

L'EVOLUZIONE DEL PO NEI PRESSI DI TRINO (PROV. DI VERCELLI - PIEMONTE) TRA L'ETÀ DEL BRONZO ED IL XVII SECOLO

C. Giraudi

ENEA-CASACCIA, C.P. 2400 - 00100 Roma A.D.

RIASSUNTO - Lo studio delle forme e dei sedimenti in cui è modellato l'alveo di piena del Po nel tratto compreso tra Palazzolo Vercellese e Coniolo, ha permesso di individuare varie fasi di erosione e di sedimentazione a partire da un periodo precedente alla Media Età del Bronzo. Grazie alla datazione di alcuni pali in legno è stato possibile riconoscere elementi relativi alla evoluzione fluviale del periodo compreso tra il XIII secolo e l'attuale. Una fase di stabilità dell'alveo, deducibile dai proxy-data geologici, che sembra tipica di un periodo precedente al XIII secolo, e che comprende i secoli XIII-XIV e parte del XV, coincide con un periodo per il quale i dati storici riportano un numero assai limitato di eventi alluvionali. È stata poi verificata una correlazione tra le fasi di sedimentazione avvenute a partire dal XV secolo fino a periodi successivi al XVII secolo ed un periodo caratterizzato da forti e frequenti alluvioni, con marcate migrazioni dell'alveo fluviale.

Si ritiene che la fase di aggradazione dei sedimenti iniziata nel XV secolo sia da attribuire alla variazione climatica che portò allo sviluppo della cosiddetta Piccola Età Glaciale, caratterizzata da un clima più fresco e umido, che durò almeno fino alla metà del XIX secolo. Al contrario, nella fase precedente, che rappresentava l'ultima parte del cosiddetto "Optimum Climatico Medioevale" e le sue fasi di transizione verso la Piccola Età Glaciale, sembra non essere stata caratterizzata da aggradazione, né da significative erosioni.

ABSTRACT - *The evolution of the Po river near Trino (Prov. of Vercelli - Piedmont, NW Italy) from the Bronze Age to the XVIIth Century.* The study of the morphological features and sediments of the Po river bed and its banks, allowed the identification of several phases of erosion and deposition beginning from a period prior to the Middle Bronze Age.

Radiometric datings of wooden poles found in the river bed give an indication of the fluvial evolution from the XIII century up to the present. A phase of stability of the river bed, inferred from geological proxy-data, seems to be typical of the period prior to the XIII century, and of the time interval including the XIII-XIV centuries and part of the XV century. During the same period, historical data report a limited number of flood events. There is a correlation between the sedimentation phases begun in the XV century which lasted until at least, the XVII century, and a period characterized by many huge floods, causing great changes in the riverbed.

The depositional phase which started in the XV century was probably caused by the climatic changes that produced the so-called Little Ice Age. This period, characterized by a fresh and humid climate, lasted until the second half of the XIX century. During the XIII-XIV centuries phase, which represents the late part of the so-called "Medieval Climatic Optimum" and its phases of transition towards the Little Ice Age, no major depositional processes, nor erosion episode occurred.

Parole chiave: sedimenti alluvionali, morfologia dell'alveo, Olocene superiore, Trino, Piemonte.
Key words: alluvial sediments, morphology of the river bed, late Holocene, Trino, Piedmont.

INTRODUZIONE

Il tratto di alveo del Po per alcuni chilometri a monte e a valle del ponte di Trino, provincia di Vercelli, (Fig. 1), coincide approssimativamente con il limite morfologico tra la Pianura Padana (a Nord) e le colline del Monferrato a Sud. A partire almeno dai primi anni '70, tale tratto di alveo ha subito evidenti modifiche. Le suddette modifiche sembrano ragionevolmente imputabili ad una serie di interventi antropici avvenuti anche in periodi precedenti. Tra questi i principali sono:

- la costruzione di primate prevalentemente sulla sponda settentrionale del Po, che ha prodotto la rettificazione dell'alveo e l'abbandono di un meandro indirizzando l'acqua verso un alveo più diritto posto alla base del versante collinare;
- la costruzione di uno sbarramento alto circa 4 m, desti-

nato a deviare una parte delle acque del Po verso gli impianti di raffreddamento della Centrale Nucleare E. Fermi di Trino;

- il prelievo di ghiaia direttamente dall'alveo fluviale in alcune zone limitate.

Mentre in un tratto lungo circa 5 km posto a monte dello sbarramento artificiale si è verificata una abbondante sedimentazione, nel resto dell'alveo, a monte e a valle, si sono verificate continue fasi di erosione.

Gli effetti erosivi sono diventati particolarmente evidenti da quando (alla fine degli anni '70) la corrente d'acqua ha iniziato ad asportare le ghiaie sabbiose del fondo dell'alveo ed ha gradualmente evidenziato il substrato marino terziario su cui i sedimenti alluvionali poggiavano.

La situazione dell'alveo appare ben diversa da quella che si riscontra dall'osservazione delle fotografie

aeree del volo base dell'Istituto Geografico Militare del 1954: queste mostrano che l'acqua del fiume scorreva su un fondo ghiaioso; attualmente, a monte della curva del Po a SW di Palazzolo, nel tratto compreso tra lo sbarramento della centrale nucleare ed una zona di circa 1 km ad Est del ponte di Trino, nonchè in una zona compresa tra Camino e lo sbocco nel Po del torrente Stura, le ghiaie sono quasi completamente scomparse dall'alveo del Po e l'acqua scorre principalmente sui sedimenti marini terziari (Fig. 1).

Le fasi di erosione degli ultimi decenni e quelle in atto, hanno perciò evidenziato alcune morfologie incise nel substrato, sulle quali appoggiavano i sedimenti alluvionali dell'alveo. L'erosione ha interessato anche i sedimenti che formano le sponde, creando una serie di affioramenti, per lo più effimeri, nei quali era possibile osservare la composizione litologica e stratigrafica della copertura alluvionale.

Il verificarsi di magre estreme nel corso di vari anni, a partire dai primi anni '80, ha poi permesso di osservare la morfologia del fondo e la stratigrafia delle successioni in cui sono modellate le sponde dell'alveo, che hanno mostrato vari elementi di interesse.

ELEMENTI DI MORFOLOGIA DELL'ALVEO E STRATIGRAFIA DEI SEDIMENTI

Come è stato anticipato, per lunghi tratti l'acqua del Po scorre direttamente sul substrato marino. Questo,

nella zona a monte e a valle del ponte di Trino è costituito prevalentemente da sedimenti affioranti sulle vicine colline del Monferrato (Servizio Geologico d'Italia, 1969).

Nella zona a SW di Palazzolo Verellese affiorano prevalentemente marne grigio-verdastre con frattura concoide a stratificazione mal distinta, appartenenti alla Formazione delle Marne di Antognola, datate all'Aquitano inferiore-Oligocene superiore.

Nella zona del Ponte di Trino affiora il flysch calcareo-marnoso-arenaceo della Formazione di Casale Monferrato, databile all'Eocene medio-inferiore.

Nella zona a Nord e NW di Pontestura affiorano prevalentemente marne e argille grigio-azzurre della Formazione delle Marne di S. Agata Fossili, databili al Tortoniano-Serravalliano sommitale.

Nella zona a NE di Pontestura e fino all'altezza di Coniolo e Morano Po affiorano nuovamente i flysch della Formazione di Casale Monferrato.

Dal punto di vista morfologico l'alveo di massima piena appare costituito prevalentemente da tre configurazioni diverse dell'alveo stesso, in vari rapporti di intersezioni tra loro (Fig. 2);

- Un alveo di magra estrema, della larghezza variabile da circa 10-15 a 30-40 m, la massima profondità della quale non è conosciuta, ma sembra superare i due metri. Questo alveo ha fondo molto irregolare, è caratterizzato da sponde molto scoscese, altrettanto irregolari, scavato esclusivamente nel substrato marino ed è visibile, appunto, solo in caso di magre eccezionali.

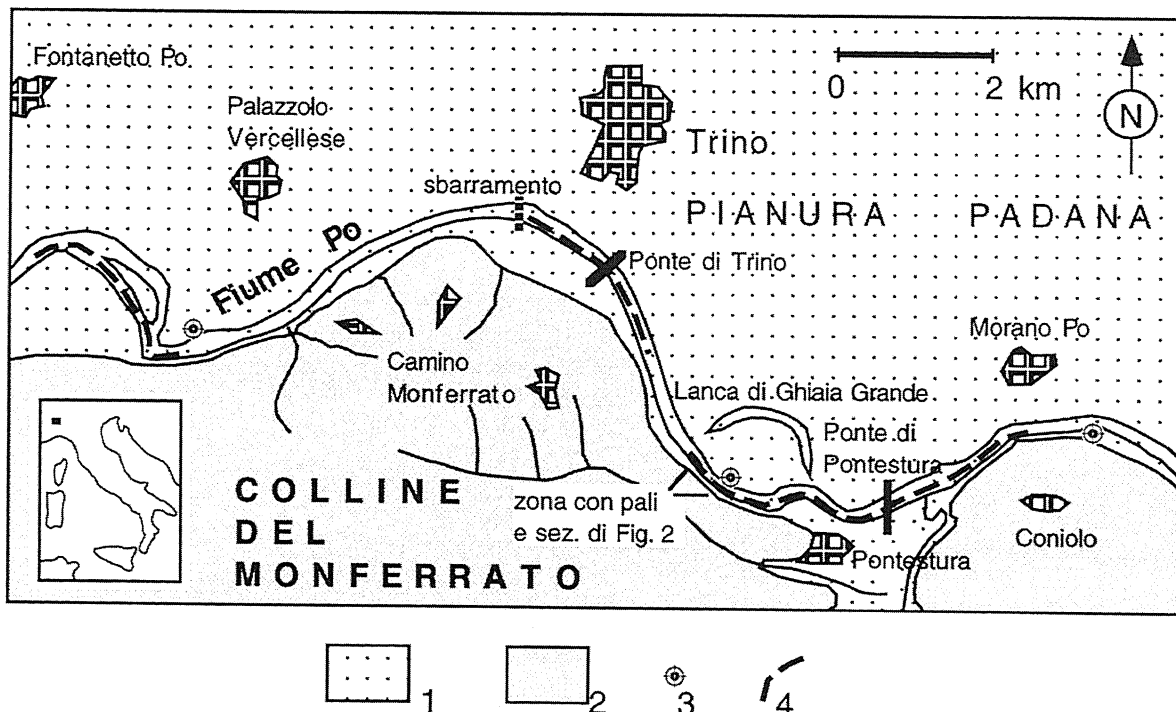


Fig. 1 - Carta geologica schematica ed ubicazione dell'area studiata

Legenda: 1- sedimenti alluvionali; 2- sedimenti marini terziari; 3- siti con manufatti dell'Età del Bronzo; 4- Tratti di alveo impostati in prevalenza su sedimenti del substrato marino.

Geological sketch map and location of the studied area.

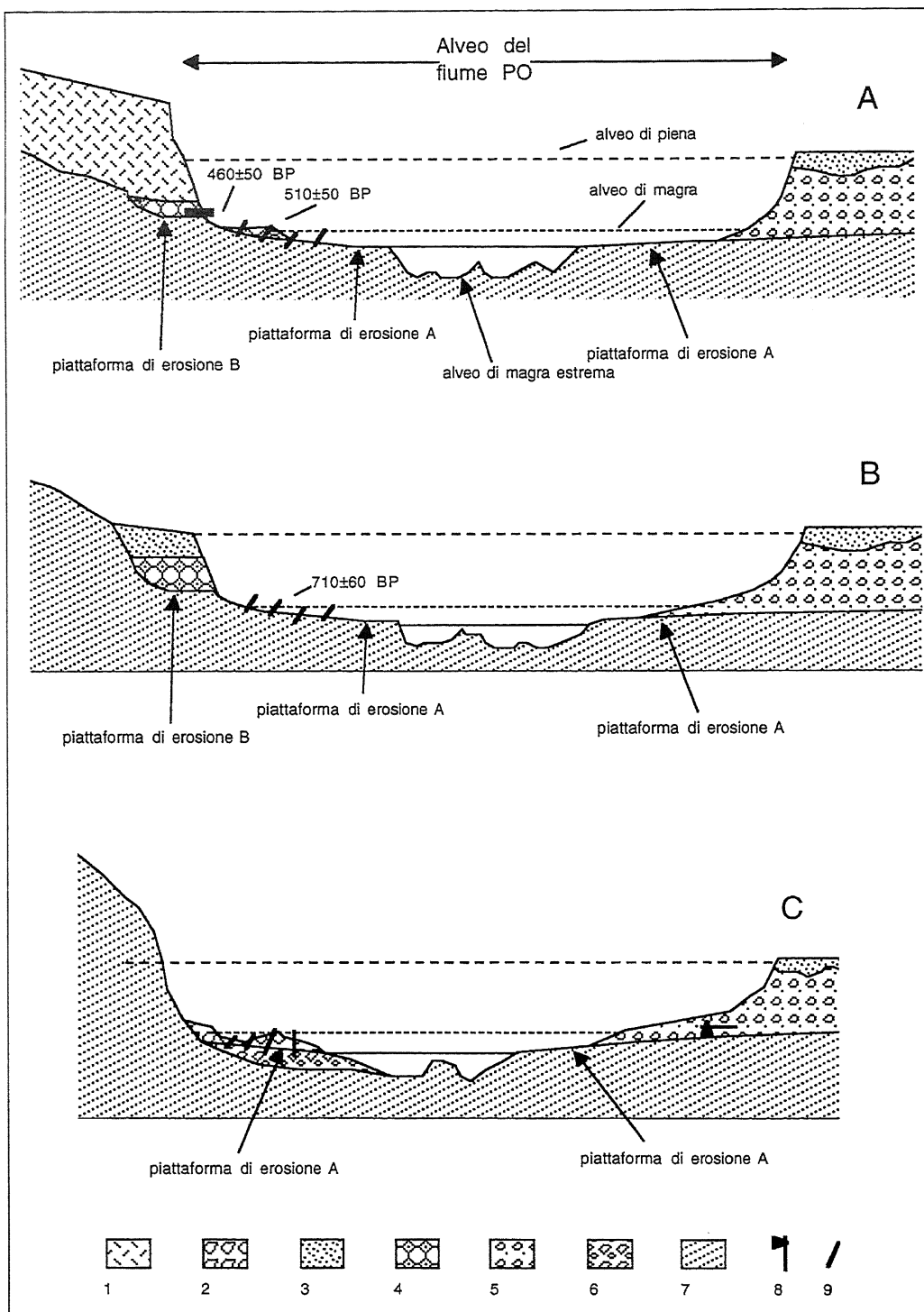
Legend: 1- alluvial sediments; 2- marine cenozoic sediments; 3- sites with artifacts of the Bronze Age; 4- stretch of river bed on marine cenozoic sediments.

Fig. 2 -Sezioni schematiche attraverso l'alveo del F. Po.

Legenda: 1- Accumulo di frana limoso-argilloso; 2- accumulo di frana a blocchi di arenarie; 3- sabbie alluvionali; 4- ghiaie sabbiose e sabbie alluvionali posteriori al XV secolo; 5- ghiaie sabbiose alluvionali contenenti alla base manufatti dell'Età del Bronzo; 6- accumulo di frana a blocchi, più antichi dell'Età del Bronzo Medio; 7- sedimenti del substrato marino terziario; 8- manufatti dell'Età del Bronzo; 9- pali in legno del XIII-XV secolo.

Schematic sections through the bed of the Po river.

Legenda: 1- landslides made of silty clay; 2- landslide made of sandstone blocks; 3- alluvial sands; 4- alluvial sandy gravels and sands more recent than the XV century; 5- alluvial sandy gravels containing, at their bottom, some artifacts dated to the Bronze Age; 6- landslide made of sandstone blocks, older than the Bronze Age; 7- marine cenozoic sediments; 8- artifacts dated to the Bronze Age; 9- wooden poles dated to the XIII-XV century.



L'acqua che vi scorre è fortemente disturbata da mulinelli che mostrano, almeno dove la trasparenza lo permette, di generarsi in corrispondenza di marmitte di varie dimensioni. In questa parte dell'alveo, quindi, i processi erosivi sono tuttora attivi. La presenza di tale alveo appare documentata prevalentemente per l'area a valle dello sbarramento della Centrale E. Fermi.

- Un alveo di magra, con profilo trasversale concavo, quasi piatto nella porzione prossima all'alveo di magra estrema, ma che risale gradualmente verso le sponde

ed ha aspetto molto regolare; la superficie è definibile, per la sua planarità prevalente, come "piattaforma di erosione" (A di Fig. 2). Quando i sedimenti marini su cui è modellata sono costituiti da alternanze di marne, argille, arenarie, ecc. non è raro che la piattaforma di erosione appaia piuttosto irregolare, a causa della differente erodibilità dei sedimenti: tuttavia l'involuppo delle superfici degli strati sporgenti, perchè meno erodibili, mostra ancora un andamento piuttosto regolare. La piattaforma di erosione può presentare, verso le sponde, una coper-

tura discontinua di ghiaie sabbiose. E' in tale porzione dell'alveo che sembrano essersi verificate le maggiori asportazioni di ghiaie negli ultimi decenni.

- Una piattaforma di erosione (B, in Fig. 2) più alta, poco estesa, è presente in pochi tratti, sulle sponde, ma per lo più è visibile al di sotto di una copertura di sedimenti alluvionali ghiaioso-sabbiosi o sabbiosi e depositi di frana. Nei sedimenti alluvionali è contenuto un tronco del diametro massimo di circa 40 cm; la punta del tronco è a cuneo, quindi mostra i segni di un intervento antropico. Un campione di legno prelevato dal suddetto tronco e datato col metodo del ^{14}C (Beta 109086) ha fornito un'età di 460 ± 50 anni BP (età calibrata due sigma: 1410-1505 e 1595-1620 AD). La piattaforma di erosione B è impostata ancora sui sedimenti del substrato terziario, ed è sospesa di circa due metri sulla piattaforma di erosione A. I tratti di piattaforma di erosione B non coperti da sedimenti, appaiono chiaramente esumati in tempi recentissimi e tendono ad essere coperti quasi immediatamente da materiali provenienti dal franamento dei versanti collinari.

- Un alveo di piena, che è intagliato a Nord nei depositi alluvionali della sponda sinistra e a Sud nei sedimenti marini, negli accumuli di frana o nei lembi di depositi alluvionali che formano la base del versante collinare.

Elementi per la datazione delle forme descritte sono forniti dalla presenza di manufatti che vengono variamente in rapporto con le forme e con i sedimenti.

In particolare la piattaforma di erosione A è coperta verso la sponda sinistra da alluvioni ghiaiose. Viale (1971) segnala il rinvenimento in queste alluvioni, nella zona di Palazzolo (Fig. 1), di una spada in bronzo data-ta all'Età del Bronzo Medio. Nel 1997, nella stessa posizione stratigrafica, sempre sulla sponda sinistra, ma nel tratto compreso tra Camino e Morano, sono stati recuperati altri manufatti in bronzo, attribuibili, in via preliminare, alla tarda Età del Bronzo (Facchin, 1997). Anche a valle dell'area in esame, sulla sponda destra, presso Coniolo, fu rinvenuta (Janigro D'Aquino, 1979) una spada di bronzo, attribuita all'Età del Bronzo Medio.

Al tetto delle ghiaie sabbiose sono presenti sabbie e sabbie ghiaiose stratificate.

Sulla stessa piattaforma di erosione A, sulla sponda destra, in territorio di Camino (Fig. 1), per una lunghezza di 300-400 metri, sono stati rinvenuti più di cento pali di legno infissi nelle marne in cui è modellata la piattaforma (Fozzati & Giraudi, 1983). I pali, del diametro variabile da circa 5 a circa 10 cm, assai deteriorati nella parte sporgente dalle marne, hanno punte piramidali ben tagliate e molto allungate. La porzione sporgente dai sedimenti, che è sistematicamente deformata verso la direzione di flusso dell'acqua, varia da pochi centimetri fino a circa 2 m per alcuni pali conservati in posizione quasi orizzontale. La maggior parte di tali pali è stata asportata nel corso della grande alluvione del Novembre 1994.

Due pali campionati e datati col metodo del ^{14}C (Beta 109085 e 109084) hanno fornito età di 710 ± 60 e 510 ± 50 anni B.P. (età calibrate due sigma: per il primo 1225-1400 AD; per il secondo 1325-1340 e 1390-1460 AD). La piattaforma di erosione A appare quindi più antica dell'Età del Bronzo Medio. Tuttavia essa deve essere stata almeno in parte esumata, senza grandi modifiche, prima che venissero infissi i pali, cioè prima del XIII-XIV secolo AD. I pali risultano localmente coperti da sedi-

menti alluvionali ghiaioso-sabbiosi (Fig. 2). A luoghi essi risultano poi coperti da accumuli di blocchi di marne ed arenarie aventi dimensione massima di circa 10 m^3 , frantati dal versante assai ripido, che viene eroso alla base dalle acque fluviali.

La piattaforma di erosione A appare parzialmente riconoscibile anche quando si sviluppa su depositi a blocchi in matrice sabbiosa e limosa prodotti dal franamento in alveo di porzioni del versante.

La piattaforma di erosione B, presente solamente sulla sponda destra, appare coperta da sedimenti alluvionali contenenti un tronco datato col metodo del ^{14}C ed avente un'età di 460 ± 50 anni BP (età calibrata due sigma: 1410-1505 e 1595-1620 AD). Nella zona in cui è stato rinvenuto il tronco, i sedimenti sono costituiti alla base da ghiaie grossolane in matrice sabbiosa, abbondantemente incrostate da ossidi di ferro, da sabbie laminare, nella porzione intermedia, infine da ghiaie sabbiose e poi sabbie limose al tetto. Fino a qualche anno fa i sedimenti di tale successione costituivano alcuni lembi con superficie molto ristretta e terrazzata, appoggiati contro il versante collinare e raggiunti dalle acque solo in occasione delle massime piene. L'erosione al piede delle colline, che sempre sembra attuarsi durante le principali fasi di piena, li ha pian piano fatti scomparire.

Più che da sedimenti alluvionali, la piattaforma di erosione B appare però coperta da accumuli di frana limoso-argillosi. Questi vengono erosi dalle acque fluviali, e spesso sono interessati da scarpate che nei periodi asciutti possono raggiungere l'altezza di 7-8 m.

L'incisione irregolare definita come alveo di magra estrema, sembra, incassata e quindi posteriore alla piattaforma di erosione A. Tuttavia alcuni accumuli di frana sui quali è modellata la stessa piattaforma di erosione (e quindi precedenti a questa), si immergono fin nella porzione centrale dell'alveo e sembrano perciò raccordarsi con la parte più profonda dell'alveo di estrema magra (Fig. 2 C). E' quindi probabile che la depressione nella quale scorre l'acqua del fiume nei periodi di estrema magra sia più antica della piattaforma di erosione A, ma che abbia subito evidenti ritocchi dopo lo sviluppo della stessa piattaforma.

ELEMENTI RELATIVI ALL'EVOLUZIONE DELL'ALVEO

La successione di forme e sedimenti presenti si prestano ad alcune interpretazioni dell'evoluzione dell'alveo del Po e delle sue sponde.

La prima fase può essere ricondotta alla incisione di una parte dell'alveo di magra estrema: l'incisione alla base del versante collinare dovette produrre il franamento di una porzione di questo. L'età della suddetta fase di incisione non è nota, ma appare certamente più antica della Media Età del Bronzo, in quanto precedente alla piattaforma di erosione A, sulla quale sono stati rinvenuti manufatti di tale età.

La seconda fase può essere rappresentata dalle erosioni laterali attuate ai margini dell'incisione precedente; queste hanno prodotto la piattaforma di erosione A, databile anch'essa ad un periodo precedente alla Media Età del Bronzo, essendo coperta da sedimenti che presentano, alla base, manufatti dell'Età del Bronzo Medio.

A partire dalla tarda Età del Bronzo, si verificò la deposizione di sedimenti alluvionali grossolani potenti fino a 4-5 m.

In un periodo successivo devono essersi, poi, sviluppate una o più fasi erosive, che hanno portato alla esumazione della piattaforma di erosione A, nella quale furono piantati, a partire dal XIII-XIV secolo, i pali. La deformazione dei pali in direzione del flusso della corrente (e quindi prodotta dalla corrente) indica che essi sono stati infissi in assenza delle ghiaie che attualmente, in parte, li ricoprono. Se così non fosse, la presenza delle ghiaie non avrebbe permesso la deformazione della parte bassa dei pali appena sporgente dalle marni. A partire da tale periodo e fino al XV secolo i pali, situati su quella che, in base alla morfologia, doveva essere la riva fluviale, indicano una frequentazione continua e quindi l'assenza di importanti fasi deposizionali od erosive.

A partire dalla seconda metà del XV secolo e fino ad un periodo successivo al XVI-XVII secolo, dovettero verificarsi fasi di sedimentazione: queste produssero un aumento di quota di alcuni metri del fondo dell'alveo e provocarono la rottura ed il sovralluvionamento di quel che restava dei pali.

Anche nella pianura padana occidentale, a Sud di Torino, secondo Tropeano & Olive (1989), in epoca moderna la velocità di sedimentazione fu molto elevata, dell'ordine del cm.anno⁻¹.

E' probabile che, contemporaneamente, le erosioni di sponda abbiano provocato la formazione della piattaforma di erosione B. Le variazioni nella facies dei sedimenti suggeriscono che il fiume scorresse alla base del versante collinare quando in tale zona si depositavano ghiaie grossolane, e che fosse migrato verso Nord al momento della deposizione dei sedimenti più fini.

La fase di sedimentazione successiva al XV secolo diede luogo alla sedimentazione di almeno 6-7 metri di depositi in corrispondenza dei piccoli terrazzetti, ora scomparsi, un tempo addossati al versante collinare.

In sintesi, quindi, si riconoscono:

- due fasi di erosione precedenti alla Media Età del Bronzo, la prima delle quali produsse un alveo molto stretto e inciso;
- una fase di accumulo e poi almeno una fase di erosione successive alla tarda Età del Bronzo e precedenti al XIII secolo;
- una fase di stabilità tra il XIII ed il XV secolo;
- una fase di accumulo successiva al XV secolo;
- una notevole fase di erosione avvenuta negli ultimi decenni, legata soprattutto all'intervento antropico.

CONFRONTO TRA LE FASI DI EVOLUZIONE FLUVIALE INDIVIDUATE ED I DATI STORICI SULLE ALLUVIONI DEL PO NELLA STESSA ZONA.

In un volume recente sulle alluvioni storiche che hanno interessato il territorio di Trino e dintorni (Crosio & Ferrarotti, 1996), sono riportate le date delle maggiori alluvioni del Po.

Si conoscono pochi eventi alluvionali per il XIV-XV secolo: la causa può essere attribuita sia alla mancanza di fenomeni alluvionali, sia all'assenza di fonti archivistiche che ne tramandino il ricordo. E' certo che si verificò

una alluvione nel 1331, e probabilmente una seconda nel 1378.

Molte alluvioni, anche assai importanti, si verificarono invece a partire dal XVI secolo (1533, 1560, 1595, 1612, 1631, 1642-43, 1647, 1674, 1685, 1705,...). In particolare, nel corso dell'alluvione del 1595 il corso del Po deviò verso Nord, e prese origine l'alveo, ora abbandonato, segnato come Lanca di Ghiaia Grande in Fig. 1.

Da un confronto tra i dati emersi dallo studio dei sedimenti e delle forme presenti nell'alveo del Po e le date delle alluvioni storiche emergono alcune interessanti coincidenze.

I proxy-data geologici indicano una sostanziale stabilità dell'alveo e una bassa probabilità di evidenti fasi erosive e deposizionali nel corso del periodo compreso tra il XIII ed il XV secolo, periodo nel corso del quale le fonti storiche riportano notizie di poche alluvioni. Anche nel bacino del Tanaro (secondo Pavese *et al.*, 1995) le alluvioni in età medioevale e fino all'inizio della seconda metà del XV secolo risultano molto più limitate che nei secoli successivi.

In un momento successivo alla prima parte del XV secolo e dopo il XVI-XVII secolo, si verificò una importante fase di sedimentazione nell'alveo del Po, che portò ad un sollevamento del fondo dell'alveo di vari metri. I dati storici testimoniano che, contemporaneamente, si verificarono molte e disastrose alluvioni e che l'alveo, a partire dal 1595, migrò verso Nord. L'alveo continuò a subire, fino a pochi decenni fa, anche se solo nelle zone ove gli interventi di regimazione furono più contenuti, spostamenti che lo portarono periodicamente ad avvicinarsi o ad allontanarsi dal versante collinare. E' possibile che proprio la rotta del 1595, che ha portato alla deviazione verso Nord dell'alveo, sia responsabile dell'inizio della diminuzione della granulometria dei sedimenti che coprono il tronco successivo alla piattaforma di erosione B: il piede del versante collinare, fino ad allora coincidente con la sponda fluviale, sarebbe diventato una zona alluvionabile solo da acque con energia molto più bassa.

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Lo studio delle forme e dei sedimenti che costituiscono l'alveo del Po e le sue rive, nella zona prossima al ponte di Trino, messe in evidenza dall'erosione sviluppatesi negli ultimi decenni, ha permesso di individuare varie fasi di erosione e di sedimentazione a partire da un periodo precedente alla Media Età del Bronzo. L'interpretazione di alcuni elementi relativi alla evoluzione fluviale del periodo compreso tra il XIII secolo e l'attuale, ha permesso di ricavare alcune interessanti informazioni. C'è correlazione tra le fasi di sedimentazione, avvenute a partire dal XV secolo fino a periodi successivi al XVII secolo, ed un periodo caratterizzato da forti e frequenti alluvioni, con migrazione dell'alveo fluviale. Tale periodo doveva essere caratterizzato quindi da parziale resistasia (sensu Castiglioni, 1979).

La fase di aggradazione dei sedimenti iniziata nel XV secolo sembra correlabile con la variazione climatica che portò allo sviluppo della cosiddetta Piccola Età Glaciale, che durò almeno fino alla metà del XIX secolo, caratterizzata da un clima più fresco e umido dell'attuale.

La fase di stabilità dell'alveo, deducibile dai proxy-data geologici, che sembra tipica di un periodo durato almeno fino ai secoli XIII-XIV e parte del XV, sembra coincidere con un lasso di tempo per il quale i dati storici riportano un numero assai limitato di eventi alluvionali.

Nel corso di tale fase, che coincide con l'ultima parte del cosiddetto "Optimum Climatico Medioevale" ed al periodo di transizione verso la Piccola Età Glaciale, non doveva avvenire aggradazione dei sedimenti, nè dovevano verificarsi grosse erosioni, verosimilmente a causa delle caratteristiche climatiche più temperate e meno umide. In detto periodo dovevano quindi prevalere condizioni di biostasia (sensu Castiglioni, 1979).

Per analogia con quanto accaduto nel corso della Piccola Età Glaciale è possibile che anche i sedimenti ghiaiosi che coprono i manufatti databili alla tarda Età del Bronzo si siano depositi nel corso di un periodo fresco e umido, probabilmente coincidente con l'Età del Ferro. Anche tale periodo doveva essere caratterizzato da parziale resistasia.

Le erosioni precedenti ai sedimenti contenenti manufatti in bronzo devono essersi svolte in due fasi principali:

- la più antica deve avere prodotto una incisione profonda e stretta ed essere legata soprattutto a processi di erosione lineari; questi debbono essersi attuati verosimilmente nel corso di un periodo caratterizzato da acque con scarsità di carico solido, quindi in periodo di biostasia;

- la più recente, avendo prodotto una superficie prevalentemente piana, sembra indicare una variazione nel regime idraulico del fiume che ha trasformato l'alveo: questo si è espanso lateralmente ma non si è più approfondito; anche tale tipo di evoluzione dell'alveo sembra compatibile con un ambiente in fase di resistasia.

CITAZIONI BIBLIOGRAFICHE

- Castiglioni G.B. (1979) - *Geomorfologia*. 436 pp, U.T.E.T, Torino.
- Crosio F. & Ferrarotti B. (1996) - *Trino, gli anni del diluvio*. Studi Trinesi. 249 pp. Comune di Trino (VC).
- Facchin P. (1997) - *Ascia dell'Età del Bronzo*. Notiziario di studi e ricerche, n. 1, 56. Ed. Tridinum, Trino (VC).
- Fozzati L. & Giraudi C. (1983) - *Camino Monferrato, fiume Po*. Quaderni della Soprintendenza Archeologica del Piemonte, 2, 148.
- Janigro D'Aquino E. (1979) - *Reperti dell'Età del Bronzo a Morano sul Po*. La Provincia di Alessandria, XXVI, 3, 42-43.
- Pavese M.P., Banzon V., Colacino M., Gregori G.P. & Pasqua M. (1995) - *Three historical data series on floods and anomalous climatic events in Italy*. In: *Climate since A.D. 1500*. Bradley & Jones Eds. Routledge, London and New York.
- Servizio Geologico d'Italia (1969) - *Carta geologica d'Italia a scala 1:100.000*, n. 56, Vercelli.
- Tropeano D. & Olive P. (1989) - *Vitesse de la sédimentation holocène dans la Plaine Occidentale du Po (Italie)*. Bulletin de l'Association française pour l'étude du Quaternaire, 2, 65-71.
- Viale V. (1971) - *Vercelli e il Vercellese nell'antichità. Profilo storico, ritrovamenti e notizie*. Cassa di Risparmio di Vercelli

Ms: ricevuto il: 10 febbraio 1998

Testo definitivo ricevuto il: 25 gennaio 1999

Ms received: February 10, 1998

Final text received: January 25, 1999