

MASSIMO RINALDI (\*), CRISTINA SIMONCINI (\*) & DANIELE SOGNI (\*\*)

## VARIAZIONI MORFOLOGICHE RECENTI DI DUE ALVEI GHIAIOSI APPENNINICI: IL FIUME TREBBIA ED IL FIUME VARA

**ABSTRACT:** RINALDI M., SIMONCINI C. & SOGNI D., *Recent morphological changes of two Apenninic gravel-bed rivers: the Trebbia and Vara Rivers, Italy.* (IT ISSN 1724-4757, 2005).

The morphological changes that occurred during the last two centuries along the lower reaches of the Trebbia and Vara rivers are analysed, showing similarities with the recent channel evolution of many gravel-bed rivers with an initial braided morphology draining from the Apennines and Alps. From the first decades to the second half of the 19<sup>th</sup> century, the two rivers have undergone channel narrowing (between 10 and 25% of the initial channel width) and partial reduction of the braiding characters. These changes are related to a first period of decrease in sediment supply mainly due to changes in land use (reforestation) in the upper portions of the drainage basin. Climate changes, specifically the end of the Little Ice Age with possible effects in reducing sediment supply to the river channels, could be an additional factor in explaining channel changes during this first period of adjustments. This phase of channel narrowing, combined with a quite limited bed incision, continued with approximately the same trend until about the first half of the 20<sup>th</sup> century, and was also related to the construction of dams (starting from the 1920s) and of groynes in the alluvial plain (in the case of the Vara R.).

A second phase of more relevant channel adjustments occurred during the second half of the 20<sup>th</sup> century, as a consequence of intense sediment mining activity (particularly between 1960 and 1980) added to the effects of dams and further reforestation. As a result, a second distinct phase of channel narrowing and a significant channel bed incision (probably higher along the Vara R.) are observed. Finally, recent data relative to the last 10 years suggest the starting of an inversion of the trend of channel changes, with a present phase of channel widening, at the scale of the whole study reaches, combined with an aggradational phase, the latter observed in some reaches along the Vara R. (promoted by the presence of grade control structures) and only locally along the Trebbia R.

**KEY WORDS:** Morphological changes, Channel incision, Channel narrowing, Trebbia River (Emilia Romagna), Vara River (Liguria).

**RIASSUNTO:** RINALDI M., SIMONCINI C. & SOGNI D., *Variazioni morfologiche recenti di due alvei ghiaiosi appenninici: il Fiume Trebbia ed il Fiume Vara.* (IT ISSN 1724-4757, 2005).

Vengono analizzate le variazioni morfologiche succedutesi durante gli ultimi due secoli lungo i tratti vallivi del F. Trebbia e del F. Vara, che

appaiono in accordo con l'evoluzione recente di numerosi alvei ghiaiosi appenninici e pedalpini a morfologia inizialmente a canali intrecciati. Tra i primi decenni e la fine del XIX secolo, si osserva un certo restringimento dell'alveo ed una parziale riduzione dei caratteri di alveo a canali intrecciati, da mettere in relazione ad un primo periodo di riduzione della produzione di sedimenti legata prevalentemente a variazioni di uso del suolo (rimboschimenti) nelle porzioni collinari e montane del bacino. Non è da escludere in questa fase qualche possibile influenza climatica legata all'esaurirsi della Piccola Età Glaciale, che potrebbe avere avuto effetti sull'intensità dei processi di produzione di sedimenti. La fase di restringimento, accompagnata da un abbassamento del fondo probabilmente piuttosto limitato, si prolunga con all'incirca lo stesso andamento fino a circa la metà del XX secolo, favorita ulteriormente dalla costruzione di dighe (a partire dagli anni '20) e dalla realizzazione di pennelli nel fondovalle (nel caso del F. Vara). Una seconda fase di più intense modifiche si è verificata durante la seconda metà del XX secolo, in conseguenza dell'intensa attività di escavazione di sedimenti (soprattutto tra gli anni '60 e gli anni '80), a cui ha ulteriormente contribuito la presenza di alcune dighe ed un ulteriore aumento dei rimboschimenti nel bacino. Come conseguenza, si è osservata una seconda fase distinta di restringimento dell'alveo attivo ed un certo grado di incisione del fondo (probabilmente maggiore per il Vara). Infine, i dati più recenti relativi agli ultimi 10 anni suggeriscono l'avvio di una inversione di tendenza, con una fase attuale di allargamento, a scala degli interi tratti di studio, combinata anche ad una fase di sedimentazione, quest'ultima riscontrata solo in alcuni tratti lungo il F. Vara (favorita dalla presenza di alcune soglie di fondo) e solo localmente lungo il F. Trebbia.

**TERMINI CHIAVE:** Variazioni morfologiche, Incisione, Restringimento, Fiume Trebbia (Emilia Romagna), Fiume Vara (Liguria).

### INTRODUZIONE

Durante le ultime decine o centinaia di anni, pressoché tutti i principali fiumi italiani a fondo mobile sono stati soggetti a drastiche variazioni morfologiche che ne hanno profondamente alterato la configurazione plano-altimetrica. Tali variazioni cominciano ad essere sufficientemente documentate in letteratura: alcuni studi recenti si sono concentrati su fiumi della Toscana (Rinaldi & Simon, 1998; Rinaldi, 2003) e dell'Italia nord-orientale (Surian, 1999). Surian & Rinaldi (2003) hanno effettuato

(\*) Dipartimento di Ingegneria Civile, Università di Firenze, via S. Marta 3 - 50139 Firenze.

(\*\*) Libero professionista.

una ampia rassegna bibliografica sulle variazioni di fiumi italiani, proponendo uno schema di classificazione basato sulla tipologia ed entità di variazioni altimetriche e di larghezza. Simili tipologie e trend di evoluzione sono state osservate anche in altri contesti europei, in particolar modo in Francia (Marston & alii, 1995; Liébault & Piégay, 2001 e 2002).

Successivamente, maggiore attenzione si è concentrata sull'evoluzione recente di fiumi inizialmente con morfologia a canali intrecciati e sulle loro possibili tendenze evolutive in atto. In particolare Surian & Rinaldi (2004) riportano sinteticamente alcuni esempi, tra cui il Trebbia ed il Vara ed alcuni fiumi alpini, di variazioni morfologiche in relazione ad alterazioni antropiche delle portate solide durante gli ultimi decenni.

In questo articolo, sulla base di recenti studi specifici (Sogni, 2003; Simoncini, 2004), si descrivono in maggiore dettaglio e si confrontano tra di loro le variazioni morfologiche dei tratti vallivi del Trebbia e del Vara. Gli obiettivi specifici sono: (a) analizzare e confrontare tra loro i trend temporali di larghezza dell'alveo; (b) dettagliare le variazioni più recenti (ultimi 10-15 anni) e le possibili tendenze evolutive in atto, per le quali le conoscenze sono ancora piuttosto limitate; (c) dettagliare il quadro di evoluzione morfologica facendo riferimento agli schemi di evoluzione già proposti recentemente (Surian & Rinaldi, 2003; 2004).

## INQUADRAMENTO DELLE AREE DI STUDIO

Il Trebbia ed il Vara sono due fiumi ubicati rispettivamente sul versante padano e su quello tirrenico dell'Appennino Settentrionale (fig. 1) relativamente simili tra loro per caratteristiche morfologiche. Le principali caratteristiche idrologiche e morfologiche dei rispettivi bacini idrografici sono riepilogate in tab. 1.

Il F. Trebbia è uno dei principali affluenti in destra del Po e presenta un bacino di forma piuttosto allungata in direzione SW-NE, con una estensione di circa 1070 km<sup>2</sup> (fig. 1A), impostato su formazioni prevalentemente marnoso-arenacee delle unità liguri e subliguri.

L'alveo fluviale presenta un primo tratto con morfologia caratterizzata da meandri confinati in roccia, superato il quale attraversa la fascia dei terrazzi del margine collinare ed infine percorre il tratto di pianura, in cui scorre in un ampio fondo valle ed accentua la sua tendenza a ramificarsi. Quest'ultimo costituisce il tratto preso in esame nel presente studio, ed ha una lunghezza complessiva di circa 18 km. I sedimenti del fondo sono costituiti prevalentemente da ghiaia (e ciottoli) con D<sub>50</sub> variabile tra 34 e 76 mm.

Il F. Vara, principale affluente del F. Magra, presenta un bacino idrografico con una estensione di circa 572 km<sup>2</sup>, di forma allungata in direzione NW-SE (fig. 1B), impostato in una depressione tettonica su formazioni a costituzione prevalentemente arenacea ed in subordine argillitico-marnosa, delle unità liguri.

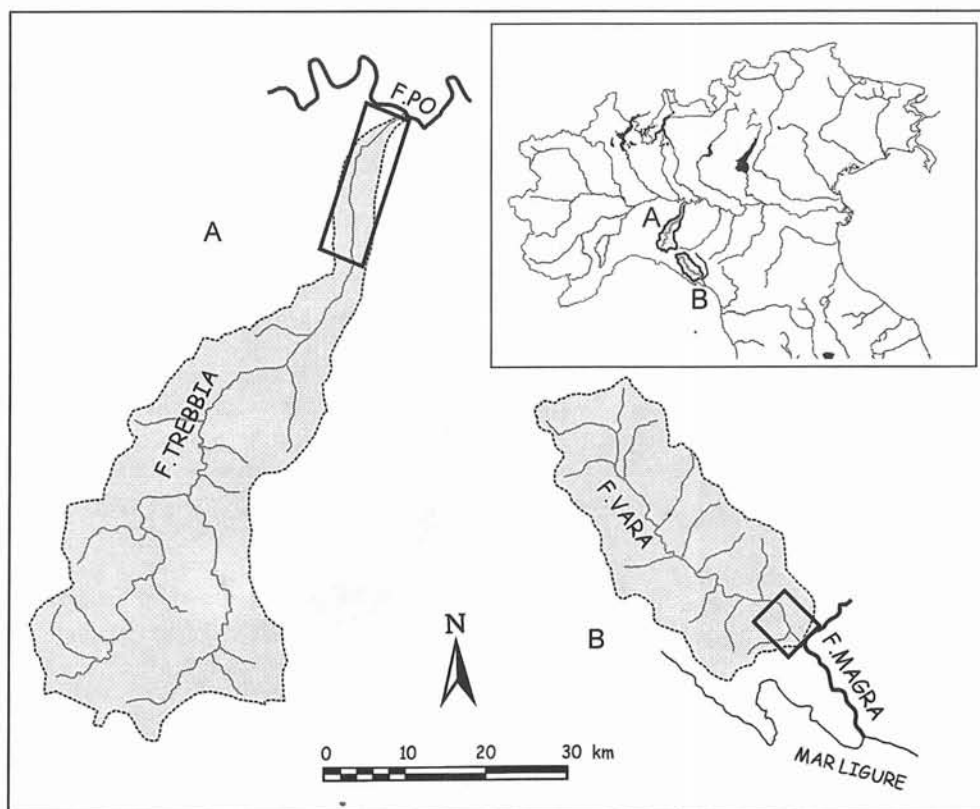


FIG. 1 - Inquadramento delle aree di studio. A: Bacino del F. Trebbia; B: bacino del F. Vara.

TABELLA 1 - Principali caratteristiche morfometriche ed idrologiche dei due casi di studio

Fiume	Area bacino (km <sup>2</sup> )	Lunghezza (km)	Lunghezza tratto di studio (km)	Dislivello bacino (m)	Precipitazioni (mm anno <sup>-1</sup> )	Portata media annua (m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> )	Portata di picco massima (m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> )
Trebbia	1070	116	18	1753	1400	24	3430
Vara	572	62	6	1603	1742	23	820

L'alveo fluviale per gran parte del suo tracciato presenta un notevole controllo strutturale, alternando tratti semi-confinati a brevi tratti dove il fondovalle si allarga localmente, con morfologie prevalentemente a canale singolo con barre alternate o a meandri confinati. Solo nel tratto finale (coincidente con il tratto di studio), per una lunghezza di circa 6 km, l'alveo scorre in un ampio fondovalle ed è libero di sviluppare una morfologia tendenzialmente a canali intrecciati in sedimenti prevalentemente ghiaiosi, con D<sub>50</sub> variabile tra 37,5 e 92,5 mm.

## DATI E METODI DI ANALISI

I metodi impiegati per entrambi i fiumi consistono in: (a) confronto di cartografie storiche e foto aeree; (b) confronto dei rilievi topografici; (c) rilevamenti geomorfologici di campo. In tab. 2 si riporta un resoconto sintetico dei dati disponibili.

Le foto aeree sono state elaborate attraverso il software ArcView, il quale ha permesso di rettificare le immagini e di assegnare un sistema di riferimento assoluto in modo da poterle sovrapporre tra loro.

I parametri morfologici misurati sono i seguenti: (a) larghezza dell'alveo attivo; (b) indice di intrecciamento. Per ogni rilievo disponibile (cartografia storica o foto aeree) è stato tracciato l'asse dell'alveo attivo e sezioni ad esso ortogonali con scansione di 500 m nel caso del F. Trebbia e di 250 m nel caso del F. Vara (data la minore lunghezza del tratto di studio). Per quanto riguarda la larghezza dell'alveo, questa è intesa come larghezza complessiva comprensiva delle porzioni di barre eventualmente arborate, in modo da poter rendere confrontabili le misure tratte da cartografie storiche (per le quali non era possibile distinguere tali porzioni) con quelle tratte da foto aeree. Per quanto riguar-

da l'indice di intrecciamento, è stata utilizzata la definizione di Ashmore (1991) calcolandolo come numero di canali attivi nella sezione.

Per quanto riguarda i dati altimetrici, per entrambi i casi di studio sono risultati disponibili 3 rilievi relativi agli ultimi 30 anni circa, i quali sono stati utilizzati confrontando i profili delle quote di massimo fondo per individuare l'esistenza e l'entità delle variazioni del fondo stesso.

Per quanto riguarda i rilievi geomorfologici di campo, sono state utilizzate apposite schede di rilevamento, derivate da quelle proposte da Thorne (1998), ma rese più speditive adattandole agli scopi del presente studio. Esse sono risultate importanti, oltre che per scopi classificativi, per raccogliere evidenze di campo sulle variazioni altimetriche del fondo e sulle possibili tendenze in atto. In particolare, le evidenze principali di variazioni altimetriche sono rappresentate da: (a) dislivelli tra superfici omologhe (abbandonata ed attiva) e/o tra depositi attuali ed affioranti in scarpate fluviali attribuibili alle stesse facies; (b) esposizione di pile di ponti. In alcuni casi tali evidenze sono state avvalorate da: (a) informazioni da residenti; (b) confronti con foto d'epoca.

## RISULTATI

Le variazioni di larghezza dell'alveo e di indice di intrecciamento durante gli ultimi 200 anni sono riportate rispettivamente in fig. 2A e fig. 2B. Si può notare per entrambi i fiumi una drastica riduzione della larghezza: il trend evolutivo è molto simile, ma con alcune differenze che è utile rimarcare. Il F. Trebbia nel tratto di studio ha una larghezza iniziale maggiore (circa 980 m) rispetto al F. Vara, ed è soggetto ad una costante riduzione fino al 1954, con andamento circa lineare. Successivamente, si osserva

TABELLA 2 - Riepilogo dei dati utilizzati

Dati	Fiume Trebbia	Fiume Vara
Cartografie storiche (scala)	1815 (1:100.000), 1877 (1:200.000)	1823 (1:50.000), 1852 (1:50.000), 1877 (1:50.000), 1908 (1:25.000)
Foto aeree (scala)	1954 (1:33.000), 1976 (1:10.000), 1996 (1:10.000), 2000 (1:10.000)	1938 (1:18.000), 1954 (1:66.000), 1971 (1:66.000), 1981 (1:66.000), (1:66.000), 1995 (1:40.000), 1999 (1:40.000)
Rilievi topografici	1974, 1992, 2003	1971, 1989, 2000
Rilievi geomorfologici	2003	2003/04

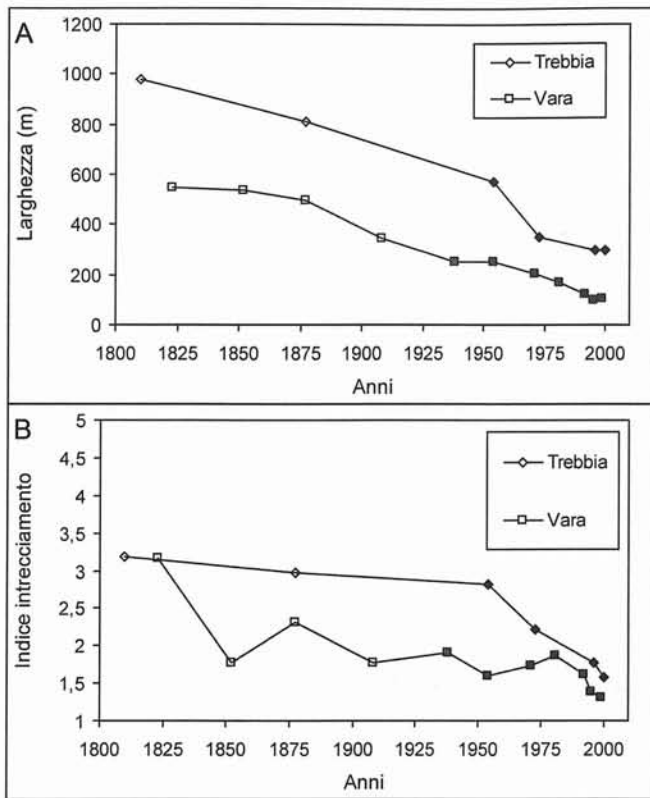


FIG. 2 - Variazioni morfologiche planimetriche dell'alveo durante gli ultimi 200 anni. A) Variazioni di larghezza. B) Variazioni dell'indice di intrecciamento. I simboli con sfondo bianco indicano dati misurati da carte storiche; i simboli con sfondo nero dati misurati da foto aeree.

una seconda fase di restringimento più marcata, soprattutto nell'intervallo 1954-1973.

Per il F. Vara si osserva una riduzione tra 1877 e 1938, seguita da un momentaneo aumento fino al 1954, poi una nuova marcata riduzione successiva. In entrambi i casi il confronto tra gli ultimi 2 rilievi disponibili (1996-2000 per il F. Trebbia; 1995-1999 per il F. Vara) mette in evidenza un'inversione di tendenza con un sia pur lieve allargamento dell'alveo. In tab. 3 sono riepilogate le variazioni di larghezza per i principali intervalli di tempo per i quali si disponeva di dati per entrambi i fiumi analizzati.

I due fiumi presentano un indice di intrecciamento iniziale molto simile (di poco superiore a 3) (fig. 2B). Nel caso del F. Trebbia, il trend dell'indice di intrecciamento ri-

percorre a grandi linee quello della larghezza, con una lieve riduzione tra 1810 e 1954 (meno marcata rispetto alle variazioni di larghezza), seguita da una drastica diminuzione tra 1954 e 2000. Non altrettanto ben definita è la tendenza per il F. Vara, dato che presenta frequenti inversioni di tendenza. È, comunque, inequivocabile anche per questo fiume la riduzione dell'indice di intrecciamento dagli inizi del 1800 ed oggi.

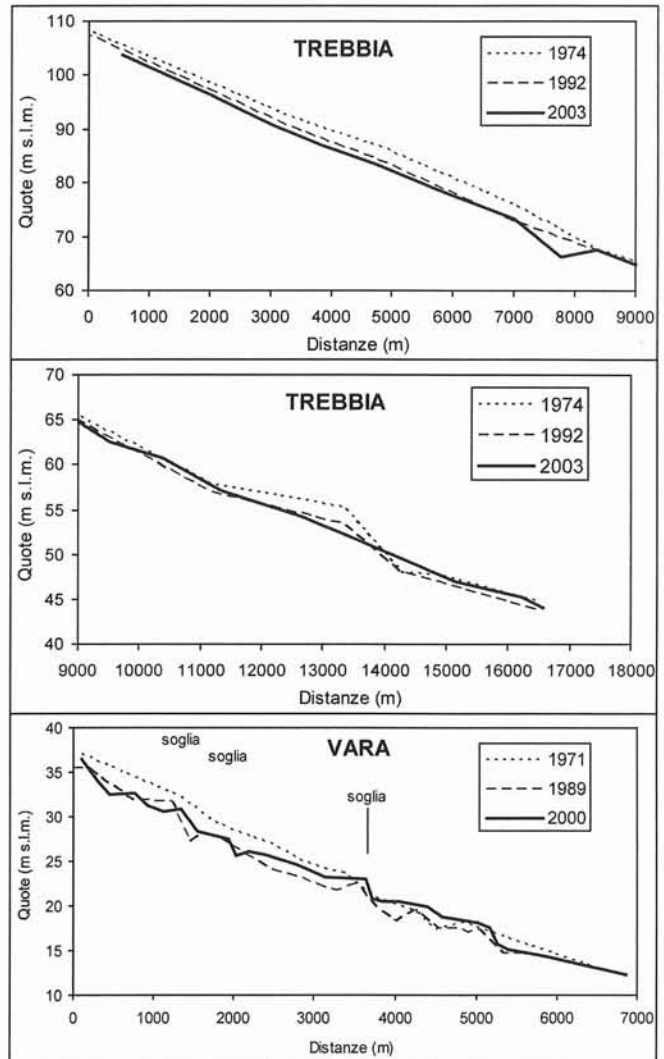


FIG. 3 - Confronto tra profili longitudinali di anni diversi.

TABELLA 3 - Riepilogo delle variazioni di larghezza. W iniz.: Larghezza iniziale; DW (m): variazioni di larghezza in m rispetto all'anno in colonna precedente; DW (%): variazioni di larghezza in % rispetto all'anno in colonna precedente. Valori positivi indicano restringimento dell'alveo e viceversa

Anno	1810/23	1877		1954		1971/73		1995/96		1999/2000	
Variazioni	W iniz. (m)	DW (m)	DW (%)	DW (m)	DW (%)	DW (m)	DW (%)	DW (m)	DW (%)	DW (m)	DW (%)
F. Trebbia	979	170	25.5	238	29.4	221	38.7	55	15.7	-3	-1.02
F. Vara	548	52	9.5	246	49.6	49	19.6	101	50.2	-6	-6

In fig. 3 si riportano i profili longitudinali delle quote di massimo fondo. L'intervallo temporale per il quale si dispone di dati altimetrici è molto più ristretto rispetto alle variazioni planimetriche, ma comunque significativo soprattutto se integrato con le evidenze di campo.

Per il F. Trebbia, nel tratto più a monte si osserva un abbassamento del fondo tra il 1974 e 1992, proseguito in parte anche fino al 2003 e complessivamente dell'ordine di 1,5-3,5 m, mentre nel tratto più a valle si nota maggiore stabilità, con locali situazioni di sedimentazione in atto tra 1992 e 2003 (negli ultimi 3,5 km si registra un innalzamento del fondo dell'ordine di 1,5 m). Le evidenze di terreno non sono tali da suggerire abbassamenti totali (quindi comprensivi di eventuali abbassamenti prima del 1974) significativamente maggiori rispetto a quelli documentati attraverso i profili disponibili.

Per il F. Vara, il confronto dei profili longitudinali disponibili ha messo in evidenza i seguenti aspetti: 1) tra il 1971 ed il 1989, il fiume risulta prevalentemente in incisione, con abbassamento del fondo dell'ordine di 1-3 m; 2) tra il 1989 e il 2000, si registra un'alternanza di tratti in sedimentazione e tratti sostanzialmente stabili. Tale inversione di tendenza è da mettere strettamente in relazione alla realizzazione di alcune soglie di fondo in questo intervallo di tempo. Per quanto riguarda le variazioni altimetriche precedenti al 1971, in base a confronti di altri rilievi topografici è accertato che il tratto terminale del Fiume Magra (a valle della confluenza del Vara) ha subito un ulteriore abbassamento del fondo (dell'ordine dei 3 m tra 1914 e 1958 e di ulteriori 2 m circa tra 1958 e 1971). Numerose evidenze di campo suggeriscono che anche il F. Vara, come il F. Magra, ha subito un significativo abbassamento già prima del 1971 e che quindi l'abbassamento complessivo nell'ultimo secolo (stimato in 4-5 m) è superiore a quello deducibile dal confronto dei profili disponibili.

## DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

Le principali fasi evolutive comuni ad entrambi i fiumi sono sintetizzate in fig. 4, mettendole in relazione con cause di tipo antropico probabili o certe, e sono descritte di seguito.

1) Nei primi decenni del XIX secolo, entrambi i fiumi presentavano una morfologia a canali intrecciati con un alveo attivo molto largo. Tali morfologie sono da mettere in relazione ad una forte alimentazione di sedimenti provenienti dai rilievi montuosi che a quell'epoca erano per ampie zone privi di copertura boschiva, a seguito dell'intenso disboscamento dei secoli precedenti. Nel periodo compreso tra il 1810-23 ed il 1877 si verifica già una certa riduzione di larghezza e dell'indice di intrecciamento, anche se entrambi i fiumi mantengono la loro configurazione a canali intrecciati, mentre non sono note le variazioni altimetriche del fondo. Non sono ben chiare le cause di queste prime variazioni, dal momento che i

fattori antropici (disboscamenti, dighe, pennelli) cominciano ad essere significativi a partire dalla fine del XIX secolo e soprattutto nei primi decenni del XX secolo (si veda punto 2). Si potrebbe ipotizzare una possibile influenza di variazioni climatiche, che potrebbero avere avuto qualche effetto sull'intensità dei processi di produzione di sedimenti, come già ipotizzato anche in altri sistemi fluviali pedalpini (Liébault & Piégay, 2002). In particolare, la fine della Piccola Età Glaciale avrebbe comportato una riduzione della frequenza e della intensità delle precipitazioni e di conseguenza una certa diminuzione dell'apporto di sedimenti ai sistemi fluviali, la quale spiegherebbe questa prima fase di restringimento degli alvei.

2) A partire dal 1877, entrambi i fiumi registrano un restringimento più significativo rispetto all'intervallo precedente, mentre non è ben documentato se esso sia stato accompagnato da un certo grado di incisione del fondo. Tale trend continua fino alla metà del 1900, per cui si può individuare una fase di restringimento con un tasso piuttosto uniforme (tra 2,2 e 2,9 m/anno). Per quanto riguarda le variazioni altimetriche, è probabile che si sia verificata una prima fase minore di incisione, coerentemente a quanto osservato in altri fiumi italiani (Rinaldi, 2003; Surian & Rinaldi, 2003). Tali variazioni morfologiche hanno portato alla perdita della configurazione a canali intrecciati, con il passaggio ad una configurazione transizionale (*wandering*). Le cause a cui si può attribuire questa prima fase possono essere le seguenti: a) variazioni di uso del suolo a scala di bacino (rimboschimenti, sistemazioni idraulico-forestali), che hanno avuto luogo soprattutto nel bacino del F. Vara nei primi decenni del XX secolo; b) costruzione di alcune dighe tra il 1920 ed il 1950 nel caso del F. Trebbia e negli anni '30 nel caso del F. Vara; c) realizzazione, nel caso del F. Vara, di pennelli nel fondovalle a partire dagli anni '20-'30.

3) Tra il 1954 ed il 1971 si registra un'accelerazione del processo di restringimento, che segna l'inizio di una seconda fase di intense variazioni. Tale fase continua poi tra il 1971 e la metà degli anni '90, anche se il trend di restringimento rallenta nuovamente. Le variazioni di larghezza dell'alveo sono accompagnate da un significativo abbassamento del fondo. La causa principale di questa accelerazione delle variazioni morfologiche è da attribuire all'intensa attività di escavazione di sedimenti, distribuita nell'intero periodo 1950-80 ma che raggiunge il suo periodo di massima intensità, per quanto riguarda il F. Vara, negli anni '60-'70 in concomitanza con la realizzazione delle autostrade A12 e A15 a poca distanza dal fiume stesso. A tale causa principale si possono sommare gli effetti perduranti della riduzione di apporto solido legata a rimboschimenti e a dighe nonché (per il F. Vara) la realizzazione di ulteriori pennelli nel fondovalle.

4) Negli ultimi anni si registra un'inversione di tendenza del trend di variazione della larghezza, con l'inizio di una fase di allargamento, combinata anche ad un'inversione del trend del fondo, quest'ultima riscontrata solo in

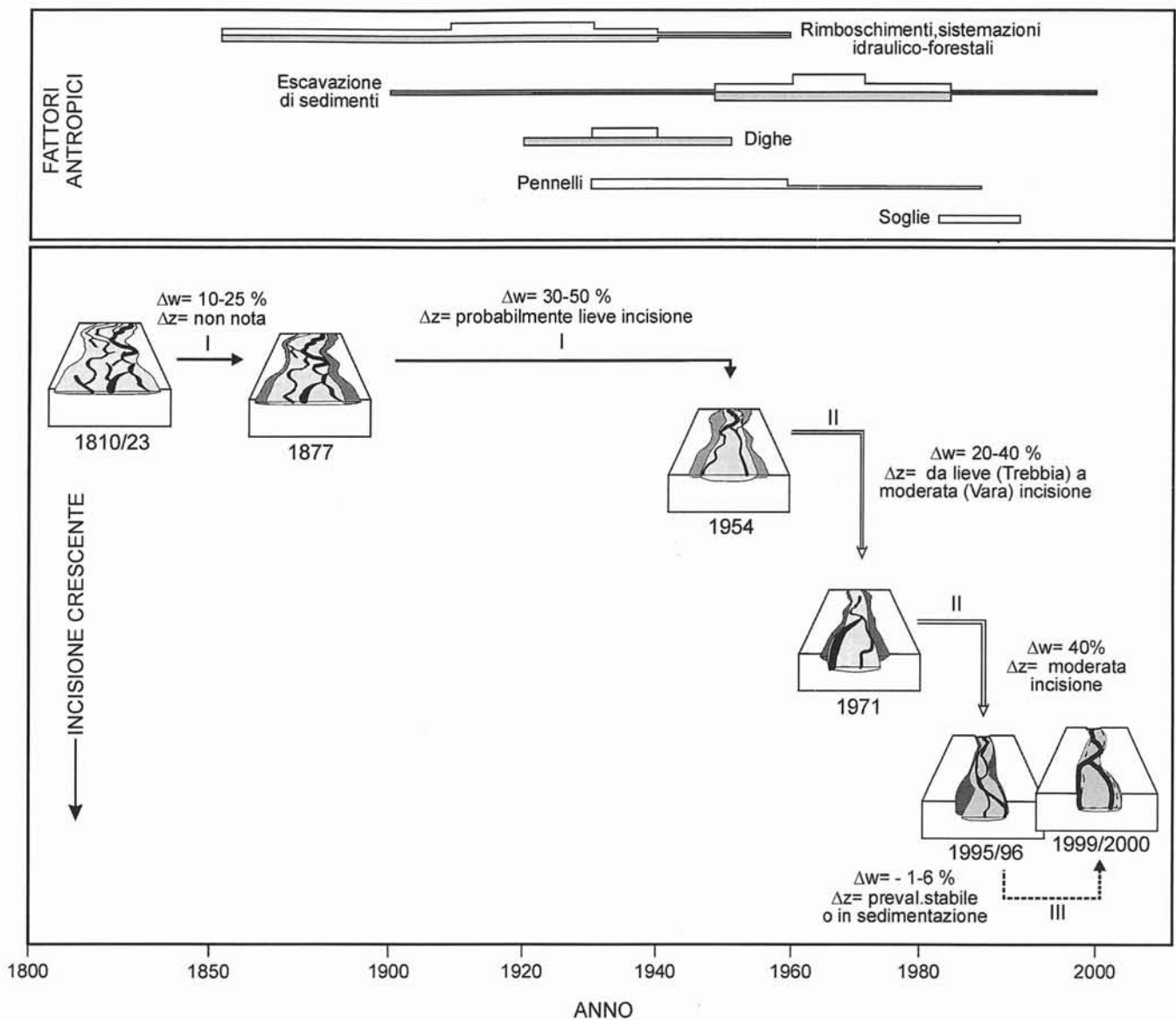


FIG. 4 - Schema riepilogativo delle variazioni morfologiche dei fiumi Trebbia e Vara e dei principali tipi di fattori antropici. DW: variazioni di larghezza dell'alveo (in percentuale rispetto alla configurazione precedente) (valori positivi indicano restringimento e viceversa); Dz: variazioni di quota del fondo. Fattori antropici: in grigio e bianco sono indicati quelli relativi al F. Trebbia ed al F. Vara rispettivamente.

alcuni tratti e favorita, nel caso del F. Vara, dalla realizzazione negli anni '80 da una serie di soglie di fondo. Questa inversione di tendenza, riscontrata peraltro anche in altri fiumi pedevalpini a configurazione inizialmente a canali intrecciati, potrebbe essere attribuita ad un incremento di disponibilità di sedimenti in alveo (principalmente per netta riduzione, ma non totale scomparsa, dell'attività di escavazione), i quali promuovono l'accrescimento di barre e, di conseguenza, favoriscono l'allargamento dell'alveo attivo (Surian & Rinaldi, 2004).

Le cause delle variazioni morfologiche documentate possono essere quindi attribuibili principalmente a fattori

antropici, dal momento che si osserva una forte corrispondenza temporale tra variazioni ed interventi antropici. Questo vale soprattutto per la fase principale di aggiustamenti (dopo il 1950), per la quale l'aumento del tasso di restringimento e l'incisione del fondo sono strettamente associabili ai fattori antropici (escavazione di sedimenti, dighe, pennelli) mentre, da un'analisi effettuata sui dati idrologico-climatici disponibili (in particolare precipitazioni e portate liquide) non si riscontrano variazioni significative tali da giustificare tali risposte dell'alveo fluviale (Simoncini, 2004), in accordo a quanto già mostrato da Rinaldi (2003) per il F. Arno.

## BIBLIOGRAFIA

- ASHMORE P. (1991) - *How do gravel rivers braid?* Canadian Journ. Earth Sc., 28, 326-341.
- LIÉBAULT F. & PIÉGAY H. (2001) - *Assessment of channel changes due to long-term bedload supply decrease, Roubion River, France.* Geomorphology, 36, 167-186.
- LIÉBAULT F. & PIÉGAY H. (2002) - *Causes of 20th century channel narrowing in mountain and piedmont rivers of southeastern France.* Earth Surf. Proces. and Landforms, 27, 425-444.
- MARSTON R.A., GIREL J., PAUTOU G., PIÉGAY H., BRAVARD J.P. & ARNE-SON C. (1995) - *Channel metamorphosis, floodplain disturbance and vegetation development: Ain River, France.* Geomorphology, 13, 121-131.
- RINALDI M. (2003) - *Recent channel adjustments in alluvial rivers of Tuscany, Central Italy.* Earth Surf. Proces. and Landforms, 28, 587-608.
- RINALDI M. & SIMON A. (1998) - *Bed-level adjustments in the Arno River, Central Italy.* Geomorphology, 22 (1), 57-71.
- SIMONCINI C. (2004) - *Studio geomorfologico dell'alveo del Fiume Vara finalizzato alla riqualificazione fluviale.* Tesi di Laurea Fac. Ingegneria per l'Ambiente ed il Territorio, Università di Firenze, 141 pp.
- SOGLI D. (2003) - *Evoluzione morfologica recente dell'alveo del tratto inferiore del F. Trebbia.* Tesi di Laurea in Scienze Geologiche, Università degli Studi di Milano-Bicocca, 152 pp.
- SURIAN N. (1999) - *Channel changes due to river regulation: the case of the Piave River, Italy.* Earth Surf. Proces. and Landforms, 24, 1135-1151.
- SURIAN N. & RINALDI M. (2003) - *Morphological response to river engineering and management in alluvial channels in Italy.* Geomorphology, 50, 307-326.
- SURIAN N. & RINALDI M. (2004) - *Channel adjustments in response to human alteration of sediment fluxes: examples from Italian rivers.* In: Sediment Transfer through the Fluvial System, Proceedings Symposium held in Moscow, August 2004, IAHS Publ. 288, 276-282.
- THORNE C.R. (1998) - *Stream Reconnaissance Handbook. Geomorphological Investigation and Analysis of River Channels.* John Wiley & Sons, New York, 133 pp.