

**INFLUENZA DI FATTORI NATURALI ED ANTROPICI
SULL'EVENTO ALLUVIONALE DEL 1992 DEL FIUME TRONTO
(ITALIA CENTRALE ADRIATICA)**

INDICE

RIASSUNTO	”	61
ABSTRACT	”	61
1. INTRODUZIONE	”	62
2. IL FIUME TRONTO	”	62
3. MODIFICAZIONI ANTROPICHE	”	63
4. LA PIENA DEL 1992	”	64
5. DISCUSSIONE	”	66
BIBLIOGRAFIA	”	67

RIASSUNTO

Il Fiume Tronto (Marche meridionali) drena il margine orientale dell'Appennino centro-settentrionale e sfocia nel Mare Adriatico, in prossimità di San Benedetto del Tronto. L'asta principale è lunga circa 100 km ed ha un'acclività media di 0.021°; il suo bacino idrografico (circa 1200 km²), di forma allungata, è orientato all'incirca OSO-ESE.

Le informazioni disponibili e l'analisi di carte d'età diversa hanno consentito di evidenziare che, durante l'ultimo secolo, la parte terminale del fiume è stata soggetta a modificazioni in seguito a lavori tendenti allo sfruttamento del terreno circostante, nonché a ridurre il rischio d'inondazione e l'erosione degli argini.

In passato, eventi alluvionali causarono molti problemi all'agricoltura, così come avvenne durante la piena catastrofica del 1898, che provocò danni rilevanti ai terreni coltivati.

In seguito a questo evento, furono costruiti argini e briglie, rettificando l'andamento meandriforme del corso e restringendo notevolmente la larghezza del canale. Trasversalmente alla piana, venne inoltre costruito un argine artificiale (chiamato localmente "argine della ferrovia"), in modo da prevenire sia danni alla strada ferrata ed alla statale n.16, sia inondazioni nell'area urbanizzata. Queste opere furono efficaci, come dimostrato durante la piena del 1929 (la più grande mai registrata), la cui portata di picco (circa 2000 m³/s) fu completamente contenuta entro gli argini artificiali.

Nel 1979 vennero poi effettuati nuovi lavori lungo la porzione terminale del fiume, che venne ulteriormente rettificato e ristretto, in modo da recuperare altro terreno. I nuovi argini furono efficaci durante la piccola piena del 1986 (portata di picco di circa 500 m³/s), ma si dimostrarono completamente inadeguati durante l'evento del 1992, quando tre giorni di piogge intense ed ininterrotte causarono una portata di picco di circa 1200-1500 m³/s.

Nel tratto terminale del fiume, infatti, gli argini furono sovrastati ed erosi in più punti; questo causò l'allagamento di

un'area urbana ed industriale ampia circa 10 km², con danni pari a quasi duemila miliardi.

Il flusso d'acqua (in certi punti alta più di 2 m) fu assai rallentato da edifici ed altre infrastrutture urbane, e la piena impiegò quattro giorni per fluire in mare attraverso sbocchi temporanei.

La maggiore responsabilità per questo evento catastrofico va attribuita all'errata pianificazione dei lavori del 1979, durante i quali la larghezza dell'alveo fu ridotta di circa il 40% e furono costruiti argini più bassi dei precedenti. Essendo stato smantellato l'argine della ferrovia, l'acqua esondata riuscì ad avanzare anche verso est, inondando le aree urbanizzate.

ABSTRACT

The Tronto River (Central Italy) drains the eastern margin of Central-Northern Apennines and outflows into the Adriatic Sea, near San Benedetto del Tronto. Its main channel is about 100 km long, with an average slope of 0.021°, and its elongated catchment (about 1200 km²) is oriented WSW-ESE.

From the available information and analysis of maps of different age, it was possible to point out that during the last century the downstream reach of the river underwent modification due to engineering works which aimed to reclaim land and to reduce flood hazard and bank erosion.

In the past, river flooding caused extensive damages to agriculture, as it occurred during the catastrophic event of 1898 which resulted in remarkable damages to cultivated land.

Embankments and weirs were thereafter built, the previously meandering pattern was straightened and channel width was much reduced. Moreover, a long outer bank (locally called the "railway levee") was built transverse to the plain, in order to prevent both damage to the railway and the State Road #16 and flooding in the built-up areas. These control works had good results, as proved by the 1929 flood (the largest ever recorded), whose peak discharge (about 2'000 m³/s) was all contained within the artificial banks.

In 1979, additional engineering works were made along the downstream reach, and the channel was further narrowed and straightened thus reclaiming more land. The new levees worked well during the minor 1986 flood (peak discharge around 500 m³/s), but proved to be completely inadequate during the 1992 event, generated by three days of continuous and intense rainfall which caused a peak flow of about 1,200-1,500 m³/s.

In the downstream reach, banks were overtopped and breached in more than one site; as a consequence, an urban and industrial area of about 10 km² was inundated, with damages of about one billion US dollars.

The water flow (locally exceeding a depth of 2 m) was significantly hindered by buildings and other urban infrastruc-

(*) Dipartimento di Scienze della Terra - Università di Camerino.

(**) Servizio LL.PP. - Regione Marche, Ancona.

ture, and the flood took four days to outflow into the sea through new temporary outlets.

The main responsibility for this catastrophic event are to be referred to the uncritical planning of the 1979 works, by which channel width was further reduced by some 40% and the new embankments were built lower than the older ones. Moreover, as the "railway levee" had been removed, the flood water was able to flow eastward, inundating the urban areas.

1. INTRODUZIONE

Dovendo stabilire le proprie comunità in prossimità di corsi d'acqua, l'uomo ha iniziato a confrontarsi con le inondazioni fin dagli albori della sua storia. La civilizzazione ha comportato una sempre crescente richiesta d'acqua, accompagnata da una conoscenza progressivamente migliore tanto dei fenomeni di piena, quanto delle tecniche ingegneristiche atte a ridurre il rischio d'inondazione.

Oggi, i progressi di vari settori scientifici (quali l'idrologia, l'idraulica, l'idrogeologia e la meteorologia) e le sempre migliori tecniche (come le capacità di calcolo e simulazione offerte da procedure informatizzate) ci permettono di prevedere con accettabile precisione l'estensione, i tempi medi di ritorno e gli effetti delle massime piene prevedibili per ciascun corso d'acqua, nonché di progettare e realizzare contromisure atte ad eliminare (o, quantomeno, a ridurre) i principali rischi connessi a tali eventi.

Le esondazioni, nonostante i progressi, sono però ancora molto frequenti, ed ogni anno causano gravi perdite umane ed economiche. Questo è dovuto a diversi fattori concomitanti. Prima di tutto, la previsione delle

piene e la costruzione di manufatti atti a contenerle possono essere estremamente costose, soprattutto nel caso di fiumi particolarmente grandi. In secondo luogo, per ridurre efficacemente il rischio dovrebbero essere abbandonati molti siti urbanizzati (talora anche di notevoli dimensioni) o coltivati posti in prossimità dei corsi d'acqua. Inoltre, nelle regioni ad alta densità di popolazione gli argini sono stati quasi sempre costruiti al solo scopo di ottenere nuovi lotti edificabili o coltivabili, riducendo l'estensione dell'area naturalmente soggetta ad esondazione senza aver preventivamente studiato con la necessaria accuratezza le caratteristiche idrauliche dei fiumi sia in condizioni naturali sia nella situazione prevista di regimazione.

Di seguito sarà brevemente esaminato l'evento alluvionale che ha interessato il Fiume Tronto (Marche meridionali) nella primavera del 1992, in quanto questo sembra essere un buon esempio di come una non corretta pianificazione delle opere di regimazione del corso d'acqua possa portare a conseguenze catastrofiche.

2. IL FIUME TRONTO

Il Fiume Tronto, che prende origine dal gruppo dei Monti della Laga e sfocia nel Mare Adriatico, presenta la sua asta principale di lunghezza di 97.5 km; la pendenza media è di circa 0.021° che, nella porzione terminale, scende a 0.004° . Il suo bacino si estende per 1.192 km^2 ed ha una forma allungata in direzione ONO-ESE, con una quota media di 784 m s.l.m. ed un rapporto di rilievo pari a 0.03 (la sorgente è posta a 1.903 m s.l.m., mentre la

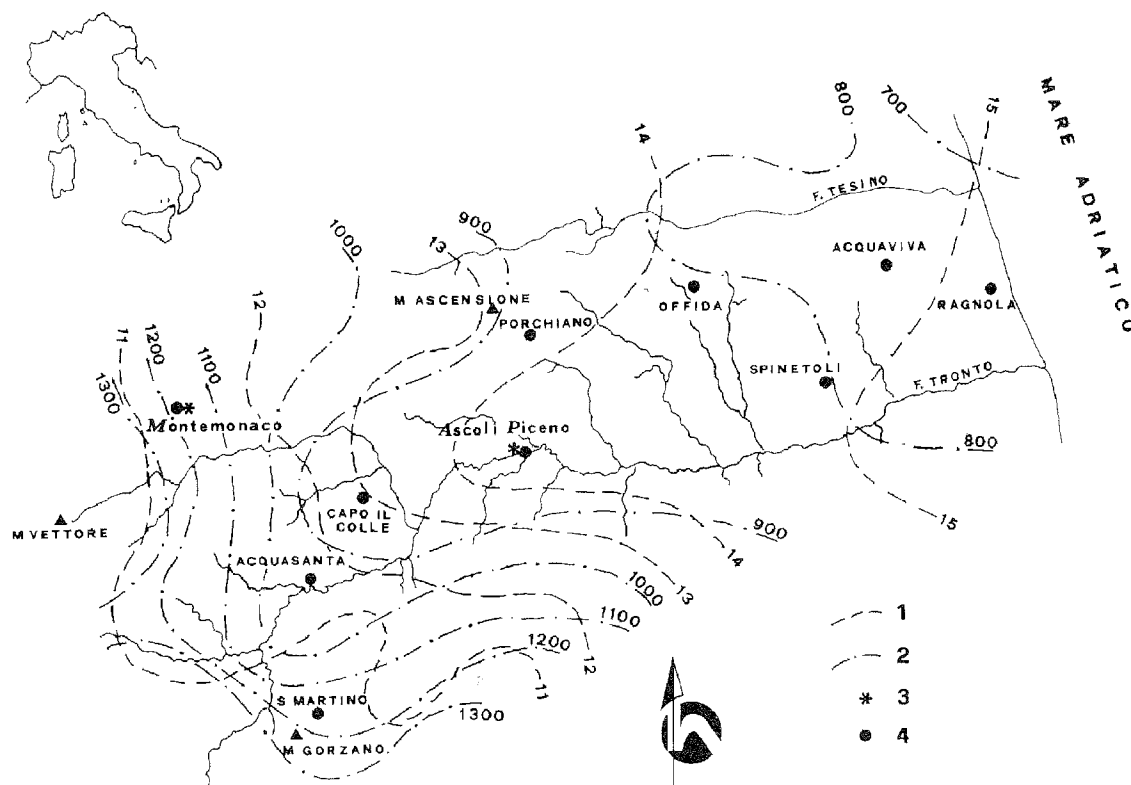


Fig. 1 - Caratterizzazione climatica dell'area (medie riferite al periodo 1921-1950): 1- temperature medie annue; 2 - precipitazioni medie annue; 3 - stazioni termometriche; 4 - stazioni pluviometriche.

massima quota viene raggiunta sulla cima del M. Vettore, con 2.476 m s.l.m.).

Nella porzione alta del bacino affiorano unità prevalentemente calcaree e calcareo-marnose (Giurassico - Miocene) o arenacee (Messiniano inferiore - Tortoniano), mentre scendendo verso la costa affiorano terreni via via più giovani, prevalentemente argillosi (Pliocene - Pleistocene) (BILLI *et al.*, 1993a; FARABOLLINI, 1995).

A partire dal Miocene, l'intera area fu soggetta ad un intenso sollevamento che portò all'incisione nelle rocce più resistenti di valli con versanti ripidi e gole, mentre più vicino alla costa il fenomeno è testimoniato soprattutto dalla dislocazione di depositi fluviali e costieri (sono stati rinvenuti corpi di spiaggia del Siciliano fino a 250 m di quota).

Nelle zone prossime alla testata, il fiume ed i suoi affluenti scorrono in canali stretti incisi nel substrato e sono in genere caratterizzati da portate estremamente variabili. Scendendo, le valli si allargano progressivamente ed i depositi alluvionali, sempre più frequenti, mostrano una maggiore percentuale di granulometrie fini (sabbie e limi) a scapito delle ghiaie. Avvicinandosi verso la costa le dimensioni medie e massime dei clasti decrescono irregolarmente (più rapidamente nei tratti più elevati, poi sempre più lentamente); in parallelo, l'arrotondamento dei clasti, dopo un rapido aumento, tende asintoticamente ad un massimo (BILLI *et al.*, 1993b; FARABOLLINI, 1995).

Nella sua porzione terminale il fiume scorre su un letto di ciottoli e la piana alluvionale è stata intensamente coltivata ed urbanizzata. L'originario andamento a meandri è stato modificato da ripetuti interventi antropici, che hanno portato ad una progressiva rettificazione del letto, finalizzati all'incremento delle aree coltivate ed industriali.

In passato, il Fiume Tronto ha spesso inondato la fertile piana alluvionale ad est di Ascoli Piceno, causando gravi danni all'agricoltura. Questo comportamento deriva soprattutto del regime di tipo torrentizio del fiume che, a sua volta, dipende da una rapida risposta all'alternarsi di periodi praticamente secchi e di intensi, anche se spesso brevi, eventi meteorici (BISCI *et al.*, 1993; BISCI *et al.*, 1996). In realtà, questi eventi non sono particolarmente violenti (la precipitazione media varia da 1'400 mm nelle aree montuose a 600 mm lungo la costa) (Fig.1) e sono in genere concentrati in primavera, quando l'acqua derivante dalla fusione delle nevi sui rilievi appenninici contribuisce in modo significativo alla portata totale, e subordinatamente, in Autunno (BISCI *et al.*, 1993; BISCI *et al.*, 1997; BISCI *et al.*, in stampa).

3. MODIFICAZIONI ANTROPICHE

Per ridurre al massimo i danni derivanti dalle piene, lungo la porzione terminale del Fiume Tronto (ad est di Ascoli Piceno) delle contromisure sono state prese almeno fin dal Medioevo. Comunque, fino al termine del XIX secolo la maggior parte degli sforzi non furono coordinati e, quindi, la loro efficacia fu minima.

Le cronache riportano che nel 1898, in seguito a piogge lunghe ed intense, una grande piena interessò oltre 1'000 ettari della piana, causando gravi danni ai terreni coltivati ed alla ferrovia. La situazione fu peggiorata dalla presenza del ponte della Strada Statale n. 16 che aveva - e tuttora ha - una luce troppo ridotta per consentire il flusso di piene particolarmente grandi, e che quindi causò l'accumulo delle acque a monte del rilevato stradale, che corre parallelo alla costa ad una distanza di circa 1.5 km.

Questo evento catastrofico dette l'impulso per la costruzione di contromisure più sistematiche e basate su conoscenze scientifiche, che contemporaneamente consentissero l'uso agricolo di una notevole parte della piana alluvionale attuale. La porzione terminale del fiume, che a giudicare dalle carte del XIX secolo aveva un andamento meandriforme ed una piana inondabile ampia fino a 660 m, venne quindi alquanto rettificata; i meandri principali vennero tagliati e le acque vennero convogliate tra due argini (alti fino a 6m dal *thalweg*) distanti tra loro da 120 fino a 240 m. A protezione della strada ferrata, della statale e della zona edificata, venne inoltre costruito un ulteriore argine trasversale localmente detto "argine della ferrovia". Vennero infine costruite piccole briglie atte a ridurre localmente il gradiente del corso d'acqua (VITALE *et al.*, 1992; BILLI *et al.*, 1993b; FARABOLLINI *et al.*, 1993).

Questi lavori si dimostrarono efficaci, riuscendo a contenere senza problemi tutte le piene per circa ottanta anni. In particolare, è importante rilevare come anche la piena del 1929, la massima mai registrata con circa 2'000 m³/s di portata, riuscì a passare entro gli argini senza causare danni.

Più recentemente, nella porzione alta del bacino sono state costruite dighe per la creazione di bacini idrici artificiali (laghi di Colombara, Casteltrosino, Talvacchia e Scandarella) usati tanto a scopi irrigui che per la produzione di energia idroelettrica (Tab. 1). La presenza di questi laghi artificiali ha cambiato sensibilmente il regime ideologico del F. Tronto, rendendo le portate meno direttamente dipendenti dalle precipitazioni. Una corretta gestione di tali invasi consentirebbe, almeno in

Tab. 1 - Principali caratteristiche degli invasi artificiali presenti nel bacino del F. Tronto.

Codice	Nome	Bacino	Area (km ²)	Volume (10 ⁶ m ³)	Profondità (m)	Data riempimento	Distanza dalla foce (km)
a	Casteltrosino	Castellano	162.0	0.12	11.5	1927	33
b	Colombara	Tronto	466.8	0.30	18.3	1955	46
c	Scandarella	Scandarella	48.5	12.00	55.5	1929	
d	Talvacchia	Castellano	128.0	14.07	77.0	1961	40



Fig. 2 - Schema geomorfologico dell'area interessata dall'evento del 1992. In grigio viene riportata l'area inondata mentre i numeri rappresentano l'altezza, in metri, raggiunta dall'acqua durante l'evento di piena; a) linee di flusso; b) foci temporanee; c) argini rotti; d) sottopassi utilizzati dalle acque; e) localizzazione del vecchio argine "della ferrovia".

teoria, di ridurre (seppure in misura non particolarmente rilevante) la portata di picco delle piene, anche se si è visto che durante gli eventi del 1929 e del 1992 essi ebbero l'effetto opposto, rilasciando acque che andarono a contribuire alle massime piene.

In seguito venne deciso di modificare nuovamente il corso del F. Tronto, che nel 1979 venne ulteriormente rettificato e ristretto con la costruzione di nuovi argini. Di conseguenza, l'area inondabile ad Est di Ascoli Piceno venne fortemente ridotta ad una striscia larga da 70 a 180 m (Fig. 2). Volendo disporre di nuovi terreni sfruttabili ad uso agricolo ed industriale, vennero inoltre smantellati gli argini precedenti, incluso quello trasversale "della ferrovia".

I nuovi argini oltre ad essere più vicini al letto del fiume sono anche più bassi dei precedenti, per cui la sezione di flusso ammissibile è risultata fortemente ridotta (scendendo in alcuni punti a circa 335 m², grossomodo il 44% della sezione di flusso degli argini costruiti ad inizio secolo), rendendo inaccettabilmente piccolo il volume a disposizione delle acque a monte del ponte della Statale n. 16. Anche questo nuovo progetto, così come quello precedente, non prendeva in considerazione il ponte, che pure rappresenta il punto più critico dell'intero sistema idraulico, dato che la sezione complessiva dei suoi tre archi è di soli 350 m³ e può essere ulteriormente ridotta, durante le piene, dalle ostruzioni dovute all'accumulo di legname portato dalla corrente (FARABOLLINI *et al.*, 1993).

Queste nuove opere funzionarono bene per una decina anni, durante i quali avvenne un'unica piena, peraltro piuttosto modesta (la portata di picco non raggiunse i 500 m³/s), nel 1986.

Nella primavera del 1992, però, un evento più intenso (anche se minore di quello del 1929) dimostrò in pieno l'inadeguatezza del progetto di risistemazione idraulica, causando l'inondazione di campi, aree industriali e zone urbanizzate, con conseguenti rilevanti danni economici.

4. LA PIENA DEL 1992

La piena del 1992 fu causata da tre giorni (8-10 aprile) di piogge continue e piuttosto intense che interessarono tutta l'Italia centrale. In particolare, in località Spinetoli, in un solo giorno vennero registrate piogge (370 mm) equivalenti a circa la metà delle precipitazioni medie annue (circa 800 mm). I valori rilevati non sono molto differenti da quelli misurati durante l'evento meteorico che causò la piena dell'Aprile 1959, anche se in quell'occasione le piogge furono ancor più concentrate (Tab. 2).

A causa della rapida risposta del fiume agli eventi meteorici - al Ponte di Pagliare il tempo di concentrazione è stato valutato in circa 13.7 ore - le intense precipitazioni, insieme con le acque derivanti dalla fusione del manto nevoso che ancora ricopriva buona parte delle aree

Tab. 2 - Precipitazioni registrate presso alcune stazioni meteorologiche (in corsivo sono riportate quelle non appartenenti al bacino del F. Tronto). L'area riportata nell'ultima colonna si riferisce al poligono di Thiessen attribuito alla stazione.

Codice	Nome	Quota (m s.l.m.)	Ore di registrazione	Pioggia (mm)	Media annua (mm)	Anni di osservazione	Area (km ²)
A	Accumoli	858	-	-	851	42	
B	Acquasanta	392	43	161.6	950	26	187
C	Amatrice	955	-	-	882	49	179
D	Ancarano	293	-	-	779	30	
E	Arli	288	-	-	935	26	
F	Arquata del Tronto	720	44	203.2	1245	49	
G	Ascoli Piceno	136	44	138.0	796	49	244
H	Balzo di Montegallo	863	-	-			
I	Capodacqua	817	45	108.8	1022	49	140
J	Capo il Colle	539	-	215.4	877	49	
K	Croce di Casale	657	43	141.6	1053	32	
L	Diga di Talvacchia	640	43	249.6			
M	<i>Foce</i>	951	43.5				
N	<i>Montemonaco</i>	987	-	-	1246	49	50
O	Offida	293	41	69.6	866	49	
P	Pietralta	1022	-	-			
Q	Poggio Cancelli	1314	43	110.2	1065	42	42
R	<i>Ragnola</i>	10	34	74.8	613	35	
S	<i>Ripatransone</i>	494	38	154.0	815	47	
T	San Benedetto del Tronto	10					
U	San Martino	830	46	149.6			151
V	San Vito	686	44	369.0			
W	Settecerri	923	-	-			
X	Spelonga	940	-	-			
Y	Spinetoli	52	43.5	126.2	780	32	184

montuose, causarono un rapido incremento della portata (fino a circa 1.500 m³/s).

Anche il rilascio di acque dai bacini artificiali ubicati nella porzione alta del bacino contribuì alla formazione dell'ondata di piena, anche se nel complesso vi fu un'azione di contenimento in quanto, in tutti tali bacini, il flusso in uscita fu minore di quello in entrata. Un ulteriore elemento che andò a peggiorare la situazione, fu la presenza nell'alveo di vegetazione (alberi e cespugli) che oltre a rallentare lo scorrimento, contribuì all'innalzamento del livello delle acque, riducendo la sezione massima di flusso.

L'innalzamento del livello del fiume fu particolarmente forte a monte del ponte della Statale n. 16 (Fig. 2), che come già detto forma la principale strettoia nel basso corso del Tronto. Il mattino del 10 Aprile, a qualche km dalla foce (6 km a monte del ponte della Statale n. 16), lungo entrambe le sponde l'acqua iniziò ad oltrepassare il tetto degli argini in terra, che cominciarono così ad essere erosi (Fig. 3). Di conseguenza, i terreni bonificati durante l'impianto delle opere idrauliche del 1979 vennero progressivamente inondati (Fig. 3) da diversi

centimetri d'acqua.

Nel pomeriggio, il flusso sopra gli argini provocò collassi delle strutture in terra su entrambi i lati del fiume e l'acqua prese a fluire velocemente attraverso le brecce, allargandole fino a dimensioni piuttosto notevoli. In breve tempo una vasta area venne quindi inondata da una grande quantità di acqua fangosa - localmente profonda più di due metri (Fig.2) - che in alcuni punti è riuscita a mobilitare anche sedimenti più grossolani.

Le analisi granulometriche, infatti, effettuate prelevando campioni sia in alveo sia nelle barre ghiaiose lasciate dalla piena suddetta hanno permesso di valutare che le condizioni idrodinamiche erano tali da mobilitare sedimenti delle dimensioni delle ghiaie grossolane corrispondenti quindi a correnti superiori ai 4 m/sec. durante la fase deposizionale (FARABOLLINI *et al.*, 1993). I materiali trasportati dalla piena, confrontati con quelli deposti in condizioni di portate regolari lungo il letto e sulle barre fluviali (CALANDRA, 1979), sono caratterizzati da una maggiore dimensione dei granuli mobilizzati che consentono di evidenziare la grande differenza energetica dei due processi.

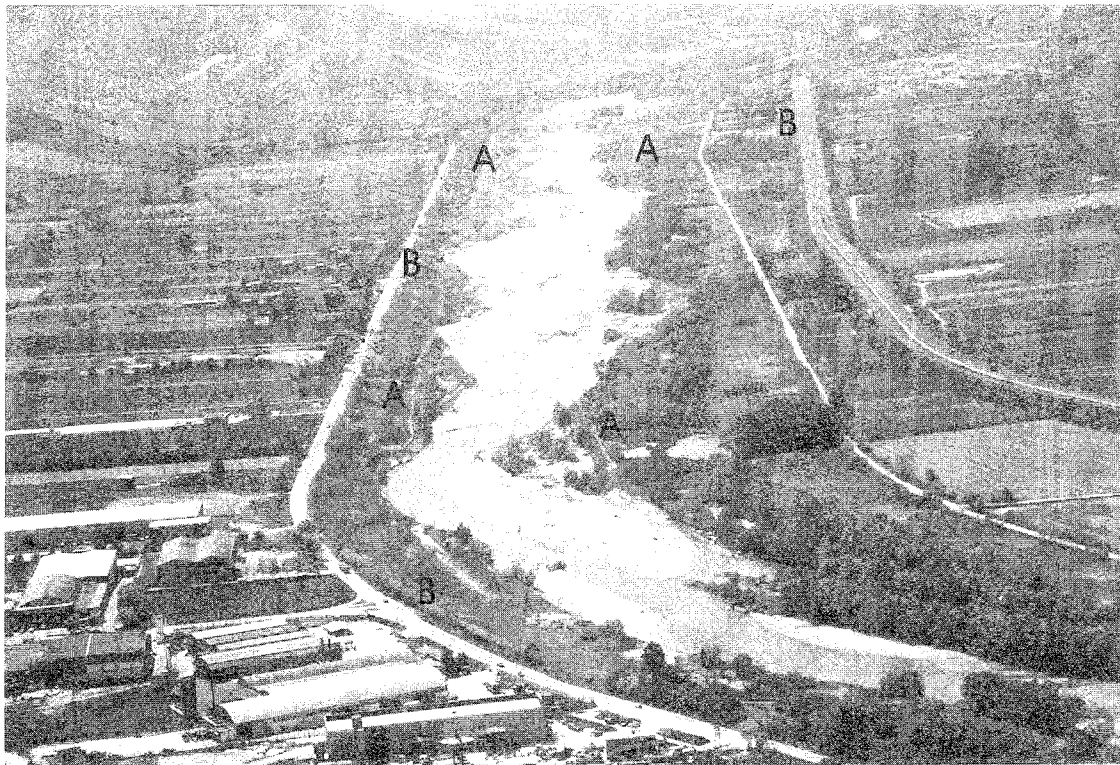


Fig. 3 - Veduta della bassa valle del fiume Tronto qualche giorno dopo l'evento di piena dell'aprile 1992. In particolare si noti come gli argini artificiali del 1979 (A) siano stati erosi in più punti, mentre quelli già esistenti (B) siano integri.

Sulla destra idrografica, i vecchi argini, non smantellati perché usati come terrapieno della strada comunale, costrinsero l'acqua ad accumularsi nella fascia non produttiva compresa tra le due generazioni di argini (che agì quindi come area golenale), per cui le zone industriali ed agricole poste appena oltre la suddetta strada non soffrirono danni rilevanti.

Al contrario, lungo il lato sinistro della valle, essendo state smantellate le vecchie opere di controllo, l'acqua non incontrò ostacoli e poté quindi inondare l'intera piana. Inoltre, dal momento che nel 1979 era stato distrutto anche l'argine "della ferrovia", la piena riuscì ad espandersi verso nord (Fig. 2 e Fig. 3), raggiungendo quindi gli abitati di San Benedetto del Tronto e di Porto d'Ascoli dove causò danni rilevanti (oltre mille miliardi di lire) a strutture abitative, industriali e commerciali.

Gli edifici e le altre infrastrutture urbane ostacolarono notevolmente il flusso dell'acqua, con effetti contrastanti. Se è vero, infatti, che la riduzione di velocità e di energia contribuì a limitare la distruttività dell'evento, è anche vero che la piena impiegò un tempo particolarmente lungo per rifluire in mare, permanendo nel centro abitato per circa quattro giorni.

Lungo la costa, l'acqua incise nuove piccole foci temporanee (Fig. 2) nei sedimenti fini (sabbie) della spiaggia e quindi, per erosione regressiva, andò a danneggiare le opere (muretti e marciapiedi) che bordavano la spiaggia.

Alla fine dell'evento, che fortunatamente non causò morti e feriti gravi, si stimarono danni complessivi per quasi duemila miliardi di lire. A questa cifra debbono essere aggiunte le spese per la progettazione e la realizzazione di nuove e più adeguate opere idrauliche

(argini, briglie ecc.) in grado di evitare il ripetersi di simili esondazioni.

5. DISCUSSIONE

Le conseguenze catastrofiche dell'alluvione del F. Tronto del 1992 sono soprattutto il risultato di un'errata pianificazione e gestione territoriale, ed in particolare di una sconsiderata tendenza allo sfruttamento del territorio che ha portato alla costruzione di opere idrauliche chiaramente inadeguate. L'evento, infatti, non può assolutamente essere classificato come eccezionale, dato che le piogge che lo causarono non sono state le più intense registrate nell'area.

Una errata gestione dei bacini artificiali posti nella porzione medio-alta del bacino avrebbe potuto produrre portate più elevate di quelle presumibili a partire dalle precipitazioni, ma resta il fatto che la portata di picco della piena del 1929 (peraltro perfettamente contenuta dagli argini costruiti all'inizio del secolo) fu di almeno il 60% maggiore di quella registrata durante l'evento studiato.

I dati registrati in tre stazioni di misura ubicate nel bacino del Tronto (Tab. 3) sono stati usati per calcolare la massima portata teorica del F. Tronto per un periodo di ritorno di 100 anni (Tab. 4) usando sia metodi diretti, attraverso la formula di Gumbel, che metodi indiretti attraverso le formule di Fuller-Tonini e Visentini.

Gli ultimi metodi sono anche stati estrapolati per la sezione di Ponte delle Paggiare (ubicato a circa 12 km dalla foce), ottenendo una portata di picco di 2.001 m³/s usando la formula di Fuller-Tonini e di 1.889 m³/s seguendo la formula di Visentini; queste portate sono

Tab. 3 - Descrizione delle tre stazioni idrometrografiche ubicate nel bacino del Fiume Tronto. L'area riportata in terza colonna è quella del bacino drenante posto a monte della stazione.

Codice	Nome	Bacino	Area (km ²)	Distanza dalla foce	Periodo
A	Ascoli Piceno	Castellano	166	30	1925-64
B	Ponte d'Arli	Tronto	479	41	1925-54
C	Tolignano di Marino	Tronto	911	27	1927-73

Tab. 4 - Portate di picco (m³/s) calcolate per un tempo di ritorno di 100 anni presso le tre stazioni idrometrografiche ed estrapolate per il Ponte delle Pagliare.

Stazione	Gumbel	Fuller-Tonini	Visentini
Ascoli Piceno	124.09	885.52	-
Ponte d'Arli	185.68	1138.32	-
Tolignano di Marino	571.80	1978.34	1731.88
Ponte delle Pagliare	-	2001.60	1888.94

notevolmente più alte di quella di picco registrata nell'Aprile 1992, che non superò i 1.500 m³/s. Una portata di 1.900 m³/s, ovvero la più bassa calcolata, per essere smaltita senza rischi da un canale necessita di una sezione di 800-850 m², mentre come già detto gli argini del 1979 hanno una sezione minima di 335 m² ed il ponte della Strada Statale n. 16 ha una luce netta di 350 m².

Si evince quindi come l'eccessivo e inadeguato restringimento e raddrizzamento del corso d'acqua, l'inadeguatezza delle opere di collegamento dei fossi secondari all'asta principale, insieme con la mancata progettazione di aree golenali in cui possano fluire le acque in eccesso, debbano essere considerate le vere cause dell'alluvione del Tronto del 1992. Altri fattori, quali il limitato apporto di acque rilasciate dagli invasi artificiali e l'inadeguata manutenzione degli argini e del corso d'acqua (ovverosia la presenza di vegetazione che ha poi causato una riduzione del flusso ammassandosi in corrispondenza del ponte della Statale n. 16) hanno solamente un'influenza limitata.

Va ricordato che, al tempo della costruzione dei nuovi argini, furono redatte relazioni tecniche, depositate all'Ufficio Decentrato OO.PP. e Difesa del Suolo della Regione Marche, che già sottolineavano l'inadeguatezza dei lavori (mirati esclusivamente a rendere disponibile la maggior quantità possibile di terreno da sfruttare) ed il rischio che la loro costruzione avrebbe comportato.

BIBLIOGRAFIA

BILLI P., BISCI C., CANTALAMESSA G., CENTAMORE E., COLTORTI M., CROCETTI G., DRAMIS F., FARABOLLINI P., GENTILI B., INVERNIZZI C., PAMBIANCHI G., MATERAZZI M., PICCINI M., PONTONI F. & RICCI LUCCHI F. (1993a) - *Field Trip*. In: CANTALAMESSA G. & DRAMIS F. (EDS.) - *Field trip guide book*. Intern. Symp. on Dynamics of Fluvial-Coastal System and Environmental Changes, S. Benedetto del Tronto, 1993, 45-81.

BILLI P., BISCI C., CANTALAMESSA G., DRAMIS F., FARABOLLINI P., FAZZINI M. & PONTONI F. (1993b) - *The 1993 Tronto River (Central Italy) flood*. Abstr. Intern. Symp. on Dynamics of Fluvial-Coastal System and Environmental Changes, S. Benedetto del Tronto, 1993, 69.

BISCI C., DRAMIS F., FARABOLLINI P. & FAZZINI M. (in stampa) - *Indici climatici dell'area compresa tra i bacini dei fiumi Tronto e Tordino (Italia Centrale Adriatica)*. Stesso volume.

BISCI C., DRAMIS F., FAZZINI M., ROSSETTI R. & SPERANZA A. (1997) - *Rélation entre paramètres topographiques et quantité de précipitations en le territoire de la Région Marche (Italie centrale)*. Res. Colloque Association International de Climatologie. Quebec City, Canada, Settembre 1997.

BISCI C., FARABOLLINI P., FAZZINI M., FOLCHI VICI D'ARCEVIA C. & VIGLIONE F. (1996) - *Variations récentes des précipitations en la Région Marche (Italie Centrale)*. Colloque Assoc. Intern. de Climatologie, Strasburgo (Francia).

BISCI C., FOLCHI VICI C. & VIGLIONE F. (1993) - *Analyse des périodicités des précipitations sur la Région Marches (Italie Centrale Adriatique)*. Resum. Coll. Assoc. Intern. Climat., Salonico (Grecia), 1993.

CALANDRA R. (1979) - *Indagine petrografica, sedimentologica e geotecnica sui depositi alluvionali del F.Tronto*. Annali Facoltà di Agraria di Ascoli Piceno, vol. II, 1978-79, 77-99.

FARABOLLINI P. (1995) - *Evoluzione geomorfologica quaternaria della fascia periadriatica tra Ancona e Vasto*. Tesi di dottorato inedita, Università di Perugia.

FARABOLLINI P., GENTILI B. & PAMBIANCHI G. (1993) - *Dinamica fluviale e antropizzazione nel fiume Tronto*. Abs. Conv. Naz. Giovani Ricercatori Geol. Appl., Potenza 28-31 ottobre 1993.

SERVIZIO IDROGRAFICO MINISTERO LAVORI PUBBLICI
(1956) - *Precipitazioni medie mensili ed annue per
il trentennio 1921-1950. Bacini con foce al litorale
adriatico dal Reno al Tronto.* Ist. Poligrafico dello
Stato, 24(II).

VITALE A., BALDUCCI G., MARASCA G. & PONTONI F.
(1992) - *Indagine sull'esondazione del F. Tronto del
10 Aprile 1992 che ha interessato i comuni di
Monteprandone e San Benedetto del Tronto in Prov.
di Ascoli Piceno.*