

NICOLAE POPESCU

MARIAN ENE

FLORINA FOLEA TATU

GEOGRAFIA CUATERNARULUI



EDITURA UNIVERSITARĂ
București

CUPRINS

O NECESITATE	3	
PARTEA I - ELEMENTE DE ORDIN GENERAL		
Capitolul 1	DEFINIREA TEMPORALĂ ȘI STRUCTURALĂ A CUATERNARULUI	9
	1.1. Principalele evenimente din timpul Cuaternarului și importanța lor în definirea structurală și regională a spațiului geografic actual.....	9
	1.2. Locul Cuaternarului în scara geocronologică. Limite și subdiviziuni	11
Capitolul 2	METODE DE CERCETARE A PALEOMEDIULUI CUATERNAR	23
Capitolul 3	EVOLUȚIA MEDIULUI NATURAL PÂNĂ ÎN PRAGUL CUATERNARULUI	36
	3.1. Precambrianul – timpul de consolidare a Terrei și de apariție a vieții	36
	3.2. Paleozoicul – era pădurilor luxuriante de ferigi arborescente	38
	3.3. Mezozoicul – era reptilelor gigantice și a derivei plăcilor continentale	41
	3.4. Neozoicul – era mamiferelor și a apariției hominidelor	47
PARTEA a II-a - MEDIUL NATURAL ÎN CUATERNAR		
Capitolul 4	PRINCIPALELE CARACTERISTICI CLIMATICE ALE PLEISTOCENULUI	61
	4.1. Neogenul – perioadă de tranziție climatică	61
	4.2. Clima din timpul pleistocenului. Determinări morfoclimatice	66
	4.2.1. Particularitățile climatice ale regiunilor extratropicale .	68
	4.2.2. Determinări morfoclimatice în regiunile periglaciare ...	80
	4.2.3. Particularitățile climatice în regiunile intertropicale	92
	4.2.4. Determinări morfoclimatice în zonele intertropicale	96
Capitolul 5	RĂCIREA CLIMEI ȘI GLACIAȚIUNEA CUATERNARĂ, FENOMENE ALE PERIOADEI CUATERNARE	109
	5.1. Dinamica generală a peisajului	109
	5.2. Date mai importante în cunoașterea ghețarilor și glaciațiunii cuaternare	111
	5.3. Cauzele răcirii climei și apariției glaciațiunii cuaternare	113
	5.3.1. Cauze terestre	117
	5.3.2. Cauze extraterestre	126
Capitolul 6	FORMAREA, DINAMICA GHEȚII ȘI RELIEFUL CREAT	134
	6.1. Formarea gheții	134
	6.2. Clasificarea ghețarilor	136
	6.3. Mișcarea ghețarilor	140
	6.4. Bilanțul glaciatic	140
	6.5. Relieful creat de ghețari	143

Capitolul 7	GLACIAȚIUNEA DE CALOTĂ ȘI GLACIAȚIUNEA MONTANĂ EXTINDEREA GHETĂRILOR CUATERNARI	148
	7.1. Glaciațiunea de calotă și montană din Europa	148
	7.1.1. <i>Formarea calotei nord-europene</i>	150
	7.1.2. <i>Fazele glaciare și interglaciare din Europa de Nord</i>	154
	7.1.3. <i>Formarea și evoluția Mării Baltice</i>	171
	7.1.4. <i>Evoluția sistemelor glaciare montane din Europa.....</i>	173
	7.2. Glaciațiunea de calotă și montană din America de Nord	197
	7.2.1. <i>Formarea calotelor nord-americane</i>	198
	7.2.2. <i>Fazele glaciare și interglaciare din America de Nord ...</i>	202
	7.2.3. <i>Evoluția sistemelor glaciare din vestul Americii de Nord în Wisconsinul târziu</i>	227
	7.3. Glaciațiunea de calotă și montană din Asia	239
	7.3.1. <i>Glaciațiunea montană din Asia Centrală.....</i>	248
	7.3.2. <i>Glaciațiunea cuaternară din munții Asiei de Vest și Sud- Vest.....</i>	256
	7.3.3. <i>Glaciațiunea regiunilor muntoase din sud-estul Asiei...</i>	257
	7.4. Glaciațiunea pleistocenă din Australia, Noua Zeelandă și Tasmania	260
	7.5. Glaciațiunea montană și de calotă din America de Sud.....	261
	7.6. Glaciațiunea din Africa	264
	7.7. Glaciațiunea din insulele antarctice și subantarctice	265
	7.8. Glaciațiunea cuaternară din Antarctica și Groenlanda	266
Capitolul 8	EVOLUȚIA VEGETAȚIEI	272
	8.1. Tranziția pliocen – cuaternar reflectată în vegetație	276
	8.2. Vegetația din pleistocenul mediu și superior	281
	8.3. Vegetația din Europa în timpul tardiglaciului și începutul holocenului	299
	8.4. Vegetația din Europa în timpul ultimului glaciuar și începutul holocenului	304
	8.5. Vegetația continentelor sudice în timpul ultimului glaciuar și începutul holocenului	309
Capitolul 9	EVOLUȚIA FAUNEI MARILOR MAMIFERE	315
	9.1. Evoluția principalelor grupe de mamifere mari	317
	9.2. Succesiuni ale faunei de mamifere din Eurasia în timpul Pleistocenului	323
Capitolul 10	EVOLUȚIA OMULUI	333
	10.1 Primele primate	341
	10.2 Primele primate antropoide	343
	10.3 Australopitecii	350
	10.4 Relații filetice posibile între australopiteci și Homo	359
	10.5 Primii oameni	364
	10.6 Homo sapiens	379
	10.7 Originea și răspândirea populațiilor de Homo sapiens sapiens	402

O necesitate . . .

Perioada cuaternară (după unii geologi începutul unei noi ere) prin ceea ce oferă studiului, constituie un sistem extrem de complex și în plină evoluție dar cu o dinamică variabilă în timp și în spațiu la nivelul întregului Glob. Abundența și densitatea elementelor caracteristice îngreunează cunoașterea în amănunt și în totalitate a regimului de manifestare a lor și a corelării diverselor rezultate. Ca urmare au rezultat fie abordări unilaterale conceptuale pe studierea detaliată de către geologi, biologi, antropologi, hidrologi, geomorfologi, paleoclimatologi a constituenților de bază care definesc acest nou parcurs din evoluția Terrei, fie sinteze asupra tuturor acestora (urmărite în sistem) dar cu grad diferit în demonstrare, exemplificări și grad de racordare (raportare mai ales în timp și ca amploare) în funcție de orientarea preocupărilor specialistului, destinația lor (curs universitar, tratat, popularizare etc.) sau școala științifică unde s-a format și pe care o reprezintă (americană, sovietică – rusă, engleză, scandinavă, germană, franceză etc.).

În țara noastră există multe lucrări bazate în majoritate pe cercetări și cartări care privesc unilateral diversele aspecte concrete ale cuaternarului. Cele mai multe vizează relieful glaciatic, periglaciatic, terasele, luncile, evoluția bazinului Mării Negre etc., fiind realizate de geomorfologi. La fel de însemnate sunt studiile privind depozitele cuaternare (aproape în totalitate concentrate pe cele din Câmpia Română și din unele depresiuni), evoluția faunei și florei (analize sporopalinice) înfăptuite de geologi și peletologi dar și unele încercări (chiar sinteze) cu caracter paleoclimatic, în majoritate având ca reper studiile din vestul și centrul continentului. Înfăptuirea de prezentări ale tuturor laturilor problemelor cuaternarului este extrem de redusă fie că acestea s-ar referi la spațiul românesc, fie la cel continental ori al întregului Pământ. O astfel de lucrare este absolut necesară nu numai pentru pregătirea de specialiști în diversele direcții ale cercetării acestei perioade dar mai ales în înțelegerea corectă de către orice doritor a evoluției mediului natural în interacțiunea tot mai acerbă cu formele de presiune exercitată de societatea umană asupra lui.

Realizarea lui necesită câteva cerințe. Mai întâi trebuie să realizezi o documentare profundă citind lucrări de valoare din școlile cuaternariste consacrate și mai ales să reușești să corelezi rezultatele, schemele evolutive și să te oprești la elementele ce ilustrează legitățile ce definesc contextul general dar și specificul regional. În al doilea rând trebuie să fii un foarte bun cercetător și prin aceasta cunoscător a cel puțin câteva din elementele

principale ce definesc cuaternarul. În sfârșit este necesară experiență în a corela rezultatele dobândite prin îndeplinirea celor două cerințe, mai ales de a avea capacitatea de sintetizare și de redare simplă dar convingătoare a ceea ce trebuie prezentat și în concordanță cu o concepție proprie.

Lucrarea de față considerăm că reflectă aceste cerințe. Mai întâi există acea documentare temeinică ce se bazează atât pe studierea de lucrări reprezentative din literatura cuaternaristă europeană și americană dar și pe studii cu rezultate distincte din diferite direcții de cercetare românească. Ideile de bază din acestea i-au călăuzit în stabilirea, ordonarea, demonstrarea și ilustrarea problemelor fundamentale ale cuaternarului dar și în precizările privind diferențierea regională a evoluției referitoare la climat, relief, elemente biotice, om și societate umană. La acestea s-au adăugat rezultate distincte în cunoașterea reliefului și depozitelor cuaternare în diverse unități geografice din țară și în mai multe locuri din Europa (Marea Britanie, Franța, Italia) și Turcia. Ele s-au materializat în teze de doctorat (ce constituie lucrări recunoscute prin profunzimea analizelor bazate pe cartări și măsurători detaliate) în câteva tratate (Relieful României) dar și în mai multe articole prezentate la simpozioane (în țară și străinătate) și publicate în reviste de specialitate recunoscute.

Conținutul volumului este organizat în concordanță cu două idei ce stau la baza concepției tratării subiectului și anume: Cuaternarul reprezintă un "moment" al unei îndelungate evoluții a mediului terestru de la care a moștenit anumite componente structurale și Cuaternarul s-a impus prin caracteristici esențiale în toate componentele mediului geografic care l-a etalat ca un sistem unitar aparte.

Ideile abordate în acest volum sunt solid argumentate și se înscriu într-un lanț demonstrativ ușor de urmărit, constituind un ansamblu teoretic necesar pregătirii studenților geografi, biologi, geologi, a profesorilor naturaliști etc. Suntem convinși că problemele abordate și toate datele aduse în sprijinirea acestora satisfac și cerințele multor cititori interesați de cunoașterea modificărilor globale ale mediului terestru în ultimele milioane de ani. Este un foarte bun început pe care-l dorim continuat.

Prof. Univ. Dr. Mihai IELENICZ

PARTEA I
ELEMENTE DE ORDIN GENERAL

CAPITOLUL 1

DEFINIREA TEMPORALĂ ȘI STRUCTURALĂ A CUATERNARULUI

Cu circa 2 milioane de ani în urmă pe întreaga suprafață a Pământului, îndeosebi în regiunile temperate, se constată o răcire severă a climei, al cărei apogeu a fost consemnat prin acumularea unor cantități imense de gheață care acopereau o bună parte a continentelor și lanțurilor muntoase. Desigur, acest fenomen nu este singular în lunga istorie geologică a Terrei, dar el are o importanță deosebită în stabilirea și definitivarea structurii fizico-geografice a acesteia, așa cum o cunoaștem noi astăzi. Această organizare complexă și unitară a componentelor mediului natural nu a urmat un curs liniar, ci s-a realizat succesiv, în etape și faze, un rol deosebit avându-l fluctuațiile întinderii ghețarilor și, în ultimă instanță, topirea și retragerea acestora către regiunile polare.

Cu toate că cele mai importante modificări, legate, desigur, de prezența sau absența marilor întinderi de gheață, s-au petrecut în regiunile temperate și polare ale celor două emisfere, nici teritoriile subtropicale și tropicale nu au rămas în afara acestor influențe. Alternanțele periodice de umiditate și uscăciune, aproape concomitente cu glaciarele și interglaciarele latitudinilor înalte, au determinat și aici schimbări în extinderea sau restrângerea deșerturilor și lacurilor, în structura și repartiția asociațiilor vegetale și animale sau în tipul și dinamica sistemelor morfogenetice, toate conducând la modificări repetate, dar de mai mică amploare, ale peisajului natural.

Tot acum se produce cel mai important eveniment din istoria planetei noastre – apariția OMULUI – prin a cărui activitate conștientă de valorificare a resurselor naturale și treptat, de încheiere, organizare și dezvoltare a unei vieți culturale, sociale și economice, a preschimbat radical înfățișarea Pământului.

1.1. PRINCIPALELE EVENIMENTE DIN TIMPUL CUATERNARULUI ȘI IMPORTANȚA LOR ÎN DEFINIREA STRUCTURALĂ ȘI REGIONALĂ A SPAȚIULUI GEOGRAFIC ACTUAL

Răcirea generală a climei, caracteristica dominantă a Cuaternarului, a condus în mod direct la instalarea marilor glaciațiuni, la modificarea regională a vegetației și faunei, la schimbări semnificative în circulația maselor de aer și a curenților oceanici.

Masele de gheață au acoperit 40-50 milioane km², aproape o treime din suprafața uscatului, iar cea mai mare parte a acestora au constituit-o calotele glaciare din emisfera boreală. Extinderea, retragerile și revenirile repetate ale ghețarilor au determinat dezechilibre morfoclimatice succesive, au avut consecințe deosebit de importante asupra modelării reliefului, formării sedimentelor continentale și structurii componentelor majore ale învelișului geografic (soluri, vegetație, faună). Comparativ cu scara timpului geologic, fenomenele glaciare, ca topirea sau înaintarea ghețarilor, au avut desfășurări „rapide”, comparabile unor catastrofe naturale. Dezghețarea și retragerea ultimei calote glaciare începute acum 18.000-20.000 de ani, au durat numai 8.000-10.000 de ani. De aceea, datorită amploarei cât și a rapidității lor, vechile glaciațiuni cuaternare sunt evenimente proeminente ale evoluției scoarței terestre, bogate în consecințe: aproape o treime din relieful actual al Terrei aparține activității directe a ghețarilor, cea mai mare parte a regiunilor fiind modelate de agenți care s-au găsit sub influența ghețarilor și a fluctuațiilor climatice, zeci de milioane de km² au fost erodate sau acoperite cu depozite glaciare și fluvio-glaciare. Sedimentarea glaciară, cu intensitate mult mai mare decât sedimentarea marină sau fluvială, a furnizat cele mai întinse și cele mai groase ansambluri dintre formațiunile cuaternare.

Schimbările de stare ale enormelor mase de apă petrecute într-un timp relativ scurt au provocat importante dezechilibre în ansamblul peisajului natural. Glaciațiunile, însoțite de înmagazinarea apei în marile calote de gheață, au atras scăderea glacio-eustatică a nivelului oceanic, exondarea platformelor continentale și extinderea uscatului cu peste 26 milioane km², au influențat modelarea albiilor fluviale și a liniilor de țărm. Oscilațiile repetate ale nivelului general de bază, în concordanță cu oscilațiile climatice din regiunile extraglaciare, au controlat formarea succesivă a teraselor fluviale și a teraselor marine. Modificările de masă impuse de acest mare volum de apă care a fost transferat din cuvele oceanice în calotele continentale în timpul glaciațiunilor și de pe continent în ocean, în timpul interglaciarelor, au controlat parțial și mișcările izostatice de pe întinse regiuni ale uscatului (arhipelagurile arctice și antarctice, Scandinavia nordul Canadei).

Retragerile și înaintările repetate ale ghețarilor au determinat o dinamică activă nu numai sistemele morfogenetice ci și întregii vieți a planetei, impunând aceleași fluctuații oscilațiilor vegetale și animale. Diferențele de temperatură între perioadele de răcire (glaciare) și cele de încălzire (interglaciare) erau de circa 5°C în apele oceanelor și de peste 10°C în interiorul unor regiuni continentale. Aceste schimbări au dus la migrarea latitudinală a principalelor zone geografice. În timpul maximelor glaciare, când zonele polare și de tundră coborau mult în latitudine, zonele calde se restrângeau în apropierea ecuatorului, dar reveneau în timpul încălzirii interglaciare aproximativ în limitele și localizarea lor actuală.

Modificările globale de mediu de această amploare au determinat comunitățile de plante și animale la migrații și uneori la extincții. Dar, datorită

duratei relativ scurte a Cuaternarului, s-au petrecut doar schimbări taxonomice și morfologice limitate, motiv pentru care în acest timp pot fi urmărite mai mult relațiile paleogeografice și mai puțin cele filogenetice.

De asemenea, la începutul Cuaternarului sunt consemnate primele semne de umanizare ale *Australopitecilor*, prelucrarea și folosirea uneltelor și trecerea treptată de la *Homo habilis* la *Homo erectus*, iar acum circa 150.000 de ani la omul modern, *Homo sapiens*. Dar abia acum 6-7.000 de ani, după retragerea calotelor glaciare, omul se desprinde hotărât de dependența sa de natură, ca furnizor nemijlocit de hrană și adăpost, trecând rapid de la industria pietrei șlefuite, la industria metalelor, la cultivarea plantelor și creșterea animalelor. În concluzie, odată cu retragerea ultimelor calote glaciare au loc, treptat, în ultimii 10.000 de ani, definitivarea structurii, zonalității și etajării mediului și peisajului geografic actual.

1.2. LOCUL CUATERNARULUI ÎN SCARA GEOCRONOLOGICĂ. LIMITE ȘI SUBDIVIZIUNI

Cuaternarul este cea mai nouă subdiviziune din scara geocronologică, ea incluzând ca atare și prezentul. Asta înseamnă că mediul actual este parte a acestuia.

În mod obișnuit **CUATERNARUL** este definit ca intervalul de timp caracterizat prin desăvârșirea evoluției hominidelor și perfecționarea industriilor umane, prin manifestarea celor mai întinse calote glaciare și prin definitivarea structurală și regională a mediilor naturale. Ca timp, reprezintă cca. 3% din durata Neozoicului și numai cca. 0,04% din durata istoriei evoluției Pământului (tabelul 1.1.).

Acumularea datelor pentru definirea perioadei cuaternare și pentru stabilirea locului și duratei acesteia în scara geocronologică s-a realizat timp de peste un secol (tabel 1.2.). Denumirea de „Cuaternar”, introdusă de germanul *H.B. Geinitz* ca o nouă „eră” în evoluția geologică a Pământului, apare ca o continuare logică a vechii clasificări: Primar (Paleozoic), Secundar (Mezozoic), Terțiar (care cuprindea Paleogenul și Neogenul) și Cuaternar. Dar, prin renunțarea la această clasificare denumirea de Cuaternar apare oarecum nepotrivită în ansamblul nomenclaturii scării geocronologice.

Limita inferioară a Cuaternarului. Dacă la sfârșitul secolului al XIX-lea locul Cuaternarului, ca a treia perioadă a Neozoicului (Paleogen, Neogen, Cuaternar), fusese deja stabilit, în continuare discuțiile se concentrează asupra stabilirii limitei dintre Neogen și Cuaternar și, implicit, a duratei Cuaternarului. Dar limita inferioară a Cuaternarului, doar pe baza cunoștințelor acumulate până la mijlocul secolului al XX-lea, s-a dovedit a fi mult mai dificil de precizat pentru că:

- la nivelul Cuaternarului ponderea cea mai mare o dețin depozitele continentale, care nu asigură păstrarea resturilor fosile sau sunt lipsite de asemenea „documente” paleontologice, fapt pentru care posibilitățile stratigrafice și corelările interregionale au fost reduse;

- ⇒ depozitele continentale mai vechi, glaciare și interglaciare, au fost de cele mai multe ori deranjate și amestecate cu formațiuni mai recente;
- ⇒ depozitele marine cuaternare sunt mai puțin răspândite în domeniul uscatului, majoritatea lor rămânând încă în bazinele marine și oceanice;
- ⇒ migrarea faunei marine și terestre a îngreunat stabilirea unor stratotipuri edificatoare, iar pe de altă parte, multe din speciile care au trăit în Neogen persistă și în timpul Cuaternarului.

Pentru a defini limita inferioară a Cuaternarului s-au folosit cinci criterii independente: paleofaunistice, paleobotanice, paleoclimatice, paleomagnetice și antropologice.

Tabel 1.1. Poziția Cuaternarului în scara geocronologică

PHANEROZOIC	NEOZOIC (CAINOZOIC)	CUATERNAR	<i>HOLOCEN</i>	0 mil. ani	
			<i>PLEISTOCEN</i>		
		NEOGEN	<i>PLIOCEN</i>	1,8-2,0 mil. ani	
			<i>MIOCEN</i>		
		PALEOGEN	<i>OLIGOCEN</i>	23,5 mil. ani	
			<i>EOCEN</i>		
	<i>PALEOCEN</i>				
	MEZOZOIC				65 mil. ani
	PALEOZOIC				245 mil. ani
	CRYPTOZOIC (PRECAMBRIAN)	PROTEROZOIC			
ARHAIC				2,5 mld. ani	
HADEAN				cca. 4 mld. ani	
				cca. 4,65 mld. ani	

Tabel 1.2. Acumularea datelor pentru definitivarea timpului Cuaternar

<p>1823 — <i>W. Buckland</i>, în lucrarea „<i>Reliquiae Diluvianae</i>”, folosește pentru definirea depozitelor superficiale termenii: DILUVIU — pietrișuri corespunzătoare „Potopului”, ALLUVIUM - măturile și turba ce acoperă pietrișurile; convingându-se de prezența ghețarilor în Anglia, în anul 1838 renunță la acești termeni biblici;</p> <p>1829 — <i>J. Desnoyers</i> separă în Bazinul Parisului „depozite mai noi decât Terțiarul” (ele includeau însă și depozite care s-au dovedit ulterior a fi neogene);</p> <p>1833 — <i>H. Reboul</i> include în „depozitele mai noi decât cele terțiare” acele formațiuni care conțin resturi de faună și floră încă în viață;</p> <p>1837 — <i>K. Schimper și L. Agassiz</i>, în lucrări separate, acceptă existența unei EPOCI GLACIARE în Germania și respectiv, în Elveția;</p> <p>1839 — <i>Ch. Lyell</i>, apropiat clasificării paleontologice, introduce termenul de PLEISTOCEN, pentru depozitele care conțin mai mult de 70% specii de moluște reprezentate în fauna actuală;</p> <p>1846 — <i>Ed. Forbes</i> consideră că pleistocenul, interpretat paleontologic de Ch. Lyell, ar fi echivalent cu „Epoca glaciară”, dovedită stratigrafic și morfologic de K. Schimper și L. Agassiz, iar timpul postglaciara este definit ca RECENT;</p> <p>1846 — <i>H.B. Geinitz</i> introduce pentru prima dată termenul de CUATERNAR, dar cu rang de eră, pentru a denumi timpul când s-au depus formațiunile Postterțiare separate de J. Desnoyers;</p> <p>1867 — <i>P. Gervais</i> folosește termenul de HOLOCEN în locul celui de RECENT (Aluvium);</p> <p>1885 — <i>Congresul Internațional de Geologie de la Berlin</i> atribuie Cuaternarului valoarea de perioadă în cadrul erei Neozoice și stabilește ca subdiviziuni ale acestuia Pleistocenul și Holocenul; nu definește clar limita dintre Neogen și Cuaternar;</p> <p>1910 — <i>M. Ginoux</i> definește etajul marin CALABRIAN, pe baza stratotipului de la Le Castella, caracterizat prin apariția unei faune cu forme boreale, printre care și <i>Arctica (Cyprina) islandica</i>;</p> <p>1948 — <i>Congresul Internațional de Geologie de la Londra</i> adoptă ca stratotip profilul de la Le Castella și propune ca limita dintre Neogen și Cuaternar să fie plasată la baza etajului marin Calabrian;</p> <p>1977 — <i>Al X-lea Congres INQUA de la Birmingham</i> a adoptat drept stratotip al limitei dintre Neogen și Cuaternar profilul cu depozite și faună marină de la Vrica, situat la 16 Km nord-est de Le Castella.</p>

Criteriile paleofaunistice au făcut apel la cele mai vechi specii de climă rece care au apărut în fauna marină și continentală. În ceea ce privește fauna marină, cele mai bune informații au fost furnizate de depozitele celor mai vechi terase marine situate pe coastele peninsulei Calabria și insulei Sicilia din sudul

Italiai, unde au fost puse în evidență profilele de la Le Castella, Vrica, Santa Maria di Cantanzaro și Ficarrazi (fig. 1.1.).

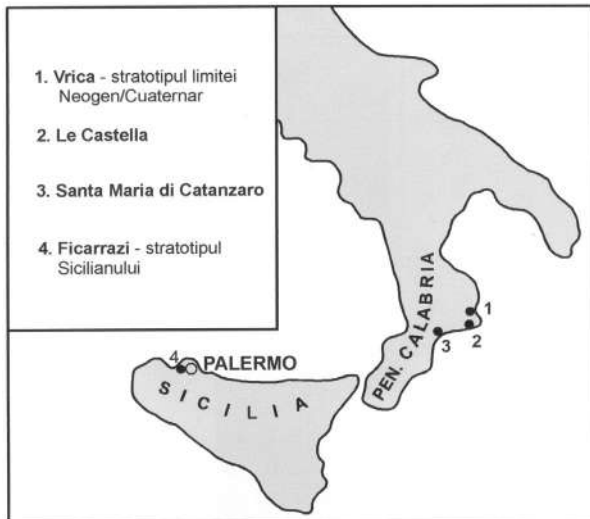


Fig. 1.1. Localizarea profilelor cu depozite și faune marine din sudul Italiei

După îndelungate studii geomorfologice, biostratigrafice și sporo-polinice, completate cu datări izotopice și paleomagnetice, profilul de la Vrica a fost ales ca stratotip al limitei Neogen – Cuaternar, el definind mai bine cel mai vechi etaj al pleistocenului marin. E vorba de o secvență groasă de 306 m, constituită din argile silto-marnoase cu intercalații de mai multe niveluri cu sapropel, câteva orizonturi nisipoase și un nivel de cenușă vulcanică (fig.1.2.), în care își fac apariția primele specii de moluște și foraminifere de

climă rece ce au pătruns din Oceanul Atlantic în Marea Mediterana.

Dintre aceste specii, ce permit corelații la scară mondială în mediul mediteranean, sunt menționate ca fiind mai importante: molusca *Arctica islandica* și foraminiferele *Globigerina pachyderma*, *Globorotalia truncatulinoides*, *Hyalinea baltica* ș.a.

În profilul de la Vrica limita Neogen-Cuaternar a fost propusă la partea superioară a nivelului sapropelic „e” datorită conținutului faunelor de foraminifere de climă rece, care în alte secvențe litostratigrafice din Italia sunt asociate cu prima apariție a moluștei bentonice *Arctica islandica*. Prin determinări paleomagnetice, acest nivel „e” ar fi ceva mai recent decât sfârșitul episodului cu polaritate normală Olduvai din epoca de polaritate inversă Matuyama, motiv pentru care limita inferioară a Cuaternarului a fost situată în jur de 1,65 milioane de ani.

Dar foraminiferul bentonic *Hyalinea baltica*, un alt element de corelare mondială, apare mult mai sus, în secvențe litostratigrafice situate între nivelurile „o” și „p”. Pe de altă parte, nivelul de cenușă vulcanică „m”, situat în profil mult mai sus decât nivelul sapropelic „e”, a fost datat prin potasiu-argon la 2,3 – 2,2 ± 0,2 milioane de ani.

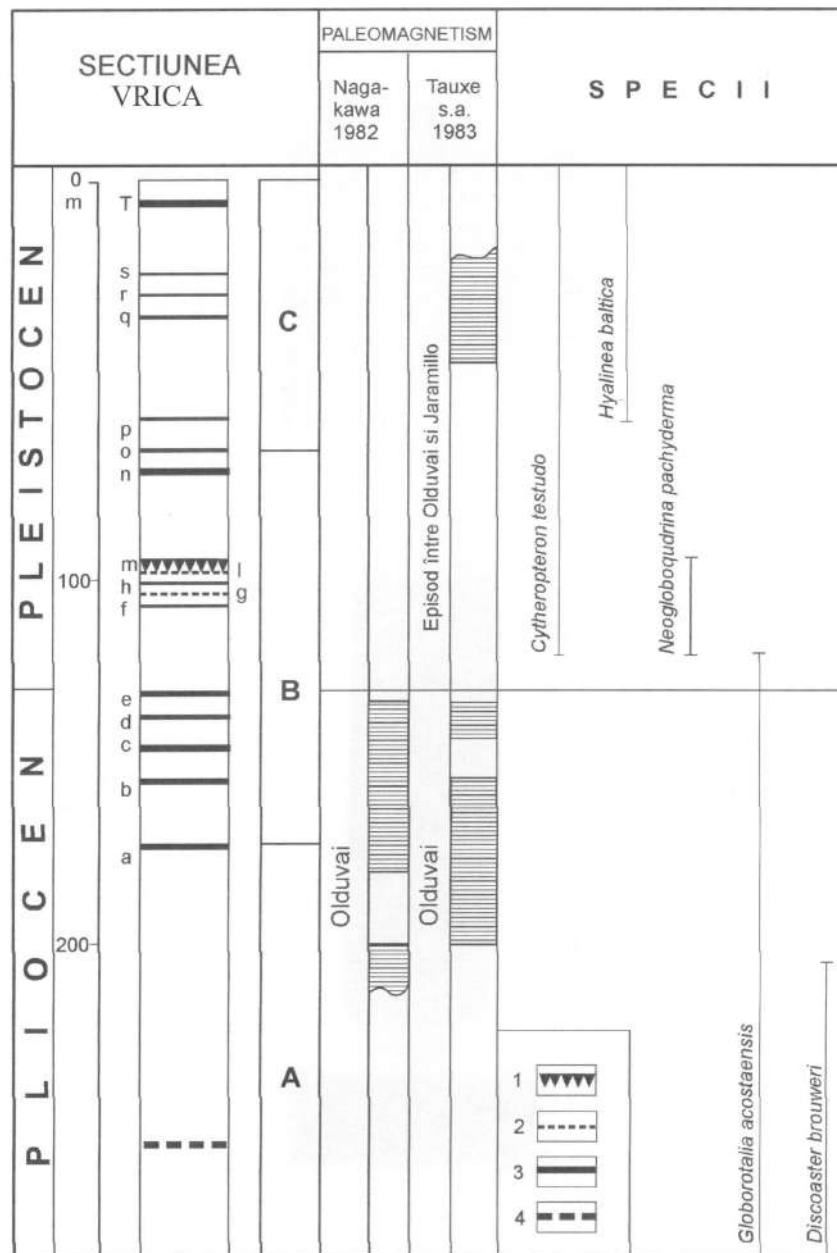


Fig. 1.2. Limita Neogen-Cuaternar în stratotipul de la Vrica (după E.Aquirre, G. Pasini, 1984). 1. nivel de cenușă vulcanică; 2. orizont nisipos; 3. nivel sapropelic; 4. argile silto-marnoase.

Este și motivul pentru care *J. Chaline* (1985) înclină să creadă că nivelul „e” s-ar afla situat sub episodul paleomagnetic Olduvai, ceea ce ar implica o vârstă a acestuia în jur de 2 milioane de ani și ar explica și prezența speciilor de climă rece existente în secvențele litostratigrafice „o” - „p” (fig. 1.2.).

Prin revizuirea stratotipurilor Calabrianului din sudul Italiei și prin analiza depozitelor din lungul râului Santereno din nordul Italiei, *G. Ruggieri* și *R. Spovieri* (1977) au propus o nouă schemă biostratigrafică a Cuaternarului din Italia (fig.1.3.), din care rezultă că termenul de „Calabrian” trebuie să dispară pentru că de multe ori apare ca echivalent Sicilianului. S-a propus ca cel mai vechi etaj marin cu faună rece prin care începe Cuaternarul să fie numit Santernian, caracterizat prin apariția speciei *Arctica islandica* și prin creșterea rapidă a foraminiferelor *Globigerina pachyderma*. Până la noi datări și corelări între vârstele izotopice și cele paleomagnetice, Congresul INQUA de la Moscova (1982) a acceptat această nouă schemă și plasarea limitei Cuaternarului în urmă cu 2 milioane ani.

Reperetele biostratigrafice referitoare la fauna continentală sunt mai puțin concludente, având în vedere mobilitatea faunei și posibilitățile mai mari de adaptare. Paralelizarea stratotipului continental de la Villafranca d'Asti, din Piemontul Padului, care a definit etajul Villafranchian prin asociația de mamifere alcătuită din *Elephas*, *Equus* și *Leptobos*, cu „Calabrianul” marin s-a dovedit ulterior inexactă, pentru că baza acestui etaj a fost datată la 3 - 3,3 milioane de ani, deci mult sub limita inferioară a Cuaternarului. Astfel, Villafranchianul inferior și mediu sunt corespunzătoare etajelor marine pliocene Piacenzian, în bazinul Mediteranei și Romanian, în bazinul Tethysului, fapt pentru care numai Villafranchianul superior aparține Pleistocenului inferior (*A. Azaroli*, 1971).

În această accepțiune limita dintre Neogen și Cuaternar este evidențiată de extincția treptată a mastodonților (*Anancus arvernensis*, *Zygodon bersoni*) și de apariția primelor elefantide (*Archidiskodon meridionalis*), cărora li se asociază specii de rinoceri (*Dicerorhinus merki*), caii de tip arhaic (*Equus stenonius*), cămila (*Paracamelus alutensis*), ș.a. De asemenea, unele specii de rozătoare au avut o evoluție foarte rapidă în Pleistocenul inferior, cum este, de exemplu, genul *Allophaiomys* în Europa de Vest.

Criteriile paleobotanice, bazate pe analizele sporo-polinice, au evidențiat schimbări esențiale în componența vegetației, legate, bineînțeles, de cele climatice. Totuși, ele nu aduc precizări esențiale asupra stabilirii limitei Neogen-Cuaternar pentru că modificările climatice, însoțite de cele floristice, au fost mult diferențiate, atât zonal, cât și regional.

Cel puțin pentru continentul european s-a constatat că trecerea spre Cuaternar a fost marcată de dispariția arborilor termofili și de predominanța plantelor ierboase, în regiunile nordice, și de apariția elementelor stepice, în regiunile mediteraneene. După părerea lui *J.P. Suc* și *W. Zagwijn* (1983) în aceste regiuni fluctuațiile climatice de tipul cuaternarului au început acum circa 2,3 milioane de ani.

Criteriile paleoclimatice adoptate pentru stabilirea limitei inferioare a Cuaternarului au în vedere răcirea severă a climei care a impus formarea, în cele două emisfere, a unor imense calote de gheață. Argumentele principale aduse se refereau, în principal, la modificarea asociațiilor floristice și faunistice, mai ales a moluștelor și foraminiferelor. Lămuriri importante în acest sens au fost posibile prin folosirea metodei izotopilor de O^{18}/O^{16} , care au permis determinarea temperaturilor apelor oceanice la diferite nivele stratigrafice ale Neogenului și Cuaternarului. *C. Emiliani*, *T. Mayeda* și *R. Selli* (1961), analizând profilul de la Le Castella, au demonstrat o răcire generală a apelor de suprafață, de la 23-25°C în Pliocenul târziu până la 15°C în etajul Calabrian. Dar majoritatea cercetătorilor arată că la limita Neogen-Cuaternar, acceptată la 2 milioane de ani, nu s-a manifestat o schimbare importantă de climă, fapt demonstrat și de studiile asupra evoluției glaciațiunii, care au evidențiat că fenomenul glaciatic nu este strict limitat la Cuaternar pentru că:

- ⇒ mari calote de gheață au început să apară încă din Miocenul superior, acum 5 - 6 milioane de ani, în emisfera sudică, și din Pliocen, acum 3,5 milioane de ani, în

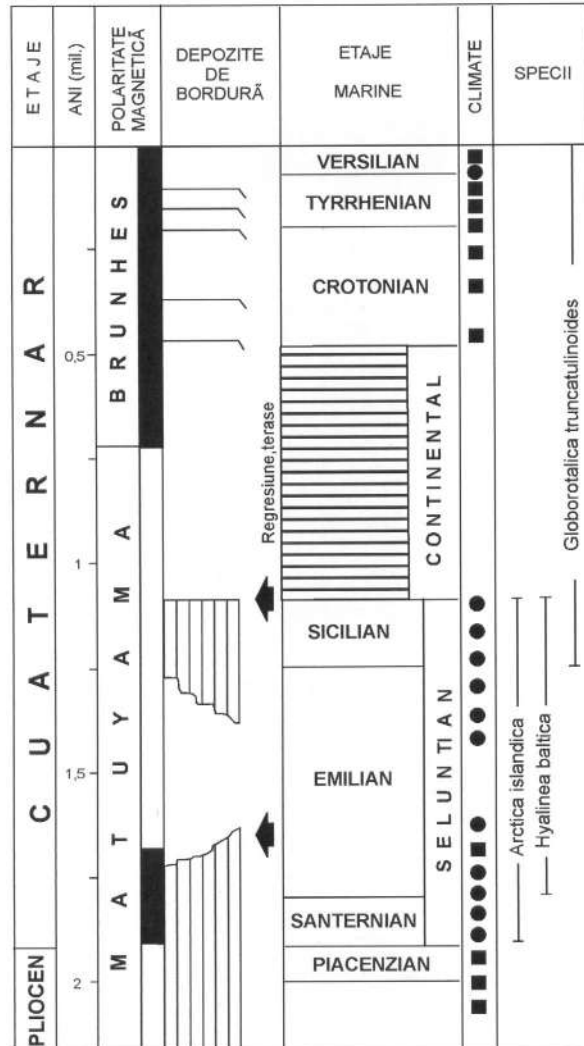


Fig. 1.3. Stratigrafia depozitelor cuaternare marine din Italia (după *G. Ruggieri*, *R. Sprovieri*, 1977; *G. Ruggieri*, 1979)

emisfera nordică, iar calotele glaciare arctice au depășit cu $1/3 - 1/2$ dimensiunile atinse în Pleistocenul superior încă din timpul Pliocenului târziu, cu 2,6 - 2 milioane de ani în urmă (*J.N. Shackleton și P.J. Kennett, 1975*);

- ⇒ glaciațiunile din Sierra Nevada (S.U.A.) și din Islanda au început acum 3,2 - 2,7 milioane ani, iar cea din Anzi a fost datată și ea la peste 2 milioane de ani (*A.L. Frakes, 1979*);
- ⇒ cea mai veche glaciațiune alpină, Biber, corespunzătoare ca vârstă etajului Pretiglian din nord-vestul Europei, a fost stabilită la 3 - 2,5 milioane de ani (*A.W. Berggren și A.J. Van Couvering, 1979*).

De fapt, cercetătorii olandezi consideră Pretiglianul ca cel mai vechi etaj al Cuaternarului din Bazinul Mării Nordului. Pentru alte regiuni din Asia, Africa, America de Sud păreri sunt și mai împărțite deoarece modificările climatice evidente s-au manifestat diferențiat într-un interval de timp cuprins între 2,6 - 1,9 milioane ani.

Criteriile paleomagnetice, de fapt cronologia bazată pe schimbările polarității paleomagnetice, nu aduc argumente în plus referitoare la discuțiile privind limita inferioară a Cuaternarului, ci doar ajută la plasarea în timp a evenimentelor invocate în această problemă. *D.J. Hays și A.W. Berggren (1971)* consideră că fenomenele de apariție sau de dispariție a anumitor specii, care servesc drept bază pentru determinarea limitei Neogen-Cuaternar, se leagă de episodul paleomagnetic Olduvai ce s-a desfășurat în intervalul 1,9 - 1,67 milioane de ani din timpul epocii Matuyama. Deși această părere pare să fie acceptată de majoritatea cuaternariștilor, există însă și păreri care împing începutul Cuaternarului până către sfârșitul episodului Kaen (2,43 milioane ani) din epoca paleomagnetică Gauss.

Criteriile paleoantropologice pornesc de la ideea că principala caracteristică a Cuaternarului a fost considerată apariția omului, iar limita inferioară a acestei perioade era pusă în legătură cu prezența primelor hominide. Dar descoperirile recente de fosile aparținând hominidelor arată că Australopitecii au trăit încă de acum 4 milioane ani, și numai linia umană propriu-zisă, *Homo*, apare acum circa 2 milioane ani. Mult timp s-a crezut că prezența uneltelor ar fi dovada hominizării. În prezent cele mai vechi unelte sunt datate în jur de 2,6 milioane ani. În aceste condiții, dacă s-ar dori definirea Cuaternarului în funcție de apariția liniei umane, ar trebui să fie cunoscută cu precizie epoca formării acestei linii. Pe de altă parte, această linie apare aproape exclusiv în Africa, unde ea se va menține cel puțin 1 milion ani înainte de a migra în Asia și în Europa, motiv pentru care elementele de corelație cu alte continente ar lipsi (*J. Chaline, 1985*).

Pentru faptul că timpul Cuaternarului este totuși caracterizat prin dezvoltarea Omului, prin importante fluctuații climatice (glaciare, interglaciare), care au condiționat acțiunea agenților exogeni și evoluția biologică, este necesară definirea unei limite mai precise între Neogen și Cuaternar. Această problemă rămâne încă foarte complexă pentru că nu a fost găsit un etaj care să marcheze o serie de discontinuități în cadrul acestor fenomene care s-au dovedit aproape continui pe o perioadă de timp relativ mare (între 2,6 și 1,6 milioane ani). Până la noi precizări s-

a convenit ca limita inferioară a Cuaternarului să fie marcată în interiorul acestui interval, la circa 1,8 - 2 milioane de ani.

Diviziunile Cuaternarului. Durata scurtă a Cuaternarului nu mai permite divizarea sa numai pe criterii litostratigrafice și biostratigrafice, care rămân totuși foarte utile pentru interpretări paleo-ecologice la scară globală sau regională. Majoritatea specialiștilor consideră că subdiviziunile Cuaternarului sunt mai mult legate de fluctuațiile climatice, pentru că ele reflectă cel mai bine succesiunea glaciari-interglaciari, una dintre principalele caracteristici ale acestei perioade. Dar, după cum arată *O. Bowen* (1985), și în definirea glaciarelor și interglaciarelor există mai multe posibilități, fapt ce necesită anumite explicații (fig. 1.4.):

- teoretic, glaciarele și interglaciarele pot fi definite folosind orice combinație a unităților prezentate în curba „a”; acestea sunt plasate la maxime și minime termice și în punctele medii dintre acestea;
- limitele pot fi fixate la nivelul temperaturilor maxime, caz în care intervalul respectiv ar include două domenii climatice diferite;
- limitele pot fi trasate în punctele mediane dintre maximul și minimul termic;
- limitele pot fi definite și între punctele care arată maximele și minimele termice, intervalele arătând secvențe cu tendințe climatice de creștere (cataglaciari) sau descreștere (anaglaciari) a temperaturii, ce pot fi corelate și cu secvențele litostratigrafice și geomorfologice (eroziune, acumulare).

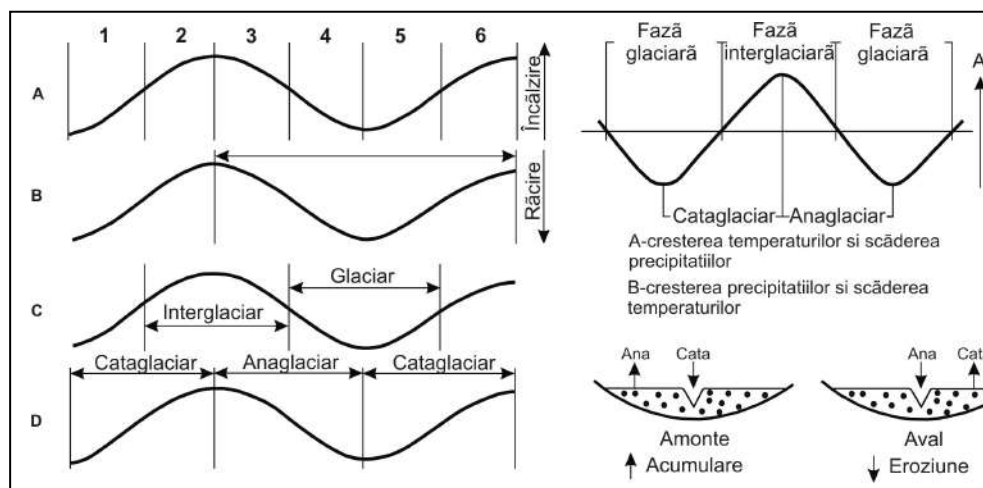


Fig. 1.4. Posibilități de definire a glaciarelor și periglaciarelor

Pe de altă parte, glaciarele și interglaciarele, ca secvențe temporale succesive, caracterizează în principal doar regiunile munților înalți, pe când teritoriilor intertropicale le sunt aproape străine asemenea fenomene. Un alt

neajuns al acestei clasificări binare, glaciuar-interglaciuar, a fost și acela că nu a existat posibilitatea ca aceste fenomene să fie legate de un anumit interval de timp. De aceea, primele clasificări în cronologia secvențelor timpului cuaternar au avut mai mult caracter litostratigrafic și biostratigrafic (depozite glaciare și periglaciare cu faună și floră de climă rece, depozite interglaciare cu depozite continentale și marine ce conțin faună de climă caldă), geomorfologice (succesiunea valurilor morenice, relief proglaciuar, terase fluviatile și marine) sau paleoclimatice (alterarea depozitelor, soluri fosile, loessuri).

A. Penck și Ed. Brückner (1909) în monumentală lor lucrare referitoare la glaciațiunea din Alpi au definit cadrul pluriglaciuarist al Cuaternarului, demonstrând existența a patru glaciațiuni succesive (*Günz, Mindel, Riss, Würm*) separate de perioadele interglaciare. Ulterior, acestora li s-au mai adăugat glaciațiunile *Donau* (B. Eberl, 1930) și *Biber* (I. Schaeffer, 1953). În paralel, pornindu-se de la stratigrafia formațiunilor glaciare din Europa Centrală și din America de Nord, s-a stabilit o cronologie pluriglaciuaristă și pentru glaciațiunea de calotă din cele două continente. În timp s-au purtat numeroase discuții și controverse asupra concordanței între fazele climatice alpine și cele continentale, dar, în linii generale, cronologia Cuaternarului bazată pe stratigrafia formațiunilor glaciare a fost astfel stabilită și este încă folosită de aproape toți specialiștii (tabel 1.3.).

Dar, această schemă cronostratigrafică a Cuaternarului, oarecum confortabilă și practică, a fost puternic zdruncinată de rezultatele cercetărilor multidisciplinare din ultimele două decenii, dintre care trei sunt mai importante (M. Campi și J.J. Macaire, 1989):

- ⇒ *mesajul oceanic*: sondajele efectuate în stratele superficiale de pe fundul oceanelor și analiza raportului O^{18}/O^{16} din testele foraminiferelor (C. Emiliani, 1955; N.J. Shackleton și N.D. Opdyke, 1973, 1976) au arătat că ciclurile climatice erau mult mai numeroase decât lăsa să presupunem cadrul mai îngust al depozitelor continentale cuaternare, discontinui și cu multe lacune; aceste constatări au fost și sunt mult discutate, dar ele permit evidențierea unei mult mai mari complexități climatice din ultimele două milioane de ani;
- ⇒ *durata fenomenului „glaciuar” în ciclul climatic*: aceleași sondaje oceanice, cât și studiile palinologice și cele paleontologice, ultimele bazate mai ales pe dinamica populațiilor de rozătoare, au arătat că în fiecare ciclu climatic (glaciuar-interglaciuar), fenomenul glaciuar propriu-zis, nu ocupa decât un interval de timp foarte scurt, estimat cam la 10% din durata ciclului respectiv (H. Faure, 1980); deși aceste perioade scurte au fost foarte active pe planul sedimentării, depozitele acumulate nu sunt decât expresia unei mici părți din timpul ciclului respectiv;