

COMUNE DI PESARO
PROVINCIA DI PESARO E URBINO

LAVORO:

PRG Comune di Pesaro – PAI Regione Marche:
COORDINAMENTO DEGLI STRUMENTI
PIANIFICATORI IN RELAZIONE AL RISCHIO
IDROGEOLOGICO IDRAULICO

LOCALITA':

Comune di Pesaro

COMMITTENTE:

Comune di Pesaro – Servizio Urbanistica

ELABORATO:

R2/GENICA

OGGETTO:

APPROFONDIMENTO DELLO
STUDIO IDROGEOLOGICO – IDRAULICO
(T. GENICA)

SCALA:

TIMBRO E FIRMA:

RIFER.:

164/05_Genica

DATA:

GENNAIO 2005

Consulenza
& Progetto
Geologia Ambiente Territorio

Studio Tecnico Associato Geologi Specialisti
Enrico Gennari
Donato Mengarelli
Federico Biagiotti

Via Montello 4 - 61100 Pesaro
tel. 0721 32068 - fax 0721 375384 - P.I.: 0148106 041 4
www.consulenzaeprogetto.it - info@consulenzaeprogetto.it

COMUNE DI PESARO – SERVIZIO URBANISTICA

PRG Comune di Pesaro – PAI della Regione Marche:
COORDINAMENTO DEGLI STRUMENTI PIANIFICATORI
IN RELAZIONE AL RISCHIO IDROGEOLOGICO-IDRAULICO

SOMMARIO:

1	<i>PREMESSA</i>	2
2	<i>INTRODUZIONE</i>	3
3	<i>L'APPROFONDIMENTO DEGLI SCENARI DI RISCHIO</i>	6
3.1	Diagramma del processo di analisi	6
3.2	Due ambiti distinti di analisi: il F. Foglia ed il T. Genica.....	6
4	<i>IL MODELLO IDRAULICO PER IL T. GENICA</i>	9
4.1	La ricerca di un modello che descriva correttamente il sistema.	16
4.2	Il contributo dei bacini di drenaggio urbano.	17
4.3	La costruzione del file contenente i dati di portata.	18
4.4	Ricostruzione degli scenari di pericolosità.	24
5	<i>FENOMENI DI ALLAGAMENTO SU AREE OMOGENEE</i>	25
6	<i>INDICAZIONI PER LA REDAZIONE DELLA VERIFICA TECNICA DI CUI AL L'ART. 9 DELLE NTA DEL PAI</i>	31
6.1	Il percorso metodologico volto all'analisi del problema utilizzando i dati dell'approfondimento di studio.	32
6.2	Alcune indicazioni per la riduzione dell'esposizione delle opere da realizzare.	34
6.3	Indicazioni per un agevole e semplificato utilizzo degli strumenti di analisi.	36

1

PREMESSA

Su incarico del Comune di Pesaro è stata eseguita un'analisi articolata per studiare le interferenze esistenti fra previsioni urbanistiche del P.R.G. del Comune di Pesaro e le aree a rischio di esondazione del Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) che portasse a definire una proposta unitaria e di carattere generale da inoltrare all'Autorità di Bacino per la mitigazione delle aree a rischio idraulico.

In accordo con le norme del PAI, per poter giungere ad una proposta di mitigazione delle aree si è eseguita la ricognizione dell'interferenza fra PAI e PRG del Comune di Pesaro, si è implementata la topografia e la cartografia di dettaglio, con ricostruzione di un DTM delle superfici interessate dai fenomeni, per l'utilizzo in ambiente GIS; si sono esaminati gli studi in possesso dell'Amministrazione per la ricostruzione dell'assetto idrografico storico dei dissesti e della loro evoluzione fino ad oggi (anche in funzione degli interventi eseguiti nel tempo) e si è implementata la geometria dei corsi d'acqua con la rimodellazione dell'onda di piena in regime di moto uniforme gradualmente variato con HEC-RAS.

2 INTRODUZIONE

Il punto di partenza conoscitivo, alla base di qualsiasi considerazione di approfondimento sul rischio, deve partire dallo stato attuale delle conoscenze di cui gli elaborati del PAI costituiscono la sintesi.

Gli scenari di rischio, relativi alle aree urbanizzate della città di Pesaro, sono sostanzialmente suddivisibili in due motivi originari principali: uno relativo a fenomeni di esondazione prodotti dal F. Foglia, l'altro relativo alle esondazioni del T. Genica.

I due casi sono difficilmente equiparabili, in quanto coinvolgono volumi maggiori di un ordine di grandezza tra Foglia e Genica, tratti del corso d'acqua diversi (tutto il bacino idrografico per il Genica, la sola parte finale per il Foglia) ed un tessuto urbano che si è sviluppato (per buona parte) successivamente alla realizzazione dell'arginatura per il Foglia, mentre è antecedente alla realizzazione del corso arginato del Genica, per la quasi totalità dei quartieri che attraversa.

Quindi, lo sforzo di uniformare aree, fenomeni e tempi di ritorno, indispensabile per potersi confrontare in maniera equa e bilanciata sui vari strumenti che concorrono al governo del territorio (il PRG, il PAI, i piani di protezione civile, ...) non può in ogni caso essere considerato come equiparare entità e fenomeni che hanno caratteristiche ed energie proprie, non confrontabili fra loro.

L'eccessiva semplificazione di dire che un'area a rischio R4 del Torrente Genica ha lo stesso potenziale di vulnerabilità sugli elementi a rischio di quella del F. Foglia su una sua area R4, può risultare una forzatura eccessiva o non corrispondere al vero; se non altro, in prima approssimazione, perché i volumi in gioco hanno un ordine di grandezza maggiore.

Tuttavia, anche la più spinta analisi e la conseguente ricostruzione dello scenario di rischio, **se non condotta per gradi e per approssimazioni successive, mantenendo una visione ampia del fenomeno, è sicuramente affetta da considerazioni preliminari e da conclusioni con soluzioni, che prestano il fianco ad essere considerate strumentali e giustificative, spesso volte a risolvere solo esigenze puntuali.**

Per ciò che riguarda la base conoscitiva di partenza si è fatto riferimento all'insieme dei dati disponibili nei lavori:

- “Studio sul rischio di inondazione del T. Genica” (eseguito da questo Studio nel Settembre '99 per conto della Regione Marche Servizio Decentrato OO.PP. e Difesa del Suolo di Pesaro - ns. Rif.04/99);
- “Studio sul rischio idrogeologico-idraulico del Torrente Genica – Revisione ed aggiornamento” – (ns. rif. 70/01) – Comune di Pesaro – Novembre 2001;
- “Studio per la valutazione dei rischi di esondazione ed alluvionamento nel tratto finale del fiume Foglia” (ns. rif. 563/98) ;

- “Studio per la individuazione delle aree a rischio idrogeologico – idraulico del F. Foglia con programmazione degli interventi di mitigazione e riqualificazione” (ns. rif. 20/99) – Dicembre 1999 – Comune di Pesaro;
- “Progetto generale degli interventi di mitigazione del rischio idrogeologico – idraulico e di riqualificazione ambientale del F. Foglia” (ns. rif. 21/99) – Dicembre 1999 – Comune di Pesaro;
- Progetto lavori di mitigazione del rischio idrogeologico nel tratto terminale del fiume Foglia (ns. rif.113/03) – Provincia di Pesaro e Urbino – Giugno 2003.
- Studio e progetto sul T. Genica redatti dal Prof. Zoccoli nel 1981;
- “Analisi di carattere idraulico riguardante il F. Foglia nel tratto interessato dal piano particolareggiato per il completamento del centro direzionale Benelli” Studio Rondoni & Darderi – Studio Ing. Giacomo Furlani;
- Piano Particolareggiato per l’area di largo Ascoli Piceno, comparti A, B/C, E - Relazione Idraulica e geotecnica per l’analisi degli scenari di rischio per allagamento e stabilità degli argini – Dr. Geol. Sergio Caturani;
- Studi e progetti di intervento sul Torrente Genica – Studio associato Intertecno e Prof. Ing. Alberto Bizzarri.

Non si sono avute invece informazioni, seppur ripetutamente richieste, sulle caratteristiche delle realizzande casse d’espansione sul T. Genica sui rami di S. Veneranda e di Muraglia, così come non è stato possibile analizzare i risultati del modello fisico realizzato in occasione della redazione del progetto esecutivo dei lavori di sistemazione della confluenza Genica di Muraglia – Genica di S. Veneranda (Intertecno e Prof. Bizzarri).

Tale mole di informazioni è stata esaminata, riveduta ed aggiornata alla luce dei principali interventi svolti sul territorio ed in funzione di nuovi dati di analisi disponibili.

L’approfondimento di studio è finalizzato a fornire:

- più dettagliate ricostruzioni sull’entità e la dinamica degli scenari di pericolosità e rischio che possono coinvolgere le aree oggetto di incarico (N.A. PAI, art.7, c.3);
- analisi che possano permettere la suddivisione delle aree perimetrate dal PAI in funzione di differenti livelli di pericolosità e rischio (NdA PAI, art.7, c.3);
- un ulteriore supporto conoscitivo che possa contribuire alla definizione dell’assetto di progetto dei corsi d’acqua per tutto il Bacino del Genica e per il tronco omogeneo del F. Foglia limitatamente alla sua parte terminale in Comune di Pesaro;
- la ridefinizione dei perimetri a scala di maggiore dettaglio, solo limitatamente alle aree oggetto di valutazione generale (NdA PAI, art. 19 e art. 5), da sottoporre al Comitato Istituzionale, facendo anche riferimento agli “Indirizzi d’uso del territorio per la salvaguardia dai fenomeni di esondazione” di cui all’All. A delle norme di attuazione;
- l’individuazione di soluzioni di carattere generale, per tipologie d’intervento, per consentire la mitigazione delle condizioni di rischio, intervenendo o sulla riduzione della pericolosità e/o della esposizione, con procedure di mitigazione che possibilmente non comportino “variante al PRG”, al fine di rientrare tra quelle consentite con il solo parere dell’Autorità di Bacino di cui all’art. 24 comma 6.

A causa delle particolari condizioni delle aree di analisi (bacini fortemente urbanizzati, alvei pensili, attraversamenti che producono strozzature e punti critici, reti di drenaggio delle acque meteoriche talora inadeguate), si è ritenuto necessario approfondire il quadro conoscitivo del dissesto associato all'evento di piena duecentennale, provando a ricostruire gli scenari di rischio in tutta la loro complessità, con l'aiuto di alcuni strumenti di calcolo e di modellazione idraulica.

3 L'APPROFONDIMENTO DEGLI SCENARI DI RISCHIO

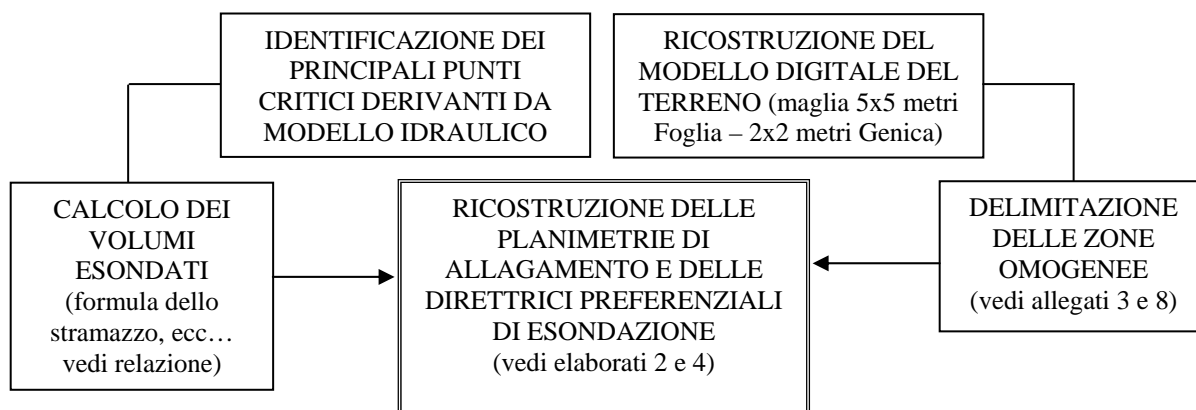
L'area di analisi è riferita ai bacini idrografici del F. Foglia e del Torrente Genica, per la superficie compresa all'interno del territorio comunale di Pesaro, con particolare riferimento alle aree perimetrate dal PAI a rischio di esondazione.

La finalità perseguita è quella di giungere alla mitigazione del rischio esistente tramite la ricognizione della congruità fra usi e trasformazioni previste dal PRG conformi al PAI, e l'adozione di accorgimenti sia tecnico costruttivi che normativi per la riduzione e/o eliminazione del rischio idraulico atteso, laddove permane.

Per far ciò si è approfondita ulteriormente la conoscenza dei fenomeni così da giungere a definire, e quindi perimetrare, ulteriori aree all'interno delle zone PAI che rappresentano degli scenari di rischio a gravità crescente; il fine ultimo è quello di modulare gli interventi di mitigazione in modo il più corretto possibile e con un maggiore dettaglio, così da non penalizzare, dove possibile, le previsioni pianificatorie del PRG, ed al tempo stesso, garantire la maggiore salvaguardia possibile rispetto ai fenomeni di pericolosità e rischio individuati dal PAI.

3.1 *Diagramma del processo di analisi*

Per una migliore comprensione del processo di analisi, peraltro semplice nelle linee principali, si è ritenuto utile sintetizzare il metodo di lavoro secondo il seguente schema a blocchi che funge da illustrazione del percorso.



3.2 *Due ambiti distinti di analisi: il F. Foglia ed il T. Genica*

Come già ricordato nell'introduzione, il F. Foglia ed il T. Genica devono essere trattati come due corsi d'acqua dal comportamento sostanzialmente diverso, anche se i fenomeni che determinano il rischio, nei due casi, sono sostanzialmente gli stessi e sono riconducibili a fenomeni di esondazione per sormonto arginale ed allagamento per rigurgito della rete delle acque meteoriche. Molto diversi, invece, sono le durate dei colmi di piena, semplificate

cautelativamente in 2 ore per il Genica ed in 6 ore per il Foglia e, di conseguenza, anche i volumi di allagamento (ed i tiranti), come così pure l'energia nei canali si esondazione ad essi associati.

Come è possibile immaginare, il passaggio di un colmo di piena relativo ad un $Tr = 200$ anni, previsto dal PAI nella definizione delle aree di pertinenza, rappresenta un fenomeno che è legato più alla necessità di definire un valore di riferimento di dinamiche e di grandezze coinvolte, piuttosto che un valore fisso di misura che individua una qualche soluzione di continuità fra i fenomeni che regolano le dinamiche fluviali. Tale valore, inoltre, mostra una notevole difficoltà ad essere individuato, anche perché è una speranza quasi sempre disillusa quella di trovare una serie storica di dati rappresentativa per intervalli di tempo superiori ai 50-100 anni. Dunque il $tr=200$ rappresenta un evento di cui magari abbiamo la testimonianza storica ma sicuramente non i dati di precipitazione, figuriamoci quelli di portata; nel nostro caso, quindi, le assunzioni adottate in maniera semplificata dal PAI vanno un po' strette, perché a valutazioni condotte a scala di maggiore dettaglio, necessitano strumenti tecnico-amministrativi-normativi più avanzati.

Tuttavia, se per il Foglia, le dimensioni del corso d'acqua e del suo bacino idrografico (700 kmq ca. di estensione), la disponibilità di alcuni idrogrammi di riferimento, la presenza di numerosi lavori svolti nel tempo (che concorrono a determinare valori di portate sufficientemente affidabili) mostrano che la morfologia del sistema fiume è "conforme" e capace di "rapportarsi" alle dimensioni di un colmo di piena di circa 1.000 mc/sec (calcolato con i metodi usuali dell'idraulica applicata ai corsi d'acqua) lo stesso non si può fare, così agilmente, per il Genica.

Qui, infatti, nonostante l'esiguità del bacino, sono presenti problemi di una certa importanza: per prima cosa i valori di portata ricostruiti mostrano i limiti dell'analisi afflussi-deflussi applicata ai bacini di ridotta dimensione e fortemente antropizzati (alta variabilità dei valori di portata in funzione del metodo di analisi adottato). Tuttavia, tali analisi individuano comunque un valore di portata di riferimento e, malgrado tutto, questo valore rappresenta l'unico dato disponibile¹; un possibile approfondimento conoscitivo può allora essere quello di ricorrere a valutazioni più sofisticate del tipo: Curve Number, HEC-HMS, SWMM, ... ma le stesse, una volta condotte, mostrerebbero il limite di non poter essere in alcun modo confermate dai dati di misura in quanto, sul torrente Genica, non esistono stazioni idrometrografiche.

In attesa quindi di poter disporre di misure puntuali e di ricostruzioni più accurate della dinamica afflussi-deflussi, che per il Genica rappresenterebbe l'unico dato affidabile e certo per il dimensionamento di tutti gli interventi diretti e collegati al corso d'acqua, si procede all'introduzione dei valori di portate facendo delle considerazioni cautelative sulle portate alla chiusura dei principali sottobacini.

Altro limite è rappresentato dall'ampiezza della sezione idraulica del corso d'acqua rispetto al volume associato alla piena duecentennale, ed alla collocazione dell'alveo in quota rispetto alle zone circostanti.

¹ Sui valori di portata da noi "calcolati indirettamente", c'è una sostanziale confrontabilità con quelli relativi agli studi e progetti citati in introduzione.

La piena di riferimento ($tr=200$) calcolata con i metodi di cui sopra, pur nei limiti di cui si è detto, risulta notevolmente maggiore rispetto alla capacità di deflusso del corso d'acqua; ma non solo, la conformazione del territorio circostante mostra che una portata di tale volume, una volta uscita dall'alveo, tende a defluire sul tessuto urbano e ad utilizzare le strade ed il pattern urbanistico come linee di deflusso preferenziali.

Sul torrente Genica un contributo importante al fenomeno di allagamento per eventi di precipitazione con tempo di ritorno maggiore di 25 anni è dato dall'inadeguatezza della rete urbana di drenaggio delle acque meteoriche.

L'incapacità del corso d'acqua a ricevere i contributi dalle zone urbanizzate poste nella parte finale del bacino (di notevole estensione se confrontate all'intero bacino nel suo complesso), i cui sbocchi risultano rigurgitati per piene associate a $tr = 25$ anni (tempo medio di dimensionamento delle reti delle acque meteoriche) produce un incremento nei volumi delle aree depresse, in alcuni casi significativo in rapporto a quello derivante dai soli fenomeni di esondazione.

4

IL MODELLO IDRAULICO PER IL T. GENICA

In chiusura al paragrafo 3 si elencavano i principali problemi per la corretta costruzione di un modello adatto al Torrente Genica (è dato per scontato che si disponga di una geometria dell'alveo sufficientemente affidabile, che nel nostro caso è appunto quella battuta strumentalmente per la stesura dei lavori citati in introduzione e successivamente aggiornata con alcune verifiche e/o rilievi localizzati) e veniva posto al primo punto quello relativo alla definizione della portata di deflusso del bacino idrografico.

Come è possibile osservare nell'allegato 1 "Torrente Genica – Individuazione delle aree scolanti (bacini di drenaggio principali)" il bacino idrografico del Genica è fortemente controllato dallo sviluppo antropico. Per comodità si fa riferimento alla suddivisione degli elementi idrografici principali come riportati nella carta (all.1), contraddistinti dai rami che confluiscono progressivamente nei nodi J – X e quindi in K per sfociare in Z a mare; orbene, le parti a monte di J e X rappresentano i bacini per così dire "naturali", mentre i tratti J-K, X-K e K-Z, sono sostanzialmente parti di bacino a comportamento "urbanizzato". E' dunque chiaro che applicare un metodo di ricostruzione delle portate in funzione del tempo di ritorno tipo Gumbel, Giandotti fino a giungere a quello di regionalizzazione (seppur nei limiti dell'applicabilità di ciascuno) conduce a valori discordanti in funzione della sezione di chiusura considerata.

Ad esempio con Gumbel, che è il metodo utilizzato nello studio, si ottengono valori di portata in J ed in X la cui somma è nettamente superiore a quella che è possibile determinare utilizzando K come sezione di chiusura; si ottengono valori di portata che diminuiscono all'aumentare della superficie dell'area scolante. D'altronde questa non è l'unica "eccentricità" del bacino del Genica, di cui la più importante è forse quella di essere un corso d'acqua che è capace di scorrere al di fuori del suo bacino idrografico (nel tratto X-K in corrispondenza del quartiere "Celletta" l'alveo passa per un tratto al di fuori della linea che delimita il bacino).

Tornando alla determinazione delle portate di piena in funzione del tempo di ritorno, necessarie alla costruzione del file di portate per il modello idraulico da elaborare con HEC-RAS, nella tabella che segue sono riportati i valori assunti per i principali sottobacini in cui viene diviso il T. Genica (vedi allegato 1).

<i>Tr(anni)</i>	1.57	2.33	3	5	10	15	20	25	50	100	200	
<i>JW fine</i>	7.92	10.36	11.69	14.15	17.24	18.98	20.20	21.14	24.03	26.90	29.77	
<i>JV fine</i>	10.44	13.62	15.36	18.56	22.59	24.86	26.45	27.67	31.44	35.19	38.92	
<i>KJ inizio</i>	18.36	23.97	27.05	32.71	39.82	43.83	46.65	48.81	55.47	62.09	68.69	somma JV e JW
<i>KJ fine</i>	15.97	20.76	23.38	28.22	34.29	37.71	40.11	41.95	47.64	53.28	58.91	
<i>XY fine</i>	14.87	19.43	21.92	26.52	32.30	35.56	37.84	39.60	45.01	50.39	55.74	
<i>XH fine</i>	7.18	9.45	10.69	12.97	15.85	17.47	18.60	19.48	22.17	24.85	27.51	
<i>KX inizio</i>	22.06	28.87	32.61	39.49	48.14	53.02	56.44	59.07	67.18	75.23	83.26	somma XY e XH
<i>KX fine</i>	19.56	25.29	28.42	34.20	41.45	45.54	48.40	50.60	57.39	64.13	70.85	
<i>KZ inizio</i>	35.53	46.05	51.81	62.42	75.74	83.25	88.51	92.56	105.03	117.42	129.76	somma KJ e KX
<i>KZ fine</i>	34.33	44.32	49.78	59.85	72.48	79.61	84.60	88.44	100.27	112.02	123.72	

Tabella 5.1 – Torrente Genica, valori di portata alla chiusura dei sottobacini principali.

	Derivano dalle valutazioni con metodo razionale
	Sono la somma dei contributi calcolati alla confluenza dei due rami

I valori di portata elencati, che derivano dall'elaborazione del metodo razionale, sono ricavati sulla base della serie storica delle precipitazioni registrata dai pluviometri delle stazioni meteo di Pesaro dal 1900 al 2002 (con annualità mancanti) come riassunti nella tabella seguente:

OSSERVAZIONI AL PLUVIOMETRO

STAZIONE PLUVIOMETRICA DI: PESARO
 BACINO : F.FOGLIA
 QUOTA: 314 m s.l.m.m.
 ANNI DI OSSERVAZIONE: 52

Anno	INTERVALLO DI ORE				
	1	3	6	12	24
	h(mm)	h(mm)	h(mm)	h(mm)	h(mm)
1895					
1900	50.00				
1915	57.50				
1916			75.60		
1920				80.40	95.00
1934	45.20				
1937	50.00	85.20	87.60	95.60	96.20
1938					
1940	20.00	34.60	38.00	87.60	95.00
1941	45.20	64.20	73.00	87.60	95.80
1942	15.60	24.00	39.60	46.80	46.80
1943	20.40	31.80	40.00	43.80	68.00
1944					
1945	24.40	31.20	38.20	49.80	54.80
1946	24.60	25.60	37.40	52.80	69.00
1947		59.00	74.40	80.40	84.20
1948					
1949	20.40	26.40	31.60	31.80	48.00
1950	30.80	40.80	44.00	44.00	44.00
1951	19.80	29.00	37.60	37.60	40.80
1952	16.20	19.60	22.60	34.00	55.00
1953	19.60	36.00	42.60	43.60	60.20
1954	28.00	30.20	39.20	50.60	50.80
1955	38.80	42.20	47.60	55.60	85.40
1956	20.40	37.00	49.80	49.80	49.00
1957	16.00	16.80	23.20	37.80	44.00
1958	12.20	23.40	36.40	41.00	44.80
1959	22.60	38.00	41.00	62.60	76.60
1960	33.40	37.60	37.60	52.40	54.60
1961	45.00	61.80	62.00	102.40	105.40
1962	34.00	67.20	71.20	76.80	84.60
1963	39.40	45.20	45.60	48.60	68.60
1964	60.00	62.40	62.60	81.40	81.40
1965	18.20	26.20	26.20	30.20	36.40
1966	80.00	117.20	118.00	118.20	134.40
1967	16.20	23.00	27.00	27.00	28.40
1968	16.00	21.80	25.60	35.20	43.40
1969	15.60	39.40	50.00	53.00	53.60
1970	34.60	44.40	51.80	53.00	54.60
1971	11.40	72.62	25.40	30.60	40.20

continua

Anno	INTERVALLO DI ORE				
	1	3	6	12	24
	h(mm)	h(mm)	h(mm)	h(mm)	h(mm)
1973	41.00	34.00	117.00	139.80	181.60
1974	23.20	34.00	37.60	46.40	52.00
1975	27.40	35.00	47.00	74.00	79.20
1976	27.60		43.00	77.40	102.80
1977		25.20			
1978	15.20	32.00	32.00	37.40	46.60
1979	17.00	24.60	51.00	82.00	113.40
1980	19.40		26.60	29.00	53.80
1981		40.00			
1982	23.00	28.80	42.00	42.00	64.60
1983	23.60	18.60	30.00	59.00	116.20
1984	18.00		18.80	34.00	41.00
1985					
1986					
1987	21.00				
1988	17.60				
1989	28.00				
1990	14.40	23.80	34.20	49.20	62.60
1991	17.60	31.00	42.00	53.00	65.60
1992	25.20	26.00	33.80	47.40	66.40
1993	19.00	45.20	50.60	51.00	52.60
1994	20.00	26.20	37.80	54.00	65.00
1995	33.00	70.80	108.60	110.80	116.00
1996	31.60	47.40	48.60	67.80	95.00
1997	7.04	14.60	24.20	39.40	49.40
1998	34.70				97.40
1999					
2000	33.80				48.70
2001	45.00				51.00
2002	41.40				47.80

Tabella 5.2 - Serie storica delle precipitazioni registrate a Pesaro.

Che portano a definire le variabili dell'elaborazione statistica di Gumbel e le precipitazioni massime in funzione del tempo di ritorno:

$N=$	59	49	51	51	55
$M = \frac{\sum h_i}{N}$	28.69	39.86	47.45	58.85	69.89
$\sum X^2$	12518.99	20266.35	26158.71	31578.33	44788.05
$\sigma = \sqrt{\frac{\sum X^2}{N-1}}$	14.69	20.55	22.87	25.13	28.80
$\alpha = 1,283 / \sigma$	0.09	0.06	0.06	0.05	0.04
$\beta = M - 0,5772 / \alpha$	22.08	30.61	37.16	47.55	56.93

Tabella 5.3 – Metodo di Gumbel, elaborazioni statistiche.

Tempo di ritorno	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
1.57 anni	21.93	30.40	36.93	47.29	56.63
2.33 anni	28.71	39.88	47.48	58.88	69.92
3 anni	32.42	45.07	53.25	65.23	77.19
5 anni	39.26	54.64	63.90	76.93	90.60
10 anni	47.85	66.65	77.28	91.63	107.44
15 anni	52.70	73.43	84.83	99.92	116.95
20 anni	56.09	78.18	90.11	105.73	123.60
25 anni	58.71	81.84	94.18	110.20	128.73
50 anni	66.76	93.10	106.72	123.98	144.52
100 anni	74.76	104.29	119.17	137.66	160.19
200 anni	82.73	115.43	131.57	151.28	175.80
500 anni	93.23	130.13	147.94	169.26	196.41

Tabella 5.4 – Metodo di Gumbel, altezze di precipitazione critica (mm).

Come noto si giunge quindi alla definizione delle portate per ogni sottobacino nelle sezioni di chiusura poste nei punti Z, K, J e X:

DETERMINAZIONE PORTATA MASSIMA						
BACINO:		Torrente Genica				
SEZIONE:		Z				
DATI SUL BACINO IMBRIFERO						
Superficie scolante		A= 20.57Kmq				
Tempo di corrivazione:		tc= 3.28ore				
Giandotti		K di ragguglio= 0.9				
Deflusso		C=	Giandotti			
		0.63	tc	h	ic	Q
Tr	a	n	tc	h	ic	Q
1.57	21.8570	0.3019	3.28	31.28	9.54	34.33
2.33	28.9280	0.2808	3.28	40.38	12.31	44.32
3	32.8080	0.2727	3.28	45.36	13.83	49.78
4	36.9210	0.2659	3.28	50.63	15.44	55.57
5	39.9670	0.2616	3.28	54.53	16.63	59.85
10	48.9710	0.2518	3.28	66.04	20.14	72.48
15	54.0540	0.2476	3.28	72.54	22.11	79.61
20	57.6140	0.2451	3.28	77.08	23.50	84.60
25	60.3570	0.2433	3.28	80.58	24.57	88.44
50	68.8070	0.2387	3.28	91.36	27.85	100.27
100	77.1980	0.2351	3.28	102.07	31.12	112.02
200	85.5590	0.2322	3.28	112.73	34.37	123.72
500	96.5930	0.2291	3.28	126.80	38.66	139.17

DETERMINAZIONE PORTATA MASSIMA							
BACINO:		KX					
SEZIONE:		K					
DATI SUL BACINO IMBRIFERO							
Superficie scolante		A= 11.14Kmq					
Tempo di corrivazione:		tc= 3.05ore					
Giandotti		K di ragguglio= 0.9					
Deflusso		C= 0.63		Giandotti			
Tr	a	n	tc	h	ic	Q	
1.57	21.8570	0.3019	3.05	30.61	10.03	19.56	
2.33	28.9280	0.2808	3.05	39.56	12.97	25.29	
3	32.8080	0.2727	3.05	44.47	14.58	28.42	
4	36.9210	0.2659	3.05	49.66	16.28	31.74	
5	39.9670	0.2616	3.05	53.51	17.54	34.20	
10	48.9710	0.2518	3.05	64.85	21.26	41.45	
15	54.0540	0.2476	3.05	71.24	23.36	45.54	
20	57.6140	0.2451	3.05	75.72	24.83	48.40	
25	60.3570	0.2433	3.05	79.17	25.96	50.60	
50	68.8070	0.2387	3.05	89.79	29.44	57.39	
100	77.1980	0.2351	3.05	100.34	32.90	64.13	
200	85.5590	0.2322	3.05	110.85	36.34	70.85	
500	96.5930	0.2291	3.05	124.71	40.89	79.71	

DETERMINAZIONE PORTATA MASSIMA							
BACINO:		KJ					
SEZIONE:		K					
DATI SUL BACINO IMBRIFERO							
Superficie scolante		A= 7.58Kmq					
Tempo di corrivazione:		tc= 2.35ore					
Giandotti		K di ragguglio= 0.9					
Deflusso		C= 0.63		Giandotti			
Tr	a	n	tc	h	ic	Q	
1.57	21.8570	0.3019	2.35	28.29	12.04	15.97	
2.33	28.9280	0.2808	2.35	36.77	15.65	20.76	
3	32.8080	0.2727	2.35	41.42	17.62	23.38	
4	36.9210	0.2659	2.35	46.34	19.72	26.16	
5	39.9670	0.2616	2.35	49.98	21.27	28.22	
10	48.9710	0.2518	2.35	60.73	25.84	34.29	
15	54.0540	0.2476	2.35	66.79	28.42	37.71	
20	57.6140	0.2451	2.35	71.04	30.23	40.11	
25	60.3570	0.2433	2.35	74.30	31.62	41.95	
50	68.8070	0.2387	2.35	84.37	35.90	47.64	
100	77.1980	0.2351	2.35	94.37	40.16	53.28	
200	85.5590	0.2322	2.35	104.33	44.40	58.91	
500	96.5930	0.2291	2.35	117.48	49.99	66.33	

DETERMINAZIONE PORTATA MASSIMA						
BACINO:		XY				
SEZIONE:		X				
DATI SUL BACINO IMBRIFERO						
Superficie scolante		A= 6.02Kmq				
Tempo di corrivazione:						
Giandotti		Giandotti		tc=		1.87ore
				K di ragguglio=		0.9
Deflusso		C= 0.63		Giandotti		
Tr	a	n	tc	h	ic	Q
1.57	21.8570	0.3019	1.87	26.40	14.12	14.87
2.33	28.9280	0.2808	1.87	34.49	18.44	19.43
3	32.8080	0.2727	1.87	38.91	20.81	21.92
4	36.9210	0.2659	1.87	43.61	23.32	24.57
5	39.9670	0.2616	1.87	47.08	25.18	26.52
10	48.9710	0.2518	1.87	57.33	30.66	32.30
15	54.0540	0.2476	1.87	63.12	33.75	35.56
20	57.6140	0.2451	1.87	67.17	35.92	37.84
25	60.3570	0.2433	1.87	70.29	37.59	39.60
50	68.8070	0.2387	1.87	79.90	42.72	45.01
100	77.1980	0.2351	1.87	89.44	47.83	50.39
200	85.5590	0.2322	1.87	98.94	52.91	55.74
500	96.5930	0.2291	1.87	111.49	59.62	62.81

DETERMINAZIONE PORTATA MASSIMA						
BACINO:		JV				
SEZIONE:		J				
DATI SUL BACINO IMBRIFERO						
Superficie scolante		A= 4.46Kmq				
Tempo di corrivazione:						
Giandotti		Giandotti		tc=		2.02ore
				K di ragguglio=		0.9
Deflusso		C= 0.63		Giandotti		
Tr	a	n	tc	h	ic	Q
1.57	21.8570	0.3019	2.02	27.03	13.38	10.44
2.33	28.9280	0.2808	2.02	35.24	17.45	13.62
3	32.8080	0.2727	2.02	39.74	19.67	15.36
4	36.9210	0.2659	2.02	44.51	22.04	17.20
5	39.9670	0.2616	2.02	48.04	23.78	18.56
10	48.9710	0.2518	2.02	58.46	28.94	22.59
15	54.0540	0.2476	2.02	64.33	31.85	24.86
20	57.6140	0.2451	2.02	68.45	33.89	26.45
25	60.3570	0.2433	2.02	71.62	35.45	27.67
50	68.8070	0.2387	2.02	81.38	40.29	31.44
100	77.1980	0.2351	2.02	91.07	45.09	35.19
200	85.5590	0.2322	2.02	100.73	49.87	38.92
500	96.5930	0.2291	2.02	113.48	56.18	43.85

DETERMINAZIONE PORTATA MASSIMA						
BACINO:		XH				
SEZIONE:		X				
DATI SUL BACINO IMBRIFERO						
Superficie scolante		A= 2.34Kmq				
Tempo di corrivazione:		tc= 1.37ore				
Giandotti		K di ragguglio= 0.9				
Deflusso		C= 0.63	Giandotti			
Tr	a	n	tc	h	ic	Q
1.57	21.8570	0.3019	1.37	24.04	17.54	7.18
2.33	28.9280	0.2808	1.37	31.60	23.07	9.45
3	32.8080	0.2727	1.37	35.75	26.09	10.69
4	36.9210	0.2659	1.37	40.14	29.30	12.00
5	39.9670	0.2616	1.37	43.40	31.68	12.97
10	48.9710	0.2518	1.37	53.01	38.69	15.85
15	54.0540	0.2476	1.37	58.44	42.65	17.47
20	57.6140	0.2451	1.37	62.24	45.43	18.60
25	60.3570	0.2433	1.37	65.16	47.56	19.48
50	68.8070	0.2387	1.37	74.18	54.14	22.17
100	77.1980	0.2351	1.37	83.13	60.68	24.85
200	85.5590	0.2322	1.37	92.05	67.19	27.51
500	96.5930	0.2291	1.37	103.82	75.78	31.03

DETERMINAZIONE PORTATA MASSIMA						
BACINO:		JW				
SEZIONE:		J				
DATI SUL BACINO IMBRIFERO						
Superficie scolante		A= 3.12Kmq				
Tempo di corrivazione:		tc= 1.80ore				
Giandotti		K di ragguglio= 0.9				
Deflusso		C= 0.63	Giandotti			
Tr	a	n	tc	h	ic	Q
1.57	21.8570	0.3019	1.80	26.10	14.50	7.92
2.33	28.9280	0.2808	1.80	34.12	18.96	10.36
3	32.8080	0.2727	1.80	38.51	21.40	11.69
4	36.9210	0.2659	1.80	43.17	23.98	13.10
5	39.9670	0.2616	1.80	46.61	25.89	14.15
10	48.9710	0.2518	1.80	56.78	31.55	17.24
15	54.0540	0.2476	1.80	62.52	34.73	18.98
20	57.6140	0.2451	1.80	66.54	36.97	20.20
25	60.3570	0.2433	1.80	69.64	38.69	21.14
50	68.8070	0.2387	1.80	79.17	43.98	24.03
100	77.1980	0.2351	1.80	88.64	49.24	26.90
200	85.5590	0.2322	1.80	98.07	54.48	29.77
500	96.5930	0.2291	1.80	110.52	61.40	33.54

Tabella 5.5: Portate Q (mc/sec) di ciascun bacino per diversi tempi di corrivazione.

Si hanno in questo modo i primi dati da utilizzare per la compilazione del file delle portate per l'elaborazione con il modello idraulico come indicati nella tabella 5.1 in apertura al presente paragrafo.

4.1 La ricerca di un modello che descriva correttamente il sistema.

Il sostanziale sottodimensionamento del Torrente Genica, è imputabile a diversi fattori tra i quali per importanza: una sezione idraulica ridotta per il passaggio delle portate ricavate dalle elaborazioni statistiche; numerosi attraversamenti mostrano una luce molto ristretta; rapidi cambi di direzione dell'alveo. Tali situazioni fanno sì che il modello idraulico vada subito in crisi, mostrando dei punti critici, in cui la superficie dell'acqua si posiziona al di sopra della livelletta degli argini. Non solo, ma il modello, non riuscendo a "leggere" le aree golenali poste sulle sezioni in destra e sinistra perché a quota ribassata rispetto al torrente (geometria da alveo pensile), tende ad innalzare il livello del pelo libero a quote molto superiori rispetto a quello che può avvenire in realtà e, in particolar modo, non può calcolare le perdite per stramazzo al di sopra degli argini.

Per ovviare a tale problema, generalmente rappresentato dal rigurgito prodotto dalla sezione idraulica di un attraversamento (ponte, finsider, ...) ma anche da una ridotta sezione in terra o da una deficienza arginale localizzata, si è deciso di procedere per successive approssimazioni, facendo di volta in volta girare il modello idraulico, in questo modo:

- si identifica la specifica portata proveniente da monte che inizia a determinare il fenomeno di innalzamento al di sopra della quota degli argini;
- se ne aumenta gradualmente il valore e simultaneamente si misura l'altezza del pelo libero dell'acqua e l'ampiezza della soglia tracimata;
- per ciascun valore di incremento di portata proveniente da monte, si determinano i volumi delle acque esondate al di sopra della linea degli argini, con la formula dello stramazzo in parete grossa;
- si pongono a bilancio, la portata proveniente da monte, con la somma delle portate tracimate più la portata che inizia a determinare il fenomeno di rigurgito.

Il primo risultato che si ottiene è quello di giungere ad una prima sostanziale riduzione delle portate in alveo già a partire dal primo punto critico incontrato nel percorso delle acque. In particolare per il tratto J-K questo è rappresentato dal sistema dei ponti di via Boiardo e via Boccaccio, mentre per il tratto X-K dagli attraversamenti posti in corrispondenza del quartiere della "Celletta". Una volta superati questi punti, le acque rimangono all'interno della sezione dell'alveo e giungono quindi senza difficoltà fino alla confluenza in K (cimitero centrale) dove si forma un ulteriore fenomeno di rigurgito, innescato principalmente dal ponte della ferrovia, ed in subordine sugli attraversamenti dei tratti a monte.

Quindi anche in corrispondenza della confluenza, a causa della ridotta sezione del ponte della ferrovia, si produce un fenomeno di esondazione dall'alveo nei due tratti a monte sui due tributari K-X e K-J, rispettivamente in sinistra ed in destra idrografica, mentre la portata che defluisce verso la foce risulta "tagliata" fino ad assumere valori approssimabili in eccesso a 60 mc/sec².

² Per il corretto dimensionamento della portata defluente a valle della confluenza del Cimitero, in assenza di informazioni più precise, si è dovuto operare con cautela ed approssimazioni successive ricavando una equazione del bilancio fra le portate provenienti da monte e quelle sormontate dagli argini prima della confluenza. Vista l'impossibilità di reperire i dati del modello fisico fatto realizzare dal Servizio Decentrato OO.PP. di Pesaro dall'Università di Milano (2001) nella fase di redazione del progetto per il rifacimento della confluenza, si ritiene, in ogni caso, che i valori ottenuti con le approssimazioni adottate, portino a definire dei volumi di esondazione

Rimane quindi da definire sommariamente ciò che avviene nel tratto finale K-Z. Qui possono transitare generalmente portate pari e superiori a 90 mc/sec, tranne che nel tratto in corrispondenza di via Tasso, dove a causa dell'impalcato del ponte e del parcheggio costruito "a sbalzo" sopra l'alveo, la sezione risulta sufficiente a contenere portate intorno ai 60 mc/sec. Dunque la portata in arrivo da monte, ridotta dai fenomeni che avvengono in corrispondenza della confluenza di cui si è detto, potrebbe effettivamente transitare in condizioni di sicurezza; se non che, subito dopo il ponte della ferrovia è presente uno sbocco che raccoglie le acque del quartiere "Pantano"(vedi allegato 2, si fa riferimento allo sbocco n°11) di dimensioni notevoli pari a 1.70x1.90 e posto a quota sufficiente per rilasciare, senza rigurgitare, anche la massima portata di progetto per la quale è stato dimensionato (stimata in 10-12 mc/sec). Ricordando che lo scenario di rischio è quello relativo a fenomeni di $tr = 200$ è lecito aspettarsi che tutte le immissioni presenti in alveo lavorino al massimo della loro efficienza, e dunque tale incremento di portata, proprio a monte del tratto di via Tasso, oltre a far salire la portata da 60 a 70-72 mc/sec, determina un fenomeno di sormonto arginale in sponda sinistra.

4.2 Il contributo dei bacini di drenaggio urbano.

I bacini di drenaggio urbano (allegato 2 "Torrente Genica – Planimetria bacini di drenaggio urbano e principali punti di immissione delle reti delle acque meteoriche") sono stati studiati principalmente per capire se le reti delle acque meteoriche, entrando in regime rigurgitato, potessero in qualche modo contribuire al fenomeno di allagamento. La quota di scorrimento e le dimensioni di ciascuno sbocco, assieme alla area scolante di riferimento, ricostruite graficamente nell'allegato 2 sopra menzionato, permettono di osservare, una volta incrociate con le quote a cui si assesta il pelo libero all'interno dei diversi rami del Torrente Genica (dati che derivano dal profilo longitudinale del modello idraulico elaborato con HEC-RAS), che la quasi totalità di essi risulta rigurgitata per portate con $tr > 25$ anni. Tenuto conto che il dimensionamento delle reti viene di solito effettuato con tr pari a 25-50 anni, si può dunque ritenere che tranne l'immissione in corrispondenza della confluenza, tutte le altre non riescono ad assolvere alla loro funzione.

BACINO	TRATTO	N° SEZIONE	NOME SBOCCO	H (m)	L (m)	AREA (mq)	DIAMETRO (m)	PENDENZA CANALE	COEFF. STRICKLER	% RIEMPIMENTO	GRADI	RADIANTI	AREA DEFLUSSO	CONTORNO BAGNATO	RAGGIO IDRAULICO	PORTATA (mc/s)	H RIEMPIMENTO	VELOCITA' (m/s)	QUOTA SCORRIMENTO m s.l.m.	QUOTA RIGURGITO m s.l.m.
ZK_2	ZK	0.128	1	0.94	1.14	1.07	1.17	0.004	80	95%	308.32	5.38	1.02	3.14	0.32	2.43	1.110	2.386	0.18	1.12
ZK_1	ZK	0.128	2	0.50	0.60	0.30	0.62	0.004	80	95%	308.32	5.38	0.29	1.66	0.17	0.44	0.587	1.561	0.18	0.68
ZK_2	ZK	0.1855	3	0.30	0.30	0.09	0.34	0.004	80	95%	308.32	5.38	0.09	0.91	0.09	0.09	0.322	1.045	0.60	0.90

sufficientemente attendibili e comunque cautelativi per la ricostruzione delle superfici di allagamento, indispensabili per le finalità di questo lavoro.

ZK_1	ZK	0.301	4	0.40	0.40	0.16	0.45	0.004	80	95%	308.32	5.38	0.15	1.21	0.13	0.19	0.429	1.266	1.88	2.28	
<i>continua</i>																					
BACINO	TRATTO	N° SEZIONE	NOME SBOCCO	H (m)	L (m)	AREA (mq)	DIAMETRO (m)	PENDENZA CANALE	COEFF. STRICKLER	% RIEMPIMENTO	GRADI	RADIANTI	AREA DEFLUSSO	CONTORNO BAGNATO	RAGGIO IDRAULICO	PORTATA (mc/s)	H RIEMPIMENTO	VELOCITA' (m/s)	QUOTA SCORRIMENTO m s.l.m.	QUOTA RIGURGITO m s.l.m.	
ZK_3	ZK	0.429	5	0.30	0.30	0.09	0.34	0.004	80	95%	308.32	5.38	0.09	0.91	0.09	0.09	0.322	1.045	1.78	2.08	
ZK_2	ZK	0.429	6	0.30	0.30	0.09	0.34	0.004	80	95%	308.32	5.38	0.09	0.91	0.09	0.09	0.322	1.045	1.78	2.08	
ZK_2	ZK	0.521	7	0.33	0.33	0.11	0.37	0.004	80	95%	308.32	5.38	0.10	1.00	0.10	0.12	0.354	1.114	1.85	2.18	
ZK_3	ZK	0.521	8	0.33	0.33	0.11	0.37	0.004	80	95%	308.32	5.38	0.10	1.00	0.10	0.12	0.354	1.114	1.88	2.21	
ZK_4	ZK	0.759	9	0.50	0.95	0.48	0.78	0.004	80	95%	308.32	5.38	0.45	2.09	0.22	0.82	0.739	1.820	1.80	2.30	
ZK_2	ZK	0.759	10	0.30	0.30	0.09	0.34	0.004	80	95%	308.32	5.38	0.09	0.91	0.09	0.09	0.322	1.045	2.31	2.61	
ZK_5	ZK	0.972	11	1.70	1.90	3.23	2.03	0.004	80	95%	308.32	5.38	3.07	5.46	0.56	10.58	1.927	3.447	2.87	4.57	
KJ_2	KJ	0.02	12	0.30	0.30	0.09	0.34	0.004	80	95%	308.32	5.38	0.09	0.91	0.09	0.09	0.322	1.045	3.98	4.28	
KJ_1	KJ	0.096	13	0.30	0.30	0.09	0.34	0.004	80	95%	308.32	5.38	0.09	0.91	0.09	0.09	0.322	1.045	3.56	3.86	
KJ_2	KJ	0.096	14	0.30	0.30	0.09	0.34	0.004	80	95%	308.32	5.38	0.09	0.91	0.09	0.09	0.322	1.045	4.35	4.65	
KX2eKJ1	KJ	0.096	15	0.60	0.55	0.33	0.65	0.004	80	95%	308.32	5.38	0.31	1.74	0.18	0.51	0.616	1.612	3.22	3.82	
KJ_2	KJ	0.181	16	0.30	0.30	0.09	0.34	0.004	80	95%	308.32	5.38	0.09	0.91	0.09	0.09	0.322	1.045	4.32	4.62	
KJ_2	KJ	0.181	17	1.00	1.05	1.05	1.16	0.004	80	95%	308.32	5.38	1.00	3.11	0.32	2.36	1.098	2.370	3.27	4.27	
KX2eKJ1	KJ	0.181	18	1.00	1.00	1.00	1.13	0.004	80	95%	308.32	5.38	0.95	3.04	0.31	2.22	1.072	2.332	3.47	4.47	
KX2eKJ1	KJ	0.272182	19	0.55	0.55	0.30	0.62	0.004	80	95%	308.32	5.38	0.29	1.67	0.17	0.45	0.590	1.565	4.40	4.95	
KJ_2	KJ	0.272182	20	0.30	0.30	0.09	0.34	0.004	80	95%	308.32	5.38	0.09	0.91	0.09	0.09	0.322	1.045	-	-	
KJ_2	KJ	0.272182	21	0.50	0.50	0.25	0.56	0.004	80	95%	308.32	5.38	0.24	1.52	0.16	0.35	0.536	1.469	4.06	4.56	
KX3e3b	KJ	0.272182	22	0.50	0.50	0.25	0.56	0.004	80	95%	308.32	5.38	0.24	1.52	0.16	0.35	0.536	1.469	4.06	4.56	
KJ_2	KJ	0.272182	23	0.30	0.30	0.09	0.34	0.004	80	95%	308.32	5.38	0.09	0.91	0.09	0.09	0.322	1.045	5.25	5.55	
KX3e3b	KJ	0.272182	24	0.95	0.95	0.90	1.07	0.004	80	95%	308.32	5.38	0.86	2.88	0.30	1.93	1.018	2.254	3.99	4.94	
KX1	KX	1.232	45	0.40	0.40	0.16	0.45	0.004	80	95%	308.32	5.38	0.15	1.21	0.13	0.19	0.429	1.266	4.01	4.41	
KX3e3b	KX	1.934	46-47	0.45	0.45	0.20	0.51	0.004	80	95%	308.32	5.38	0.19	1.37	0.14	0.26	0.482	1.369	8.89	9.34	
KX3e3b	KX	1.934	46	0.60	1.50	0.90	1.07	0.004	80	95%	308.32	5.38	0.86	2.88	0.30	1.93	1.017	2.252	6.97	7.57	
TOTALE																26.14					

Tabella 5.6 Stima della portata massima per ogni sbocco.

4.3 La costruzione del file contenente i dati di portata.

La tabella 5.7, che segue, riporta la successione delle portate all'interno dei rami del T. Genica, procedendo da monte verso valle, ed individuando i punti principali di variazione del valore delle stesse. Questi punti sono rappresentati da:

- portate attribuite agli estremi del modello (punti V, W, Y e H – stimati in percentuale sul valore alla chiusura) (valori di ingresso);
- portate risultanti dalla confluenza di due rami (somma delle portate);

- portate residue a valle dei punti critici in cui si producono fenomeni di esondazione (riduzione delle portate).

Originariamente erano previsti anche i punti di variazione delle portate immesse dagli sbocchi delle reti di drenaggio urbano, tuttavia, come descritto precedentemente, la particolare conformazione di tali reti ne impedisce lo sbocco durante il transito delle portate di piena con tr> di 25 anni e, dunque, quasi tutti i punti di immissione sono stati tolti. E' rimasto solo quello relativo al tratto finale KZ, RS=0.972 con contributo pari a 10 mc/sec ca. (il modello non mostra la riduzione di portata che esce in corrispondenza del tratto di via Tasso in quanto il tratto finale riesce a far defluire portate anche maggiori).

Reach	RS	TR=1.57	TR=2.33	TR=3	TR=5	TR=10	TR=15	TR=20	TR=25	TR=50	TR=100	TR=200
Condotti J-W	1.983	2.64	3.45	3.9	4.72	5.75	6.33	6.73	7.05	8.01	8.97	9.92
Condotti J-W	0.046	7.92	10.36	11.69	14.15	17.24	18.98	20.2	21.14	24.03	26.9	29.77
Trebbiantico J-V	3.3604	3.48	4.54	5.12	6.19	7.53	8.29	8.82	9.22	10.48	11.73	12.97
Trebbiantico J-V	1.585	10.44	13.62	15.36	18.56	22.59	24.86	26.45	27.67	31.44	35.19	38.92
Muraglia K-J	1.569	18.36	23.97	27.05	32.71	39.82	43.83	46.65	48.81	55.47	62.09	68.69
Muraglia K-J	1.4721	18.36	23.97	27.05	32.71	39.3	39.52	39.68	39.74	40.17	40.54	40.92
Muraglia K-J	0.020	18.36	23.97	27.05	32.71	39.13	39.13	39.13	39.13	39.13	39.13	39.13
S. Veneranda X-Y	5.640	4.96	6.48	7.31	8.84	10.77	11.85	12.61	13.20	15	16.8	18.58
S. Veneranda X-Y	3.511	14.87	19.43	21.92	26.52	32.3	35.56	37.84	39.6	45.01	50.39	55.74
S. Veneranda X-H	0.639	2.39	3.15	3.56	4.32	5.28	5.82	6.2	6.49	7.39	8.28	9.17
S. Veneranda X-H	0.0262	7.18	9.45	10.69	12.97	15.85	17.47	18.6	19.48	22.17	24.85	27.51
S. Veneranda K-X	3.448	22.06	28.87	32.61	39.49	48.14	53.02	56.44	59.07	67.18	75.23	83.26
S. Veneranda K-X	2.98875	22.06	28.87	32.61	38.81	42.37	43.94	44.97	45.61	47.65	49.46	51.3
S. Veneranda K-X	2.601	22.06	28.87	30	30	30	30	30	30	30	30	30
S. Veneranda K-X	1.1524	22.06	28.87	30	27.29	20.87	20.87	20.87	20.87	20.87	20.87	20.87
Finale Z-K	1.0204	40.42	52.84	57.05	59	59	59	59	59	59	59	59
Finale Z-K	0.972	40.42	52.84	57.05	70	70	70	70	70	70	70	70

Tabella 5.7: Portate in mc/sec sul T. Genica; RS = codice- distanza della sezione sulla geometria del corso d'acqua.

Per determinare i volumi esondati in corrispondenza dei punti critici si è utilizzata anche in questo caso la portata derivante dall'applicazione dell'equazione dello stramazzo in parete grossa:

$$Q_{\max} = \mu \cdot L \cdot h \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h}^3$$

moltiplicata per la durata del colmo di piena⁴, assunta, cautelativamente, pari a 2 ore.

Tuttavia per il Genica, è necessario procedere come descritto all'inizio del paragrafo e cioè identificando un "range" di valori di portata che determina il fenomeno di innalzamento al di sopra della quota degli argini e quindi mettendolo a bilancio con i volumi esondati applicando la formula dello stramazzo in parete grossa. I risultati del procedimento descritto vengono riassunti nei grafici e tabelle riportati di seguito, ciascuno per ogni punto critico.

³ dove h è l'altezza del pelo libero sulla sommità dell'argine, L è la lunghezza della parte di argine sormontata, μ è un coefficiente che dipende dalla forma della superficie di sfioro.

⁴ a vantaggio della sicurezza si è utilizzato il valore di portata non ridotto in funzione della durata del colmo di piena.

Tratto KX – RS ≈ 3.168 - sponda destra.

portata in arrivo da monte	portata in alveo	portata sfiorata	tempo di ritorno
38.51	38.50	0.01	
39.47	38.98	0.50	tr=5 ca
40.50	39.45	1.05	
41.57	39.93	1.65	
42.70	40.40	2.30	
43.88	40.88	3.01	
45.12	41.35	3.77	
46.41	41.83	4.58	
47.75	42.30	5.45	
49.15	42.78	6.37	
50.60	43.25	7.35	
52.10	43.73	8.38	
53.66	44.20	9.46	
55.27	44.68	10.60	
56.94	45.15	11.79	
58.66	45.63	13.03	tr=25 ca
60.43	46.10	14.33	tr=25 ca
62.25	46.58	15.68	
64.13	47.05	17.08	
66.06	47.53	18.54	tr=50 ca
68.05	48.00	20.05	tr=50 ca
70.09	48.48	21.61	
72.18	48.95	23.23	
74.33	49.43	24.90	tr=100 ca
76.53	49.90	26.63	tr=100 ca
78.78	50.38	28.41	
81.09	50.85	30.24	
83.45	51.33	32.13	tr=200

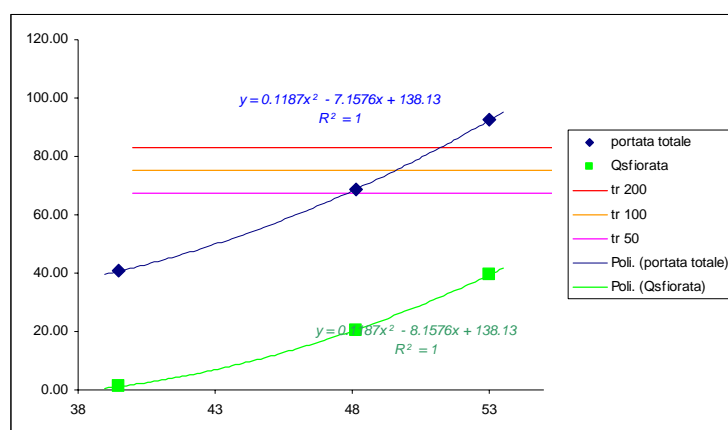


Tabella 5.8 – Tabella e grafico dell'andamento delle portate in corrispondenza del punto critico identificato da: tratto KX, sezione 3.168, sponda destra.

Tratto KJ – sistema ponti via Boiardo e via Boccaccio – sponde dx e sx.

portata in arrivo da monte	portata in alveo	portata sfiorata	tempo di ritorno	portata sfiorata boiardosx	portata sfiorata boiardodx	portata sfiorata boccaccio sx	portata sfiorata boccaccio dx
39.28	39.3	0.00	tr=10ca	0.00	0.00	0.00	0.00
41.24	39.39	1.85		0.00	0.00	0.70	0.70
43.20	39.50	3.70		0.22	0.22	1.63	1.63
45.16	39.61	5.55		0.73	0.73	2.05	2.05
47.12	39.72	7.40	tr=25ca	1.23	1.23	2.45	2.45
49.08	39.83	9.25	tr=25ca	1.74	1.74	2.89	2.89
51.04	39.94	11.10		2.25	2.25	3.30	3.30
53.00	40.04	12.96		2.75	2.75	3.72	3.72
54.96	40.15	14.81	tr=50ca	3.26	3.26	4.14	4.14
56.92	40.26	16.66		3.77	3.77	4.56	4.56
58.88	40.37	18.51		4.28	4.28	4.98	4.98
60.84	40.48	20.36		4.78	4.78	5.40	5.40
62.80	40.59	22.21	tr=100ca	5.29	5.29	5.81	5.81
64.76	40.70	24.06		5.80	5.80	6.23	6.23
66.72	40.81	25.91		6.30	6.30	6.65	6.65
68.68	40.92	27.76	tr=200	6.81	6.81	7.07	7.07

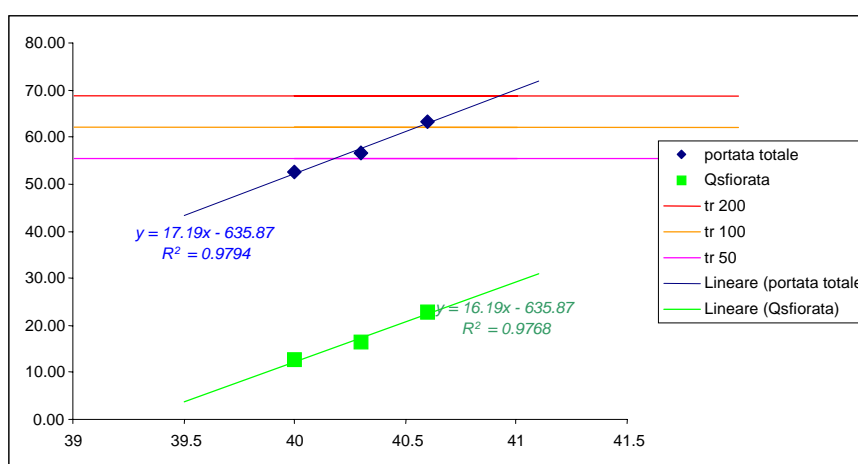


Tabella 5.9 – Tabella e grafico dell'andamento delle portate in corrispondenza del punto critico identificato da: tratto KJ, sistema dei ponti di via Boiardo e via Boccaccio, sponde sx e dx.

Per ciò che riguarda la confluenza in prossimità del Cimitero Centrale, i problemi riferiti ad un corretto dimensionamento del fenomeno sono già stati ampiamente sottolineati in

precedenza. Il metodo utilizzato per stimare le portate esondabili in dx e sx consiste nel ipotizzare l'altezza della quota del pelo libero e verificare la geometria delle sponde dei tratti che costituiscono la confluenza; dove queste sono insufficienti vengono calcolate le portate che escono in stramazzo dagli argini, quindi si bilanciano portate da monte, capacità di deflusso attraverso il ponte della ferrovia, portate in esondazione.

Confluenza in K.

quota argini		quota acqua (ipotesi)	portate sfiorate					
sx di KX	dx di KJ		L sx	L dx	ΔH_{sx}	ΔH_{dx}	Q _{sx} (S. Veneranda)	Q _{dx} (Muraglia)
5.01	5.13	5.01						
5.01	5.13	5.05	16.93		0.02		0.1	
5.01	5.13	5.10	40.85		0.04		0.8	
5.01	5.13	5.13	49.00		0.06		1.4	
5.01	5.13	5.15	58.27	16.27	0.07	0.01	2.1	0.0
5.01	5.13	5.20	60.13	22.55	0.10	0.04	3.5	0.3
5.01	5.13	5.25	62.35	29.24	0.12	0.06	5.2	0.9
5.01	5.13	5.30	91.39	35.73	0.15	0.09	10.1	1.8
5.01	5.13	5.35	98.43	42.21	0.17	0.11	13.7	3.1
5.01	5.13	5.40	110.00	50.00	0.20	0.14	18.9	4.9

Tabella 5.10 – *Tabella dell'andamento delle portate nella confluenza tra Genica di Muraglia e di S. Veneranda al crescere del livello idrico di rigurgito dei ponti.*

Ipotizzando che la portata in arrivo da monte sia pari a 70 mc/sec, ripartita in 40 mc/sec e 30 mc/sec fra KJ e KX, che il fenomeno sia governato principalmente dal rigurgito della luce dei ponti e che il ponte della ferrovia abbia una capacità di deflusso pari a 59-60 mc/sec⁵, è ipotizzabile che il livello idrico si posizioni a quote di 20-35 cm al di sopra della massima altezza arginale⁶ (con le dovute differenze fra sponda dx di Muraglia e sx di S. Veneranda) e che i valori di portata in uscita stiano all'interno dell'intervallo rappresentato dalle righe evidenziate nella tabella 5.10.

Si sottolinea che un ulteriore aumento dei valori dei volumi esondati non comporta un significativo aumento della quota del pelo libero che si stabilizza in seguito al rigurgito delle luci dei ponti, in quanto le lunghezze di sfioro aumentano notevolmente, per cui anche una riduzione della portata che prosegue a valle, pur facendo crescere i tiranti sulle aree allagate non aumenta il livello sulla zona della confluenza.

Il tratto finale riesce a far defluire portate di piena intorno ai 90-95 mc/sec, mostrando localmente l'entrata in pressione di alcuni impalcati. Naturalmente, durante la prima perimetrazione del rischio idraulico, tali valori erano considerati come capaci di determinare condizioni di pericolosità rispetto alla portata duecentennale presa come riferimento, in quanto

⁵ Potrebbe trattarsi di un dato ottimistico da confrontare con il modello fisico se disponibile presso l'ex Genio Civile (vedi nota n° 5 a pag 22)

⁶ I valori riportati di ΔH_{sx} o dx rappresentano il valore medio sul tratto considerato.

quest'ultima, come già visto precedentemente, è stimata pari a 120-130 mc/sec; d'altro canto, entrando nel merito dei possibili sviluppi di un fenomeno di piena con $Tr=200$ anni, **le pregresse, e per un certo verso anche le attuali condizioni del Torrente Genica (geometria, infrastrutture, quote arginali, stato di manutenzione...), fanno sì che tali portate potenziali non riescano a transitare nel tratto finale a causa dei fenomeni descritti che intervengono a monte.** Si potrebbe dunque pensare che, dato che le portate di $tr = 200$ non riescono a raggiungere il tratto finale ZK, lo stesso possa essere considerato come “mitigato” o meglio ancora “deperimetrato”. Tuttavia è importante sottolineare che in assenza di una corretta e “definitiva” pianificazione di bacino, capace di individuare sia gli interventi da attuare, che (soprattutto) le loro priorità, ed in assenza di modelli afflussi-deflussi, capaci non solo di descrivere le attuali modalità di formazione delle piene, ma anche di proiettare tali analisi sullo scenario di previsione urbanistica di tutto il bacino del T. Genica risulta certamente scorretto pensare che quelle aree non siano riferibili a zone in “connessione fluviale”. In ogni caso prima di deperimetrare è necessario definire l'evoluzione nelle politiche di uso del suolo, la produzione di nuove aree impermeabilizzate, la realizzazione di infrastrutture che possono fungere da limite geomorfologico, il programma degli interventi idraulici da realizzare.

Tornando al modello in studio, l'ultimo punto critico è appunto costituito ad un tratto in sponda sinistra in corrispondenza di via Tasso. Questo viene attivato da volumi di piena che transitando portano il livello idrico a quote superiori ai 4.12 m ca. s.l.m., volumi calcolati da modello idraulico in 50-55 mc sec. Nella tabella e nel grafico seguente vengono riportati i valori stimati della portata in efflusso al variare dei livelli e della portata in arrivo da monte.

Tratto ZK –Sponda sinistra in corrispondenza di via Tasso.

TRATTO VIA TASSO

Tr	portata in arrivo	quota argine sx	quota acqua L sfioro sx	deltaHsx	Qsx (via tasso)
2.33	52.8	4.12	4.16	12.00	0.1
3	57.1	4.12	4.26	47.00	1.7
5	70.0	4.12	4.51	92.00	15.8

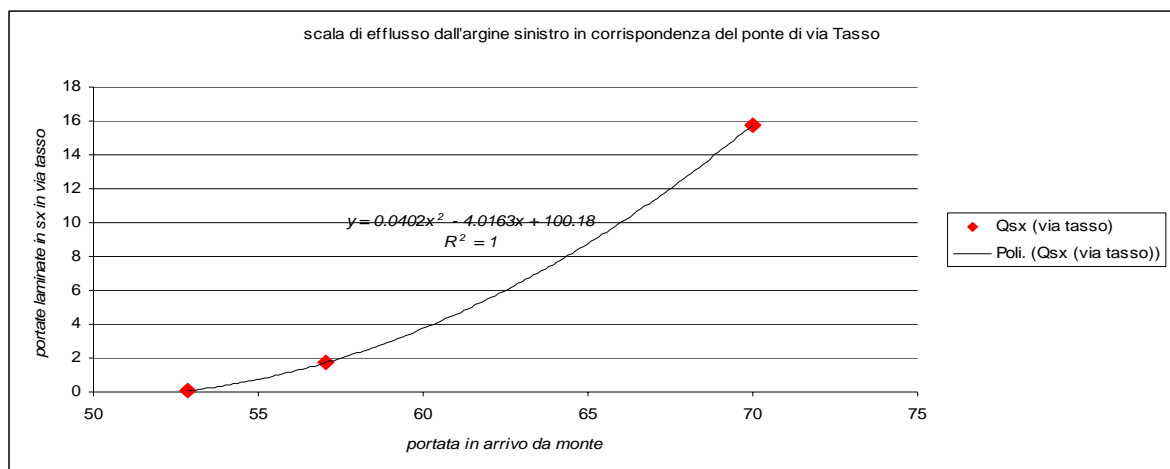


Tabella 5.11 – Tabella e grafico dell'andamento delle portate in arrivo e di quelle in efflusso dall'argine sx in corrispondenza di via Tasso.

4.4 Ricostruzione degli scenari di pericolosità.

Le superfici territoriali omogenee in cui può essere zonata l'area perimetrata a rischio derivano dal mosaico in cui può essere diviso l'ambito di studio, rispetto alle dinamiche di esondazione appena descritte.

Esaminando l'allegato 3 è possibile individuare alcune discontinuità principali nella parte terminale del bacino del torrente Genica, rappresentate dal rilevato del tracciato ferroviario, dalla sede stradale della via Giolitti e della via Kennedy, dalla via Raggi per la parte vicino alla foce, e dai rilievi collinari a sud e ad est del bacino idrografico; le zone poste ad est invece sono considerate come "aperte" nel senso che non è facile determinarne un limite morfologico in quanto degradano progressivamente verso gli argini del F. Foglia (per questo sono considerate principalmente come sede di acqua in movimento e non mostrano aree di allagamento). Le zone omogenee così individuate e per le quali si rimanda, appunto, all'allegato 3, sono sede di fenomeni di allagamento e di direttrici di deflusso delle acque, rappresentate negli allegati 5 (in funzione della durata del colmo di piena), e 6 (in funzione del tempo di ritorno del fenomeno).

La tavola 2 rappresenta la sintesi finale dello scenario di pericolosità, con la ricostruzione delle aree allagate, dei livelli idrici che possono stabilirsi in corrispondenza delle parti maggiormente ribassate, delle direttrici delle acque in movimento e dei principali punti critici; si ritiene che grazie al dettaglio dell'analisi e dei dati di partenza, lo stesso possa essere rappresentato ed utilizzato con dettaglio di scala pari a 1:5.000.

5

FENOMENI DI ALLAGAMENTO SU AREE OMOGENEE

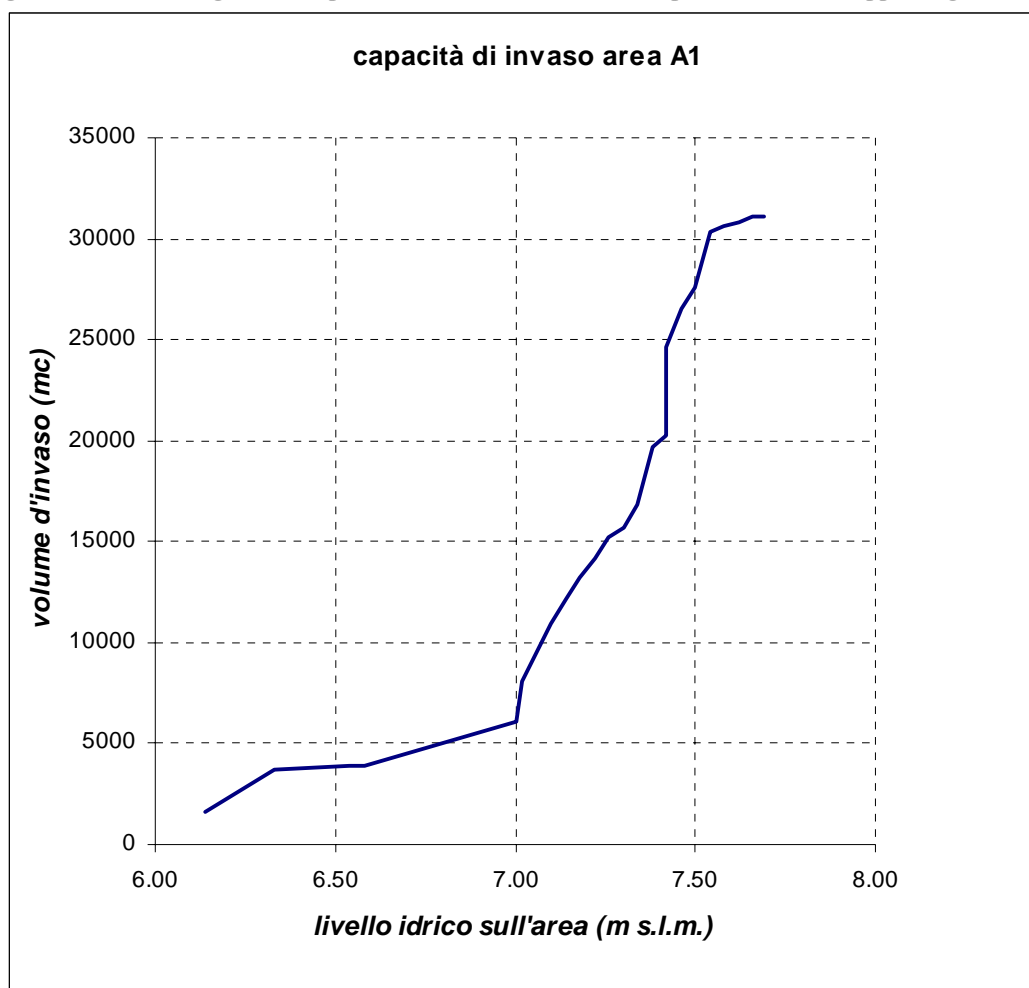
Per il Torrente Genica i rapporti fra volumi esondati ed altezze di allagamento sono riportate nelle tabelle e nei grafici seguenti, elencati per ciascuna area omogenea:

area A1 ed A2,

		durata evento in minuti				
volumi esondati mc/sec		15	30	60	120	180
4.63	tr=25	4167	8334	16668	33336	50004
7.40	tr=50	6660	13320	26640	53280	79920
11.10	tr=100	9990	19980	39960	79920	119880
13.88	tr=200	12492	24984	49968	99936	149904

		durata evento in minuti				
volumi esondati mc/sec		15	30	60	120	180
13.46	tr=25	12114	24228	48456	96912	145368
19.53	tr=50	17577	35154	70308	140616	210924
25.77	tr=100	23193	46386	92772	185544	278316
31.96	tr=200	28764	57528	115056	230112	345168

In grigio i valori meno significativi perché associati ad un colmo di piena di durata troppo lunga.



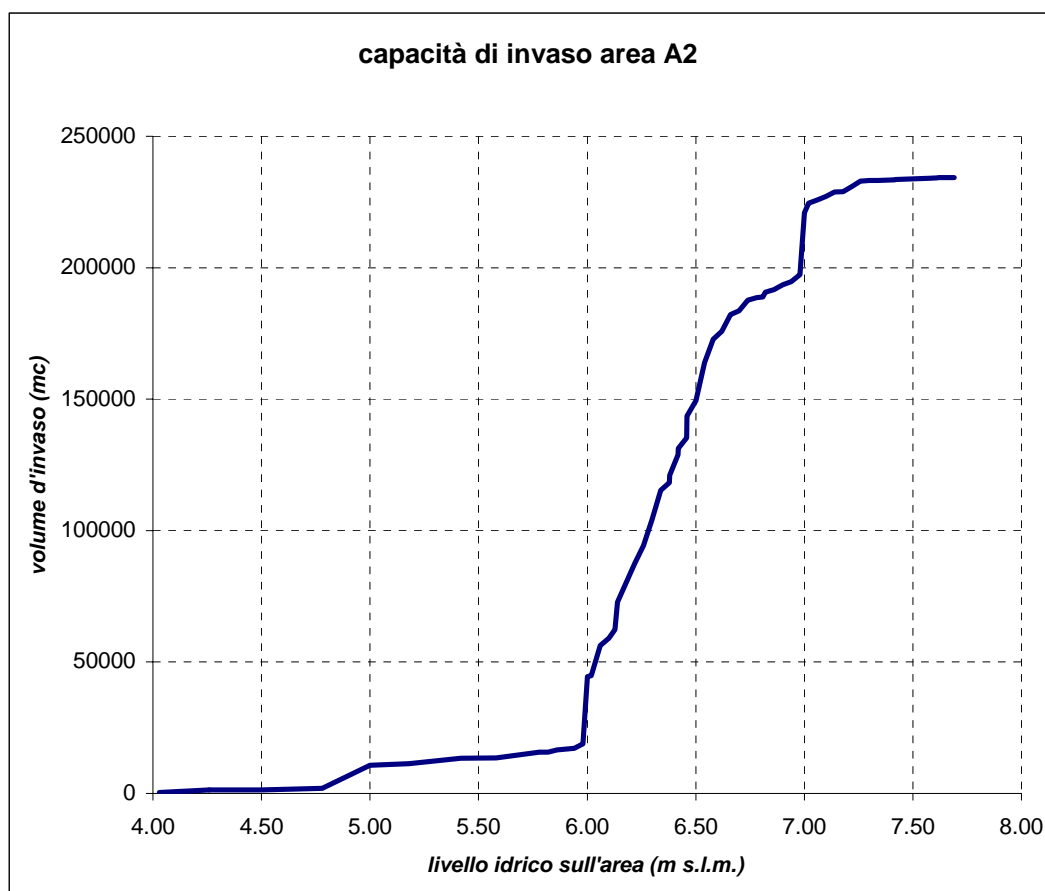


Fig.5 e 6: T. Genica, andamento dei volumi e delle altezze di esondazione in funzione delle portate esondate nelle zone omogenee A1 e A2.

Per ciò che riguarda lo scenario di rischio sulle aree A3a ed A3b è necessario sottolineare che qui intervengono 3 tipi distinti di fenomeni:

- l'esondazione data dai colmi provenienti da monte (zona dei ponti di via Boiardo e Via Boccaccio);
- i volumi derivanti dalla confluenza;
- i volumi che non riescono a defluire per il rigurgito della rete di drenaggio urbano. Tutti questi contributi sono stimati nella tabella seguente, mentre nel grafico vengono riportati, volumi e altezze corrispondenti per le aree perimetrate come a rischio di allagamento.

tr=25	I*	II**	III***	I*	II**	III***
durata min	volumi cumulati			livello idrico		
15	2790		6957	2.54		2.75
30	5580		13914	2.72		2.98
60	11160	40460	68288	2.97	3.60	3.94
120	22320	57331	112987	2.99	3.85	4.00
180	33480	74202	157686	3.29	3.99	4.46

tr=50	I*	II**	III***	I*	II**	III***
durata min	volumi cumulati			livello idrico		
15	2790		9450	2.54		2.80
30	5580		18900	2.72		2.98
60	11160	40460	78260	2.97	3.60	3.99
120	22320	57331	132931	2.99	3.85	4.18
180	33480	74202	187602	3.29	3.99	4.89

tr=100	I*	II**	III***	I*	II**	III***
durata min	volumi cumulati			livello idrico		
15	2790		12780	2.54		2.98
30	5580		25560	2.72		3.02
60	11160	40460	91580	2.97	3.60	3.99
120	22320	57331	159571	2.99	3.85	4.46
180	33480	74202	227562	3.29	3.99	>5.49

tr=200	I*	II**	III***	I*	II**	III***
durata min	volumi cumulati			livello idrico		
15	2790		15282	2.54		2.99
30	5580		30564	2.72		3.20
60	11160	40460	101588	2.97	3.60	3.99
120	22320	57331	179587	2.99	3.85	4.62
180	33480	74202	257586	3.29	3.99	>5.49

In grigio i valori meno significativi perché associati ad un colmo di piena di durata troppo lunga.

- I* volume/livello idrico dovuto alla sola esondazione in corrispondenza della confluenza;
 II** volume/livello idrico dovuto al volume precedente integrato dal rigurgito delle fognature (si innesca per tr>25);
 III*** volume/livello idrico che deriva dalla somma dei due precedenti con l'apporto del volume esondato in dx idrografica in corrispondenza dei punti di via Boiardo e via Boccaccio;

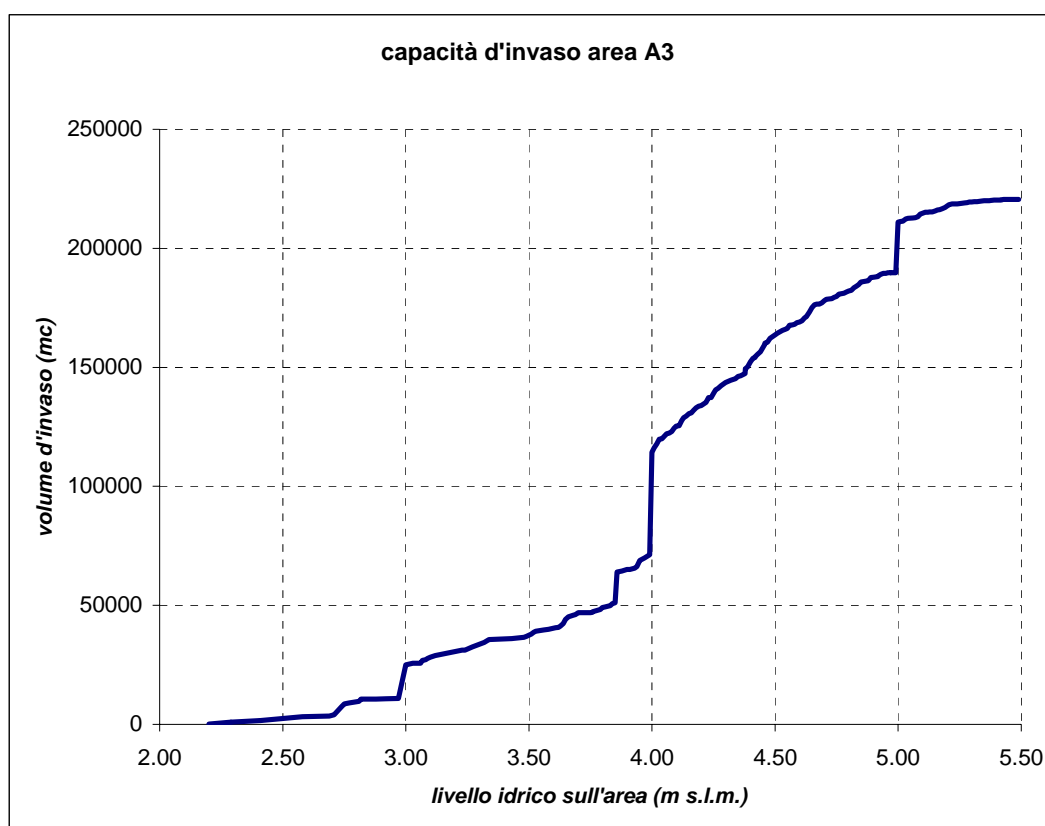
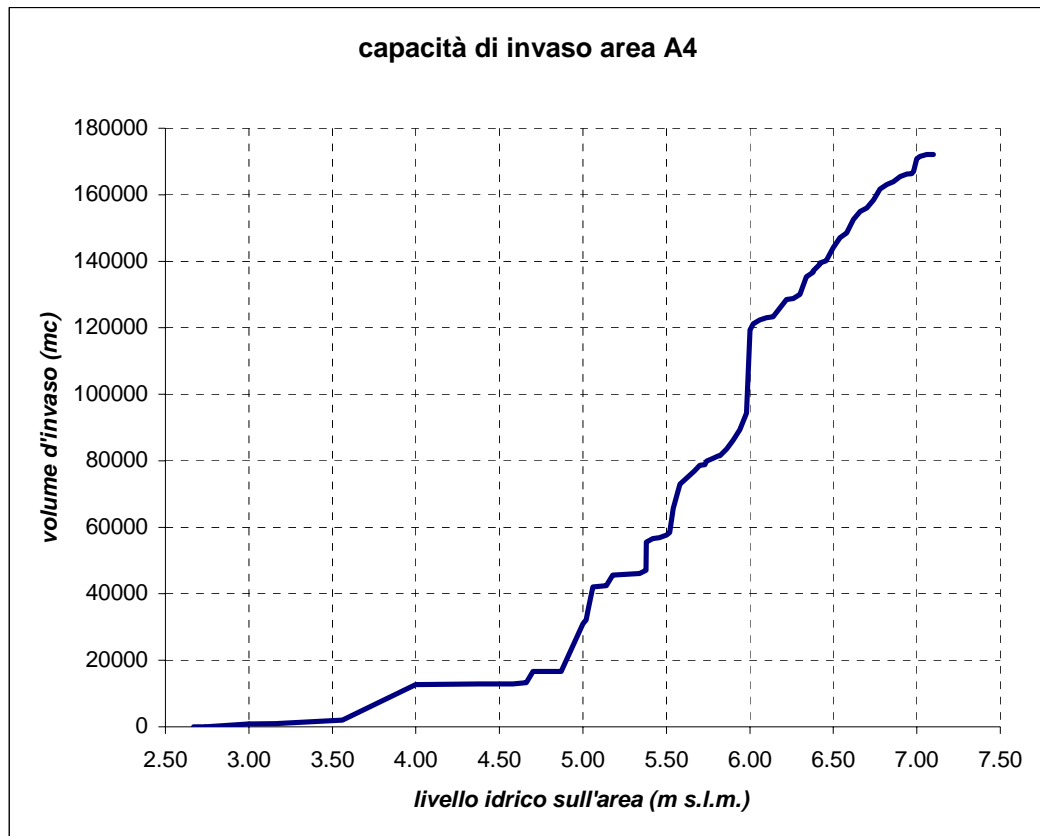


Fig.7: Tabelle e grafico dei volumi coinvolti dal fenomeno di esondazione in funzione del tempo di ritorno e della durata del colmo di piena, sull'area A3.

Per quanto attiene gli andamenti sulle aree A4, sono riportati nelle tabelle e grafici seguenti

volumi esondati mc/sec	durata evento in minuti						
	15	30	60	120	180	210	
13.7	tr>=25	12330	24660	49320	98640	147960	172620



ed A5.

	durata evento in minuti					
volumi esondati mc/sec	15	30	60	120	180	
10.5	tr>=25	9450	18900	37800	75600	113400

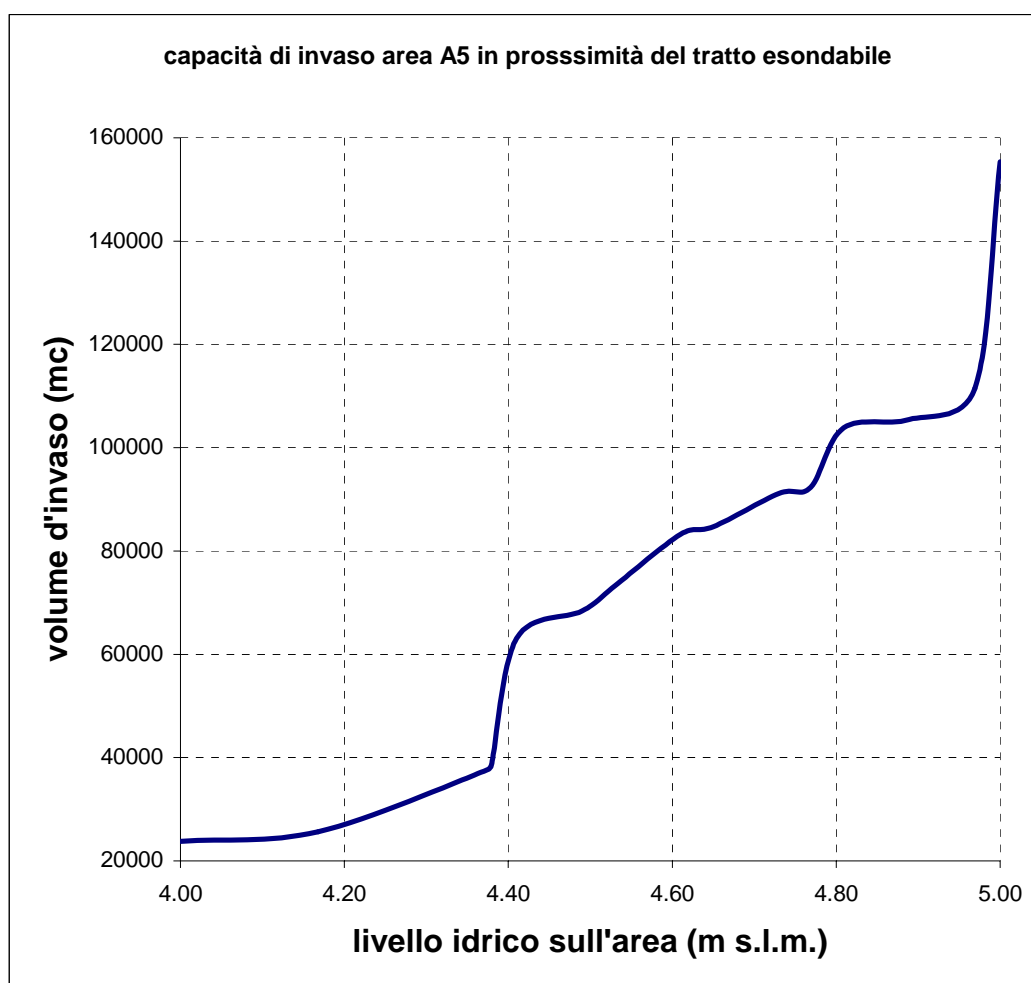


Fig.8 e 9: T. Genica, andamento dei volumi e delle altezze di esondazione in funzione delle portate esondate nelle zone omogenee A4 e A5.

Nella tavola 2 sono riportate anche le direzioni preferenziali assunte dalle acque esondate dal Foglia e dal Genica sulle aree di esondazione perimetrata. Il dettaglio dell'alveo dei canali di esondazione, per le motivazioni già ricordate precedentemente nella presente relazione, non può essere automaticamente considerato valido ed esaustivo alla scala del singolo intervento in questo studio

6 INDICAZIONI PER LA REDAZIONE DELLA VERIFICA TECNICA DI CUI AL L'ART. 9 DELLE NTA DEL PAI

Per tutti gli interventi che possono essere associati alla presente istanza di coordinamento e mitigazione, viene proposta una specifica procedura di indirizzo e valutazione della redazione della “verifica tecnica” ai sensi dell’art. 9 comma 2, che si basi e faccia riferimento al presente approfondimento di studio del rischio idrogeologico idraulico.

Tenuto conto che lo studio rappresenta in generale ciò che avviene sulla totalità delle aree di esondazione e di rischio perimetrato dal PAI, si ritiene utile puntualizzare alcuni limiti di utilizzo a cui devono essere assoggettate le conclusioni del presente lavoro, che costituiscono comunque un importante punto di partenza per gli approfondimenti a scala di dettaglio.

- Gli scenari ricostruiti sono stati elaborati a scala di zona omogenea, in funzione di una portata esondata determinata con i presupposti conoscitivi e di elaborazione di cui al presente studio che nasce e si sviluppa con fini prevalentemente pianificatori: dunque gli stessi favoriscono indicazioni che non possono essere considerate come descrittive del fenomeno rappresentato in modo puntuale a maggiore scala come può essere, ad esempio, quella del singolo intervento, con il semplice ingrandimento dell’elaborato.
- Le aree sede di canale di esondazione sono rappresentate da simboli (freccette) che vogliono descrivere graficamente la zona interessata dal deflusso delle acque esondabili, individuata con criterio morfologico; le stesse, quindi, non intendono delimitare in modo puntuale l’alveo dei canali di esondazione, bensì descrivere la direttrice e l’intorno in cui si sviluppa il fenomeno.
- Le aree omogenee individuate dallo studio come sede di eventi di esondazione rappresentate per il Genica dalle aree A1, A2 MONTE, A2 VALLE, A3 MONTE, A3 VALLE, A4 MONTE, A4 VALLE, A5 MONTE, A5 VALLE, A6, e dalle aree MIRALFIORE, VIA TOSCANA-VILLA S. MARTINO, TORRACCIA, TOMBACCIA, per il Foglia, sono state delimitate fra loro in base alle risultanze dell’elaborazione dei DTM tratti dalla cartografia del Comune di Pesaro in uso e dunque non tengono conto di eventuali modesti punti di scambio e di deflusso (tombinature, rampe, depressioni puntuali, ecc...) fra una e l’altra zona; tali fenomeni, che si ritengono ininfluenti alla scala ampia rispetto alle dinamiche di esondazione descritte, devono invece essere adeguatamente ricostruiti e valutati in fase di redazione della verifica tecnica, perché importanti alla scala di dettaglio dell’intervento.
- Lo studio rappresenta necessariamente una “fotografia” del territorio dei due corsi d’acqua che fa riferimento alla cartografia ufficiale fornita dal Comune di Pesaro (2004). Alcune modifiche rilevate e/o segnalate durante la stesura del presente lavoro sono state implementate nello studio, in particolar modo la geometria arginale del F. Foglia nel tratto fra il ponte autostradale e la FOX (Progetto sistemazione argini Prov. PU, in appalto). Pertanto, dato che la trasformazione del territorio è in continuo divenire, è necessario calare con tale consapevolezza le considerazioni e le conclusioni del lavoro alla scala del comparto urbanistico-edilizio del singolo intervento, verificando, integrando e modificando le eventuali difformità con l’effettivo stato dei luoghi.

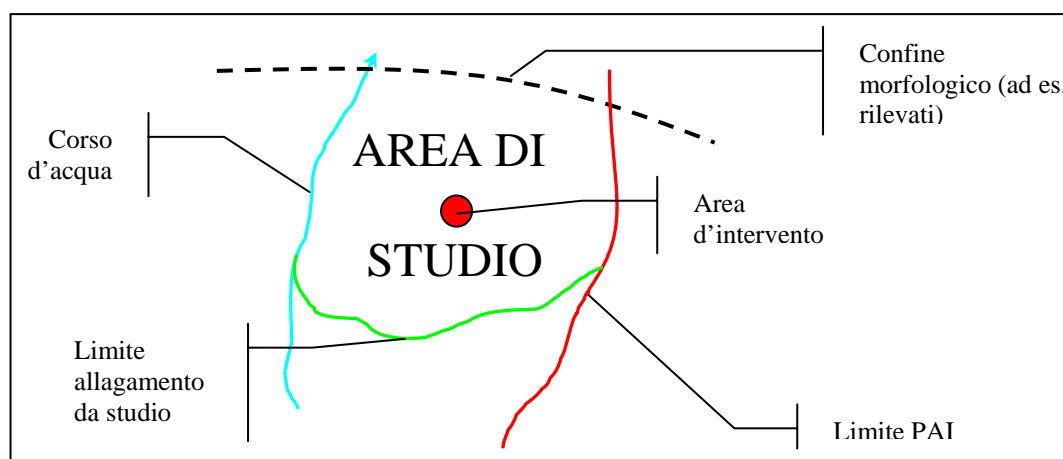
Dunque ai fini del supporto conoscitivo per la redazione della verifica tecnica su singoli interventi nelle aree a rischio, si sottolinea che il presente lavoro può essere utilizzato per:

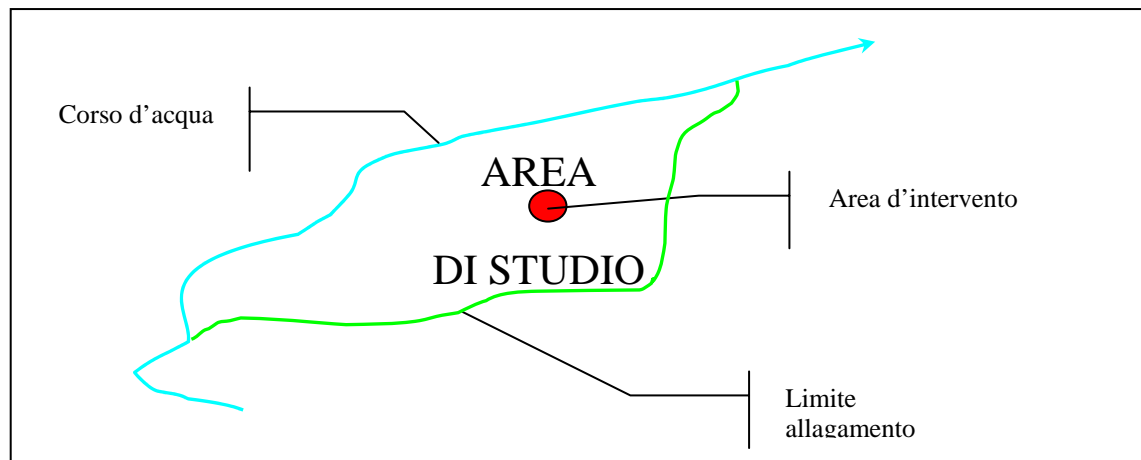
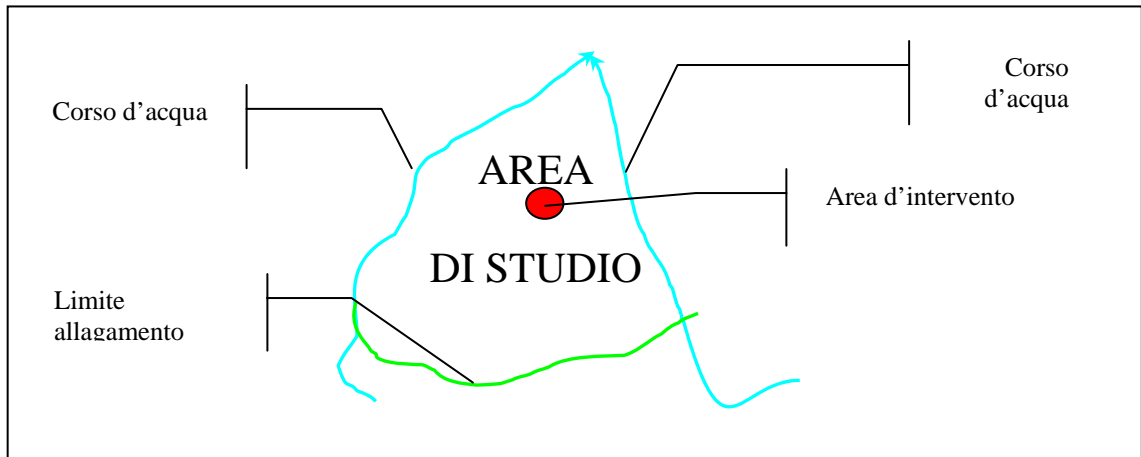
1. identificare l'ambito o zona omogenea in cui si sviluppano i fenomeni che determinano il rischio idraulico;
2. la tipologia principale del fenomeno che determina il rischio (prossimità ad una direttrice di esondazione, area di allagamento, sormonto arginale, ecc...);
3. la stima della quota e della superficie di allagamento relativa all'area d'intervento (a meno di più sofisticate valutazioni),
4. definire un intorno che rappresenti un'area delimitata di riferimento (limitata morfologicamente, da edifici o infrastrutture, dai fenomeni che vi si sviluppano, ecc...) in cui è possibile calare e dettagliare ulteriormente le conclusioni del presente studio, ai fini della redazione della verifica tecnica per il singolo intervento (supporto conoscitivo per un corretto passaggio di scala);
5. l'identificazione di alcuni interventi progettuali possibili per la riduzione del rischio di esondazione.

6.1 Il percorso metodologico volto all'analisi del problema utilizzando i dati dell'approfondimento di studio.

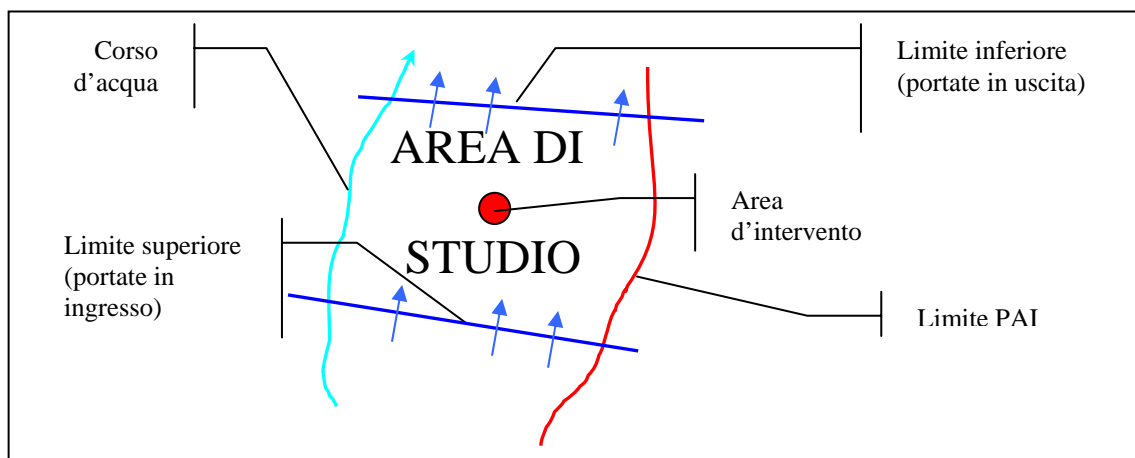
Senza avere minimamente l'intenzione di ridurre la sensibilità, la conoscenza dei fenomeni di esondazione, e l'esperienza professionale proprie di ciascun tecnico che venga chiamato a redigere la "verifica tecnica" si individuano alcuni percorsi metodologici da seguire per l'approfondimento delle analisi nei casi puntuali associati alle richieste di intervento diretto sulle aree perimetrare oggetto del presente studio. Tali procedure sono pertanto considerate come necessarie e sufficienti alla redazione della verifica tecnica.

Il dato di partenza è naturalmente quello di identificare la zona omogenea significativa sulla quale approfondire l'indagine alla scala dell'intervento. Per individuarla è necessario perimetrare un'area, contenente l'area di sedime dell'opera da realizzare, delimitata da condizioni al contorno ben definite dallo studio. Queste condizioni al contorno possono essere rappresentate dai limiti delle zone omogenee proprie dello studio, come il corso d'acqua, il confine morfologico a macroscale (strada, rilevato ferroviario, ecc...) o limite dell'area perimetrata a rischio PAI, nelle varie possibili combinazioni.





Qualora, non fosse possibile definire i limiti tutt'intorno all'area di studio, come ad esempio nei casi in cui l'area è soggetta ad essere interessata da acqua in movimento, si potrà procedere identificando dei limiti, a monte e a valle della direzione di propagazione delle acque di piena, e definire lo scenario di rischio bilanciando i volumi provenienti da monte con quelli che defluiscono a valle, ricostruendo così nel dettaglio lo sviluppo dei canali di esondazione e dei tiranti ad essi associati:



Su tale porzione di territorio così definito, va effettuata una ricostruzione plano-altimetrica aggiornata di dettaglio, preferibilmente con la creazione di un modello digitale del terreno (DTM) adeguatamente dettagliato, con la livelletta delle direttrici principali, quali possono essere ad esempio le strade, gli ingombri degli edifici principali, gli ostacoli “discontinuità” al deflusso (muretti e recinzioni), ecc... Il modello digitale del terreno verrà ricavato sia dalle informazioni esistenti quali la carta tecnica, le informazioni cartografiche da PRG, i rilievi eseguiti nel tempo, sia da un apposita integrazione, con verifiche e rilievi, di campagna topografica, volta a colmare eventuali lacune nelle zone ritenute significative ma caratterizzate da minor dettaglio.

A questo punto, con i dati derivanti dal modello idraulico, come le quote di allagamento e le portate in efflusso dagli argini, è possibile sovrapporre l'effettivo stato di fatto della superficie topografica ed ottenere i livelli di allagamento su tutta l'area d'interesse.

Grande importanza assumono a questo punto le soluzioni progettuali atte a ridurre l'esposizione al rischio dell'opera da realizzare. La ricostruzione a maggior dettaglio dell'evento permette anche di dimensionare correttamente gli interventi di presidio necessari.

6.2 Alcune indicazioni per la riduzione dell'esposizione delle opere da realizzare.

In funzione di quelle che sono le risultanze degli scenari di rischio e dei livelli idrici associati, si riassumono le proposte di mitigazione del rischio idraulico basate su accorgimenti architettonici e tecnico-costruttivi, così come riportati nelle NdA ed allegati del PAI e in accordo con le indicazioni della Circolare dell'Autorità di Bacino Regionale del 09/03/2004.

Per le aree soggette ad allagamento, ma senza la presenza di direttrici di esondazione, si suggerisce di:

- realizzare le superfici abitabili delle strutture prive di piani seminterrati o interrati a quota superiore rispetto al livello di allagamento, così come identificato dallo studio, o conformare le aree esterne in modo tale da garantire la tenuta stagna dei manufatti **fino ad una quota corrispondente al franco di 30⁷ cm** sulla quota di allagamento prevista dallo studio o, ancora, realizzare piani terra su “pilotis” o su strutture aperte e privi di tamponature;
- realizzare le aperture e la conformazione delle aree esterne delle strutture dotate di piani seminterrati o interrati in modo tale da garantire la tenuta stagna dei manufatti **fino ad una quota corrispondente al franco di 30 cm** sulla quota di allagamento individuata dallo studio; con il relativo soprizzo delle soglie di accesso, delle prese d'aria e, in generale di qualsiasi apertura;
- prevedere l'analisi e le misure atte a fronteggiare la variazione delle pressioni idrostatiche sui terreni indotte dai livelli di piena individuati dallo studio, nei casi in cui si intervenga sulle strutture fondali.

⁷ Si ritiene congruo tale valore, rispetto al livello di approfondimento dello studio.

- Riqualficare i corpi costruiti successivamente all'impianto originario (concessionati o condonati) per conferire agli stessi una maggiore resistenza ai fenomeni di esondazione, un minor ostacolo al deflusso e senza aumenti di volume.

Per le aree su cui si sviluppano volumi di acque in movimento o correnti di torbida, definite direttrici di esondazione, con o senza fenomeno di allagamento (nel qual caso andranno previste in aggiunta le misure di mitigazione di cui al punto precedente) i progetti di intervento potranno prevedere specifiche misure per la riduzione del rischio, che possono essere ad esempio costituite nel:

- realizzare le aperture degli edifici e la conformazione delle aree esterne in modo tale da garantire la tenuta stagna dei manufatti fino ad una quota corrispondente al franco di 30 cm rispetto al livello idrico associabile al tirante idraulico delle direttrici di esondazione;
- progettare la disposizione dei fabbricati in modo tale da limitare la presenza di lunghe strutture trasversali alla corrente principale;
- progettare l'adeguamento (eventuale) della viabilità minore interna così da limitare allineamenti di grande lunghezza nel senso di scorrimento delle acque;
- disporre gli ingressi e le aperture in genere, e le innovazioni esterne al fabbricato, in modo che non siano perpendicolari al flusso della corrente principale ed in generale non comportino ostacolo al deflusso delle acque;
- favorire il deflusso/assorbimento delle acque di esondazione, evitando interventi che ne favoriscano l'accumulo, a meno che gli stessi non siano appositamente ideati e dimensionati allo scopo;
- mettere in atto adeguate misure di difesa per evitare fenomeni di erosione delle fondazioni superficiali;
- prevedere l'eventuale installazione di sistemi di pompaggio;
- prevedere recinzioni trasparenti al flusso delle acque ed orientate, se possibile, nel senso parallelo al flusso delle acque ipotizzato.

6.3 *Indicazioni per un agevole e semplificato utilizzo degli strumenti di analisi.*

Per poter agevolmente utilizzare gli strumenti cartografici si riassumono i principali dati necessari alla descrizione dei fenomeni:

Le aree di esondazione ed allagamento previste dallo studio, in funzione dello scenario di rischio ricostruito, e a meno di valutazioni di maggior dettaglio, mostrano che i livelli idrici massimi che vengono a stabilirsi sulle macroaree così individuate sono pari a:

Torrente Genica - Zone:

A1	=	7.69 m s.l.m.
A2monte	=	6.90 m s.l.m.
A2valle	=	6.90 m s.l.m.
A3monte	=	verificare i canali di esondazione.
A3valle	=	4.62 m s.l.m. e verificare canali di esondazione
A4monte	=	verificare canali di esondazione
A4valle	=	5.99 m s.l.m.
A5monte	=	4.55 m s.l.m.
A5valle	=	verificare eventuali canali di esondazione
A6	=	verificare eventuali canali di esondazione

Fiume Foglia – Zone

Miralfiore	=	5.32 m s.l.m.
Via Toscana e villa S. Martino	=	9.02 m s.l.m.
Torraccia sx	=	8.78 m s.l.m.
Tombaccia sx	=	6.55 m s.l.m.
Zona Benelli	=	verificare eventuali canali di esondazione

Quindi è importante verificare che le quote individuate nelle tavole di progetto dei singoli interventi siano compatibili con l'altezza a cui perviene il livello idrico in ciascuna zona, e che gli interventi di mitigazione previsti siano dimensionati, appunto, su tali quote così determinate.

E' superfluo ribadire che per una corretta analisi delle interferenze e dello scenario di rischio a scala di dettaglio del singolo intervento, è preferibile predisporre un DTM sufficientemente dettagliato e ben esteso in un intorno adeguato rispetto all'intervento stesso.