

# LACUL TĂBĂCĂRIE – MODEL DE POLUARE URBANĂ

Glicherie CARAIVAN<sup>1</sup>, Dan SECRIERU<sup>1</sup>, Constantina FULGA<sup>1</sup>, Florian PĂUN<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Institutul Național de Cercetare – Dezvoltare pentru Geologie și Geoecologie Marină - GeoEcoMar, sucursala Constanța, Bdv. Mamaia 304, Constanța, România  
glicheriecaraivan@yahoo.com; dsecrieru@yahoo.com; costina\_fulga@yahoo.com*

## Abstract

Tabacarie coastal lake has been surrounded during the past century by the fast developing city of Constanta. Consequently, the lake has directly suffered from human interventions, such as dredging, embankments and heavy pollution. The lake surface sediments are generally fine grained: clay - silts and silts, with sands appearing only on dredged bottoms. The analysis of the chemical composition of surficial sediments discovered the presence of large quantities of certain heavy metals, in particular: Zn, Ba, Cu and Pb, dispersed mainly near the discharge points of rainwater pipes.

**Cuvinte cheie:** sedimente lacustre, batimetrie, geochimie, metale grele

## Introducere

Situat în partea de nord-est a Dobrogei de Sud, în proximitatea contactului geologic cu Dobrogea Centrală (Falia Capidava-Ovidiu), lacul Tăbăcărie ocupă o suprafață de cca 99 ha în partea nordică a municipiului Constanța (Fig. 1). Lacul este cantonat într-o zonă depresionară alungită, formarea sa fiind datorată barării unei văi de râu. Din punct de vedere genetic, acesta este încadrat în categoria limanelor fluvio-marine. Din punct de vedere sedimentologic, zona lacului Tăbăcărie este legată de evoluția lacului Siutghiol, situat la nord, dar și de procesele de eroziune a malurilor cuvetei în care acesta s-a format.

Malurile lacului sunt în întregime rectificat și consolidate. Malul vestic urcă până la cota de 6 - 7 m, spre est și sud cotele fiind mai joase, de 2 - 4 m. În partea sa nordică țărmul este foarte coborât (1-2 m).

## Batimetria cuvetei lacului Tăbăcărie

Relativ izolat de sursele naturale (acviferul freatic este insuficient), lacul Tăbăcărie are un nivel hidrologic de cca + 1,20 – +1,70 m r. (Marea Neagră 1975), dependent de aportul de apă din lacul Siutghiol. Surplusul de apă este deversat din lacul Tăbăcărie în mare printr-un stăvilar situat în punctul "Pescărie".

La nivelul anului 1993 în lacul Tăbăcărie erau deversate atât apele pluviale cât și cele urbane uzate (menajere și industriale), care au condus la degradarea mediului acvatic. În anii 1978-1979 cuveta lacului a fost dragată, iar țărmul amenajat cu alei pietonale.

Măsurătorile batimetrice realizate în anul 1993 au permis elaborarea hărții batimetrice a lacului (Fig. 1, 2).

În urma lucrărilor de dragaj cele mai mari adâncimi (maxim 3,70 m) au fost puse în evidență în partea de nord a lacului, unde topografia fundului acestuia prezintă taluzuri relativ abrupte, datorate operațiunilor de dragare (Fig. 3).

Inițial, dragarea s-a făcut uniform pe tot cuprinsul lacului, dar aportul de ape pluviale și uzate, cu o mare încărcătură de suspensii solide, a dus la colmatarea parțială a sectorului sudic. Aici se află amplasate și cele mai numeroase surse de deversare de material solid (nisip, pietriș), precum și material organic în descompunere, care au format două trepte în profilul batimetric al cuvetei lacustre (Fig. 3).

## **Material și metode**

În vederea caracterizării sedimentelor de fund ale lacului din punct de vedere sedimentologic, au fost recoltate 9 probe de fund, utilizându-se un boden-greifer model Van Veen.

Determinarea compoziției granulometrice a sedimentelor superficiale a fost făcută în laborator, prin combinarea metodei cernerii uscate (care a permis separarea fracției nisipoase, formată din particule cu dimensiuni cuprinse între 2.0 și 0.062 mm, respectiv de la -1 până la 4 phi pe scara Wentworth) cu cea a pipetării (prin care au fost puse în evidență fracțiile siltice și argiloase formate din granule mai mici de 0.062 mm - 4 phi).

Fracțiile granulometrice astfel individualizate au fost cântărite, iar greutatea lor, exprimată în grame, procente și procente cumulate a fost folosită atât la stabilirea tipurilor texturale de sediment (cu ajutorul diagramei ternare a lui Shepard) cât și la calculul parametrilor granulometrici ce caracterizează fiecare tip de sediment în parte.

Analizele chimice, efectuate pe 5 din cele nouă probe colectate, au inclus determinări de componente majori, minori și elemente urmă. Determinările au fost efectuate utilizând un complex de metode analitice, care a inclus:

- o metodă titrimetrică, pentru determinarea  $\text{CaCO}_3$  (Black, 1965);
- spectrofotometrie de absorbție atomică cu atomizare în flacără pentru determinarea Co, Cu, Ni, Pb și Zn și cu atomizare în cuptor de grafit pentru Cd; analizele au fost efectuate pe un spectrometru de absorbție atomică cu dublu fascicol, cu corecție de fond cu lampă de deuteriu, Unicam Solaar 939E;
- $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (total),  $\text{TiO}_2$ , MnO, Ba, Sr, Cr, Zr și V au fost analizate prin spectroscopie de fluorescență de raze X, pe un spectrometru secvențial VRA-30 echipat cu tub de raze X cu anod de wolfram, direct pe pulberi compactizate. Pentru selectarea lungimilor de undă caracteristice s-a utilizat un cristal analizor LiF 200, iar măsurătorile au fost efectuate cu un detector de scintilație cu Na(Tl)J. Calibrarea a fost realizată cu ajutorul unei serii de standarde internaționale puse la dispoziție de US Geological Survey, The National Institute of Standards and Technology – USA și The National Research Council – Canada, utilizând relația între concentrație și diferența dintre numărul de impulsuri înregistrate la linia analitică și numărul de impulsuri la linia de fond.

## **Caracterizarea sedimentelor superficiale din lacul Tăbăcărie**

### ***Distribuția sedimentelor de fund***

Pe baza frecvenței relative a fracției nisipoase, siltice și argiloase, sedimentele superficiale din lacul Tăbăcărie au fost clasificate, utilizând diagrama lui Shepard (1954). S-a constatat existența a două categorii de sedimente: a) nisipuri și b) silturi și silturi argiloase (Tabel 1).

Nisipul a apărut în zonele intens dragate sau afectate de poluare. Frația nisipoasă a ajuns până la 93,78% din greutatea probelor, siltul și argila având o participare foarte redusă (Fig. 4.)

Fondul sedimentologic al lacului este dominat de silturi argiloase și silturi, care acoperă cea mai mare parte a fundului de lac. Frația siltică reprezintă 53,65 – 76,11%, iar cea argiloasă 1,28 – 44,04%, reflectând participarea materialului provenit din surse eoliene și antropogene (Fig. 5, 6).

#### **Parametrii texturali si corelarea acestora:**

**Media** ( $Mz_i\phi$ ), ca măsură a tendinței centrale ce oferă relații asupra dimensiunilor medii ale particulelor sedimentare, a variat între 0,9 – 2,42 phi la probele nisipoase și între 6,40 – 7,08 phi la probele siltice și siltice argiloase (Fig. 7).

**Deviația standard inclusivă** ( $\sigma_i\phi$ ), ca măsură a sortării, a avut valori care au oscilat între 1,59 phi și 2,23 phi, exprimând un grad de sortare slabă și foarte slabă, îndeosebi în zona centrală a lacului.

**Diagrama de corelație**  $Mz_i\phi / \sigma_i\phi$  arată o relație directă, sedimentele fiind cu atât mai puțin sortate, cu cât sunt mai fine (Fig. 7a).

**Asimetria grafică inclusivă** ( $Sk_i$ ) prezintă numai valori pozitive, cuprinse între +0,04 și +0,62, ceea ce indică un surplus de particule fine față de o distribuție normală a curbei de frecvență.

**Boltirea** ( $K_G$ ) oferă relații asupra gradului de sortare periferică. Cele mai multe din valorile  $K_G$  s-au înscris în domeniul platicurtic ( $K_G = 0,90$ ). (Fig. 7b).

#### **Caracterizarea geochimică a sedimentelor**

Din analiza compoziției chimice a sedimentelor s-a remarcat prezența în cantități mai mari a Zn, Ba, Cu și Pb (Tabel 2).

Analiza parametrilor statistici ai distribuțiilor componentelor analizate este prezentată în Tabelul 3, semnificația notațiilor fiind următoarea:

- $X_{min}$  = concentrația minimă a componentului, în eșantionul de analize efectuate;
- $X_{max}$  = concentrația maximă a componentului în eșantion;
- $X$  = concentrația medie a componentului în eșantion;
- $S$  = deviația standard a concentrațiilor;
- $C_v$  = coeficientul de variație a concentrațiilor elementelor în eșantionul analizat,  $C_v = 100 S/X$ .

Valorile coeficienților de variație înregistrați în cazul  $Fe_2O_3$ ,  $MnO$ , Ba, Sr, Cr, Zr și într-o mai mică măsură a  $TiO_2$  și Ni indică uniformitatea compozițională a sedimentelor superficiale care acoperă fundul lacului. Coeficientul de variație, ceva mai ridicat (26,00%) înregistrat în cazul  $CaCO_3$  poate fi atribuit variabilității naturale ridicate a activității biologice (Fig. 8).

În cazul celorlalte elemente (Cu, Pb, Zn, Cd, V), valorile ridicate ale coeficienților de variație sunt un indiciu al existenței unor fenomene perturbatoare, posibil un influx

tehnogen masiv, afectând concentrațiile acestor elemente în sedimente, cu efecte deosebit de evidente în cazul Cu ( $C_v = 92,97\%$ ) și Pb ( $C_v = 92,95\%$ ).

Pentru Cu și Pb, valorile deosebit de ridicate ale coeficienților de variație sunt consecința unor concentrații locale foarte ridicate; localizarea acestora indică drept principală cale de introducere a acestor elemente în lac conducta pluvială, situată în extremitatea de sud-vest (Fig. 9.). Tot aici s-au întâlnit și cele mai ridicate concentrații de Ba, (Fig. 10), Cd și V, dar coeficienții de variație ai concentrațiilor sunt mult mai scăzuți. Localizarea concentrațiilor ridicate poate fi explicată prin afinitatea deosebită a Pb și Cu pentru materialul detritic argilos și organic, pe care se fixează rapid prin procese de absorbție. Diminuarea vitezei de transport și modificarea parametrilor fizico-chimici (pH, Eh, etc.) la pătrunderea în lac, determină depunerea masivă a acestui material în apropierea punctului de intrare. În același timp, cantitățile de Pb și Cu introduse în lac, în soluție, sunt rapid absorbite de sedimente, doar o mică parte din cantitatea totală distribuindu-se în apele lacului, de unde este preluată de sedimentele din alte zone. Cele două procese (depunerea materialului detritic și absorbția la interfața sediment – apă) determină localizarea concentrațiilor ridicate ale celor două elemente în sedimentele din zona punctului de acces, identificând precis calea de pătrundere.

În ceea ce privește Zn, deși concentrațiile sale în sedimente au fost foarte ridicate, ele au fost mult mai uniforme, variind între 750 și 900 ppm, cu excepția zonei de deversare a apelor din lac, unde a înregistrat 307 ppm (Fig. 11).

Uniformitatea concentrațiilor de Zn poate fi atribuită fie unui input similar de zinc prin toate punctele de alimentare ale lacului, fie introducerii prin una sau mai multe căi de acces, predominant în soluție. Mobilitatea mare a zincului și timpul ridicat de absorbție la nivelul sedimentelor determină o dispersie omogenă a zincului în apele lacului, înainte de încorporarea acestuia în sedimente. Prezența concentrațiilor maxime de Zn în zona centrală a lacului caracterizează o circulație lentă a apelor din lac. Explicația este valabilă și pentru distribuțiile destul de uniforme ale Cd și V, menționate anterior.

Dintre elementele analizate Ni, Cr și Zn depășesc în toate, sau aproape toate, probele analizate nivelul de concentrație peste care efectele biologice devin probabile (PEL – probable effects level) pentru sedimentele de apă dulce (Buchman, 1999). Cu toate acestea, având în vedere indicii relativi de poluare (Förstner și Müller, 1973) scăzuți și mai ales concentrațiile de fond ridicate caracteristice pentru Ni și Cr, este improbabil ca valorile ridicate ale concentrațiilor celor două elemente să se datoreze influențelor antropice. Nu același lucru se poate spune despre zinc. Concentrațiile întâlnite depășesc de 3-8 ori concentrațiile fondului geochimic natural.

În cazul Cu, Pb și Cd pragurile de concentrație PEL sunt depășite doar ocazional (Cu, Pb) sau deloc (Cd). Pentru Cu și Pb PEL este depășit în proba din stația P7, concentrațiile înregistrate aici fiind cu un ordin de mărime mai mari decât PEL ( $PEL_{Cu} = 35,7$ ,  $PEL_{Pb} = 35$ ).

În toate probele sunt depășite concentrațiile de la care pot apărea efecte biologice (Threshold effects level – Buchman, 1999) pentru toate cele trei elemente. Cum aceste valori sunt caracterizate de indici relativi de poluare mari și de fonduri geochimice destul de scăzute, se poate considera că o bună parte din concentrația totală a celor trei metale în sedimente se datorează unor aporturi antropice substanțiale.

Din datele prezentate se poate aprecia că lacul Tăbăcărie este subiectul unor influențe tehnogene semnificative, care afectează conținutul sedimentelor în metale grele, unele deosebit de toxice, așa cum sunt Cu, Pb și Zn. Principala cale de introducere a acestor elemente în lac o reprezintă deversările din extremitatea sa sud – vestică.

## **Bibliografie**

- Black C. A. 1965. Methods of Soil Analysis – American Society of Agronomy, Monograph 9, Madison, Wisconsin, 1572 pp.
- Buchman M. F. 1999. NOAA screening quick reference tables – NOAA HAZMAT report 99-1, Seattle WA, Coastal protection and Restoration Division, National Oceanic and Atmospheric Administration, 12 p.
- Förstner U. and Müller G. 1973. Heavy metal accumulation in river sediments, a response to environmental pollution. Geoforum V. 14, p. 53–62.
- Shepard F.P. 1954. Nomenclature based on sand-silt-clay ratios – Journal of Sedimentary Petrology, V. 24, p. 151-158.

Tabel 1. Compoziția granulometrică a sedimentelor superficiale din lacul Tăbăcărie

Nr. probă	P <sub>1</sub> (φ)	P <sub>5</sub> (φ)	P <sub>16</sub> (φ)	P <sub>25</sub> (φ)	Md (φ)	P <sub>75</sub> (φ)	P <sub>84</sub> (φ)	P <sub>95</sub> (φ)	Mz <sub>i</sub> (φ)
P1	2,43	4,12	4,91	5,32	6,35	7,66	8,46	10,08	6,57
P2	0,92	1,60	2,03	2,10	2,29	2,82	2,95	8,55	2,42
P3	4,06	4,73	5,32	5,62	6,75	8,42	9,18	10,10	7,08
P4	4,20	4,69	5,23	5,58	6,68	9,59	10,15	10,58	7,35
P5	1,50	4,35	4,98	6,18	7,24	9,30	9,69	10,31	7,30
P6	2,71	4,26	4,78	5,10	6,31	8,31	9,92	10,49	7,00
P7	1,20	0,80	0,36	0,13	0,82	1,64	2,21	5,50	0,89
P8	2,24	4,21	4,65	4,87	5,86	7,78	8,70	10,32	6,40
P9	3,75	4,44	4,84	5,15	6,48	8,46	9,39	10,37	6,78

Nr. probă	Nisip (%)	Silt (%)	Argila (%)	σ <sub>i</sub> (φ)	Sk <sub>i</sub>	K <sub>G</sub>	Tip Sedimente
P1	4,24	76,14	19,67	1,79	0,22	1,04	Silt
P2	91,58	2,81	5,60	1,28	0,62	3,95	Nisip
P3	0,88	69,68	29,44	1,78	0,25	0,78	Silt argilos
P4	0,50	62,68	36,82	2,12	0,37	0,60	Silt argilos
P5	2,28	53,68	44,04	2,08	0,04	0,78	Silt argilos
P6	2,64	70,31	27,05	2,23	0,37	0,80	Silt argilos
P7	93,78	5,15	1,07	1,59	0,28	1,71	Nisip
P8	2,70	73,76	23,53	1,94	0,43	0,86	Silt argilos
P9	1,06	68,52	30,41	2,04	0,30	0,73	Silt argilos

Tabel 2. Compoziția chimică a sedimentelor din lacul Tăbăcărie

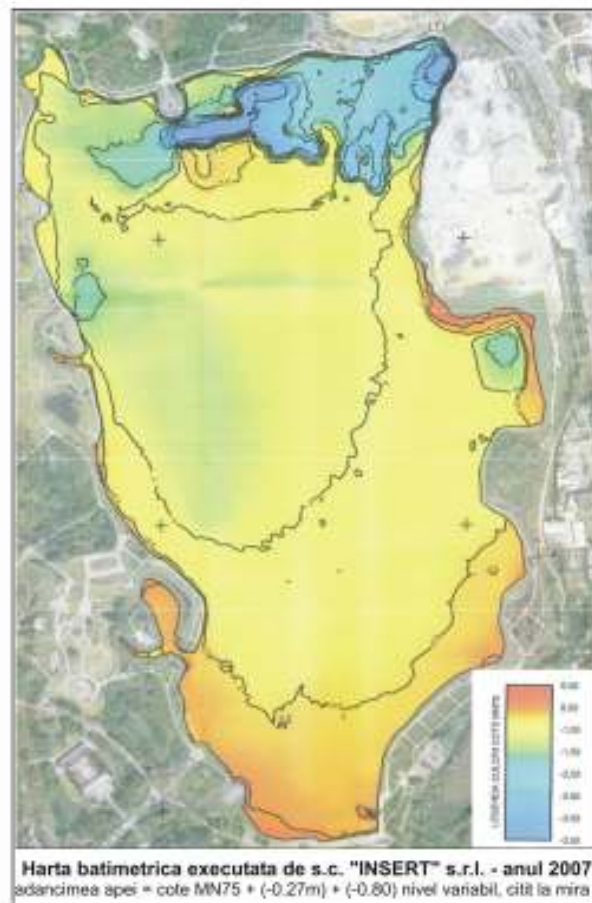
Proba/Parametrul	P1	P3	P5	P7	P9
CaCO <sub>3</sub> , %	18,43	20,53	16,55	30,04	18,13
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , %	4,62	4,70	5,12	3,69	4,79
TiO <sub>2</sub> , %	0,64	0,64	0,61	0,39	0,70
MnO <sub>2</sub> , %	0,076	0,086	0,089	0,063	0,083
Ni, ppm	65	64	76	41	68
Co, ppm	10	14	16	11	10
Ba, ppm	398	339	430	512	468
Sr, ppm	412	326	352	343	289
Cu, ppm	89	47	115	380	90
Pb, ppm	75	44	92	376	74
Zn, ppm	743	307	894	788	808
Cd, ppm	1,16	0,95	0,57	1,20	0,80
Cr, ppm	98	85	102	128	112
Zr, ppm	185	176	153	136	186
V, ppm	82	93	77	42	62

Tabel 3. Parametrii statistici ai eșantionului de analize

Parametru	$X_{\min}$	$X_{\max}$	X	S	$C_v$ %
CaCO <sub>3</sub> , %	16,55	30,04	20,74	5,39	26,00
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , %	3,69	5,12	4,58	0,54	11,67
TiO <sub>2</sub> , %	0,39	0,70	0,60	0,12	20,13
MnO <sub>2</sub> , %	0,063	0,089	0,0794	0,0104	13,10
Ni, ppm	41	76	62,8	13,1	20,8
Co, ppm	10	16	12,2	2,7	22,0
Ba, ppm	339	512	429,4	66,1	15,4
Sr, ppm	289	412	344,4	44,8	13,0
Cu, ppm	47	380	144,2	134,1	93,0
Pb, ppm	44	376	132,2	122,9	93,0
Zn, ppm	307	894	708	230,8	32,6
Cd, ppm	0,570	1,200	0,936	0,261	27,88
Cr, ppm	85	128	105	16,1	15,33
Zr, ppm	136	186	167,2	21,9	13,11
V, ppm	42	93	71,2	19,8	27,76

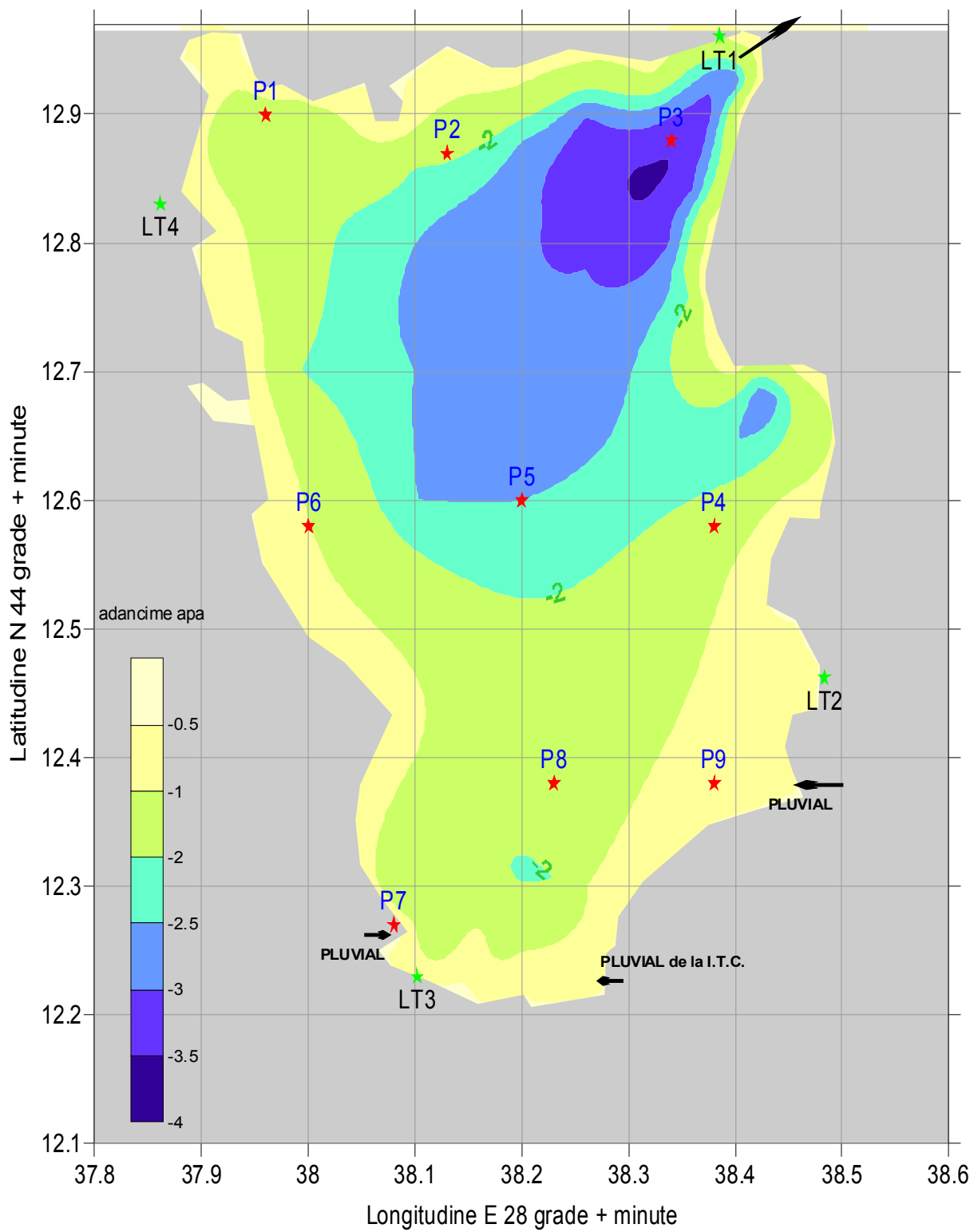


**Fig.1.Lacul Tabacarie - Constanta. Repere topografice**

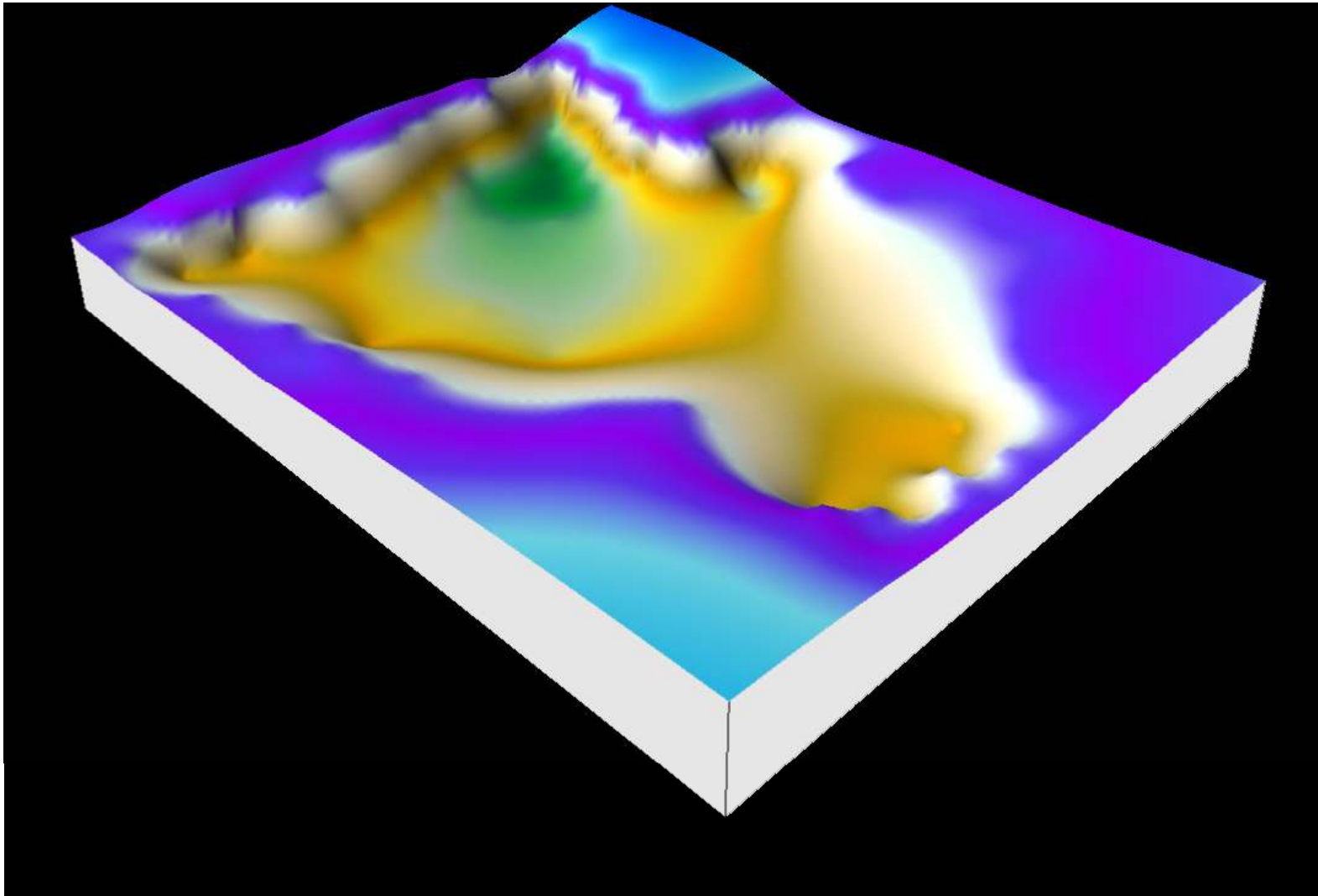


WGS84  
 LT1 - N 44° 12' 57.67121" E 28° 38' 23.12521"    LT3 - N 44° 12' 49.82711" E 28° 38' 6.12684"  
 LT2 - N 44° 12' 27.74884" E 28° 38' 29.01260"    LT4 - N 44° 12' 49.82711" E 28° 37' 51.67983"

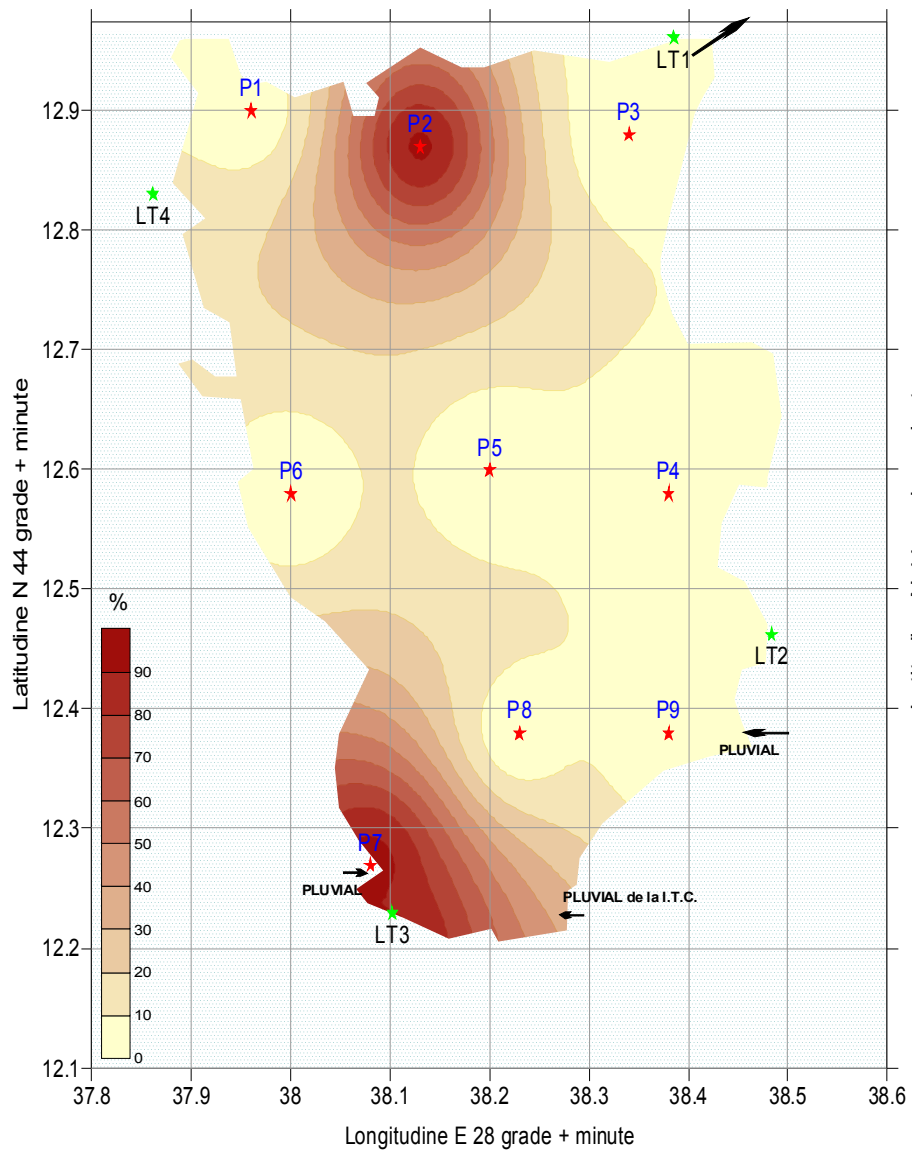




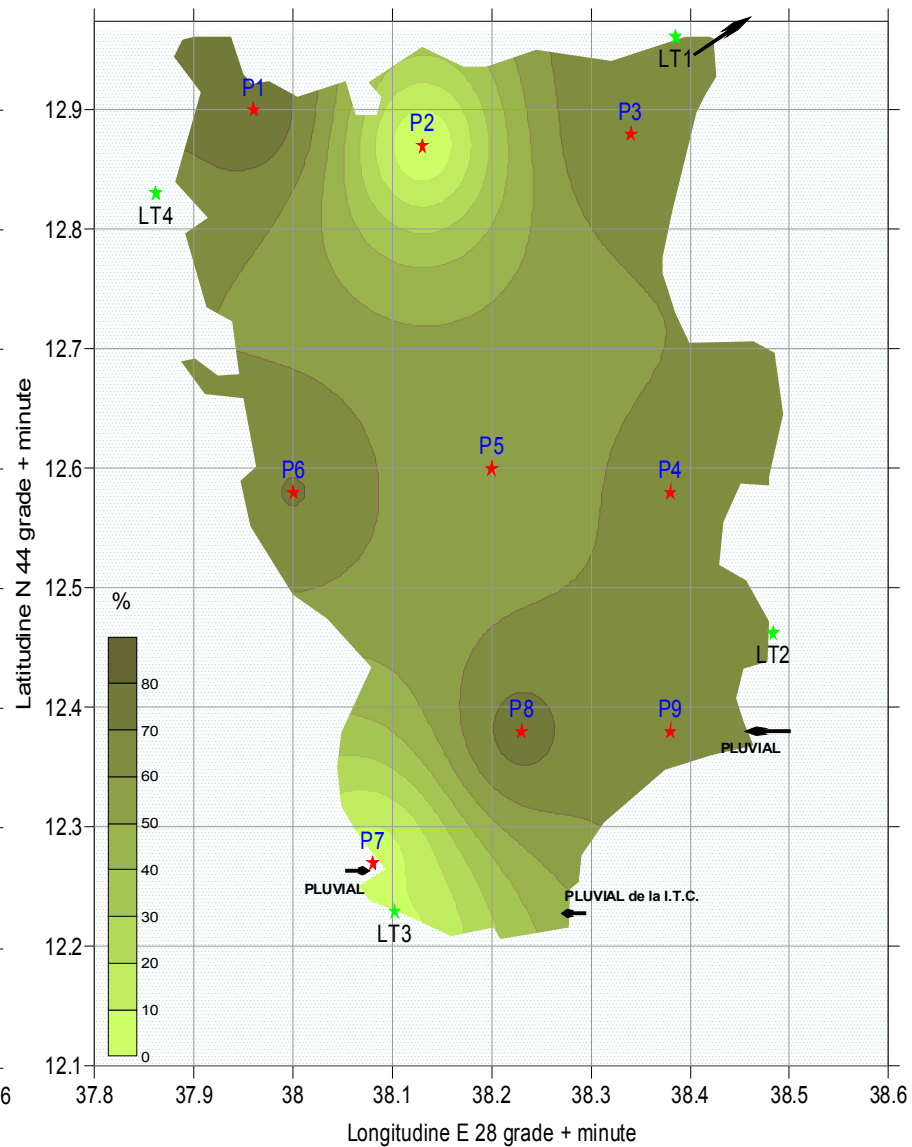
**Figura 2. Batimetria lacului Tabacarie - anul 1993**



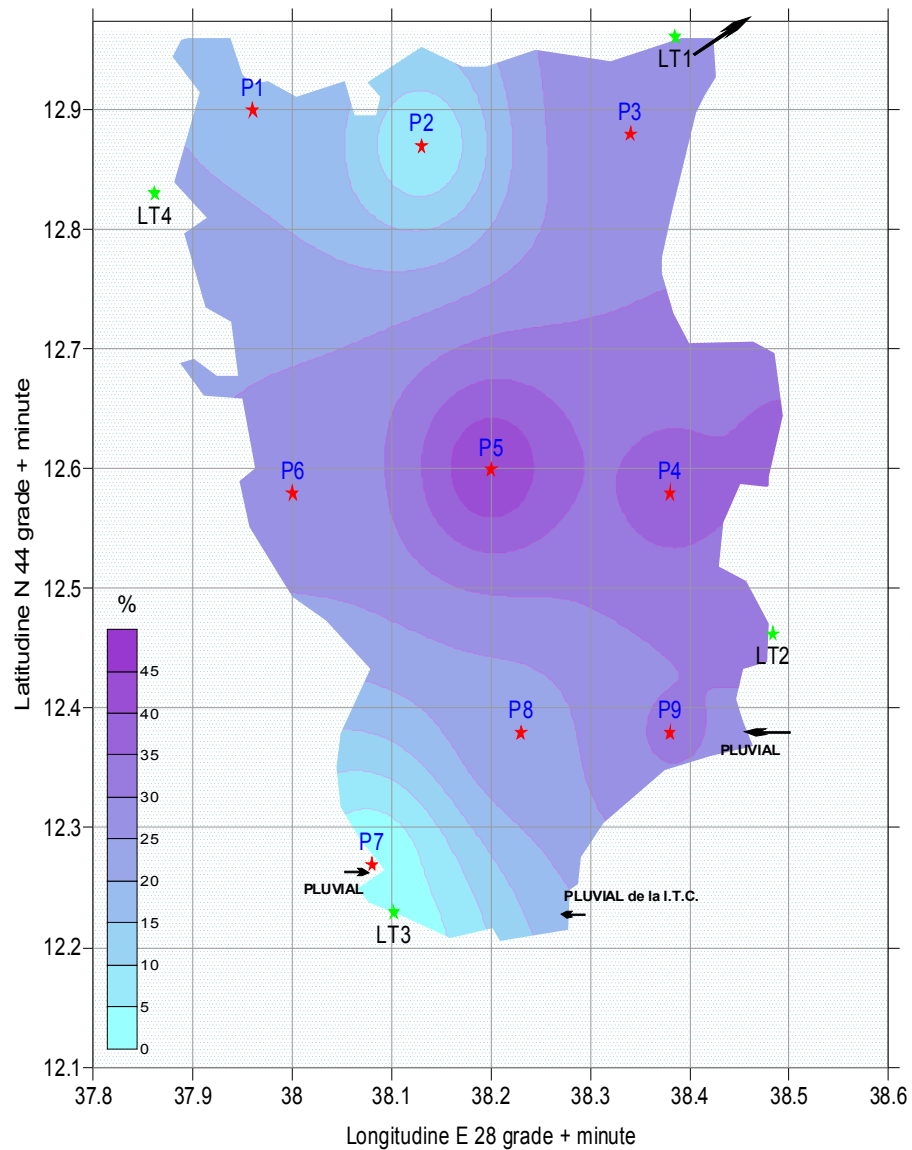
**Figura 3. Imaginea 3D a suprafeței sedimentelor lacului Tăbăcărie – Constanța**



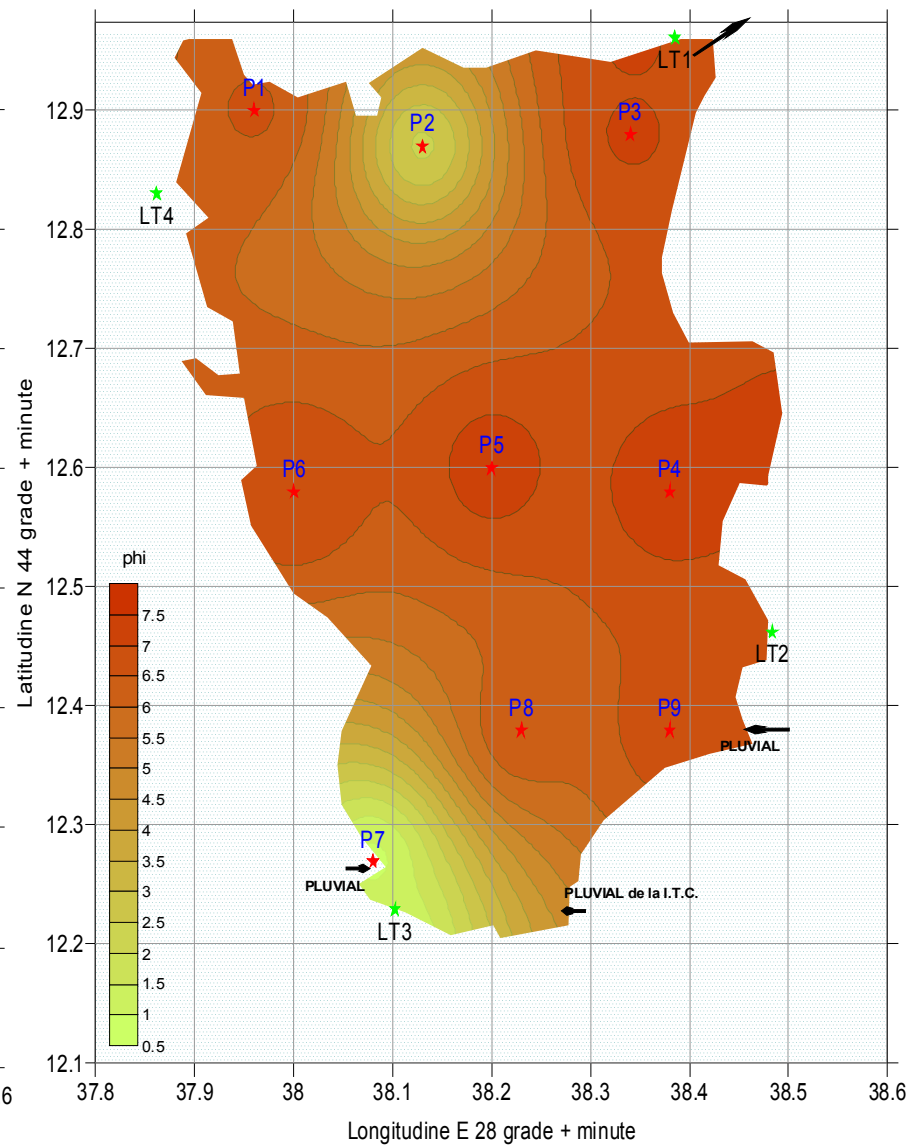
**Figura 4. Distributia NISIPULUI  
in sedimentele lacului Tabacarie - anul 1993**



**Figura 5. Distributia SILTULUI  
in sedimentele lacului Tabacarie - anul 1993**

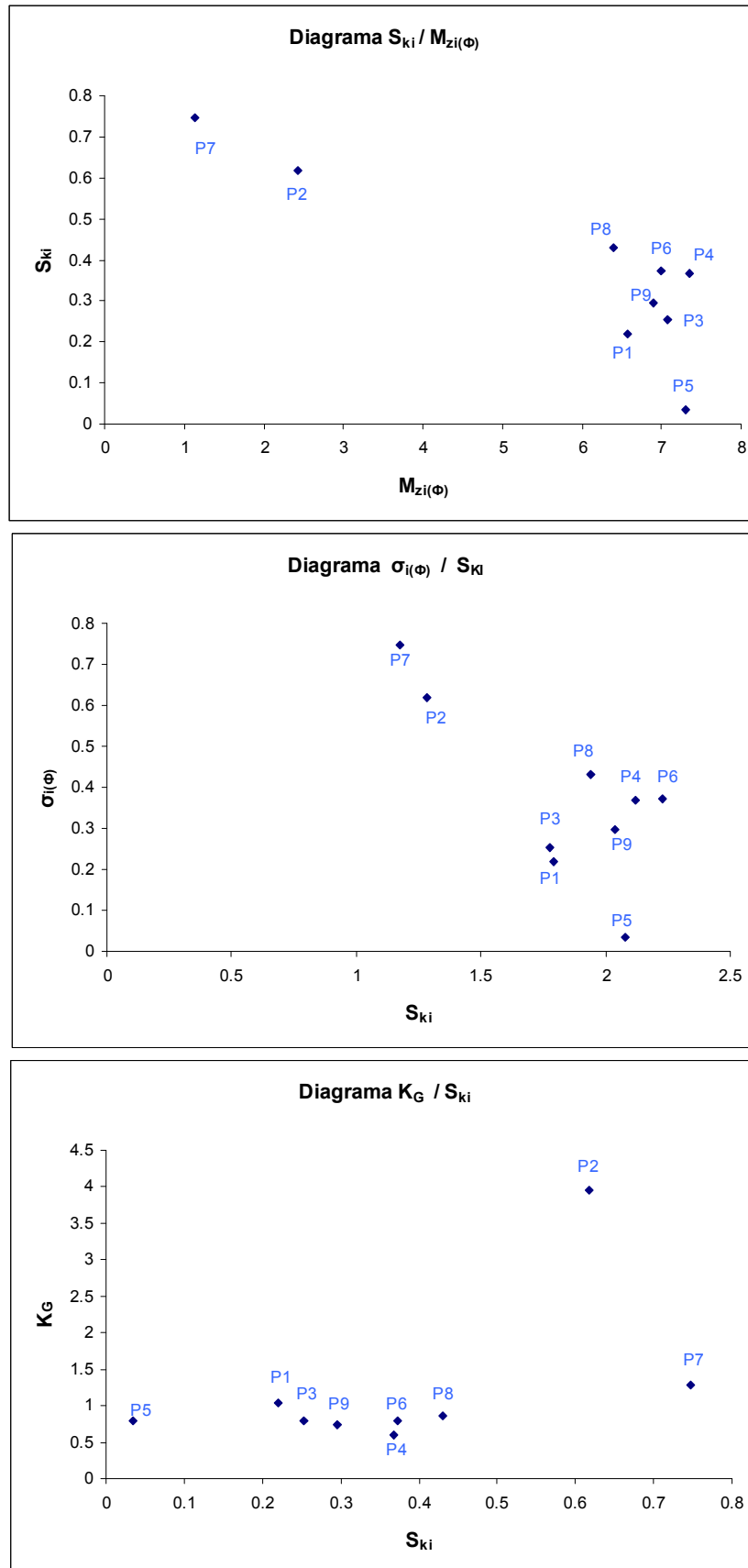


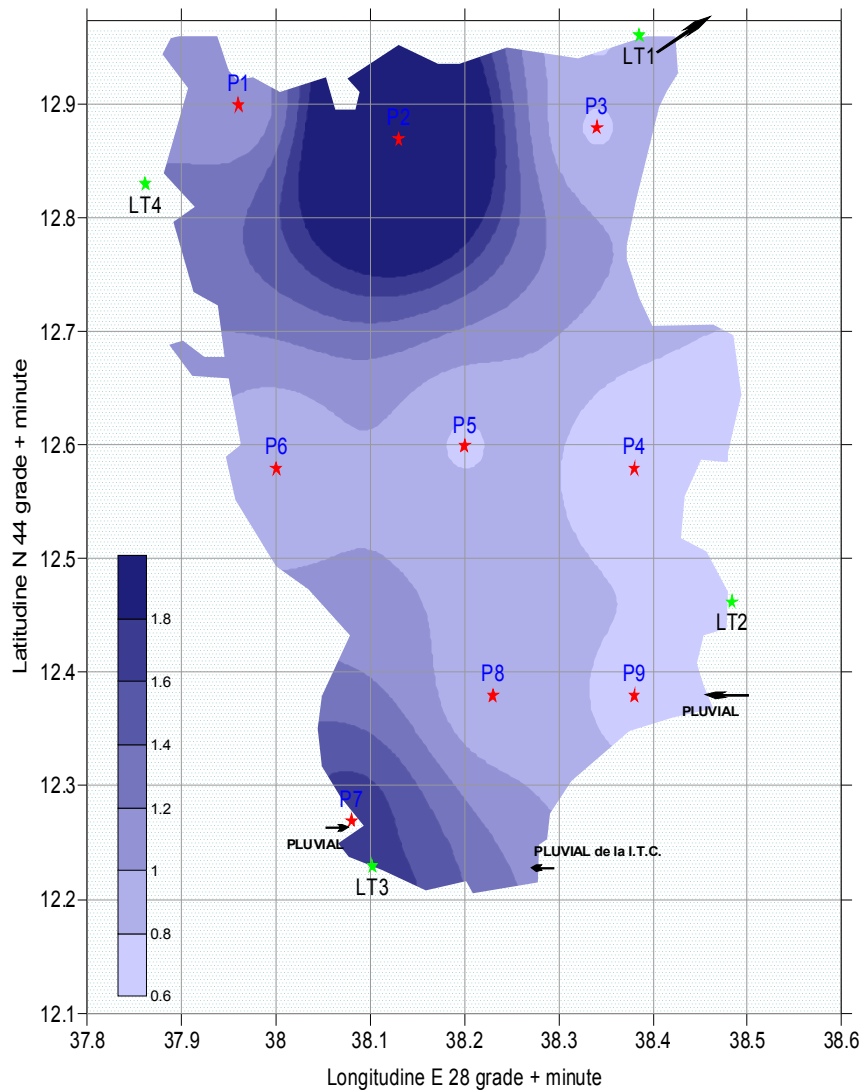
**Figura 6. Distributia ARGILEI  
in sedimentele lacului Tabacarie - anul 1993**



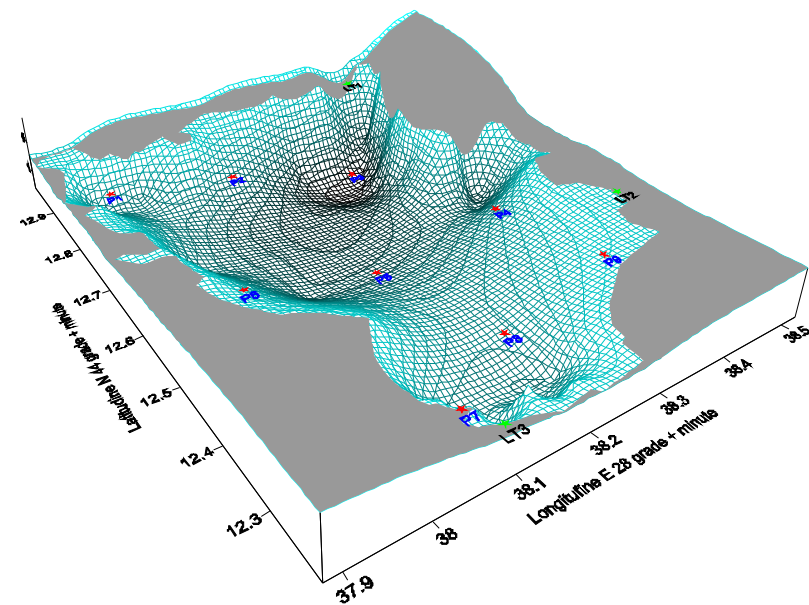
**Figura 7. Distributia parametrului textural MEDIA - Mzi  
(similara cu a Medianeii) - sedimentele lacului Tabacarie - anul 1993**

Fig. 7a. Corelări ale parametrilor texturali  $S_{ki}$ ,  $M_{zi}$ ,  $K_G$  și  $\sigma_{i(\Phi)}$

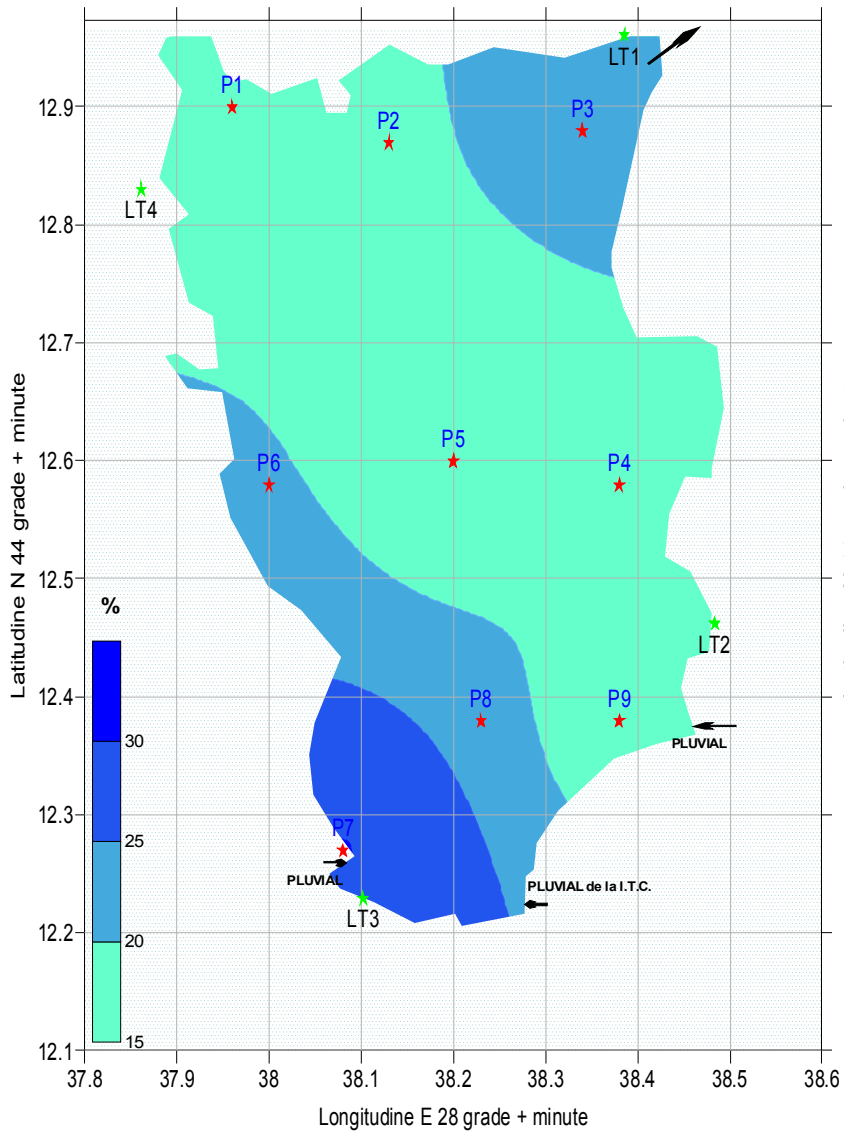




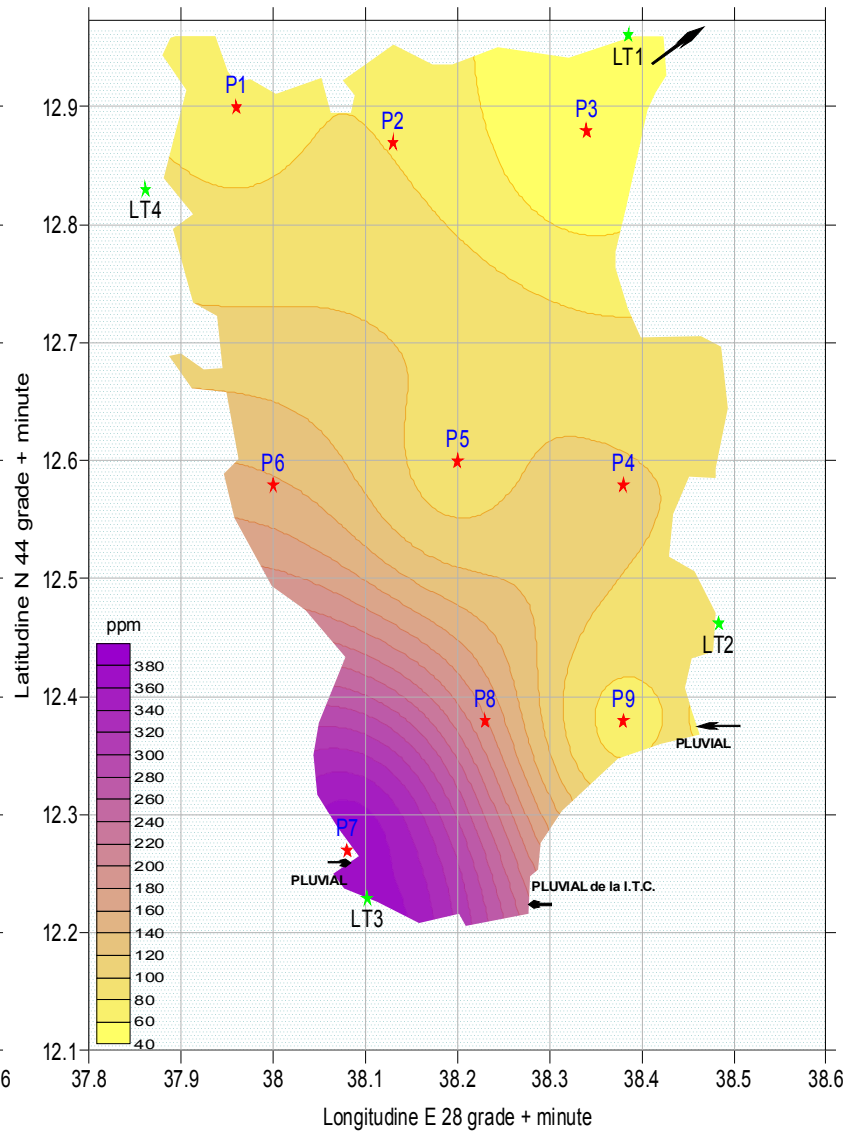
**Figura 7b. Distributia parametrului textural BOLTIREA- KG  
- sedimentele lacului Tabacarie - 1993**



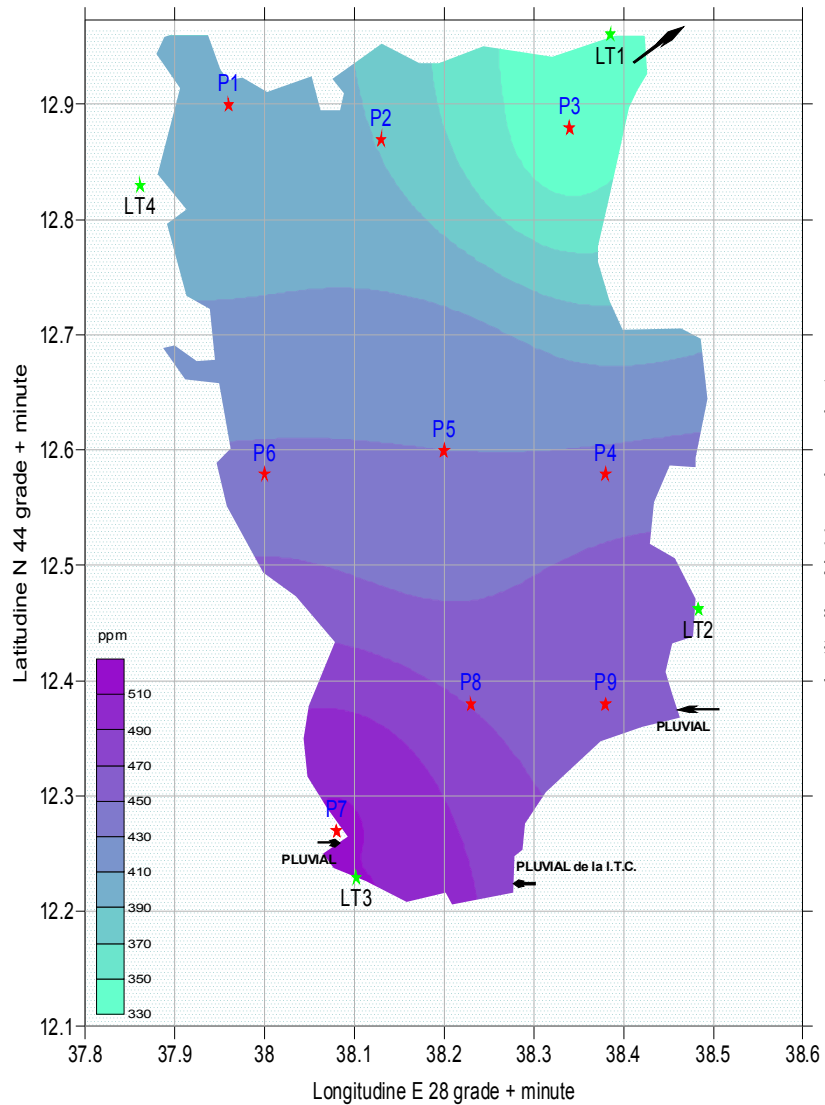
**Amplasarea locatiilor de probare in functie de adancimea lacului Tabacarie - 1993**



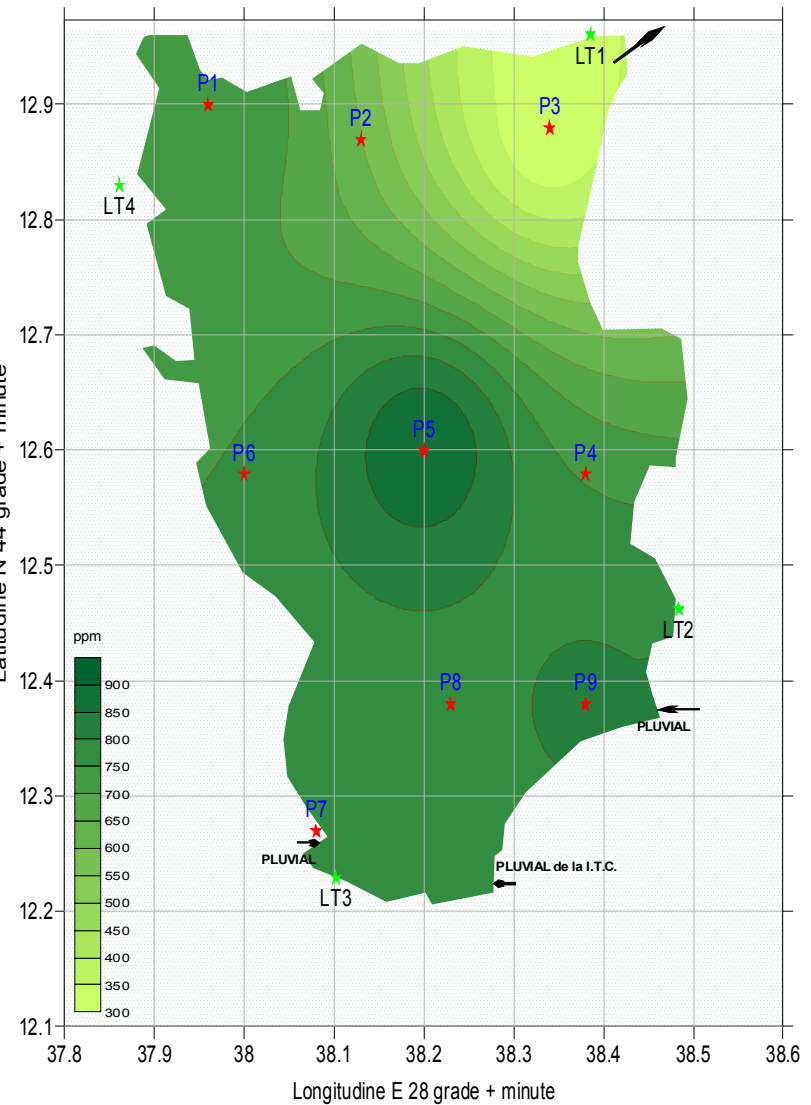
**Figura 8. Distributia continutului de CARBONAT de CALCIU din sedimentele lacului Tabacarie - anul 1993**



**Figura 9. Distributia continutului de PLUMB (similara cu a Cuprului) din sedimentele lacului Tabacarie - anul 1993**



**Figura 10. Distribuția conținutului de BARIU din sedimentele lacului Tabacarie - anul 1993**



**Figura 11. Distribuția conținutului de ZINC din sedimentele lacului Tabacarie - anul 1993**