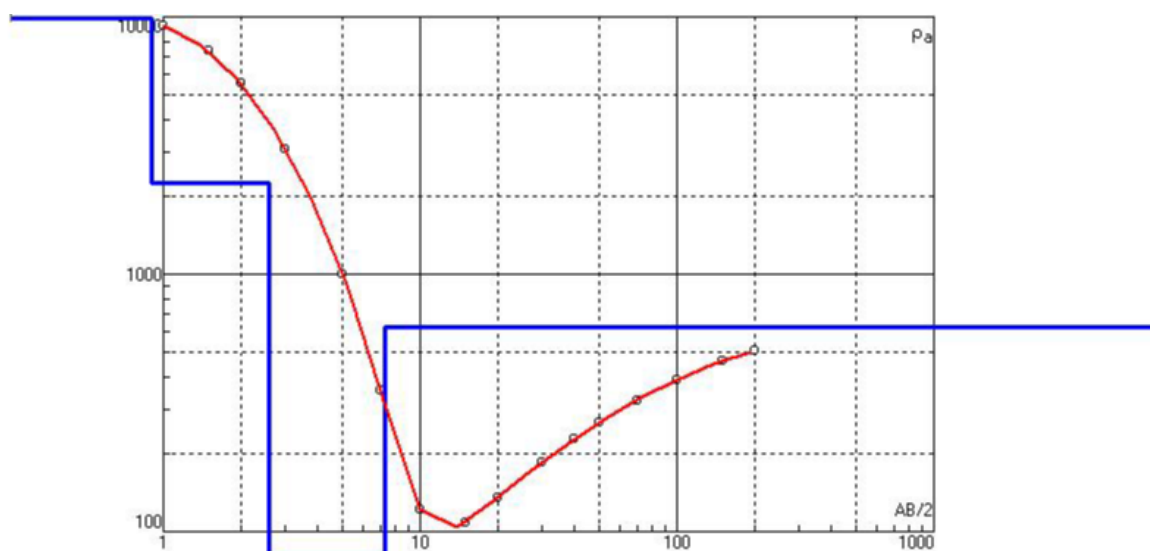
Figura 25 - sondagem elétrica vertical - Linha D - estaca D22



Figura 26 - sondagem elétrica vertical - Linha E - estaca E3



Figura 27 - sondagem elétrica vertical - Linha E - estaca E9



N	p	h	d	Alt
1	10750	0.9	0.9	-0.9
2	2257	1.693	2.593	-2.593
3	39.34	4.686	7.279	-7.279
4	621			

→ N.A. interpretado

Figura 28 - sondagem elétrica vertical - Linha E - estaca E15

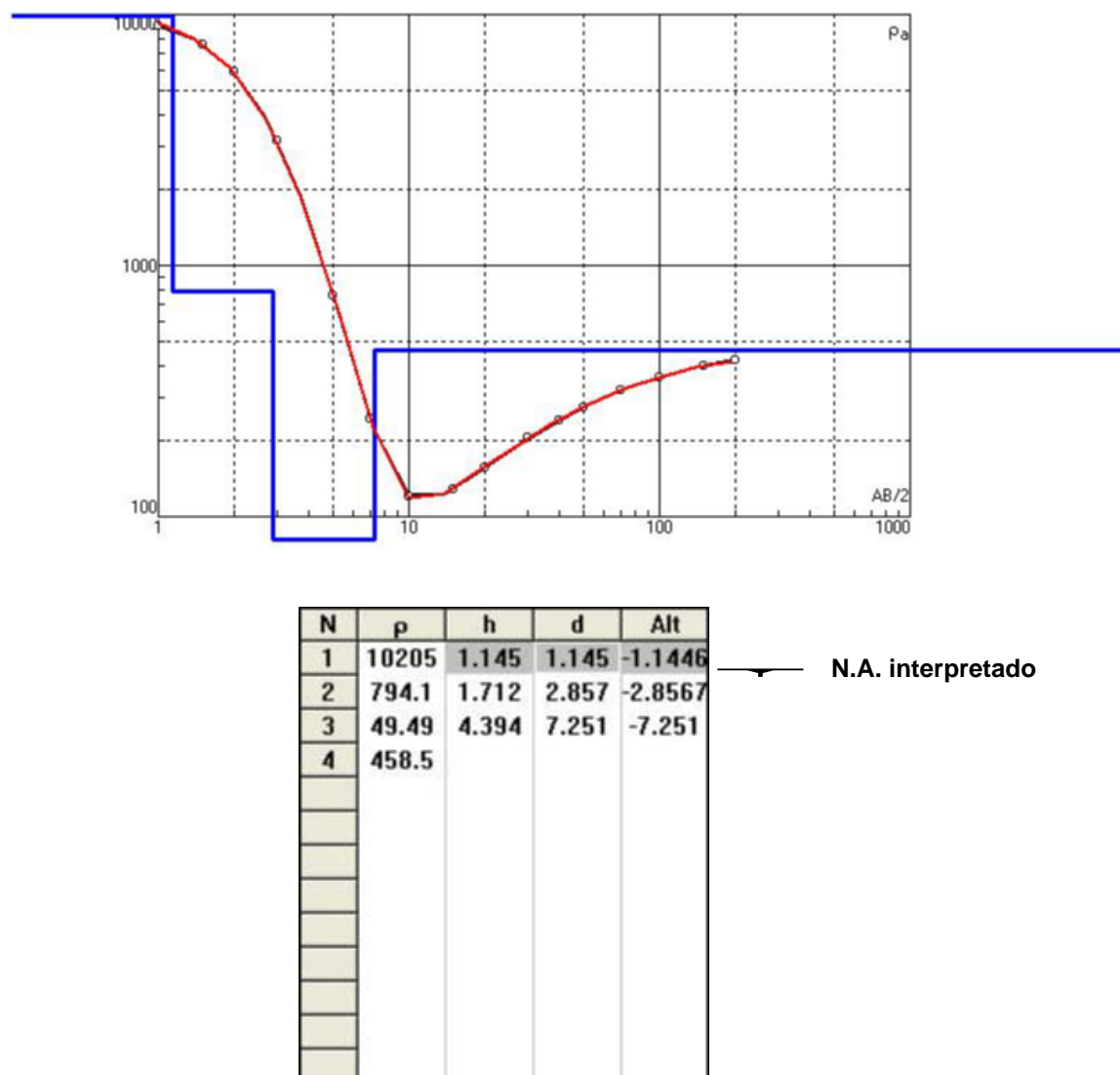


Figura 29 - sondagem elétrica vertical - Linha E - estaca E21