

Processi sulla rete idrografica primaria

PREMESSA

L'evento di piena che ha interessato la rete idrografica piemontese nel novembre 1994 è risultato, per parte di essa, il più grave di cui si abbia memoria nell'ultimo secolo.

In particolare il fiume Tanaro e i suoi affluenti delle aree montuose e collinari comprese tra le Alpi Liguri e i rilievi delle Langhe sono stati pesantemente coinvolti dalle precipitazioni già a partire dai bacini di alimentazione in quota creando così condizioni di piena del tutto eccezionali.

Molte aree pianeggianti, sia sui fondivalle che nelle pianure, mai coinvolte da allagamenti a memoria d'uomo, sono state interessate in poco tempo da livelli idrometrici elevati: molte opere di attraversamento vecchie di decenni sono state sormontate e talora gravemente danneggiate o distrutte, vecchie proprietà agricole, singoli edifici o interi nuclei abitati portano ancora i segni di livelli d'acqua mai raggiunti in passato.

La morfologia fluviale per molti tratti è stata localmente, e temporaneamente, modificata dato che il deflusso principale della piena ha sovente seguito direzioni nuove rispetto all'andamento del vecchio canale aprendo nuovi rami o riattivandone di abbandonati (Fig. 1).

Al fine di ottemperare ad uno dei propri compiti istituzionali il Settore Studi e Ricerche Geologiche – Sistema Informativo Prevenzione Rischi ha attivato e coordinato il rilevamento dei processi e degli effetti indotti dalla piena straordinaria. La ricerca ha preso in considerazione le aste dei corsi d'acqua principali, lungo i quali si è avuto il transito di portate eccezionali che hanno provocato danni gravissimi, in termini di perdita di vite umane, di lesioni al tessuto urbano, alle infrastrutture e al complesso produttivo.

Gli studi e le ricerche hanno reso possibile, per gran parte entro il primo semestre del 1995, la predisposizione dei relativi elaborati calati su base topografica costituita dalla Carta Tecnica Regionale in scala 1:10.000. I risultati sono stati poi resi disponibili attraverso informatizzazione e relativa restituzione cartografica delle varie sezioni della "Carta del campo di inondazione e degli effetti indotti dalla piena del 5/6-11-1994", di cui alcuni esempi vengono forniti come cartografia fuori testo.

Il piano completo dell'opera, costituito da 91 sezioni, è rappresentato in fig. 2.

Al fine di operare in sintonia con le finalità del Sistema Informativo regionale è stata anche predi-

sposta, in collaborazione con il CNR-IRPI di Torino, opportuna scheda di rilevamento che permettesse l'acquisizione, su sezioni trasversali, di dati relativi alle caratteristiche morfologiche in alveo e fuori alveo, alla dinamica dell'inondazione, ai danni e a dati storici pregressi (cfr. "Scheda di rilevamento processi lungo la rete idrografica" nel testo allegata).

Nelle pagine che seguono viene descritto il comportamento dell'idrosistema, lungo le aste dei fiumi Tanaro, Po, Bormida di Millesimo e del torrente Belbo in risposta all'evento, evidenziando quei fattori naturali ed artificiali che ne hanno condizionato gli effetti e i danni. Per evidenti esigenze di sinteticità viene posta l'attenzione sull'interferenza della piena con le aree più densamente urbanizzate.

Le considerazioni riportate derivano da studi condotti attraverso le seguenti fasi di attività.

1. Analisi di fotografie aeree (scala 1:13.000 e 1:20.000 circa) riprese nella seconda quindicina del novembre 1994, che ha consentito di individuare e rappresentare i processi più caratteristici, ricostruendo la dinamica dei deflussi. L'analisi ha permesso inoltre di valutare l'influenza delle infrastrutture e delle forme fluviali relitte sull'amplificazione degli effetti.

2. Sopralluoghi indispensabili per confermare quanto desunto dalla fotointerpretazione e per rilevare i dati quantitativi connessi ai livelli idrometrici raggiunti in numerose località, alle geometrie delle forme erosive e deposizionali, alle granulometrie dei sedimenti, ai danni a manufatti.

3. Raccolta di testimonianze dirette che ha fornito utili informazioni inerenti le modalità di propagazione e di distribuzione dei deflussi, le ore di colmo ed i tempi di permanenza delle acque di inondazione.

4. Confronto con indagini precedenti riguardanti, in particolare lungo il tratto astigiano del Tanaro, l'analisi dell'idrosistema durante gli anni cinquanta.

La scelta di una trattazione di taglio descrittivo permette di entrare negli accadimenti legati al passaggio della piena lungo i corsi d'acqua principali, con dati relativi ai centri abitati e alle infrastrutture coinvolte, con annotazione riguardanti le vittime che, purtroppo, i processi fluviali hanno provocato.

I testi sono, per taluni tratti, corredati da informazioni di carattere storico e geo-morfologico; solamente per il fiume Tanaro, il più gravemente colpito dagli effetti delle precipitazioni del novembre 1994, è stato redatto un capitolo espressamente dedicato al Quadro morfologico.



Fig. 1. Fiume Tanaro. Area di Clavesana. La valle fluviale in una immagine ripresa una settimana dopo l'evento alluvionale. Dalle evidenze morfologiche è chiaramente desumibile come parte preponderante della massa d'acqua sia transitata al di fuori del canale di deflusso in forma di "virtuali" tagli di meandro che, nella prima ansa in alto, hanno provocato una evidente e profonda forma erosiva sulla superficie del terrazzo alluvionale. Scala approssimata 1:10.000, Nord in basso a destra della foto. (Conc. SMA n. 1-431 del 9-7-1998).

Campo di inondazione ed effetti indotti dalla piena del 5-6 novembre 1994

FIUME TANARO - TORRENTE BELBO - FIUME BORMIDA - FIUME PO

Quadro di unione delle sezioni C.T.R. utilizzate come supporto cartografico per l'elaborazione tematica

(*) Elaborato attualmente in fase di informatizzazione

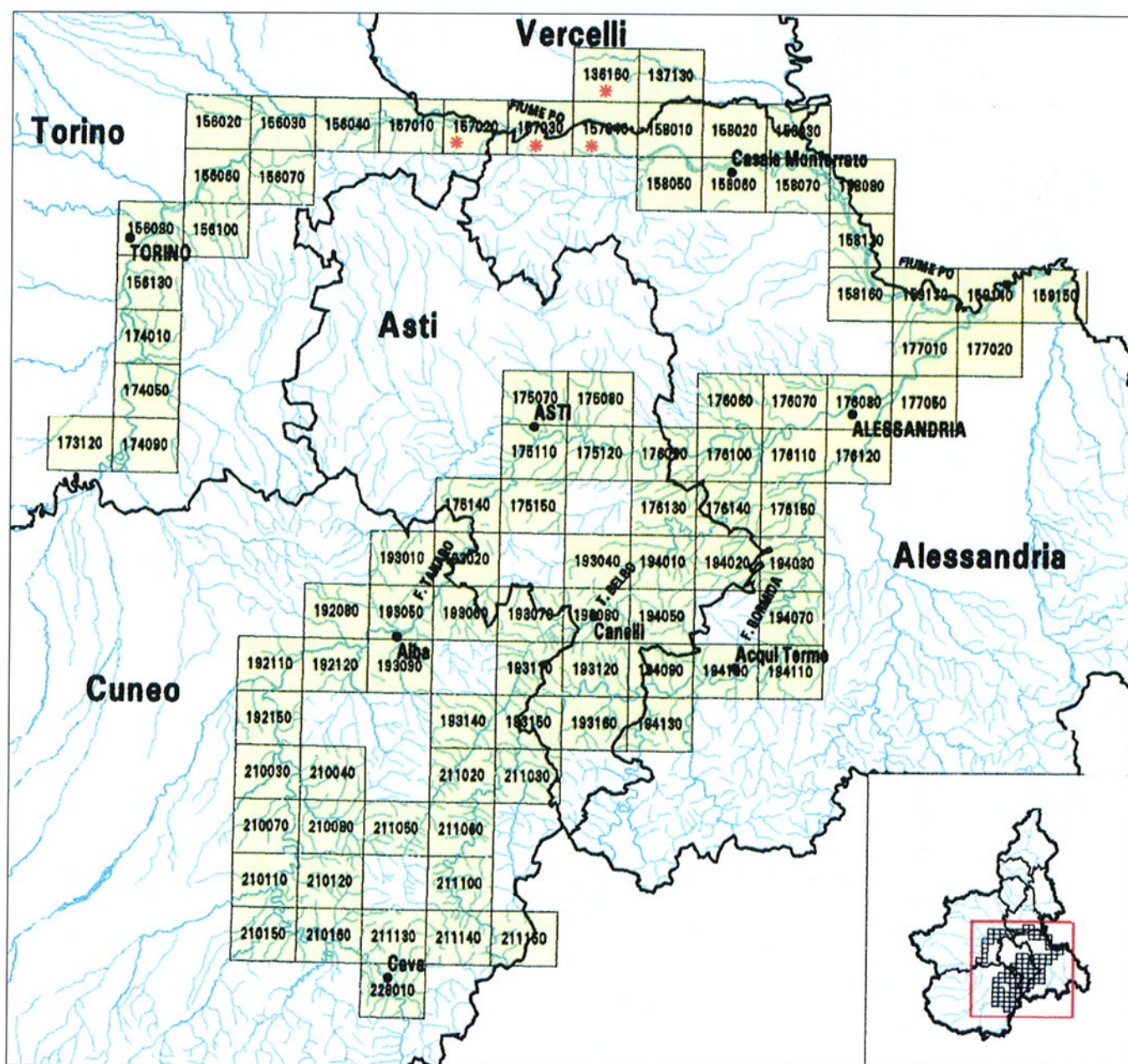


Fig. 2. Quadro di unione delle sezioni costituenti la "Carta del campo di inondazione ed effetti indotti dalla piena del 5/6-11-1994" alla scala 1:10.000. Regione Piemonte, 1995.



Evento alluvionale del 5/6 - 11 - 1994
SCHEDA DI RILEVAZIONE PROCESSI LUNGO LA RETE IDROGRAFICA

SCHEDA SEZIONE
STRISCIA FOTOGRAMMA volo 11/20 nov. 1994 B/N

Tavoletta 1:25.000 ----- Sez. C.T.R. -----

Fiume / TORRENTE -----
ALVEOTIPO (cf. allegato 1) -----
COMUNE -----
LOCALITA' -----

1) OSSERVAZIONI IN ALVEO

erosione di fondo (rif. cart.) punto n. approfondimento presunto m
punto n. approfondimento presunto m

erosione laterale (rif. cart.) punto n. arretramento presunto m
punto n. arretramento presunto m

alluvionamento (rif. cart.)
punto n. spessori stimati cm
granulom. media depositi: limi sabbie ghiaie massi
granulometria massima depositi
punto n. spessori stimati cm
granulom. media depositi: limi sabbie ghiaie massi
granulometria massima depositi

altezza della sponda rispetto al pelo libero dell'acqua al momento del rilievo (rif. cart.)
punto n. m , punto n. m

altezza della sponda rispetto a tratto d'alveo non più bagnato dalle acque (rif. cart.)
punto n. m , punto n. m

affioramento del substrato (rif. cart.) punto n. punto n.

presenza opere di difesa (rif. cart.) tipologia dx sx
stato funzionale

tipologia dx sx
stato funzionale

(segue scheda sezione)

2) OSSERVAZIONI FUORI ALVEO (evento nov. '94)

limite dell'area inondata (rif. cart.): punto n. da osservazioni dirette
da interviste
punto n. da osservazioni dirette punto n. da osservazioni dirette
da interviste da interviste

contributo della rete idrografica minore: tributari canali irrigui

altezza raggiunta dalle acque di inondazione sul piano campagna (rif. cart.):

punto n. su manufatto m su tronco d'albero m
da testimonianza orale m altro m
punto n. su manufatto m su tronco d'albero m
da testimonianza orale m altro m
punto n. su manufatto m su tronco d'albero m
da testimonianza orale m altro m

alluvionamento (rif. cart.)

punto n. spessore stimato: < 50 cm da 50 a 100 cm > 100 cm
granulometria: limi sabbie ghiaie massi
punto n. spessore stimato: < 50 cm da 50 a 100 cm > 100 cm
granulometria: limi sabbie ghiaie massi
punto n. spessore stimato: < 50 cm da 50 a 100 cm > 100 cm
granulometria: limi sabbie ghiaie massi

note

3) RICOSTRUZIONE DELLA DINAMICA DI INONDAZIONE (rif. cart.) punto n.

giorno e ora del colmo di piena in alveo

numero pulsazioni di inondazione intervallo tra pulsazioni

giorno e ora inizio fenomeno di inondazione

provenienza e direzione delle acque di inondazione (freccie blu)

giorno e ora di massima altezza sul p.c.

velocità di risalita (cm/h; m/h)

giorno e ora di scomparsa definitiva delle acque

velocità di decrescita delle acque

tempi di permanenza delle acque di inondazione

(segue scheda sezione)

ruolo dei manufatti (esaltazione-mitigazione) nella propagazione e nel successivo smaltimento delle acque di inondazione

note (con particolare riguardo alla descrizione delle modalità di innesco ed evoluzione spazio-temporale del fenomeno di inondazione; eventuale rif. cart.)

4) DANNI EVENTO NOV. '94 (riportare in carta le sigle corrispondenti)

E edifici (rif. cart.): allagati alluvionati danneggiati distrutti
E1 E2 E3 E4

V viabilità (rif. cart.): allagam. alluvionam. danneggiam. distruz.
V1 V2 V3 V4

P ponti (rif. cart.) danneggiati distrutti
processi: a aggrimento b sormonto c cedimento traverse
d cedimento pile n. su un totale di
e ostruzione per accumulo di materiale flottante
f sottoescavazione altro
eventuali cause del danno

O opere idrauliche (rif. cart.) tipo danneggiamento O1 O2
tipo danneggiamento distruzione
tipo danneggiamento distruzione
tipo danneggiamento distruzione

A altro danneggiamento A1 A2
altro danneggiamento distruzione

note

(segue scheda sezione)

5) OSSERVAZIONI FUORI ALVEO-EVENTI PREGRESSI da testimonianze locali

ANNO (compilare una scheda per ogni anno)

limite dell'area inondata (rif. cart.) punto n. punto n. punto n.

altezza raggiunta dalle acque (rif. cart.) punto n. h
punto n. h punto n. h

alluvionamento (rif. cart.)
punto n. spessore stimato <50 cm da 50 a 100 cm >100 cm
granulometria: limi sabbie ghiaie massi
punto n. spessore stimato <50 cm da 50 a 100 cm >100 cm
granulometria: limi sabbie ghiaie massi
punto n. spessore stimato <50 cm da 50 a 100 cm >100 cm
granulometria: limi sabbie ghiaie massi

5a) DANNI (riportare in carta sigle corrispondenti)

E edifici (rif. cart.): allagati alluvionati danneggiati distrutti
E5 E6 E7 E8

V viabilità (rif. cart.): allagam. alluvionam. danneggiam. distruz.
V5 V6 V7 V8

P ponti (rif. cart.) danneggiati distrutti
processi: a aggrimento b sormonto c cedimento traverse
d cedimento pile n. su un totale di
e ostruzione per accumulo di materiale flottante
f sottoescavazione altro
eventuali cause del danno

O opere idrauliche (rif. cart.) tipo danneggiamento O3 O4
tipo danneggiamento distruzione
tipo danneggiamento distruzione
tipo danneggiamento distruzione

A altro danneggiamento A3 A4
altro danneggiamento distruzione

note

FOTOGRAFIE

data

Rilevatore/i

Scheda di rilevamento dei processi lungo la rete idrografica a seguito dell'evento alluvionale del novembre 1994.

3.1. IL FIUME TANARO

Inquadramento morfologico

Premessa

Il fiume Tanaro ha uno sviluppo complessivo di circa 230 km dalle origini presso il M. Marguareis (quota 2651 m slm), in provincia di Cuneo, alla sua confluenza con il fiume Po in prossimità di Bassignana (quota 96 m slm), in provincia di Alessandria.

Il corso d'acqua, che trova origine nelle Alpi Liguri presso il confine con la Francia, attraversa in direzione Sud-Ovest/Nord-Est tutto il territorio meridionale del Piemonte per cui il suo bacino complessivo raggiunge gli 8293 km² in prossimità della confluenza. Il tratto montano del bacino è quello sotteso dall'abitato di Lesegno e ad esso compete una superficie di 502 km².

A valle di questa località il Tanaro assume l'aspetto di un corso d'acqua di pianura con frequenti meandri e riceve nell'ordine i suoi maggiori affluenti tributari di sinistra: il Corsaglia, l'Ellero, il Pesio e lo Stura di Demonte.

In questo tratto il corso d'acqua ha direzione Nord-Sud, ma superata la confluenza con lo Stura, a Bra, esso riprende la direzione preferenziale verso oriente.

A valle di questo punto il corso del fiume si è impostato in epoche abbastanza recenti, in quanto in antico il Tanaro proseguiva in direzione Nord sul lato occidentale dei rilievi collinari delle Langhe e del Monferrato e confluiva nel Po in prossimità di Moncalieri.

Il fenomeno di diversione del Tanaro, avvenuto verosimilmente nella parte più recente del Pleistocene superiore, ha determinato un forte ringiovanimento del corso d'acqua a causa dell'abbassamento del livello di base, passando da una quota di 220 m circa della confluenza nel fiume Po a Carmagnola agli 80 m circa, attuali, presso Valenza.

Questo fatto ha comportato una contestuale diminuzione della lunghezza di 50 km ca., essendo il percorso antico da Cherasco a Valenza, con passaggio a Nord della collina di Torino, di 156 km ca. e quello attuale, sempre tra gli stessi punti, di 106 km ca.

La conseguente erosione regressiva ha così determinato la morfologia incassata che caratterizza il bacino del Tanaro e tutto il suo reticolato afferente a monte del gomito di deviazione; ne è esempio la scarpata del terrazzo Bra-Bergoglio-Roreto, alta circa 80 m. L'alveo abbandonato del fiume Tanaro è riconoscibile in una blanda depressione disposta da Bra a Carmagnola parallelamente ai rilievi collinari del Monferrato.

Ad Asti il Tanaro riceve in sinistra i suoi affluenti Bobore e Triversa che convogliano i deflussi delle zone collinari delle Langhe e del Monferrato. Nel tratto tra Asti e Alessandria confluiscono il Tigliole ed il Belbo, ed a valle di quest'ultima città il fiume Bormida con il suo affluente Orba.

La lunghezza del corso d'acqua, l'ampiezza del suo bacino e l'eterogeneità dei territori attraversati attribuiscono al fiume Tanaro particolari caratteristiche

che lo differenziano dai corsi d'acqua alpini, pur discostandosi dal comportamento dei corsi d'acqua appenninici. Il corso d'acqua presenta magre estive notevoli e eventi di piena nei periodi primaverili ed autunnali assai rilevanti. Il trasporto solido è attivo ed in esso prevalgono sabbie e limi lungo il percorso di pianura.

Territorio cuneese

Nell'ambito del territorio della provincia di Cuneo il corso del fiume Tanaro si sviluppa dalla zona montana (confluenza dei torrenti Tanarello e Negrone) all'abitato di Canove, ubicato in sinistra idrografica del corso d'acqua, nella pianura cuneese in prossimità del limite amministrativo della provincia di Asti.

In questo suo percorso, con lunghezza di circa 148 km (calcolato a valle della confluenza dei due torrenti), il fiume attraversa ambienti differenti; si parte da un contesto morfologico tipicamente montano, caratterizzato da valli molto incise e profonde, dove l'ossatura geologica del substrato roccioso è formata da rocce cristalline del Complesso del Dora-Maira e da dolomie e calcari mesozoici, per giungere alla zona a valle di Ceva da dove il fondovalle, molto ampio, è delineato da una parte dall'alta pianura e dall'altra dalle colline del Bacino Terziario Piemontese.

L'analisi del contesto morfologico dei versanti e dell'alveo consente di distinguere diversi ambiti, così suddivisi:

A) *Settore iniziale (confluenza tra il Tanarello e il Negrone) fino a Ormea*: il corso d'acqua presenta una pendenza media del 6%; fondovalle ristretto e inciso in roccia; abbondante trasporto solido al fondo, intensa erosione. I fianchi vallivi sono ripidi e, a parte l'area di testata e parte del fianco destro incise in rocce carbonatiche e mostranti grandiosi fenomeni carsici, sono impostati in ossatura di natura cristallina. Il reticolato idrografico di questo settore spiccatamente montano non mostra una gerarchizzazione sviluppata anzi, nel tratto in questione tranne i due rami di testata non sono presenti altri tributari laterali degni di nota.

B) *Settore Ormea-Ceva*: il corso d'acqua è caratterizzato da un andamento tendenzialmente unicursale (pendenza media del 1%) con alveo talvolta poco inciso ospitato in depositi alluvionali. In corrispondenza dell'abitato di Garessio e poi di Bagnasco il fondovalle si amplia; presso il secondo centro abitato il substrato terziario determina un paesaggio caratterizzato da colline tondeggianti e pendici poco declivi. Poco a monte di Nucetto il canale di deflusso inizia a mostrare una sempre più sensibile posizione approfondita entro lembi della vecchia pianura alluvionale.

In corrispondenza di Ceva, il più importante centro edificato, dopo Alba, della parte cuneese della valle Tanaro, il corso d'acqua raggiunge il lato meridionale del complesso collinare delle Langhe e riceve, da Est, il torrente Cevetta.

Ceva è cittadina cresciuta attorno alla collina del Castello, forma prominente slegata o, meglio separata, dal resto dei piani alti della vecchia pianura nata prima della diversione del fiume Tanaro.

La collinetta in questione null'altro è se non una costolatura rocciosa, ultima propaggine prima della confluenza tra torrente Cevetta e fiume Tanaro.

In effetti questo "promontorio" è libero anche alle spalle a causa di una forma di paleo meandro incassato, presumibilmente, del fiume Tanaro stesso che trovava più a monte la confluenza.

È in quest'area che nel luglio del 1584 una spaventosa piena del torrente Cevetta causò la morte di almeno 300 persone travolte assieme alle loro abitazioni.

Anche in anni più recenti è sempre da questo piccolo affluente che si sono avuti gli episodi più gravi di allagamento al centro storico di Ceva.

La città attuale sta cercando spazi nuovi in aree limitrofe, sia ad Ovest verso Mondovì, sia a Est verso Priero; nel frattempo ha occupato, in anni recenti, la larga area pianeggiante del basso terrazzo fluviale posto in sinistra idrografica nella località detta Torretta.

Questa zona, il pomeriggio tardo e la sera del 5 novembre 1994, si è rivelata, purtroppo, oltre che area di espansione urbanistica, anche area di espansione per le acque del fiume Tanaro.

C) *Settore Ceva-Canove*: il corso d'acqua presenta una pendenza di 0,3% ca. con andamento a meandri, a tratti regolari, nei quali si esplica erosione laterale.

Immediatamente a valle di Ceva il corso del Tanaro piega verso Nord Ovest mantenendo così, in questa prima parte, il primitivo andamento diretto verso la pianura torinese.

Il corso d'acqua divide, in quest'area, la zona delle Alpi marittime, con i relativi bacini drenanti volti a Nord, dal territorio collinare intagliato nelle rocce tenere del Bacino Terziario piemontese, detto "Langhe".

Questo tratto, così come quello seguente da Bastia a Pollenzo, in modo però meno evidente perché più ampio, si mostra profondamente incassato rispetto alla originaria pianura alluvionale posta con continuità sulla sua sinistra.

Una articolata successione di forme fluviali stabilizzate delinea una costante sinuosità del fiume mantenuta come caratteristica fisiografica evolutiva durante la lenta fase erosiva che ha portato il fiume a scorrere ad una quota notevolmente inferiore alla originale.

Tutta una serie di evidenti indizi morfologici è presente infatti, in particolar modo sul lato Sud del corso d'acqua, a testimoniare questo fatto: innanzitutto un complesso di superfici terrazzate poste a livelli diversi sovente delimitate verso l'esterno da scarpate mostranti, in pianta, forma circolare legata quindi ad un andamento a meandri. Sono identificativi, sotto questo punto di vista, la grande ansa fossile di meandro di Castellazzo, Lesegno, riutilizzata in parte dal

tratto terminale del t. Corsaglia poco prima della sua confluenza in Tanaro e, più a valle, la curiosa forma, anch'essa eredità di meandro, in località c. La Pieve presso Bastia.

L'adattamento morfologico alle mutate condizioni di drenaggio, intercorse durante il periodo Olocenico, ha creato quindi una profonda valle che, a parte qualche agglomerato agricolo, è sostanzialmente rimasta esclusa da interventi edificatori di una certa importanza, che si sono localizzati sulla ben più salubre soprastante piana alluvionale, tranne Ceva, appunto, all'inizio del tratto considerato in queste righe, e Bastia Mondovì posta 15 km a valle.

Per contro, la media valle Tanaro si offre come potenziale contenitore di tracciati di collegamento sulla media distanza sulla direttrice tra Asti-Alba ed entroterra ligure-piemontese: ne sono esempio la ferrovia (tratta Bra-Ceva) e il progettato tratto finale della strada di fondovalle a monte di Bastia.

Tra Bastia Mondovì e la confluenza con il torrente Stura di Demonte il decorso del Tanaro si sviluppa con un andamento più spiccatamente a meandri pur rimanendo la sezione complessiva ristretta tra colline ad Est e l'alta pianura ad Ovest. Proprio lo sviluppo a meandri ha disegnato sul fondovalle tutta una successione di terrazzi di diverso ordine sui quali si sono sviluppati centri abitati di una certa importanza.

Purtroppo alcuni di questi si sono sviluppati verso il corso d'acqua, verso, cioè, aree più depresse che durante l'eccezionale evento alluvionale del 1994 sono state occupate dalla piena fluviale.

Territorio astigiano

L'area in esame riguarda il tratto del fiume Tanaro entro il territorio della provincia d'Asti compreso tra gli abitati, in sinistra orografica, di Canove (confine con la provincia di Cuneo) e Cerro Tanaro (al confine con la provincia di Alessandria).

L'intero corso del fiume si snoda entro un tratto intravallivo avente ampiezza media pari a 2,3 km e lunghezza di 35 km ca., delimitato da fianchi generalmente scoscesi.

L'analisi degli aspetti morfologici d'insieme dei fianchi collinari e del tratto vallivo consente di distinguere due diversi ambiti, ovvero:

A) *Settore Canove - confluenza Bobore* avente fianchi simmetrici, sia per dislivello sia per acclività e caratterizzato da pendenza del tratto intravallivo pari allo 1,4% ed ampiezza sufficientemente uniforme. Il corso d'acqua, nel settore considerato, scorre entro sedimenti prevalentemente ghiaioso-sabbiosi con ciottoli di dimensione massima pari a 20 cm, mentre nel solo tratto compreso approssimativamente tra le località S. Martino Alfieri-Isola d'Asti incide il substrato costituito prevalentemente da marne sabbioso-argillose e argille marnose. L'intero settore è parzialmente condizionato da una strettoia valliva, peraltro non eccessivamente marcata, in prossimità di Motta d'Asti (1400 m corrispondenti ad una riduzione del 40% ca. rispetto all'ampiezza media del fondovalle).

B) *Settore confluenza Bobore - Cerro Tanaro* avente fianchi asimmetrici, a moderata pendenza e poco elevati in sinistra, più acclivi e con maggior dislivello in destra orografica. La pendenza media di questo tratto intravallivo è pari a 0.87‰, mentre l'ampiezza è disuniforme ed è fortemente condizionata dalle strettoie di Castello d'Annone, di Rocchetta Tanaro e di Cerro Tanaro (indicativamente di ampiezza pari a 600 m la prima e di 1000 m le restanti). Il corso d'acqua scorre entro una piana alluvionale costituita prevalentemente da sedimenti di natura sabbioso-limosa con subordinate ghiaie.

La piana alluvionale è stata incisa dal corso d'acqua in più ordini di terrazzi aventi scarpate di erosione di modesta entità, ad eccezione di un terrazzo che si sviluppa per l'intero settore astigiano, tra Canove e la confluenza Bobore, in sinistra orografica, a ridosso del fianco collinare.

Sulla piana alluvionale si riconoscono, ove non cancellate dalle attività antropiche, morfologie fluviali associate alle naturali divagazioni dell'alveo.

La morfologia del corso d'acqua considerato, con specifico riferimento a forma, dimensioni e mobilità dei meandri, risulta condizionata da aspetti naturali ed antropici tra loro interagenti:

- l'ampiezza della piana alluvionale, costretta entro fianchi collinari generalmente scoscesi e caratterizzata da modeste variazioni altimetriche;
- la pendenza del corso d'acqua e la natura dei sedimenti e/o del substrato entro cui il fiume scorre;
- l'entità delle modificazioni antropiche apportate al sistema fluviale dall'attività estrattiva condotta a scapito delle forme fluviali relitte e delle aree golenali;
- il dimensionamento e posizionamento delle opere di attraversamento che impongono anomali restringimenti alle sezioni di piena;
- l'esistenza, la funzionalità e l'efficacia delle opere di regimazione e di difesa idraulica attuate nel corso degli anni.

I fattori evidenziati fanno sì che il corso d'acqua possa essere suddiviso nei seguenti tronchi significativi a caratteristiche d'insieme omogenee.

1. *Tronco a monte di Asti, fino alla confluenza del Bobore*, che si presenta da sinuoso a sub-rettilineo, con brevi tratti a meandri irregolari. Il canale di deflusso è unico, ed è derivato dal progressivo abbandono di un più ampio sistema pluricursale, ancora parzialmente attivo nel 1954. È questo il tratto più intensamente interessato dall'attività estrattiva che ha coinvolto quasi con continuità la zona associata all'alveo tipo pluricursale nel 1954, per il suo intero sviluppo.

2. *Tronco compreso tra Asti e Rocca d'Arazzo*, caratterizzato da un primo tratto rettilineo, per intervento antropico, in corrispondenza della città di Asti, e da un generale andamento a meandri irregolari, talora ampi nel rimanente tronco.

3. *Tronco in corrispondenza della stretta valliva di Castello d'Annone*, rappresentato da un tratto sub-rettilineo moderatamente sinuoso.

4. *Tronco a valle di Castello d'Annone*, ad andamento unicursale meandriforme, a meandri sufficientemente regolari, ampi e spazianti da un fianco vallivo all'altro.

Un'analisi planimetrica dell'alveo del fiume Tanaro, effettuata attraverso il confronto di aerofotografie scattate negli anni 1954, 1969 e 1991, suffragata dall'esame della cartografia "storica" (periodo 1850, 1920), ha evidenziato come, per il settore astigiano, tra il 1954 ed il 1991 si sia registrata una riduzione della lunghezza dell'alveo attivo approssimativamente dell'11.5% (tronco 1), mentre per il rimanente settore (tronchi 2, 3, 4) si è avuta una riduzione pari a circa il 4.5%.

Nell'arco di circa un secolo si è manifestata la tendenza del sistema fluviale a trasformare progressivamente il proprio alveo da pluricursale a monocursale.

Lo sviluppo lineare dei tratti a canali plurimi si è drasticamente ridotto sino ad annullarsi nel corso degli anni, passando da circa 17 km nel 1880, a circa 6 km nel 1954 e scomparendo nel 1991 (Fig. 3).

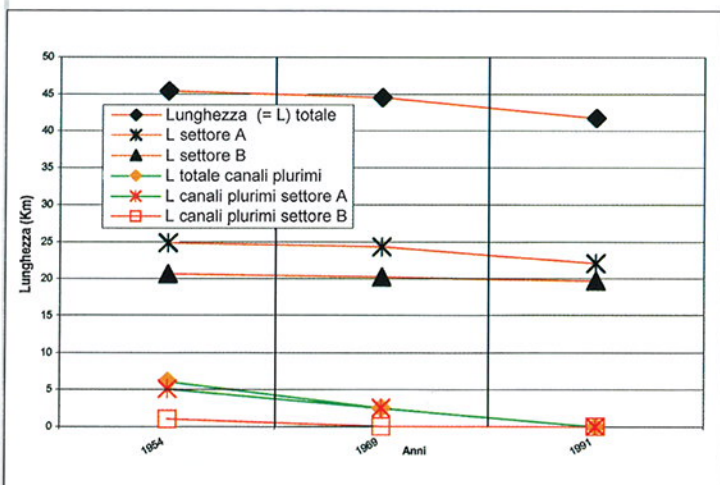


Fig. 3. Riduzione della lunghezza dell'alveo attivo (periodo di osservazione 1954-1991).

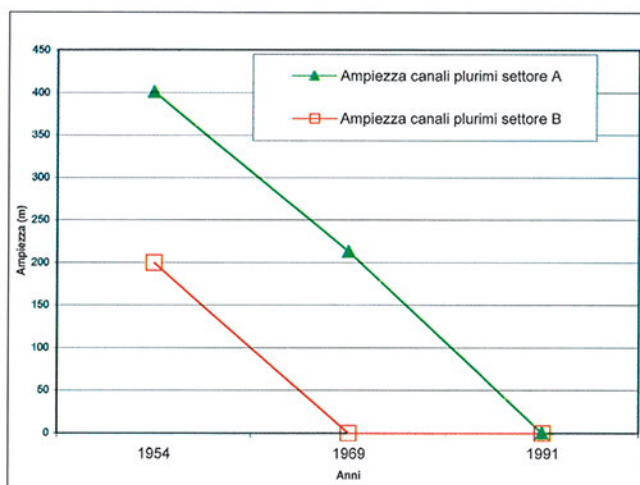


Fig. 4. Riduzione dell'ampiezza dei tratti pluricursali dell'alveo attivo (periodo di osservazione 1954-1991).

Cronistoria del processo di piena

• TRATTO ORMEA - BASTIA MONDOVI

I primi veri segnali di danni, relativamente a tutto l'areale che poi nelle ore seguenti sarebbe stato colpito dalla "grande alluvione", sono partiti nelle prime ore del mattino del sabato 5 novembre 1994 dalla zona di Ceva.

Incuneata a Sud tra le prime propaggini delle Alpi Marittime, Ceva è centro abitato di una certa importanza attraversato com'è dalla linea ferroviaria Torino-Savona, dall'autostrada A6 e da importanti assi viari nazionali e locali colleganti la pianura cuneese Sud-orientale con le valli montane e la Liguria.

Il vecchio borgo è costruito principalmente sul tratto terminale e sulla confluenza del t. Cevetta nel fiume Tanaro, le nuove aree di edificazione recente hanno trovato spazio o sugli altopiani a Sud-Est della città, o accosto al fiume, sulla sua sinistra, su aree terrazzate di poco sopraelevate rispetto al corso d'acqua.

Sabato 5 novembre, già al mattino, le acque del t. Cevetta hanno sorpassato il livello superiore dei muri di sponda all'altezza del ponte dell'area dell'ex Ospedale e allagano l'adiacente via Garibaldi.

I danni a quel momento non erano ancora gravi trovandosi coinvolte alcune automobili e, in modo parziale, gli edifici del centro storico prospicienti e posti in posizione depressa rispetto ai muri d'argine.

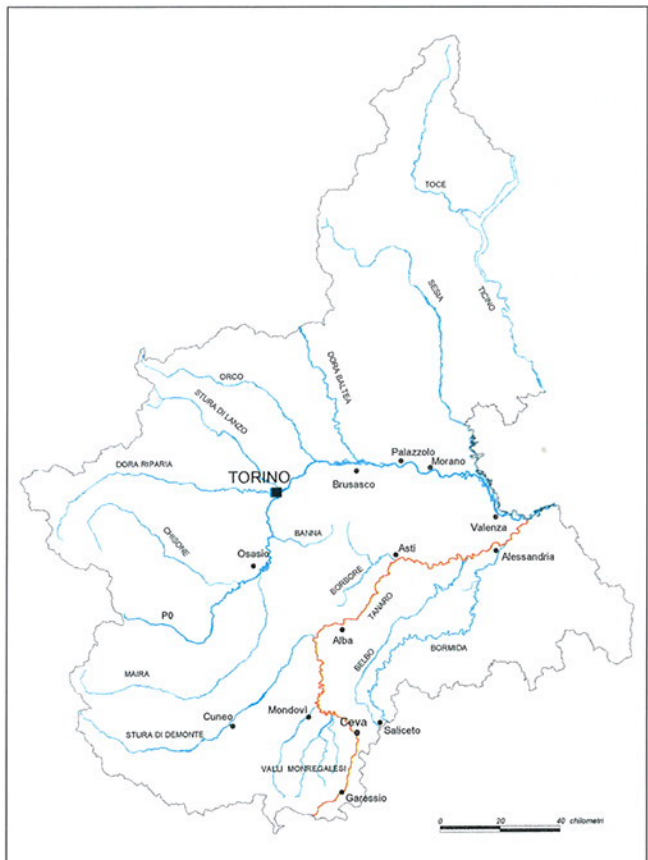


Fig. 5. Identificazione geografica dell'asta del fiume Tanaro entro l'area piemontese.

Associata alla diminuzione della lunghezza si è pure constatata, nel medesimo periodo, una diminuzione dell'ampiezza dell'alveo-tipo a canali plurimi.

La distribuzione spaziale dei tratti a canali plurimi evidenzia come essi fossero presenti, nel 1954, soprattutto nel tratto a monte di Asti. La loro riduzione si è verificata principalmente nel periodo compreso tra il 1880 ed il 1954, con diminuzione di circa il 64%, mentre il restante 36% è stato abbandonato tra il 1954 ed il 1991. Questo decremento progressivo può essere ricondotto sia a cause naturali, sia a cause antropiche, e cioè a massicci interventi atti a contenere i deflussi in fasce sempre più ristrette.

A valle di Asti (tronchi 2, 3, 4) invece, i tratti a canali plurimi si riconoscono sulle cartografie del 1880 soprattutto immediatamente oltre la linea ferroviaria Asti-Nizza Monferrato per uno sviluppo complessivo di appena 2 chilometri circa, mentre nel 1954 si riducono approssimativamente ad un chilometro sino a scomparire completamente nel 1969 (Fig. 4).

Territorio alessandrino

In questo settore terminale il fiume Tanaro scorre, soprattutto da Alessandria in avanti, in un ambiente spiccatamente di pianura anche se, fino all'altezza di Rivarone, appoggia, verso Nord, contro il piede della propaggine orientale del complesso collinare del Monferrato-Casalese erodendo la base dei versanti sottostanti l'abitato di Pavone e Montecastello.

La piana alluvionale perde quei contorni definiti che aveva conservato fino ad oltre Asti ed ospita non solo più il Tanaro ma anche le parti terminali del Belbo, del Bormida di Millesimo e del torrente Scrivia, più ad Est.

- Nel primo tratto l'alveo del Tanaro ha una configurazione a meandri che mostra, su una lunghezza di alcuni chilometri, una diminuzione della sinuosità a seguito del taglio, forse procurato artificialmente, di alcune anse.

La morfologia mostra ancora chiaramente antiche forme, presso Felizzano e Solero, legate ad un andamento ampiamente sinuoso, disgiunto ormai dall'attuale sistema fluviale ed esterno alle arginature; si notano, presso la confluenza con il Bormida, le presenze di un complesso arginale che riducono l'area esondabile e limitano, significativamente, l'ampiezza della sezione di deflusso.

- Nell'ultimo tratto il fiume scorre in una piana che offre maggiori possibilità alle frequenti esondazioni; l'area golenale si amplia fino ad oltre 1 km, in corrispondenza di Piovera, raggiungendo i 4 km presso la confluenza in Po. Questo ultimo tratto è affiancato sulla destra da una arginatura continua che non ha impedito, comunque, il completo allagamento dell'area attorno all'abitato di Alluvioni Cambiò. Le numerose forme relitte, anche molto discoste dal canale nella sua posizione attuale, che si intravedono soprattutto nei tratti della cartografia mostrano una passata evoluzione ad ampi meandri.



Fig. 6. Comune di Garessio, concentrico. Nel primo pomeriggio del sabato 5 novembre le acque del Tanaro sovrapassano il ponte posto nel centro storico (C.R.I. - Studio Levi).

Ma da quel momento la situazione, già grave, è peggiorata rapidamente: il vasto complesso della perturbazione restava bloccato sul Sud della regione e l'epicentro delle precipitazioni si allungava da Sud-Ovest a Nord-Est, più o meno sulla direttrice Garessio-Cortemilia.

La portata del Tanaro tendeva verso il massimo storico conosciuto che raggiungeva, in queste zone, verso il tardo pomeriggio del sabato stesso coinvolgendo in modo anche catastrofico, oltre che i territori e zone abitate fino ad Alessandria, anche i centri abitati posti a monte tra i quali Ormea (con forti danni a viabilità ed attraversamenti), Garessio, Bagnasco e Nucetto.

Garessio

Già all'ora di pranzo del sabato la città di Garessio, nell'alta valle, era materialmente tagliata in due dal corso d'acqua.

Le acque dopo aver lambito a lungo il livello inferiore del piano viario del ponte centrale hanno iniziato a sovrappassare, a causa anche della ridotta luce del manufatto e dell'accumulo di materiale arboreo, l'opera di attraversamento e i muri di sponda sia in sinistra che in destra.

Il nucleo del centro storico di Borgo Ponte, in specie quello in sinistra, posto a livello inferiore rispetto al bordo dei muri di sponda, è stato allagato nello spazio di breve tempo (Figg. 6-7).

Alla fine, col deflusso delle acque, i danni si sono mostrati ingentissimi: numerosi edifici sono risultati colpiti su un'area di ca. 300.000 m² dalle acque di inondazione che nei punti più depressi raggiungevano i 2,5 m.

Tra le altre sono state coinvolte e allagate le aree industriali della Lepetit, fabbrica chimica posta a val-

le dell'abitato, e divelto, a causa della distruzione della spalla destra, il ponte nuovo detto "di Barjoles" prossimo a quello ferroviario: il massimo allagamento si è registrato tra le ore 17,30 e le 18,00.

È da annotare, tra l'altro, il contributo che le acque del torrente Luvia, tributario di sinistra, hanno portato all'allagamento di aree di recente edificazione poste in fascia di pertinenza nel luogo di confluenza di questo entro il fiume Tanaro.

Collateralmente agli allagamenti direttamente causati dalle acque del fiume Tanaro si sono riscontrate ampie interruzioni alla viabilità legate alla impossibilità dello smaltimento delle acque dei rii laterali là dove i sottopassi stradali e ferroviari erano otturati da vegetazione o da altro materiale fluitato, oppure semplicemente là dove l'impedimento era causato dal-



Fig. 7. Comune di Garessio, concentrico. Alle ore 15 del 5 novembre i locali del centro storico contigui al fiume sono allagati da oltre 1,5 m d'acqua (C.R.I. - Studio Levi).



Fig. 8. *Comune di Bagnasco, località Ponte Romano. Nella immagine ripresa da elicottero, nei giorni seguenti la piena, è visibile il vecchio attraversamento, le arcate inutilizzabili da interrimento antropico, i danni al manufatto e alla sponda sinistra e, infine, la restrizione dell'alveo a monte indotta da interventi antropici.*

le acque del Tanaro che erano giunte al livello della rete secondaria di smaltimento.

Era questo il caso della statale n. 28 di fondovalle già interrotta in località Piangranone alle ore 15 da un battente fino a 1,5 m d'acqua su 200 metri di lunghezza; l'improvviso alzarsi del livello, legato forse anche alla caduta di alcune frane di fluidificazione dei terreni superficiali dal versante contiguo alla strada, provocava il coinvolgimento di alcune vetture che transitavano in quei minuti.

Nel contempo, sono stati investiti via via gli altri centri della valle a monte di Ceva; si sono salvati quelli posti in posizione sopraelevata rispetto al fiume, ma non Bagnasco e Nucetto.

Bagnasco-Nucetto

Il primo centro ha subito gravi danni agli edifici e imprese artigianali posti in prossimità dello storico ponte "Romano" tra i quali una casa posta immediatamente a monte del ponte, la cui posizione e quella della pertinenza sono state ricavate in luoghi già appartenenti alla sezione dell'alveo ordinario (Fig. 8).

Straordinaria è da rimarcare, invece, la tenuta del vetusto manufatto di attraversamento, già chiuso al transito su parere in loco dei tecnici della Direzione alle ore 15 del sabato, che nonostante si trovasse con due delle 5 arcate ormai inutilizzabili da anni a seguito di interrimento antropico è risultato nel complesso scarsamente danneggiato.

Il secondo centro abitato, pur essendo sistemato ai bordi di un letto sufficientemente ampio e depresso rispetto ai piani terrazzati laterali, ha avuto distrutta l'area sportiva posta, con scelta perlomeno azzardata, nell'alveo di piena all'interno delle difese spondali.

A valle di Nucetto il fiume Tanaro accentua il suo corso incassato tra piani terrazzati e questo ha evita-



Fig. 9. *Comune di Ceva, località Nosalini. L'immagine mostra i gravi danni subiti da uno degli edifici posti in questo luogo: la violenza dell'urto del materiale arboreo fluitato ha provocato la distruzione delle pareti laterali della casa. È evidenziato il livello raggiunto dall'acqua, pari a 3.5 m ca.*

to altri gravi danni a viabilità o altro, se si eccettuano alcune importanti erosioni di sponda che hanno provocato discesa di materiale roccioso in alveo (località Rocchini) con messa in pericolo della soprastante strada statale.

Ceva

Dalle testimonianze raccolte in sede di rilevamento si desume che già nella mattinata il nuovo ponte in cemento della "circonvallazione" era soggetto a tentativo di ostruzione a seguito dell'elevato trasporto di tronchi sradicati da sponde ed isole nel corso fluviale a monte.

Si correva ai ripari mediante l'uso di escavatore con il quale si tentava di liberare il manufatto; verso le 12 era decisa la sospensione del tentativo stante il continuo innalzarsi del livello delle acque; verso le ore 18 il livello dell'acqua era cresciuto tanto da interessare tutto l'edificato di recente costruzione del borgo nuovo di Nosalini.

Il culmine si raggiungeva intorno alle ore 19-20 con altezza d'acqua fino a 2.10 m in sinistra del fiume e addirittura 3-4 metri in destra a danno di edifici posti in posizione depressa rispetto alla quota media del terrazzo fluviale.

Danni particolarmente gravi si sono poi riscontrati a carico dell'area sportiva posta all'inizio dell'area edificata e di una abitazione sita in posizione esposta seppure ad una distanza di 50 m dalla sponda sinistra: la violenza dell'acqua e i tronchi d'albero fluitati hanno provocato lo sfondamento delle pareti esterne della casa (Fig. 9).

Fortunatamente al termine del passaggio della piena non si sono segnalate vittime, ma il panorama che si è presentato ai primi soccorritori era desolante:

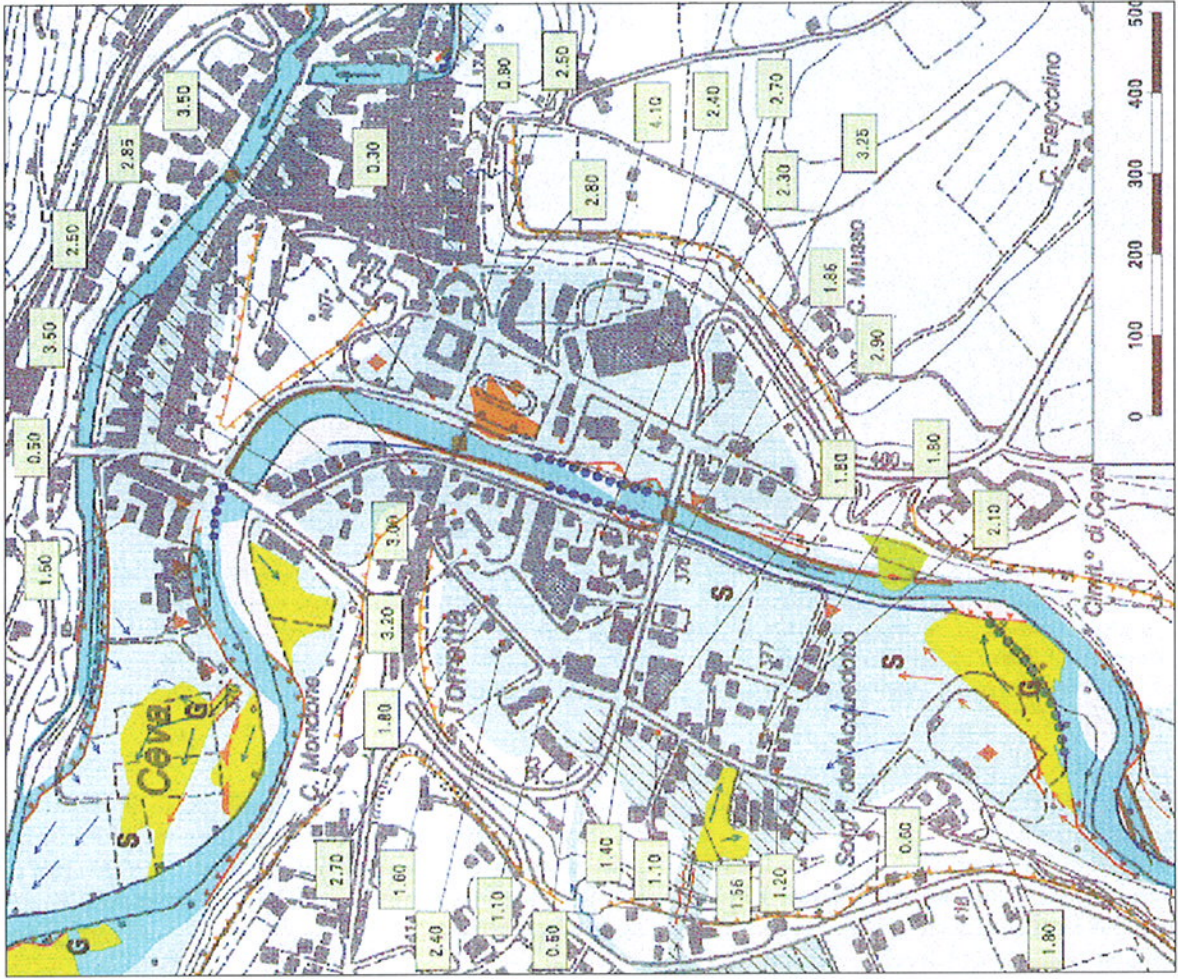


Fig. 10. Comune di Ceva, concentrato. Proposta comparativa tra una immagine estratta dalla ripresa aerea effettuata lungo l'alveo del fiume Tanaro nei giorni immediatamente seguenti l'evento (Conc. S.M.A. 1-087 del 2 marzo 1999) e uno stralcio della cartografia geomorfologica redatta in conseguenza. (Regione Piemonte, 1995. Sez. 228010 Ceva, CTR 1:10.000). N.B. Per quanto concerne la simbologia occorre fare riferimento alle tavole "Carta del campo di inondazione del fiume Tanaro" della cartografia fuori testo.



Fig. 11. Comune di Ceva, Strada statale 21. Sabato 5 novembre 1994: nella immagine è evidente come anche su aree poste in posizione rilevata il cattivo smaltimento delle acque della rete dei canali possa creare allagamenti che penalizzano viabilità ed edificato.



Fig. 12. Sponda destra del fiume nei dintorni di Niella Tanaro: ancora due giorni dopo il termine delle piogge le acque occupano ampie porzioni di territorio agricolo a notevole distanza dall'alveo che si vede in alto a destra.

complessivamente il centro abitato di Ceva contava decine e decine di edifici coinvolti dalle acque di piena su altezze che variano da 1,5 fino a 4 metri a seconda della loro ubicazione.

Gravi i danni al ponte detto "dell'Oratorio" e distruzione della passerella pedonale di Piazza d'Armi.

Molte poi sono state le abitazioni o imprese artigiane danneggiate in modo gravissimo: in particolare le case e l'impianto sportivo che per primi hanno subito l'urto dell'inondazione e la zona detta dei "Macelli", questa a valle del ponte della nazionale n. 28, che, posta all'esterno di una curva poco a monte

della confluenza con il torrente Cevetta, ha subito gravi devastazioni sia alle infrastrutture artigianali che alle opere di difesa spondale (Fig. 10).

Nel tratto tra Ceva e Bastia Mondovì la scarsa presenza di edificato, ubicato piuttosto sulla sopraelevata pianura di età Olocenica (Fig. 11), ha consentito di limitare il numero di abitazioni e di persone coinvolte nell'evento di piena; si è registrata qualche situazione drammatica che ha richiesto evacuazioni in emergenza, con uso di natanti, di persone residenti nelle immediate vicinanze del fiume, ma sotto questo aspetto non registra altra grave situazione.



Fig. 13. Immagine del ponte posto a valle di Niella Tanaro: risultano completamente erosi sia i due rilevati di accesso che ampia parte della strada provinciale posta in sponda destra.

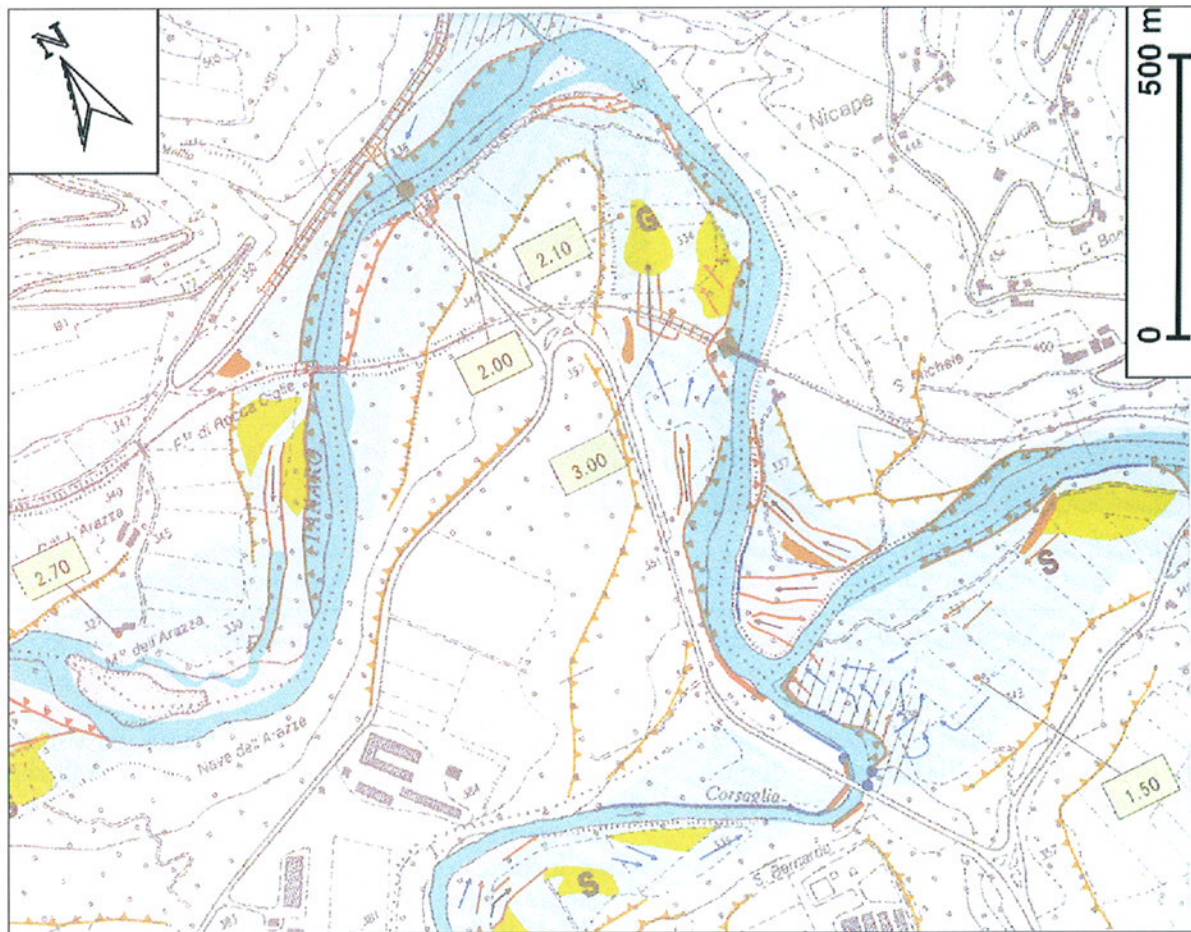


Fig. 14. Comune di Lesegno, località confluenza t. Corsaglia. Proposta comparativa tra una immagine estratta dalla ripresa aerea effettuata lungo l'albeo del fiume Tanaro nei giorni immediatamente seguenti l'evento (Conc. S.M.A. n. 1-431 del 9-7-1998) e uno stralcio della cartografia geomorfologica redatta in conseguenza (Regione Piemonte 1995. Sez. 210160 Niella Tanaro, CTR 1:10.000).
 N.B. Per quanto concerne la simbologia occorre fare riferimento alle tavole "Carta del campo di inondazione del fiume Tanaro" della cartografia fuori testo.



Fig. 15. *Dintorni di Bastia Mondovì, località Preosa. Scomparsa del rilevato posto in sinistra del ponte ferroviario per erosione fluviale a seguito della piena.*



Fig. 16. *Comune di Castellino Tanaro, località Nicape. La poderosa azione di erosione ha asportato quasi del tutto il lungo rilevato ferroviario posto in sinistra del fiume.*



Fig. 17. Particolare della fotografia precedente nel quale è evidente la lesione alla pila di sinistra per sottoescavazione della fondazione.

Ben più grave è risultato invece il quadro dei danni a carico delle infrastrutture.

Il campo di inondazione è coinciso, in questo tratto, con la quasi totalità del fondovalle il quale a causa della sua relativa ristrettezza ha concorso a mantenere alti sia il livello dell'onda di piena che la sua energia. Inoltre l'andamento a meandri del corso d'acqua ha condizionato la localizzazione delle erosioni più gravi sull'esterno delle anse anche se si riscontrano profonde erosioni sul piano campagna delle porzioni agricole invase dalla corrente (Fig. 12).

Ne hanno così sofferto, in modo anche distruttivo, le strade locali e provinciali e la stessa linea ferroviaria, di norma dotata di ponti con luce non ridotta.

La sera del 5 novembre tutti i ponti tra la sponda destra e quella sinistra del Tanaro erano pesantemente compromessi.

Del ponte nuovo tra Niella e Marsaglia, delle sue due rampe di accesso e del tratto, lungo 1 km, di strada provinciale corrente lungo il versante in destra non rimaneva altro che la scarna geometria in calcestruzzo dell'attraversamento posto al centro di un largo letto ciottoloso e completamente ricoperto da tronchi d'albero fluitati (Fig. 13); il ponte di Piantorre era separato dalla sua rampa d'accesso di sinistra da una completa erosione del rilevato mentre gran parte dell'acqua era defluita, scavalcandola senza distruggerla, sopra la strada sul lato sud. Danneggiato risultava anche l'ac-

cesso al ponte in località Molino Custellaro dove il vicino ristorante era allagato da oltre 4 m d'acqua.

Ma in modo ben più grave risultava colpita la linea ferroviaria (Fig. 14).

Nello spazio di pochi chilometri tutti e quattro i ponti ferroviari sono stati danneggiati; in particolare sono stati coinvolti, anche se con modalità diverse, il ponte di Preosa, presso Bastia (Fig. 15), e quello in località Nicape in prossimità di Castellino Tanaro. Quest'ultimo, oltre a profonde lesioni alla pila di sinistra causate da sottoescavazione, ha subito l'asportazione totale per oltre un centinaio di metri dell'alto rilevato che lo collegava alla ripa posta ad Ovest (Figg. 16-17).

Bastia Mondovì

Terzo centro abitato ad essere coinvolto in misura grave dalla piena del Tanaro, dopo Ceva e Garessio, Bastia ha subito gravi danni sia al tessuto edilizio che alle infrastrutture.

Tutti gli edifici prospicienti la piazza del paese sono stati allagati per altezze d'acqua che vanno da 1,5 a 3 m; profonde erosioni hanno causato l'asportazione completa della strada provinciale al suo ingresso nel concentrico dal lato di ponente, gravissimi i danni agli impianti di trattamento di inerti posti a fronte del paese sulla sponda sinistra e completa distruzione degli impianti sportivi posti a valle dell'abitato.

Della successione degli avvenimenti esiste interessante resoconto fornito dal Vigile comunale e raccolto durante i primi sopralluoghi. Qui di seguito ne è data testimonianza:

sabato 5 novembre:

- ore 7,45 chiusura del ponte prospiciente la piazza;
- ore 10,30 informazioni alla Prefettura di Cuneo e ai Vigili Urbani di Alba sulla grave situazione;
- ore 13,15 allagamento del campo sportivo;
- ore 14,00 scomparsa degli impianti sportivi, del parcheggio e del locale del circolo ARCI;
- ore 16,00 l'acqua sfiora il piano viario della strada provinciale;
- ore 18,15 l'acqua allaga la piazza centrale, il ponte è ostruito da alberi di alto fusto;
- ore 18,30 una telefonata alla Prefettura comunica l'evacuazione dell'edificio comunale;
- ore 18,30 - 20,30 l'acqua entra in paese con diverse ondate;
- ore 21,00 ca. transita il colmo massimo di piena con una durata di circa 45 minuti;
- ore 22,00 la piazza è già sgombra dall'acqua ma è ricoperta da uno spesso strato di detriti costituiti in prevalenza da tronchi d'albero (Fig. 18).

Il ponte di Bastia, di cui alle righe precedenti, è stato costruito nel 1928 a seguito della distruzione di quello preesistente causata dalla piena fluviale del 16 maggio 1926.

Già il ponte di inizio secolo aveva subito gravi danni per processi di piena fluviale durante i lavori di costruzione nell'autunno del 1896.

Proprio a Bastia si deve registrare una morte per annegamento che è, dal freddo punto di vista statistico, l'incidente mortale posto più a monte lungo il corso del fiume Tanaro.

Un uomo, intorno alle 19 del sabato tentando di raggiungere zone non allagate in direzione di Mondovì, rimaneva coinvolto, nelle vicinanze della località Villero, nel ribaltamento del mezzo sul quale stava viaggiando restando imprigionato sotto l'acqua.

• TRATTO BASTIA MONDOVÌ - LEQUIO TANARO

Nel tratto tra Bastia Mondovì e Lequio, il Tanaro è caratterizzato da un alveotipo monocursale a meandri che si sviluppa, incassato entro le rocce marnose del Bacino Terziario Piemontese, con una serie di terrazzi costituiti da materiale alluvionale ghiaioso-sabbioso. Durante l'evento del novembre 1994 la piena ha interessato quasi tutto il fondovalle fino al limite delle scarpate dei terrazzi più alti. La fascia principale di deflusso ha preso direzioni sovente estranee all'andamento del vecchio alveo, tagliando meandri e aprendo nuove vie di deflusso; esternamente a questa l'acqua è defluita invadendo, con energia minore, le superfici dei terrazzi più marginali lungo una fascia laterale che ha assunto funzione di laminazione della piena. La dinamica della piena è stata ulteriormente condizionata dalle opere costruite in alveo (opere idrauliche e di derivazione) e da quelle con esso conviventi per esigenze antropiche e urbanistico-territo-

riali (ponti, rilevati stradali, impianti residenziali e industriali, coltivazioni intensive di pioppi) che si sono sovrimate alla naturale morfologia dell'alveo e della fascia fluviale ad esso pertinente.

L'onda di piena caratterizzata da più fenomeni impulsivi si è propagata, nel tratto considerato, a partire dalle 21 circa fino alle 24 del 5 novembre. Molte fra le abitazioni e gli insediamenti industriali che sorgono sui terrazzi prospicienti il fiume Tanaro sono stati pesantemente coinvolti. I comuni di Clavesana e Farigliano hanno subito danni gravissimi, non solo dal punto di vista strutturale, ma anche in termini di perdite di vite umane (11 vittime). Oltre all'eccezionalità dell'evento, hanno contribuito all'amplificazione degli effetti della piena l'occupazione antropica delle aree all'interno dei meandri e l'inadeguatezza delle luci delle opere di attraversamento che hanno ostacolato il deflusso del materiale fluitato. A volte, la completa occlusione delle luci dei ponti, affiancata alla presenza di lunghi e alti rilevati di accesso, ha causato la temporanea formazione di veri e propri sbarramenti che hanno dato vita, una volta sfondati, a forti ondate di piena.

Regione L'Isola

Tra le 22,30 e le 23,45 del sabato 5 novembre il ponte tra La Pieve e L'Isola, ormai trasformato in sbarramento dal materiale arboreo fluitato incastrato tra le pile, veniva sormontato dall'acqua che poco



Fig. 18. Comune di Bastia Mondovì. Le evidenti tracce lasciate dalla vegetazione fluitata con la piena del fiume Tanaro testimoniano il sormonto della infrastruttura avvenuto la sera del 5 novembre 1994.

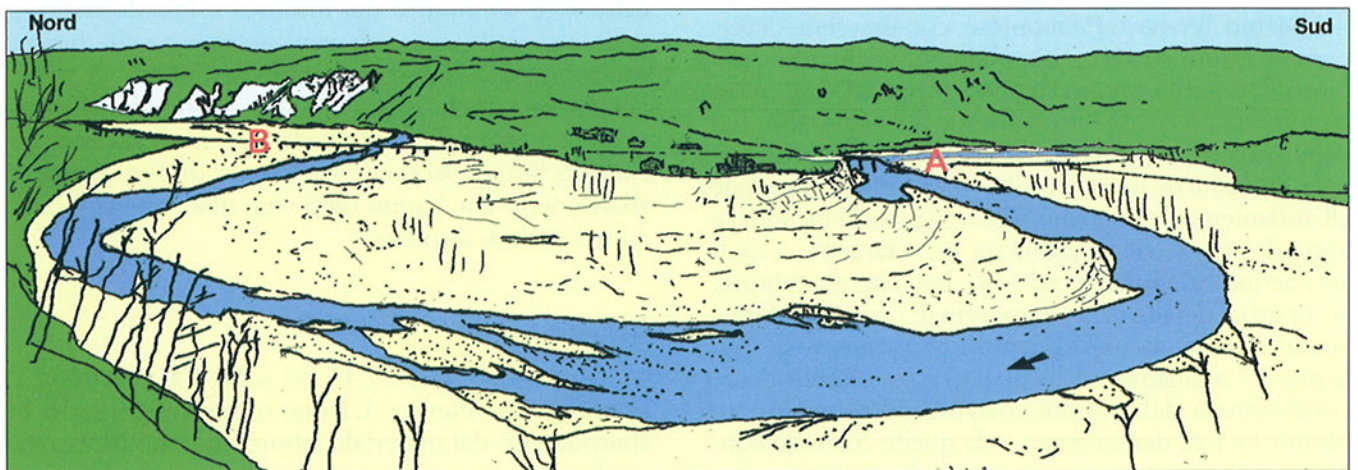


Fig. 19. Comune di Bastia Mondovì, località L'Isola. Nella tavola in alto è ritratto, in una vista complessiva da Ovest ripresa dopo l'evento alluvionale, il meandro di frazione Isola attraversato dalla strada provinciale di fondovalle. Entrambi i ponti, a monte e a valle del meandro, sono stati gravemente danneggiati, il primo per asportazione del manufatto stesso, il secondo per taglio completo del rilevato posto in sinistra.

Nella tavola pittorica è ridisegnata l'immagine precedente al fine di rendere visibile (campitura gialla) l'area coincidente con il campo di inondazione che ha interessato anche gli edifici della frazione con una larghezza complessiva massima di 750 metri, sono altresì indicati con lettere A e B i due ponti succitati.

dopo ne asportava la spalla sinistra determinando la caduta delle arcate.

Appena a valle del ponte l'acqua si era fatta strada scavando un ramo secondario all'interno del meandro. L'alveo, al passaggio della piena, si era rimodellato con l'erosione del terrazzo fluviale sia in destra sia in sinistra tanto da raddoppiare la propria larghezza; tutta l'area agricola tra il fiume e le abitazioni della frazione era stata devastata.

Le case della frazione L'Isola, poste circa cinque metri più in alto del letto del fiume, sono state allagate da 30 cm d'acqua, mentre un piccolo edificio a pochi metri dalla riva del Tanaro è stato distrutto.

Anche il ponte tra L'Isola e Bonde ha subito gravi danni: il fiume si è aperto un nuovo canale all'interno del meandro con direzione N-E dopo aver eroso il terrapieno di sinistra.

La strada di fondovalle è stata interrotta sui due lati di frazione L'Isola e il nome stesso dell'abitato risultava, purtroppo, consona alla nuova situazione (Figg. 19-20).

Da Bonde a L'Arcurata le acque di piena hanno occupato una larga fascia delimitata, in destra, dalle ripide pareti incise nel substrato arenaceo-marnoso e, in sinistra, dalle scarpate dei terrazzi alluvionali relitti.

Regione L'Arcurata

Gli abitanti di Regione L'Arcurata hanno indicato l'inizio degli allagamenti verso mezzogiorno del 5 novembre e il raggiungimento di un'altezza di 35 cm d'acqua nelle case verso le ore 13. I soccorsi non sono potuti arrivare dalla strada che porta alla stazione di Carrù in quanto l'esistenza di una depressione aveva determinato la presenza di livelli idrici superiori a 1,50 m; e si è così reso necessario portare in salvo gli abitanti attraverso i campi più a monte.

La massima altezza di piena è stata registrata intorno alle ore 23 di sabato sera con altezze d'acqua di 1,60 m.

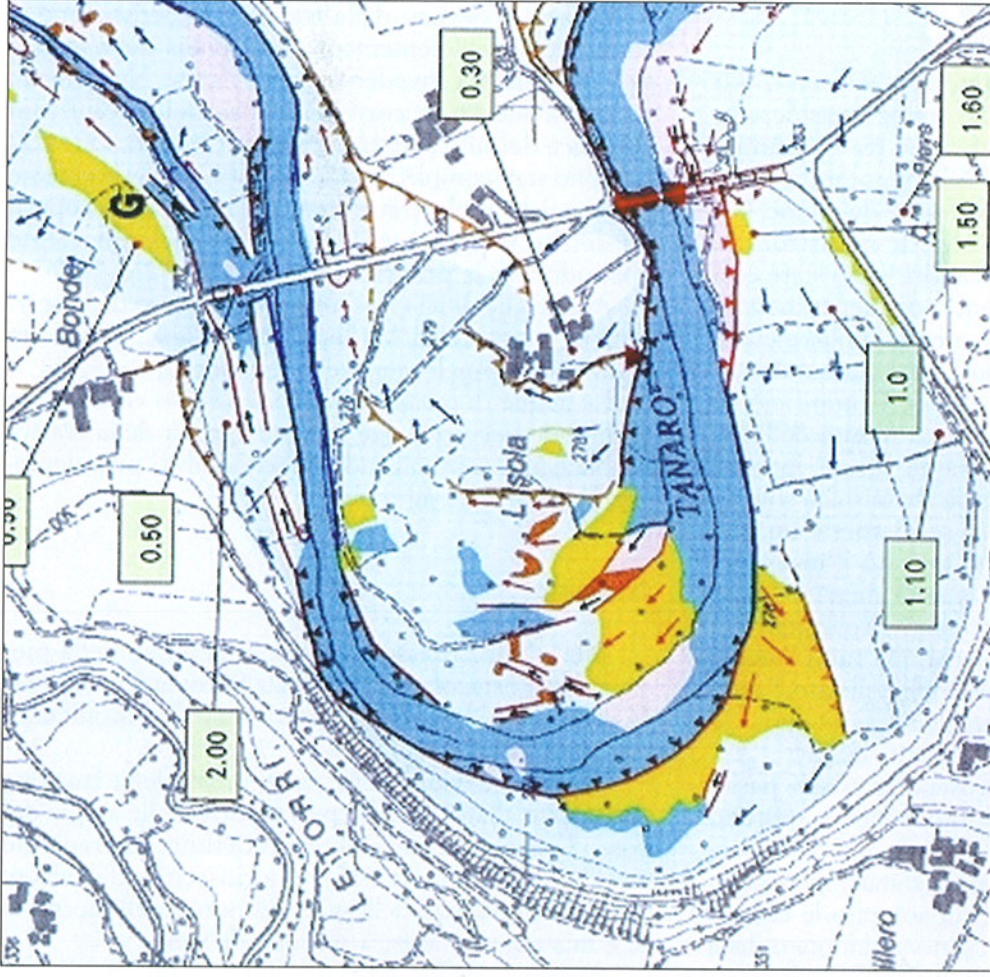


Fig. 20. Comune di Bastia Mondovì, località L'Isola. Proposta comparativa tra una immagine estratta dalla ripresa aerea effettuata lungo l'alveo del fiume Tanaro nei giorni immediatamente seguenti l'evento (Conc. S.M.A. n. 1-431 del 9-7-1998) e uno stralcio della cartografia geomorfologica redatta in conseguenza (Regione Piemonte, 1995, Sez. 210110 Carrù, CTR 1-10.000). N.B. Per quanto concerne la simbologia occorre fare riferimento alle tavole "Carta del campo di inondazione del fiume Tanaro" della cartografia fuori testo.

Clavesana

Il comune di Clavesana è stato uno dei centri più gravemente colpiti nel tratto di fiume considerato. Infatti le acque di piena sono defluite tra L'Arcurata e Naviante con direzione SW-NE, ignorando completamente l'andamento meandriforme del fiume. Gli insediamenti abitativi, industriali e le infrastrutture costruite nell'area interna ai meandri, sono state così coinvolte pesantemente dall'onda di piena che si è propagato con tiranti idrici ed energia molto elevati.

A innescare questo processo è stata probabilmente la traversa di derivazione dell'ex Cotonificio di Clavesana, posta immediatamente a monte dell'abitato. Questa seppure con le paratoie alzate, intasata dalla grande quantità di materiale fluitato, ha sbarrato il deflusso delle acque che si sono aperte un varco nella sponda destra e hanno tagliato il meandro, scavando un canale largo cinquanta metri e lungo quattrocento. Due edifici sono stati risparmiati dai violenti processi erosivi innescatisi, ma tutta l'area a fianco del cotonificio, dove è anche situato l'asilo infantile, in quel momento fortunatamente vuoto, è stato allagato da più di 2 m d'acqua (Fig. 21).

Una parte dei deflussi è proseguita invece parallelamente all'alveo ed ha raggiunto il campo sportivo di Clavesana sommergendolo.

Il ponte di collegamento con la statale, in posizione rilevata rispetto all'area su cui sorgono le costruzioni dell'ex Cotonificio non è stato sormontato dalla piena. Alle 14.30 un'autovettura, appena superato l'attraversamento, veniva travolta dall'acqua che defluiva sulla piana alluvionale e spinta entro l'alveo del fiume.

Inutili i tentativi di soccorso portati ai due occupanti la vettura.

Le acque deviate dalla traversa di derivazione si sono riversate violentemente nella piana della frazione La Generala invadendo tutta l'area. Nella tarda serata di sabato in corrispondenza delle abitazioni l'acqua è defluita con un battente di 3,40 m. Due edifici sono stati completamente distrutti, altri gravemente danneggiati; molti tratti di strada asportati o coperti da detriti, una persona è morta non avendo voluto abbandonare la propria abitazione (Fig. 23).

Anche gli edifici che si trovano a ridosso della scarpata del terrazzo di Madonna della Neve, benché in posizione sopraelevata, sono stati allagati.

Le acque di piena proseguendo verso valle hanno tagliato i successivi due meandri prima della frazione Naviante coinvolgendo terreni adibiti prevalentemente all'attività agricola.

Naviante

Più a Nord presso Naviante il deflusso della piena è stato ostacolato dai rilevati ferroviario e stradale che hanno determinato un riflusso dell'inondazione verso monte.

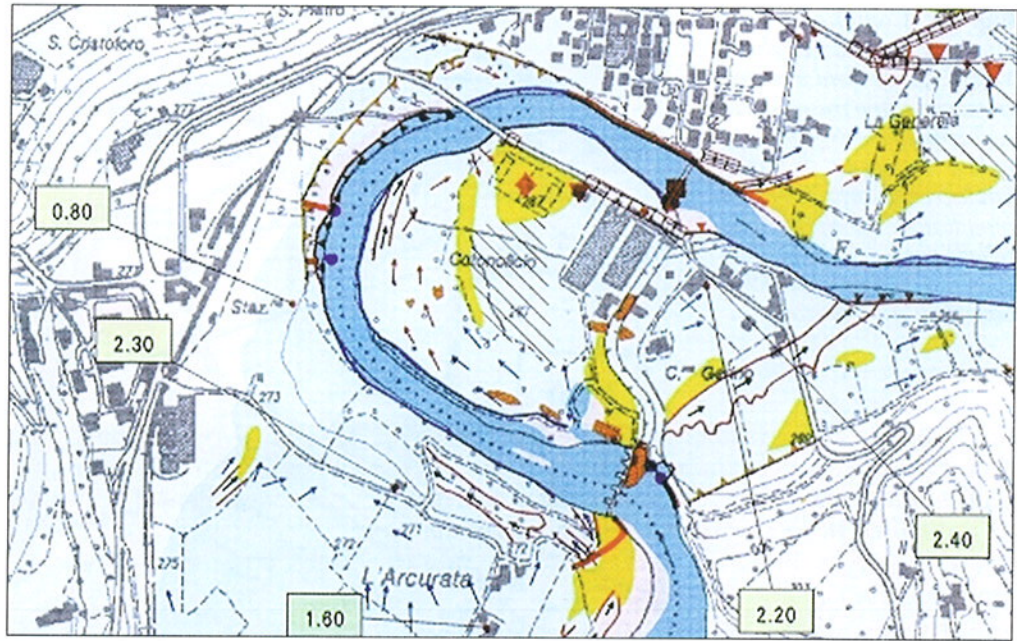
Molte abitazioni nella parte bassa della frazione sono state allagate anche per apporto delle acque del fosso Garino che, non potendo defluire liberamente nel Tanaro, si sono innalzate fuoriuscendo dall'alveo. In corrispondenza delle pile del ponte della ferrovia si è misurata un'altezza d'acqua di 5 m.

Appena a valle del ponte ferroviario, in sponda sinistra, due edifici di recente costruzione e un nucleo rurale sono stati interessati dalla piena. Un residente racconta che verso le 14 del giorno 5 l'acqua aveva raggiunto un'altezza di circa 1 m e sembrava essersi



Fig. 21. Comune di Clavesana, località Gerino. Il canale di neoformazione che ha tagliato l'ansa di meandro alle spalle del nucleo abitato in una ripresa dalla traversa di derivazione.

Fig. 22. Comune di Clavesana: località Cotonificio. L'insediamento industriale e le abitazioni sorte all'interno del meandro sono state interessate dal passaggio di più di due metri d'acqua. La traversa di derivazione del canale a servizio dell'industria, sbarrata dai tronchi d'albero, ha causato la diversione delle acque in destra con l'abbattimento dell'argine e l'apertura di un nuovo canale. Stralcio della carta "Campo di inondazione ed effetti indotti dalla piena del 5/6-11-1994" (Regione Piemonte, 1995. Sezione C.T.R. 210110 Carrù).



stabilizzata, ma nel pomeriggio il livello ricominciava a crescere rapidamente per raggiungere un massimo di 2,50 m verso le ore 22.

Più a Nord una grande quantità di detriti fluitati dalla piena hanno trovato una naturale zona di deposito in un'area di ristagno delle acque all'interno del meandro di c.na Moretto dove si è formato un enorme deposito di legnami e vari altri materiali. La piena è stata occupata dalle acque per una larghezza di 600 m.

Farigliano Valetti

In località Valetti il lembo di un'antica superficie terrazzata inserito in forma di penisola all'interno del meandro di Farigliano, è stato tagliato artificialmen-

te per far passare la sede viaria; scelta costruttiva dettata dall'esigenza di scorrimento veloce per quest'arteria.

Verso le ore 20 di sabato, per cause forse legate alla temporanea ostruzione del ponte posto immediatamente a monte, le acque di piena del Tanaro, salite repentinamente sul piano viabile, anziché proseguire verso valle, si sono immesse con violenza entro il taglio artificiale dirigendosi verso il bivio stradale di Farigliano (Fig. 24).

Le autovetture che stavano transitando in quel momento nella trincea lunga poco più di 150 m, sono state improvvisamente investite dall'acqua, le cui tracce sulle pareti laterali hanno mostrato altezze intorno a 1,80 m.

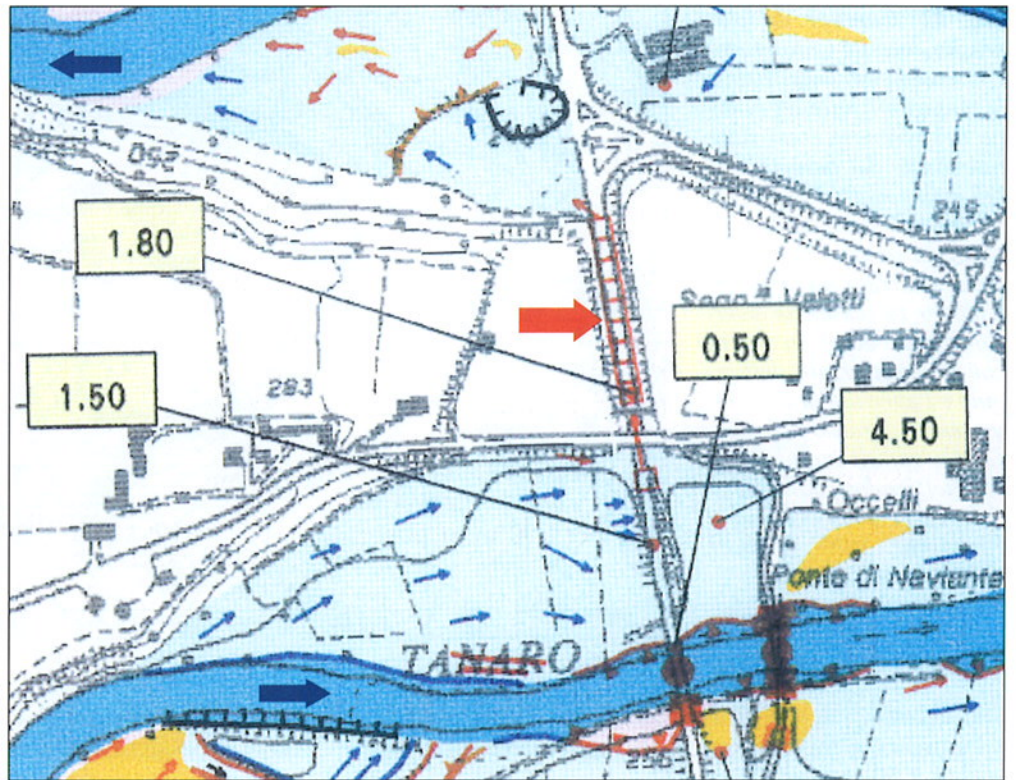
In modo drammatico tutti gli automobilisti, salvo uno, sono riusciti a lasciare gli automezzi e a met-



Fig. 23. Comune di Clavesana, località La Generala: sugli edifici del nucleo abitato, in parte distrutti dalla violenza della piena, è visibile il livello raggiunto dal pelo libero dell'acqua.



Fig. 24. Comune di Farigliano, località Segheria Valetti. Nella carta è evidenziata, con segno rosso, la trincea nella quale si sono incanalate le acque di piena. Stralcio della carta "Campo di inondazione ed effetti indotti dalla piena del 5/6-11-1994" (Regione Piemonte, 1995. Sezione C.T.R. Piozzo).



tersi in salvo sulle scarpate laterali in attesa di soccorsi.

Gravi i danni al manufatto che ha subito la completa asportazione del manto bituminoso e del materasso di inerti fino alla messa a nudo del substrato marnoso (Figg. 25-26).

Il ponte nuovo è stato sormontato da 50 cm di acqua mentre quello di Navante, più basso, è stato irrimediabilmente danneggiato.

Farigliano

A monte di Farigliano, il Tanaro scorre inciso in uno stretto meandro. Il passaggio della piena ha deter-

minato profonde modificazioni della piana fluviale con incisione di solchi e canali di erosione e deposito di accumuli di materiale sabbioso-ghiaioso.

Le abitazioni della frazione La Cantonata sono state risparmiate dalle correnti più veloci perché in posizione sopraelevata rispetto al fiume, ma ugualmente allagate. Dopo il passaggio della piena, si sono trovate sul ciglio di una nuova scarpata di erosione delle acque. Un edificio rurale che si trovava qualche decina di metri verso il fiume è stato invece completamente distrutto.

A Borgo Ponte, località del comune di Farigliano in sponda sinistra del fiume, un testimone racconta che verso le ore 19 di sabato era stato costretto a



Fig. 25. Comune di Farigliano, loc. Valetti. Fotografia aerea, da valle, della trincea artificiale a servizio della strada di fondovalle. Le acque di piena si sono incanalate entro il manufatto asportando completamente il rilevato stradale, convolvendo alcune autovetture in transito e causando una vittima.



Fig. 26. Loc. Valetti. Particolare del tratto stradale di cui alla figura precedente (C.R.I. - Studio Levi).

lasciare la propria abitazione a causa dell'arrivo dell'acqua dai terreni retrostanti.

Il Tanaro, infatti, aveva incominciato a fuoriuscire appena a monte dell'abitato, seguendo la depressione di un antico alveo. Un'ora dopo l'acqua aveva raggiunto il livello di un metro nel cortile della casa, provenendo questa volta direttamente dal fiume che scorreva poco più in basso. Alle ore 23,30 era stato raggiunto il livello di massima piena con 2,70 m dal piano del cortile dell'abitazione.

Anche in questo caso i rilevati del ponte stradale e ferroviario hanno creato impedimento al deflusso della piena e causato un forte innalzamento dei livelli idrometrici.

Due edifici sono risultati gravemente danneggiati, altri allagati; il terrapieno della linea ferroviaria quasi completamente asportato per 100 m, il ponte stradale danneggiato e così pure quello ferroviario. In sponda destra le attrezzature di betonaggio e i capannoni di una ditta di trattamento di inerti sono stati gravemente danneggiati o distrutti. Poco più a valle, in sponda sinistra, hanno trovato la morte numerosi suini in un capannone adibito ad allevamento. Sui muri dell'edificio è stata misurata un'altezza d'acqua superiore ai due metri.

Oltre il ponte della statale, presso Porto di Piozzo, il Tanaro si piega in un altro meandro. La superficie dei terrazzi interni al meandro è stata utilizzata come area ricreativa e qui erano in attività un campo sportivo e un ristorante.

Il livello di massima piena misurato sulla tribuna semidistrutta dello stadio è risultato essere prossimo a 5 m, mentre il ristorante Navetto, gravemente danneggiato, è stato interessato dal passaggio di 4,00 m di acqua.

Su tutta la piana dove sorgeva il campo sportivo sono stati depositati materiali fini, mentre nelle aree circostanti si è verificata la redistribuzione di materiale di varia pezzatura a seguito di forme di erosione a carico dei vecchi depositi alluvionali. La piena si è distribuita, essenzialmente in sponda destra, su una fascia che va da 250 a 500 m di larghezza (Fig. 27).

Di fronte all'area sportiva, in sponda sinistra del fiume, la centrale Edison, che si trova al piede di una pendice molto acclive a predominante litologia marnosa e strapiombante sul Tanaro, è stata anch'essa pesantemente coinvolta dalla piena fluviale.

L'addetto alla centrale ha riferito che il colmo della piena si è verificato fra le 22,45 e le 23 del sabato con livelli d'acqua, riferiti al piano del cortile dell'edificio, di 4,70 m (ca. 9-10 m sopra al livello di magra del 9-3-95). Alle ore 24 il livello del Tanaro era già calato di un metro.

Macagno

Il ponte Macagno, posto a confine tra i comuni di Farigliano e Piozzo, ha subito i primi processi di erosione al rilevato di accesso di sinistra poco prima delle ore 20; successivamente tutto il terrapieno è stato asportato. Quattro autovetture, che stavano percor-

rendo la strada di fondovalle sono cadute nel varco che si è venuto a creare. Sette sono risultate le vittime; l'unico sopravvissuto è stato ritrovato a poche centinaia di metri presso case Macagno dove la corrente l'aveva trasportato al di fuori del deflusso principale.

Poco più a valle, in sponda destra, l'erosione al piede di un tratto di scarpata su cui si trovava la linea ferroviaria, ha determinato l'asportazione di circa cinquanta metri di massicciata ferroviaria mentre, in sinistra, la piena si è allargata sugli ampi terrazzi fluviali per una larghezza di 400 m ma con energia minore rispetto alla fascia principale di deflusso.

Viajano

In destra idrografica presso Viajano Sottano un testimone racconta che l'acqua aveva incominciato ad allagare i campi in prossimità delle abitazioni intorno alle 16 di sabato. In seguito, la veloce propagazione di una seconda ondata di piena, aveva invaso le abitazioni della frazione come un vero e proprio fronte avanzante al di sopra delle acque già presenti dal pomeriggio.

L'altezza massima di 2,60 m è stata raggiunta verso le 23 dello stesso giorno. L'acqua ha sovrappassato la ferrovia per un lungo tratto, provocando la limitata asportazione della massicciata e giungendo a pochi metri da c.na Crota.

Anche la trincea scavata nel terrazzo, in detta località, per il passaggio della linea ferroviaria, è stata interessata dal flusso della piena con 0,50 m di acqua come risulta dalle tracce rinvenute sull'edificio prossimo alla ferrovia.



Fig. 27. Comune di Farigliano Località Molino. Immagine aerea dell'area sportiva comunale: del campo da calcio non rimane traccia, gli edifici di servizio sono quasi interamente distrutti. Sulle pareti chiare delle gradinate è visibile il livello raggiunto dal pelo libero dell'acqua prossimo ad un'altezza di circa 5 m.



Fig. 28. *Comune di Piozzo, località C. Vacchella. La campata metallica del ponte ferroviario appoggia sul greto dopo l'asportazione del rilevato in sinistra.*

In sponda sinistra, nella zona di Salmazzo, l'allarme è scattato alle 14,30: l'acqua aveva già raggiunto la strada di fondovalle che taglia trasversalmente una vecchia ansa del fiume e alle 16 era stata chiusa.

Più a Nord, nei pressi di Case Vacchella, l'alveo piega bruscamente verso NW e, in questo tratto, viene attraversato due volte dalla linea ferroviaria costruita su un potente rilevato appoggiato al terrazzo più basso antistante il fiume. Durante il deflusso della piena l'acqua ha aperto un varco tra le abitazioni e la linea ferroviaria demolendo gran parte del rilevato e provocando la distruzione della spalla di sinistra del ponte in ferro con il conseguente crollo di una campata (Fig. 28).

Nella zona prossima al fiume, adibita a coltivi, l'inondazione ha lasciato una distesa di fango e ciottoli portati alla luce dalla completa asportazione dei terreni e dei depositi superficiali.

Poco più a Nord il fondovalle si allarga. Qui si riconosce un'antica morfologia fluviale, costituita da un ampio meandro abbandonato, che è stato allagato per una sezione di ca. 600 m compresa tra due terrazzi.

Il ponte per Monchiero, e il relativo rilevato di accesso, hanno indubbiamente costituito uno sbarramento al deflusso provocando la veloce risalita dell'acqua nell'area suddetta.

C.na Sardegna è rimasta isolata già alle ore 17.30 e quasi contemporaneamente l'acqua rimontando il meandro relitto ha allagato, in 30 minuti, alcune abitazioni della frazione S. Bernocco (2,00 m d'acqua).

Alle ore 23 circa l'asportazione di 200 m del rilevato stradale ha permesso il deflusso delle acque che nel frattempo avevano anche invaso la parte di meandro retrostante il rilevato ferroviario grazie ad alcune aperture presenti nella massicciata. Ci sono volute più di 30 ore per il completo prosciugamento di tutta l'area (Fig. 29).

Il ponte del Molino di Monchiero ha avuto la spalla destra asportata. Tutta la sponda in sinistra, a valle dell'opera, è stata erosa e superata dall'acqua che, oltrepassando la strada statale, ha allagato alcune abi-

tazioni della frazione Moriglione raggiungendo l'altezza di un metro nelle case prossime alla scarpata del terrazzo.

In sponda destra tutta la piana è stata interessata da correnti veloci che hanno determinato profondi solchi di erosione, l'asportazione dei sedimenti che costituivano la sponda preesistente alla piena, l'abbattimento di vegetazione e il deposito di sedimenti sabbiosi a ricoprire quasi l'intera area compresa tra la strada per Monchiero e la confluenza del torrente Rea.

• TRATTO LEQUIO TANARO-COSTIGLIOLE

L'onda di piena che ha percorso la valle del Tanaro ha completamente impegnato tra Monchiero ed Alba, salvo locali aree piane sopraelevate poste indicativamente oltre i 6 metri sul livello ordinario di deflusso, tutto il territorio pianeggiante posto sui due lati del fiume.

Questo ha provocato il coinvolgimento di tutte le infrastrutture e degli edifici posti sui bassi terrazzi alluvionali a lato dell'alveo ma, soprattutto, ha comportato un pesante tributo in ragione di vite umane.

Anche in questo tratto si è riproposto, e con evidenza nei primi chilometri, il già accennato problema creato al tracciato stradale di recente costruzione corrente lungo il fondovalle con lunghi tratti di rilevato posti alternativamente sui due lati del fiume.

In particolare in località Costangaresca questo manufatto ha sofferto di ripetute interruzioni create a seguito di erosioni complete dei rilevati di accesso ai ponti e di episodi di sormonto.

È in uno di questi luoghi, immediatamente a Nord della frazione anzidetta, che è deceduto un uomo il quale, spintosi coraggiosamente sulla strada già allagata in soccorso di un automobilista, è stato travolto dall'acqua in esondazione e trasportato in una zona boscata allagata dove impossibili si sono rivelati i soccorsi a causa della violenza della piena.

Anche la linea ferroviaria, in questo tratto posta in sinistra dell'alveo, ha subito gravi danni a causa di erosioni del rilevato che, parimenti a quello stradale, ha funzionato da sbarramento condizionante il transito della piena; evidenti e ben delimitati depositi di materiali ghiaioso-sabbiosi posti su aree esterne all'alveo stanno a sottolineare, con la loro ubicazione, quanto sopra detto.

L'osservazione delle altezze degli allagamenti permette di osservare dislivelli compresi tra 4 e 6 metri rispetto ad un livello normale di deflusso, le aree allagate hanno in questo tratto ampiezze nell'intorno dei 600 metri o sull'uno o sull'altro lato del Tanaro.

Immediatamente ad Est di Cherasco, città posta in posizione sopraelevata rispetto al corso d'acqua, il fiume Tanaro riceve da sinistra le acque del fiume Stura di Demonte a cui è dato il compito di drenare tutti i bacini delle Alpi Marittime.

Fortunatamente il quadro meteorologico dell'evento alluvionale qui descritto non ha coinvolto la catena alpina nel tratto Marittime-Graie; questo signi-

fica che il fiume Stura non ha comportato apprezzabili aumenti nella portata complessiva del corso principale altrimenti, stante l'ampia superficie idrografica del primo, gli effetti legati alla piena del Tanaro sarebbero stati a valle di questo punto non solo gravissimi ma catastrofici.

Comunque le acque del fiume Stura hanno trovato impedimento al loro smaltimento nel punto di confluenza tanto che, forzatamente costrette sul lato sinistro del corso principale ricevente hanno concorso, con questo, ad allagare l'ampia parte della Tenuta Reale di Pollenzo posta sotto la superficie terrazzata di quota 204 m slm.

Curiosamente l'onda di piena ha, qui e in questo modo, provocato alcune rotte arginali non tanto per spinta dal fiume verso l'esterno ma in senso contrario per acqua in aggiramento delle opere di difesa e "rientro" verso l'alveo.

Sulla sponda opposta, in località Molino di Verduno, ben 350 metri della strada provinciale collegante Bra con le colline della Langa, e relativo rilevato sono stati completamente asportati dalle acque di piena in parte direttamente indirizzate, esternamente all'alveo, sul manufatto (Fig. 30).

A partire dalla confluenza sopradescritta comunque le zone esterne all'alveo coinvolte dal passaggio della piena fluviale sono aumentate di ampiezza arrivando, complessivamente sui due lati, ad oltre 1 chilometro con altezze d'acqua comprese tra 0.50 m, loc. Carnevale, a oltre 4 m in vicinanza del fiume.

All'altezza dell'abitato di Roddi confluisce il torrente Talloria, affluente laterale nel fiume Tanaro da Sud, che drena un'area collinare con una superficie dell'ordine di 100 km².

L'osservazione della cartografia del processo di inondazione mostra come il contributo di questa val-

le laterale sia stato cospicuo, nel tratto terminale del corso d'acqua le altezze dell'allagamento non superano il metro ma il campo allagato si spinge, a valle dell'abitato di Gallo d'Alba, a coprire l'intero piatto fondo della valle Talloria; sono stati, in tal modo, coinvolti tutti gli edifici ivi esistenti e legati perlopiù all'attività produttiva enologica.

Lungo l'alveo del fiume Tanaro, dalla confluenza con lo Stura in poi, si incontrano sempre più frequentemente aree, prossime all'alveo, che sono state sede di attività di cava per l'estrazione di inerti di origine alluvionale.

Queste morfologie, di origine antropica, sono state anch'esse coinvolte dalle acque ed essendo in genere prossime al canale di deflusso hanno sovente condizionato l'onda di piena in quella che può essere definita la "fascia di transito ad alta energia".

Alba

Nel tratto fluviale posto immediatamente a monte della città di Alba un ruolo condizionante, nell'allagamento di vaste aree poste in riva destra a Sud-Ovest dell'abitato, tra questo e Roddi, è stato svolto dal rilevato stradale di recente costruzione che collega Alba e l'area del torrente Talloria e svolge più in grande funzione di collegamento tra l'autostrada Torino-Alessandria e le zone collinari di Barolo.

Questo tratto di viabilità corre a fianco del canale del fiume Tanaro ed il suo tratto iniziale intercetta il torrente Talloria che lo sottopassa con un manufatto di contenute dimensioni.

L'insufficienza della luce di questo attraversamento, impedendo alle acque di esondazione del torrente di progredire direttamente verso il Tanaro, le ha obbligate a scorrere a Sud del rilevato che ha quindi assunto una funzione di sbarramento e di canalizzazione della piena torrentizia verso l'area industriale periferica alla città di Alba.

Giustamente nella carta che rileva il campo di inondazione del fiume Tanaro, a seguito della piena del novembre 1994, l'area edificata coinvolta dall'allagamento ha simbologia che la identifica come "Area inondata anche, o solamente, per apporto della rete idrografica minore e/o canali irrigui".

Risulta evidente come il centro storico di Alba, rilevato di alcuni metri rispetto al piano di campagna circostante, sia stato risparmiato dagli effetti della piena fluvio-torrentizia; non altrettanto fortunate sono state le zone industriali dell'industria dolciaria ed i nuovi nuclei abitati cresciuti negli ultimi decenni ad Ovest della città invasi da altezze d'acqua comprese tra 1,50 e 2 metri.

Condizioni molto simili a quanto verificatosi a monte della città si sono riproposte in sponda sinistra tra Alba e Barbaresco.

Anche in questo caso si ha presenza di opere antropiche longitudinali che possono aver svolto un ruolo condizionante sulle acque di esondazione.

Il tratto di arteria a scorrimento veloce, di cui ai paragrafi precedenti, ha in qualche modo separato le

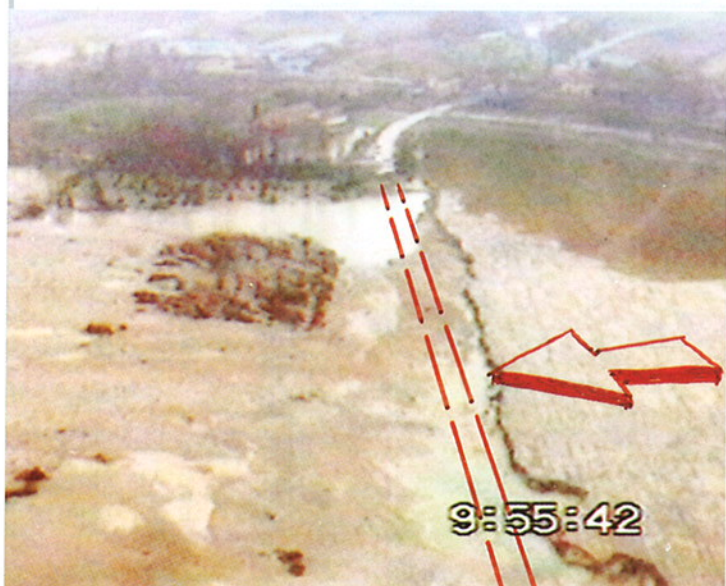


Fig. 30. Comune di La Morra, località Molino di Verduno. Nell'immagine ripresa da elicottero è evidente la completa asportazione del rilevato e della strada congiungente Bra con la zona delle Langhe. Le acque provenienti dalla destra hanno completamente asportato più di 400 metri del manufatto.

acque derivanti dalla rete idrografica minore qui rappresentata dal torrente Riddone, o semplicemente dal ruscellamento diffuso della collina posta a nord di Alba, e le acque di allagamento del fiume Tanaro.

La zona più gravemente colpita è risultata quella a cavallo della linea ferroviaria Bra-Alba a Nord della città: qui si sono registrate altezze di acqua comprese, a seconda della distanza dal fiume, tra 3,60 e 0,5 metri, il che ha comportato la sommersione della ferrovia, di tutta la rete viaria e dei piani terra degli edifici.

Molto pesante il tributo in termini di vite umane perse a causa della piena: complessivamente ad Alba sono decedute per annegamento 8 persone.

Alcune di queste sono state sorprese nel tentativo di abbandonare le proprie abitazioni o all'interno di esse (località Gamba di Bosco, Istituto Ottolenghi e Corso Cillario), altre in punti non esattamente ubicabili perchè sommerse e trasportate lungo il corso del fiume dopo essere state coinvolte con le autovetture nei pressi del ponte sospeso sul Tanaro.

In quest'ultimo caso si ha anche la registrazione

dell'ora di inizio del drammatico fatto desumibile da una chiamata telefonica di soccorso fatta da una delle persone già bloccata dalle acque verso le ore 23,45 del sabato 5 novembre, ma alcune vittime possono essere riferite, da testimonianze, già alle ore 22.

In località Vaccheria il campo di inondazione dovuto in parte ad acque di derivazione non fluviale si è configurato in modo discontinuo su altezze raramente superiori a 0,50 metri sottolineando però, con la sua disposizione, le direzioni di deflusso degli antichi meandri del Tanaro.

Alcune di queste morfologie relitte coinvolte dalla piena fluviale, laddove attraversate ortogonalmente da infrastrutture viarie, sono state concausa dei danni arrecati a questi manufatti.

Ne è esempio, in quest'area, la sommersione e, a volte, l'asportazione completa del rilevato della strada provinciale che collega, da sinistra verso destra attraverso il fiume Tanaro, la S.S. 231 all'abitato di Neive nei tratti coincidenti con depressioni del piano campagna legate alla presenza di antichi canali colmati.

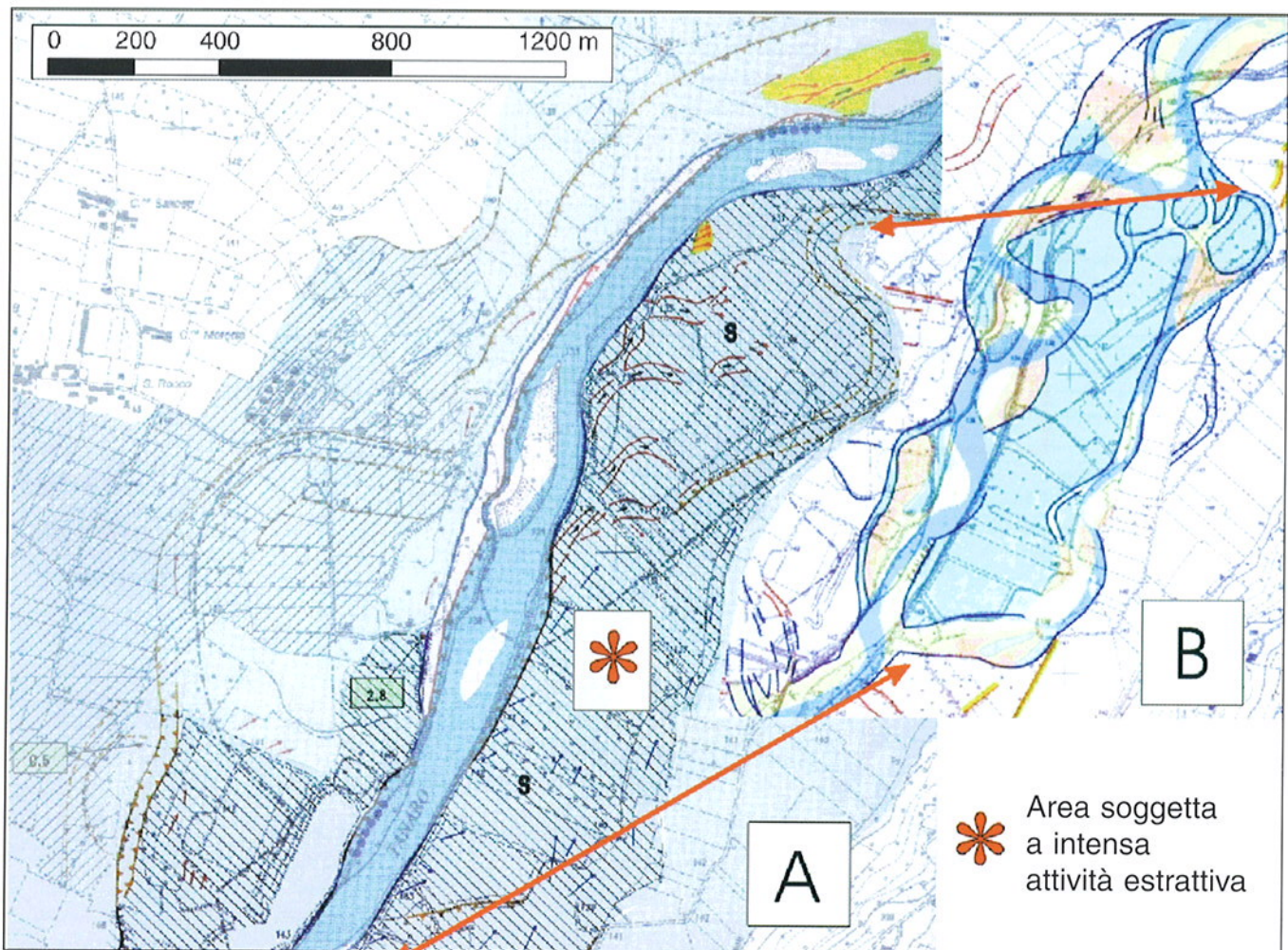


Fig. 31. Comune di Govone (Cn). La figura mostra il campo di inondazione in prossimità della località Canove (A), associato alla piena del novembre 1994 (Regione Piemonte, 1995. Per quanto concerne la simbologia occorre fare riferimento alla Tavola 2 della cartografia fuori testo), confrontata con l'ampiezza dell'aveo pluricursale ancora attivo nel 1954 (B) (Forlati Raffone, 1997). In tratteggiato obliquo su celeste scuro è indicata un'ampia zona soggetta ad attività estrattiva che occupa l'aveo pluricursale ancora attivo nel 1954.

• TRATTO COSTIGLIOLE - CERRO TANARO

Settore Canove - Confluenza Borbore

Caratteristica di questo tratto, come già ricordato, è la massiccia presenza di aree soggette ad attività estrattiva, posizionate soprattutto in quelle zone in cui era ancora attivo, negli anni '50, l'alveotipo pluricursale (Fig. 31).

Nel settore compreso tra la località Canove, in sinistra idrografica (comune di Govone, Cn), e la località Motta, in destra idrografica (comune di Costigliole d'Asti), le aree insediative si sviluppano soprattutto nelle zone prossime ai fianchi vallivi, ove non sono state riconosciute forme fluviali attive almeno a partire dal 1880. Durante l'evento le inondazioni hanno interessato un'ampia fascia del fondovalle scarsamente urbanizzata (fatta eccezione per alcuni impianti di estrazione di materiali ghiaiosi). Il centro abitato di Canove è stato interessato da allagamenti caratterizzati da modesti battenti d'acqua, principalmente imputabili al mancato smaltimento da parte della rete idrografica laterale minore (fossi, canali, rii) delle acque provenienti dai rilievi collinari.

I deflussi generati da tali apporti collaterali, incrementati dal contributo del fiume e propagatisi sulla piana valliva parallelamente al corso d'acqua verso Nord-Est, hanno provocato l'allagamento, approssimativamente alle ore 1.00 di domenica 6, di alcune cascate poste in prossimità della località "Orti di Cotella", con altezze sul p.c. di circa 50 cm.

Immediatamente a monte del centro abitato di Motta il corso d'acqua descrive un'ansa sinuosa che lambisce, in corrispondenza della località "cascina Bisa", il fianco orografico destro.

Le arginature, realizzate da tempo a difesa dell'unica abitazione presente, lungo il tratto concavo dell'ansa e con sviluppo trasversale ad antiche forme fluviali, sono state sfondate in più punti dalla violenza delle correnti che hanno modellato due profondi canali di erosione aventi andamento rettilineo.

Anche la statale 231, che attraversa perpendicolarmente il fondovalle, ha condizionato pesantemente i deflussi delle acque esondate. Queste, dapprima si sono accumulate a tergo del rilevato stradale e, successivamente, lo hanno sfondato in due punti. Le rotture si sono verificate, in sponda sinistra, in corrispondenza dell'attraversamento di una roggia che scorre entro un'antica morfologia fluviale (Fig. 32) e, in sponda destra, in corrispondenza di un sottopasso che taglia una forma relitta attiva nel 1880 (Fig. 33).

In corrispondenza della località Motta l'urbanizzazione coinvolge anche settori prossimi al fiume. Tali aree sono state inondate con altezze anche superiori al metro: è questo il caso della zona più depressa, posta in destra idrografica, compresa tra la statale 231 e la provinciale Motta-Castagnole, dove il livello delle acque ha raggiunto in più punti valori prossimi, e talora superiori, ai due metri, a partire dalle ore 1.30 di domenica 6 novembre. Parte del nucleo abitato di Motta, ubicato a ridosso del fianco vallivo destro, è

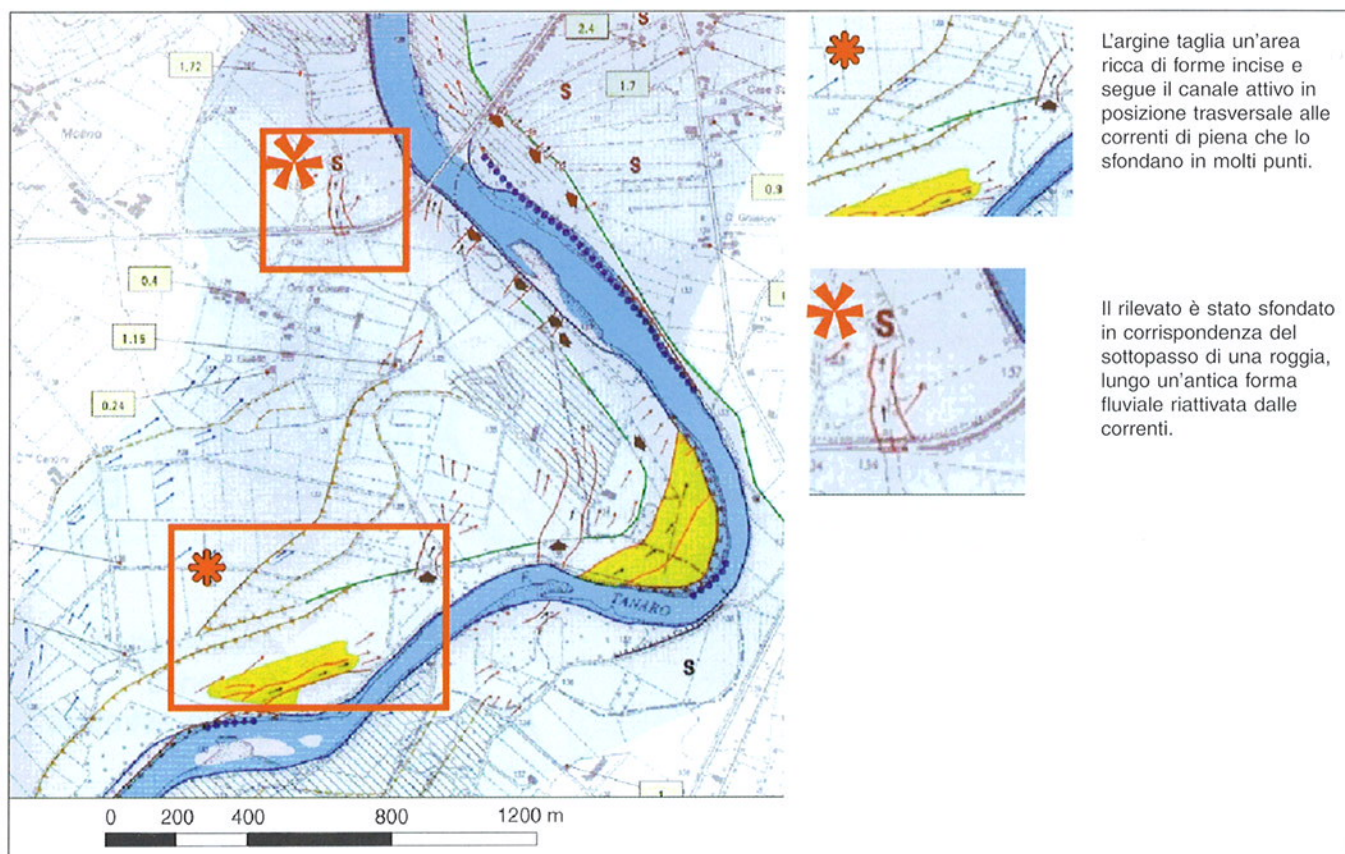


Fig. 32. Comuni Govone e di Costigliole d'Asti. Campo di inondazione e ricostruzione della dinamica dei deflussi nel tratto della grande ansa presente a monte di località Motta. (Regione Piemonte, 1995. Per quanto concerne la simbologia occorre fare riferimento alla Tavola 2 della cartografia fuori testo).

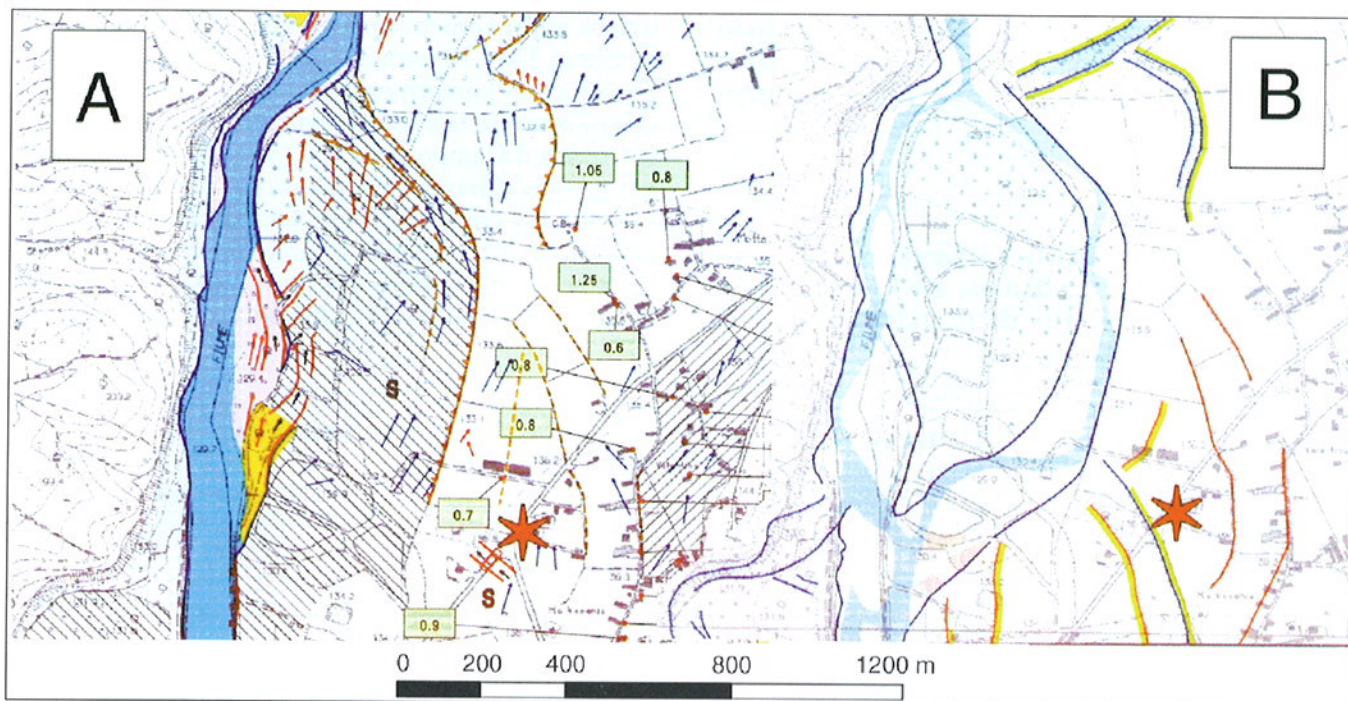


Fig. 33. Comune di Costigliole d'Asti, località Motta. Confronto tra le aree inondate (carta A) (Regione Piemonte, 1995. Per quanto concerne la simbologia occorre fare riferimento alla Tavola 2 della cartografia fuori testo), nel tratto a valle della S.S. 231 e lo sviluppo dell'alveo pluricursale ancora attivo negli anni '50 (stralcio B, Forlati, Raffone, 1997). Sullo stralcio cartografico posto a destra sono riportate anche le forme fluviali abbandonate, appartenenti ad alvei modellati precedentemente agli anni '50 (linea blu a dentini, forme incise linea rossa a dentini, forme non incise). Si osservi, indicato dalla stella rossa, su entrambi gli stralci il tratto di rilevato asportato (A) collocato in corrispondenza di una forma antica, parzialmente incisa negli anni '50, ma attiva nel 1880 (B). Anche in questa zona l'area occupata dall'alveo attivo negli anni '50 risulta pesantemente soggetta ad attività estrattive.

stato inondato per il contributo quasi simultaneo del corso d'acqua principale e del locale Canale dei Molini, verso le ore 1.30-2.00 del medesimo giorno.

Nel settore compreso tra la località Motta e Molini d'Isola (frazione di Isola d'Asti) è stata inondata un'ampia sezione di fondovalle, approssimativamente compresa tra la linea ferroviaria Casale-Cuneo (in destra) ed il fianco vallivo (in sinistra). La fascia marginale destra della piana valliva risulta urbanizzata, comprendendo frazioni e cascine isolate che nel corso della piena, verso le ore 2.00-2.30 di domenica 6, sono state allagate mediamente da battenti d'acqua di circa un metro (cascina Bori, Chiabotti, Tenuta Motta, cascina Fiera, cascina Chiappa, cascina Gavesio, cascina Cantalupo, ecc.).

La dinamica dei deflussi è stata condizionata, per le località prossime al corso d'acqua, dalle rotture arginali verificatesi, e per quelle poste a maggiore distanza, dall'interferenza delle infrastrutture viarie con la morfologia fluviale relitta (significativo è il caso di cascina Cantalupo).

L'urbanizzazione del tratto compreso tra Molini d'Isola e gli insediamenti periferici di Asti è principalmente sviluppata, in destra orografica, nella ristretta fascia delimitata approssimativamente dalla statale 456 ed il fianco vallivo, mentre il rimanente settore del fondovalle è quasi interamente vocato all'attività estrattiva di inerti.

L'allagamento verificatosi in località Molini è imputabile alla presenza di un sottopasso della statale 456

che ha convogliato le acque defluite da una forma fluviale relitta, esterna allo stretto meandro del Tanaro, verso il centro abitato. Le altezze delle acque sul piano campagna hanno raggiunto altezze variabili da 0,5 a 1,5 metri e gli allagamenti si sono verificati verso le ore 3.30 ca. di domenica 6.

Lo sviluppo a livello del piano campagna della sede viaria della statale 456 e della linea ferroviaria Casale-Cuneo, nel tratto a valle della località prima citata, ha favorito il deflusso delle acque fino al fianco vallivo, determinando allagamenti degli insediamenti per altezze prossime al metro circa. Sul piano campagna, gli allagamenti hanno raggiunto la massima altezza verso le ore 4.00-4.30 del giorno 6. Altezze superiori al metro (m 1,5 circa), associate ad acque provenienti da una rottura arginale, si sono rilevate presso la cascina Bocchino, ubicata in sponda destra, 2 chilometri a Nord di Molini d'Isola.

Gli insediamenti ubicati in sinistra idrografica e rappresentati da edifici isolati limitrofi a cascina Pila, sono stati allagati da battenti prossimi e talora superiori a 2 m, derivanti da deflussi originatisi a seguito della tracimazione della sponda sinistra avvenuta presso la cascina Appiani.

Per tutto il tratto analizzato si è riscontrata una comune tendenza dell'alveo a rettificare i segmenti sinuosi ed i meandri irregolari, ed a riattivare antiche forme relitte a scapito delle arginature e delle opere di difesa spondali, riguadagnando all'ambito fluviale ampi settori delle aree adibite ad attività estrattiva in

prossimità del corso d'acqua. Dopo l'evento erano infatti visibili, a margine dell'alveo in corrispondenza delle anse fluviali, numerosi canali di neoformazione e solchi d'erosione.

La città di Asti

La città, che si sviluppa a settentrione della confluenza del Bobore nel Tanaro, era costituita, fino alla metà del secolo scorso, da un antico nucleo deli-

mitato approssimativamente, verso Ovest dall'attuale Corso Don Minzoni, e da Via Brofferio, Corso Ferrari e Via Lamarmora, verso Sud. Compreso tra il centro storico e la linea ferroviaria Torino-Alessandria, si trovava il Campo del Palio, attualmente inglobato nel tessuto urbano. Le espansioni urbanistiche succedutesi nel corso degli anni hanno determinato una progressiva occupazione di aree fortemente soggette all'attività dei due corsi d'acqua. Tra gli ultimi decenni del secolo scorso ed il primo ventennio del '900

| Data | Località | Fiume | Danni | | | | | Effetti | |
|------------|----------------------|-------------|-------|-----|-----|-----|-----|---------|-----|
| | | | Ed. | St. | Po. | Op. | Vt. | Er. | In. |
| 13-06-1812 | S. Marzanotto pressi | Tanaro | | | | | | | |
| -11-1839 | Asti | Tanaro | | | | | | | |
| 27-05-1879 | Asti | Borbore | | | | | | | |
| 28-05-1879 | S. Marzanotto pressi | Tanaro | | | | | | | |
| 30-03-1892 | Asti | Tanaro | | | | | | | |
| 30-03-1892 | Territorio | Tanaro | | | | | | | |
| 23-05-1893 | Asti | Tanaro | | | | | | | |
| 23-05-1893 | Territorio | Tanaro | | | | | | | |
| 14-03-1895 | Asti | Borbore | | | | | | | |
| 12-05-1895 | Territorio | Tanaro | | | | | | | |
| 02-10-1897 | Territorio | Borbore | | | | | | | |
| 07-07-1905 | Revignano | Borbore | | | | | | | |
| 07-07-1905 | Territorio | Tanaro | | | | | | | |
| 30-10-1914 | Trincere | Tanaro | | | | | | | |
| 20-01-1920 | Molino della Cauda | Versa | | | | | | | |
| 16-05-1926 | Borgo Tanaro | Tanaro | | | | | | | |
| 09-07-1932 | S. Marzanotto pressi | Tanaro | | | | | | | |
| 13-06-1941 | Asti | Tanaro | | | | | | | |
| 01-06-1942 | Asti | Tanaro | | | | | | | |
| 20-07-1943 | Asti | Valmanera | | | | | | | |
| 04-09-1948 | Asti | Borbore | | | | | | | |
| 04-09-1948 | Asti | Tanaro | | | | | | | |
| 04-09-1948 | Territorio | Triversa | | | | | | | |
| 24-02-1951 | Ponte Suero a sud | Versa | | | | | | | |
| 22-08-1951 | Staz. Portacomaro | non precis. | | | | | | | |
| 09-11-1951 | Pilone | Versa | | | | | | | |
| 11-11-1951 | Asti | Borbore | | | | | | | |
| 11-11-1951 | Trincere | Tanaro | | | | | | | |
| 14-11-1951 | Casa dei Coppi | Versa | | | | | | | |
| 24-12-1960 | Vaglierano | Borbore | | | | | | | |
| 24-12-1960 | Territorio | Tanaro | | | | | | | |
| 19-07-1961 | Asti | Valmanera | | | | | | | |
| 20-07-1965 | Asti | np | | | | | | | |
| 02-11-1968 | Asti | Borbore | | | | | | | |
| 02-11-1968 | Asti | Tanaro | | | | | | | |
| 02-11-1968 | Territorio | Versa | | | | | | | |
| 23-02-1972 | Territorio | np | | | | | | | |
| 03-01-1973 | Staz. S. Damiano | Triversa | | | | | | | |
| 20-02-1974 | Revignano | Borbore | | | | | | | |
| 20-02-1974 | Variglie pressi | Tanaro | | | | | | | |
| 01-06-1975 | Caniglie | Versa | | | | | | | |
| -10-1976 | Territorio | Tanaro | | | | | | | |
| 13-07-1981 | Quarto | Quarto | | | | | | | |
| 06-11-1994 | Quarto | Quarto | | | | | | | |
| 06-11-1994 | Asti | Tanaro | | | | | | | |
| 06-11-1994 | Trincere | Tanaro | | | | | | | |
| 06-11-1994 | Asti | Borbore | | | | | | | |

LEGENDA

Strutture interessate
 Ed. edifici
 St. viabilità
 Po. attraversamenti
 Op. difese idrauliche
 Vt. vittime

Processi associati alle piene
 Er. erosione spondale
 In. inondazione

06-11-1994 evento grave

Fig. 34. Città di Asti. La tabella riporta informazioni riferite agli eventi alluvionali che hanno interessato la città di Asti negli ultimi due secoli, documentati negli archivi del Sistema Informativo Prevenzione Rischi. Le fonti da cui sono state tratte le informazioni sono di varia natura, pertanto la loro precisione complessiva è subordinata alla "qualità" delle fonti trattate.

(1880-1920), la città iniziò a svilupparsi nella zona meridionale, lungo la direttrice di Corso Savona. Nel periodo successivo alla Seconda Guerra Mondiale l'espansione urbanistica nell'area meridionale compresa tra la linea ferroviaria Torino-Alessandria ed il Tanaro divenne ancora più spinta e, nel 1954, fu necessario avviare la procedura del Piano Regolatore Generale, adottato solo nel 1974. Tra gli interventi più rilevanti del PRG si ricorda la realizzazione di due quartieri popolari in aree che erano state interessate dalle inondazioni provocate dalla piena del Borbore nel settembre 1948 (e che sono state nuovamente inondate durante l'evento del 1994).

Dalla serie storica degli eventi alluvionali pregressi (Fig. 34), si osserva che, in media ogni 25-30 anni, una piena ha coinvolto la zona compresa tra il torrente Borbore (ad Ovest) e la linea ferroviaria Torino-Alessandria (a Nord). Sempre dall'esame dei dati storici risulta che nel 1948 (settembre) e nel 1968 (novembre) si registrarono esondazioni associate soprattutto al torrente Borbore che interessarono settori cittadini più o meno vasti a settentrione della linea ferroviaria Torino-Alessandria (Piazza del Palio, Piazza Alfieri).

Nonostante questa impressionante ricorrenza di eventi di piena lo sviluppo urbanistico è proseguito inesorabile nelle aree colpite, come se i tragici effetti subiti venissero di volta in volta rimossi dal subconscio collettivo, attraverso una sorta di amnesia liberatoria.

Anche nel novembre del 1994 le inondazioni hanno interessato la medesima area già colpita nel 1948, come dimostrato da una cartografia riferita a quell'alluvione (Angius, 1948) (Fig. 35).

Il rilevato ferroviario della linea Casale-Cuneo ed il sottodimensionamento dei contigui ponti ferroviario e di Corso Savona hanno avuto un ruolo determinante nella propagazione dei deflussi durante la piena del novembre 1994. Il rilevato ferroviario, posto trasversalmente all'asse vallivo ha impedito il deflusso delle acque che avevano colmato, verso le 4.00-4.30 di domenica 6 novembre, quasi interamente la piana a monte di Asti, mentre i deflussi avvenivano liberamente solo attraverso la luce dei ponti, pari solamente ad 1/14 della sezione necessaria al loro smaltimento (e corrispondente all'ampiezza della piana immediatamente a monte).

Il conseguente innalzamento dei livelli idrici, esaltato anche dalla presenza del rilevato stradale di Corso Savona, provocava il sormonto e l'asportazione delle sedi viarie in più punti (Figg. 36-37).

I danni sono stati ingenti, molte abitazioni, investite da notevoli quantità d'acqua e sedimenti, sono state dichiarate inagibili a causa delle lesioni strutturali subite, l'energia dell'acqua ha esercitato notevoli sovrappressioni danneggiando solette e determinando cedimenti differenziali delle opere di fondazione.

La falda acquifera ha subito un notevole innalzamento determinando, per alcuni giorni, gravi pro-

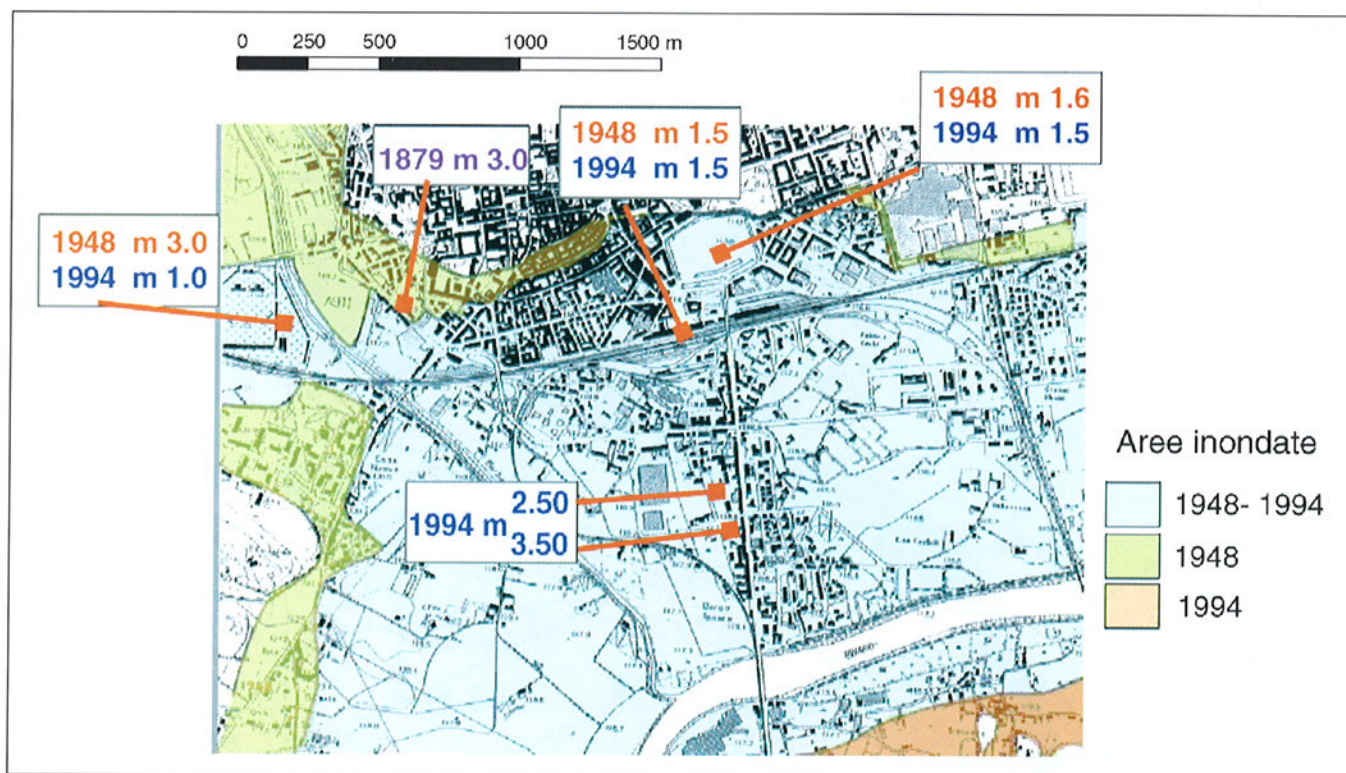


Fig. 35. Città di Asti. Confronto tra le aree inondate durante gli eventi alluvionali del settembre 1948 (Angius, 1949) e del novembre 1994 e relative altezze delle aree inondate durante i due eventi. Le altezze inerenti l'evento del settembre 1948 sono ricavate da fonti storiche, mentre quelle connesse all'evento del 1994 sono state misurate in base alle tracce osservate su fabbricati. Viene anche riportata l'altezza delle acque di inondazione associate ad un evento di piena del Borbore del 1879 (da dati storici). Si osservi come anche in quell'occasione le acque raggiunsero i medesimi livelli riferiti alla piena del 1948, a testimonianza dell'estrema vulnerabilità della città di Asti alle piene sia del Borbore sia del Tanaro.



Fig. 36. Città di Asti. Corso Savona durante la fase di riflusso della piena. Si osservi l'ampio tratto di strada asportato e le automobili trascinate e accatastate dalle acque (foto La Nuova Provincia, 9-11-1994).

blemi a scantinati e seminterrati. Si è proceduto cautamente all'esecuzione di pompaggi una volta la settimana e sempre sotto lo stretto controllo dei tecnici del Comune. La risalita si è attestata nei giorni successivi all'evento a circa -3 m dal p.c. contro i -6 m precedenti all'evento.

In generale tutta la fascia compresa tra Corso Savona e il rilevato della statale 456, posta a Sud della linea ferroviaria Torino-Alessandria, è stata inondata da tiranti idrici talora superiori a 2 m. Il rilevato ferroviario della linea Asti-Nizza Monferrato (sponda sinistra) è stato sfondato, per un tratto di circa 150 m, in corrispondenza di un'antica morfologia fluviale incisa, la cui sponda sinistra, ad andamento curvilineo, si sviluppa a ridosso di cascina Castelli, Robezzano e di ciabot Mentit e si ricongiunge al Tanaro tra cascina Cecchina e cascina Abate.

Anche la stazione ferroviaria ha subito notevoli danni; le acque hanno invaso il Mercato Ortofrutticolo

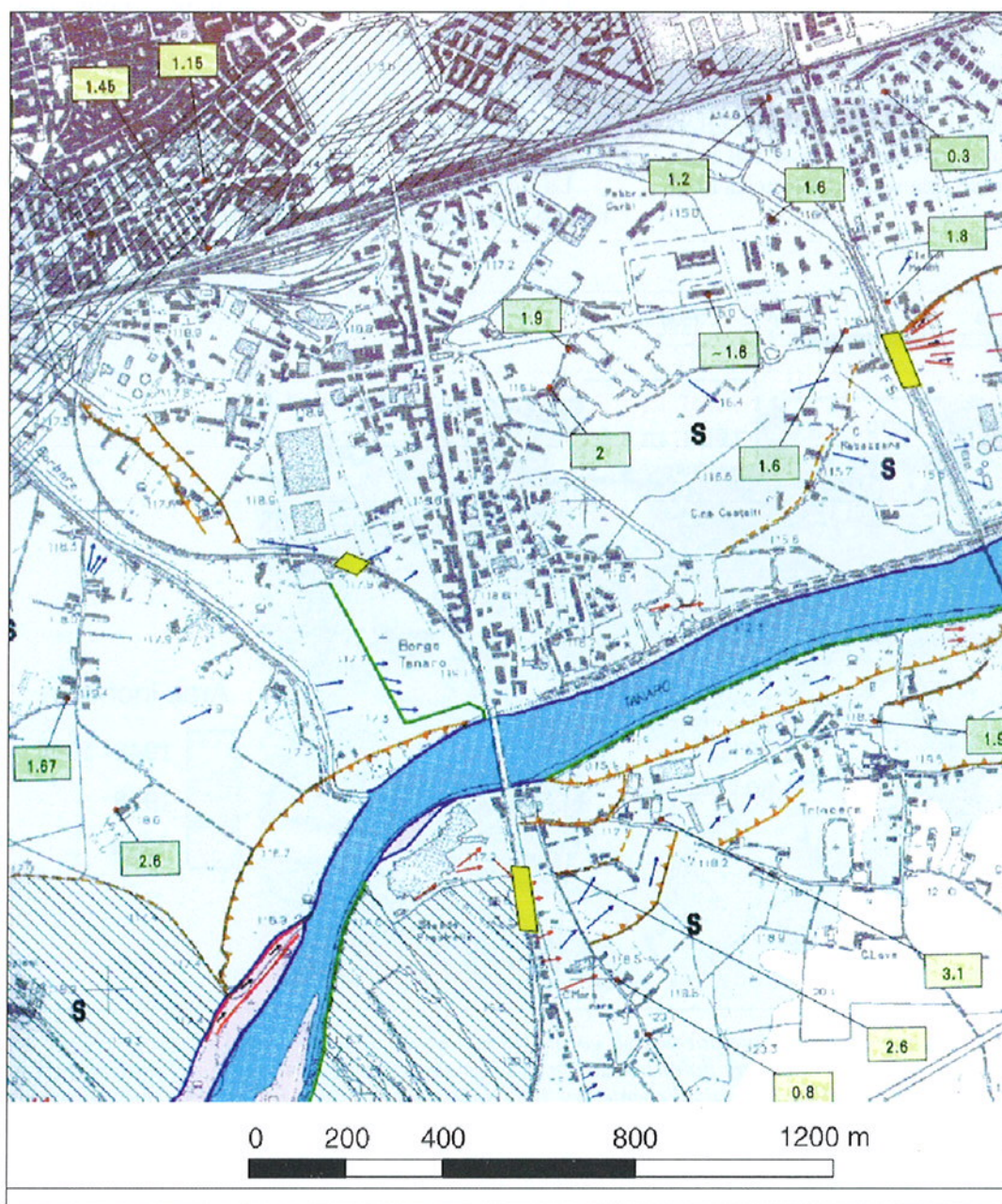


Fig. 37. Città di Asti. Carta del campo d'inondazione e della dinamica dei deflussi. I segmenti di colore giallo indicano tratti di rilevati asportati, posti generalmente in corrispondenza di antiche forme fluviali. (Regione Piemonte, 1995. Per quanto concerne la simbologia occorre fare riferimento alla Tavola 2 della cartografia fuori testo).

all'Ingresso ed è stato colpito anche il palazzo dei Vigili Urbani.

Gli allagamenti registrati nella zona a Nord del rilevato della linea ferroviaria Torino-Alessandria, con battenti prossimi e talvolta superiori al metro, sono stati causati anche dal contributo del torrente Bobore, non più in grado di smaltire le proprie portate (Figg. 38-39).

Lo stabilimento Saclà, ubicato a Sud-Ovest della città, è stato gravemente alluvionato, come si era già verificato nel 1948.

Interviste effettuate durante i sopralluoghi evidenziano come in molte aree gli allagamenti si siano verificati già a partire dalle prime ore del mattino di domenica 6 a causa del mancato smaltimento della rete fognaria ed al contributo dell'idrografia secondaria.

I fenomeni di alluvionamento nella città di Asti hanno avuto origine a partire dalla serata del 5-11-1994 quando attraverso la vecchia rete di canali irrigua la piena del torrente Bobore ha determinato fenomeni di rigurgito in sponda sinistra nella zona del Mercato Ortofrutticolo. Successivamente l'azione del torrente Bobore ha provocato, intorno alle ore 23-24 del giorno 5 novembre, la rottura dell'argine in sinistra lungo un tratto a monte del ponte della FF.SS. Torino-Genova. Tale rottura ha provocato allagamenti nelle vie cittadine limitrofe e durante la notte, a partire dalle ore 4.00, il fenomeno di piena del fiume Tanaro, che andava via via intensificandosi, ha provocato, tracimando in sponda sinistra a monte del ponte di corso Savona e ancora più a monte di cascina Appiano, il completo allagamento delle vie cittadine a partire dalla zona situata ai lati di corso Venezia.

L'inondazione del Tanaro, è quindi aumentata di intensità nella notte determinando danni ingenti anche alle strutture situate a notevole distanza dall'alveo del fiume. In particolare si ricorda l'abbattimento del muro di sostegno della massicciata ferroviaria lungo corso Gramsci e gli ingentissimi danni apportati alle strutture del Circolo D.L.F.

La dinamica delle acque fuoriuscite dal Tanaro è stata fortemente condizionata dalla presenza di rilevati, caseggiati e dalla disposizione delle vie. In particolare l'asse di corso Savona rilevato rispetto al piano campagna e con un continuo edificato posto trasversalmente all'andamento del fiume e al flusso delle acque tracimate, si è comportato come una struttura che ha condizionato il deflusso delle acque verso valle.

La dinamica dell'evento di piena è stata, inoltre, condizionata dalla presenza di una traversa a valle del ponte della Ferrovia Asti-Nizza Monferrato, che ha provocato un rallentamento dei deflussi a causa di una riduzione in questo tratto delle pendenze. Occorre fare rilevare che una ricostruzione avvenuta attraverso l'analisi della documentazione storica ha permesso di stabilire che il tratto d'alveo compreso tra i due ponti presentava in questo punto un andamento anastomizzato con un braccio che lambiva la zona di San Quirico. Successivamente al 1746 tale situazione è stata modificata ad opera dell'uomo ed oggi il corso presenta un regime monocursale con tratti più rettilinei.

Il sistema arginale esistente tra i ponti della linea ferroviaria Asti-Nizza Monferrato e della Statale 456 si è dimostrato inadeguato rispetto all'entità delle portate; si sono registrate infatti, nel corso dell'evento, danneggiamenti e asportazioni di alcuni tratti lungo entrambe le sponde. Sempre in Asti la strada statale Asti-Alba ha subito notevoli danni con asportazioni della massicciata stradale nel tratto compreso tra il ponte al confine della provincia e il bivio della S.P. per Castagnole Lanze.

L'area posta a Sud del fiume e sottesa tra Corso Savona, la statale 456 e la linea ferroviaria Asti-Nizza Monferrato è stata soggetta ad estesi allagamenti (corrispondenti a lame d'acqua spesso superiori ai due metri), coinvolgendo l'urbanizzato, approssimativamente, fino all'isoipsa 120 m.

Caratteristica comune di queste zone è stata la notevole quantità di materiali prevalentemente sab-



Fig. 38. Città di Asti. La foto (La Nuova Provincia 9-11-1994) mostra l'aspetto di Via Gutuari la mattina del 6 novembre.



Fig. 39. Città di Asti. La foto mostra l'aspetto di Via Cavour la mattina del 6 novembre (CNR/IRPI, 1995).

biosi, ed in subordine limosi, depositati dalla piena.

Anche l'area industriale ad est di Asti gravitante attorno a Corso Alessandria (località Valterza) è risultata sede di inondazioni con battenti d'acqua prossimi al metro, imputabili, in parte, al contributo del Torrente Versa.

Poco fuori Asti la tangenziale Est è stata interrotta a causa della asportazione delle spalle del ponte sul Torrente Versa.

Settore Asti-Cerro Tanaro

La fascia di territorio delimitata dal viadotto della statale 456 ad Ovest, dal centro abitato di Castello d'Annone ad Est, dalla linea ferroviaria Torino-Alessandria a Nord e dal fianco vallivo destro a Sud, non è urbanizzata, fatta eccezione per alcune case rurali isolate, talora abbandonate, che verso le ore 6.00-7.00 di domenica 6 novembre sono state allagate da battenti d'acqua variabili mediamente dai 2,00 ai 3,50 m (Cascine Bessuzzo, Desideri, Vercellino, Margaria, Sardi, località Cascinella e Cascine Doglione e Gabetti) (Fig. 40).

Lungo questo tratto la distribuzione degli allagamenti è stata pesantemente condizionata dalla stretta posta in prossimità di Castello d'Annone, ove l'ampiezza della valle, che raggiunge il suo massimo in

corrispondenza della confluenza con il Torrente Versa (3.2 km), si riduce drasticamente sino a circa 0.6 km. L'intera piana a monte dell'abitato di Castello d'Annone è stata quasi completamente inondata svolgendo funzioni di naturale cassa di espansione (Fig. 41).

Caratteristica saliente del passaggio della piena lungo questo tratto è stata la mancanza di sostanziali modificazioni planimetriche dell'alveo (imputabile verosimilmente alla modesta pendenza del tronco considerato) ed il deposito di abbondanti quantità di sedimenti prevalentemente fini (Fig. 42).

L'abitato di Castello d'Annone è stato gravemente danneggiato dalla piena a partire dalle ore 7-7.30 di domenica 6 novembre. Le acque dapprima hanno completamente occupato il fondovalle compreso tra il Tanaro e il rilevato ferroviario della linea Torino-Alessandria e successivamente lo hanno sfondato per un lungo tratto. La rottura del rilevato ferroviario (Fig. 43) è avvenuta in corrispondenza di un'ansa di meandro del Tanaro, "tagliata" in occasione della costruzione della linea ferroviaria; in questo settore, un edificio posto in prossimità del rilevato ferroviario è stato sommerso fino al tetto. Secondo i proprietari l'altezza massima venne raggiunta verso le 8.00 di domenica. Un gruppo di case alla periferia occidentale del paese, comprese tra la linea ferroviaria ed i bassi rilievi che delimitano il fondovalle, è stato inondato con altezze superiori a m 2,5, mentre nel



Fig. 40. *Comune di Castello d'Annone. Provinciale per Rocca d'Arazzo, in prossimità del ponte (sponda destra). Sul muro dell'edificio in secondo piano viene indicata (linea rossa) l'altezza delle acque di inondazione; a sinistra si osserva un basso caseggiato distrutto dalle acque (direzione di deflusso verso l'osservatore).*

Fig. 41. *La foto è stata scattata dal rilevato della linea ferroviaria a doppio binario Torino Alessandria, tra Asti e Castello di Annone. I triangoli indicano una ringhiera superata dalle acque. La freccia in secondo piano indica materiale vegetale fluitato dalla piena e depositato sull'albero, ad un'altezza prossima ai tre metri. Da interviste con i proprietari dei terreni agricoli posti tra il Tanaro e la linea ferroviaria è emerso come ricordassero altri allagamenti di tali aree, anche con deposito di materiali fini, ma non il sormonto della linea ferroviaria.*





Fig. 42. Comune di Asti. Abbondanti depositi limosi (spessore di circa 70 centimetri) a valle della SS 456, nell'area compresa tra il terrazzo e la sponda destra a valle di località Carretti.

centro abitato le altezze idrometriche misurate sugli edifici si sono attestate in un intervallo di valori compresi tra un minimo di 1,5 m sino a valori prossimi ai 3 m (edificio comunale). Molti edifici ubicati a settentrione del tratto cittadino della statale 10 sono stati danneggiati in modo grave (Fig. 44). Il paese è stato interessato, inoltre, alcune ore prima dell'inondazione del Tanaro, da allagamenti, con moderati battenti d'acqua, imputabili al mancato smaltimento del rio Fontana Santa.

Il Tanaro tra gli abitati di Cerro Tanaro (sponda sinistra) e Rocchetta Tanaro (sponda destra) presenta un alveo ad andamento unicursale meandriforme, a meandri sufficientemente regolari, ampi e spazianti da un fianco vallivo all'altro. L'urbanizzazione del settore a valle di Castello d'Annone è concentrata essenzialmente nei due distinti nuclei insediativi di Rocchetta Tanaro e di Cerro Tanaro. Durante l'evento del novembre 1994 entrambi gli abitati sono stati inondati quasi completamente, con altezze delle acque anche superiori ai 2,00 m.

A Rocchetta Tanaro, interessata anche da fenomeni di rigurgito dalla rete fognaria sono rilevati danni a numerose abitazioni del centro abitato coinvolte quasi interamente dalla piena; 15 di queste sono state dichiarate inagibili. Il paese è rimasto isolato



Fig. 43. Comune di Castello d'Annone. Fiume Tanaro. Veduta in direzione del ponte della S.P. Castello d'Annone-Rocca d'Arazzo la mattina del 6-11-1994.

causa l'interruzione della viabilità di collegamento alla S.S. n. 10, in quanto il ponte della S.P. è risultato danneggiato lungo la spalla di sinistra.

Gli allagamenti sono stati registrati a partire dalle ore 7 di domenica e hanno raggiunto il culmine verso le 9.30. In media sono state rilevate altezze d'acqua variabili tra 1,00 e 2,00 m circa con valori medi di poco superiori al metro e mezzo e deposito di abbondanti sedimenti (Fig. 45).

Il rilevato d'accesso al ponte collegante Rocchetta a Cerro Tanaro, ubicato circa un chilometro a monte di Rocchetta, ha favorito il deflusso delle acque esondate verso una forma fluviale che interseca l'abitato, svolgendo un ruolo non trascurabile nella propagazione dei deflussi verso il settore marginale del paese prossimo al piede del fianco vallivo destro.

A valle di Rocchetta Tanaro, in sinistra, si è determinato l'intero alluvionamento (con depositi sabbioso-limosi) della piana situata all'interno di un ampio meandro da tempo abbandonato.

A Cerro Tanaro gli allagamenti (0,50-2,80 m) si



Fig. 44. Edifici di Castello di Annone lungo la SS 10 pesantemente danneggiati.



Fig. 45. Rocchetta Tanaro dopo il ritiro delle acque (Calosso, Nosenzo, 1995).

sono verificati indicativamente nel medesimo intervallo temporale rilevato a Rocchetta Tanaro. Anche in questo caso la propagazione dei deflussi è stata condizionata sia dalla conformazione plano-altimetrica del territorio sul quale è ubicato il paese, sia dall'esistenza di una morfologia fluviale relitta che interferisce con l'abitato sviluppandosi a partire da Cascina Curiana a guisa di meandro. Gli allagamenti hanno interessato anche aree poste a settentrione del rilevato ferroviario della linea Torino-Alessandria, per deflusso attraverso un sottopasso posto alla periferia est del paese.

Evidenze morfologiche di correnti ad elevata energia risultavano visibili nelle fotografie aeree (scattate alcuni giorni dopo l'evento) in corrispondenza della sponda sinistra a valle del ponte sul Tanaro prossimo a Cascina Curiana, a valle del rilevato d'accesso al ponte sul Tanaro, sormontato dai deflussi.

• TRATTO CERRO TANARO - CONFLUENZA PO

A valle di Rocchetta Tanaro la sezione di piena è delimitata in sinistra dal rilevato della linea FF.SS. Torino-Alessandria ed in destra dal piede della collina (depositi terziari).

Nelle prime ore della mattinata del 6 novembre, l'acqua attraversa in più punti la linea ferroviaria (fornici, sottopassi e rigurgiti della rete idrografica minore) ma il rilevato non viene mai sormontato; in destra le acque vanno in battuta contro la collina determinando talora vistosi fenomeni di erosione di sponda. Le anse dell'alveo principale vengono sistematicamente saltate dalla piena ad alta energia e numerosi edifici rurali sono allagati con livelli fino a 2.0 m sul piano campagna originale.

In frazione Abazia di Masio il Torrente Tiglione rigurgita per diversi ettari interessando anche alcuni edifici e la carreggiata della S.P. 245.

Felizzano

A Felizzano una poco pronunciata soglia morfologica naturale determina già in condizioni ordinarie una brusca deviazione verso Nord dell'alveo del Tanaro. In corrispondenza di questa soglia sono presenti diverse opere idrauliche (tra cui una traversa in alveo) finalizzate all'alimentazione del canale artificiale del Consorzio Irriguo De Ferrari, in località Molini di Felizzano. Questo insieme di circostanze naturali ed artificiali determina un generale rallentamento del deflusso di piena con la creazione a monte di uno pseudoinvaso in cui i livelli raggiungono e superano spesso i 3.0 m sul p.c. originale.

Attorno alle 9.30 del 6 novembre, la spinta dovuta alle acque rallentate determina la rottura del rilevato ferroviario in corrispondenza del paleoalveo di Felizzano (attivo fino al secolo scorso): diversi edifici, rurali, produttivi e di civile abitazione, sono di conseguenza allagati con livelli massimi d'acqua fino a 3.4 m sul piano campagna. Anche le difese spondali in prossimità della traversa sono gravemente danneggiate.

La struttura del ponte di Felizzano viene danneggiata; la S.P. 77 è invasa dalle acque per un tratto di circa 2.5 km, mentre la massicciata ferroviaria è interrotta per la rottura del rilevato e sormontata lungo un tratto di almeno 1 km. Nel complesso, in questo tratto, gli edifici interessati direttamente dall'evento risultano essere almeno 40.

La sezione di piena raggiunge e supera i 3 km ed almeno un terzo delle sponde del fiume Tanaro sono interessate da marcati fenomeni di erosione.

Poco più a valle di Felizzano una intricata rete di rilevati ed argini, posti trasversalmente alla direzione di piena, crea un ulteriore rallentamento del deflusso, con conseguente rapido incremento dell'energia potenziale accumulata.

In particolare a monte del rilevato di un'opera ferroviaria incompiuta degli anni '30 (tuttora esistente) il livello delle acque trattenute raggiunge i 4.5 m. Le acque, nel tentativo di aggirare l'ostacolo, determinano un'ulteriore allargamento della sezione di piena, riattivando numerose forme fluviali relitte.

Con il crescere della spinta alle fine il rilevato cede; anche in destra Tanaro le altre arginature trasversali più a valle (regione "Rotto") vengono aggirate, sormontate e sfondate in almeno sei punti. Nei dintorni della c.na Gallinaccia alcuni edifici agricoli sono interessati da livelli d'acqua tra i 3.5 ed i 4.0 m sul p.c.

In sinistra Tanaro la piena oltrepassa la massicciata ferroviaria in più punti, in prossimità dei sifoni dell'adiacente canale De Ferrari, a causa della presenza di fornici per la rete idrografica minore.

L'effetto dei rigurgiti giunge a lambire la S.S. 10 ed i terreni della c.na Urbana; la c.na La Prà è allagata da 2.0 m d'acqua.

Procedendo verso Solero, in regione Gorette l'assenza di particolari ostacoli morfologici od antropici facilita il deflusso consentendo una parziale riduzione di energia. Il limite di piena è controllato in sini-

stra dal tracciato del canale De Ferrari (qui divergente dalla massicciata ferroviaria) mentre in destra dal complesso di terrazzi ed arginature della c.na Favagrossa, raccordate con l'argine in sponda sinistra del torrente Belbo, la cui confluenza con il fiume Tanaro è situata a circa 2 km a NE della c.na Savella. I terreni di quest'ultima sono invasi da livelli d'acqua che raggiungono i 2.5 m, dopo che l'ampia arginatura posta in confluenza viene rotta e sormontata in più punti.

Poco a Sud di Solero viene riattivato il paleoalveo in regione "Tanaro Morto" e diversi edifici in località "Tripoli" sono interessati dalla piena con livelli mediamente attorno a 1.0 m. Tale livello, relativamente contenuto in relazione alla vicinanza dell'alveo ed al tipo di evento, è da attribuirsi ad un leggero alto morfologico compreso tra le località Bottara e Mezzano; anche in questo caso, come a Felizzano, la situazione morfologica naturale era stata sfruttata in passato per la realizzazione di opere di presa artigianali ed agricole (irrigazione e mulini). A valle ed a monte di tale "soglia" i livelli d'acqua esondata sul p.c. raggiungono spesso i 3.0 m.

In località Orti di Solero, l'omonimo rio affluente sinistro del fiume Tanaro, determina un rigurgito che arriva a lambire alcuni edifici e la massicciata ferroviaria della linea Torino-Alessandria.

Area di Alessandria

Fase preparatoria: ore 8,30-10,30

Fino dalle prime ore della mattinata di domenica 6 novembre l'ansa del Tanaro in località Bottara è sottoposta ad una forte corrente trasversale da SW che, investendo tra l'altro la c.na Mezzanino, determina marcate erosioni di sponda (specie in sinistra), il danneggiamento delle difese spondali e la rottura in due punti dell'argine tra la c.na Mezzano e la c.na Isola Bella. Poco più tardi anche in destra si osserverà una rottura dell'argine all'altezza della fraz. Casabagliano.

In sinistra Tanaro un'ampia area è esondata e tutti i manufatti esistenti a Sud della linea FF.SS. Torino-Alessandria sono interessati da straordinari livelli di piena: c.na Isola Bella (2.4 m); c.na Morione (2.8 m); c.na Sella, c.na Tapparone, c.na Gaiola, borgo Gogna e c.na Brentadora (fino a ca. 3.0 m).

Il sottopasso ferroviario di collegamento tra borgo Gogna e fraz. Astuti ed il sottopasso di via Vecchia Torino (in borgo Cittadella) sono interessati da due prime ingressioni d'acqua, per il momento limitate ai terreni immediatamente retrostanti al rilevato ferroviario.

In questa fase le fraz. Astuti e San Michele non sono direttamente toccate dalla piena, ma si assiste frequentemente a locali fenomeni di rigurgito della rete idrografica minore e problemi di smaltimento delle acque meteoriche superficiali.

Di fatto a monte dell'autostrada A26 Voltri-Sempione e, più in generale, a monte del ponte ferroviario di Alessandria, si genera un vaso con battenti d'acqua in rapido accrescimento ed esteso per una super-

ficie di oltre 10 km²; tale vaso viene contenuto in sinistra ed al fronte dal rilevato ferroviario, che assume la funzione di argine, e in destra dai terrazzi morfologici di Casabagliano e dello scalo merci delle FF.SS.

A monte della città la configurazione morfologica in destra Tanaro determina un'espansione più limitata della piena. La località San Pietro rimane isolata ma non esondata; altri manufatti vengono allagati, ma essendo per lo più posizionati sopra i terrazzi morfologici, i livelli sono in generale "contenuti" attorno al metro (fraz. Casabagliano, c.na De Vercelli, scalo merci, ecc.). Al contrario al piede dei terrazzi i livelli d'acqua sul p.c. originale raggiungono e superano spesso i 2 m e talora i 3 m (es. Circolo Canottieri).

A Casabagliano il rigurgito del "fosso delle Ossa" causa l'allagamento della S.P. 246 in corrispondenza dell'attraversamento (0.4 m).

Alle porte della città, le arcate del ponte ferroviario sul Tanaro subiscono un forte accumulo di detriti e vegetazione fluitata, determinando un deflusso difficoltoso e rallentato. Il cosiddetto "canale" compreso tra ponte ferroviario e ponte della Cittadella, attorno alle ore 10.00 riesce ancora a smaltire le acque.

Fino alle ore 10.30, a valle del ponte della Cittadella, come spesso accaduto in passato la piena interessa gli edifici posti in sinistra ed in particolare lungo l'asse di via Pavia (S.S. 494): ex-Isola Galateri, Opera di Valenza, la parte sud dell'Osterietta, c.na Lucchino, ecc.

In destra le difese spondali del Lungo Tanaro e l'argine del rione Orti riescono ancora a contenere la piena che, in questa fase, si sfoga a valle del ponte degli Orti interessando terreni agricoli o comunque golenali. Al momento anche il complesso arginale della c.na Mezzano, e in generale della zona di confluenza Tanaro-Bormida, non subisce danni. Solo la c.na Isoletta è interessata nelle prime ore della mattinata dal rigurgito del Canale Carlo Alberto.

Alcuni terreni agricoli in confluenza, già interessati il giorno precedente (sabato 5 novembre) dalla piena del fiume Bormida, sono nuovamente interessati, nella mattinata di domenica, dall'inizio della fase critica della piena del Tanaro.

Fase parossistica: ore 10,30-13,00

Nel corso della prima parte della mattinata la situazione si è evoluta principalmente a monte della città, dove le acque della piena si sono accumulate contro il rilevato della ferrovia (fraz. Astuti), raggiungendo in alcuni punti livelli superiori ai 4.0 m sul p.c. originario.

Attorno alle ore 11.30 l'acqua inizia a filtrare attraverso la massicciata, che inizia lentamente a sgretolarsi in alcuni punti.

Nel frattempo la sponda destra del canale tra ponte ferroviario e ponte della Cittadella è sormontata dalle acque che invadono progressivamente, all'inizio solo per laminazione, l'area del centro storico compresa tra lungotanaro San Martino, via Lumelli, piazza S. Stefano, p.tta Monserrato e spalto Rovereto.

Anche gran parte del rione Orti viene allagato gradualmente da SW per la sormontazione dell'argine, con alcuni decimetri d'acqua in laminazione fino in via Donizetti (a Est) e via Poligonia (a Nord).

In sinistra sono coinvolte direttamente anche le zone di via Vecchia Torino, di borgo Cittadella e la parte nord dell'Osterietta, comprendendo la zona del rio Nuovo di Loreto. Diversi edifici residenziali e produttivi sono allagati.

A valle del ponte degli Orti le ampie aree agricole delle regioni Grindolato (in sinistra) e Albereto (in destra) sono colpite dall'evento.

A monte del viadotto autostradale dell'A21 Torino-Piacenza, l'argine in destra Tanaro cede in più punti e la regione Mezzano, in confluenza tra Tanaro e Bormida, è violentemente attraversata in direzione sud dall'onda di piena; questa colpisce in battuta gli argini di località Boccanegra e Camparo e rimbalza nuovamente verso Nord. La c.na Mezzano è in questa fase risparmiata grazie alla stretta arginatura ad anello che la difende.

L'argine di località Camparo, realizzato per difendere la regione Mezzano dalle acque del fiume Bormida, superata senza danni (il giorno 5 novembre) la piena di quest'ultimo, viene gravemente danneggiato alle spalle dalla piena del Tanaro, il giorno 6.

Già alcuni km a monte del normale punto di confluenza tra i due fiumi, le acque del Tanaro investono trasversalmente l'alveo del Bormida, ancora interessato dai residui della piena del giorno precedente, giungendo al lambire l'abitato di Castelceriolo.

Si registrano, tra la città di Alessandria e la confluenza, livelli d'acqua fino a 4.0-5.0 m sul p.c. originario. In corrispondenza delle soglie morfologiche naturali ed artificiali si accumulano alcuni decimetri di fanghi limosi.

Nel frattempo in città, alle 12.30 circa, il ponte della Cittadella viene sormontato da alcuni decimetri d'acqua ed in via Giordano Bruno (S.S. 10) la carreggiata stradale è invasa dalle acque e danneggiata in alcuni punti per il cedimento dei muri in mattoni dei fossati della Cittadella. Questi, profondi 3-4 m

rispetto al piano stradale, si riempiono rapidamente riducendo l'accumulo d'acqua nella via e negli edifici soprastanti; nei giorni che seguiranno questi ultimi subiranno però anche danni indiretti dovuti ai cedimenti statici differenziati lungo i terrapieni.

Fase catastrofica: ore 13,00-14,30

Fino a questo punto la situazione in comune di Alessandria ha raggiunto gradi di straordinaria gravità, anche se gli effetti peggiori (maggiori energie) sono da registrarsi nelle aree agricole golenali a monte ed a valle della città.

Alle ore 13.00, a monte del ponte ferroviario, la situazione precipita.

Il rilevato ferroviario in frazione Astuti, finora comportatosi da vera e propria diga di contenimento dell'enorme invaso sviluppatosi a monte della città, sottoposto ad una progressiva spinta, cede rovinosamente per alcune centinaia di metri e viene gravemente danneggiato lungo un tratto di circa tre chilometri in direzione Solero (Fig. 46).

Di conseguenza un'improvvisa ondata si riversa in direzione Nord-Est sulla frazione Astuti e sul bivio di San Michele.

Due edifici crollano sotto l'urto delle acque, mentre altre decine di fabbricati sono allagati, alcuni fino al secondo piano fuori terra, decine di autovetture e grandi quantità di materiali diversi vengono trascinati per centinaia di metri nei campi (Fig. 47).

Due persone inizialmente disperse, in seguito verranno purtroppo inserite nell'elenco delle vittime.

In pochi minuti l'onda giunge fino al casello autostradale di Alessandria Ovest: si registrano 3.0 m d'acqua all'Hotel San Michele, 2.8 m in via della Quaglia, 2.6 m in via Loreto, oltre 1.5 m nell'abitato della frazione San Michele.

Per un tratto di oltre 2 km anche la massicciata ferroviaria della linea per Valenza viene danneggiata e sormontata dalla piena.

La morfologia della piana fluviale in sinistra Tanaro, compresa tra la collina e la città di Alessandria, favo-



Fig. 46. Alessandria, frazione Astuti. Novembre 1994: rotta del rilevato ferroviario Torino-Genova.



Fig. 47. La fotografia mostra una delle autovetture coinvolte e trasportate durante il colmo della piena.

risce il deflusso dell'onda di piena verso est, aggirando la Cittadella da Nord.

Numerose aziende agricole sono investite da livelli variabili tra 1.5 e 3.5 m d'acqua sul p.c. (c.na Dallerba, c.na Piacentini, c.na Vescova, c.na Quaglia, c.na Cascinetta, c.na Gasperini, ecc.).

Attorno alla Cittadella vengono depositate notevoli quantità di limi e terreno agrario fluitato.

In località Osterietta, la S.S. 494 (già precedentemente allagata da Est), è investita dall'ondata proveniente da Ovest, la quale attraversa poi trasversalmente l'alveo del Tanaro ed investe l'argine degli Orti che viene sormontato e rotto in almeno 7 punti.

È passata circa mezz'ora dalla rottura del rilevato ferroviario. L'onda di piena partita da Astuti ha percorso tra i 2.5 ed i 3.0 km ad una velocità media di 1.5 metri al secondo, ha aggirato da Nord la città e deve ancora esaurire gran parte della sua energia.

Sono le ore 13.30 circa quando l'onda investe il rione Orti, fino a poco prima interessato da livelli d'acqua laminata ed inferiore al metro.

Improvvisamente si registrano ovunque nel quartiere livelli medi attorno ai 3.0 m sul p.c., mentre l'acqua passa ad alta velocità tra le case fino in viale Milite Ignoto. Due edifici sono distrutti in via della Chiatta e via della Cappelletta.

Le vittime del disastro saranno nove nel solo rione Orti.

Nell'aeroporto di Alessandria (Piazza d'Armi), allo sbocco delle vie si generano conoidi di limo, detriti, autovetture e cassonetti fluitati per diverse centinaia di metri in direzione E-SE, le zone del Cimitero Comunale e del "Villaggio dei Commercianti" sono allagate al 90% (Fig. 48).

L'onda prosegue ancora verso la confluenza con il fiume Bormida, interessando aree agricole già coinvolte nel corso della mattinata. Sono danneggiati gli argini della c.na Isoletta (3.8 m) e anche la c.na Mezzano, isolata ma non allagata nella fase precedente, viene invasa dalle acque (2.5 m).

Anche in località Fornace Guerci, un'ampia area a Sud della c.na Isoletta (fortunatamente non urbaniz-

zata) viene allagata per la sormontazione degli argini.

Nel frattempo l'area del centro storico colpita dall'evento si è ulteriormente estesa interessando diverse decine di isolati, da via Tiziano alla metà di corso Roma, da piazzetta della Lega e buona parte di via Guasco fino all'Ospedale SS. Antonio e Biagio.

I piani interrati della città sono allagati fino alla zona di via Marengo e c.so Teresio Borsalino, a causa del rigurgito della rete fognaria. Ne consegue che è colpito, più o meno intensamente, circa il 90% del territorio delle Circoscrizioni Nord e Centro del comune di Alessandria.

Il centro storico della città (specialmente la zona più antica di borgo Rovereto) è caratterizzato da lievi ondulazioni del piano campagna, in questo caso ben evidenziati dall'andamento della piena. Ad esempio nella zona di via S. Ubaldo e via Bottazzi si registrano livelli d'acqua superiori a 2.5 m, mentre la vicina chiesa di Santa Maria di Castello, di origine medioevale, rimane emersa a causa della presenza di un graduale rilevato, di norma scarsamente percepibile.

In generale, gran parte del centro storico risulta depresso rispetto alla zona degli spalti e del lungo Tanaro, anche a causa della presenza di materiale appartenuto ai vecchi bastioni della città (livellati e rimossi in epoca più recente); questi fungevano da opere di difesa militare ma certamente anche da argini a difesa dal Tanaro.

Le irregolarità morfologiche presenti nel piano viabile della città, spiegano quindi l'alta energia di deflusso in direzione Sud-Est osservato fino ai limiti esterni dell'area esondata (es. piazzetta della Lega).

A nord della città, in sinistra Tanaro, la piena raggiunge il piede della collina terziaria, in direzione Valmadonna e Valle San Bartolomeo, con una sezione complessiva massima di circa 4 km.

Il rilevato autostradale della A21 Torino-Piacenza viene attraversato in più punti per la presenza di sottopassi e di fornici per il drenaggio della rete idrografica minore proveniente dalla collina; alcuni edifici sono allagati anche se ubicati alle spalle dell'autostrada (c.na Presidenta, 1.4 m).

In fraz. Pavone di Alessandria si manifestano marcati fenomeni di erosione di sponda, con l'alveo del Tanaro e tutta la piena in battuta contro la collina.

In zona di confluenza, in particolare nel territorio di Castelceriolo, le campagne già alluvionate il giorno 5 dal fiume Bormida, sono nuovamente colpite violentemente dalle acque, questa volta con livelli di piena sul piano campagna originario più che raddoppiati.

Nel pomeriggio di sabato 5 novembre, i territori a Ovest di Castelceriolo e della regione Grilla sono interessati da un'ingressione d'acqua proveniente da nord attraverso i fornici dell'autostrada A21 Torino-Piacenza; l'area golenale in località Fonti di Lobbi era stata esondata a partire alla prima mattinata (ore 6.30). Si tratta di acque in laminazione legate al rigurgito del fiume Bormida in confluenza con il Tanaro. Quest'ultimo a differenza del Bormida risulta al momento in piena ordinaria, non rilevandosi ancora par-



Fig. 48. Città di Alessandria. La ripresa mostra una delle vie del centro storico della città completamente sommersa dalle acque la domenica 6 novembre 1994 (C.R.I. - Studio Levi).



Fig. 49. Bassignana, località Ponte della Vittoria. Novembre 1994: azione erosiva del Fiume Tanaro con formazione di ampie lune.

particolari fenomeni di esondazione o sormontazione delle sponde a monte della confluenza.

Il giorno successivo, l'onda di piena del Tanaro che ha raggiunto tra le 13.00 e le 14.30 l'abitato e le frazioni di Alessandria, a partire dalle 15.00 si riversa violentemente in zona di confluenza, dopo aver attraversato trasversalmente da Ovest ad Est l'alveo del Bormida ed aver determinato numerose rotture agli argini di quest'ultimo sia in sinistra, sia in destra.

Da poco defluita la piena del sabato, già alle 8.00 di domenica 6 novembre la località Fonti di Lobbi è investita nuovamente dall'esondazione del Tanaro; il culmine sarà raggiunto attorno alle ore 16.00 dello stesso giorno. Anche la c.na Ressiga è colpita alle 16.00 (1.0 m), la c.na Malpensata alle 16.15 (1.5 m), la c.na Vespa alle 16.30 (1.4 m). La c.na Garrone, immediatamente all'esterno dell'argine tra Lobbi e Piovera, non è toccata direttamente ma subisce il rigurgito degli scarichi fognari.

In sinistra Tanaro l'area golenale ai piedi della collina (regione Isola San Tommaso ed ex-discarica di Montecastello) è sommersa da livelli variabili tra 0.5 e 2.0 m sul p.c. originale. Alcuni fabbricati dell'abitato di Pietramarazzi sono coinvolti direttamente.

In destra Tanaro le arginature della c.na Sardegna subiscono molteplici rotture e la campagna circostante viene allagata da livelli tra i 2.0 ed i 3.0 m di acqua ad altissima energia.

La sezione di piena subisce un restringimento dovuto ad un insieme di cause morfologiche ed antropiche, passando dai circa 3.0 km tra Pietramarazzi e Castelceriolo, ai circa 1.8 km tra l'abitato di Montecastello e la frazione Lobbi. In sinistra è infatti presente il piede del rilievo collinare; in destra, a partire dall'incisione di un paleoalveo, prende origine l'argine del Tanaro che si sviluppa per diversi chilometri fino alla confluenza con il fiume Po, dove si raccorda con le arginature di quest'ultimo.

In corrispondenza del restringimento suddetto, anche a causa della presenza di argini agricoli minori posti trasversalmente alla direzione di piena, si assiste ad un sostanziale aumento dell'energia di deflusso; l'argine tra Lobbi e Piovera subisce fino alle 17.30 un progressivo aumento di spinta. Poco prima delle ore 18.00 l'argine cede in più punti.

Da questo momento in poi il fiume si divide di fatto in due corsi. Uno interno all'argine, caratterizzato da livelli d'acqua sempre superiori ai 2-3 metri, grande energia, che interessa aree golenali a basso rischio, principalmente con danni alle colture agricole ed alle difese spondali.

Un corso "secondario", a partire dalla rottura di Piovera, riattiva i paleoalvei all'esterno dell'argine, con livelli medi d'acqua attorno al metro, energia contenuta, ma coinvolgimento di aree ad alto rischio (centri abitati, aree produttive, infrastrutture), con territori comunali sommersi al 90-100%.

Lungo l'alveo le erosioni di sponda sono diffuse e profonde, con velocità di deflusso elevata, almeno fino al ponte della S.P. 78. A Pietramarazzi viene misurata una portata massima storica di 3500 m³/s. A Montecastello, in prossimità della barra ghiaiosa fronteggiante l'ex-discarica, si assiste ad un principio di diversione d'alveo.

A valle di Rivarone, il tratto golenale del rilevato della S.P. 78, che interrompe trasversalmente il deflusso di piena, determina un marcato rallentamento del deflusso. Le acque sono costrette nei meno di 400 metri di luce lorda del ponte, contro una sezione di piena di circa 1.3 km e battenti medi di 3-4 m sul p.c. originale.

Le difese spondali lungo le spalle del ponte sono gravemente danneggiate, si formano profondi canali di erosione tra i piloni e, poco più a valle, un'ampia luna si apre sulla sponda sinistra a causa dell'ostruzione d'alveo dovuta al materiale sabbioso-ghiaioso accumulato (Fig. 49).

Nel corso del tardo pomeriggio il rilevato della S.P. 78 viene sifonato e sormontato in più punti, consentendo finalmente il deflusso.

La città di Alessandria: cenni storici

Gli effetti catastrofici dell'evento del novembre 1994 in Alessandria, illustrati nelle sequenze cronologiche sopra evidenziate, meritano una ulteriore riflessione su alcune anomalie e sui danni che via via nel tempo si sono verificati nel centro urbano ed a carico degli edifici rurali circostanti la città.

A quattro anni dall'evento catastrofico sono ancora evidenti i segni lasciati dalla piena sui muri cittadini ed un'analisi più attenta porta a rilevare incongruenze sui livelli che in parte possono essere spiegate da irregolarità morfologiche presenti all'interno del concentrico ed in parte dalla presenza di ostacoli temporanei e non, quali accumuli di autovetture, serbatoi, detriti vari, non ultimi i tronchi fluitati, oppure barriere artificiali quali muri di recinzione, siepi fitte, baracche, box allineati, per buona parte trasversali alla prevalente direzione della corrente. Le stesse vie cittadine hanno condizionato una sorta di andamento preferenziale delle acque.

I danni successivi all'evento, che nelle zone edificate più colpite ha comportato un ristagno delle acque per 24-36 ore ed in quelle agricole un ristagno più prolungato anche per decine di giorni in corrispondenza di depressioni, sono andati aggravandosi col tempo e si sono evoluti nell'arco di alcuni anni; essenzialmente possono essere ricondotti a:

- cedimenti statici differenziali legati alle caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione degli edifici ed alla progressiva escursione della falda freatica ed imbibizione dei terreni superficiali (Fig. 50);

- imbibizione e successivo lento asciugamento delle strutture edilizie antiche della città e dei dintorni, realizzate in parte in mattoni crudi ed in terra battuta oppure in mattoni cotti, ma legati con limo sabbioso e non con malta. Numerosi esempi si sono verificati nel Rione Orti con edifici crollati anche dopo il passaggio della piena (Fig. 51);

- cedimenti di vuoti e di riporti non sufficientemente compattati o assestati, legati anche alla presenza di antiche strutture sotterranee, verificatisi in zona Cittadella e in aree non interessate direttamente dall'esondazione, ma coinvolte dalla parziale riattivazione di manufatti sotterranei in disuso e parzialmente riempiti (Canale Carlo Alberto).

Le lesioni hanno coinvolto aree anche non direttamente toccate dalla piena, ma interessate dai rigurgiti fognari nelle cantine o dalla forte escursione temporanea della falda freatica; tali fenomeni si sono registrati in alcuni casi anche a distanza di alcuni anni dall'evento.



Fig. 50. Alessandria, Borgo Cittadella, novembre 1994. Cedimenti differenziali a carico delle opere murarie che hanno presentato attività per molto tempo dopo l'evento alluvionale.

Alcuni danneggiamenti poco percepibili, ma localmente diffusi, riguardano i cedimenti legati alla viabilità cittadina, che hanno provocato avvallamenti e difficoltà di scolo delle acque a causa anche dell'affiorare dei tombini a centro strada, in quanto solidali ad una struttura più rigida quale una fognatura.

Le reti fognarie inoltre sono state coinvolte, oltre che da fenomeni di intasamento dovuto inizialmente ai depositi limosi accumulatisi all'interno, anche da lesioni legate a cedimenti del terreno.

Le considerazioni successive analizzano alcune tra le principali cause dell'amplificazione del fenomeno, nel tratto di attraversamento cittadino del fiume Tanaro, collegate alle più evidenti modificazioni antropiche che, dai dati storici in possesso del Settore, sono riassumibili in alcuni esempi che si ritengono significativi.

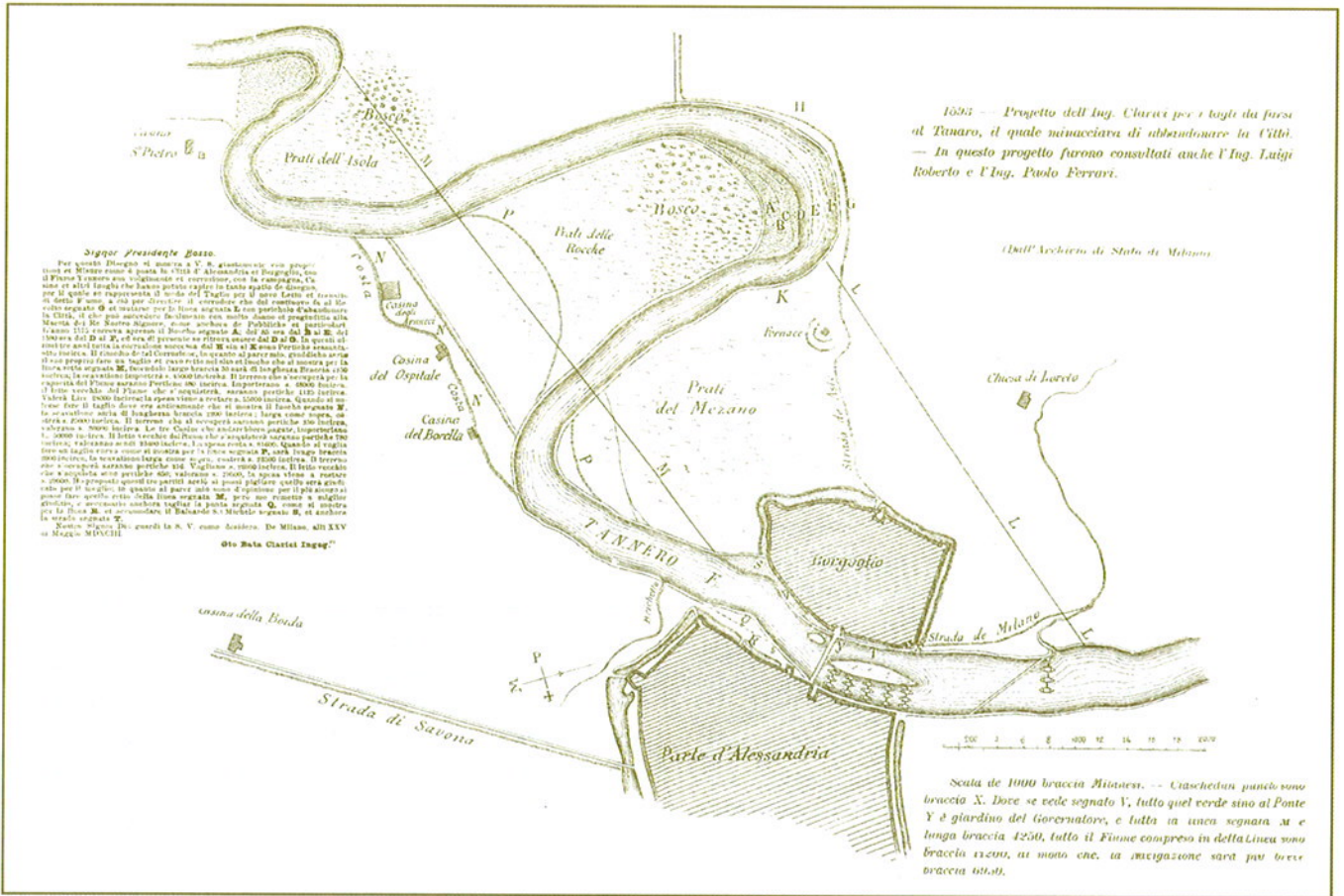
1) La trasformazione più antica e documentata dell'assetto idraulico della città risale alla fine del 1500, quando il corso del fiume, sviluppato ad ampi meandri, tendeva ad aggirare la città che occupava entrambe le sponde. Per evitare ciò, si progettaron e si eseguirono una serie di tagli artificiali che mutarono la geometria del canale di deflusso fino a fargli assumere l'andamento attuale, escludendo alcuni meandri poi interrati e successivamente attraversati dalla linea ferroviaria Genova-Torino. Le rotture principali del rilevato ferroviario, durante la fase catastrofica dell'evento, sono avvenute in queste zone ed hanno provocato lo svuotamento simultaneo di un invasore temporaneo di enorme volumetria (Tav. I).

2) Le successive trasformazioni urbanistiche, legate all'importanza strategica e militare della zona, hanno sempre tenuto conto dei possibili danni causati dalle esondazioni del Tanaro e sono ben documentate opere di difesa, rappresentate principalmente dalle mura della città; tali difese, parzialmente abbattute verso la fine dell'Ottocento, sono state in parte mantenute tramite i rialzi viari, in funzione di difesa arginale, dei lungotanaro cittadini.

3) A valle della Cittadella, si incontra un esempio eclatante della usurpazione delle aree di pertinenza



Fig. 51. Alessandria, Rione Orti, novembre 1994. Edificio in mattoni crudi crollato in parte dopo la piena.



Tav. I. Progetto dell'ing. Clarici riguardante i tagli del Tanaro lungo la linea M; la ferrovia taglierà nel 1850 il residuo del meandro principale.

fluviale, il cosiddetto "Isolotto Galateri". Il fiume a valle del ponte Cittadella da tempi lontani, secondo le descrizioni e le cartografie conosciute, snodava il suo corso in due rami che contornavano un isolotto di ragguardevoli dimensioni, più volte modificato a seguito di molteplici progetti di difesa militare della Cittadella e della città.

Le prime consistenti fortificazioni iniziarono nel primo Ottocento e furono potenziate dall'allora Governatore Militare della città di Alessandria, Gabriele Galateri, da cui l'isola fortificata prese il nome e ulteriormente modificate in tempi successivi. Dopo alterne vicende le fortificazioni sull'isola perdettero il loro carattere difensivo, caddero in disuso e furono parzialmente smantellate; restò l'isola ed il ramo fluviale secondario che, a seguito dell'abbattimento delle muraglie e della mancata manutenzione, si interrò progressivamente.

Le strutture di fondazione delle mura, eseguite prevalentemente in pali di legno infissi profondamente in alveo, rallentarono le modificazioni naturali dell'isola, creando un impedimento ed una strozzatura che ancora esiste.

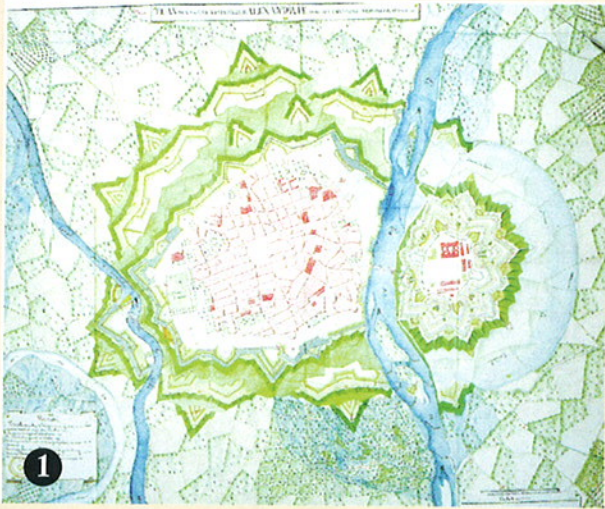
Quanto restava dell'alveo secondario, ancora visibile nelle carte ottocentesche, si interrò progressivamente, come mostrano le carte IGM 25.000 prima edizione e venne colmato definitivamente dopo la Seconda Guerra Mondiale, pare con l'utilizzo delle

macerie degli edifici cittadini distrutti dai bombardamenti alleati. A partire dagli anni '50 in avanti sul sedime ricavato, costituito dal canale secondario e dall'isola, sorsero alcune abitazioni ed una zona industriale che stabilizzò definitivamente la strozzatura che venutasi a creare e rappresentò una delle cause del difficoltoso smaltimento della piena del novembre 1994.

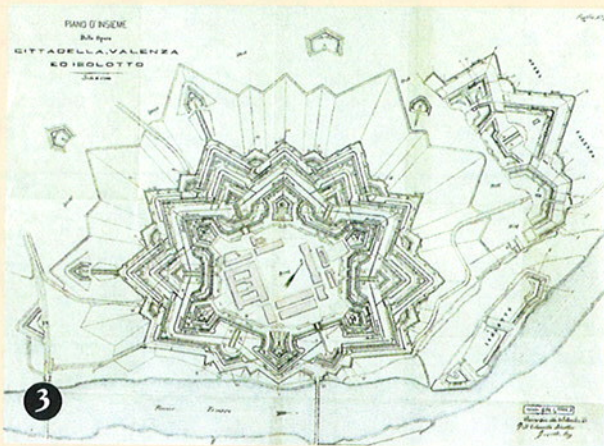
Si può ancora ricordare che durante l'evento era presente in alveo un isolotto (impropriamente confuso con il Galateri) che comprendeva una piccola porzione verso monte dell'isola originale (Tav. II).

4) Un ultimo esempio di modificazione antropica, sempre legata ad esigenze di natura militare, riguarda il progressivo spostamento del rione Orti verso Nord, avvenuto nell'arco di alcuni secoli.

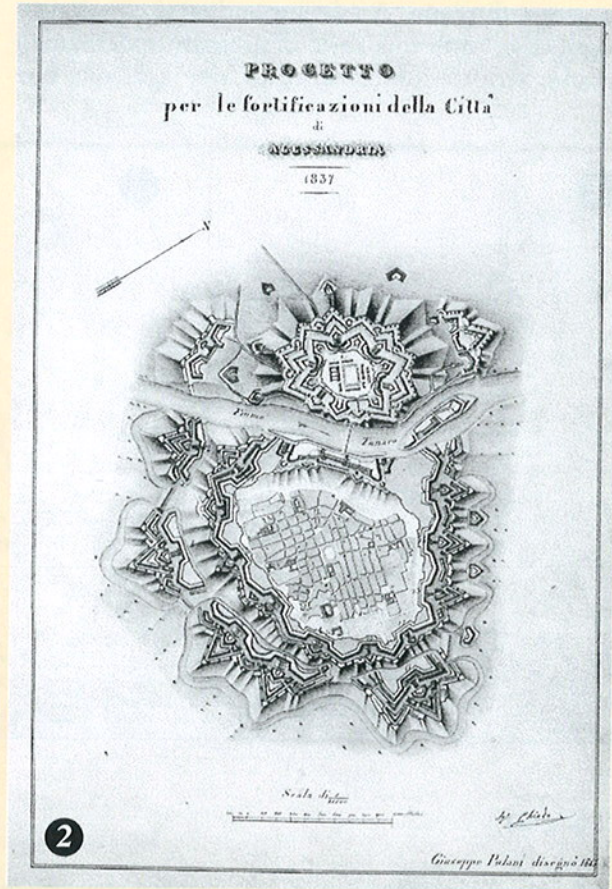
L'analisi delle cartografie disponibili, ha permesso di ricostruire infatti la dinamica evolutiva del rione rispetto al centro edificato; il progressivo allontanamento dalla città, a causa delle modificazioni e degli ampliamenti della cinta muraria cittadina, portò allo spostamento del nucleo centrale del rione e della relativa chiesa per ben due volte. Nel secondo dopoguerra, l'abbattimento della cinta muraria permise un collegamento con la città tramite una fascia a servizi (macello, mercati, depositi, ecc.) ottenuta con il riutilizzo dei terreni demaniali livellati. Si ottenne perciò una appendice alla città, prolungata in modo ano-



1



3



2



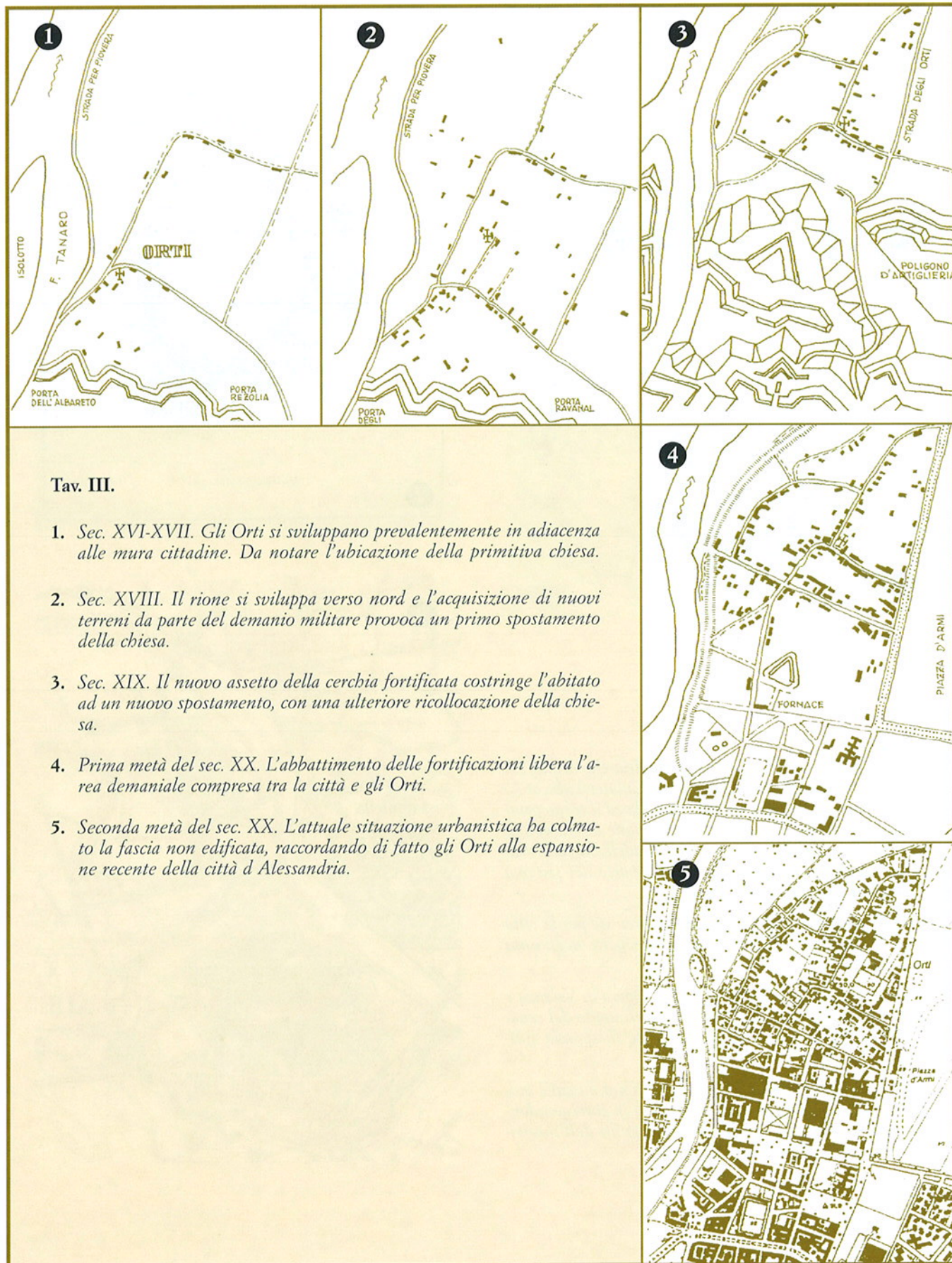
4

Tav. II.

1. 1802: pianta della città di Alessandria che indica l'isolotto parzialmente fortificato (Isola Galateri) ubicato a centro alveo del Tanaro, tra la Cittadella ed il corpo principale dell'abitato. Da notare l'indicazione del campo di inondazione artificiale esterno alla Cittadella in parte realizzato negli anni seguenti e facente parte del sistema difensivo della Cittadella stessa.
2. 1845: progetto delle fortificazioni previste per la città e per l'Isola Galateri, realizzate solo in parte negli anni successivi.
3. 1886: Pianta della Cittadella, dell'Opera di Valenza e dell'ex-Isola Galateri. Da notare l'interrimento del canale secondario presente originariamente in sponda sinistra.
4. 1900: Tavoletta I.G.M. (prima edizione), in cui è evidente il forte restringimento dell'alveo in corrispondenza dell'originaria Isola Galateri, a seguito dell'interrimento creatosi negli anni precedenti.

malo verso Nord, che occupò un'area di espansione delle acque di piena. A tale appendice si congiunsero, verso Est, tutta una serie di arginature demaniali e private, a difesa unicamente di aree agricole, che

andando a collegarsi con quelle del fiume Bormida ridussero drasticamente le possibilità di laminazione delle acque nella parte settentrionale del circondario agricolo della città (Tav. III).



Piovera

A Piovera, le acque che fuoriescono dalla rottura dell'argine allagano progressivamente il paleoalveo a monte del paese. Alle 19.00 una ventina di edifici del concentrico sono allagati ed il deflusso verso Nord-Est è rallentato dalla prosecuzione esterna del rilevato della S.P. 78. Le acque si accumulano, l'energia potenziale ed i livelli sul p.c. continuano a crescere fino a quando, attorno alle 22.00, anche questo tratto di rilevato viene sormontato per circa 1 km, subisce una rottura e l'acqua riesce a defluire.

Intanto, all'interno dell'argine, il culmine della piena ha raggiunto rapidamente la confluenza con il fiume Po. Quest'ultimo, anch'esso in piena eccezionale, ha già causato gravi danni più a monte; a valle della confluenza, anche se in più punti i livelli d'acqua sul p.c. raggiungono i 4-5 m, in nessun tratto si ha il superamento degli argini (almeno in destra Po); questo è anche evitato in extremis grazie all'innalzamento con materiale detritico e sacchetti di sabbia.

Lentamente ma con continuità, l'allagamento si estende invece da parte delle acque del Tanaro all'esterno degli argini, dove a valle di Piovera si riattivano diversi paleoalvei (canale Riale, roggia Corsica, ecc.).

Alle 24.00 la totalità dell'abitato di Grava è allagato da livelli medi d'acqua attorno al metro. Entro le ore 1.00 di lunedì 7 novembre, anche le località Mezzanino, Baracconi del Canale, Montariolo e Lucchina subiscono un completo allagamento.

In comune di Sale a partire dalle 2.00, i terreni in località Orti Grande ed Orti Camprella, sono sommersi da 0.8-2.0 m d'acqua. La sezione esondata (esterna all'argine) misura circa 2 km.

La frazione Cocetta è isolata ma in gran parte non allagata grazie ai livelli medi d'acqua inferiori al metro ed alla edificazione su leggero rilevato.

Anche il concentrico di Alluvioni Cambiò è isolato; la quasi totalità degli edifici non è interessata direttamente, ma circa il 90% del territorio comunale è sommerso.

La confluenza tra fiume Tanaro e fiume Po è stata ormai lasciata diversi chilometri più a monte, ma il lento movimento delle acque del Tanaro, fuoriuscite dalla rottura di Piovera, perdura esternamente agli argini del Po per tutta la giornata di lunedì 7 novembre.

A causa della riattivazione del paleoalveo della roggia Corsica, viene raggiunto anche il comune di Isola S. Antonio, dove due ordini di arginature si chiudono a ferro di cavallo attorno all'abitato per consentire la confluenza nel Po del torrente Scrivia e per difendere l'abitato dalle piene di quest'ultimo.

Il torrente Scrivia, proveniente dall'entroterra ligure, fortunatamente non è in piena, scongiurando quindi il pericolo di ulteriori rigurgiti.

Le acque drenate lungo l'asse dalla roggia Corsica procedono invece direttamente tra le due arginature a ferro di cavallo di Isola S. Antonio, accumulandosi senza possibilità di scolo né nello Scrivia né tantomeno nel Po.

Nella sera di lunedì, fino all'inizio della nottata, sono allagate la regione Celestina e le caschine Beltrama e Carolina. Le acque continuano ad accumularsi alle spalle dell'argine esterno, rigurgitando verso monte senza possibilità di sfogo, con livelli misurati attorno ai 2.0-2.5 m., ulteriormente in crescita.

Solo grazie alla presenza dell'argine interno, a diretta difesa dell'abitato di Isola S. Antonio, gli edifici del concentrico sono risparmiati.

Fino all'alba del martedì l'invaso creatosi si estende sempre più, raccogliendo tutte le acque fuoriuscite dalla rottura di Piovera a partire da domenica 6.

Attorno alle ore 5.00 di martedì 8 novembre si decide la rottura artificiale dell'argine esterno.

L'acqua ritenuta fino a quel momento si riversa così nella golena di regione Montemerla, dove nel frattempo la piena straordinaria del Po è già defluita a partire dalle ore 5.00 del giorno precedente.

Sono passate 35 ore dalla rotta arginale di Piovera; l'acqua fuoriuscita in sponda destra del Tanaro ha percorso tra i 15 ed i 20 km all'esterno dell'argine, coinvolgendo direttamente i territori comunali di Piovera, Sale, Alluvioni Cambiò ed Isola S. Antonio, con diverse centinaia di edifici allagati o isolati e molteplici danni ad infrastrutture ed unità produttive.

In tutti i suddetti territori, si è ormai accertata l'assenza di danni da parte dell'azione diretta del Po e del torrente Scrivia; tutti i danni sono quindi da imputare alle acque di piena del fiume Tanaro, fuoriuscite dalla rotta arginale di Piovera, incanalate lungo i paleoalvei e, a valle della confluenza, coinvolgenti per alcune decine di km² anche le fasce di pertinenza fluviale del fiume Po.

Considerazioni sul processo di piena lungo il fiume Tanaro

Propagazione dell'onda di piena: elaborazione dei dati spazio-temporali

Nell'espletamento delle attività di rilevamento inerenti la delimitazione del campo di inondazione, e dei processi associati, lungo il fiume Tanaro si è provveduto a raccogliere dati relativi alle modalità temporali con le quali il colmo della piena si è manifestato lungo l'asta nel tratto di 228 km compreso tra Ormea, ubicata nell'alto bacino del fiume, e la confluenza in Po.

A tale proposito è doveroso rammentare che, per taluni luoghi, si sono riscontrate testimonianze locali, sugli intervalli di tempo che presentavano uno scarto rispetto all'ora presumibile dedotta da una osservazione generale su quel determinato tratto.

È comprensibile che durante il parossismo della piena le popolazioni colpite abbiano avuto una percezione a volte inesatta degli accadimenti; in certi luoghi, poi, i deflussi si sono manifestati in modo articolato con direzioni non previste o prevedibili.

È il caso questo, ad esempio, di Farigliano ove le case di Borgo Ponte hanno subito, la sera del sabato 5 novembre, un primo interessamento generato per

acque provenienti dalla superficie terrazzata posta a tergo del nucleo abitato e poi solo in seguito sono state pesantemente colpite dall'onda di piena con altezze dell'acqua di inondazione fino a 3,20 m.

La registrazione delle ore di transito risente quindi, della soggettività e della posizione del testimone durante l'evento e infine, per le aree poste nel tratto medio-terminale, anche dalla più lunga permanenza delle acque di inondazione sui territori coinvolti.

Al fine di consentire un'analisi sistematica delle informazioni raccolte sono stati messi in relazione i tempi inerenti i colmi della piena e le distanze percorse. Il passaggio dalla rappresentazione discreta a quella continua è stato fatto mediante una funzione polinomiale che interpola i valori (cfr. il diagramma a seguito riportato) con un ottimo coefficiente di correlazione, pari a 0.99, ricavando in tal modo una rappresentazione organica sulla base della quale trarre utili considerazioni:

- il tempo $t = 0$ è fissato, meramente ai fini relativi alla elaborazione, intorno alle ore 18,00 del sabato 5 novembre in corrispondenza dell'abitato di Ormea, entro il tratto montano: a tale località, primo abitato di una certa importanza posto a margine del fiume, risalgono le prime testimonianze temporali relative al colmo di piena.

- il tempo $t = fine$ cade attorno alle ore 02,00 del lunedì 7 novembre in corrispondenza alla zona di confluenza del fiume Tanaro nel Po.

- l'intervallo di percorrenza dei 228 km, da parte del colmo, risulta essere di circa 32 ore;

- nel complesso la velocità del deflusso, dedotti dalla elaborazione, variano da 5,4 metri al secondo, nel tratto montano, a 0,9 metri al secondo nella zona terminale del campo di inondazione;

- la linea di tendenza, che rappresenta l'interpolazione dei punti ricavati sulla base delle segnalazioni permette di apprezzare alcune significative variazioni di pendenza nella curva; una prima variazione delle velocità di deflusso si pone a monte dell'abitato di Ceva, e una seconda, più significativa, a valle dell'abitato di Asti, ambedue nel senso di un sensibile "rallentamento"; una possibile interpretazione sul rallentamento che si osserva a partire dall'area di Ceva può essere ricercata nella comparsa, da questo tratto in poi, di una certa fascia esterna contigua al canale di deflusso che durante l'alluvione del 1994 si è dimostrata sommergibile rendendo possibile, in una certa misura, l'espansione del colmo della piena e inducendovi un corrispondente rallentamento. *È da sottolineare, comunque, che le testimonianze relative all'ora di passaggio del colmo sono affette da una certa imprecisione che potrebbe "inquinare" il dato e con questo la tendenza espressa dal diagramma in quel punto;* la più spiccata variazione manifestata dalla curva nel tratto tra Asti ed Alessandria permette alcune interpretazioni: la prima richiama la comparsa, a valle di Asti di una minore pendenza generale del corso d'acqua e dell'ampia pianura alessandrina che permette alle acque di esondazione di utilizzare superfici laterali generalmente più ampie ancora di quanto

già non fossero mediamente nel tratto lasciato a monte, la seconda, richiamata dal paragrafo "Cronistoria del processo di piena nel tratto alessandrino", fa riferimento alla esistenza di una articolata successione di condizioni sia antropiche sia naturali e di accadimenti che, pare accertato, hanno notevolmente rallentato il deflusso e che qui vengono ricordate:

- a Felizzano sono presenti una poco pronunciata soglia morfologica naturale e diverse opere idrauliche, questo insieme di circostanze naturali ed artificiali determina un generale rallentamento del deflusso di piena con la creazione a monte di uno pseudoinvaso in cui i livelli raggiungono e superano spesso i 3.0 m sul p.c. originale;

- poco più a valle di Felizzano una intricata rete di rilevati ed argini, posti trasversalmente alla direzione di piena, crea un ulteriore rallentamento del deflusso. In particolare, a monte del rilevato di un'opera ferroviaria incompiuta degli anni '30, il livello delle acque trattenute raggiunge i 4.5 m. Le acque, nel tentativo di aggirare l'ostacolo, determinano un'ulteriore allargamento della sezione di piena, riattivando numerose forme fluviali relitte;

- a Montecastello è presente il piede del rilievo collinare e in destra prende origine l'argine del Tanaro che si sviluppa per diversi chilometri fino alla confluenza con il Fiume Po, dove si raccorda con le arginature di quest'ultimo;

- a valle di Rivarone, il tratto golenale del rilevato della S.P. 78, che interrompe trasversalmente il deflusso di piena, determina un marcato rallentamento del deflusso. Le acque sono costrette nei 400 metri ca. di luce lorda del ponte, contro una sezione di piena di circa 1.3 km e battenti medi di 3-4 m sul p.c. originale;

- a Piovera, le acque che fuoriescono dalla rottura dell'argine allagano progressivamente il paleoalveo a monte del paese, il deflusso verso NE è rallentato dalla presenza del rilevato della S.P. 78.

Infine, per quanto concerne il diagramma, sono riportate, al fine di ottenere una immediata comparazione visiva tra situazioni ambientali diverse tra loro, tre finestre cartografiche estratte e ridotte dalla "Carta del campo di inondazione del Fiume Tanaro, 1994", Regione Piemonte (1995); nel particolare si tratta di riproduzioni parziali delle Sezioni, in scala 1:10.000, "Niella Tanaro" 210160, "Narzole" 210030, "Piovera" 177010.

Influenza ed interferenza degli attraversamenti e dei rilevati annessi

L'articolata realtà morfologica dei bacini idrografici alpino-collinari e, in particolare, del fiume Tanaro, e la successione di diversi ambienti attraversati dal corso d'acqua, impone al progettista di un'opera di attraversamento la scelta tecnica che più soddisfi quelle che sono le condizioni territoriali, in rapporto alle potenzialità economiche di spesa.

Su queste variabili "fisse", tuttavia, influisce soven-

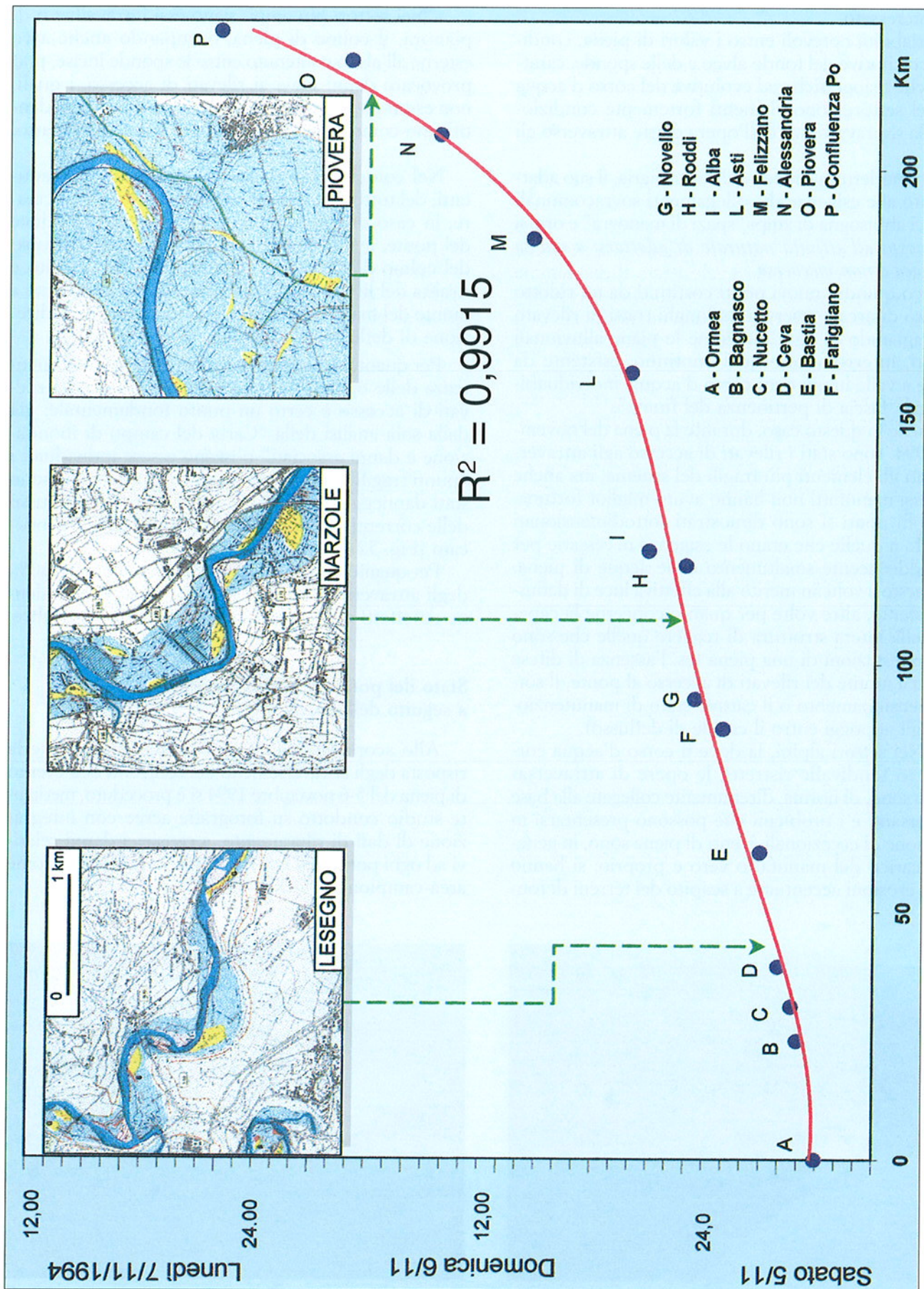


Diagramma tempi/distanze relativo al transito del colmo della piena lungo l'asta del fiume Tanaro nel tratto compreso tra Ormea (CN) e la confluenza (AL).

te, e purtroppo in modo negativo, la non completa comprensione, e infine la sottovalutazione, di quelli che sono i meccanismi di evoluzione del corso d'acqua interessato.

Variabilità notevoli entro i valori di piena, condizioni costitutive del fondo alveo e delle sponde, caratteristiche fisiografiche ed evolutive del corso d'acqua in quel settore sono elementi fortemente condizionanti la sopravvivenza dell'opera d'arte attraverso gli anni.

La "modernizzazione" della rete viaria, il suo adattamento alle esigenze di collegamenti sovracomunali e veloci abbisogna di ampi "spazi di manovra" e ormai è richiesto all'attività naturale di adattarsi a quella antropica e non viceversa.

Ecco quindi i nuovi ponti costituiti da un ridotto numero di arcate e serviti da lunghi tratti di rilevato che, tagliando in ogni direzione le piane alluvionali recenti, interrompono quel continuo, esistente da monte a valle lungo ogni corso d'acqua, individuabile come "fascia di pertinenza del fiume".

Anche in questo caso, durante la piena del novembre 1994, sono stati i rilevati di accesso agli attraversamenti gli elementi più fragili del sistema, ma anche gli stessi manufatti non hanno avuto miglior fortuna.

Molti ponti si sono dimostrati sottodimensionati rispetto a quelle che erano le esigenze necessarie per un soddisfacente smaltimento delle acque di piena.

Questo a volte in merito alla effettiva luce di deflusso esistente, altre volte per quanto concerne la capacità della intera struttura di reggere quelle che sono le manifestazioni di una piena (es. l'assenza di difese sui lati a monte dei rilevati di accesso al ponte, il sottodimensionamento o il cattivo stato di manutenzione degli appoggi entro il canale di deflusso).

– Nei settori alpini, là dove il corso d'acqua corre entro fondovalle ristretti, le opere di attraversamento sono, di norma, direttamente collegate alla base dei versanti e i problemi che possono presentarsi in occasione di eccezionali eventi di piena sono, in genere, a carico del manufatto vero e proprio; si hanno allora erosioni accentuate a scapito dei terreni di fon-

dazione, con abbassamento della capacità portante dell'insieme fondazione-pilastro, o di una delle spalle di accesso.

– Nei settori più ampi, siano essi intravallivi o di pianura, il colmo di piena, occupando anche aree esterne all'alveo contenuto entro le sponde incise, può provocare danni gravi ai rilevati di accesso, i quali, non essendo protetti contro i processi erosivi, si identificano come "punto debole" dell'intero manufatto.

Nel contempo l'esistenza di questi lunghi manufatti, del tutto simili a dighe in terra battuta, può creare, in caso di sbarramento o insufficienza della luce del ponte, le condizioni per impedimenti al deflusso del colmo di piena con rallentamento del transito e risalita del livello idrico nelle aree immediatamente a monte del manufatto o, anche, condizionarne la direzione di deflusso.

Per quanto concerne il ripristino e la messa in sicurezza delle opere di attraversamento quello dei rilevati di accesso è certo un punto fondamentale: già dalla sola analisi della "Carta del campo di inondazione e danni associati" possono essere individuati i "punti fragili" di un attraversamento, quelli che sono stati danneggiati o distrutti e le direzioni di deflusso delle correnti veloci che questo danno hanno provocato (Fig. 52).

Per quanto riguarda il fiume Tanaro, meno del 30% degli attraversamenti può ritenersi totalmente indenne da effetti conseguenti la piena del 5-6 novembre.

Stato dei ponti sul fiume Tanaro a seguito della piena

Allo scopo di analizzare il comportamento e la risposta degli attraversamenti nei confronti dell'evento di piena del 5-6 novembre 1994 si è proceduto, mediante studio condotto su fotografie aeree con integrazione di dati di rilevamento, a censire i danni relativi ad ogni ponte sull'asta del fiume Tanaro scelto come area-campione.



Fig. 52. Fiume Tanaro: strada provinciale n. 12 "Fondovalle", tratto Farigliano-Cherasco. Esempio di asportazione completa, per erosione fluviale, di due tratti di rilevato contigui a ponti.

Una opportuna scheda, redatta in forma tabellare e sintetica, ricovera le informazioni inerenti i 94 ponti posti attraverso il fiume, lungo i circa 228 km tra Ormea e Bassignana.

Occorre, innanzitutto, evidenziare gli elementi costitutivi del manufatto, presi in considerazione nella raccolta dei dati relativi ai danni.

Si sono intese come contestuali all'insieme "ponte" sia le *parti strutturali* vere e proprie (ovvero spalle di appoggio, pile, fondazioni, impalcato e strutture di servizio all'attraversamento) sia *quelle di collegamento* alla viabilità (rilevati di accesso, relativo piano viabile, eventuali opere di difesa contro l'attività erosiva fluvio-torrentizia).

Gli attraversamenti sono stati esaminati in ordine successivo da monte a valle, e per ciascuno sono ricoverati, nella scheda originale (qui non riportata) il riferimento geografico (Comune, località) e l'Amministrazione competente.

La suddivisione tra *opere danneggiate* e *distrutte* valuta se il manufatto ha avuto necessità di manutenzioni e riparazioni, anche se straordinarie, a seguito dell'evento alluvionale o al contrario si è dovuto procedere alla sua completa o parziale ricostruzione.

Lo stesso vale per i *rilevati di accesso*: hanno subito *danno* quando le acque correnti hanno provocato parziale erosione su uno dei lati, hanno subito *distruzione* quando l'erosione e l'asportazione del materiale inerte, costituente il manufatto, hanno provocato un taglio trasversale completo dell'opera, con passaggio, "in aggiramento" del ponte, di parte delle acque di piena.

L'ampiezza del varco che si è venuto a creare è schematicamente indicata da 4 *famiglie* diverse di valori:

- A (da 1 a 5 m);
- B (da 5 a 10 m);
- C (da 10 a 50 m)
- D (da 50 a oltre 100 m).

| | | | | | | | |
|--------------------------------------|----|--------|----|-------------------------|------|------------|---|
| Totale ponti: 94 | | | | <i>Nessun danno: 30</i> | | | |
| DANNEGGIATI | | | | | | | |
| Rilevato | | Spalla | | Impalcato | Pila | Fondazione | |
| Sn | Dx | Sn | Dx | | | | |
| 11 | 17 | 2 | 1 | 4 | 0 | 1 | |
| DISTRUTTI | | | | | | | |
| Rilevato | | Spalla | | Impalcato | Pila | Fondazione | |
| Sn | Dx | Sn | Dx | | | | |
| 16 | 7 | 3 | 1 | 9 | 3 | 2 | |
| RILEVATI DI ACCESSO DISTRUTTI | | | | | | | |
| Classe | A | | B | | C | | D |
| Totali | 4 | | 3 | | 8 | | 8 |

Nel caso dell'evento alluvionale del 1994, l'eccezionale ampiezza del campo di inondazione che si è registrata è direttamente proporzionale al volume d'acqua transitato lungo la valle Tanaro e valli limitrofe

ed è legata quindi strettamente alle piogge delle ore precedenti, alle condizioni dei versanti e della rete idrografica minore e alle caratteristiche morfologiche di ogni settore colpito.

Ma è certo che, in determinate situazioni ancorché locali, particolarmente nel settore montano-collinare, l'ostruzione dei ponti da parte di materiale arboreo fluitato ha aggravato la crescita eccezionale ed improvvisa del livello delle acque di piena a monte del luogo con drammatico coinvolgimento dei nuclei o centri abitati posti a lato degli attraversamenti.

Nel tratto compreso tra Ceva e Monchiero, ma anche oltre lungo il corso d'acqua, è frequente l'impiantamento del pioppo sulle aree pianeggianti poste sui lati del fiume (Fig. 53).

Questa essenza è caratterizzata da crescita veloce della parte aerea, con fusto slanciato e di lunghezza ragguardevole; mentre l'apparato radicale tende a svilupparsi in larghezza piuttosto che a "fittone". Nel contempo, in queste stesse aree, la relativa ristrettezza del fondovalle o l'esistenza di fasce fluviali inclinate anche debolmente verso l'alveo creano condizioni ambientali favorevoli al mantenimento di alte velocità di deflusso con notevole energia.

Questi fattori, quello forestale e quello morfologico, hanno favorito e provocato il ribaltamento e lo sradicamento di centinaia di alberi, il loro trasporto e infine l'accumulo sulle sponde, contro edifici o contro le pile dei ponti presenti nel tratto considerato.

Non è comunque semplice valutare quanto lo sbarramento dei ponti esistenti in questi abitati possa aver influito sull'ampiezza del campo di inondazione e sull'altezza del livello dell'acqua a monte del sito; l'accatastamento dei tronchi fluitati è un effetto a carattere effimero e discontinuo; i pochi dati ricavati dalle interviste riguardano l'inizio dell'accadimento, allorché l'intervento di squadre di volontari tentava di mantenere sgombre le luci dei ponti con l'utilizzo di escavatori posti in azione direttamente dall'impalcato. Con l'abbandono dell'area, al crescere veloce del colmo della piena, è cessata anche l'osservazione diretta del fatto, solo al decrescere del livello dell'acqua, durante la notte e all'indomani, si è potuto constatare come effettivamente le arcate degli attraversamenti fossero in parte otturate dagli accumuli di tronchi d'albero.

Conclusioni

La presenza delle infrastrutture, sia di collegamento che insediative, e la loro interferenza con l'evoluzione del transito del colmo di piena lungo le aste fluviali principali pongono seri problemi di coesistenza rispetto a questo processo naturale.

L'eccezionalità dell'evento 1994 ha comportato un amplificato coinvolgimento di tali strutture rimettendo in discussione, se mai ce ne fosse stato ancora il caso, i limiti esistenti nell'approccio usato durante la scelta ubicativa e la progettazione di determinati interventi.



Fig. 53. *Comune di Farigliano. Effetti del passaggio della piena fluviale su un gruppo di pioppi posti a monte del ponte Macagno sul fiume Tanaro.*

Questo si è riscontrato, in particolare, lungo i territori attraversati dal fiume Tanaro e suoi maggiori affluenti, in aree, cioè, di recente ed intenso interessamento da parte di nuova urbanizzazione, sia essa residenziale che produttiva .

Aree, peraltro, non più coinvolte da tempo relativamente lungo, almeno a scala umana, da fenomeni di alluvionamento e allagamento così imponenti e arealmente continui.

L'evento del 1994 ha mostrato aspetti interessanti nelle caratteristiche del transito della piena lungo il corso succitato; qui di seguito ne sono ricordati alcuni.

Tratto intra-collinare tra Ceva ed Alba

Tra Ceva, per la sua posizione assumibile come termine del settore montano, e la confluenza con il torrente Stura di Demonte il colmo della piena ha per lunghi tratti coinvolto l'intera sezione del fondovalle, occupando le superfici agricole a debole pendenza che collegano il canale con la base del versante, o anche i piani terrazzati posti in posizione più depressa.

Nel tratto compreso tra Bastia Mondovì e Narzole, in provincia di Cuneo, ove è presente la sequenza di meandri incassati entro basse superfici terrazzate, costituite da un letto di depositi alluvionali sopportato da rocce marnose della serie terziaria del Bacino

sedimentario delle Langhe, le acque del Tanaro non più contenute dalle sponde incise si sono indirizzate su direttrici ortogonali alle bisettrici di meandro investendo completamente i terrazzi abitati di Isola, L'Arcurata e Clavesana e Viajano e realizzando un effettivo e sostanziale, seppure temporaneo, raccorciamento della distanza di norma percorsa.

Sempre nella stessa zona il transito della piena con alta energia ha ulteriormente asportato, per lunghi tratti, i depositi detritici di fondo portando alla luce il substrato marnoso delle formazioni sedimentarie del Bacino Terziario Piemontese ivi presente (Fig. 54).

Tali modificazioni si sono operate anche a carico di lembi dei depositi alluvionali delle superfici terrazzate poste esternamente alla parte terminale delle anse, là dove le erosioni laterali sono più intense, operando quindi una progressione temporanea del meandro; di norma la frazione più grossolana del materiale mobilizzato, ciottoli e ghiaie, è stata immediatamente redistribuita sul piano campagna contiguo al tratto eroso.

Tratto di pianura tra Asti e la confluenza

Nel tratto medio e terminale del corso d'acqua, là dove l'alveo è inciso in ampio fondovalle costituito da depositi alluvionali antichi e recenti derivati dalla divagazione del fiume secondo uno stile a meandri,

come bene lasciano intravedere gli indizi morfologici evolutivi, sono individuabili frequenti aree di cava per inerti in posizione adiacente all'alveo originario.

In occasione del processo di piena del 5-6 novembre 1994 molte di queste forme antropiche sono state comprese entro i limiti del campo di inondazione partecipando, data la loro contiguità all'alveo e la loro forma depressa, ad individuare una "fascia" di movimento della piena i cui indizi, ricavati da rilevamento, indicano un passaggio con alta energia.

In corrispondenza dei maggiori centri abitati la presenza di importanti infrastrutture rilevate sulla piana alluvionale, quali viabilità di grande percorrenza, ferrovia e tracciato autostradale, non dotate di luci sussidiarie atte a smaltire i deflussi determinati da situazioni di emergenza come quella verificatasi nel novembre 1994, ha concorso a condizionare l'evoluzione del transito della piena nei confronti delle zone urbanizzate. In sintesi è possibile formulare, per il tratto preso in esame, una serie di considerazioni alcune delle quali acquisiscono valenza generale:

– esiste una relazione tra le modalità di risposta del corso d'acqua all'evento di piena ed il modello fluviale precedente i più intensi sviluppi urbanistici (anni '60-'70). In molti casi si è potuto constatare che era possibile dare spiegazione dei processi rilevati e dei danni verificatisi in ragione della morfologia fluviale risalente agli anni '50. Questa constatazione risulta particolarmente significativa per il tronco astigiano Canove - confluenza Bobore. Oltre a quanto affermato va comunque ricordato che le forme fluviali relitte, anche quelle in parte oblitrate per intervento antropico, svolgono un ruolo non trascurabile nel condizionare la propagazione dei deflussi e devono essere considerate vie preferenziali di correnti di inondazione o di riflusso.

– nel corso dell'evento gli attraversamenti hanno esaltato i processi associati alla propagazione della piena ogniquale volta hanno determinato restringimenti delle sezioni e quindi un impedimento al deflusso. Il cedimento o la lesione dei manufatti ha causato lo svuotamento di temporanei bacini di accumulo che hanno contribuito a restituire elevate portate, innescando correnti veloci. I casi analizzati pongono in evidenza che le lesioni sono avvenute a scapito dei rilevati di accesso che sono stati, o inizialmente sormontati e successivamente asportati, o demoliti per il sottodimensionamento di occasionali sottopassi. In tali condizioni i deflussi concentrati ad elevata energia hanno provocato danni alla piana alluvionale esterna all'alveo, spesso occupata da insediamenti. Questa constatazione dovrebbe indurre a considerare con maggior attenzione il problema della scelta dei siti più idonei per gli attraversamenti, e a definire con la dovuta oculatezza la più idonea tipologia del manufatto (lunghezza, dimensioni luci, tipologia costruttiva, rilevato, viadotto,...) in relazione al contesto morfologico, valutando coerentemente l'efficienza e la funzionalità dell'opera per le portate ordinarie e straordinarie.



Fig. 54. Comune di Farigliano, loc. Naviente. Esposizione del substrato marnoso a seguito di erosione laterale dei depositi alluvionali in sponda destra del canale del fiume Tanaro.

– l'esame del ruolo svolto dalle arginature e dalle opere di difesa idraulica nel corso dell'evento porta alla ormai tanto ovvia, quanto disattesa, considerazione che ogni corretto intervento dovrebbe derivare da una profonda conoscenza del modello fluviale e della sua possibile risposta agli eventi di piena in termini di meccanismi di propagazione dei deflussi. Spesso, nel corso dell'evento, i deflussi eccedenti l'alveo, hanno ripreso antiche forme fluviali asportando argini interferenti con esse. Anche in tal caso sembra opportuno razionalizzare gli interventi di regimazione e di controllo idraulici considerando organicamente, già in fase di progettazione, aspetti quali:

- l'ambito morfologico;
- la funzionalità dell'opera sia in perfette condizioni di efficienza, sia una volta lesionata (impedimento al riflusso delle acque verso il corso d'acqua);
- il corretto dimensionamento e collocazione delle opere (che presuppone la definizione della portata di riferimento ed implicitamente della sezione entro la quale viene smaltito il maggior deflusso della piena).