

## 2. CARTOGRAFIA GEOLOGICA DEL QUATERNARIO CONTINENTALE

### 2.1. INTRODUZIONE

### 2.2. RACCOMANDAZIONI PER IL RILEVAMENTO

#### 2.2.1. Aspetti generali

#### 2.2.2. Problematica geomorfologica

#### 2.2.3. Problematica strutturale

#### 2.2.4. Problematiche inerenti il rilevamento geologico delle aree di pianura

#### 2.2.5. Aspetti particolari

### 2.3. SCELTA DELLE UNITÀ STRATIGRAFICHE DI RIFERIMENTO

#### 2.3.1. Tipi principali di unità cartografate

#### 2.3.2. Rango e denominazione

#### 2.3.3. Descrizione

### 2.4. CONTENUTI DELLA CARTA E DELLA LEGENDA

#### 2.4.1. Norme generali

#### 2.4.2. Depositi di copertura per i quali non si richiedono specifiche connotazioni stratigrafiche nella legenda

#### 2.4.3. Proposte per i sovrassegni indicanti litologia e litofacies dei depositi

#### 2.4.4. Esempi di termini da evitare

### 2.5. ESEMPLI DI APPLICAZIONE DEI CRITERI PROPOSTI A CASI REALI

## 2.1. INTRODUZIONE

Questa parte della guida riguarda i sedimenti quaternari deposti in ambiente continentale, compresi quelli di ambiente costiero fino al limite della spiaggia sommersa, che spesso fanno transizione o si intercalano ai precedenti. E' qui opportuno porre in evidenza che, se da un lato lo studio di questi sedimenti presenta un'interesse scientifico del tutto pari a quello dei sedimenti più antichi, tradizionalmente privilegiati dalla Geologia italiana, dall'altro lo stesso studio è di notevole interesse anche sotto il profilo eminentemente applicativo. La Geologia del Quaternario rappresenta infatti un indispensabile supporto per gli studi di idrogeologia, di geotecnica, di geofisica applicata, in quanto permette l'elaborazione di modelli essenziali in questi campi; essa inoltre fornisce dati importanti nella progettazione di opere di ingegneria e nella pianificazione territoriale, anche nei riguardi della valutazione della pericolosità geologica.

I sedimenti quaternari continentali presentano un'accentuata varietà di facies verticale e laterale e frequenti discontinuità stratigrafiche, spesso corrispondenti a fenomeni erosivi. Altrettanto rilevante è la complessità dei rapporti stratigrafici, nella maggior parte dei casi non di semplice sovrapposizione, ma di "incastro" e di accostamento laterale. Altre caratteristiche peculiari dei depositi continentali sono lo spessore frequentemente modesto e la distribuzione areale frammentaria, sia per l'originaria discontinuità delle aree di accumulo, sia in conseguenza di successivi fenomeni erosivi. Agli effetti del rilevamento un elemento fortemente condizionante è rappresentato dalla scarsità e dalla labilità degli affioramenti. Un'ulteriore particolarità è rappresentata dal fatto che i depositi continentali sono spesso caratterizzati da suoli e forme che rendono possibile l'utilizzazione anche di criteri geopedologici e geomorfologici nella distinzione, cartografia e cronologia relativa dei depositi. Quest'ultima, integrata da datazioni geocronometriche, ottenute con varie metodologie, consente di stabilire una collocazione delle unità cartografate entro ad una scala cronologica che ha un grado di scansione molto più elevato che nel pre-Quaternario.

Per tutte queste particolarità, il rilevamento del Quaternario continentale richiede un'attitudine specifica, anche per evitare la banalizzazione di affioramenti apparentemente di scarso interesse, che invece possono essere di importanza decisiva per la ricostruzione dell'evoluzione geologica e geomorfologica in tempi geologici recenti. In questa prospettiva si segnala la necessità che il rilevamento del Quaternario venga effettuato da rilevatori specificatamente addestrati, in parallelo a quello del substrato pre-Quaternario. L'integrazione tra i due tipi di rilevamento dovrà essere impostata durante il rilevamento stesso e perfezionata in fase di elaborazione conclusiva del foglio. Questa scelta, che può sembrare più dispendiosa in termini economici e di tempo, risulta invece più produttiva sotto il profilo della qualità della carta che ne risulta; essa del resto è già stata adottata dai servizi geologici di numerosi paesi. L'esperienza maturata in occasione della seconda edizione della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000, ha dimostrato in maniera incontrovertibile la necessità di un coordinamento a livello nazionale, sia durante il rilevamento, sia in fase di restituzione cartografica finale. E' infatti sufficiente osservare quanto spesso nei fogli allora rilevati, anche contigui, l'interpretazione e la rappresentazione di importanti eventi di carattere generale (ad esempio la formazione di terrazzi marini) o la rappresentazione cartografica della distribuzione di alcune formazioni di copertura (ad esempio i depositi eolici), siano state risolte in maniera anche radicalmente diversa, dando luogo a marcate ed ingiustificate discontinuità cartografiche. La necessità di una supervisione a carattere nazionale appare indispensabile soprattutto nel caso di particolari contesti quali quelli glaciali, costieri e quelli costituenti le pianure e le depressioni intermontane. Tutto ciò allo scopo di garantire su tutto il territorio nazionale, anche con l'avvio di corsi di aggiornamento per i rilevatori, i contenuti minimi indicati nella presente guida; questi contenuti vanno riprecisati caso per caso, allo scopo di adeguarsi alle caratteristiche del territorio da rilevare, con la partecipazione di coordinatori e istruttori esperti per il Quaternario, e vanno controllati in sede di verifiche periodiche e di sintesi.

## 2.2. RACCOMANDAZIONI PER IL RILEVAMENTO

### 2.2.1. Aspetti generali

*Preparazione del rilevatore* - Il rilevatore dei depositi quaternari oltre ad avere esperienza come rilevatore "tradizionale" deve possedere una buona preparazione anche in settori particolari della Geologia, per poter applicare i concetti moderni di rilevamento del Quaternario.

In particolare sono necessarie adeguate conoscenze di: geologia del Quaternario, sedimentologia degli ambienti continentali e costieri (fluviale, glaciale, di delta, di conoide, di spiaggia), geomorfologia, fotogeologia, pedologia, applicabilità e affidabilità dei metodi di datazione geocronometrica, paleomagnetismo, paleobotanica e palinologia, paleontologia (soprattutto vertebrati e molluschi), dendrocronologia e archeologia preistorica.

Inoltre il rilevatore dovrà possedere anche una certa cultura storica relativa alle aree di lavoro, in quanto il territorio conserva molto spesso tracce di frequentazione antropica non agevolmente rilevabili. In assenza di questa preparazione particolare non è possibile rilevare i depositi quaternari in modo scientificamente corretto e metodologicamente aggiornato.

*Impostazione e caratteristiche del rilevamento* - Il rilevamento va condotto a scala 1:10.000 utilizzando le carte tecniche regionali, ove esistono, oppure, in assenza di cartografia tecnica, gli ingrandimenti delle tavolette 1:25.000.

Il rilevamento non può essere limitato alla sola estensione del foglio al 50.000 su cui si sta lavorando, ma deve essere esteso all'intero bacino di alimentazione dei sedimenti e in cui hanno agito contemporaneamente gli stessi processi sedimentari, ovvero agli interi bacini idrografici, anche se presenti solo in parte sulla carta, o al bacino occupato in passato dai ghiacciai, ecc. In altri termini i limiti di un rilevamento di unità quaternarie non possono essere costretti entro ambiti amministrativi.

Tale maniera di procedere si rende necessaria in quanto non è noto a priori quali unità esistano in un dato territorio e soprattutto perchè le unità possono essere riconosciute solo dopo aver ricostruito il quadro stratigrafico dell'intero bacino. Questo è uno dei motivi per cui il rilevamento del Quaternario, attualmente, differisce da quello del substrato, per il quale nella maggior parte dei casi le unità stratigrafiche sono già definite da anni. In caso di rilevamenti troppo limitati arealmente si verificherebbero forti discrepanze tra un foglio e l'altro ed inoltre (com'è avvenuto nel caso della Carta Geologica d'Italia al 100.000) la pubblicazione di nuovi fogli renderebbe necessarie modifiche e revisioni alla cartografia già realizzata.

Questa impostazione del rilevamento rappresenta la soluzione ottimale dal punto di vista scientifico, ma potrebbe incontrare difficoltà pratiche di applicazione nell'ambito di un progetto nazionale come quello della Carta Geologica in scala 1:50.000. Per realizzare quanto sopra, è necessario che i primi rilevatori dei fogli 1:50.000 in una determinata zona o regione estendano le loro osservazioni ai fogli contigui entro i principali bacini interessati dal loro rilevamento.

In pratica si rileverà in dettaglio l'area del foglio assegnato, ma si effettuerà anche una serie di ricognizioni con rilevamento sommario nelle aree adiacenti, cercando e descrivendo gli affioramenti più significativi, in modo da inquadrare la stratigrafia generale dei depositi ed istituire unità valide per tutto il bacino interessato.

I rilevatori dei fogli successivi dovranno attenersi a quanto rilevato e schematizzato dai loro colleghi nei fogli precedenti il cui contenuto verrà dagli stessi attentamente studiato soprattutto sul terreno.

Questa procedura richiede necessariamente un efficiente coordinamento dei lavori, sia in sede regionale, sia in sede nazionale. I coordinatori dovranno controllare quanto fatto dai rilevatori per far sì che ognuno di essi operi in modo consono e in accordo con quanto fatto in precedenza e che non vi siano discrepanze immotivate tra i rilevamenti di regioni contigue.

In un secondo tempo, le unità riconosciute in un bacino andranno correlate, ove sia

possibile (cioè ove esistano elementi probanti), con quelle dei bacini contigui.

Come già ricordato, solamente al termine del rilevamento o per lo meno in fase avanzata, sarà possibile definire tutte le unità individuate: infatti solo dopo aver acquisito un'ottima conoscenza degli affioramenti, della morfologia, della geometria dei corpi, dei rapporti tra le diverse unità e delle ricostruzioni paleoambientali è possibile decidere quali siano le discontinuità limite principali e/o le differenze di litologia utili ad identificare le unità.

L'acquisizione di questi dati comporta necessariamente un rilevamento di dettaglio, nel corso del quale il territorio deve essere battuto letteralmente "palmo a palmo", soprattutto perchè la geometria dei corpi quaternari è di norma decisamente diversa da quella delle unità del substrato pre-Quaternario. I limiti delle unità quaternarie continentali non sono estrapolabili secondo le stesse regole geometriche.

*Descrizione degli affioramenti* - Ogni affioramento va descritto seguendo la stessa metodologia normalmente in uso per le sezioni stratigrafiche di dettaglio del substrato. Nel caso in cui siano disponibili ampi spaccati (in genere pareti di cava) occorre descrivere dettagliatamente tutte le associazioni di facies (Miall, 1984).

Andranno prelevati dei campioni mirati ad alcune analisi (datazione  $^{14}\text{C}$ , paleobotanica, palinologia, dendrocronologia, paleomagnetismo, granulometria, minerali pesanti, petrografia dei clasti, sezioni sottili, ecc.), utilizzando i metodi di campionamento propri di quel tipo di analisi. I campioni andranno sicuramente prelevati in numero maggiore del necessario nel caso di affioramenti effimeri (esempio scavi per fondamenta di costruzioni). Di ogni sezione descritta sarà disegnata la colonna stratigrafica o log, che sintetizzi il maggior numero di dati possibile, standardizzando le simbologie. Gli affioramenti descritti saranno ovviamente ubicati sulla carta di rilevamento.

*Importanza delle sezioni di dettaglio* - Nello studio dei depositi continentali non è possibile istituire sezioni - tipo in quanto la variabilità laterale di facies è troppo elevata e la continuità laterale dei depositi troppo ridotta. Non potendo identificare una sezione tipo che riassume le principali caratteristiche di un'unità, diviene necessario caratterizzare l'unità che viene formalizzata con il maggior numero di sezioni di dettaglio significative delle principali situazioni.

Con una buona quantità di dati è infatti possibile raggiungere i tre principali obiettivi:

- riconoscimento della geometria dell'unità in esame; con la misura delle sezioni infatti, soprattutto in condizioni di affioramento favorevoli, è possibile individuare lo sviluppo tridimensionale dei corpi sedimentari.

- riconoscimento dei rapporti con le unità contigue;

- ricostruzione paleogeografica; solo con un'accurata descrizione delle sezioni di dettaglio si può evidenziare la successione verticale delle facies. Ovviamente con il confronto e la correlazione di più successioni è possibile definire le variazioni laterali di facies, oltre alla loro evoluzione verticale, mettendo in luce l'assetto paleogeografico.

### 2.2.2. Problematica geomorfologica

I processi che provocano accumulo di sedimenti, producono nello stesso tempo la forma esterna di un corpo sedimentario, indicata come "forma di accumulo" o "forma deposizionale"; essa può conservarsi, e come tale può fornire informazioni precise sull'evento sedimentario; oppure può venire modificata, rimodellata fino all'eventuale demolizione totale o anche fino al seppellimento totale. In breve, per chi rileva con sufficiente preparazione, un'entità morfologica ben individuata può servire per capire, e anche per delimitare arealmente, un certo corpo sedimentario della copertura quaternaria: esempio tra i più semplici è quello dei sedimenti fluviali recenti in un fondovalle alluvionale pianeggiante. Forme un po' più complesse esigono

che sia valutata la parte che hanno avuto i processi di rimodellamento su una forma primariamente modellata per sedimentazione da un singolo processo geomorfico nel passato, o dall'interazione di più processi. Le forme di erosione, affioranti o sepolte, hanno anch'esse rilevanza ai fini del rilevamento geologico in quanto costituiscono superfici di discontinuità, che possono essere elementi decisivi per la stratigrafia.

Passando a casi di complessità crescente, aumentano i motivi che consigliano cautela nel dedurre la natura e l'estensione di un corpo sedimentario cartografabile, basandosi su considerazioni morfologiche o sulla fotointerpretazione. Infatti, sono numerosi i casi di "forme poligenetiche", di "forme policronologiche" e i casi di "convergenza morfologica" (forme simili, per cause, processi, tipi evolutivi diversi): ad esempio, possono presentarsi all'esterno con forma simile elementi morfologici che si sono prodotti per accumulo, oppure per erosione, e, quest'ultimi, sia su roccia (del substrato) sia su preesistenti sedimenti continentali; oppure, infine, per erosione ed accumulo. Si raccomanda perciò di cercare, nel lavoro sul terreno, buone esposizioni ove poter raccogliere i dati sedimentologici e stratigrafici richiesti.

Queste considerazioni, che a prima vista tolgono valore all'analisi geomorfologica, in realtà mirano a favorire alcune precisazioni concettuali, in quanto appare raccomandabile che, nella raccolta dei dati di campagna, si usino consapevolmente o termini geologici riferiti ai corpi sedimentari, o termini geomorfologici riferiti a forme, in modo che la loro eventuale buona corrispondenza sia valutata caso per caso con obiettività, e che il lavoro cartografico e la legenda siano coerenti con tale sforzo di obiettività.

Pochi cenni ancora possono far capire come l'analisi geomorfologica, insieme a tutte le altre che convergono nel fornire le basi metodologiche alla geologia del Quaternario, debba essere tenuta nella massima evidenza, malgrado si sia posto, qui sopra, l'accento su alcuni aspetti limitativi. E' necessario che si tenga conto adeguatamente dell'ambiente geomorfologico complessivo nel quale si opera: in una valle sarebbe assurdo non considerare insieme i due versanti, e non tener conto dell'assetto orografico di tutto il bacino che sta a monte, e delle situazioni che stanno a valle. Nei bacini con forti dislivelli, la zonatura climatica per fasce altimetriche comporta di solito diversità di sistemi morfodinamici le cui conseguenze, in termini di erosione/sedimentazione, si fanno sentire anche a distanza dalla fascia altimetrica in cui un processo prende avvio. Considerando poi il singolo versante, la comprensione dei sedimenti quaternari che sono presenti su esso e al piede, deve basarsi sull'analisi del versante nella sua interezza, dall'alto al basso.

In termini generali, è molto utile il confronto con aree in cui operano processi geomorfici attuali, mediante l'abitudine all'osservazione diretta e allo studio della letteratura geomorfologica specifica. E', questo, il più semplice campo di applicazione del principio dell'attualismo.

Ancora un esempio, riferito ai bacini fluviali, può mostrare come sia operazione delicata la correlazione dei terrazzi; ciò che occorre per la carta geologica è la definizione, e la correlazione, dei corpi alluvionali e degli eventuali sedimenti d'altra origine da includere nella medesima unità stratigrafica. La correlazione in senso morfologico tra i vari ripiani, e il riconoscimento dei diversi ordini di terrazzi, è il primo passo, ma non è esente da difficoltà e dall'eventuale introduzione di una componente soggettiva. L'interpretazione, poi, richiederebbe che si riconoscessero, su distanze via via crescenti, gli effetti di precisi eventi deposizionali alternati a fasi erosive. A parte le cause, che possono essere molteplici, si dimostra che le fasi erosive e le fasi di accumulo possono propagarsi su distanze variabili sia verso monte, sia verso valle; e che la tendenza all'accumulo in un tratto è compatibile con la tendenza all'incisione in un altro tratto; o, ancora, è compatibile con situazioni di stabilità o quasi-equilibrio o di erosione solo laterale in altri settori del sistema fluviale considerato. Da tutto quanto premesso, discendono alcune scelte indicative per la nuova cartografia al 50.000.

a) Ai fini della carta geologica, le informazioni raccolte sul terreno circa la forma esterna dei corpi sedimentari presenti in superficie vanno elaborate alla stessa stregua delle altre

informazioni relative a superfici di discontinuità riconoscibili in sezione negli affioramenti, e contribuiscono, nella fase di coordinamento, all'identificazione e caratterizzazione delle unità stratigrafiche. Va salvaguardata l'obiettività di tali informazioni.

b) L'indicazione specifica di forme di superficie sulla carta geologica al 50.000 va realizzata con moderazione per non introdurre un eccesso di elementi interpretativi e per mantenere la leggibilità della carta stessa, compresi i dati topografici. In altra parte di questa guida (Simbologia) vengono precisati le forme da cartografare e i relativi simboli.

c) Il corredo di informazioni geomorfologiche sulla carta geologica è finalizzato a facilitare la lettura dei rapporti che intercorrono tra le UBSU definite per il Quaternario continentale e costiero, con l'aggiunta di qualche altra indicazione che rientra nella consolidata tradizione della cartografia geologica. Un rilevamento completo dei dati geomorfologici va indirizzato invece alla realizzazione della carta geomorfologica al 50.000, ove le realtà territoriali rendono consigliabile la produzione di tale carta. Essa avrà una propria normativa e una sua terminologia riferita prevalentemente a forme e la sua finalità sarà quella di evidenziare l'evoluzione complessiva del rilievo fino ai nostri tempi.

### 2.2.3. Problematica strutturale

La tettonica quaternaria riveste un evidente interesse scientifico e una particolare importanza pratica: all'aspetto puramente geometrico degli elementi strutturali che ha in comune con la tettonica pre - quaternaria, è infatti da aggiungere quello cinematico, con i suoi risvolti sismotettonici, paleosismologici e relativi al fenomeno della fagliazione di superficie.

Tra le informazioni che vanno rappresentate nella carta geologica al 50.000 non possono tuttavia essere comprese quelle relative alla cronologia degli elementi strutturali: queste sono oggetto di altre carte tematiche e, nel caso specifico della tettonica quaternaria, delle carte neotettoniche.

Nel corso dei rilevamenti andranno tuttavia riconosciuti ed evidenziati gli elementi, di natura sedimentaria, strutturale o morfologica, significativi nei confronti della tettonica quaternaria.

In questa prospettiva è necessario che il rilevamento venga condotto tenendo presenti alcuni particolari problemi. Un primo problema, che è anche quello più specifico, deriva dal carattere di "copertura" che i sedimenti quaternari (ad esempio detriti di falda o depositi fluviali quaternari) di regola presentano nei riguardi di un "substrato" (ad esempio successioni marine meso - cenozoiche), costituito da formazioni più antiche; questo carattere rende indispensabile indicare chiaramente quale dei due insiemi sia coinvolto in un determinato elemento strutturale. In particolare è necessario che il rilevatore chiarisca a livello cartografico se un certo elemento strutturale (ad esempio una faglia) coinvolga il solo "substrato" o anche la "copertura": che indichi, cioè, se la faglia che interessa il substrato sia sigillata dalla coltre detritica (o fluviale, o di altro tipo) o se essa interessi anche questi ultimi sedimenti.

Ad un contesto analogo è da riferire la necessità di distinguere gli elementi strutturali di origine tettonica da quelli di origine sedimentaria: un caso di questo tipo è costituito dalla giacitura dei giunti di stratificazione per la quale è da distinguere quella acquisita in dipendenza da dislocazioni tettoniche da quella dovuta a fatti sedimentari.

Un altro tipo di precisazione è quello relativo alla distinzione fra strutture di origine tettonica e strutture di origine puramente gravitativa, che può rendersi necessaria specialmente nel caso delle cosiddette "deformazioni gravitative profonde".

Nella valutazione dell'attività quaternaria delle strutture, oltre che ai depositi, è possibile fare riferimento anche alle forme. Il riferimento alle forme per evidenziare la tettonica recente è tuttavia ostacolato dai processi di rimodellamento che di norma, procedendo con velocità superiori a quelle della dislocazione, ne cancellano progressivamente gli effetti morfologici. In altri termini, non è corretto valutare l'attività recente di una faglia in base al suo grado di

evidenza morfologica. Ciò vale evidentemente per forme che dopo il modellamento siano rimaste esposte all'erosione fino al presente: indicativo è invece il caso di forme sepolte (ed è questa la condizione delle superfici di appoggio basale dei depositi continentali) che hanno certamente registrato l'intera deformazione successiva al seppellimento.

E' a questo punto da evidenziare che quanto fino a qui menzionato è cartograficamente esprimibile solo incrementando opportunamente la usuale simbologia strutturale. A questo proposito è però da osservare che questo incremento appare necessario anche prescindendo dall'informazione a carattere applicativo alla quale si è sopra accennato; è infatti solo con questo incremento che si può evitare la equivocità di alcuni dei simboli strutturali abitualmente usati, equivocità che risulta particolarmente evidente nell'ambito degli studi sul Quaternario.

Lo studio del Quaternario continentale e costiero riveste un ruolo importante nei riguardi della cartografia di elementi strutturali anche in quanto è nel suo ambito che si focalizzano problemi a carattere generale. Uno di questi è rappresentato dalla connotazione di "probabile" che nella cartografia geologica viene spesso attribuita, con significato tutt'altro che univoco, a determinati elementi strutturali. Non è in particolare chiaro se la "probabilità" si riferisca all'esistenza, alla posizione, alla tipologia o addirittura all'età dei movimenti.

#### 2.2.4. Problematiche inerenti il rilevamento geologico delle aree di pianura

Le aree di pianura, in relazione al loro assetto topografico, sono caratterizzate da assenza di affioramenti o da affioramenti decisamente scarsi e di qualità in genere molto bassa. Ciò impone la necessità di creare gli affioramenti, attraverso sondaggi e scavi di varia natura, che permettano di rappresentare correttamente la geologia dell'area oggetto di studio; si potrà così prendere in considerazione anche il sottosuolo a profondità variabile in relazione alle caratteristiche e problematiche dell'area.

Si raccomanda di avviare a tale scopo fin dalle prime fasi del rilevamento la raccolta di stratigrafie di sondaggi. Ove necessario a colmare gravi carenze conoscitive è auspicabile che si possano eseguire *ex novo* dei sondaggi a carotaggio continuo. E' indispensabile inoltre contattare le ditte che eseguono sondaggi e gli enti che li commissionano, affinché il rilevatore sia avvisato in tempo e possa seguire di persona nuovi sondaggi eseguiti durante il periodo del rilevamento. Per alcune analisi specialistiche è necessario che i sondaggi siano seguiti di persona non solo dal rilevatore, ma anche da alcuni specialisti (p.es. palinologi) per verificare che il carotaggio sia eseguito con tecniche che consentano le relative analisi. I dati così ricavati potranno servire a redigere sezioni e schemi. Le stratigrafie e tutto quanto concerne i sondaggi saranno poi riportati nelle note illustrative e i sondaggi saranno ubicati sulla carta.

Il numero ed il tipo di osservazioni necessarie per il rilevamento geologico di aree di pianura proposte dall'Ufficio Cartografico della Regione Emilia-Romagna (che potrebbe essere ripreso nelle carte al 50.000) riferite ad un chilometro quadrato è il seguente:

- n. 4 trivellazioni manuali a 1,5 m (osservazioni di campagna);
- n. 1 o 2 sezioni stratigrafiche, profondità 2 m circa da eseguire con scavatore meccanico, o tramite sondaggio (osservazioni di campagna, campionatura ed analisi di laboratorio).
- n.1 sondaggio a carotaggio continuo a 10-15 metri circa (osservazioni di campagna, campionatura ed analisi di laboratorio).

Il numero ed il tipo di osservazioni proposte è da considerarsi indicativo e soggetto a variazioni a seconda delle caratteristiche delle aree di rilevamento.

Le indagini reperite in archivi e le indagini svolte *ex-novo* permetteranno di ottenere la rappresentazione tridimensionale dei corpi sedimentari.

In particolare:

- per le pianure alluvionali e costiere sarà possibile definire lo spessore del corpo affiorante; tale spessore sarà segnato direttamente sulla carta a fianco delle perforazioni, oppure sarà riportato in legenda;

- per la parte pedemontana delle pianure alluvionali, l'indagine andrà spinta più in profondità con lo scopo di evidenziare gli episodi deposizionali sepolti per poi tentare una correlazione con gli episodi erosivi intravallivi; la rappresentazione cartografica avverrà attraverso la redazione di sezioni geologiche;
- per le pianure intravallive l'indagine dovrà portare all'individuazione del substrato, la cui profondità sarà indicata o con numeri a fianco delle perforazioni o con isobate;
- per ognuno dei casi sopracitati, laddove i dati lo permettano, dovranno essere indicate, in carta, le strutture tettoniche e l'andamento del substrato attraverso isobate, o per punti; inoltre dovranno essere cartografate forme e processi deposizionali o erosivi (scarpate, evidenze di antiche linee di costa, dossi fluviali, allineamenti di dune, ventagli di rotta, ecc.).

### 2.2.5. Aspetti particolari

*Depositi glaciali* - Nel rilevamento dei depositi glaciali occorre tener presente che il limite superiore delle unità è frequentemente costituito dalla superficie topografica attuale. Questo fatto induce ad estrapolare la natura del deposito unicamente dall'osservazione della sua morfologia. Spesso invece una forma che appare come un tipico cordone morenico sottende una natura geologica differente. Un esempio classico sono i depositi di delta proglaciale, che hanno una forma a cordone morenico (Orombelli, 1971; Gnaccolini e Orombelli, 1976; Bini, 1987). Un altro esempio è costituito dai cordoni morenici sovrapposti, da quelli a nucleo in roccia e da quelli a palinsesto (Stewart e Broster, 1990); in tutti e tre i casi si osserva una forma a cordone morenico costituita però, nel primo, da due cordoni sovrapposti, uno più antico ed uno più recente, nel secondo, da un dosso di substrato allungato come un cordone, ma coperto solo da un mantello di depositi glaciali e nell'ultimo, sempre da un mantello di depositi glaciali che copre un cordone più antico. Nelle Alpi si osserva frequentemente una situazione ibrida tra i palinsesti e i cordoni morenici con nucleo in roccia.

Nelle zone ove queste situazioni sono possibili sarà necessario porre molta attenzione nel rilevamento e nelle interpretazioni. Se sono presenti affioramenti non vi sono problemi di interpretazione; invece negli altri casi sarà necessario ricorrere a metodi geofisici, se possibile, per individuare i cordoni con nucleo in roccia, oppure analizzare bene il territorio circostante e l'andamento dei cordoni più vicini, in quanto spesso l'analisi delle geometrie dei corpi sedimentari consente di risolvere problemi di questo tipo.

Questo semplice esempio (ma si possono citare altre situazioni morfologiche, quali conoidi, terrazzi, ecc.) è significativo del fatto che non è realistico rilevare depositi continentali solo in base alle forme; un corollario a questa considerazione è che la cartografia operata unicamente da foto aeree, o con metodiche di telerilevamento, è un ottimo strumento per integrare il rilevamento delle forme e per acquisire rapidamente informazioni sull'evoluzione in atto del territorio, ma non può prescindere o sostituirsi al rilevamento di terreno.

*Depositi alluvionali terrazzati* - I depositi alluvionali in generale, soprattutto in un contesto vallivo, richiedono alcune precauzioni sia nel corso del rilevamento che nella fase di definizione delle unità. Innanzitutto questi depositi si presentano spesso terrazzati. Risulta istintivo utilizzare gli orli dei terrazzi come limite morfologico dell'unità. La realtà, come già evidenziato da Orombelli (1971, 1979), è talora più complessa: le superfici terrazzate possono sottendere unità anche assai differenti, o addirittura il substrato. Spesso nell'ambito di depositi apparentemente uniformi ed omogenei si possono istituire suddivisioni differenti in base alle differenze petrografiche ed alle direzioni di flusso dominanti nell'ambito di vari corpi sovrapposti (Orombelli, 1979).

*Depositi lacustri* - I depositi lacustri sono in genere molto diffusi e, rispetto agli altri depositi

continentali, presentano il grande vantaggio di contenere spesso fossili od elementi databili. Tra questi ricordiamo resti di mammiferi, pesci, resti vegetali (come legni, semi, frutti e foglie), gasteropodi, bivalvi, microfossili come diatomee e pollini (molte importanti sequenze polliniche sono state descritte in sedimenti lacustri), torbe o sostanza organica in genere. Con questi elementi si può in genere giungere ad una datazione sia biocronologica che geocronometrica ( $^{14}\text{C}$  o  $\text{U/Th}$ ). Questi resti devono perciò essere cercati attentamente in ogni sequenza lacustre incontrata.

*Depositi di origine vulcanica* - In molte zone d'Italia è di frequente riscontro nelle sequenze sedimentarie l'indentazione e/o l'intercalazione di depositi di origine vulcanica (piroclastiti, colate laviche) con depositi alluvionali o lacustri.

L'esatta collocazione degli eventi vulcanici nella successione stratigrafica è estremamente importante, sia per le ricostruzioni paleogeografiche sia perchè i depositi di origine vulcanica consentono spesso una datazione geocronometrica che interessa anche i sedimenti ad essi associati. Inoltre i depositi vulcanici dovuti a singoli eventi di grande entità sono sincroni e diffusi su aree molto ampie, consentendo il tipo di correlazione migliore (tefcronologia).

Ricordiamo che una ricerca accurata in tal senso può portare al ritrovamento di polveri vulcaniche in posizione molto distale ed anche inaspettata nel contesto geologico locale. L'identificazione delle specie mineralogiche presenti può portare inoltre al riconoscimento del centro di provenienza e quindi dare ulteriori particolari sull'intervallo di età del sedimento.

*Depositi eolici* - Depositi eolici diffusi in Italia settentrionale sono costituiti dai loess che coprono gran parte delle unità quaternarie più antiche all'esterno dei depositi attribuibili all'ultima glaciazione. Lo spessore di tali coperture è estremamente variabile, da pochi decimetri a molti metri, ed in genere aumenta con l'antichità dei depositi sottostanti. Spesso sono costituite da più coltri loessiche sovrapposte, con differente grado di pedogenesi (Forno, 1981; Cremaschi, 1987; Orombelli, 1970). Coperture loessiche discontinue sono presenti anche sui rilievi prealpini e appenninici.

Il problema posto da tali coperture consiste nei criteri e nei modi di cartografabilità. Dato che ai margini alpini il loess è contemporaneo alle unità glaciali, potrebbe essere cartografato come appartenente all'unità glaciale corrispondente (ad esempio il loess contemporaneo ai depositi dell'ultima glaciazione andrebbe cartografato nella stessa unità). Questo modo di procedere porterebbe all'obliterazione in carta di tutte le unità più antiche e ad un'esagerazione delle unità più recenti. Il modo migliore per ovviare a questi inconvenienti è di non cartografare le coperture loessiche, ma di considerarle come una caratteristica diagnostica della discontinuità superiore dell'unità più antica (Bini, 1987). Un'altra possibilità è quella di indicare il loess solo con un sovrassegno leggero dello stesso colore dell'unità di appartenenza.

Nelle descrizioni degli affioramenti bisogna distinguere tra coperture loessiche in posto e colluviate, in quanto il significato paleoambientale è assai differente.

Al di fuori delle aree marginali alpine sono presenti, specialmente nelle regioni costiere, estese coperture eoliche, talvolta molto spesse (dune litorali, dune di ostacolo, ecc.). In questi casi può essere consigliabile cartografarle come unità a sè stanti, ciascuna costituita da una delle coltri sovrapposte e stabilendone una cronologia relativa.

A volte questi depositi eolici sono rappresentati da esigui lembi di eolianiti cementate di grande interesse cronologico perchè collegate direttamente a spiagge datate o attribuibili a specifici episodi trasgressivi. Vanno ricercati in questi depositi: suoli, resti vegetali, molluschi polmonati. Si ricorda che nelle sequenze di eolianiti costiere è possibile ricostruire l'ambiente paleogeografico e riconoscere l'andamento delle oscillazioni del livello del mare. Lungo vari tratti di costa italiani (come per esempio quella ravennate) estesi sistemi di dune sono stati completamente spianati per il prelievo di sabbie. In questi casi l'ubicazione originaria deve essere basata su sondaggi a mano e sull'analisi della letteratura e della cartografia precedenti.

*Depositi di frana* - Nella tradizione della cartografia geologica italiana, così come in quella della maggior parte degli altri Paesi, i corpi geologici costituiti da materiali di frana sono sempre stati considerati come entità a se stanti, definite nell'ambito dello stesso insieme di informazioni comprendente sorgenti, orli di terrazzo, località fossilifere, ecc.. La cartografia di questi corpi viene pertanto ad assumere il carattere di informazione del tutto estranea al contesto stratigrafico.

Questo modo di considerare i materiali di frana non ha precise motivazioni geologiche, se non di ordine storico, nel senso che il loro studio si colloca generalmente in ambiti più specialistici quali la geomorfologia, la geologia applicata e la geotecnica. Un altro elemento che gioca a favore di questo modo di considerare questi materiali è probabilmente connesso con l'accezione non univoca del termine "frana": è chiaro infatti che se con questo termine si intende il "movimento" dal quale il materiale è stato interessato, l'informazione che si offre deve necessariamente collocarsi al di fuori del contesto stratigrafico: il contrario dovrebbe invece avvenire nel caso in cui, più correttamente nell'ambito di una carta geologica, per frana si intendesse il materiale franato.

La necessità che, adottando quest'ultima accezione, i materiali di frana vengano adeguatamente inseriti nel contesto stratigrafico della carta, risulta rafforzata se ci si muove nell'ambito di un moderno approccio alla Geologia del Quaternario continentale. In un ambito di questo tipo non esiste infatti nessuna ragione per considerare un corpo geologico costituito da materiali di frana in modo diverso da quello in cui vengono considerati corpi di altra origine sedimentaria (cono detritico, morena, coltre alluvionale, ecc.). Un corpo geologico costituito da materiali di frana è, infatti, anch'esso un litosoma connesso con fenomeni esogeni, che hanno presieduto alla rimozione di materiale dalla sua collocazione originaria e alla sua messa in posto, in un preciso intervallo cronologico, nella zona nella quale esso attualmente si osserva. Il fatto che un corpo di questo tipo sia tuttora interessato da movimenti (il che potrebbe essere espresso dicendo che il corpo rappresenta il prodotto di un evento sedimentario non ancora concluso) non è una ragione sufficiente per farne qualcosa di sostanzialmente diverso da sedimenti fluviali (mobili) di un fondo valle attuale o da sedimenti (ugualmente mobili) di una spiaggia o di una duna.

Per tutti questi motivi si propone in questa sede che i litosomi costituiti da materiali messi in posto ad opera di movimenti franosi siano cartografati come tutti gli altri sedimenti continentali, definendo anche per essi opportune unità, preferibilmente del tipo UBSU, da collocare nella posizione stratigrafica che loro spetta, sulla base di dati da ottenere con lo studio del Quaternario continentale nel suo complesso.

Per quanto riguarda la opportunità di distinguere, nell'ambito di corpo di materiali franati, litologie particolari (ad esempio per distinguere la parte derivante da uno scorrimento rotazionale, le cui caratteristiche possono essere abbastanza simili a quelle originarie, da quella di eventuale "colata" che ne convoglia il trasferimento dei materiali verso valle), essa potrà essere realizzata mediante l'uso di opportuni sovrassegni.

In modo diverso dovrebbe invece essere considerato il caso dei cosiddetti "movimenti gravitativi profondi" e delle grandi frane in roccia (p.es. frana del Vajont). Per corpi interessati da fenomeni di questo tipo, caratterizzati, oltre che dai grandi volumi in gioco anche dal fatto che la struttura geologica dei corpi può non essere significativamente modificata rispetto a quella originaria, ci si dovrebbe orientare verso criteri cartografici in grado di rendere in modo più esauriente le informazioni da rappresentare. Ciò potrebbe essere ottenuto cartografando il corpo "franato" per quella che è la sua costituzione stratigrafico-strutturale, aggiungendo, mediante un opportuno graficismo (ad esempio il tratto o il colore del corpo franato), l'informazione che si tratta, appunto, di un corpo geologico separato, rispetto al suo substrato, da una superficie di scorrimento. Questa informazione verrebbe quindi ad assumere un significato di tipo strutturale.

*Sondaggi* - Nelle zone di pianura in genere e nei fondovalle è essenziale il contributo dei dati di sottosuolo. Per questo aspetto si rinvia a quanto esposto nel paragrafo 2.2.4.

*Problemi inerenti i depositi cementati s.l.* - Depositi costituiti almeno in parte da clasti carbonatici sono frequentemente cementati. Bisogna innanzitutto tener presente che nel rilevamento la cementazione non va considerata di per sé come indice di antichità; inoltre i limiti della litofacies cementata non corrispondono in quanto tali a discontinuità stratigrafiche.

Problemi sorgono quando non è possibile collocare i depositi cementati, siano essi depositi di versante, depositi alluvionali o di altra origine, in una successione cronologica relativa locale, in quanto non si possono osservare i rapporti con altre unità della copertura quaternaria. In questi casi occorre sempre osservare i rapporti del corpo sedimentario, sia con le aree di alimentazione, sia con il fondovalle. In alcuni casi tuttavia, come già accennato nella parte relativa ai criteri stratigrafici, un particolare corpo cementato può essere cartografato come unità litostratigrafica.

Un altro parametro da prendere in considerazione sono i fenomeni di carsificazione (cavità e condotte carsiche, ecc.). Confrontando questi dati riferiti a più corpi sedimentari (nell'ambito dello stesso bacino ovviamente) si può ipotizzare una cronologia relativa delle unità conglomeratiche.

In assenza di resti fossili od organici, eventualmente presenti in tasche di materiali fini, l'unico metodo di datazione possibile è quello radiometrico (U/Th) effettuato sulla calcite del cemento, se presente in quantità sufficiente. Tuttavia tale analisi fornisce solamente un'età minima: il sedimento potrebbe essere assai più antico.

*Problemi inerenti le zone costiere* - Lungo le zone costiere si possono avere problemi molto diversi a seconda che si tratti di coste alte o coste basse. Nel caso di coste alte è necessario, in sede di rilevamento al 10.000, procedere alla raccolta di informazioni precise su eventuali solchi di battente, piattaforme di abrasione marina, distribuiti a varie altezze sul livello del mare, o lembi, anche di ridottissime dimensioni, di antichi depositi di spiaggia o cornici biocostruite. Questi dati possono perfezionare la definizione delle unità e la loro posizione stratigrafica relativa; inoltre essi, anche se non direttamente rappresentabili sulla carta geologica, servono a caratterizzare l'attività tettonica attuale e recente del territorio in questione e potranno essere espressi in opportuni schemi al margine della carta stessa. Essi andranno commentati nelle note illustrative.

Nel caso particolare di coste alte intagliate in un substrato calcareo, come per esempio lungo il golfo di Orosei (Carobene, 1972), è inoltre necessario cercare con cura tracce di fori di litodomi e grotte marine.

All'interno delle piane costiere di ampiezza limitata si estendono spesso sistemi di terrazzi marini più o meno elevati a seconda della situazione tettonica locale. L'accurato rilievo di questi terrazzi e la correlazione dei vari lembi riconoscibili è solo un primo passo. Successivamente è necessario riconoscere con precisione i depositi di spiaggia in cui sono eventualmente modellati questi terrazzi, evitando descrizioni del tutto generiche del tipo "sabbie di ambiente litorale" e simili. Sarebbe anche auspicabile l'individuazione, entro le sequenze di spiaggia, delle ulteriori suddivisioni che in esse si possono riconoscere (Massari e Parea, 1988). Queste suddivisioni vanno dal deposito residuale sovrapposto alla superficie erosiva basale, fino ai depositi della cresta di spiaggia ed a quelli di tracimazione legati alle tempeste. Solo riconoscendo con precisione queste varie subfacies che costituiscono una spiaggia è infatti possibile stabilire l'esistenza di eventuali successive fasi trasgressive sovrapposte, in cui è modellata un'unica unità terrazzata, con tutte le conseguenze che ciò comporta nei problemi di datazione.

Per quanto riguarda le grandi pianure, le tracce delle spiagge connesse con le varie trasgressioni quaternarie vanno cercate, fino a qualche centinaio di metri di quota, lungo i rilievi che orlano le pianure stesse anche a grandi distanze dalla costa attuale.

In prossimità della costa è necessario definire con precisione la distribuzione dei depositi di spiaggia, distinguendoli da quelli eolici ad essi eventualmente associati. Va tenuto tuttavia presente che, date le condizioni di dinamica marina attuale che caratterizzano le nostre coste, i sedimenti messi in posto dalle onde attuali possono essere distribuiti fino a circa tre metri sul livello del mare.

Per quanto riguarda le correlazioni dei terrazzi non si possono trascurare le oscillazioni del livello marino legate alle variazioni climatiche a scala globale che hanno caratterizzato l'intero Quaternario ed in particolare gli ultimi 800.000 anni.

Sono state identificate, anche in Italia, fasi in cui il livello del mare era di circa 120 metri al di sotto di quello attuale e fasi in cui era più alto. A queste oscillazioni sono legati vari terrazzi marini, spesso ulteriormente sollevati dai movimenti tettonici successivi (Massari e Parea, 1990; Parea, 1988).

E' perciò raccomandabile che i singoli rilevatori pongano la massima cura nel rilevare e nel correlare fra di loro tutti i terrazzi osservabili lungo le coste, in modo da porre le basi per future correlazioni più generali

### 2.3. SCELTA DELLE UNITÀ STRATIGRAFICHE DI RIFERIMENTO

Da quanto accennato nell'introduzione, appare evidente che il rilevamento del Quaternario continentale presenta alcune peculiarità le quali, oltre a condizionare la scelta dei metodi di studio, determinano in larga misura la scelta delle unità stratigrafiche di riferimento. Queste unità devono infatti essere applicate a corpi geologici dotati di una o più delle seguenti caratteristiche:

- genesi connessa con successioni, anche molto complesse, di eventi deposizionali ed erosivi;
- costituzione litologica spesso simile, realizzatasi nel corso di eventi sedimentari cronologicamente distinti e separati da fasi erosive anche importanti;
- delimitazione spesso possibile solo sulla base del riconoscimento del ciclo sedimentario di appartenenza;
- carattere spesso marcatamente diacrono delle superfici che li delimitano;
- sedimentazione in aree spesso ristrette e localizzate, cronologicamente non corrispondente a quella di zone anche molto prossime e con caratteristiche anche molto simili.

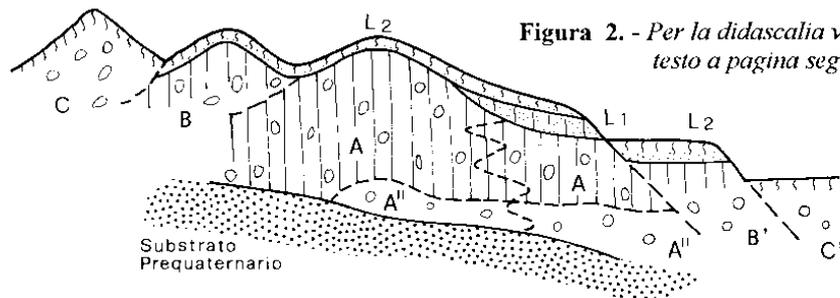
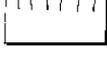


Figura 2. - Per la didascalia vedi il testo a pagina seguente

- |   |   |
|---|---|
|  | Paleosuolo profondo, molto evoluto, dell'intervallo A-B |
|  | Paleosuolo moderatamente evoluto, dell'intervallo B-C   |
|  | Suolo poco evoluto, recente                             |

Appare ovvio che corpi geologici siffatti non possono essere rilevati e cartografati con riferimento ad unità cronostratigrafiche, secondo una prassi che, pur definitivamente abbandonata da decenni nel campo della Stratigrafia generale, trova ancora qualche adepto nella Geologia del Quaternario. D'altra parte, scarsamente soddisfacente risulta anche il ricorso alle unità litostratigrafiche, se utilizzate in modo strettamente conforme alla loro definizione (vedi pagina 9). Questa valutazione può essere efficacemente motivata dall'esempio riportato in Figura 2. La differenziazione tra le tre unità A, B e C, che si riflettono tra l'altro in tre cerchie moreniche distinte, non avviene sulla base di diversità litologiche perchè tutte e tre sono costituite da depositi analoghi, ma in base al diverso rapporto con gli altri termini della successione stratigrafica e al diverso grado di evoluzione pedologica: infatti sul corpo A si sviluppa un suolo più evoluto di quello che si sviluppa sul corpo B che è a sua volta più evoluto di quello che si sviluppa sul corpo C. Inoltre, mentre il corpo A è coperto da due coltri loessiche di età diversa (L1 e L2), il corpo B è coperto solo dalla più recente delle due ed il corpo C, infine, è privo di copertura loessica. Quindi il corpo apparentemente unitario, in quanto costituito da un'unica litofacies, corrisponde in realtà ai prodotti di tre cicli sedimentari distinti, che come tali vanno differenziati cartograficamente. Sempre con riferimento alla Fig. 2, appare evidente come i depositi fluvioglaciali indicati come A', seppur differenziabili come litofacies dai depositi glaciali indicati con A, appartengono allo stesso ciclo sedimentario. Lo stesso tipo di considerazioni vale per B' e B, e per C' e C, che nel settore più a monte di questo schema sono in rapporto di eteropia. Questo esempio evidenzia quindi la necessità di distinguere sulla carta gruppi di depositi con facies diversa appartenenti ad un unico ciclo sedimentario.

### 2.3.1. Tipi principali di unità cartografate

Sulla base di quanto sopra esposto appare chiaro che unità stratigrafiche idonee al rilevamento del Quaternario continentale dovrebbero possedere le seguenti caratteristiche:

- essere delimitate e caratterizzate da superfici di discontinuità (erosionali o deposizionali, compresa la superficie topografica) prevedendo la possibilità che, localmente, i limiti possano essere localizzati (e tracciati) sulla base della continuità laterale dei corpi sedimentari;
- tenere conto delle corrispondenze tra corpi geologici e cicli sedimentari;
- contenere adeguate informazioni litologiche.

Attualmente nessuna delle unità proposte in letteratura (indipendentemente dalla loro accettazione nei vari codici) possiede tutte queste caratteristiche; quelle che ne possiedono in maggior numero sono le unità "Allostratigrafiche" e le "Unconformity - Bounded Stratigraphic Units" (UBSU). In questa situazione la definizione di unità adatte al rilevamento del Quaternario continentale costituisce un problema per il quale si potrebbero schematicamente proporre le seguenti soluzioni:

a) adottare le unità allostratigrafiche o le unconformity - bounded stratigraphic units procedendo a lievi ritocchi nelle loro definizioni (per le unità allostratigrafiche un esempio in tal senso è quello elaborato da Bini *et alii* (1990));

b) utilizzare le usuali unità litostratigrafiche, in un senso non rigidamente conforme alla loro definizione, esigendo che il loro contenuto informativo sia integrato con dati inerenti le discontinuità che le separano (come già auspicato in questa Guida, pag. 53).

Nel caso della soluzione a) i ritocchi necessari dovrebbero essere limitati alla possibilità che, almeno localmente, i limiti siano tracciati sulla base della continuità laterale dei corpi sedimentari; le informazioni litologiche potrebbero costituire un elemento aggiuntivo. La scelta dell'uno o dell'altro tipo di unità potrebbe essere effettuata sulla base di elementi di priorità di proposizione (che andrebbero a favore delle unconformity - bounded stratigraphic units) o di funzionalità terminologica, che andrebbero a vantaggio delle unità allostratigrafiche, più simili a quelle usuali.

Nel caso della soluzione *b*) l'elasticità della definizione dovrebbe riguardare principalmente il rapporto con i cicli sedimentari. Tenuto conto di tutto quanto sino a qui richiamato, le unità da preferirsi sono le UBSU.

Secondo la definizione, questo tipo di unità corrisponde ad un corpo roccioso definito ed identificato sulla base di discontinuità che lo delimitano. Nel campo del Quaternario continentale tali discontinuità rappresentano rispettivamente l'evento iniziale e quello conclusivo di un ciclo di sedimentazione (o meglio quello iniziale dell'unità successiva) e come tali non sono delle superfici sincrone nella loro estensione complessiva (per questo motivo le UBSU non sono assimilabili a quelle cronostratigrafiche).

Ognuna delle superfici indicate corrisponde alla parte della superficie topografica presente al momento, rispettivamente dell'inizio e della fine di ogni ciclo sedimentario. Per questo motivo la superficie topografica attuale ha lo stesso ruolo e significato di discontinuità limite nei confronti delle UBSU più recenti. L'identificazione delle superfici limite e soprattutto il riconoscimento del loro ruolo gerarchico deriva di norma dall'analisi e dall'elaborazione di tutti i dati di rilevamento e rappresenta quindi un elemento che può essere introdotto nell'interpretazione solo nelle fasi finali. Le discontinuità, che tanta importanza hanno nella definizione delle UBSU, alla luce della abbondante casistica alla quale è stato finora applicato questo tipo di suddivisione, mostrano di corrispondere, sia a superfici di erosione sia a superfici di accumulo.

Pur restando le UBSU allo stato attuale dell'arte, il tipo di suddivisione cartografica più adatto, potrebbero presentarsi nella realtà diverse situazioni nelle quali l'obiettivo non identificabilità delle superfici limite non ne consentirebbe l'applicazione: potrebbe essere ad esempio questo il caso di un corpo conglomeratico omogeneo di una certa estensione e spessore nel quale non sono riconoscibili discontinuità significative e che comunque non risulta correlabile con altre unità. In questi casi l'oggetto cartografato potrebbe rispondere alla definizione di unità litostratigrafica o di altro tipo di unità stratigrafica. Questa unità dovrà trovare la propria collocazione nello schema dei rapporti stratigrafici, con opportuni chiarimenti.

### 2.3.2. Rango e denominazione delle unità cartografate

I ranghi delle UBSU sono, in ordine di importanza decrescente: Supersintema, Sintema e Subsintema. Una successione stratigrafica di depositi continentali sufficientemente estesa cronologicamente è costituita da un'insieme di unità di questo tipo, di dimensioni molto diverse sia sotto il profilo spaziale (da qualche metro di estensione a diverse decine di chilometri) che temporale. Come tutte le suddivisioni stratigrafiche anche le UBSU non dipendono dalla scala della carta e sono raggruppabili o suddivisibili in forma gerarchica. C'è tuttavia un limite massimo al grado di suddivisione costituito dalla densità di affioramenti e dalla obiettiva scansione dei cicli.

*Supersintema* - Il Supersintema è l'unità di rango più elevato. Non è necessariamente suddiviso in Sintemi. Un Supersintema può essere istituito nei seguenti casi:

- per riunire più sintemi in un insieme maggiore, ed è questa l'applicazione più normale;
- per classificare stratigraficamente affioramenti diversi di depositi sempre sicuramente soggiacenti ad una determinata UBSU, per i quali mancano elementi oggettivi per stabilire se appartengano o no a cicli di rango inferiore (sintemi).

*Sintema* - È l'unità base della stratigrafia dei depositi quaternari. Si tratta di un corpo di rocce sedimentarie definito in base alle discontinuità che lo delimitano. Altre caratteristiche descrittive importanti sono la litologia, le strutture, la geometria e il contenuto in fossili.

Un Sintema non può contenere al suo interno discontinuità dello stesso rango di quelle

che ne costituiscono i limiti. I depositi da riunire in un Sintema sono riconoscibili sulla base della presenza delle discontinuità limite o della estrapolazione delle superfici limite da effettuare con criteri che dovranno essere opportunamente documentati.

*Subsintema* - Il Subsintema è l'unità di rango più basso ed è delimitato da discontinuità di rango minore rispetto alle discontinuità che caratterizzano il Sintema. In pratica esso rappresenta un ciclo sedimentario minore, ma ben distinto, nell'ambito del ciclo maggiore che costituisce il Sintema.

Un Sintema può essere interamente o solo in parte suddivisa in Subsintemi, a seconda dell'importanza e riconoscibilità delle discontinuità interne.

*Denominazione* - Il nome delle unità, come stabilito dai codici, sarà composto dalla indicazione della UBSU di rango appropriato e da un toponimo scelto fra quelli nei quali l'unità è meglio osservabile: ad esempio, Sintema di Fosso Strangolagalli. Non possono essere usate denominazioni litologiche o geomorfologiche del tipo Ghiaie di ... o del tipo Terrazzo di ... La prima dizione potrebbe infatti generare confusione con le unità litostratigrafiche; la seconda non corrisponde a un'unità stratigrafica.

### 2.3.3. Descrizione delle unità cartografate

La descrizione delle unità deve essere il più possibile completa in modo da fornire tutti gli elementi disponibili per una sua corretta interpretazione sotto il profilo genetico e cronologico e per definire i rapporti con le altre unità.

Nella descrizione dei singoli elementi risulta necessaria una scrupolosa separazione tra i dati e le interpretazioni. I dati che vanno raccolti nel corso del rilevamento e descritti per ogni singola unità sono i seguenti:

1) Superfici limite:

- natura (di erosione, di deposizione, rimodellate, sepolte),
- morfologia,
- alterazione e suoli,
- condizioni di affioramento,
- unità su cui sono modellate,
- estensione e persistenza,
- depositi di copertura (per le unità più recenti, prodotti colluviali, depositi colici);

2) Corpo sedimentario delimitato:

- litologia e variazioni laterali di facies,
- granulometria,
- tessitura e strutture (tipo di tessitura, stratificazione, strutture interne, ecc.),
- petrografia dei clasti e mineralogia dei granuli,
- geometria,
- potenza (massima, minima, reale o conservata),
- distribuzione degli affioramenti principali,
- elementi indiretti per la datazione (rapporti geometrici con le altre unità),
- eventuali elementi diretti per la datazione (paleontologici, geochimico - isotopici, tefrocronologici, pedologici, magnetostratigrafici, archeologici, ecc.);

3) Rapporti con le unità sottostanti e sovrastanti; Le interpretazioni che è necessario fornire sono le seguenti:

a) Genesi dell'unità:

- interpretazioni precedenti (elementi su cui sono basate),
- interpretazione proposta (elementi su cui è basata).

b) Collocazione cronologica (età = intervallo di tempo convenzionale giustificato da tutti gli elementi diretti e indiretti di datazione disponibili):

- interpretazioni precedenti (elementi su cui sono basate),
- interpretazione proposta (elementi su cui è basata).

## 2.4. CONTENUTI DELLA CARTA E DELLA LEGENDA

### 2.4.1. Norme generali

Le unità definite vanno elencate, come d'uso, a partire dalla più recente, in alto a sinistra, ove necessario suddivise per bacino. Per ogni unità, cui corrisponde un determinato colore, vanno indicati schematicamente nella legenda:

- nome;
- litologia e ambiente di sedimentazione;
- caratteristiche delle superfici limite;
- eventuale contenuto paleontologico e paleobotanico;
- eventuali elementi di valore cronologico *s.l.*;
- età in termini cronostratigrafici.

I sovrassegni, che in ogni unità individuano le litofacies (alluvionali, lacustri, ecc.) oppure le litologie (sabbie, ghiaie, ecc.), vanno riportati in calce ai segni convenzionali (cf. pagina 203).

Inoltre sulla carta vanno stampati, quali schemi di cornice, in posizione da decidersi volta per volta:

- lo schema dei rapporti stratigrafici delle unità quaternarie, distinto e separato da quello delle unità del substrato, ovvero più schemi se l'articolazione dei depositi è tale da non essere rappresentabile in un solo schema;
- eventuali sezioni geologiche schematiche (ossia non in scala o con la scala delle ascisse diversa da quella delle ordinate) delle situazioni più esemplificative.

Ulteriori sezioni geologiche potranno essere contenute nelle note illustrative.

A pagina 86 è riportato un esempio di legenda di carta geologica (Fig. 3) relativa a depositi continentali quaternari.

### 2.4.2. Depositi di copertura per i quali non si richiedono formali connotazioni stratigrafiche nella legenda

La presenza e la distribuzione areale di svariati depositi superficiali recenti (coltri detritiche, coltri alluvionali, ecc.), prevalentemente olocenici, ne richiede l'indicazione precisa sulla carta e nella legenda, la descrizione dei caratteri tessiturali prevalenti e la genesi, senza che sia sempre necessario formalizzarne i caratteri stratigrafici. L'interesse di questi depositi è notevole, ed ha riflessi di carattere applicativo evidenti. La loro presenza è da mettersi in rapporto con l'evoluzione geomorfica ed ambientale dei tempi recenti ed attuali.

Informazioni cronologiche su tali corpi sedimentari vanno fornite nelle note illustrative, indicando i criteri usati per le datazioni (geomorfologici, stratigrafici, geocronometrici, archeologici, storici, con elementi che permettano di capire il loro grado di precisione) ed evidenziando tutti i casi in cui la sedimentazione stia continuando nelle condizioni presenti.

Nella legenda andranno sotto la dicitura Olocene, salvo diverse situazioni che ne allarghino l'intervallo di età.

### 2.4.3. Proposte per i sovrassegni indicanti litologia e litofacies dei depositi

La cartografia geologica italiana e quella straniera utilizzano tradizionalmente per i depositi continentali quaternari semplici colori di fondo pallidi senza sovrassegni oppure simboli minuti e retini su fondo bianco o su colori di fondo pallidi.

La presente guida, prevedendo l'utilizzo di unità stratigrafiche diverse dall'uso tradizionale, comporta l'impiego di vari colori di fondo, uno per ciascuna delle UBSU descritte.

E' inoltre necessario che i sovrassegni non siano troppo coprenti in modo da facilitare la lettura dei segni topografici della base cartografica.

In questo senso si raccomanda, ad esempio, che i sovrassegni relativi ai corpi di frana siano leggeri e spazati, che la distribuzione dei depositi glaciali, fuori dai fogli con ghiacciai attuali, sia resa solo con il colore omogeneo di fondo dell'UBSU corrispondente, anzichè con sovrassegni; che i conoidi siano indicati con ventagli di trattini sottili anzichè con tratti grossi allargati; che la linea che indica il bordo esterno di un terrazzo sia affiancata da trattini radi e corti. E' necessario inoltre che la simbologia sia la più semplice possibile, di facile lettura e immediata comprensione.

*Colore dei sovrassegni e simboli* - Per i sovrassegni e i simboli del Quaternario continentale sono da usarsi colori di particolare evidenza. Per fenomeni genetici diversi, variando i colori, aumenta la possibilità di usare rigature e puntini abbastanza somiglianti tra loro; esempio: simbolini poligonali potrebbero indicare materiali "a grossi blocchi", cambiando colore quando si tratti di corpi di frana o di detrito di falda o di depositi glaciali attuali; si introdurrebbe una variante al normale simbolo dei rispettivi depositi, eventualmente mescolando i simboli.

*Fondo bianco e fondo colorato* - Il fondo bianco è riservato ai depositi attuali e subattuali, il fondo colorato alle varie unità via via più antiche.

Per maggiori distinzioni, anche di significato cronologico, nell'ambito dei depositi subattuali, si suggerisce di introdurre variazioni nei simbolismi o nella loro densità.

*Oggetti da indicare, scelte terminologiche e simboli proposti* - Si ribadisce il principio che la carta geologica definisce le unità stratigrafiche (indipendentemente dal fatto che esse corrispondano a corpi rocciosi o a coltri sedimentarie superficiali sciolte) e subordinatamente dà alcune informazioni geomorfologiche mediante simboli.

Si ridiscute qui, come esempio, il caso dei terrazzi. Andranno distinti, in arce con terrazzi, i corpi sedimentari alluvionali, o fluvio-glaciali, o di spiaggia, secondo le regole indicate in altri paragrafi, ma si useranno le parole "terrazzo" e "terrazzato" solo nelle descrizioni, in quanto si riferiscono alla forma e non alla unità sedimentaria. La forma risulterà dalla base topografica e verrà ulteriormente precisata dalla linea dentata che indica il bordo esterno del terrazzo. La genesi dei terrazzi va discussa nel capitolo geomorfologico delle note illustrative.

I rapporti tra i vari ordini di terrazzi andranno precisati nello schema dei rapporti stratigrafici a margine e nelle note illustrative, con i dovuti riferimenti a luoghi e dislivelli.

Ove le spianate siano state modellate per erosione, si riporterà in carta il bordo esterno e, ovviamente, il substrato prequaternario o i sedimenti che costituiscono ciascuna parte della spianata stessa.

*Sovrassegni proposti* - Il principio ispiratore della simbologia proposta a pagina 203 è quello di utilizzare lo stesso simbolo per ogni litofacies su fondo bianco, sovrapposto su fondi colorati a seconda dell'unità di appartenenza. In questo modo, ad una lettura stratigrafica corretta, si somma una comprensione degli ambienti sedimentari facile ed immediata, in quanto identica indipendentemente dall'unità di appartenenza.

#### 2.4.4. Esempi di termini da evitare

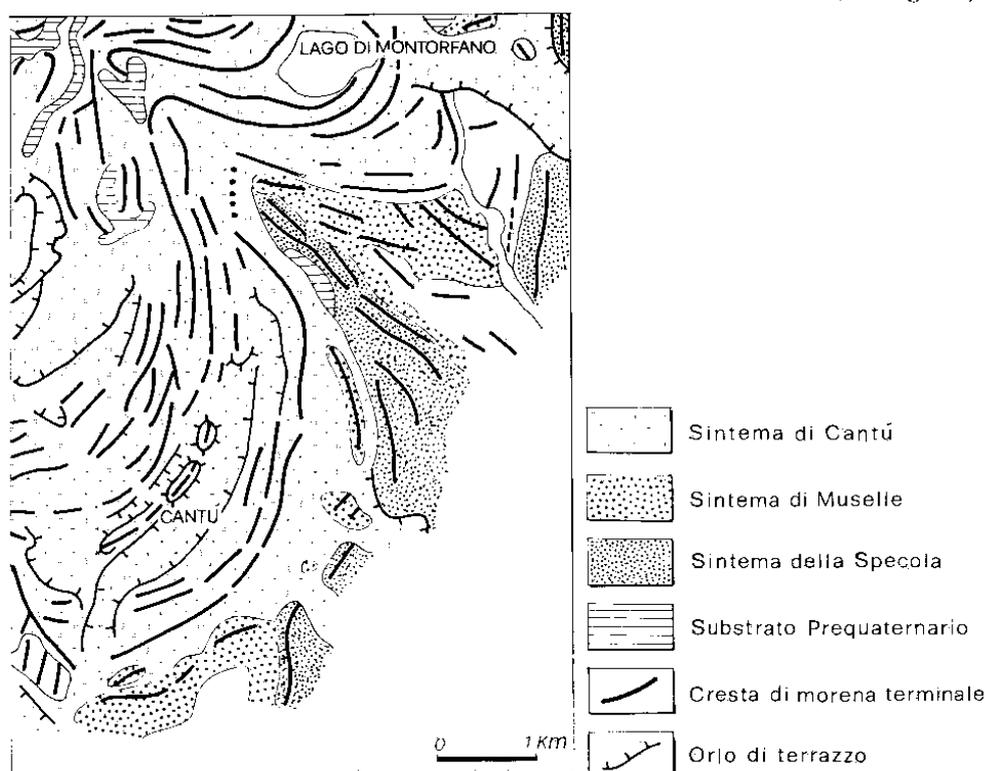
Nella descrizione delle varie unità continentali quaternarie si dovrà porre attenzione a non usare termini scorretti, ambigui o legati a consuetudini superate.

Si riportano a titolo di esempio alcuni termini da evitare:

- terrazzo morfologico (l'aggettivo esprime una cosa ovvia);

- depositi fluviolacustri (meglio: depositi alluvionali e lacustri);
- terrazzo medio - recente, medio - antico, ecc. (essendo aggettivi che esprimono una cronologia relativa, ma in modo vago e ambiguo); è necessario usare invece distinzioni riferite ad un'area tipo: toponimi per le formazioni alluvionali come stabilito dai codici;
- terrazzo orografico, terrazzo poligenico (usati dagli autori con significati variabili);
- terrazzo, con significato di "sedimenti alluvionali costituenti un terrazzo" (meglio: sedimenti alluvionali);
- livello fondamentale della pianura (di significato locale, non generalizzabile);
- *Diluvium, Alluvium*.
- morenico rimaneggiato (se non è un deposito glaciale, indicare se si tratta di un deposito di versante o altro).

**Figura 3.** - Carta schematica di parte dell'Apparato glaciale di Como (con legenda).



**SINTEMA DI CANTU'** - Depositi glaciali, fluvioglaciali, fluviali, di contatto glaciale, lacustri, deltizi, di versante. Cementati solo localmente. Superficie limite superiore: morfologia ben conservata, copertura loessica assente, profilo di alterazione poco evoluto con profondità massima del fronte di decarbonatazione di circa 2 m, colore 10YR. Età geocronometrica compresa tra 27000 e 12000 anni  $^{14}\text{C}$  BP. *PLEISTOCENE SUPERIORE*

**SINTEMA DI MUSELLE** - Depositi glaciali, fluvioglaciali, fluviali, di contatto glaciale, lacustri. Cementati spesso in profondità. Superficie limite superiore: morfologia con forme da ben conservate a depresse, copertura loessica sempre presente con spessore variabile sino ad un massimo di un metro circa, profilo di alterazione evoluto con profondità massima del fronte di decarbonatazione intorno ai 3 - 4 m, colore 10YR tendente a 7.5YR. Età geocronometrica > 27000 anni  $^{14}\text{C}$  BP.  
*PLEISTOCENE SUPERIORE ? o PLEISTOCENE MEDIO ?*

**SINTEMA DELLA SPECOLA** - Depositi glaciali, fluvioglaciali, fluviali, di contatto glaciale. Cementati in profondità. Superficie limite superiore: morfologia poco evidente, copertura loessica sempre presente di spessore variabile sino ad alcuni metri, profilo di alterazione molto evoluto con profondità massima del fronte di decarbonatazione di 7 m, clasti carbonatici, granitoidi e scistosi completamente alterati, clasti gneissici e quarziticci coperti da una patina rossastra, forte contenuto in argilla, colore 7.5YR talora tendente a 5YR.  
*PLEISTOCENE MEDIO*