



UNIONE DI COMUNI “PRIMA COLLINA”

Provincia di Pavia

Regione Lombardia

VARIAZIONI PUNTUALI DELLO STUDIO DELLA COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO

(AI SENSI DELL'ART. 57 COMMA 1 DELLA L.R. 12/2005

DGR N. VIII/1566 DEL 22.12.2005 - DGR N. VIII/7374 DEL 28.05.2008)

STUDIO IDRAULICO - LOC. CAMPONOCE

RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA

1. PREMESSA	2
2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE	3
3. ANALISI IDROLOGICA:PORTATA DI RIFERIMENTO.....	3
3.1 RAGGUAGLIO DELLE PIOGGE	4
3.2 STIMA DELLE PERDITE IDROLOGICHE	5
3.3 TRASFORMAZIONE DEGLI AFFLUSSI IN DEFLUSSI	6
4. ANALISI IDRAULICA: CALCOLO DEL PROFILO DI MOTO PERMANENTE.....	10
5. DELIMITAZIONE DELLE AREE ALLAGATE E VALUTAZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO.....	13
6. CONCLUSIONI	16

1. PREMESSA

Il presente studio idrologico e idraulico è predisposto e sviluppato in conformità ai criteri definiti per la valutazione di compatibilità idraulica delle previsioni urbanistiche e delle proposte di uso del suolo nelle aree a rischio idraulico specificati nell'allegato 4 della DGR n.8/7374 del 2008 che aggiorna i "criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di governo del Territorio in attuazione dell'art. 57, comma 1 della L.R. 12/2005".

I criteri suddetti si applicano ai casi in cui la normativa di piano di bacino prevede approfondimenti a scala di maggior dettaglio, nonché ai corsi d'acqua per i quali il PAI non ha definito fasce fluviali, caso, quest'ultimo che riguarda il torrente Versa oggetto di questa relazione.

La delimitazione delle aree allagate è stata compiuta determinando, attraverso simulazioni idrauliche di moto permanente monodimensionale, i livelli del pelo libero per la portata di riferimento e confrontando i valori ottenuti con le quote del terreno riportate su un rilievo aerofotogrammetrico fornito dalla committenza ed integrato con le quote riportate sulla CTR regionale in scala 1:10000 ed attraverso considerazioni elaborate sulla base di un sopralluogo dell'area appositamente condotto.

Lo studio è stato condotto rappresentando l'alveo attraverso n. 12 sezioni trasversali, facenti parte del rilievo del torrente Versa fornito dalla committenza, ed utilizzando i dovuti parametri (coefficienti di scabrezza per l'alveo e le sponde, coefficienti di espansione e contrazioni della corrente, ecc.) per descrivere le principali caratteristiche fisiche ed idrauliche delle sezioni.

I calcoli sono stati eseguiti utilizzando il codice di calcolo HEC-RAS versione 3.1.3 dello *U.S. Army Corps of Engineers*.

Sono parte integrante del seguente studio gli elaborati grafici e gli allegati di seguito elencati:

- Tavola T0 – Corografia (scala 1:25000);
- Tavola T1 – Carta geologica e uso dei suoli (scala 1:30.000);
- Tavola T2 – Sezioni idrauliche sul torrente Versa (scala 1:2000);
- Tavola T3 – Carta delle difese idrauliche (scala 1:1000);
- Tavola T4 – Carta delle aree allagabili - stato di fatto (scala 1:10000);
- Tavola T5 – Carta delle aree allagabili – stato di progetto (scala 1:10000);
- Tavola T6 – Carta del rischio idraulico (scala 1:10000).
- Allegato 1 – Confronto stato di fatto – stato di progetto: Sezioni e profilo idraulico

2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il territorio comunale di Canneto Pavese si sviluppa in prevalenza in sponda sinistra del torrente Versa, con un interessamento minimo anche della sponda destra nei pressi della località Camponoce, e si estende per una superficie di circa 5,80 km².

L'elevazione rispetto al livello medio marino è compresa tra i 100 e i 260 metri, con un'escursione altimetrica complessiva pari a 160 metri circa.

Oltre al centro abitato del capoluogo, Canneto Pavese, sono presenti i centri abitati di Beria, Vigalone, Monteveneroso e Montù de' Gabbi.

3. ANALISI IDROLOGICA: PORTATA DI RIFERIMENTO

I criteri per la valutazione di compatibilità idraulica delle previsioni urbanistiche, inseriti all'interno dei criteri attuativi della L.R. 12/05, definiscono come scenario di rischio da considerarsi quello facente riferimento alla portata con tempo di ritorno $T = 100$ anni, salvo quanto previsto per i corsi d'acqua per i quali siano state individuate le fasce di pertinenza: in tal caso si deve considerare il tempo di ritorno della piena di riferimento utilizzato per il tracciamento della fascia B.

Il torrente Versa non rientra fra i corsi d'acqua in cui siano state delimitate le fasce A e B del PAI e pertanto si prenderà come riferimento per la simulazione idraulica la portata al colmo per un tempo di ritorno T pari a 100 anni.

Poiché non sono disponibili misurazioni di portata nella sezione di interesse, il calcolo delle portate massime di piena è stato eseguito attraverso la trasformazione degli afflussi in deflussi; la stima dei valori di deflusso è quindi funzione delle precipitazioni cadute sul bacino.

In particolare, volendo determinare le portate massime con assegnato tempo di ritorno, occorre definire la pioggia critica, cioè quella che produce, per un bacino imbrifero definito, la massima tra le portate possibili per un assegnato tempo di ritorno nella sezione di chiusura.

Il primo passo della procedura di calcolo consiste nella valutazione della curva di possibilità pluviometrica (o curva segnalatrice di possibilità climatica) $h = at^n$ caratteristica dell'area in esame, cioè della relazione matematica tra l'altezza della pioggia h [mm] e la durata t [h] per assegnata rarità dell'evento.

La curva di possibilità climatica utilizzata è quella relativa alla stazione pluviometrica di Pavia (registrazioni del pluviometro di Cascina Scala) che, per tempo di ritorno $T = 100$ anni, è uguale a: $h = 56,36 t^{0,3486}$. I valori di a e n sono riportati nella tabella seguente:

a	n
56,36	0,3486

3.1 Raggiungimento delle piogge

Data l'estensione del bacino del torrente Versa sotteso dalla sezione di chiusura oggetto dello studio (sezione 12, bacino di 50,2 km²), il passo successivo alla determinazione delle curve di possibilità pluviometrica puntuali è consistito nel raggiungere all'area i valori delle altezze di precipitazione puntuali.

L'altezza di precipitazione raggiunta h_r viene quindi espressa come:

$$(3.1) \quad h_r(t) = h(t)R(t, A)$$

ovvero:

$$(3.2) \quad h_r(t) = at^n R(t, A)$$

Per determinare $R(t, A)$ si sono utilizzati i valori del coefficiente di riduzione o di raggiungimento proposti dal NERC (*National Environment Research Council*) del Regno Unito, e riportati nella

tabella successiva per durate da 1 min a 25 giorni e per aree da 1 a 30.000 km² (NERC, 1975).

Durata	Area [km ²]									
	1	5	10	30	100	300	1000	3000	10000	30000
1 min	0,76	0,61	0,52	0,40	0,27	-	-	-	-	-
2 min	0,84	0,72	0,65	0,53	0,39	-	-	-	-	-
5 min	0,90	0,82	0,76	0,65	0,51	0,38	-	-	-	-
10 min	0,93	0,87	0,83	0,73	0,59	0,47	0,32	-	-	-
15 min	0,94	0,89	0,85	0,77	0,64	0,53	0,39	0,29	-	-
30 min	0,95	0,91	0,89	0,82	0,72	0,62	0,51	0,41	0,31	-
60 min	0,96	0,93	0,91	0,86	0,79	0,71	0,62	0,53	0,44	0,35
2 h	0,97	0,95	0,93	0,90	0,84	0,79	0,73	0,65	0,55	0,47
3 h	0,97	0,96	0,94	0,91	0,87	0,83	0,78	0,71	0,62	0,54
6 h	0,98	0,97	0,96	0,93	0,90	0,87	0,83	0,79	0,73	0,67
24 h	0,99	0,98	0,97	0,96	0,94	0,92	0,89	0,86	0,83	0,80
48 h	-	0,99	0,98	0,97	0,96	0,94	0,91	0,88	0,86	0,82
96 h	-	-	0,99	0,98	0,97	0,96	0,93	0,91	0,88	0,85
192 h	-	-	-	0,99	0,98	0,97	0,95	0,92	0,90	0,87
25 d	-	-	-	-	0,99	0,98	0,97	0,95	0,93	0,91

Tabella 3.1: valori del coefficiente di ragguglio delle altezze di pioggia in funzione dell'area e della durata (NERC, 1975).

Il coefficiente di ragguglio ottenuto dall'interpolazione lineare dei dati indicati nella tabella precedente in corrispondenza del valore assunto dalla durata della precipitazione critica (vedi paragrafo 3.3), per la superficie del bacino considerato pari a 50.2 km², risulta uguale a 0,918.

3.2 Stima delle perdite idrologiche

La stima delle perdite idrologiche è stata eseguita con il metodo del CN (*curve number* o numero di curva) del *Soil Conservation Service* (SCS, 1985); con il metodo CN il coefficiente di afflusso medio del bacino ϕ per ciascun tempo di ritorno è funzione dell'altezza di precipitazione critica e della quantità d'acqua immagazzinabile nel bacino, e può essere calcolato con la formula seguente:

$$(3.3) \quad \phi = \frac{(1 - 0,2K)^2}{(1 + 0,8K)}$$

ove:

$$(3.4) \quad K = \frac{S}{h_r(t_c, T)}$$

ed S è l'altezza d'acqua massima (mm) immagazzinabile nel e sul terreno a saturazione. Il valore del parametro S può essere calcolato in funzione di CN con la formula seguente:

$$(3.5) \quad S = 25,4 \left(\frac{1000}{CN} - 10 \right)$$

Il numero di curva dipende dalle piogge precedenti, dal tipo di suolo e dalla sua condizione, dall'uso del suolo e dal tipo di copertura vegetale.

I valori di CN sono stati ricavati dall'analisi della carta geologica e uso del suolo dei territori interessati dal bacino imbrifero del torrente Versa (v. Tavola T1).

I valori adottati sono riportati nella tabella seguente, con φ funzione della durata della pioggia critica e del tempo di ritorno (vedi paragrafo 3.3) secondo la relazione 3.4:

<i>Bacino</i>	<i>Area [km²]</i>	<i>CN</i>	<i>φ</i>
<i>T. Versa</i>	50,2	77,5	0,438

3.3 Trasformazione degli afflussi in deflussi

La portata al colmo in corrispondenza della sezione di valle del tratto di torrente Versa oggetto dello studio è stata calcolata con il *Metodo di Mc Sparran* (McSparran, 1968); tale metodo è basato sulla schematizzazione del bacino tramite uno IUH (idrogramma unitario istantaneo) di Nash i cui parametri sono funzioni di alcune grandezze geomorfologiche del bacino.

L'elemento concettuale che è alla base dell'operazione di trasformazione afflussi – deflussi è il serbatoio lineare tramite il quale è definito il modello di Nash, che schematizza il bacino come una serie di n serbatoi uguali, ossia definiti attraverso la stessa costante d'invaso o di tempo k .

I due parametri sono quindi: il numero n di serbatoi in serie e la costante di tempo k , comune a tutti gli n serbatoi. Nell'IUH di Nash il numero n di serbatoi può assumere valori non interi.

Il metodo di Mc Sparran, di stima dei parametri dell'IUH di Nash, definisce due nuovi parametri: t_p e k_1 ; t_p è l'istante di picco e k_1 è una costante di tempo (diversa da k).

Il parametro t_p è legato a n e k dalla relazione:

$$(3.6) \quad t_p = (n-1) \times k$$

La costante di tempo k_1 è legata a t_p e n dalla relazione:

$$(3.7) \quad k_1 = 4.1 \frac{t_p}{n}$$

I parametri t_p e k_1 sono legati alle caratteristiche geomorfologiche del bacino. Per la stima dei parametri è stata qui adottata la procedura semplificata per la quale le relazioni sono:

$$(3.8) \quad t_p = 5.52A^{0.208}S^{-0.447};$$

$$(3.9) \quad k_1 = 3.34A^{0.297}S^{-0.354}.$$

dove: A è l'area del bacino in miglia quadrate; S è la pendenza media del corso d'acqua principale moltiplicata per mille.

Nel metodo si contempla la possibilità di determinare la portata di base che, nel caso specifico, viene considerata uguale a zero.

Il calcolo della portata al colmo è stato eseguito ricercando la durata critica dell'evento di pioggia (rappresentato attraverso uno ietogramma di tipo rettangolare), ossia ricercando per quale

durata di precipitazione, dati i parametri della curva di possibilità pluviometrica ed i parametri esprimenti le caratteristiche del bacino, l'idrogramma di piena di McSparran risultante presenta il valore di portata al colmo massima.

Nel calcolo si è altresì considerato che il valore del coefficiente d'afflusso ϕ dipenda dal tempo di ritorno e che varii con la durata della pioggia secondo la relazione 3.4; le piogge sono state ragguagliate utilizzando i valori del coefficiente R calcolati precedentemente per interpolazione lineare dai dati di tabella 3.1.

In figura 3.1, 3.2 e 3.3 vengono rappresentati rispettivamente l'idrogramma unitario istantaneo (IUH), l'idrogramma di piena e la portata al colmo per la durata critica dell'evento per il caso specifico del bacino idrografico del torrente Versa, risultanti dall'applicazione del metodo di Mc Sparran sopra descritto.

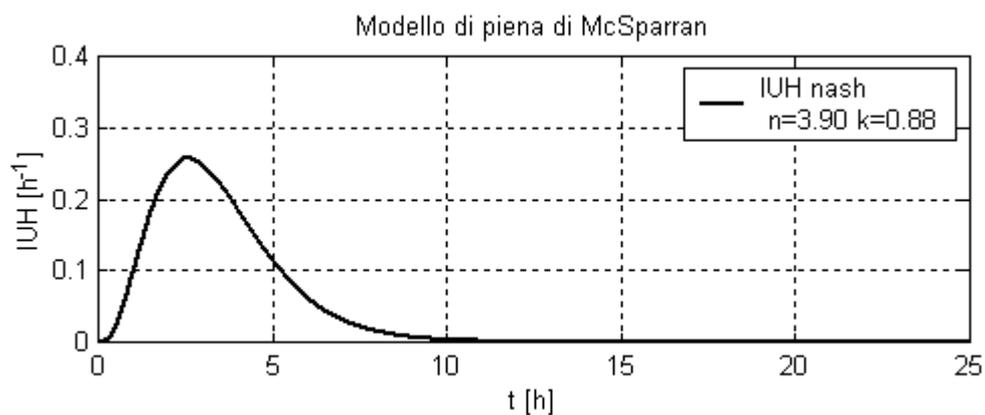


Fig. 3.1 Idrogramma unitario istantaneo

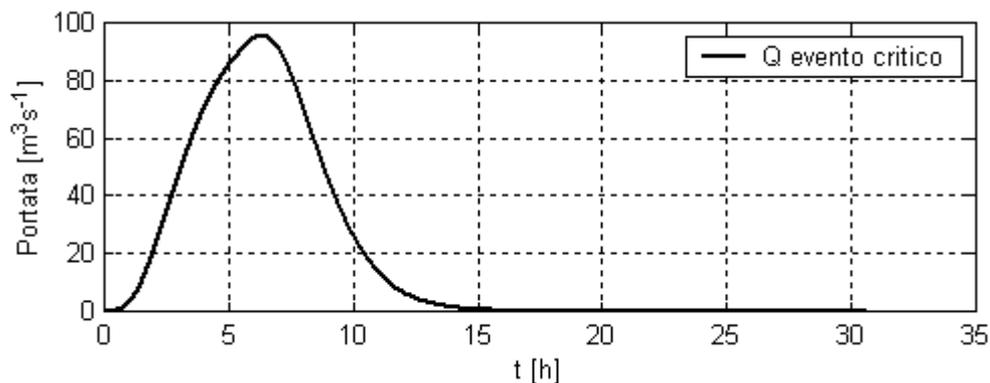


Fig. 3.2 Idrogramma di piena

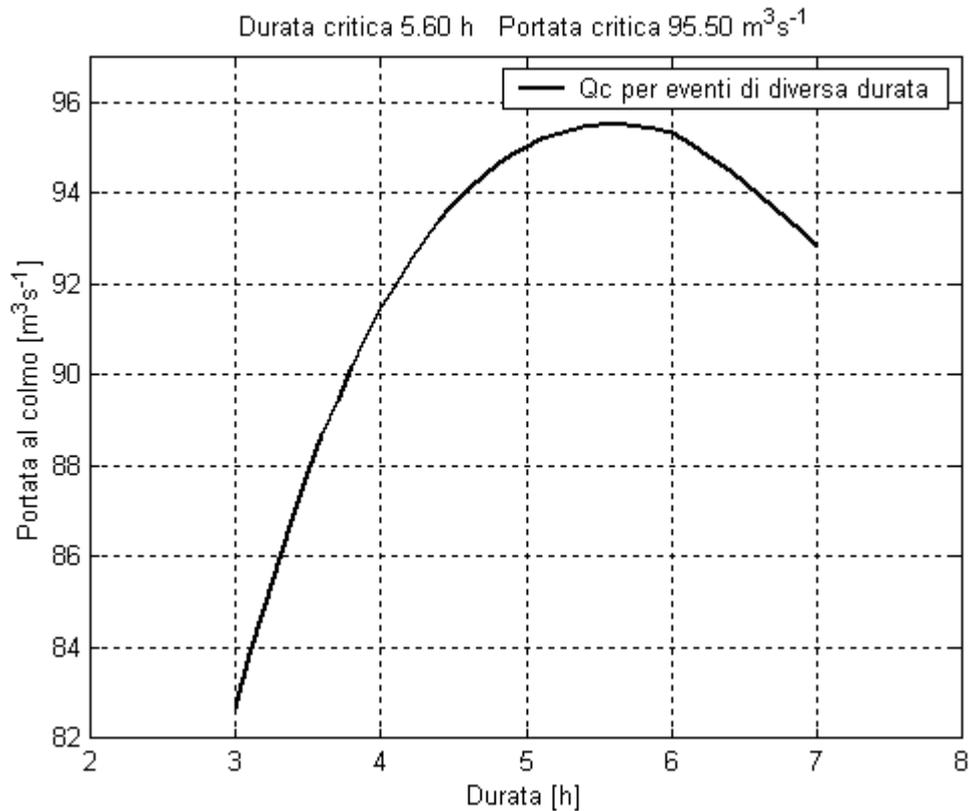


Fig. 3.3 Andamento dei valori di portata al colmo al variare della durata della precipitazione

I risultati forniti dal metodo Mc Sparran sono rappresentati nella tabella seguente:

<i>T=100 ANNI</i>							
<i>Bacino</i>	φ	R	Q_c [m ³ s ⁻¹]	T_c [h]	n	k [h]	S
Torrente Versa	0,438	0,918	95,49	5,60	3,905	0,884	0,022

- φ : Coefficiente di afflusso;
- R : Coefficiente di ragguglio;
- Q_c : Portata al colmo [m³s⁻¹];

- T_c : Durata dell'evento critico;
- n : Numero di serbatoi lineari;
- k : Costante tempo [h];
- S : Pendenza media del corso d'acqua principale.

La portata di riferimento per $T = 100$ è pari a $Q = 95,5 \text{ m}^3/\text{s}$, con durata dell'evento di pioggia critico pari a circa 5,6 ore.

Il valore assunto dalla durata dell'evento critico conferma l'ipotesi che la durata critica della pioggia sia pari al tempo di corrivazione del bacino. I valori di tempo di corrivazione T_c calcolabili con le formula di Giandotti e Puglisi sono infatti confrontabili con la durata della pioggia critica, con un valore di T_c medio pari proprio a 5.58 ~ 5.60 ore.

<i>T_c (Giandotti)</i>	4.86	ore
<i>T_c (Puglisi)</i>	6.3	ore
<i>T_c (Medio)</i>	5.58	ore

4. ANALISI IDRAULICA: CALCOLO DEL PROFILO DI MOTO PERMANENTE

La delimitazione delle aree allagabili dalla piena di riferimento (con tempo di ritorno $T=100$ anni) è stata effettuata calcolando il profilo di moto permanente in due distinte situazioni e confrontando il livello dell'acqua nelle sezioni di calcolo con le quote del terreno.

Una prima simulazione è stata eseguita considerando la situazione dello stato di fatto in cui sono presenti alcuni manufatti per la protezione spondale che versano in una condizione non del tutto compatibile alla loro funzione di protezione delle sponde, la seconda simulazione è una situazione di progetto basata sul rifacimento delle opere di difesa spondale presenti e la rimodellazione di alcune sezioni dell'alveo del torrente Versa, interventi previsti in un elaborato progettuale approvato dal Comune di Canneto Pavese.

Nel tracciamento delle zone allagate sono stati considerati sia i fenomeni di allagamento diretto, dovuti al raggiungimento di quote del pelo libero superiori alle quote degli argini o delle sponde, sia i fenomeni di allagamento indiretto, provocati da esondazioni in corrispondenza di

sezioni ubicate a monte rispetto alla zona in esame.

Il calcolo del profilo con le ipotesi di corrente lineare e moto permanente è stato effettuato utilizzando il codice di calcolo HEC-RAS dello *U.S. Army Corps of Engineers* versione 3.1.3.

Le sezioni utilizzate nel calcolo sono state fornite dalla committenza e riportate in Tavola T2 – Sezioni idrauliche.

Nel calcolo del profilo si è imposto un regime di corrente subcritica considerando le seguenti condizioni al contorno:

- portata transitante pari a $95.5 \text{ m}^3/\text{s}$ (valore della piena per $T = 100$ anni);
- altezza di moto uniforme a valle calcolata in funzione della pendenza del fondo locale nel tratto d'alveo compreso tra le ultime sezioni di valle (0,0063 m/m).

La scabrezza dell'alveo e delle golene è stata espressa attraverso il coefficiente di resistenza di Manning; i valori dei coefficienti sono stati fissati pari a $0.03 \text{ m}^{-1/3\text{s}}$ nell'alveo inciso e $0.035 \text{ m}^{-1/3\text{s}}$ nelle aree golenali, in ragione delle caratteristiche proprie dei siti in esame ed in funzione dei *range* di valori reperibili in letteratura per classificazioni tipologiche dei corsi d'acqua.

Ai valori dei coefficienti di contrazione ed espansione sono assegnati i valori di default del codice di calcolo pari 0.1 e 0.3.

Nella tabella 4.1 sono riportati i dati e i risultati della simulazione numerica eseguita nella situazione dello stato di fatto:

Sezione	Z_f (m)	Z_w (m)	H (m)	V (m/s)	Fr
1	101.19	103.08	104.21	5.87	1.50
2	100.11	103.36	103.37	0.61	0.13
3	99.86	102.52	103.28	4.49	0.92
4	99.25	102.07	102.12	1.45	0.39
5	98.94	100.99	101.15	2.64	0.76
6	97.88	100.90	100.92	0.87	0.23
7	98.45	100.89	100.91	0.88	0.23
8	98.49	100.90	100.91	0.37	0.09
9	98.09	100.90	100.91	0.38	0.09
10	98.02	100.11	100.83	3.74	1.00
11	96.77	99.68	99.71	1.08	0.24

12	96.86	99.18	99.64	3.35	0.91
----	-------	-------	-------	------	------

Tab. 4.1 - Dati e risultati della simulazione numerica eseguita per la piena con tempo di ritorno pari a 100 anni – Stato di fatto (Z_f quota di fondo, Z_w quota del pelo libero, H carico totale, V velocità media della corrente, Fr . numero di Froude).

Nella tabella 4.2 sono riportati i risultati della simulazione numerica eseguita nella situazione di progetto:

Sezione	Z_f (m)	Z_w (m)	H (m)	V (m/s)	Fr
1	100.70	102.95	104.14	5.11	1.50
2	99.70	103.08	103.09	0.84	0.16
3	99.50	102.20	103.00	4.23	0.86
4	99.79	102.07	102.12	1.44	0.39
5	98.50	100.83	101.90	5.21	1.48
6	98.39	100.75	100.78	0.97	0.27
7	98.30	100.74	100.77	1.05	0.27
8	98.10	100.76	100.76	0.46	0.10
9	98.08	100.76	100.76	0.46	0.10
10	97.80	99.94	100.68	3.80	1.00
11	97.20	99.58	99.61	1.19	0.30
12	96.50	99.07	99.54	3.31	0.85

Tab. 4.2 - Dati e risultati della simulazione numerica eseguita per la piena con tempo di ritorno pari a 100 anni - Progetto (Z_f quota di fondo, Z_w quota del pelo libero, H carico totale, V velocità media della corrente, Fr . numero di Froude).

La sistemazione idraulica delle sezioni trasversali del torrente Versa e il rifacimento delle protezioni spondali ammalorate previste in progetto hanno come effetto un abbassamento dell'altezza idrica nelle sezioni di calcolo riducendo in questo modo l'estensione delle aree allagate interessate dal fenomeno di piena.

Nell'Allegato 1, di seguito riportato, sono rappresentate graficamente le sezioni con i relativi livelli idrici scaturiti dalle due diverse simulazioni sopra descritte, in cui la comparazione delle due geometrie, dello stato di fatto e dopo la risagomatura delle sezioni e il rifacimento delle opere spondali, evidenzia come lo stato di progetto riduce il numero delle sezioni in cui si avrebbe l'esonazione del torrente Versa con conseguente riduzione dell'estensione delle aree allagabili.

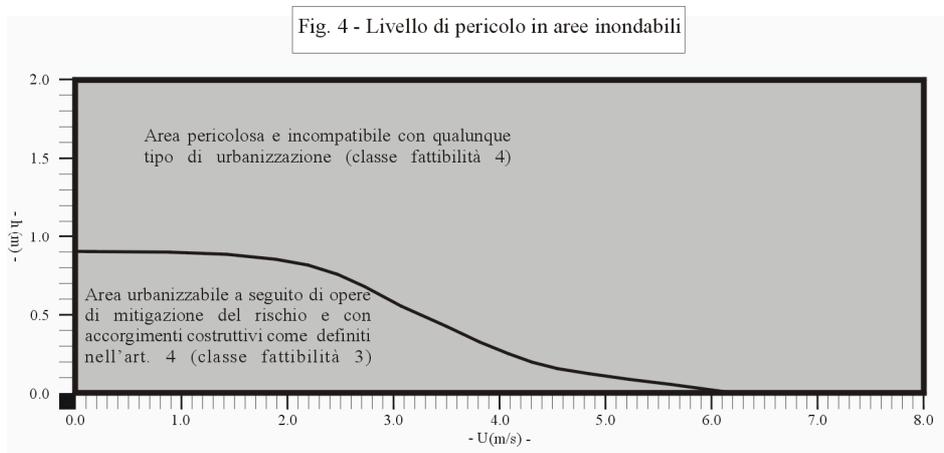
5. DELIMITAZIONE DELLE AREE ALLAGATE E VALUTAZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO

La rappresentazione grafica delle aree allagabili nelle due situazioni sopradescritte sono riportate nelle tavole T4 – Aree allagabili – stato di fatto e T5 – Aree allagabili – stato di progetto.

Ai sensi dell'allegato 4 dei "Criteri attuativi della L.R. 12/05 – componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT", la valutazione di compatibilità idraulica delle previsioni urbanistiche e delle proposte di uso del suolo nelle aree a rischio idraulico, deve comportare in particolare per i corsi d'acqua per i quali il PAI non ha definito fasce fluviali, caso, quest'ultimo che riguarda il torrente Versa:

1. la valutazione delle condizioni di rischio nelle aree che, in base alle informazioni a qualsiasi titolo disponibili (studi pregressi, valutazioni basate su criteri geomorfologici o su informazioni storiche, ecc.), risultino caratterizzate da esondazioni e dissesti morfologici di carattere torrentizio.

La delimitazione è stata condotta valutando il livello di rischio nelle aree allagate in funzione delle combinazioni di velocità U della corrente (m/s) e tirante idraulico h (m) al margine (lato fiume) della zona di interesse, secondo il grafico riportato in Fig. 4 nell'allegato 4 dei Criteri attuativi della L.R. 12/05 (vedi figura 5.1 seguente).



9	0.10	0.10
---	------	------

Tab. 5.1 - Valori assunti dalla velocità U nelle sezioni interessate dall'esondazione al margine lato fiume della zona di interesse

Visti i valori dei tiranti, inferiori a 0.9 m, e considerati i valori assunti dalle velocità U (vedi tabella 5.1), alle aree allagate è possibile assegnare un **livello di rischio 3**, in funzione del grafico riportante il livello di pericolo all'interno di aree inondabili di cui all'Allegato 4 ai “*Criteri attuativi della L.R. 12/05 – componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT*” (vedi figura 5.1).

Questa classificazione del rischio idraulico R3 relativa alla condizione di progetto e quindi dopo gli interventi migliorativi relativi alla risagomatura delle sezioni e al rifacimento delle opere di difesa delle sponde del torrente Versa è evidenziata graficamente nella tavola T6 – Carta del rischio idraulico.

6. CONCLUSIONI

Con il presente studio si è individuata l'estensione delle aree allagabili dal torrente Versa al passaggio di una piena con tempo di ritorno $T = 100$ anni, e si sono valutate le condizioni di rischio idraulico per esondazione all'interno del territorio comunale di Canneto Pavese.

La delimitazione delle aree soggette ad allagamento è stata effettuata sulla scorta dei risultati ottenuti dalla simulazione idraulica del profilo di rigurgito nel tratto d'interesse del torrente Versa.

Il profilo di piena nell'ipotesi di moto permanente è stato valutato per mezzo del codice di calcolo HEC-RAS, ver. 3.1.3; tale codice consente di individuare la quota del pelo libero in ogni sezione di calcolo e il profilo di piena.

Le quote così ottenute sono state confrontate con le quote del terreno ricavate dal rilievo aerofotogrammetrico fornito dalla committenza, la simulazione idraulica è stata effettuata per una condizione di stato di fatto e per una condizione di progetto seguendo le indicazioni riportate su un elaborato progettuale di sistemazione delle opere di difesa spondale e delle sezioni dell'alveo del torrente Versa approvato dal comune di Canneto Pavese.

Dai risultati emersi dalla simulazione idraulica si evince che parte dei territori in località Camponoce sono soggetti ad allagamento sia diretto che indiretto in quanto posti ad una quota del terreno inferiore alla quota raggiunta dal livello idrico.

Dal confronto fra lo stato di fatto e lo stato di progetto si evince una riduzione delle aree allagabili per opera degli interventi di risagomatura delle sezioni e del rifacimento delle opere di difesa spondale sul torrente Versa.

Le altezze idriche, nello stato di progetto, raggiunte nei territori allagabili sono inferiori ai 90 cm, pertanto nei territori in località Camponoce, seguendo le indicazioni riportate nel grafico definito "Livelli di pericolo in aree inondabili" (vedi fig. 5.1) si è definito un livello di rischio idraulico R3 in funzione del tirante h [m] e della velocità U [m/s]. Tale grafico è parte integrante dell'Allegato 4 dei "Criteri attuativi della L.R. 12/05 – componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT" su cui si basa il presente studio idraulico.

La classificazione dei territori soggetti a inondazioni nella **classe di rischio R3** comporta un'urbanizzazione compatibile con il fenomeno idraulico, ma con la realizzazione di eventuali opere di mitigazione del rischio.

Dott. Ing. Sergio Giordano

Ordine degli Ingegneri di Milano n. A27000