

SULL'OPPORTUNITÀ DI INTRODURRE L'INDICAZIONE DEL BACINO DI PROVENIENZA DEI SEDIMENTI NELLE CARTE GEOLOGICHE DELLE AREE DI PIANURA¹

V. Anselmo*, F. Carraro** & S. Lucchesi**

*Dipartimento di Economia ed Ingegneria Agraria, Forestale ed Ambientale (DEIAFA), Università di Torino.
Via Leonardo Da Vinci, 44 - 10095 Grugliasco (Torino) - e-mail: <anselmo@agraria.unito.it>

**Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Torino
Via Valperga-Caluso, 35-10125 Torino. E-mail: <carraro@dst.unito.it>

RIASSUNTO - *Sull'opportunità di introdurre l'indicazione del bacino di provenienza dei sedimenti nelle carte geologiche delle aree di pianura* - Il Quaternario *Italian Journal of Quaternary Sciences*, 14(1), 2001 - Nel corso del rilevamento di un esteso settore della pianura piemontese centrato attorno a Torino tra i parametri utilizzati per discriminare le singole unità, secondo il criterio allostratigrafico, si è ritenuto indispensabile introdurre anche quello del bacino di provenienza: questa informazione appare irrinunciabile sia per una corretta ricostruzione dell'evoluzione geologica locale, sia per i risvolti applicativi che questa interpretazione ha nell'utilizzazione del territorio. Nel caso specifico non si coglierebbero gli importanti fenomeni di deviazione fluviale che nel tardo Pleistocene superiore-Olocene hanno interessato la pianura piemontese, né ci si renderebbe conto che l'attuale corso del Po si sviluppa su sedimenti in gran parte di provenienza Tanaro e che il T. Sangone scorre su sedimenti di provenienza Dora Riparia. Queste circostanze hanno risvolti molto importanti ad esempio per quanto attiene l'estrazione di ghiaie, la valutazione del bilancio escavazione-rispascimento, la tendenza evolutiva dei corsi d'acqua e la scelta delle tipologie di opere di sistemazione idraulica.

ABSTRACT - *About the suitability of introducing sediments provenance basin in geological mapping of plains.* - Il Quaternario *Italian Journal of Quaternary Sciences*, 14(1), 2001 - *During the field survey of a wide area of the Piemonte plain around Torino, following allostratigraphic criteria, the introduction of the sediments provenance basin has been considered an essential parameter to distinguish single units: this seems to be an irremissible information both for a correct reconstruction of local geological evolution and for applied researches in land use. In this particular case neither the important fluvial deviations that affected the Piemonte plain in Late Upper Pleistocene - Holocene nor that the present Po river channel is mainly developed in sediments of the Tanaro basin nor that the Sangone river flows on sediments of the Dora Riparia basin would have been recognised without introducing sediments provenance basin. These circumstances have important implications in gravel quarrying, in evaluating the excavation-filling balance and the trend evolution of rivers and in choosing the typology and setting of hydraulic structures.*

Parole chiave: allostratigrafia, cartografia geologica, geologia del Quaternario
Key words: *allostratigraphy, geological mapping, Quaternary geology*

1. PREMESSA

Fino ad una ventina di anni fa si riteneva che a controllare l'evoluzione geologica in ambito continentale fosse prevalentemente la variabile climatica, e quindi si pensava che le principali variazioni climatiche avessero riscontri ubiquitari che venivano inquadrati nello schema cronologico introdotto da Penck & Brückner (1909). Per questo motivo, nel rilevare il Quaternario, se si riusciva a definire l'età di una determinata unità presente in un bacino idrografico e in un altro bacino si accertava la presenza di una seconda unità cronologicamente correlabile con la prima, si dava per scontato che fossero analogamente correlabili tutti gli altri termini delle due successioni.

Con il progredire delle ricerche, e soprattutto con la presa di coscienza dell'importanza del ruolo della neotettonica, si è invece raggiunta la consapevolezza che l'evoluzione geologica di un determinato bacino è avvenuta ed avviene in maniera in una certa misura indipendente (o meglio non direttamente dipendente) da quella di un altro bacino, anche contiguo: ciò si verifica perché l'evoluzione geologica in un punto

qualsiasi della superficie topografica è il risultato della composizione locale, nel tempo, di più variabili tra loro indipendenti, e tra queste soprattutto della mobilità tettonica e della variazione delle condizioni climatiche, oltre che di altri fattori locali (situazione pregressa, situazione al contorno, dimensioni, sviluppo altimetrico ed esposizione del bacino, erodibilità delle rocce in cui, nel tempo, risulta di volta in volta modellato il bacino, disponibilità di materiale mobile, ecc.).

Ci si è resi cioè conto che in ambito continentale avviene esattamente quello che vent'anni prima si era capito avvenire in ambito marino, quando nella cartografia geologica si sono sostituite quelle che fino allora erano state ritenute unità cronostratigrafiche con le unità litostratigrafiche. Non si capisce, del resto, perché non sarebbe dovuto essere così.

Come nella geologia delle formazioni marine è prassi consolidata definire successioni stratigrafiche diverse per bacini diversi (ad esempio in una carta geologica depositi cretaci superiori del Bacino Bellunese saranno differenziati da depositi della stessa età dell'Alto Trentino, indipendentemente dalla differenza o meno di facies) anche in ambito continentale non è

perciò possibile considerare a priori correlabili unità di bacini diversi che, almeno apparentemente, mostrano di avere una posizione stratigrafica confrontabile

Che l'evoluzione geologica di un bacino continentale sia controllata, oltre che dalla variabile climatica anche da altri fattori, primo tra questi la mobilità tettonica, lo si può constatare osservando come il numero dei terrazzi allo sbocco di una valle sia diverso da quello dei terrazzi di un'altra valle, anche contigua; lo stesso dicasi per il numero di cerchie di due anfiteatri morenici. La differenza diviene ancora di più evidente se il confronto viene effettuato tra superfici terrazzate o cerchie moreniche che presentano gradi di evoluzione pedogenetica confrontabili: si vede allora che, se in un bacino i terrazzi caratterizzati da un suolo con un determinato grado di evoluzione sono, ad esempio, due, nel bacino contiguo può essercene invece uno solo; i terrazzi caratterizzati da suoli con un altro grado di evoluzione possono essere tre in un caso e neanche uno nell'altro.

2. ASPETTI CARTOGRAFICI

La necessità di far fronte alla prospettiva così delineata ha stimolato l'avvio in diversi Paesi di una serie di approcci innovativi alla cartografia del Quaternario, e tra questi l'adozione dell'allostratigrafia che, alla luce della sperimentazione fin qui fatta, meglio di ogni altro mostra di soddisfare le nuove esigenze.

Com'è noto un'unità allostratigrafica è "*a mappable stratiform body of sedimentary rock that is defined and identified on the basis of its bounding discontinuities*". Analizzando il significato intrinseco di questo tipo di unità si potrebbe dire che un'unità allostratigrafica rappresenta il riscontro di un episodio, con collocazione temporale ed estensione spaziale determinate, durante il quale le diverse variabili in gioco hanno agito componendosi a dare una sola unità sedimentaria (pur se costituita da diverse litofacies) delimitata a letto e a tetto da discontinuità. In particolare spazialmente questa può estendersi a comprendere più bacini, un unico bacino, o molto spesso solo parte di un bacino.

La definizione e le norme di attuazione dell'allostratigrafia, contenute nel "*North American Stratigraphic Code*", non indicano esplicitamente che nell'applicazione di questo criterio i termini delle successioni di bacini diversi non sono correlabili a priori, ma questa condizione deriva implicitamente dai presupposti in esse espressi. Detto in altre parole, la correlabilità tra unità allostratigrafiche di bacini diversi non può e non deve essere assunta a priori ma dimostrata.

Operando in aree montuose, l'estrema scarsità di elementi di datazione che caratterizza le formazioni continentali rende quindi praticamente impossibile qualsiasi correlazione tra successioni di bacini diversi. Il problema può essere più efficacemente affrontato estendendo il rilevamento a comprendere il settore di pianura, dove, venendo in rapporto diretto tra loro le diverse successioni, è possibile stabilire quanto meno una cronologia relativa tra termini di successioni diverse.

Ma anche in questo caso, se per qualche unità è

possibile giungere ad una soddisfacente correlazione, per altre ciò resta impossibile. Solo rilevando gli interi bacini è perciò possibile tentare le correlazioni tra di essi, ma non è detto che ci si riesca sempre. Nell'ottica di produrre un documento cartografico il più obiettivo possibile, è preferibile in questi casi non forzare i dati per giungere comunque ad una correlazione, ma mantenere distinte le diverse successioni, procedura questa che per le successioni marine è considerata normale.

Da quanto sopra esposto ci sembra risulti l'opportunità, in fase di raccolta dati, cioè nel corso del rilevamento, di raccogliere anche elementi (litologia dei clasti e mineralogia delle sabbie) che consentano di definire il bacino di provenienza delle diverse unità.

3. ASPETTI APPLICATIVI

La procedura cartografica alla quale si è accennato risulta opportuna non solo per ottenere tutti gli elementi necessari per giungere ad una corretta ricostruzione dell'evoluzione geologica, ma anche per le ricadute di tipo applicativo che questo tipo di dato in molti casi mostra di avere. A questo proposito si possono fare due esempi.

Per illustrare gli esempi che seguono si proporrà il confronto tra la cartografia disponibile e quella che si otterrebbe introducendo nella stessa la distinzione delle unità in base al bacino di appartenenza. Va precisato che, essendo scopo di questa nota unicamente quello di proporre l'introduzione del parametro "bacino di appartenenza dei sedimenti", dimostrandone l'utilità, la distinzione in oggetto è stata effettuata utilizzando dati di tipo puntuale e non deriva quindi da un rilevamento sistematico. Nei casi citati le età delle diverse unità sono state riprese acriticamente dai documenti citati, omogeneizzandole tra loro e adattando semplicemente i termini cronologici in essi utilizzati alla scala cronologica attualmente in uso. Inoltre, essendo le carte, presentate a puro scopo dimostrativo, riprese *in toto* dalla cartografia preesistente, si è assunto che i termini della successione stratigrafica, cartografati nei documenti originari come unità litostratigrafiche, essendo delimitati tra loro da superfici di discontinuità (superfici di appoggio basale erosive o scarpate di terrazzi), possano in una prima, grossolana approssimazione, essere assimilate ad unità allostratigrafiche.

Una situazione che si riscontra più frequentemente di quanto non possa sembrare, è quella di un corso d'acqua che scorre per un tratto più o meno lungo su una superficie topografica costituita da sedimenti depositi da altri fiumi: tale circostanza può rappresentare la conseguenza di fenomeni di deviazione fluviale, assai frequenti nelle aree di pianura, o della "nascita" di corsi d'acqua nuovi. In questi casi il riconoscimento e la distinzione del bacino di provenienza diventa essenziale: come vedremo, la corretta interpretazione del fenomeno può avere infatti importanti riflessi, oltre che sotto il profilo scientifico, anche sotto quello applicativo.

Nella cartografia geologica ufficiale (Bortolami *et al.*, 1969a; 1969b; Boni *et al.*, 1970; Calderini *et al.*, 1970), omogeneizzata e semplificata in Fig.1a, la Pianura Piemontese circostante Torino risulta costituita da

unità di diversa età: dalle legende si percepisce inoltre che queste sono formate da litofacies diverse.

Nella Fig. 1b, realizzata secondo le modalità indicate in precedenza¹, si coglie immediatamente che il fiume Po, a valle di Moncalieri, nel tratto compreso nella carta, non è mai fiancheggiato da depositi, appartenenti al proprio bacino più antichi della parte superiore del Pleistocene superiore; depositi di questa età, riferibili al bacino del Po (o più precisamente a quello dell'antico percorso del Po, indicato come paleo-Po), sono invece presenti sul prolungamento verso Est del tratto iniziale dello stesso fiume, nell'area compresa tra il rilievo della Collina di Torino ed i rilievi del Braidese, nota in letteratura come Altopiano di Poirino. Questa rappresentazione consente di riconoscere immediatamente l'importante fenomeno di deviazione fluviale subito dal fiume, non percepibile dalla cartografia ufficiale, e l'intervallo di tempo in cui questo si è verificato (Pleistocene superiore).

La stessa rappresentazione cartografica consente di percepire anche un secondo, importante fenomeno di deviazione fluviale, la ben nota tracimazione che il Fiume Tanaro ha subito in tempi ancora più recenti immediatamente a monte dell'abitato di Bra: fino a circa 40.000 anni fa questo fiume proseguiva oltre Bra in direzione NW a confluire nel Po, nell'andamento che quest'ultimo ha assunto dopo il fenomeno di deviazione appena ricordato, all'incirca all'altezza di Villastellone. La persistente migrazione verso destra di questo corso d'acqua ne ha determinato la tracimazione verso Est ad assumere l'attuale percorso (cfr. Carraro *et al.*, 1995, *cum bibliogr.*).

In particolare la diversione del Po ha riflessi applicativi tutt'altro che trascurabili: il nuovo tratto di fiume a valle di Moncalieri scorre su sedimenti che, per litologia dei clasti e per granulometria, non appartengono al proprio bacino. La discordanza fra le dimensioni del materiale trasportato e quelle dei sedimenti che ne costituiscono l'alveo porta ad un'evidente conseguenza: l'asportazione artificiale dei materiali presenti in alveo determina la rimozione di depositi che non saranno sostituiti nel corso delle piene con sedimenti analoghi.

A tale proposito, la normativa in vigore fino al 1997 (D.M. no. 523 del 1904, art. 97) stabiliva che:

"sono opere ed atti che non si possono eseguire se non con speciale permesso del prefetto [...]: m) l'estrazione di ciottoli, ghiaia, sabbia ed altre materie dal letto dei fiumi, torrenti e canali pubblici, eccettuate quelle località ove per invalsa consuetudine si suole praticare senza speciale autorizzazione per usi pubblici o privati. Anche per queste località però l'autorità amministrativa limita e proibisce tali estrazioni ogni qualvolta riconosca poterne il regime delle acque e gli interessi pubblici e privati essere lesi".

¹ Il rilevamento *ex-novo* di questa stessa area, con l'utilizzazione del criterio allostratigrafico e la suddivisione delle unità in base al bacino di appartenenza, è attualmente in corso nella realizzazione della Carta-prototipo "Carta geologica del settore della pianura piemontese compreso tra la Stura di Lanzo ed il Pellice" nell'ambito dell'Accordo di Programma tra Servizio geologico e C.N.R. I dati ricavati da questo rilevamento, in parte effettuato dopo la stesura della presente nota, sono stati però utilizzati solo in parte minima nella realizzazione della Fig. 1b.

La consuetudine dell'estrazione poteva sembrare sinonimo di disponibilità di materiali nella località di prelievo.

Solo con l'approvazione (D.P.C.M. 24.7.1998, G.U. 9.11.98, n. 262) del Piano Stralcio delle Fasce Fluviali, elaborato dall'Autorità di Bacino del Fiume Po si prevede (art. 6 delle Norme di Attuazione) che: *"nella Fascia Fluviale A Fascia di deflusso della piena sono consentiti: c) i prelievi manuali di ciottoli, senza taglio di vegetazione, per quantitativi non superiori a 150 m³ annui"* (non indicando peraltro la superficie interessata). La stessa normativa introduce inoltre il controllo della dinamica fluviale nel reticolo idrografico principale del bacino, monitorando le sezioni trasversali degli alvei, le caratteristiche granulometriche dei depositi di fondo, il trasporto solido in sospensione e al fondo con definizione anche delle frequenze di ripetizione dei rilievi e le modalità operative per giungere ad un bilancio del trasporto solido in corrispondenza delle sezioni di chiusura dei bacini montani dei principali affluenti del Po.

Il secondo esempio riguarda il T. Sangone che confluisce nel F. Po alla periferia occidentale della città di Torino. In Figura 2a viene riprodotta la rappresentazione cartografica riportata nel Foglio 56, "Torino". Un recente studio (Florian, 1995), che ha avuto per oggetto la ricostruzione dell'evoluzione geologica quaternaria di questo bacino, ha evidenziato la presenza di un complesso di depositi lacustri, intensamente deformati per glacioteonica, in prossimità dello sbocco di questo corso d'acqua nell'alta pianura (a monte del tratto compreso nella carta); i rapporti tra questi sedimenti e l'Anfiteatro Morenico di Rivoli-Avigliana indicano come questi si siano depositi durante il Pleistocene superiore per sbarramento della valle ad opera delle cerchie più esterne dell'Anfiteatro Morenico di Rivoli-Avigliana, in fase di costruzione. Le ghiaie che costituiscono il letto di questo corso d'acqua nell'alta pianura sono visibilmente quelle dell'esteso *apron* fluvioglaciale dell'anfiteatro morenico, appartenenti quindi al bacino della Dora Riparia (Fig. 2b); a differenza di quanto rappresentato nel Foglio 56, "Torino", i terrazzi che fiancheggiano l'alveo hanno mostrato di corrispondere a forme di erosione scolpite nelle stesse ghiaie; i sedimenti attualmente trasportati e depositi dal Sangone in occasione degli eventi di piena hanno invece una granulometria sabbiosolima.

Attualmente il Sangone scorre quindi su sedimenti prevalentemente ghiaiosi provenienti da un bacino diverso dal proprio, caratterizzati tra l'altro da una granulometria molto più grossolana di quella compatibile con la propria capacità di trasporto. Anche se, in occasione di piene particolarmente importanti, il Sangone mostra di redistribuire, su percorsi più o meno lunghi, lo spessore più superficiale delle ghiaie in cui ha impostato il proprio letto: queste rappresentano tuttavia la soglia massima di capacità di trasporto del corso d'acqua, ben inferiore a quella che si poteva ritenere senza comprendere la particolare situazione descritta per il corso d'acqua.

Questa considerazione, emersa in occasione dello scavo di un canale scolmatore, ha importanti ricadute sulla scelta delle tipologie di opere di sistemazione idraulica: il carattere più evidente dell'attività del Sangone risulta la tendenza ad erodere le sponde,

come dimostra il confronto fra l'ampiezza dell'alveo demaniale attuale e quella, assai minore, riportata nelle mappe catastali di epoca napoleonica.

La difesa di una sponda oggetto di erosione da parte della corrente, avviene, di solito, ricorrendo alla realizzazione di una scogliera in massi di cava. Spesso, dopo tali interventi, si assiste alla migrazione longitudinale dell'erosione che viene ad interessare tratti a valle di quello protetto. La constatazione che il corso d'acqua ricava dalle sponde materiali più grossolani di quelli suoi propri e che quindi si viene a trovare nella impossibilità di trasportarli, suggerisce l'uti-

lità di ricorrere in alternativa a pennelli o repellenti sommergibili, realizzati con direzione ortogonale alla sponda o controcorrente, in modo da raccogliere al centro dell'alveo la corrente durante gli stati di magra e morbida, senza limitare la sezione necessaria al convogliamento delle portate di piena. Si ritiene di ottenere così l'allontanamento della corrente dalle sponde con la conseguenza che, nell'alveo attivo, verranno a trovarsi solo materiali di dimensioni compatibili con la capacità di trasporto della corrente. La sistemazione a repellenti fu inizialmente citata come rimedio per la chiusura di "lunate" ed ora compare fra

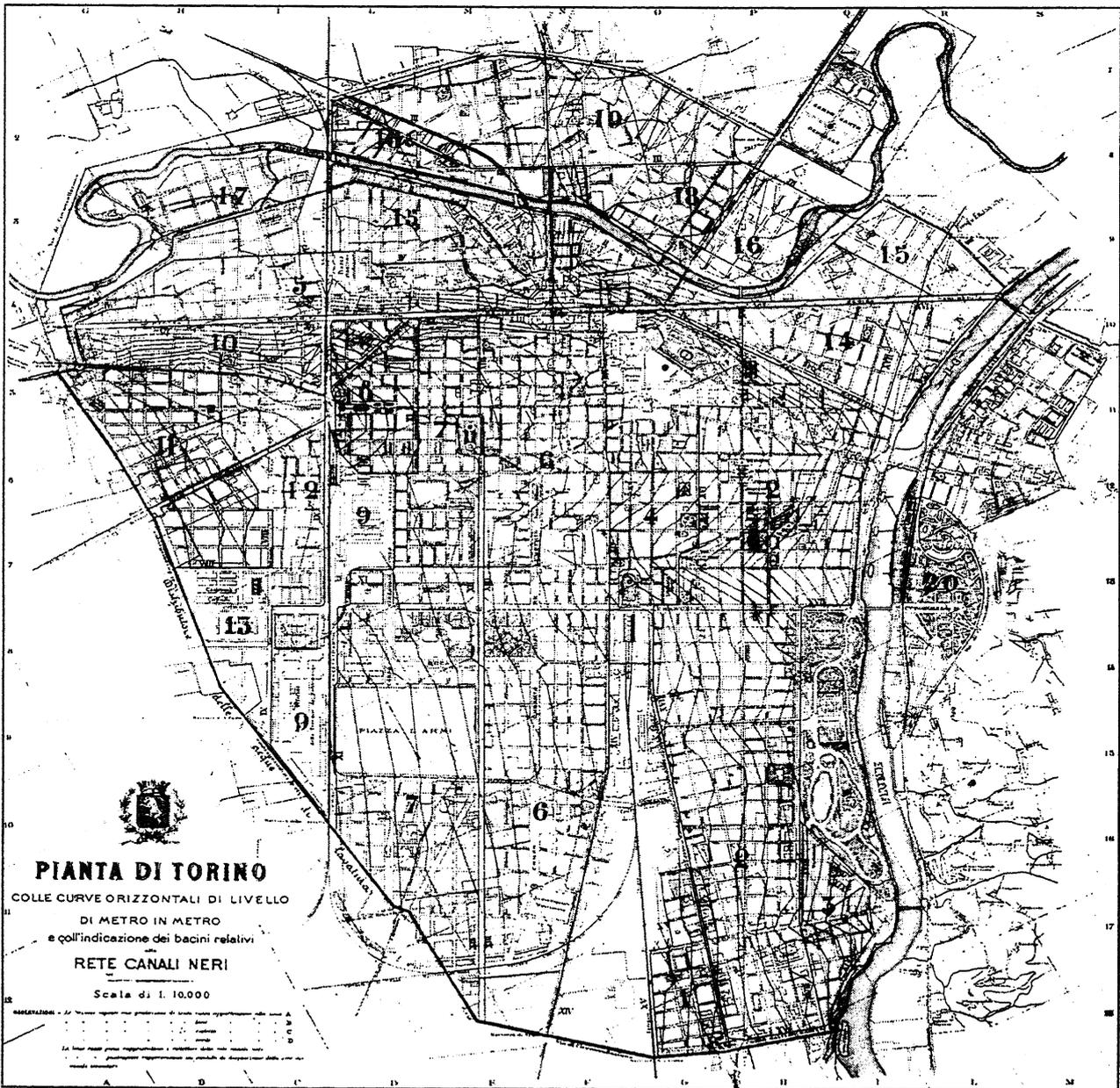


Fig. 3 - "Pianta di Torino colle curve orizzontali di livello di metro in metro e coll'indicazione dei bacini relativi alla rete di canali neri" (1893): le isoipse evidenziano la morfologia legata al reticolato idrografico epigenetico.

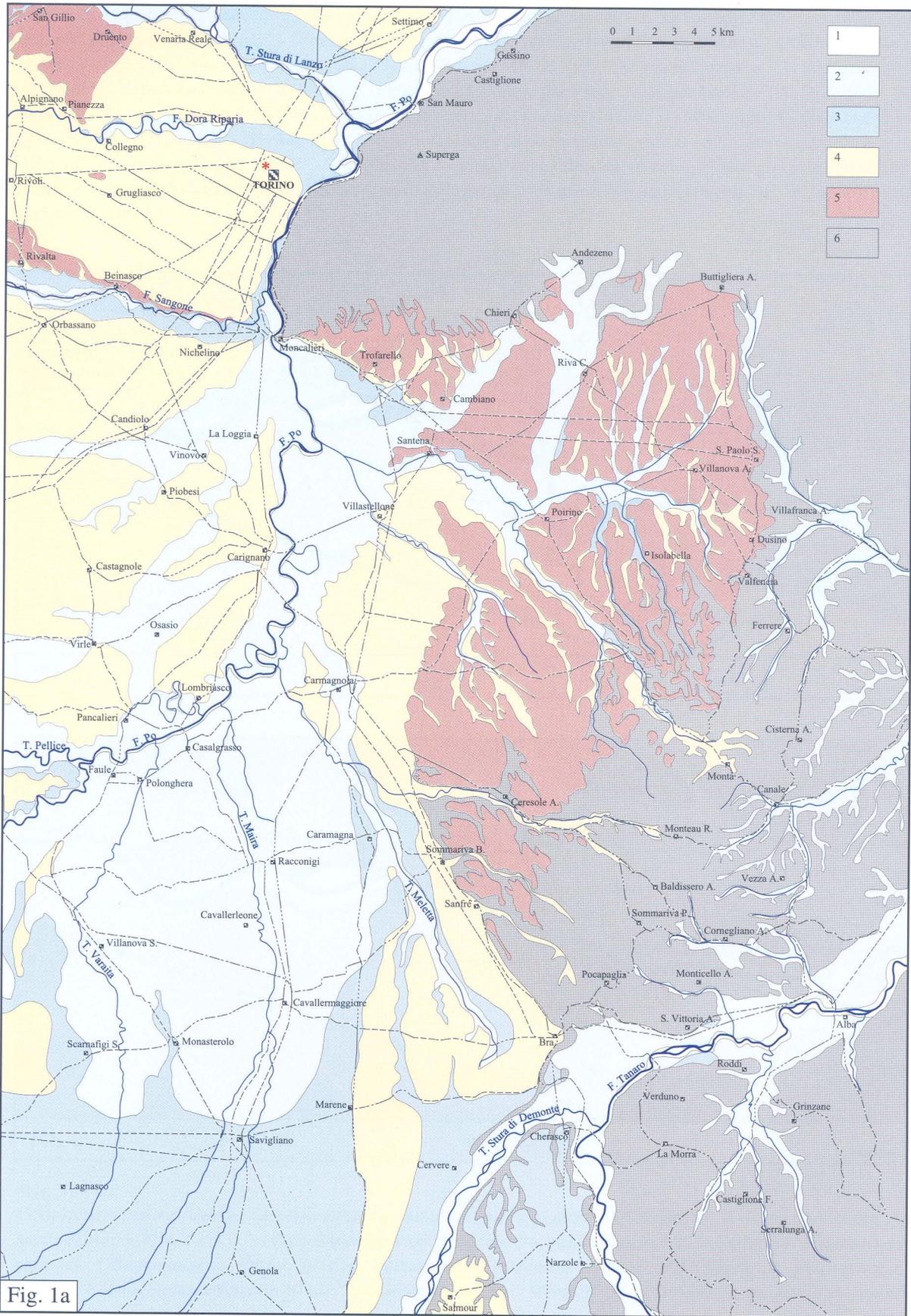
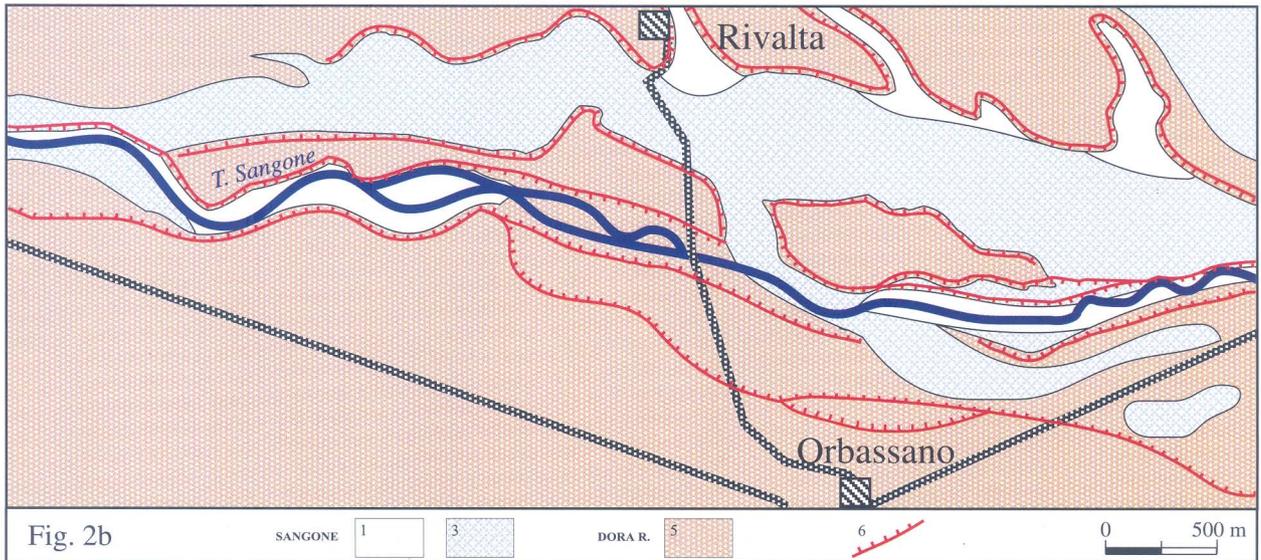
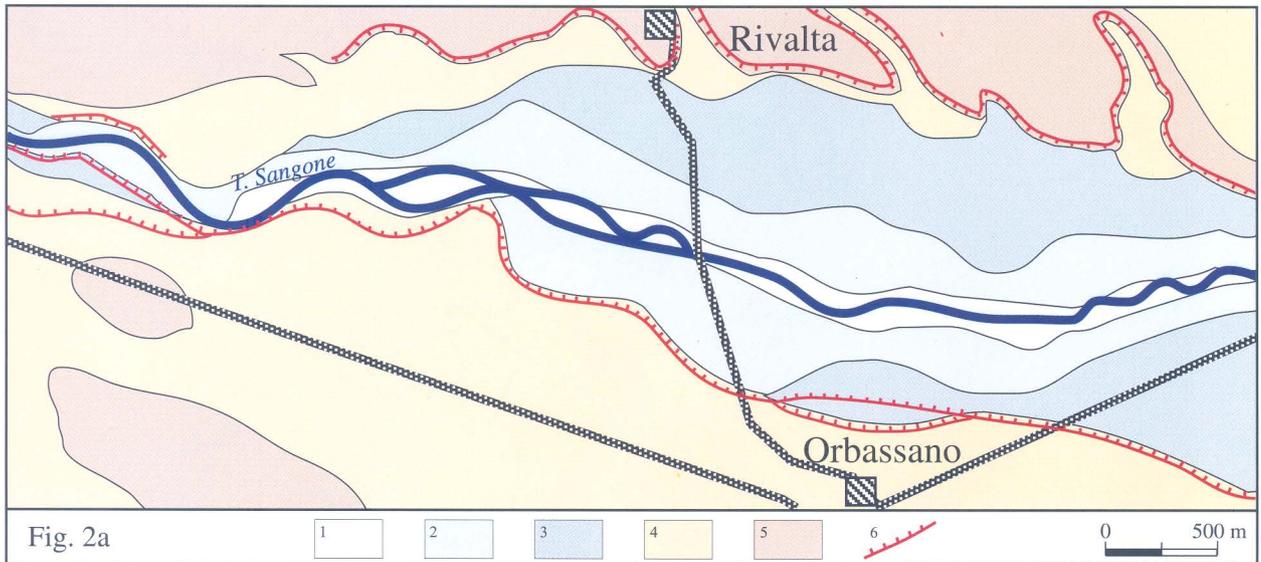


Fig. 1a

← Figg. 1a - 1b

1 - Olocene superiore - attuale: "Alluvioni ghiaioso-sabbiose recenti ed attuali" (F. 56 Torino), "Alluvioni attuali degli alvei dei corsi d'acqua" (F. 69 Asti); 2 - Olocene inferiore: "Alluvioni medio-recenti" (F. 56 Torino), "Alluvioni medio-recenti" (F. 68 Carmagnola), "Alluvioni postglaciali e Fluviale recente" (F. 69 Asti), "Alluvioni... recenti" (F. 80 Cuneo), "Depositi alluvionali... attuali e recenti" (F. 81 Ceva); 3 - Pleistocene superiore parte sup.: "Alluvioni antiche" (F. 56 Torino), "Alluvioni antiche - Fluviale Würm" (F. 68 Carmagnola), "Alluvioni... dei piani terrazzati" (F. 80 Cuneo); 4 - Pleistocene superiore parte inf.: "Fluvioglaciale e fluviale Riss" (Fogli 56 Torino e 68 Carmagnola), "Alluvioni... ferrettizzate" (F. 80 Cuneo), "Potenti cerchie moreniche... (Riss)" (F. 56 Torino); 5 - Pleistocene inferiore - medio: "Fluvioglaciale e fluviale Mindel" (Fogli 56 Torino e 68 Carmagnola), "Fluviale medio" (F. 69 Asti), "Depositi morenici (Mindel)" (F. 56 Torino); 6 - Substrato prequaternario.



Figg. 2a - 2b

1 - Olocene superiore - attuale: "Alluvioni ghiaioso-sabbiose recenti ed attuali" (F. 56 Torino); 2 - Olocene inferiore: "Alluvioni medio-recenti" (F. 56 Torino); 3 - Pleistocene superiore parte sup.: "Alluvioni antiche" (F. 56 Torino); 4 - Pleistocene superiore parte inf.: "Fluvioglaciale e fluviale Riss" e "Potenti cerchie moreniche... (Riss)" (F. 56 Torino); 5 - Pleistocene inferiore - medio: "Fluvioglaciale e fluviale Mindel" e "Depositi morenici (Mindel)" (F. 56 Torino); 6 - principali scarpate di orlo di terrazzo.

i provvedimenti di difesa idraulica distribuiti per la conservazione dell'assetto dell'alveo (Viappiani, 1926; Jäggi, 1995; Manciola *et. al.*, 1998; CHL, <http://chl.wes.army.mil/research/hydstruct/bankprotect/>).

In questo tipo di problematica una situazione particolare è rappresentata dai corsi d'acqua che sviluppano non solo un tratto, come nei casi precedenti, ma l'intero loro corso su depositi legati geneticamente ad altri bacini. Oltre ai cosiddetti "fiumi di risorgiva", è questo il caso, molto più diffuso, di corsi d'acqua che costituiscono il reticolato idrografico epigenetico, cioè nato su antiche superfici di accumulo "stabilizzate" dei corsi d'acqua di impostazione più antica. Il problema è in questo caso quello di evidenziarne la natura epigenetica e delimitarne il bacino, non essendo possibile distinguere i depositi attualmente abbandonati dal corso d'acqua da quelli sui quali questo è impostato. Emblematico, al riguardo, ci sembra il caso che descriviamo di seguito: nel 1991, in un settore degli scavi effettuati per realizzare le fondazioni della Città della Giudiziaria di Torino (indicata con un asterisco in Figura 1a), aperti nelle ghiaie fluviali dell'*apron* fluvio-glaciale dell'Anfiteatro Morenico di Rivoli-Avigliana, sono stati riconosciuti ciottoli millimetrici, arrotondati, di laterizi: più in particolare, quelli presenti fino alla profondità di circa 5 m dal p. c. erano di colore rosso violaceo, mostrando di derivare da materiale di età medievale; quelli rinvenuti tra 5 ed 8 m presentavano invece colore rosso giallastro, caratteristico dei laterizi di età romana. Il rinvenimento appariva in contrasto con l'interpretazione rappresentata nella cartografia geologica ufficiale (Bortolami *et al.*, 1969b) che indica che la città di Torino è interamente costruita sul "*fluvio-glaciale Riss*" (da ringiovanire all'ultima glaciazione, secondo i dati più recenti). In seguito, nel corso degli scavi effettuati per la realizzazione del Passante Ferroviario, la stessa situazione è stata riconosciuta in altri settori del territorio metropolitano. L'analisi della distribuzione areale dei depositi contenenti frammenti fluitati di manufatti ha mostrato che gli stessi sono contenuti in larghi canali naturali, intagliati nei depositi fluvio-glaciali pleistocenico-superiori, che costituiscono il reticolato idrografico impostatosi dopo la "stabilizzazione" della superficie di accumulo fluvio-glaciale. Nel caso specifico la loro originaria evidenza morfologica è stata completamente obliterata dall'intensa e generalizzata urbanizzazione come appare dalla "*Pianta di Torino colle curve orizzontali di livello di metro in metro e coll'indicazione dei bacini relativi alla rete di canali neri*" del 1893 (Fig. 3).

5. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Dagli esempi sopra esposti ci sembra emerga in modo sufficientemente chiaro l'opportunità di introdurre nelle carte geologiche di pianura anche l'indicazione del bacino di provenienza dei sedimenti. Può sembrare che la rappresentazione di questa ulteriore informazione da un lato complichino la leggibilità e dall'altro aumenti i costi di realizzazione delle carte geologiche. Nelle figure esemplificative dell'applicazione di questo metodo (Figg. 1b e 2b), per indicare i diversi bacini di provenienza di unità con età confrontabile è

stata usata la medesima tonalità di colore, resa però con retinature diverse. Questa soluzione, utilizzata anche nei fogli geologici sperimentali, relativi ad aree alpine, finora prodotti dalle due unità operative di Torino nell'ambito del progetto CARG (Carraro, 1999; Polino, 1999), concilia sia i problemi di leggibilità sia quelli dei costi di stampa.

LAVORI CITATI

- Anonimo (1893) - "*Pianta di Torino colle curve orizzontali di livello di metro in metro e coll'indicazione dei bacini relativi alla rete di canali neri*", scala 1:10.000. Archivio Storico del Comune di Torino, Tipi e Disegni, 48.2.17
- Autorità di bacino del Fiume Po (1997) - *Piano Stralcio delle Fasce Fluviali*, Parma (disponibile sul sito Internet www.adbpo.it)
- Boni P., Braga G.P., Bruno G., Casnedi R., Corsi M., Gatto G., Motta E., Perotto G.F., Rampoldi R. & Mosna S. (1970) - *Foglio 69, "Asti", della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000*. (II ed.) Serv. Geol. It.
- Bortolami G.C., Carraro F., Crema G.C., Petrucci F., Sacchi R., Sturani C. & Tagliavini S. (1969a) - *Foglio 68, "Carmagnola", della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000*. (II ed.) Serv. Geol. It.
- Bortolami G.C., Crema G.C., Malaroda R., Petrucci F., Sacchi R., Sturani C., Tagliavini S. & Venzo S. (1969b) - *Foglio 56, "Torino", della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000*. (II ed.) Serv. Geol. It.
- Calderini A., Comizzoli G., De Rosa E., Francani V., Gelati R., Martinis B., Pasquaré G., Passeri L.D., Pozzi R., Rossi P.M. & Sfrondrini G. (1970) - *Foglio 81, "Ceva", della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000*. (II ed.) Serv. Geol. It.
- Carraro F. (ed.) (1999) - *Foglio 154, "Susa", della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000*. Serv. Geol. It., Copia di prova, Tip. Geda, Torino.
- Carraro F., Collo G., Forno M. G., Giardino M., Maraga F., Perotto A. & Tropeano D. (1995) - "*L'evoluzione del reticolato idrografico del Piemonte centrale in relazione alla mobilità quaternaria*". Acc. Naz. Sc., Scr. Doc., vol. 14, pp. 445-461.
- CHL (Coastal and Hydraulics Laboratory) - *Bendway weirs*, Waterways Experimental Station, Vicksburg (al sito Internet <http://chl.wes.army.mil/research/hydstruct/bankprotect/>)
- Florian B. (1995) - *Studio geologico dell'evoluzione quaternaria della Val Sangone (Torino)*. Tesi di laurea in Scienze geologiche, Università di Torino, ined.
- Jäggi M. (1995) - *Flussbau*, ETH, Zürich.
- Manciola P., Castelli F., Piragino F. (1998) - "*Criteri di intervento distribuito per la difesa idraulica. Un caso di studio*", XXVI Convegno di Idraulica e Costruzioni Idrauliche, Catania, vol. 3, 119-128.
- North American Commission on Stratigraphic Nomenclature (1983) - *North American Stratigraphic Code*. Bull. Amer. Ass. Petrol. Geol., vol. 67(5), 841-875.

Penck A. & Brückner E. D. (1909) - *Die Alpen im Eiszeitalter*. Tauchnitz, Leipzig, vol. 3, 761 pp.
Polino R. (ed.) (1999) - Foglio 132-152-153, "Bardonecchia", della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000. Serv. Geol. It., Copia di prova, Tip. Geda, Torino.

Viappiani A. (1926) - *Sistemazione economica dei fiumi e torrenti mediante difese saltuarie*, Hoepli, Milano.

Ms. ricevuto il 3 luglio 2000
Testo definitivo ricevuto il 10 aprile 2001

Ms. received: July 3, 2000
Final text received: April 10, 2001