

## PRELUCRAREA DATELOR OBTINUTE ÎN URMA EFECTUĂRII UNOR PROSPECȚIUNI ARHEOLOGICE PRIN MĂSURAREA REZISTIVITĂȚII SOLULUI

Fizica, alături de alte discipline cum ar fi: chimia, biologia, geologia, matematica și nu în ultimul rând informatica, vine în ajutorul arheologului atât în alegerea unor soluții optime privind localizarea și executarea săpăturii, cât și în ceea ce privește interpretarea informației latente conținută în obiectul descoperit. Răspunsul la prima întrebare, respectiv localizarea obiectivului arheologic îl poate da și prospectarea arheologică.

În funcție de metoda și aparatura utilizată, prospectarea arheologică se poate face prin mai multe feluri:

— prospectarea prin măsurarea rezistivității solului — se bazează pe punerea în evidență a anomaliilor produse de obiectivele arheologice în valoarea rezistivității solului (puntea de măsură)

— prospectarea magnetometrică — se bazează pe punerea în evidență a anomaliilor produse de structurile arheologice în valoarea câmpului geomagnetic (magnetometru cu protoni)<sup>1</sup>

— prospectarea prin retroîmprăștiere gama — se bazează pe punerea în evidență a anomaliilor produse de structurile arheologice îngropate în densitatea solului (densimetru nuclear cu raze gama)<sup>2</sup>.

Metodologia măsurării rezistivității și prelucrarea datelor

Configurațiile Wenner și Schlumberger (*fig. 1*) sunt cele mai folosite în realizarea prospectărilor, deși există multe alte configurații cunoscute cu doi, trei sau patru electrozi. În configurațiile Wenner simetric (AMNB sau MABN); dipol — ABMN sau gama simetric AMBN, cu AB se notează electrozii de injecție a curentului, cu MN se notează electrozii de colectare a tensiunii între punctele de măsurare a rezistivității și cu  $a$  distanța dintre electrozi.

În configurația Schlumberger distanța dintre electrozii de potențial MN rămâne constantă, schimbându-se doar poziția față de aceștia a electrozilor de injecție a curentului A și B. În cazul acestui tip de configurație, adâncimea de investigare<sup>3</sup> este dată de relația:  $h = AB : 3$ .

În ambele situații adâncimea de investigare depinde și de valoarea absolută a rezistivității solului. Folosind configurația Schlumberger se

<sup>1</sup> V. V. Morariu, M. Jalobeanu, în *ActaMN*, XXII—XXIII, 1986, p. 437—438.

<sup>2</sup> L. Dărăban, I. Chereji, C. Bratu, V. V. Morariu, în *The proceedings of the First Romanian Conference on the Application of Physics Methods in Archaeology*, Cluj-Napoca, 1988, p. 59—72.

<sup>3</sup> R. Slăvoacă, D. C. Slăvoacă, în *Studii și cercetări de Geografie, Geologie și Geofizică*, 27, 1987, p. 16.

pot efectua sondaje realizând pseudosecțiuni<sup>4</sup> verticale în rezistivitatea solului. Efectuarea unor sondaje de-a lungul unui profil este o muncă laborioasă, însă se pot obține mai multe informații despre structura sub-solului decât realizând simple profile de rezistivitate.

Variațiile climatice influențează foarte mult valorile rezistivității, care depinde de temperatura și de conținutul de apă din sol, totuși acești doi parametri variază relativ puțin și lent la o adâncime mai mare de 50 cm.

Prelucrarea datelor se face pe calculator, obținându-se diferite diagrame și reprezentări care să facă interpretarea datelor cât mai ușoară.

Pentru interpretarea prospecțiilor electrice de suprafață este folosită o procesare numerică care să îmbunătățească raportul semnal — zgomot în vederea unei mai bune localizări a sursei anomaliilor. În acest sens sunt folosite tehnici de filtrare sau netezire. În funcție de condițiile concrete de teren se alege pasul filtrului astfel încât să fie eliminate anomaliile de rezistivitate date de neomogenitățile superficiale. În măsura în care există aparatura necesară se pot obține rezultate deosebite în prospectarea arheologică combinând mai multe metode — GPR, VLF-EM Slingram, prospectare magnetică<sup>5</sup>. Interpretarea rezultatelor nu este întotdeauna ușoară și evidentă, mai ales pentru neinițiați.

Există studii pe modele reduse. Deși aceste modele ideale nu se vor întâlni pe teren, cunoașterea rezultatelor este foarte utilă. Prezentăm în *fig. 2* forma anomaliilor dată de traversarea cu o configurație Wenner longitudinal a unei structuri lungi, infinit rezistente. Un zid se poate asimila cu o astfel de structură, în funcție de grosimea „e”, înălțimea „h” și distanța „d” la care este îngropat, cât și raportul dintre grosimea zidului și distanța „a” dintre electrozi forma anomaliilor se schimbă foarte mult. Se evidențiază două cazuri:

— dacă „e” < „a” obținem două maxime de rezistivitate la trecerea cu o configurație Wenner longitudinal peste zid

— dacă „e” > „a” obținem un singur maxim; cu cât raportul dintre h și e este mai mare, deci zidul este mai înalt, cu atât maximele sunt mai proeminente. Dacă zidurile sunt îngropate la o adâncime „d” mai mare decât dublul grosimii: 2„e”, se obține doar o ușoară creștere a rezistivității.

Explicația fizică a scăderii rezistivității înaintea traversării unei astfel de structuri asemănătoare unui zid este următoarea: liniile de potențial sunt deviate în jos, crescând astfel suprafața de trecere a curentului. Facem mențiunea că cele două maxime de rezistivitate care apar în situația „e” < „a” sunt situate de obicei de o parte și de alta a structurilor.

Modul de lucru în prospectarea arheologică prin măsurarea rezistivității solului este prezentat în *fig. 3*. Aici se pot vedea aparatul de măsură, cablurile de legătură, electrozii aferenți și zona de interes arheologic. Inițial delimităm zona, trasăm profilele și stabilim cei doi parametri „a” și „p” în funcție de obiectivul căutat (a = distanța dintre

<sup>4</sup> E. Bozzo, S. Lombardo, F. Merlanti, M. Pavan, în *Archaeological Prospection*, I, 1994, p. 19—35.

<sup>5</sup> Ch. Camerlynck, M. Dabas, C. Panissod, în *Archaeological Prospection*, I, 1994, p. 5—17.

electrozi,  $p =$  distanța dintre profile). Metoda este consumatoare de timp, întrucât măsurarea se face prin adăugarea ultimului electrod în sensul de înaintare. În *fig. 4* este prezentat modul de lucru cu o versiune îmbunătățită a aparatului de măsură. Spre deosebire de varianta anterioară, unde se lucra cu 4 electrozi, noul aparat permite utilizarea simultană a unui număr de 52 de electrozi.

#### Prelucrarea datelor

În cursul lunii aprilie 1994, înaintea executării săpăturilor programate, am realizat o prospecție de rezistivitate în Piața Unirii din Cluj-Napoca.

De-a lungul timpurilor, cu ocazia diferitelor lucrări edilitare, de re-10 m de biserica Sf. Mihail, la cca. 4 m adâncime s-au găsit mai multe parații, diverse săpături, din Piața Unirii s-a recoltat un bogat și diversificat material arheologic. Cu ocazia săpăturilor efectuate de N. Vlăsa s-a putut stabili și stratigrafia așezărilor preistorice. În anul 1822, la la zece metri de biserica Sf. Mihail, la cca. patru metri adâncime s-au găsit mai multe fragmente arhitectonice, cărămizi romane, monede de bronz de la Filip Arabul, două statui, o lampă de lut și un braț al unui candelabru de bronz. La stânga intrării în biserică au fost găsite resturi de ziduri, cinci capete mari cu coif, un cap de marmură, un sarcofag cu figuri în basorelief, mari coloane, o statueta feminină de bronz și una de bărbat. În 1867, reparându-se biserica Sf. Mihail, sub temeliiile ei s-au aflat, într-o clădire boltită, mai multe monumente funerare cu inscripții, precum și cărămizi ștampilate. La 30 m de zidul nordic al bisericii s-a găsit un capitel roman de stil doric pe care sunt reprezentate diferite unelte de pietar. Cu ocazia unor lucrări edilitare, în fața statuii lui Matei Corvin (pe locul actualelor ronduri cu flori) s-a găsit ostatic fragmentară înfățișându-l pe Hercule împreună cu bucăți de calcar dintr-o inscripție, țigle și cărămizi romane. În 1941 a fost descoperit unul din colțurile forului pavat cu lespezi de piatră. Materialele descoperite în curțile diferitelor case indică de asemenea că aici a fost centrul orașului roman. (Date privind istoricul cercetărilor în Piața Unirii au fost preluate din Repertoriul arheologic al județului Cluj ed. 1992).

Toate aceste vestigii sunt rezultatul unor săpături mai mult sau mai puțin întâmplătoare. De aceea în anul 1994 s-a trecut la efectuarea de săpături arheologice sistematice.

Primele măsurători de rezistivitate, respectiv executarea a 6 profile în configurație Wenner simetric cu  $a = 2$  m au pus în evidență un maxim în partea de sud a zonei prospectate (*fig. 5*). Am continuat prospecția executând un număr de 11 profile, aceeași configurație (*fig. 6*). Datele obținute le-am procesat utilizând Chart — Wizard din EXCEL și apoi SURFER, obținând diagramele din *fig. 7*. Săpăturile ulterioare au arătat că măsurătorile au sesizat puternic un bazin din beton (*pl. 20*) și mai slab unele ziduri romane aflate la adâncimea de 2,3—2,7 m (*pl. 21*). Forma anomaliei de rezistivitate produsă de zidul bazinului (*fig. 8*) este foarte asemănătoare cu tipul de anomalii obținut prin experimentări pe modele reduse (*fig. 2*), lucru care ne-a determinat să credem că anomalia a fost produsă de un zid profund cu  $e < a$  și raportul dintre  $h$  și  $e$  mare, lucru confirmat în urma săpării bazinului. O explicație a contrastului de rezistivitate destul de slab produs de zidurile romane ar putea fi și aceea

că pavajul medieval descoperit la cota  $-1,6$  m a împiedicat pătrunderea în profunzime a liniilor de câmp electric (fig. 9). Contrastul slab de rezistivitate poate fi explicat și ținând cont de faptul că zidurile sunt îngropate la o adâncime „d” mai mare decât dublul grosimii, situație în care se obține doar o ușoară creștere a rezistivității.

În vara aceluiași an au fost realizate o serie de fotografii aeriene a zonei de interes arheologic situată în Piața Unirii din Cluj-Napoca, care au pus în evidență în zona maximelor de rezistivitate din diagramele prezentate semnele structurilor îngropate. Menționăm că acestea au fost mai puțin vizibile în luna aprilie. Din cauza sezonului secetos, vegetația în zona zidurilor și bazinului s-a uscat, planul acestor construcții fiind vizibil (pl. 22).

În cursul lunii august, am executat orientativ un număr de cinci profile de rezistivitate în configurație Wenner longitudinal cu  $a = 2$  m în partea de S-V a Pieții Unirii (fig. 6), obținând diagramele prezentate în fig. 10. Aceste diagrame au pus în evidență două maxime de rezistivitate la metrul 24, respectiv 40, care ar putea fi produse de două ziduri orientate pe direcția E-V.

Făcând comparație între graficele de rezistivitate obținute în partea de S-E a Pieței Unirii (fig. 7) și cele obținute în partea de S-V (fig. 10), constatăm că ambele prezintă maxime asemănătoare ca formă în jurul metrului 25, ceea ce ne îndreptățește să presupunem că și în partea de S-V a pieței este un bazin asemănător cu cel descoperit în partea de est a pieței. De asemenea mai remarcăm prezența unor maxime de rezistivitate începând cu metrul 7 al prospectării (fig. 10) a căror formă sugerează prezența unor structuri îngropate orientate pe direcția E-V a zonei prospectate. Este încă prematur să tragem concluziile, întrucât partea de vest a pieței nu a fost prospectată decât în proporție de 20 la sută, lucrările de prospectare fiind în curs de desfășurare.

O altă prospectare de rezistivitate, am efectuat-o în anul 1995 în amfiteatrul roman de la Ulpia Traiana Sarmizegetusa.

Ruinele monumentale ale amfiteatrului, devenite importantă sursă de materiale de construcție veacuri de-a rândul, pentru localnici, au fost permanent vizibile pe teren. Cu toate acestea au intrat în circuitul informațional destul de târziu, abia în anul 1726, când inginerul militar austriac de origine italiană, A. F. Marsigli, a publicat primul plan al Ulpiei Traiane în monumentală sa lucrare „Danubius Pannonia — Mysicus”.

Primele săpături arheologice în amfiteatru au fost întreprinse abia între anii 1890—1893 de către G. Teglás, P. Király și G. Szinte, membrii ai Societății de istorie și arheologie din Deva. Cercetările lor au atins arena, fără a fi ajuns la noi detalii și rezultate.

Săpăturile la amfiteatru au fost reluate între anii 1934—1936 de C. Daicoviciu. Din nefericire, rezultatele au fost sumar publicate. În 1937, ruinele amfiteatrului au fost consolidate. Lucrări parțiale de curățire și consolidare a zidăriei s-au mai întreprins și în 1943. Restaurarea definitivă a monumentului în forma de astăzi a fost efectuată în perioada 1965—1972. Sondaje s-au mai efectuat în amfiteatru în anul 1981 și 1987.

În anul 1993, ca urmare a unui proiect de reconstruire parțială a monumentului, au început săpături pentru sondarea fundațiilor și verificări de rutină. Rezultatele au fost surprinzătoare, întrucât s-a dovedit că acest sit arheologic este departe de a fi exhaustiv cercetat, el ascunzând încă multă informație de natură istorică, arheologică și de arhitectură<sup>6</sup>.

În toamna anului 1995 s-a efectuat o perospectie electrică de suprafață în amfiteatrul roman de la Ulpia Traiana Sarmizegetusa. Primele reprezentări grafice realizate în EXCEL (fig. 11), au pus în evidență două lucruri: existența unui minim de rezistivitate în jurul metruului 25 și a unui maxim prins de mai multe profile începând cu metrul 37. Inițial am presupus existența unui șanț acoperit în zona minimelor de rezistivitate și a unei construcții anterioare în zona maximele. r. Extinzând aria investigațiilor prin efectuare a 12 profile de rezistivitate în configurație Wenner longitudinal cu  $a = 1$  m (fig. 12), am obținut diagramele din fig. 13. Repartiția neregulată a maximelor de rezistivitate ne-a îndreptățit să presupunem că acestea ar putea fi produse de o anomalie geologică. Secțiunea realizată în luna septembrie 1995 (pl. 23) a confirmat cele două supoziții, respectiv existența unui canal acoperit (pl. 24 și a structurii geologice (pl. 25). Lucrările de prospectare continuă.

În campaniile arheologice din anii 1994—1995, am executat mai multe prospecțiuni arheologice de rezistivitate în complexul neolitic de la Iclod.

Această așezare este cunoscută încă din anul 1903, referiri despre aceasta fiind făcute de M. Roska, într-o scrisoare către Posta Bela. În afara câtorva informații și a unor desene ilustrate în Repertoriul arheologic al Transilvaniei (Roska 1942, p. 193—195, fig. 234—235, vezi și bibliografie mai veche), uitarea s-a așezat asupra „importantelor descoperiri“, cum le numea M. Roska.

La începutul anului 1972, un colectiv de cercetare condus de Gh. Lazarovici, a identificat stațiunea și de atunci s-au organizat peste 20 de campanii de săpături arheologice. Primele săpături sistematice au fost efectuate pe malul Someșului, într-o zonă în care în mal se vedeau urmele unor complexe arheologice (bordeie, locuințe, schelete). Săpăturile efectuate în perioada 1974—1977 au dus la descoperirea unei necropole neolitice din care au fost dezvelite 40 de morminte cu un bogat inventar funerar (cca. 100 de vase, unelte, arme, podoabe) datând din perioada neolitică târzie a complexului natural cu ceramică pictată și incizată numită Cheile Turzii — Lumea Nouă. Paralel cu săpăturile la Iclod s-au experimentat și aplicat cele mai variate și moderne metode de prelucrare, prospectare, datări, prelucrări matematice și informatice.

Pentru verificarea metodei de prospectare prin măsurarea rezistivității, ceea ce ne-a interesat a fost interceptarea și evidențierea sistemului de fortificații.

Săpăturile din ultimii ani s-au concretizat pentru delimitarea întinderii și precizarea formei sistemului de fortificații. În momentul de față se poate aprecia, în urma celor peste 20 de secțiuni, diametrul unuia

<sup>6</sup> D. Alicu, V. Popa, E. Bota, în *ActaMN*, 31, I, 1994, p. 487—488.

dintre sistemele de fortificație era de cca. 140 m, forma exactă (patru-lateră sau rotundă) nu poate fi precizată. Dimensiunile șanțului sunt între 1,6—2,1 m adâncime, profilul acestuia este „în formă de pâlnie”, sau „V” foarte ascuțit. Ultima porțiune a șanțului (spre vârf pe cca. 60 cm) este foarte ascuțită. Lărgimea la gură este între 2—3,5 m. Șanțul taie straturile argiloase coborând adesea în stratul de pietriș și argile din terasa mijlocie a Someșului. Din loc în loc, în marginile șanțului se observă gropi, ceea ce ne face să credem că în momentul în care șanțul este abandonat ca sistem de fortificație, este folosit drept carieră pentru lut în special în acele porțiuni unde lutul este de bună calitate (Gh. Lazarovici, *Grupul și stațiunea Iclod*).

În prospectarea de rezistivitate, primele profile au fost executate în carourile G1 și F1, zone ce urmau să fie săpate. Pentru interceptarea șanțului am executat inițial un număr de 6 profile utilizând o configurație Wenner longitudinal cu  $a = 2$  m și apoi încă 4 profile (*fig. 14*). Valorile obținute în urma măsurărilor nu ofereau la prima vedere aproape nici un contrast de rezistivitate comparativ cu cele obținute în prospecțiile anterioare.

Utilizând tehnicile de filtrare și netezire de care vorbeam la începutul lucrării (Matrix Smooth), am obținut graficul din *fig. 15*, ale căror minime de la metrul 85 al măsurătorii se suprapuneau perfect cu zona unde șanțul fusese interceptat printr-o secțiune anterioară<sup>7</sup>.

Tot în anul 1994 am executat o prospecție electrică la Râu Bărbat, jud. Hunedoara (*fig. 16*). În acest sens am realizat într-o primă fază 5 profile Wenner simetric cu  $a = 1$  m, lungimea 120 m, urmată de alte 7 profile, aceeași configurație. În urma procesării datelor am obținut diagramele prezentate în *fig. 17*, respectiv *18*. Spre deosebire de contrastul de rezistivitate obținut la Iclod, de data aceasta contrastul a fost deosebit de violent. Concluzia trasă a fost că zona este puternic disturbată geologic, fiind practic imposibil de sesizat eventualele structuri arheologice. Deosebit de interesant este minimul sesizat de profilele n15 și n20, în jurul metrului 22 al prospectării (*fig. 18*), minim care ar putea fi produs de existența unei gropi (puț).

Aș vrea să mai prezint rezultatele unei prospecțiuni de rezistivitate realizată la Celic Dere, jud. Tulcea, în anul 1994. Diagrama obținută în urma prospectării unui tumul și prezentată în *fig. 19*, se apropie foarte mult ca formă de tipurile de tumuli săpați în zonă<sup>8</sup>.

În final, concluzia care se desprinde din cele prezentate anterior este că nu s-au fi putut obține rezultatele fără aplicarea informaticii (proiectarea asistată de calculator a aparatului, procesarea datelor și în perspectivă prelucrarea și interpretarea pe calculator a imaginilor obținute în urma fotografierii aeriene a zonelor de interes arheologic).

ADRIANA ALICU — DOINA ALICU — CORNEL MARIAN

<sup>7</sup> Gh. Lazarovici, în *Grupul și stațiunea Iclod*, Cluj-Napoca, 1991, p. 6—7.

<sup>8</sup> G. Simion, în *Peuce*, II, 1971, p. 93, pl. VI.

## L'INTERPRÉTATION DES DONNÉES OBTENU APRÈS L'ÉFFECTUATION DES PROSPECTIONS ARCHÉOLOGIQUES PAR LE MESURAGE DE LA RÉSISTIVITÉ DU SOL

(Résumé)

La physique à côté d'autres disciplines telles que: la chimie, la géologie, la mathématique et pas en dernier lieu l'informatique vient à l'aide de l'archéologue tant en ce qui concerne le choix des solutions optimales regardant la localisation et l'exécution des fouilles que en ce qui concerne l'interprétation des données latentes contenues dans l'objets découvertes. La réponse à la première question respectivement la mise en lumière des déformités produites par l'objet archéologique dans les valeurs de la résistivité du sol peut être donnée par la prospection archéologique aussi par la mesure de la résistivité du sol.

L'interprétation des données obtenues par des mesures de résistivité se réalise sur le calculateur s'obtenant ainsi des diverses cartes et représentations qui puissent rendre l'interprétation des données plus facile possible.

Pour l'interprétation des prospections électriques de surface est utile un processus numérique qui perfectionne le rapport signal bruit.

Comme une nouveauté dans l'élaboration des graphiques (diagrammes) de résistivité on a utilisé des filtres lowpass au but de l'élimination des anomalies dans la résistivité données par les hétérogénéités superficielles.

Comme une orientation dans l'interprétation des données obtenues après les prospections de résistivité on a en vue l'utilisation d'un filtre de détection du signal dont les coefficients peuvent être déduits des paramètres de l'objet étudié par un modèle physique et mathématique. De plus on peut essayer l'interprétation sur le calculateur des images obtenues par des photographies aériennes des zones d'intérêt archéologique.

### K1-Realizeaza configuratiile: Wenner simetric; dipol; simetric gamma

Pozitie K1	Tipul configuratiei				
1	▼ A	M	N	▼ B	Simetric
2	M	N	▼ A	▼ B	Dipol
3	M	▼ A	N	▼ B	Simetric gamma
4	M	▼ A	▼ B	N	Simetric

### Configuratia SCHLUMBERGER

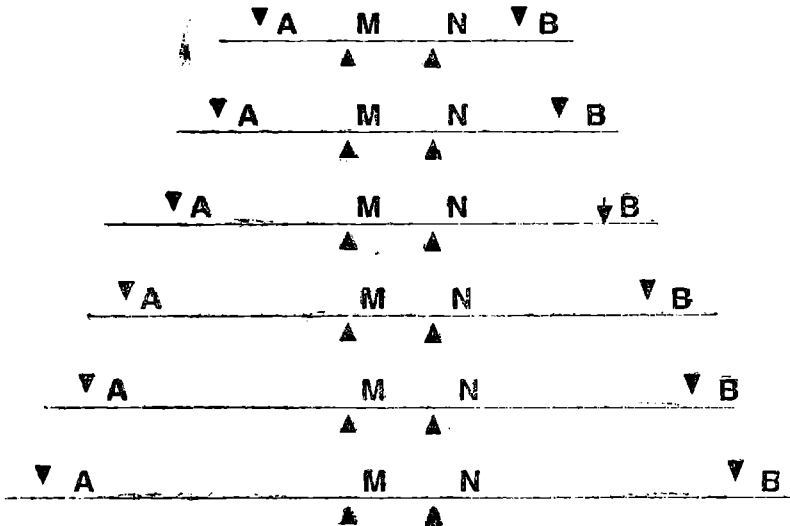


Fig. 1. Tipuri de configurații utilizate în măsurarea rezistivității solului



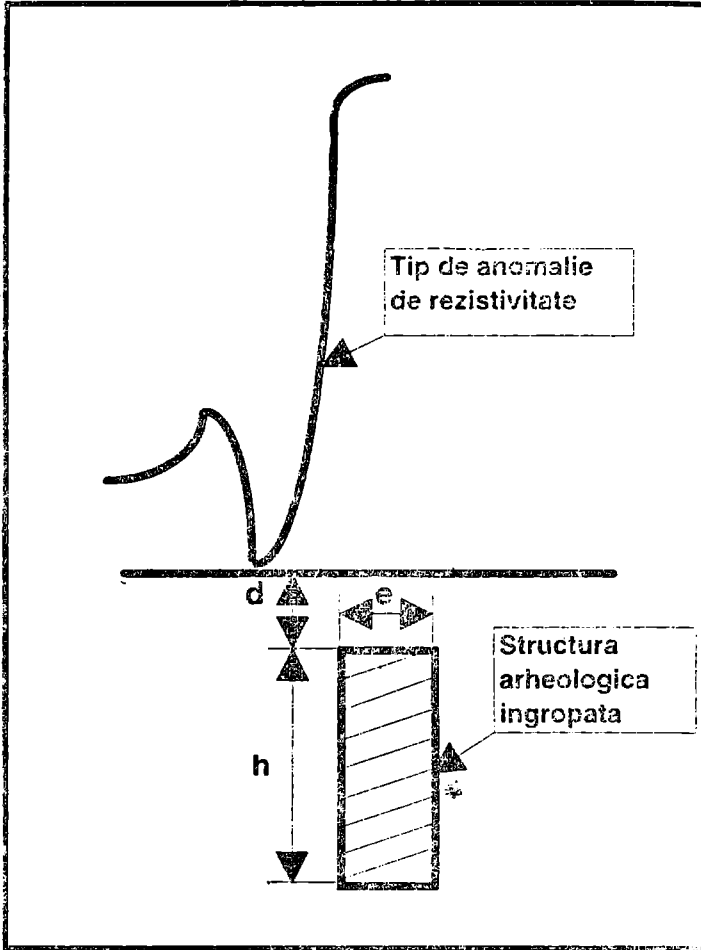


Fig. 2. Tip de anomalii de rezistivitate obținută în urma experimentărilor pe modele reduse

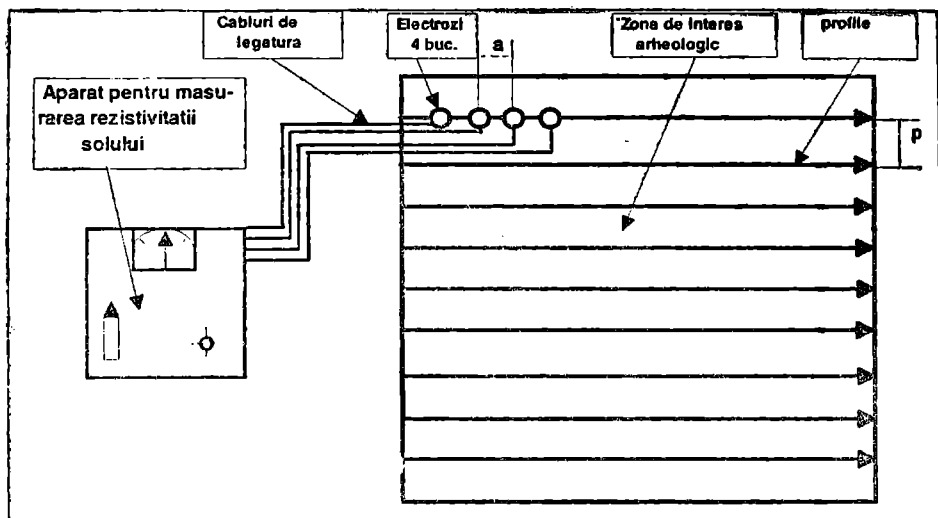


Fig. 3. Mod de lucru în prospecția electrică cu 4 electrozi

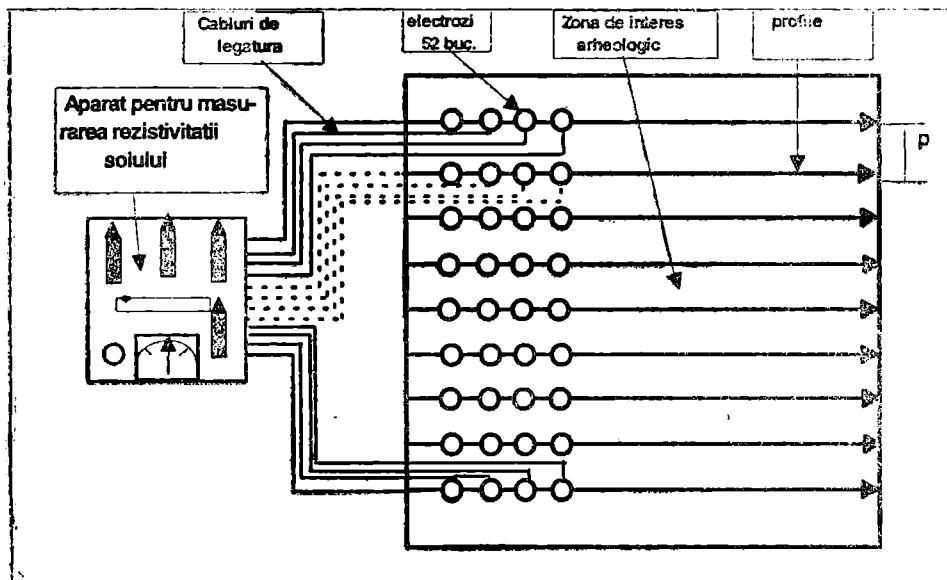


Fig. 4. Mod de lucru în prospecția electrică cu 52 electrozi

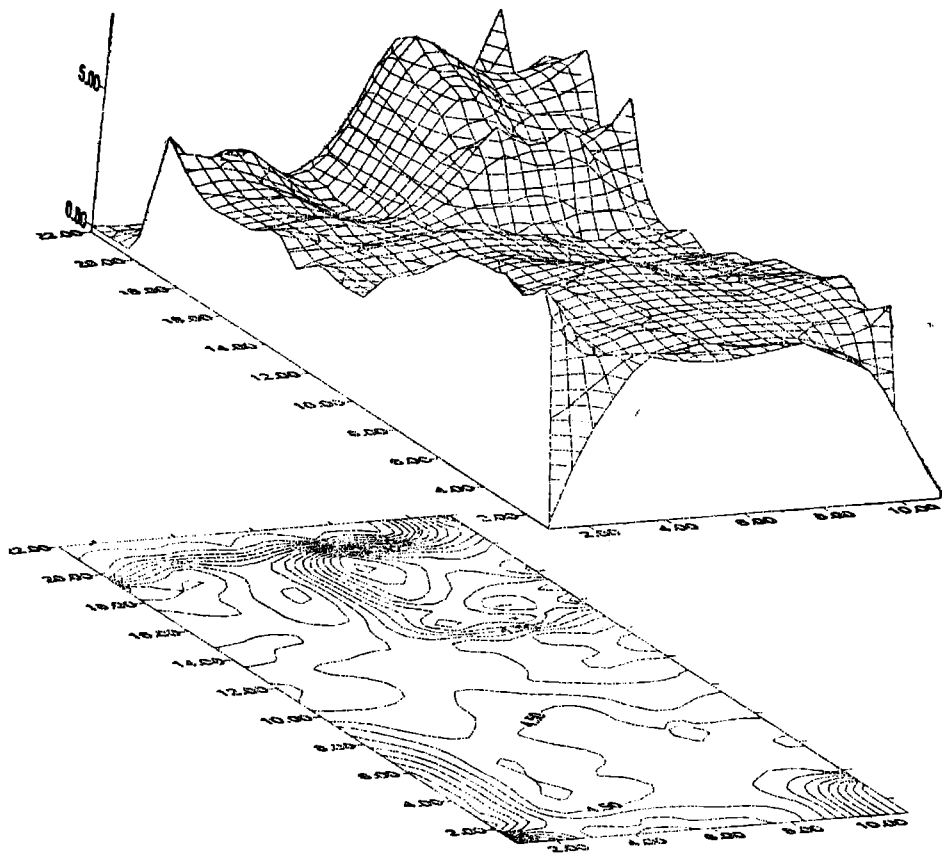


Fig. 5. Graficul primelor 6 profile in Piața Unirii

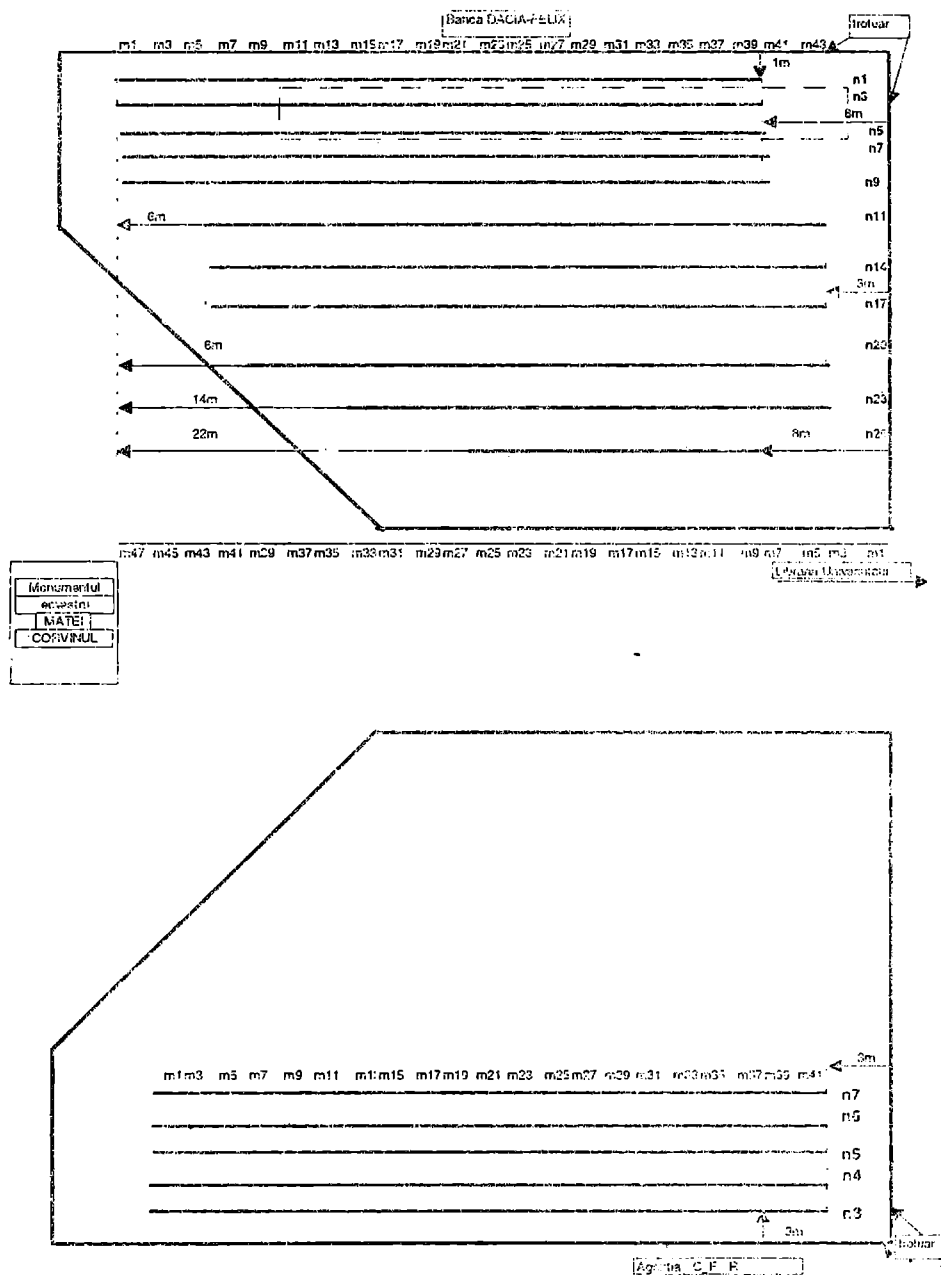


Fig. 6. Plan situație profile. Piața Unirii

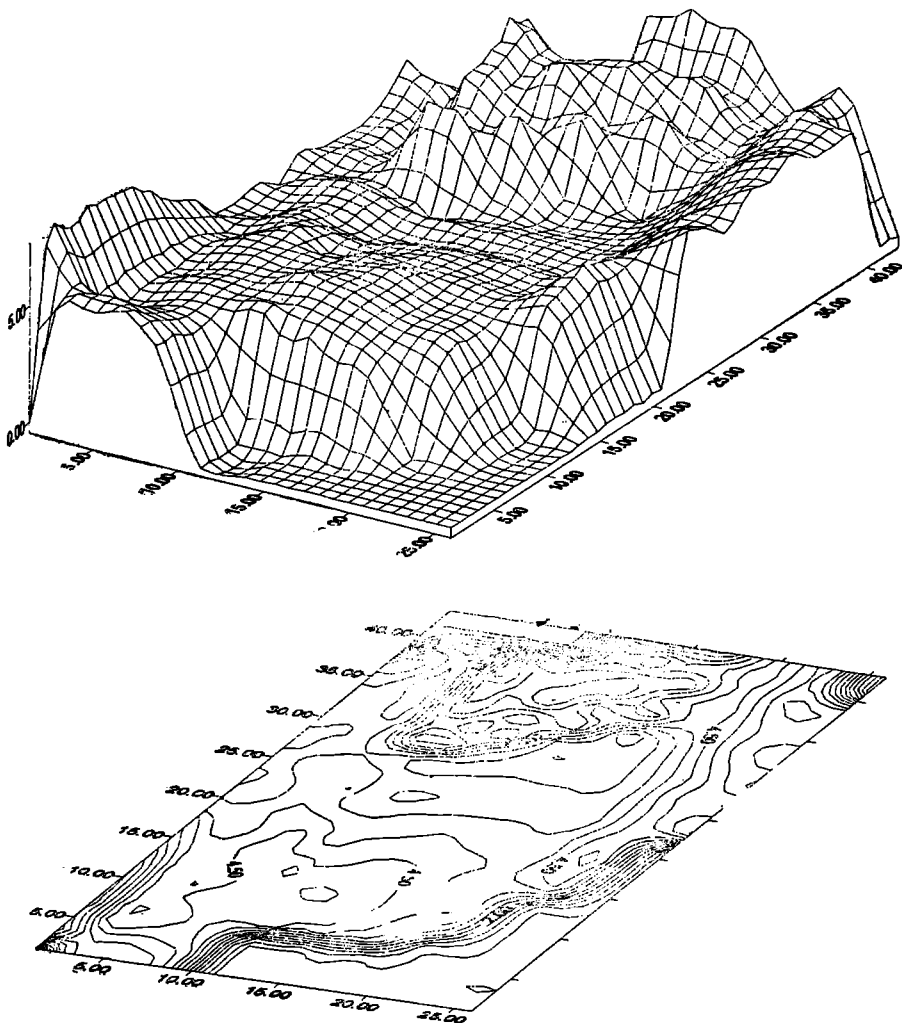


Fig. 7. Grafice de rezistivitate. Piața Unirii

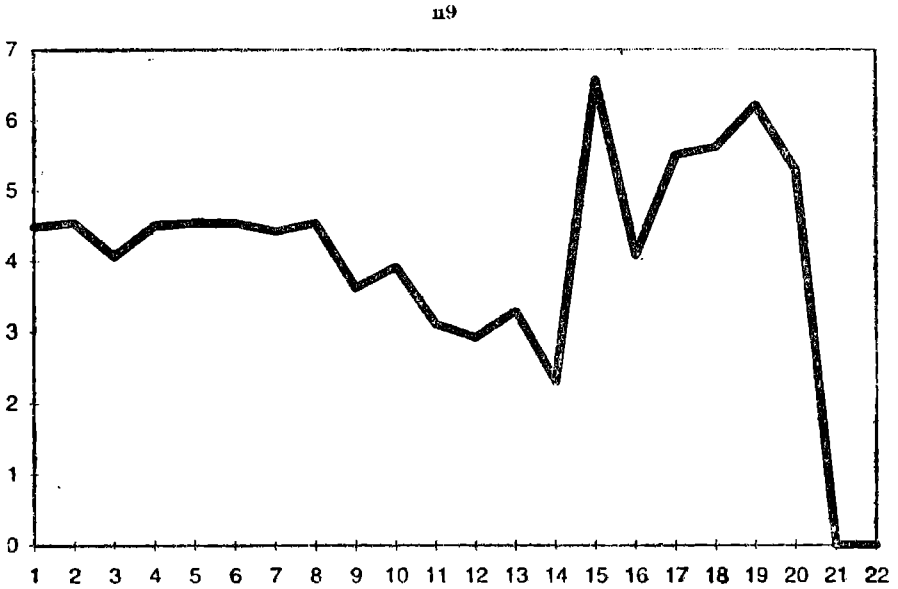
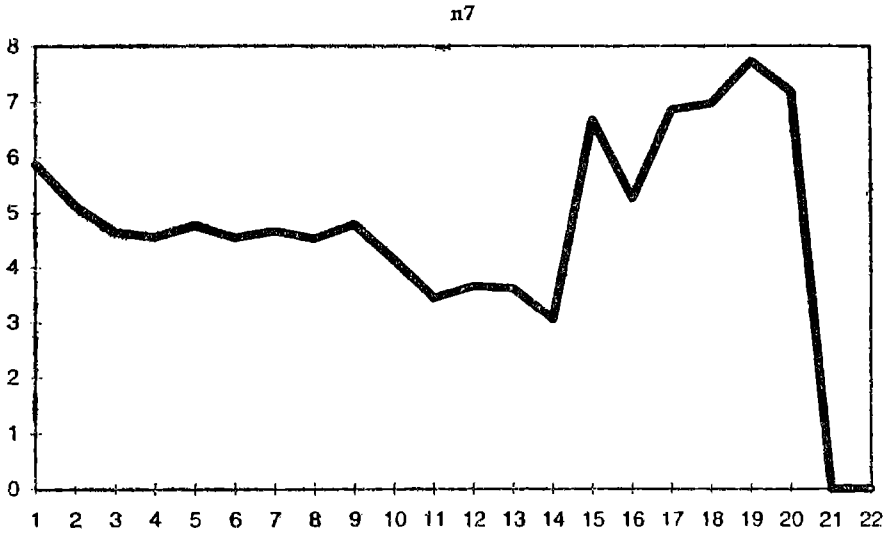


Fig. 8. Forma anomaliei produsă de zidul bazinului din Piața Unirii

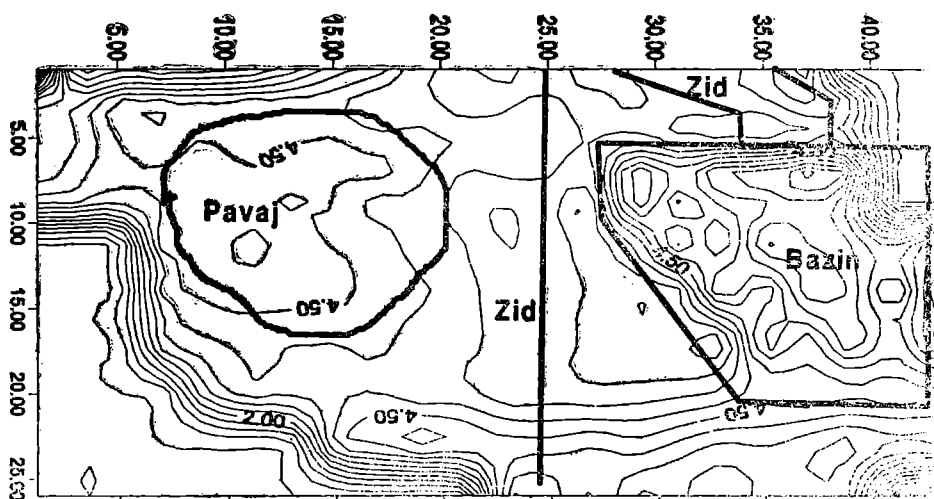


Fig. 9. Amplasarea unor structuri descoperite pe harta de contur obținută în urma măsurătorilor de rezistivitate din Piața Unirii

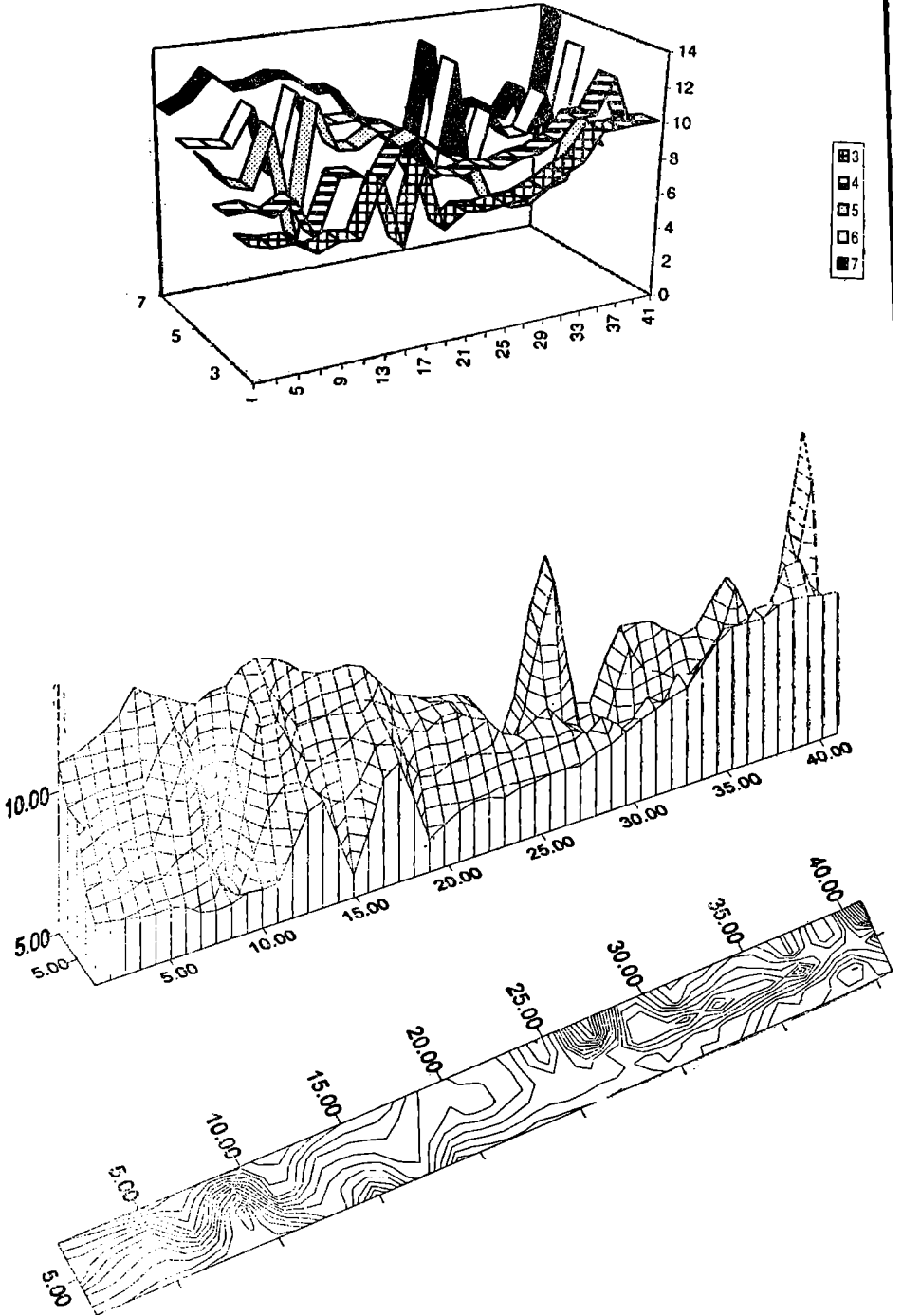


Fig. 10. Grafice de rezistivitate. Piața Unirii (partea de SV)



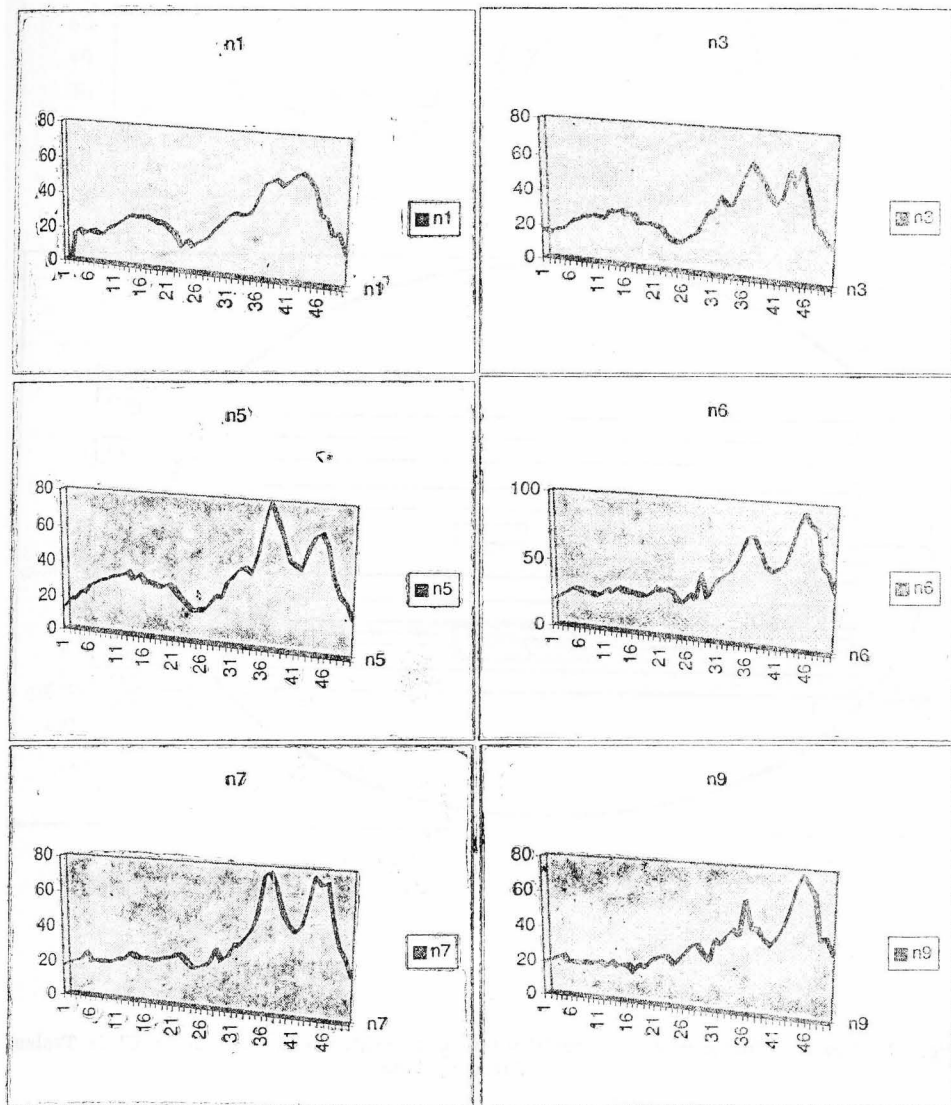


Fig. 11. Graficul primelor 6 profile de rezistivitate de la Ulpia Traiana Sarmizegetusa

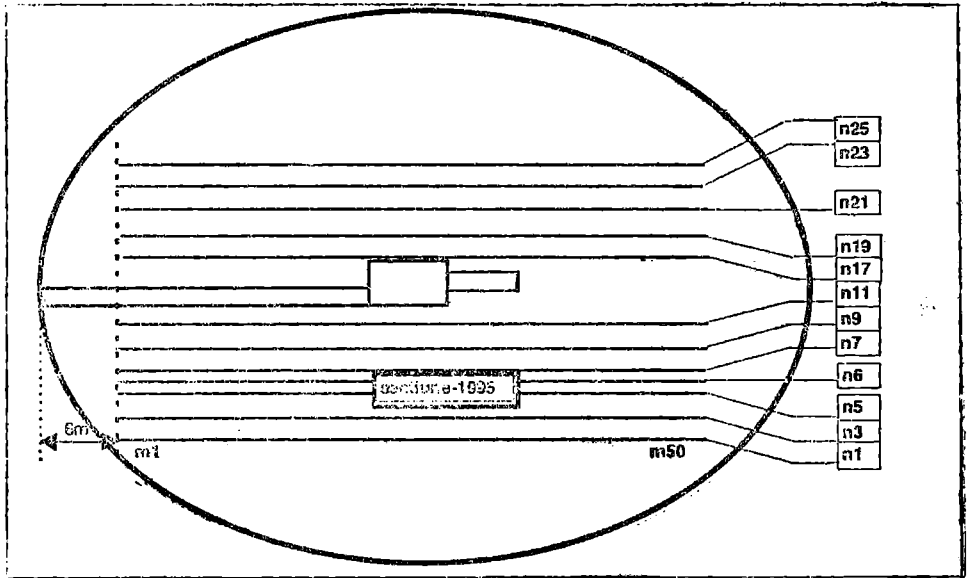


Fig. 12. Plan de situație profile de rezistivitate din amfiteatrul roman de la Ulpia Traiana Sarmizegetusa

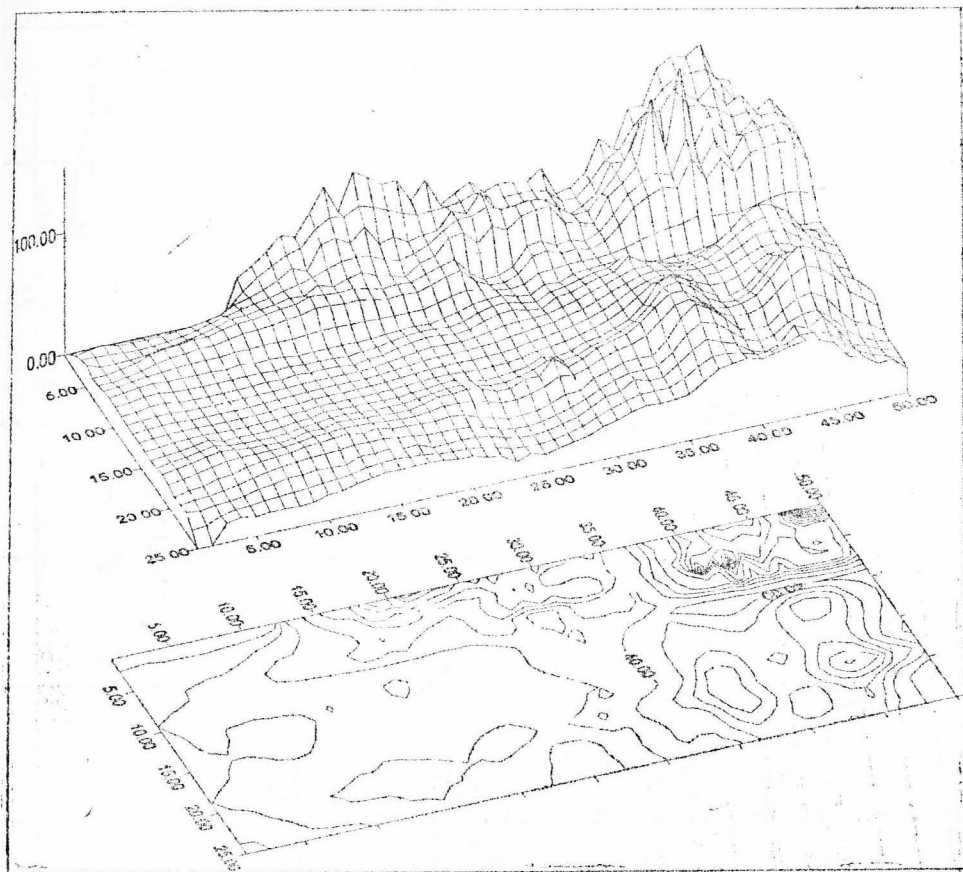
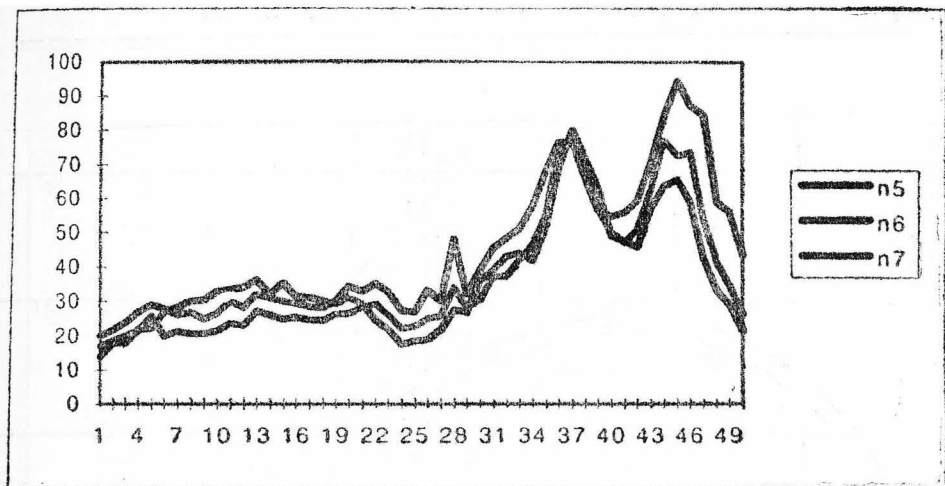
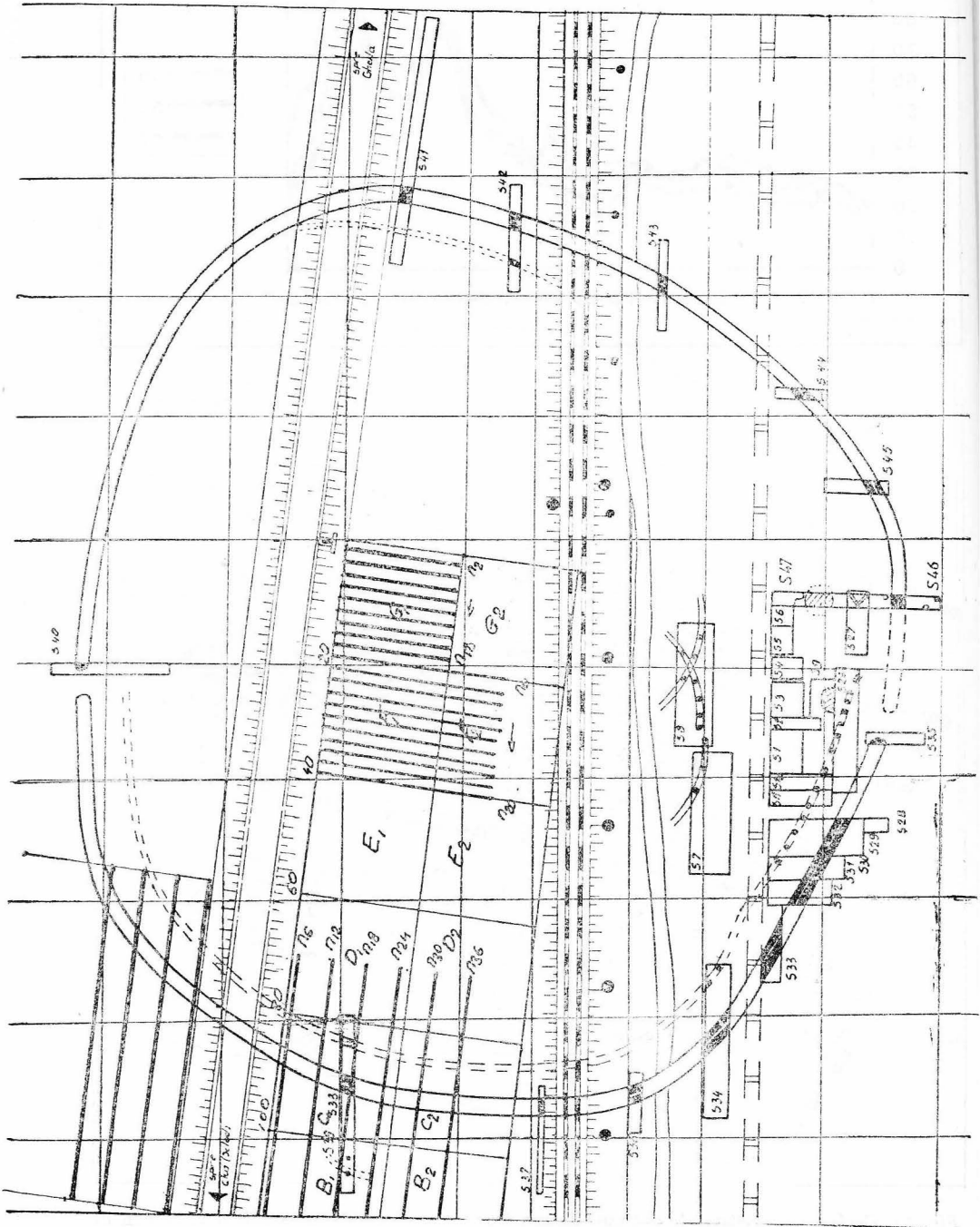
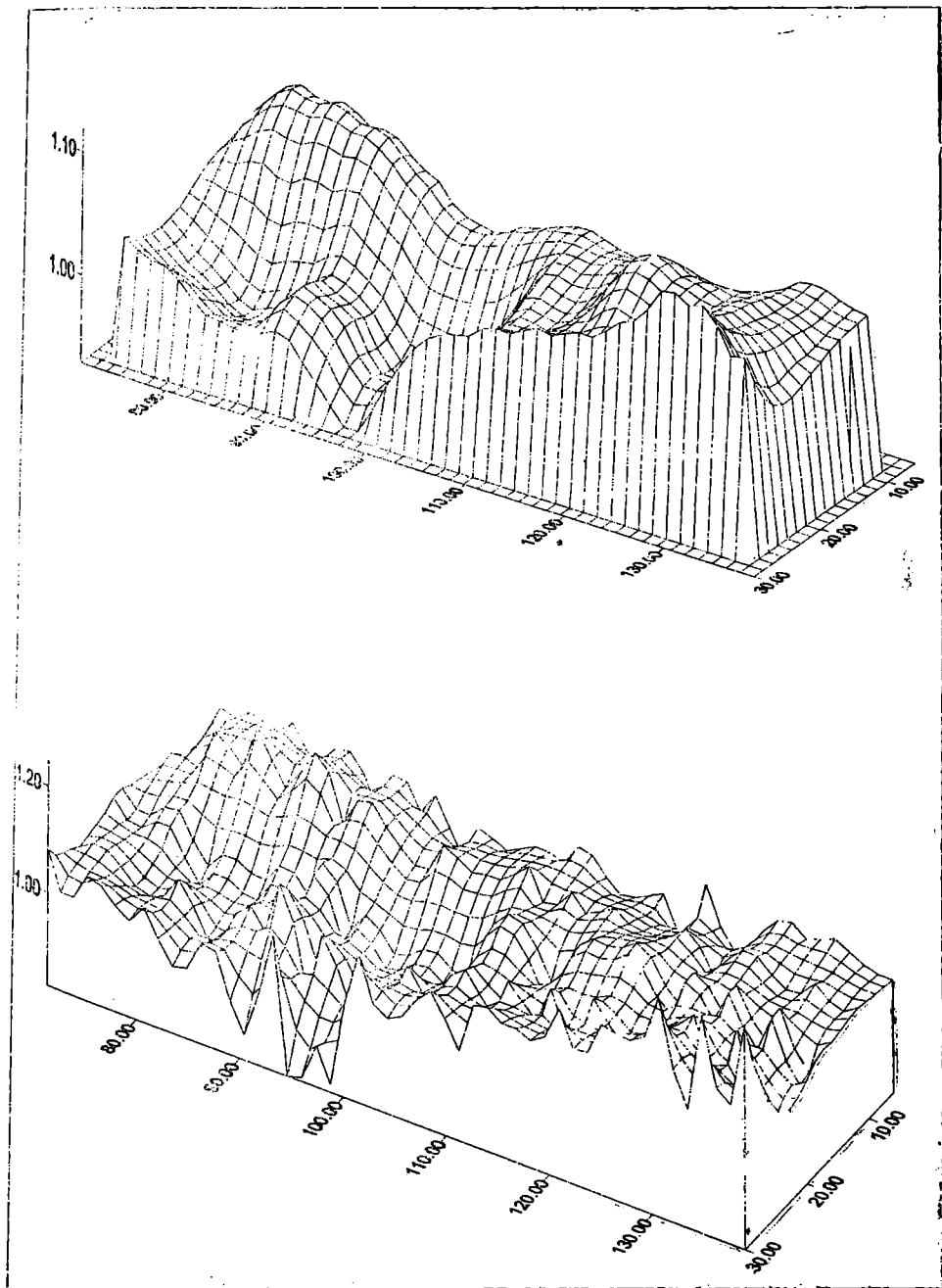


Fig. 13. Grafice de rezistivitate obținute prin măsurătorile efectuate în amfiteatrul roman de la Ulpia Traiana Sarmizegetusa





**ICL0D-95**

Fig. 15. Grafice de rezistivitate. Iclod

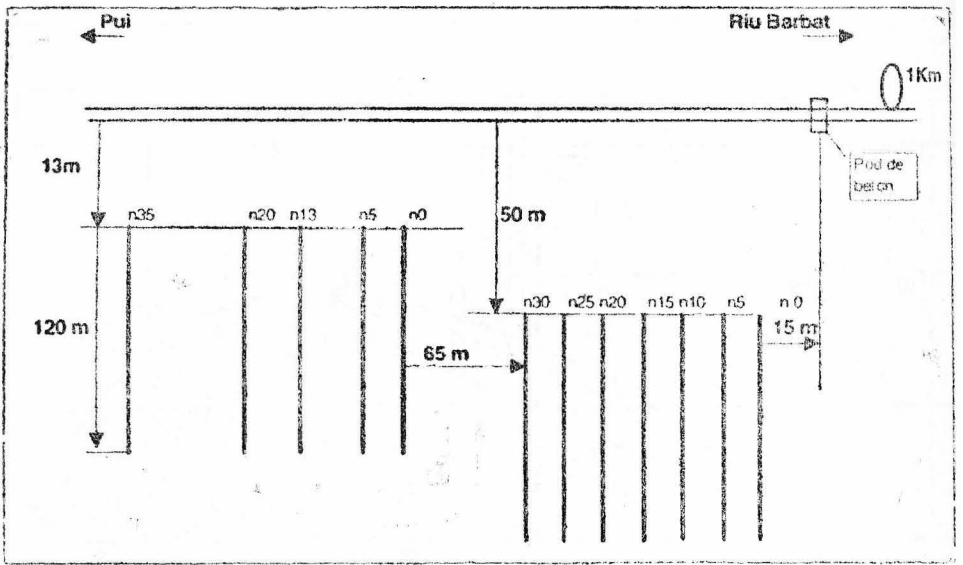


Fig. 16. Plan de situație profile de rezistivitate. Râu Bărbat

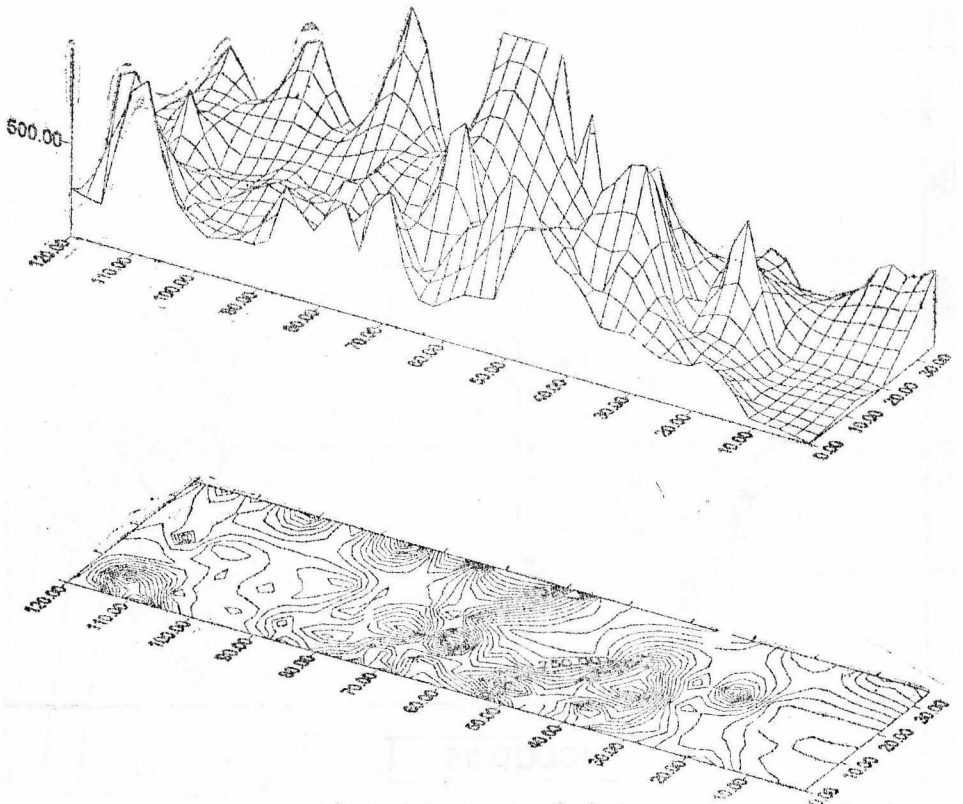


Fig. 17. Grafic de rezistivitate. Râu Bărbat I

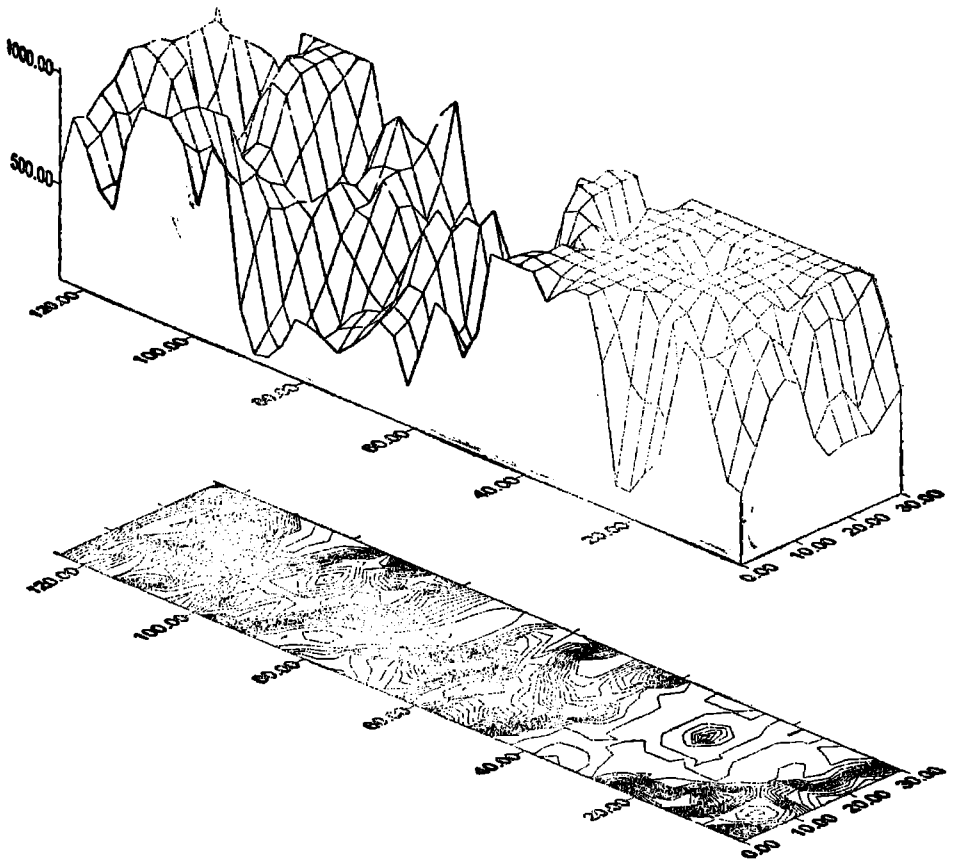


Fig. 18. Grafic de rezistivitate. Râu Bărbat 2

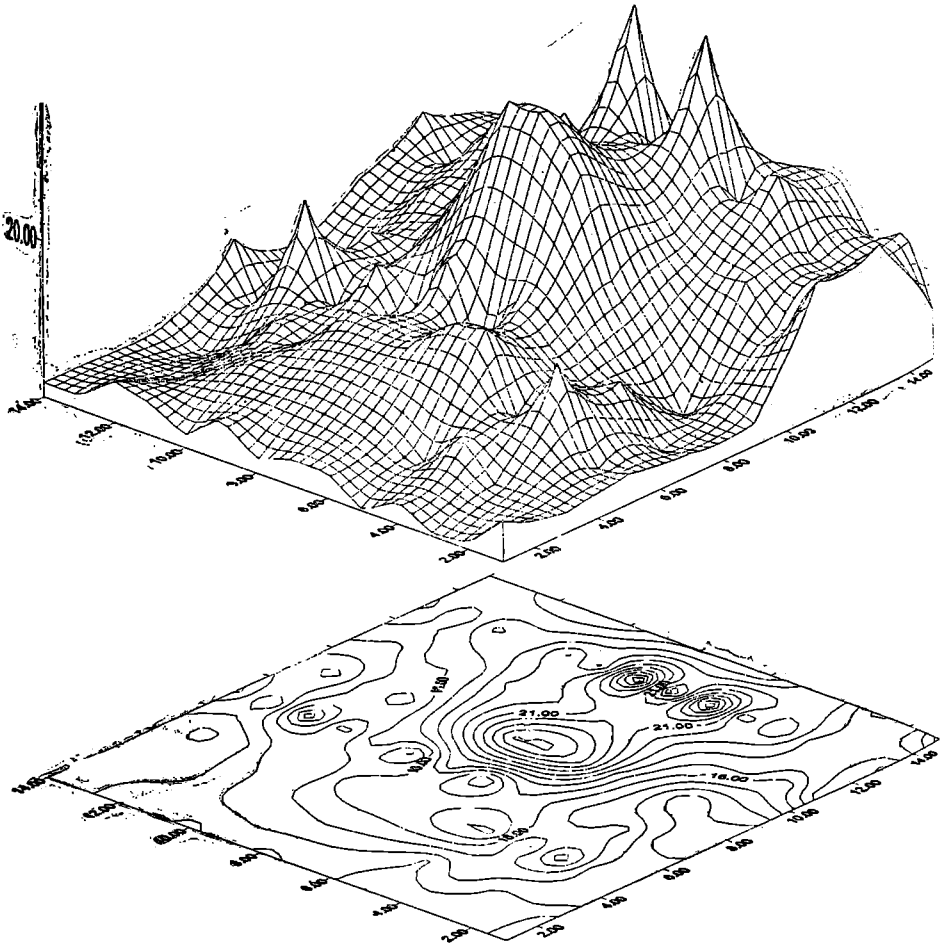
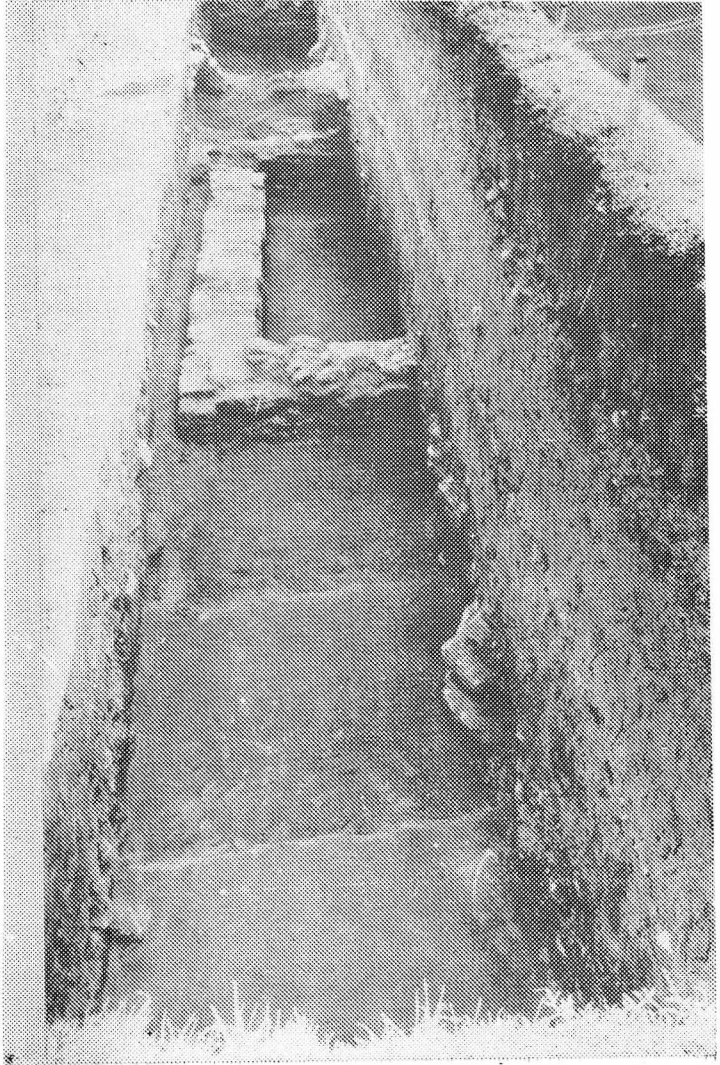


Fig. 19. Grafic de rezistivitate. Celic Dere

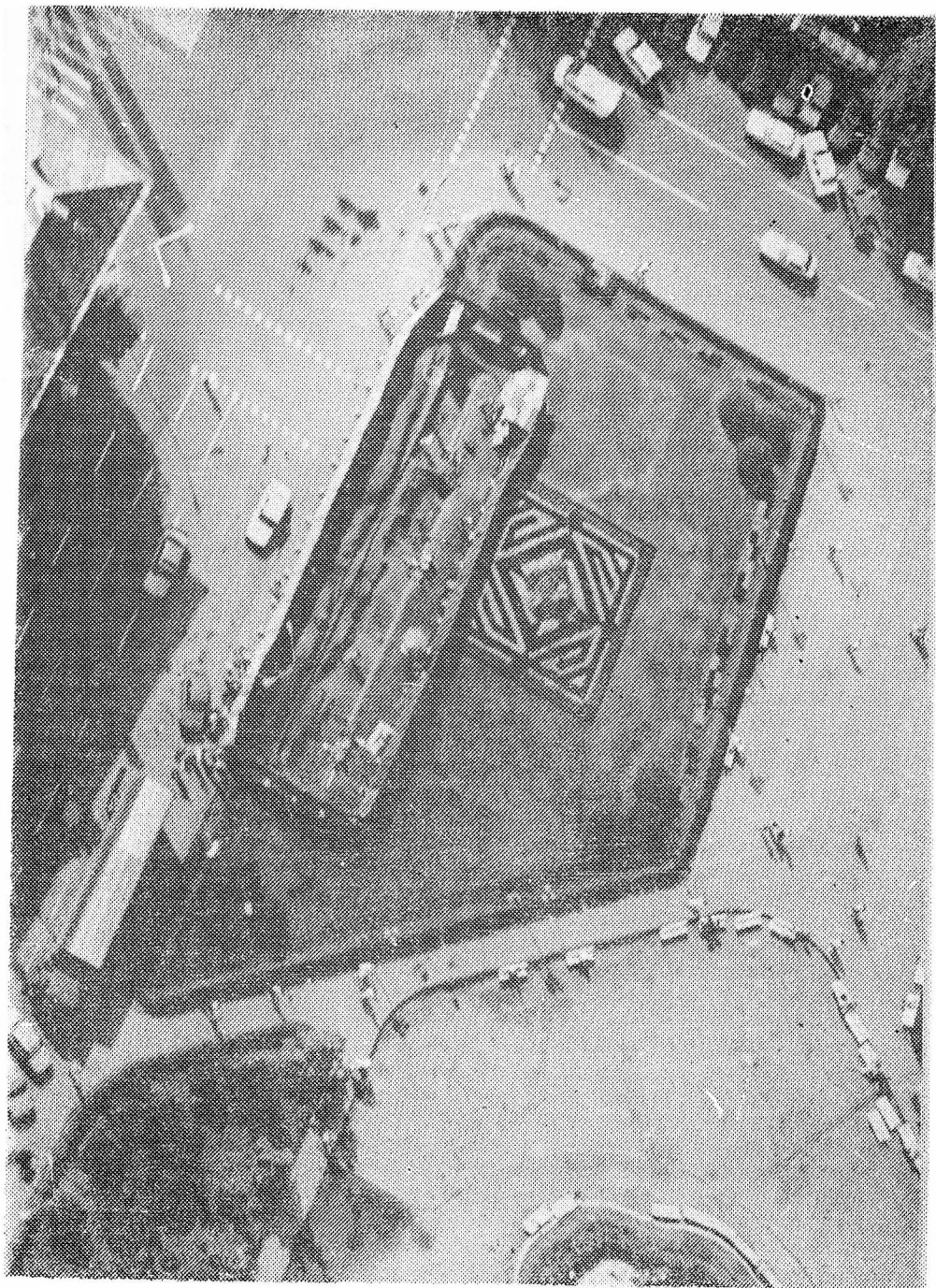




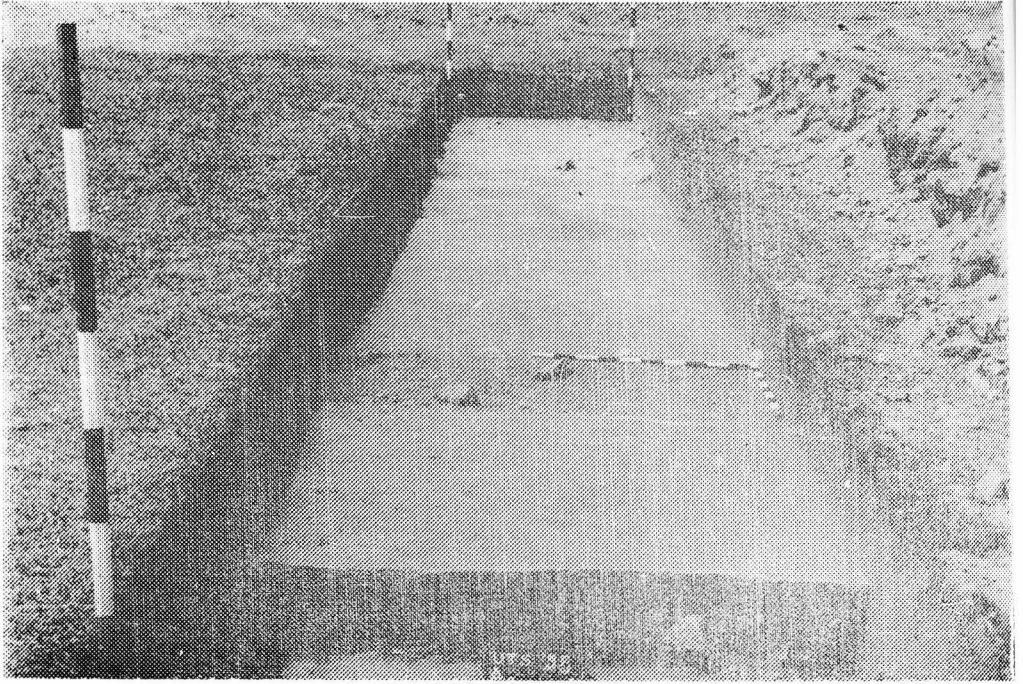
*Pl. 20. Vedere generală a bazinului din beton din Piața Unirii*



Pl. 21. Ziduri romane descoperite în Piața Unirii

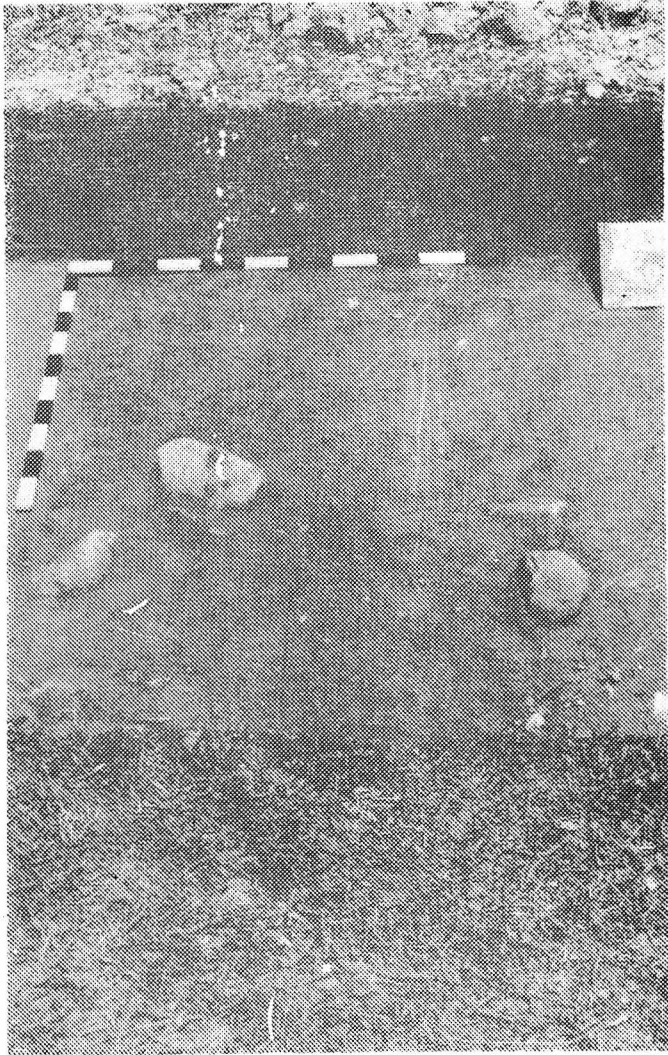


Pl. 22. Fotografie aeriană. Piața Unirii

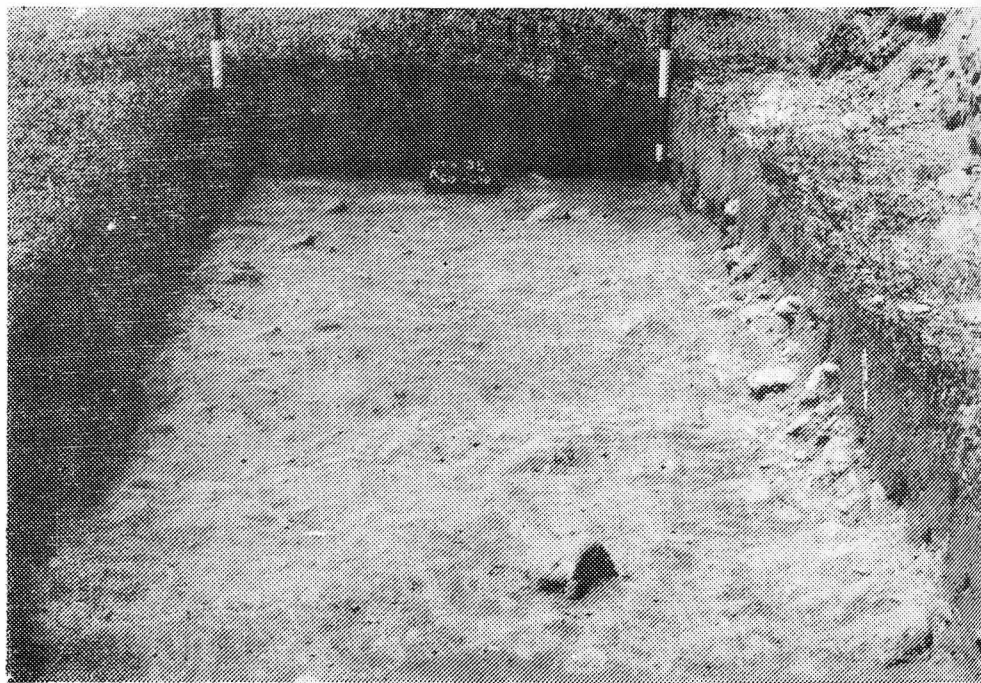


*Pl. 23.* Secțiune realizată în amfiteatrul roman de la Ulpia Traiana Sarmizegetusa





*Pl. 21.* Canal acoperit pus în evidență de secțiunea realizată în amfiteatrul roman de la Ulpia Traiana Sarmizegetusa



*Pl. 25.* Structură geologică pusă în evidență de secțiunea realizată în amfiteatrul roman de la Ulpia Traiana Sarmizegetusa