



Studiu Condiții geotehnice și hidrogeotehnice

ACTUALIZARE PLAN URBANISTIC GENERAL AL COMUNEI LUCIU

Beneficiar

Comuna Luciu , județul Buzău

Proiectant General

Vego Concept Engineering S.R.L.





FOAIE DE CAPĂT

Denumire proiect	Actualizare Plan Urbanistic General al comunei Luciu
Beneficiar	Comuna Luciu, județul Buzău
Proiectant general	Vego Concept Engineering S.R.L.
Studiu	Condiții geotehnice și hidrogeotehnice
Data elaborării	MAR 2026



COLECTIV DE ELABORARE

Specialist	Ing. Madalin POPESCU	
Project manager	Virgil PROFEANU	
Colectiv elaborare	Urb. Călin ALEXANDRESCU	
	Arh. Luiza TĂNASE	
	Urb. Bianca Raluca Ioana NEDEA	
	Urb. Alexandru Georgian CHIRIȚĂ	
	Urb. Diana Iulia STĂNCIULESCU	
	Urb. Andrei Cristian CIOCAN	
	Urb. Denisa SPIREA	
	Urb. Andreea Florentina CODREANU	
	Urb. Andrei Cristian ION	



CUPRINS

CONDIȚII GEOTEHNICE ȘI HIDROGEOLOGICE.....	7
1. INTRODUCERE ȘI OBIECTIVE	7
1.1. Scopul și Contextul General al Studiului	7
1.2. Obiectivele Specifice ale Studiului.....	9
1.3. Necesitatea Studiului și Metodologia de Lucru.....	10
2. CADRUL LEGAL ȘI METODOLOGIC.....	12
2.1. Cadrul Legislativ General privind Amenajarea Teritoriului și Riscurile Naturale	12
2.2. Metodologii de Evaluare a Riscurilor (HG 588/2023).....	13
2.3. Normative Tehnice Geotehnice și Hidrogeologice	14
2.4. Metodologia de Lucru și Sursele de Date.....	15
3. ANALIZA DATELOR DE INTRARE ȘI A SITUAȚIEI EXISTENTE.....	16
3.1. Suport topografic și cadastral	16
3.2. Date climatice și hidrologice	17
3.3. Utilizarea terenului (Land Use)	18
3.4. Cadrul construit existent	19
4. CADRUL GEOLOGIC ȘI GEOTEHNIC AL ZONEI	21
4.1. Geologie regională	21
4.2. Litologie și stratigrafie.....	22
4.3. Unități geotehnice	24
4.4. Proprietăți fizico-mecanice	25



5. ANALIZA CADRULUI HIDROGEOLOGIC.....	27
5.1. Acvifere freatice și de adâncime	27
5.2. Nivelul piezometric și hidroizohipse.....	28
5.3. Chimismul apei subterane.....	29
5.4. Relația cu rețeaua hidrografică de suprafață	30
6. Identificarea Hazardelor Geotehnice.....	32
6.1. Hazardul la tasare (inclusiv prin umezire).....	32
6.2. Hazardul la umflare-contrație (argile active).....	34
6.3. Hazardul la lichefiere (context seismic).....	34
7. ZONIFICAREA GEOTEHNICĂ A TERITORIULUI: DE LA RISC LA REGLEMENTARE	36
7.1. Criterii de Zonificare și Definirea Claselor de Construibilitate.....	36
7.2. Descrierea zonelor favorabile și condiționate	38
7.3. Descrierea zonelor cu restricții severe (construire dificilă)	40
8. ANALIZA RISCURILOR NATURALE CONEXE (SEISM, INUNDAȚII, ALUNECĂRI).....	42
8.1. Riscul Seismic și Implicațiile Geotehnice.....	42
8.2. Riscul la Inundații și Interacțiunea cu Terenul de Fundare.....	43
8.3. Riscul la Alunecări de Teren și Sinteza Riscurilor Conexa	44
9. VULNERABILITATEA LA POLUARE A RESURSELOR DE APĂ.....	46
9.1. Surse de poluare (punctiforme și difuze)	46
9.2. Zone de Protecție Sanitară	48
9.3. Bune Practici Agricole și Implicații în RLU	48



10. RECOMANDĂRI GENERALE PRIVIND CONSTRUIBILITATEA.....	50
10.1. Principii de Construire în Zonele Condiționate.....	50
10.2. Condiționări Urbanistice și Restricții de Construire	52
10.3. Recomandări pentru Amenajări și Lucrări de Terasament	53
11. RECOMANDĂRI SPECIFICE DE FUNDARE PE ZONE	55
11.1. Fundații directe (de suprafață)	55
11.2. Fundații indirecte (pe piloți).....	57
11.3. Îmbunătățirea terenului de fundare	58
11.4. Recomandări privind Adâncimea de Fundare.....	59
12. IMPLICAȚII ÎN RLU: PROPUNERI DE REGLEMENTĂRI TEHNICE	61
12.1. Articole RLU propuse.....	61
12.2. Condiționări pentru Certificatul de Urbanism	63
12.3. Obligatorietate studiu geotehnic.....	64
12.4. Reglementări pentru zone de risc.....	66
13. CONCLUZII, SINTEZĂ ȘI MĂSURI PRIORITARE.....	68
13.1. Sinteza Diagnosticului Geotehnic și Concluzii Finale	68
13.2. Măsuri Prioritare	70
13.3. Program de Monitorizare	72
14. BIBLIOGRAFIE	75

CONDIȚII GEOTEHNICE ȘI HIDROGEOLOGICE

1. INTRODUCERE ȘI OBIECTIVE

Studiul geotehnic și hidrogeologic pentru actualizarea Planului Urbanistic General (PUG) al comunei Luciu, județul Buzău (cod SIRUTA 47300), reprezintă demersul tehnic fundamental care definește condițiile de construibilitate a teritoriului și stă la baza reglementărilor urbanistice. Constatarea factuală principală este că o planificare teritorială sigură și durabilă este condiționată de o înțelegere detaliată a riscurilor naturale, în special a celor geotehnice și hidrogeologice. Problema clară pentru comuna Luciu, situată în Câmpia Călmățuiului, constă în prezența unor pământuri cu un comportament complex (depozite de loess sensibile la umezire) și a unui context seismic activ, factori care impun o abordare precaută. Consecința directă pentru PUG este că acest studiu nu are un rol informativ, ci unul normativ: concluziile sale se vor transpune în mod obligatoriu în Regulamentul Local de Urbanism (RLU), prin reguli și condiționări menite să asigure siguranța construcțiilor și protecția mediului.

Acest capitol stabilește baza metodologică și obiectivele demersului tehnic, corelându-le cu documentațiile de rang superior și cu alte studii de fundamentare. Analiza se conectează direct la Planul de Amenajare a Teritoriului Județean (PATJ) Buzău, preluând direcțiile strategice și adaptându-le la specificul local. Totodată, studiul funcționează într-un cadru de interdependență cu alte analize specializate: preia date de intrare critice din studiul hidrologic, în special hărțile de hazard la inundații pentru râul Călmățui, și, la rândul său, furnizează date esențiale pentru studiul peisagistic și pentru planificarea infrastructurii tehnico-edilitare. Astfel, se conturează o abordare integrată, multi-disciplinară, în care deciziile de planificare pentru teritoriul administrativ al comunei Luciu — compusă din satele Luciu (reședință) și Caragele — sunt fundamentate pe o cunoaștere aprofundată a realității din teren.

1.1. Scopul și Contextul General al Studiului

CONSTATAREA FACTUALĂ este că scopul principal al studiului este analiza condițiilor geotehnice și hidrogeologice pentru a fundamenta tehnic reglementările propuse prin Planul Urbanistic General (PUG) și Regulamentul Local de Urbanism (RLU).

PROBLEMA CLARĂ pe care o adresează este actualizarea PUG, proces impus de legislația în vigoare, care necesită o reevaluare completă a riscurilor naturale și a factorilor de mediu.

CONSECINȚA DIRECTĂ este că studiul se concentrează exclusiv pe factorii naturali care influențează direct siguranța construcțiilor și a infrastructurii. Analiza aspectelor socio-economice, de trafic sau demografice este realizată în studii de fundamentare distincte, prezentul document având un rol strict tehnic.

Contextul general al demersului este aliniat la strategiile de dezvoltare locală și regională, precum și la Planul de Amenajare a Teritoriului Județean Buzău. Relația cu alte studii de fundamentare este una de interdependență directă și bidirecțională. Pe de o parte, studiul preia și integrează date esențiale din surse externe:

1. **Studiul hidrologic:** Furnizează datele privind riscul la inundații, inclusiv hărțile de hazard pentru râul Călmățui, care sunt preluate și transpuse în constrângeri de construire. Aceste date sunt critice pentru delimitarea zonelor cu restricții severe (Clasa III de construibilitate).
2. **Studiul privind schimbările climatice:** Oferă scenarii de evoluție a parametrilor climatici (precipitații, temperaturi), care fundamentează analiza riscului la secetă și impactul asupra regimului de umiditate al loessurilor.

Pe de altă parte, studiul geotehnic furnizează date de intrare esențiale pentru alte componente ale PUG:

1. **Studiul peisagistic:** Zonificarea geotehnică influențează direct posibilitățile de amenajare peisagistică, în special în zonele de versant sau în lunca inundabilă.
2. **Planificarea infrastructurii tehnico-edilitare:** Hărțile de hazard și de construibilitate condiționează traseele și soluțiile tehnice pentru rețelele de apă, canalizare și gaze.

Implicațiile studiului asupra procesului de planificare sunt profunde, având un rol normativ, nu doar informativ. Concluziile analizei determină în mod direct definirea Unităților Teritoriale de Referință (UTR) și a regulilor de construire aferente, influențând indicatori urbanistici precum procentul de ocupare a terenului (POT), coeficientul de utilizare a terenului (CUT), regimul de înălțime și funcțiunile admise. Prin identificarea și cartografierea precisă a zonelor cu risc geotehnic – în special a celor cu pământuri sensibile la umezire (PSU) și a celor cu potențial de

lichefiere seismică – studiul oferă un instrument esențial pentru un management preventiv al riscurilor. O înțelegere aprofundată a terenului de fundare permite o utilizare eficientă a resurselor, direcționând noile dezvoltări urbanistice către zone mai sigure și evitând costuri disproporționate pentru asigurarea stabilității.

Documentul stabilește un vocabular tehnic standardizat pentru toți actorii implicați. Termeni precum "risc geotehnic", "construibilitate", "potențial de tasare la umezire" și "nivel piezometric" sunt definiți operațional pentru contextul comunei Luciu. Această standardizare este crucială pentru a asigura o interpretare unitară și neechivocă a hărților de risc și a articolelor din RLU, creând o punte esențială între cunoașterea științifică a teritoriului și actul administrativ de planificare.

1.2. Obiectivele Specifice ale Studiului

Constatarea necesității de a transpune scopul general într-un set de acțiuni concrete a condus la definirea a cinci obiective specifice. Problema este de a asigura că fiecare obiectiv este măsurabil, relevant și direct aplicabil în elaborarea PUG. Consecința este că aceste obiective structurează întregul demers tehnic și garantează că rezultatul final este un instrument operațional pentru administrația locală.

1. **Zonificarea geotehnică a teritoriului administrativ:** Obiectivul constă în clasificarea terenurilor în trei clase de construibilitate (Clasa I - favorabilă, Clasa II - condiționată, Clasa III - dificilă/restricții severe). Această zonificare, materializată în Planșa 08, se bazează pe sinteza proprietăților fizico-mecanice ale pământurilor, a adâncimii pânzei freatice și a hazardelor identificate.
2. **Cartografierea detaliată a hazardelor geotehnice și hidrogeologice:** Acest obiectiv vizează elaborarea unui set de hărți tematice, la scară adecvată (1:10.000), care să delimiteze arealele afectate de următoarele hazarde principale:
 - Tasarea indusă de umezire (loessuri).
 - Potențialul de lichefiere seismică (nisipuri saturate).
 - Riscul de umflare-contrație (argile active).
3. **Fundamentarea tehnică a propunerilor pentru Regulamentul Local de Urbanism (RLU):** Obiectivul este de a traduce concluziile tehnice într-un limbaj

normativ. Se vor formula propuneri concrete de articole pentru RLU care să definească condițiile de autorizare a construcțiilor în fiecare clasă de construibilitate, să stabilească obligativitatea studiilor geotehnice de detaliu și să reglementeze lucrările de terasament și managementul apelor.

4. **Stabilirea unui cadru de referință pentru investigațiile geotehnice viitoare:** Prin caracterizarea unităților geotehnice și elaborarea de profile geotehnice reprezentative, studiul oferă un cadru general unitar. Obiectivul este de a crește coerența și calitatea studiilor geotehnice punctuale elaborate ulterior la nivel de amplasament.
5. **Crearea unei baze de date geospațiale (GIS) integrată:** Obiectivul final este de a livra toate datele (hărți, profile, rezultate analize) într-un format digital, interoperabil, care să permită interogarea, analiza spațială și actualizarea periodică. Acest obiectiv transformă studiul dintr-un document static într-un instrument de management teritorial dinamic, esențial pentru durabilitatea pe termen lung a planificării.

1.3. Necesitatea Studiului și Metodologia de Lucru

CONSTATAREA FACTUALĂ este că necesitatea studiului decurge direct din Legea nr. 350/2001 și Legea nr. 10/1995, care impun fundamentarea documentațiilor de urbanism pe studii de specialitate și asigurarea cerinței esențiale de "rezistență mecanică și stabilitate". Problema pe care o rezolvă este eliminarea riscului de a planifica "în orb", fără a cunoaște constrângerile impuse de teren. Consecința este că studiul devine un instrument indispensabil pentru protejarea vieții, a proprietății și a investițiilor publice și private, transformând o obligație legală într-o practică de bună guvernare.

Metodologia de lucru a fost structurată în patru etape succesive pentru a asigura rigoarea și trasabilitatea demersului.

- a) **Etapa de documentare și sinteză a datelor existente:** Această fază inițială a implicat colectarea și analiza critică a informațiilor din surse oficiale și arhive. Au fost consultate hărți geologice (Institutul Geologic al României), date hidrogeologice și de calitate a apei (ANAR-SGA Buzău), studii geotehnice anterioare, date climatice (ANM), precum și planuri cadastrale și ortofotoplanuri (ANCPI). Toate datele au fost evaluate pentru a stabili gradul de încredere și au fost integrate într-o bază de date preliminară.

- b) **Etapa de investigații de teren și laborator:** Pentru calibrarea și detalierea modelului geotehnic, s-au executat 8 foraje geotehnice de referință, cu adâncimi de 10-15 metri. Amplasarea acestora, stabilită strategic, a permis acoperirea tuturor unităților geotehnice identificate. Din foraje s-au prelevat probe de pământ și apă care au fost supuse unor analize de laborator complete pentru determinarea parametrilor fizico-mecanici și a caracteristicilor chimice.
- c) **Etapa de analiză, modelare și sinteză:** Datele de teren și laborator au fost procesate și interpretate pentru a dezvolta un model geologic și hidrogeologic 3D al teritoriului. Pe baza acestui model, utilizând software specializat (GIS și programe de calcul geotehnic), au fost aplicate metodologii de calcul specifice pentru evaluarea hazardelor la tasare, umflare și lichefiere. Rezultatele au fost sintetizate în hărțile tematice de hazard și în harta de zonificare geotehnică.
- d) **Etapa de elaborare a recomandărilor și a documentației finale:** În faza finală, rezultatele tehnice au fost transpuse în recomandări concrete și propuneri de reglementări. S-a desfășurat un dialog constant cu echipa de urbanisti pentru a asigura că propunerile sunt realiste, fezabile și perfect integrabile în structura PUG și RLU. Rezultatul este un document complet, care fundamentează tehnic viziunea de dezvoltare a comunei Luciu.

2. CADRUL LEGAL ȘI METODOLOGIC

CONSTATAREA FACTUALĂ este că demersul de actualizare a Planului Urbanistic General (PUG) pentru comuna Luciu trebuie să fie perfect ancorat într-un cadru normativ și metodologic riguros, pentru a-i asigura conformitatea legală, trasabilitatea deciziilor și obiectivitatea tehnică. Problema clară este complexitatea și interdependența actelor legislative și a standardelor tehnice care guvernează investigarea terenului, evaluarea riscurilor și planificarea teritorială.

CONSECINȚA este necesitatea de a inventaria, corela și aplica în mod sistematic aceste reglementări, orice abatere putând invalida studiul și, implicit, PUG-ul. Acest capitol stabilește fundamentul legal și metodologic pe care se construiește întreaga analiză tehnică ulterioară, asigurând că fiecare concluzie și recomandare este justificată și opozabilă.

Metodologia de lucru pentru acest capitol a constat în identificarea, analiza și sinteza principalelor acte normative cu impact direct asupra studiului, de la legile generale privind urbanismul și calitatea în construcții, până la normativele tehnice specifice domeniului geotehnic și hidrogeologic. Fiecare act normativ este analizat prin prisma implicațiilor sale concrete pentru comuna Luciu, traducând cerințele legale generale în constrângeri și oportunități specifice. Acest capitol are un rol fundamental, de a contura "terenul de joc" normativ în care se va desfășura analiza tehnică, stabilind regulile, limitele și criteriile de validare pentru toate etapele următoare.

2.1. Cadrul Legislativ General privind Amenajarea Teritoriului și Riscurile Naturale

CONSTATAREA FACTUALĂ este că planificarea teritorială în România este guvernată de un set ierarhizat de acte normative, având ca pilon central Legea nr. 350/2001 privind amenajarea teritoriului și urbanismul.

PROBLEMA pe care o adresează legea este corelarea dezvoltării spațiale cu riscurile naturale, interzicând sau condiționând construcțiile în arealele vulnerabile.

CONSECINȚA pentru PUG-ul comunei Luciu este obligativitatea de a prelua hărțile de hazard existente, conform Legii 575/2001 (Secțiunea a V-a - Zone de risc natural), și de a stabili reglementări de construire clare, proporționale cu gradul de risc.

Un al doilea pilon legislativ este Ordonanța de Urgență a Guvernului nr. 57/2007 privind regimul ariilor naturale protejate, cu implicații directe pentru studiu, deoarece teritoriul comunei se suprapune parțial cu situl Natura 2000 "Valea Călmățuiului" (coduri ROSCI0172, ROSPA0065). Constrângerea legală, confirmată și de avizul emis de Administrația Bazinală de Apă Buzău-Ialomița, impune ca orice propunere de dezvoltare urbanistică să demonstreze, prin evaluare adecvată, că nu afectează negativ obiectivele de conservare. Cadrul este completat de Legea nr. 10/1995 privind calitatea în construcții, care stabilește cerințele esențiale de "rezistență mecanică și stabilitate" și "siguranță în exploatare", iar datele din prezentul studiu oferă baza tehnică pentru demonstrarea acestor cerințe. Legea apelor nr. 107/1996, relevantă datorită prezenței râului Călmățui și a nivelului freatic ridicat, impune condiții stricte privind evacuarea apelor uzate, protecția surselor de apă potabilă (reglementată prin HG 930/2005) și realizarea de construcții în zona de protecție a malurilor, prevederi ce trebuie integrate direct în recomandările studiului.

2.2. Metodologii de Evaluare a Riscurilor (HG 588/2023)

Constatarea este că Hotărârea de Guvern nr. 588/2023 aprobă metodologiile standardizate pentru prevenirea și gestionarea situațiilor de urgență, asigurând tranziția de la cadrul legislativ general la practica evaluării riscurilor. Problema pentru comuna Luciu este aplicabilitatea directă a metodologiilor pentru riscul la inundații și cel seismic. Consecința este obligativitatea de a urma o secvență de pași normată, care asigură o abordare unitară și validată științific a analizei de risc, facilitând avizarea.

Metodologia privind riscul la inundații impune:

1. Delimitarea zonelor inundabile pe baza datelor hidrologice de la ANAR;
2. Calculul parametrilor hidraulici pentru scenarii de viitură (1%, 5%, 10%);
3. Evaluarea vulnerabilității;
4. Elaborarea hărților de hazard și de risc, care devin documente oficiale. Pentru riscul seismic, metodologia, corelată cu codul de proiectare P100-1, solicită evaluarea hazardului seismic (valoarea de vârf a accelerației terenului $a_g = 0,20g$ pentru Luciu) și a hazardelor geotehnice induse, cu precădere potențialul de lichefiere. Identificarea și cartografierea acestor zone va duce la instituirea unui regim de construire special.

Cerință Metodologică (HG 588/2023)	Implicație pentru Studiul Geotehnic PUG Luciu
Delimitare zone inundabile	Preluarea și detalierea hărților de hazard la inundații de la ANAR pentru a defini zonele cu restricții de construire în RLU.
Evaluare hazard seismic local	Identificarea și cartografierea zonelor cu potențial de lichefiere pe baza datelor geotehnice și a valorii $a_g = 0,20g$ din P100-1.
Evaluare hazard alunecări de teren	Analiza stabilității malurilor râului Călmățui și definirea unei zone de protecție pentru a preveni riscurile de eroziune și instabilitate.

2.3. Normative Tehnice Geotehnice și Hidrogeologice

CONSTATAREA este că practica inginerescă este reglementată de un set de normative tehnice specifice, care asigură un standard minim de calitate și siguranță. Problema este aplicarea corectă a acestor normative complexe în contextul specific al comunei Luciu. Consecința este că prezentul studiu trebuie să respecte și să detalieze aplicarea a trei documente fundamentale.

Normativul NP 074/2014 privind documentațiile geotehnice pentru construcții este documentul de bază, definind categoriile de risc geotehnic și conținutul studiului. Pentru un PUG, studiul se încadrează în categoria de risc geotehnic moderat sau mare și trebuie să conțină:

- descrierea formațiunilor geologice și a condițiilor hidrogeologice;
- prezentarea caracteristicilor fizico-mecanice ale pământurilor;
- recomandări privind condițiile de fundare și adâncimea de îngheț (-0,90 m...-1,00 m);
- schiță de zonificare a riscului.

Calculul efectiv al fundațiilor este guvernat de Normativul NP 112-2014 privind proiectarea fundațiilor de suprafață, aliniat la Eurocod 7 (SR EN 1997-1), care stabilește metodologiile pentru calculul capacității portante și evaluarea tasărilor. În contextul seismic, prevederile se completează cu cele din codul P100-1/2013, care impune cerințe specifice privind investigarea terenului pentru evaluarea răspunsului seismic local și a potențialului de lichefiere.

2.4. Metodologia de Lucru și Sursele de Date

Constatarea este că elaborarea unui studiu riguros necesită o metodologie structurată și utilizarea unor surse de date verificate. Problema a fost integrarea datelor eterogene într-un model coerent. Consecința a fost adoptarea unui flux de lucru în patru faze, care asigură trasabilitatea de la general la particular.

Faza 1: Documentare a constat în colectarea și analiza datelor din surse oficiale (Rank 1 & 2): hărți geologice (Institutul Geologic al României), date hidrogeologice (ANAR), date cadastrale (ANCPI) și PUG-uri anterioare. Acestea au fost completate cu date din surse online (Rank 3 & 4), precum imagini satelitare și modele digitale ale terenului (DTM).

Faza 2: Investigații de Teren și Laborator a fost esențială pentru calibrarea modelului. S-au executat 8 foraje geotehnice de referință (F1-F8), cu adâncimi între 10 și 15 metri, din care s-au prelevat probe de pământ și apă. Analizele de laborator au determinat caracteristicile fizice (granulometrie, umiditate, plasticitate) și mecanice (compresibilitate, rezistență la forfecare).

Faza 3: Analiză și Sinteză a implicat procesarea datelor în software specializat pentru a construi un model geotehnic 3D. Pe baza acestui model, s-au elaborat hărțile tematice GIS: harta unităților geotehnice, hărțile de hazard (tasare, lichefiere) și harta de zonificare geotehnică.

Faza 4: Elaborare Recomandări a asigurat transpunerea concluziilor tehnice în propuneri de articole pentru Regulamentul Local de Urbanism (RLU), în colaborare cu echipa de urbanști, asigurând astfel că studiul devine un instrument direct integrabil în procesul de avizare și autorizare.

3. ANALIZA DATELOR DE INTRARE ȘI A SITUAȚIEI EXISTENTE

Constatarea factuală este că diagnosticul teritorial pentru comuna Luciu, județul Buzău, se bazează pe patru seturi de date critice, cu o vechime de maximum cinci ani:

1. suportul topografic (scara 1:5.000) și cadastral (acoperire 85%) actualizat și avizat OCPI
2. datele climatice de la ANM și hidrologice de la ANAR
3. utilizarea actuală a terenului, derivată din ortofotoplanuri recente
4. caracteristicile fondului construit.

Problema clară este integrarea acestor surse eterogene într-o bază de date geospațială unitară, care să elimine contradicțiile și să asigure o fundație solidă pentru analizele de specialitate. Consecința pentru PUG este că acuratețea și actualitatea acestui capitol condiționează direct relevanța, legalitatea și eficiența analizelor de risc și a propunerilor de reglementare din etapele următoare.

Metodologia de lucru a constat în colectarea, verificarea, integrarea și analiza datelor provenite exclusiv din surse oficiale. Instrumentele GIS au fost utilizate pentru a corela spațial informațiile topografice, cadastrale și de utilizare a terenului (land use), creând o bază de date coerentă. Datele climatice și hidrologice au fost preluate și procesate de la instituțiile specializate, iar analiza cadrului construit s-a bazat pe observații de teren și pe documentațiile urbanistice aprobate. Acest capitol are un caracter constatativ, creând "harta" realității existente, o imagine fidelă a teritoriului la data de referință. Limita analizei este că nu propune soluții, ci stabilește cadrul factual pe care se vor fundamenta, în capitolele următoare, analizele de risc și zonificarea geotehnică.

3.1. Suport topografic și cadastral

CONSTATAREA FACTUALĂ este că fundamentul analizei spațiale îl constituie un suport topografic la scara 1:5.000, actualizat și avizat de OCPI, realizat în sistem de proiecție Stereografic 1970. Problema clară este asigurarea corelării perfecte între acest suport, care transpune realitatea fizică (curbe de nivel, clădiri, drumuri), și suportul cadastral, care definește regimul juridic (limite de parcele). Consecința pentru PUG este că această suprapunere este esențială pentru a putea

raporta orice reglementare la o unitate teritorială clar definită (parcels), orice neconcordanță putând genera erori în avizare și implementare.

Gradul de acoperire cu cadastru sistematic în comuna Luciu este de 85%, oferind o bază solidă, dar impunând atenție în zonele cu cadastru sporadic, unde limitele de proprietate pot avea o incertitudine mai mare. Pentru a asigura o localizare standardizată, teritoriul a fost încadrat în sistemul canonic GRILA TKHC (TrAIIns KILO–HECTA CAROURI), care împarte spațiul în carouri de 1 km² (KILOCAROU) și 1 ha (HECTACAROU). Fiecare element analizat este referențiat prin coordonate TKHC, de exemplu: {"Așezarea Sântana de Mureș de la Caragele, cunoscută ca «Movila Lungă» (cod LMI BZ-I-s-B-02210), are nucleul în KILOCAROUL [X14, Y12], cu HECTACAROURI principale [X14, Y12]·(ΔX=100m, ΔY=700m) și [X14, Y12]·(ΔX=200m, ΔY=700m)."} [paraphrase: FAI-S47319.02F2-4242_v1.0, "Fișă Analitică Sit Arheologic 'Movila Lungă'", 2026]. Acest sistem elimină ambiguitatea de localizare. Integrarea datelor topografice, cadastrale și a grilei TKHC formează infrastructura geospațială a proiectului.

3.2. Date climatice și hidrologice

Constatarea climatică este că teritoriul comunei se încadrează în climatul temperat-continental specific Câmpiei Române, cu veri călduroase și secetoase și ierni reci. Problema geotehnică derivată este influența acestor factori asupra regimului de umiditate al pământurilor de la suprafață, în special al loessurilor. Consecința practică este că perioadele de secetă, urmate de ploi abundente, pot provoca tasări semnificative, în timp ce adâncimea de îngheț, de 90-100 cm, impune o adâncime minimă de fundare corespunzătoare.

Rețeaua hidrografică este dominată de râul Călmățui, un curs de apă cu un regim hidrologic de câmpie, dar cu potențial de viituri rapide. Problema majoră este prezența unei lunci inundabile largi, în special în KILOCAROURILE [X07, Y10] - [X10, Y10], o constrângere severă pentru dezvoltare. Conform adresei Administrației Bazinale de Apă Buzău-Ialomița, teritoriul comunei se află în bazinul hidrografic Buzău-Ialomița, iar cursul râului Călmățui (cod cadastral XIV.01.46) este îndiguit. {"Studiile hidrologice detaliate și hărțile de hazard la inundații, elaborate conform Planului de Management al Riscului la Inundații (aprobat prin H.G. nr. 886/2023), constituie sursa oficială pentru delimitarea zonelor inundabile și trebuie solicitate și integrate în PUG."} [paraphrase: A.N. 'Apele Române' - Administrația Bazinală de Apă Buzău-Ialomița, "Adresa nr. 15201/18.09.2025", 2025]. Balta Luciu, situată în KILOCAROURILE [X09, Y08] și [X09, Y09] și

parte a sitului Natura 2000 "Valea Călmățuiului", indică un nivel freatic foarte apropiat de suprafață.

Parametru	Valoare	Sursă
Temperatură medie anuală	10,5°C	ANM
Precipitații medii anuale	525 mm	ANM
Adâncime de îngheț	90-100 cm	STAS 6054-77
Râu principal	Călmățui	ANAR
Debit mediu multianual Călmățui	0,8 m ³ /s	ANAR
Hazard la inundații	Conform hărților ANAR (PMRHI)	H.G. 886/2023 / A.N. "Apele Române"

3.3. Utilizarea terenului (Land Use)

CONSTATAREA FACTUALĂ este că utilizarea terenului reflectă vocația agricolă a zonei: din suprafața totală de 7.159 ha, terenurile arabile ocupă peste 90%. Problema pentru planificare este presiunea antropică generată de agricultura intensivă, care implică modificarea regimului de umiditate prin irigații și potențiala poluare a pânzei freatice. Consecința este că PUG trebuie să coreleze dezvoltarea agricolă cu protecția resurselor de apă și să gestioneze extinderea intravilanului în contextul constrângerilor geotehnice.

Intravilanul actual al satelor Luciu și Caragele ocupă sub 5% din teritoriu. Extinderea intravilanului, propusă în KILO_CAROURILE [X11, Yo7] și [X12, Yo8], trebuie să evite zonele cu risc geotehnic ridicat. Zonele cu vegetație naturală, concentrate în lunca Călmățuiului (inclusiv situl Natura 2000 "Valea Călmățuiului", coduri ROSC10172 și ROSPA0065), prezintă condiții de fundare dificile (nivel freatic ridicat, pământuri compresibile) și trebuie păstrate ca spații naturale neconstruite. Rețeaua de drumuri județene (DJ203I, DJ214A) și comunale structurează teritoriul,

iar modernizarea acesteia va necesita studii geotehnice de detaliu pentru stabilitatea terasamentelor.

3.4. Cadrul construit existent

CONSTATAREA este că fondul construit este specific mediului rural de câmpie, dominat de locuințe individuale (P/P+1), multe fundate superficial pe loess. Problema principală este vulnerabilitatea acestui fond la tasările diferențiate. Consecința pentru PUG este necesitatea de a stabili, pe lângă regulile pentru construcții noi, și recomandări pentru intervențiile pe fondul existent.

Instituțiile publice sunt concentrate în satul Luciu. Elementele de patrimoniu cultural impun restricții severe de construire. Conform datelor din Repertoriul Arheologic Național și Lista Monumentelor Istorice, pe teritoriul comunei se află situri arheologice importante care necesită protecție conform Legii 422/2001. Acestea sunt:

- 1. Așezarea hallstattiană de la Caragele (LMI: BZ-I-s-B-02209; RAN: 47328.01):**
Localizată la marginea de V a satului, pe terasa Călmățuiului, cu nucleul în KILO_CAROUL [X31, Y20]. Analiza indică o posibilă extindere spre Vest.
- 2. Așezarea Sântana de Mureș - Cerneahov "Movila Lungă" (LMI: BZ-I-s-B-02210; RAN: 47328.02):** Așezare din epoca migrațiilor (sec. III-IV p.Chr.), suprapusă peste vatra modernă a satului Caragele, în KILO_CAROUL [X14, Y12].
- 3. Așezarea Latène "La Vâjâitoarea" (RAN: 47319.03):** Cronologia indicată (epoca bronzului; La Tène) necesită confirmare, sursa istorică menționând o "movilă" neidentificată în datele recente.
- 4. Așezarea neolitică de la Luciu - Popina Chișeul (RAN: 47319.04):** Așezare din Neoliticul mijlociu/târziu, suprapusă peste structura așezării moderne Luciu, în KILO_CAROUL [X587, Y468].

PUG va delimita perimetre de protecție pentru aceste situri, orice intervenție necesitând avizul Direcției Județene pentru Cultură. Analiza situației existente creează o imagine complexă a



teritoriului, o hartă a realității care servește ca punct de plecare obligatoriu pentru analiza geotehnică.

4. CADRUL GEOLOGIC ȘI GEOTEHNIC AL ZONEI

Constatarea factuală este că substratul geologic și geotehnic al comunei Luciu dictează în mod direct oportunitățile și constrângerile de dezvoltare teritorială. Problema clară constă în prezența unor formațiuni geologice cu un comportament geotehnic complex, precum depozitele de loess sensibile la umezire și nisipurile lichefiabile, a căror distribuție și caracteristici trebuie cunoscute în detaliu pentru a fundamenta orice decizie de planificare. Consecința pentru PUG este că analiza geologică nu reprezintă un capitol informativ, ci un pilon decizional, ale cărui concluzii vor fi transpuse direct în hărți de hazard și reglementări de construire, asigurând o dezvoltare sigură și aliniată la realitatea fizică a teritoriului.

Metodologia adoptată pentru caracterizarea geologică și geotehnică a zonei s-a bazat pe o abordare multi-scalară, integrând datele regionale existente cu investigații de teren și laborator punctuale, realizate special pentru acest studiu. S-a pornit de la hărțile geologice la scara 1:200.000, care au oferit încadrarea în unitățile structurale ale Câmpiei Române. Aceste date au fost detaliate și calibrate prin execuția a 8 foraje geotehnice de referință (F1-F8), care au furnizat informații precise despre succesiunea litologică, proprietățile fizico-mecanice ale pământurilor și condițiile hidrogeologice. Toate aceste informații au fost integrate într-o bază de date geospațială (GIS) și analizate spațial pentru a elabora hărțile tematice care stau la baza acestui capitol: harta litologică, harta unităților geotehnice și sinteza proprietăților fizico-mecanice.

4.1. Geologie regională

CONSTATAREA FACTUALĂ este că teritoriul comunei Luciu se încadrează, din punct de vedere geologic, în Câmpia Călmățuiului, o subunitate a Câmpiei Române, fundamentată pe structura Platformei Moesice.

PROBLEMA geotehnică majoră la scară regională este prezența unui pachet gros de depozite sedimentare cuaternare, care maschează complet structura de adâncime și controlează integral comportamentul terenului de fundare.

CONSECINȚA pentru planificare este că, deși contextul tectonic este relativ calm, proximitatea față de zona seismică Vrancea, coroborată cu prezența acestor depozite moi, impune o analiză riguroasă a hazardului seismic și a efectelor locale induse.

Câmpia Călmățuiului este o câmpie de divagare, cu un relief aproape plat și altitudini cuprinse între 25 și 40 de metri, modelată de procese de acumulare fluvio-lacustră și eoliană. Formațiunea geologică dominantă, cu cea mai mare relevanță inginerască, este constituită dintr-un pachet extins de depozite loessoide, acumulate în Pleistocen. Aceste pământuri prăfoase, de origine eoliană, au grosimi de 10-15 metri și prezintă un caracter sensibil la umezire (PSU), fiind predispuse la tasări semnificative la contactul cu apa, conform normativului NP 074-2014. Sub aceste depozite, stratigrafia continuă cu formațiuni predominant argiloase, cunoscute ca "Complexul argilos de Mostiștea" sau "Stratele de Frătești", care prezintă un potențial de umflare-contrație. Această succesiune loess-argilă definește problematica geotehnică de bază a interfluviilor.

Rețeaua hidrografică, dominată de râul Călmățui, a creat o luncă largă, unde depozitele loessoide sunt înlocuite de depozite aluvionare holocene. Acestea constau într-o alternanță neomogenă de argile, nisipuri și pietrișuri, caracterizate de un nivel freatic apropiat de suprafață. Această dihotomie geologică—interfluvii loessoide uscate și lunci aluvionare umede—este esențială pentru înțelegerea teritoriului. Contextul seismic, cu o valoare a accelerației terenului pentru proiectare a_g de 0,20g conform P100-1/2013, interacționează cu aceste condiții locale: depozitele moi pot amplifica undele seismice, iar prezența nisipurilor saturate în luncă induce un risc ridicat de lichefiere. Prin urmare, analiza geotehnică pentru PUG trebuie să se concentreze pe cartografierea detaliată a acestor formațiuni superficiale și pe evaluarea interacțiunii lor cu hazardul seismic.

4.2. Litologie și stratigrafie

CONSTATAREA FACTUALĂ, bazată pe interpretarea celor 8 foraje geotehnice de referință (F1-F8), este că teritoriul comunei Luciu prezintă o succesiune stratigrafică relativ unitară, dominată de depozite loessoide la suprafață, urmate de un complex argilos.

PROBLEMA constă în variațiile locale de grosime și profunzime ale acestor strate, care determină un comportament geotehnic diferit.

CONSECINȚA PENTRU PUG este necesitatea de a crea un model litologic detaliat, care să stea la baza delimitării unităților geotehnice și a hărților de hazard. Harta de amplasare a forajelor, realizată la scară și suprapusă peste GRILA TKHC, arată distribuția punctelor de investigare, cum ar fi F4 în KILO_CAROUL [X10, Yo6] și F6 în [X09, Yo8], care au furnizat datele de bază pentru această analiză.

Profilul litologic general identificat este următorul:

1. **Sol vegetal și umpluturi (0,0 - 0,5 m):** Un strat superficial subțire și neomogen, fără importanță pentru calculul de fundare, dar relevant pentru decopertări.
2. **Depozite loessoide (0,5 - 12,0 m):** Pachetul principal constă în prafuri argiloase cafenii-gălbui, cu structură macroporică și concrețiuni calcaroase ("păpuși de loess"). Această formațiune este unitatea geotehnică cea mai problematică. Grosimea sa este maximă pe platouri (peste 10 m în forajele F4, F5) și scade spre luncă (sub 2 m în forajul F8).
3. **Complex argilos (sub depozitele loessoide):** O succesiune de argile prăfoase și argile grase, cu stare de consistență plastică până la vârtoasă și culori variate (roșcat, cenușiu-verzui). Acesta este complexul "Argile de Mostiștea" și constituie baza impermeabilă a acviferului freatic, prezentând un potențial mediu de umflare-contrație.
4. **Intercalații de nisip și pietriș:** Aceste strate au fost interceptate local, exclusiv în zona de luncă (forajele F6, F8), fiind saturate cu apă. Ele constituie principalul strat acvifer freatic și prezintă un risc semnificativ de lichefiere în condiții seismice.

Tabelul - Succesiune litologică tipică și corelarea cu unitățile geotehnice

Strat	Descriere Litologică	Adâncime Tipică (m)	Unitate Geotehnică Asociată
1	Sol vegetal, umpluturi antropice	0.0 – 0.5	UG1, UG2, UG3
2	Praf argilos loessoid, cafeniu-gălbui, macroporic, sensibil la umezire (PSU)	0.5 – 12.0	UG1, UG2
3	Argilă prăfoasă/grasă, plastic-vârtoasă, roșcată/cenușie	> 8.0	UG1, UG2, UG3
4	Nisip fin, mâlos, afânat, saturat; Pietriș cu nisip	2.0 – 8.0	UG3 (Luncă)

Variațiile de grosime ale stratului de loess și adâncimea la care se găsește complexul argilos sunt factorii determinanți pentru împărțirea teritoriului în unități geotehnice, un pas esențial în procesul de zonificare.

4.3. Unități geotehnice

CONSTATAREA FACTUALĂ, derivată din analiza litologică și hidrogeologică, este că teritoriul comunei Luciu poate fi împărțit în trei unități geotehnice distincte (UG1, UG2, UG3), fiecare cu un pachet specific de caracteristici și hazarde. Problema este de a transpune această clasificare tehnică într-o hartă operabilă pentru PUG. Consecința este elaborarea Hărții Unităților Geotehnice, care stă la baza întregii zonificări și a reglementărilor urbanistice, permițând o abordare diferențiată a teritoriului.

1. **Unitatea Geotehnică 1 (UG1) - Platourile și terasele cu loess gros:** Această unitate ocupă cea mai mare parte a teritoriului (peste 70%), corespunzând zonelor interfluviale din KILO_CAROURILE [X09, Y06], [X10, Y07] etc. Se caracterizează printr-un pachet de depozite loessoide cu grosimi de peste 8 metri și un nivel freatic adânc (peste 10 m). Hazardul geotehnic dominant și definitoriu este tasarea la umezire. Deși aparent favorabilă pentru fundare, această unitate impune măsuri speciale și obligatorii pentru managementul apelor de suprafață și a celor din rețelele edilitare.
2. **Unitatea Geotehnică 2 (UG2) - Zonele de versant și de racord cu lunca:** Face tranziția între platouri și lunca Călmățuiului, fiind prezentă în KILO_CAROURILE [X07, Y09] și [X08, Y10]. Pachetul de loess are grosimi reduse (2-8 metri), iar complexul argilos subiacent este mai aproape de suprafață. Nivelul freatic este mai ridicat (5-10 m). Hazardele specifice sunt tasarea la umezire și, local, umflarea-contrația argilelor. Această unitate necesită o abordare de fundare care să ia în considerare ambele tipuri de hazard.
3. **Unitatea Geotehnică 3 (UG3) - Lunca râului Călmățui:** Se desfășoară de-a lungul albiei majore a râului și este caracterizată prin depozite aluvionare (argile, mături, nisipuri, pietrișuri) și un nivel freatic foarte apropiat de suprafață (1-3 m). Această unitate, prezentă în KILO_CAROURILE [X08, Y09] și [X09, Y09], impune cele mai severe restricții. Hazardele sunt cumulate: risc la inundații, potențial de lichefiere seismică, prezența pământurilor slabe și compresibile, și vulnerabilitate ridicată la poluare. Construirea în această zonă este contraindicată pentru majoritatea funcțiunilor.

Această clasificare este instrumentul central care leagă analiza geologică de planificarea urbanistică, fiecare unitate necesitând un set specific de reglementări în RLU.

4.4. Proprietăți fizico-mecanice

CONSTATAREA FACTUALĂ, bazată pe analizele de laborator efectuate pe probele din forajele F1-F8, este că fiecare unitate geotehnică are un set distinct de proprietăți fizico-mecanice care îi guvernează comportamentul sub încărcări.

PROBLEMA este cuantificarea acestor proprietăți pentru a fundamenta calculele de siguranță.

CONSECINȚA este necesitatea de a sintetiza acești parametri într-un tabel centralizator, care să servească drept referință pentru proiectarea de detaliu și evaluarea hazardelor.

Pentru **depozitele loessoide (UG1 și UG2)**, proprietatea critică este sensibilitatea la umezire. Analizele edometrice au indicat un potențial de tasare la umezire (im) moderat spre ridicat, cu valori cuprinse între 2% și 5%. Aceste valori confirmă încadrarea terenului în categoria pământurilor sensibile la umezire (PSU), conform pragului de 2% stabilit de normativul NP 074-2014, și impun adoptarea obligatorie a măsurilor de protecție împotriva infiltrațiilor de apă.

Pentru **complexul argilos (prezent la suprafață în UG3 și la adâncime mică în UG2)**, proprietatea cheie este plasticitatea. Indicele de plasticitate (IP) variază între 25% și 40%, încadrând materialul în categoria argilelor de plasticitate medie spre mare, cu potențial de umflare-contrație. Acest fenomen impune fundarea sub adâncimea de variație sezonieră a umidității pentru a anula efectele mișcărilor ciclice.

Pentru **strate de nisip (în special în UG3)**, parametrul esențial este gradul de îndesare. Analizele indică nisipuri fine, uniforme, în stare afânată până la medie îndesată. În condiții de saturație și sub acțiunea seismică ($a_g=0.20g$), aceste strate prezintă un potențial de lichefiere moderat spre ridicat, fiind cel mai sever hazard geotehnic identificat în cadrul studiului.

Tabelul centralizează valorile tipice ale principalilor parametri geotehnici pentru fiecare unitate, oferind o bază de date cantitativă pentru analizele de hazard și pentru predimensionarea fundațiilor.

Tabelul - Valori sintetice ale parametrilor geotehnici pe unități



Parametru Geotehnic	UG1 (Loess gros)	UG2 (Tranziție)	UG3 (Luncă)
Umiditate naturală, w (%)	12 - 18	15 - 22	20 - 35 (Saturat)
Indice de plasticitate, IP (%)	15 - 25 (Praf argilos)	20 - 35 (Argilă)	25 - 40 (Argilă grasă)
Tasare specifică la umezire, σ_v (%)	3 - 5	2 - 4	Nu este cazul
Coeziune, c (kPa)	20 - 35	15 - 30	5 - 20 (Mâl, Nisip)
Unghi de frecare internă, ϕ (°)	24 - 28	22 - 26	28 - 32 (Nisip)
Modul edometric, M (kPa)	5.000 - 8.000	3.000 - 6.000	2.000 - 5.000 (Compresibil)

Aceste date cantitative fundamentează analizele de hazard și recomandările de fundare, închizând capitolul de diagnosticare geotehnică.

5. ANALIZA CADRULUI HIDROGEOLOGIC

CONSTATAREA FACTUALĂ principală este că regimul apelor subterane reprezintă un factor determinant pentru condițiile de fundare și pentru protecția mediului pe teritoriul comunei Luciu.

PROBLEMA CLARĂ constă în prezența unui acvifer freatic la adâncime redusă, în special în zona de luncă, și în vulnerabilitatea acestuia la contaminarea provenită de la suprafață, în contextul unei agriculturi intensive și al lipsei unui sistem centralizat de canalizare.

CONSECINȚA pentru Planul Urbanistic General (PUG) este necesitatea de a fundamenta tehnic reglementările urbanistice pe un diagnostic hidrogeologic detaliat, care să identifice stratele acvifere, să cartografieze nivelul piezometric și să evalueze calitatea apei, pentru a gestiona preventiv riscurile asociate.

Metodologia utilizată pentru acest capitol integrează datele existente din hărți hidrogeologice regionale cu rezultatele investigațiilor de teren noi, obținute din cele 8 foraje geotehnice de referință. Analiza datelor a fost realizată cu ajutorul software-ului GIS pentru a interpola datele punctuale și a elabora hărți tematice, precum harta hidroizohipselor, care este prezentată descriptiv și inclusă ca piesă desenată în anexe. Acest capitol se limitează la o analiză diagnostică, caracterizând situația existentă fără a intra în detalii de proiectare a sistemelor de drenaj sau alimentare cu apă, dar oferind baza tehnică necesară pentru aceste demersuri ulterioare.

5.1. Acvifere freatică și de adâncime

CONSTATAREA este că structura hidrogeologică a comunei Luciu este definită de două complexe acvifere majore, cu roluri și implicații fundamental diferite pentru planificarea teritorială: un acvifer freatic superficial, vulnerabil și cu impact direct asupra construcțiilor, și acvifere de adâncime, captive, cu rol de resursă strategică de apă. Problema constă în a delimita și caracteriza aceste strate pentru a înțelege dinamica apelor subterane. Consecința este definirea unui model conceptual care stă la baza evaluării riscurilor și a managementului resurselor de apă, model ce impune o abordare diferențiată a protecției și utilizării acestora.

Acviferul freatic este cantinat în depozitele permeabile de nisip fin și pietriș de la baza pachetului de loess sau direct în aluviunile râului Călmățui. Grosimea sa variază considerabil, de la 2-3 metri pe interfluvii la peste 5-8 metri în luncă. Baza acestui acvifer este formată de complexul de argile

compacte de Mostiștea, interceptat în foraje precum F1 [X07, Yo8] și F4 [X10, Yo6] la adâncimi de 10-12 metri. Acest strat argilos acționează ca o barieră hidrodinamică (acvitard), separând acviferul freatic de stratele de adâncime și controlându-i regimul de curgere. Productivitatea acestui acvifer este redusă spre medie, fiind totuși sursa principală pentru fântânile locale, dar și foarte sensibil la perioadele de secetă, când nivelul său poate scădea semnificativ. Vulnerabilitatea sa la contaminare este ridicată, deoarece este alimentat direct din precipitații și nu este protejat de strate impermeabile la partea superioară.

Sub acest strat argilos, la adâncimi de peste 20-30 de metri, se dezvoltă acviferele captive din complexul marnos-nisipos cunoscut ca Stratele de Frățești. Acestea sunt formate dintr-o alternanță de nisipuri și pietrișuri de înaltă permeabilitate, aflate sub presiune. Fiind izolate de suprafață, aceste acvifere sunt surse de apă de calitate superioară, protejate de contaminarea antropică. Ele sunt exploatate, de regulă, prin foraje de mare adâncime pentru irigații sau alimentare industrială și reprezintă o resursă strategică pe termen lung pentru comună. Din perspectiva PUG, distincția este critică: acviferul freatic impune constrângeri directe și imediate pentru proiectarea subsolurilor, fundațiilor și rețelelor edilitare, în timp ce acviferele de adâncime necesită o politică de protecție pe termen lung. Protejarea integrității stratului argilos separator împotriva unor intervenții inadecvate, precum foraje neconforme sau fundații pe piloți de mare adâncime proiectați necorespunzător, este o măsură de precauție esențială pentru a preveni contaminarea încrucișată.

5.2. Nivelul piezometric și hidroizohipse

CONSTATAREA FACTUALĂ este că adâncimea nivelului apei subterane variază semnificativ pe teritoriul comunei, de la peste 10 metri pe platourile loessoide la sub 3 metri în lunca râului Călmățui.

PROBLEMA generată de această variabilitate este existența unor constrângeri geotehnice diferite, care necesită soluții de fundare adaptate și impun regimuri de construire distincte.

CONSECINȚA este elaborarea hărții hidroizohipselor, un instrument esențial care cartografiază suprafața piezometrică și indică atât adâncimea apei, cât și direcția generală de curgere.

Pe platourile interfluviale, care corespund Unității Geotehnice 1 (UG1) și unde se află o mare parte din intravilan, adâncimea apei este considerabilă, depășind în general 8-12 metri. Forajul F4,

executat în KILOCAROU [X10, Yo6], a interceptat apa la -10,50 m, o condiție favorabilă care elimină riscurile directe asupra fundațiilor construcțiilor fără subsol. În lunca Călmățuiului (UG3), situația este critică: nivelul apei se află la doar 1-3 metri adâncime. Forajul F6, amplasat în HECTACAROU [Xo9, Yo8] · ($\Delta X=400$ m, $\Delta Y=600$ m), a întâlnit apa la -2,80 m, o adâncime care impune restricții severe de construire, face execuția subsolurilor extrem de dificilă și costisitoare și crește riscul de lichefiere. Variațiile sezoniere ale nivelului, care pot atinge 1,0-1,5 metri, trebuie luate în considerare la proiectare, utilizând nivelul maxim prognozat ca referință pentru orice calcul de stabilitate sau de proiectare a sistemelor de drenaj.

Harta hidroizohipselor, elaborată pe baza datelor din foraje și a măsurătorilor din fântâni, indică o direcție de curgere generală de la Nord-Vest spre Sud-Est, convergentă către albia râului Călmățui, care funcționează ca un dren natural pentru întregul sistem acvifer. Această informație este crucială pentru analiza riscului de poluare, permițând modelarea transportului contaminanților de la sursă (ex: zone agricole, fose septice) către zonele vulnerabile, cum ar fi puțurile de alimentare cu apă sau ecosistemele acvatice din lunca Călmățuiului. Cunoașterea detaliată a regimului piezometric este, așadar, indispensabilă pentru o planificare responsabilă, cu implicații directe asupra siguranței construcțiilor, a protecției resurselor de apă și a definirii reglementărilor din RLJ.

5.3. Chimismul apei subterane

CONSTATAREA PRINCIPALĂ este că apele subterane din acviferul freatic se încadrează, din punct de vedere chimic, în tipul bicarbonat-calcic, cu o agresivitate față de betoane în general slabă sau inexistentă.

PROBLEMA identificată, cu impact direct asupra sănătății publice, este prezența nitraților în concentrații care, în unele fântâni din intravilan, se apropie de limita maximă admisă pentru apa potabilă (50 mg/l), semnalând o presiune antropică semnificativă.

CONSECINȚA ESTE DUBLĂ: necesitatea de a acorda atenție la alegerea tipului de ciment în zonele cu agresivitate slabă și urgența implementării unor măsuri de protecție a surselor de apă prin reglementări urbanistice clare.

Analizele fizico-chimice efectuate pe probele de apă prelevate din forajele F2, F6, F8 și din fântâni indică o mineralizație totală redusă spre medie, caracteristică apelor freatice din zone de câmpie.

Agresivitatea față de beton, determinată conform normativului C 16-84, este în majoritatea cazurilor slabă, ceea ce permite utilizarea cimenturilor uzuale pentru majoritatea fundațiilor. Totuși, local, în special în Unitatea Geotehnică 3 (lunca Călmățuiului), concentrația de ioni sulfat poate impune utilizarea unor cimenturi cu rezistență sporită la sulfați (de tip SR), o recomandare ce trebuie specificată în studiile geotehnice de detaliu. Rezultatele detaliate ale analizelor și încadrarea în clasele de agresivitate sunt centralizate într-un tabel sintetic, inclus în anexele tehnice ale studiului.

Contaminarea cu nitrați, care depășește în unele cazuri pragul de alertă, constituie un risc direct pentru sănătatea publică și confirmă vulnerabilitatea acviferului freatic la poluarea de la suprafață. Această constatare impune reglementări stricte în PUG privind managementul apelor uzate menajere (promovarea sistemelor de canalizare și a foselor septice conforme) și al practicilor agricole (gestionarea îngrășămintelor și a dejecțiilor). Caracterizarea chimică a apei oferă, astfel, argumente tehnice solide atât pentru inginerii constructori, în alegerea materialelor, cât și pentru autoritățile de sănătate publică și de mediu, în fundamentarea politicilor de protecție.

5.4. Relația cu rețeaua hidrografică de suprafață

CONSTATAREA este că interacțiunea dintre apele subterane și râul Călmățui este una directă și bidirecțională, definind un sistem hidrologic unitar, o realitate fizică ce nu poate fi ignorată în planificare.

PROBLEMA constă în faptul că această conexiune strânsă facilitează transferul rapid al riscurilor: viiturile râului pot ridica nivelul freatic, amplificând riscul geotehnic, iar poluanții pot migra dintr-un sistem în celălalt, cu impact asupra ecosistemelor și sănătății.

CONSECINȚA pentru planificare este că managementul resurselor de apă și al riscurilor nu poate fi făcut sectorial, ci trebuie să abordeze integrat cele două componente, subterană și de suprafață.

În regim hidrologic natural, acviferul freatic alimentează debitul de bază al râului Călmățui, direcția de curgere subterană fiind convergentă către albie, conform hărții hidroizohipselor. Râul acționează ca un dren natural. În timpul viiturilor, însă, relația se inversează: nivelul crescut al râului induce o reîncărcare rapidă a acviferului în zona de luncă, provocând o creștere a nivelului piezometric. Acest fenomen poate agrava efectele inundațiilor prin apariția de băltiri în zone depresionare și prin umezirea și slăbirea terenului de fundare. Balta Luciu, situată în



KILO_CAROURILE [X09, Y08] și [X09, Y09], funcționează ca o fereastră piezometrică, nivelul său oglindind direct starea acviferului freatic. Aceasta face ca ecosistemul său, parte a sitului Natura 2000, să fie extrem de sensibil la orice modificare a regimului hidrogeologic, fie ea naturală sau antropică.

Această interconectare creează căi rapide de propagare a contaminanților. O poluare accidentală pe râu, de exemplu o deversare de hidrocarburi, poate afecta rapid calitatea apei din fântânile din luncă. Invers, poluanții din agricultură (nitrați, pesticide), aplicați în KILO_CAROURI precum [X10, Y07], migrează lent prin subteran și se descarcă în râu, afectându-i calitatea pe termen lung. Această dinamică complexă impune o abordare integrată a monitorizării și a măsurilor de protecție, recunoscând că siguranța construcțiilor, calitatea apei potabile și sănătatea ecosistemului acvatic depind de gestionarea prudentă și unitară a întregului sistem hidrologic al comunei Luciu.

6. Identificarea Hazardelor Geotehnice

CONSTATAREA FACTUALĂ, fundamentată pe corelarea datelor litologice din forajele de referință (F1-F8) cu contextul seismic regional, este că teritoriul comunei Luciu prezintă trei hazarde geotehnice majore cu distribuție spațială distinctă:

1. tasarea la umezire a depozitelor loessoide,
2. potențialul de umflare-contrație al stratelor de argilă
3. riscul de lichefiere a depozitelor nisipoase saturate în condiții seismice.

PROBLEMA CLARĂ constă în necesitatea de a cuantifica preliminar și a reprezenta spațial aceste hazarde, conform metodologiilor legale, pentru a stabili o bază factuală solidă.

CONSECINȚA PENTRU PUG este că această analiză devine fundamentul pentru zonificarea geotehnică și elaborarea reglementărilor urbanistice, asigurând că dezvoltarea viitoare va fi adaptată la constrângerile naturale.

Metodologia de lucru a implicat o analiză aprofundată a datelor colectate din cele 8 foraje geotehnice de referință (F1-F8), corelată cu modelul geologic și hidrogeologic. Pentru fiecare tip de hazard, s-au aplicat criterii de evaluare specifice, extrase din normativele tehnice în vigoare. "Normativul NP 074/2014 stabilește criteriile pentru identificarea pământurilor sensibile la umezire, iar Codul de proiectare seismică P100-1/2013 oferă metodologia pentru evaluarea potențialului de lichefiere." [paraphrase: Diverse, "Reglementări tehnice în construcții", Normative tehnice, 2013-2014]. Instrumentele GIS au fost utilizate pentru a interpola datele punctuale și pentru a genera hărți de hazard continue pe întregul teritoriu administrativ, fiecare hartă fiind însoțită de o descriere a gradului de încredere și a limitelor de aplicabilitate, oferind astfel o diagnoză tehnică, non-normativă, a problemicii.

6.1. Hazardul la tasare (inclusiv prin umezire)

CONSTATAREA fundamentală este că hazardul la tasare prin umezire reprezintă cel mai extins și semnificativ risc geotehnic pe teritoriul comunei Luciu, afectând toate zonele acoperite de depozite loessoide (Unitățile Geotehnice UG1 și UG2).

PROBLEMA CENTRALĂ este prezența pământurilor sensibile la umezire (PSU), care, în condiții de umiditate naturală scăzută, prezintă o structură macroporică stabilă, dar care suferă o tasare suplimentară bruscă și semnificativă la o eventuală umezire sub încărcare.

CONSECINȚA DIRECTĂ pentru orice construcție fundată pe astfel de terenuri este riscul de tasări diferențiate majore, care pot duce la apariția de fisuri și, în cazuri extreme, la avarierea structurală. "Analizele de laborator efectuate pe probele prelevate confirmă acest potențial, indicând valori ale tasării specifice la umezire (im) de peste 2%, pragul care, conform normativului NP 074-2014, definește un pământ ca fiind sensibil la umezire." [paraphrase: NP 074-2014, "Normativ privind documentațiile geotehnice pentru construcții", Capitolul 7, MDRAP, 2014].

Investigațiile de teren au relevat o distribuție spațială largă a acestor depozite problematice. Pe platourile interfluviale, corespunzătoare KILOCAROURILOR [X09, Y06], [X10, Y07] și [X11, Y08], grosimea pachetului de loess depășește frecvent 8-10 metri, așa cum indică forajele F4 și F7. În aceste areale, hazardul la tasare este considerat ridicat, deoarece o sursă de umiditate (provocată de avarii la rețelele de apă, management defectuos al apelor pluviale sau irigații) poate afecta o grosime considerabilă de teren compresibil. În zonele de versant (UG2), cum ar fi în KILOCAROU [X08, Y10], deși grosimea loessului se reduce la 2-6 metri, riscul rămâne semnificativ, fiind uneori agravat de pantele care favorizează acumularea apei la baza construcțiilor. Doar în lunca Călmățuiului (UG3) acest tip de hazard dispare, fiind înlocuit însă de alte riscuri.

Cuantificarea preliminară a hazardului s-a realizat prin elaborarea unei hărți de hazard la tasare prin umezire, care clasifică teritoriul în clase de risc (mediu, ridicat). Criteriile de clasificare au fost grosimea stratului de PSU, adâncimea nivelului freatic și valoarea tasării specifice la umezire (im). Harta rezultată indică un hazard ridicat în UG1 și un hazard mediu în UG2. Această cartografiere are implicații directe asupra PUG: pentru zonele cu hazard ridicat și mediu, orice autorizație de construire va trebui condiționată de realizarea unui studiu geotehnic de detaliu care să analizeze specific acest fenomen și să propună măsuri de fundare adecvate. Mecanismul de producere a tasării este legat de ruperea legăturilor slabe de carbonat de calciu dintre particulele de praf, în momentul infiltrării apei, proces ce duce la o rearanjare bruscă și la o îndesare a pământului. Implicațiile pentru viitoarele dezvoltări sunt clare: orice construcție nouă amplasată în UG1 și UG2 trebuie proiectată pornind de la premisa existenței acestui hazard, prin adoptarea de fundații rigide și implementarea unui sistem riguros de colectare a apelor.

6.2. Hazardul la umflare-contrație (argile active)

CONSTATAREA analizelor de laborator este că hazardul la umflare-contrație este prezent, dar localizat, fiind asociat în principal cu Unitățile Geotehnice UG2 și UG3, unde complexul de argile de Mostiștea se află la adâncimi relativ mici.

Problema este generată de prezența argilelor active, pământuri care își modifică semnificativ volumul în funcție de variațiile de umiditate: se umflă la umezire și se contractă la uscare. Consecința este inducerea de mișcări ciclice asupra fundațiilor superficiale, care pot provoca fisuri în pereți și o stare de degradare progresivă. Analizele de laborator pe probele din forajele F6 și F8 au indicat indici de plasticitate (IP) ce depășesc 25-30%, încadrând aceste pământuri în categoria argilelor cu potențial de umflare mediu spre ridicat.

Acest hazard este direct legat de variațiile climatice sezoniere. Pe teritoriul comunei Luciu, fenomenul este cel mai probabil să apară în HECTA_CAROURILE adiacente Bălții Luciu, de exemplu în [X09, Y08] · ($\Delta X=300$ m, $\Delta Y=500$ m) și ($\Delta X=400$ m, $\Delta Y=600$ m), unde forajul F6 a relevat prezența argilelor plastice chiar de la suprafață.

6.3. Hazardul la lichefiere (context seismic)

CONSTATAREA esențială este că hazardul la lichefiere reprezintă cel mai sever risc geotehnic pentru comuna Luciu, datorită contextului seismic (acelerația de proiectare $a_g = 0,20g$) și a condițiilor litologice și hidrogeologice favorizante.

PROBLEMA constă în posibilitatea ca stratele de nisip fin, saturate cu apă și cu îndesare redusă, să își piardă brusc rezistența la forfecare în timpul unui cutremur, comportându-se ca un lichid.

CONSECINȚELE unui astfel de fenomen sunt catastrofale, mergând de la tasări diferențiate majore la cedarea completă a capacității portante a fundațiilor și înclinarea sau scufundarea clădirilor.

Condițiile favorizante pentru producerea lichefierii sunt îndeplinite în special în Unitatea Geotehnică 3 (lunca râului Călmățui). Aici, forajele F6 și F8 au interceptat strate de nisip fin-mediu, cu grosimi de 2-4 metri, la adâncimi mici, sub un nivel freatic situat la doar 1-3 metri. Suprapunerea acestor condiții în KILO_CAROURILE [X08, Y09] și [X09, Y09] definește un



perimetru cu risc ridicat la lichefiere. Evaluarea preliminară, transpusă într-o hartă de hazard, confirmă că zona de luncă (UG3) se încadrează în clasa de hazard ridicat. Implicațiile pentru PUG sunt drastice: pentru zonele cartografiate cu risc ridicat se impun măsuri severe de restricție, de la interdicția totală de construire pentru funcțiuni critice (locuințe, școli, spitale), până la condiționarea oricărei construcții noi de realizarea unor studii geotehnice extrem de complexe și adoptarea unor soluții de fundare foarte costisitoare (fundații pe piloți de mare adâncime, îmbunătățirea terenului prin vibrocompactare sau coloane de balast).

7. ZONIFICAREA GEOTEHNICĂ A TERITORIULUI: DE LA RISC LA REGLEMENTARE

CONSTATAREA FACTUALĂ fundamentală este că teritoriul administrativ al comunei Luciu se clasifică în trei categorii principale de construibilitate, derivate direct din sinteza hazardelor geotehnice prezentată în capitolul anterior: o zonă extinsă cu construibilitate condiționată (Clasa II), o zonă restrânsă cu construibilitate dificilă și restricții severe (Clasa III) și o zonă practic inexistentă cu construibilitate favorabilă (Clasa I).

PROBLEMA CENTRALĂ este că peste 85% din teritoriu se încadrează în zona condiționată, dominată de prezența depozitelor de loess sensibile la umezire (PSU), ceea ce impune o abordare precaută și normată a oricărei noi dezvoltări.

CONSECINȚA DIRECTĂ pentru Planul Urbanistic General (PUG) este necesitatea de a introduce în Regulamentul Local de Urbanism (RLU) un set de reguli specifice pentru fiecare zonă, care să condiționeze autorizarea construcțiilor de respectarea unor măsuri tehnice obligatorii, asigurând siguranța pe termen lung a fondului construit. Acest capitol reprezintă puntea de legătură esențială între diagnosticul tehnic și actul administrativ de planificare, transformând hărțile de hazard într-un instrument de reglementare operațional și opozabil.

7.1. Criterii de Zonificare și Definirea Claselor de Construibilitate

CONSTATAREA de bază este că fiecărei clase de hazard geotehnic cumulat, definită în capitolul 6.4, i se poate asocia o clasă de construibilitate, transformând analiza de risc într-un instrument decizional.

PROBLEMA OPERAȚIONALĂ a constat în definirea unor praguri clare pentru această asociere, ancorate în normativele tehnice și în bunele practici ingineresti.

CONSECINȚA este stabilirea a trei clase de construibilitate, care vor sta la baza reglementărilor din PUG, fiecare clasă impunând un regim tehnic diferit și asigurând respectarea condițiilor naturale ale amplasamentului.

Acest proces de clasificare reprezintă un pas fundamental în operaționalizarea concluziilor studiului geotehnic, aliniindu-se la principiile de prevenție și precauție stipulate de legislația

privind calitatea în construcții (Legea nr. 10/1995) și de metodologiile de management al riscurilor (HG 588/2023). Ierarhizarea teritoriului în funcție de gradul de dificultate la construire permite o planificare rațională și transparentă, ghidând investițiile publice și private către zone mai sigure și stabilind un cadru predictibil pentru dezvoltatori. Încadrarea unui teren într-una din aceste clase va genera condiționări specifice în certificatul de urbanism, precum obligativitatea efectuării unui studiu geotehnic aprofundat. Principiul de bază este proporționalitatea între nivelul de risc și rigoarea cerințelor de proiectare:

- **Clasa I - Zonă cu Construibilitate Favorabilă:** Corespunde zonelor cu hazard geotehnic cumulat Redus sau Neglijabil. În aceste areale, terenul de fundare este competent, riscurile naturale sunt absente sau au o intensitate foarte redusă, iar construcțiile se pot realiza cu soluții de fundare standard, fără măsuri speciale. Pe teritoriul comunei Luciu, această zonă este practic inexistentă, nefiind identificate perimetre care să îndeplinească simultan aceste condiții.
- **Clasa II - Zonă cu Construibilitate Condiționată:** Corespunde zonelor cu hazard geotehnic cumulat Mediu sau Ridicat (Unitățile Geotehnice UG1 și UG2), unde hazardele identificate (tasare la umezire, umflare-contrație) pot fi gestionate și mitigate prin măsuri de proiectare și execuție specifice, cu costuri considerate rezonabile în raport cu valoarea investiției. Construirea este permisă, dar este strict condiționată de respectarea acestor măsuri.
- **Clasa III - Zonă cu Construibilitate Dificilă (Restricții Severe):** Corespunde zonelor cu hazard geotehnic cumulat Foarte Ridicat (Unitatea Geotehnică UG3), unde riscurile cumulate (lichefiere seismică, inundații, pământuri slabe) fac construcția contraindicată pentru majoritatea funcțiunilor. Măsurile tehnice necesare pentru a anula riscurile sunt excepționale și au costuri prohibitive, ceea ce justifică instituirea unui regim de interdicție sau de restricționare drastică.

Hazard Geotehnic Cumulat	Unitate Geotehnică	Clasă de Construibilitate	Regim Tehnic de Bază
Mediu	UG1	Clasa II (Condiționată)	Construire permisă cu măsuri obligatorii de prevenire a umezirii terenului de fundare

Hazard Geotehnic Cumulat	Unitate Geotehnică	Clasă de Construibilitate	Regim Tehnic de Bază
			(PSU), specificate în studiul geotehnic de detaliu.
Ridicat	UG2	Clasa II (Condiționată)	Construire permisă cu măsuri combinate pentru gestionarea PSU și a argilelor active, conform studiului geotehnic.
Foarte Ridicat	UG3	Clasa III (Restricții Severe)	Interdicție de construire pentru majoritatea funcțiunilor cu caracter permanent, datorită riscurilor cumulate de lichefiere, inundații și tasări.

7.2. Descrierea zonelor favorabile și condiționate

CONSTATAREA PRINCIPALĂ este că zona cu construibilitate condiționată (Clasa II) este cea mai extinsă, acoperind peste 85% din suprafața comunei Luciu și suprapunându-se peste Unitățile Geotehnice UG1 și UG2.

PROBLEMA FUNDAMENTALĂ este prezența la suprafață a unui pachet de loess cu o grosime variabilă, de la 2 la peste 10 metri, pământ clasificat ca fiind sensibil la umezire (PSU).

CONSECINȚA este că orice construcție fundată direct pe acest strat este expusă riscului de tasări diferențiate la o eventuală umezire accidentală, impunând măsuri preventive obligatorii care trebuie transpuse în mod explicit în Regulamentul Local de Urbanism (RLU).

Arealul geografic al acestei zone include majoritatea intravilanului existent și propus. KILOCAROURILE [X09, Y06], [X10, Y07] și [X11, Y08] sunt integral în această zonă, cu grosimi ale loessului ce depășesc 8 metri, confirmate de forajele F4 și F7. În aceste perimetre, orice autorizație de construire va include condiționări clare privind adâncimea de fundare, tipul de fundație și managementul apelor. În zonele de tranziție (UG2), cum ar fi în KILOCAROUL [X08,

Y10], pe lângă hazardul la tasare, apare și potențialul de umflare-contrație al argilei, necesitând măsuri suplimentare.

Unitate Geotehnică	Condiționări Specifice în Clasa II	Justificare Normativă Principală
UG1 (Platouri)	Studiu geotehnic obligatoriu (NP 074/2014); Fundatii rigide (continue sau radier); Management strict al apelor pluviale și edilitare (evitarea infiltrațiilor).	NP 112-2014, Cap. 7
UG2 (Tranziție)	Măsurile de la UG1, plus: Fundare sub adâncimea de variație sezonieră a umidității (recomandat min. 1,80 m pentru a atenua efectele argilelor active).	NP 112-2014, Cap. 8

Practic, pentru orice construcție propusă în Clasa II, reglementările urbanistice vor impune, prin referire la avizul tehnic al studiului geotehnic:

1. **Realizarea unui studiu geotehnic de detaliu**, conform NP 074/2014, care să confirme stratificația și să determine cantitativ parametrii de tasare/umflare specifici amplasamentului.
2. **Adoptarea unei soluții de fundare rigide**, precum fundatii continue din beton armat, legate pe ambele direcții, sau radiere generale, pentru a asigura preluarea și redistribuirea uniformă a eventualelor tasări diferențiate.
3. **Implementarea unui sistem riguros de colectare și evacuare a apelor meteorice** de pe acoperiș și platforme, precum și **măsuri de protecție a rețelelor edilitare** (apă, canalizare) pentru a preveni pierderile și infiltrațiile în teren.

În cadrul RLU, aceste cerințe vor fi transpuse în articole specifice care condiționează autorizarea de construire de includerea în proiectul tehnic a acestor măsuri. Deși analizele nu au identificat niciun perimetru cu construibilitate favorabilă (Clasa I), această realitate geotehnică trebuie să devină o premisă fundamentală în strategia de dezvoltare a localității, transmitând mesajul clar că întregul teritoriu construibil necesită o abordare inginerescă atentă și responsabilă.

7.3. Descrierea zonelor cu restricții severe (construire dificilă)

CONSTATAREA CENTRALĂ este că zona cu restricții severe de construire (Clasa III) se suprapune integral peste lunca inundabilă a râului Călmățui (UG3), reprezentând arealul cu cele mai complexe și severe riscuri cumulate.

PROBLEMA FUNDAMENTALĂ este cumularea a trei hazarde majore: riscul foarte ridicat de lichefiere seismică (cu a_g de 0,20g), riscul la inundații și prezența unor pământuri de fundare slabe și compresibile.

CONSECINȚA este că orice construcție în acest perimetru implică riscuri inacceptabile pentru siguranța vieții și a proprietăților, precum și costuri disproporționate pentru măsurile de protecție, impunând instituirea unui regim de construire extrem de restrictiv prin RLU.

Perimetrul afectat include Balta Luciu și KILO_CAROURILE [Xo8, Yo9], [Xo9, Yo9] și [Xo9, Yo8]. Datele din forajele F6 și F8 confirmă condițiile extrem de dificile: nivel freatic la sub 3 metri adâncime, subtraversând un pachet de 4 metri de nisip fin, afânat și saturat, urmat de argile plastice compresibile. Implicația directă este recomandarea interdicției totale pentru majoritatea funcțiunilor.

Funcțiune	Regim Tehnic în Clasa III	Justificare Principală
Locuințe, funcțiuni publice, unități economice	Interzis	Risc inacceptabil la lichefiere, inundații și costuri prohibitive de fundare.
Construcții provizorii, anexe agricole (fără animale)	Admis excepțional, cu studiu geotehnic special care demonstrează că soluțiile de fundare (ex: pe piloți) anulează complet riscurile.	Caracter reversibil și impact redus.
Infrastructură (poduri, lucrări hidrotehnice)	Admis excepțional, condiționat de studiu geotehnic special, avize de la ANAR și soluții de fundare de mare adâncime (piloți), justificate ca utilitate publică.	Necesitate de asigurare a conectivității și protecției, cu măsuri ingineresti excepționale.



Justificarea tehnică a acestor restricții este solidă. Măsurile necesare pentru a contracara riscurile cumulate—precum supraînălțarea platformei de construire cu câțiva metri, fundarea pe piloți de mare adâncime încastrați în stratul portant de la -10...-12 metri și realizarea de incinte etanșe—ar depăși, în majoritatea cazurilor, valoarea economică a construcției în sine. Astfel, decizia cea mai rațională și responsabilă este de a menține această zonă ca un spațiu natural neconstruit, valorificându-i funcțiile ecologice (sit Natura 2000 "Valea Călmățuiului") și hidrologice (câmp de inundație pentru atenuarea viiturilor). Această delimitare clară a unei zone de "non-aedificandi" pentru funcțiuni permanente reprezintă una dintre cele mai importante contribuții ale studiului la fundamentarea unui PUG durabil și rezilient pentru comuna Luciu.

8. ANALIZA RISCURILOR NATURALE CONEXE (SEISM, INUNDAȚII, ALUNECĂRI)

CONSTATAREA FACTUALĂ principală este că teritoriul comunei Luciu este supus unor riscuri externe semnificative, pe lângă hazardele geotehnice intrinseci, precum riscul seismic, datorită proximității zonei Vrancea, și riscul la inundații, generat de râul Călmățui.

PROBLEMA CLARĂ constă în intercondiționarea acestor riscuri, care pot genera efecte cumulative și pot crește exponențial nivelul de vulnerabilitate.

CONSECINȚA DIRECTĂ pentru Planul Urbanistic General (PUG) este obligativitatea de a institui reglementări care să gestioneze aceste riscuri într-o manieră integrată, pentru a asigura o dezvoltare durabilă și rezilientă, conform metodologiilor aprobate prin Hotărârea de Guvern nr. 588/2023.

Această analiză corelează datele de hazard seismic din normativul P100-1/2013, datele hidrologice de la Administrația Națională "Apele Române" și datele geotehnice proprii, pentru a identifica zonele cu riscuri cumulate. Arealul critic identificat este lunca Călmățuiului, în special în KILO_CAROURILE [Xo8, Yo9] și [Xo9, Yo9], unde hazardul la inundații se suprapune cu cel de lichefiere seismică. Analiza are un caracter diagnostic, cartografiind problemele fără a intra în detaliile de proiectare a lucrărilor de apărare sau a soluțiilor de consolidare.

8.1. Riscul Seismic și Implicațiile Geotehnice

CONSTATAREA FACTUALĂ principală este că teritoriul comunei Luciu se află sub incidența directă a hazardului seismic generat de zona Vrancea, având o valoare a accelerației de vârf a terenului pentru proiectare (ag) de 0,20g, pentru un interval mediu de recurență de 225 de ani, conform P100-1/2013.

PROBLEMA nu este mișcarea seismică în sine, ci interacțiunea acesteia cu condițiile geotehnice locale, care poate induce fenomene de amplificare și, mai grav, de pierdere a stabilității terenului.

CONSECINȚA pentru PUG este necesitatea de a reglementa construcțiile și din punct de vedere geotehnic, prin impunerea de măsuri specifice în zonele susceptibile la hazarde induse de cutremur.

Principalul hazard geotehnic indus seismic este lichefierea stratelor de nisip, un fenomen care constă în pierderea bruscă a rezistenței la forfecare a pământurilor nisipoase saturate. Analiza a relevat prezența simultană a celor trei factori critici în Unitatea Geotehnică 3 (lunca Călmățuiului):

1. hazard seismic ridicat ($a_g=0,20g$); 2
2. prezența unor strate de nisip fin, afânat, cu grosimi de 2-4 metri, identificate în forajele F6 și F8;
3. un nivel freatic foarte apropiat de suprafață (1-3 metri). Suprapunerea acestor condiții în KILO_CAROURILE [Xo8, Yo9] și [Xo9, Yo9] definește o zonă cu risc de lichefiere foarte ridicat. Implicațiile pentru planificare sunt severe: Regulamentul Local de Urbanism (RLU) va trebui să instituie restricții drastice, mergând până la interdicția de construire pentru clădirile cu grad ridicat de risc (locuințe colective, școli) și pentru infrastructura critică. Orice excepție va fi condiționată de studii geotehnice complexe (CPTu, SPT) și de adoptarea unor soluții de fundare excepționale (piloți de mare adâncime, îmbunătățirea terenului), ale căror costuri sunt, în general, prohibitive

Un alt efect seismic relevant este amplificarea locală. Pachetul gros de depozite sedimentare moi poate amplifica semnificativ accelerațiile seismice. Deși studiul de față nu include o analiză de răspuns seismic, se recomandă ca, pentru construcțiile de importanță I și II, studiile geotehnice să includă obligatoriu o astfel de analiză. Interacțiunea dintre hazardul seismic și stabilitatea malurilor râului Călmățui este, de asemenea, critică. Un cutremur poate acționa ca factor declanșator pentru alunecări, în special în sectoarele abrupte și saturate din KILO_CAROURILE [Xo7, Yo10] și [X11, Yo9]. RLU va trebui să definească o zonă de protecție de-a lungul malurilor, ținând cont de acest risc cumulat.

8.2. Riscul la Inundații și Interacțiunea cu Terenul de Fundare

CONSTATAREA FACTUALĂ este că riscul la inundații, generat de râul Călmățui, reprezintă un hazard major și recurent.

PROBLEMA nu se rezumă la pagubele directe, ci implică și consecințe geotehnice complexe.

CONSECINȚA PENTRU PUG este obligativitatea legală de a transpune în reglementări hărțile de hazard la inundații, instituind restricții clare de construire.

Conform datelor oficiale, lunca Călmățuiului este expusă inundațiilor. "Planul de Management al Riscului la Inundații (aprobat prin H.G. nr. 886/2023) constituie sursa oficială pentru delimitarea zonelor inundabile." [paraphrase: A.N. 'Apele Române' - Administrația Bazinală de Apă Buzău-Ialomița, "Adresa nr. 15201/18.09.2025", 2025]. Zona inundabilă pentru viitura cu probabilitatea de 1%, referință pentru interdicția locuințelor noi, acoperă integral Unitatea Geotehnică 3, în KILO_CAROURILE [Xo8, Yo9] și [Xo9, Yo9].

Interacțiunea dintre inundații și teren este complexă. Saturația prelungită reduce drastic caracteristicile de rezistență ale pământurilor, scăzând capacitatea portantă. Retragera apelor poate declanșa instabilitatea malurilor. De asemenea, viiturile ridică nivelul freatic în întreaga luncă, exacerband riscul de lichiefiere și putând duce la inundarea subsolurilor. Chiar și cu lucrări de apărare, constrângerile geotehnice dictate de regimul hidrogeologic rămân valabile. Implicațiile pentru reglementările PUG sunt directe: pe lângă interdicțiile de construire în zona inundabilă la viitura de 1%, RLU va trebui să definească zone de protecție a malurilor. Orice construcție admisă excepțional va necesita studii geotehnice care să analizeze stabilitatea generală, incluzând efectul variațiilor de nivel al apei.

8.3. Riscul la Alunecări de Teren și Sinteza Riscurilor Conexe

CONSTATAREA este că, deși comuna Luciu este situată în câmpie, riscul la alunecări de teren se manifestă localizat, ca fenomene de instabilitate a malurilor râului Călmățui.

PROBLEMA este că aceste instabilități, deși locale, pot avea consecințe grave.

CONSECINȚA PENTRU PUG este necesitatea de a integra acest risc în analiza multi-risc și de a stabili, prin RLU, fâșii de protecție.

Mecanismul de producere este legat de eroziunea fluvială ("subspălare") și de variațiile de nivel ale apei. Fenomenul este mai pronunțat în sectoarele cu maluri înalte din materiale cu coeziune redusă. Inspecții în teren au identificat fenomene active în KILO_CAROURILE [Xo7, Y10] și [X11, Yo9]. Pentru a gestiona acest risc, PUG va institui o zonă de protecție a malurilor cu o lățime minimă de 15 metri de la marginea superioară a malului, în interiorul căreia orice construcție nouă va fi interzisă.



Harta de sinteză a riscurilor, elaborată prin suprapunerea în GIS a arealului riscului la inundații, a zonelor cu potențial de lichefiere și a celor cu risc de instabilitate a malurilor, evidențiază "punctele fierbinți" unde riscurile se cumulează. În lunca Călmățuiului, în KILO_CAROURILE [Xo8, Yo9] și [Xo9, Yo9], se suprapun riscul la inundații, lichefiere și instabilitatea malurilor, configurând o zonă cu vulnerabilitate maximă, corespunzătoare Zonei cu Restricții Severe (Clasa III) din zonificarea geotehnică. Această hartă oferă o justificare tehnică incontestabilă pentru reglementările restrictive propuse, demonstrând necesitatea unei abordări integrate a hazardelor.

9. VULNERABILITATEA LA POLUARE A RESURSELOR DE APĂ

CONSTATAREA FACTUALĂ principală este că acviferul freatic de pe teritoriul comunei Luciu prezintă o vulnerabilitate naturală ridicată la poluare, datorită litologiei predominant permeabile de la suprafață (loess, nisipuri) și a adâncimii reduse a nivelului apei subterane.

PROBLEMA CLARĂ este că această vulnerabilitate intrinsecă este suprapusă peste o presiune antropică semnificativă, dominată de poluarea difuză generată de activitățile agricole intensive.

CONSECINȚA DIRECTĂ pentru Planul Urbanistic General (PUG) este necesitatea stringentă de a institui un set de reglementări urbanistice care să gestioneze sursele de poluare și să protejeze activ resursele de apă, condiție esențială pentru asigurarea sănătății publice și a sustenabilității pe termen lung.

Acest capitol transpune diagnosticul tehnic într-un set de propuneri acționabile pentru Regulamentul Local de Urbanism (RLU), având ca scop final reducerea riscului de contaminare a apelor subterane. Analiza abordează direct corelația dintre utilizarea terenului și calitatea apei, oferind instrumente de planificare pentru o dezvoltare compatibilă cu protecția resurselor naturale. Se urmărește integrarea principiului precauției în toate deciziile de amenajare a teritoriului, recunoscând apa ca o resursă vitală, finită și vulnerabilă.

9.1. Surse de poluare (punctiforme și difuze)

CONSTATAREA FACTUALĂ esențială este că teritoriul comunei Luciu este supus la presiuni de poluare atât din surse difuze, cât și din surse punctiforme, cele difuze având o pondere covârșitoare.

PROBLEMA CLARĂ o constituie poluarea difuză cu nitrați și pesticide provenită din activitățile agricole, care se desfășoară pe aproximativ 6.500 de hectare și reprezintă sursa principală de risc pentru calitatea acviferului freatic.

CONSECINȚA DIRECTĂ pentru PUG este necesitatea de a reglementa practicile agricole în zonele vulnerabile, pentru a limita transferul de poluanți către pânza de apă subterană.

Poluarea agricolă difuză este generată de utilizarea îngrășămintelor pe bază de azot, în special în culturile extinse de porumb și grâu. Un excedent de nutrienți, nepreluat de plante, levișă prin sol și ajunge în pânza freatică. Această presiune este confirmată de analizele chimice ale apei, care indică valori ale nitraților ce se apropie de limita de potabilitate (50 mg/l) în unele fântâni din intravilan. Problema este accentuată în KILO_CAROURILE [X10, Yo7] și [X11, Yo8], unde activitățile agricole se desfășoară în proximitatea zonelor locuite, iar depozitele de loess cu permeabilitate medie facilitează infiltrarea poluanților.

Sursele punctiforme, deși mai reduse ca anvergură, prezintă un risc localizat, dar acut. În absența unui sistem centralizat de canalizare, majoritatea gospodăriilor utilizează fose septice individuale, dintre care o proporție semnificativă sunt neconforme și permit infiltrarea apelor uzate în sol. Aceasta reprezintă o sursă importantă de poluare cu nitrați, fosfați și de contaminare microbiologică, cu impact direct asupra sănătății populației. Alte surse punctiforme includ platformele neimpermeabilizate de depozitare a dejecțiilor animaliere și potențialele surse de contaminare istorică (foste depozite, rezervoare), care necesită investigații specifice.

Tip Sursă	Exemple Specifice	Poluanți Caracteristici	Localizare Probabilă (GRILA TKHC)
Difuză	Agricultură intensivă (fertilizare, pesticide)	Nitrați, Fosfați, Pesticide	Extravilan, în special UG1 ([X10,Yo7], [X11,Yo8])
Punctiformă	Fose septice neconforme	Nitrați, Fosfați, Bacterii, Viruși	Intravilan (satele Luciu și Caragele)
Punctiformă	Platforme de dejecții neimpermeabilizate	Substanțe organice, Nitrați	Zone cu gospodării individuale ([Xo9,Yo7], [X11,Yo9])
Punctiformă	Poluare istorică (foste depozite, rezervoare)	Hidrocarburi, Pesticide vechi	Perimetrele fostelor unități agricole (necesită investigații)

Implicațiile pentru PUG impun o abordare integrată. Pentru poluarea difuză, RLU va trebui să introducă "Bune practici agricole" obligatorii în zonele vulnerabile. Pentru sursele punctiforme,

PUG-ul trebuie să fundamenteze urgența realizării unui sistem centralizat de canalizare și epurare. Până atunci, RLU va impune reguli stricte pentru fosele septice.

9.2. Zone de Protecție Sanitară

CONSTATAREA este că, în prezent, pe teritoriul comunei nu există perimetre de protecție sanitară legal instituite pentru sursele de apă subterană, deși Legea Apelor nr. 107/1996 și HG 930/2005 impun acest lucru.

PROBLEMA este expunerea directă a surselor de apă potabilă la riscul de contaminare.

CONSECINȚA PENTRU PUG este necesitatea urgentă de a propune delimitarea acestor zone, împreună cu regimul de restricții aferent, ca parte integrantă a reglementărilor urbanistice.

Necesitatea instituirii acestor zone este o cerință fundamentală de sănătate publică. Se definesc trei tipuri de perimetre: cu regim sever (rază minimă 10 m), cu regim de restricții (rază minimă 50 m) și perimetrul de protecție hidrogeologică. Pentru comuna Luciu, se propune stabilirea unor perimetre standardizate pentru principalele surse publice (cișmele), care vor fi înscrise în planșele PUG și în RLU. În zona cu regim sever, orice construcție (cu excepția celor de întreținere) va fi interzisă. În zona de restricții, se va interzice amplasarea de latrine, fose septice sau depozite de gunoi de grajd. Suplimentar, RLU va reglementa distanța minimă obligatorie de 15 metri între o fântână individuală și orice sursă potențială de poluare.

9.3. Bune Practici Agricole și Implicații în RLU

CONSTATAREA că activitățile agricole sunt principala sursă de poluare difuză impune o reglementare specifică în cadrul PUG.

PROBLEMA este că practicile agricole intensive pot duce la contaminarea acviferului freatic cu nitrați și pesticide.

CONSECINȚA este necesitatea de a integra în RLU un capitol dedicat bunelor practici agricole, care să transforme recomandările generale în obligații urbanistice.

Cadrul general este oferit de Codul de Bune Practici Agricole. Măsurile propuse pentru RLU se concentrează pe trei direcții principale:

1. **Managementul îngrășămintelor:** Interzicerea aplicării pe terenuri înghețate și respectarea dozelor maxime recomandate.
2. **Managementul dejectiilor animaliere:** Obligatorietatea construirii de platforme impermeabilizate.
3. **Crearea de zone tampon:** Obligatorietatea menținerii unor fâșii de vegetație nefertilizate de-a lungul cursurilor de apă, cu o lățime minimă de 5-10 metri.

Implementarea acestor măsuri va fi legată de harta de vulnerabilitate. În zonele cu vulnerabilitate foarte ridicată (lunca Călmățuiului, KILO_CAROURILE [Xo8, Yo9] și [Xo9, Yo9]), regulile vor fi aplicate cu strictețe, putând fi introduse și restricții suplimentare.

Clasă de Vulnerabilitate	Măsuri Specifice în RLU
Foarte Ridicăță (UG3)	Aplicare strictă a Codului de Bune Practici Agricole, plus restricții suplimentare privind tipul culturilor și densitatea animalelor. Zone tampon de 10 m.
Ridicăță (UG2)	Aplicare obligatorie a Codului de Bune Practici Agricole. Zone tampon de 5-10 m.
Medie (UG1)	Aplicare obligatorie a Codului de Bune Practici Agricole.

Traducerea acestor bune practici în reglementări urbanistice este esențială pentru implementarea lor efectivă. Integrarea lor în RLU reprezintă o componentă esențială a strategiei de protecție a apelor, completând măsurile de protecție a surselor punctiforme cu o abordare a celei mai importante surse de poluare – cea difuză.

10. RECOMANDĂRI GENERALE PRIVIND CONSTRUIBILITATEA

CONSTATAREA FACTUALĂ că peste 85% din suprafața administrativă a comunei Luciu se încadrează în clasa de constructibilitate condiționată (Clasa II) este derivată din prezența dominantă a depozitelor de loess sensibile la umezire.

PROBLEMA CLARĂ este că, în absența unor reguli de construire adaptate, acest hazard geotehnic poate duce la avariarea pe scară largă a fondului construit.

CONSECINȚA DIRECTĂ pentru Planul Urbanistic General (PUG) este necesitatea de a transpune aceste constatări tehnice în principii de planificare acționabile și reglementări urbanistice clare, care să condiționeze dezvoltarea viitoare de adoptarea unor măsuri preventive obligatorii.

10.1. Principii de Construire în Zonele Condiționate

CONSTATAREA FACTUALĂ este că zona cu constructibilitate condiționată (Clasa II), care acoperă cvasitotalitatea teritoriului constructibil al comunei Luciu (Unitățile Geotehnice UG1 și UG2), este dominată de prezența pământurilor sensibile la umezire (PSU).

PROBLEMA tehnică este riscul de tasări diferențiate semnificative la umezirea accidentală a terenului de fundare, fenomen care poate compromite integritatea structurală a clădirilor.

CONSECINȚA PENTRU PUG este obligativitatea de a institui un regim tehnic prin care orice construcție nouă în acest perimetru să fie autorizată doar cu condiția implementării unor măsuri specifice de prevenire, transformând astfel un risc major într-unul gestionabil.

Principiul fundamental de construire în aceste zone este "controlul apei", orice strategie de dezvoltare trebuind să pornească de la premisa că umezirea terenului de sub fundații trebuie prevenită. Aceasta se traduce în următoarele reguli care vor fi integrate în Regulamentul Local de Urbanism (RLU):

1. **Obligativitatea studiului geotehnic de detaliu:** Nicio autorizație de construire nu va fi emisă fără un studiu geotehnic la nivel de parcelă, care să confirme stratificația, să

determine cantitativ tasarea specifică la umezire (i_m) și să recomande soluția de fundare adecvată, conform NP 074/2014.

2. **Managementul riguros al apelor pluviale:** RLU va impune ca proiectele tehnice să includă sisteme de colectare a apelor de pe acoperiș și evacuarea acestora la o distanță de minim 5 metri de clădire, în rețeaua de canalizare pluvială sau în sisteme de infiltrare controlată.
3. **Protecția rețelelor edilitare:** Toate rețelele subterane de apă și canalizare vor fi proiectate și executate pentru a fi perfect etanșe, impunându-se inspecții și probe de presiune periodice.

În zonele de tranziție (UG2), cum ar fi în KILO_CAROUL [Xo8, Y10], unde sub stratul de loess se află argile active, pe lângă controlul apei se impune și principiul "ancorării sub zona activă". RLU va specifica următoarele cerințe suplimentare:

- a) Adâncimea minimă de fundare: Fundațiile vor fi așezate sub adâncimea de variație sezonieră a umidității, la minim 1,80 metri, pentru a reduce influența ciclurilor de uscare-umezire.
- b) Fundații rigide: Se vor adopta soluții de fundare cu rigiditate sporită, precum fundații continue din beton armat, cu grinzi de rigidizare, sau radier generale.
- c) Trotuare perimetrale etanșe: Se va impune realizarea unor trotuare perimetrale late de minim 1,0 metru și cu pante de 3% spre exterior.

Unitate Geotehnică	Hazard Principal	Măsuri Obligatorii Specifice în RLU
UG1 (Platouri)	Tasare la umezire (PSU)	Studiu geotehnic obligatoriu (NP 074/2014); Fundații rigide (continue/radier); Management strict al apelor.
UG2 (Tranziție)	PSU + Argile active	Măsurile de la UG1, plus: Fundare sub adâncimea de variație sezonieră a umidității (recomandat minim 1,80 m).

10.2. Condiționări Urbanistice și Restricții de Construire

CONSTATAREA prezenței unor zone cu hazard geotehnic foarte ridicat (Clasa III de construibilitate) în lunca râului Călmățui impune introducerea unor restricții severe de construire. Problema clară este că dezvoltarea necontrolată în aceste areale, dominate de riscul la inundații și lichefiere seismică, ar crea o vulnerabilitate inacceptabilă pentru comunitate. Consecința pentru PUG este obligația de a transpune aceste zone cu risc maxim în planșele de reglementări ca "Zone cu Interdicție de Construire", asigurând protecția vieții umane și a investițiilor prin planificare preventivă.

Regimul tehnic pentru zonele cu restricții severe (UG3), cartografiate în KILO_CAROURILE [X08, Y09] și [X09, Y09], este cel mai drastic din RLU. Se stabilesc următoarele principii:

- 1. Interdicție totală pentru construcții cu caracter permanent:** Se interzice autorizarea oricăror construcții noi destinate locuirii, funcțiunilor publice, comerciale sau industriale.
- 2. Admiterea excepțională a anumitor funcțiuni:** Se pot admite, excepțional, construcții provizorii, anexe agricole care nu adăpostesc animale, sau lucrări de infrastructură, cu îndeplinirea cumulativă a unor condiții stricte: a. Prezentarea unui studiu geotehnic specializat care să analizeze detaliat riscul de lichefiere. b. Obținerea avizului de gospodărire a apelor, care să certifice că amplasamentul nu este afectat de inundații. c. Implementarea unor soluții de fundare de mare adâncime (piloți) sau de îmbunătățire a terenului.

Aceste condiționări transpun principiul precauției. Păstrarea acestor terenuri ca luncă inundabilă, pajiști sau zone umede îndeplinește un rol multiplu: ecologic (conservarea sitului Natura 2000), hidrologic (atenuarea viiturilor) și de siguranță.

Funcțiune	Regim Tehnic în Clasa III
Locuințe, funcțiuni publice, unități economice	Interzis
Construcții provizorii, anexe agricole ușoare	Admis excepțional, cu studiu geotehnic special care anulează riscurile.

Funcțiune	Regim Tehnic în Clasa III
Infrastructură (poduri, lucrări hidrotehnice)	Admis excepțional, cu studiu geotehnic special, avize (ANAR) și soluții de fundare de mare adâncime.

10.3. Recomandări pentru Amenajări și Lucrări de Terasament

CONSTATAREA faptului că particularitățile geotehnice ale comunei Luciu impun reguli stricte nu doar pentru fundații, ci și pentru toate lucrările de amenajare a teritoriului, este o premisă fundamentală. Problema este că lucrările de terasament executate necorespunzător pot deveni ele însele surse de hazard, declanșând tasări sau instabilități. Consecința pentru PUG este necesitatea de a include în RLU un set de principii obligatorii pentru toate intervențiile care modifică relieful sau regimul apelor.

Principiul de bază pentru orice lucrare de terasament pe depozite loessoide (UG1, UG2) este "protecția împotriva infiltrațiilor". RLU va include următoarele prevederi:

1. **Controlul umpluturilor:** Se interzice utilizarea pământurilor argiloase sau organice ca material de umplură. Se va impune utilizarea de materiale granulare (balast, piatră spartă) și compactarea acestora în straturi succesive, cu verificarea gradului de compactare conform normelor în vigoare.
2. **Stabilitatea săpăturilor:** Pentru orice săpătură cu adâncime mai mare de 1,5 metri, se va solicita o soluție tehnică de sprijinire sau taluzare, fundamentată pe un calcul de stabilitate.
3. **Managementul apelor în șantier:** Orice șantier trebuie să aibă un plan de colectare și evacuare a apelor meteorice.

Managementul apelor pluviale la nivelul întregii localități este o componentă critică. Recomandările pentru PUG includ:

- a) Proiectarea rețelei stradale cu pante de scurgere: Toate străzile noi sau modernizate vor fi proiectate cu pante care să direcționeze apa către rigole.
- b) Dezvoltarea sistemului de canalizare pluvială: PUG-ul trebuie să prevadă extinderea și modernizarea sistemului de canalizare pluvială.

- c) Promovarea soluțiilor de infiltrare controlată: În zonele fezabile, se pot promova soluții de management sustenabil al apelor pluviale (pavaje permeabile, grădini pluviale).

În zona de luncă (UG3), recomandările se concentrează pe limitarea impactului asupra regimului hidrogeologic. Orice rambleu de drum trebuie proiectat astfel încât să nu blocheze scurgerea apelor subterane.

Unitate Geotehnică	Recomandări Specifice pentru Lucrări de Amenajare
UG1, UG2	Protecție totală împotriva infiltrațiilor; controlul strict al umpluturilor (doar materiale granulare); management riguros al apelor pluviale.
UG3	Intervenții minime; lucrările de terasament nu trebuie să blocheze scurgerea apelor subterane; lucrări de epuismențe controlate pentru excavații.

11. RECOMANDĂRI SPECIFICE DE FUNDARE PE ZONE

CONSTATAREA prezenței pământurilor sensibile la umezire (PSU) pe cvasitotalitatea teritoriului constructibil al comunei Luciu impune o abordare tehnică condiționată a soluțiilor de fundare.

PROBLEMA CLARĂ este că fundarea directă convențională, fără măsuri de precauție, induce un risc inacceptabil de tasări diferențiate, cu potențial de avariere a construcțiilor.

CONSECINȚA pentru proiectarea de detaliu este necesitatea de a alege soluții de fundare adaptate, care fie izolează terenul de sub construcție de sursele de umiditate, fie transferă încărcările la strate de teren insensibile la variațiile de umiditate, decizii care trebuie fundamentate pe datele specifice fiecărei zone geotehnice.

Acest capitol traduce zonificarea geotehnică și analiza de hazard în recomandări tehnice acționabile, oferind un ghid pentru alegerea și proiectarea preliminară a fundațiilor în funcție de contextul geotehnic local. Discursul detaliază opțiunile constructive pentru fundațiile directe, stabilește criteriile de necesitate pentru fundațiile indirecte (pe piloți) și prezintă alternativele de îmbunătățire a terenului, corelând fiecare soluție cu hazardul specific pe care îl adresează. Recomandările nu înlocuiesc studiul geotehnic la nivel de parcelă, care rămâne obligatoriu pentru orice construcție nouă, ci stabilesc un cadru de referință care să asigure coerența și siguranța soluțiilor adoptate la nivelul întregii localități, definind un standard tehnic minim pentru viitoarele dezvoltări.

11.1. Fundații directe (de suprafață)

CONSTATAREA că pachetul de loess are o grosime considerabilă, de peste 8 metri în Unitățile Geotehnice UG1 și UG2, face ca fundațiile directe să fie soluția fezabilă pentru majoritatea construcțiilor cu regim normal de înălțime (P, P+1, P+2).

PROBLEMA tehnică fundamentală este asigurarea că terenul de sub fundație rămâne într-o stare de umiditate controlată, pentru a preveni activarea potențialului de tasare, fenomen confirmat de analizele de laborator care indică valori ale tasării specifice la umezire (im) de peste 2%. Consecința practică este că proiectarea fundației trebuie să includă obligatoriu un ansamblu de măsuri de protecție a amplasamentului, non-negociabile pentru autorizare.

Opțiunile pentru fundațiile directe în zonele cu loess sensibil la umezire (UG1 și UG2), care acoperă aproape integral intravilanul existent și propus al comunei Luciu, trebuie să prioritizeze rigiditatea. Aceasta permite preluarea eventualelor tasări diferențiate fără a induce eforturi periculoase în suprastructură, conform principiilor din normativul NP 112-2014.

1. Fundații continue din beton armat sub toți pereții structurali: Aceasta este soluția minimă acceptabilă pentru construcțiile de importanță redusă (locuințe P/P+1). Rigiditatea este esențială și se obține prin grinzi de fundare cu o înălțime de cel puțin 1/8 din deschiderea maximă dintre reazeme și cu o armare corespunzătoare.
2. Radier general din beton armat: Această soluție, constând într-o placă continuă sub întreaga clădire, oferă cea mai mare rigiditate și cea mai bună distribuție a presiunilor. Este soluția recomandată pentru construcțiile cu deschideri mari, încărcări neuniforme, clădiri P+2 sau de importanță deosebită (școli, dispensar). Grosimea radierului nu va fi mai mică de 30 cm.
3. Fundații izolate sub stâlpi: Această soluție este contraindicată în zonele cu PSU, deoarece favorizează tasări diferențiate majore. Se poate accepta doar cu condiția legării tuturor fundațiilor pe ambele direcții cu grinzi de echilibrare foarte rigide.

Tip Fundație	Avantaje	Dezavantaje	Context de Aplicabilitate Recomandat
Continue sub pereți	Cost relativ redus, execuție simplă.	Rigiditate limitată, vulnerabilă la tasări diferențiate mari.	Locuințe individuale P/P+1, anexe gospodărești, construcții ușoare.
Radier general	Rigiditate maximă, distribuție uniformă a presiunilor.	Cost mai ridicat, volum mai mare de excavație.	Clădiri P+2, construcții publice, clădiri cu încărcări neuniforme.
Izolate cu grinzi	Consum redus de beton (aparent).	Risc foarte mare de tasări diferențiate, complexitate execuție.	Nerecomandat în UG1 și UG2; eventual pentru structuri foarte ușoare.

Implementarea măsurilor de protecție la umiditate este non-negociabilă. RLU va impune includerea în Proiectul pentru Autorizarea Construirii a următoarelor elemente: A. un sistem complet de colectare și dirijare a apelor pluviale la o distanță de minim 5 metri de clădire; B. trotuare perimetrare etanșe, cu lățime de minim 1,5 metri și pantă de 3% spre exterior; C. cămine de inspecție etanșe pentru rețelele de apă și canalizare și protejarea conductelor împotriva pierderilor.

11.2. Fundații indirecte (pe piloți)

CONSTATAREA condițiilor de fundare extrem de dificile din Unitatea Geotehnică 3 (lunca Călmățuiului), marcate de riscul foarte ridicat la lichefiere seismică ($a_g=0,20g$) și de prezența unor strate compresibile, face ca fundațiile indirecte să devină singura soluție tehnică viabilă pentru construcțiile critice sau cu caracter permanent. Problema fundamentală este că stratele de la suprafață (0-6 m) nu au capacitatea portantă și stabilitatea necesare. Consecința este necesitatea transferului încărcărilor la un strat portant competent, situat la adâncime, prin intermediul piloților.

Recomandarea este fermă pentru orice construcție de importanță ridicată propusă în zona cu restricții severe (Clasa III), precum poduri sau lucrări hidrotehnice. Scopul piloților în acest context este dublu:

- **Transferul încărcărilor verticale:** Piloții traversează pachetul de nisipuri afânate și mături, cu o grosime de 4-6 metri, și se încastrează în stratul de bază, format din argile consistente, interceptat în foraje la adâncimi de peste 8-10 metri.
- **Asigurarea stabilității seismice:** Sistemul de piloți și radierul de la partea superioară formează o infrastructură rigidă, capabilă să preia forțele orizontale și să anuleze efectele lichefierii, împiedicând tasarea și înclinarea construcției.

Tip Pilot	Avantaje	Dezavantaje	Criterii de Selectare
Piloți forati de diametru mare	Flexibilitate la adâncime, adaptabilitate, zgomot și vibrații reduse.	Viteză de execuție redusă, necesită control riguros al betonării.	Recomandat pentru zonele cu construcții învecinate.

Tip Pilot	Avantaje	Dezavantaje	Criterii de Selectare
Piloți prefabricați (bătuți)	Viteză mare de execuție, control bun al calității, costuri competitive.	Produce vibrații și zgomot, risc de deteriorare la baterie.	Fezabil în zone izolate, fără clădiri adiacente sensibile.

Proiectarea unei fundații pe piloți este un proces complex, guvernat de normativul NP 123-2010. Costul unei astfel de soluții este substanțial, reprezentând un argument economic puternic în favoarea respectării interdicțiilor de construire în zonele cu risc foarte ridicat.

11.3. Îmbunătățirea terenului de fundare

CONSTATAREA existenței unor condiții de fundare dificile ridică problema fezabilității metodelor de îmbunătățire a terenului ca alternativă la soluțiile de fundare speciale. Problema este evaluarea eficienței și rentabilității acestor tehnici în contextul specific al comunei Luciu. Consecința este menționarea acestor opțiuni ca soluții ingineresti avansate, care pot optimiza proiectele de anvergură.

Pentru condițiile din comuna Luciu, sunt relevante următoarele categorii de lucrări:

1. Îmbunătățiri pentru pământuri sensibile la umezire (UG1, UG2):

- **Compactarea dinamică grea:** Eficientă pentru tratarea suprafețelor mari, distrugând structura macroporică a loessului prin șocuri de mare energie.
- **Coloane de material granular:** Acționează ca piloți granulari, preluând încărcări și îndesând terenul.

2. Îmbunătățiri pentru pământuri lichefiabile (UG3):

- **Vibrocompactarea:** Îndesează stratele de nisip afânat, crescând densitatea și anulând potențialul de lichefiere.
- **Coloane de balast (Stone Columns):** Pe lângă îndesare, au rol de drenaj, disipând rapid presiunea apei din pori în timpul unui cutremur.

Tehnică de Îmbunătățire	Principiu de Funcționare	Avantaje	Dezavantaje
Compactare dinamică	Îndesare prin șocuri de mare energie.	Rapidă, eficientă pentru suprafețe mari.	Produce vibrații, aplicabilitate limitată lângă clădiri.
Vibrocompactare	Îndesare prin vibrație de adâncime.	Foarte eficientă pentru nisipuri, zgomot redus.	Ineficientă în pământuri cu peste 15% argilă.
Coloane de balast	Înlocuire parțială și îndesare cu material granular.	Aplicabilă într-o gamă largă de terenuri, rol de drenaj.	Costuri mai ridicate, execuție mai lentă.

Rolul PUG nu este de a impune o metodă, ci de a permite considerarea acestor soluții inovatoare, cu condiția ca eficiența lor să fie demonstrată prin proiecte tehnice de specialitate.

11.4. Recomandări privind Adâncimea de Fundare

CONSTATAREA că adâncimea de fundare este un parametru esențial pentru siguranță impune stabilirea unor recomandări clare la nivelul PUG.

PROBLEMA este riscul proiectării unor fundații prea superficiale, vulnerabile la îngheț sau la variațiile de umiditate.

CONSECINȚA este necesitatea de a include în RLU valori minime obligatorii, diferențiate pe zone.

Conform STAS 6054-77, adâncimea maximă de îngheț pentru zona comunei Luciu este de -0,90 m -1,00 m. Pentru a preveni efectele îngheț-dezghețului, RLU va specifica o **adâncime minimă de fundare de -1,10 m** față de cota terenului amenajat final, pentru toate construcțiile noi.

În zonele cu argile active (UG2, UG3), unde riscul este legat de variația sezonieră a umidității, adâncimea de fundare trebuie să depășească adâncimea de variație sezonieră, estimată la -1,50 m -2,00 m. Pentru aceste zone, RLU va impune o adâncime minimă de fundare de **-1,80 m**.



Unitate Geotehnică	Prezență Subsol	Adâncime Minimă de Fundare (față de cota finală)	Justificare Tehnică Principală
UG1, UG2	Fără subsol	-1,10 m	Adâncimea de îngheț
UG2, UG3	Fără subsol	-1,80 m	Adâncimea de variație a umidității
Toate	Cu subsol	Cota pardoselii subsolului + min. 0,30 m	Cerințe structurale și de execuție

Aceste praguri minime stabilesc un standard de siguranță non-negociabil, asigurând durabilitatea infrastructurii viitoare a comunei Luciu.

12. IMPLICAȚII ÎN RLU: PROPUNERI DE REGLEMENTĂRI TEHNICE

CONSTATAREA FACTUALĂ că diagnosticul geotehnic și hidrogeologic a relevat prezența unor hazarde naturale semnificative pe teritoriul comunei Luciu impune transpunerea concluziilor tehnice în prevederi normative.

PROBLEMA CLARĂ este transformarea hărților de risc și a recomandărilor ingineresti într-un limbaj juridic-administrativ, care să poată fi integrat în Regulamentul Local de Urbanism (RLU) și aplicat în procesul de autorizare.

CONSECINȚA DIRECTĂ este necesitatea formulării unui set de articole de regulament care să definească regimul tehnic al terenurilor, să condiționeze autorizarea de construire și să stabilească un cadru preventiv pentru gestionarea riscurilor, pachet de propuneri destinat echipei de elaborare a PUG.

Metodologia de elaborare a propunerilor normative se bazează pe principiul transunerii directe și justificate a analizelor din capitolele anterioare, asigurând o trasabilitate completă între problemă și soluția normativă. Instrumentele utilizate corelează zonificarea geotehnică cu ierarhia actelor normative (Legea nr. 350/2001, HG nr. 588/2023, NP 074, P100-1), urmărind o abordare graduală, de la definirea generală a zonelor de risc la detalierea condițiilor pentru certificatele de urbanism și autorizațiile de construire, asigurând o punte între planificarea la scară macro și proiectarea la nivel de parcelă.

12.1. Articole RLU propuse

Constatarea existenței a trei clase de construibilitate (Clasa II - condiționată, Clasa III - dificilă, Clasa I - practic inexistentă) impune definirea acestora în Regulamentul Local de Urbanism (RLU) ca zone cu regim tehnic distinct. Problema este formularea unor articole corecte tehnic, clare și opozabile juridic. Consecința este propunerea unei noi secțiuni, "Regimul Tehnic al Terenurilor", și a unui set de articole care stabilesc cadrul normativ, făcând harta de zonificare geotehnică parte integrantă și obligatorie a PUG.

Articolul fundamental propus este: "Art. X: Zonificarea geotehnică a teritoriului.

1) Teritoriul administrativ al comunei Luciu se împarte, din punct de vedere al condițiilor de fundare, în trei clase de construibilitate, delimitate în Planșa nr. 08 - Zonificare Geotehnică, anexă la prezentul regulament.

2) Clasele de construibilitate sunt:

- Clasa I - Zonă cu construibilitate favorabilă;
- Clasa II - Zonă cu construibilitate condiționată;
- Clasa III - Zonă cu construibilitate dificilă (restricții severe).

3) Orice construcție nouă se va autoriza numai cu respectarea regimului tehnic specific clasei de construibilitate în care se încadrează amplasamentul." Acesta ancorează analiza geotehnică în corpul regulamentului.

Pentru zona cu restricții severe (Clasa III), corespunzătoare luncii inundabile, se propune un articol de interdicție: "Art. Y: Regimul tehnic pentru Clasa III.

1. În perimetrul Zonei cu construibilitate dificilă (Clasa III), se interzice autorizarea construcțiilor noi destinate locuirii, funcțiunilor publice, de turism, comerciale sau industriale, datorită riscurilor cumulate de inundații și lichefiere seismică.
2. Prin excepție, se pot autoriza construcții cu caracter provizoriu sau lucrări de utilitate publică, numai cu avizul autorității de gospodărire a apelor și pe baza unui studiu geotehnic special care să demonstreze anularea riscurilor." Articolul este critic pentru managementul riscurilor în zone precum KILO_CAROUL [Xo9, Yo9].

Pentru zona cu construibilitate condiționată (Clasa II), care acoperă majoritatea teritoriului, articolul se concentrează pe măsuri preventive: "Art. Z: Regimul tehnic pentru Clasa II.

- În perimetrul Zonei cu construibilitate condiționată (Clasa II), autorizarea construcțiilor este permisă cu condiția respectării măsurilor de prevenire a umezirii terenului de fundare și a adoptării unor soluții adaptate prezenței pământurilor sensibile la umezire și/sau a argilelor active.
- Proiectul pentru autorizarea de construire (PAC/DTAC) va detalia măsurile de management al apelor pluviale la nivelul parcelei și de protecție a rețelelor edilitare."

Un articol distinct va reglementa obligativitatea studiilor geotehnice: "Art. W: Obligatorietatea studiului geotehnic.

- Orice solicitare de autorizație de construire pentru o construcție nouă va fi însoțită obligatoriu de un studiu geotehnic elaborat conform normativelor în vigoare.
- Conținutul studiului va fi adaptat la clasa de construibilitate a amplasamentului." Această măsură asigură că nicio construcție nu se va mai realiza fără o investigare prealabilă a terenului.

Obiectul Reglementării	Clasă de Construibilitate Vizată	Justificare Tehnică Principală
Definirea claselor de construibilitate	Toate (I, II, III)	Stabilește cadrul normativ general și face opozabilă harta de zonificare.
Interdicție de construire permanentă	Clasa III	Prevenirea expunerii la riscuri cumulate inacceptabile (inundații, lichefiere).
Condiționarea autorizării	Clasa II	Gestionarea riscurilor de tasare la umezire (PSU) și umflare-contrație.
Obligatorietatea studiului geotehnic	Toate (I, II, III)	Asigură fundamentarea tehnică a proiectării pentru fiecare construcție.

12.2. Condiționări pentru Certificatul de Urbanism

Constatarea că Certificatul de Urbanism (CU) este primul act administrativ care informează solicitantul despre regimul tehnic al imobilului impune ca acest document să conțină condiționări geotehnice clare. Problema este că formulările generice nu transmit eficient riscurile și obligațiile. Consecința este propunerea unor texte standardizate pentru CU, diferențiate pe clase de construibilitate, care să fie inserate automat la emitere, pe baza integrării cu sistemul GIS al PUG.

Pentru o parcelă situată în **Clasa II - Zonă cu Construibilitate Condiționată** (ex: KILO_CAROUL [X10, Y07]), CU va conține: "Amplasamentul se află într-o zonă cu construibilitate

condiționată (pământuri sensibile la umezire și/sau argile active). Autorizarea este condiționată de:

1. Elaborarea unui studiu geotehnic conform NP 074/2014, care va analiza specific hazardele locale și va stabili măsurile de fundare.
2. Proiectarea și implementarea măsurilor de prevenire a umezirii terenului de fundare (colectare ape meteorice, etanșare rețele)."

Pentru o parcelă în **Clasa III - Zonă cu Construibilitate Dificilă**, textul va fi restrictiv: "Amplasamentul se află într-o zonă cu restricții severe (riscuri de inundații și lichefiere seismică). Conform RLU, Art. Y, construirea clădirilor cu caracter permanent este interzisă. Excepțiile se autorizează condiționat de avizul de gospodărire a apelor și de un studiu geotehnic special care anulează riscurile."

Suplimentar, CU va include o formulare standard privind adâncimea de fundare: "Adâncimea minimă de fundare va fi de -1,10 m față de cota terenului amenajat. Pentru zonele cu argile active, se va respecta adâncimea minimă de -1,80 m, confirmată prin studiul geotehnic."

Clasă Construibilitate	Text Standard Propus pentru Certificatul de Urbanism	Trimitere Articol RLU
Clasa II	"Amplasament în zonă condiționată (PSU/argile active). Obligatoriu: studiu geotehnic NP 074/2014, analiză hazarde locale, măsuri de prevenire a umezirii terenului."	Art. Z
Clasa III	"Amplasament în zonă cu restricții severe (risc inundații/lichefiere). Interzisă construirea funcțiunilor permanente. Excepțiile se autorizează condiționat (aviz ANAR, studiu special)."	Art. Y

12.3. Obligatorietate studiu geotehnic

Constatarea că siguranța structurală depinde de interacțiunea corectă cu terenul impune ca orice construcție să se bazeze pe date geotehnice concrete. Problema este practica de a construi pe baza unor soluții tip, neadaptate condițiilor locale. Consecința este propunerea de a institui în RLU,

printr-un articol ferm, obligativitatea studiului geotehnic pentru orice construcție nouă, în aliniere cu Legea nr. 10/1995.

Articolul propus: "Art. W: Obligatorietatea studiului geotehnic.

1. La baza proiectării oricărei construcții noi, extinderi sau consolidări, va sta obligatoriu un studiu geotehnic, elaborat de personal atestat, conform NP 074/2014.
2. Studiul geotehnic se anexează la cererea pentru autorizația de construire și este piesă fundamentală a PAC/DTAC."

Conținutul studiului va fi diferențiat:

- **Pentru Clasa II:** Va include minim un foraj, analize de laborator pentru identificarea PSU/argilelor active și recomandări clare.
- **Pentru Clasa III:** Va fi un studiu special, cu investigații complexe (CPTu, SPT) și analiză detaliată a potențialului de lichefiere.

Rolul Primăriei este de a verifica existența studiului, verificarea de conținut revenind verficatorului de proiecte atestat "Af".

Clasă Construibilitate	Clasă de Importanță Clădire	Cerințe Minime Studiu Geotehnic
Clasa II	IV, III	Foraj; analize de identificare; recomandări fundații directe.
Clasa II	II, I	Foraje multiple; analize complete (edometrice, forfecare); analiză răspuns seismic.
Clasa III	Orice clasă (excepțional)	Investigații complexe (CPTu, SPT); analiză lichefiere; studiu stabilitate.

12.4. Reglementări pentru zone de risc

Constatarea existenței unor riscuri multiple impune transpunerea hărților de hazard în reglementări urbanistice specifice. Problema este crearea unui set de reguli graduale, nu doar prohibitive. Consecința este propunerea unor secțiuni distincte în RLU pentru fiecare tip de risc.

Pentru **riscul la inundații** (lunca Călmățuiului, KILO_CAROURILE [X08, Y09], [X09, Y09]):

- **"Art. A1:** În zona inundabilă la Q1% (Planșa Z), se interzic locuințele noi."
- **"Art. A2:** În zonele inundabile la Q5% și Q10%, cota pardoselii parterului va fi cu min. 50 cm peste cota viiturii."
- **"Art. A3:** Se instituie o zonă de protecție a malurilor de 15 m, unde construcțiile sunt interzise."

Pentru **riscul seismic și lichefiere:**

- **"Art. B1:** Proiectarea se va face conform P100-1/2013 pentru $a_g=0,20g$."
- **"Art. B2:** În zonele cu risc ridicat de lichefiere (Planșa X), se aplică regimul din Clasa III."
- **"Art. B3:** Pentru construcțiile de importanță I și II, studiul geotehnic va include analiza răspunsului seismic."

Pentru **riscul de poluare a apelor:**

- **"Art. C1:** Se instituie zone de protecție sanitară (rază 10 m regim sever, 50 m regim de restricții) în jurul surselor publice."
- **"Art. C2:** Distanța minimă între fântâni și surse de poluare va fi de 15 m."
- **"Art. C3:** Se va respecta Codul de Bune Practici Agricole în zonele cu vulnerabilitate ridicată și foarte ridicată."

Risc Natural/Antropic	Reglementare RLU Propusă
Inundații	Interdicție Q1%; condiționare cotă construcție.
Lichefiere Seismică	Interdicție locuințe în zonele cu risc ridicat.



Risc Natural/Antropic	Reglementare RLU Propusă
Poluare Ape	Zone protecție sanitară; reguli bune practici agricole.

13. CONCLUZII, SINTEZĂ ȘI MĂSURI PRIORITARE

CONSTATAREA FACTUALĂ fundamentală este că teritoriul comunei Luciu este caracterizat de o complexitate geotehnică ridicată, impunând o abordare condiționată și precaută a dezvoltării urbanistice.

PROBLEMA CLARĂ este că hazardele naturale identificate nu sunt opțiuni, ci certitudini care trebuie gestionate.

CONSECINȚA este că acest capitol final ierarhizează riscurile, formulează verdicte clare privind construibilitatea și propune un cadru de reglementare și monitorizare care să asigure o dezvoltare sigură, durabilă și rezilientă.

13.1. Sinteza Diagnosticului Geotehnic și Concluzii Finale

CONSTATAREA FACTUALĂ principală, rezultată din cumularea analizelor, este că teritoriul administrativ al comunei Luciu este dominat de condiții geotehnice care impun o abordare condiționată a construirii, cu areale extinse clasificate ca având construibilitate de Clasa II (condiționată) și Clasa III (cu restricții severe). Problema clară este că nu există practic zone cu construibilitate favorabilă (Clasa I), ceea ce înseamnă că orice dezvoltare, oriunde pe teritoriul comunei, necesită o atenție tehnică sporită. Consecința directă pentru PUG este că acesta trebuie să funcționeze ca un instrument de management al riscului, nu doar ca un plan de dezvoltare, instituind reglementări clare și obligatorii pentru a gestiona hazardele identificate:

- tasarea la umezire a loessului;
- umflarea-contrația argilelor;
- lichefierea seismică;
- inundațiile;
- poluarea apelor.

Diagnosticul sintetic confirmă divizarea teritoriului în trei unități geotehnice distincte, fiecare cu un pachet specific de hazardes și constrângeri:

- a. Unitatea Geotehnică 1 (UG1) - Platourile loessoide: Acoperă peste 70% din teritoriu și corespunde Clasei II de construibilitate (condiționată). Hazardul dominant este tasarea la umezire a pachetului de loess, cu grosimi de peste 10 metri. Concluzia finală este că dezvoltarea este posibilă, dar strict condiționată de măsuri de prevenire a infiltrațiilor de apă în terenul de fundare.
- b. Unitatea Geotehnică 2 (UG2) - Versanții și terasele inferioare: Reprezintă circa 15% din teritoriu și se încadrează tot în Clasa II. Aici, hazardul la tasare se cumulează local cu riscul de umflare-contracție al argilelor de la adâncime mică. Concluzia finală este o construibilitate condiționată, cu cerințe suplimentare privind adâncimea și rigiditatea fundațiilor.
- c. Unitatea Geotehnică 3 (UG3) - Lunca râului Călmățui: Acoperă sub 15% din teritoriu, fiind încadrată în Clasa III (restricții severe). Aici se cumulează riscuri majore: inundații, lichefiere seismică, prezența pământurilor slabe și vulnerabilitate foarte ridicată la poluare. Concluzia finală este că dezvoltarea construcțiilor cu caracter permanent este contraindicată.

Unitate Geotehnică	Clasă Construibilitate	Hazard(e) Dominant(e)	Verdict de Planificare
UG1 - Platouri	Clasa II (Condiționată)	Tasare la umezire (PSU)	Dezvoltare permisă, cu condiții stricte de management al apelor și fundații rigide.
UG2 - Tranziție	Clasa II (Condiționată)	PSU, Umflare-contracție argile	Dezvoltare permisă, cu condiții suplimentare privind adâncimea de fundare.
UG3 - Luncă	Clasa III (Restricții Severe)	Lichefiere, Inundații, Pământuri slabe, Vulnerabilitate poluare	Interdicție de construire pentru funcțiuni permanente; conservare ca spațiu natural.

Concluziile finale ierarhizate ale studiului, cu impact direct asupra deciziei de planificare, sunt:

- Verdict restrictiv pentru lunca Călmățuiului: Riscurile cumulate din UG3 (KILO_CAROURILE [Xo8, Yo9] și [Xo9, Yo9]) sunt prea mari pentru a permite o dezvoltare urbanistică sigură și economică. Extinderea intravilanului trebuie să evite complet acest perimetru.
- Necesitatea măsurilor speciale de fundare pe întregul teritoriu constructibil: Prezența universală a pământurilor sensibile la umezire în UG1 și UG2 face ca fundarea convențională, fără măsuri de protecție, să fie o soluție tehnică inacceptabilă.
- Vulnerabilitatea resursei de apă subterană: Acviferul freatic este expus poluării, impunând reglementări stricte privind utilizarea terenului.
- Vulnerabilitatea fondului construit existent: Majoritatea clădirilor vechi, fondate superficial pe loess, sunt expuse riscului de avariere.

Aceste concluzii impun o schimbare de paradigmă în planificarea locală, de la o abordare bazată pe oportunități la una bazată pe risc și precauție.

13.2. Măsuri Prioritare

Constatarea existenței unor riscuri geotehnice și hidrologice semnificative impune adoptarea unui set de măsuri prioritare, ierarhizate în funcție de urgență și impact. Problema este transpunerea acestor necesități într-un plan de acțiune concret. Consecința este definirea a trei categorii de măsuri: normative, tehnice și administrative, care trebuie transpuse în PUG și în strategiile de dezvoltare locală.

Măsuri normative prioritare (de integrat în RLU):

- **Adoptarea Zonificării Geotehnice:** Planșa "Zonificare Geotehnică" devine piesă obligatorie a PUG, iar RLU va include un capitol distinct "Regimul Tehnic al Terenurilor".
- **Instituirea interdicției de construire în Clasa III:** RLU va interzice explicit construcțiile noi cu caracter permanent în perimetrul Clasei III (KILO_CAROURILE [Xo8, Yo9] și [Xo9, Yo9]) pentru funcțiunile de locuire, publice și economice.
- **Condiționarea autorizării în Clasa II:** Se va institui obligativitatea realizării unui studiu geotehnic de detaliu și se vor impune condiții tehnice minime (adâncime de fundare, fundații rigide, managementul apelor).

- **Reglementarea zonelor de risc conex:** Se vor institui zone de protecție sanitară pentru sursele de apă, zone de protecție a malurilor râului Călmățui și reguli privind bunele practici agricole.

Măsuri tehnice și investiționale prioritare (pentru administrația locală):

- **Realizarea sistemului centralizat de canalizare și epurare:** Prioritate absolută pentru reducerea poluării și protejarea sănătății publice.
- **Modernizarea sistemului de management al apelor pluviale:** Realizarea unui plan de amenajare a șanțurilor și rigolelor la nivelul întregii localități.
- **Evaluarea tehnică a clădirilor publice esențiale:** Realizarea de expertize tehnice pentru clădirile publice importante (școli, primărie, dispensar) pentru a evalua vulnerabilitatea.
- **Implementarea unui sistem de monitorizare a riscurilor:** Instalarea de piezometre și borne topografice în zonele critice.

Măsuri administrative și de conștientizare:

- **Digitalizarea informațiilor urbanistice:** Implementarea completă a sistemului GIS al PUG.
- **Program de informare publică:** Campanii de informare a populației privind riscurile geotehnice și măsurile corecte de construire.
- **Instruirea personalului din primărie:** Formarea personalului din compartimentul de urbanism pentru a înțelege și aplica noile reglementări.

Măsură Prioritară	Tip	Actor Responsabil Principal	Orizont de Timp	Sursă de Finanțare Posibilă
Adoptare Zonificare Geotehnică și Reguli RLU	Normativ	Consiliul Local Luciu	Scurt (0-1 ani)	Buget local (elaborare PUG)

Măsură Prioritară	Tip	Actor Responsabil Principal	Orizont de Timp	Sursă de Finanțare Posibilă
Instituire Interdicție de Construire în Lunca Călmățuiului	Normativ	Consiliul Local Luciu	Scurt (0-1 ani)	Buget local (elaborare PUG)
Realizare Sistem Canalizare și Epurare	Investiție	Primăria Luciu / Operator Regional	Lung (5-10 ani)	PNRR, Programul Anghel Saligny, Fonduri UE
Modernizare Management Ape Pluviale	Investiție	Primăria Luciu	Mediu (2-5 ani)	Buget local, Fonduri guvernamentale
Implementare Sistem GIS și Instruirea Personalului	Administrativ	Primăria Luciu	Scurt (1-2 ani)	Buget local, Fonduri pentru digitalizare
Campanie de Informare Publică privind Riscurile Geotehnice	Administrativ	Primăria Luciu	Mediu (continuu)	Buget local
Evaluare Tehnică Clădiri Publice	Tehnică	Primăria Luciu	Mediu (2-3 ani)	Buget local, PNRR (Valul Renovării)

13.3. Program de Monitorizare

Constatarea că riscurile geotehnice și hidrologice sunt procese dinamice impune necesitatea unui program de monitorizare pe termen lung. Problema este că, fără o urmărire sistematică, orice analiză de risc devine rapid depășită. Consecința este propunerea unui program de monitorizare post-PUG pentru a asigura colectarea periodică de date, actualizarea hărților de risc și adaptarea dinamică a strategiilor de management.

Programul de monitorizare se structurează pe trei componente principale:

a) Monitorizarea hidrogeologică:

- **Obiectiv:** Urmărirea variațiilor nivelului acviferului freatic.
- **Metodologie:** Instalarea a 3 piezometre de referință în UG1 ([X10, Y07]), UG2 ([X08, Y10]) și UG3 ([X09, Y09]).
- **Frecvență:** Măsurători lunare.

b) Monitorizarea stabilității malurilor:

- **Obiectiv:** Urmărirea evoluției proceselor de eroziune în sectoarele critice ale râului Călmățui.
- **Metodologie:** Instalarea unei rețele de 5-7 repere topografice în KILO_CAROURILE [X07, Y10] și [X11, Y09].
- **Frecvență:** Măsurători topografice de precizie, de două ori pe an.

c) Monitorizarea calității apei (recomandare):

- **Obiectiv:** Urmărirea tendințelor privind concentrația de poluanți (în special nitrați).
- **Metodologie:** Prelevarea și analiza periodică a probelor de apă dintr-o rețea de fântâni reprezentative.
- **Frecvență:** Analize trimestriale.

Datele colectate vor fi centralizate în baza de date GIS a comunei și analizate de un specialist la un interval de 5 ani. Acest proces asigură că PUG-ul devine un instrument de management adaptativ.

Obiectiv Monitorizare	Parametri Urmăriți	Metodologie / Locații (GRILA TKHC)	Frecvență	Responsabil Principal
Variații Nivel Freatic	Adâncime nivel piezometric	3 piezometre de referință ([X10, Y07], [X08, Y10], [X09, Y09])	Lunară	Primăria Luciu / SGA Buzău



Obiectiv Monitorizare	Parametri Urmăriți	Metodologie / Locații (GRILA TKHC)	Frecvență	Responsabil Principal
Stabilitate Maluri	Deplasări repere topografici	5-7 borne topografice în [X07, Y10] și [X11, Y09]	Semestrială	Primăria Luciu
Calitate Apă Freatică	Nitrați, Nitriți, Amoniu, Microbiologie	Rețea de fântâni reprezentative	Trimestrială	DSP Buzău / Primăria Luciu

14. BIBLIOGRAFIE

Constatarea este că rigoarea unui document tehnic este direct proporțională cu calitatea și transparența surselor pe care se bazează. Problema pe care o adresează acest subcapitol este de a oferi un aparat critic complet, permițând verificarea și aprofundarea oricărui aspect al studiului. Consecința este creșterea credibilității documentului și încadrarea sa într-un dialog tehnic și academic mai larg, asigurând trasabilitatea informațiilor normative și științifice utilizate.

Următoarele surse normative și tehnice au stat la baza elaborării studiului și a recomandărilor formulate:

1. Acte normative:

- "Actul fundamental care reglementează activitatea de urbanism în România, definind tipurile de documentații, procedurile de avizare și principiile dezvoltării teritoriale durabile." [paraphrase: Legea nr. 350/2001, "privind amenajarea teritoriului și urbanismul", cu modificările și completările ulterioare]
- "Cadrul legal care stabilește cerințele esențiale pentru construcții, inclusiv 'rezistență mecanică și stabilitate' și 'siguranță în exploatare', și definește responsabilitățile actorilor implicați." [paraphrase: Legea nr. 10/1995, "privind calitatea în construcții", cu modificările și completările ulterioare]
- "Legea care reglementează regimul juridic al apelor, managementul resurselor de apă, protecția calității acestora și regimul de construire în zonele de protecție a apelor." [paraphrase: Legea apelor nr. 107/1996, cu modificările și completările ulterioare]
- "Actul normativ care aprobă metodologiile standardizate pentru evaluarea și gestionarea riscurilor naturale, inclusiv cel la inundații și seismic." [paraphrase: Hotărârea de Guvern nr. 588/2023, "pentru aprobarea metodologiilor privind prevenirea și gestionarea situațiilor de urgență generate de... riscuri naturale"]
- "Cadrul legal pentru protecția biodiversității și a habitatelor naturale, inclusiv regimul siturilor Natura 2000." [paraphrase: Ordonanța de Urgență a Guvernului nr. 57/2007, "privind regimul ariilor naturale protejate, a habitatelor naturale, a florei și faunei sălbatice"]

2. Normative și standarde tehnice:

- "Normativul care stabilește conținutul și cerințele pentru documentațiile geotehnice în toate fazele de proiectare și definește categoriile de risc geotehnic." [paraphrase: NP 074-2014, "Normativ privind documentațiile geotehnice pentru construcții"]
- "Normativul care stabilește principiile și metodologiile de proiectare pentru fundațiile de suprafață, aliniat la Eurocod 7." [paraphrase: NP 112-2014, "Normativ privind proiectarea fundațiilor de suprafață"]
- "Normativul de referință pentru proiectarea geotehnică a fundațiilor pe piloți." [paraphrase: NP 123-2010, "Normativ privind proiectarea geotehnică a fundațiilor pe piloți"]
- "Codul fundamental pentru proiectarea seismică a clădirilor în România, care definește hazardul seismic și cerințele de performanță." [paraphrase: P100-1/2013, "Cod de proiectare seismică — Partea I — Prevederi de proiectare pentru clădiri"]
- "Standardul european care stabilește principiile generale ale proiectării geotehnice, inclusiv verificarea la stări limită." [paraphrase: SR EN 1997-1:2004 (Eurocod 7), "Proiectarea geotehnică — Partea 1: Reguli generale"]
- "Standardul european care definește cerințele pentru investigarea terenului și încercările de laborator și in situ." [paraphrase: SR EN 1997-2:2007 (Eurocod 7), "Proiectarea geotehnică — Partea 2: Investigarea și încercarea terenului"]
- "Standardul românesc care stabilește adâncimile maxime de îngheț pe teritoriul României, un parametru esențial pentru proiectarea fundațiilor." [paraphrase: STAS 6054-77, "Teren de fundare. Adâncimi maxime de îngheț"]

3. Hărți și studii de specialitate:

- "Sursa cartografică de referință pentru încadrarea geologică regională." [paraphrase: Institutul Geologic al României, "Harta Geologică a României, scara 1:200.000", foaia Buzău]
- "Documentația oficială care delimitează zonele inundabile și stabilește nivelurile de risc la inundații." [paraphrase: Administrația Națională "Apele Române", "Hărțile de Hazard și de Risc la Inundații pentru bazinul hidrografic Buzău-Ialomița"]