3. Evoluzione della rete idrografica e dell'alveo del Po

Maurizio Pellegrini

Un corso d'acqua e il suo bacino, da un punto di vista morfologico, possono essere descritti attraverso l'analisi della sua rete idrografica, delle caratteristiche dell'alveo, così come questo appare all'osservazione in superficie e dalla forma della sezione dell'alveo, ovvero del suo fondo o *thalweg*. Le caratteristiche di un fiume e del suo bacino idrografico, non solo morfometriche, ma anche idrauliche e idrologiche[1], sono condizionate da diversi fattori, in particolare dalle caratteristiche geologiche del bacino medesimo, dall'energia del rilievo e dalle caratteristiche climatiche. Le relazioni tra forme delle reti idrografiche e degli alvei fluviali e i fattori che ne controllano lo sviluppo e l'evoluzione nel corso del tempo, sono descritti, ad esempio, nei classici manuali di idrologia fluviale, di CHOW, (1964) e di MAIDMENT (1993, a cura di), ai quali si rimanda il lettore per un approfondimento più specialistico dell'argomento.

In questo capitolo si cercherà di descrivere la situazione morfologica della rete idrografica del Po e del suo alveo, soprattutto, come poteva apparire nella seconda metà dell'Ottocento, desumendola attraverso i rilievi e i disegni della Commissione Brioschi. Come ci ha illustrato Graziella SIBRA nel precedente capitolo, il materiale sino a ora reperito non è, purtroppo completo; nell'elenco che segue, le planimetrie disponibili e di riferimento per l'ubicazione delle Sezioni Trasversali e dei diversi profili (longitudinale, livello della piena del 1872) sono ordinate con criterio geografico, da monte verso valle nel modo seguente:

Tavola Cartografica 1: *Piano della Livellazione da Moncalieri al Porto di Palazzuolo*, alla scala di 1:50.000;
Piano dimostrante l'andamento della Livellazione del Po da Sommo sulla sinistra e da Bastida de' Dossi sulla destra e fino a Palazzuolo, in scala 1:50.000;
Tavola Cartografica 2: senza titolo e altre indicazioni: Provincia di Pavia, dalla confluenza con il F. Agogna (sinistra idraulica) a quella con il T. Bardonezza (destra idraulica): carta molto schematica con tracce delle triangolazioni topografiche effettuate, (scala dei disegni originali 1:40.000);
Tavola Cartografica 3: *Corografia generale del Fiume Po dalla foce del Fiume Lambro a quella del fiume Adda*, sponda sinistra idraulica, senza indicazione di scala (scala dei disegni originali: 1:25.000 circa);
Tavola Cartografica 4: *Livellazione generale nella Provincia di Cremona*, non è riportata la scala, che si può stimare, tuttavia, prossima a 1:40.000;
Tavola Cartografica 2: *Carta Corografica colla livellazione generale del Po nella provincia di Piacenza*: destra idraulica, scala n. d. (1:40.000 circa);

Tavola Cartografica 5: *Pianta colla livellazione del fiume Po tra Ongina d'Enza in Provincia di Parma*; destra idraulica, scala 1:86.400;
Tavola Cartografica 4: *Planimetria Rettificata della sponda destra di Po tra l'Ongina e il Taro*: destra idraulica, scala n. d., prossima a 1:12.000;
Tavola Cartografica 5: *Planimetria Rettificata della Sponda destra di Po tra il Taro e la Parma*, destra idraulica, scala n. d., comunque di dettaglio, prossima a 1:12.000;
Tavola Cartografica 6: *Planimetria della Pianta Idrografica dimostrativa delle opere Idrauliche di 1ª e 2ª Categoria nella Provincia di Reggio Emilia*. Scala metrica nel rapporto di 1:42.300;
Tavola Cartografica 6: rappresentazione del *Delta del Po*, a est di Contarina, senza cartiglio e indicazione di scala.

Per le planimetrie, delle quali non è indicata la scala, questa è stata determinata sulla base dei rapporti tra distanze prefissate, utilizzando una cartografia di scala nota. Le riproduzioni incluse nella presente opera sono state opportunamente ridotte rispetto alle dimensioni degli originali. Come si può osservare dalle planimetrie, manca, purtroppo, la rappresentazione di tutto il tratto dell'alveo del Po che va dalla Provincia di Reggio Emilia(Luzzara) sino al Delta, proprio quello più problematico dal punto di vista delle rotte e delle alluvioni dell'Ottocento. GOVI & MARAGA (1993, 1995) e GOVI & TURITTO (2000) descrivono le piene del 1705 e quelle dell'Ottocento, che più da vicino interessano l'argomento di questo volume e che, in pratica, determinarono la ragion d'essere di tutti i rilievi cartografici (AUTORI VARI, a cura di SIBRA G., 2004), dei tanti studi idrologici, soprattutto del Lombardini, e dei documenti prodotti della stessa Commissione Brioschi, qui parzialmente riprodotti. GOVI & TURITTO (1993, p. 581) fanno notare che "*negli ultimi 500 anni, nel tratto compreso tra il F. Ticino ed il T. Panaro... le zone più frequentemente soggette ad allagamenti corrispondono ai settori di pianura, che in passato furono sede delle più importanti trasformazioni idrografiche (Oltrepò mantovano tra Suzzara e Bondeno, tronco pavese dei meandri abbandonati tra San Zenone e Monticelli, settore tra T. Scrivia e F. Ticino... Fino alla metà del secolo scorso ed in parte anche fino ai primi decenni del secolo attuale, gli allagamenti, pur risultando estesi, soprattutto nei tratti inferiori (Oltrepò Mantovano, Ferrarese e Polesine), erano distribuiti nelle diverse aree soggiacenti alla piena anche perché, come a monte di Piacenza, non esisteva ancora un sistema d'arginature maestre*". Nelle pagine che seguono si cercherà di analizzare l'evoluzione e la forma della rete idrografica padana, dell'alveo e del suo fondo, utilizzando naturalmente anche le planimetrie e le 89 sezioni trasversali della Commissione Brioschi; saranno contestualmente evidenziate anche le possibili cause che sono state all'origine delle tante alluvioni provocate dal gran fiume, soprattutto nell'Ottocento, e che hanno interessato con maggior frequenza l'Oltrepò Mantovano e il Ferrarese.

Il percorso del Po, da un remoto passato a oggi

In questo capitolo, sebbene si faccia riferimento in prevalenza all'idrografia padana attuale o degli ultimi secoli, ci si dovrà rapportare anche a una cronologia "geologica", ben più ampia di quella della storia dell'uomo: se si facesse riferimento alla storia della Terra, si dovrebbe parlare di un intervallo di tempo di oltre 5 miliardi di anni. In realtà, l'evoluzione della rete idrografica

padana si è realizzata in un periodo più breve, che all'incirca può interessare gli ultimi 800.000 anni, quando il golfo padano dell'Adriatico cominciò a emergere, in altre parole in quelle epoche dell'era Quaternaria (circa 1.800.000 anni dal presente o b.P.[2]), indicate con i nomi di Pleistocene medio (inizio 800.000 anni b.P.) e superiore (inizio 300.000 b.P.) e Olocene (10.000 b.P.). Nel Pleistocene medio e superiore, la Terra è stata ciclicamente interessata dall'alternanza di almeno tre periodi caldi e tre periodi freddi, questi ultimi indicati, nell'area alpino-appenninica, con i nomi di Mindel (il più antico), Riss e Würm (il più recente, iniziato circa 75.000 anni b.P. e concluso 10.000 anni fa): durante i periodi freddi si formarono calotte polari che ricoprivano il nord Europa e grandi ghiacciai ricoprivano le Alpi con lingue che scendevano sino alla pianura Padana, mentre altri ghiacciai minori occupavano gli Appennini. In corrispondenza delle culminazioni dei periodi freddi, il livello del mare scendeva anche di quasi 110 m rispetto a quello attuale, mentre nei periodi caldi saliva sino a 70 m sopra l'odierna linea di riva. A causa di queste oscillazioni del livello marino, conseguenti alle variazioni climatiche pleistoceniche, il bacino padano, naturale continuazione del Mare Adriatico, cambiava di forma: il mare, nei periodi caldi interglaciali, poteva ingredire sino quasi all'altezza di Parma, mentre durante quelli freddi il delta del fiume si collocava tra Ancona e Pescara[3]. Durante queste fasi climatiche, con le relative oscillazioni del livello marino, il tratto del Po, che maggiormente risentiva di queste variazioni dei rapporti fra Mare Adriatico e terre emerse della Pianura Padana, era senz'altro quello a est di Piacenza. Da Torino sino a Piacenza, infatti, nel passato come oggi, il suo tracciato è stato sempre strettamente controllato a sud dai rilievi del Monferrato e dell'Appennino pavese e piacentino, a nord dai "ripiani alti" delle alluvioni degli affluenti di sinistra tra Dora Riparia e fiume Ticino: l'ampiezza della fascia entro la quale il fiume è stato libero di divagare, senza le arginature degli ultimi 150 anni, raggiunge al massimo i 7 km nel Pavese (si veda, ad esempio, CASTIGLIONI *et Alii*, 1997 e CASTIGLIONI & PELLEGRINI, a cura di, 2000).

Il Po nasce a Piacenza è opinione elaborata nell'immaginario collettivo delle popolazioni della bassa padana (*Mondo Piccolo* di G. GUARESCHI, in TOSCANI C., 1998), che ha un fondo di verità: a Piacenza sino alla metà dell'Ottocento (GOVI & TURITTO, 1993) iniziava il tratto arginato e da Piacenza e Cremona in giù, sino al mare, si succedevano i grandi eventi alluvionali, che con rotte di argine e, soprattutto con le grandi divagazioni dell'alveo hanno da sempre condizionato la geografia della regione e gli insediamenti umani, sin dall'antichità.

In epoche non sempre ben precisabili del passato geologico, durante i periodi glaciali del Pleistocene medio e superiore e forse anche durante quello più recente (Würm), proprio quando il livello del mare era più basso dell'attuale di circa 110 m, il Po si avvicinava al margine appenninico lungo una direttrice che da Piacenza si dirigeva a Busseto (PR), Poviglio (RE), Mirandola (MO), Finale Emilia (MO), Cento (FE), Molinella (BO), Lugo (RA) e Cervia; da qui iniziava il percorso, oggi sommerso dal mare (GASPERI & PELLEGRINI, 1985). Questa ricostruzione è avvalorata da un'ampia documentazione stratigrafica relativa al sottosuolo (REGIONE EMILIA-ROMAGNA, ENI-AGIP, 1998). Analizzando la stratigrafia del sottosuolo, sembrerebbe, inoltre, che il Po si sia ripetutamente spostato tra questo limite meridionale e l'attuale posizione che, dalla foce dell'Oglio sino al mare, rappresenta verso nord il limite massimo, raggiunto nel corso della sua storia evolutiva. Solo nel del-

ta, attorno a 3000 anni b. P. è documentato un ramo deltizio diretto verso la posizione delle attuali città di Rovigo e di Chioggia (CIABATTI, 1990, p. 70).

Dopo aver esaminato a grandi linee l'evoluzione padana nel passato remoto, si cercherà ora di riassumere l'evoluzione planimetrica del fiume degli ultimi 3-4000 anni, della quale l'uomo, talora, ha lasciato testimonianze documentarie e che è ancora "leggibile" nel territorio, attraverso l'analisi geomorfica del rilievo del terreno e l'osservazione d'immagini riprese dall'aereo o dai satelliti[4].

Dal secondo millennio a.C. (età del Bronzo) sino all'attuale, l'area, entro la qual è divagato il percorso del Po, è limitata a nord dalla direttrice Cremona, Sabbioneta, Commessaggio, Borgoforte (CASTALDINI *et Alii*, 2003, fig. 3, p. 15), da dove segue poi all'incirca l'alveo attuale sino ad Ostiglia, per continuare sino ad Arquà Polesine (RO), Rovigo e raggiungere il mare a Chioggia; a sud dalla direttrice che da Piacenza passa per Busseto (PR). Poviglio (RE), Mirandola (MO), Bondeno (FE), seguendo da qui l'antico percorso del Po di Primaro, con il suo delta delle Valli di Comacchio, poco a nord di Ravenna (CIABATTI, 1990, BONDESAN et Alii, 2000, BONDESAN 2000).

Secondo CASTALDINI *et Alii* (2003, p. 15), nel secondo millennio a.C., infatti, il Po, si suddivideva nella zona tra Casalmaggiore e Guastalla, forse presso l'odierna località di Cicognara, in un ramo principale (Po di Adria) e in uno (Po di Spina) o più rami minori a esso sub-paralleli. Tracce di questi percorsi sono i paleoalvei individuati tra Viadana, Sabbioneta e Commessaggio (del Po di Adria) e tra Poviglio (RE), Concordia sulla Secchia e San Martino in Spino (MO) per il Po di Spina. Durante la prima età del Ferro (VIII sec. a.C.), il Po deviò dal proprio alveo nella zona di Brescello e Guastalla e si diresse verso nord per formare il *Po Vecchio*, sino all'attuale foce Secchia, alveo del quale resta ancor oggi la persistenza sotto forma di canale colatore. In età romana il Po seguiva ancora il percorso del Po Vecchio, lambendo così le attuali località di Luzzara, Suzzara, Gonzaga, Pegognaga e San Benedetto Po. A questa tesi perviene anche CALZOLARI (2004), sulla base di un'accurata rassegna storica, evidenziando pertanto una perfetta convergenza, quindi, tra analisi geomorfologica effettuata sul campo e documentazione scritta[5].

Durante l'Alto Medioevo il Po continuava a fluire nell'alveo occupato in età romana, tra Luzzara e San Benedetto Po. Nell'arco di pochi secoli, tuttavia, il fiume cominciò a spostarsi sempre più a nord, occupando nuovi tracciati e dando luogo a una situazione di disordine idrografico generalizzato. In seguito al delinearsi di un ramo più settentrionale, denominato prima *Padus Lironis*, poi *Padus* per antonomasia, località come Luzzara, Suzzara e San Benedetto, sono ricordate, nel X secolo, *in insula*, perché circondate dai due alvei fluviali.

A partire dalla seconda metà del XII secolo la situazione idrografica cambia nuovamente: intorno al 1159, infatti, si disattiva quasi definitivamente il ramo del Po Vecchio[6] e l'unico alveo, da Luzzara in avanti, è quello dell'antico Lirone, con andamento molto simile a quello odierno. Questo cambiamento fu forse favorito o regolato dall'uomo, perché da quell'epoca furono documentati i primi interventi sistematici d'arginatura[7], in parte per opera dei monaci benedettini (ANDREOLLI, 2000). In quel secolo, però, l'evento più importante e catastrofico per il Po fu la rotta di Ficarolo, comune della provincia di Rovigo, laddove, sulla sponda opposta, il Po lascia il Mantovano ed entra nel Ferrarese. Essa avvenne nel 1152 o nel 1192 (l'anno è incerto) e sconvolse tutta l'idrografia della bassa pianura padana e l'area deltizia, con riflessi anche economici e politici, che perdurarono sino al XVII secolo: Ferrara

avrebbe perduto per sempre le caratteristiche di città portuale, di transito e di merci dal mare verso città dell'entroterra Padano, talora raggiunte da imbarcazioni che risalivano gli affluenti, come nel caso di Mantova e Pavia, o canali navigabili, come quelli che permettevano di raggiungere Cremona, Sabbioneta, Bologna, Modena e Parma. Da quell'epoca, cominciò, poi a svilupparsi un nuovo delta, proprio verso Chioggia e le bocche dell'Adige, rinnovando la situazione idrografica del X sec. a.C.

L'ultimo grande cambiamento del percorso del Po avvenne nel 1604, quando fu compiuto dalla Repubblica di Venezia il Taglio di Viro, per cercare di evitare l'interrimento della laguna veneta: si arrivò quasi a una guerra tra Stato della Chiesa e Repubblica di Venezia e il Papa minacciò di scomunica i veneziani, a causa del nuovo corso del Po, temendo gravi danni per il territorio Ferrarese, che dal 1598 era stato tolto agli Estensi e acquisito al Patrimonio di San Pietro. Il Papa incaricò un prestigioso ingegnere e architetto ferrarese, Giovanni Battista Aleotti, di compiere studi approfonditi sulla nuova situazione. ALEOTTI (1615 circa) scrisse una poderosa opera di idraulica fluviale, che è stata ristampata nel 2000. Con il Taglio di Viro, tutto il Po dal XVII secolo assunse così, da Moncalieri sino al mare, il percorso attuale; la cuspide del nuovo delta sarebbe progredita in mare di ben 17 km, dal 1604 sino al 1950 circa, con un incremento medio annuo superiore a 4,5 m/anno.

Nel complesso, durante gli ultimi 2800 anni, si può affermare che l'evoluzione del tracciato fluviale da Piacenza sino a Ficarolo (RO) - Stellata (FE), abbia dato luogo a variazioni di percorso tutto sommato modeste, con uno spostamento verso nord, da Luzzara (RE) all'attuale foce del Secchia[8], di circa 4-6 km. È logico ipotizzare che questa situazione si sia determinata in condizioni del tutto naturali, sulle quali l'uomo ha potuto incidere ben poco, dal momento che arginature artificiali e continue o altre opere idrauliche sul fiume e nella pianura circostante appaiono documentate non prima dell'XI secolo. Osservando, tuttavia, il tracciato del Po come appare ora, almeno da Guastalla in avanti, quando il fiume disegna una grande ansa verso nord, si dovrebbe concludere che esso occupa una posizione del tutto innaturale, essendo non solo notevolmente pensile, come del resto capita anche in condizioni naturali nelle grandi pianure alluvionali, ma deviando anche da quello che dovrebbe essere il naturale asse di drenaggio della pianura[9] (si veda la carta di CASTIGLIONI *et Alii*, 1997 b). Questo si allunga da Guastalla sino a Ferrara, attraverso le località di Mirandola e Bondeno, oggi percorso dai grandi collettori di Bonifica del Cavo Fiuma e del Canale di Burana (si veda SALTINI, 2005 e la bibliografia ivi riportata), e in taluni punti è disposto ben 18 km più a sud dell'alveo del Po. A titolo esemplificativo si possono fornire alcuni dati, tratti dalla Sezione 55 (Tavola Cartografica 12) delle Sezioni trasversali, della Commissione Brioschi:

Sezione 55, Idrometro Baroni (di fronte a Carbonara Po sulla sponda destra, MN):

massimo livello della piena del 1872	m 26,929
quota del canale di magra	m 19,82
quota minima del fondo dell'alveo	m 5,65
quota piede dell'argine lato Carbonara	m 21, 86
Raffronti topografici (quote attuali):	
Chiesa di Carbonara Po	m 14
Quota minima delle Valli Comuni - Le Partite (Mirandola, MO) circa 12 km a sud della Sezione 55	m 8,9

Questi dati esemplificano molto bene i particolari rapporti altimetrici tra il Po e il tratto di pianura posto in destra idrografica e ben spiegano gli esiti rovinosi delle piene dell'Ottocento (si veda a questo proposito la Fig. 1.2 del precedente capitolo di L. CIARMATORI): nell'ottobre 1872 furono allagati oltre 830 km^2 delle campagne dell'Oltrepò Mantovano, del Modenese e del Ferrarese e l'acqua raggiunse la profondità di 7 m! Era la terza volta dopo il 1839 e dopo il maggio del medesimo anno 1872; un'alluvione di poco meno estesa si sarebbe inoltre ripetuta di lì a pochi anni, nel 1879.

Una situazione simile si ha anche in sinistra Po, presso la grande ansa di Viadana-Guastalla: gran parte della pianura compresa tra Cremona e la foce dell'Oglio, già attraversata, come si è visto, da alvei del Po in epoca antica, è molto più bassa rispetto ai livelli di piena del fiume, risultando, quindi, allagabile. Fino al secolo XVI le alluvioni erano così frequenti che Vespasiano Gonzaga fece costruire un lungo argine (di cui restano ancor oggi tracce), "avvolgendo" a ovest, sud ed est tutto il territorio ducale a difesa della sua piccola, splendida capitale, Sabbioneta, e del suo territorio. Prima di cercare di spiegare come il Po sia pervenuto a una simile, innaturale posizione altimetrica tra Viadana-Guastalla e Ficarolo, si vuole tentare una descrizione sommaria della presumibile evoluzione naturale, senza dunque l'intervento dell'uomo, di un corso d'acqua, che scorra in una pianura con gradienti di pendio (= pendenze) molto bassi, ad esempio inferiori al 5‰[10], come quelli che competono alla bassa pianura in destra del Po. Un qualsiasi corso d'acqua tenderebbe a costruire, infatti, un "edificio" pensile, vale a dire il suo alveo, costituito da un canale dove scorrono le acque e da due arginature laterali, certamente non simili per forma a quelle artificiali: si possono immaginare come due rilievi tondeggianti, molto larghi e con pendenze molto basse all'esterno del canale medesimo (Fase A, Fig. 3.1): all'interno di questo e nelle sue immediate vicinanze il corso d'acqua abbandona, durante i colmi di piena e le tracimazioni, i materiali alluvionali più grossolani, come le sabbie, mentre nelle aree di piana alluvionali più distanti abbandonerà gli elementi più fini, limi e argille. Il dislivello fra l'"edificio" d'alveo e la circostante piana alluvionale cresce nel tempo, in relazione anche al diverso grado di consolidamento dei materiali deposti, perché le sabbie mantengono più o meno inalterato nel tempo il proprio volume, mentre le argille tendono a comprimersi, con relativo abbassamento delle quote del terreno. A un certo punto (Fase B, Fig. 3.1), quindi, quando i dislivelli tra alveo e pianura adiacente sono divenuti eccessivi, in occasione di una piena del fiume, questo romperà il proprio argine e si scaverà un nuovo alveo, lungo il quale formerà un nuovo "edificio" più o meno pensile. L'alveo abbandonato (o *paleoalveo*) ha forma allungata e rilevata rispetto alla pianura circostante, presentandosi come un "dosso" nastriforme. In una fase ancora successiva (C di Fig. 3.1), l'alveo della fase B si è spostato in una nuova posizione, lasciando a sua testimonianza un altro dosso, mentre il dosso della fase B, in altre parole l'alveo della fase A, nel sottosuolo della pianura, è sepolto dai sedimenti alluvionali che si sono depositati nel frattempo (PELLEGRINI, 1990 a, 1990 b). Situazioni morfologiche e stratigrafiche simili sono diffuse in tutta la pianura emiliana, romagnola, veneta ecc.

Un'evoluzione naturale di questo tipo si è protratta verosimilmente sin oltre l'anno 1000, per tutti i corsi dell'area padana, quando mancava un sistema di arginature continue e vi erano, forse, *aggeres* a difesa solo dei cen-

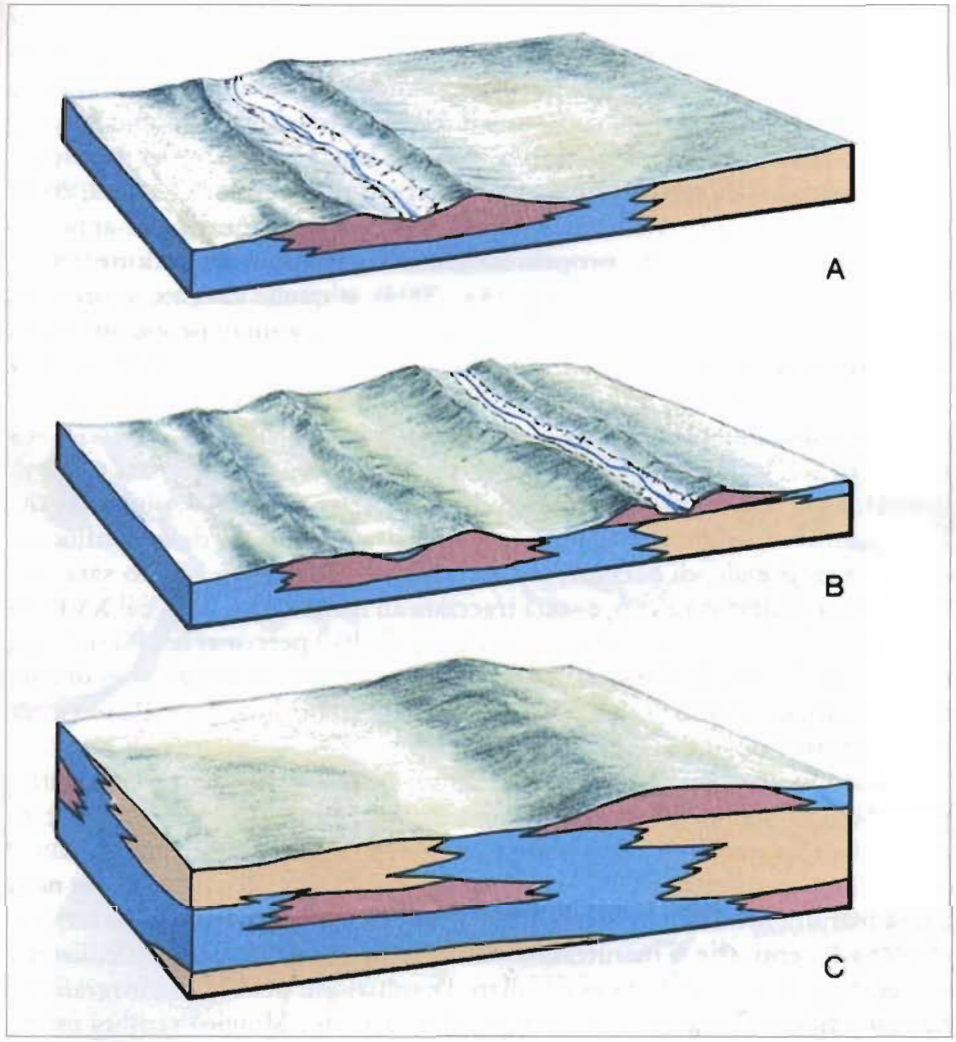


Fig. 3.1 - *Evoluzione morfologica di un alveo, secondo una situazione "naturale", in una pianura alluvionale non ancora regolata dall'uomo.*

tri rivieraschi (CALZOLARI, 2004); d'altra parte, se si esamina la *Carta Corografica colla livellazione generale del Po nella provincia di Piacenza* della Commissione Brioschi (Tavola Cartografica 2), si può osservare che a est della confluenza con il fiume Trebbia, l'argine s'interrompeva laddove mancavano centri abitati o case sparse, mentre Piacenza, accanto alle nuove arginature ottocentesche, mostra ancora l'antico argine arcuato e "isolato", a difesa della sola città. Si può, quindi, pensare che il tracciato del Po, da Viadana-Guastalla sino a Ficarolo, evidenziatosi a partire dall'VIII secolo d.C. e sviluppatosi sino al percorso attuale nel 1159 (a parte la coesistenza dei due percorsi del Po Vecchio e del Po Lirone, che durerà per altri 300 anni circa), si sia evoluto e stabilizzato in condizioni scarsamente controllate dall'uomo: quali sono dunque le cause dell'*ansa*[11] di Viadana e Guastalla, vale a dire della grande deviazione verso nord del Po presso quelle località? Il LOMBARDINI (1865) si era accorto di questa particolare situazione idrografica e attribuiva la deviazione alla *forza* esercitata dagli affluenti appenninici, che con le loro alluvioni costringevano a spostare verso nord l'asse fluviale. Questa tesi non era nuova: era stata richiamata anche dal LITTA (1840) per interpretare lo spostamento verso nord del Po dalla località di Taneto (Reggio Emilia) ed è stata ripresa recentemente da altri studiosi (NATALE, 1993).

Un siffatto modello evolutivo sembra però poco credibile, per diverse ragioni, che si vedrà ora di esporre. Trebbia, Taro, Enza e Parma, innanzitutto, hanno un trasporto solido per trascinamento al fondo, fatto di ghiaie e sabbie, non certo inferiore rispetto a quello di altri affluenti, come Secchia, Panaro e Reno, che sono caratterizzati da un maggior trasporto in sospensione, costituito da argille, limi: senz'altro, Taro (BEDULLI & VALLONI, 2004) e Trebbia hanno formato le conoidi più grandi della pianura pede-appenninica. Esaminando, inoltre, proprio le carte ottocentesche, riprodotte nel volume di AUTORI VARI (a cura di SIBRA, 2004), o quelle allegate al presente volume, possiamo trarre alcune interessanti conclusioni in proposito. Nella Tav. VIII di AUTORI VARI (a cura di SIBRA, 2004) e nella Tavola Cartografica 2 del presente volume, il F. Trebbia, alla confluenza col Po forma un vistoso delta fatto di "isole" sabbiose e ghiaiose, mentre il Secchia, presso la sua foce (Tav. XXV di AUTORI VARI, a cura di SIBRA, 2004), non mostra tracce di isole fluviali, che costituiscono un indicatore di un trasporto solido elevato. È da ricordare, infine che la situazione idrografica attuale, della confluenza diretta, ortogonale, di Secchia, Panaro e Reno (il corso del Reno sarà successivamente deviato a est), è stata tracciata all'incirca tra il XIII e il XVII secolo, di solito con l'intervento dell'uomo, quando il percorso del Po si era già consolidato secondo il tracciato attuale: antecedentemente, gli alvei di questi fiumi disperdevano le acque in grandi paludi o confluivano in Po più a valle e, soprattutto nel Po di Primaro (Fig. 3.2).

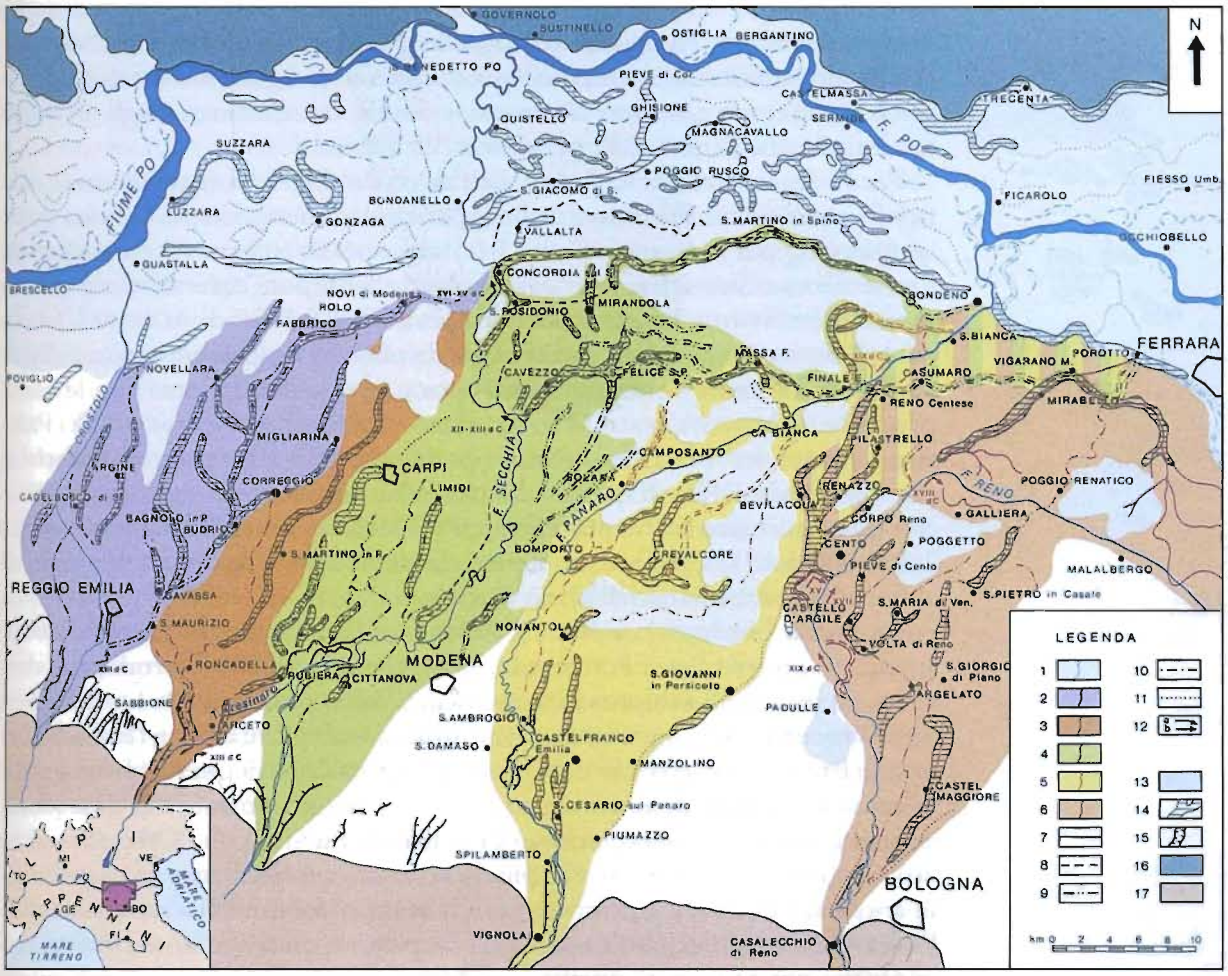
Fig. 3.2 - *Ricostruzione della rete idrografica (paleoalvei) dall'età del bronzo all'attuale, tra il torrente Crostolo e il fiume Reno.*
LEGENDA
Aree entro le quali hanno divagato, per l'intervallo di tempo considerato, i corsi d'acqua 1) Po, 2) Crostolo, 3) Tresinaro, 4) Secchia, 5) Panaro, 6) Reno; età dei paleoalvei: 7) moderna, 8) bassomedievale, 9) altomedievale, 10) romana e, a luoghi, del ferro, 11) del bronzo; 12) principali diversioni (a) e tagli artificiali (b), con indicazione del secolo o dell'anno; 13) bacini di piena, semisommergibili antecedentemente alla bonifica idraulica ("valli"); 14) dossi; 15) principali orli di scarpata; 16) depositi alluvionali subboreali dei fiumi Mincio, Tartaro e Adige, fluvioglaciali di pertinenza gardesana (pianura a nord del Po); 17) rilievo montuoso dell'Appennino.

La planimetria generale del Po e dei suoi affluenti, secondo recenti interpretazioni, è in gran parte condizionata dalle strutture tettoniche sepolte, in particolare da quelle delle pieghe frontali dell'Appennino (CASTELLARIN *et Alii*, 1986), talora subaffioranti, soprattutto nell'Oltrepò mantovano e nella bassa pianura modenese presso Mirandola, e dai relativi movimenti tettonici anche recenti, che si manifestano anche in superficie attraverso indizi più o meno evidenti[12] e tali da controllare l'evoluzione della rete idrografica[13]. La rete idrografica degli affluenti (Secchia, Panaro, Mincio) sembra essere notevolmente controllata dalla tettonica del substrato e dalla subsidenza[14] geologica a essa connessa[15]. Qualsiasi sia stata la causa, lo spostamento del Po verso nord da Viadana-Guastalla sino a Ficarolo è stato abbastanza rapido, 15 km dall'VIII sec. a.C. all'VIII d.C., ma poi si è arrestato: negli ultimi 1200 anni la situazione si è sostanzialmente stabilizzata, senz'altro anche grazie all'*aiuto* dell'uomo che, almeno negli ultimi 800 anni, ha eretto arginature artificiali sempre più alte, anche quando l'unica forza motrice era quella umana, bovina ed equina, con macchine fatte di carri, carriole e portantine e la tecnica di consolidamento della terra riportata consisteva nella battitura di un grosso palo mosso a forza di braccia. A poco a poco l'alveo del Po crebbe dapprima naturalmente, secondo lo schema evolutivo che è stato descritto, e artificialmente con gli argini; a sud, nel contempo, le grandi valli palustri dove un tempo disperdevano le acque Crostolo, Secchia, Panaro e Reno, con l'inalveamento di questi corsi d'acqua in Po, erano recuperate alle pratiche agricole. Intervenne probabilmente anche quel fenomeno in cui incorsero gli Estensi nel XV secolo, all'inizio della grande bonificazione ferrarese: la subsidenza indotta dal prosciugamento e il consolidamento degli strati argillosi[16]. Le aree vallive di Mirandola (MO) e dell'Oltrepò mantovano si vennero a trovare, poco a poco, 5 m più basse della Chiesa di Carbonara Po, posta ai piedi delle arginature del grande fiume, senza che ci fosse apporto di nuovi sedi-

menti a compensare i dislivelli creati[17]: si determinarono così le premesse delle grandi alluvioni dell'Ottocento, che furono la ragion d'essere degli studi condotti dalla Commissione Brioschi.

La forma dell'alveo

La forma di un alveo in un'area di pianura, così come potrebbe apparire a un osservatore che la guardasse, ad esempio, da un centinaio di metri d'altezza e come appare dalle rappresentazioni cartografiche di dettaglio (a grande scala, ad esempio > 1:50.000), è determinata dall'ampiezza, dalla sinuosità



più o meno pronunciata, dall'esistenza di uno o più canali occupati dall'acqua, dalla presenza o no di barre (isole) fluviali. Se la scala grafica è sufficientemente grande o la quota d'osservazione bassa, si osserverebbe anche la tessitura (dimensione) dei sedimenti alluvionali (ghiaie o materiali più fini: sabbie, limi, argille in ordine decrescente per dimensione dei granuli), che, a sua volta, dipende dalle caratteristiche geologiche del bacino, dal regime del corso d'acqua (e quindi dal clima) e dalla pendenza della pianura.

Alcuni Autori (WOLMAN & LEOPOLD, 1957; MIALL, 1977; RUST, 1978) han-

no proposto classificazioni sulla forma degli alvei e una nomenclatura che si adotterà in questo capitolo, nella descrizione dei fiumi padani. Ad esempio, nei corsi d'acqua della pianura piemontese (tra la Stura di Lanzo e il Ticino) veneta ed emiliana[18], dove questi non sono emissari di bacini lacustri e non hanno affluenti importanti, dall'uscita dal solco vallivo intramontano sino alla loro foce in mare o in un altro fiume come il Po, si possono osservare le successioni di forme che sono descritte in seguito. Nell'alta pianura l'alveo si presenta molto ampio e ghiaioso, a canali intrecciati (*braided*), nei quali la corrente fluviale si suddivide tra numerose *barre* o "isole", formate in prevalenza da ghiaie. Più a valle, in genere, l'alveo forma meandri con barre addossate alla riva convessa; ancora più a valle esso tende a suddividersi in canali multipli anastomizzati; infine, prima della foce, si osserva generalmente un canale singolo, più o meno rettilineo, con le barre in corrispondenza delle sinuosità principali. In un fiume molto lungo come il Po, che riceve tanti affluenti importanti, le forme dell'alveo non sono regolarmente disposte in quest'ordine, ma possono alternarsi, essendo condizionate dagli affluenti medesimi e dal variare delle pendenze del fondo.

Per la descrizione delle forme dell'alveo del Po nella seconda metà dell'Ottocento si farà riferimento alle (poche) planimetrie disponibili fra quelle disegnate per la Commissione Brioschi, spesso troppo schematiche per una lettura analitica di questa caratteristica del fiume; diversamente si citeranno le bellissime tavole della cartografia 1821-1872 di AUTORI VARI (a cura di SIBRA, 2004), alle quali si rimanda per una visione completa e diretta del Po *com'era*. I confronti con l'epoca attuale avverranno con le carte prodotte da MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI, MAGISTRATO PER IL PO PARMA, UFFICIO STUDI (1996), come ripetizione delle planimetrie Brioschi e per il medesimo fine di queste: il lettore che non ne disponga, in ogni modo, può utilizzare la cartografia dell'IGMI o la carta stradale alla scala 1:200.000 del TCI, facilmente reperibile e che consente ancora una visione abbastanza dettagliata dell'alveo fluviale.

Piano della Livellazione da Moncalieri al Porto di Palazzuolo alla scala di 1:50.000. In questo tratto il fiume scorre addossato al rilievo del Monferrato, con due affluenti principali in sinistra idrografica, la Stura di Lanzo e la Dora Baltea: nell'Ottocento esso appare con forme tipiche a canali intrecciati (*braided*), con grandi barre (isole) costituite da ghiaie. L'escavazione di queste ghiaie è stata la causa principale delle trasformazioni che hanno portato alla situazione odierna. Nel 1996 l'alveo, almeno sino alla confluenza con l'Orco (Brandizzo), non solo è costituito per lo più da un unico canale di magra, ma presenta anche sponde incise, tipico segno di un approfondimento provocato dall'estrazione di ghiaia; inoltre, ai lati, compaiono specchi d'acqua isolati, dal contorno più o meno geometrico, anch'essi conseguenti all'attività estrattiva. Le arginature nell'Ottocento sono già presenti in alcuni tratti e su di esse corrono strade parallele all'alveo; nel 1996 compaiono nuove arginature più prossime all'alveo, mentre in altri tratti sono state costruite difese di sponda longitudinali (muri di sostegno).

Tra l'Orco e la Dora Riparia si possono fare le medesime considerazioni del tratto precedente, anche riguardo ai raffronti con la situazione recente. Sono da notare, nel disegno della Tavola Cartografica 1, sulla Dora Baltea le *Porte di S. Andrea*, a paratie mobili, per evitare il *rigurgito*[19] delle acque di piena del Po verso quel fiume e al di fuori dei limiti arginati.

Tra Crescentino e Palazzolo e da qui (Tavola Cartografica 1: *Piano dimostrante l'andamento della Livellazione del Po da Sommo sulla sinistra e da Bastida de' Dossi sulla destra e fino a Palazzuolo*, in scala 1:50.000) a Casale, allora come oggi, l'alveo si presenta con un unico canale, con qualche barra al suo centro; in quello attuale, molto evidenti sono i segni di un approfondimento per erosione: le ampie sinuosità sono determinate da fattori strutturali connessi con il rilievo del Monferrato. Dopo Casale, per la confluenza del Sesia (sinistra idraulica), l'alveo del Po nell'Ottocento era caratterizzato da un'ampiezza notevole (anche di 2 km), con forme intermedie tra quella a canali intrecciati e multipli e quella a meandri, mentre il solco di divagazione olocenico, incassato nei terrazzi alti della pianura, assumeva ampiezze fino a oltre 7 km (CASTIGLIONI *et Alii*, 1997 a, foglio 1). Nel 1996, ben poco rimane di queste forme. Il canale di magra è unico, ben inciso nelle proprie alluvioni, con poche barre, mentre sulla sponda nord restano canali isolati, che drenano le sponde alte (*Canale dello Storto* presso Breme; *Lago di Sartiana*, sede della Riserva della Garzaia di Valenza): in queste località, come si può vedere nella Tavola Cartografica 1, si osserva un tentativo di rettifica dell'alveo, forse per recuperare all'attività agricola aree golenali o per motivi di pulizia idraulica, che può essere interpretato come premessa alla perdita di naturalità al fiume. Dopo Valenza, il Po entra in piena pianura, a sud senza il "vincolo" del Monferrato o del margine appenninico. Nella Tavola Cartografica 1 si osservano ancora forme intermedie tra quelle a canali intrecciati e quelle a meandri, soprattutto dopo le confluenze con i fiumi Tanaro e Scrivia, in destra idraulica: l'alveo di magra doveva presentarsi con imponenti distese di ghiaie, che conserva, se pure molto parzialmente anche nel 1996, con qualche barra sporadica, compresa tra canali tutt'al più solo sdoppiati, senza quel caratteristico intreccio di oltre cento anni prima.

Da Cornale a Sommo, prima della confluenza col Ticino, allontanandosi da tributari ricchi di alluvioni ghiaiose, il Po, anche all'epoca dei rilievi delle Tavole Brioschi, tendeva a passare a un alveo a un unico canale, con meandri molto ampi (raggio di curvatura prossimo a 1 km) e uniformi per dimensione.

Nella Tavola Cartografica 2, una carta senza titolo e altre indicazioni, comprende la Provincia di Pavia, dalla confluenza con il fiume Agogna (sinistra idraulica) a quella con il torrente Bardonezza (destra idraulica): essa è molto schematica, tuttavia individua un alveo tipicamente a meandri sin già dalla sua estremità ovest, con meandri "tagliati", con testimonianze di canali (o *lanche*) residui e idronimi molto indicativi, come quello di *Rotta dei Torti* presso Giarola e Bastida de' Dossi. Da qui in avanti, sino alla Provincia di Parma tutta la toponomastica del territorio è contrassegnata da una serie d'idronimi[20] connessi alla forma dei meandri e alla loro dinamica[21]. Nel 1996 ben poco resta di questa morfologia a meandri: il canale è singolo, molto largo, con ampie sinuosità e barre sabbiose e ghiaiose, presso le sponde convesse; totalmente cambiata è anche la confluenza tra Ticino e Po, quasi da rendere irriconoscibile il confronto tra le carte rilevate a 112 anni di distanza. A valle della confluenza del Ticino fanno la loro comparsa, anche fuori dell'argine maestro (in questo caso, spesso circondati da argini o *coronelle*), specchi d'acqua, testimoni di sifonamenti della falda, indicati con vari nomi d'uso locale: fontanazzi, burroni, bugni, gorghi, ecc. Da qui in avanti, come appare dalla carta del 1996, questi corpi d'acqua s'incontreranno non solo lungo tutta l'asta del Po sino al mare, ma anche lungo i suoi affluenti e alcuni paleoalvei, come il Po Vecchio dell'Oltrepò mantovano.

Tavola Cartografica 3 *Corografia generale del Fiume Po dalla foce del Fiume Lambro a quella del fiume Adda*: rappresenta la sponda sinistra idraulica; la morfologia a meandri del fiume è assai evidente, con altrettanto evidenti vecchi meandri abbandonati racchiudenti *Isole*. È presente un argine maestro oramai continuo, che accompagna per lunghi tratti anche i corsi d'acqua minori (ad es. Colatore Mortizza), per evitare gli effetti dei rigurgiti durante le piene. Sono presenti anche argini minori a presidio delle golene e delle *Isole*, evidentemente recuperate all'agricoltura e sommergibili solo in occasione delle massime piene.

Dal raffronto con la situazione del 1996, si evince che a distanza di oltre 100 anni i grandi meandri hanno potuto svilupparsi liberamente, accentuando notevolmente il loro raggio di curvatura, essendo state costruite arginature distanti dal canale di magra.

Nella successiva Tavola Cartografica 4 *Livellazione generale nella Provincia di Cremona*, l'elemento morfologico più interessante è rappresentato, presso il limite nord del disegno, dalle *alture insommergibili ossiano ciglioni*, vale a dire l'orlo di terrazzo che separa la pianura olocenica da quella terrazzata tardo-pleistocenica, che costituisce il ripiano principale della Pianura Lombarda. La relativa cartografia geomorfologica è riportata nel foglio 2 di CASTIGLIONI *et Alii* (1997 a). Questi *ciglioni* si collegano, quando sono troppo distanti dal fiume, con l'argine maestro, mentre altri, minori (*argini comprensoriali*), presidiano le golene. Nel 1874, la morfologia dell'alveo appare modificata rispetto a un periodo precedente: sono scomparsi quasi tutti i meandri, dei quali restano evidenti tracce; l'alveo appare così caratterizzato da un canale unico o sdoppiato fra grandi barre o isole fluviali sabbiose, con sinuosità più o meno accentuate, che farebbe pensare a consistenti interventi idraulici per opera dell'uomo.

Nel 1996 si osserva, invece, un'accentuazione nei raggi di curvatura e compare, soprattutto, l'Isola Serafini[22], grande meandro "bloccato" da una traversa e tagliato artificialmente nel 1961 mediante un canale per la produzione d'energia elettrica: a quest'impianto sono attribuiti alcuni "mali" del Po, in particolare il rallentamento del trasporto solido ed erosione verso valle.

Sull'opposta sponda piacentina (Tavola Cartografica 2 *Carta Corografica colla livellazione generale del Po nella provincia di Piacenza*), come in sinistra idraulica, iniziano arginature artificiali ormai continue. Si osserva l'enorme trasporto solido del Trebbia, con alveo tipicamente *braided*, con barre ghiaiose e che forma nell'alveo del Po un appariscente delta-conoide, che ne sposta verso nord il canale d'alveo.

La Tavola Cartografica 5 *Pianta colla livellazione del fiume Po tra Ongina d'Enza in Provincia di Parma* appare troppo schematica per la descrizione del fiume. Anche la successiva Tavola Cartografica 4 *Planimetria Rettificata della sponda destra di Po tra l'Ongina e il Taro*, pur essendo molto dettagliata, delinea appena la sponda destra del fiume, senza tracciare la forma dell'alveo. In compenso, la campagna circostante appare accuratamente disegnata, consentendo di ottenere indicazioni sull'uso del suolo, essendo ben evidenti i prati stabili, acquerellati in verde, e i seminativi arborati; oppure i boschi delle barre fra canali (isole) o di sponda. Dal punto di vista idraulico, si notano le arginature continue, i piccoli specchi d'acqua tondeggianti dei sifonamenti della falda e in particolare i *Burroni della rotta 1801*, presso Ragazzola. In questo tratto di fiume, come nei susseguenti, si dovrà fare riferimento alle carte del 1821-1872 (AUTORI VARI, a cura di SIBRA, 2004), dove il fiume è rappresentato con ampi tratti a canali intrecciati con estese barre (isole) sabbiose, talora ricoperte da

boschi; con il metro attuale di giudizio, quella condizione si poteva ritenere di elevato pregio naturalistico: il fiume mostrava evidenti segni di un altro passato, quando i meandri erano presenti in gran numero. Nel 1996 il fiume si presentava, invece, a canale singolo, con pochissime barre sabbiose di sponda o centrali al canale e accenni a tagli rettilinei[23] presso Roccabianca e Casalmaggiore, tali da far pensare a interventi dell'uomo.

La Tavola Cartografica 5 *Planimetria Rettificata della Sponda destra di Po tra il Taro e la Parma* è sostanzialmente simile alla precedente per stile grafico e contenuti. Si notino i Boschi *Rondani* e i più vasti *Levoccher*, i primi forse di pertinenza comunitaria (di Mezzano Rondani), i secondi di proprietà privata, oppure con taglio concesso in appalto a una famiglia d'origine austro-ungarica.

Tra Viadana e Boretto inizia la grande ansa del Po, della quale si è ripetutamente parlato in questo testo, rappresentata per la sponda reggiana dalla Tavola Cartografica 6 *Planimetria della Pianta Idrografica dimostrativa delle opere Idrauliche di 1ª e 2ª Categoria nella Provincia di Reggio Emilia*, troppo schematica perché possa fornire informazioni sull'alveo del Po. Per questo tratto di fiume, le carte del 1821-1872 ci mostrano grandi isole fluviali e barre sabbiose di sponda, quasi un alveo a canali intrecciati (*braided*); i boschi accompagnano quasi tutto il percorso del fiume, in una successione quasi ininterrotta: si possono ricordare i Boschi di Bireli presso Boretto, l'Isola Terrelli presso Guastalla, il Bosco di Luzzara ecc. Le trasformazioni dell'ansa, da Viadana a San Benedetto Po, sono state sintetizzate da CASTALDINI & PIACENTE (1991 a, 1991 b). Secondo gli Autori, in circa due secoli, l'alveo di magra si è ridotto a un singolo canale sempre più stretto, con la scomparsa di *isole* e barre laterali sabbiose, come del resto appare evidente dalla cartografia del 1996.

Dalla svolta di Scorzarolo (foce Oglio), in assenza delle carte Brioschi, ci si dovrà rifare solo a qualche notazione tratta dalla cartografia del 1821-1872: da qui in avanti l'alveo appare sempre abbastanza rettilineo, con qualche ampia varice al cui centro si erano formate vaste barre sabbiose. Il vecchio meandro di San Benedetto Po, traccia antica del Po Vecchio, si mostra semioccluso, con ampi spazi occupati da boschi. Altri meandri si osservano a Revere-Ostiglia e a Bergantino-Carbonarola; sino a Ficarolo il fiume si mantiene più o meno rettilineo, a canale singolo, tra altissime arginature artificiali, con rare isole sabbiose. Dopo la svolta di Ficarolo, dove avvenne la famosa rotta del 1152, e inizia il Po "nuovo", fino a Occhiobello (RO), Pontelagoscuro (FE) e Papozze (RO), all'inizio della prima diramazione deltizia (Po di Goro), l'alveo ottocentesco, come quello odierno, è sempre a canale singolo, sempre più ristretto tra alte arginature, con rare isole sabbiose per lo più mobili, con decorso da rettilineo a sinuoso, con qualche ansa più accentuata: risentiva anche allora di geometrie che sono controllate dall'uomo da almeno nove secoli.

Nello sviluppo del delta del Po (Tavola Cartografica 6 delle planimetrie Brioschi), secondo AUTORI VARI (1990 b, pp. 332-333), dagli inizi dell'Ottocento a oggi, è possibile schematizzare tre fasi:

1. dall'Ottocento al 1940-50: la linea di rive progredisce verso mare e i fondali s'innalzano; l'abbassamento del suolo è dovuto alla sola subsidenza naturale e alle opere di bonifica;

2. dal 1940-50 al 1965 circa, la linea di riva regredisce e i fondali si abbassano, con la sommersione d'ampie aree costiere. Questa involuzione è da imputare alla rapida subsidenza conseguente all'estrazione d'acque metanifere;

3. dal 1965 al 1982, la tendenza evolutiva negativa non è più imputabile alla subsidenza, ma alla diminuzione del trasporto solido dei corsi d'acqua. Nel medesimo intervallo di tempo si assiste all'erosione e arretramento delle spiagge romagnole.

Il foglio 3 della carta altimetrica della Pianura Padana (CASTIGLIONI *et Alii*, 1997 b) evidenzia chiaramente che, in assenza d'arginature e della bonifica idraulica, la linea di riva del mare si troverebbe a soli 14 km da Ferrara.

Le sezioni dell'alveo

Le 89 sezioni trasversali dell'alveo (Tavole Cartografiche allegate al presente volume: dalla 7 alla15), ricostruite per conto della Commissione Brioschi, sono numerate in maniera progressiva da monte verso valle. La n. 1 è tracciata presso la confluenza con il Tanaro, in Provincia di Pavia: la località di Bastida de' Dossi è situata in destra idrografica, nell'Oltrepò pavese (planimetria di riferimento Tavola Cartografica 2). La n. 82 corrisponde a Casa Stoppa presso Porto Tolle, lungo il ramo deltizio del Po di Venezia. La ricostruzione dei profili di fondo degli alvei iniziò, dunque, laddove il fiume entra in aperta pianura, allontanandosi dal margine del Monferrato e dell'Appennino, con arginature artificiali quasi continue, già alte nei primi due profili, in sinistra idrografica (lato sinistro del disegno) sino a 8 m.

In questa sede non si potrà esaminare singolarmente ciascuna sezione e nemmeno confrontarle con quelle, rilevate in seguito più volte (1923, 1954, 1979) lungo la medesima traccia; ci si limiterà ad alcune notazioni generali, rimandando, per un'analisi dettagliata dell'argomento al volume di AUTORI VARI (1990 b). Si deve innanzitutto ricordare che le Sezioni dell'alveo del Po, ricostruite nel 1873, ebbero una finalità idraulica, per lo studio della propagazione delle piene (si veda il cap. 9) e quasi sicuramente anche per la navigazione e la localizzazione dei mulini natanti.

Il volume sopra citato suddivide il Po in due parti distinte: la prima parte analizza le sezioni comprese tra la n. 1 e la n. 57, dalla Provincia di Pavia (Bastida de' Dossi) sino a Sermide (MN) e Castelmassa (RO); la seconda quelle comprese tra la 58 e la foce del Po di Tolle. Questa suddivisione è determinata, probabilmente, dalla "distribuzione" della ricerca fra gruppi di lavoro distinti, ma ha anche una certa logica "fluviale": infatti, la prima parte della nota riguarda il tratto d'alveo più "mobile" che, dal Pavese al Mantovano, in poco più di un secolo (1873-1990) ha visto lo spostamento del canale principale, come esposto nel paragrafo precedente, anche dell'ordine di migliaia (Pavese, Piacentino) o di centinaia di metri (Parmense, Reggiano e Mantovano); un esame dell'evoluzione nel tempo delle sezioni risulterebbe quanto mai difficile. La seconda parte si riferisce, invece, come già detto, a un alveo a canale singolo, molto stretto, delimitato da alte arginature e con scarsa possibilità di divagare; in questo modo, i raffronti tra misure ripetute nel tempo nelle medesime sezioni risultano più indicativi.

Gli estensori della prima parte del volume di AUTORI VARI (1990 b), anche attraverso simulazioni, pervengono a bilanci di deflussi (portate idriche) e di trasporto solido, mentre dedicano poca attenzione all'evoluzione morfometrica e altimetrica del *thalweg*. Si limitano a rilevare che dal 1954 al 1979 (p. 226)

l'alveo a valle dell'Isola Serafini, presso Piacenza, si è abbassato di circa 2 m.

Assai chiare, invece, sono le conclusioni, alle quali perviene Ezio TODINI (in AUTORI VARI, 1990 b, pp. 414-415) per l'alveo del Po a partire dalla Sezione 58, vale a dire da Felonica (MN):

dal 1954 al 1962, mentre tra Felonica e Pontelagoscuro l'alveo si mantiene invariato, da quest'ultima località al mare, si registra uno "sprofondamento" generalizzato a causa dell'andamento "esplosivo" della subsidenza, con mantenimento, tuttavia, della forma delle sezioni;

dal 1962 al 1967, rallentata la subsidenza e non ancora iniziato il prelievo selvaggio di inerti, l'alveo tendeva ad assestarsi;

dopo il 1967, il profilo del fondo è caratterizzato da uno sprofondamento generalizzato, dovuto alle escavazioni di inerti, all'erosione naturale provocata dalle maggiori portate medie rilevate tra il 1975 e il 1980 e alla diminuzione del trasporto solido.

Nel tratto che va da Cremona alla confluenza con il Mincio, BELLINI (2006) evidenzia, infine, che dal 1951 al 2000 l'alveo del Po si è abbassato mediamente di 4 m, mentre nel tratto a valle si è abbassato di 2,5 m: l'Autore fa notare che questo fenomeno è imputabile per il 50% all'estrazione di ghiaie e sabbie dal fiume e dai suoi affluenti e, in ordine di peso decrescente, alla presenza dello sbarramento dell'Isola Serafini e all'assetto realizzato nell'alveo di magra ai fini della navigazione.

Si può, dunque, concludere che le 89 sezioni della Commissione Brioschi, pur sempre mantenute fisse come traccia per tutte le misure del *thalweg* per tutti gli anni successivi sino al presente, sono difficilmente sovrapponibili e confrontabili con quelle attuali, per molteplici motivi, quali le variazioni altimetriche del suolo[24] e il cambiamento di sviluppo planimetrico dell'alveo. Ciò nulla toglie al fatto che quelle sezioni costituiscono sempre una preziosa testimonianza di ciò che *fu* il Po alla fine dell'Ottocento.

L'evoluzione morfologica naturale, "bloccata" progressivamente dall'uomo

Sintetizzando quanto esposto nel presente capitolo, si può dire che negli ultimi 3000-4000 anni l'alveo del Po ha avuto un "grado di libertà", per spostarsi e divagare, molto ampio, sin tanto che non è intervenuto l'uomo. Le carte di CASTIGLIONI *et Alii* (1997 a), ad esempio, illustrano molto bene questa caratteristica, che da Moncalieri sino al mare, si può così riassumere:

1. da Chivasso sino a Casale Monferrato, la fascia di divagazione fluviale ha avuto un'ampiezza compresa tra 1 e 2,5 km circa;
2. tra Casale Monferrato (foce Sesia) e Piacenza è andata ampliandosi sino a raddoppiarne la sua larghezza;
3. tra Piacenza e Casalmaggiore, essa raggiunge i 10 km. Sino a questa località, la presenza di orli (scarpate) di terrazzo di vario ordine (tra le alluvioni oloceniche e quelle tardo-pleistoceniche, all'interno di quelle oloceniche) ha contribuito a delimitare le aree di espansione delle acque di piena;
4. da Casalmaggiore in avanti il grado di mobilità è stato enorme: secondo la sezione trasversale sud-nord, da Poviglio (Reggio Emilia, in destra idraulica) a Sabbioneta (Mantova), si può stimare un'ampiezza della fascia di divagazione di circa 18 km; dopo l'ansa di Viadana – Guastalla e sino a Ficarolo, tale ampiezza è anche di oltre 20 km;

5. lungo la linea di costa, i rami deltizi si sono spostati da Ravenna a Chioggia, per una distanza di oltre 70 km.

L'alveo del Po, a partire da Piacenza, acquisì la posizione attuale a partire dal XII secolo, dopo la rotta di Ficarolo; ma già in epoca romana, come si è visto, a monte di quest'ultima località, aveva raggiunto un percorso simile a quello attuale, con un progressivo spostamento verso nord e la formazione della grande ansa di Viadana e Guastalla, che sarebbe stata la causa di tutti i mali dei secoli successivi e in particolare del XIX.

Sulla base dei documenti storici, non è accertabile che in epoca romana (e tanto meno in periodi antecedenti) sia esistito un sistema di arginature continuo a difesa delle acque del fiume (CALZOLARI, 2004); interventi idraulici e di bonifica sono invece documentati a partire dal secolo XI e soprattutto dall'epoca rinascimentale, quando sono regolati anche i percorsi degli affluenti, soprattutto Crostolo, Secchia, Panaro e Reno, in destra idraulica.

Col passare del tempo, nell'ultimo millennio, da Casale Monferrato a Piacenza, tutta la fascia di divagazione del Po, compresa tra gli orli di terrazzo e destinata a essere *naturalmente* esondabile, si dovette progressivamente restringere, per la costruzione di opere di presidio, tanto è vero che nella sezione n. 1 della Commissione Brioschi compaiono arginature artificiali continue, laddove manca un limite naturale all'espansione delle acque di piena: i *ciglioni insommergibili*, ovvero le scarpate delle superfici terrazzate. Il recupero d'ampie aree all'agricoltura dovette avvenire soprattutto nell'Ottocento: la rottura degli argini provocava inondazioni tra il Pavese e il Piacentino, che erano considerati eventi calamitosi per aree che, antecedentemente, erano naturalmente allagabili.

I disastri maggiori, soprattutto dopo la fine del XVI secolo, ma ancor più nel XIX (1801, 1812, 1820, 1821, 1839, 1864, 1868, 1872 per due volte, 1879), si ebbero a valle di Casalmaggiore e soprattutto in destra idraulica. L'evoluzione naturale del Po era stata, infatti, "bloccata" dall'uomo da circa 1000 anni: l'alveo, per le cause prima esaminate, acquisì una pensilità molto accentuata, tanto che il livello delle acque di piena è giunto a sovrastare di ben 18 m campagne distanti anche 12 km e le arginature artificiali, continuamente rialzate, si avvicinano spesso a 10 m d'altezza rispetto al loro piede esterno all'alveo. Se le arginature si rompono, per tracimazione delle acque o per sifonamento[25], il disastro si compie, come nel 1872, quando restarono allagati 830 km^2 di territorio dell'Oltrepò mantovano e delle province di Modena e Ferrara. Nemmeno le attuali arginature, con le loro tecniche costruttive più avanzate, fatte di diaframmi e rivestimenti cementizi, possono dare certezze assolute: anche nel 1996 e nel 2000 qualche timore vi fu. D'altra parte, se si esaminano con attenzione i fogli 2 e 3 della carta di CASTIGLIONI *et Alii* (1997 b), ci si accorge che l'asse di drenaggio principale della pianura, lungo il quale si dispongono le quote minime, segue un percorso ben diverso da quello del fiume: da Zibello nel Parmense, si dirige verso Colorno (PR), Brescello (RE), Moglia (MN), le Valli di Mirandola (MO), Bondeno (FE), Ferrara e di qui verso il mare sino a Comacchio, seguendo in gran parte il tracciato dei principali canali di bonifica, il Cavo Fiuma e il Canale di Burana. La situazione morfologica attuale della pianura, come quella ai tempi della Commissione Brioschi, deriva dunque da una lunga evoluzione geologica, strettamente controllata e "bloccata" dall'uomo negli ultimi 1000 anni.

Note

1. Per la definizione di idraulica e idrologia, si veda il contributo di B. BACCHI (cap. 8).

2. Dal presente: si usa di solito l'abbreviazione *b. P.*, dall'inglese *before Present*.

3. Della numerosissima bibliografia sull'argomento si può citare, ad esempio, il libro divulgativo di AUTORI VARI (1990).

4. Sull'argomento esiste una bibliografia molto vasta, parzialmente riportata anche nelle note di GOVI & TURITTO (1993, 2000) e GOVI & MARAGA (1995), CASTALDINI (1989, 1996), CASTALDINI *et Alii* (2003), PELLEGRINI (1969, 1990 a, 1990 b) e che in gran parte si è ispirata alle memorie del LOMBARDINI (1865, 1867-68); si ricordino ancora le note di AVERONE (1910), DE CHAURAND (1932) e VEGGIANI (1974), CREMASCHI *et Alii* (1978), BOTTAZZI & CALZOLARI (1987), PARMIGIANI (1992), MARCHETTI *et Alii* (2000), CALZOLARI (2000 a; 2000 b)

5. A questo proposito vale la pena discutere di un dato bibliografico, citato da tanti storici (LITTA, 1840) e ripreso poi dal LOMBARDINI (1865, 1867-68) e da tutti gli autori successivi, secondo i quali in età romana repubblicana, il Po sarebbe passato per *Tanetum*. L'odierna Taneto (trascrizione dalla cartografia IGMI e TCI) o Tanneto (trascrizioni più antiche), infatti, si trova in Comune di Gattatico (Reggio Emilia), a poca distanza dall'alveo del T. Enza e dalla Via Emilia e a una quota prossima a ben 51 m s.l.m.: l'analisi sia della stratigrafia del sottosuolo, sia delle forme di superficie, non fornisce alcun elemento a riprova dell'esistenza di un antico alveo del Po, nonostante le "certezze" documentarie del LITTA (1840). I primi riscontri stratigrafici e morfologici si registrano, invece, a 4 km più a nord, verso Poviglio (circa 29 m s.l.m.), dove passava un antico alveo del Po, il Bondeno, ben documentato anche dall'analisi geomorfologica, come si è detto poco sopra (CASTALDINI *et Alii*, 2003, p. 15). Sull'argomento si veda anche DALL'AGLIO (1980).

La località di *Tanetum* è citata da Livio (59 a.C.-17 d.C.) e riferita all'anno 218 a.C. "*di fronte al dilagare della rivolta gallica e all'avanzata dell'esercito di Annibale, i rifornimenti per i Romani arrivano per via fluviale, prima a Tanneto, poi a Piacenza*" (CALZOLARI, 2004, p. 30). Tito Livio, infatti, scrive in *Ab Urbe condita* (XXI, 25, 13): "*Poi i Romani... si diressero a Tanneto, villaggio nei pressi del Po*" (CALZOLARI, 2004, p. 60). Il *Tanetum* di Tito Livio potrebbe, in realtà, corrispondere a un'altra località più o meno prossima, denominata con il medesimo dendronimo, oppure l'aggettivo "vicino" si deve intendere in senso relativo (tanto più che Livio scrive due secoli dopo il fatto narrato!) e che la navigazione fluviale seguisse il Bondeno (antico percorso del Po) e, quindi, l'Enza.

Secondo il Prof. Aurelio Mordini (comunicazione personale) *Tanetum* sarebbe derivato dal latino *ALNETANUM* (ontano o legno d'ontano), a cui è aggiunto il suffisso *-etum*, che ha valore collettivo (quindi bosco d'ontani). L'Ontano (*Alnus incana* GAERTNER) è una pianta delle Betulacee, che cresce lungo i fiumi e nelle zone umide della pianura, della collina e della montagna: dalla corteccia si estraeva il tannino, per conciare le pelli. In francese esiste il verbo *tanner* = conciare e, in senso figurato, annoiare, importunare. La presenza di Ontani lungo i fiumi e nei terreni golenali, specie in passato, farebbe pensare che il toponimo *Tanetum* potesse essere abbastanza frequente anche lungo l'alveo del Po e dei suoi affluenti durante l'età romana. Secondo la Prof. Piera BONATI anche la radice celtica confermerebbe il significato del fitonimo: Alnus = "al" e "han", "vicino alle acque".

6. Fu definitivamente isolato dall'alveo del Po nel 1480.

7. Anche in questo caso occorre fare una precisazione. Tanti Autori citano la possibilità che arginature potevano esistere già in epoca etrusca e romana. Analizzando i testi d'età romana, CALZOLARI (2004, p. 25) perviene, però, alla conclusione che non si hanno prove che il Po fosse dotato di arginature artificiali anche modeste: "*l'unico autore che usa la parola agger in riferimento alle rive del Po è Lucano... ma non è chiaro il senso preciso che egli voleva attribuire al termine*".

8. Da ricordare che questo corso d'acqua, da Quistello alla foce, segue i grandi meandri del Po Vecchio, nel quale fu inalveato nel XV secolo.

9. Lungo il quale si registrano, quindi, le quote minime.

10. Vale a dire con dislivelli inferiori a 5 m per km di lunghezza.

11. Si veda il titolo del volume di AUTORI VARI (2003).

12. Sono state segnalate e descritte in superficie anche strutture di taglio "attive" presso Correggio in Provincia di Reggio Emilia: PELLEGRINI & VEZZANI (1978) e BONORI *et Alii* (2000).

13. Si veda, in particolare, PELLEGRINI (1969) e, molto più recentemente, BURRATO *et Alii* (2002), BURRATO *et Alii* (2003), CIUCCI *et Alii* (2002) e DE MARTINI *et Alii* (1998), che in termini più aggiornati e analitici ripropongono lo schema di evolutivo proposto dal precedente Autore. Anche BRAGA & GERVASONI (1985) individuano correlazioni tra strutture tettoniche e il percorso del Po tra Pavia e Piacenza; per la risposta del sistema fluviale padano si veda, infine, la precisa discussione del problema da parte di CASTIGLIONI (2001, p. 168-172).

14. Subsidenza, dal latino *sub sidere*, nel senso del suolo che si assetta sotto: movimenti verticali di abbassamento del suolo.

15. Nel senso che in corrispondenza delle sinclinali – strutture depresse dove si ha il massimo accumulo di sedimenti – si registrano i valori più alti di abbassamento del suolo.

16. Le argille sono costituite da minerali lamellari (fillosilicati), ciascuna "lamella" ha dimensioni inferiori al millesimo di millimetro. Se diminuisce la pressione dell'acqua tra le particelle, per prosciugamento o estrazione di acqua dal sottosuolo attraverso pozzi, le lamine argillose si avvicinano progressivamente: il livello del suolo si abbassa e si ha il fenomeno della subsidenza; per distinguerla da quella geologica, naturale, che di norma è molto più lenta (pochi mm/anno al massimo), è indicata come *indotta* o *antropica*, e può essere molto più rapida. Il delta del Po, ad esempio, per l'estrazione dal sottosuolo di gas commisto ad acqua, in alcuni tratti (Adria) si è abbassato di oltre 6 m dal 1956 al 1961, con una velocità media di 145 mm/anno (cap. 14 di CASTIGLIONI & PELLEGRINI, 2001; CASTIGLIONI *et Alii*, 1997 b).

17. Ricerche archeologiche condotte nella zona hanno dimostrato che tutti i reperti archeologici dall'Età del Bronzo in avanti, come i paleoalvei (San Martino Spino) coevi del Po, affiorano direttamente in superficie: si vedano le numerose pubblicazioni di CALZOLARI (ad es. 1980).

18. In molti casi, purtroppo, queste forme sono meno evidenti, perché gli alvei, soprattutto nei tratti di alta pianura, sono stati soggetti a un'erosione intensa a seguito dell'escavazione di sabbia e ghiaia.

19. *Rigurgito*: termine tecnico. Sta a indicare un rialzo del livello, con effetto retrogrado, all'indietro, quando il deflusso del corpo ricevente, in questo caso il Po, presenta un livello idrico più alto di quello affluente (la Dora Baltea).

20. Nomi di luoghi (toponimi), derivati da corsi d'acqua.

21. Ad esempio Mezzano (-i), Mezzanino e toponimi simili, nella forma singolare o plurale, stanno a indicare territori separati dal taglio dei meandri; Corno (-i) l'estremità superiore di un meandro molto stretto, Dosso (-i) e Monticello (-i) antiche arginature, Mortizza ramo fluviale abbandonato, ecc. Molte anche le località lungo alvei o paleoalvei indicatrici delle tessiture dei sedimenti: Arena, Sabbioni, Ghiaie, Ghiarole, con numerose varianti e corruzioni (Zara, da Giara e, quindi dal latino *glarea*).

22. Essa è posta a valle di San Nazzaro, in Comune di Monticelli d'Ongina (PC).

23. Sarebbe forse più opportuno definirli *sinuosità*!

24. Si veda il foglio 3 di CASTIGLIONI *et Alii* (1997 b): nel periodo 1897-1957 gli abbassamenti si possono stimare di 0,5 m a Piacenza, di 2 m nel Mantovano, di 3 m a Pontelagoscuro, di oltre 6 m nel delta. Inoltre: BONDESAN *et Alii* (2001 b).

25. Si veda nota 6 del cap. 1 curato dall'ingegner Ciarmatori.