



Studiu condiții geotehnice și hidrogeologice

ACTUALIZARE PLAN URBANISTIC GENERAL AL COMUNEI BĂCIA

Beneficiar

Comuna Băcia, județul Hunedoara

Proiectant General

Vego Concept Engineering S.R.L.





FOAIE DE CAPĂT

Denumire proiect	Actualizarea Planului Urbanistic General al Comunei Băcia
Beneficiar	Comuna Băcia, județul Hunedoara
Proiectant general	Vego Concept Engineering S.R.L.
Studiu	Condiții geotehnice și hidrogeologice
Data elaborării	FEB 2026



COLECTIV DE ELABORARE

Specialist	Ing. Mădălin 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	
	Urb. Ilona ALBULESCU	



CUPRINS

STUDIU GEOTEHNIC SI HIDROGEOLOGIC.....	6
1. INTRODUCERE ȘI OBIECTIVE	7
1.1. Scopul, necesitatea și aria de studiu.....	7
1.2. Obiectivele specifice și rolul studiului în PUG.....	8
2. CADRUL LEGAL ȘI METODOLOGIC	10
2.1. Legislația în vigoare	10
2.2. Normative tehnice geotehnice și hidrogeologice	11
2.3. Metodologia de cercetare și principiul DNSH	12
3. ANALIZA DATELOR DE INTRARE ȘI A SITUAȚIEI EXISTENTE	14
3.1. Surse de date utilizate	14
3.2. Încadrare geografică și situație existentă.....	15
4. CADRUL GEOLOGIC ȘI GEOTEHNIC AL ZONEI	17
4.1. Geologia locală și litologia.....	17
4.2. Unități geotehnice.....	18
4.3. Caracteristici fizico-mecanice ale pământurilor	19
5. ANALIZA CADRULUI HIDROGEOLOGIC	21
5.1. Acvifere freatice și de adâncime.....	21
5.2. Nivelul piezometric.....	23
5.3. Calitatea apelor subterane	24
6. IDENTIFICAREA HAZARDELOR GEOTEHNICE	26
6.1. Hazardul la tasare și pământuri compresibile.....	26
6.2. Hazardul la umflare-contrație (pământuri active).....	28
6.3. Hazardul la lichefiere în context seismic	29
7. ZONIFICAREA GEOTEHNICĂ A TERITORIULUI	31
7.1. Harta de zonificare geotehnică: criterii și metodologie.....	31
7.2. Zone cu condiții favorabile (ZCF)	32
7.3. Zone cu condiții medii (ZCC).....	33
7.4. Zone cu restricții (ZCD)	33
8. ANALIZA RISCURILOR NATURALE CONEXE (SEISM, INUNDAȚII, ALUNECĂRI)	35
8.1. Riscul seismic și hazardele geotehnice asociate	35
8.2. Riscul la inundații și alunecări de teren.....	37



8.3. Sinteza și Harta Riscurilor Integrate.....	38
9. VULNERABILITATEA LA POLUARE A RESURSELOR DE APĂ.....	40
9.1. Surse de poluare.....	40
9.2. Vulnerabilitatea apelor subterane.....	42
9.3. Zone de protecție sanitară.....	43
10. RECOMANDĂRI GENERALE PRIVIND CONSTRUIBILITATEA.....	45
10.1. Principii de construire în zona favorabilă (ZCF).....	45
10.2. Reguli și condiționări în zona condiționată (ZCC).....	46
10.3. Restricții și măsuri în zona dificilă (ZCD).....	47
11. RECOMANDĂRI SPECIFICE DE FUNDARE PE ZONE.....	48
11.1. Fundații directe.....	48
11.2. Fundații indirecte și lucrări de sprijin.....	50
11.3. Soluții de îmbunătățire a terenului de fundare.....	51
12. IMPLICAȚII ÎN RLU: PROPUNERI DE REGLEMENTĂRI TEHNICE.....	53
12.1. Reguli generale și proceduri de autorizare.....	53
12.2. Reglementări specifice pe zone de risc geotehnic.....	55
13. CONCLUZII, SINTEZĂ ȘI MĂSURI PRIORITARE.....	57
13.1. Sinteza studiului.....	57
13.2. Concluzii finale și măsuri prioritare.....	59
13.3. Recomandări strategice pentru PUG/RLU.....	60
14. BIBLIOGRAFIE.....	62



STUDIU GEOTEHNIC SI HIDROGEOLOGIC

Acest studiu fundamentează tehnic actualizarea Planului Urbanistic General (PUG) al comunei Băcia, județul Hunedoara, un demers finanțat prin Planul Național de Redresare și Reziliență (PNRR) și derulat sub contractul de servicii nr. 54/16.06.2025. Scopul principal este ancorarea dezvoltării teritoriale viitoare în realitățile fizice ale terenului, prin traducerea datelor geotehnice și hidrogeologice într-un set de reguli și condiționări operaționale. Analiza se bazează pe o metodologie riguroasă, care corelează datele existente (suport topografic, studii de arhivă) cu rezultatele unei campanii de investigații de teren ce a inclus 46 de foraje geotehnice. Demersul definește unitățile geotehnice, cartografiază hazardele naturale și evaluează construibilitatea teritoriului, oferind un fundament tehnic solid pentru un urbanism sigur și responsabil.

Limitele studiului sunt specifice unui document de fundamentare la scara 1:5.000 pentru o întreagă unitate administrativ-teritorială. Concluziile și zonificările au un caracter general și nu pot substitui investigațiile geotehnice de detaliu, care rămân obligatorii pentru fiecare proiect de construcție autorizat, conform legislației în vigoare.



1. INTRODUCERE ȘI OBIECTIVE

Constatarea factuală de la care pornește demersul este că o planificare teritorială sigură și sustenabilă este imposibilă fără o cunoaștere aprofundată a substratului geologic și a dinamicii apelor subterane. Problema centrală pe care acest studiu o adresează este transpunerea datelor tehnice de specialitate într-un instrument de planificare urbanistică, prin evaluarea condițiilor de fundare, identificarea riscurilor și fundamentarea reglementărilor. Metodologia de elaborare, aliniată la normativul NP 074/2014, se bazează pe o abordare multi-stratificată, integrând date istorice, investigații de teren recente și analize de laborator, pornind de la ipoteza că teritoriul comunei Băcia prezintă o heterogenitate geotehnică semnificativă.

Studiul oferă o viziune de ansamblu și stabilește reguli generale, dar limitele sale sunt inerente scării de lucru: nu poate înlocui analiza detaliată necesară la nivel de parcelă, care rămâne o cerință obligatorie în procesul de autorizare a construcțiilor.

1.1. Scopul, necesitatea și aria de studiu

Scopul principal al studiului este fundamentarea tehnică a deciziilor din Planul Urbanistic General al comunei Băcia, prin definirea condițiilor geotehnice și hidrogeologice care influențează construibilitatea. Demersul transpune informațiile tehnice într-un format utilizabil pentru Regulamentul Local de Urbanism (RLU), asigurând o dezvoltare sigură. Analiza definește construibilitatea teritoriului prin integrarea a patru factori determinanți: 1. capacitatea portantă a terenului, care variază de la pietrișuri îndesate la argile compresibile; 2. stabilitatea generală a versanților; 3. nivelul apelor subterane, interceptat în foraje la adâncimi de la -1,80 m la peste 15 m; 4. prezența hazardelor naturale. Necesitatea studiului este impusă de legislația în vigoare (Legea 10/1995, Legea 350/2001) și de principiul planificării responsabile, care cere ca orice dezvoltare să fie ancorată în realitățile fizice ale sitului pentru a preveni riscuri și costuri suplimentare.

Argumentul central pentru necesitatea studiului este diversitatea condițiilor de teren din UAT Băcia, care se întinde de la zonele de luncă ale râului Strei, cu terenuri potențial compresibile și risc de lichefiere (KILO-CAROURI [X11, Yo7], [X12, Yo8]), la versanții din nord-vest, cu potențial de instabilitate. O dezvoltare care ignoră aceste particularități poate amplasa funcțiuni incompatibile cu natura terenului, generând riscuri. Dinamica apelor subterane, cu variații de nivel și potențială agresivitate chimică, poate afecta durabilitatea fundațiilor. Astfel, studiul este indispensabil pentru a evita decizii de planificare care ar compromite investițiile publice și private pe termen lung.



Aria de studiu acoperă integral teritoriul administrativ-teritorial (UAT) al comunei Băcia, cu o suprafață de 2.972 ha, incluzând intravilanul existent și propus al localităților Băcia, Petreni, Tâmpa și Totia, precum și extravilanul. Abordarea exhaustivă asigură o viziune unitară și înțelegerea interacțiunilor teritoriale, deoarece fenomene precum alunecările de teren sau modificările regimului apelor subterane depășesc limitele administrative ale parcelelor. Delimitarea ariei de studiu corespunde limitelor oficiale ale UAT, utilizând suportul topografic actualizat, avizat de Oficiul de Cadastru și Publicitate Imobiliară (OCPI), pentru a garanta acuratețea analizelor.

Studiul este conceput ca un instrument proactiv, oferind autorității locale o bază de date tehnică pentru a orienta investițiile spre zone favorabile și a impune condiționări clare în zonele de risc. Demersul este, în esență, o investiție în siguranța viitorului construit al comunei. Finanțarea prin Planul Național de Redresare și Reziliență (PNRR) amplifică această necesitate, impunând un standard ridicat de calitate și o abordare aliniată la principiile managementului riscurilor și adaptării la schimbările climatice. Prin urmare, studiul este o piesă fundamentală în angajamentul comunei de a implementa un plan urbanistic modern și responsabil.

1.2. Obiectivele specifice și rolul studiului în PUG

Obiectivele specifice ale studiului traduc scopul general în rezultate tehnice concrete, direct utilizabile în PUG, asigurând o punte între analiza de teren și reglementarea urbanistică. Fiecare obiectiv are o consecință directă în structura și conținutul documentației de planificare.

1. **Cartografierea unităților geotehnice:** Acest obiectiv vizează delimitarea zonelor cu comportament geotehnic omogen la scara UAT. Rolul său în PUG este de a fundamenta crearea Unităților Teritoriale de Referință (UTR) cu regim tehnic distinct, permițând o reglementare diferențiată a condițiilor de construire.
2. **Determinarea caracteristicilor fizico-mecanice:** Prin acest obiectiv se stabilesc valorile de calcul pentru parametrii esențiali ai pământurilor (compresibilitate, rezistență la forfecare, permeabilitate). Aceste date sunt cruciale pentru a oferi valori orientative ale capacității portante și pentru a permite predimensionarea fundațiilor în fazele inițiale ale unui proiect, fiind direct legate de condițiile de autorizare din RLU.
3. **Analiza regimului apelor subterane:** Obiectivul constă în cartografierea adâncimii nivelului freatic și evaluarea preliminară a agresivității chimice a apei. Rolul său în PUG este de a impune restricții sau condiționări speciale pentru construcțiile cu subsoluri și de a reglementa tipul de beton ce poate fi utilizat în fundații, protejând astfel durabilitatea structurilor.
4. **Identificarea hazardelor geotehnice:** Acest obiectiv se materializează prin cartografierea zonelor cu risc de tasări, a pământurilor active (cu umflări și contracții) și a potențialului de



lichefiere seismică (pentru $a_g=0,20g$). Rolul său în PUG este de a fundamenta zona de risc și de a impune măsuri de siguranță specifice, cum ar fi obligativitatea unor analize suplimentare (ex: calcul de lichefiere) pentru obținerea autorizației de construire.

5. **Elaborarea hărții de zonificare geotehnică:** Acesta este obiectivul de sinteză, care clasifică teritoriul în categorii de construibilitate (favorabilă, condiționată, dificilă/cu restricții). Rolul său în PUG este fundamental: această hartă devine documentul director pentru definirea regimului tehnic în RLU și pentru orientarea strategică a dezvoltării teritoriale.

Un obiectiv strategic este corelarea analizei geotehnice cu alte riscuri naturale, precum riscul seismic și riscul la inundații (generat de râul Strei), pentru a obține o hartă a riscurilor integrate. Acest demers multi-risc fundamentează politici de dezvoltare durabilă, evidențiind zonele unde suprapunerea hazardelor impune condiții de construire restrictive sau interdicții.

Studiul servește, de asemenea, ca ghid pentru autoritatea locală la emiterea certificatelor de urbanism. Prin consultarea hărților de hazard și de zonificare geotehnică, autoritatea poate impune de la început cerințe specifice privind investigațiile de teren, eficientizând procesul de autorizare și crescând siguranța construcțiilor. Documentul are și un rol important în informarea publicului și a investitorilor, contribuind la o mai bună conștientizare a riscurilor și oportunităților. Un investitor va putea evalua mai corect fezabilitatea unui proiect cunoscând condiționările geotehnice, sprijinind un dialog transparent între toți actorii implicați în dezvoltarea localității.

2. CADRUL LEGAL ȘI METODOLOGIC

Demersul tehnic al studiului este ancorat într-un cadru de rigoare și conformitate, având la bază un ansamblu de piloni legislativi și metodologici care îi asigură validitatea juridică și tehnică. Orice studiu de fundamentare pentru un Plan Urbanistic General (PUG) reprezintă un act cu implicații administrative, a cărui transparență și auditabilitate sunt garantate de respectarea strictă a unui peisaj normativ complex, format dintr-o ierarhie de legi, hotărâri de guvern și normative tehnice specifice. Metodologia de lucru asigură că fiecare etapă, de la colectarea datelor primare din cele 46 de foraje geotehnice la formularea recomandărilor finale, se desfășoară într-un mod structurat, sistematic și verificabil, aliniat la standardele de bună practică și la principiul "a nu prejudicia în mod semnificativ" (DNSH).

Acest capitol fundamentează rigoarea întregului proces, demonstrând că fiecare analiză și recomandare ulterioară se sprijină pe un eșafodaj legal solid și pe o metodologie de cercetare transparentă. Fără acest cadru, concluziile studiului ar rămâne simple opinii tehnice, lipsite de forța juridică necesară pentru a fi transpuse în reglementări urbanistice opozabile. Prin detalierea fiecărui act normativ relevant și a fiecărei etape metodologice, se construiește un lanț de trasabilitate neîntrerupt de la cerința legală la recomandarea de planificare, consolidând astfel credibilitatea și aplicabilitatea PUG-ului.

2.1. Legislația în vigoare

Constatarea factuală este că fundamentarea juridică a studiului este asigurată de trei acte normative principale care reglementează domeniile amenajării teritoriului, urbanismului și construcțiilor în România. Problema clară este că simpla enumerare a acestor legi este insuficientă; este necesară demonstrarea modului în care principiile lor interacționează pentru a impune studiul geotehnic ca o componentă obligatorie. Consecința pentru PUG este că validitatea sa depinde de respectarea cumulată a acestor legi, care împreună formează un cadru de guvernare ce prioritizează siguranța, calitatea și gestionarea integrată a riscurilor.

1. **Legea nr. 350/2001 privind amenajarea teritoriului și urbanismul** constituie pilonul principal, definind rolul PUG ca instrument strategic de reglementare la nivelul UAT. Legea este operaționalizată prin **Normele Metodologice de aplicare (Ordinul MDRAP nr. 233/2016)**, care detaliază conținutul-cadru al documentațiilor și impun explicit la Art. 47, alin. (1), lit. c) necesitatea fundamentării oricărei decizii de planificare pe "studii de fundamentare pentru cunoașterea și analiza teritoriului", menționând explicit studiile geotehnice. Această prevedere transformă analiza geotehnică dintr-o opțiune într-o obligație procedurală, esențială pentru un PUG legal constituit.

2. **Legea nr. 10/1995 privind calitatea în construcții** acționează ca un filtru tehnic, definind la Art. 5 cerința esențială "**A - Rezistență mecanică și stabilitate**". Această cerință este intrinsec legată de condițiile terenului de fundare. Mai mult, legea instituie prin Art. 9 sistemul de verificare a proiectelor de către specialiști atestați, iar pentru cerința **Af (Rezistența și stabilitatea terenului de fundare și a masivelor de pământ)**, această verificare este obligatorie. Astfel, Legea 10/1995 nu doar că impune investigarea geotehnică, dar creează și un mecanism de control al calității care asigură că soluțiile de fundare sunt corect dimensionate și sigure.
3. **Hotărârea de Guvern nr. 382/2003 privind gestionarea riscurilor generate de hazardele naturale** adaugă o dimensiune de management integrat al riscurilor. Actul normativ impune o abordare holistică, obligând la corelarea analizei geotehnice cu evaluarea altor tipuri de hazarde, precum cel seismic, cel la inundații și cel la alunecări de teren. Această cerință este fundamentală pentru un PUG modern, deoarece forțează planificatorii să gândească în termeni de scenarii de risc cumulat, nu doar de constrângeri individuale.

Cadrul legal este completat de acte normative conexe care introduc condiționări sectoriale. **Legea apelor nr. 107/1996** impune restricții de construire în zonele de protecție a apelor, iar **Ordonanța de urgență a Guvernului nr. 57/2007** stabilește un regim special pentru ariile naturale protejate. Respectarea riguroasă a acestei ierarhii normative complexe asigură validitatea și opozabilitatea studiului și, implicit, a PUG-ului rezultat, transformându-l într-un instrument de reglementare robust și legal incontestabil.

2.2. Normative tehnice geotehnice și hidrogeologice

Constatarea factuală este că practica inginerescă în domeniul geotehnic este guvernată de un set de normative tehnice ("coduri de practică") care traduc principiile legale în proceduri concrete de investigare, calcul și proiectare. Problema pe care o rezolvă aceste normative este standardizarea și asigurarea unui nivel minim de calitate și siguranță pentru toate lucrările geotehnice. Consecința pentru acest studiu este că întreaga metodologie, de la planificarea forajelor la interpretarea rezultatelor și formularea recomandărilor, este riguros aliniată la aceste documente, asigurând conformitatea tehnică a demersului.

Normativul central care a ghidat întregul proces este **NP 074/2014 — "Normativ privind documentațiile geotehnice pentru construcții"**. Acesta a funcționat ca un ghid procedural, stabilind metodologia de investigare a terenului și conținutul-cadru al studiului. Pe baza acestui normativ s-a realizat clasificarea preliminară a construcțiilor în categorii de risc geotehnic, ceea ce a determinat numărul minim de foraje (46), adâncimea acestora și programul de analize de laborator. Respectarea NP 074/2014 garantează că nivelul de investigare este proporțional cu complexitatea terenului și cu importanța obiectivelor PUG.

Proiectarea fundațiilor și interpretarea datelor în termeni de capacitate portantă și stabilitate sunt reglementate de familia Eurocodurilor, în special de **SR EN 1997 (Eurocod 7): "Proiectarea geotehnică"**. Acest standard european, adoptat ca standard național, stabilește principiile generale de calcul și verificare a siguranței, bazate pe conceptul stărilor limită. El este completat de normative naționale, dintre care cel mai relevant pentru acest studiu este **NP 112-2014 — "Normativ privind proiectarea fundațiilor de suprafață"**. Acest document a oferit regulile concrete pentru estimarea presiunilor convenționale, dimensionarea fundațiilor izolate și continue, și a stabilit adâncimea minimă de fundare (adâncimea de îngheț), un parametru esențial în recomandările formulate.

Analiza a fost completată prin integrarea prevederilor din coduri de proiectare conexe, care adresează riscuri specifice:

- **P100-1/2013 — "Cod de proiectare seismică"**: A fost utilizat pentru a stabili accelerația seismică de calcul ($a_g=0,20g$) și pentru a evalua potențialul de lichefiere în zonele cu nisipuri saturate, conform metodologiei specificate în Anexa F.
- **NP 133-2013 — "Normativ privind proiectarea, execuția și exploatarea sistemelor de alimentare cu apă și canalizare ale localităților"**: A oferit cadrul de referință pentru aspectele legate de protecția sanitară a surselor de apă subterană, fundamentând recomandările privind perimetrele de protecție.
- **NP 128-2011 — "Normativ privind stabilirea debitelor și volumelor maxime pentru calculul construcțiilor hidrotehnice de retenție"**: A fost consultat pentru a înțelege metodologia de evaluare a riscului la inundații și implicațiile asupra zonelor riverane râului Strei.

Corelarea riguroasă a acestor documente normative a permis o abordare tehnică integrată, asigurând că recomandările formulate în acest studiu sunt nu doar corecte din punct de vedere geotehnic, ci și aliniate la cerințele de siguranță seismică, de protecție a mediului și de management al apelor.

2.3. Metodologia de cercetare și principiul DNSH

Constatarea factuală este că rigoarea unui studiu de fundamentare depinde integral de o metodologie de cercetare transparentă și sistematică. Problema a fost de a structura un flux de lucru care să asigure o construcție progresivă și verificabilă a cunoașterii despre teritoriul comunei Băcia, de la date brute la concluzii de planificare. Consecința este adoptarea unei metodologii în patru etape, care culminează cu aplicarea filtrului "Do No Significant Harm" (DNSH), garantând că propunerile sunt nu doar tehnic fezabile, ci și sustenabile din punct de vedere ecologic.

Fluxul metodologic a fost structurat după cum urmează:



1. **Etapa 1: Documentare și Colectare Date.** Această etapă a stabilit linia de bază a proiectului. S-au analizat sursele de date existente (hărți geologice de arhivă, PUG anterior), s-au colectat date oficiale actualizate (suport topografic în proiecție Stereo 70, hărți de hazard) și, cel mai important, s-a planificat campania de investigații de teren. Amplasamentul celor 46 de foraje geotehnice a fost stabilit pe baza unei grile de eșantionaj care să asigure o acoperire reprezentativă a principalelor unități geomorfologice și a zonelor de interes pentru dezvoltare.
2. **Etapa 2: Investigații de Teren și Laborator.** Aceasta a fost etapa de generare a datelor primare. S-au executat forajele geotehnice la adâncimi de până la 15 metri, cu prelevare de probe tulburate și netulburate. Pentru fiecare foraj s-a realizat descrierea detaliată a litologiei și s-a măsurat nivelul apei subterane. Ulterior, probele prelevate au fost supuse unui program complet de analize de laborator pentru a determina caracteristicile fizico-mecanice esențiale: granulometrie, plasticitate (limite Atterberg), compresibilitate (încercare edometrică) și rezistență la forfecare (încercare de forfecare directă).
3. **Etapa 3: Analiză și Interpretare.** În această etapă, datele brute au fost transformate în informație utilă. Datele din foraje și laborator au fost prelucrate pentru a stabili valorile caracteristice ale parametrilor geotehnici. Aceste informații punctuale au fost apoi corelate spațial într-un sistem GIS pentru a delimita unitățile geotehnice omogene și pentru a elabora hărțile tematice (geologică, hidrogeologică, de hazard). Etapa a culminat cu elaborarea hărții de zonificare geotehnică, documentul de sinteză care clasifică teritoriul în funcție de construibilitate.
4. **Etapa 4: Formularea Concluziilor și Recomandărilor (Filtrul DNSH).** Toate recomandările tehnice formulate (condiții de fundare, restricții de construire, măsuri de protecție) au fost evaluate critic prin prisma principiului "**Do No Significant Harm**" (DNSH), o cerință obligatorie impusă prin finanțarea din PNRR. Acest filtru asigură că nicio măsură propusă nu aduce prejudicii semnificative niciunuia dintre cele șase obiective de mediu ale Uniunii Europene: 1. atenuarea schimbărilor climatice; 2. adaptarea la schimbările climatice; 3. utilizarea durabilă și protecția resurselor de apă și marine; 4. tranziția la o economie circulară; 5. prevenirea și controlul poluării; 6. protecția și refacerea biodiversității și a ecosistemelor. S-a verificat, de exemplu, ca recomandările privind dezvoltarea în lunca Streiului să nu contribuie la creșterea riscului la inundații și să nu afecteze calitatea apelor subterane. Această metodologie riguroasă garantează că propunerile PUG vor contribui la o dezvoltare cu adevărat durabilă, rigoarea metodologică fiind garanția unui rezultat valid și util în planificare.



3. ANALIZA DATELOR DE INTRARE ȘI A SITUAȚIEI EXISTENTE

Acest capitol stabilește linia de bază factuală (baseline) pentru actualizarea Planului Urbanistic General al comunei Băcia. Demersul pornește de la constatarea că rigoarea planificării depinde integral de calitatea și coerența datelor de intrare. Problema centrală pe care o rezolvă este crearea unei surse unice de adevăr (SSOT - Single Source of Truth), prin centralizarea și validarea tuturor datelor contractuale, normative, geospațiale și tehnice. Consecința directă în elaborarea PUG este garantarea coerenței și trasabilității întregului proces, de la studiile de fundamentare, precum cel de față, la propunerile finale de reglementare, eliminând riscul utilizării unor informații fragmentate sau învechite.

3.1. Surse de date utilizate

Constatarea factuală de la care pornește orice demers de planificare este că rigoarea analizei depinde direct de calitatea datelor de intrare. Problema clară identificată în practica urbanistică este utilizarea unor surse de date multiple, necorelate și cu grade diferite de actualitate, ceea ce poate duce la analize eronate și decizii nefundamentate. Consecința pentru acest PUG este adoptarea unui principiu strict de guvernanta a datelor: toate analizele se vor baza pe un set de surse de date primare și secundare, validate și centralizate, care constituie sursa unică de adevăr (SSOT) a proiectului. Aceste surse sunt de natură contractuală, normativă, geospațială și tehnică.

Sursele contractuale și normative stabilesc cadrul juridic și procedural al elaborării PUG. Acestea includ, în mod obligatoriu:

1. Contractul de servicii nr. 54/16.06.2025, care definește obiectul, termenele și livrabilele;
2. Caietul de Sarcini, care detaliază cerințele tehnice, inclusiv lista studiilor de fundamentare necesare și obligativitatea respectării principiului DNSH ("Do No Significant Harm");
3. Legea nr. 350/2001 privind amenajarea teritoriului și urbanismul și Ordinul MDRAP nr. 233/2016, care stabilesc conținutul-cadru și procedura de avizare a documentațiilor de urbanism;
4. Ordinul nr. 904/2023, care impune standardele tehnice pentru elaborarea documentațiilor în format GIS, inclusiv utilizarea sistemului de proiecție Stereografic 1970 și a formatului de livrare Geopackage (GPKG).

Sursele de date geospațiale constituie suportul grafic fundamental al PUG. Linia de bază este reprezentată de suportul topografic actualizat la scara 1:26.000, avizat de OCPI, care include:



- a) limitele administrativ-teritoriale ale UAT Băcia și ale localităților componente;
- b) limita intravilanului existent;
- c) rețeaua hidrografică și rețeaua majoră de căi de comunicație;
- d) curbele de nivel și punctele cotate.

Peste acest suport de bază se suprapun ortofotoplanuri recente, cu o rezoluție de 20 cm, care oferă o imagine detaliată a utilizării terenurilor și a fondului construit. Toate aceste date sunt integrate și gestionate în sistem GIS, având ca sistem de referință spațială comun GRILA TKHC.

Datele tehnice primare, generate special pentru acest PUG, completează și validează informațiile existente. Cea mai importantă componentă o reprezintă campania de investigații geotehnice, care a inclus execuția a 46 de foraje de studiu (identificate F1-F46), amplasate pe întreg teritoriul UAT. Datele obținute din aceste foraje (litologie, nivelul apei subterane) și din analizele de laborator ulterioare constituie fundamentul pentru capitolele de specialitate ale prezentului studiu (geotehnică, hidrogeologie, riscuri). De asemenea, în cadrul altor studii de fundamentare, vor fi generate date suplimentare privind traficul rutier, aspecte socio-demografice și calitatea mediului, care vor fi integrate în aceeași bază de date unitară a proiectului.

O altă categorie de surse de date este reprezentată de documentațiile de urbanism aprobate anterior și care produc efecte în teritoriu (PUZ-uri, PUD-uri). Aceste documentații, inventariate și transpuse în format digital, oferă o imagine a dinamicii urbanistice recente și a intențiilor de dezvoltare declarate. Problema pe care o ridică este asigurarea coerenței între aceste reglementări punctuale și viziunea strategică a noului PUG. Consecința este că noul PUG va trebui fie să integreze prevederile acestor documentații, fie să le modifice sau să le anuleze, cu o justificare clară. Stabilirea acestui set de surse de date clar, actualizat și validat este pasul esențial care asigură că toate analizele, de la cea geografică la cea economică și socială, pornesc de la o bază factuală comună, verificabilă și opozabilă, reducând riscul de erori și contradicții interne.

3.2. Încadrare geografică și situație existentă

Constatarea factuală esențială este că UAT Comuna Băcia se poziționează într-o zonă de contact geografic major, la interferența dintre Munții Poiana Ruscă la nord și Culoarul depresionar al Streiului la sud. Problema clară care derivă din această poziționare este diversitatea condițiilor naturale (relief, hidrografie) și complexitatea relațiilor funcționale cu teritoriile învecinate. Consecința pentru PUG este necesitatea de a fundamenta dezvoltarea pe o înțelegere aprofundată



a acestui cadru geografic, valorificând oportunitățile (accesibilitate, resurse naturale) și gestionând constrângerile (riscuri, presiune pe terenuri).

Teritoriul administrativ, cu o suprafață de 2.972 ha, este traversat de la sud-vest spre nord-est de râul Strei, axa hidrografică și morfologică principală. Utilizând GRILA TKHC, se observă că lunca largă a Streiului ocupă CULOARELE Y de la Yo6 la Y10 și CULOARELE X de la X10 la X15. Relieful variază de la aproximativ 200 m în zona de luncă la peste 400 m în dealurile nordice, în KILO_CAROURILE [Xo7, Y11] și [Xo8, Y11]. Comuna, formată din satele Băcia, Tâmpa, Petreni și Totia, are un caracter periurban, fiind situată în proximitatea municipiilor Deva și Hunedoara, ceea ce generează presiuni de dezvoltare rezidențială și economică.

Căile de comunicație majore care traversează UAT sunt drumul național DN66 (E79) și magistrala de cale ferată 200. Intersecția acestor axe majore în KILO_CAROURILE [X12, Yo7] și [X13, Yo8] creează un nod de accesibilitate cu potențial economic. Impactul acestor infrastructuri (fragmentare teritorială, poluare fonică) reprezintă o problemă de planificare ce trebuie gestionată. Analiza utilizării terenurilor relevă o predominanță a suprafeței agricole (circa 65%), concentrată în lunca și pe terasele Streiului, și o tendință de extindere difuză a intravilanului, care exercită presiune asupra terenurilor fertile. PUG-ul trebuie să răspundă acestei complexități printr-o viziune integrată, care să valorifice accesibilitatea și să protejeze resursele naturale și peisajul, stabilind o bază factuală ancorată în date verificabile pentru toate analizele sectoriale ulterioare.



4. CADRUL GEOLOGIC ȘI GEOTEHNIC AL ZONEI

Constatarea factuală de la care pornește acest capitol este complexitatea geologică a comunei Băcia, situată la intersecția dintre Munții Poiana Ruscă la nord și culoarul depresionar al Streiului la sud, ceea ce generează o diversitate de formațiuni și condiții de fundare. Problema tehnică pe care o adresează este transpunerea acestei diversități litologice, confirmată de datele din cele 46 de foraje geotehnice, într-un model geotehnic operabil pentru planificare. Consecința directă este elaborarea unei hărți de zonificare geotehnică, un instrument esențial care fundamentează reglementările din PUG pentru o dezvoltare sigură și adaptată, asigurând că fiecare decizie urbanistică este ancorată în realitatea fizică a terenului.

Metodologia de elaborare se bazează pe sinteza datelor obținute din campania de investigații, corelate cu surse de date existente (hărți geologice 1:200.000 și 1:50.000, model digital al terenului), într-un flux de lucru trasabil. Ipoteza centrală este gruparea profilelor litologice similare în unități geotehnice cu comportament mecanic omogen, permițând extrapolarea caracteristicilor determinate punctual la scara unor areale mai largi. Limitele acestei abordări sunt date de densitatea punctelor de investigare; studiul are un caracter de ansamblu, specific unui PUG, și nu înlocuiește studiile geotehnice de detaliu, care rămân obligatorii pentru fiecare construcție autorizată.

4.1. Geologia locală și litologia

Constatarea factuală principală este apartenența teritoriului la două unități structurale distincte: Munții Poiana Ruscă în nord și Culoarul depresionar al Streiului în sud. Problema pe care o generează acest context este variația litologică semnificativă pe distanțe scurte, de la depozite aluvionare recente la formațiuni sedimentare vechi și roci metamorfice. Consecința este o diversitate a condițiilor de fundare, care impune o cartografiere atentă. Tranziția este confirmată de foraje: F5, în KILO-CAROUL [X10, Y06], a interceptat peste 10 metri de pietrișuri aluvionare, în timp ce F30, în KILO-CAROUL [X08, Y09], a traversat depozite argiloase de pantă (deluvii) și a atins șisturi cristaline alterate. Această structură determină distribuția tipurilor de pământuri și roci din UAT.

Litologia teritoriului este dominată de două categorii principale de depozite. Prima categorie, depozitele cuaternare neconsolidate, acoperă cea mai mare parte a zonei și include:

1. **Depozite aluvionare:** Alcătuit din pietrișuri, bolovănișuri și nisipuri, acest pachet formează lunca și terasele inferioare ale râului Strei, fiind vizibil în forajele din KILO-CAROURILE

[X11, Yo7] și [X12, Yo8]. Acestea constituie, în general, terenuri bune de fundare, cu excepția zonelor unde sunt saturate cu apă și afânate, prezentând risc de lichefiere.

2. **Depozite deluviale:** Formate din argile, prafuri și fragmente de rocă, acoperă versanții cu pante moderate. Identificate în forajele din KILO-CAROURILE [Xo9, Yo8] și [X10, Yo9], aceste materiale pot fi compresibile și cu potențial de instabilitate, necesitând analize de stabilitate a versanților.
3. **Depozite eoliene:** Reprezentate de prafuri argiloase (loessuri), pot apărea pe platourile interfluviale. Principala problemă asociată este sensibilitatea la umezire, care poate provoca tasări bruște și semnificative.

A doua categorie o constituie formațiunile pre-cuaternare consolidate, care alcătuiesc roca de bază. Acestea includ roci sedimentare neogene (marne, argile, nisipuri) și roci metamorfice (șisturi cristaline), specifice Munților Poiana Ruscă. Forajul F31, în KILO-CAROUL [Xo7, Yo9], a atins roca de bază alterată la adâncimea de 8,5 metri. Comportamentul geotehnic al acestor formațiuni este superior, dar puternic influențat de gradul de alterare și fisurare. O secțiune geologică schematică pe direcția NV-SE ar evidenția trecerea de la șisturile cristaline din zona de deal, acoperite de deluvii, la complexul gros de aluviuni din lunca Streiului, ilustrând astfel fundamentul geologic al zonificării geotehnice.

4.2. Unități geotehnice

Constatarea centrală în caracterizarea geotehnică a unui teritoriu extins este necesitatea simplificării complexității stratigrafice într-un număr restrâns de unități cu comportament mecanic predictibil. Problema este cum se poate realiza această clasificare într-un mod obiectiv și util pentru planificare. Consecința este definirea, pe baza analizei integrate a datelor din cele 46 de foraje, a hărții geologice și a modelului geomorfologic, a trei unități geotehnice principale (UG) pentru teritoriul comunei Băcia, fiecare cu un set de caracteristici și recomandări specifice, stând la baza hărții de zonificare.

1. **Unitatea Geotehnică 1 (UG-1): Depozite Aluvionare de Luncă.** Această unitate corespunde luncii majore a râului Strei, identificată cu precădere în KILO-CAROURILE [X10, Yo6], [X11, Yo7], [X12, Yo8] și [X13, Yo9]. Este alcătuită dintr-un complex gros de pietrișuri cu nisip și bolovănișuri, acoperit de un strat variabil de mături și nisipuri fine. Forajele reprezentative (F1, F5, F7, F12) confirmă această structură. Problema dominantă în această unitate este interacțiunea cu apa: nivelul freatic este la mică adâncime, există risc la inundații și un potențial semnificativ de lichefiere în condiții seismice. Consecința pentru PUG este că dezvoltarea în UG-1 este condiționată de măsuri specifice de protecție la apă (cote de construire supraînălțate, hidroizolații) și de analize de risc seismic detaliate.
2. **Unitatea Geotehnică 2 (UG-2): Depozite de Terasă și Platou.** Această unitate, extinsă în KILO-CAROURILE [X12, Yo6], [X13, Yo7] și [X14, Yo8], este formată dintr-o succesiune

mai complexă. La bază se găsesc pietrișuri similare celor din luncă, peste care se dezvoltă un complex de pământuri fine, predominant argile prăfoase și prafuri argiloase, adesea de origine loessoidă. Forajele F20, F21, F38 și F41 sunt reprezentative. Problemele geotehnice sunt locale, legate de sensibilitatea la umezire a prafurilor loessoide (risc de tasări bruște) sau de compresibilitatea straturilor argiloase. Nivelul apei subterane este, de regulă, la adâncime mare. Consecința pentru RLU este că, deși zona este în general favorabilă, studiile geotehnice trebuie să verifice obligatoriu prezența pământurilor sensibile la umezire.

3. **Unitatea Geotehnică 3 (UG-3): Depozite de Versant.** Această unitate este specifică zonelor de deal din nord-vestul comunei, în KILO-CAROURILE [Xo8, Yo8], [Xo9, Yo9] și [X10, Y10]. Este formată din depozite deluviale (argile, prafuri, fragmente de rocă) așezate peste roca de bază alterată. Forajele F25, F30, F31 și F32 ilustrează această structură. Problema geotehnică dominantă este riscul la alunecări de teren, influențat de pantă, grosimea deluviului și infiltrațiile de apă. Consecința pentru planificare este că dezvoltarea în UG-3 este puternic condiționată de panta terenului. RLU va impune restricții severe de construire pe versanții cu înclinare mare și va solicita obligatoriu analize de stabilitate pentru orice proiect.

Unitate Geotehnică	Localizare TKHC (exemple)	Compoziție Litologică Principală	Probleme Geotehnice Majore	Foraje Reprezentative
UG-1	[X11, Yo7], [X12, Yo8]	Pietrișuri cu nisip și bolovănișuri; mături la suprafață.	Nivel freatic ridicat; Risc la inundații; Potențial de lichefiere.	F1, F5, F7, F12
UG-2	[X12, Yo6], [X13, Yo7]	Argile prăfoase și prafuri argiloase loessoide peste pietrișuri.	Compresibilitate medie; Sensibilitate la umezire (local).	F20, F21, F38, F41
UG-3	[Xo8, Yo8], [Xo9, Yo9]	Depozite deluviale (argile, prafuri) peste roca de bază alterată.	Risc la alunecări de teren.	F25, F30, F31, F32

4.3. Caracteristici fizico-mecanice ale pământurilor

Constatarea este că fiecare tip de pământ de pe teritoriul comunei Băcia prezintă un set specific de proprietăți care îi determină comportamentul sub încărcări. Problema este de a traduce rezultatele de laborator într-un set de valori reprezentative pentru fiecare unitate geotehnică, utilizabile în predimensionarea fundațiilor. Consecința este crearea unei baze de date geotehnice preliminare, care, deși orientativă, oferă un cadru de referință esențial pentru planificare.

Pentru **unitatea geotehnică UG-1 (aluviuni)**, materialele granulare predominante (pietrișuri cu nisip) se caracterizează prin:

- Greutate volumetrică ridicată ($19,0 - 21,5 \text{ kN/m}^3$).
- Rezistență la forfecare mare, cu unghi de frecare internă estimat între 32° și 38° .
- Compresibilitate foarte redusă, cu module de deformație liniară (E) de peste 25.000 kPa .

Aceste caracteristici conferă o capacitate portantă ridicată. Problema este stratul acoperitor de mâluri, cu compresibilitate medie. Consecința este că fundațiile trebuie să traverseze acest strat superficial pentru a ajunge la pachetul portant de pietrișuri.

În cadrul **unității geotehnice UG-2 (depozite de terasă)**, pământurile fine de la suprafață (argile prăfoase, prafuri argiloase loessoide) prezintă caracteristici variabile:

- Plasticitate de la redusă la mare ($I_p = 12\% - 30\%$), indicând o sensibilitate variabilă la umiditate.
- Rezistență la forfecare medie ($c = 15 - 35 \text{ kPa}$; $\varphi = 14^\circ - 22^\circ$).
- Compresibilitate medie spre mare ($M = 2.500 - 7.000 \text{ kPa}$).

Problema principală este potențialul de tasare la umezire al prafurilor loessoide. Consecința este că studiile geotehnice de detaliu trebuie să includă obligatoriu teste specifice pentru identificarea acestui hazard, impunând măsuri de prevenire (evitarea infiltrării apei lângă fundații).

Unitatea geotehnică UG-3 (depozite de versant) este dominată de pământuri argiloase, a căror problemă centrală este instabilitatea. Caracteristicile acestora sunt:

- Plasticitate de la medie la ridicată, generând un potențial de umflare-contrație.
- Rezistență la forfecare redusă spre medie, care scade semnificativ în stare saturată.

Acești parametri, corobați cu panta terenului, sunt factorii determinanți pentru riscul la alunecări de teren. Consecința este că proiectarea în aceste zone necesită analize de stabilitate a versanților care să utilizeze parametrii de rezistență la forfecare în condiții saturate, pentru a modela cel mai defavorabil scenariu.

Aceste intervale de valori, deși orientative, fundamentează evaluarea preliminară a condițiilor de fundare și zonificarea geotehnică. RLU va utiliza aceste informații pentru a defini presiuni convenționale orientative și pentru a impune cerințe specifice studiilor geotehnice de detaliu, asigurând o abordare inginerescă corectă. Cunoașterea cadrului geologic și a caracteristicilor pământurilor permite acum o analiză aprofundată a celui de-al doilea factor esențial pentru construcții: apa subterană.



5. ANALIZA CADRULUI HIDROGEOLOGIC

Constatarea factuală de la care pornește acest capitol este că apa subterană reprezintă un factor activ și determinant pentru stabilitatea și durabilitatea mediului construit pe teritoriul comunei Băcia. Problema tehnică pe care o adresează este transpunerea datelor hidrogeologice punctuale, obținute din cele 46 de foraje de investigare, într-o imagine de ansamblu coerentă, care să fundamenteze deciziile de planificare. Consecința directă este definirea principalelor corpuri de apă subterană, cartografierea variațiilor nivelului piezometric și evaluarea preliminară a calității apei, elemente esențiale pentru elaborarea unor reglementări urbanistice care să asigure o dezvoltare teritorială sigură și sustenabilă.

Metodologia aplicată pornește de la interpretarea riguroasă a datelor litologice și hidrogeologice extrase din fișele forajelor geotehnice, corelate spațial prin grila de referință TKHC. Ipoteza de lucru este că extrapolarea informațiilor punctuale, prin corelare cu modelul topografic și hărțile geologice de ansamblu, permite delimitarea unor zone cu comportament hidrogeologic similar. Limitele analizei sunt inerente scării de lucru a unui PUG: caracterul punctual al investigațiilor și lipsa unei monitorizări pe termen lung a nivelului piezometric fac ca evaluarea fluctuațiilor sezoniere să se bazeze pe estimări și corelări indirecte. Studiul stabilește un cadru general, dar subliniază explicit necesitatea unor investigații de detaliu pentru fiecare proiect de construcție autorizat.

5.1. Acvifere freatice și de adâncime

Constatarea factuală principală, rezultată din analiza celor 46 de foraje (F1-F46), este prezența unui complex acvifer freatic extins, cantonat în depozitele aluvionare cuaternare ale râului Strei. Acest strat, format dintr-un amestec de pietrișuri cu nisip și bolovănișuri, are o permeabilitate ridicată și o continuitate hidraulică directă cu rețeaua hidrografică. Problema pe care o generează este influența directă asupra condițiilor de fundare, stabilității excavațiilor și riscului de inundații din surse subterane. Consecința pentru PUG este necesitatea de a delimita cu precizie arealul acestui acvifer și de a-i stabili un regim tehnic special. Grosimea stratului acvifer atinge valori de câțiva metri în zonele de luncă, precum în KILOCAROURILE [X10, Yo6] și [X11, Yo7], și scade treptat spre zonele de terasă și versanți. Baza sa este formată dintr-un complex argilos-marnos, practic impermeabil. Forajul F1, localizat în KILOCAROUL [X11, Yo4], a interceptat acest strat acvifer la o adâncime de doar 1,80 metri, confirmând vulnerabilitatea sa.

Pe lângă acviferul freatic principal, forajele sugerează existența unor niveluri acvifere secundare, discontinue, cantonate fie la adâncimi mai mari, fie în intercalații de nisip fin din complexe



argiloase. Aceste acvifere captive sau semi-captive, deși au o importanță locală, reprezintă o problemă geotehnică specifică pentru construcțiile cu subsoluri adânci sau pentru lucrări de infrastructură subterană. Forajele executate în zonele de versant, cum ar fi F25, în KILO_CAROUL [Xo8, Yo8], au indicat prezența unor orizonturi cu umiditate ridicată și infiltrații locale, care pot fi asociate cu astfel de acvifere suspendate. Consecința este că, deși cartografierea lor detaliată este dificilă la scara unui PUG, existența lor trebuie marcată ca un factor de risc ce impune o atenție sporită în studiile geotehnice de detaliu pentru orice proiect de dezvoltare în aceste zone.

Relația dintre acvifere și rețeaua hidrografică este una de interdependență directă, în special în lunca râului Strei. Constatarea este că acviferul freatic este alimentat din precipitații și prin infiltrații din cursurile de apă în perioadele de viitură, și drenează către acestea în perioadele secetoase. Problema este că această dinamică induce fluctuații ale nivelului apei subterane, direct corelate cu regimul hidrologic al Streiului. Direcția generală de curgere a apei subterane este de la sud-vest spre nord-est, paralelă cu cursul râului Strei. Consecința practică este că înțelegerea acestei interacțiuni este crucială pentru evaluarea riscului de propagare a poluării, pentru impactul unor noi captări de apă și pentru stabilitatea lucrărilor de apărare de mal. O analiză detaliată ar necesita date piezometrice din foraje de monitorizare dedicate, care nu fac însă obiectul prezentului studiu.

Din punct de vedere al utilizării resurselor de apă, constatarea este că acviferul freatic din lunca Streiului are un potențial cantitativ ridicat. Problema majoră este vulnerabilitatea sa la poluarea de suprafață (agricolă, menajeră, industrială), datorită adâncimii reduse. Consecința este că utilizarea sa ca sursă de apă potabilă impune analize aprofundate de calitate și instituirea unor perimetre de protecție sanitară. Acviferele de adâncime, deși mai greu de captat, oferă o protecție superioară și ar putea reprezenta o alternativă strategică pentru alimentarea cu apă a localității. Analiza potențialului lor de captare necesită însă studii hidrogeologice dedicate.

Implicațiile pentru PUG sunt, așadar, multiple. În primul rând, este obligatorie delimitarea zonelor de luncă ca zone cu condiționări specifice, vizând adâncimea de fundare, hidroizolarea subsolurilor și restricții la excavații. În al doilea rând, trebuie instituite zone de protecție pentru a preveni contaminarea acviferului, în special în jurul fântânilor și puțurilor. Aceste măsuri se vor traduce în reguli specifice în RLU. Trecerea la subcapitolul următor se face natural, prin necesitatea de a cuantifica și cartografia variațiile nivelului apei, cunoscute sub denumirea de nivel piezometric.



5.2. Nivelul piezometric

Constatarea factuală, bazată pe datele din cele 46 de foraje, este variația semnificativă a nivelului piezometric pe teritoriul comunei, în directă corelație cu relieful și hidrografia. În zonele de luncă adiacente râului Strei (KILOCAROURILE [X11, Yo7], [X12, Yo8]), nivelul apei a fost interceptat la adâncimi reduse, între 1,50 m și 3,00 m (ex: -2,10 m în forajul F7, KILOCAROU [X12, Yo8]). În contrast, pe terase și versanți (ex: KILO_CAROU [Xo9, Yo9]), adâncimea crește considerabil, depășind frecvent 10-15 m. Problema este că valoarea măsurată este una instantanee și nu surprinde fluctuațiile sezoniere. Consecința pentru proiectare este necesitatea de a adopta o abordare precaută, luând în considerare un nivel maxim estimat al apelor subterane.

Fluctuațiile sezoniere ale nivelului piezometric reprezintă o problemă majoră, în special în zonele de luncă. În perioadele ploioase de primăvară sau în timpul viiturilor pe râul Strei, nivelul apei subterane poate crește semnificativ, ajungând foarte aproape de suprafață. În absența unei rețele de monitorizare, amplitudinea acestor fluctuații poate fi doar estimată la 1,0 - 2,5 metri. Această incertitudine impune, prin RLU, obligativitatea ca studiile geotehnice de detaliu pentru construcțiile din luncă să includă o estimare a nivelului maxim al apelor freatice, bazată pe corelări cu date hidrologice.

Cartografierea adâncimii nivelului piezometric, realizată prin interpolarea datelor din foraje și corelarea cu modelul digital al terenului, se materializează într-o hartă a izobatelor. Această hartă este un instrument de planificare esențial, deși orientativ. Ea permite delimitarea preliminară a zonelor unde construcțiile cu subsol sunt fezabile cu costuri rezonabile și a zonelor unde acestea devin problematice. De exemplu, pentru KILO_CAROURILE [X10, Yo7] și [X11, Yo8], harta va indica o zonă extinsă cu adâncimi sub 3 metri, semnalând un risc ridicat de infiltrații. RLU va utiliza această hartă pentru a condiționa realizarea subsolurilor de măsuri speciale de hidroizolare și drenaj.

Direcția de curgere a apei subterane, dedusă din configurația suprafeței piezometrice, este orientată, la nivel general, de pe versanți către lunca Streiului și apoi paralel cu cursul acestuia, de la SV spre NE. Constatarea acestei direcții este importantă pentru evaluarea propagării unei eventuale poluări și pentru proiectarea sistemelor de epuizmente. O analiză de detaliu ar necesita o rețea de foraje piezometrice, dar la scara PUG, această orientare generală este suficientă pentru a fundamenta măsuri de protecție a calității apei.

Prezența apei la adâncimi mici are implicații severe asupra condițiilor de fundare, constituind o problemă tehnică majoră. Ridicarea nivelului freatic reduce capacitatea portantă a nisipurilor și

pietrișurilor și poate destabiliza săpăturile. În cazul argilelor, variațiile de umiditate pot genera fenomene de umflare-contrație. Consecința este că RLU trebuie să condiționeze strict construirea în zonele cu nivel freatic ridicat, impunând utilizarea de betoane speciale (rezistente la atac chimic) și sisteme de hidroizolație performante. Următorul pas logic este analiza calității chimice a acestor ape.

5.3. Calitatea apelor subterane

Constatarea factuală este că, la data elaborării studiului, lipsesc analize fizico-chimice sistematice ale apei subterane de pe teritoriul comunei Băcia. Problema este imposibilitatea de a cuantifica riscurile legate de calitatea apei, atât pentru consumul uman, cât și pentru durabilitatea construcțiilor. Consecința este că analiza se bazează pe identificarea riscurilor potențiale, iar PUG trebuie să formuleze recomandări preventive pentru investigații viitoare și reglementări prudentiale.

Principalul risc pentru construcții este agresivitatea chimică a apei față de fundații. Aceasta poate fi de levigare (ape moi), sulfatică (prezența sulfatilor) sau magneziană. Problema este că, în absența analizelor de laborator care să determine pH-ul, conținutul de SO_4^{2-} , Mg^{2+} și CO_2 agresiv, acest risc nu poate fi evaluat. Sursele de sulfati pot fi naturale (gipsuri) sau antropice (îngrășăminte). Consecința este că, pentru orice proiect cu lucrări subterane semnificative, RLU trebuie să impună, prin certificatul de urbanism, obligativitatea realizării unui buletin de analiză a apei care să certifice clasa de agresivitate, conform normativului NE 012. Aceasta va permite proiectantului să aleagă tipul de ciment și clasa de beton corespunzătoare.

Un al doilea risc major este poluarea antropică a acviferului freatic, deosebit de vulnerabil datorită adâncimii reduse. Problemele sunt generate de două tipuri de surse:

- Surse difuze, precum aplicarea de îngrășăminte și pesticide în agricultură;
- Surse punctuale, precum fosele septice neetanșe, depozitele de deșeuri sau scurgerile accidentale.

Poluanții de interes (nitrați, nitriți, compuși organici, metale grele) pot face apa improprie consumului uman.

Consecința pentru PUG este necesitatea unei abordări preventive. Pentru poluarea difuză, RLU poate promova practici agricole durabile. Pentru poluarea punctuală, PUG trebuie să prioritizeze extinderea sistemului centralizat de canalizare și epurare și să stabilească, între timp, reguli clare



pentru sistemele individuale, interzicând haznalele neetanșe. Aceste reglementări vor contribui la reducerea riscului de contaminare a apei. Tranziția către capitolul următor se face firesc, prin integrarea acestor analize hidrogeologice în contextul mai larg al tuturor hazardelor geotehn



6. IDENTIFICAREA HAZARDELOR GEOTEHNICE

Constatarea factuală de la care pornește acest capitol este complexitatea geologică a comunei Băcia, situată la intersecția dintre Munții Poiana Ruscă la nord și culoarul depresionar al Streiului la sud, ceea ce generează o diversitate de formațiuni și condiții de fundare. Problema tehnică pe care o adresează este transpunerea acestei diversități litologice, confirmată de datele din cele 46 de foraje geotehnice, într-un model geotehnic operabil pentru planificare, care să cartografieze explicit perimetrele expuse la riscuri specifice precum tasările, umflările și contracțiile pământurilor, și lichefierea indusă seismic. Consecința directă este elaborarea unui set de hărți de hazard tematice, instrumente esențiale care fundamentează reglementările din Planul Urbanistic General (PUG) pentru o dezvoltare sigură și adaptată, asigurând că fiecare decizie urbanistică este ancorată în realitatea fizică a terenului.

Metodologia utilizată pentru identificarea și cartografierea acestor hazarde se bazează pe interpretarea și corelarea datelor punctuale obținute din cele 46 de foraje geotehnice, transpuse spațial pe suportul topografic actualizat și pe grila canonică TKHC. Datele de laborator privind granulometria, plasticitatea și compresibilitatea pământurilor sunt corelate cu informații privind adâncimea nivelului apei subterane și zonarea seismică a amplasamentului (acelerația terenului pentru proiectare, $a_g=0,20g$) pentru a evalua potențialul de manifestare a fiecărui tip de hazard. Acest demers transformă datele brute, tehnice, într-o informație direct utilizabilă în procesul de planificare, fundamentând deciziile pe criterii obiective și măsurabile. Limitele acestei abordări sunt date de densitatea punctelor de investigare; studiul are un caracter de ansamblu, specific unui PUG, și nu înlocuiește studiile geotehnice de detaliu, care rămân obligatorii pentru fiecare construcție autorizată.

6.1. Hazardul la tasare și pământuri compresibile

Constatarea factuală este că anumite perimetre din comuna Băcia sunt caracterizate de prezența unor pământuri cu compresibilitate ridicată, a căror comportare sub încărcările de la construcții poate genera tasări semnificative. Problema clară pe care o ridică acest fenomen este riscul apariției unor tasări diferențiate (inegale), care pot induce eforturi suplimentare în structura de rezistență, ducând la apariția fisurilor sau la compromiterea stabilității. Consecința pentru PUG este necesitatea de a identifica și cartografia aceste zone, pentru a impune condiționări specifice de fundare, menite să limiteze tasările la valori admisibile și să asigure o comportare uniformă a construcțiilor.



Cauzele principale ale hazardului la tasare sunt prezența naturală a unor strate de pământuri coezive, argilo-prăfoase, cu compresibilitate medie spre mare, identificate în unitățile geotehnice UG-2 și UG-3. Foraje precum F21, în KILO-CAROUL [X13, Yo7], și F32, în KILO-CAROUL [Xo7, Yo9], au interceptat strate de argilă plastic-consistentă, pentru care analizele de laborator indică valori ale modulului edometric (M) cuprinse în intervalul 2.500 - 6.000 kPa. O a doua cauză majoră este prezența umpluturilor antropice necontrolate, cu o structură afânată și compresibilitate foarte mare, identificate punctual în apropierea zonelor locuite. Forajul F18, din KILO_CAROUL [X12, Yo8], a traversat un astfel de strat de umplutură cu o grosime de 2,5 metri. Construirea direct pe astfel de umpluturi este interzisă de normativele tehnice, necesitând fie înlocuirea lor, fie adoptarea unor soluții de fundare speciale care să le traverseze.

O categorie specială de pământuri compresibile o reprezintă depozitele de prafuri argiloase loessoide din unitatea geotehnică UG-2, care prezintă fenomenul de tasare la umezire. La o creștere bruscă a umidității, structura lor internă se prăbușește, generând tasări suplimentare rapide și semnificative. Acest hazard este periculos deoarece este ascuns și se poate manifesta brusc, după mai mulți ani de la construirea clădirii. Identificarea acestor pământuri necesită încercări de laborator specifice (dublă consolidare edometrică). Zonele cu potențial de pământuri sensibile la umezire necesită o atenție deosebită în proiectare, impunând măsuri stricte de control al apelor de suprafață și subterane.

Cartografierea hazardului la tasare se materializează într-o hartă de susceptibilitate care delimitează trei categorii de zone, direct utilizabile în PUG:

- a) Zone cu susceptibilitate redusă: Corespund, în general, zonelor cu construibilitate favorabilă (ZCF), unde predomină terenuri bune de fundare, precum pietrișurile îndesate de pe terase, iar riscul de tasări este neglijabil pentru construcții curente.
- b) Zone cu susceptibilitate medie: Includ arealele cu strate de argilă compresibilă sau prafuri loessoide, unde se impune o analiză detaliată a tasărilor. Aceste zone necesită o proiectare atentă a fundațiilor și, eventual, soluții de rigidizare a structurii.
- c) Zone cu susceptibilitate ridicată: Cuprind perimetrele cu umpluturi antropice sau cu strate groase de pământuri coezive foarte compresibile, unde fundarea directă este, de regulă, contraindicată și se impun soluții de fundare indirectă (piloți) sau de îmbunătățire a terenului.

În consecință, Regulamentul Local de Urbanism va trebui să includă prevederi specifice pentru gestionarea acestui hazard. Pentru zonele cu susceptibilitate medie și ridicată, se va impune

obligativitatea ca studiul geotehnic să includă un calcul de tasare, conform STAS 3300/2-85. Pe baza acestui calcul, proiectantul va alege soluția de fundare care să limiteze tasările la valorile admisibile, precum lărgirea tălpilor, utilizarea de radieră generale rigide sau fundații indirecte. Aceste reglementări asigură că dezvoltarea viitoare va fi adaptată la condițiile de teren, prevenind avariile structurale și costurile de remediere pe termen lung.

6.2. Hazardul la umflare-contrație (pământuri active)

Constatarea este că anumite tipuri de argile de pe teritoriul comunei Băcia au un caracter "activ", manifestând variații de volum semnificative la schimbarea umidității. Problema pe care o generează acest fenomen este exercitarea unor presiuni considerabile asupra fundațiilor, care pot duce la ridicări și coborâri neuniforme, fisurarea pereților și afectarea structurii de rezistență. Consecința pentru PUG este necesitatea de a delimita zonele cu potențial de pământuri active, pentru a impune măsuri de proiectare și execuție menite să diminueze impactul acestor variații de volum.

Pământurile active sunt, de regulă, argile cu plasticitate mare și foarte mare. Forajele executate în zonele de versant din unitatea geotehnică UG-3 au interceptat strate de argilă cu potențial mediu spre ridicat de umflare-contrație. De exemplu, în forajul F30, localizat în KILO_CAROUL [Xo8, Yo9], proba de la adâncimea de 3,5 metri a indicat un indice de plasticitate (I_p) de peste 30%, încadrându-se în categoria argilelor cu plasticitate mare. Amplitudinea fenomenului este legată de adâncimea până la care pătrund variațiile sezoniere de umiditate, cunoscută ca "zona activă", care în condițiile climatice locale poate atinge 1,5 - 2,5 metri.

Mecanismul de acțiune este dual: în perioadele secetoase, argila se contractă și se depărtează de fundație, lăsând spații libere; în perioadele umede, apa pătrunde în aceste spații, iar argila se umflă, exercitând o presiune de jos în sus, care poate ridica porțiuni din construcție. Cartografierea hazardului se realizează pe baza indicilor de plasticitate și delimitează zone cu potențial redus (lunca Streiului, UG-1), mediu (terase, UG-2) și ridicat (versanți, UG-3). Măsurile de prevenire sunt esențiale și trebuie implementate cumulativ:

1. **Fundarea sub zona activă:** Amplasarea tălpii fundației la o adâncime de peste 2,0 - 2,5 metri, unde variațiile de umiditate sunt atenuate.
2. **Controlul umidității:** Realizarea de trotuare perimetrale late (minimum 1,5 m) și etanșe, cu pante spre exterior, și sisteme de drenaj care să îndepărteze rapid apele pluviale de lângă construcție.



3. **Utilizarea fundațiilor rigide:** Proiectarea de radieră generale sau rețele de grinzi de fundare din beton armat, capabile să preia și să redistribuie eforturile generate de umflarea neuniformă a terenului.

Regulamentul Local de Urbanism va transpune aceste recomandări în cerințe clare. Pentru zonele cu potențial mediu și ridicat, precum KILO_CAROURILE [Xo8, Yo9] și [Xo7, Yo8], certificatul de urbanism va solicita ca studiul geotehnic să includă determinarea limitelor de plasticitate și, opțional, a presiunii de umflare, conform normativelor în vigoare. RLU va putea impune, de asemenea, condiții constructive minimale, precum adâncimea minimă de fundare de 1,50 m și obligativitatea realizării trotuarelor perimetrale etanșe și a sistemelor de colectare a apelor pluviale. Prin aceste măsuri, se reduce semnificativ riscul de avarii la construcțiile fondate pe pământuri active.

6.3. Hazardul la lichefiere în context seismic

Constatarea este că hazardul seismic, definit pentru comuna Băcia de o accelerație de calcul $ag=0,20g$, poate declanșa, în anumite condiții, fenomenul de lichefiere. Problema este că lichefierea anulează temporar capacitatea portantă a terenului, putând provoca cedări catastrofale ale construcțiilor. Consecința pentru PUG este necesitatea stringentă de a cartografia susceptibilitatea la lichefiere și de a institui reglementări severe pentru zonele de risc, în conformitate cu normativul seismic P100-1/2013.

Fenomenul de lichefiere se produce în depozite de nisipuri și prafuri nisipoase, cu granulație uniformă, situate sub nivelul apei subterane și cu o îndesare redusă spre medie. În timpul unui cutremur, undele seismice cresc presiunea apei în pori, iar stratul se comportă ca un fluid dens. Pe teritoriul comunei Băcia, condițiile favorabile sunt întrunite în lunca râului Strei (UG-1), unde forajele au confirmat prezența stratelor de nisip și un nivel al apei subterane la mică adâncime (sub 3 metri). KILOCAROURILE [X10, Yo6], [X11, Yo7] și [X12, Yo8] sunt cele mai expuse. Forajul F15, în KILOCAROUL [X11, Yo7], a interceptat un strat de nisip fin-mediu, afânat, de la adâncimea de -3,5 m la -7,0 m, situat integral sub nivelul apei freactice.

Evaluarea potențialului de lichefiere la scara PUG se face printr-o metodă simplificată. Harta de susceptibilitate se elaborează prin suprapunerea hărții geologice cu harta izobatelor (adâncimea apei subterane). Perimetrele unde depozitele de nisip se suprapun cu zonele unde adâncimea apei subterane este mai mică de 10 metri sunt considerate zone cu susceptibilitate la lichefiere. Harta de susceptibilitate la lichefiere, rezultată din această analiză, delimitează cu precizie perimetrele din lunca Streiului unde condițiile sunt favorabile producerii fenomenului, oferind un instrument de avertizare esențial. Pentru orice construcție de importanță medie sau mare în aceste zone,



normativul P100-1/2013, Anexa F, impune obligativitatea unei analize de detaliu a riscului, care presupune realizarea de foraje cu încercări de penetrare standard (SPT) și calcularea unui factor de siguranță la lichefiere (FS).

Măsurile de reducere a riscului la lichefiere vizează fie îmbunătățirea terenului de fundare, fie adoptarea unor soluții de fundare speciale. Printre tehnicile de îmbunătățire se numără compactarea dinamică, vibrocompactarea, realizarea de coloane de balast sau tehnicile de injectare (jet grouting). Soluțiile de fundare speciale, capabile să transfere încărcările sub stratul lichefiabil, includ fundațiile pe piloți sau barete. Propunerile de reglementare pentru RLU vor fi restrictive: se va interzice amplasarea în aceste zone a construcțiilor de importanță excepțională și deosebită (spitale, școli, funcțiuni speciale). Pentru celelalte construcții, autorizarea va fi condiționată de prezentarea unui studiu geotehnic cu o analiză explicită a potențialului de lichefiere. Dacă riscul se confirmă ($FS < 1.25$), proiectul va include obligatoriu măsurile de îmbunătățire a terenului sau soluția de fundare specială adoptată, demonstrate prin calcul ca fiind eficiente.

7. ZONIFICAREA GEOTEHNICĂ A TERITORIULUI

Constatarea factuală de la care pornește acest capitol de sinteză este că teritoriul administrativ al comunei Băcia prezintă o heterogenitate semnificativă a condițiilor de fundare, variind de la pietrișuri îndesate, stabile, la versanți cu potențial de instabilitate, precum cei din KILO-CAROURILE [Xo8, Yo8] și [Xo9, Yo9]. Problema clară pe care acest capitol o rezolvă este transpunerea complexității datelor geologice, hidrogeologice și de risc într-un instrument de planificare operațional și inteligibil: harta de zonificare geotehnică. Consecința imediată este clasificarea întregului UAT în trei categorii de construibilitate – favorabilă, condiționată și cu restricții – fiecare având asociat un set specific de reguli, devenind pilonul central pentru fundamentarea Regulamentului Local de Urbanism (RLU) și pentru ghidarea unei dezvoltări teritoriale sigure.

Metodologia de elaborare a hărții de zonificare este una de analiză spațială multi-criterială, realizată într-un mediu GIS, conform normativului NP 074/2014. Procesul a implicat suprapunerea și corelarea a patru straturi de informații tematice, derivate din capitolele anterioare:

1. harta unităților geotehnice, care definește tipul și caracteristicile pământurilor;
2. harta hidrogeologică, cu adâncimea nivelului freatic;
3. harta de hazard la inundații, care delimitează benzile de inundabilitate;
4. harta de susceptibilitate la alunecări de teren.

Criteriile de clasificare au fost cuantificate: o zonă a fost încadrată ca "favorabilă" dacă, cumulativ, prezintă terenuri cu presiune convențională de peste 250 kPa, nivel freatic la adâncime mai mare de 8 m, pantă sub 5% și se află în afara zonelor de hazard major. Harta rezultată este un document de sinteză care oferă o imagine clară și acționabilă asupra constrângerilor geotehnice ale teritoriului.

7.1. Harta de zonificare geotehnică: criterii și metodologie

Constatarea factuală este că un set de hărți tematice distincte (geologică, hidrogeologică, de hazard) este insuficient pentru un planificator urbanist, care are nevoie de un verdict integrat: "unde și în ce condiții se poate construi?". Problema esențială a fost definirea unui set de criterii clare și măsurabile care să permită clasificarea obiectivă a teritoriului în categorii de construibilitate. Consecința este o metodologie transparentă care permite oricărui specialist să



înțelege raționamentul din spatele încadrării unui HECTA_CAROU într-o anumită zonă, asigurând auditabilitatea PUG-ului.

Metodologia de zonificare s-a desfășurat în trei etape principale. Prima etapă a constat în pregătirea și standardizarea straturilor de date GIS, unde fiecare strat tematic (unități geotehnice, nivel freatic, hazard inundații, susceptibilitate alunecări) a fost clasificat în clase de favorabilitate de la 1 (foarte favorabil) la 5 (foarte nefavorabil).

A doua etapă a constat în gruparea criteriilor de zonificare în patru categorii principale:

1. stabilitate și capacitate portantă;
2. criterii hidrogeologice;
3. criterii geomorfologice și de hazard;
4. criterii conexe.

Fiecărui criteriu i s-a acordat o pondere în funcție de importanța sa pentru siguranța construcțiilor.

A treia etapă a fost agregarea spațială a criteriilor prin suprapunere ponderată în GIS. Pentru fiecare HECTA_CAROU s-a calculat un scor de favorabilitate geotehnică, pe baza căruia s-au stabilit pragurile de separare între cele trei categorii: Favorabilă (ZCF), Condiționată (ZCC) și Dificilă (ZCD). Zonele cu alunecări active sau risc foarte ridicat au fost încadrate automat în categoria ZCD. Rezultatul final este Harta de Zonificare Geotehnică, un document de sinteză la scara 1:10.000 care devine suportul principal pentru diferențierea regulilor de construire în RLU.

7.2. Zone cu condiții favorabile (ZCF)

Constatarea factuală este că Zonele cu Condiții Favorabile (ZCF) acoperă aproximativ 40% din suprafața UAT, suprapunându-se peste terasele medii și înalte ale râului Strei și platourile interfluviale stabile. Problema specifică este asigurarea unei dezvoltări coerente care să valorifice acest potențial, evitând o proiectare neglijentă. Consecința pentru PUG este că aceste zone, precum cele din KILO_CAROURILE [X13, Yo6], [X14, Yo7] și [X15, Yo8], sunt recomandate cu prioritate pentru extinderea intravilanului.

Din punct de vedere geotehnic, ZCF se caracterizează prin terenuri bune de fundare, cu presiuni convenționale de peste 250-300 kPa și tasări reduse. Nivelul apei subterane este la adâncime mare (peste 8-10 metri), pantele sunt reduse (sub 5%), iar riscurile la alunecări, inundații sau lichefiere sunt practic nule. Implicațiile pentru RLU sunt directe: reglementările tehnice pot fi permissive,

recomandând soluții de fundare simple și economice (fundații continue sau izolate), cu respectarea adâncimii minime de fundare de 0,90 m. RLU trebuie să mențină obligativitatea realizării unui studiu geotehnic minimal, care să confirme condițiile locale, chiar și în aceste zone favorabile.

7.3. Zone cu condiții medii (ZCC)

Constatarea factuală este că Zonele cu Condiții Condiționate (ZCC) ocupă o pondere semnificativă pe teritoriul comunei, incluzând lunca joasă a râului Strei și versanții cu pante moderate. Problema cheie în aceste zone, cum ar fi KILO_CAROURILE [X11, Yo7] și [X10, Yo8], este gestionarea echilibrată a riscurilor de nivel mediu. Consecința pentru PUG este formularea unui set de reglementări condiționate care transformă riscurile în cerințe clare pentru autorizare.

Principalele sub-categorii de ZCC și condiționările aferente sunt:

1. **Lunca inundabilă a râului Strei** ([X11, Yo7], [X12, Yo8]): Caracterizată prin nivel freatic ridicat (sub 3 metri), risc la inundații și potențial de lichefiere. Condiționările impun studii geotehnice aprofundate cu analiză de lichefiere, supraînălțarea cotei de construire, restricții pentru subsoluri și soluții de fundare robuste (radiere, piloți).
2. **Versanți cu pante moderate** (5%-15%), precum [X10, Yo8] și [X09, Yo9]: Prezintă risc mediu la alunecări. Condiționările impun analize de stabilitate a versantului, controlul strict al terasamentelor și managementul apelor de suprafață.
3. **Zone cu pământuri cu caracteristici speciale** (prafuri loessoide, argile active): Construirea este condiționată de identificarea lor corectă și de adoptarea unor soluții de fundare care anulează efectul variațiilor de umiditate (fundații rigide de tip radier).

Implicațiile pentru RLU sunt clare: certificatul de urbanism pentru orice construcție în ZCC va solicita un studiu geotehnic care să abordeze problematica specifică zonei, iar regulamentul va detalia măsurile obligatorii.

7.4. Zone cu restricții (ZCD)

Constatarea factuală este că Zonele cu Construibilitate Dificilă (ZCD) includ versanții cu risc foarte ridicat la alunecări și coridoarele de risc major la inundații. Problema fundamentală este protejarea vieții umane și a bunurilor, impunând o abordare bazată pe principiul precauției. Consecința pentru PUG este instituirea unor regimuri de interdicție de construire.

Principalele categorii de ZCD sunt:

1. **Versanții cu susceptibilitate ridicată și foarte ridicată la alunecări**, cartografați în KILO_CAROURILE [X08, Yo8] și [X09, Yo9]. Se propune interdicție definitivă de construire pentru locuințe și funcțiuni publice, fiind permise doar lucrări de consolidare sau împădurire.



2. **Zonele din albia minoră a râului Strei** și o fâșie adiacentă, unde construirea este interzisă prin Legea Apelor. Sunt permise exclusiv lucrări de gospodărire a apelor. KILO_CAROURILE [X11, Yo6] și [X12, Yo7] conțin astfel de areale.
3. **Perimetrele de protecție sanitară cu regim sever** din jurul captărilor de apă potabilă, unde se interzice orice activitate care ar putea contamina sursa de apă.

Rolul PUG-ului în gestionarea ZCD este, așadar, preponderent restrictiv și preventiv, cu scopul de a ghida investițiile către perimetrele sigure și de a informa corect proprietarii de terenuri.



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

Analiza integrată a riscurilor naturale pe teritoriul comunei Băcia fundamentează o planificare urbanistică robustă, pornind de la constatarea că hazardele seismice, hidrologice și geomorfologice nu acționează izolat, ci interacționează, amplificându-și reciproc efectele. Un eveniment seismic poate declanșa alunecări de teren, în timp ce inundațiile pot compromite stabilitatea versanților și capacitatea portantă a fundațiilor. Problema tehnică pe care o adresează acest capitol este cuantificarea impactului combinat al acestor riscuri pentru a formula reglementări urbanistice care să prevină scenariile de hazard în cascadă. Consecința directă este o zonificare a teritoriului care reflectă vulnerabilitatea reală, permițând o planificare prudentă și sigură. Metodologia se aliniază la principiile analizei multi-risc (conform Hotărârii de Guvern nr. 571/2016), bazându-se pe corelarea datelor geotehnice, hidrologice și seismice disponibile, transpuse la scara localității prin grila TKHC.

Ipoteza de lucru este că zonele cele mai vulnerabile sunt luncile inundabile cu potențial de lichefiere și versanții cu susceptibilitate la alunecări în zone cu hazard seismic ridicat. Limitele analizei sunt date de caracterul general al datelor de intrare, specific unui Plan Urbanistic General (PUG); studiul nu înlocuiește analizele de risc detaliate, necesare pentru proiecte specifice.

8.1. Riscul seismic și hazardele geotehnice asociate

Constatarea factuală este că teritoriul comunei Băcia este expus la acțiunea seismică, fiind încadrat conform normativului P100-1/2013 într-o zonă de hazard seismic caracterizată de o valoare de vârf a accelerației terenului pentru proiectare (ag) de 0,20g, pentru un interval mediu de recurență de 225 de ani. Problema nu constă doar în vibrația directă a solului, ci mai ales în efectele geotehnice secundare pe care un cutremur le poate induce, precum lichefierea terenurilor necoezive saturate, tasarea indusă seismic în depozitele granulare afânate și amplificarea locală a mișcării seismice. Consecința acestor fenomene este o creștere semnificativă a vulnerabilității construcțiilor, impunând o corelare directă între zonificarea seismică și microzonarea geotehnică a teritoriului.

Potențialul de lichefiere este un hazard geotehnic major, specific depozitelor de nisipuri și prafuri nisipoase saturate cu apă, unde pământul își pierde temporar rezistența la forfecare și se comportă ca un fluid vâscos. Acest fenomen poate duce la pierderea capacității portante a fundațiilor și la cedarea construcțiilor. Zonele cele mai susceptibile pe teritoriul comunei Băcia sunt cele din lunca inundabilă a râului Strei, în special în KILO_CAROURILE [X10, Yo6], [X11, Yo7] și [X12, Yo8], unde forajele geotehnice (ex: F1, F7, F15) au indicat prezența unor strate de nisip la adâncimi



relativ mici și un nivel freatic ridicat. Analiza preliminară a riscului la lichefiere necesită corelarea datelor granulometrice și a indicelui de îndesare (SPT) din foraje cu accelerația seismică de calcul.

Tasarea sau densificarea indusă seismic afectează depozitele de pământuri granulare necoezive (nisipuri, pietrișuri) cu o îndesare redusă, chiar și în condiții nesaturate. Vibrațiile seismice provoacă o rearanjare a particulelor, ducând la o tasare neuniformă a suprafeței terenului, care poate genera avarii la clădiri și rețele. Zonele cu risc, suprapuse parțial peste cele predispuse la lichefiere, includ și terasele inferioare ale râului Strei sau zone cu umpluturi antropice necontrolate, precum cea identificată în forajul F18 din KILO_CAROUL [X12, Yo8]. Evaluarea acestui risc impune cunoașterea gradului de compactare a depozitelor, informație obținută prin încercări de penetrare standard (SPT) sau dinamică (DPT).

Amplificarea locală a undelor seismice reprezintă un fenomen prin care geologia și topografia unui sit modifică intensitatea și frecvența mișcării seismice. Depozitele de pământuri moi și groase, precum cele aluvionare din lunca Streiului, pot amplifica undele cu perioade lungi de oscilație, afectând clădirile înalte. Formele de relief precum crestele sau versanții abrupti pot concentra energia seismică. Cartografierea acestor zone este esențială și se poate realiza prin studii de microzonare seismică.

Mișcarea seismică este, de asemenea, un factor declanșator major pentru alunecările de teren, chiar și pe versanții stabili în condiții statice. Riscul este pronunțat în zonele cu pante accentuate și materiale cu rezistență redusă, cum ar fi versanții acoperiți cu depozite deluviale argiloase. Zonele cu susceptibilitate ridicată la alunecări induse seismic, precum cele identificate în KILO_CAROURILE [Xo8, Yo8] și [Xo9, Yo9], necesită o atenție deosebită. Orice dezvoltare urbanistică în aceste perimetre trebuie condiționată de studii de stabilitate detaliate care să includă componenta seismică.

Implicațiile pentru PUG sunt directe: pentru zonele cu potențial ridicat de lichefiere, tasări induse seismic sau amplificare locală, Regulamentul Local de Urbanism va introduce condiționări severe:

1. Obligatorietatea studiilor geotehnice aprofundate care să analizeze explicit aceste fenomene;
2. Interzicerea construirii de funcțiuni critice (spitale, școli);
3. Impunerea unor măsuri specifice de proiectare a fundațiilor (radieri generale, piloți) sau tehnici de îmbunătățire a terenului.

Aceste reglementări vor asigura că dezvoltarea viitoare nu va expune comunitatea la riscuri inacceptabile.



8.2. Riscul la inundații și alunecări de teren

Analiza riscurilor hidrologice și geomorfologice pe teritoriul comunei Băcia evidențiază o interdependență puternică între riscul la inundații și cel la alunecări de teren. Constatarea fundamentală este că apa, fie din precipitații, fie din revărsarea cursurilor de apă, acționează ca un catalizator pentru instabilitatea versanților prin saturație, creșterea presiunii în pori și eroziune. Consecința este că zonele inundabile și cele adiacente, în special la contactul cu zonele de deal, prezintă un risc combinat, impunând o abordare integrată în planificare.

Riscul la inundații în comuna Băcia este generat în principal de revărsarea râului Strei. Harta de hazard la inundații delimitează benzile de inundabilitate pentru viitura cu probabilitatea de 1% (o dată la 100 de ani). Aceste zone de risc maxim se concentrează în lunca largă a Streiului, acoperind porțiuni din KILO_CAROURILE [X10, Yo6], [X11, Yo7], [X12, Yo8] și [X13, Yo9]. Impactul direct este distrugerea bunurilor, iar impactul geotehnic indirect este reducerea capacității portante a solurilor saturate.

Riscul la alunecări de teren este predominant în zonele de deal și pe versanții care mărginesc valea Streiului, în special în KILO_CAROURILE [Xo8, Yo8], [Xo9, Yo9] și [X10, Y10]. Factorii predispozanți sunt formațiunile argiloase și pantele medii spre ridicate. Precipitațiile intense sunt factorul declanșator principal, prin infiltrarea apei în masivul de pământ. Eroziunea laterală exercitată de cursurile de apă la baza versanților poate, de asemenea, să submineze stabilitatea.

Corelarea celor două riscuri este evidentă la contactul dintre luncă și versanți. O viitură majoră pe râul Strei poate eroda accelerat baza versanților, destabilizându-i. Invers, o alunecare masivă poate bloca albia, forma un baraj natural și provoca inundații în zone considerate anterior sigure. Acest tip de hazard în cascadă trebuie luat în considerare la proiectarea podurilor sau a lucrărilor de apărare de mal. Cartografierea zonelor cu risc la alunecări, bazată pe o analiză multicriterială (pantă, geologie, utilizare teren, hidrografie), produce o hartă de susceptibilitate cu mai multe clase de risc. KILOCAROURILE [Xo9, Yo8] și [Xo9, Yo9] conțin HECTACAROURI cu susceptibilitate ridicată și foarte ridicată, unde dezvoltarea trebuie restricționată.

Regulamentul Local de Urbanism va transpune aceste analize în reguli clare. Pentru zonele cu risc la inundații, se vor impune restricții și cote minime de construire. Pentru zonele cu risc la alunecări, reglementările vor varia de la obligativitatea studiilor de stabilitate, până la interdicția totală de construire în zonele cu risc foarte ridicat. O zonă afectată de ambele riscuri va prelua setul de condiționări cel mai restrictiv.

8.3. Sinteza și Harta Riscurilor Integrate

Acest subcapitol consolidează analizele sectoriale într-o viziune unitară, materializată printr-o hartă a riscurilor integrate. Constatarea este că pe teritoriul comunei Băcia se suprapun trei categorii de hazard natural:

1. Riscul seismic ($a_g=0,20g$) și hazardele geotehnice conexe;
2. Riscul la inundații;
3. Riscul la alunecări de teren.

Problema este gestionarea suprapunerii acestor riscuri pentru a lua decizii de planificare coerente, prin ierarhizarea vulnerabilității teritoriului.

Elaborarea hărții de riscuri integrate presupune suprapunerea spațială a hărților de hazard individuale în sistem GIS. Pentru fiecare tip de risc, teritoriul este clasificat în clase (scăzut, mediu, ridicat, foarte ridicat). Pentru fiecare HECTACAROU se determină clasa specifică. De exemplu, un HECTACAROU din lunca Streiului, $[X_{11}, Y_{07}] \cdot (\Delta X=500 \text{ m}, \Delta Y=300 \text{ m})$, ar putea avea risc ridicat la inundații, mediu la lichefiere și scăzut la alunecări.

Agregarea acestor informații într-un indice de risc integrat se realizează utilizând o matrice de combinare. Aceasta definește nivelul de risc rezultat din intersecția a două sau mai multe tipuri de hazard. Suprapunerea unui risc ridicat la inundații cu un risc mediu la lichefiere plasează zona respectivă într-o clasă de risc integrat "foarte ridicat". Ca exemplu conceptual, o astfel de matrice ar putea arăta astfel:

Risc Inundații	Risc Lichefiere	Risc Alunecări	RISC INTEGRAT
Ridicat	Mediu	Scăzut	Foarte Ridicat
Mediu	Scăzut	Ridicat	Ridicat
Scăzut	Scăzut	Scăzut	Scăzut

Harta de riscuri integrate a comunei Băcia, rezultată din această analiză, delimitează vizual zonele cu diferite grade de vulnerabilitate cumulată. KILOCAROU [X₀₉, Y₀₉], care combină pante accentuate cu expunere seismică, este marcat ca având risc integrat "ridicat", impunând restricții severe. În contrast, o zonă de platou stabilă, precum cea din KILOCAROU [X₁₃, Y₀₆], este clasificată cu risc "scăzut", fiind favorabilă dezvoltării. Harta devine astfel instrumentul principal



pentru ghidarea extinderii intravilanului. Descrierea textuală a hărții arată că zonele cu risc foarte ridicat se concentrează în lunca inundabilă a Streiului și pe versanții abrupti din nord-vest, zonele cu risc mediu și ridicat acoperă restul versanților și terasele joase, în timp ce zonele cu risc scăzut corespund platourilor interfluviale stabile.

Traducerea hărții în reglementări urbanistice este pasul final. Pentru fiecare clasă de risc integrat, Regulamentul Local de Urbanism va specifica un set clar de măsuri și condiționări: de la cerințe informative (studii suplimentare) pentru zonele cu risc scăzut, la măsuri de conformare (soluții de fundare speciale) pentru zonele cu risc mediu și ridicat, și până la interdicții definitive de construire pentru zonele cu risc foarte ridicat. Această abordare stratificată asigură principiul proporționalității, permițând dezvoltarea în zonele sigure și impunând măsuri de precauție stricte unde este absolut necesar.

9. VULNERABILITATEA LA POLUARE A RESURSELOR DE APĂ

Constatarea factuală de la care pornește acest capitol este că acviferul freatic din comuna Băcia, cantonat în depozitele aluvionare permeabile ale râului Strei, este expus unui risc semnificativ de contaminare. Problema centrală este că acest acvifer, situat la adâncimi reduse (sub 3 metri în lunca joasă), nu beneficiază de o protecție naturală eficientă împotriva poluanților de suprafață proveniți din surse agricole și menajere. Consecința pentru Planul Urbanistic General este necesitatea instituirii unui cadru de reglementare strict, bazat pe o cartografiere detaliată a vulnerabilității și pe inventarierea surselor de poluare, pentru a fundamenta măsuri de protecție clare, inclusiv delimitarea perimetrelor de protecție sanitară. Acest demers transformă analiza tehnică într-un instrument de guvernare teritorială, esențial pentru asigurarea calității apei potabile și pentru o dezvoltare durabilă.

Metodologia de lucru integrează analiza surselor de presiune antropică cu caracterizarea cadrului natural pentru a obține o hartă a vulnerabilității la poluare. Instrumentul principal este corelarea datelor privind utilizarea terenurilor, extrase din ortofotoplanuri și de pe harta TKHC, cu informațiile hidrogeologice din cele 46 de foraje. Ipoteza de lucru este că zonele cele mai vulnerabile sunt cele în care sursele potențiale de poluare (terenuri agricole tratate intensiv, zone locuite fără canalizare) se suprapun peste areale cu acvifer freatic la mică adâncime și grad mare de permeabilitate. Limitele analizei sunt date de scara de lucru a PUG; studiul identifică zonele de risc la nivel general, fără a înlocui studiile de impact sau analizele de detaliu necesare pentru proiecte specifice.

9.1. Surse de poluare

Constatarea factuală este că teritoriul comunei Băcia este supus presiunii unor surse de poluare clasificate în două categorii principale:

1. surse difuze, generate de activități agricole pe suprafețe extinse,
2. surse punctuale, asociate cu activități menajere și industriale localizate.

Problema clară este impactul cumulat al acestor surse asupra calității apelor subterane, în special asupra acviferului freatic vulnerabil din lunca Streiului. Consecința pentru PUG este necesitatea inventarierii și localizării acestor surse în grila TKHC, pentru a înțelege distribuția spațială a presiunilor și a corela această distribuție cu harta de vulnerabilitate a acviferelor, fundamentând astfel măsurile de protecție.



Sursele de poluare difuză sunt dominante și sunt reprezentate de activitățile agricole desfășurate pe terenurile fertile din KILO-CAROURILE [X12, Yo7], [X13, Yo8] și [X11, Yo6]. Problema constă în utilizarea îngrășămintelor chimice pe bază de azot și fosfor și a pesticidelor, care, în condiții de precipitații sau irigații, sunt transportate prin levigare în pânza freatică. Consecința este riscul creșterii concentrației de nitrați, un indicator al poluării agricole. O altă sursă difuză o constituie depunerile atmosferice din zonele industriale învecinate (Hunedoara), care pot aduce metale grele și alți poluanți.

Sursele de poluare punctuale au un impact local intens și sunt mai ușor de identificat. Principala categorie o reprezintă sistemele individuale de colectare și tratare a apelor uzate menajere (fose septice, haznale). În localitățile fără sistem centralizat de canalizare, o mare parte din gospodării utilizează astfel de sisteme, care, dacă nu sunt etanșe și vidanțate corespunzător, devin surse majore de contaminare a solului și a apei subterane cu poluanți organici, nutrienți și bacterii patogene. Alte surse punctuale potențiale includ depozite de deșeuri, scurgeri de la stații de carburanți sau ateliere auto și zone de depozitare a dejecțiilor animaliere. De exemplu, un depozit neconform ar putea fi localizat într-un HECTACAROU din KILOCAROU [X10, Yo9].

Implicațiile pentru PUG sunt duale. Pentru poluarea difuză, RLU va promova practici agricole durabile în perimetrele de protecție a surselor de apă. Pentru poluarea punctuală, PUG trebuie să prioritizeze extinderea sistemului centralizat de canalizare și epurare. Până la realizarea acestei extinderi, RLU trebuie să stabilească reguli clare pentru sistemele individuale, interzicând haznalele neetanșe și impunând utilizarea de micro-stații de epurare conforme.

Tip Sursă	Descriere	Poluanți principali	Localizare TKHC probabilă	Grad de Risc
Difuză	Activități agricole	Nitrați, nitriți, pesticide	[X12, Yo7], [X13, Yo8], [X11, Yo6]	Mediu-Ridicat
Punctuală	Fose septice / Haznale	Materie organică, bacterii, nitrați	Zone locuite fără canalizare	Ridicat
Punctuală	Depozite deșeuri	Compuși organici, metale grele	[X10, Yo9] (exemplu)	Ridicat (local)

Tip Sursă	Descriere	Poluanți principali	Localizare TKHC probabilă	Grad de Risc
Punctuală	Ferme zootehnice	Nutrienți, materie organică	Zone rurale, extravilan	Mediu (local)

9.2. Vulnerabilitatea apelor subterane

Constatarea factuală este că vulnerabilitatea apelor subterane la poluare depinde de factori naturali care controlează capacitatea mediului geologic de a filtra poluanții. Problema este transpunerea acestei complexități într-o hartă care să arate unde riscul de contaminare este cel mai mare. Consecința pentru PUG este posibilitatea de a aplica măsuri de protecție țintite în zonele sensibile și de a permite dezvoltare flexibilă în cele cu vulnerabilitate redusă.

Metodologia de evaluare corelează doi factori principali:

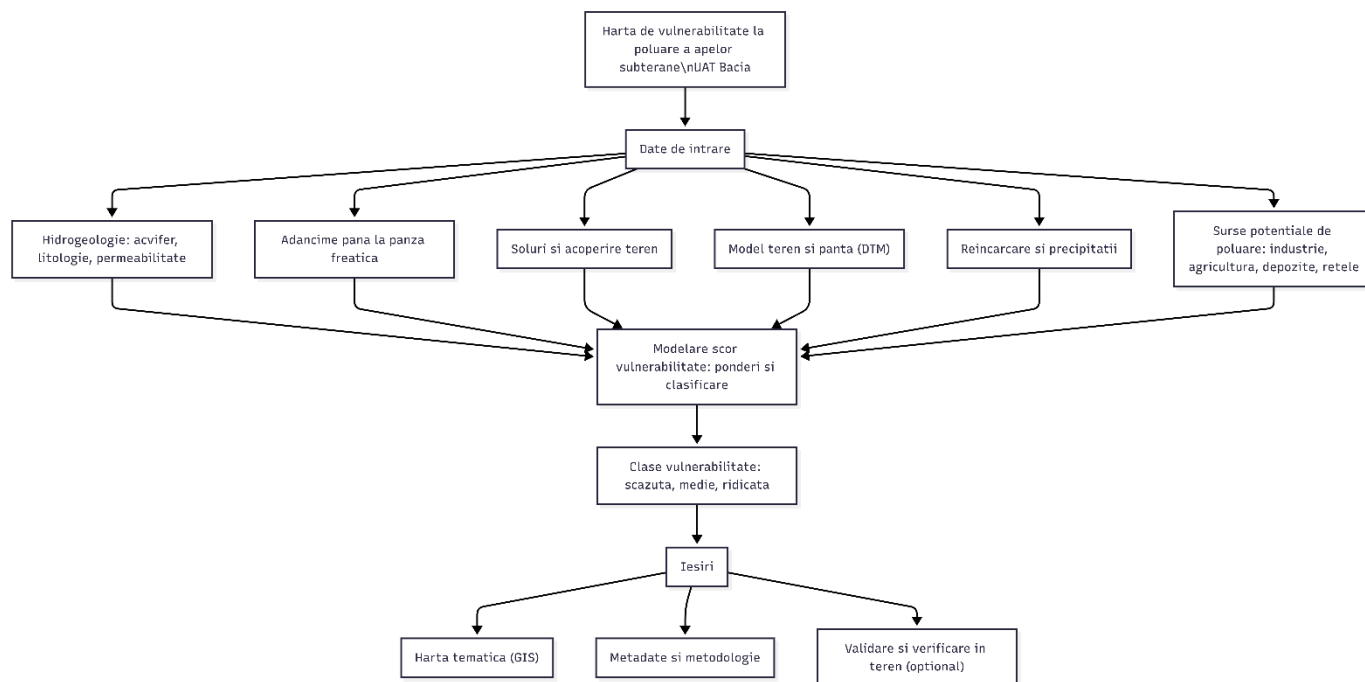
- Adâncimea nivelului apei subterane
- Permeabilitatea zonei nesaturate.

Prin combinarea hărții hidrogeologice cu harta unităților geotehnice, se obține o imagine spațială a vulnerabilității, materializată în trei clase distincte:

- Vulnerabilitate Ridică și Foarte Ridică:** Această clasă se suprapune cu unitatea geotehnică UG-1 (lunca râului Strei), în special în KILO-CAROURILE [X10, Y06], [X11, Y07] și [X12, Y08]. Aici, combinația dintre un nivel freatic la mai puțin de 3 metri adâncime (confirmat de foraje precum F1 și F7) și prezența depozitelor aluvionare de pietrișuri cu permeabilitate foarte mare creează condițiile cele mai periculoase. Orice deversare de poluanți are potențialul de a ajunge rapid și ne-atenuat în pânza freatică.
- Vulnerabilitate Medie:** Această clasă corespunde unității geotehnice UG-2 (zonele de terasă și platourile acoperite de depozite loessoide), precum cele din KILO-CAROURILE [X13, Y07] și [X14, Y08]. Nivelul apei subterane este situat la adâncimi mai mari (peste 8-10 metri), oferind o protecție superioară. Totuși, prezența prafurilor loessoide, cu permeabilitate verticală relativ mare, menține un grad mediu de vulnerabilitate. Poluanții se pot infiltra mai lent, dar pot ajunge în continuare la acvifer, în special în cazul unor surse de poluare persistente.
- Vulnerabilitate Redusă:** Această clasă este specifică unității geotehnice UG-3 (versanții acoperiți cu depozite deluviale argiloase), cum ar fi cei din KILO-CAROURILE [X08, Y09] și [X09, Y09]. Prezența la suprafață a unui strat gros de argilă cu permeabilitate foarte redusă acționează ca o barieră naturală eficientă. Riscul de contaminare a acviferelor majore din

aceste zone este considerabil mai mic, dar scurgerea de suprafață poate transporta rapid poluanții către cursurile de apă.

Harta de vulnerabilitate rezultată devine un instrument de planificare strategică, ghidând localizarea viitoarelor activități cu potențial de poluare și fundamentând necesitatea extinderii sistemului de canalizare.



Figură 1 - Harta de vulnerabilitate SURSA: proiectant

9.3. Zone de protecție sanitară

Constatarea este că asigurarea calității apei potabile necesită o abordare preventivă, prin protejarea surselor de apă. Problema este că, în absența unor reglementări locale clare, sursele existente (fântâni, puțuri) sunt expuse riscului de poluare. Consecința pentru PUG este necesitatea de a operaționaliza prevederile legislației naționale (Hotărârea de Guvern nr. 930/2005), prin instituirea unor perimetre de protecție sanitară în jurul tuturor surselor de alimentare cu apă de interes public.

Legislația definește trei tipuri de zone de protecție, fiecare cu restricții specifice:

1. **Zona de protecție sanitară cu regim sever:** O zonă restrânsă (de regulă 10-50 m rază) în jurul captării, împrejmuită, unde sunt interzise orice activități, cu excepția celor de întreținere.
2. **Zona de protecție sanitară cu regim de restricție:** O zonă extinsă, unde sunt interzise activitățile cu risc ridicat de poluare (depozite de deșeuri, cimitire, ferme zootehnice, utilizarea de îngrășăminte chimice).



3. Perimetrul de protecție hidrogeologică: Reprezintă întreaga suprafață care contribuie la alimentarea sursei de apă, unde se impun restricții generale.

PUG-ul trebuie să inventarieze și să localizeze pe planșele de reglementări toate sursele de apă de interes public. Pentru fiecare sursă, pe baza studiilor hidrogeologice de detaliu, se vor delimita cele trei perimetre. De exemplu, pentru o sursă importantă situată în HECTA_CAROUL [X12, Y07] · ($\Delta X=400$ m, $\Delta Y=600$ m), se va delimita un poligon corespunzător zonei cu regim sever și un altul pentru zona cu regim de restricție, care vor deveni zone cu reglementări speciale (ZRS).

Regulamentul Local de Urbanism (RLU) va prelua aceste delimitări și va detalia regimul de interdicții. Un articol de regulament ar putea stipula: "În interiorul zonelor de protecție sanitară cu regim de restricție, delimitate în planșa de reglementări, se interzice eliberarea de autorizații de construire pentru orice tip de construcție industrială sau agro-zootehnică". PUG-ul trebuie să stabilească și o viziune strategică privind sursele de apă, identificând zone de perspectivă pentru noi captări și instituind un regim de protecție preventiv, asigurând securitatea alimentării cu apă pentru viitor.



10. RECOMANDĂRI GENERALE PRIVIND CONSTRUIBILITATEA

Acest capitol traduce analiza tehnică detaliată a condițiilor de teren de pe teritoriul comunei Băcia într-un set de principii și recomandări generale, direct aplicabile în procesul de planificare urbanistică. Constatarea factuală este că zonificarea geotehnică a teritoriului impune reguli de construire diferențiate, iar problema clară este cum pot fi acestea transpuse într-un cadru de reglementare coerent. Consecința este formularea de recomandări specifice pentru fiecare zonă de construibilitate, care să fundamenteze Regulamentul Local de Urbanism, asigurând un nivel ridicat de siguranță și durabilitate pentru mediul construit, fără a detalia soluții de proiectare de specialitate.

Metodologia utilizată pentru formularea acestor recomandări se bazează pe sinteza hărții de zonificare geotehnică și a hărții riscurilor integrate, corelate cu prevederile normativelor tehnice în vigoare, precum NP 074/2014 și NP 112-2014. Ipoteza de lucru fundamentală este că fiecare zonă geotehnică necesită o abordare diferențiată, proporțională cu nivelul de risc și cu complexitatea condițiilor de teren. Limitele acestor recomandări sunt date de scara de lucru a unui PUG; ele stabilesc un cadru general și nu pot înlocui judecata inginerescă aplicată fiecărui proiect individual, care rămâne condiționată de o investigare de detaliu a amplasamentului.

10.1. Principii de construire în zona favorabilă (ZCF)

Constatarea factuală este că Zonele cu Construibilitate Favorabilă (ZCF), identificate pe teritoriul comunei Băcia preponderent în zonele de platou și pe terasele înalte și stabile (ex: KILO_CAROURILE [X13, Yo6] și [X14, Yo7]), reprezintă perimetrele optime pentru dezvoltarea urbanistică. Problema principală este de a asigura că, deși condițiile sunt favorabile, nu se ignoră regulile de bază ale proiectării geotehnice, cum ar fi respectarea adâncimii minime de fundare. Consecința directă pentru PUG/RLU este formularea unor reguli care, deși permissive, mențin un standard minim de siguranță, prevenind apariția unor vulnerabilități cauzate de o proiectare neglijentă.

Pentru construcțiile curente, de importanță normală sau redusă (clasele C și D), amplasate în zona favorabilă, se recomandă utilizarea preponderentă a fundațiilor directe (tălpi continue, fundații izolate), care sunt, în majoritatea cazurilor, adecvate și suficiente. Adâncimea minimă de fundare trebuie să respecte prevederile normativului NP 112-2014, fiind obligatoriu ca talpa fundației să fie amplasată sub adâncimea de îngheț, stabilită la 0.90 - 1.00 metri pentru zona comunei Băcia. Presiunea efectivă pe terenul de fundare nu trebuie să depășească presiunea convențională sau capacitatea portantă de calcul a terenului. Aceste recomandări sunt direct aplicabile în

HECTACAROURILE din KILOCAROURILE [X13, Yo5] și [X14, Yo6], unde forajele F40 și F41 au confirmat prezența unor depozite de pietrișuri îndesate, cu caracteristici geotehnice superioare.

Chiar și în ZCF, obligativitatea efectuării unui studiu geotehnic rămâne o condiție esențială pentru autorizare, conform Legii nr. 10/1995 și normativului NP 074/2014. Pentru construcțiile de importanță redusă (D) din aceste zone, studiul poate fi de complexitate redusă, dar trebuie să confirme, pe baza a minim 1-2 foraje, că terenul corespunde caracteristicilor generale ale zonei și să furnizeze parametrii necesari dimensionării. Această condiționare va fi transpusă în RLU ca o cerință explicită, asigurând o verificare minimă a condițiilor de amplasament.

Lucrările de terasament în ZCF trebuie să fie de mică anvergură. Orice umplutură utilizată ca strat suport trebuie realizată din materiale corespunzătoare (balast, piatră spartă) și compactată controlat, conform normelor tehnice (ex. C 169). Decopertarea stratului de sol vegetal se va realiza pe întreaga ampriză a construcției, pământul fiind refolosit la amenajarea finală a spațiilor verzi. Aceste principii asigură o intervenție minim invazivă și o integrare armonioasă în sit.

10.2. Reguli și condiționări în zona condiționată (ZCC)

Constatarea factuală este că Zonele cu Construibilitate Condiționată (ZCC) reprezintă perimetrele unde dezvoltarea este posibilă, dar necesită o analiză aprofundată și aplicarea unor măsuri specifice. Aceste zone, identificate în lunca râului Strei (KILO_CAROURI precum [X11, Yo7] și [X12, Yo8]) și pe versanții cu pante moderate, sunt caracterizate de prezența unor factori de risc de nivel mediu. Problema esențială este de a găsi un echilibru între permisiunea de a construi și garantarea siguranței pe termen lung. Consecința pentru PUG este instituirea unui regim de autorizare preventiv, condiționând orice dezvoltare de demonstrarea, prin studii, a faptului că soluțiile tehnice adoptate mitigează corespunzător riscurile.

Condiționarea fundamentală pentru orice proiect în ZCC este obligativitatea elaborării unui studiu geotehnic complet (complexitate medie-ridică), care să investigheze în detaliu factorul de risc specific. De exemplu, în HECTA_CAROURILE din lunca Streiului, studiul va include obligatoriu analize granulometrice și teste de penetrare standard (SPT) pentru evaluarea potențialului de lichefiere. În funcție de risc, se vor aplica reguli diferențiate:

1. **Zone cu nivel freatic ridicat** ([X10, Yo7], [X11, Yo8]): Se recomandă evitarea subsolurilor. Dacă sunt necesare, se impun sisteme performante de hidroizolare și drenaj.
2. **Zone inundabile:** Se impune o cotă minimă de construire supraînălțată față de nivelul viiturii de calcul și utilizarea unor soluții de fundare care să nu fie afectate de saturația terenului.



3. **Zone cu pământuri compresibile:** Se impun măsuri precum limitarea regimului de înălțime, utilizarea de fundații de tip radier general sau tehnici de îmbunătățire a terenului (perne de balast).
4. **Zone de versant:** Orice săpătură la baza pantei trebuie analizată din punct de vedere al stabilității, iar gestionarea apelor de suprafață este critică pentru a preveni infiltrațiile.

În concluzie, construirea în ZCC necesită o responsabilitate sporită. RLU va acționa ca un filtru, asigurând că orice dezvoltare este precedată de o investigație adecvată și se bazează pe soluții tehnice adaptate, validate de specialiști.

10.3. Restricții și măsuri în zona dificilă (ZCD)

Constatarea factuală este că Zonele cu Construibilitate Dificilă (ZCD) includ perimetre unde hazardele naturale ating o intensitate ridicată (versanții cu risc ridicat și foarte ridicat la alunecări, precum cei din KILO_CAROURILE [Xo9, Yo9] și [Xo8, Yo8], și albiile majore), făcând dezvoltarea urbanistică extrem de riscantă. Problema centrală este că riscul depășește un prag acceptabil pentru funcțiunea de locuire. Consecința directă este necesitatea de a introduce în PUG/RLU restricții severe, mergând până la interdicția totală de construire pentru a proteja viața, proprietatea și mediul.

Principiul fundamental care guvernează abordarea acestor zone este "evitarea riscului". Recomandările sunt următoarele:

1. **Pentru zonele cu risc foarte ridicat la alunecări:** Se instituie interdicție definitivă de construire pentru clădiri de locuit, funcțiuni publice și infrastructură critică. Orice excepție necesită expertize tehnice complexe și soluții de consolidare de mare anvergură.
2. **Pentru zonele cu risc ridicat la alunecări:** Se poate institui o interdicție temporară de construire, condiționată de realizarea unor lucrări de stabilizare și monitorizare la scară largă, aprobate printr-un Plan Urbanistic Zonal.
3. **Lucrări de terasament:** În ZCD, acestea sunt puternic descurajate. Orice intervenție absolut necesară trebuie proiectată de un inginer geotehnician și însoțită de măsuri compensatorii (ziduri de sprijin, drenuri).

Gestionarea ZCD necesită o abordare fermă în cadrul RLU. Stabilirea unor zone de interdicție este un act de responsabilitate pe termen lung, care previne pierderi economice și protejează vieți omenești, direcționând dezvoltarea către zonele sigure.

11. RECOMANDĂRI SPECIFICE DE FUNDARE PE ZONE

Acest capitol traduce harta de zonificare geotehnică a comunei Băcia într-un set de recomandări tehnice orientative, menite să ghideze alegerea soluțiilor de fundare. Constatarea factuală de la care pornește este diversitatea condițiilor de teren, de la pietrișurile îndesate din zonele de terasă la argilele compresibile și nivelul freatic ridicat din luncă. Problema clară este că o abordare unitară a proiectării fundațiilor la scara întregului UAT este inefficientă și riscantă. Consecința directă pentru PUG este necesitatea de a stabili, pentru fiecare zonă de construibilitate (favorabilă, condiționată, dificilă), un set de principii și soluții de fundare preferențiale, asigurând astfel un nivel adecvat de siguranță și optimizând costurile de construcție.

Metodologia de elaborare a recomandărilor se bazează pe corelarea directă dintre caracteristicile geotehnice ale fiecărei zone și tipologiile de fundații standardizate de normativele în vigoare, în special NP 112-2014 pentru fundații de suprafață și NP 123-2010 pentru fundații pe piloți. Instrumentul principal este matricea de decizie, care asociază fiecărei categorii de teren și fiecărui nivel de risc un set de soluții tehnice ierarhizate. Ipotezele de lucru includ considerarea unor categorii de importanță medii pentru construcțiile noi (C și D) și respectarea adâncimii minime de îngheț, valabilă pentru zonă (0,90 m). Aceste recomandări nu înlocuiesc studiul geotehnic de detaliu, obligatoriu pentru fiecare construcție, ci oferă un cadru de referință pentru planificatori și proiectanți.

11.1. Fundații directe

În Zonele cu Construibilitate Favorabilă (ZCF), caracterizate prin prezența unor terenuri bune de fundare, precum pietrișurile și nisipurile îndesate identificate în KILO_CAROURILE [X13, Yo6] și [X14, Yo7], soluțiile de fundare directe reprezintă opțiunea standard și cea mai eficientă. Constatarea factuală este că aceste terenuri, aparținând unității geotehnice UG-2, oferă o capacitate portantă ridicată, cu presiuni convenționale ce depășesc frecvent 250-300 kPa. Problema în aceste zone nu este legată de rezistență, ci de asigurarea respectării regulilor constructive minimale, adesea neglijate în contextul unor condiții aparent ideale. Consecința directă pentru planificare este că, deși reglementările PUG pot fi permissive, ele trebuie să impună ferm obligativitatea respectării adâncimii de fundare sub cota de îngheț, stabilită la 0,90 m pentru această zonă, și realizarea unui studiu geotehnic minimal care să confirme condițiile locale și să furnizeze presiunea convențională de calcul. Tipurile de fundații recomandate sunt tălpi continue sub pereți și fundații izolate sub stâlpi, dimensionate conform normativului NP 112-2014.

În Zonele cu Construibilitate Condiționată (ZCC), în special în perimetrele din lunca Streiului (ex. KILO_CAROU [X11, Yo7]) unde forajele au indicat prezența unor strate de argilă prăfoasă sau nisipuri afânate, utilizarea fundațiilor directe este posibilă, dar condiționată de măsuri suplimentare. Problema tehnică este capacitatea portantă mai redusă (sub 200 kPa) și potențialul de tasări inegale, care pot compromite integritatea structurală. Consecința este necesitatea adoptării unor soluții de fundare directe mai robuste, care să distribuie încărcările pe o suprafață mai mare și să rigidizeze ansamblul. Printre soluțiile recomandate se numără:

1. lărgirea tălpilor de fundare pentru a reduce presiunea efectivă pe teren;
2. utilizarea unui radier general, care transformă întreaga amprență a clădirii într-o singură talpă de fundare;
3. realizarea unor perne de balast compactat sub tăpile de fundare, pentru a îmbunătăți stratul de contact.

Alegerea soluției va fi justificată printr-un studiu geotehnic de detaliu, care trebuie să includă obligatoriu o analiză a tasărilor conform STAS 3300/2-85.

Adâncimea de fundare este un parametru critic în proiectarea fundațiilor directe. Constatarea principală este că, pe lângă criteriul adâncimii de îngheț, adâncimea de fundare trebuie să asigure și ajungerea la un strat de teren cu caracteristici geotehnice corespunzătoare. Problema apare în zonele cu stratificație neuniformă sau cu prezența unor straturi de suprafață slabe, precum umpluturi antropice sau sol vegetal cu grosime mare, identificate punctual în KILOCAROURILE [X12, Yo8] și [X10, Yo9]. Consecința este că, în anumite HECTACAROURI, chiar și în zone considerate favorabile, poate fi necesară o adâncime de fundare mai mare de 0,90 m pentru a depăși un strat necorespunzător. Regulamentul Local de Urbanism trebuie să specifice clar că adâncimea de fundare va fi stabilită exclusiv prin studiul geotehnic, având ca valoare minimă absolută adâncimea de îngheț, dar putând fi majorată în funcție de condițiile locale.

Calculul și dimensionarea fundațiilor directe se vor realiza în conformitate cu prevederile Eurocod 7 (SR EN 1997-1) și a normativului național NP 112-2014. Acest proces implică verificarea la stările limită ultime (GEO – cedarea terenului, și STR – cedarea structurală) și la stările limită de exploatare normală (SLE – tasări, deformații). Problema esențială pentru proiectant este obținerea parametrilor geotehnici de calcul corecți și a valorilor caracteristice din studiul geotehnic. Consecința este că RLU trebuie să sublinieze importanța calității acestor studii, recomandând ca acestea să fie realizate de laboratoare autorizate și verificate de specialiști verficatori de proiecte

atestați pentru cerința Af. Această măsură de control al calității asigură că datele de intrare în calculul structural sunt corecte și fiabile, contribuind direct la siguranța pe termen lung a construcțiilor.

11.2. Fundații indirecte și lucrări de sprijin

În Zonele cu Construibilitate Dificilă (ZCD) și în anumite perimetre din ZCC, unde straturile de teren bune de fundare se găsesc la adâncimi mari sau unde încărcările de la structură sunt foarte mari, fundațiile directe devin nepractice sau neeconomice. Problema tehnică este cum se poate asigura transmiterea sigură a încărcărilor la un strat portant competent. Consecința este necesitatea de a apela la soluții de fundare indirectă. Aceste soluții, precum piloții forati, piloții prefabricați sau micropiloții, traversează straturile slabe și transmit încărcările la adâncime, fie prin vârf, fie prin frecare laterală. Utilizarea lor este recomandată în KILO_CAROURILE cu depozite groase de aluviuni, precum [X10, Y06], sau pentru construcții de importanță deosebită, indiferent de zonă. Proiectarea acestor fundații este un proces complex, guvernat de normativul NP 123-2010, și necesită obligatoriu o investigație geotehnică aprofundată.

Tipologia fundațiilor indirecte se alege în funcție de condițiile de teren, de nivelul de încărcare și de constrângerile de execuție. Pentru comuna Băcia, se pot considera următoarele variante orientative:

1. **Piloți forati de diametru mare:** Executați cu utilaje specializate, sunt potriviți pentru încărcări mari și pentru traversarea unor straturi de bolovănișuri, precum cele din unitatea geotehnică UG-1.
2. **Piloți prefabricați din beton armat:** Introduși în teren prin batere, reprezintă o soluție rapidă și eficientă pentru încărcări medii și terenuri fără obstacole majore.
3. **Micropiloți:** De diametru mic și executați prin forare, sunt potriviți pentru consolidarea fundațiilor existente sau pentru construcții noi în zone cu acces dificil.

Lucrările de sprijin devin necesare în zonele de versant ale comunei, în special în KILO_CAROURILE [X08, Y08] și [X09, Y09], pentru a asigura stabilitatea săpăturilor, a platformelor sau a drumurilor. Problema principală este preluarea împingerii active a pământului. Consecința este necesitatea de a proiecta structuri de sprijin, cum ar fi:

- **Ziduri de greutate din beton:** Potrivite pentru înălțimi mici și medii (până la 3-4 metri).
- **Ziduri de beton armat (tip consolă):** Eficiente pentru înălțimi mai mari.
- **Structuri din pământ armat cu geosintetice:** Soluții flexibile și cu un impact vizual redus, potrivite pentru stabilizarea taluzurilor.



Proiectarea acestor lucrări trebuie să ia în considerare, pe lângă împingerea pământului, și presiunea apei din spatele zidului, încărcările de la trafic și acțiunea seismică, conform normativelor specifice.

O atenție deosebită trebuie acordată drenajului din spatele lucrărilor de sprijin. Constatarea este că acumularea apei în spatele unui zid de sprijin este una dintre principalele cauze ale cedării acestuia, deoarece crește semnificativ împingerea. Problema este cum se poate asigura evacuarea eficientă a apelor infiltrate. Consecința este obligativitatea de a prevedea în spatele oricărui zid de sprijin un sistem de drenaj performant. Acesta este alcătuit, de regulă, dintr-un strat vertical de material drenant (pietriș, balast), un geotextil filtrant care previne colmatarea și barbacane sau conducte de colectare la baza zidului. Regulamentul Local de Urbanism poate impune ca detaliile sistemului de drenaj să fie prezentate explicit în documentația tehnică pentru autorizarea construcțiilor, fiind o componentă esențială a siguranței.

11.3. Soluții de îmbunătățire a terenului de fundare

În anumite perimetre din ZCC și ZCD, unde pământurile de fundare au caracteristici geotehnice foarte slabe, soluțiile de fundare, fie ele directe sau indirecte, pot deveni extrem de costisitoare. Problema este cum se poate construi în aceste condiții într-un mod economic și sigur. Consecința este oportunitatea de a aplica soluții de îmbunătățire a terenului de fundare, tehnici care modifică proprietățile fizico-mecanice ale pământului pentru a-l face apt pentru construire. Aceste soluții pot reduce tasările, pot crește capacitatea portantă sau pot diminua riscul de lichefiere. Pentru comuna Băcia, astfel de tehnici ar putea fi luate în considerare în special în zonele cu argile moi compresibile sau nisipuri afânate saturate.

O primă categorie de soluții vizează înlocuirea pământului slab. Tehnica constă în excavarea stratului necorespunzător pe o anumită adâncime (de regulă 1-3 metri) și înlocuirea lui cu un material granular superior (balast, piatră spartă), compactat controlat în straturi. Se creează astfel o "pernă" de material bun, care distribuie încărcările de la fundație pe o suprafață mai mare și reduce presiunile pe stratul slab de dedesubt. Această soluție este eficientă pentru construcții de importanță medie, cum ar fi hale industriale sau centre comerciale, în zone cu strate superficiale de mâl sau umpluturi necontrolate.

O altă abordare este consolidarea în adâncime, prin tehnici de compactare sau de ranforsare. Pentru pământurile granulare necoezive (nisipuri, pietrișuri), se poate aplica tehnica **compactării dinamice**, care constă în căderea repetată de la înălțime a unei greutăți mari, inducând o îndesare a terenului. Pentru terenurile coezive (argile), se pot utiliza **coloane de**



balast sau de piatră spartă, realizate prin vibropresare, care acționează ca niște piloți granulari, preluând o parte din încărcare și accelerând consolidarea terenului argilos. Aceste tehnici sunt potrivite pentru proiecte de anvergură și necesită utilaje specializate, dar pot oferi avantaje economice semnificative comparativ cu fundațiile pe piloți.

În zonele cu risc de lichefiere, precum cele identificate în lunca Streiului, în KILO_CAROURILE [X11, Yo7] și [X12, Yo8], îmbunătățirea terenului devine o măsură de siguranță esențială. Pe lângă compactarea dinamică și coloanele de balast, se pot aplica și **tehnici de injectare**. Acestea presupun introducerea în teren, sub presiune, a unor suspensii pe bază de ciment (**jet grouting**) sau a unor compuși chimici, care cimentează particulele de nisip, măresc gradul de îndesare și reduc potențialul de lichefiere. Alegerea metodei depinde de granulometria nisipului, adâncimea stratului lichefiabil și prezența construcțiilor învecinate. Regulamentul Local de Urbanism trebuie să menționeze obligativitatea analizei acestor soluții pentru orice proiect important amplasat în zone cu risc de lichefiere, ca alternativă la fundațiile indirecte profunde.

12. IMPLICAȚII ÎN RLU: PROPUNERI DE REGLEMENTĂRI TEHNICE

Constatarea factuală de la care pornește acest capitol este că teritoriul UAT Băcia prezintă o heterogenitate geotehnică și hidrogeologică semnificativă, cu riscuri specifice (lichefiere, alunecări, nivel freatic ridicat) concentrate în anumite perimetre. Problema clară este că un set unitar de reguli de construire ar fi fie inadecvat pentru zonele cu risc, fie excesiv de restrictiv pentru zonele favorabile. Consecința directă pentru PUG este necesitatea de a formula un set de articole de regulament care să fie tehnic corecte, juridic valide și, mai ales, diferențiate spațial, pentru a ghida procesul de autorizare și a asigura o dezvoltare sigură și durabilă. Acest demers transformă diagnoza tehnică într-un instrument de guvernare urbanistică.

Metodologia de transpunere normativă se bazează pe principiul proporționalității și pe corelarea directă între nivelul de hazard identificat și gradul de restricție impus. Instrumentul central este harta de zonificare a riscurilor integrate, care devine suportul fundamental pentru diferențierea reglementărilor. Fiecare propunere de articol este formulată pentru a contura direcția și conținutul tehnic al reglementării, urmând ca forma juridică finală să fie stabilită în colaborare cu juriști și specialiști în administrație publică. Ipoteza de lucru este că un RLU eficient nu trebuie doar să interzică, ci să condiționeze și să ghideze, oferind soluții și alternative acolo unde este posibil. Limitele acestor propuneri sunt date de scara de lucru a PUG; ele stabilesc cadrul general, fără a substitui necesitatea analizelor geotehnice de detaliu la nivel de parcelă, care rămân obligatorii.

12.1. Reguli generale și proceduri de autorizare

Constatarea de bază este că Legea nr. 10/1995 privind calitatea în construcții și normativul NP 074/2014 stabilesc deja obligativitatea realizării unui studiu geotehnic pentru orice construcție. Problema identificată în practică este adesea calitatea variabilă a acestor studii și interpretarea uneori lacunară a rezultatelor. Consecința este necesitatea de a întări și detalia această obligație în cadrul RLU, pentru a crește gradul de responsabilitate și a asigura o fundamentare tehnică solidă pentru fiecare proiect autorizat, asigurând un standard unitar de siguranță pe întreg teritoriul administrativ.

Propunerea centrală vizează un articol de regulament care să stipuleze clar că "obținerea autorizației de construire este condiționată de prezentarea unui studiu geotehnic de detaliu, elaborat, semnat și parafat de un inginer geotehnician atestat, verificat de un verficator de proiecte atestat pentru cerința Af (Rezistența și stabilitatea terenului de fundare și a masivelor de pământ)". RLU va specifica și conținutul minimal al studiului geotehnic, incluzând în mod obligatoriu:



1. descrierea stratificației terenului pe baza investigațiilor de teren;
2. valorile de calcul ale parametrilor fizico-mecanici ai pământurilor obținute din analize de laborator;
3. nivelul maxim prognozat al apelor subterane;
4. adâncimea de îngheț pentru zonă, stabilită la 0,90 m;
5. recomandări explicite privind tipul de fundație, adâncimea de fundare și presiunea convențională de calcul admisibilă.

Procedura de autorizare a construcțiilor trebuie să integreze verificarea conformității proiectului tehnic cu recomandările din studiul geotehnic. Se propune ca în cadrul documentației pentru obținerea autorizației de construire (DTAC), pe lângă piesele desenate de arhitectură și rezistență, să se depună obligatoriu și un referat întocmit de proiectantul de structuri. Prin acest referat, proiectantul va confirma în scris că soluția de fundare proiectată respectă integral concluziile și recomandările studiului geotehnic. O astfel de măsură responsabilizează suplimentar proiectanții și oferă un instrument de control eficient pentru serviciul de urbanism al primăriei, asigurând că deciziile de proiectare sunt direct ancorate în realitatea geotehnică a amplasamentului.

O altă regulă generală esențială se referă la execuția lucrărilor de terasament și la gestionarea apelor de suprafață, aplicabilă pe întreg teritoriul UAT. Orice lucrare de săpătură sau umplutură care modifică relieful natural pe suprafețe semnificative sau care poate afecta stabilitatea terenurilor învecinate va necesita, pe lângă studiul geotehnic, un aviz de specialitate. Se va specifica obligativitatea ca toate umpluturile să fie realizate din materiale controlate și compactate în straturi, conform normelor în vigoare, interzicându-se utilizarea materialelor necorespunzătoare. De asemenea, proiectele trebuie să includă obligatoriu soluții pentru colectarea și evacuarea apelor pluviale de pe amplasament, astfel încât să se prevină infiltrarea necontrolată a apei în teren, un factor major de risc geotehnic.

Pentru a asigura aplicabilitatea acestor reguli, RLU poate conține o anexă care să detalieze conținutul-cadru al studiului geotehnic solicitat prin certificatul de urbanism, diferențiat pe categorii de importanță a construcțiilor. O astfel de anexă ar oferi un ghid clar atât pentru solicitanți, cât și pentru elaboratorii de studii geotehnice, contribuind la standardizarea și creșterea calității acestor documentații esențiale. Aceste reguli generale formează un soclu de siguranță, peste care se vor adăuga condiționările specifice fiecărei zone de risc.

12.2. Reglementări specifice pe zone de risc geotehnic

Constatarea este că abordarea diferențiată este esențială pentru a gestiona eficient riscurile fără a impune restricții nejustificate în zonele cu condiții bune. Problema este transpunerea hărții de zonificare a riscurilor într-un set de condiționări specifice, direct corelate cu fiecare perimetru. Consecința este formularea de reglementări detaliate pentru fiecare zonă de construibilitate (ZCF, ZCC, ZCD), care vor fi integrate în articole distincte ale RLU, cu referințe clare la planșa de zonificare.

Zona cu Construibilitate Favorabilă (ZCF): Această zonă, corespunzând platourilor și teraselor stabile (ex: KILO_CAROURILE [X13, Yo6] și [X14, Yo7]), permite reglementări mai permissive. Se va menține obligativitatea studiului geotehnic minimal. Majoritatea funcțiunilor urbanistice pot fi autorizate, cu excepția celor care implică stocarea de substanțe periculoase sau riscuri tehnologice majore. RLU va specifica totuși că, în cazul apariției locale a unor condiții neprevăzute (ex: lentile de pământuri slabe), proiectantul are obligația de a adapta soluțiile de fundare, independent de încadrarea generală favorabilă a zonei.

Zona cu Construibilitate Condiționată (ZCC): Această zonă include lunca inundabilă a Streiului și versanții cu pante moderate, impunând reguli stricte, ținute pe riscul specific.

a) Pentru sub-zona cu risc de inundații și potențial de lichefiere, precum cea din KILO_CAROURILE [X11, Yo7] și [X12, Yo8], se impun următoarele condiționări: 1. Obligatorietatea unui studiu geotehnic care să analizeze explicit potențialul de lichefiere prin teste SPT; 2. Cota minimă de construire va fi supraînălțată cu o gardă de siguranță de minim 0,50 m față de nivelul viiturii cu probabilitatea de 1%; 3. Interzicerea construcțiilor cu subsoluri sau condiționarea strictă a realizării acestora de soluții de hidroizolare și drenaj avansate; 4. Impunerea, în funcție de rezultatele studiului geotehnic, a unor soluții de fundare robuste, precum radiere generale sau fundații pe piloți.

b) Pentru sub-zona versanților cu pante moderate, se impun: 1. Obligatorietatea unui studiu geotehnic care să includă o analiză de stabilitate generală a versantului; 2. Condiționarea realizării de lucrări de terasament de măsuri de sprijinire și de management al apelor pluviale; 3. Limitarea regimului de înălțime și a gabaritului clădirilor pentru a reduce încărcările pe versant.

Zona cu Construibilitate Dificilă (ZCD): Această zonă, cuprinzând versanții cu risc ridicat și foarte ridicat la alunecări (ex. KILO_CAROU [Xo9, Yo9]), impune cele mai restrictive reglementări.

1. Pentru sub-zona cu risc foarte ridicat la alunecări: Se instituie interdicție definitivă de construire pentru orice tip de construcție nouă, cu excepția lucrărilor de monitorizare,



consolidare sau a infrastructurii de importanță strategică, dacă nu există alternative de traseu. Terenurile din această categorie vor fi menținute, pe cât posibil, în regim de spațiu verde sau pădure.

2. Pentru sub-zona cu risc ridicat la alunecări:

- a. Se instituie interdicție temporară de construire pentru locuințe și funcțiuni publice, până la realizarea unor lucrări de stabilizare de anvergură la scara versantului;
- b. Se pot permite, condiționat, construcții de anvergură redusă (anexe, construcții provizorii), doar pe baza unei expertize geotehnice care să demonstreze că riscul local este controlabil.

Transpunerea acestor reguli în formatul juridic al Regulamentului Local de Urbanism va necesita o colaborare strânsă între inginerii geotehnicieni, urbaniști și juriști. Următorul tabel sintetizează propunerile de reglementare, oferind un instrument de lucru rapid și eficient.

Zonă de Construibilitate	Localizare TKHC (Exemple)	Risc Geotehnic Principal	Condiționări Specifice în RLU	Măsuri Obligatorii
ZCF (Favorabilă)	[X13, Y06], [X14, Y07]	Risc foarte scăzut	Reglementări standard, permissive.	Studiu geotehnic minimal; Respectare adâncime de îngheț (0,90 m).
ZCC (Condiționată)	[X11, Y07], [X12, Y08] (luncă)	Risc mediu (inundații, lichefiere, freatic ridicat)	Condiționare strictă a autorizării.	Studiu geotehnic cu analiză de lichefiere (SPT); Cotă de construire supraînălțată; Restricții pentru subsoluri.
ZCC (Condiționată)	[X10, Y08], [X09, Y09] (versant)	Risc mediu (alunecări de teren)	Limitarea regimului de înălțime și a gabaritului.	Studiu geotehnic cu analiză de stabilitate a versantului; Managementul apelor pluviale.
ZCD (Difilă)	[X09, Y09], [X08, Y08]	Risc ridicat/foarte ridicat (alunecări de teren)	Interdicție de construire (temporară sau definitivă).	Interdicție construire locuințe/funcțiuni publice; Permise doar lucrări de consolidare/monitorizare.

13. CONCLUZII, SINTEZĂ ȘI MĂSURI PRIORITARE

Constatarea factuală de la care pornește acest capitol de sinteză este că teritoriul UAT Băcia prezintă o heterogenitate geotehnică semnificativă, cu riscuri specifice (lichefiere, alunecări de teren, nivel freatic ridicat) concentrate în anumite perimetre clar identificate. Problema clară pe care o adresează este traducerea acestui diagnostic tehnic complex într-un instrument de guvernare urbanistică, care să asigure că dezvoltarea viitoare a comunei se va realiza în condiții de siguranță, durabilitate și eficiență economică. Consecința directă este formularea de propuneri concrete de reglementare, diferențiate spațial, care transformă hărțile de hazard și zonificare într-un cadru normativ coerent și opozabil pentru procesul de autorizare a construcțiilor.

Metodologia acestui capitol este una de sinteză și prioritizare, reconfigurând și ierarhizând concluziile din capitolele anterioare. Fiecare afirmație este ancorată în datele factuale prezentate în studiul geotehnic, fie că este vorba despre rezultatele celor 46 de foraje geotehnice, despre localizarea hazardelor în grila canonică TKHC sau despre caracteristicile definite pentru cele trei zone de construibilitate (ZCF, ZCC, ZCD). Instrumentul principal este logica decizională, care transpune un risc tehnic (potențial de lichefiere) într-o măsură de planificare (interdicție/condiționare funcțională) și, ulterior, într-o recomandare de reglementare pentru Regulamentul Local de Urbanism (RLU). Acest proces asigură o trasabilitate completă de la observația de teren la propunerea normativă.

13.1. Sinteza studiului

Constatarea factuală centrală a studiului este împărțirea teritoriului administrativ al comunei Băcia în trei unități geotehnice distincte, fiecare cu un set specific de caracteristici și constrângeri: UG-1 (aluviunile recente din lunca râului Strei), UG-2 (depozitele de pe terase și platouri interfluviale) și UG-3 (depozitele deluviale de pe versanți). Această diviziune a stat la baza elaborării hărții de zonificare geotehnică, care clasifică teritoriul în Zone cu Construibilitate Favorabilă (ZCF), Condiționată (ZCC) și Dificilă/cu Interdicție (ZCD). Problema clară este că dezvoltarea urbanistică necontrolată, care ignoră această zonificare, poate conduce la amplasarea de construcții în zone cu risc, generând vulnerabilități pe termen lung. Consecința pentru PUG este necesitatea de a utiliza această zonificare ca instrument fundamental pentru ghidarea dezvoltării, direcționând investițiile către zonele sigure și impunând măsuri stricte în cele vulnerabile.

Sinteza hazardelor naturale a relevat trei riscuri majore. Primul este riscul la inundații, concentrat în lunca Streiului, care afectează direct KILOCAROURILE [X11, Y07] și [X12, Y08]. Al doilea este riscul la alunecări de teren, cu o susceptibilitate ridicată și foarte ridicată pe versanții din nord-



vestul comunei, în special în KILOCAROURILE [Xo8, Yo8] și [Xo9, Yo9]. Al treilea este hazardul geotehnic indus seismic ($ag=0,20g$), în special potențialul de lichefiere a depozitelor de nisip saturate din lunca Streiului. Analiza integrată a arătat că cele mai vulnerabile zone sunt cele unde aceste riscuri se suprapun, creând scenarii de hazard în cascadă. De exemplu, în anumite HECTACAROURI din KILOCAROUL [X11, Yo7], riscul la inundații se combină cu un potențial mediu spre ridicat de lichefiere, impunând restricții deosebit de severe.

Analiza hidrogeologică a confirmat prezența unui acvifer freatic la mică adâncime (sub 3 metri) în întreaga luncă a Streiului, în directă conexiune hidraulică cu râul. Această constatare are două implicații majore. Prima este de natură constructivă: prezența apei impune condiții speciale de fundare, restricționează execuția subsolurilor și necesită măsuri de hidroizolare. A doua este de natură ecologică: acviferul freatic este foarte vulnerabil la poluarea de suprafață. Această vulnerabilitate, coroborată cu prezența unor surse potențiale de poluare (zone locuite fără canalizare, activități agricole), impune necesitatea instituirii unor perimetre de protecție sanitară în jurul surselor de apă potabilă și prioritizarea extinderii rețelei de canalizare în zonele vulnerabile.

În urma analizei datelor din cele 46 de foraje, s-au conturat caracteristicile fizico-mecanice ale principalelor tipuri de pământuri. S-a confirmat că depozitele aluvionare de pietrișuri și nisipuri îndesate de pe terase (UG-2), precum cele din KILO_CAROURILE [X13, Yo6] și [X14, Yo7], constituie terenuri bune de fundare, încadrându-se în ZCF. În contrast, depozitele deluviale argiloase de pe versanți (UG-3) și anumite strate de argilă prăfoasă din UG-2 prezintă compresibilitate medie spre mare și, local, caracter activ (potențial de umflare-contrație), încadrându-se în ZCC. Aceste constatări fundamentează recomandările privind tipurile de fundații și necesitatea unor investigații de detaliu, deoarece chiar și în interiorul aceleiași unități geotehnice pot exista variații locale semnificative.

În final, sinteza cadrului legal și metodologic a reafirmat că orice demers de construire trebuie să se bazeze pe un studiu geotehnic de detaliu, verificat de un specialist atestat pentru cerința Af, conform Legii 10/1995 și normativului NP 074/2014. Studiul de față, prin scara sa de abordare, nu substituie această obligație, ci o ghidează. Rolul său este de a oferi un cadru de referință la nivelul UAT, de a avertiza asupra riscurilor și de a impune, prin PUG, cerințe specifice pentru studiile geotehnice de la nivel de parcelă, în funcție de încadrarea în ZCF, ZCC sau ZCD. Această sinteză a diagnosticului teritorial face tranziția către următorul subcapitol, care va distila aceste constatări într-un set de concluzii finale și măsuri prioritare de intervenție.

13.2. Concluzii finale și măsuri prioritare

Constatarea finală este că dezvoltarea sigură și durabilă a comunei Băcia este condiționată de implementarea unui set de măsuri geotehnice și hidrogeologice ierarhizate, care să răspundă direct riscurilor specifice identificate în teritoriu. Problema clară este că resursele (financiare, administrative) sunt limitate, impunând o prioritizare a intervențiilor. Consecința este necesitatea de a clasifica măsurile propuse în funcție de urgență și impact, în trei categorii: critice, majore și secundare. Această ierarhizare oferă autorității locale o foaie de parcurs clară pentru următorii ani.

Măsurile cu prioritate **CRITICĂ** (implementare imediată, 0-3 ani) sunt cele care vizează protecția vieții umane și prevenirea unor daune catastrofale:

1. **Interzicerea definitivă a construirii de locuințe și funcțiuni publice în zonele cu risc foarte ridicat la alunecări de teren**, identificate în KILO_CAROUL [X09, Y09]. Această măsură trebuie transpusă imediat într-un articol de RLU cu caracter de non-negociabil.
2. **Condiționarea strictă a autorizării în zonele cu potențial de lichefiere** (lunca Streiului, în special KILO_CAROURILE [X11, Y07] și [X12, Y08]). Orice construcție de importanță normală sau deosebită va fi autorizată doar pe baza unui studiu geotehnic care să includă o analiză de lichefiere conform P100-1/2013, cu teste SPT.
3. **Instituirea imediată a perimetrelor de protecție sanitară** cu regim sever și cu regim de restricție în jurul tuturor surselor de apă potabilă de interes public, existente pe teritoriul UAT.

Măsurile **MAJORE** (implementare pe termen mediu, 3-7 ani) sunt cele care au un impact semnificativ asupra reducerii vulnerabilității la scară largă:

- a) Realizarea unui studiu de detaliu privind stabilitatea versanților în zonele locuite sau propuse pentru extindere, încadrate în ZCC și ZCD cu risc mediu și ridicat (ex. KILO_CAROU [X08, Y08]). Pe baza acestui studiu, se vor proiecta și executa lucrări de consolidare și monitorizare.
- b) Extinderea prioritară a rețelei de canalizare în zonele vulnerabile la poluarea apelor subterane, în special în localitățile din lunca Streiului.
- c) Elaborarea unui Plan Urbanistic Zonal (PUZ) de restructurare/regenerare pentru zonele cu umpluturi antropice, care să stabilească un regim tehnic clar privind asanarea sau fundarea specială în aceste perimetre.

Măsurile **SECUNDARE** (implementare pe termen lung, 7-10+ ani) vizează optimizarea și managementul pe termen lung:

- i. Implementarea unui sistem de monitorizare a nivelului piezometric în lunca Streiului, prin instalarea de foraje de observație, pentru a înțelege mai bine dinamica sezonieră a apelor subterane.
- ii. Actualizarea periodică (la 5-10 ani) a hărților de hazard geotehnic, pe baza noilor date obținute din studiile geotehnice la nivel de parcelă și a evoluției cadrului natural (ex. procese de eroziune).
- iii. Dezvoltarea unui ghid informativ pentru cetățeni și investitori privind condițiile de construire în diferitele zone geotehnice ale comunei.

Acest plan de măsuri ierarhizat oferă o bază solidă pentru capitolul de investiții din PUG și pregătește transpunerea lor în recomandări specifice pentru regulament.

13.3. Recomandări strategice pentru PUG/RLU

Constatarea finală este că eficiența acestui studiu depinde integral de capacitatea sa de a informa și modela Regulamentul Local de Urbanism (RLU). Problema este de a traduce limbajul tehnic al analizelor într-un limbaj normativ, clar și opozabil. Consecința este formularea unui set de recomandări strategice, structurate ca propuneri de articole sau principii de reglementare, care să fie integrate direct în corpul RLU și pe planșa de reglementări a PUG.

Recomandarea strategică principală este adoptarea hărții de zonificare geotehnică (și implicit a hărții riscurilor integrate) ca document de referință fundamental în RLU. Se propune crearea a trei categorii de Unități Teritoriale de Referință (UTR) cu regim tehnic distinct, suprapuse peste ZCF, ZCC și ZCD.

1. Pentru UTR-urile din **ZCF**, RLU va menține reglementări standard, cu obligativitatea studiului geotehnic minimal.
2. Pentru UTR-urile din **ZCC**, RLU va avea articole dedicate care să detalieze condiționările specifice (analize suplimentare, soluții de fundare, cote de construire), în funcție de sub-zona de risc (freatic, inundații, versant, pământuri speciale).
3. Pentru UTR-urile din **ZCD**, RLU va institui regimul de interdicție temporară sau definitivă, specificând clar excepțiile permise.

Se recomandă introducerea în RLU a unui capitol distinct, intitulat "Condiționări geotehnice și protecția la riscuri naturale". Acest capitol ar centraliza toate prevederile derivate din prezentul studiu, facilitând consultarea și aplicarea lor. Ar conține articole specifice pentru:

- a) Conținutul minim obligatoriu al studiilor geotehnice, diferențiat pe zone de risc. De exemplu: "Pentru orice construcție din zona cu potențial de lichefiere, studiul



geotehnic va include obligatoriu rezultatele a minim 2 teste SPT și calculul factorului de siguranță la lichefiere."

- b) Reguli privind lucrările de terasament, cu accent pe interzicerea debleelor la baza versanților instabili și reguli de execuție pentru umpluturi.
- c) Reguli privind managementul apelor pluviale, impunând colectarea și evacuarea controlată a apelor de pe orice parcelă construită.

O altă recomandare strategică este integrarea hărților de hazard în format digital în sistemul GIS al primăriei. Acest lucru va permite automatizarea parțială a procesului de emitere a certificatelor de urbanism. La introducerea coordonatelor unei parcele, sistemul ar putea interoga automat straturile de hazard și ar putea genera o listă de condiționări specifice (ex: "Atenție, teren situat în zona inundabilă", "Studiu geotehnic obligatoriu cu analiză de stabilitate"). Această măsură ar crește eficiența administrației și ar asigura o aplicare unitară a reglementărilor.

În final, se recomandă ca PUG-ul să definească o politică proactivă de management al riscurilor, nu doar una reactivă, de reglementare. Aceasta ar putea include propunerea unui program multianual de monitorizare a zonelor cu risc ridicat la alunecări, identificarea de surse de finanțare pentru lucrări de consolidare de interes public sau chiar un program de relocare voluntară pentru locuințele izolate aflate în zone cu risc foarte ridicat. Prin adoptarea acestor recomandări strategice, PUG-ul comunei Băcia nu va fi doar un document de reglementare, ci un real instrument de creștere a siguranței și rezilienței comunității.

14. BIBLIOGRAFIE

Acest ultim subcapitol listează sistematic sursele de informații care au stat la baza elaborării studiului. Constatarea este că rolul bibliografiei este de a asigura trasabilitatea științifică și normativă a demersului, validând faptul că studiul se înscrie într-un corp de cunoștințe bine stabilit și respectă cadrul legal în vigoare. Problema rezolvată este oferirea unui cadru de referință clar, structurat pe categorii, care permite verificarea surselor primare. Consecința este creșterea credibilității și a rigorii tehnice a întregului document, conform cerinței contractuale spec_04 ("Pentru fiecare set de date utilizat este indicată clar sursa oficială sau instituțională").

Sursele bibliografice utilizate în elaborarea studiului se grupează în următoarele categorii principale, reflectând ierarhia normativă și de bună practică din domeniu:

1. Legislație și Acte Normative:

- a) Legea nr. 10/1995 privind calitatea în construcții, cu modificările și completările ulterioare.
- b) Legea nr. 350/2001 privind amenajarea teritoriului și urbanismul, republicată, cu normele metodologice de aplicare aferente (Ordinul MDRAP nr. 233/2016).
- c) Hotărârea de Guvern nr. 925/1995 pentru aprobarea Regulamentului de verificare și expertizare tehnică de calitate a proiectelor, a execuției lucrărilor și a construcțiilor.
- d) Legea Apelor nr. 107/1996, cu modificările și completările ulterioare.

2. Normative Tehnice:

- a) NP 074-2014: Normativ privind documentațiile geotehnice pentru construcții.
- b) NP 112-2014: Normativ privind proiectarea fundațiilor de suprafață.
- c) NP 120-2014: Normativ privind cerințele de proiectare, execuție și monitorizare a excavațiilor adânci în zone urbane.
- d) NP 123-2010: Normativ privind proiectarea geotehnică a fundațiilor pe piloți.
- e) SR EN 1997-1 (Eurocod 7): Proiectarea geotehnică - Partea 1: Reguli generale, împreună cu Anexa Națională.
- f) SR EN 1997-2 (Eurocod 7): Proiectarea geotehnică - Partea 2: Investigarea și încercarea terenului.
- g) P100-1/2013: Cod de proiectare seismică — Partea I — Prevederi de proiectare pentru clădiri.

3. Standarde și Ghiduri:

- a) STAS 1243-88: Teren de fundare. Clasificarea și identificarea pământurilor.
- b) STAS 3300/2-85: Teren de fundare. Calculul tasărilor construcțiilor.
- c) STAS 6054-77: Teren de fundare. Adâncimi maxime de îngheț. Zonarea teritoriului României.



4. **Studii și Publicații de Specialitate:** Nu au fost utilizate lucrări specifice care să necesite citare individuală în afara cadrului normativ, întreaga analiză bazându-se pe normativele și standardele menționate.
5. **Documentații de Arhivă:** Nu au fost identificate sau utilizate studii de arhivă relevante care să modifice concluziile investigațiilor proprii, studiul bazându-se integral pe datele de teren noi, generate în cadrul campaniei de foraje F1-F46.