

STRUCTURA SI LIMITELE MEDIULUI CARSTIC

Consideratii teoretice

Cristian GORAN

Institutul de Speologie "Emil Racovita"

Ne punem adesea întrebarea: – Ce cuprinde spatiul carstic si care este limita dintre partea carstificata si cea necarstificata a unui masiv carstic? Cu totii am fost învățati ca, într-un masiv calcaros, avem carst numai acolo unde exista lapiezuri, doline, chei, pesteri sau alte forme legate de dizolvarea calcarelor. Multi dintre noi afla cu surprindere ca dezvoltarea carstului poate avea loc si în roci mai greu solubile sau ca forme de genul lapiezurilor, cheilor sau, chiar, pesterilor apar si în zone necarstice.

Carstul, ca fenomen natural, este vizibil si frapant prin formele sale, dar spatiul carstificat, în întregul sau, este mai subtil si aparent discontinuu din cauza componentei subterane si aspectului eterogen. Acestei dificultati de evidentiere i se adauga considerentele de ordin subiectiv si diferentele de încadrare între diversele discipline care se ocupa de carst. Diversitatea de opinii face fireasca o noua întrebare: – Ce este carstic din punctul de vedere al spatiului – partea sau întregul: forma carstica, platoul cu forme carstice sau masivul carstificabil în care acestea se afla?

Hidrogeologia, prin notiunile sale de hidrostructura sau acvifer, concepe carstul ca un întreg. Unitatea acviferului este atât de importanta, încât pentru unii hidrogeologi elementele carstice – rezultate dintr-o diversificare spatiala – nu mai conteaza. Acestia considera exocarstul o simpla acoperitoare a acviferelor carstice (topografie), care contine intrările si iesirile apei din subteran, iar endocarstul este inclus nediferentiat într-o "cutie neagra" tratata si modelata, pâna mai ieri, ca un spatiu cu o structura omogena si stabila.

Geomorfologia opereaza cu notiunile legate de forme (superficiale sau pesteri), deci cu elemente carstice, drept care nu mai evidentiaza unitatea întregului spatiu carstificat, cum o face, de regula, pentru alte tipuri de relief (aparatul vulcanic, complexul litoral, glaciari, bazinul hidrografic). Pentru geomorfologie, carstul este conceptualizat ca un fragment dintr-o diversitate a reliefosferei, care trebuie evidentiat si analizat prin formele sale cele mai caracteristice – formele carstice – indiferent cât de dispersate sunt acestea.

Dupa opinia noastra, abordarea cea mai corecta se face în contextul carstologiei, care considera carstul un întreg compatibil cu evolutia carstica si delimitat de alte

sisteme sau medii naturale (*gen suprem*). De aceea, carstologia trebuie sa aiba printre scopurile finale evidentierea si sistematizarea întregului carstificat, pe baza relatiilor dintre elementele carstice.

O unitate carstica (*carstosoma*) reuneste între limitele sale, atât spatii carstificabile (roci), cât si carstificabile (acvifere si forme carstice). În contrast cu spatiul carstificat, spatiul carstificabil este evident si recognoscibil, prin proprietatile si morfopetrografia calcarelor, dolomitului, halitelor si, nu în ultimul rând, prin suprafețele sau volumele lor relativ unitare. Din aceste motive spatiului carstic este echivalat, adesea, cu spatiile generatoare de carst, iar determinarea spatiala a carstului se face, în mod gresit, prin echivalentii carstificabilului, respectiv:

- *echivalentul mineralo-petrografic* – solubilitatea rocilor generatoare a formelor de dizolvare;
- *echivalentul structural-petrografic* – permeabilitatea secundara a rocilor generatoare a unei circulatii subterane si a unei functionari hidrogeologice specifice;
- *echivalentul hidrochimic* – procesul de coroziune favorizat de primi echivalenti, prin circulatia subterana si determinat climatic.

Legatura dintre carst si anumite proprietati fizico-chimice ale rocii fiind evidenta, spatiul carstic este confundat cu spatiul anumitor tipuri de roca si considerat *grosso modo* un spatiu morfogenetic. În lipsa unui agent modelator, proprietatile rocii (pasive) nu au relevanta, iar evidentierea unei modelarii specifice trebuie sa se alature morfogenezei, ca o componenta *dinamica* si *necesara*. Cu toate acestea, spatiul carstic ramâne, în momentul teoretic al morfogenezei, un spatiu exclusiv petrografic si hidrochimic.

Aparitia carstului presupune pe lângă geneza si o dezvoltare spatiala, în care evolutia conditioneaza spatiul carstic la spatiul de manifestare a unor efecte morfohidrografice specifice. Echivalentii efectelor specifice, în carst, sunt:

- *echivalentul hidrogeologic si climatic* – impus de functionarea specifica (acviferele carstice);
- *echivalentul morfologic* – impus de formele caracteristice (formele carstice).

Conditia efectelor specifice plaseaza carstul în contextul temporalospatial al unei *cronici evolutive* si impune spatiului acestuia caracterul de spatiu geodinamic divers, atât în ceea ce priveste structura, cât si functionarea. Se cuvine o detaliere a problemei diversitatii spatiului carstic.

Diversitatea de continut este, o diversitate si o complexitate de continut a spatiului carstic, rezultata din combinarea spatiala a urmatoarelor componente:

- *componenta petrografica* – genetic pasiva si virtual purtatoare de carst;
- *componenta hidrogeologica* – dinamica si generatoare de carst, în raport cu prima;
- *componenta atmosferica* – dinamica si generatoare de carst, prin schimbul de gaze si vapori de apa cu componenta hidrogeologica;
- *componenta morfologica* – materializarea spatiala a efectului cumulat al generarii carstului, reprezentând o suprafata activa, în raport cu toate celelalte componente si un suport, pentru componentele hidrogeologica si atmosferica.

Diversitatea dinamica este reflectarea geodinamica a diversitatii de continut. Într-o schema foarte generala, dupa *gradul de libertate* în functionare, se pot diferentia componentele spatiului carstic din punctul de vedere dinamic:

- *componenta foarte tare* – roca carstificata (litodinamica);
- *componenta tare* – relieful carstic (morfo-dinamica);
- *componenta moale* – apa din carst (hidrodinamica);
- *componenta foarte moale* – aerul din carst (aerodinamica).

Acestor elemente de diversitate li se mai adauga si altele, induse carstului, dar ele nu îi schimba structura functionala. Important de precizat este ca spatiul carstic înglobeaza, specializeaza si ierarhizeaza toate componentele sale structurale si functionale, reunind spatiile excavate cu cele umplute. Printr-o cvadrupla interferenta si interconditionare (roca, relief, apa si aer), carstul devine dintr-un spatiu virtual (morfo-genetic) un mediu natural efectiv (geodinamic), legatura dintre elementele sale de baza fiind *sistemul carstic*. Deci, *sistemul carstic este unitatea spatiala a functionarii carstului* (unitatea geodinamica).

STRUCTURA GENERALA A MEDIULUI CARSTIC

Termenul de structura aplicat la un sistem natural se refera la o multime de elemente aflate în interactiune, care au o determinare si functionare specifica. El ne încadreaza între limitele energetice ale sistemelor naturale si la nivelul de complexitate la care acestea au fost determinate (definite). De exemplu, daca un sistem carstic este definit ca un sistem acvifer, structura sa este reprezentata de functionarea hidrodinamica, iar daca este definit ca un sistem morfologic, structura sa este exprimata de toate legaturile spatiofunctionale dintre elementele care-l compun, respectiv legaturile dintre procesele si formele carstice.

Mediul natural este mult mai complex decât sistemele dinamice individualizate în cadrul sau (cascadele energetice). Conceptul de structura încadreaza un mediu natural într-o organizare si sistematica geologico-geografica, a carei conditionare generala trebuie facuta între limitele geosferice. Complexitatea unui mediu natural presupune existenta, într-un spatiu individualizat, a unei "comuniuni" de structuri interconectate si ierarhizate. Acestea si elementele lor pot sa difere din punctul de vedere al continutului, organizarii, vârstei sau genezei, dar

se afla într-o legatura spatiofunctionala si vecinatate cauzala, care le unifica si le diferentiaza de mediile vecine. Caracterul *multistructurat* al mediilor naturale reprezinta o caracteristica si o diferenta majora, în raport cu structurile relativ unitare ale sistemelor care le-au generat.

Mediul carstic este o neoconfiguratie formata si diferentia pe seama transformarii structurale a unor medii precarstice. El este *rezultatul transformarii unui masiv carstic într-o carstosoma*. În componenta carstosomei se regasesc atât structuri universale, comune cu ale celorlalte medii naturale, cât si structuri specifice rezultate din formarea si individualizarea carstului. În plus, dezvoltarea carstosomei are loc progresiv, prin unul sau mai multe sisteme carstice care se succed în timp si spatiu.

Pentru determinarea unui mediu particular, cum este carstul, este necesar sa stabileasca o *structura generala*, care sa permita: (i) încadrarea si individualizarea structurilor sale specifice în organizarea structurilor fundamentale ale mediilor geologice si geografice care le cuprind (*structurile supracarstice*); (ii) determinarea si diferentierea structurilor specifice, prin intermediul elementelor si conexiunilor structurale care le alcatuiesc (*structurile echicarstice*). Pe baza acestei diferentieri, se pot explica sau analiza, într-o conexiune generala, atât complexitatea raporturilor spatiofunctionale dintre componentele carstului, cât si legaturile acestuia cu mediile vecine.

Structura generala a mediului carstic este prezentata într-o schema sintetica, prin intermediul careia se pot stabili principalele conexiuni, de ordin genetic, spatial, functional si evolutiv (fig. 1). Raporturile structurale permit individualizarea componentelor mediului, evidentierea organizarii, complexitatii si ierarhiei acestora.

Categoriile structurale

Mediul carstic fiind parte constitutiva a suprafetei geosferei, structurile sale se integreaza între elemente de rang universal, dar se si diferentiaza de regiunile vecine, prin caracteristici particulare. Din acest punct de vedere exista, în carst, doua mari categorii de structuri, elemente si caracteristici (*categorii structural-sistemice*):

- *categoriile fundamentale* – apartin organizarii geosferei si sunt integrate la nivele de rang planetar, continental, regional sau local (*supracarstice*);

- *categoriile carstice specifice* – generate de carst si situate la nivelul mediilor carstice; extinderea lor este echivalenta cu dezvoltarea carstului (*echicarstica*).

Cele doua categorii se întrepatrund, primele fiind determinanti genetici ai sistemelor carstice (factori ai carstificarii), iar secundele, efecte evolutive (configuratii carstice). Nivelul specific al mediului carstic este, în raport cu categoriile structurale, de rang regional la marile carsturi de pe glob sau local la restul carsturilor.

Categoriile supracarstice.

Între categoriile supracarstice intra geosistemele, zonele geosferice, domeniile litogenetice si geospatiale, marile morfostructuri si ecostructuri regionale si, în cadrul lor, principalele tipuri de medii naturale (fig. 1). Ele au fost sistematizate pe nivele de complexitate, care explica organizarea generala, dar si diversificata a sistemelor si structurilor globale:

(i) *nivelul planetar* cuprinde *sistemele dinamice globale* (litologice, morfologice, hidrologice, atmosferice si biologice), structurate în *zone* – zonele tectonostructurale legate de dinamica interna (placile litosferice), zonele ecoclimatice legate de energia si dinamica externa (zonalitatea latitudinala) si zonele morfoclimatice rezultate din confruntarea, pe orizontala sau verticala, a celor doua dinamici de nivel planetar;

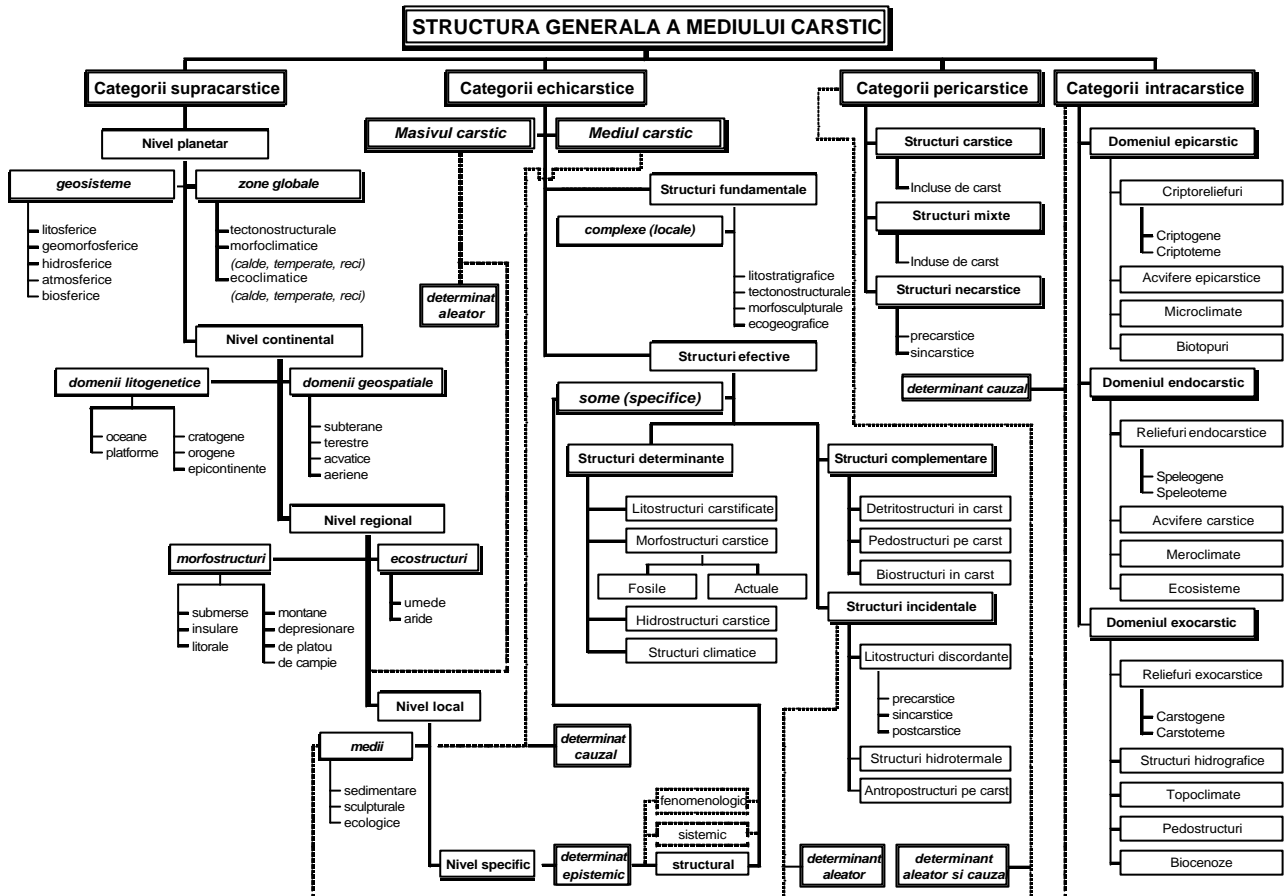


Fig. 1. Structura generala a mediului carstic.

(ii) *nivelul marilor regiuni continentale si oceanice* rezulta din diversificarea structurilor planetare, în *domenii litogenetice* (bazine oceanice, platforme de sedimentare, cratogene, orogene, bazine epicontinentale) si în *domenii geospatiale* (terestre, subterane, acvatic si aeriene);

(iii) *nivelul regional* contine *structurile regionale* rezultate din evolutia domeniilor existente în nivelul anterior, respectiv morfostructurile (submerse, insulare sau litorale, pe de o parte si montane, submontane, depresionare, de platou si de câmpie, pe de alta parte) si ecostructurile regionale (zone umede si uscate);

(iv) *nivelul local* este reprezentat de *mediile specializate* rezultate din diversele moduri de grupare sau de individualizare, pe o suprafata relativ restrânsa, a mediilor si structurilor geologice, geomorfologice si ecologice aparținând structurilor ierarhic superioare; la nivelul local, mediile difera prin continut, dar si prin diferentele de complexitate dintre continutul mediilor geologice, diversitatea constitutiv-spatiala a sistemelor geografice si organizarea formelor de viata.

Structurile fundamentale sunt necarstice sau întâmplator carstice (munti calcarosi, platouri sau tarmuri calcaroase etc.), au un caracter cvasi-invariabil si dominant, în raport cu carstul (nu pot fi schimbate de carst), dar determina structura generala a mediilor carstice pe care le contin. Ele reprezinta pentru carst determinanti genetici directi sau indirecti, iar o mare parte din elementele lor se regasesc în continutul mediilor carstice.

Categoriile echicarstice. Nivelul spatial echivalent carstului este reprezentat de partea, din sistemele

geosferice si din structurile lor fundamentale, cuprinsa în perimetrul (volumul) unde a avut loc dezvoltarea unui carst – mediul carstic. Din punctul de vedere al factorilor genetici, nivelul carstic are o legatura cauzala cu nivelul (contextul) regional al structurilor fundamentale, iar din punctul de vedere al efectelor, are o legatura spatiala cu nivelul local al structurilor fundamentale. Altfel spus, formarea unui carst are loc în spatiul unui mediu local (masiv carstificabil), daca si când contextul sau regional permite o astfel de dezvoltare.

La nivelul specific se diferentiaza doua categorii spatio-temporale de structuri echicarstice: masivul carstic si mediul carstic.

Masivul carstic. Structurile fundamentale ale nivelului regional sunt intersectate de configuratia masivelor carstice (fig. 1), perimetrul acestora decupând parti considerate *complexe locale* (litostratigrafice, tectonostructurale, morfosculturale si ecogeografice). Complexele contin elemente si structuri supracarstice, dintre care o parte reprezinta factori potentiali ai carstificarii (roca, circulatia apei si aerului etc.). Intre limitele masivului carstic, toate complexele locale au o coerența spatiala si determinare functionala, care permit instalarea sistemelor modelatoare carstice si proceselor specifice lor. Formarea sistemelor carstice va unifica, progresiv, prin intermediul dezvoltarii speleosomelor, complexele structurale ale masivului si va determina integrarea acestora într-un mediu carstic unitar.

Mediul carstic. Singura categorie echicarstica propriu-zisa, prin caracterul sau de loc comun al genezei si evolutiei carstului, este mediul carstic. El se dezvolta

progresiv, în spatiul masivului carstic, ceea ce face ca portiuni din *sistemele si structurile geosferei* (petrografice, tectonice, geomorfologice, hidrologice, climatice, pedologice si biologice) sa devina *categoriile intracarstice*. Elementele si structurile supracarstice vor fi organizate de functionarea carstului si cuprinse efectiv în continutul si între limitele sale (*relief carstic, acvifer carstic, topoclimat carstic*).

Evaluate prin sisteme specifice, complexele structurale locale determina cauzele si preiau efectele carstului, modificându-se si organizându-se, permanent, din spatii potientiale (carstificabile) în *structuri carstice* (carstificate). Continutul carstic si evolutia acestor structuri se diferentiaza în functie de ponderea lor la geneza si functionarea carstului:

- *categoriile efective ale carstului* – determinantele care conditioneaza existenta sau functionarea carstului (spatiile din roca, circulatia subterana a apei, procesul de carstificare etc.);
- *categoriile complementare carstului* – elementele existente în mediul carstic, care au o participare limitata (în spatiu sau în timp) la functionarea sistemelor carstice (de exemplu, o cumpana de ape, o faza climatica si consecintele lor);
- *categoriile incidentale* (ocasionale) – elemente cu existenta limitata în mediul carstic si, implicit, participare accidentala la functionarea sistemului.

Structurile complementare mediului carstic se afla în *pozitii supracarstice, intracarstice sau pericarstice*, sub forma unor *spatii superpozate, incluse sau intruse*. Prin caracteristicile lor, acestea se alatura genezei carstului (depozitele, solul, vegetatia, fauna).

Printr-o polarizare si dezvoltare preferentiala, mediul carstic reuseste, în conditii de relativa stabilitate a structurilor fundamentale, sa se substituie, partial sau total, masivului carstic, organizând spatiul si functionarea acestuia. Tendinta generala a mediului carstic – subordonat cauzal si în mod permanent evolutiei structurilor fundamentale – este de a modifica structurile locale precarstice, transformându-le în structuri carstice. Se organizeaza si se dezvolta, astfel, *carstosome* (ansambluri spatiale si functionale unitare situate între limitele masivului carstic) si, în jurul lor, *zone pericarstice* (spatii de tranzitie între carstosome si mediile vecine).

Categoriile intracarstice sunt cuprinse în spatiul *carstosomei* si reflecta modalitatea de organizare, în masivul carstic, a efectelor genezei, dinamicii si evolutiei carstului. Cum orice mediu carstic integreaza, între limitele sale, atât structuri carstice (proprii sistemului morfodinamic carstic), cât si structuri necarstice (modificate sau nu de carst), vor coexista, în spatiul carstosomei, urmatoarele categorii structurale:

- *configuratiile carstice (eucarstice)* – geneza sau functionare carstica (acviferele, formele si procesele carstice);
- *configuratiile necarstice dar determinate de carst* – existenta independenta de carst, dar evolutie spre caractere, forme si structuri determinate *efectiv, contingent* sau *ocasional* de catre carst (microclimate, pedostructuri, biocenoze);
- *categoriile independente sau accidentale* – geneza straina carstului si asociate ca incluziuni precarstice sau sincarstice (depozite alohtone, climatul regional, plante si animale cu larga raspândire, interventii antropice).

Configuratiile intracarstice sunt efecte geneticaevolutive ale dezvoltarii carstului, organizate si diferentiate structural,

în functie de: locul unde se produc, scara la care se produc si gradul de organizare specifica. Diferentierea structurala a configuratiilor intracarstice are loc la nivelul unor ansambluri spatiofunctionale distincte din punctul de vedere al modului de organizare si al gradului de complexitate. Acestea sunt *domeniile morfostructurale ale carstului*: epicarstul, endocarstul si exocarstul.

Categoriile pericarstice sunt determinate spatial de limita dintre carstosome si mediile necarstice înconjurate. La geneza lor participa, prin asociere spatiala si/sau combinare functionala, sistemele carstice si procese sau sisteme necarstice, vecine. Pericarstul este structurat, la rândul sau, ca un domeniu de tranzitie al masivului carstic spre regiunile vecine.

Structura carstului este materializata în legaturile dintre elementele si formele sale. Ea are o unitate spatiala data de conexiunile dintre formele exocarstice si endocarstice, realizate de catre spatiile libere din roca unificate carstic si o unitate functionala data de hidrodinamica, aerodinamica si geodinamica acestor conexiuni. Prin intermediul structurii sale, carstul se integreaza în dinamica mediilor geologice si geografice care-l înglobeaza. O caracteristica a structurii mediului carstic este relativa stabilitate si calibrarea stricta a conexiunilor spatiale, sistemul carstic fiind foarte greu de dezorganizat, în starea sa activa.

Domeniile morfostructurale

Existenta domeniilor morfostructurale este determinata de particularitatile diferite ale dezvoltarii spatiale a mediului carstic. Dezvoltarea elementelor carstice difera ca modalitate si organizare între suprafata masivelor, profunzimea rocii sau zona de la limita cu rocile impemeabile. Fiecare domeniu al carstului are pozitie, structura si organizare proprie, în raport cu carstosomea.

Domeniul epicarstic

Sub suprafata topografica a carstului, într-un strat de roca gros de 1-2 m (maximum 5-10 m), se afla domeniul epicarstic. El apare, pe roca nuda sau acoperita cu depozite superficiale, ca urmare a unor procese de pluvio-, fito- si pedocoroziune produse pe litoclazele sau fetele de strat ale rocilor.

Continuitatea si adâncimea epicarstului variaza în functie de textura si structura rocii, de geochimia solutiilor care o îmbiba sau de climat. Organizarea sa este conforma cu geometria rocii si are loc pâna la adâncimea la care solutiile agresive, patrunse în spatiile din roca, se satureaza din lipsa unei circulatii subterane organizate. Formele epicarstice au un nivel optim de dezvoltare laterala dupa care se efileaza (tipic pentru lapiezuri). Prin procese epicarstice pot sa apara *lapiezuri, microcavitati subcutanate sau acvifere epicarstice*.

Epicarstul realizeaza o tranzitie, între exocarst si endocarst, reprezentând un spatiu de disimulare a structurilor si elementelor fizico-geografice de la suprafata, în stratele superficiale ale rocii. Deschiderea unor "cai de circulatie", în baza epicarstului, si infiltratia profunda a solutiilor, în roca, conduce la speleogeneza si la formarea endocarstului. În situatiile când epicarstul nu este legat cu un domeniu endocarstic profund, acumularea elementelor terigene îl blocheaza sau îl altereaza, iar depozitele sale pot fi asimilate structurilor supracarstice complementare (formatiuni superficiale).

Domeniul epicarstic este restrictiv pentru structurile exogee si, prin aceasta, are caracterele unui spatiu-limita. La nivelul sau elementele structurale induse carstului de catre mediul geografic se gasesc în configuratii de nivel minimal: microforme, microclimat, enclave sau interstitii

depozitionale (*criptoteme*), biotopuri, habitaturi. Ele pot fi usor blocate sau distruse de procesele modelatoare necarstice (dezagregare, eroziune, sedimentare etc.).

Domeniul endocarstic

Endocarstul este domeniul specific de manifestare si dezvoltare a sistemelor carstice. Structura sa este unificata prin carstificare, în cadrul speleosomei si ierarhizata spatial, prin legaturile subterane care se realizeaza, prin volumul de roca, între intrarile si iesirile din carst. Unitatea spatiala a domeniului permite, în prezenta unor tranzite organizate, dezvoltarea acviferelor carstice, a structurilor meroclimatice si a unor ecosisteme specifice.

Organizarea endocarstului porneste de la discontinuitatile existente în roca, pe traseul carora, prin procese carstice, se dezvoltă retele de conducte (*galerii, puturi, hornuri*) sau mari cavitati subterane (*sali*). Carstificarea presupune, initial, excavarea rocii, în regim hidrodinamic (formarea *speleogenelor*) si, ulterior, umplerea gurilor subterane cu depozite minerale, aluviuni, fragmente prabusite (*speleoteme*). Endocarstul are o unitate genetica, prin continuitatea si ierarhizarea spatiilor excavate, dar si o discontinuitate evolutiva, prin fosilizarea unor galerii sau etaje, blocarea cu depozite de umplutura si fragmentarea spatiilor libere, în sectoare.

Domeniul endocarstic este restrictiv pentru structurile mediului geografic, dar anumite elemente sau structuri exogee, selectate spatio-funcional, îl penetreaza si tranziteaza. Printr-o transmisivitate limitata si particulara a domeniului, se constituie unitati morfologice (*speleosome*) si hidrogeologice (*acvifere carstice*), în care se individualizeaza: relieful endocarstic (*speleogene* si *speleoteme*), regimuri de circulatie a apei, meroclimatice si biosisteme.

Domeniul exocarstic

Suprafetele exocarstice sunt cele mai complicate structuri intracarstice, diversitatea lor reflectând caracterul poligenetic al mediului carstic. Suportul structural al exocarstului este dat de morfologiile precarstice ale masivului – culmi proeminente, suprafete de nivelare, accidente tectonice, retele de vai. Pe relieful precarstic se dezvoltă forme sincarstice, cu origini, morfologii si functionalitati foarte diferite (negative–pozitive, închise–deschise, intrări–iesiri) si care pot sa apartina la mai multe sisteme modelatoare (fig. 2). O caracteristica suplimentara a elementelor exocarstice este faptul ca distributia acestora este controlata de functionarea endocarstului, iar dezvoltarea în suprafata, de raporturile dintre ele. Se întâlnesc forme izolate, coalescente sau grupate care, în contrast cu structurile endocarstice unificate în speleosoma, au o distributie aparent haotica. Determinarea localizarii acestora este epicarstica, pentru formele minore (*lapiezuri*) si endocarstica, pentru cele majore (*doline, uvale, polii*). Subordonarea endocarstica se extinde, prin intermediul reliefului exocarstic si la structurile sale hidrografice, pedologice, topoclimatice si biologice, deoarece domeniul exocarstic si elementele sale se afla într-o strânsa integrare cu structurile endocarstice. Configuratia structurala a exocarstului rezulta din incidenta dintre forma si dinamica suprafetei topografice, pe de o parte si dezvoltarea speleosomei, pe de alta parte.

Din punctul de vedere evolutiv, exocarstul este o structura permisiva si vulnerabila la modificarile contextului supracarstic regional sau local. El reprezinta un element de relativa continuitate pentru structurile geografice (*continuitate areala*), la nivelul sau existând o individualizare locala, dar si o relativa subordonare regionala a caracterelor morfohidrografice, topoclimatice,

pedogeografice sau a biocenozelor. Distributia caracterelor carstice particulare si a structurilor care le cuprind, coincide cu configuratia carstului de rang maximal (carstosoma).

Zona pericarstica

În jurul carstosomei apar efecte (de nivel local sau regional) ale genezei, dinamicii si evolutiei mediului carstic. Zona pericarstica cuprinde: *elemente si structuri carstice* (regimul de functionare al iesirilor de apa din carst, depozitele de tuf etc.), *elemente si structuri mixte* (vai oarbe, depresiuni de captare sau descarcare carstica, doline pe contacte litologice etc.) sau *elemente si structuri necarstice*, respectiv medii necarstificate ori structuri dezvoltate sincarstic (roci necarstificabile, forme de eroziune tipice, aluvionari, dezagregari etc.).

Exista o diferenta în distributia structurilor pericarstice, între carsturile unare si cele binare. La sistemele unare domeniul pericarstic este relativ nediferentiat, iar la cele binare el se diferentiaza si organizeaza morfohidrografic, în functie de distributia intrarilor si iesirilor din sistem, într-un *domeniu amonte* si un altul *aval* de carst.

LIMITELE MEDIULUI CARSTIC

Mediul carstic este rezultatul unor procese morfodinamice care au o dezvoltare tridimensionala maxima, în scoarta terestra, din toate punctele de vedere: adâncime, densitate, volum, diversitate, complexitate, organizare etc. El are o *limita exogena* – arie geografica – si o *limita endogena* – suprafata sau strat delimitator. Componenta geografica a mediului carstic este peisajul distinct – peisajul carstic – iar cea geologica este structura distincta – structura carstica. Carstul este circumscris (subordonat spatial) proceselor si elementelor carstice. Dimensiunile sale minime nu pot ignora spatiul carstificat, iar cele maxime pe cel carstificabil, tendinta sa evolutiva fiind de a se substitui carstificabilului. În raport cu sistemele carstice, mediul exclude spatiile necarstificate din cadrul impluviilor carstice, dar le impune o pozitie si structura precisa si, respectiv, distincta (pericarstica).

O problema spinoasa, pe care o presupune semnificatia notiunii de carst, este *delimitarea conceptuala* a acestuia de alte spatii subterane sau adiacente, asemanatoare sau legate genetic. Pornind de la respectarea conditiei efectelor specifice si a calitatii de spatiu morfodinamic ale carstului, se pot discuta unele delimitari.

(I) Efecte ale circulatiei solutiilor în roca exista si în procesele petrogenetice (procese de dizolvare—depunere); depunerile de silice, calcit, gips etc. din roci si întreaga gama a proceselor hidrotermale sunt o dovada în acest sens. Volumele de roca afectate si densitatea pe unitatea de volum a unor astfel de procese, sunt incomparabil mai mari decât cele ale carstului, ele manifestându-se uneori în formatiuni litologice foarte extinse.

(II) Structurile sedimentare actuale din zonele de recif si atol, prin formarea unor elemente spatiale considerate sincarstice (culoare, microdepresiuni, pâlnii de dizolvare si tasare), pot functiona si evolua carstic sau nu.

(III) Solutiile endogee, de origine juvenila sau vadoasa (carbonatice sau sulfuroase) contribuie indubitabil, alaturi de cele exogee, la geneza si dezvoltarea retelelor carstice (cavernamentului). Marile pesteri americane – Wind Cave, Jewel Cave (Black Hills, Dakota de Sud), Carlsbad Cavern (New Mexic) – sau Pestera de la Movile din Dobrogea de Sud si câteva mici pesteri de la Baile Herculane intra în aceasta categorie genetica.

(IV) Aria de manifestare a unor efecte specifice carstificarii este mult mai mare decât spatiul carstificat. De

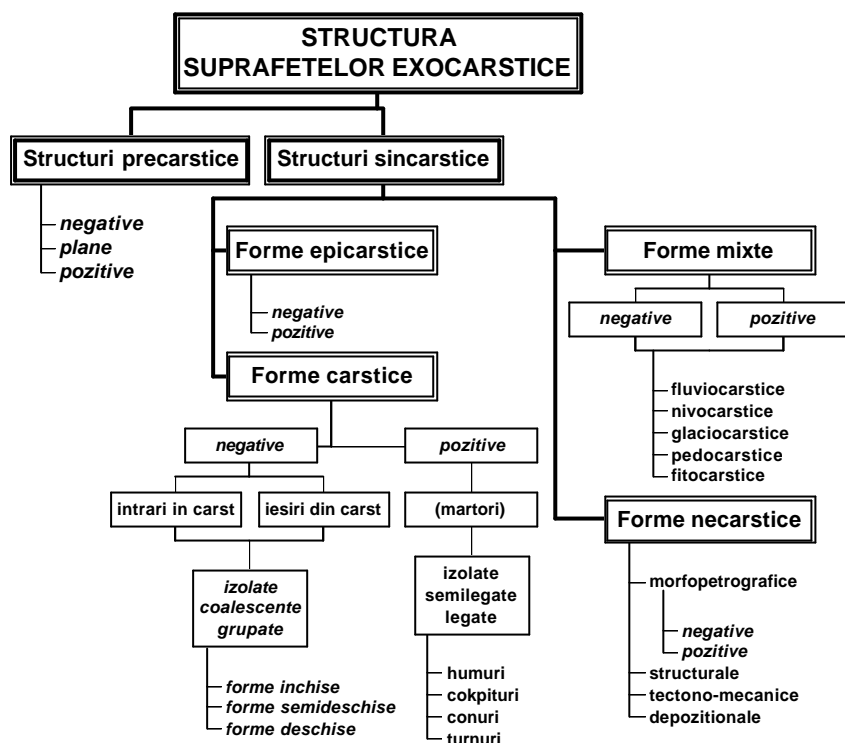


Fig. 2. Organizarea si complexitatea suprafetelor exocarstice.

exemplu: dolinele si depresiunile închise situate pe contactele litologice, vaile oarbe, dintre care unele dezvoltate exclusiv în roci impermeabile prin procese modelatoare necarstice sau terasele si cascadele de tuf ori travertin formate în aval de resurgentele carstice.

Exemplele anterioare nu presupun o determinare suplimentara a spatiului carstic, ci demonstreaza complementaritatea sa cu alte sisteme modelatoare. Caracterul de spatiu de tranzitie al carstului se manifesta atât în ceea ce priveste componenta petrografica (exemplele I si II) ori influentele endogee (III), cât si în ceea ce priveste structura si distributia exogee (IV). Pentru delimitarea acestui spatiu, într-o situatie reala, raportul dintre carstificabil si carstificat devine un criteriu, care trebuie aplicat numai pentru aceeasi perioada carstogenetica:

- *carstificabilul* are o organizare spatiala anteriora carstificarii; o roca corodată anterior ori o alimentare endogenetica a carstului sunt cauze si nu efecte ale carstificarii;
- *spatiul carstificat* nu poate depasi ca extindere spatiul care l-a generat; un bazin hidrografic captat si adâncit, din cauze carstice, este un bazin erodat si nu carstificat, iar o terasa de tuf, din aval, este un spatiu sedimentat din surse carstice.

S-a subliniat, anterior, ca spatiul carstic este un spatiu particular, în raport cu spatiile înconjurate, datorita pozitiei sale intermediare între exogen si endogen. Vom enumera câteva dintre caracteristicile definitorii ale pozitiei sale.

(I) Spatiul carstificat este o patrundere a mediului geografic, în masa rocii, prin cai (spatii) libere si interconectate tridirectional. Dezvoltarea evidenta dinspre suprafata terestra spre subteran si subordonarea sa a dinamica externa, îl califica ca un spatiu conditionat exogen (chiar daca la geneza sa participa, incidental, solutii juvenile) si îl restrânge la o pozitie geosferica de epifenomen.

(II) Carstul reprezinta o discontinuitate evolutiva, multistructurata, într-un spatiu generator (sistem petrografic) caracterizat printr-o omogenitate si uniformitate mult mai mare decât a sa. El apartine domeniului continental sau zonei litorale, iar caracterul sau este primordial-integral *sculptural* si subsidiar-secvential-(si)-tranzitoriu *depozitional*. Enclavele depozitionale ale spatiului carstificat sunt solide, lichide sau gazoase si au dinamici proprii.

(III) Carstul este, prin componenta sa subterana preponderanta, un spatiu endogeic, restrictiv si selectiv, însa penetrabil pentru elementele si parametri mediului geografic (exogeice). Reprezinta un spatiu de tranzit structurat si ierarhizat endogeic, deschis influentelor alogene, dar cu o mare capacitate de selectie, organizare si autoreglare (*slab permisiv*).

Spatiul carstificat este un spatiu geologic si geografic, în acelasi timp. El are o forma de zacământ si o pozitie litosferica (geologica), dar si o forma, o pozitie (asezare) si o repartitie geografica. Geologia nu evidentiaza spatiul carstificat; ea considera roca carstificabila echivalentul spatial unificator pentru carst, iar în cadrul acesteia identifica spatii secundare, cu un continut modificat (carstic), respectiv alterari, sedimente secundare, depozite acvifere etc. Prezenta unor elemente spatiale carstice nu contravine conceptual diversitatii de continut si continuitatii genetice a mediului geologic. În geografie echivalările spatiale sunt mai nuanțate. Geomorfologia, prin intermediul reliefului petrografic, identifica elementele carstice, prin *forme carstice* discontinui, dar spatiul carstic îl echivaleaza cu carstificabilul, respectiv cu proprietatile rocii, prin *relieful carstic*. Hidrogeografia contureaza, prin caracterul scurgerii – *drenajul subteran* – arealele intens carstificate. Geografia fizica echivaleaza spatiul carstic cu *peisajul carstic*, dar continuitatea acestuia este data (printr-un larg determinism petrografic asupra elementelor fizico-geografice) tot de spatiul carstificabil.

Diversele puncte de vedere nu se pot armoniza decât printr-o diferentiere terminologica si avem o propunere, în acest sens.

(I) *Spatiu carstic conventional* este spatiul carstificabil. În functie de conventiile care îl evidentiaza, el este considerat un spatiu: calcaros, necalcaros dar cu o morfohidrografie asemanatoare calcarelor, analog carstului clasic, paracarstic, pseudocarstic etc. Nominalizarea spatiului carstic devine si ea, conventionala, prin influenta arhetipului calcaros; un exemplu, în acest sens, este definitia regiunii carstice: "*regiune constituita din roci solubile*" (B. GÈZE, 1973). Noi am denumit spatiul carstic conventional – *spatiul carstificabil sau în curs de carstificare* – printr-un termen consacrat în carstologie, *masiv carstic*¹.

(II) *Spatiu carstic propriu-zis* este spatiul rezultat dintr-o modelare si evolutie de tip carstic produse într-un spatiu carstificabil generator. Configuratia acestui spatiu depinde de raportarea sa si de scara de analiza. Raportat la suprafata topografica, el apare discontinuu si neomogen, organizarea sa fiind evidenta prin elemente liniare (directii de dezvoltare) sau modalitati de grupare (concentrarea drenajului subteran). Raportat la un volum de roca (*masivul carstic*), el apare relativ unitar, interconectat foarte strâns si organizat tridimensional. Pentru a sublinia aceasta relativa unitate genetica si functionala, vom denumi spatiul carstificat prin doi termeni: *carstosoma*, când ne vom referi la ansamblul spatial carstificat si *speleosoma*, când ne vom referi numai la ansamblul spatial subteran carstificat². Existenta unui spatiu carstic presupune si existenta unui spatiu pericarstic – un spatiu necarstificabil sau necarstificat, cu o dezvoltare determinata, în mare masura, de proximitatea carstului.

Dintre toate semnificatiile atribuite carstului, aceea de mediu este cea mai cuprinzatoare si mai apropiata de limita abstracta a notiunii de carst. Ea reflecta genetic, structural, dinamic si evolutiv, atât aspectul de fenomen distinct al carstului, cât si diversele categorii structurale care îl individualizeaza. În mediul carstic se regasesc deopotriwa, structurile masivului carstic (carstificabile) si structurile carstosomei (carstificate), delimitarea dintre acestea fiind o problema de evolutie specifica si de complexitate.

Mediul carstic fiind o configuratie complexa (multistructurata), limitele sale trebuie sa reflecte si sa înglobeze aceasta complexitate. Acestea vor contine determinările impuse de definitia si structura mediului carstic, dar si spatiile reale individualizate în baza semnificatiilor epistemologice ale acestor determinari.

Limitele mediului carstic sunt rezultatul ultim al determinarii acestuia si ele reflecta organizarea si, implicit, aspectele fenomenologice si sistematice de recunoastere si de evidentiare a carstului, între mediile naturale. Prin intermediul si analiza limitelor, se pot stabili:

- conditiile generale, necesare si suficiente de formare, respectiv *limitele potentiale*;
- conditiile efective de existenta si de functionare, respectiv *limitele efective*;
- modalitatile structurale de organizare, de evolutie si de crestere a complexitatii, respectiv *limitele spatio-functionale ale domeniilor si structurilor intracarstice sau pericarstice*.

Abordarea problematicii limitelor mediului carstic este o operatiune delicata datorita multiplelor semnificatii atribuite notiunii de carst. În baza definitiei carstului³ si în concordanta cu structura sa generala, se diferentiaza doua determinante majore ale mediului carstic: *limitele genetice si limitele genetico-evolutive* (fig. 3).

Limitele genetice

Limitele genetice sunt limite virtuale, care caracterizeaza factorii si procesele carstificarii, reunite în spatiul masivului carstic. În cadrul lor, se disting doua nivele de delimitare (nivele epistemologice).

Nivelul genetic general este nivelul conceptual necesar genezei carstului si care contine cadrul geologico-geografic general al producerii sale (geostrucurii supracarstice). La acest nivel, universul carstic nu este delimitat spatiofunctional si include structuri foarte diverse, în care se pot evidenta numai elemente si procese generatoare de carst. Prin intermediul nivelului general, carstul este:

- diferentiat de alte procese fizico-chimice din timpul litogenezei si diagenzei si de efectele lor existente în textura si structura rocilor carstificabile (*limita litogenetica* si cea *diagenetica*);
- legat de interfata exogen-endogena a geodinamicii (*limita endogena si exogena*⁴), prin existenta solutiilor care circula liber, în spatiile din roca si delimitat de hidrotermalismul propriu-zis;
- situat în domeniul continental si în intervalul climatic de realizare a interactiunilor fizico-chimice dintre roca si solutiile circulante (*limita continentală si climatica*).

Nivelul general stabileste posibilitatea aparitiei unui potential carstic în conditii nespecifice, pe baza unor fenomene aleatorii sau convergente de forme (forme carstice si pseudocarstice, în roci detritice). El explica geneza unor carsturi în roci foarte greu solubile (cuartite, granite etc.), fie în urma unor evolutii subaerene îndelungate (post-Paleozoice), fie prin participarea unor solutii geotermale. Limitele continentală si climatica reglementeaza, de asemenea, exceptia singenetica a producerii proceselor carstice (sincarsturile), în structurile sedimentare din cadrul atolilor si platformelor carbonatice.

Rezulta ca, între limitele supracarstice, foarte generale, este posibil un potential carstic dar, neexistând criteriile si conditiile pentru determinarea unei dinamici specifice, universul carstic sau mediile care îl compun nu sunt suficient diferentiate de alte sisteme morfogenetice sau hidro dinamice.

¹ Mult mai precis ar fi *masiv carstificabil*, dar cum termenul de *masiv* se refera, în primul rând, la unitatea litologica carstificabila, vom pastra sintagma consacrata. Acceptiunea morfologice a termenului permite utilizarea si în afara spatiilor montane (*masive nivelate, scufundate, îngropate* etc.).

² *Carstosoma* reprezinta forma de ansamblu a spatiului carstificat, iar *speleosoma* ansamblul spatial care reuneste toate formele interconectate, prin intermediul subteranului, în cadrul carstosomei. Interconectarea formelor depaseste limitele conventionale ale domeniului subteran, iar forme de tipul dolinelor continuate cu conducte carstice sau al intrarilor de pestera reprezinta elemente de tranzitie legate de speleosoma dar deschise la exterior.

³ Mediu cu o configuratie particulara dezvoltat, atât pe suprafata topografica, cât si în profunzimea rocii, datorita evolutiei determinate de proprietatile sale morfopetrografice si hidro dinamice.

⁴ În geologie, pentru roci sedimentare, limita endogen-exogena este limita dintre diagenza si metamorfism (diagenza reprezentând scaderea continutului de CO₂ si H₂O, în roca). Se face o distinctie neta între dizolvarea rocilor sub presiune produsa la adâncimi mari, care duce la scaderea porozitatii si dizolvarea normala, epigee, care duce la cresterea porozitatii si alterarea lor (cf. D. RADULESCU & N. ATANASIU 1979).

Nivelul genetic specific restrânge cei trei determinanti necesari ai nivelului general si include limitele suficiente pentru a impune existenta unui potential carstic. Ele sunt cuprinse de masivul carstic si de structurile sale generatoare:

- *limitele petrografice si hidrochimice* ale conditiilor de solubilitate;
- *limitele tectonomecanice* ale permeabilitatii, cele *hidroclimatice* de alimentare a solutiilor circulante în profunzimea rocii si *limita hidrodinamica* (reflectata de morfologia masivului carstic) de existenta unei diferente de potential;
- *limitele morfologice si cronologice* necesare producerii unor *efecte specifice interconditionate*, respectiv fenomenul carstic (*modelarea carstica*), spatiul carstic (*masivul sau carstosoma*) si cronica carstogenetica (*organizarea specifica*).

de volumul în care are loc juxtapunerea si imbricarea structurilor carstice rezultate.

Discutând despre limitele unui mediu, discutam despre delimitarea unei unitati naturale, al carei continut (*complexitate constitutiva*) cuprinde si integreaza toate elementele spatiale aflate în interactiune directa. Mediul carstic este considerat un efect geodinamic cumulat, care cuprinde atât structurile modelate carstic (efectele specifice), cât si elementele generatoare (roca, apa), formele hibride (modelari plurigenetice) sau elementele asociate (modelari precarstice, incluziuni necarstificate, sol, vegetatie etc.). Complexitatea evolutiva a mediului carstic este deosebit de pronuntata, determinarea limitelor având loc în prezenta sistemului carstic (*structura specifica*) si între limitele carstosomei (*mediul individualizat*). Ambele reprezinta limite de organizare specifica, sistemul fiind o limita spatiofunctionala actuala a carstului, iar mediul, limita

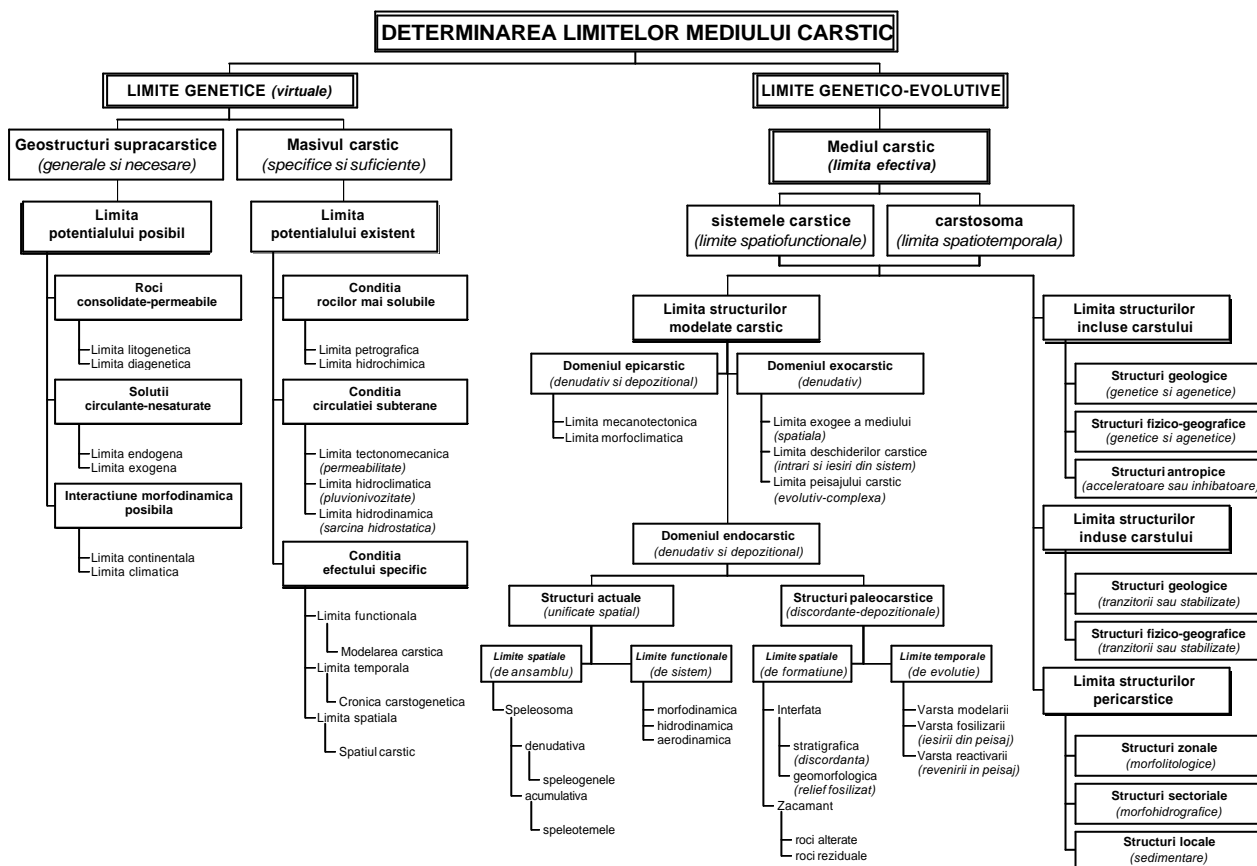


Fig. 3. Determinarea si organizarea limitelor mediului carstic.

Nivelul specific presupune existenta unui spatiu, individualizat morfolitologic (masiv), în care sa se realizeze un potential carstic. In majoritatea situatiilor, limitele genetice nu se identifica, întru totul cu limita spatiului carstificat, care este mai restrânsa, desi numeroase clasificari si sistematizari ale carstului se opresc la evidentierea limitelor genetice (virtuale), pe care le asimileaza evidentierii si diferentierii carstului.

Limitele genetico-evolutive

Limitele mediului carstic reprezinta limitele efective de manifestare a unui potential carstic si de individualizare a efectelor sale spatiofunctionale. Intre ele se produce atât gena, cât si evolutia carstului, iar extinderea lor este data

spatiotemporal a efectelor cumulate si unificate, prin functionarea a unu sau mai multe sisteme carstice, în spatiul unui masiv.

Limita sistemului carstic este data de spatiul în care un impluviu carstic se organizeaza într-un sistem de drenaj unitar, iar limita mediului de spatiul de suprapunere si de unificare a unor sisteme carstice, prezente (active sau fosile) sau trecute (fosilizate). Mediul este un spatiu coerent, circumscris unui masiv carstic sau unei portiunii din acesta, care l-a generat. In interiorul oricarui mediu carstic, se individualizeaza, prin limite specifice, structurile si domeniile intracarstice si pericarstice.

Limita structurilor modelate carstic este reprezentata de limita volumului unitar al carstosomei. In cadrul acestuia sunt structurate spatial si unificate functional domeniile carstice si structurile lor:

- *domeniul epicarstic* – determinat de limita mecanotectonica a fisuratiei si microfisuratiei si de limita morfoclimatica a producerii proceselor epicarstice;
- *domeniul exocarstic* – limita exogea a carstosomei determinata, pe de o parte, de limita peisajului carstic si, pe de alta parte, de distributia areala a intrarilor si iesirilor din sistemul carstic (legaturi cu subteranul, care impun specificul functionarii exocarstului);
- *domeniul endocarstic* – determinat de excavatiile si acumularile carstice subterane; are o limita a structurilor sistemelor actuale, cuprinse in speleosoma si caracterizata prin morfodinamica, hidrodinamica sau aerodinamica si o limita a structurilor paleocarstice aflate fie ca interfete (discordante, paleoreliefuri), fie ca forme de zacământ.

Limita structurilor incluse spatial mediului carstic cuprinde elemente necarstice, prin continutul lor precarstic sau alohton-sincarstic, dar care, in majoritate, devin incluziuni evolutive ale carstului, prin integrarea lor in functionarea sistemelor specifice (roca, sol, vegetatie etc.).

Limita structurilor induse spatial carstului sunt continuturi alohtone care tranziteaza speleosoma sau se stabilizeaza, devenind incluziuni evolute carstic (aluviuni, volume de apa, mase de aer, fauna, plante inferioare, reziduri etc.).

Limita domeniului pericarstic este determinata de prezenta carstului in peisajul actual si situata in structurile morfolitologice din jurul carstosomei. Distributia pericarstului, in jurul carstosomei, este neuniforma datorita diversitatii sale: structuri morfolitologice provenite din eroziune selectiva (*dispunere zonala*), vai sau bazine hidrografice captate, depresiuni de baraj sau descarcare carstica (*dispunere sectoriala*) depozite de tuf, aluviuni (*dispunere, strict localizata, pe directiile de drenaj*).

CONCLUZII

(I) Din analiza structurii generale a mediului carstic se diferentiaza mai multe scari ale cauzelor (determinante), reflectate intr-un context general, regional sau in cel local al carstului. Scara carstului este scara mediului carstic individualizat (echicarstica) si se situeaza in functie de extinderea acestuia la scara contextului regional, in cazul *mezosomelor* sau la scara contextului local, in cazul *microsomelor*. Sub scara carstului actioneaza alte scari ale cauzelor, care determina, structural, componentele mediului carstic:

- *scara sistemelor carstice individualizate* – determina speleosomele si controleaza functionarea subsistemelor (domeniilor carstice);
- *scara subsistemelor* – epi – endo si exocarstic – determina configuratia principalelor ansambluri spatiale (epicarstul, endocarstul, exocarstul);
- *scara elementelor carstice* – determina configuratia si dezvoltarea formelor sau asociatiilor de forme carstice.

Pentru toate aceste scari de organizare a carstului exista configuratii specifice reprezentate prin: unitati carstice, complexe carstice, forme si asociatii de forme carstice.

(II) Cele mai elocvente criterii de clasificare si individualizare ale mediului carstic sau a componentelor acestuia sunt structurile rezultate din organizarea limitelor efective. Ele exprima diferentele de continut, morfologie sau dinamica, dintre elementele cuprinse in carst, reprezentand categorii de complexitate si organizare diferita a structurilor acestuia. Pentru a putea fi recunoscut si cercetat corect un carst, este necesar ca el sa fie incadrat intre limitele spatiofunctionale ale mediului, deoarece acestea, prin complexitatea lor, cumuleaza:

- toate determinarile si delimitarile temporalospatiale anterioare carstificarii;
- caracteristicile si parametrii actuali ai sistemelor carstice, necesari clasificarii;
- informatia necesara pentru evidentierea evolutiilor anterioare si prognozarea evolutiilor viitoare.

BIBLIOGRAFIE

- BLEAHU M. (1974), Morfologia carstica, Ed. Stiint., Bucuresti.
- BLEAHU M. (1982), Relieful carstic, Ed. Albatros, Bucuresti.
- FORD D.C. & WILLIAMS P.W. (1992), Karst Geomorphology and Hydrology, Chapman & Hall, London.
- GÈZE B. (1973), Lexique des termes francais de spéléologie physique et de karstologie. Ann. Spéléologie, t. 28, f. 1.
- GORAN C. (1988), Considération théorique sur la modelage karstique. *Trav. Inst. Spéol.*, XXVII.
- GORAN C. (1993), Introduction à la karstotaxonomie, *Trav. Inst. Spéol.*, XXXII.
- GORAN C. (2000), Configuratia mediilor carstice, *Terra*, nr. 1, pp. 77-82
- GORAN C. (2001), Carstosoma – concept sau forma?, *Ecocarst*, nr.1.
- MAC I. (1986), Elemente de geomorfologie dinamica, Ed. Acad., Bucuresti.
- MAIRE R. (1980), Eléments de karstologie physique. *Spelunca*, supl. no. 1, Paris.
- MANGIN A. (1983), L'approche systemique du karst, *Reunion monografica el karst – Larra 82*, Isaba.
- NICOD J. (1972) Pays et paysages du calcaire. Presses Univ. de France, Paris.
- RADULESCU D. & ATANASIU N. (1979), Petrologia rocilor sedimentare, Ed. Did. & Ped., Bucuresti.
- ROSU AI., UNGUREANU Irina (1977), Geografia mediului inconjurator, Ed. Did. & Ped., Bucuresti.
- WHITE W. B. (1988), Geomorphology and Hydrology of Karst Terrain, Oxford University Press.