

Committente:

Regione Piemonte
COMUNE DI BEINASCO

Oggetto:

Verifiche di compatibilità idraulica delle previsioni dello strumento urbanistico (PRGC) ai sensi dell'art. 18, comma 2, del Piano per l'Assetto Idrogeologico

PROGETTO DEFINITIVO

Relazione idraulica (T. Sangone)

SCALA:

DATA:

giugno 2008

Identificazione elaborato	Ambito		Tipologia		Commessa	n° elaborato
IDPD638-1	I	D	P	D	638	1

Dati Progettisti:

Studio ANSELMO Associati

Via Vittorio Emanuele n°33

10023 CHIERI (TO)

Tel/Fax. 011 9415835

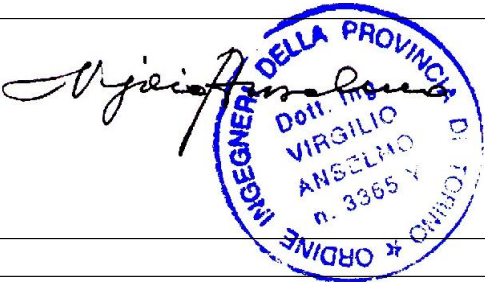
e-mail: anselmoassociati@virgilio.it

Dott. Ing. Virgilio Anselmo

Dott. For. Fulvio Anselmo

Collaboratori:

Dott. For. Davide Spada

Rev.	Redatto	Controllato	Approvato	Data	Timbri e Firme
0	Dott. D. Spada	Ing. V. Anselmo	Ing. V. Anselmo	06-2008	

Il Responsabile del procedimento:

FIRMA

File : IDPD638_1.doc

COMUNE DI BEINASCO

Verifiche di compatibilità idraulica delle previsioni dello strumento urbanistico (PRGC) ai sensi dell'art. 18, comma 2, del Piano per l'Assetto Idrogeologico (PAI) - T. Sangone -

Sommario

1	PREMESSA.....	2
2	MODELLAZIONE IDRAULICA	4
2.1	Il modello numerico.....	6
2.2	Geometria impiegata	8
2.3	Condizioni al contorno.....	10
2.3.1	Portata in ingresso	10
2.3.2	Scabrezza	12
2.3.3	Condizione in uscita.....	12
2.4	Risultati	12
3	CONCLUSIONI	14
4	ELENCO ELABORATI	15
5	RIFERIMENTI	16

1 PREMESSA

Il "Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico" sollecita la verifica di compatibilità, da condurre da parte delle Amministrazioni locali, delle previsioni urbanistiche vigenti con l'effettivo stato di dissesto del territorio e, ove se ne verifichi la necessità, impone l'adeguamento degli strumenti urbanistici. Tale normativa è stata recepita a livello regionale con la D.G.R del 15 luglio 2002 n° 45-6656, che reca gli indirizzi per l'attuazione del PAI nel settore urbanistico, in particolare, ai fini dell'identificazione delle aree a diversa pericolosità. Nell'ottica di tale adeguamento, l'allegato 2 della citata Deliberazione della Giunta Regionale, riporta i criteri a cui si devono attenere gli studi idrologici e idraulici al fine di uniformare le indicazioni contenute negli studi a supporto dei P.R.G.C.. La stessa circolare contiene anche le indicazioni per armonizzare i risultati degli studi di approfondimento, nell'ambito dell'adeguamento al PAI, con i criteri contenuti nella Circolare P.R.G. 8 maggio 1996 n°. 7/LAP.

Il risultato finale delle indagini resta la "Carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica", redatta dal geologo incaricato e obbligatoriamente inclusa negli elaborati di Piano. Tutte le prescrizioni di carattere geologico e idrogeologico dovranno quindi essere accorpate ed inserite nelle Norme di attuazione al Piano Regolatore Comunale, in modo tale da risultare propedeutiche alle singole norme di carattere urbanistico (punto 11.4 della Nota Tecnica Esplicativa; REGIONE PIEMONTE, 1999).

Il PAI prende in esame quattro tipi di dissesti:

- a) frane;
- b) dissesti legati alla dinamica fluviale e torrentizia;
- c) conoidi;
- d) valanghe.

Con riferimento ai dissesti dipendenti dai corsi d'acqua, il PAI distingue processi areali e lineari. Le classi di pericolosità sono stabilite in base al tempo di ritorno dell'evento. Per quanto riguarda le aree inondabili (processi areali) si propone la caratterizzazione seguente:

- Ee : aree ad alta probabilità di inondazione, indicativamente con Tr 20-50 anni (pericolosità molto elevata);
- Eb : aree a moderata probabilità di inondazione, indicativamente con Tr 100-200 anni (pericolosità elevata);
- Em : aree a bassa probabilità di inondazione indicativamente con Tr 300-500 anni (pericolosità media / moderata);

Per quanto riguarda gli eventi connessi ai corsi d'acqua, la severità del fenomeno dipende dal valore della portata, a sua volta dipendente dalle precipitazioni sul bacino.

COMUNE DI BEINASCO

Verifiche di compatibilità idraulica delle previsioni dello strumento urbanistico (PRGC) ai sensi dell'art. 18, comma 2, del Piano per l'Assetto Idrogeologico (PAI) - T. Sangone -

Si ricorda (CANCELLI, 1999) che la valutazione del rischio discende dalla relazione:

$$R = H \cdot V \cdot E$$

in cui:

H *pericolosità* dell'evento, ossia probabilità che l'evento temuto si verifichi in un numero n di anni ritenuto significativo ⁽¹⁾. Per quanto riguarda il tempo medio di ritorno, si ricorda ancora che esso è definito come inverso della probabilità di superamento dell'evento, quindi $F' = 1/Tr$ definibile, in base alle normali procedure di elaborazione dei dati idrologici estremi, come la probabilità annua di accadimento di un evento pari o superiore a quello di riferimento. In merito al criterio di assegnazione del valore di n, si ritiene utile fare riferimento alla vita media dell'opera di proteggere o al periodo di ammortamento del bene;

V *vulnerabilità* del sito, espressa da un valore compreso fra 0 ed 1 in funzione del grado di danneggiamento che il bene o il servizio può subire dall'evento di riferimento (0 = nessun danno; 1 = distruzione totale)

E *valore economico* del bene o del servizio

La verifica di compatibilità idraulica e idrogeologica delle previsioni del vigente strumento urbanistico del Comune di Beinasco, effettuata per la porzione di territorio adiacente al T. Sangone, viene svolta sulla base delle indicazioni fornite dalla normativa vigente. Sono previste le seguenti fasi:

- 1) valutazione delle portate di riferimento;
- 2) analisi idraulica con modello numerico 1D + 2D in moto vario, a partire dal modello numerico del terreno estrapolato da rilievo aerofotogrammetrico appositamente predisposto (aprile 2008);
- 3) definizione del campo di inondazione, verifica delle fasce fluviali e delimitazione delle aree a diversa pericolosità.

La documentazione a corredo del presente studio è costituita da:

- 1) Relazione tecnico-illustrativa.
- 2) Schematizzazione dei risultati del modello idraulico in moto vario bidimensionale per il T. Sangone (vedi Elaborato 2 ed Elaborato 3).
- 3) Cartografia rappresentativa del quadro dei dissesti ad integrazione e/o modifica di quanto contenuto nel PAI (vedi Elaborato 4).

⁽¹⁾ La pericolosità è deducibile dalla formula $H = 1 - \left(1 - \frac{1}{Tr}\right)^n$ in funzione del tempo medio di ritorno dell'evento (espresso in anni).

2 MODELLAZIONE IDRAULICA

La modellazione idraulica viene condotta secondo le modalità indicate nella D.G.R del 15 luglio 2002 n° 45-6656.

La quantificazione delle caratteristiche idrauliche della corrente in condizioni di piena (livelli e velocità) e la definizione del campo di inondazione e della dinamica degli eventi di piena, avviene tramite l'implementazione di un modello in moto vario bidimensionale agli elementi finiti accoppiato ad un modulo 1D in grado di descrivere le sezioni trasversali dell'alveo (il modello numerico e le modalità di accoppiamento dei moduli sono descritti nel successivo par. 2.1). Al fine di esaminare nella sua completezza la dinamica degli eventi di piena, è stato considerato il tronco di Torrente Sangone compreso tra i Comuni di Rivalta, Orbassano e Beinasco, fino all'altezza del ponte della S.P. Torino-Orbassano (vedi Figura 2-1 e Figura 2-2).

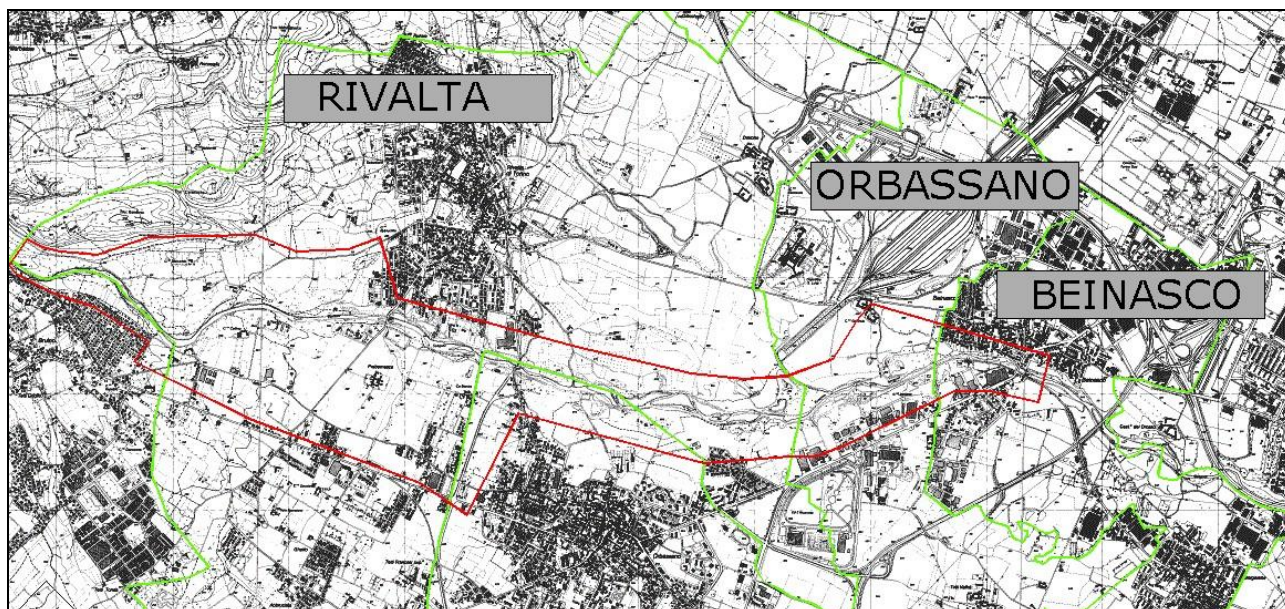


Figura 2-1. Rappresentazione del tronco di T. Sangone esaminato. In verde si riportano i limiti amministrativi, in rosso il limite della restituzione topografica che delimita il campo di validità della modellazione idraulica (limite fisico del modello).

Si precisa che, ai fini della delimitazione delle aree a diversa pericolosità, sono stati adottati i seguenti criteri:

- 1) Per la porzione di territorio di cui si dispone della restituzione aerofotogrammetrica (vedi Figura 2-2) è stato impiegato il criterio idraulico secondo il metodo approfondito (Regione Piemonte D.G.R del 15 luglio 2002 n° 45-6656);
- 2) Per la porzione di territorio non incluso nella restituzione topografica, si è scelto di confermare l'estensione dell'esondazione espressa dalle fasce fluviali vigenti;
- 3) La porzione di territorio compresa tra le due sopra richiamate è stata valutata tramite il criterio morfologico;

COMUNE DI BEINASCO

Verifiche di compatibilità idraulica delle previsioni dello strumento urbanistico (PRGC) ai sensi dell'art. 18, comma 2, del Piano per l'Assetto Idrogeologico (PAI) - T. Sangone -

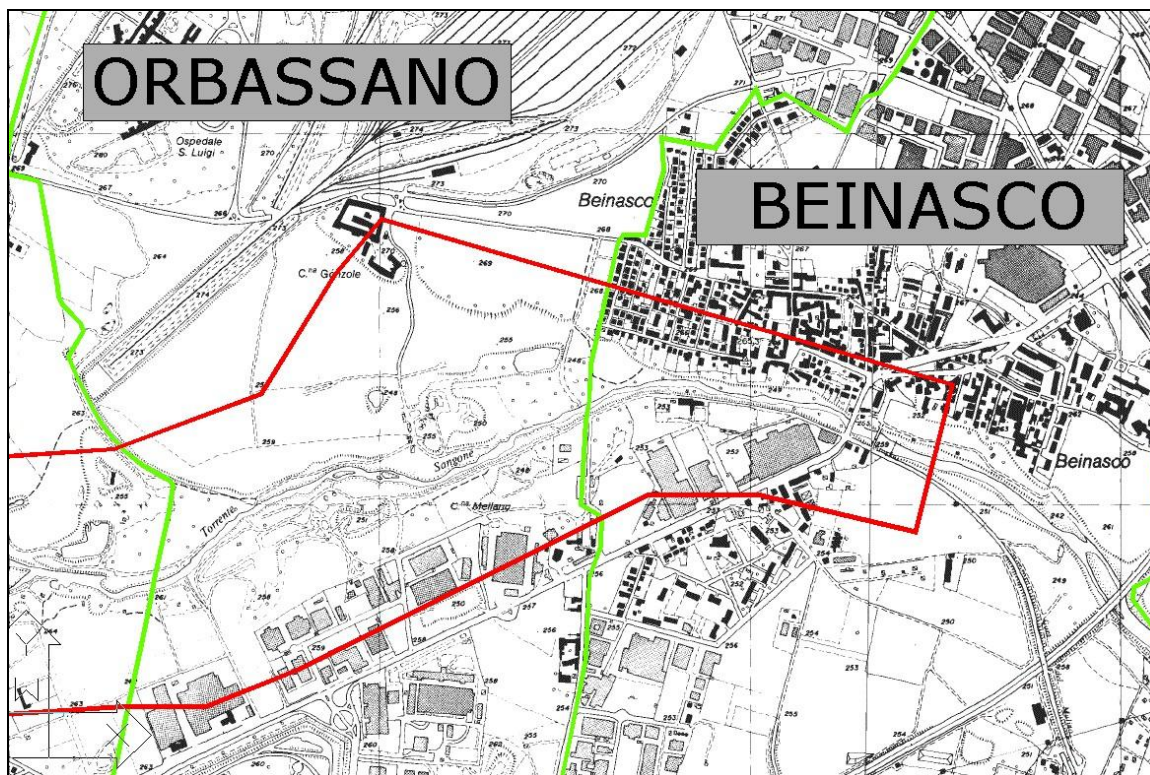


Figura 2-2. Dettaglio del tronco di T. Sangone esaminato in territorio di Beinasco (per il dettaglio della simbologia impiegata vedi la didascalia della Figura 2-1).



Figura 2-3. Ripresa aerea del tronco di T. Sangone in territorio di Beinasco (aprile 2008). Il volo da cui è tratto il fotogramma è stato impiegato per la restituzione aerofotogrammetrica in seguito descritta (vedi par. 2.2).

COMUNE DI BEINASCO

Verifiche di compatibilità idraulica delle previsioni dello strumento urbanistico (PRGC) ai sensi dell'art. 18, comma 2, del Piano per l'Assetto Idrogeologico (PAI) - T. Sangone -



Figura 2-4. Dettaglio del tronco di T. Sangone nella rappresentazione della Carta degli Stati Sardi (edizione 1819, Foglio M.10) che conferma la stabilità planimetrica dell'alveo.

2.1 Il modello numerico

Il modello idraulico bidimensionale utilizzato è il SOBEK-Rural, sviluppato dalla WL | Delft Hydraulics. Il codice di calcolo SOBEK è uno strumento di modellazione di corsi d'acqua naturali in aree di pianura. Una tipica applicazione del programma è la simulazione della progressione di un evento di piena in un'area inondabile inizialmente asciutta, tenendo conto dell'influenza di infrastrutture esistenti e/o pianificate. Il modello è in grado di simulare condizioni di moto, sub o supercritiche ed il passaggio da un regime all'altro. Il modello presenta caratteristiche interessanti di accoppiamento fra modelli 1-D e 2-D e permette di operare un passaggio automatico da monodimensionale (moto nell'alveo incanalato) a bidimensionale (sommersione progressiva del piano campagna) risultando particolarmente adatto per le indagini legate all'analisi delle aree inondabili.

Il modulo 1D è costituito dalle sezioni trasversali dell'alveo, mentre il modulo 2D si basa su una griglia di calcolo a maglie quadrate, che rappresenta la regione fluviale: ad ogni cella della griglia sono assegnate la quota s.l.m. e il valore della scabrezza. Il modello richiede dati topografici di dettaglio, con particolare attenzione a posizione e quote di strade, rilevati, argini ed altre infrastrutture lineari.

La parte bidimensionale del codice opera su celle quadrate mediante l'applicazione di equazioni di bilancio della quantità di moto e di conservazione della massa. Per la conservazione della quantità di moto i moduli 1D e 2D rimangono strettamente separati: la velocità sul piano verticale e le forze di taglio tra 1D e 2D sono trascurate. Per la conservazione della massa, gli

COMUNE DI BEINASCO

Verifiche di compatibilità idraulica delle previsioni dello strumento urbanistico (PRGC) ai sensi dell'art. 18, comma 2, del Piano per l'Assetto Idrogeologico (PAI) - T. Sangone -

appropriati volumi 1D e 2D sono combinati in modo da avere congruenza dei livelli idrometrici (Figura 2-5).

Ad ogni *time step* della simulazione i risultati ottenuti nello schema monodimensionale sono usati come condizioni al contorno interne per lo schema bidimensionale, utilizzato per simulare i processi di inondazione delle aree golenali (STELLING et al., 1998; FRANK et al., 2001). L'accoppiamento tra 1D e 2D avviene a livello dei punti di calcolo 1D (*calculation points*) quando si trovano sovrapposti alle celle della griglia 2D (Figura 2-6). I modi con cui l'acqua può fuoriuscire dall'alveo 1D e inondare le aree circostanti (griglia 2D) sono diversi e, nel presente caso è stato impiegato il metodo in base al quale l'acqua entra nella griglia 2D quando il livello idrometrico nell'1D supera la quota della sponda più alta o più bassa (opzione: *assume highest/lowest level of embankments*). In questo caso le sponde formano una barriera tra l'alveo e la griglia 2D, sia per l'acqua che fuoriesce dall'alveo, sia per l'acqua che rientra nell'alveo (Figura 2-7).

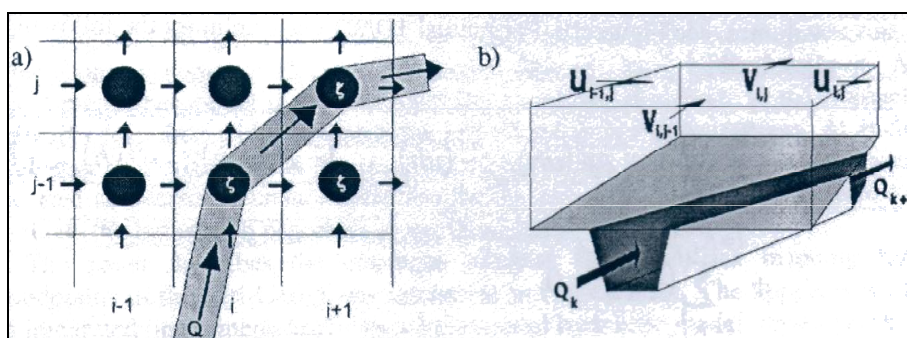


Figura 2-5. Schema del modello idraulico: a) combinazione 1D/2D; b) combinazione dei volumi 1D/2D (da: Frank et al., 2001)

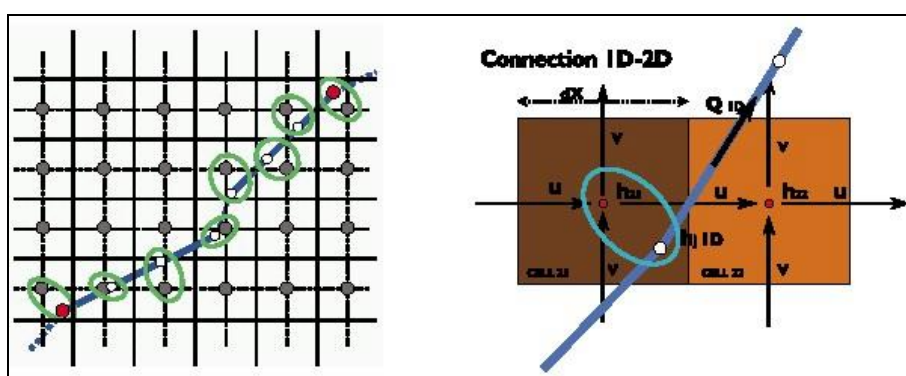


Figura 2-6. Accoppiamento tra la rete 1D e le celle 2D (h : livello idrometrico (lo stesso per 1D e 2D); u, v : velocità in direzione x e y ; dx : dimensione della cella; Q : portata nel ramo 1D). (WL DELFT, 2000).

COMUNE DI BEINASCO

Verifiche di compatibilità idraulica delle previsioni dello strumento urbanistico (PRGC) ai sensi dell'art. 18, comma 2, del Piano per l'Assetto Idrogeologico (PAI) - T. Sangone -

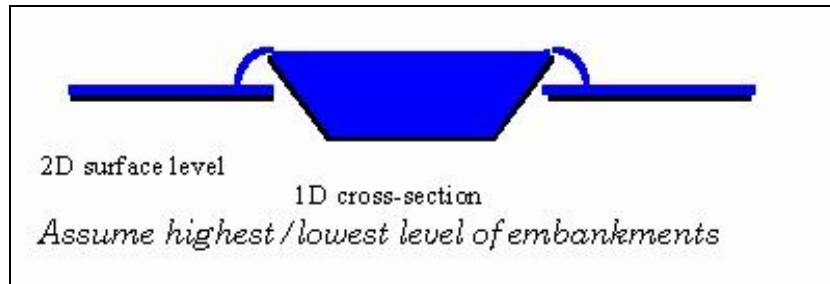


Figura 2-7. Opzioni di fuoriuscita dell'acqua dall'alveo 1D alla griglia 2D (figure tratte dalla guida in linea del programma).

Nel caso in esame la modellazione è stata effettuata in moto vario, sia in ambito monodimensionale, per determinare le dinamiche idrauliche all'interno dell'alveo, che in ambito bidimensionale, per determinare l'evoluzione dell'esondazione sul piano campagna.

2.2 Geometria impiegata

Il rilievo plano-altimetrico impiegato è conforme alle specifiche tecniche per l'esecuzione di rilievi topografici e aerofotogrammetrici dettate dall'Autorità di Bacino del Fiume Po.

La geometria che descrive l'altimetria dell'area in oggetto, è stata elaborata partendo da un rilievo aerofotogrammetrico (scala media 1:8000) fornito da Alifoto s.r.l. con tolleranza altimetrica pari a ± 0.2 m (si precisa che il volo risale ad aprile 2008 e le riprese sono state effettuate impiegando una fotocamera WILD tipo RC8).

L'appoggio a terra è stato effettuato mediante metodologia GPS, utilizzando un sistema di ricevitori a doppia frequenza costituito da una stazione "master" TRIMBLE mod. 5700 e da un "rover" TRIMBLE mod. 5800 con controller ACU. Data l'estensione e la morfologia dell'area, i punti sono stati rilevati in modalità "fast-static", che prevede tempi di stazionamento dell'antenna rover variabili (normalmente compresi tra 8 e 15 minuti), definiti in modo automatico dal software di acquisizione del controller in base alla qualità del segnale, al numero ed alla geometria dei satelliti tracciati, al fine di ottenere delle "baseline" con precisioni sub-centimetriche.

La restituzione dei dati raccolti in campagna e la post-elaborazione delle singole "baseline" è stata fatta con il programma TGO (Trimble Geomatics Office) ver. 1.63, con il quale si è anche provveduto alla trasformazione delle coordinate geografiche dei punti dal sistema WGS84 a quelle piane sia nella proiezione Gauss-Boaga del sistema Roma 40 che nella proiezione UTM con datum WGS84.

Il modello idraulico è stato implementato mediante:

- 1) un modello digitale delle elevazioni (DEM in formato ASCII) comprendente circa 215000 celle con dimensione 10×10 m, derivante da un TIN elaborato con il metodo della rete di triangolazione irregolare (Triangulated Irregular Network), con la funzione di

COMUNE DI BEINASCO

Verifiche di compatibilità idraulica delle previsioni dello strumento urbanistico (PRGC) ai sensi dell'art. 18, comma 2, del Piano per l'Assetto Idrogeologico (PAI) - T. Sangone -

- descrivere le aree golenali, il piano campagna, i rilevati stradali ed i manufatti circostanti (muri, scarpate, recinzioni ed altre discontinuità);
- 2) sezioni trasversali dell'alveo estrapolate dal DTM mediante elaborazioni effettuate in ambiente GIS. Il tronco di T. Sangone oggetto di simulazione è stato descritto mediante 35 sezioni. L'accoppiamento tra il modulo 1D ed il modulo 2D viene attivato nell'ambito del modello idraulico Sobek Rural;
 - 3) geometria dei ponti stradali presenti nel tronco esaminato derivante da rilievo a terra. I ponti rilevati e modellati comprendono: il ponte di Via Piossasco (Comune di Rivalta), il ponte della S.P. 143 (Comune di Orbassano), il ponte dell'ATIVA (Comune di Orbassano), il ponte della S.P. Torino - Orbassano (Comune di Beinasco, vedi Figura 2-8).

Il tronco in esame è lungo circa 9.5 km (vedi Figura 2-1).



Figura 2-8. Ponte stradale della S.P. Torino – Orbassano che attraversa il T. Sangone in territorio di Beinasco.

2.3 Condizioni al contorno

I settaggi di calcolo sono stati impostati con time-step di calcolo pari a 10 minuti per una durata totale pari a 12 h.

Il ramo 1D è accoppiato alla griglia 2D lungo tutto il percorso dell'alveo tramite una serie di *calculation point* (1 ogni 11 m pari a circa 850 lungo il tronco simulato). Le condizioni al contorno in uscita sono state poste sul T. Sangone sotto forma di livello d'acqua variabile dipendente dal valore della portata in ingresso. A tale scopo è stata predisposta una simulazione preventiva di inizializzazione per determinare la relazione tra portata in ingresso e corrispondente livello in uscita nell'ultima sezione di valle.

2.3.1 PORTATA IN INGRESSO

Le portate di piena di progetto impiegate per la presente verifica sono caratterizzate dai tempi di ritorno di seguito esposti:

- a. Tr 50 anni;
- b. Tr 200 anni;
- c. Tr 500 anni;

La prima stesura del Piano Stralcio delle Fasce Fluviali non includeva il Torrente Sangone tra i corsi d'acqua delimitati dalle fasce fluviali, infatti queste ultime sono state delimitate ed approvate a seguito dell'adozione del documento "*Addendum 3. Progetto di delimitazione delle fasce fluviali: Torrente Sangone*". Il documento citato riporta le fasce fluviali ma trascura la descrizione degli idrogrammi impiegati per giungere alla loro delimitazione.

Il Torrente Sangone è stato oggetto, in un recente passato, di altri studi idrologici utilizzati al fine di identificare le portate di riferimento. Ai fini del presente studio sono stati impiegati i valori proposti dallo "*Studio idrogeologico e ambientale dell'intero bacino del Torrente Sangone*" condotto da HYDRODATA per conto della Provincia di Torino, che individua, per la sezione di interesse, riportata in Figura 2-9, i valori di portata al colmo riportati nella Tabella 2-1. Lo stesso studio individua, per il T. Sangone con sezione di chiusura posta all'altezza del ponte della S.P. 143, un tempo di corrivazione non superiore a 6 ore. Tali valori saranno impiegati per la delimitazione delle aree a diversa pericolosità.

Tabella 2-1. Valori di portata al colmo individuati, per la sezione di interesse (a valle della confluenza con il bacino 16 rappresentato nella Figura 2-9), dallo "*Studio idrogeologico e ambientale dell'intero bacino del Torrente Sangone*".

Q Tr 50 anni [m3/s]	Q Tr 100 anni [m3/s]	Q Tr 200 anni [m3/s]	Q Tr 500 anni [m3/s]
690 (*)	750	820	900
(*) Valori interpolati			

COMUNE DI BEINASCO

Verifiche di compatibilità idraulica delle previsioni dello strumento urbanistico (PRGC) ai sensi dell'art. 18, comma 2, del Piano per l'Assetto Idrogeologico (PAI) - T. Sangone -

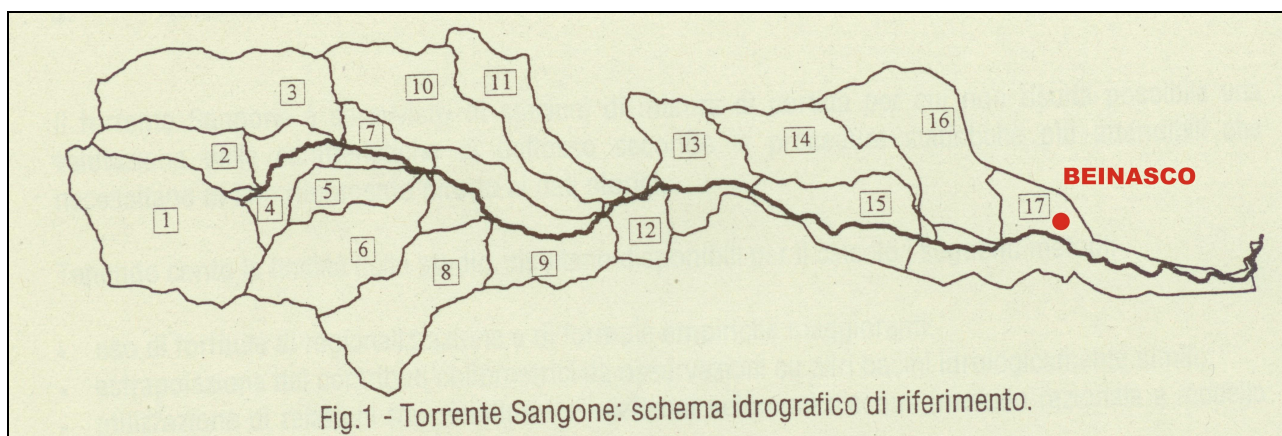


Figura 2-9. Schema idrografico di riferimento (da "Studio idrogeologico e ambientale dell'intero bacino del Torrente Sangone").

Alla luce di quanto esposto, la verifica idraulica oggetto del presente studio è stata effettuata assumendo come dati di ingresso tre idrogrammi triangolari con tempo di ritorno rispettivamente di 50, 200 e 500 anni. Gli idrogrammi sintetici di progetto (vedi Figura 2-10) sono stati estrapolati con le seguenti ipotesi:

- valore di portata al colmo pari a quelli riportati in Tabella 2-1;
- ramo ascendente di durata 6 h, pari al tempo di corrivazione individuato dallo studio citato;
- durata del colmo pari a 1 h;
- ramo discendente di durata 6 h, pari al tempo di corrivazione;

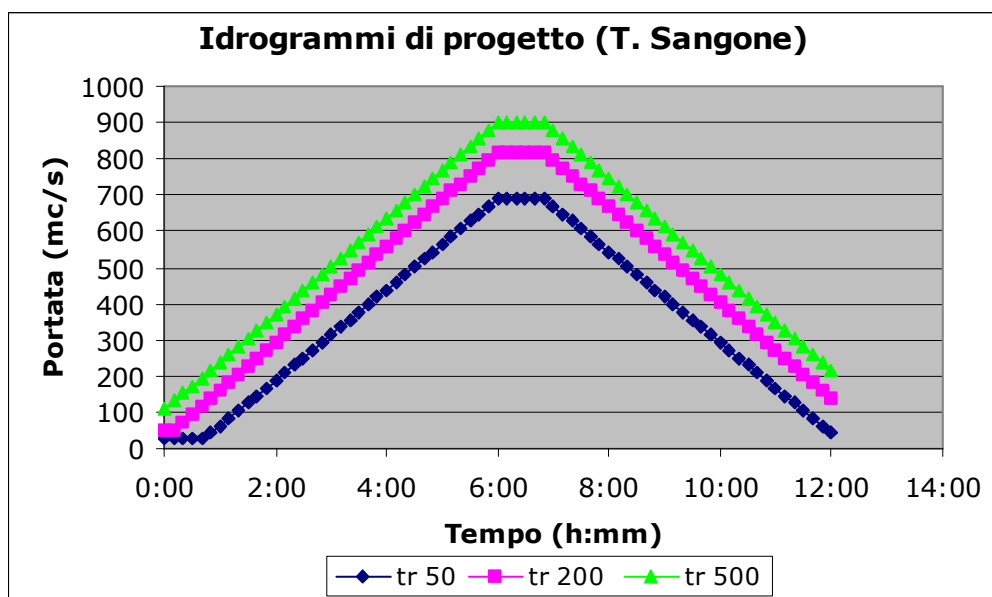


Figura 2-10. Idrogrammi sintetici di progetto di forma triangolare avente colmo pari a 690 m^3/s (tr 50 anni), 820 m^3/s (tr 200 anni) e 900 m^3/s (tr 500 anni) impiegati per le verifiche idrauliche.

COMUNE DI BEINASCO

Verifiche di compatibilità idraulica delle previsioni dello strumento urbanistico (PRGC) ai sensi dell'art. 18, comma 2, del Piano per l'Assetto Idrogeologico (PAI) - T. Sangone -

2.3.2 SCABREZZA

Le condizioni di scabrezza sono state fissate con riferimento ai valori n di Manning, utilizzando i dati presenti in letteratura. I valori assegnati sono rispettivamente:

- $n = 0.035/0.060 \text{ m}^{-1/3} \text{ s}$ per l'alveo del T. Sangone;
- $n = 0.065 \text{ m}^{-1/3} \text{ s}$ per il piano campagna (valore indicato per aree con bassa vegetazione diffusa) ritenendo che le condizioni siano significativamente uniformi.

2.3.3 CONDIZIONE IN USCITA

Le condizioni al contorno in uscita sono state poste sotto forma di livello d'acqua variabile dipendente dalla portata in ingresso (vedi Figura 2-11). A tale scopo è stata predisposta una simulazione preventiva di inizializzazione per determinare la relazione tra portata in ingresso e corrispondente livello in uscita nell'ultima sezione di valle. I livelli sono congruenti con la scala delle portate.

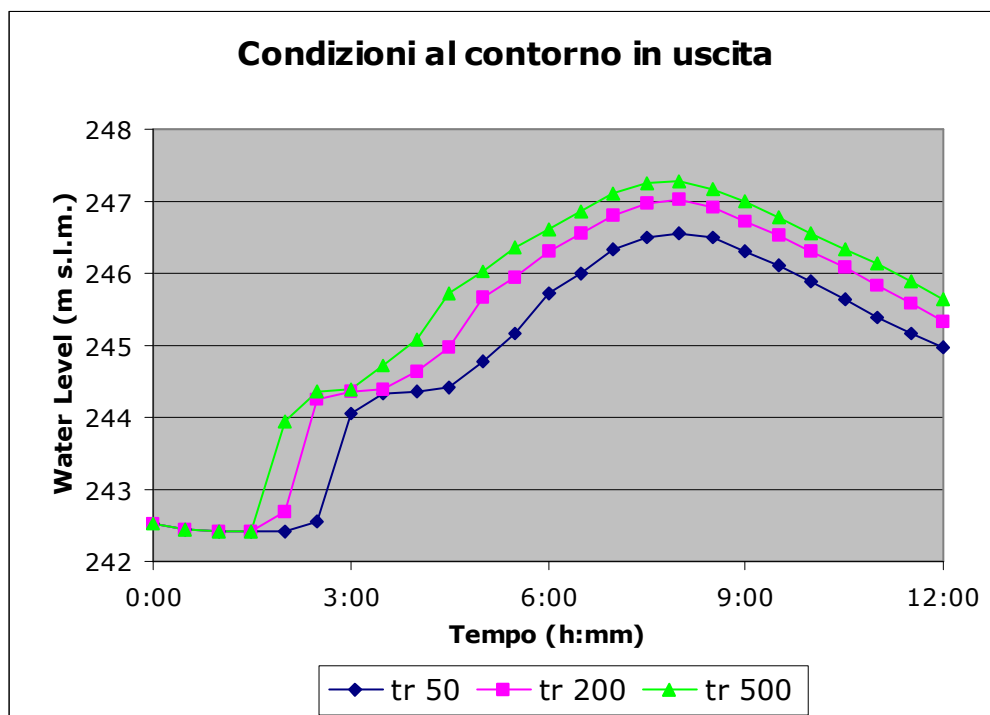


Figura 2-11. Livello dell'acqua fissato come condizione in uscita nell'ultima sezione di valle.

2.4 Risultati

In questa sede si ritiene opportuno specificare che i risultati forniti dal modello idraulico riguardano l'intero tronco simulato pari a circa 9.5 km. Ai fini della verifica di compatibilità idraulica PRGC di Beinasco si evidenziano i risultati per il territorio di interesse.

I risultati sono riportati in Elaborato 2 ed Elaborato 4.

COMUNE DI BEINASCO

Verifiche di compatibilità idraulica delle previsioni dello strumento urbanistico (PRGC) ai sensi dell'art. 18, comma 2, del Piano per l'Assetto Idrogeologico (PAI) - T. Sangone -

Lo studio idraulico condotto ha lo scopo di fornire indicazioni su:

- a) evoluzione della sommersione del piano campagna nel territorio di Beinasco;
- b) identificazione delle aree inondabili;
- c) profondità e velocità della corrente;

In merito ai risultati ottenibili si precisa che:

- La base altimetrica fa riferimento alla restituzione aerofotogrammetrica precedentemente citata. I dati di profondità e quota idrometrica sono rigorosamente riferiti al DEM. Si ricorda che la trasformazione delle primitive geometriche (punti e linee) in DEM porta sempre ad uno scadimento puntuale dell'informazione geometrica. I risultati ottenuti devono pertanto essere interpretati considerando tale limitazione. Si suggerisce di considerare la quota relativa rappresentata dalla profondità d'acqua raggiunta.
- Profondità e velocità della corrente sono espresse per ognuna delle circa 215000 celle che costituiscono la base geometrica della simulazione. L'output fornito rappresenta il valore medio per l'area rappresentata e non un valore puntuale ed è riferito all'ampiezza ed al numero delle classi assegnate (es. se le classi sono definite come 0.2-0.3 e 0.3-0.4 il valore di 0.32 m verrà segnalato con il valore superiore della classe di appartenenza). L'Elaborato 2 fornisce la profondità raggiunta dalla corrente.
- La restituzione topografica impiegata per l'estrapolazione del DTM con cui è stato attivato il modello idraulico, comprende una porzione di territorio di ampiezza solo leggermente superiore a quella delle fasce fluviali vigenti contenenti un limite di Fascia B di progetto. Siccome il campo di inondazione è risultato più vasto dell'area restituita, in assenza del limite "di progetto" previsto, il campo di inondazione è stato delimitato in Elaborato 4, sulla base delle quote espresse dalla Carta Tecnica della Provincia di Torino (scala 1: 5 000).
- La portata al colmo transitante nel tronco di T. Sangone, nel territorio di Beinasco, risulta di 810 m³/s quindi praticamente pari al valore di progetto (820 m³/s). L'allagamento della golena si traduce in un rallentamento della propagazione senza sensibile riduzione della portata al colmo (vedi Figura 2-12). Preso atto di ciò, si è rinunciato a ridurre la modellazione al solo tronco d'alveo antistante l'abitato di Beinasco, in quanto il breve sviluppo di detto tronco avrebbe potuto influenzare negativamente i risultati numerici.

Le verifiche idrauliche sono state condotte in conformità con quanto previsto dalla D.G.R del 15 luglio 2002 n° 45-6656, che reca gli indirizzi per l'attuazione del PAI nel settore urbanistico. Particolare attenzione è stata posta alla delimitazione delle aree inondabili (processi areali) ai fini dell'identificazione delle aree a diversa pericolosità in base al tempo di ritorno dell'evento.

COMUNE DI BEINASCO

Verifiche di compatibilità idraulica delle previsioni dello strumento urbanistico (PRGC) ai sensi dell'art. 18, comma 2, del Piano per l'Assetto Idrogeologico (PAI) - T. Sangone -

Lo studio idraulico prende in esame il campo di inondazione conseguente agli eventi con tr 50, 200 e 500 anni connessi con la delimitazione delle aree Ee_A , Eb_A , Em_A . In merito alla definizione delle aree interessate dall'evento con tr 500 anni, a cui il PAI attribuisce il significato di evento catastrofico, è necessario integrare i risultati ottenuti dall'analisi idraulica con quelli derivanti dall'analisi geomorfologica.

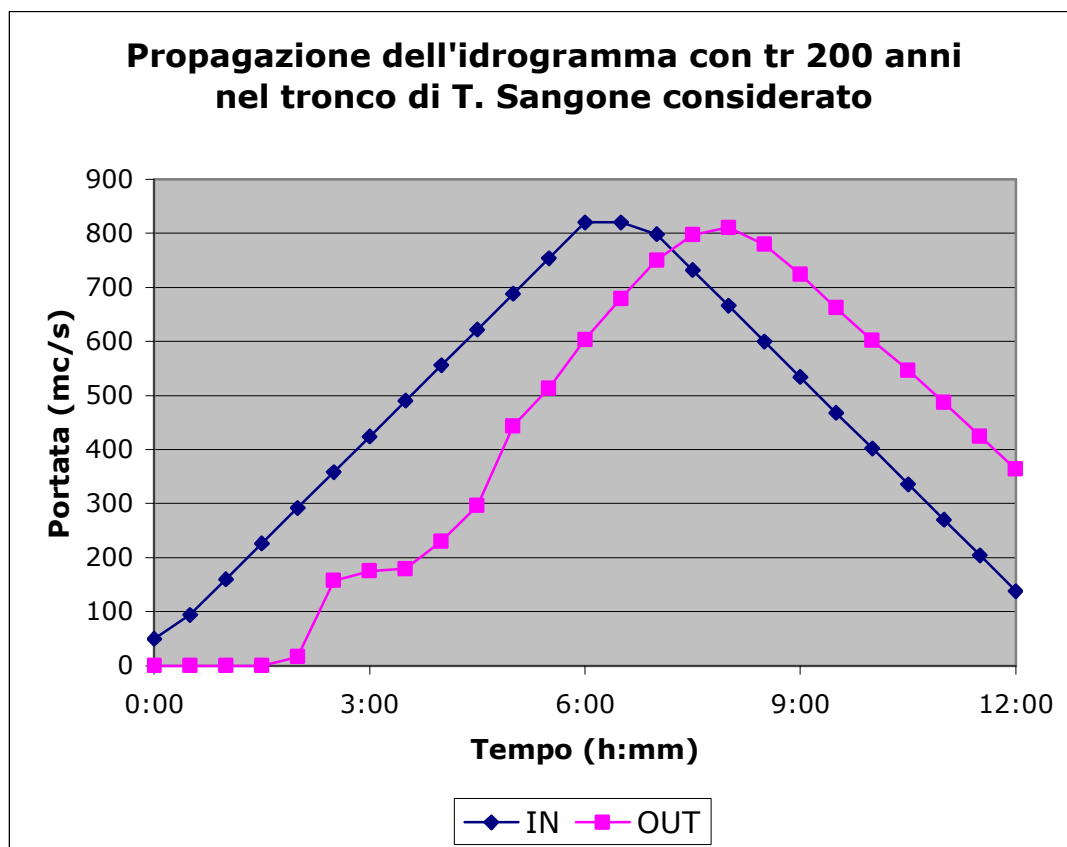


Figura 2-12. Rappresentazione della propagazione della piena di riferimento con tr 200 anni nel tronco di T. Sangone considerato.

3 CONCLUSIONI

A seguito delle verifiche condotte è possibile evidenziare quanto segue:

- 1) Portata con evento tr 50 anni: il tronco del Torrente Sangone modellato con criterio approfondito non è in grado di convogliare interamente la portata di progetto con tr 50 anni pari a $690 \text{ m}^3/\text{s}$. L'insufficienza si manifesta sia in sponda sinistra, dove l'esondazione si adagia contro le difese esistenti al piede della scarpata, sia in sponda destra. In sponda destra si nota che l'estensione dell'allagamento è circa pari al limite fissato per la fascia B di progetto. Il ponte provinciale, in assenza di interferenze derivanti da detriti vegetali ingombranti, risulta in grado di convogliare la portata di progetto.

COMUNE DI BEINASCO

Verifiche di compatibilità idraulica delle previsioni dello strumento urbanistico (PRGC) ai sensi dell'art. 18, comma 2, del Piano per l'Assetto Idrogeologico (PAI) - T. Sangone -

- 2) Portata con evento tr 200 anni: il tronco del Torrente Sangone modellato con criterio approfondito non è in grado di convogliare interamente la portata di progetto con tr 200 anni pari a 820 m³/s. L'insufficienza si manifesta sia in sponda sinistra, con estensione simile a quella dovuta al transito della portata con tr 50 anni, sia in sponda destra. In sponda destra il campo di inondazione si estende oltre la strada provinciale Torino – Orbassano in direzione Sud – Est. Si conferma pertanto l'opportunità di realizzare un'opera di contenimento a protezione dei fabbricati e delle infrastrutture esistenti. Il campo di inondazione determinato evidenzia l'opportunità di prolungare verso monte, oltre il confine comunale in territorio di Orbassano, la Fascia B di progetto attualmente prevista dal PAI. Il ponte provinciale, in assenza di interferenze derivanti da detriti vegetali ingombranti, risulta in grado di convogliare la portata di progetto senza franco.
- 3) Portata con evento tr 500 anni: il tronco del Torrente Sangone modellato con criterio approfondito non è in grado di convogliare interamente la portata di progetto con tr 500 anni pari a 900 m³/s. L'insufficienza si manifesta sia in sponda sinistra, con estensione simile a quella dovuta al transito della portata con tr 50 anni, sia in sponda destra. In sponda destra, il campo di inondazione supera la Fascia C vigente, sia in territorio di Orbassano al confine con Beinasco, sia in territorio di Beinasco. La realizzazione della Fascia B di progetto, con l'estensione verso monte sopra proposta, comporterebbe, tenuto conto del franco di 1 m, anche il contenimento della portata di riferimento con tr 500 anni. Il ponte provinciale, in assenza di interferenze derivanti da detriti vegetali ingombranti, risulta in grado di convogliare la portata di progetto senza franco.
- 4) Per la porzione di territorio non incluso nella restituzione topografica, si è scelto di confermare l'estensione dell'esondazione espressa dalle fasce fluviali vigenti

4 ELENCO ELABORATI

Elaborato 1. Relazione idraulica.

Elaborato 2. Risultati del modello idraulico in moto vario bidimensionale: transito della portata al colmo per gli eventi di progetto (Tr 20, 200 e 500 anni) – T. Sangone -.

Elaborato 3. Definizione delle classi di pericolosità mediante criterio idraulico (T. Sangone).

Elaborato 4. Suddivisione dell'area in dissesto in diverse classi di pericolosità (T. Sangone).

COMUNE DI BEINASCO

Verifiche di compatibilità idraulica delle previsioni dello strumento urbanistico (PRGC) ai sensi dell'art. 18, comma 2, del Piano per l'Assetto Idrogeologico (PAI) - T. Sangone -

5 RIFERIMENTI

AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME PO (2001): *PAI (Piano per l'Assetto Idrogeologico)*, Parma.

AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME PO (2001): *Piano per l'Assetto Idrogeologico -7- Norme di attuazione - Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica*, Parma.

AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME PO (2001): *Piano per l'Assetto Idrogeologico -7- Norme di attuazione - Direttiva per la riduzione del rischio idraulico degli impianti di trattamento delle acque reflue e delle operazioni di smaltimento e recupero dei rifiuti ubicati nelle fasce fluviali "A" e "B" e nelle aree in dissesto idrogeologico "Ee" ed "Eb"*, Parma.

AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME PO (2001): *Piano per l'Assetto Idrogeologico -7- Norme di attuazione - Direttiva criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce A e B*, Parma.

AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME PO (2001): *Piano per l'Assetto Idrogeologico, Specifica tecnica delle attività - Studio di fattibilità della sistemazione idraulica dei corsi d'acqua del bacino del Fiume Po, Specifica per l'esecuzione di rilievi topografici e aerofotogrammetrici*, Parma.

CHOW V.T. (1959): *Open-Channel Hydraulics*, McGraw-Hill, New York.

COMUNE DI MONCALIERI (1997): *Studio idrogeologico e ambientale dell'intero bacino del Torrente Sangone* redatto da HYDRODATA.

FRANK E., OSTAN A., COCCATO M., STELLING G.S. (2001): *Use of an integrated one dimensional-two dimensional hydraulic modelling approach for flood hazard and risk mapping*. Proceedings of the Conference on River Basin Management 2001, 11-13 September 2001, Cardiff, UK.

REGIONE PIEMONTE (1998): *Eventi alluvionali in Piemonte*, Torino.

REGIONE PIEMONTE (1999): *NOTA TECNICA ESPLICATIVA ALLA CIRCOLARE P.G.R. 8 MAGGIO 1996 N° 7/LAP*, TORINO

REGIONE PIEMONTE (2002): *Indirizzi per l'attuazione del PAI nel settore urbanistico - Allegato I alla D.G.R. n°. 45-6656 del 15-07-2002*

STELLING G.S., KERNKAMP H.W.J., LAGUZZI M.M. (1998): *Delft Flooding System: a powerful tool for inundation assessment based upon a positive flow simulation*. In *Hydroinformatics '98*, Babovic and Larsen (eds), 1998 Balkema, Rotterdam.

WL | DELFT HYDRAULICS (2000): *R&D 2000. Annual Report*.

WL | DELFT HYDRAULICS (2003): *SOBEK-Rural Reference Manual*.