

MEMORIU JUSTIFICATIV
cu privire la
STUDIU/EXPERTIZA DE STABILITATE A HALDEI SI TERENULUI DE FUNDARE, DIN
CADRUL PROIECTULUI
„Inchiderea Haldei de Zgura – Etapa 1”

Din punct de vedere tehnic lucrarile de inchidere a Haldei de Zgura prevazute in acest Memoriu Justicativ , respecta prevederile tehnice, solutiile si recomandările incluse in **Studiu/Expertiza de stabilitate a haldei si terenului de fundare din cadrul proiectului „Inchidere Halda de Zgura – Etapa 1”, emis in Septembrie 2018.**

In prezent, sunt in curs de realizare urmatoarele actiuni, parte din acest studiu :

1. La cota +51 mdMN s-a realizat relocarea unui volum de material existent din zona SUD folosit la umplerea unor gropi existente la aceeasi cota de nivel.
2. S-a reconfigurat forma suprafetei din zona VEST (profil 3+4) prin retragerea liniei de cota de la cota +33 mdMN si +51 mdMN concomitent cu marirea suprafetei liniei de cota +16 mdMN in aceeasi zona VEST pentru marirea distantei fata de zona canalului Malina cu respectarea pantelor taluzului.
3. Pe masura avansarii lucrarilor s-a identificat o zona la cota +33 mdMN SUD, ca fiind o suprafata necesara pentru protejarea habitatul natural format (existenta unor animale protejate pasari); rezultand retragerea volumelor de material depozitate aici si relocarea lor pentru completarea volumelor lipsa la cota +51 mdMN.

Toate aceste actiuni realizate pe parcursul executiei pana in prezent respecta in totalitate impunerile din Studiul de stabilitate si anume:

- Taluzele exterioare care se vor afla la distanta de maxim 150 m fata de traseul final al canalului Malina pastrandu-se actuala berma care constituie drum de acces
- Respectarea pantei medii generale a taluzului de 1:3 si berme de 10m la fiecare treapta
- Inbunatatirea conditiilor de stabilitate a taluzului dinspre canalul Malina prin marirea distantei fata de canal .
- Se respecta suprafata desfasurata a capacului +51 mdMN
-

In concluzie nu este necesara refacerea Studiului / Expertizei de Stabilitate a Haldei de zgura si a terenului de fundare .

Intocmit
Proiectant
Ing PAVAL CEZAR



Aprobat

ing ARCHIP MIHAELA





GEOCONSULTING INTERNATIONAL SRL

STR. CALEA CĂLARASI NR.300,BLOC S20, AP.50, SECTOR 3,BUCURESTI

E-MAIL: GEOCONSFY@YAHOO.COM TEL.:021-321.06.50 TEL../FAX:021-324.24.43 Telefon 3 21 06 50

**STUDIU/EXPERTIZĂ DE STABILITATE A HALDEI ȘI
TERENULUI DE FUNDARE, DIN CADRUL PROIECTULUI
”Închiderea haldei de zgură – Etapa I”**

Director:



Ing. Ioana Andronache



București
Septembrie 2018



CUPRINS

| | |
|---|----|
| 1. PREZENTAREA GENERALĂ A HALDEI DE STERIL MĂLINA | 3 |
| 2. SITUAȚIA ACTUALĂ A HALDEI..... | 5 |
| 3. INVESTIGAȚII SUPLIMENTARE | 7 |
| 3.1. <i>Ridicări topografice</i> | 7 |
| 3.2. <i>Studii geotehnice de teren și laborator</i> | 7 |
| În studiu sunt cuprinse lucrările de explorare geotehnică realizate în zona afectată de alunecare cu scopul furnizării datelor necesare stabilizării zonei și a definirii:..... | 8 |
| - stratificației terenului;..... | 8 |
| - caracteristicilor de rezistență și deformabilitate ale materialelor întâlnite;..... | 8 |
| - condițiilor de stabilitate; | 8 |
| - încadrării seismice;..... | 8 |
| - adâncimii de îngheț; | 8 |
| 4. PRINCIPALELE CAUZE POTENȚIALE CARE AU DUS LA PIERDEREA STABILITĂȚII (PRODUCEREA DE ALUNECĂRI DE TEREN)..... | 12 |
| 5. METODE DE CALCUL UTILIZATE, SCENARIILE DE CEDARE PENTRU CARE S-AU FĂCUT CALCULE, CRITERIILE DE REZISTENȚĂ ȘI STABILITATE URMĂRITE, ELEMENTE EVIDENȚIATE DE POSTCALCULE. | 13 |
| 5.1. <i>Programe de calcul utilizate pentru stabilitatea generală a depozitelor</i> | 14 |
| 5.2. <i>Caracteristicile fizico-mecanice ale materialelor folosite în calcul</i> | 17 |
| 5.3. <i>Secțiuni de calcul</i> | 17 |
| 5.4. <i>Poziția curbei de depresie</i> | 18 |
| 5.5. <i>Ipoteze de calcul</i> | 18 |
| 5.6. <i>Rezultate obținute</i> | 19 |
| 6. SOLUȚII ȘI RECOMANDĂRI PROPUSE PENTRU ASIGURAREA STABILITĂȚII A HALDEI DE ZGURĂ MĂLINA | 20 |
| 7. CONCLUZII ȘI RECOMANDĂRI | 21 |

ANEXE:

Anexa nr. 1 – Ridicare topo August 2018;

Anexa nr. 2 – Amplasare foraje 2009 (FG1-FG10);

Anexa nr. 3 – Profile de calcul;

Anexa nr. 4 – Rezultate calcule stabilitate situația actuală;

Anexa nr. 5 – Rezultate calcule stabilitate cu soluția propusă;

Anexa nr. 6 – Secțiuni tip cu soluția propusă;

Anexa nr. 7 – Imagine de ansamblu cu soluția.



GEOCONSULTING INTERNATIONAL SRL

Str. Calea Calarasi nr.300,bloc S20, ap.50, sector 3,Bucuresti

e-mail: geoconsfx@yahoo.com Tel.:021-321.06.50 Tel./Fax:021-324.24.43 Telefon

3 21 06 50

STUDIU/EXPERTIZĂ DE STABILITATE A HALDEI ȘI TERENULUI DE FUNDARE, DIN CADRUL PROIECTULUI ”Închiderea haldei de zgură – Etapa I”

Documentația a fost întocmită în conformitate cu prevederile contractului SP 1245/2018 și respectă prevederile temei elaborată de proiectant.

1. PREZENTAREA GENERALĂ A HALDEI DE STERIL MĂLINA

Halda de zgură se află în partea de vest a combinatului siderurgic; se învecinează cu iazul Mălina Nord, pe latura de Nord, cu canalul de legătură pentru evacuarea apei curate dintre acumularea Mălina și balta Mălina, la sud cu iazul de decantare Mălina Sud, iar la est cu drumul de exploatare al Primăriei comunei Șendreni.

Amplasamentul haldei, la baza actuală începe de la cota + 10,0 m, pe un platou situat între văile Cătușa și Mălina și terenurile agricole ale localităților Smârdan și Movileni și se termină în fosta baltă Mălina.

Versanții naturali pe care este amplasată halda au pante de $2 \div 15 \%$, orientate în general către Balta Mălina, mai mari în apropierea albiei minore și mai mici odată cu îndepărtarea de baltă, fapt care a dus la realizarea unei rețele naturale de scurgere a apelor de suprafață, orientată după direcția pantei (Est -Vest), și tributară zonei bălții.

Halda este constituită din zgură de furnal și oțelărie, rezultate ca deșeuri din procesele de fabricație a fontelor, oțelurilor și a altor produse siderurgice.

Materialele (zгурile) au fost depuse cu utilaje clasice, autobasculante, în trepte cu înălțimea de $10 \div 25$ m.

La începuturile formării sale halda s-a creat prin delimitarea cu un dig de pământ a unei suprafețe de circa 36 ha din fosta baltă Mălina, cuprins între liniile de coordonate $x = 11,000$ și $y = 12,000$.



GEOCONSULTING INTERNATIONAL SRL

Str. Calea Calarasi nr.300,bloc S20, ap.50, sector 3,Bucuressti

e-mail: geconsf@yahoo.com Tel.:021-321.06.50 Tel./Fax:021-324.24.43 Telefon

3 21 06 50

Conturul exact al iazului, așa cum este arătat în planul de situație, a fost stabilit de IPROMET și necesita un dig în lungime de 1.808 m.

Terenul de fundare al haldei a fost constituit parțial din loessul care constituia malurile bălții Mălina și materialele recente (măluri, loess înmuiat, etc.) existente pe fundul bălții Mălina.

Realizarea haldei a început prin construcția digului, care în prealabil a fost desecată până la cea mai joasă cotă posibilă, adică până la cota de +4,62 m, condiționată de nivelul radierului podului de pe terasamentul liniei ferate ce leagă triajul Barboși de Combinat și traversează balta Mălina.

Deșeurile provenite din combinatul SC ARCELOR MITTAL SA rezultate din procesele de fabricație și reparații au fost transportate uscat și depozitate la halda de zgură, amplasată în partea de sud-vest a platformei combinatului, până în iulie 2009, când a avut loc sistarea depozitarii.

Elementele caracteristice ale haldei sunt:

- suprafața depozitului de circa 110 ha;
- capacitate depozit circa 59.000 mii to;
- cota minimă a amplasamentului + 10 mdMN;
- înălțimea maximă a haldei circa 50 m;

Lucrări de amenajare:

- lucrări de impermeabilizare: nu există;
- lucrări de drenaj : nu există sisteme de colectare/tratare a scurgerilor de levigat;
- monitorizarea calității apelor subterane: cele 2 foraje executate, care erau acoperite cu material depozitat și nu mai puteau fi utilizate la data realizării precedentei expertize, în anul 2009, au fost repuse în funcțiune și sunt incluse în programul de urmarire și monitorizare solicitat prin Autorizația Integrată de Mediu nr. 01/24.08.2015 revizuită în 16.02.2017;
- halda de zgură existentă a avut ca termen de conformare la Directiva privind depozitare deșeurilor nr.75/ 442 / CEE din 1995 – anul 2009, AMG sistând depozitarea deșeurilor pe halda la data de 16.07.2009;



In anul 2013 Cepromin Deva a elaborat proiectul de exploatare a Haldei de zgura, revizia 1, proiect care a stat la baza emiterii Autorizatiei Integrate de Mediu, revizuite in data de 19.08.2013, de catre APM Galati si ulterior in cadrul procedurii de reautorizare/revizuire pentru Autorizatia Integrata de Mediu nr 1/2015 (revizuita in 23.06.2016, revizuita in 16.02.2017). Aceasta include programul de procesare a zgurii existente pe amplasament, esalonat pana in anul 2023, in anul 2024 urmand a se executa lucrarile de inchidere si ecologizare a haldei de zgura.

2. SITUAȚIA ACTUALĂ A HALDEI

În urma inspecției tehnice făcută de expert pe teren, în luna august 2018, au rezultat următoarele observații principale:

- Din informațiile obținute de la beneficiar, taluzele haldei de steril au fost stabile până în anul 2005 când a început exploatarea materialelor feroase;

- Activitățile de recuperare a deșeurilor feroase efectuate în timp, fără o tehnologie bine stabilită, au condus la surpări sau prăbușiri în unele fronturi ale haldei cu deplasarea materialului la o distanță foarte mică față de marginea iazului de decantare și cu blocări repetate ale cursului de apă Mălina, motiv pentru care s-a realizat (in anul 2009 si revizuit in 2013) de catre Cepromin Deva „Planul de masuri de stabilizare a depozitului si siguranta in valorificarea deseurilor depozitate”. In prezent acest plan este in curs de executie fizica in teren;

- Halda de zgură, prin amplasamentul său, dar și prin exploatarea necorespunzătoare, a produs strangularea canalului care transportă apă curată și făcea legătura între amenajarea Mălina, situată în partea de Nord a haldei și balta Mălina situată la Sud de aceasta și a influențat negativ atât calitatea apei subterane cât și emisarul;

- Activitățile ulterioare de recuperare a fierului din haldă au dus la rehaldarea zguri rezultate, în general haldarea s-a făcut într-o singura treaptă;



- Haldarea de sus în jos către balta Mălina, caracterul granular al zgurii (pietrișuri) cât și greutatea volumetrică aparentă ridicată $\gamma = 19.8 - 24.0 \text{KN/mc}$ au făcut ca piciorul de zgură al treptei de baza să **ridice sau să se amestece** cu terenul de fundare prăfos – argilos, moale, din apropierea bălții sau de sub nivelul acesteia;

- Inceput cu anul 2013, procesul de selectionare si valorificare a fierului din halda se realizeaza in baza „Proiectului de exploatare a Haldei de zgura”, revizia 1 – intocmit de Cepromin Deva;

- La data întocmirii prezentului studiu s-a constatat că SC ARCELOR MITTAL SA Galați a luat măsuri de securizare a zonei de haldare a zgurii, prin controlul foarte strict al accesului în zonă. În acest fel au încetat excavațiile necontrolate ce urmăreau recuperarea de fier vechi;

- In prezent, pe baza proiectului Cepromin Deva, se lucreaza la retragerea si rehaldarea taluzelor Sudice, Vestice si Nordice;

- Taluzele exterioare ale haldei, după sortarea electromagnetica și extragerea fierului vechi, formate prin transportul materialului și descărcare acestuia din autobasculante, prezintă fenomene de instabilitate locală, iar dacă dezvoltarea haldei se face spre canalul de legătură pentru apă curată, dintre amenajarea Mălina și balta Mălina, provoacă pierderea stabilității terenului de fundare și strangularea canalului;

- La baza haldei pe latura nord - vestică a fost executată și este întreținută o zona de siguranță și drum de acces pentru utilaje de recuperare a deșeurilor industriale din perimetrul haldei, activitate desfășurată de către firme specializate și contractate de către deținatorul haldei, SC ARCELOR MITTAL SA;

- Pentru accesul utilajelor la canal, în caz de urgență și pentru consolidarea malului estic al canalului de evacuare Mălina, SC ARCELOR MITTAL Galați SA, a executat o bermă de siguranță între haldă și canal;

- La momentul expertizei anterioare, din anul 2009, aspectul general al haldei de steril ilustra faptul că exploatarea fierului vechi nu se facea după un proiect, și nu se avea în vedere ca după exploatarea fierului vechi halda să rămână cu taluzele exterioare



GEOCONSULTING INTERNATIONAL SRL

Str. Calea Calarasi nr.300,bloc S20, ap.50, sector 3,Bucuresti

e-mail: geoconsfx@yahoo.com Tel.:021-321.06.50 Tel../Fax:021-324.24.43 Telefon

3 21 06 50

stabile și o dispunere uniformă a materialului rămas, pe întreaga suprafață a terenului ocupat de haldă;

- Incepend cu anul 2013, pe baza proiectului Cepromin Deva, pe halda de zgura se desfasoara activitati accelerate de procesare a zgurii ramase, de catre doua firme, subcontractate de ArcelorMittal, respectiv Phoenix Slag Services Galati si GSWI Galati.

3. INVESTIGAȚII SUPLIMENTARE

Urmare a concluziilor inspecțiilor pe teren efectuate de autoritățile în drept, au rezultat o serie de aspecte negative care ridică probleme deosebite din punct de vedere al asigurării tranzitării apelor din acumulara Mălina în balta Mălina.

Urmare a acestor constatări, în anul 2018, a fost executat un program de investigații suplimentare pentru definirea proprietăților geotehnice ale terenului de fundare pe care este amplasată halda de steril cât și a materialului existent în haldă precum și ridicări topografice care să furnizeze datele necesare pentru realizarea unui proiect de stabilizare și exploatare a haldei de steril.

3.1. Ridicări topografice

În luna august 2018, au fost efectuate ridicări topo, pentru definirea limitelor actuale ale haldei de steril și cotelor umpluturilor din haldă.

În anexa nr. 1 se prezintă ridicarea topo, în care se prezintă geometria actuală a haldei de steril.

3.2. Studii geotehnice de teren și laborator

Studiile geotehnice s-au făcut de către SC GEOCONSTRUCT SRL - Caiova (2009) și SC SOLTEST SRL BRĂILA (2018) pentru caracterizarea terenului de fundare și determinarea stării de stabilitate și siguranță a haldei de zgură Galați, a



cunoașterii cauzelor care au provocat alunecarea și pentru alegerea soluțiilor optime pentru asigurarea stabilității și consolidării haldei, cât și pentru punerea în siguranță a activității din haldă și a zonelor limitrofe.

În studiu sunt cuprinse lucrările de explorare geotehnică realizate în zona afectată de alunecare cu scopul furnizării datelor necesare stabilizării zonei și a definerii:

- stratificației terenului;
- naturii fenomenelor geomecanice;
- caracteristicilor de rezistență și deformabilitate ale materialelor întâlnite;
- condițiilor de stabilitate;
- soluțiilor privind stabilizarea și consolidarea haldei și a zonelor limitrofe;
- încadrării seismice;
- adâncimii de îngheț;
- încadrării săpăturilor de teren conform normativului.

Halda supusă studiului și expertizării se găsește pe malul stâng al Bălții MĂLINA, în zona terasei mijlocii și superioare a râului SIRET.

Explorarea terenului s-a efectuat prin:

- observații directe, cartarea geologică și geotehnică a alunecării și a zonelor limitrofe;
- executarea de foraje geotehnice în zona alunecată și recoltarea de probe tulburate și netulburate;
- încercări de penetrare statică și dinamică în foraje;

Obsevațiile directe au urmărit stabilitatea zonei, regimul hidrogeologic al zonei, precum și comportarea zonelor limitrofe din apropierea alunecării.

Terenul de fundare al haldei este constituit din pământurile de natură prafoasă la nisipuri - argiloase, negricioasă la vineție, plastic consistentă la moale, măloase cu resturi vegetale și organice, cu elemente de zgură, asemănătoare nisipului și pietrișului mic și mare, cu compresibilitate mare la foarte mare.



Prin haldare aceste tipuri de materiale s-au amestecat cu zgura pe primii 1.5 – 2.3 m conform fișelor de foraje prezentate în studiul geotehnic pentru forajele: FG 1; FG2; FG3; FG4; FG5 și FG10.

Amplasarea forajelor este prezentată în anexa nr. 2.

Caracteristicile de rezistență și deformație ale terenului de fundare al haldei sunt:

Pentru pământurile de natură prafoasă spre nisipo – argiloasă, negricioasă de culoare vineție, plastic consistente spre moi, măloase cu resturi vegetale și organice, cu elemente de zgură, pietriș mic și mare, cu compresibilitate medie spre mare și foarte mare (inițial), care prin haldare s-au amestecat cu zgura pe primii 1.5 – 2.3 m.

Valorile caracteristice ale indicilor geotehnici stabiliți în laborator sunt:

- | | |
|----------------------------------|-----------------------------------|
| - greutatea volumetrică aparentă | $\gamma_a = 17.4 - 18.5$ (kN/mc); |
| - indicele de consistență | $I_c = 0,41 - 0,60$; |
| - unghiul de frecare internă | $\varphi = 22^0 - 34^0$; |
| - coeziunea | $c = 8 - 18$ (kPa). |

Natura și caracteristicile fizico mecanice ale materialelor haldate:

- **Materialele neprocesate din corpul haldei sunt neomogene, fiind constituite în general din materiale de natură granulară în care predomină elementele cu dimensiuni peste 2 mm (48 – 62%) de tipul pietrișurilor mici 2-20 mm (18 – 27%), pietrișurilor mari 20 -70 mm (21 – 32%) și sporadic bolovăniș 70 – 200 mm sau blocuri constituite din zgura, bucați de cărămizi sau șarje rebutate în materialele neprocesate.**

- **Materialele procesate, au 75 – 85% materiale granulare de tipul nisipurilor și pietrișurilor mici (0 – 20 mm) și doar 15- 25% material granular de tipul pietrișurilor mari (20 – 70 mm).**

Zgura de furnal haldată, a beneficiat în timp, după depunerea cu auto de jos în sus, de un proces de consolidare.



Consolidarea și creșterea în timp a stabilității haldei s-a realizat sub influența:

- procesului de depunere a materialului haldat, folosind utilaje clasice, în trepte de înălțime mică de cca. 5 – 30 m;
- factorilor hidrometeorologici și climatici care au dus la alterarea calcarului și obținerea unor compuși care în timp au creat o legătură plastică (coeziune) și apoi s-au cimentat ducând la lipirea (sudarea) particulelor;
- puternicei neuniformități a zgurii care a constituit un element favorizant consolidării;
- sarcinii geologice a materialului depus;
- permeabilității ridicate a zgurii, fapt ce a permis o ușoară infiltrare a apei;
- rezistenței la forfecare, ridicată, dată de unghiul de frecare internă, φ , ridicat al materialului. Rezistența la forfecare, φ , ce crește odată cu creșterea sarcinii geologice.

Caracteristicile fizico - mecanice ale materialelor inițiale haldate sunt:

- greutatea volumetrică aparentă $\gamma_a = 19.6 - 24$ (kN/mc);
- modulul de compresibilitate $M_{2,3} = 170 - 300$ (daN/cmp);
- unghiul de frecare internă $\varphi = 25^0 - 50^0$;
- coeziunea $c = 10 - 30$ (kPa).

Zgura procesată și rehaldată nu a mai beneficiat de aceleași condiții favorizante de consolidare. Elementele care au redus procesul de consolidare și implicit de stabilitate a haldei sunt:

- depunerea în general defectuoasă a materialului procesat pe taluzele vestice (către Balta Mălina) pe zgura neprocesată sau pe teren slab înălțat pe fundul bălții care refulase sub greutatea haldărilor anterioare;
- o mai mare uniformitate a materialului din care s-a extras fierul, fapt ce a dus la o mai redusă stabilitate și un mai slab proces de consolidare;
- o mai slabă activitate de alterare și cimentare a particulelor;



- existența unor suprafețe de depunere înclinate care constituie suprafețe potențiale de alunecare;
- după sortarea electromagnetica, greutatea volumetrică a scăzut.

Caracteristicile fizico - mecanice ale materialelor procesate haldate sunt:

- greutatea volumetrica aparentă $\gamma = 17.9 - 19.4$ (kN/mc);
- modulul de compresibilitate $M_{2-3} = 110 - 220$ (daN/cmp);
- unghiul de frecare internă $\varphi = 18^0 - 35^0$;
- coeziunea $c = 0 - 12$ (kPa) (după mai multe luni),

Unghiul de taluz natural în stare naturală depinde de mărimea granulelor, crescând odată cu creșterea granulelor, mai ales pentru că pietrișurile, bolovănișurile și blocurile inițiale (înainte de procesare) au muchii și colțuri ascuțite (nerotunjite), fiind împănate cu fracțiuni fine prăfoase care după umezire, prin uscare, se cimentează.

Unghiurile de taluz natural ale materialelor sortate electromagnetice sunt mai mici decât al celor neprocesate, procesul de depunere al materialelor pe taluz, de sus în jos, într-o singură treaptă ducând și la o selecție a fracțiunilor funcție de greutate (mărime).

Fracțiunile mai mici (mai ușoare) rămân în zona de depunere în partea superioară a taluzelor, pe când fracțiunile mai mari (mai grele) se rostogolesc către piciorul taluzului.

Valorile unghiurilor de taluz natural sunt:

Pentru zgura neprocesată

- în stare naturală $\varphi = 35 - 70^0$;
- în stare inundată $\varphi = 28 - 45^0$.

Pentru zgura procesată

- în stare naturală $\varphi = 30 - 40^0$;
- în stare inundată $\varphi = 18 - 28^0$.



GEOCONSULTING INTERNATIONAL SRL

Str. Calea Calarasi nr.300,bloc S20, ap.50, sector 3,Bucuressti

e-mail: genconsfr@yahoo.com Tel.:021-321.06.50 Tel../Fax:021-324.24.43 Telefon

3 21 06 50

4. PRINCIPALELE CAUZE POTENȚIALE CARE AU DUS LA PIERDEREA STABILITĂȚII (PRODUCEREA DE ALUNECĂRI DE TEREN)

Conform studiilor și cercetărilor efectuate, alunecarea de teren este o alunecare cu evoluție de la partea superioară (de supraîncărcare, detrusivă), prin terenul de fundație, în zona canalului.

Cercetările (forajele realizate și cartările) arată că alunecarea din anul 2009 s-a produs la adâncime mică (2-3 m) sub nivelul terenului de fundație, respectiv fundul inițial al bălții, constituit din prafuri la prafuri argiloase și argile la argile prăfoase, plastic moi la consistente negricioase la vineții măloase.

Principalele cauze care au generat alunecările de teren pot fi considerate următoarele:

Supraînălțarea

Depunerea de zgură în partea vestică, la cotele maxime ale haldei și nivelarea acesteia cu buldozere sau împingerea pe taluzul vestic, crește atât înălțimea haldei (H) cât și unghiul (α) general al taluzului.

Atât înălțimea generală a haldei (H) cât și unghiul general (α) de înclinare al taluzului au fost forțate să crească, peste limitele geometrice care asigură stabilitatea, atingând situația de echilibru limită al terenului și a materialului din haldă, obținute de depuneri prin alunecare la partea superioară.

Condițiile geomorfologice defavorizante ale amplasamentului:

Înclinarea terenului de fundare al haldei pe direcția de înaintare a depunerii;

Rezistența mai scăzută a terenului de fundare al haldei, față de materialul haldat, favorizează apariția de suprafețe de alunecare prin și pe terenul de fundare. Alunecările pe și prin terenul de fundare sunt cele mai periculoase (antrenând volumele maxime);



GEOCONSULTING INTERNATIONAL SRL

Str. Calea Calarasi nr.300,bloc S20, ap.50, sector 3,Bucuresti

e-mail: geoconsfa@yahoo.com Tel.:021-321.06.50 Tel./Fax:021-324.24.43 Telefon

3 21 06 50

Tehnologie de haldare și exploatare inadecvată:

Haldarea într-o singură treaptă a materialului procesat.

În mod normal ar fi trebuit realizată haldarea în trepte succesive de jos în sus de înălțimi mai mici (10 – 15 m) care să permită consolidarea terenului de fundare.

Asigurarea unei geometrii, locale cât și generale, care să asigure stabilitatea locală ($F_s > 1.3$) și generală ($F_s > 1.5$) a haldei.

Realizarea unei haldări fără documentații, care nu răspunde criteriilor de stabilitate, siguranță și protecția muncii.

Existența de zone depresionare, în corpul haldei, care favorizează concentrări de ape de suprafață.

Considerăm important de precizat că o alunecare nu se produce în general numai dintr-o singură cauză ci că la o alunecare participă mai multe cauze, cu pondere mai mare sau mai mică.

5. METODE DE CALCUL UTILIZATE, SCENARIILE DE CEDARE PENTRU CARE S-AU FĂCUT CALCULE, CRITERIILE DE REZISTENȚĂ ȘI STABILITATE URMĂRITE, ELEMENTE EVIDENȚIATE DE POSTCALCULE.

Stabilitatea generală a depozitelor de zgură este condiționată în principal de natura și proprietățile geotehnice ale terenului de fundare, poziția curbei de depresie și de panta generală sub care se așează materialul haldat.

Calculul de stabilitate s-au efectuat considerându-se parametrii geotehnici rezultați din studiile geotehnice efectuate de către SC GEOCONSTRUCT SRL - Craiova (2009) și din cele două foraje executate în luna August 2018 de către SC SOLTEST SRL BRĂILA. Calcule privind modelarea cutremurului de calcul s-au făcut folosind metode "pseudo-stactice" și luându-se în considerare acțiunile seismice.



Valorile de calcul au fost estimate pe baza valorilor coeficientului de reducere a efectelor acțiunilor seismice, conform normativului P100/2013.

Calculul stabilității generale a taluzurilor depozitelor de zgură și cenușă în secțiuni transversale caracteristice a fost realizat, prin metode consacrate, în ipoteza cedării potențiale după suprafețe de rupere de formă circular-cilindrică sau de formă oarecare.

5.1. Programe de calcul utilizate pentru stabilitatea generală a depozitelor

Calculul stabilității generale a depozitului de zgură aparținând SC ARCELOR MITTAL SA, a fost efectuat cu programul specializat SLOPE W - Version 7, al firmei canadiene GEOSLOPE International Limited.

Acest program de calcul cuprinde majoritatea metodelor de calcul cunoscute pentru ipoteza Mohr-Coulomb și anume: Fellenius, Bishop, Janbu, Spencer, Morgenstern-Price, Corp of Engineers I și II. Metodele Fellenius, Bishop și Janbu sunt considerate clasice și indiferent de metoda solicitată acestea sunt calculate automat.

Programul utilizează metoda fâșiilor, luându-se în considerare interacțiunea între fâșii. Efectul apei subterane în zona taluzului este considerat prin factorul presiunii apei din pori r_u .

Calcululele de stabilitate s-au efectuat utilizându-se 2 metode: Bishop care evaluează coeficientul de siguranță pe bază de momente și Janbu care evaluează coeficientul de siguranță pe bază de forțe.

Rezistența la forfecare a fiecărui strat s-a considerat conform teoriei lui Coulomb (cu valoare constantă a unghiului de frecare interioară Φ).

Stabilitatea a fost evaluată pe bază de calcule în regim static și pseudostatic ($a_k = 0,3$).

S-a luat în calcul alunecarea după suprafață circular-cilindrică.



GEOCONSULTING INTERNATIONAL SRL

Sfr. Calea Calarasi nr.300,bloc S20, ap.50, sector 3,Bucuresti

e-mail: geocnsfx@yahoo.com Tel.:021-321.06.50 Tel../Fax:021-324.24.43 Telefon

3 21 06 50

Analiza stabilității taluzurilor s-a făcut folosind teoria echilibrului limită pentru rezolvarea problemelor de stabilitate la barajele din materiale locale, taluzuri naturale, depozite de steril, etc.

Programul are următoarele posibilități de analiză:

Metode de calcul:

- Fellenius
- Bishop
- Janbu
- Spencer
- Morgenstem – Price
- Echilibrul limită generalizat
- Efort element finit

Geometria și stratificația:

- diferite tipuri de material
- parțial imersat
- strate cu grosimi variabile și discontinuități
- strate impermeabile
- fisuri din tensiuni

Suprafețe de alunecare:

- forme circulare
- forme specificate

Presiunea apei din pori:

- linie piezometrică specificată pentru fiecare tip de material
- coeficientul R_u al presiunii apei din pori
- conturul presiunii apei din pori

Proprietățile materialelor:

- materiale coezive
- materiale nedrenate



GEOCONSULTING INTERNATIONAL SRL

Str. Calea Calarasi nr.300,bloc S20, ap.50, sector 3,Bucuresti

e-mail: geoconsfx@yahoo.com Tel.:021-321.06.50 Tel./Fax:021-324.24.43 Telefon

3 21 06 50

- materiale impermeabile

Forțe aplicate:

- forțe și suprasarcini
- berme aval
- ancore
- încărcări seismice

SLOPE / W rezolvă două ecuații pentru factorul de stabilitate: una satisfăcând echilibrul de forțe și alta satisfăcând echilibrul de momente.

Pentru analiza efectivă, efortul tangențial este definit conform relației:

$$s = c' + (su - u) \operatorname{tg} \phi$$

unde:

s - efort tangențial

c' - coeziunea

ϕ - unghiul de frecare internă

s u - efortul normal

u - presiunea apei din pori

În teoria echilibrului limită se presupune că:

- materialul se comportă conform relației Mohr – Coulomb;
- factorul de siguranță al componentei coezive a efortului și al componentei de frecare sunt egale pentru toate tipurile de materiale;
- factorul de siguranță este același pentru toate fâșiile.

În cazul echilibrului de momente:

Pentru fiecare caz, suma momentelor, tuturor fâșiilor față de un punct comun, poate fi scrisă:

$S W_x - S S_m k - S N_f + S k W_e [D_d] A_a = 0$ de unde rezultă coeficientul de siguranță.

Pentru determinarea stabilității la alunecare a taluzurilor, programul de calcul SLOPE/W folosește ca date de intrare:

- caracteristicile geotehnice ale materialelor care alcătuiesc corpul digului:



- greutatea volumetrică γ (kN/m^3);
- unghiul de frecare internă ϕ ($^\circ$);
- coeziunea C (kN/m^2);
- curba de infiltrație prin corpul digului trasată prin puncte.
- tipul de analiză (direcția de alunecare a taluzului stânga – dreapta sau dreapta – stânga);
- tipul de metodă de calcul (Bishop, Janbu, Spencer, Morgenstern – Price);
- planurile de tangență a suprafețelor de alunecare;
- zona centrelor suprafețelor circulare de alunecare.

Ca date de ieșire (rezultate) se obțin;

- coeficienții de stabilitate calculați pentru fiecare suprafață de alunecare în parte;
- forțele de alunecare pentru suprafața critică de alunecare;
- echilibrul de forțe care acționează asupra fiecărei fâșii din suprafața de alunecare.

5.2. Caracteristicile fizico-mecanice ale materialelor folosite în calcul

Coeficienții geotehnici adoptați în calcul au fost selectați din studiile geotehnice și sunt prezentați în tabelul de mai jos:

Valorile coeficienților folosiți în calculul de stabilitate

TABEL nr. 1

| Material | γ (KN/mc) | c (KPa) | ϕ ($^\circ$) |
|--|------------------|-----------|---------------------|
| Loess | 19,5 | 10 | 17 |
| Mâl baltă amestecat cu zgură | 18,5 | 11 | 22 |
| Material haldă steril cimentat | 24 | 30 | 40 |
| Material haldă steril alunecat retaluzat | 20 | 12 | 35 |
| Teren de fundare natural | 18,5 | 20 | 19 |

5.3. Secțiuni de calcul

Pentru halda Mălina calculele au fost realizate pentru situația reală în ceea ce privește cota de dezvoltare, pantele taluzelor, etc., preluate din profilele topo din



ridicarea făcută în august 2018 trimise de ISPE spre analiză. Cele 3 profile de calcul P1, P2, P3 sunt prezentate în Anexa nr. 3.

5.4. Poziția curbei de depresie

Pentru poziția curbei de depresie s-au luat în considerare 3 niveluri de apă:

- un nivel minim al apei în canalul Mălina;
- un nivel normal al apei în canalul Mălina;
- un nivel maxim al apei în canalul Mălina.

Nivelele minime și maxime sunt preluate din studiul hidrologic prezentat de ISPE.

5.5. Ipoteze de calcul

Deoarece scopul efectuării acestor calcule a fost identificarea condițiilor de stabilitate ale ansamblului: haldă de steril - teren de fundare - canal de evacuare, modelarea matematică a condițiilor de echilibru s-a făcut funcție de următorii parametrii geometrici principali:

- cele 3 profile de calcul au fost puse la dispoziție de ISPE BUCUREȘTI și au fost întocmite conform ridicării topo din luna august 2018;
- panta taluzelor exterioare ale haldei, alcătuită din material procesat, în zona dinspre canal;
- distanța piciorului aval al taluzului față de limitele canalului;
- solicitare statică și pseudostatică (cutremur de calcul specific zonei);
- cotele apei în canalul și balta Mălina (nivel minim , nivel normal și nivel maxim).



GEOCONSULTING INTERNATIONAL SRL

Str. Calea Calarasi nr.300,bloc S20, ap.50, sector 3,Bucuresti

e-mail: georonsfx@yahoo.com Tel.:021-321.06.50 Tel./Fax:021-324.24.43 Telefon

3 21 06 50

5.6. Rezultate obținute

Rezultatele obținute sunt prezentate în tabelul nr. 2-3 și Anexele nr. 4-5.

TABELUL nr. 2

| P1 | | | | | | |
|----------|-------------|--------------|--------------|--------------|-------------|--------------|
| Fs | Nivel minim | | Nivel normal | | Nivel Maxim | |
| | static | pseudostatic | static | pseudostatic | static | pseudostatic |
| Ordinary | 1,776 | 0,977 | 1,640 | 0,895 | 1,493 | 0,796 |
| Bishop | 2,180 | 1,094 | 2,023 | 0,994 | 1,851 | 0,887 |
| Janbu | 1,903 | 0,994 | 1,785 | 0,909 | 1,645 | 0,813 |
| M-P | 2,143 | 1,079 | 1,993 | 0,988 | 1,825 | 0,888 |

| P2 | | | | | | |
|----------|-------------|--------------|--------------|--------------|-------------|--------------|
| Fs | Nivel minim | | Nivel normal | | Nivel Maxim | |
| | static | pseudostatic | static | pseudostatic | static | pseudostatic |
| Ordinary | 2,868 | 1,255 | 2,647 | 0,993 | 2,657 | 0,848 |
| Bishop | 3,055 | 1,271 | 2,829 | 1,079 | 3,222 | 0,946 |
| Janbu | 2,920 | 1,234 | 2,718 | 0,983 | 2,994 | 0,882 |
| M-P | 3,037 | 1,274 | 2,814 | 1,085 | 3,211 | 0,954 |

| P3 | | | | | | |
|----------|-------------|--------------|--------------|--------------|-------------|--------------|
| Fs | Nivel minim | | Nivel normal | | Nivel Maxim | |
| | static | pseudostatic | static | pseudostatic | static | pseudostatic |
| Ordinary | 2,322 | 1,065 | 2,137 | 0,974 | 1,943 | 0,855 |
| Bishop | 2,646 | 1,158 | 2,604 | 1,071 | 2,351 | 0,926 |
| Janbu | 2,316 | 1,065 | 2,298 | 0,984 | 2,123 | 0,868 |
| M-P | 2,642 | 1,154 | 2,527 | 1,073 | 2,321 | 0,932 |

Ipoteză propusă pentru stabilizarea taluzului

TABELUL nr. 3

| Fs | Nivel minim | | Nivel normal | | Nivel Maxim | |
|----------|--------------|--------|--------------|--------------|-------------|--------------|
| | pseudostatic | static | pseudostatic | pseudostatic | static | pseudostatic |
| Ordinary | 2,161 | 1,00 | 2,159 | 0,995 | 2,143 | 0,993 |
| Bishop | 2,484 | 1,108 | 2,473 | 1,107 | 2,454 | 1,10 |
| Janbu | 2,253 | 0,993 | 2,253 | 0,992 | 2,236 | 0,991 |
| M-P | 2,445 | 1,099 | 2,413 | 1,098 | 2,411 | 1,097 |

Analiza rezultatelor calculelor de stabilitate a haldei de zgură Mălina, care au luat în considerare rezultatele studiilor geologice și geotehnice efectuate în anii 2009 și 2018, ținând cont de ipotezele de calcul avute în vedere, au condus la următoarele observații:

Geometria (panta) taluzului aval al haldei, distanța piciorului amonte al taluzului față de canalul Mălina, nivelul apei în canal și acțiunea unui cutremur



GEOCONSULTING INTERNATIONAL SRL

Str. Calea Calarasi nr.300,bloc S20, ap.50, sector 3,Bucuresti

e-mail: geoconsfr@yahoo.com Tel.:021-321.06.50 Tel./Fax:021-324.24.43 Telefon

3 21 06 50

maxim specific zonei, constituie factorii determinanți în asigurarea stabilității ansamblului haldă teren de fundare, astfel :

pentru cazul în care a fost analizat profilul 1, unde zgura depusă în haldă se află aproape de canalul Mălina, cu apă la nivel minim în canal, coeficienții de stabilitate ($F_s = 2,180$ static și $1,094$ pseudostatic) rezultați din calcul au valori la limita inferioară acceptabilă pe plan național și internațional. În ipoteza reală că există apă în canal și cea în care nivelul apei atinge cotele maxime, coeficienții de siguranță (F_s) scad mult iar valorile obținute pentru cazul acțiunii unui cutremur de calcul situându-se sub limitele admisibile, adică halda poate prezenta procese de instabilitate care pot provoca blocarea canalului.

pentru cazul zonei în care au fost analizate profilele 2 și 3, unde zgura depusă în haldă se află la 30-40m depărtare față de canalul Mălina, coeficienții de stabilitate (F_s) rezultați din calcul au valori peste limita inferioară acceptabilă pe plan național și internațional în cazul solicitărilor statice (situație curent întâlnită), indiferent de nivelul apei în canalul Mălina. În cazul acțiunii unui cutremur de calcul specific zonei, dacă acesta apare simultan cu nivelele ridicate ale apei în zona canalului, coeficienții de stabilitate scad sub limita admisibilă.

6. SOLUȚII ȘI RECOMANDĂRI PROPUSE PENTU ASIGURAREA STABILITAȚII A HALDEI DE ZGURĂ MĂLINA

Pentru asigurarea stabilității locale și generale a haldei, conform cartărilor din teren, rezultatelor testelor de laborator geotehnic și rezultatele modelării matematice, stabilitatea este asigurată dacă:

- în zonele în care taluzele exterioare alcătuite din zgură procesată se află la distanță de 40-50m față de excavația pentru canal, păstrându-se actuala bermă care constituie



GEOCONSULTING INTERNATIONAL SRL

Sfr. Calea Calarasi nr.300,bloc S20, ap.50, sector 3,Bucuresti

e-mail: geoconsfx@yahoo.com Tel.:021-321.06.50 Tel./Fax:021-324.24.43 Telefon

3 21 06 50

drum de acces și tehnologic, care are grosimi de 2-3 m, și care delimitează taluzul dinspre haldă al canalului;

- se retaluzează zona aval a haldei de zgură (zona dinspre cal și balta Mălina) la o pantă generală de 1:3, în trepte de 10 m (cu pante de 1:2,5) și berme de câte 10 m la fiecare treaptă de 10 m.

- rezultatele obținute prin modelare matematică, pentru evaluarea stabilității unei secțiuni tip în care s-au făcut retaluzarea taluzului amonte și păstrarea unei zone de gardă, realizat în prezent în zona profilelor 2 și 3, folosind datele geotehnice prezentate în studiu și folosite la evaluările stabilității haldei de zgură în situația actuală, au condus la obținerea unor coeficienți de siguranță acceptabili pentru toate ipotezele de calcul, așa cum rezultă din reprezentarea grafică a rezultatelor calculului de stabilitate prezentate în tabelul nr. 3 și Anexele nr. 5.

7. CONCLUZII ȘI RECOMANDĂRI

Analiza ansamblului informațiilor obținute în urma inspecției pe teren a expertului, studiilor geotehnice de laborator și teren și a analizei matematice privind stabilitatea taluzelor efectuate pe baza ridicărilor topografice pentru definirea geometriei actuale a haldei, conduc la următoarele concluzii:

- în zona de vest a haldei de steril, adiacentă canalului de evacuare a apei din acumulara Mălina se manifestă fenomene active de pierdere a stabilității ansamblului teren de fundare – canal - haldă de steril, în special în zona profilului 1

- alunecările de teren se datoresc în principal lipsei unei zone de protecție a excavației pentru canal și deci prezența haldei de steril în imediata vecinătate a canalului, capacității portante reduse a terenului de fundare și pantei abrupte a taluzelor haldei,

- în urma efectuării analizelor de stabilitate s-a constatat, că odată cu creșterea înălțimii și a unghiurilor de depunere a materialului depus în haldă, scade



coeficientul de stabilitate al acestora și cresc eforturile în terenul de la piciorul treptei.

- rezultatele calculelor de stabilitate efectuate pentru diferite secțiuni ale taluzelor haldei de steril și amplasarea piciorului taluzelor la diferite distanțe față de canalul de evacuare, au condus la concluzia că stabilitatea locală și generală a haldei este asigurată dacă taluzele exterioare alcătuite din zgură procesată vor avea panta medie 1:3, piciorul pantei taluzului se află la minim 50m față de canalul Mălina și se păstrează actuala bermă care constituie drum de acces și tehnologic, care delimitează taluzul dinspre haldă al canalului și are grosimi de 2-3m,

- Condițiile de stabilitate se reduc, favorizând producerea de activare a procesului de alunecare dacă:

masa de material din haldă se îmbibă cu apă,

apar încărcări suplimentare a zonei vârfului taluzului cu material din haldă

se execută excavații la piciorul aval al haldei, în zona drumului de acces și tehnologic, care delimitează taluzul dinspre haldă al canalului.

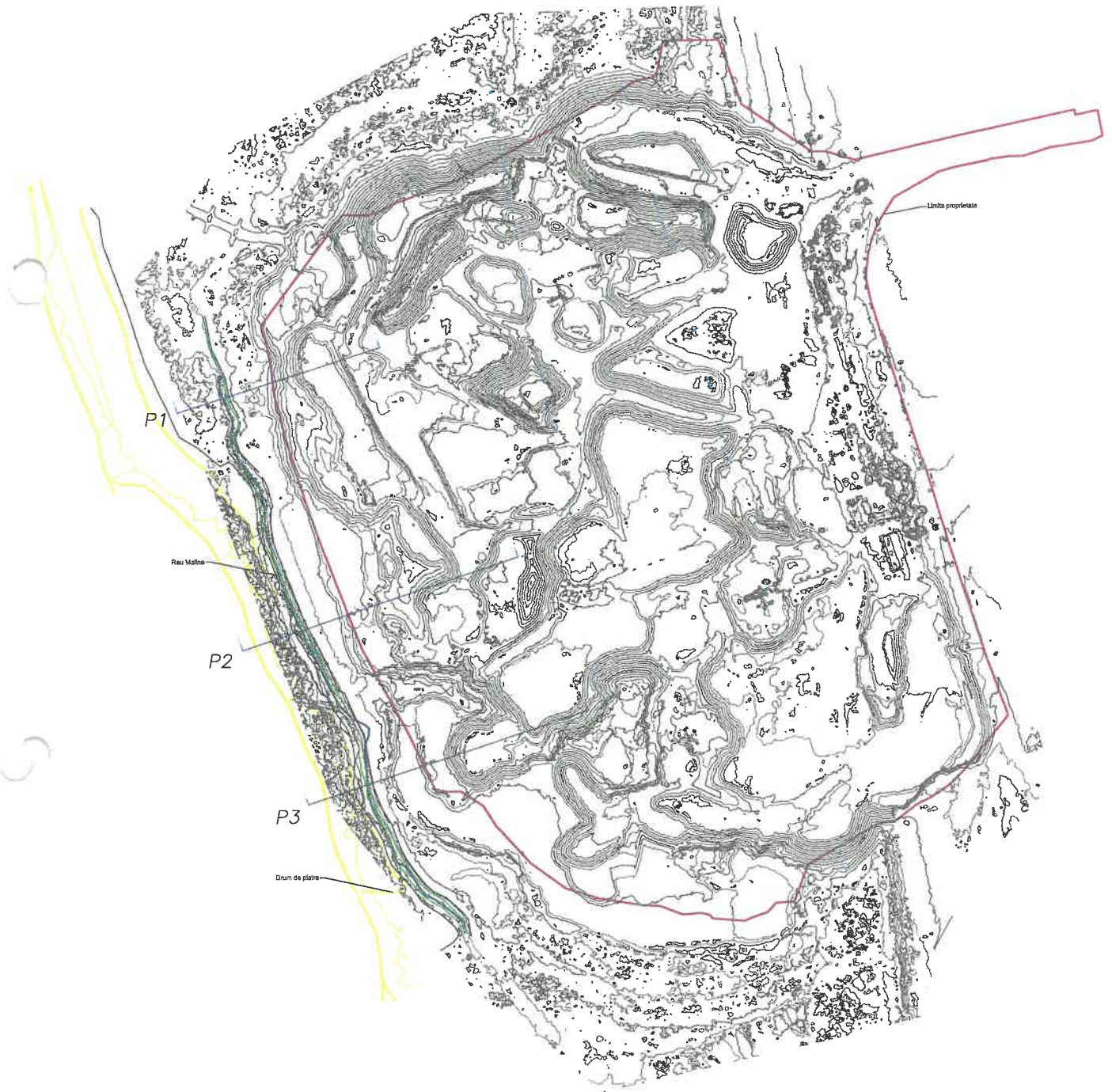
se produc unele vibrații, antropice date de utilaje, explozii sau cutremur.

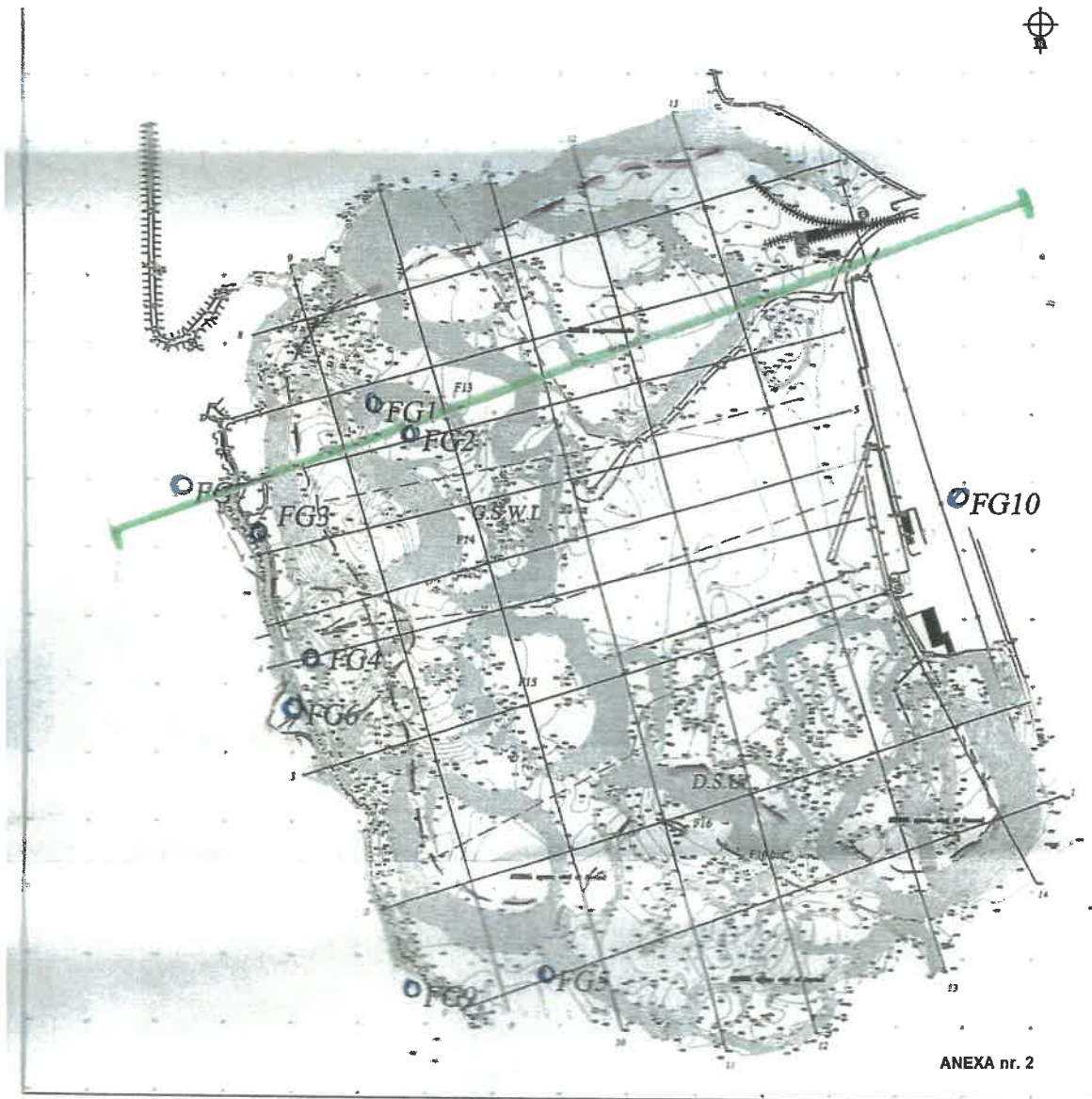
în zona de protecție a canalului se va depozita o nouă cantitate de zgură;

Prof. Univ. Dr. Ing. Eugeniu Luca

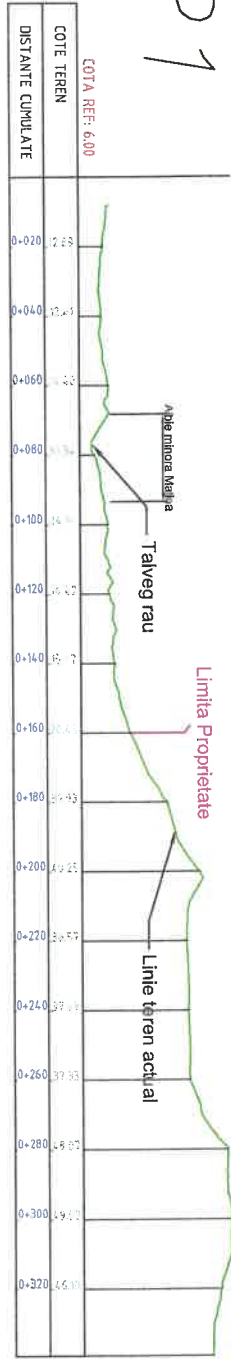


Ing Marina State

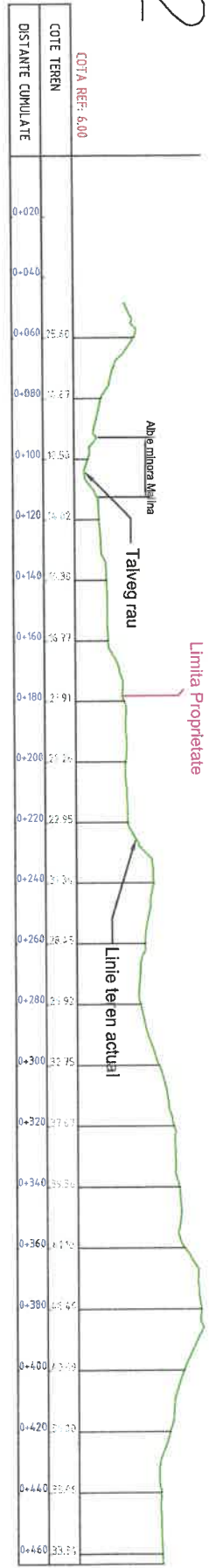




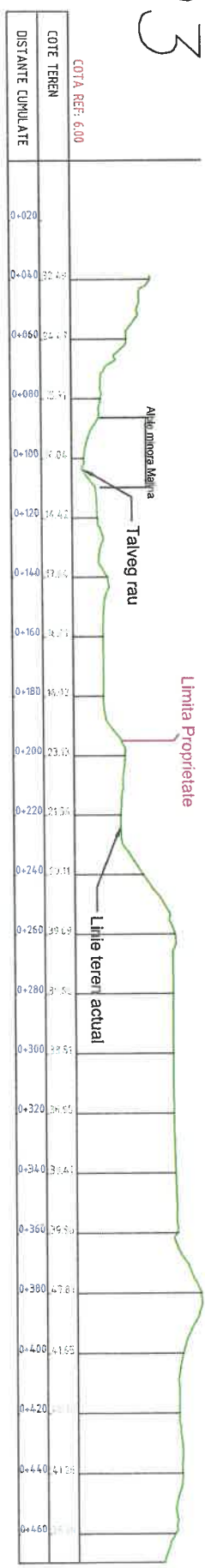
P1



P2



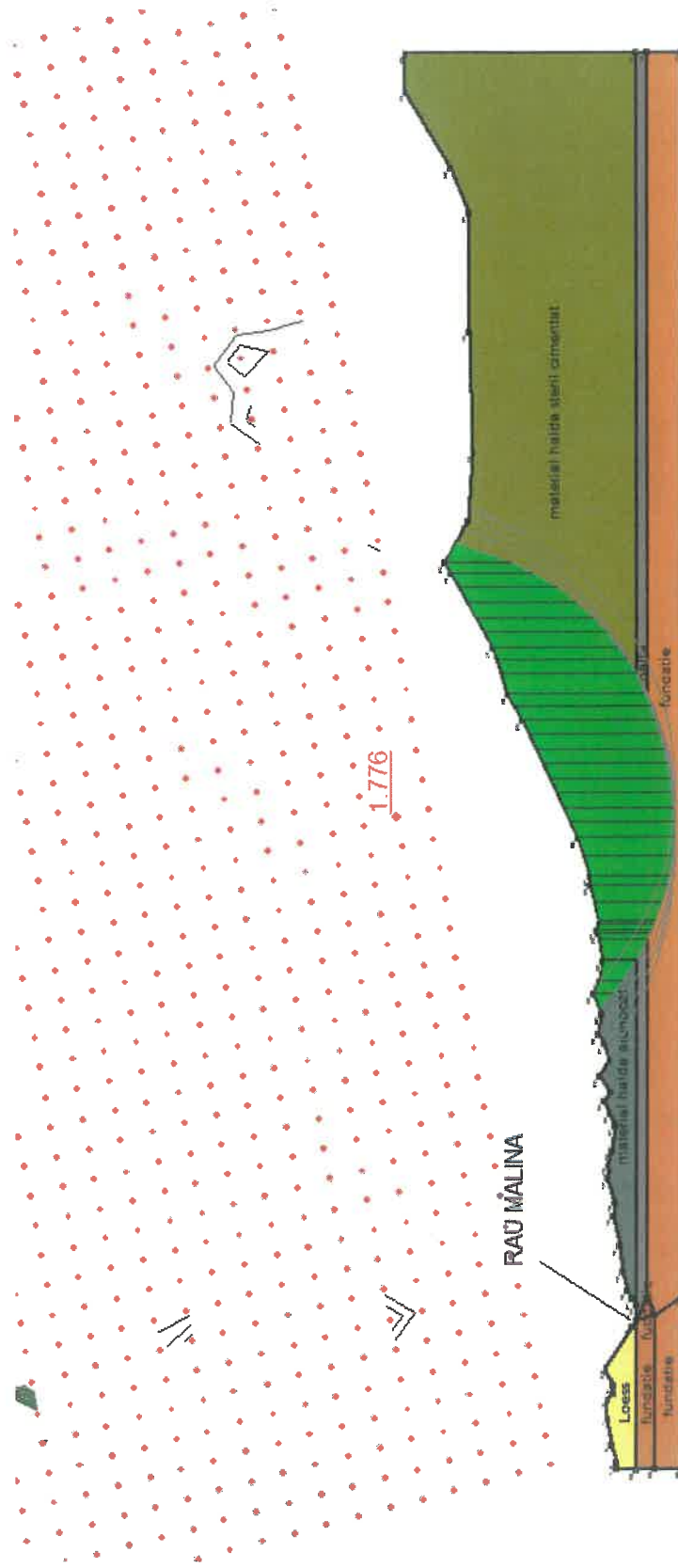
P3





GEOCONSULTING INTERNATIONAL SRL
STR. CALEA CALARASI NR.300, BLOC S20, AP.50, SECTOR 3, BUCURESTI
E-MAIL: GEOCONSFX@YAHOO.COM TEL.:02 1-32 1.06.50 TEL.../FAX:02 1-324.24.43 Telefon 3 21 06 50

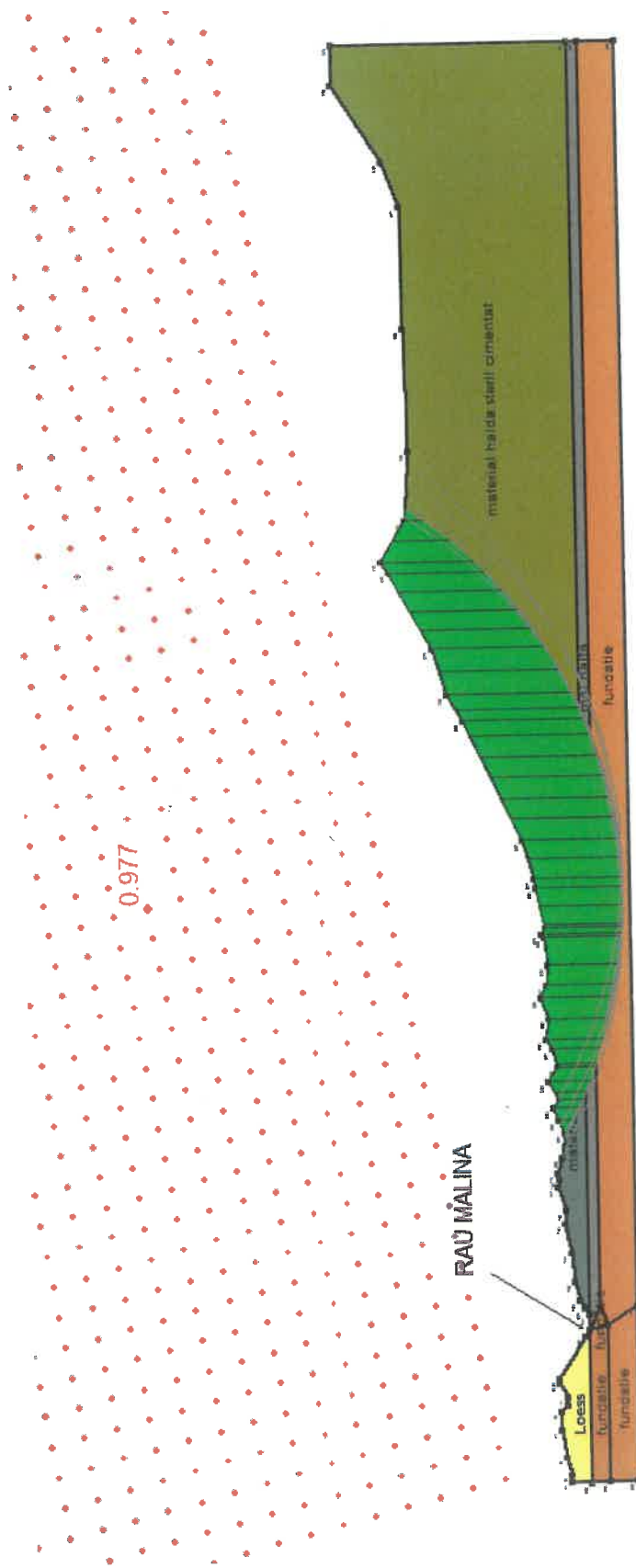
PROFIL 1
APĂ la nivel minim în canalul Mălina – STATIC
Situație actuală





GEOCONSULTING INTERNATIONAL SRL
STR. CALEA CALARASI NR.300, BLOC S20, AP.50, SECTOR 3, BUCURESTI
E-MAIL: GEOCONSEFX@YAHOO.COM TEL.: 021-321.06.50 TEL.../ FAX: 021-324.24.43 Telefon 3 21 06 50

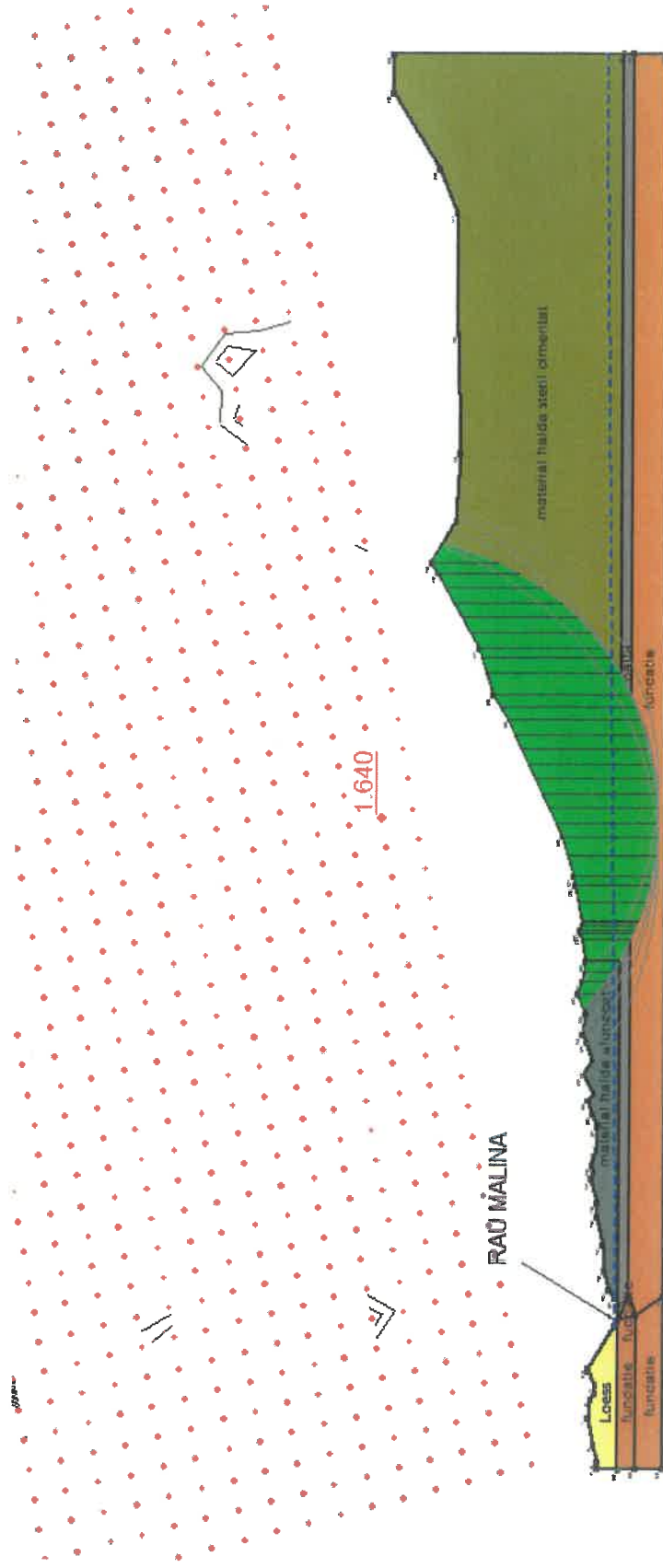
PROFIL 1
APĂ la nivel minim în canalul Mălina – PSEUDOSTATIC, $a_g = 0,30$
Situație actuală





GEOCONSULTING INTERNATIONAL SRL
STR. CALEA CALARASI NR.300, BLOC S20, AP.50, SECTOR 3, BUCURESTI
E-MAIL: GEOCONSEFX@YAHOO.COM TEL.:021-321.06.50 TEL../FAX:021-324.24.43 Telefon 3 21 06 50

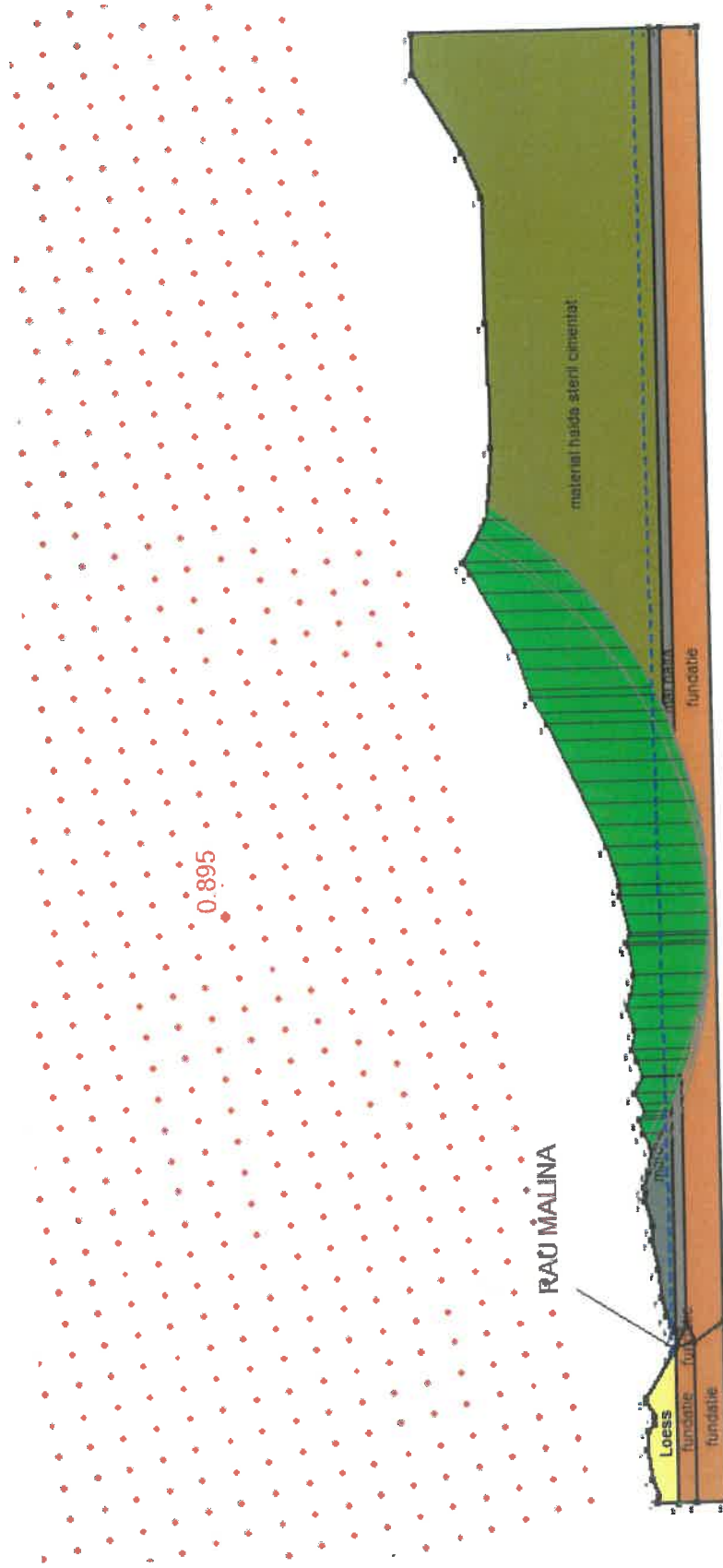
PROFIL 1
APĂ la nivel normal în canalul Mălina– STATIC
Situație actuală





GEOCONSULTING INTERNATIONAL SRL
STR. CALEA CALARASI NR.300, BLOC S20, AP.50, SECTOR 3, BUCURESTI
E-MAIL: GEOCONSFX@YAHOO.COM TEL.:021-321.06.50 TEL.../ FAX:021-324.24.43 Telefon 3 21 06 50

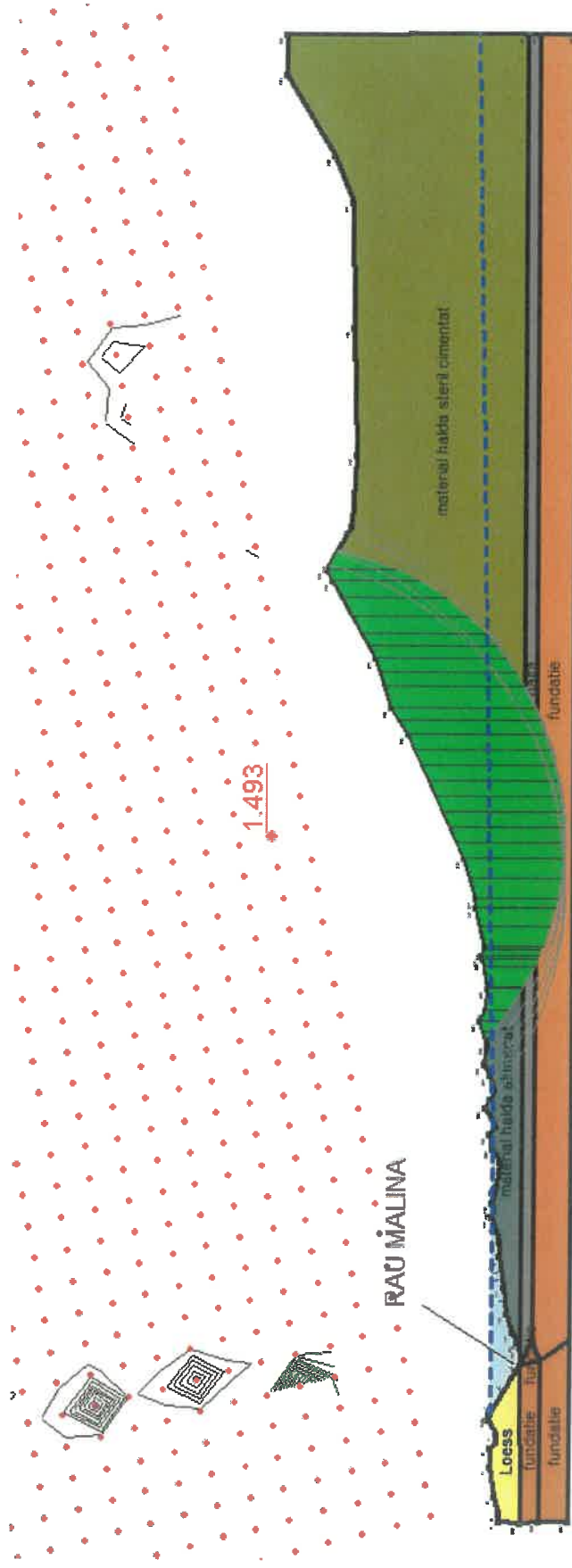
PROFIL 1
APĂ la nivel normal în canalul Mălina – PSEUDOSTATIC, $ag = 0,30$
Situație actuală





GEOCONSULTING INTERNATIONAL SRL
STR. CALEA CALARASI NR.300,BLOC S20, AP.50, SECTOR 3,BUCURESTI
E-MAIL: GEOCONSFX@YAHOO.COM TEL.:021-321.06.50 TEL.../FAX:021-324.24.43 Telefon 3 21 06 50

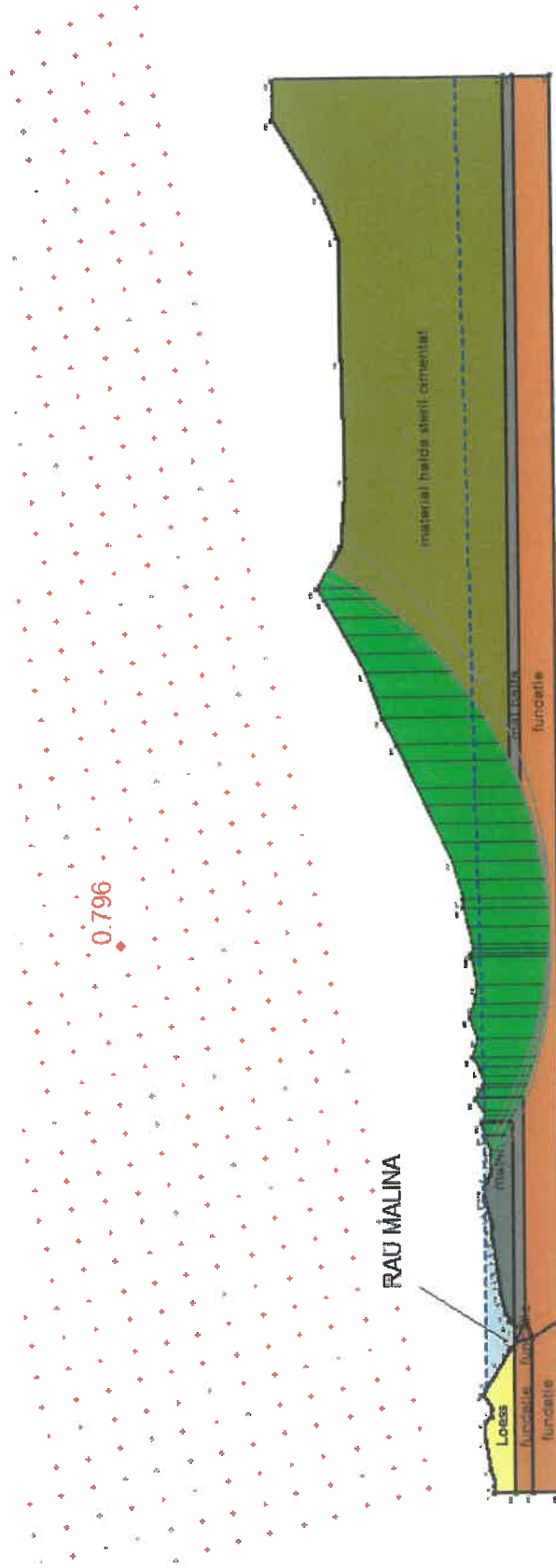
PROFIL 1
APĂ la nivel maxim în canalul Mălina
Situație actuală– STATIC





GEOCONSULTING INTERNATIONAL SRL
STR. CALEA CALARASI NR.300, BLOC S20, AP.50, SECTOR 3, BUCURESTI
E-MAIL: GEOCONSF@YAHOO.COM TEL.:021-321.06.50 TEL.../ FAX:021-324.24.43 Telefon 3 21 06 50

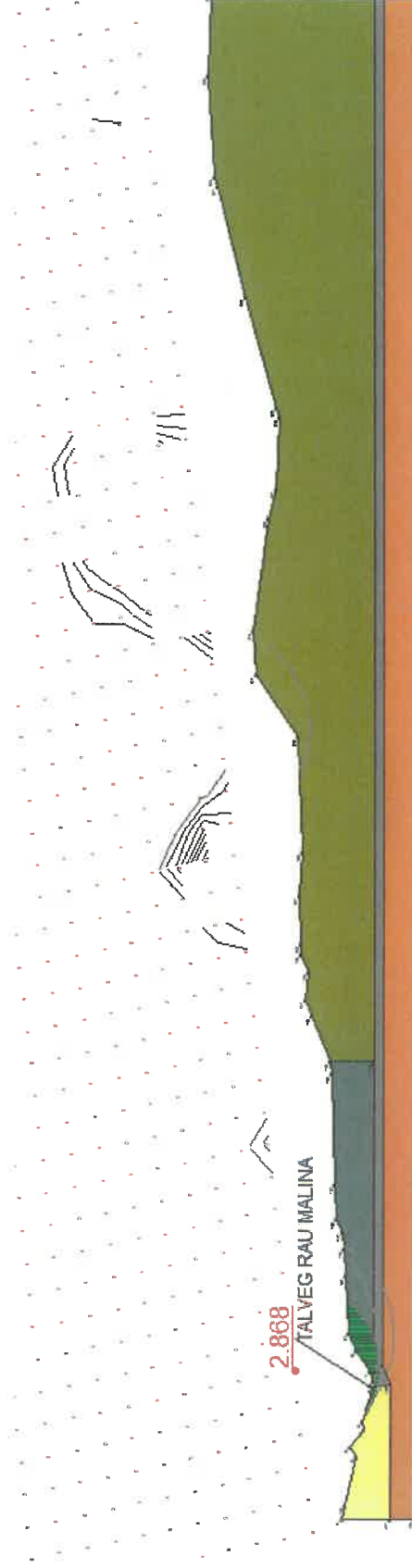
PROFIL 1
APĂ la nivel maxim în canalul Mălina– PSEUDOSTATIC, ag =0,30
Situație actuală





GEOCONSULTING INTERNATIONAL SRL
STR. CALEA CALARASI NR.300,BLOC S20, AP.50, SECTOR 3,BUCURESTI
E-MAIL:GEOCONSFX@YAHOO.COM TEL.:021-321.06.50 TEL.../FAX:021-324.24.43 Telefon 3 21 06 50

PROFIL 2
APĂ la nivel minim în canal Mălina – STATIC
Situatie actuală

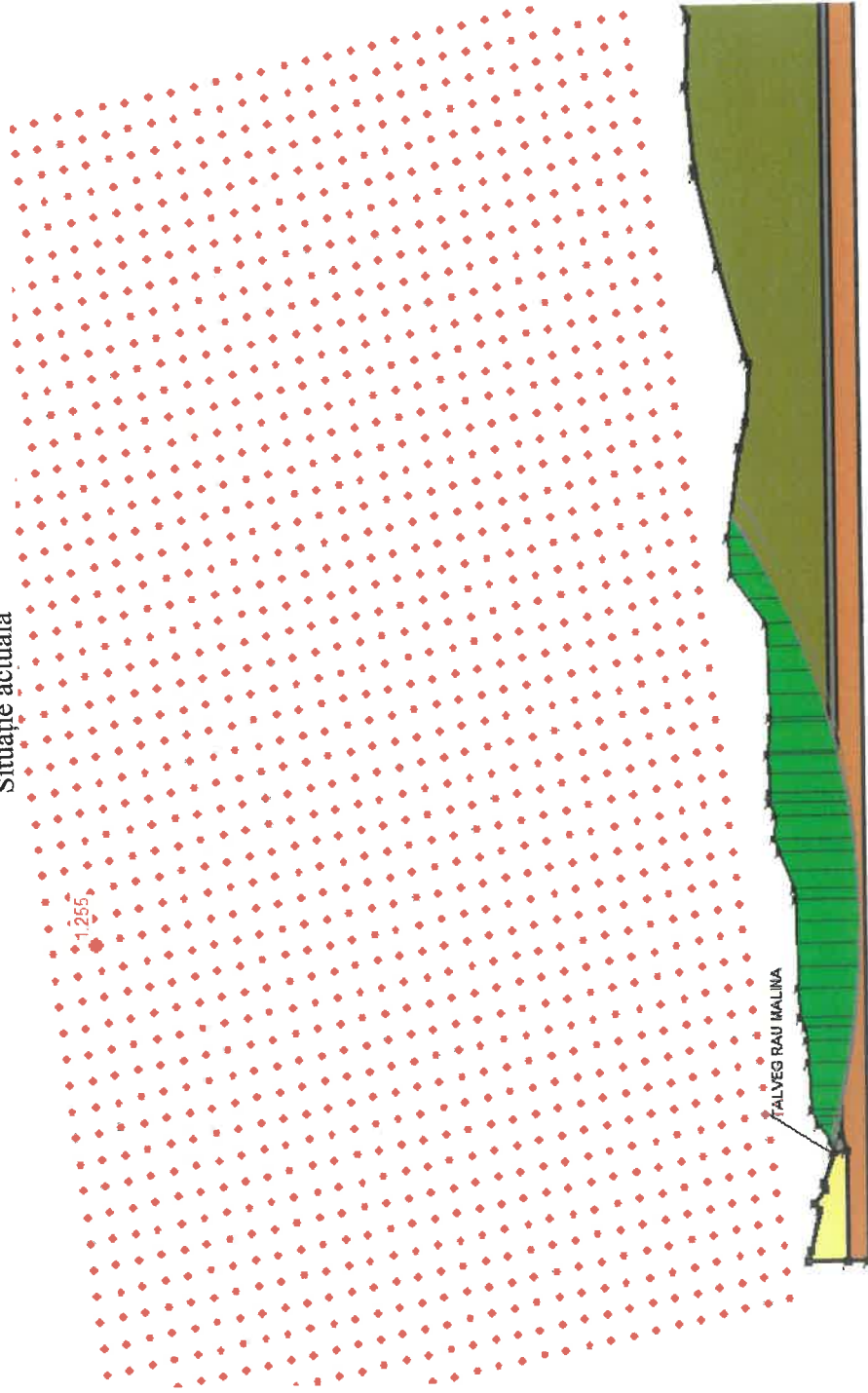


ANEXA NR. 4.7



GEOCONSULTING INTERNATIONAL SRL
STR. CALEA CALARASI NR.300, BLOC S20, AP.50, SECTOR 3, BUCURESTI
E-MAIL: GEOCONSFX@YAHOO.COM TEL.: 021-321.06.50 TEL./FAX: 021-324.24.43 Telefon 3 21 06 50

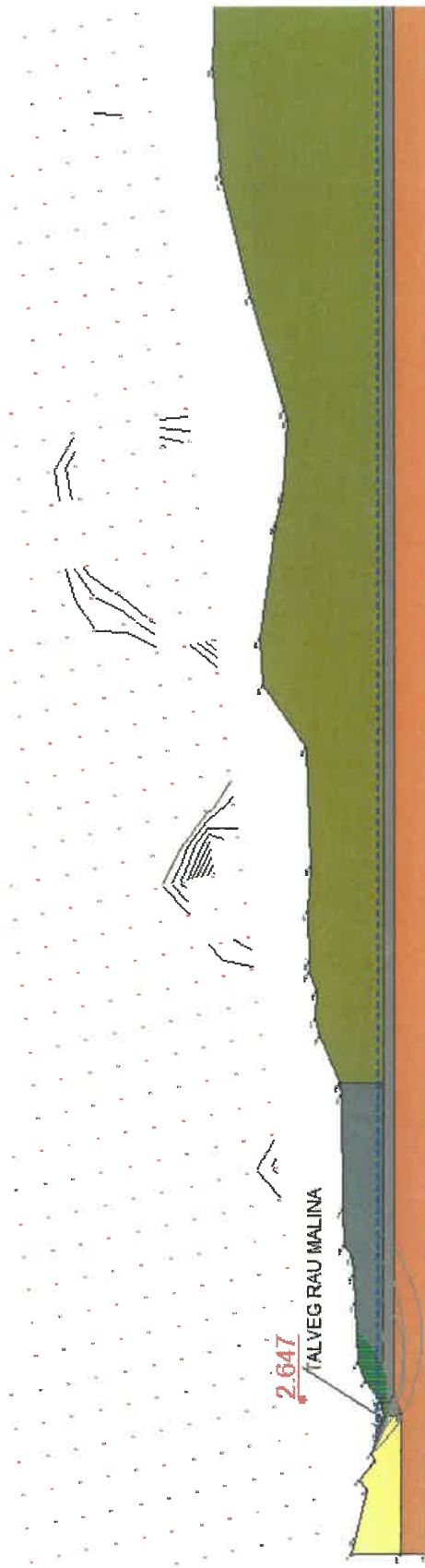
PROFIL 2
APĂ la nivel minim în canal Mălina – PSEUDOSTATIC, $ag = 0,30$
Situație actuală





GEOCONSULTING INTERNATIONAL SRL
STR. CALEA CALARASI NR.300, BLOC S20, AP.50, SECTOR 3, BUCURESTI
E-MAIL: GEOCONSFX@YAHOO.COM TEL.:021-321.06.50 TEL../FAX:021-324.24.43 Telefon 3 21.06.50

PROFIL 2
APĂ la nivel normal în canalul Mălina – STATIC
Situatie actuală

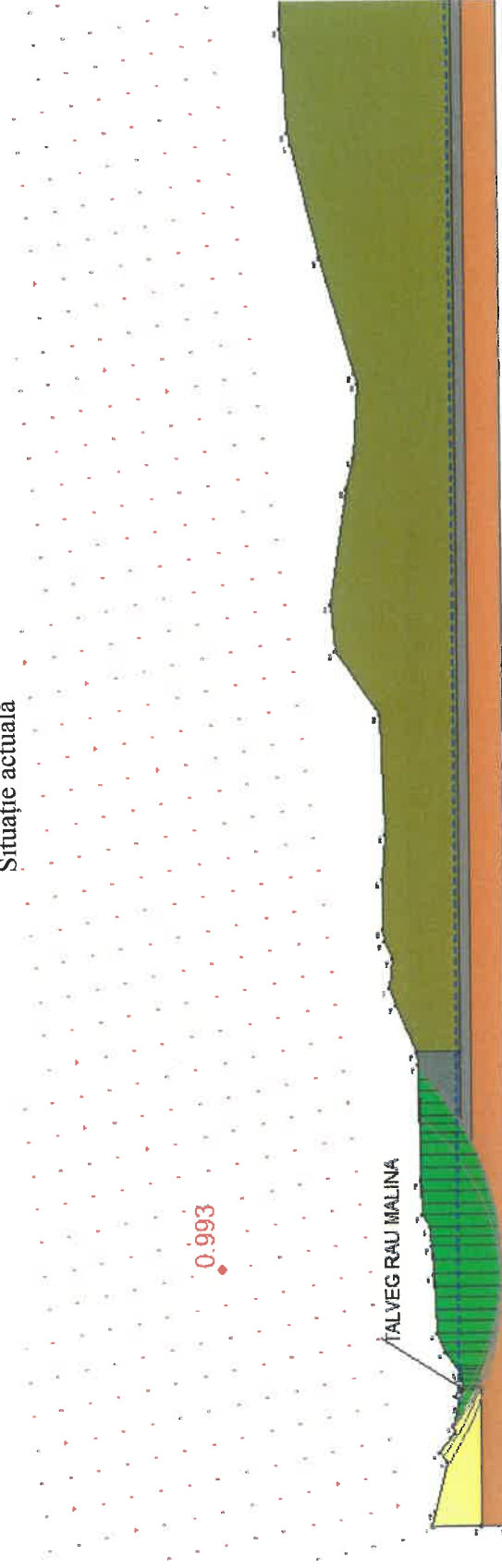


ANEXA NR. 4.9



GEOCONSULTING INTERNATIONAL SRL
STR. CALEA CALARASI NR.300, BLOC S20, AP.50, SECTOR 3, BUCURESTI
E-MAIL: GEOCONSFX@YAHOO.COM TEL.: 021-321.06.50 TEL.../ FAX: 021-324.24.43 Telefon 3 21 06 50

PROFIL 2
APĂ la nivel normal în canalul Mălina – PSEUDOSTATIC, $ag = 0,30$
Situație actuală

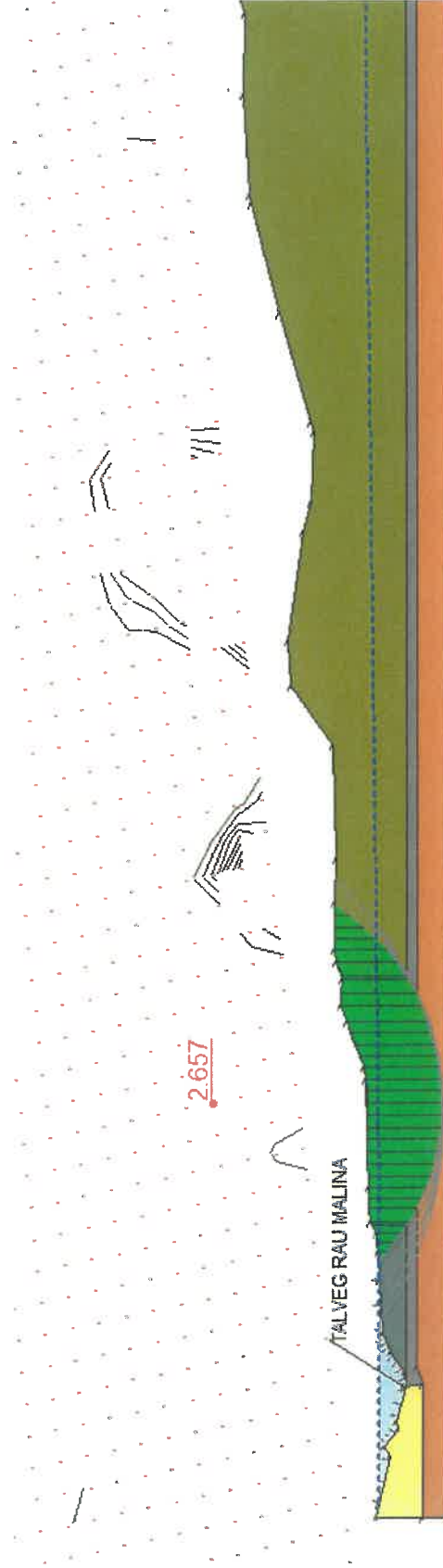


ANEXA NR. 4.10



GEOCONSULTING INTERNATIONAL SRL
STR. CALEA CALARASI NR.300, BLOC S20, AP.50, SECTOR 3, BUCURESTI
E-MAIL: GEOCONSFX@YAHOO.COM TEL.:02 1-321.06.50 TEL./FAX:02 1-324.24.43 Telefon 3 21 06 50

PROFIL 2
APĂ la nivel maxim în canalul Mălina – Static
Situație actuală

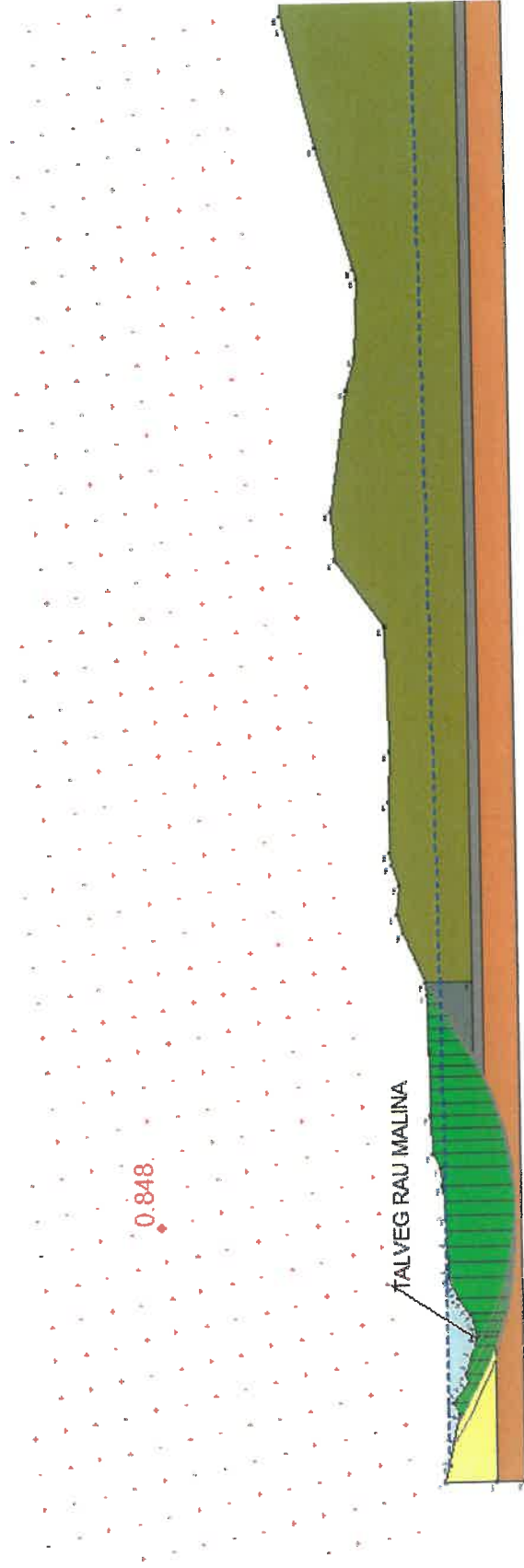


ANEXA NR. 4.11



GEOCONSULTING INTERNATIONAL SRL
STR. CALEA CALARASI NR.300, BLOC S20, AP.50, SECTOR 3, BUCURESTI
E-MAIL: GEOCONSFX@YAHOO.COM TEL.: 021-321.06.50 TEL../FAX: 021-324.24.43 Telefon 3 21.06.50

PROFIL 2
APĂ la nivel maxim în canalul Mălina – PSEUDOSTATIC, ag = 0,30
Situație actuală

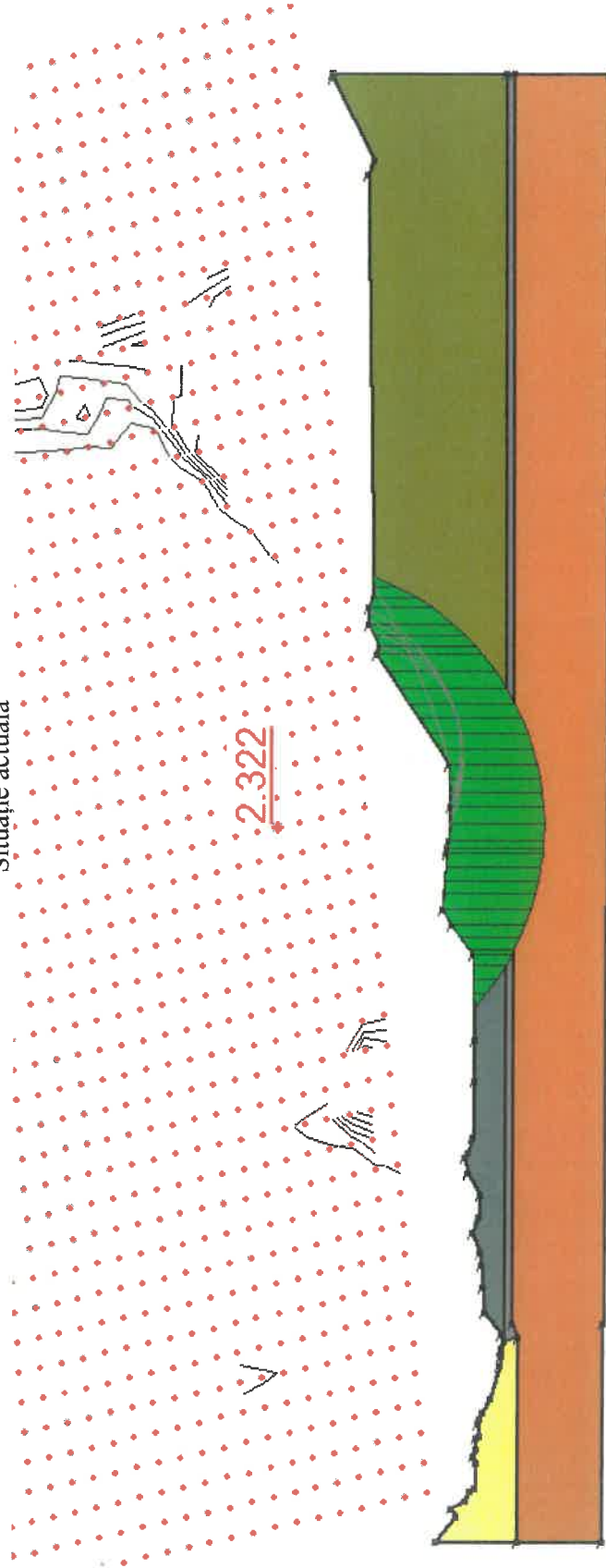


ANEXA NR. 4.12



GEOCONSULTING INTERNATIONAL SRL
STR. CALEA CALARASI NR.300,BLOC S20, AP.50, SECTOR 3,BUCURESTI
E-MAIL: GEOCONSFX@YAHOO.COM TEL.:021-321.06.50 TEL./FAX:021-324.24.43 Telefon 3 21 06 50

PROFIL 3
APĂ la nivel minim în canalul Mălina – static
Situație actuală

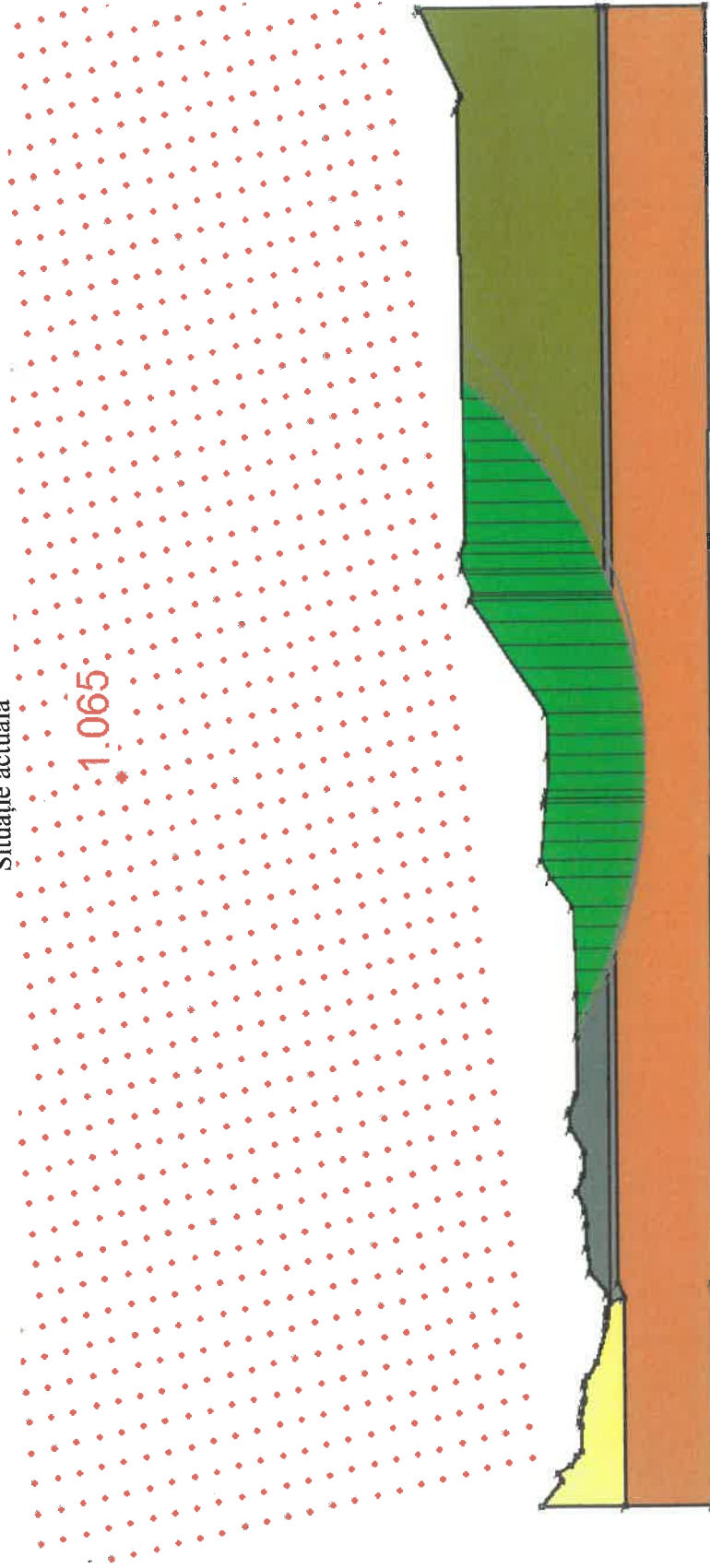


ANEXA NR. 4.13



GEOCONSULTING INTERNATIONAL SRL
STR. CALEA CALARASI NR.300, BLOC S20, AP.50, SECTOR 3, BUCURESTI
E-MAIL: GEOCONSEFX@YAHOO.COM TEL.: 02 1-321.06.50 TEL.: 02 1-324.24.43 FAX: 02 1-324.24.43 Telefon 3 21 06 50

PROFIL 3
APĂ la nivel minim în canalul Mălina – PSEUDOSTATIC, $ag = 0,30$
Situație actuală

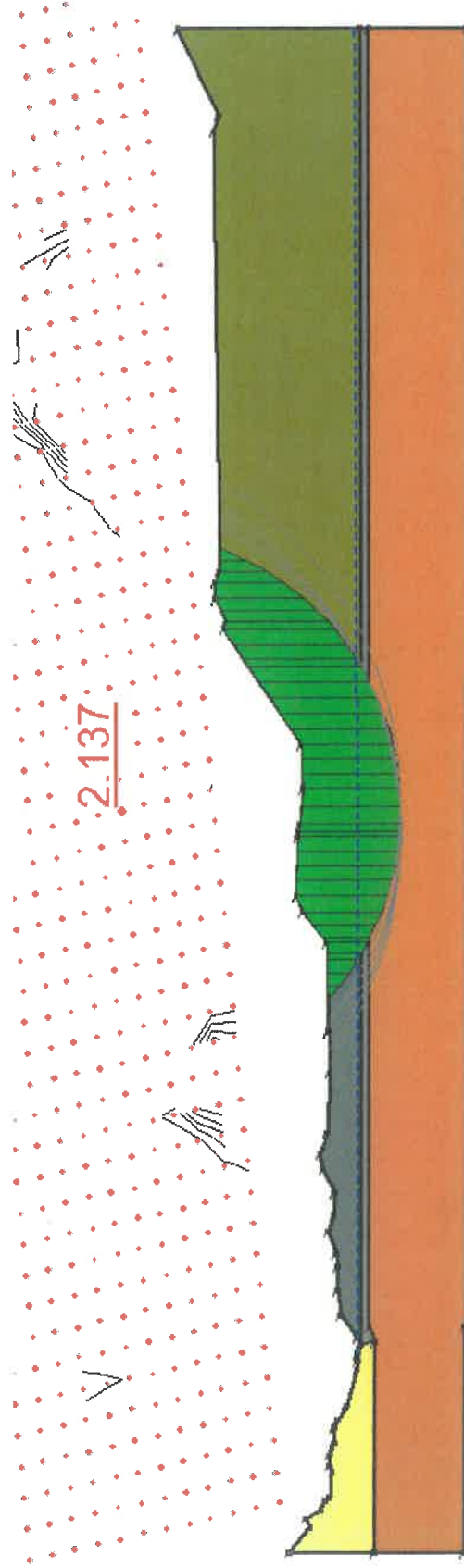


ANEXA NR. 4.14



GEOCONSULTING INTERNATIONAL SRL
STR. CALEA CALARASI NR.300,BLOC S20, AP.50, SECTOR 3,BUCURESTI
E-MAIL: GEOCONSFX@YAHOO.COM TEL.:021-321.06.50 TEL./FAX:021-324.24.43 Telefon 3 21 06 50

PROFIL 3
APĂ la nivel normal în canalul Mălina –Situuație actuală



ANEXA NR. 4.15

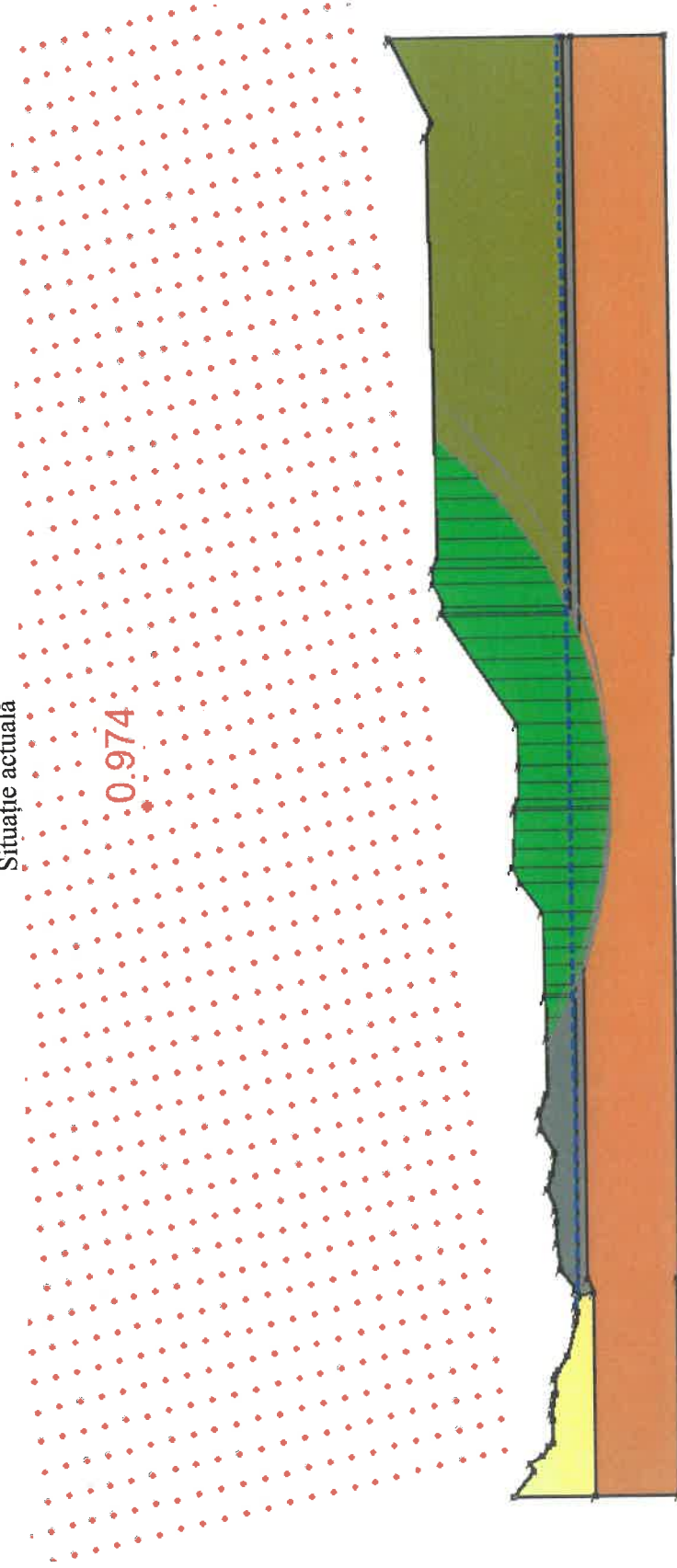


GEOCONSULTING INTERNATIONAL SRL
STR. CALEA CALARASI NR.300,BLOC S20, AP.50, SECTOR 3,BUCURESTI
E-MAIL: GEOCONSFX@YAHOO.COM TEL.:021-321.06.50 TEL.../FAX:021-324.24.43 Telefon 3 21 06 50

PROFIL 3

APĂ la nivel normal în canalul Mălina – PSEUDOSTATIC, $ag = 0,30$

Situație actuală



ANEXA NR. 4.16



GEOCONSULTING INTERNATIONAL SRL
STR. CALEA CALARASI NR.300, BLOC S20, AP.50, SECTOR 3, BUCURESTI
E-MAIL: GEOCONSF@YAHOO.COM TEL.:02 1-32 1-06.50 TEL./ FAX:02 1-324.24.43 Telefon 3 21 06 50

PROFIL 3
APĂ la nivel maxim în canalul Mălina –Situafie actuală–STATIC



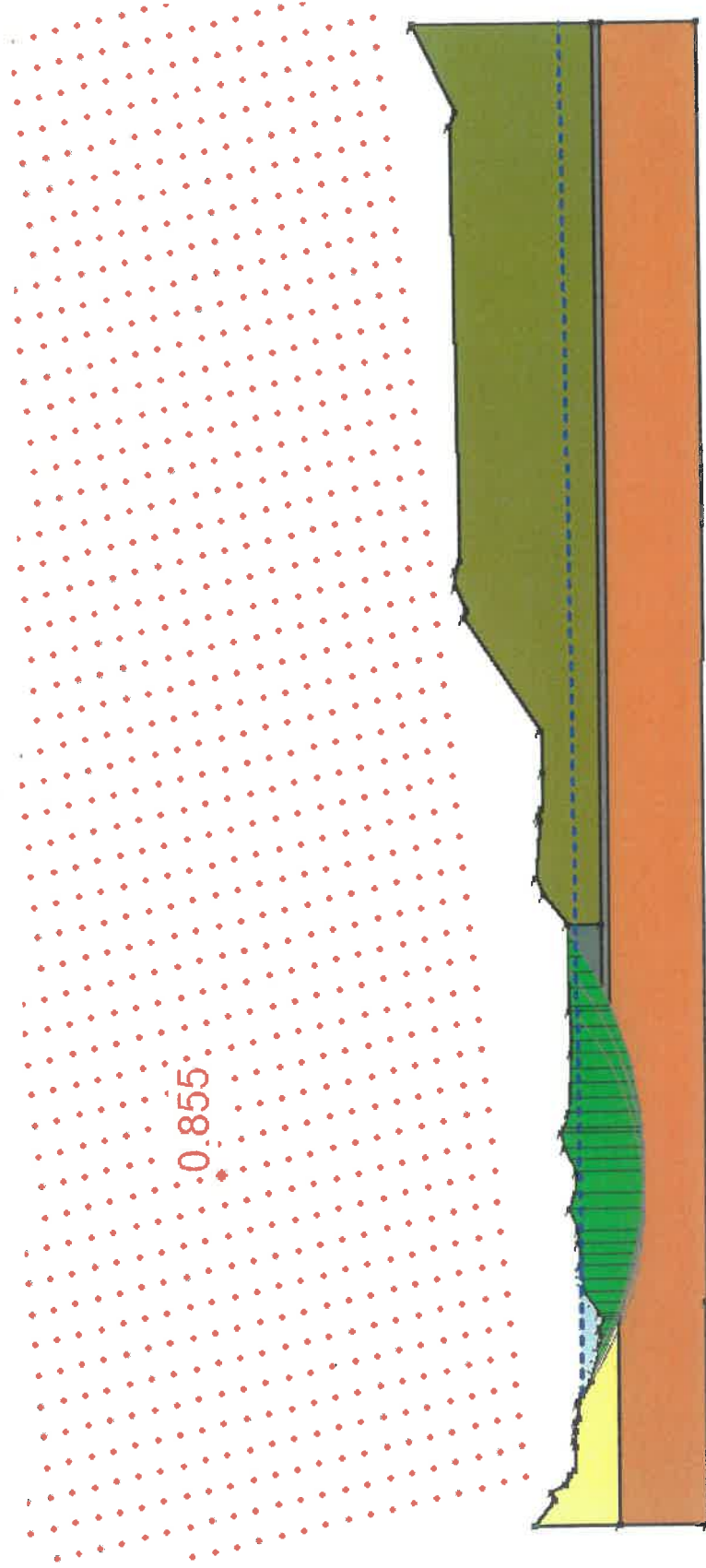
ANEXA NR. 4.17



GEOCONSULTING INTERNATIONAL SRL
STR. CALEA CALARASI NR.300,BLOC S20, AP.50, SECTOR 3,BUCURESTI
E-MAIL: GEOCONSFX@YAHOO.COM TEL.:021-321.06.50 TEL./FAX:021-324.24.43 Telefon 3 21 06 50

PROFIL 3

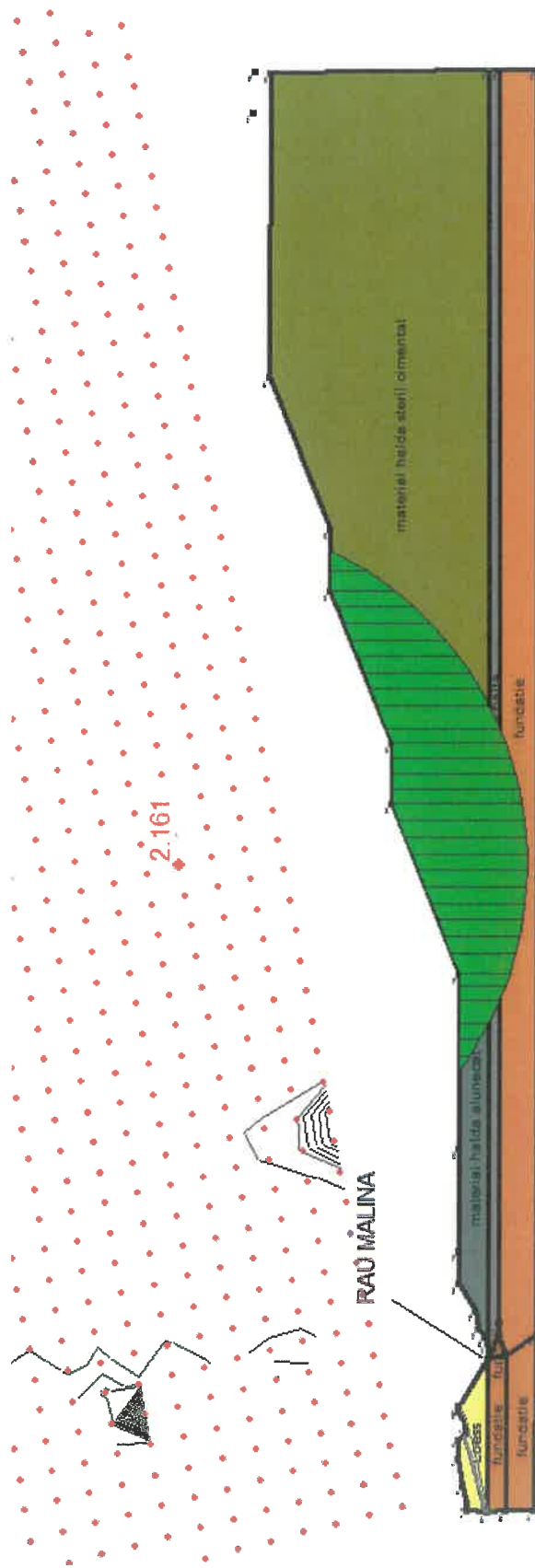
APĂ la nivel maxim în canalul Mălina – PSEUDOSTATIC, $ag = 0,30$
Situatie actuală





GEOCONSULTING INTERNATIONAL SRL
STR. CALEA CALARASI NR.300, BLOC S20, AP.50, SECTOR 3, BUCURESTI
E-MAIL: GEOCONSFX@YAHOO.COM TEL.: 02 1-321.06.50 TEL.../ FAX: 02 1-324.24.43 Telefon 3 21.06 50

**Propunere PROFIL tip
APĂ la nivel minim în canalul Mălina – static**

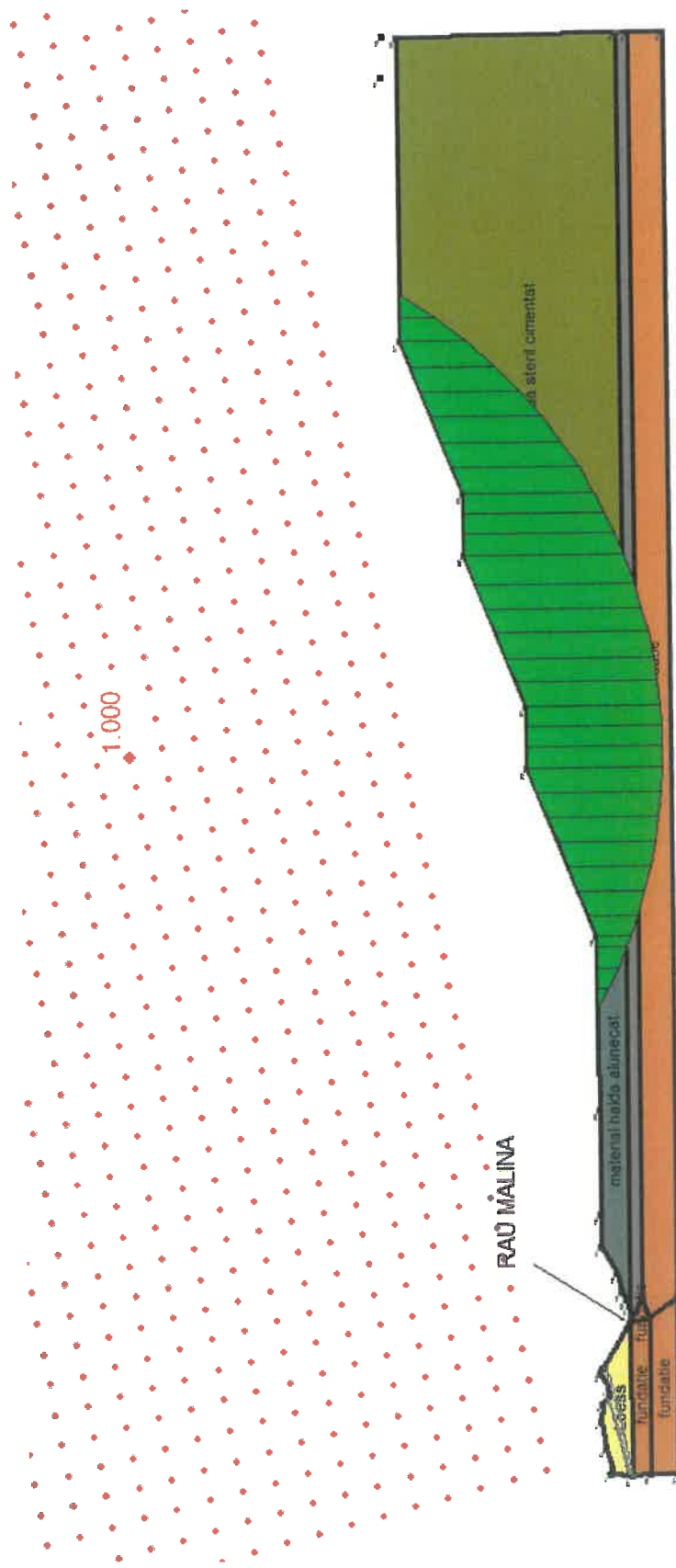


ANEXA NR. 5.1



GEOCONSULTING INTERNATIONAL SRL
STR. CALEA CALARASI NR.300,BLOC S20, AP.50, SECTOR 3,BUCURESTI
E-MAIL: GEOCONSFY@YAHOO.COM TEL.:021-321.06.50 TEL.../ FAX:021-324.24.43 Telefon 3 21 06 50

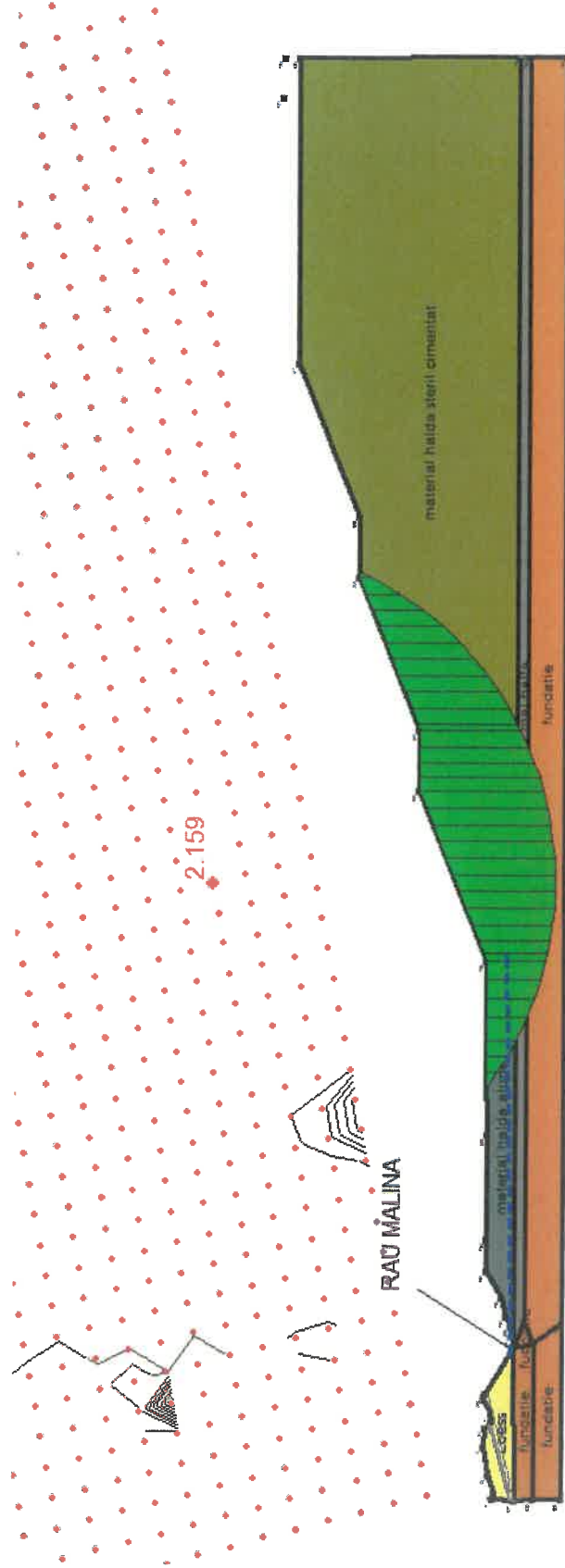
Propunere PROFIL tip
APĂ la nivel minim în canalul Mălina – pseudostatic- $a_g=0,30$





GEOCONSULTING INTERNATIONAL SRL
STR. CALEA CALARASI NR.300,BLOC S20, AP.50, SECTOR 3,BUCURESTI
E-MAIL: GEOCONSEFX@YAHOO.COM TEL.:021-321.06.50 TEL./FAX:021-324.24.43 Telefon 3 21 06 50

Propunere PROFIL tip
APĂ la nivel normal în canalul Mălina – static

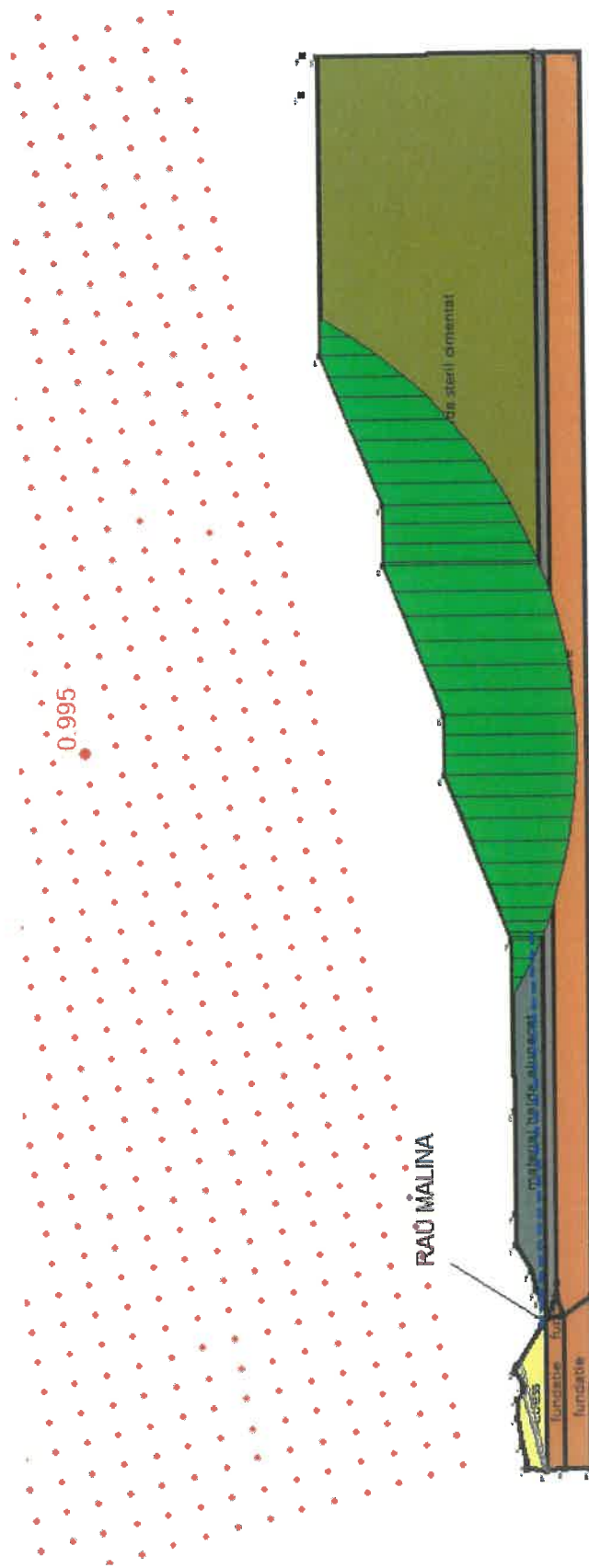


ANEXA NR. 5.3



GEOCONSULTING INTERNATIONAL SRL
STR. CALEA CALARASI NR.300,BLOC S20, AP.50, SECTOR 3,BUCURESTI
E-MAIL: GEOCONSFX@YAHOO.COM TEL.:02 1-321.06.50 TEL.../ FAX:02 1-324.24.43 Telefon 3 21 06 50

Propunere PROFIL tip
APĂ la nivel normal în canalul Mălina – pseudostatic, $ag = 0,30$



ANEXA NR. 5.4



GEOCONSULTING INTERNATIONAL SRL
STR. CALEA CALARASI NR.300,BLOC S20, AP.50, SECTOR 3,BUCURESTI
E-MAIL: GEOCONSFX@YAHOO.COM TEL.:021-321.06.50 TEL./FAX:021-324.24.43 Telefon 3 21 06 50

Propunere PROFIL tip
APĂ la nivel maxim în canalul Mălina – static

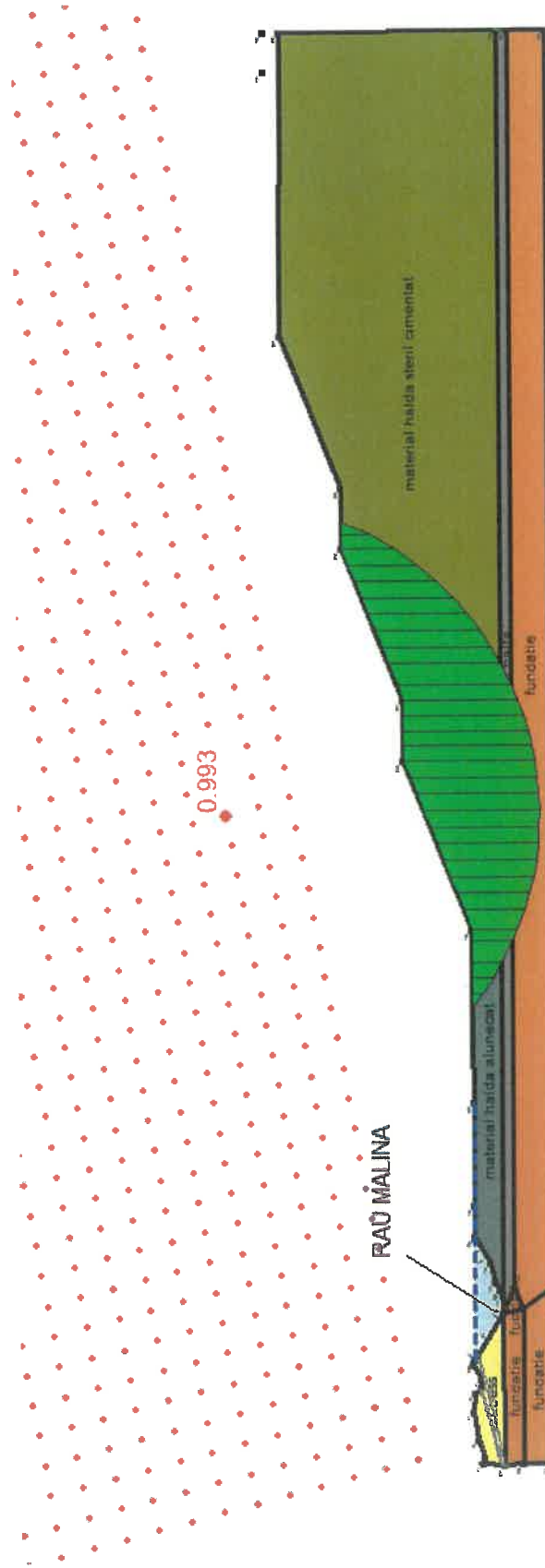


ANEXA NR. 5.5

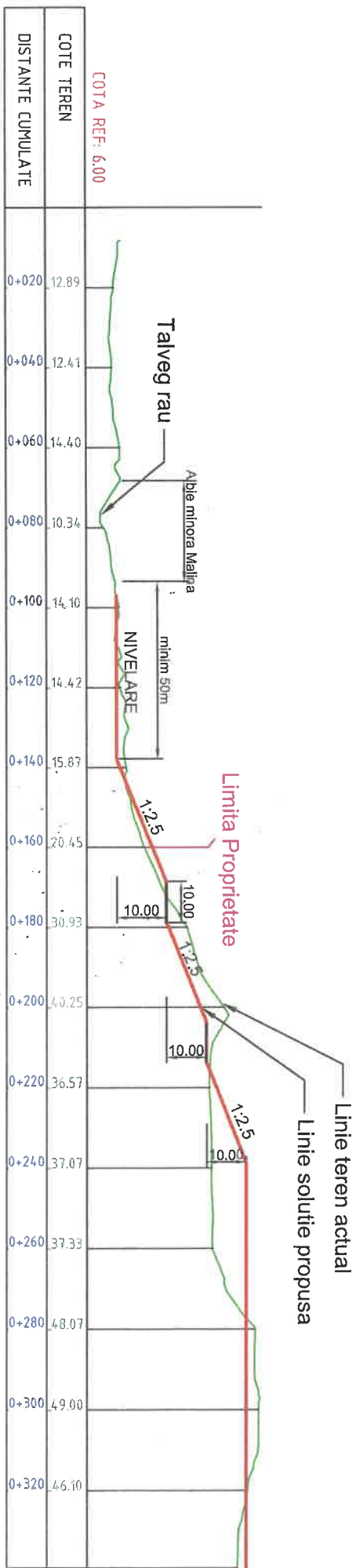


GEOCONSULTING INTERNATIONAL SRL
STR. CALEA CALARASI NR.300, BLOC S20, AP.50, SECTOR 3, BUCURESTI
E-MAIL: GEOCONSFX@YAHOO.COM TEL.:021-321.06.50 TEL.../ FAX:021-324.24.43 Telefon 3 21 06 50

Propunere PROFIL tip
APĂ la nivel maxim în canalul Mălina – pseudostatic, $ag = 0,30$



ANEXA NR. 5.6



ANEXA nr. 6

