

Il Fiume Po ed il suo bacino



In prima pagina: confluenza Ticino-Po, ponte della Becca. Foto scattata dalla sponda sinistra il 10 marzo 2012 (G. Nigrelli), in prossimità del cippo materializzato nel 1953 dall'Ispettorato del Po di Parma. In primo piano l'idrometrografo SIMN-UIPO installato sul ponte, lato a valle, ormai dismesso ma affiancato da un'asta idrometrica ancora in buono stato di conservazione (altezza massima misurabile 8 m sopra lo zero idrometrico, altezza minima misurabile oltre 2 m sotto lo zero idrometrico).

2. Il bacino del fiume Po

Il bacino idrografico del fiume Po ha una superficie totale di circa 70.700 km² (Cati, 1981) ed occupa gran parte dell'Italia settentrionale, unitamente ad alcune modeste porzioni di territorio svizzero e francese, rispettivamente 5,2% e 0,2% dell'area totale (misure effettuate con tecniche GIS).

Sotto gli aspetti geografico e geomorfologico, il bacino è composto da tre principali settori (Fig. 1):

- il settore alpino (45% dell'area totale), che forma un'imponente corona a nord, ad ovest e a sud-ovest, avente una lunghezza di circa 570 km ed una larghezza variabile da 25 a 110 km;
- il settore appenninico (15% dell'area totale), costituito dai rilievi collinari occidentali e dai rilievi minori che lo delimitano a sud, avente una lunghezza di circa 210 km ed una larghezza variabile da 25 a 90 km;
- la pianura padana (40% dell'area totale), che si sviluppa come una fascia di territorio inserita fra i due precedenti settori e che mostra una lunghezza di circa 490 km ed una larghezza variabile da 20 a 120 km.

In generale, il bacino si presenta con una forma di tipo rettangolare (indice di Gravelius 2,14) e con un orientamento preferenziale ovest-est del drenaggio superficiale. Il reticolo idrografico è impostato secondo un *pattern* di drenaggio di tipo dendritico. La quota massima è la vetta del Monte Bianco (4810 m s.l.m.), la quota media è di circa 740 m. Le aree glaciali presenti nel settore alpino costituivano nel 1934, circa lo 0,9% dell'area totale. Nel 1980 questa percentuale era scesa allo 0,8% e tale tendenza è tuttora in atto (EEA, 2009; MLLPP, 1934, 1939, 1963, 1980). Il settore alpino è occupato da numerosi laghi naturali (1,3% dell'area totale) ed invasi artificiali, utilizzati in principal modo per la produzione di energia elettrica, per scopi irrigui, industriali e turistico-ricreazionali. Nei laghi naturali il volume di acqua immagazzinato è di circa 1253 milioni di m³, mentre negli invasi artificiali il quantitativo della risorsa idrica accumulata è mediamente di circa 1513 milioni di m³ (EEA, 2009).

Sotto l'aspetto geologico, il bacino idrografico del fiume Po è caratterizzato da un elevato grado di complessità, essendo composto da settori che per genesi e morfologia risultano molto diversi tra loro. Il settore alpino inizia a svilupparsi durante il Cretaceo (circa 130 Ma fa, secondo

Gradstein et al., 2004), a seguito della subduzione dell'oceano mesozoico e la conseguente collisione fra il margine continentale europeo e quello adriatico. Il settore appenninico ed i rilievi collinari occidentali sono il risultato di una serie di processi sedimentari sviluppatasi in ambiente marino di piattaforma, di scarpata e batiale, uniti ed intervallati a movimenti tettonici avvenuti dall'Eocene superiore (circa 38 Ma) al medio Miocene (circa 10 Ma) in seguito alla graduale compressione della Tetide. La pianura padana è il frutto dell'attività erosivo-deposizionale iniziata in maniera massiccia durante le glaciazioni pleistoceniche (circa 0,5 Ma, Günz, Mindel, Riss e Würm) e le relative tre fasi interglaciali. Il materiale è costituito da depositi continentali fluviali e fluvio-glaciali pleistocenici ed olocenici (circa 0,01 Ma), posizionati al di sopra di un basamento di origine marina. Lo spessore dei sedimenti plio-pleistocenici, fortemente asimmetrico e con la parte più profonda posta sotto il piede della catena appenninica, varia da 0,3 a 8,0 km (AIPO, 2006).



Figura 1 – Bacino idrografico del fiume Po. In evidenza i limiti del bacino, l'asta fluviale principale ed il reticolo idrografico di secondo e terzo ordine. L'immagine di sfondo offre la possibilità di apprezzare i tre settori principali del territorio descritti nel testo (immagine scattata dal satellite Terra Modis il 19.09.2003, fonte <http://rapidfire.sci.gsfc.nasa.gov/>, accesso 25.09.2008).

Il clima dell'area di studio si presenta alquanto complesso e differenziato, a fronte della posizione geografica che il bacino occupa, unitamente alla diversa morfologia dei settori che lo compongono. Sotto l'aspetto meteorologico, il bacino è posizionato in un'area di scontro fra masse d'aria polari e tropicali. In particolare, vi è una situazione che si interpone tra l'aria fredda subpolare, l'aria calda mediterranea e tra il clima umido marittimo dell'ovest e quello continentale secco o peridesertico dell'est. Questa situazione determina condizioni climatiche molto variabili nel corso dell'anno che si manifestano in forme diverse nei diversi settori geografici. Facendo riferimento alla classificazione climatica di Köppen-Geiger (Peel et al., 2007), i tipi climatici che è possibile riscontrare nel bacino idrografico del fiume Po sono: *Cfa* e *Cfb* che dominano nelle zone prealpine, nei settori della pianura padana ed in quello appenninico; *Dfb* che prevale nel settore alpino; *ET* ed *EF* che sono presenti in alcune aree isolate in corrispondenza dei più elevati gruppi montuosi (Cati, 1981).

La precipitazione media annua nel bacino è di 1100 mm, mentre per i settori montano ed appenninico il parametro si attesta intorno ai 2000 mm e per il settore di pianura risulta essere attorno ai 750 mm (Turitto et al., 2010).

Per quanto riguarda invece i segnali relativi al cambiamento climatico in atto nell'area di studio, il quadro conoscitivo non è ancora definitivamente delineato. Tuttavia si può affermare che nel corso degli ultimi 130 anni il clima italiano sia diventato più caldo e asciutto. Gli andamenti annuale e stagionale delle piogge totali mensili, periodo 1865-2003, hanno evidenziato *trends* generalmente negativi, ma raramente significativi (Nigrelli, 2007). Inoltre, nel nord Italia, si è osservato durante gli ultimi 50 anni un aumento dell'intensità delle precipitazioni ed una diminuzione degli eventi con scarsi apporti. Il settore del bacino in cui si evidenziano i maggiori effetti terrestri del cambiamento climatico in atto e dove gli indicatori rispondono in modo più repentino a tale fenomeno è sicuramente quello alpino. Le temperature medie estive, invernali ed annuali, sono in chiaro aumento. Dal 1850 al 1980 le aree glaciali sono diminuite di un terzo e la calda estate del 2003 ha ridotto ulteriormente di circa il 10% questa importante risorsa naturale (E.E.A. 2009); lo stesso anno 2003 è risultato il più caldo dal 1500 (Casty et al., 2005). Le precipitazioni sembrano assumere caratteristiche diverse rispetto al recente passato, diventando più intense e più pericolose anche se, per questo parametro, gli andamenti sono ancora contrastanti (Schmidli et al., 2002). Nei bacini alpini, l'intensità dei fenomeni di piena torrentizia con ingente trasporto solido sta aumentando in maniera preoccupante ed il rischio geo-idrologico, spesso accentuato da una non adeguata pianificazione del territorio, si manifesta attraverso forme e

processi che con sempre maggior frequenza vanno a coinvolgere anche il settore di pianura e l'asta principale del bacino.

Per quanto riguarda il fiume Po, questo nasce a quota 2022 m sul fianco nord del Monviso (3841 m s.l.m.) e, snodandosi secondo il 45° parallelo nord, dopo un percorso verso est lungo circa 673 km sfocia nel Mare Adriatico, con un forte aggetto deltizio. Per la parte di asta fluviale analizzata, il corso d'acqua modella tre differenti forme fluviali (*pattern*), qui di seguito descritte da monte verso valle, facendo riferimento alla terminologia sviluppata in Surian et al., 2009:

- tratto da Becca a Cremona, la forma fluviale predominante è a canale singolo sinuoso-meandriforme con sedimenti costituiti in prevalenza da ghiaie e sabbie;
- tratto da Cremona a Borgoforte, la forma fluviale predominante è di tipo *wandering* (modello transizionale da alveo a più canali di deflusso verso il singolo canale), caratterizzata dalla presenza di barre laterali pressoché continue e di isole; i sedimenti sono costituiti in prevalenza da ciottoli, sabbie e limi;
- tratto da Borgoforte a Pontelagoscuro, la forma fluviale predominante è a canale singolo, sinuoso o rettilineo, con sedimenti costituiti in prevalenza da sabbie e limi.

Sull'intera parte di asta fluviale analizzata sono presenti argini maestri in destra e in sinistra alveo, costruiti in tempi diversi già da alcuni secoli e dotati di buona continuità sin dagli inizi del 1800. Col tempo, per rendere sempre più efficiente l'originario sistema difensivo, i rilevati arginali sono stati sviluppati in lunghezza, altezza e larghezza, sovrapponendo di volta in volta nuovo materiale su antiche opere di contenimento di cui non sono ben note la geometria, la composizione e la natura dei depositi di appoggio. Attualmente, per i tre tratti sopra individuati, la fascia fluviale delimitata dagli argini maestri presenta una superficie media nell'ordine di:

- 2,4 km²/km da Becca a Cremona;
- 3,2 km²/km da Cremona a Borgoforte;
- 1 km²/km da Borgoforte a Pontelagoscuro.

Da segnalare che col tempo la realizzazione del sistema difensivo continuo, unitamente alla realizzazione di altre opere idrauliche (per stabilizzazione e protezione delle sponde, attraversamenti e derivazioni), hanno alterato la naturale evoluzione morfologica del corso d'acqua nei primi due tratti. In particolare, nel primo tratto sono stati impediti i naturali tagli di meandro nonché la loro graduale migrazione/evoluzione (processi frequenti nel diciannovesimo secolo). Nel secondo tratto, è stata pesantemente inibita la libera mobilità planimetrica del corso d'acqua

all'interno dell'ampio corridoio fluviale, con la graduale trasformazione delle forme d'alveo da un modello a più canali di deflusso verso il canale singolo.

Nel terzo tratto, invece, non si sono avute significative variazioni planimetriche nel lungo intervallo di tempo considerato; ciò deriva dalla già relativa poca ampiezza del naturale corridoio fluviale, forzata inoltre in tale posizione dalla presenza degli argini che, da sempre e quasi ovunque, sono collocati in prossimità dell'alveo attivo.

Per quanto riguarda i deflussi del fiume Po, essi sono in larga parte determinati dai differenti tipi climatici e regimi idrologici presenti sul settore alpino e su quello appenninico. La portata media annua calcolata alla sezione di chiusura di Pontelagoscuro è di circa 1536 m³/s (periodo 1972-2007), con un massimo di circa 10320 m³/s valutato durante la piena eccezionale del novembre 1951 (il giorno 14, alle ore 18), quando l'idrometro ha misurato un'altezza d'acqua di 428 cm. Il suo ulteriore incremento, che secondo Giandotti (1953) avrebbe portato il colmo a 460 cm, è stato impedito dalla rottura degli argini e dalla fuoriuscita di notevoli volumi di acqua che hanno inondato circa 100.000 ettari del Polesine di Rovigo (Chiodarelli e Avventi, 1953). Le altezze idrometriche più elevate e le conseguenti maggiori portate avvenute lungo l'intera asta fluviale, sono elencate in Tabella 1. Il regime idrologico annuale del fiume Po è generalmente caratterizzato da due periodi di morbida (primaverile ed autunnale) e due periodi di magra (estiva ed invernale). I deflussi superficiali che si osservano alle stazioni idrometriche posizionate lungo l'asta del Po, variano in modo significativo in relazione ai regimi idrologici dei suoi 141 principali affluenti, che mostrano caratteristiche idrologiche diverse in funzione del settore geografico di appartenenza:

- gli affluenti di sinistra, provenienti dal settore alpino, sono alimentati da nevai e ghiacciai, risentono maggiormente dell'influenza della temperatura, delle precipitazioni invernali e forniscono un considerevole contributo d'acqua durante la stagione estiva, derivante dalla fusione delle nevi e dei ghiacci;
- gli affluenti di destra, che drenano le acque meteoriche del settore appenninico, sono contraddistinti da lunghezze minori, da quote medie meno elevate rispetto ai bacini degli affluenti di sinistra e forniscono contributi idrici scarsi in estate, massimi durante le stagioni primaverili ed autunnali.

L'impatto antropico sull'intero bacino del Po e in particolare sull'asta fluviale è stato ed è tuttora notevole. In questo bacino abitano circa 16 milioni di persone (27% del totale nazionale) e sono concentrate oltre un terzo delle industrie (37% del totale nazionale) e della produzione agricola

italiana (35% del totale nazionale), così come oltre la metà del patrimonio zootecnico (55% del totale nazionale). Il fiume Po ed il suo bacino costituiscono una zona nevralgica per l'intera economia italiana (circa 40% del prodotto interno lordo nazionale) ed una delle aree europee con la più alta concentrazione di popolazione, industrie e attività commerciali. Da segnalare, per contro, la presenza nel bacino di 210 aree protette naturali e semi-naturali, che occupano una superficie di circa 517,000 ha, pari al 7% della superficie totale e che costituiscono una risorsa importante sia ai fini della salvaguardia della biodiversità, sia sotto l'aspetto turistico (AIPO, 2006).

Tabella 1 – Valori massimi riportati in ordine cronologico relativi alle altezze idrometriche (cm) ed alle portate (m³/s, fra parentesi), rilevati agli idrometri regolatori più importanti del fiume Po, dal 1705 al 2002. Significato dei simboli e delle sigle: ^, avvenuta rottura di argini maestri; nd, assenza di dati; in grassetto i massimi assoluti osservati per ogni stazione. Fonte: archivio storico CNR-IRPI Torino.

Data	Becca	Piacenza	Cremona	Casalmaggiore	Borgoforte	Pontelagoscuro
Novembre-dicembre 2002	496 (6840)	718 (7094)	438 (8275)	663	864 (9634)	261 (8120)
Ottobre 2000	781 (11600)	1050	615 (11800)	801	993 (11800)	366 (9750)
Novembre 1951 [^]	785 (11250)	1025 (12800)	594	764 (12100)	976 (11800)	428 (10300)
Ottobre-novembre 1928	634	826 (9340)	447	657 (10070)	860 (9540)	367 (8780)
Ottobre-novembre 1926	613	800 (8620)	450	621	845 (9530)	347 (8550)
Maggio 1926 [^]	788 (11700)	963 (11630)	462	637 (9695)	823 (9200)	370 (8850)
Maggio-giugno 1917 [^]	756 (10100)	900 (12000)	541	552 (10220)	889 (10270)	372 (8900)
Ottobre-novembre 1907 [^]	756 (10100)	857 (9205)	539	654 (10220)	852 (9536)	330 (7880)
Maggio-giugno 1879 [^]	681	770	495	595	823	321
Ottobre 1872 [^]	701	795	517	602	851	332
Maggio 1872 [^]	591	nd	nd	nd	nd	225
Ottobre 1868 [^]	702	760	539	607	823	305
Ottobre 1857 [^]	784	731	541	596	795	296
Novembre 1839 [^]	560	581	463	552	762	295
Ottobre 1839 [^]	660	682	475	554	711	269
Ottobre 1812 [^]	nd	nd	nd	492	725	255
Dicembre 1807 [^]	nd	nd	nd	524	725	232
Novembre 1801 [^]	631	635	504	561	750	219
Ottobre 1755 [^]	nd	nd	nd	520	723	182
Novembre 1705 [^]	745	nd	nd	556	nd	132

Bibliografia

1. AIPO (2006) - Caratteristiche del bacino del fiume Po e primo esame dell'impatto ambientale delle attività umane sulle risorse idriche. Autorità di Bacino del fiume Po, Parma.
2. Casty C., Wanner H., Luterbacher J., Esper J., Böhm R., (2005) - Temperature and precipitation variability in the European Alps since 1500. *Int. J. Climatol.* 25, 1855-1880.
3. Cati L. (1981) - Idrografia e idrologia del Po. Pubblicazione n 19 dell'Ufficio Idrografico del Po. Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, Roma.
4. Chiodarelli G., Avventi L. (1953) – La piena disastrosa del Po del novembre 1951. *Giornale del genio Civile*, Anno 91, Fasc. 9, 505-534.
5. Giandotti M. (1953) – Considerazioni idrologiche sulle piene del Po con speciale riguardo alla piena del novembre 1951. *Giornale del Genio Civile*, Anno 91, Fasc. 9, 493-504.
6. MLLPP (1934, 1939, 1953, 1963, 1980) - Dati caratteristici dei corsi d'acqua italiani. Ministero dei Lavori Pubblici, Servizio Idrografico Italiano, 5 volumi, Roma.
7. Nigrelli G. (2007) - Caratterizzazione meteo-climatica degli eventi pluviometrici in ambiente alpino: metodologia e primi risultati. In "Clima e Cambiamenti Climatici, le attività di ricerca del CNR", a cura di B. Carli, G. Cavarretta, M. Colacino, S. Fuzzi, CNR, Roma, 685-688.
8. Peel MC, Finlayson BL, McMahon TA (2007) - Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrol Earth Syst Sci* 11: 1633–1644.
9. Schmidli J., Schmutz C., Frei C., Wanner H., Schär C., (2002) - Mesoscale precipitation variability in the region of the European Alps during the 20th Century. *Int. J. Climatol.* 22, 1049-1074.
10. Turitto O., Cirio C.G., Nigrelli G., Bossuto P., Viale F. (2010) - Vulnerabilità manifestata dagli argini maestri del fiume Po negli ultimi due secoli. *L'Acqua*, 6, 17-34.

Sitografia

11. EEA (2009) - Regional climate change and adaptation. The Alps facing the challenge of changing water resources. Technical report, No 8, European Environment Agency, Copenhagen, <http://www.eea.europa.eu/publications/alps-climate-change-and-adaptation-2009>, accesso il 26 settembre 2012.
12. Surian N., Rinaldi M., Pellegrini L. (2009) - Linee guida per l'analisi geomorfologica degli alvei fluviali e delle loro tendenze evolutive. CLEUP, Padova, http://www.geogr.unipd.it/Surian_LineeGuida.pdf, accesso il 27 agosto 2012.

Ringrazio la Dott.ssa Ornella Turitto (CNR-IRPI di Torino) per quanto mi ha insegnato sul Po e per il lavoro svolto insieme nell'ambito dell'attività "Fiume Po: indagine sulle relazioni esistenti fra altezze idrometriche meridiane e quote medie del fondo alveo".