

## ALLEGATO TECNICO AL CAPITOLO 2

### Il modello di allagamento

L'analisi che segue tende ad evidenziare sia i livelli di allagamento che le velocità di scorrimento sulle aree del Dianese per una individuazione delle aree a pericolosità di esondazione secondo i criteri regionali di cui alla DGR 250/05 e successive integrazioni.

L'analisi idraulica simula la propagazione dell'idrogramma di piena che si propaga lungo i corsi d'acqua che sfociano a mare attraversando, anche con tombinature, le aree urbane del golfo del Dianese.

Il modello numerico implementato è in moto vario monodimensionale a rete di canali ed invasi, che rispettivamente riproducono la propagazione, nell'alveo naturale, lungo il reticolo viario e nelle aree di invaso racchiuse tra i numerosi edifici presenti. Tale schematizzazione risulta infatti quella che meglio rappresenta la fisica del fenomeno, risolvendo al contempo problemi di definizione geometrica del dominio di calcolo. Infatti la propagazione di piena avviene lungo direzioni preferenziali (strade) condizionate da condizioni al contorno (edifici), la cui quota è ben più elevata dei tiranti della possibile corrente di piena, mentre lo schema geometrico scelto permette di svincolarsi dai ben noti problemi di discretizzazione del dominio di calcolo ("mesh") e della risoluzione del sistema di equazioni nei rispettivi nodi, che si hanno allorché è presente una forte discontinuità delle superfici che costituiscono il dominio di studio tipiche della topologia degli ambiti fortemente urbanizzati.

Le principali caratteristiche del modello di allagamento sono state già descritte nei paragrafi 2.5.6.1, 2.5.6.2, 2.5.6.3 e 2.5.6.4 del Capitolo 2; di seguito si riporta un aggiornamento relativo ai parametri del modello.

#### Parametri del modello a rete

I principali parametri del modello a rete sono costituiti dalle scabrezza di Strickler  $K_s$  [ $m/s^{-1/3}$ ] lungo torrenti e strade, e dalla parametrizzazione della legge di efflusso tra strade (canali) e blocchi (invasi).

La scabrezza di ciascun canale, naturale o artificiale, è stata assegnata in base alle informazioni visive raccolte durante i sopralluoghi, la granulometria del materiale d'alveo, la vegetazione spondale<sup>1</sup>, la forma della sezione, ricordando che essa esprime il valore globale sulla sezione del coefficiente di dissipazione energetico legato non solo alla microscabrezza del materiale ma anche alla geometria ed agli ostacoli in essa presenti<sup>2</sup>.

Tre le principali tipologie di alveo presenti nell'area in studio a cui sono stati assegnati i valori di scabrezza di tabella seguente.

Tabella A Tipologia degli alvei presenti nell'area in studio e loro parametrizzazione

Descrizione	$k$ [ $m^{1/3}s^{-1}$ ],	foto sezione tipo
Alvei sponda in cls e fondo ghiaioso	30	
Alveo completamente rivestito in cls	50	

<sup>1</sup> Armanini, A., Principi di Idraulica Fluviale, ed. BIOS, 1999.

<sup>1</sup> Kouven, N. and Unny T.E.1969, Flow retardance in vegetated channels, J. Of Irrig. And Drain. Div., ASCE, IR2, June, 329-342.

<sup>2</sup> Marchi Rubatta, Meccanica dei fluidi, Utet, 1981

Chow, V.T., Open Channel Hydraulics, Mc Graw Hill, 1959

Strada in asfalto con marciapiede	50	
-----------------------------------	----	---

La legge di efflusso che regola l'ingresso e l'uscita dagli invasi (blocchi ) è la ben nota equazione dello sfioratore rigurgitato:

$$Q = C_d B h_m \sqrt{g (h_m - h_v)}$$

per ciascuno degli sfioratori presenti, dove il numero di questi è stato fissato in base al numero di varchi presenti lungo una via principale di accesso al blocco.

La larghezza B di ogni sfioratore è calcolata ricorrendo ad una sorta di porosità del blocco individuata dal rapporto tra la larghezza totale,  $L_b$ , dei varchi presenti lungo un blocco e la lunghezza totale dello stesso,  $L_v$  come :

$$B = \frac{L_v}{L_b} L_b / N_s$$

dove  $N_s$  è il numero di sfioratori posizionati.

Il coefficiente di efflusso  $\mu$  è stato ottenuto tramite calibrazione imponendo che per assegnate condizioni al contorno all'interno di un blocco campione il modello ad invaso riproducesse gli stessi valori del modello bidimensionale (FESWMS) realizzato per il blocco stesso.



Figura A Sottodominio dell'area di studio utilizzati come test di confronto con un modello bidimensionale del moto della corrente sull'area di esondazione.

I valori del coefficiente di efflusso sono compresi nell'intervallo 0.15 – 0.3. I valori dei parametri sono riportati in apposita tabella al termine dell'allegato.

L'altezza delle soglie degli sfioratori dal fondo delle aree di accumulo è stato assunta pari a 0.1 – 0.2 m, in funzione delle caratteristiche dei singoli isolati simulati come aree di accumulo. La relativa curva d'invaso di ciascun blocco è ricavata dalla superficie disponibile in funzione dell'indice di porosità e dalla quota della soglia di sfioro di collegamento con le zone di flusso.

### Condizioni al contorno di monte

Con riferimento allo schema idraulico implementato sull'area in studio si riportano le condizioni al contorno di monte e di valle. Le condizioni al contorno di monte sono rappresentate dagli idrogrammi di piena ad assegnato periodo di ritorno per ciascun corso d'acqua.

Gli idrogrammi che costituiscono la condizione di monte sono ipotizzati generati da una precipitazione uniforme nello spazio e nel tempo di assegnato periodo di ritorno, che definisce come ovvio per ciascun bacino in esame un idrogramma di piena. Questi hanno tutti la stessa origine, ma presentano tempo di picco diversi relativi alla diversa formazione e propagazione caratteristica di ciascun bacino.

Per semplicità di analisi l'intero dominio è stato suddiviso in due zone:

- zona EST interessata dai corsi d'acqua del Madonna, Pineta, e Rodine;
- zona OVEST interessata dai corsi d'acqua San Pietro, Varcavello e Gorleri.

Per ciascun dominio sono stati assegnati gli idrogrammi che massimizzano la portata in ingresso e quelli che massimizzano il volume di esondazione ( $Q_{max\_P}$  e  $Q_{max\_V}$ ).

*Idrogrammi in ingresso al modello est*

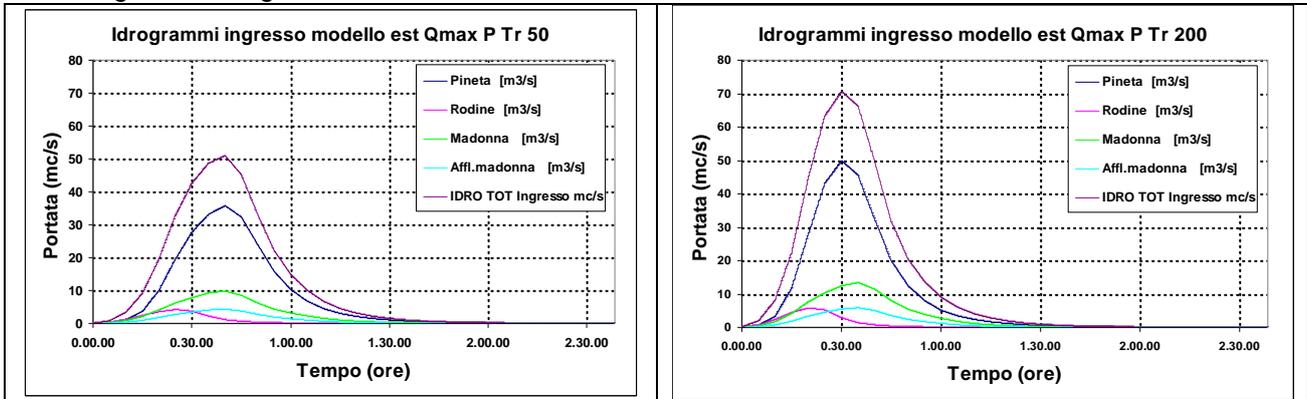


Figura B Modello est: idrogrammi ottenuti col metodo della massimizzazione della portata in ingresso al modello idraulico ( $Q_{max\_P}$ ) per i due tempi di ritorno analizzati,  $T_r=50$  anni e  $T_r=200$  anni.

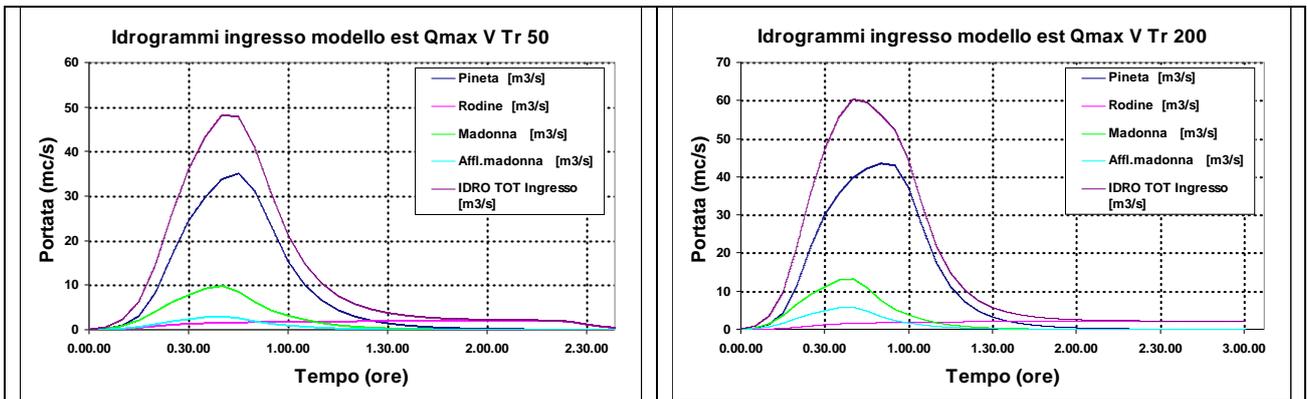


Figura C Modello est: idrogrammi ottenuti col metodo della massimizzazione dei volumi esondabili in ingresso al modello idraulico ( $Q_{max\_V}$ ) per i due tempi di ritorno analizzati,  $T_r=50$  anni e  $T_r=200$  anni.

**I volumi dei rispettivi idrogrammi sono di seguito riportati:**

Tabella B Modello Est: volume degli idrogrammi  $Q_{max\_P}$  e  $Q_{max\_V}$  in mc

Torrente	$Q_{max\_P}$ (T=50)	$Q_{max\_P}$ (T=200)	$Q_{max\_V}$ (T=50)	$Q_{max\_V}$ (T=200)
Pineta	70'509	81'525	75'954	116'460
Rodine	5'994	7'377	14'913	23'235
Madonna	30'006	37'632	30'006	40'518
Idrogramma Totale	106'509	126'534	120'873	180'213

### Idrogrammi in ingresso al modello ovest

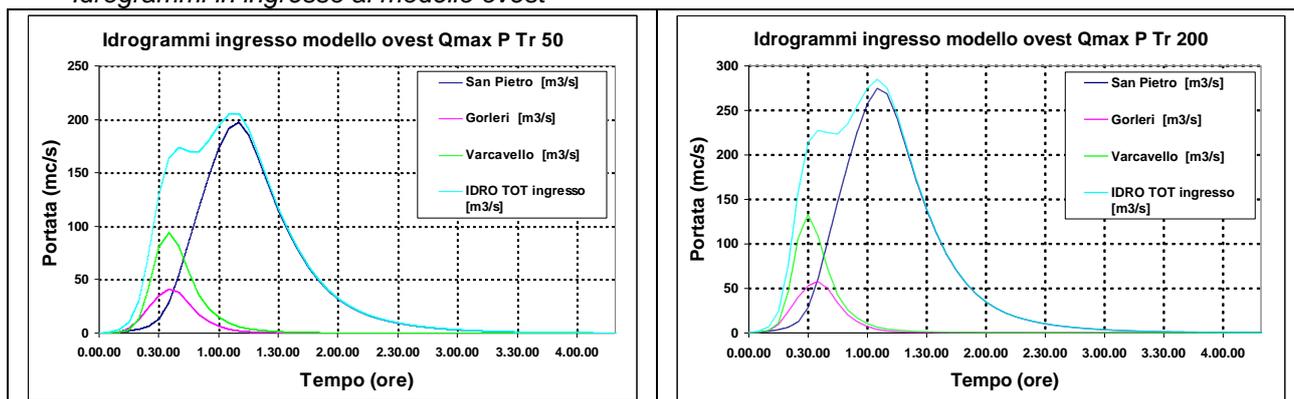


Figura D Modello ovest: idrogrammi ottenuti col metodo della massimizzazione della portata in ingresso al modello idraulico (Qmax\_P) per i due tempi di ritorno analizzati,  $T_r=50$  anni e  $T_r=200$  anni.

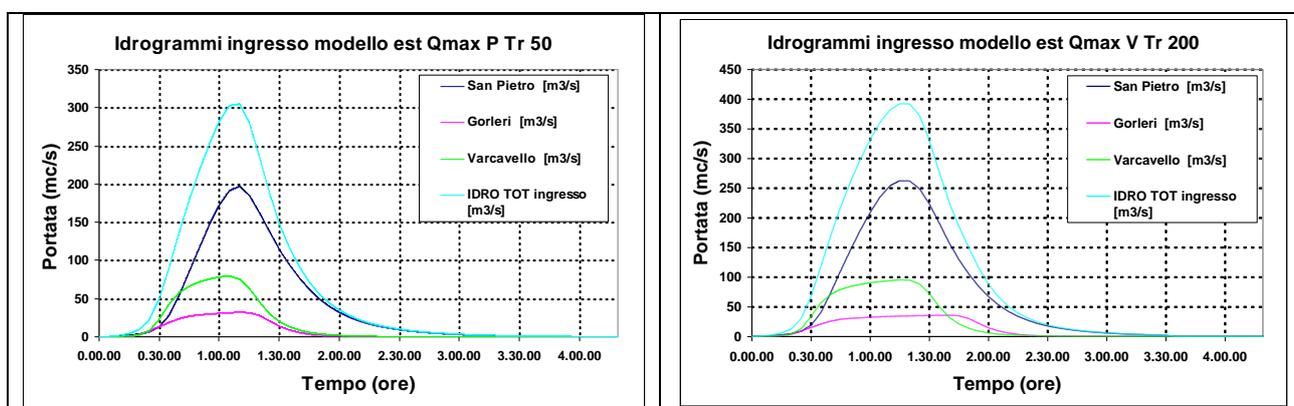


Figura E Modello ovest: idrogrammi ottenuti col metodo della massimizzazione dei volumi esondabili in ingresso al modello idraulico Qmax\_V per i due tempi di ritorno analizzati,  $T_r=50$  anni e  $T_r=200$  anni.

I volumi dei rispettivi idrogrammi sono di seguito riportati:

Tabella C Modello Ovest: volume degli idrogrammi Qmax\_P e Qmax\_V in mc

Torrente	Qmax_P (T=50)	Qmax_P (T=200)	Qmax_V (T=50)	Qmax_V (T=200)
S. Petro	639'276	871'194	639'276	992'349
Gorleri	69'420	96183	111'078	181'386
Varcavello	144'123	179'601	236'481	362'778
Idrogramma Totale	852'819	1'146'978	986'835	1'536'513

### Condizioni al contorno di valle

Le condizioni al contorno di valle sono costituite dal livello del mare che a vantaggio di sicurezza è stato posto a quota + 1.5m per tenere conto dell'innalzamento della superficie marina per l'effetto concomitante di onda frangente in caso di mareggiata e della massima escursione di marea.

### La costruzione degli ambiti di pericolosità

La definizione delle aree pericolose segue la direttiva della DGR 250/2005, che norma la capacità di trascinarsi della corrente di piena calcolata in base alla massima velocità ed al massimo tirante idrico per idrogrammi di piena cinquantennali e duecentennali e sinteticamente riportata di seguito

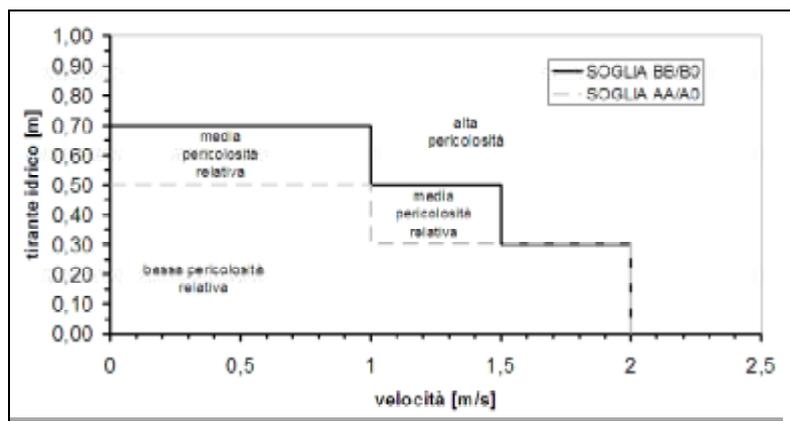


Figura F Abaco per la definizione degli ambiti di pericolosità idraulica come definito nella DGR 250/2005

Tale metodologia comporta quindi che il territorio sia diviso in tre aree:

- ambito AA che comprende aree a media e alta pericolosità relativa, riferite ad idrogramma cinquantennale;
- ambito BB che comprende aree ad alta pericolosità relativa, riferite ad idrogramma duecentennale;
- ambito B0 che comprende aree a bassa e media pericolosità relativa, riferite ad idrogramma duecentennale.

### Effetti degli idrogrammi $Q_{max\_V}$ e $Q_{max\_P}$ sulle aree allagabili

Si confrontano gli effetti tra la propagazione di idrogrammi che massimizzano la portata al colmo ( $Q_{max\_P}$ ) e quelli che massimizzano il volume esondato ( $Q_{max\_V}$ ).

L'intrigato reticolo di propagazione, unitamente alla diversa durata degli idrogrammi ed alla loro sincronia produce nelle simulazioni un meccanismo di scorrimento nell'area di esondazione assai complesso, che se risulta definito localmente dalla simulazione numerica e dalla risoluzione del modello non è di immediata comprensione nei suoi effetti globali. Tuttavia, per analizzare in modo globale gli effetti di queste propagazioni si sono costruiti l'idrogramma globale in ingresso e quello globale in uscita per entrambi i casi di  $Q_{max\_P}$  e  $Q_{max\_V}$ , analizzandone le differenze.

Gli idrogrammi in ingresso ( $Q_{max\_P}$  e  $Q_{max\_V}$ ) risultano la somma degli idrogrammi idrologici indisturbati generati per ciascun corso d'acqua all'ingresso della pianura del Dianese:

$$Q_{ing\_max\_V}(t) = \sum_i Q_{max\_V_i}(t) ;$$

$$Q_{ing\_max\_P}(t) = \sum_i Q_{max\_P_i}(t)$$

Gli idrogrammi in uscita sono quelli somma di quelli in uscita dai nodi terminali del modello idraulico rispettivamente per gli ingressi che massimizzano i volumi e le Portate al colmo.

$$Q_{out\_max\_P}(t) = \sum_i Q_{out\_P_i}(t)$$

Di seguito si evidenziano l'idrogramma sommatoria degli ingressi e quello delle uscite per gli idrogrammi che massimizzano il volume esondato ( $Q_{max\_V}$ ) e la portata al colmo ( $Q_{max\_P}$ ). Come si nota l'effetto complessivo di laminazione è trascurabile anche se in tali idrogrammi è compresa anche la parte di portata che scorre nei corsi d'acqua, tra cui quella che scorre nel torrente San Pietro riveste un ruolo sostanziale.

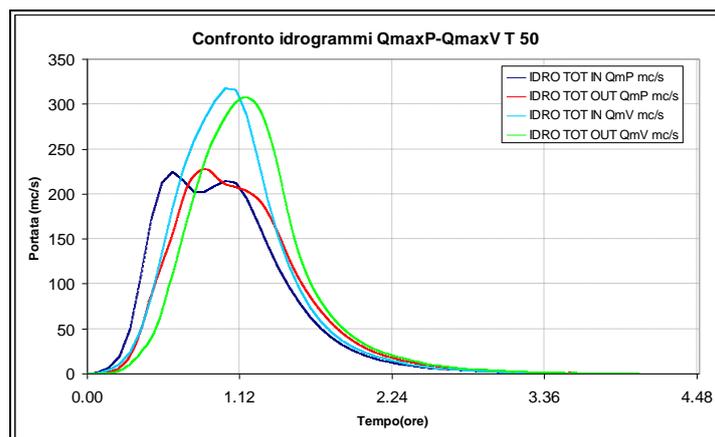


Figura G Idrogrammi complessivi in ingresso e uscita dal modello, per Qmax\_P e Qmax\_V per T=50 anni

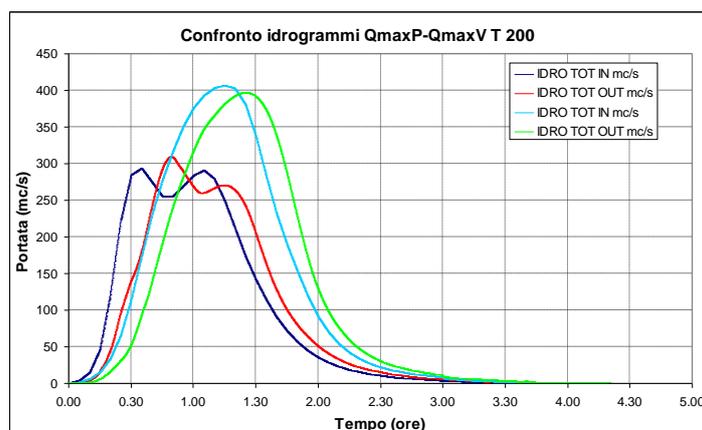


Figura H Idrogrammi complessivi in ingresso ed uscita dal modello, per Qmax\_P e Qmax\_V per T=200 anni.

Si nota che la somma degli idrogrammi in ingresso al modello, ottenuti con procedura VAPI\_ADD, con massimizzazione della portata (Qmax\_P), produce un idrogramma complessivo con un andamento irregolare con la presenza di due picchi di portata, causato dalla non sincronia dei tempi di picco degli idrogrammi dei singoli torrenti. Questo sfasamento si riflette anche sull'idrogramma complessivo in uscita dal modello che mostra un piccolo effetto diffusivo e non solo una traslazione di tipo puramente cinematico.

Per quanto riguarda invece l'andamento dell'idrogramma complessivo mediante l'adozione degli idrogrammi parziali che massimizzano il volume esondabile, questo presenta un solo punto di massimo che risulta maggiore del picco del rispettivo idrogramma che massimizza le portate al colmo di piena. Tale differenza non deve trarre in inganno in quanto è solo dovuto alla più pronunciata sincronia dei picchi dell'idrogramma somma di quelli a massimo volume.

In Tabella successiva sono riportati i volumi degli idrogrammi somma e il volume che rimane negli invasi urbani.

Gli effetti di laminazione sono ben visibili e l'indice di laminazione assume valori consueti (<1). Questa differenza è il volume che rimane all'interno del modello (quindi nelle aree di storage a fine simulazione), che risulta pari a 5897 mc per simulazioni con tempo di ritorno pari a 50 anni.

Tabella D Volumi degli idrogrammi considerati e volume invasato residuo negli invasi urbani

<b>Idrogramma</b>	<b>Volume propagato</b>	<b>Volume trattenuto negli invasi (mc)</b>
Qmax_P(T=50 anni)	958'213.4	5'897
Qmax_V(T=50 ani)	1'103'760	6'251
Qmax_P(T=200 anni)	1'272'377	9'532
Qmax_V(T=200 ani)	1'707'244	10'180

Di seguito la differenza tra gli idrogrammi è evidenziata per la zona OVEST (torrenti S. Pietro, Varcavello e Gorleri). Si noti che, nel caso del fiume S. Pietro i due tipi di idrogrammi sono coincidenti. Il massimo dell'idrogramma complessivo in uscita Qmax\_V ha valore massimo superiore a quello Qmax\_P perché i tempi di base ed i tempi di picco dei singoli idrogrammi sono simili.

Si osservi come lo sfasamento dei tempi di picco fa sì che il picco dell'idrogramma somma risulti maggiore per gli idrogrammi che massimizzano il volume esondabile. Grande influenza è da attribuire al Torrente S.Pietro, che presenta il medesimo idrogramma nei due casi ed ha una portata al colmo pari a circa il 60% della portata massima somma degli ingressi nel caso di massimizzazione del volume esondabile, e rasenta il 90% nel caso di adozione degli idrogrammi che massimizzano la portata dei singoli corsi d'acqua. Di seguito il particolare degli idrogrammi per i due sottodomini Ovest ed Est.

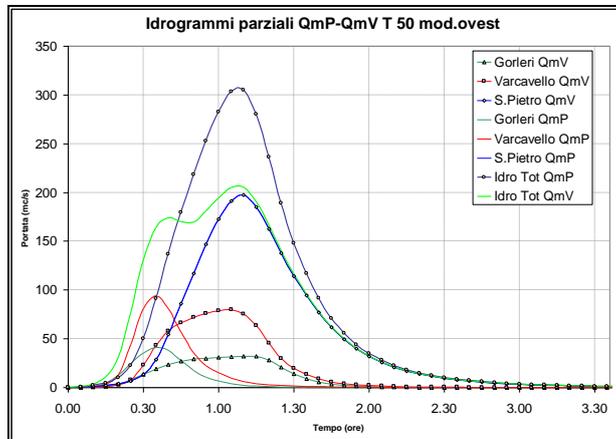


Figura I Andamento degli idrogrammi parziali in ingresso al modello ovest, per Qmax\_P (tratto continuo) e Qmax\_V (tratto continuo con pallini).

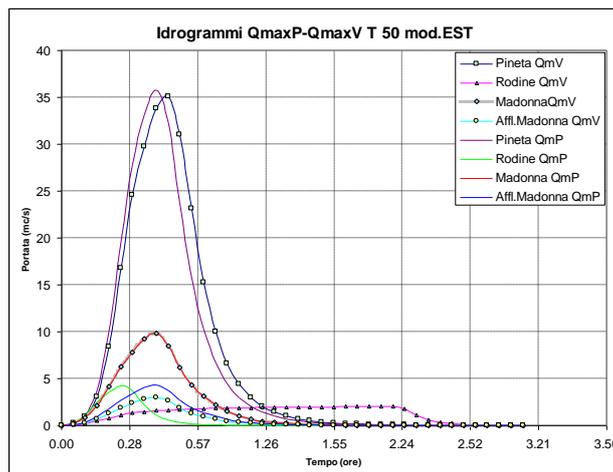


Figura L Andamento degli idrogrammi parziali in ingresso al modello est, per Qmax\_P e Qmax\_V

### Analisi della propagazione in funzione della disponibilità di invaso nelle aree intercluse dagli edifici

Di seguito si riporta un'analisi sulla capacità di invaso che il modello idraulico della piana di esondazione del Dianese presenta in funzione della geometria dello stesso e degli idrogrammi di piena.

Si ricorda infatti (cfr. capitolo geometria) che a fronte di una potenziale elevata capacità di invaso delle superfici intercluse dai condomini (dove la velocità della corrente è prossima a zero) l'effettivo volume d'invaso è condizionato dai volumi relativamente piccoli degli idrogrammi, dai conseguenti bassi tiranti che si verificano sulle strade ed infine dai valori del coefficiente di efflusso della legge foronometrica, che descrive il flusso d'acqua dalle strade (canali) alle aree intercluse (blocchi), che risultano ampiamente inferiori di  $\mu = 0.4$  in quanto lontane dalle condizioni teoriche degli stramazzi a larga soglia.

Tale considerazioni trovano infatti riscontro dall'analisi dei grafici seguenti, che rappresentano il funzionamento della piana di esondazione nella sua globalità.

Il grafico successivo evidenzia la differenza tra ingresso ed in uscita per l'idrogramma Qmax\_V nelle condizioni di :

- 1) propagazione lungo le sole strade ossia volumi di invaso posti uguale a zero

- 2) propagazione lungo le strade e con volumi di invaso comprensivi dell'area occupata dagli edifici (edifici permeabili, anche definiti come porosità standard),
- 3) propagazione lungo le strade con volumi di invaso non comprensivi delle aree occupate dagli edifici (edifici impermeabili anche definiti come porosità a zone).

A causa della ridotta volumetria degli idrogrammi di piena gli effetti diffusivi sono non percettibili per gli idrogrammi T=50 ed appena percettibili con quelli con tempo di ritorno T 200.

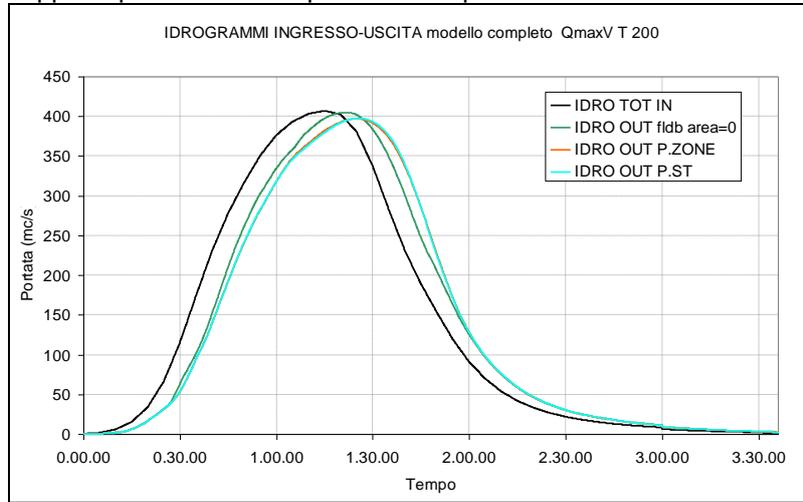


Figura M Idrogramma T 200 (Qmax\_V, che massimizza i volumi) per tutta l'area del Dianese : confronto con idrogrammi in funzione della "porosità degli edifici" e di invaso nelle sole strade.

Di seguito si evidenzia tale comportamento nei sotto domini EST ed OVEST in cui è suddivisa l'area del Dianese. E' evidente dal grafico il maggior effetto diffusivo dell'area EST perché più significativa la percentuale dell'idrogramma esondato rispetto a quello smaltito dal corso d'acqua come succede per la zona OVEST dove il torrente. San Pietro presenta comunque un'elevata capacità di smaltimento pari a 200 mc/sec.

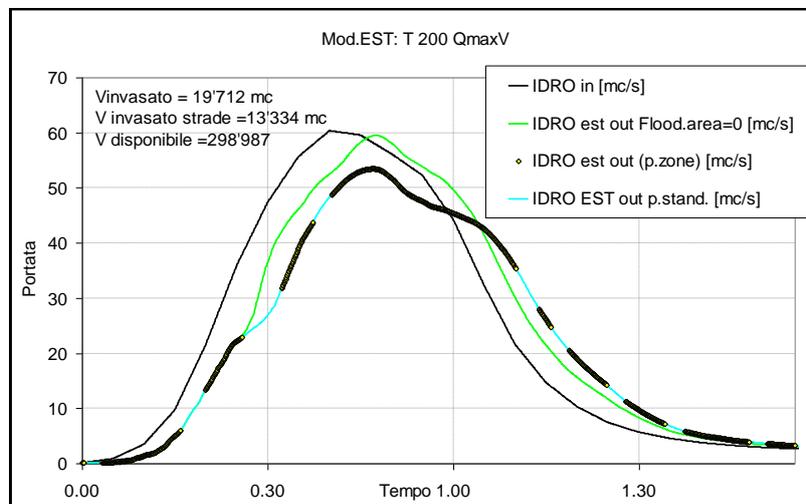


Figura N Idrogrammi a massimo volume della zona EST: confronto tra effetto delle sole strade e delle strade con gli invasi e degli invasi con porosità ridotta a causa dell'impermeabilità degli edifici.

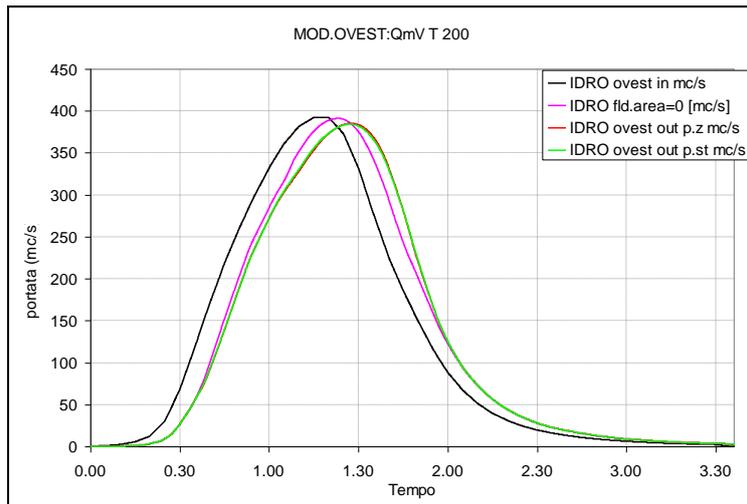


Figura O Idrogrammi a massimo volume della zona OVEST: confronto tra effetto delle sole strade e delle strade con gli invasi e degli invasi con porosità ridotta a causa dell'impermeabilità degli edifici

Stesse considerazioni valgono per gli idrogrammi che massimizzano la portata Qmax\_P come evidenziato nei due grafici successivi

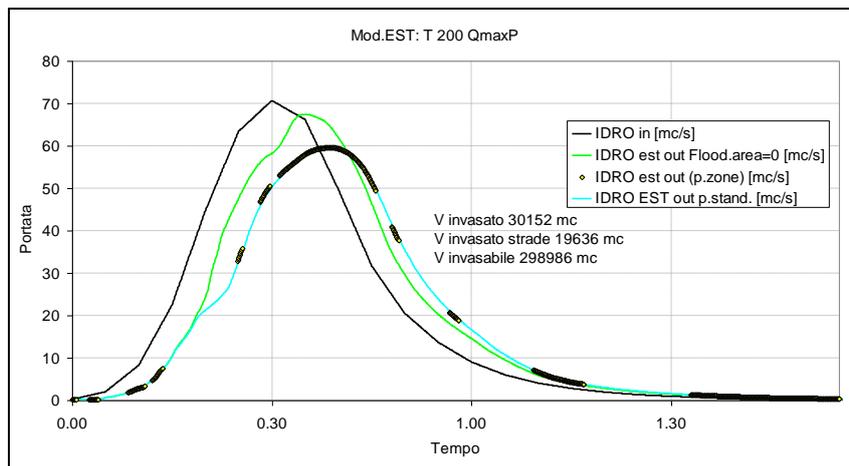


Figura P Idrogrammi a massima portata della zona EST: confronto tra effetto delle sole strade e delle strade con gli invasi e degli invasi con porosità ridotta a causa dell'impermeabilità degli edifici degli invasi

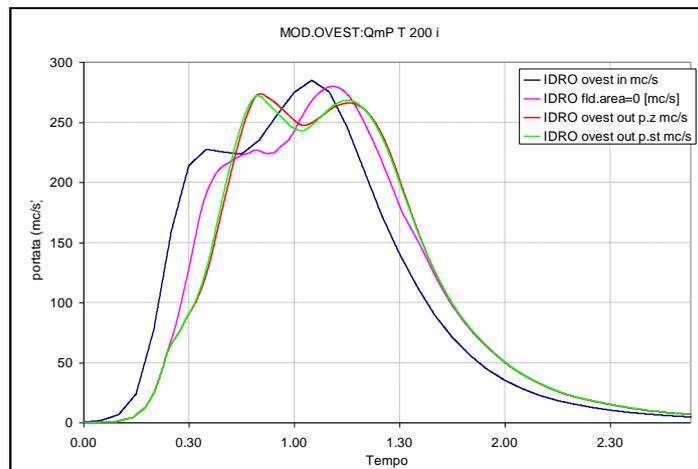


Figura Q Idrogrammi a massima portata della zona OVEST: confronto tra effetto delle sole strade e delle strade con gli invasi e degli invasi con porosità ridotta a causa dell'impermeabilità degli edifici

**Analisi dei tiranti**

È già stato evidenziato come gli idrogrammi  $Q_{max\_P}$  sembrano più gravosi in termini di massimo tirante e velocità, anche se quelli  $Q_{max\_V}$  sono responsabili di un perdurare maggiore del valore di massimo tirante e soprattutto caratterizzati da portate al colmo significativamente più basse e quindi ben più frequenti. Tali considerazioni sono di seguito approfondite verificandone il comportamento in termini di tiranti e velocità e quindi di ambiti di pericolosità. Per poter verificare l'influenza della forma degli idrogrammi sulla distribuzione dei tiranti e della velocità si sono analizzati i loro valori nei singoli nodi del modello idraulico. Di seguito si riporta l'analisi dei valori ai nodi e la loro rappresentazione in istogrammi di frequenza.

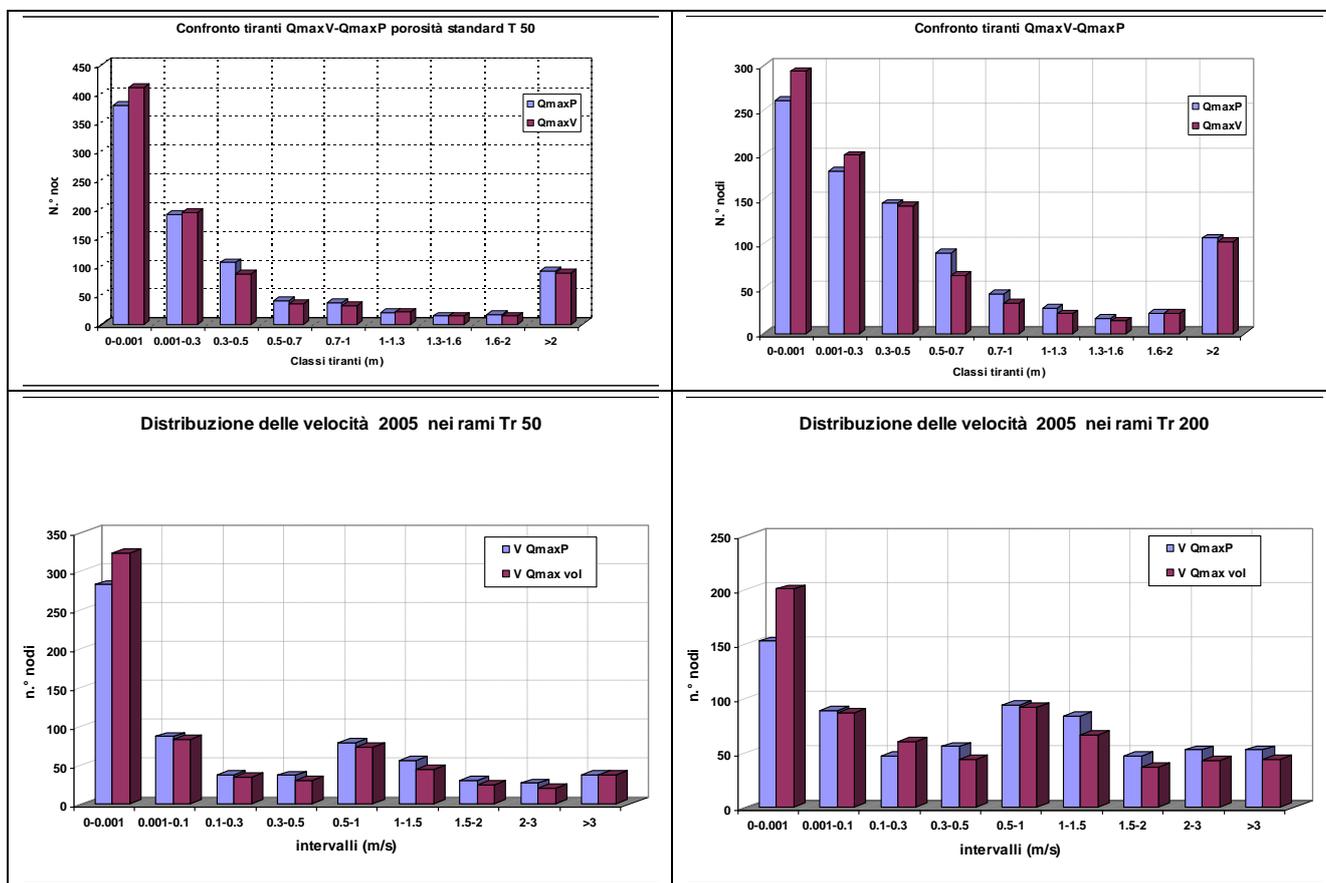


Figura R Idrogrammi  $Q_{max\_P}$  e  $Q_{max\_V}$  per T 50 (col. sin) e T 200 (col. dx): confronto tra le classi di tiranti e velocità.

Come si nota dagli istogrammi, la distribuzione dei tiranti mostra una leggera prevalenza del numero di nodi associati alla massimizzazione della portata nelle classi di tiranti con valori significativi. Per meglio comprendere l'influenza della forma dell'idrogramma sull'andamento dei tiranti, vengono qui di seguito riportati i diagrammi che mettono in relazione i valori riscontrati nei singoli nodi rispettivamente nelle simulazioni idrauliche adottando le due diverse metodologie di stima degli idrogrammi, massimizzanti il volume esondabile,  $Q_{max\_V}$ , oppure massimizzanti la portata massima,  $Q_{max\_P}$ .

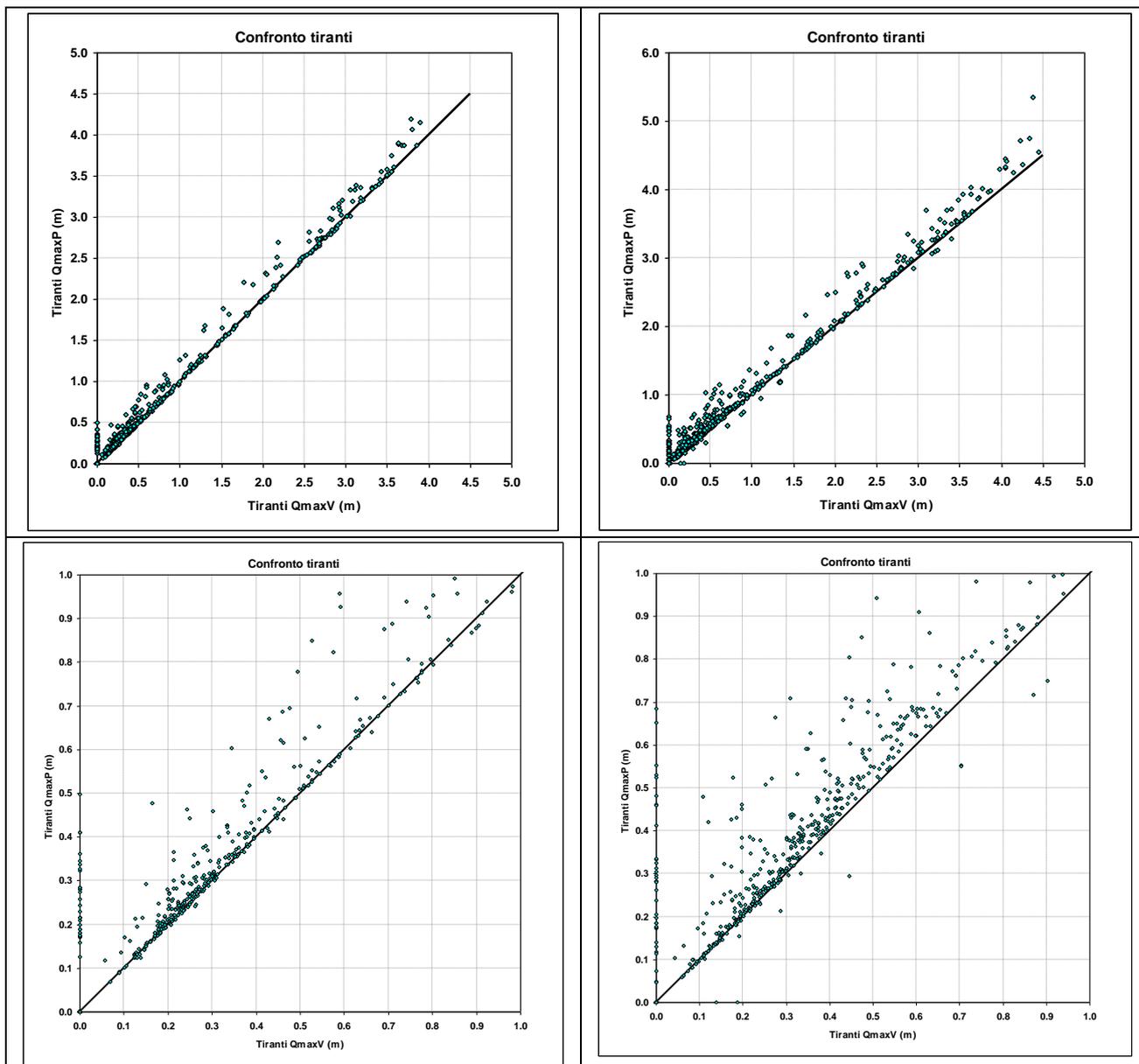


Figura S Idrogrammi  $Q_{max\_P}$  e  $Q_{max\_V}$  per  $T = 50$  anni (sin) e  $T = 200$  anni (dx): confronto dei tiranti. I diagrammi della parte bassa riportano l'ingrandimento nella scala fino ad 1 metro di tirante.

Analogamente a quanto osservato per la simulazione con tempo di ritorno di 50 anni, anche nel caso di simulazione di evento con tempo di ritorno pari a 200 anni la tendenza è una leggera preponderanza del numero di nodi appartenenti alle classi di tiranti significative per le simulazioni con  $Q_{max\_P}$ . Questo significa che nello stesso nodo avremo un tirante leggermente superiore nel caso di adozione degli idrogrammi che massimizzano la portata.

### Analisi delle velocità

Come si nota dall'istogramma, la distribuzione delle massime velocità mostra una leggera prevalenza del numero di rami associati alla massimizzazione della portata nelle classi di velocità con valori significativi. Per meglio comprendere l'influenza della forma dell'idrogramma sull'andamento delle velocità, vengono qui di seguito riportati i diagrammi che mettono in relazione i valori riscontrati nei singoli rami rispettivamente nelle simulazioni idrauliche adottando le due diverse metodologie di stima degli idrogrammi, massimizzanti il volume esondabile,  $Q_{max\_V}$ , oppure massimizzanti la portata massima,  $Q_{max\_P}$ .

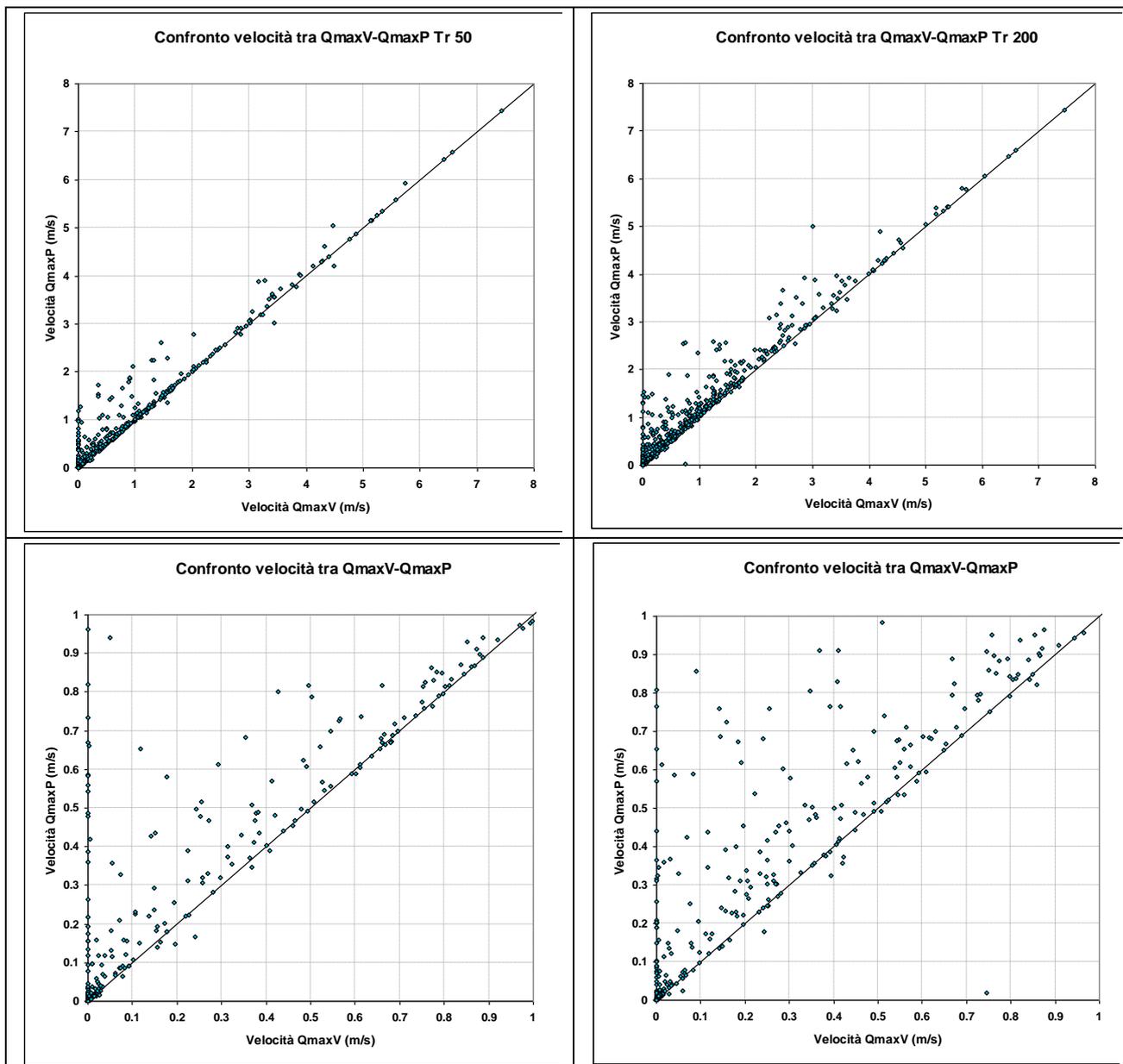


Figura T Idrogrammi Qmax P e Qmax V per T = 50 anni (sn) e T = 200 anni ( dx) Confronto dei tiranti: effetti sulle velocità nei rami degli idrogrammi QmP e QmV

Analogamente a quanto osservato per la simulazione con tempo di ritorno di 50 anni, anche nel caso di simulazione di evento con tempo di ritorno pari a 200 anni la tendenza è ad avere una leggera preponderanza del numero di rami appartenenti alle classi di velocità significative per le simulazioni con Qmax\_P. Questo significa che nello stesso ramo avremo una velocità leggermente superiore nel caso di adozione degli idrogrammi che massimizzano la portata.

### Analisi dei tiranti per il T. Varcavello per gli idrogrammi Qmax\_P e Qmax\_V

Di seguito viene riproposta l'analisi per il solo torrente Varcavello per gli idrogrammi di tempo di ritorno T= 50 anni, che presenta, a causa della ridotta portata smaltibile una differenza rilevante nella forma degli idrogrammi Qmax\_V e Qmax\_P. I risultati confermano le analisi su tutto il territorio del Dianese, dove i tiranti per le simulazioni con Qmax\_P rimangono leggermente ma costantemente superiori rispetto a quelle con Qmax\_V.

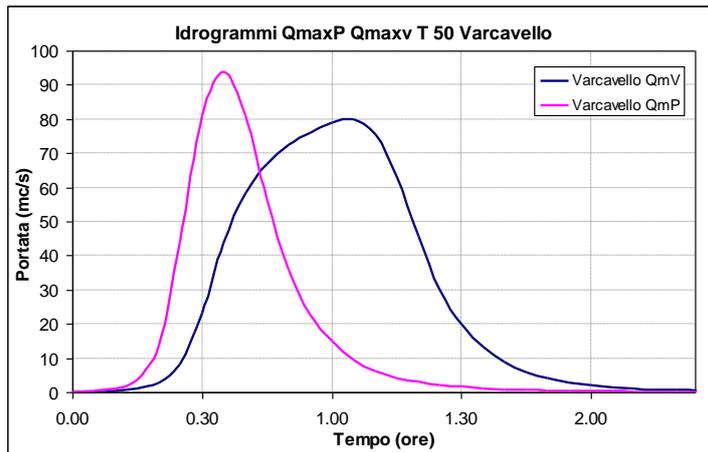


Figura U Idrogrammi in ingresso al torrente Varcavello per tempo di ritorno T 50 anni

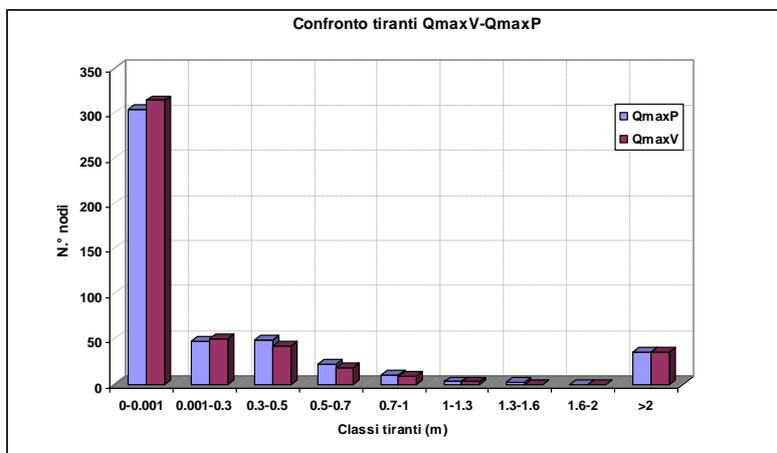


Figura V Istogramma distribuzione dei tiranti, per Qmax\_P e Qmax\_V Tr 50

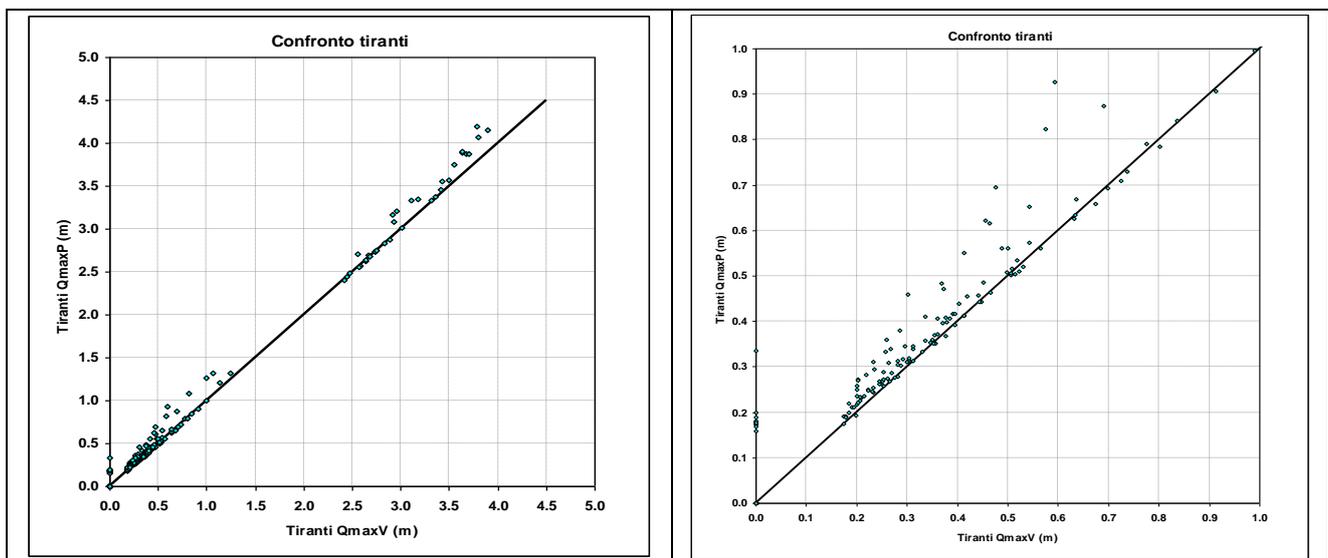


Figura Z Confronto dei tiranti, per Qmax\_P e Qmax\_V Tr 50

**Effetto della forma dell'idrogramma sugli ambiti**

L'effetto sugli ambiti della forma degli idrogrammi è estremamente limitato per gli idrogrammi caratteristici del Dianese: ciò è dovuto sia alle differenze tra tiranti e velocità riportate per le due forme di idrogrammi sia all'azione di filtro determinata dalla soglia DGR 250/2005. Di seguito si riportano le differenze dell'estensione delle varie fasce degli ambiti e i relativi istogrammi riportanti le aree effettivamente occupate dalle fasce stesse.

Tabella E Valori delle superfici degli ambiti di pericolosità

<b>totale area Qmax_V (Kmq)</b>	<b>1.258</b>	<b>totale area Qmax_P (Kmq)</b>	<b>1.351</b>
<i>A</i>	<i>0.177</i>	<i>A</i>	<i>0.196</i>
<i>B</i>	<i>0.027</i>	<i>B</i>	<i>0.070</i>
<i>B0</i>	<i>1.054</i>	<i>B0</i>	<i>1.086</i>

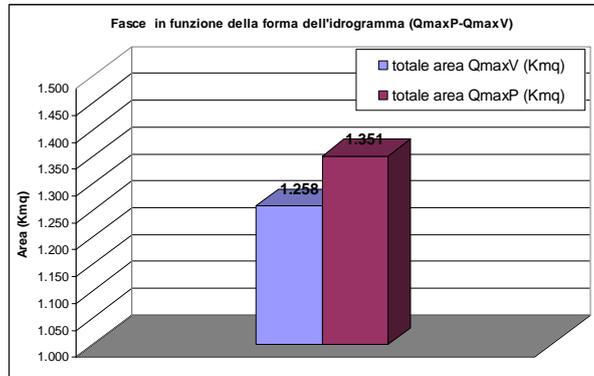


Figura AA Superficie totale occupata dalle fasce in funzione del tipo di idrogrammi

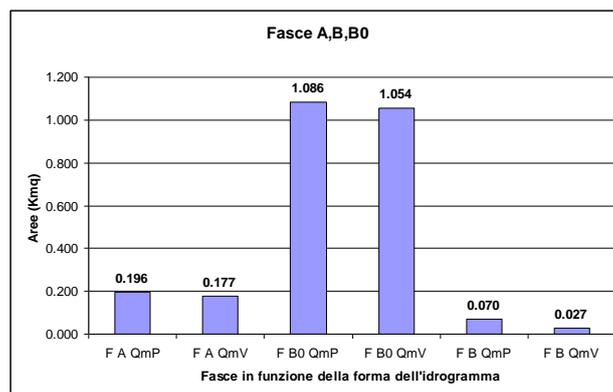


Figura AB Superfici delle fasce di pericolosità per le due tipologie di idrogramma

La sovrapposizione degli ambiti ottenuta con i due idrogrammi mostra la differenza tra le Fasce A calcolate con Qmax\_V e Qmax\_P



Figura AC Fascia A per idrogrammi Qmax\_P (aree rosa) e Qmax\_V (aree rosse)

Gli effetti dell'idrogramma  $Q_{max\_P}$  sugli ambiti di pericolosità confrontati con quelli ricavati da  $Q_{max\_V}$ . mostrano piccole differenze dovute, nell'area in sinistra del T. Varcavello, ad una depressione del terreno che esalta il valore del tirante fino a 0.7 m, portando l'area in Fascia A. Al contrario le zone di Fascia A in destra del Rio Rodine sono leggermente ridotte per gli idrogrammi  $Q_{max\_P}$  rispetto a quelle  $Q_{max\_V}$ . In questo caso la propagazione di un idrogramma con portata al colmo inferiore ( $Q_{max\_V}$ ) è meno influenzato dalla esondazione nei tratti di monte portando quindi una maggiore portata esondabile nella zona a valle.

### Il ruolo della permeabilità degli edifici sui tiranti e sulle velocità per idrogrammi $Q_{max\_P}$ e $Q_{max\_V}$

La permeabilità degli edifici influisce sulla disponibilità di superfici e volumi allagabili in caso di esondazione. L'analisi idraulica condotta nei precedenti paragrafi prende in considerazione la completa disponibilità dei volumi e delle superfici interne agli isolati e quindi del volume occupato dai singoli edifici. Tali isolati, anche definiti come blocchi, costituiscono le aree del territorio in esame in cui è ipotizzabile che l'allagamento avvenga con velocità della corrente quasi nulle per effetto di ostruzioni e macroscabrezze presenti. Di seguito si riporta la schematizzazione di tali aree di invaso per il dominio in esame e il relativo ingombro degli edifici.



Figura 2.5.8 ADSuddivisione della zona est (Madonna, Rodine, Pineta) in aree di invaso

#### Definizione della porosità degli edifici

La disponibilità di volumi all'interno degli isolati e quindi dei blocchi chiusi definiti nella planimetria, è funzione della permeabilità degli stessi. Se un edificio è permeabile, significa che i volumi interni potranno fungere da zone d'invaso, qualora vi siano tiranti sufficienti a varcare le soglie d'ingresso. Viceversa nel caso di impermeabilità questi volumi che compongono un blocco (o isolato) non sono disponibili e quindi il volume rimanente e allagabile si limita agli spazi interstiziali.

Questa descrizione rende intuitiva l'analogia con il concetto di "porosità" che qui viene proposta secondo la classica definizione:

$$p = \frac{\text{Volume Vuoti}}{\text{Volume Totale}}$$

che all'interno del singolo blocco può essere scritto come rapporto tra le superfici disponibili all'interno dell'isolato (ossia senza l'ingombro degli edifici e l'area totale dello stesso):

$$p = \frac{\text{area Vuoti}}{\text{area Totale}}$$

La quantificazione della superficie disponibile risulta dalla differenza tra la superficie totale del blocco e quella occupata dagli edifici.

$$p = 1 - \frac{\text{area edifici}}{\text{area blocco}}$$

A titolo di esempio si riporta il calcolo della porosità per il blocco evidenziato in verde in figura seguente.



Figura AE Analisi dei blocchi e calcolo della porosità degli stessi

Tabella F Percentuale di area libera in un blocco.

Unità	Superficie (m <sup>2</sup> )
Blocco	15730
Area occupata da edifici	9300
Area libera	6330
Porosità	0.4

Quindi in questo caso l'area allagabile è il 40% dell'area dell'intero isolato (Blocco).

Dall'analisi del rapporto tra le superfici coperte dai fabbricati per le varie zone del dominio di studio si sono individuate tre classi di permeabilità cui corrispondono tre indici di porosità:

1. area densamente urbanizzata, caratterizzata da un indice di porosità medio pari a 0.5 (area rossa in figura seguente)
2. area mediamente urbanizzata, caratterizzata da un indice di porosità medio pari a 0.7 (area blu)
3. area rurale, alla quale è stato attribuito un indice medio di porosità pari a 0.9 (area verde)

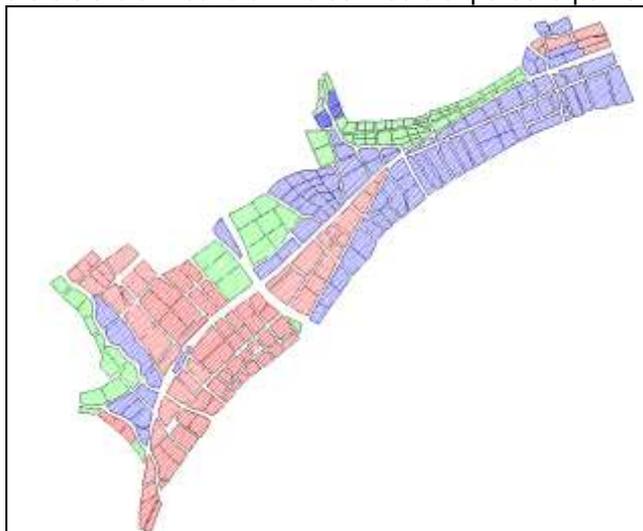


Figura AF Definizione delle classi di porosità, p, in funzione delle densità abitative: p = 0.5 (rosso), p = 0.7 (blu),

L'implementazione di tale parametro nel modello è stata effettuata agendo sulla variabile geometrica denominata "floodable area" ( Tabella seguente).

Tabella G Esempio di aggiornamento del valore dell'area allagabile in funzione di quanto definito sopra. I colori definiscono la zona a porosità differenziata).

Modello idraulico : aggiornamento valore aree allagabili in funzione del parametro di porosità fissato					
attuale	aggiornato				
ID Nodo	Area Allagabile (ha)	ID Nodo	Area Allagabile (ha)	Coeff.di riduzione areale	Indice Porosità
...	...	...	...	...	...
122	0.319	122	0.1595	0.5	0.5
123	0.302	123	0.151	0.5	0.5
124	0.918	124	0.459	0.5	0.5
125	0.525	125	0.368	0.3	0.7
126	1.004	126	0.703	0.3	0.7
127	0.858	127	0.601	0.3	0.7
...	...	...	...	...	...
320.1	0.25	320.1	0.175	0.3	0.7
320.2	0.16	320.2	0.144	0.1	0.9
320.3	0.15	320.3	0.135	0.1	0.9
320.4	0.2	320.4	0.18	0.1	0.9
...	...	...	...	...	...

Le simulazioni sono state eseguite seguendo il medesimo schema sopra riportato, andando a valutare l'effetto sui tiranti e sulle velocità degli idrogrammi massimizzanti la portata ed il volume, per tempi di ritorno di 50 e 200 anni.

### Sensitività della porosità sul singolo blocco: analisi dei tiranti

Schematizzando quindi l'isolato come un'area quadrata di 100 metri di lato caratterizzata da un idrogramma triangolare in ingresso e da una geometria di sfioro nota in uscita, si può effettuare un'analisi di sensitività del modello idraulico schematico in funzione della variazione di porosità.

E' da notare che il valore di porosità pari a 1 rappresenta la completa permeabilità degli edifici e quindi l'area dell'isolato equivale all'area potenzialmente allagabile.

L'analisi è stata svolta assumendo un range di valori dell'indice di porosità da 0.1 a 1.

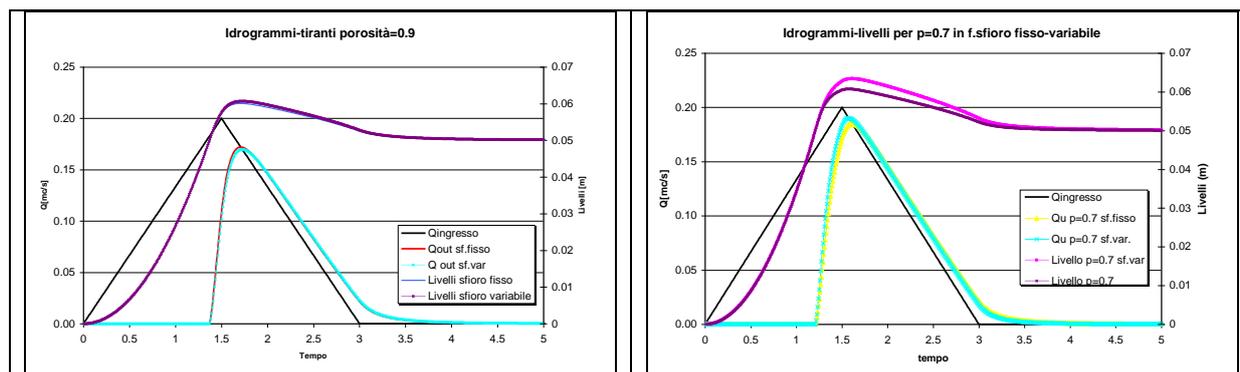
L'idrogramma in ingresso è triangolare, con tempo di base pari a 3 ore, picco di portata pari a 0.2 mc/s.

La soglia di uscita ha larghezza iniziale fissa di 100m con coefficiente di efflusso pari a 0.385 (stramazzo a larga soglia).

La funzione di variabilità della lunghezza della soglia di sfioro è stata vincolata, quando variabile, all'indice di porosità (una porosità di 0.9 coincide con una riduzione delle aree disponibili del 10% e quindi la lunghezza della soglia varia proporzionalmente, passando da 100 metri a 90).

Per sfioro variabile in modello con porosità pari a 0.7, corrisponde una larghezza di sfioro di 70m.

Per porosità pari a 0.5, conseguentemente la larghezza di sfioro sarà pari a 50m.



Come si nota nei due grafici, il passaggio da porosità 0.9 a 0.7 acuisce la differenza dei tiranti e degli idrogrammi in funzione del dimensionamento della soglia di uscita.

Azzerando la quota della soglia di uscita gli idrogrammi tendono a sovrapporsi anche variando la porosità, è invece sensibile il ritardo dell'idrogramma di uscita (e conseguentemente il volume invasato in presenza della soglia di uscita posta a 5cm nel modello a parità di porosità).

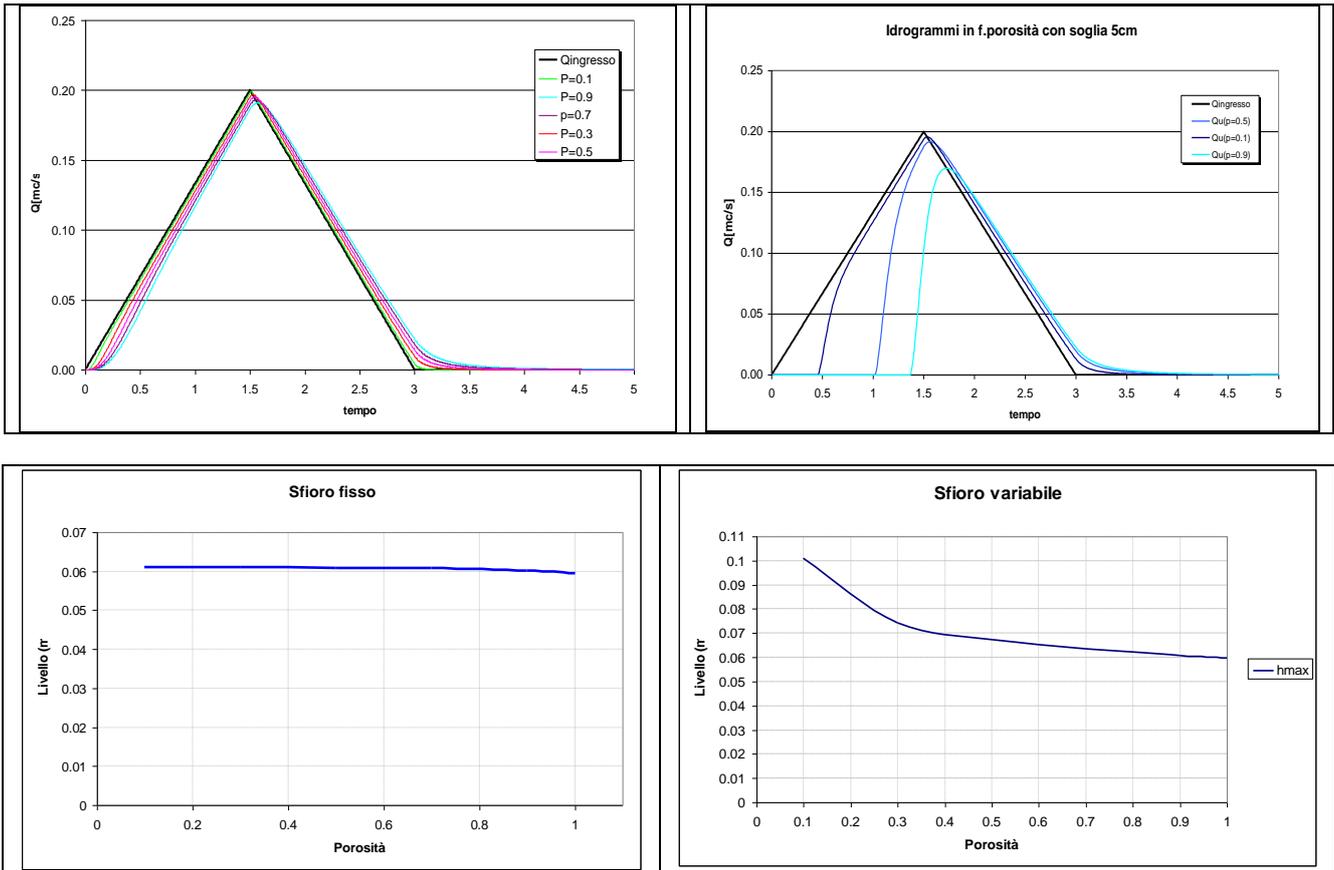


Figura AG Sensibilità della variazione dei tiranti in funzione della porosità con sfioro fisso e sfioro variabile

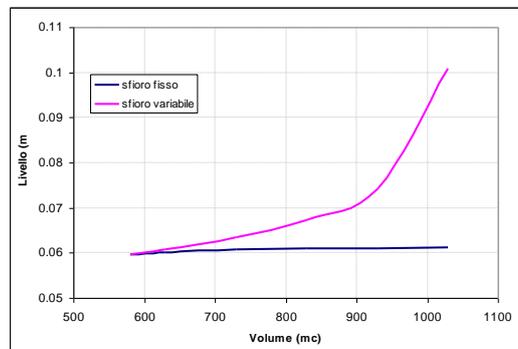


Figura AH Variazione dei livelli e dei volumi invasati in funzione della porosità e della larghezza di sfioro.

In conclusione si nota che il modello è, in configurazione di stramazzo a larghezza costante con soglia di sfioro (come effettivamente nella realtà e nella costruzione del modello idraulico), poco sensibile alla variazione della porosità per quanto riguarda l'aumento dei tiranti. Anche in caso di sfioro a larghezza variabile, la sensibilità alla variazione di porosità diviene sensibile solo per valori della riduzione del parametro al di sotto dello 0.3 (con conseguente riduzione delle aree disponibili maggiore del 70%), valori estremi che sono al di fuori dei range stimati per l'area oggetto di studio e al di fuori di una modellazione realistica delle aree allagabili di un agglomerato urbano.

Le considerazioni qui svolte verranno avallate dalle risultanze delle simulazioni effettuate sul modello idraulico completo.

### Propagazione con idrogrammi $Q_{max\_V}$ : effetti della porosità dei blocchi

Si riportano di seguito le analisi per le classi di tiranti presenti sull'area di esondazione per idrogrammi  $Q_{max\_V}$  con periodo di ritorno  $T = 50$  e  $T = 200$  anni. Nella figura successiva sono quindi riportate le classi di tiranti, ipotizzando le aree di invaso completamente disponibili all'allagamento (porosità standard) e che

risultano quelle adottate allo stato attuale e quelle parzializzate dalla ipotesi di edifici impermeabili (porosità a zone).

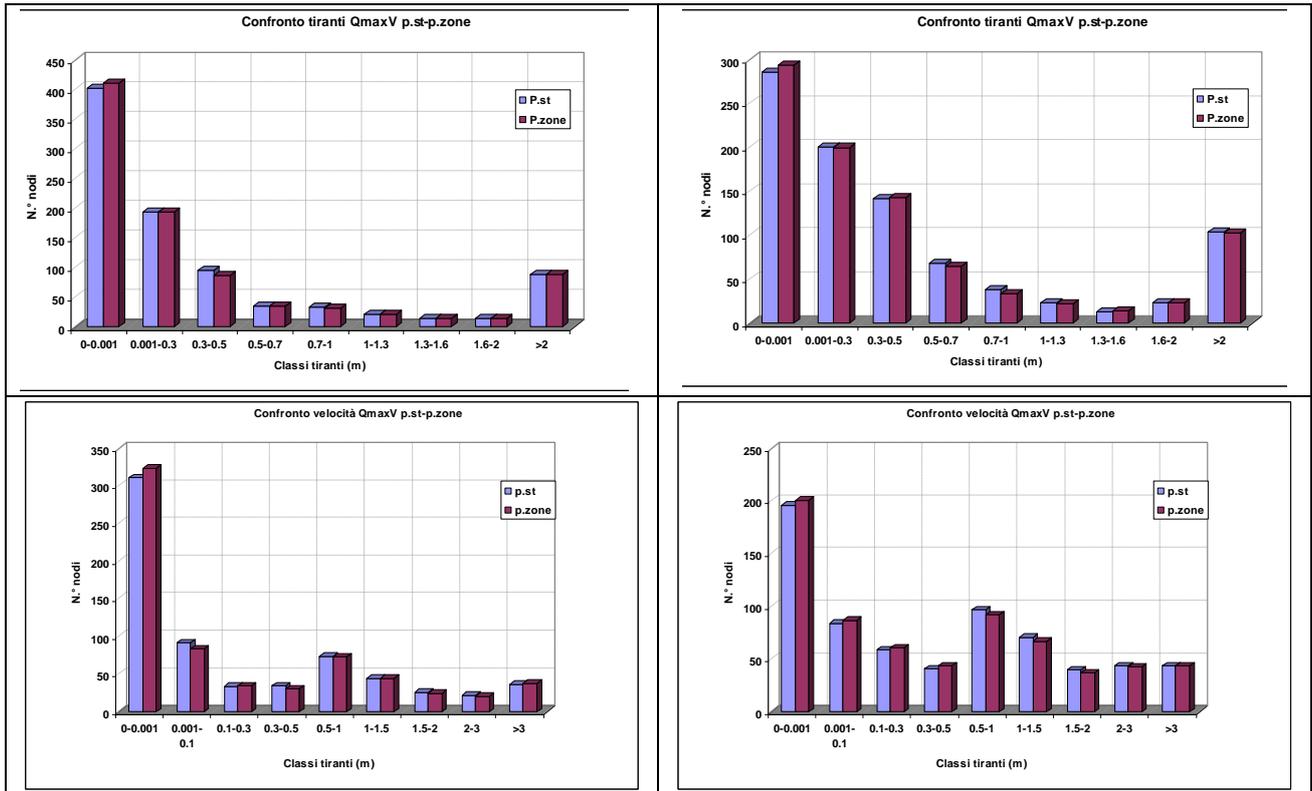
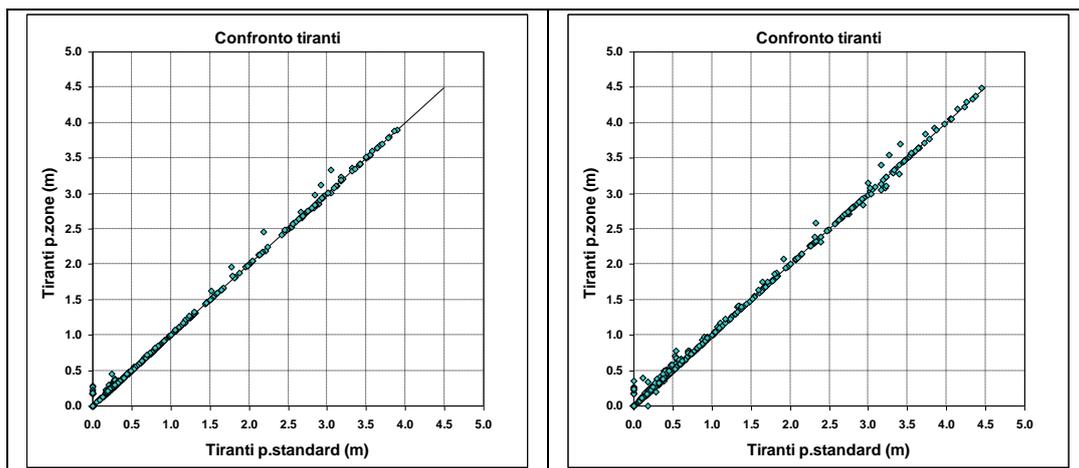


Figura A1 Idrogrammi  $Q_{max\_V}$  T 50 e T 200 (sopra) per porosità unitaria (stato attuale) e porosità modificata a zone. Sotto, andamento distribuzione delle velocità per T 50 (sn) e T 200 (dx) nei due casi di porosità.

Oltre alla suddivisione in classi l'analisi della differenza dei tiranti viene riportata in termini di confronto tra velocità e tiranti come mostrato nelle figure seguenti.



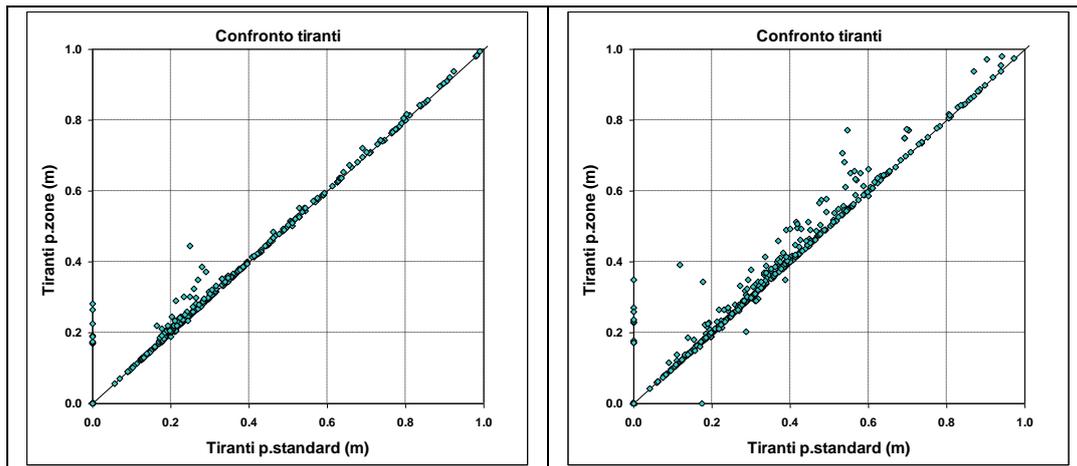


Figura AL Idrogrammi Qmax\_V T 50 (sin) e T 200 (dx): confronto tiranti per le due diverse tipologie di porosità

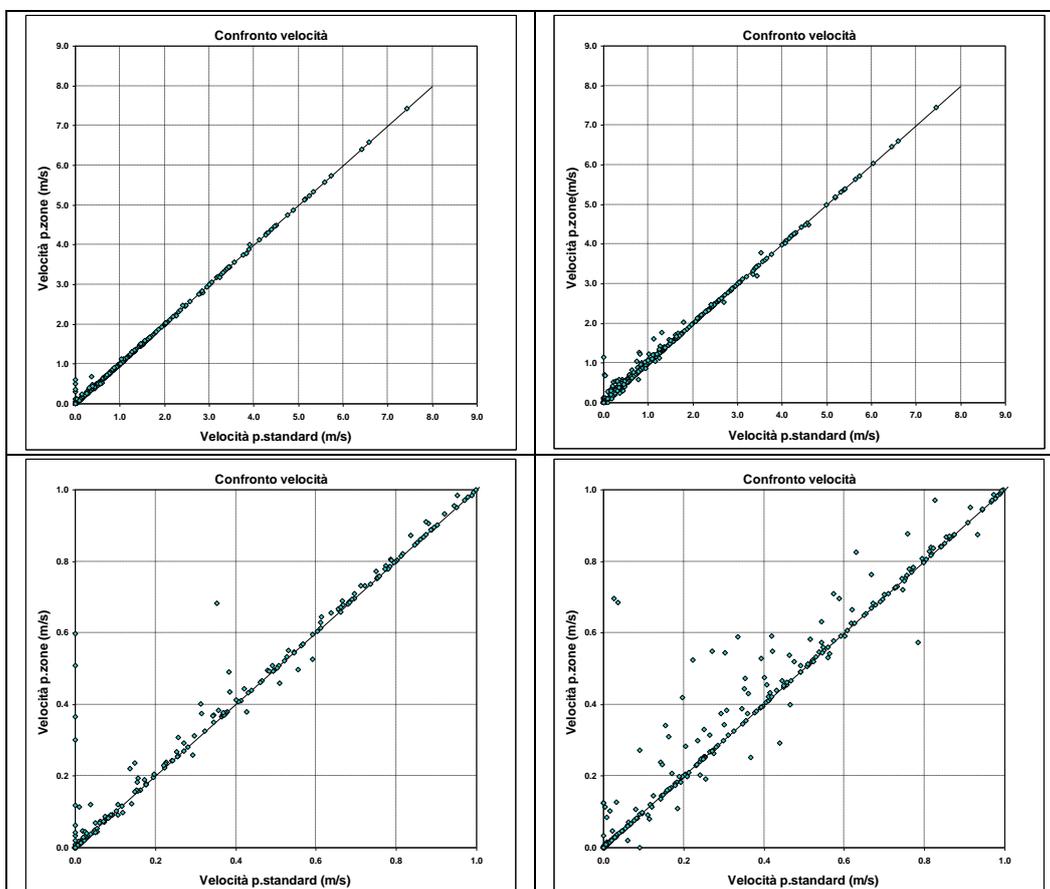


Figura AM Idrogrammi Qmax\_V T50 (sin) e T 200 (dx): effetto della porosità sulla distribuzione di velocità.

I grafici sopra mostrano un comportamento coerente con la diminuzione di porosità ma tuttavia poco sensibile alla variazione di porosità. Questo fenomeno ha due motivazioni :

- una è data dal fatto puramente geometrico di costruzione del modello degli invasi, in cui la quota di sfioro è a quota + 5 cm dal relativo piano stradale e come tale ne condiziona i livelli interni con una portata in uscita poco influenzata dalla variazione delle aree disponibili
- l'altro motivo risiede nell'esiguità dei volumi di acqua che accedono alle zone di allagamento all'interno degli isolati in confronto agli spazi effettivamente disponibili. Quindi, anche avendo una grossa variazione di area per effetto di porosità anche pari al 50% dell'area disponibile, l'influsso sui risultati è molto basso in quanto il volume disponibile è comunque molto superiore a quello effettivamente occupato dal volume che vi entra.

### Propagazione con idrogrammi Qmax\_P: effetto della porosità nei blocchi

Di seguito si riportano gli istogrammi di frequenza dei tiranti e delle velocità sia per porosità standard ( $p=1$ ) che per porosità variabile nelle diverse zone, allorché è propagato l'idrogramma che massimizza le portate. Si può osservare un incremento trascurabile per gli eventi con tempo di ritorno duecentennale che non influenzano gli ambiti di pericolosità.

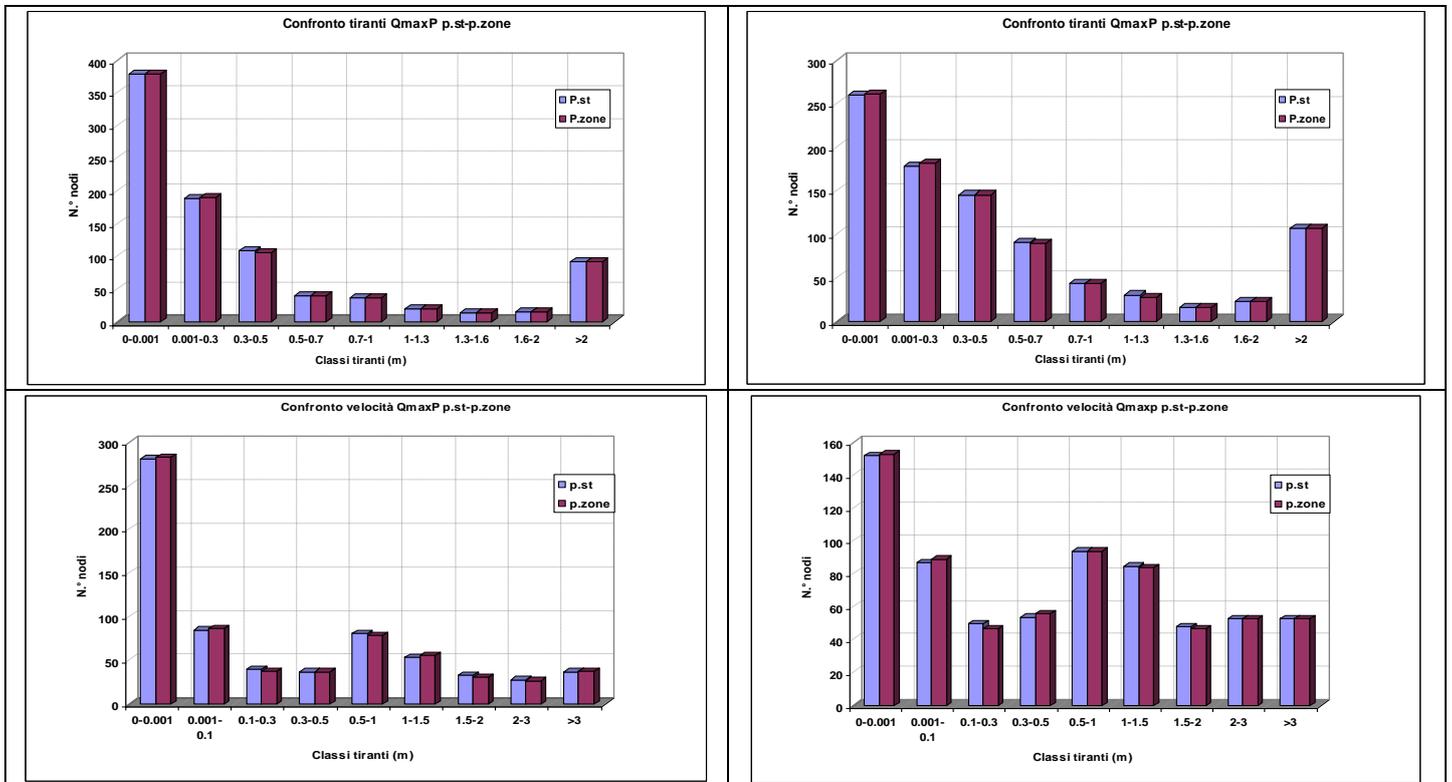
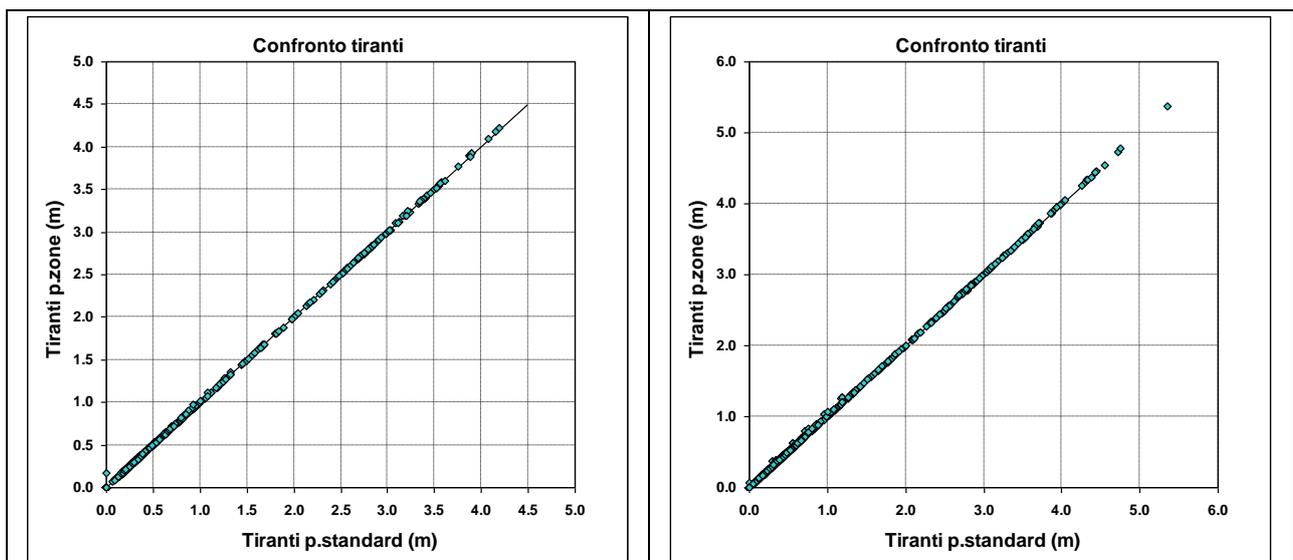


Figura AN Classi di tirante e velocità per idrogramma Qmax\_P T= 50 anni (sin) e T=200 (dx) per porosità standard ed a zone.

Oltre alla suddivisione in classi l'analisi della differenza dei tiranti viene riportata in termini di confronto tra velocità e tiranti come mostrato nelle figure seguenti.



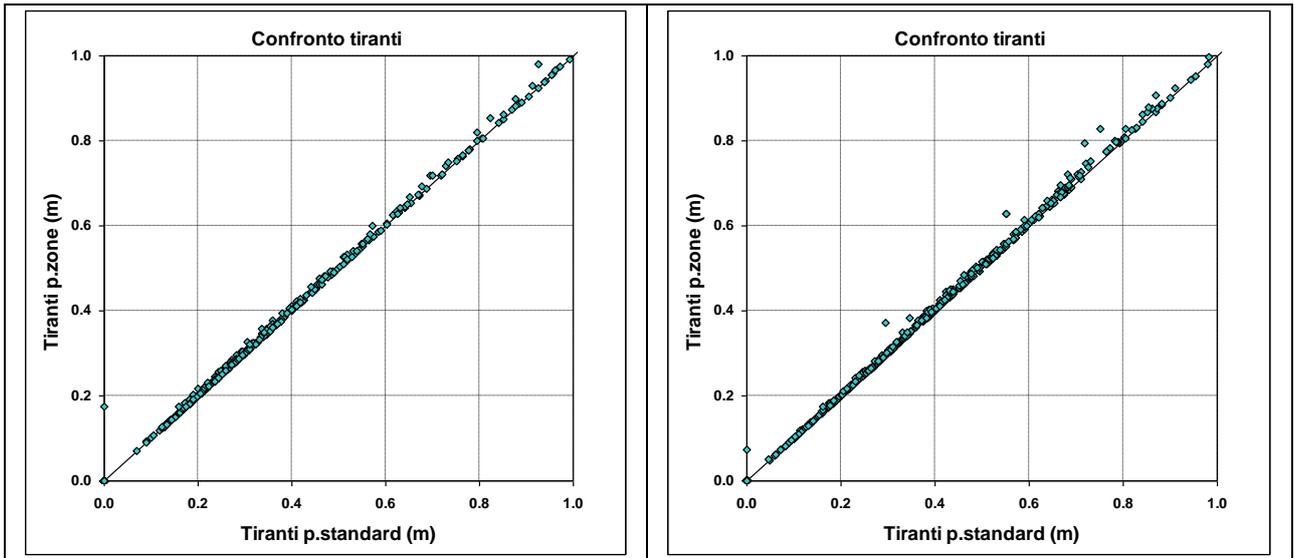


Figura AO Idrogrammi QmaxP T50 (sin) e T 200 (dx) effetto della porosità sulla distribuzione dei tiranti

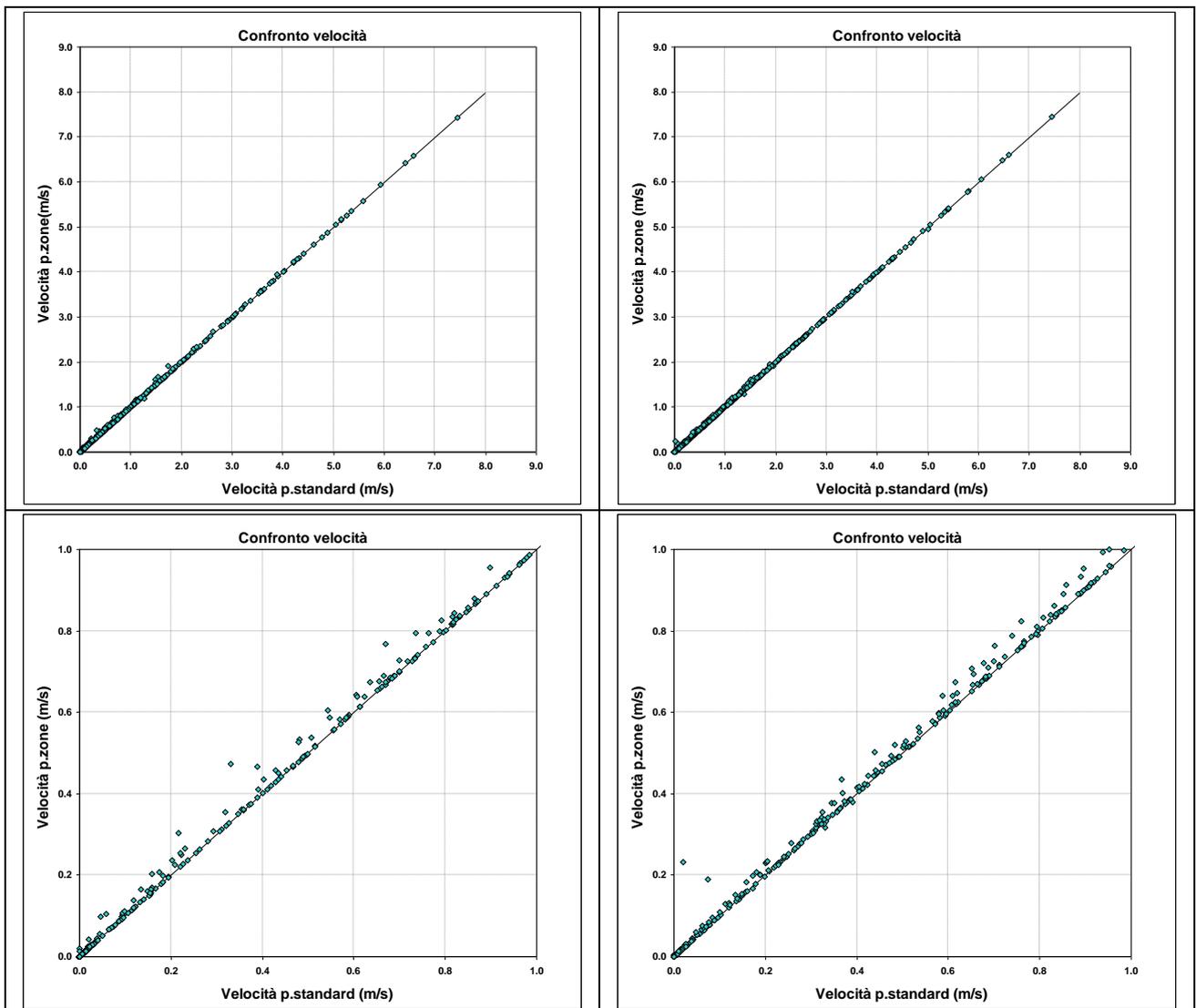


Figura AP Idrogrammi Qmax\_P T50 (sin) e Qmax\_P T 200 (dx) effetto della porosità sulla distribuzione di velocità

Anche in questo caso gli effetti della variazione della porosità sono trascurabili.

### Confronto tra idrogrammi Qmax\_P & Qmax\_V per porosità a zona

Di seguito si riportano gli istogrammi di frequenza dei tiranti e delle velocità in condizioni di porosità ridotta che si generano per la propagazione degli idrogrammi Qmax\_V e Qmax\_P. Come si osserva dalle figure seguenti anche in questo caso si ritrova che i massimi valori di livello e velocità si hanno per idrogrammi che massimizzano la portata. La prima colonna degli istogrammi che raggruppa livelli fino a 0.001 m non è considerata allagamento in quanto nelle tolleranze del modello di calcolo.

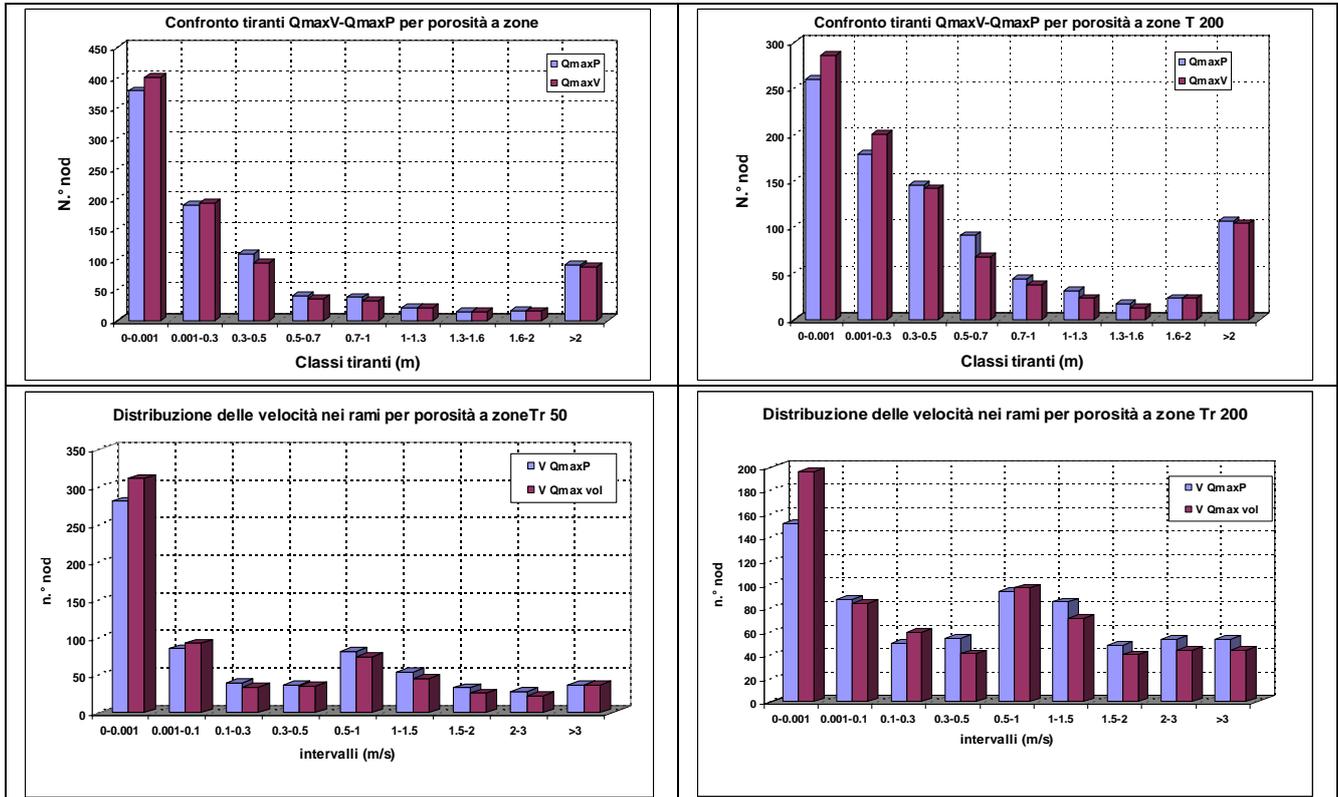
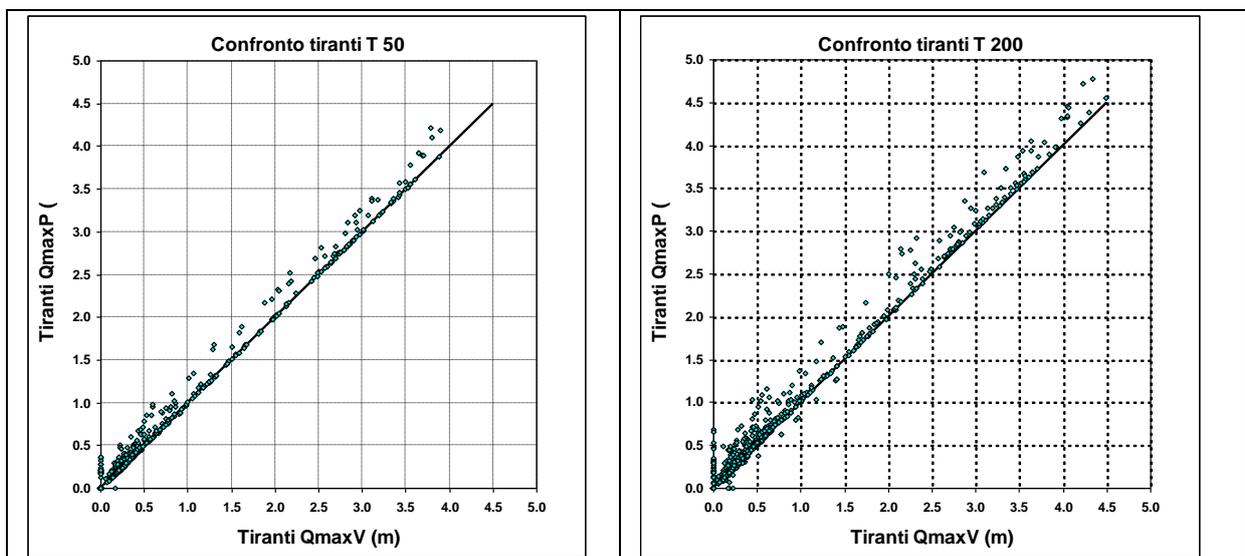


Figura AQ Idrogrammi Qmax\_P e Qmax\_V T 50 (colonna sin) e T200 (colonna dx):confronto tra le classi di tiranti e velocità per la porosità ridotta.



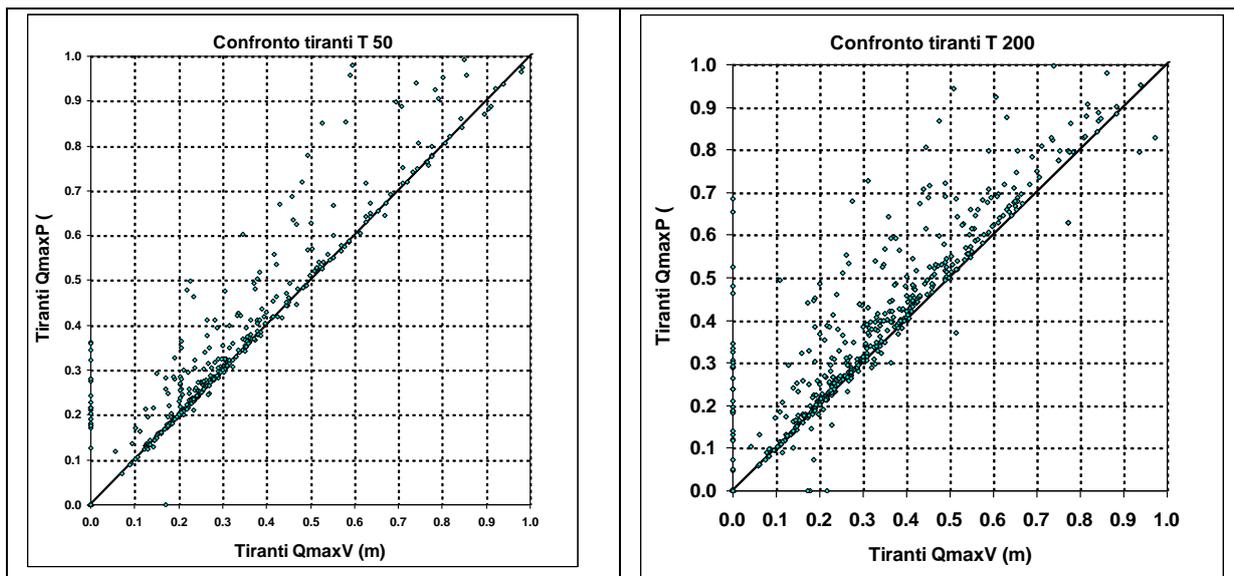


Figura AR Influenza della forma degli idrogrammi ( $Q_{max\_P} - Q_{max\_V}$ ) sulla distribuzione dei tiranti (sopra) e sulle velocità per modello con porosità a zone

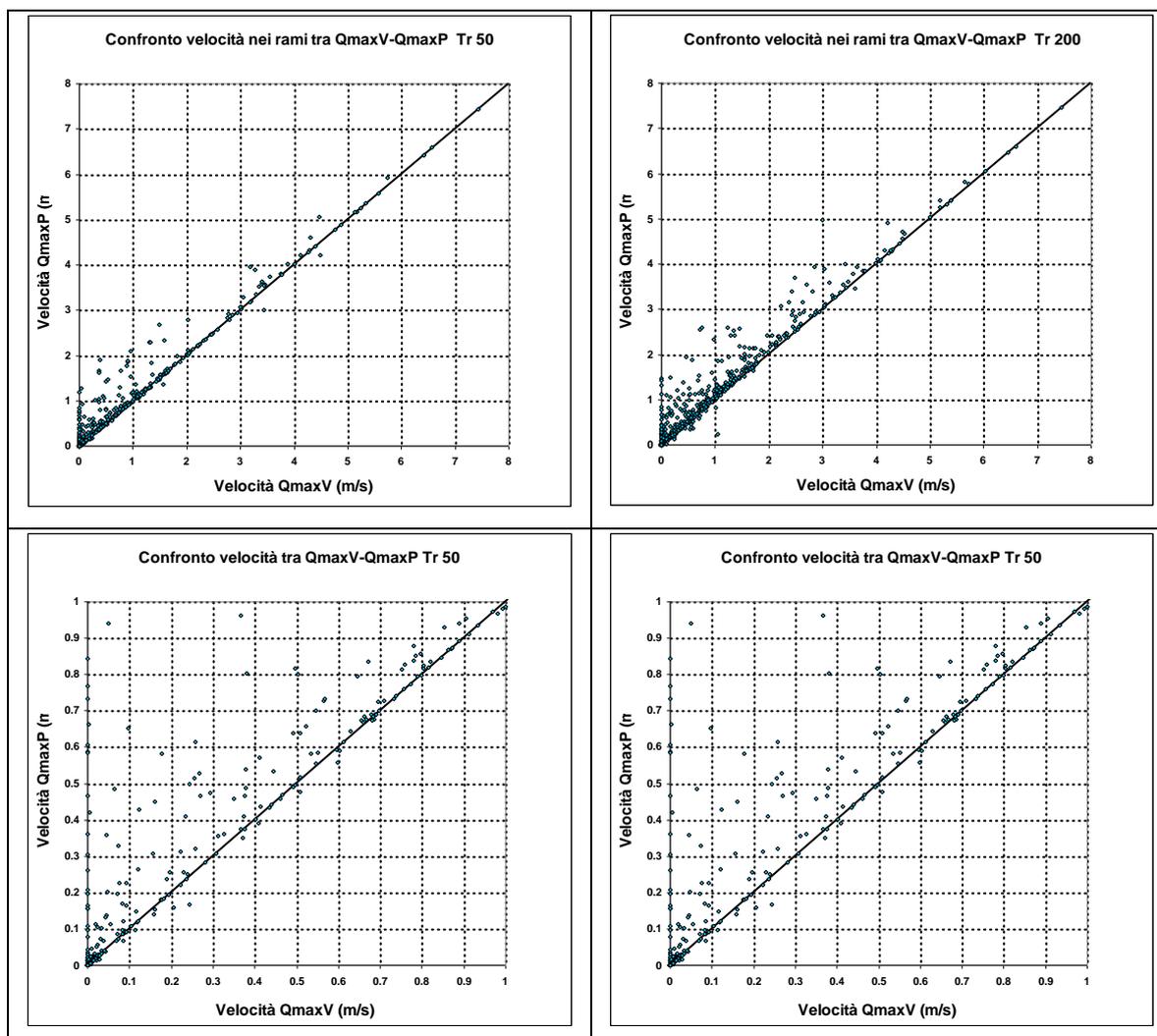


Figura AS Influenza della forma degli idrogrammi ( $Q_{max\_P} - Q_{max\_V}$ ) sulla distribuzione delle velocità per modello con porosità a zone

### Effetto sugli ambiti della porosità degli edifici

L'effetto sugli ambiti della variazione del coefficiente di porosità si può notare come differenza grafica dell'estensione delle varie fasce sulla mappa riportante gli ambiti o come grafici ad istogramma riportanti le aree effettivamente occupate dalle fasce stesse.

<i>totale area p. zone (Kmq)</i>	1.351	<i>totale area p. standard (Kmq)</i>	1.260
<i>Fascia AA</i>	0.175	<i>Fascia AA</i>	0.178
<i>Fascia BB</i>	0.024	<i>Fascia BB</i>	0.028
<i>Fascia B0</i>	1.153	<i>Fascia B0</i>	1.054

Di seguito si riportano le differenze per Idrogrammi Qmax\_P e Idrogrammi Qmax\_V

#### Differenze per Idrogrammi Qmax\_P

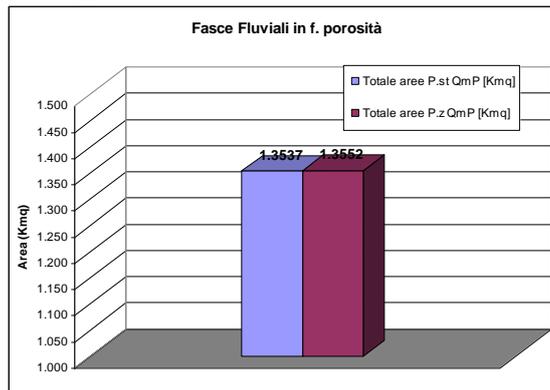


Figura AT Differenza delle aree occupate dalle fasce in funzione dell'indice di porosità

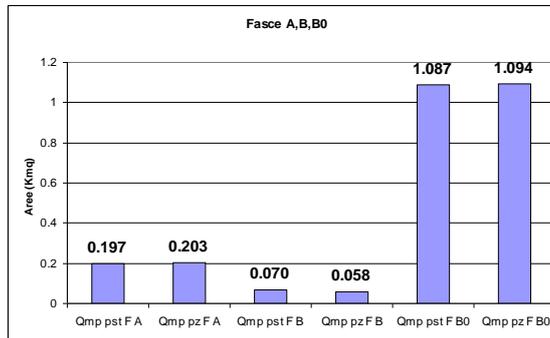


Figura AU Superfici delle fasce di pericolosità in funzione della diversa porosità delle aree di blocco



Figura AV Fascia A per porosità a zone (aree in rosa) e per porosità standard (aree in rosso), ricavate per idrogrammi Qmax\_P

### Differenze per Idrogrammi Qmax\_V

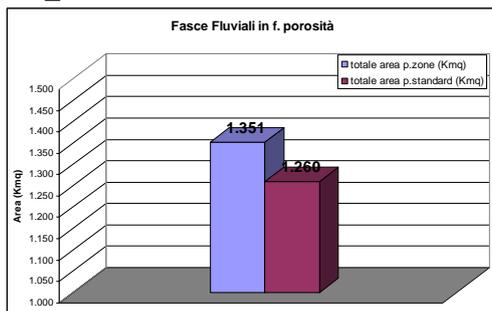


Figura AZ Superfici dalle fasce di pericolosità in funzione dell'indice di porosità per idrogrammi a Qmax\_V

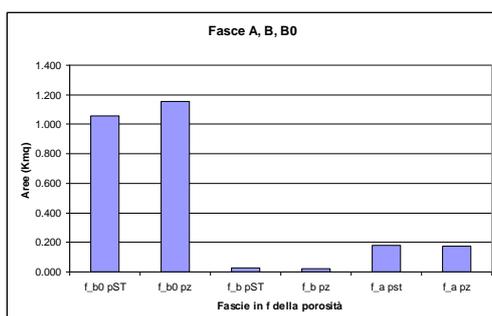


Figura BA Superfici delle fasce di pericolosità per diversa porosità e idrogrammi Qmax\_V

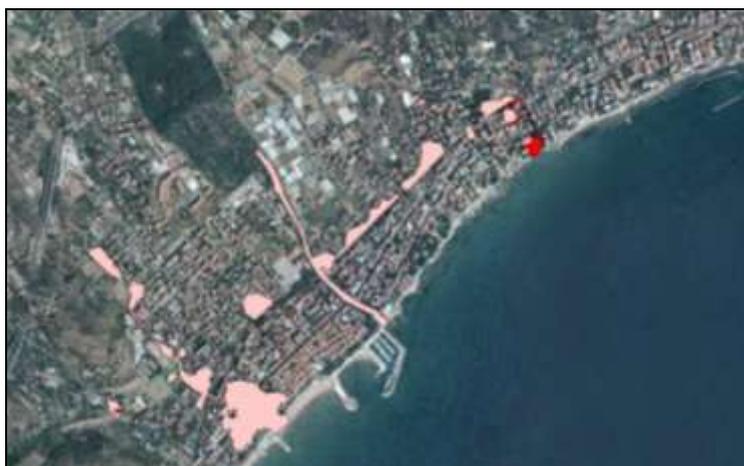


Figura BB Fascia A per porosità a zone (aree in rosa) e per porosità standard (aree in rosso) ricavato per idrogrammi Qmax\_V

In definitiva l'effetto della porosità viene confermato avere una influenza minima nel caso in esame. Infatti l'incremento delle aree B0 che si osserva e le differenze di area nelle altre fasce sono le stesse nel caso delle analisi condotte con porosità standard per i due tipi di idrogrammi.

### Modalità di interpolazione del campo di velocità ed effetti sugli ambiti di pericolosità

Il campo di velocità, che per le ipotesi di costruzione del modello numerico di propagazione è calcolato lungo il reticolo stradale simulato come un reticolo di canali, viene esteso nella definizione degli "ambiti di pericolosità" anche alla parte più esterna delle aree dei blocchi rispetto al fronte strada. Infatti tale accorgimento permette di considerare le variazioni casuali della geometria del dominio di calcolo, che possono verificarsi lungo le strade (canali) durante un evento alluvionale, quali quelli indotte da oggetti trascinati dalla corrente: automobili, legni, cisterne etc. e quindi del coinvolgimento delle abitazioni fronte strada nella corrente di piena e dalle aree interne al blocco connesse alle strade dai varchi carrabili. Tale

situazione sembra soprattutto presentarsi nelle aree urbane del T. Varcavello e del Rio Pineta, allorché i blocchi di abitazione sono interamente circondati da canali ad elevata velocità di scorrimento.

La redazione delle carte di pericolosità ha quindi comportato di dover procedere ad un allargamento dei campi di velocità tramite un'interpolazione sul dominio in studio tra i massimi valori della velocità nei vari canali, proprio per tener conto delle descritte variazioni delle condizioni al contorno che possono verificarsi lungo le strade durante un evento alluvionale.

Operativamente la procedura di estensione del campo di velocità a tali aree è ottenuta, come indicato nei precedenti paragrafi, interpolando attraverso il metodo della distanza inversa tutti i punti di velocità nel dominio di calcolo. Questi sono sia valori  $V > 0$ , presenti lungo il reticolo viario interessato da inondazione, che quelli con valore  $V = 0$  posizionati nel baricentro delle aree di invaso (blocchi). La densità dei punti a  $V > 0$ , lungo il reticolo di canali, dipende sia dalla morfologia del reticolo, dalla sua geometria nonché dalla connessioni derivanti dagli incroci e dai varchi tra strade e blocchi (Figura seguente). Allo stesso modo, come nel caso del T. San Pietro che presenta vaste aree non esondabili nelle aree in sinistra, le velocità sono tutte pari a zero.

L'interpolazione del campo di velocità è stata condotta in base al metodo della distanza inversa, sul campione costituito dai punti lungo le strade caratterizzati da velocità  $V > 0$  e anche quelli dei blocchi con  $V = 0$ .

Come noto il metodo permette di determinare il valore pesato della variabile tra punti del piano a valore noto e che non vengono alterati, una volta fissata risoluzione di interpolazione, mediante la combinazione lineare dei punti fissi che per ogni punto del piano ricadono nel cerchio di raggio,  $r$ , assegnato. Ciò si traduce nell'espressione:

$$V_{x,y} = \frac{\sum_{i=1}^n d_{ix}^{-r} \cdot V_i}{\sum_{i=1}^n d_{ix}^{-r}}$$

dove i pesi della combinazione sono funzione dell'inverso della distanza elevato ad esponente,  $r$ , avendo posto in tale caso  $r = 1.5$ .

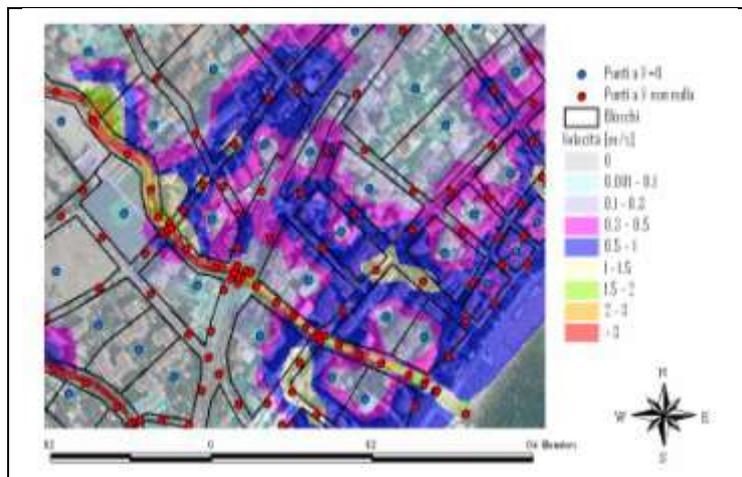


Figura BC Interpolazione delle velocità: particolare di un'area del dominio di studio. In blu i punti a  $V = 0$  interni al blocco di edifici, in rosso quelli a  $V > 0$ . Al dettaglio di questo estratto è possibile distinguere le aree a  $V = 0$  all'interno del blocco.

Come si osserva dalla figura precedente tale metodologia permette quindi di estendere all'interno del blocco il dominio della velocità opportunamente pesato nella situazione di possibile alterazione delle condizioni di scorrimento del canale (strada). Di seguito si presentano tre tipologie di interpolazione basate sulla stessa metodologia, per cui si sono valutate le differenze degli ambiti di pericolosità:

1. interpolazione del campo di velocità comprensivo dei valori nulli nel baricentro dei blocchi di abitazioni;
2. sovrapposizione delle interpolazioni lungo le sole strade al campo di velocità interpolato al punto precedente;
3. interpolazione del campo di velocità senza considerare i valori nulli nei blocchi degli edifici.

## Interpolazione delle velocità nei blocchi e nelle strade

Di seguito si riporta la carta degli ambiti ottenuta interpolando i valori delle velocità imponendo nel baricentro di ciascuno delle aree intercluse dagli edifici (blocchi) la velocità nulla.



Figura BD Aree pericolose ottenute interpolando i valori delle velocità imponendo nel baricentro di ciascuno delle aree intercluse dagli edifici (blocchi) la velocità nulla.

## Interpolazione delle velocità nei blocchi e nelle strade con sovrapposizione del campo di velocità interpolato tra le sole strade.

L'interpolazione del campo di velocità considerando i punti a velocità nulla negli edifici se da un lato allarga il campo di velocità, può comportare una modifica della variazione della velocità lungo la direzione longitudinale di ciascuna strada rispetto a quanto calcolato dal modello numerico.

Per tale motivo è stato investigato l'effetto sugli ambiti di un campo di velocità ricostruito, a vantaggio di sicurezza, come sovrapposizione del campo interpolato del punto precedente a cui si sovrappone il campo di velocità delle sole strade. Gli ambiti sono stati mappati con riferimento sia ad idrogrammi  $Q_{max\_P}$ , sia a idrogrammi  $Q_{max\_V}$ .

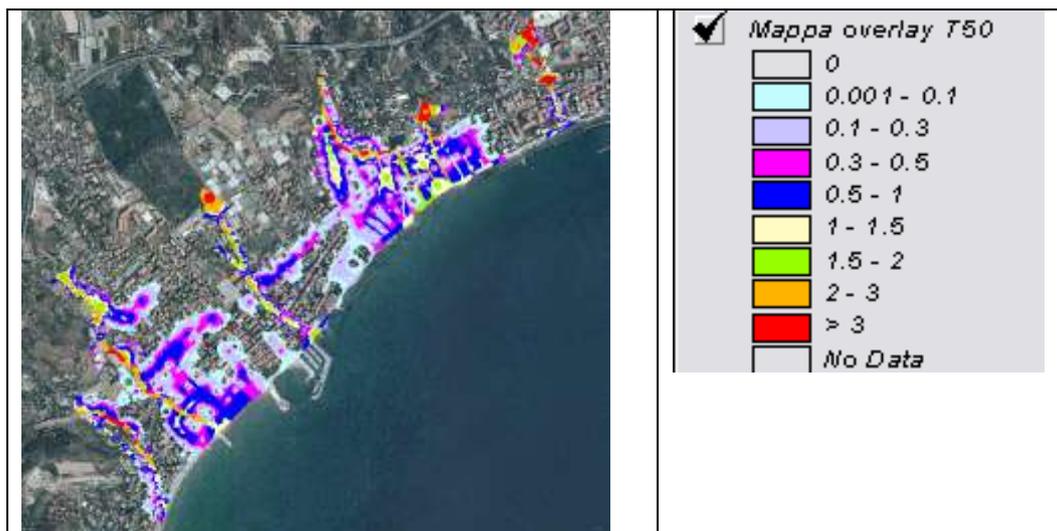


Figura BE Velocità per idrogrammi  $Q_{max\_P}$  con sovrapposizione del velocità del solo reticolo al campo di velocità interpolato comprensivo delle velocità nulle nei blocchi.

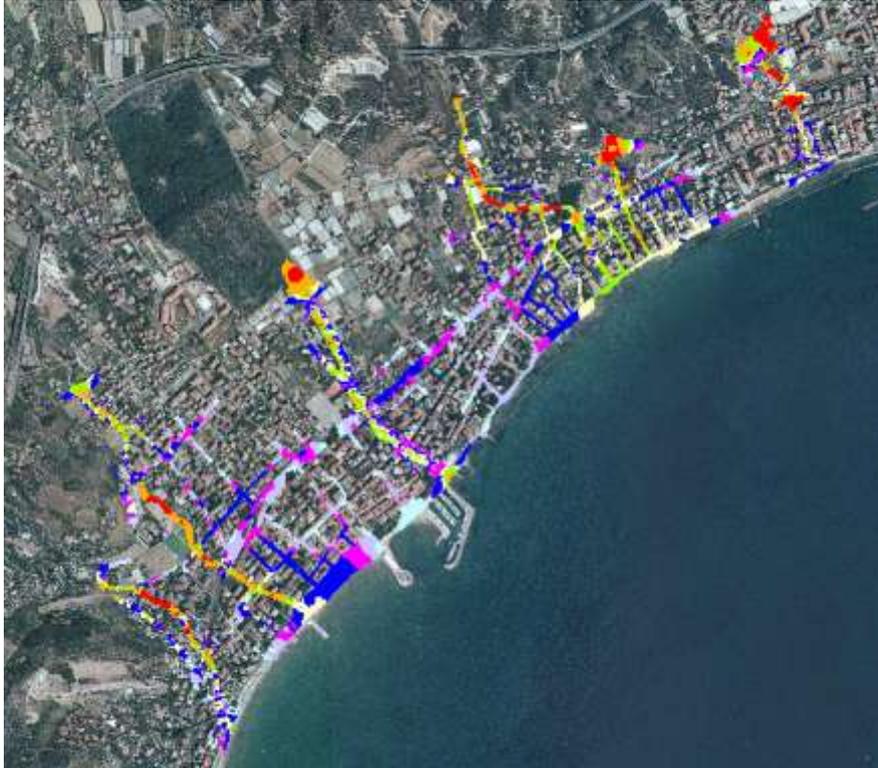


Figura BF Velocità sulle sole strade per idrogramma  $Q_{max\_P}$  T=50 anni.

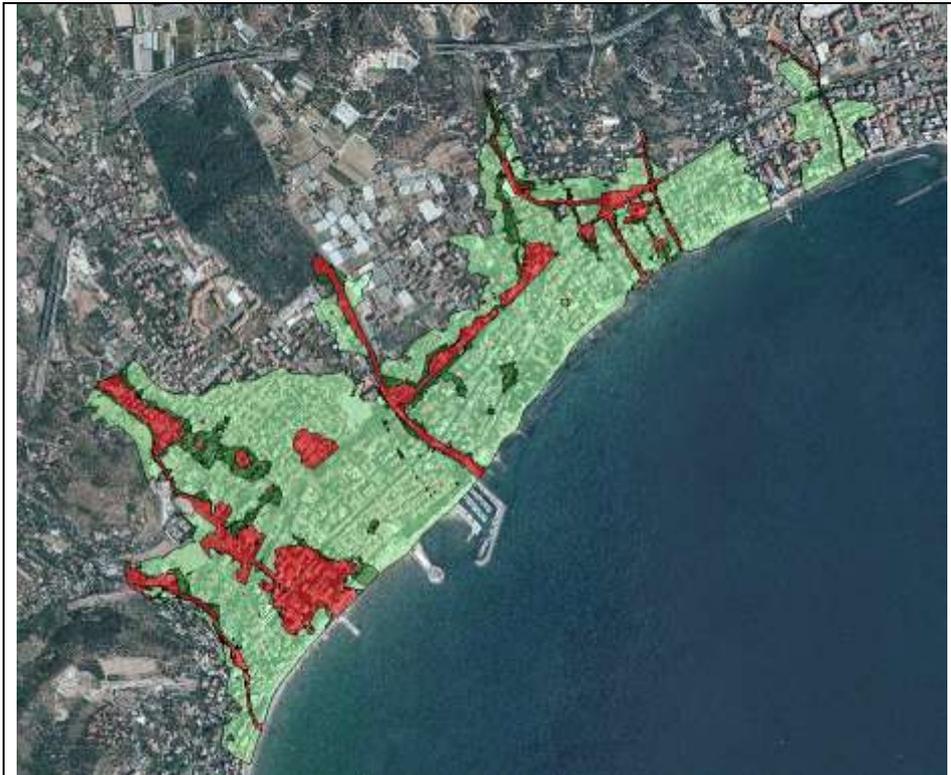


Figura BG Ambiti normativi (DGR 250/05) ottenuti sovrapponendo alle velocità interpolate con valori nulli (blocchi) le velocità delle sole strade da modello idraulico, per idrogrammi  $Q_{max\_P}$



Figura BH Ambiti normativi (DGR 250/05) ottenuti sovrapponendo alle velocità interpolate con valori nulli (blocchi) le velocità delle sole strade da modello idraulico, per idrogrammi  $Q_{max\_V}$

### Interpolazione della velocità della corrente senza l'effetto dei blocchi

L'effetto sugli ambiti dell'interpolazione del campo di velocità tra i valori delle sole strade, senza cioè considerare i valori nulli di tale grandezza è stato valutato su indicazione del Comitato Tecnico Regionale. Di seguito si riportano gli ambiti così calcolati che evidenziano un aumento delle aree pericolose di Fascia A.

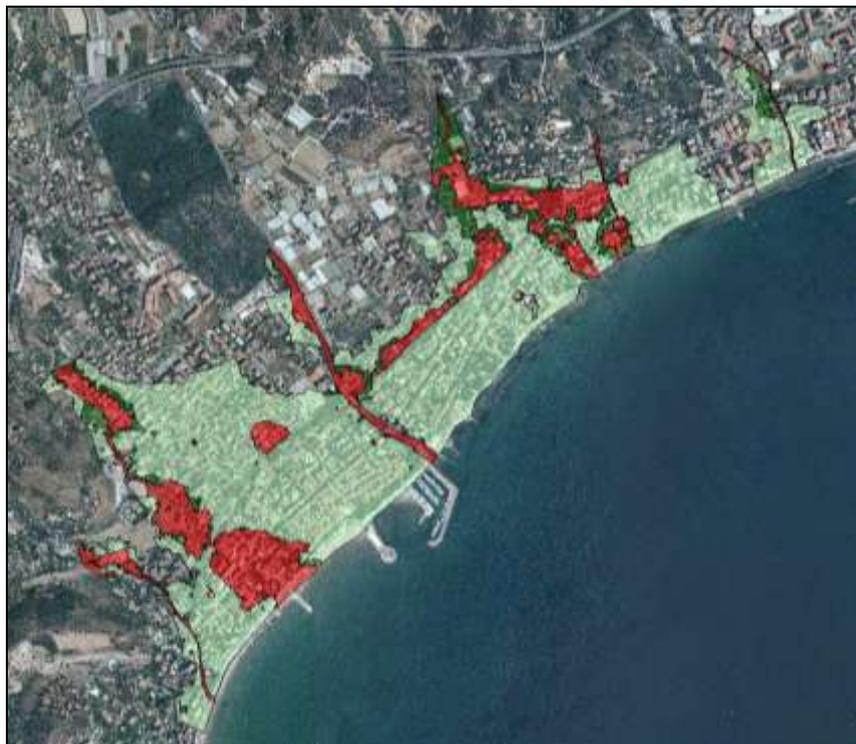


Figura BI Ambiti normativi con velocità interpolate tra i soli valori delle strade con idrogramma  $Q_{max\_V}$



Figura BL Ambiti normativi con velocità interpolate tra i soli valori delle strade con idrogramma Qmax\_P

Come si osserva dalla figura precedente riferita alla propagazione degli idrogrammi Qmax\_V tale tipologia di interpolazione aumenta le aree pericolose di classe A sia nella zona del Rio Pineta e del Rodine ( Nord Est) che nella zona del T. Varcavello Sud Est.

La propagazione invece degli idrogrammi che massimizzano i picchi (Qmax\_P) è meno gravosa sul T. Pineta (alto a destra), poiché la capacità di smaltimento di quest'ultimo non differenzia di molto i picchi dei due idrogrammi, per cui quello a massimo volume produce aree più pericolose.

Tali incrementi sono quantificabili per le diverse fasce di pericolosità come riportate nel grafico seguente.

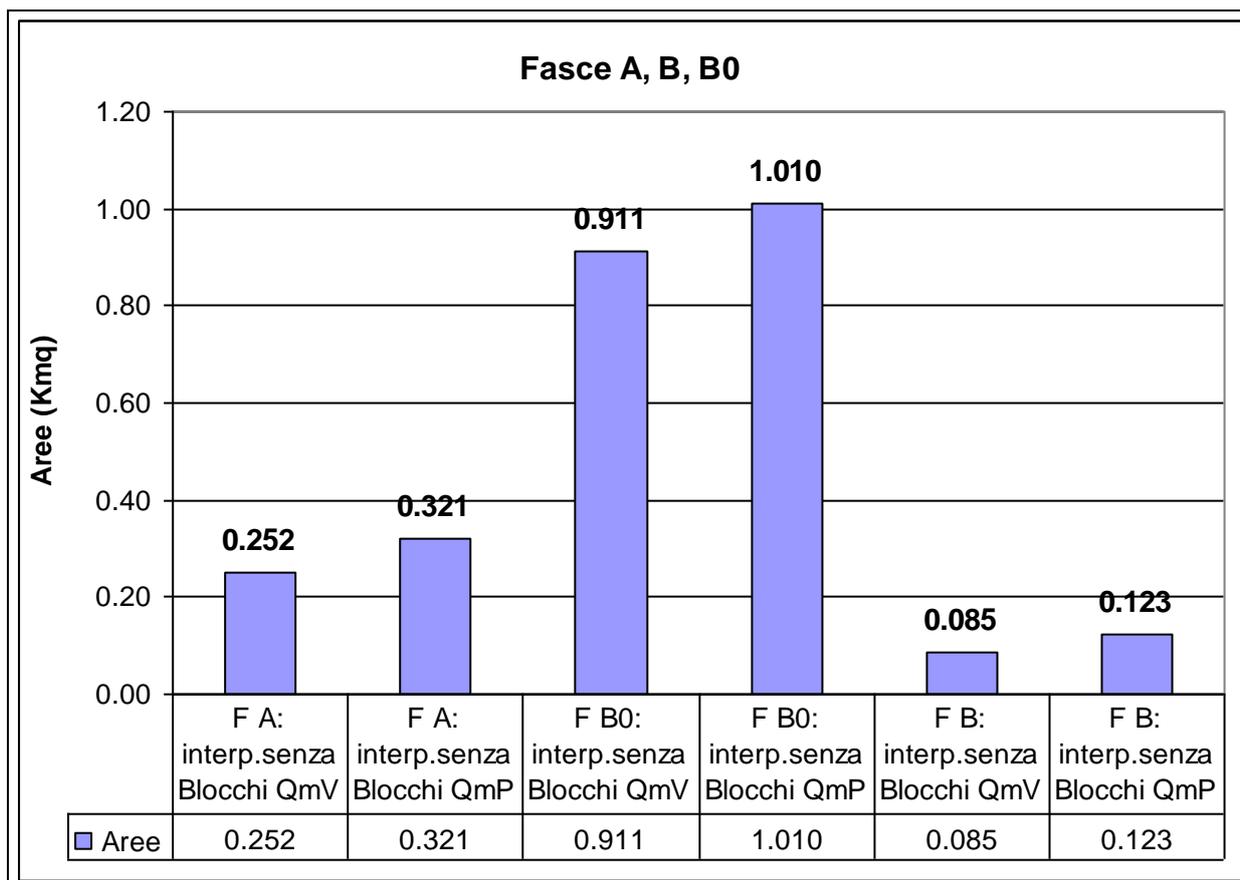


Figura BM Variazione delle superfici a pericolosità diversa considerando tra interpolazione del campo di velocità senza valori nulli nei blocchi per idrogrammi Qmax\_V e Qmax\_P.

Tale interpretazione, che implica il trascurare l'effetto degli invasi, risulta in contrapposizione alle ipotesi con cui è costruito il modello numerico ossia quella di modello a rete di canali che meglio rappresenta il processo di esondazione nel denso abitato del Dianese. Inoltre il trascurare la velocità all'interno del blocco, assumere cioè le velocità interpolate tra i valori delle strade (canali), è poco rappresentativa della realtà anche alla luce degli approfondimenti del presente studio, che evidenzia un afflusso limitato alle aree di invaso rispetto a quello di esondazione. Per tali motivi si ritiene che tale approccio sia inadeguato alla metodologia di definizioni degli ambiti di pericolosità.

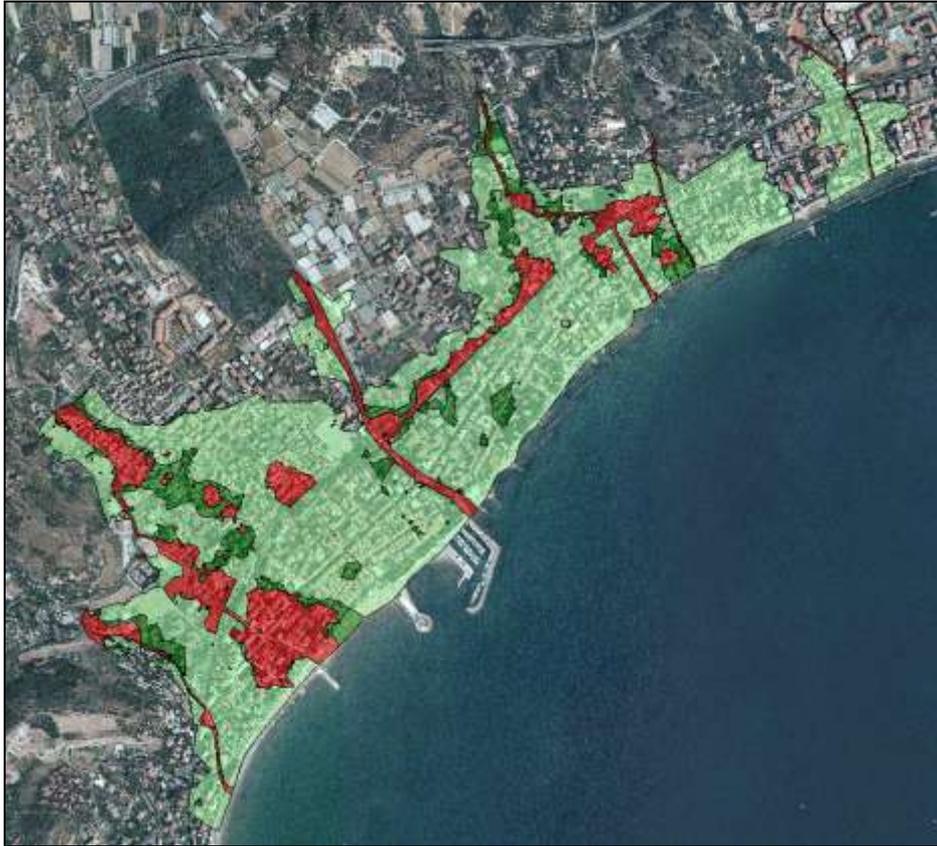


Figura BN Ambiti normativi con velocità interpolate tra i soli valori delle strade (idrogramma  $Q_{max\_P}$ )



Figura BO Ambiti normativi con velocità interpolate considerando i blocchi (idrogramma  $Q_{max\_P}$ )

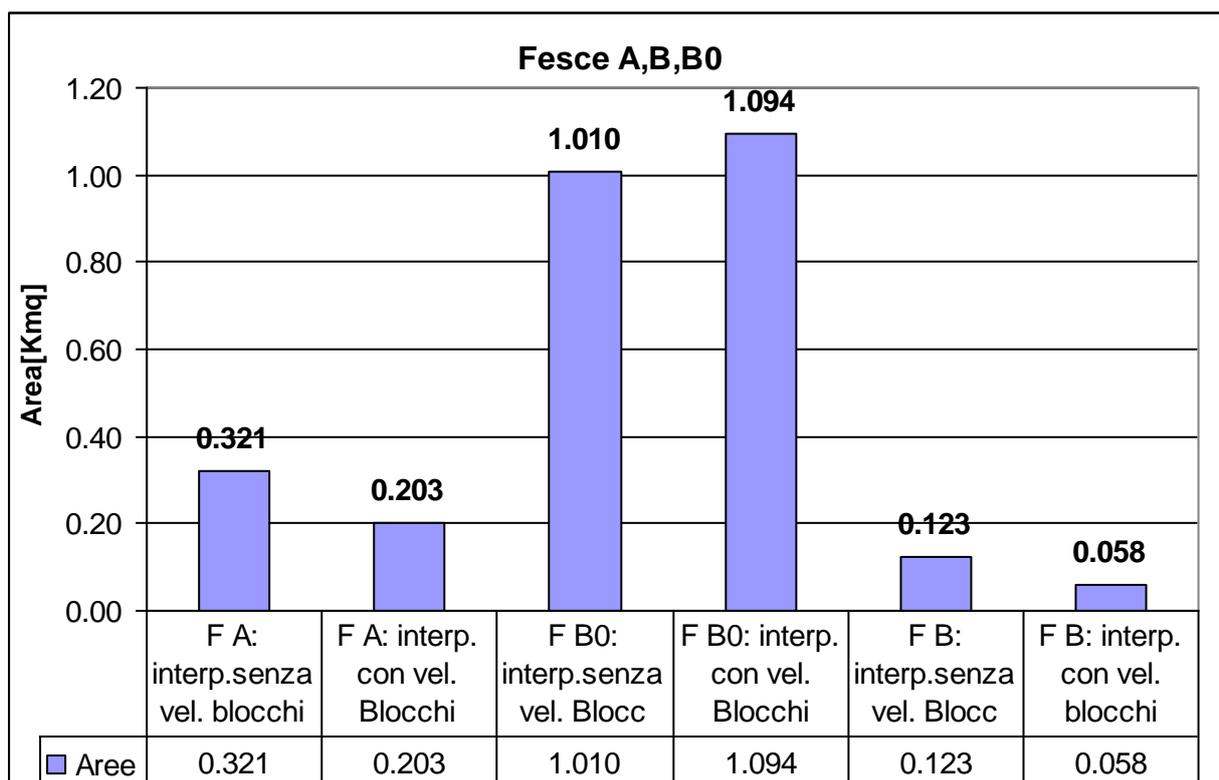


Figura BP Variazione delle superfici a pericolosità diversa considerando tra interpolazione del campo di velocità con e senza i valori nulli nei blocchi per idrogrammi Qmax\_P.

## NOTA INERENTE AI CRITERI PER LA DEFINIZIONE DEGLI AMBITI NORMATIVI DELLE FASCE DI INONDABILITA'

A seguito delle modifiche introdotte dalla DGR 91/2013 ai criteri per l'individuazione degli ambiti normativi delle fasce di inondabilità di cui alla DGR 250/2005 si è reso necessario integrare l'analisi idraulica di dettaglio per gli aspetti inerenti alla mappatura degli ambiti normativi, utilizzando come dati di base i tiranti idrici e le velocità di deflusso desunti dallo studio idraulico stesso.

## Parametri degli invasi e degli sfioratori

ID Nodo di Monte	ID Nodo Valle	Tipologia	Coefficiente di Deflusso	Coefficiente di Deflusso Secondario
105	607	WEIR	0.15	0.15
122	61	WEIR	0.28	0.28
122	60	WEIR	0.28	0.28
123	62	WEIR	0.28	0.28
123	63	WEIR	0.28	0.28
124	61	WEIR	0.28	0.28
125	153	WEIR	0.15	0.15
125	154	WEIR	0.28	0.28
126	154	WEIR	0.28	0.28
126	190	WEIR	0.3	0.3
127	189	WEIR	0.3	0.3
127	126	WEIR	0.28	0.28
153	55	WEIR	0.3	0.3
154	152	WEIR	0.3	0.3
300.2	320.3	WEIR	0.15	0.15
300.6	320.2	WEIR	0.15	0.15
300.7	320.1	WEIR	0.15	0.15
301	321	WEIR	0.15	0.15
302.2	360	WEIR	0.15	0.15
305	325.2	WEIR	0.15	0.15
305.5	325	WEIR	0.1	0.1
305.5	326.2	WEIR	0.15	0.15
306	326	WEIR	0.15	0.15
307	331	WEIR	0.15	0.15
311	311.5	WEIR	0.15	0.15
313	342	WEIR	0.15	0.15
320	361	WEIR	0.15	0.15
320.1	320	WEIR	0.15	0.15
320.2	320.1	WEIR	0.15	0.15
320.3	320.4	WEIR	0.15	0.15
320.4	321	WEIR	0.15	0.15
321	374	WEIR	0.15	0.15
322	322.5	WEIR	0.15	0.15
322.5	364	WEIR	0.15	0.15
322.5	362.5	WEIR	0.15	0.15
323	367	WEIR	0.15	0.15
323	363.6	WEIR	0.15	0.15
323.5	364	WEIR	0.15	0.15
323.5	323	WEIR	0.15	0.15
324	377	WEIR	0.15	0.15
324.1	324	WEIR	0.1	0.1
324	383	WEIR	0.15	0.15
325	378	WEIR	0.15	0.15
326	326.8	WEIR	0.15	0.15
326	326.4	WEIR	0.15	0.15
326.2	326.4	WEIR	0.15	0.15
326.2	326	WEIR	0.15	0.15
326.4	326.6	WEIR	0.15	0.15
326.6	365	WEIR	0.15	0.15
326.6	326.8	WEIR	0.15	0.15
326.8	307	WEIR	0.15	0.15
326.8	366	WEIR	0.15	0.15
327	378	WEIR	0.15	0.15
327	327.5	WEIR	0.15	0.15
327.5	382.5	WEIR	0.15	0.15
327.5	379	WEIR	0.15	0.15
328	329	WEIR	0.15	0.15
329	381	WEIR	0.15	0.15
329	330	WEIR	0.15	0.15
329	616	WEIR	0.15	0.15
330	382	WEIR	0.15	0.15
330	620	WEIR	0.15	0.15
331	306	WEIR	0.15	0.15
331	331.5	WEIR	0.15	0.15
331.5	388	WEIR	0.15	0.15

<b>ID Nodo di Monte</b>	<b>ID Nodo Valle</b>	<b>Tipologia</b>	<b>Coefficiente di Deflusso</b>	<b>Coefficiente di Deflusso Secondario</b>
332	332.5	WEIR	0.15	0.15
332	308.5	WEIR	0.15	0.15
332	NuovoEdificio	WEIR	0.15	0.15
332.5	388	WEIR	0.15	0.15
332.5	NuovoEdificio	WEIR	0.15	0.15
332.5	733	WEIR	0.15	0.15
333	369	WEIR	0.15	0.15
333	308.5	WEIR	0.15	0.15
334	334.5	WEIR	0.15	0.15
334.5	369	WEIR	0.15	0.15
335	334.5	WEIR	0.15	0.15
335	335.5	WEIR	0.15	0.15
335.5	370.5	WEIR	0.15	0.15
336	370	WEIR	0.15	0.15
336	431	WEIR	0.15	0.15
336	336.3	WEIR	0.15	0.15
336.3	431.3	WEIR	0.15	0.15
336.3	336.5	WEIR	0.15	0.15
336.5	720	WEIR	0.15	0.15
336.5	431.5	WEIR	0.15	0.15
337	394	WEIR	0.15	0.15
337	337.3	WEIR	0.15	0.15
337.3	337.5	WEIR	0.15	0.15
337.5	387	WEIR	0.15	0.15
338	393	WEIR	0.15	0.15
338.5	395	WEIR	0.15	0.15
338.5	398	WEIR	0.15	0.15
339	389	WEIR	0.15	0.15
339.5	395	WEIR	0.15	0.15
339.5	390	WEIR	0.15	0.15
340	153	WEIR	0.15	0.15
340	398	WEIR	0.15	0.15
340.5	340	WEIR	0.15	0.15
340.5	44	WEIR	0.15	0.15
340.5	397	WEIR	0.15	0.15
341	341.3	WEIR	0.15	0.15
341.3	385	WEIR	0.15	0.15
341.3	341.5	WEIR	0.15	0.15
341.5	314	WEIR	0.15	0.15
341.5	390	WEIR	0.15	0.15
342	427	WEIR	0.15	0.15
342	314	WEIR	0.15	0.15
343	429	WEIR	0.15	0.15
343	427	WEIR	0.15	0.15
343	450	WEIR	0.15	0.15
351	320	WEIR	0.15	0.15
353	322	WEIR	0.15	0.15
354	333	WEIR	0.15	0.15
354	332	WEIR	0.15	0.15
356	359	WEIR	0.15	0.15
356	NuovoEdificio	WEIR	0.15	0.15
357	358	WEIR	0.15	0.15
357	336.5	WEIR	0.15	0.15
358	342	WEIR	0.15	0.15
358	437	WEIR	0.15	0.15
359	341	WEIR	0.15	0.15
361	322	WEIR	0.15	0.15
362	322	WEIR	0.15	0.15
362	326.2	WEIR	0.15	0.15
362.5	326.2	WEIR	0.15	0.15
363	326.4	WEIR	0.15	0.15
363.3	323.5	WEIR	0.15	0.15
363.6	326.6	WEIR	0.15	0.15
365	333	WEIR	0.15	0.15
365.7	334	WEIR	0.15	0.15
366	333	WEIR	0.15	0.15
367	334	WEIR	0.15	0.15
369	336	WEIR	0.15	0.15
370	335	WEIR	0.15	0.15
370.5	431	WEIR	0.15	0.15

<b>ID Nodo di Monte</b>	<b>ID Nodo Valle</b>	<b>Tipologia</b>	<b>Coefficiente di Deflusso</b>	<b>Coefficiente di Deflusso Secondario</b>
371	431.6	WEIR	0.15	0.15
371.5	431.6	WEIR	0.15	0.15
372	335.5	WEIR	0.15	0.15
372	430	WEIR	0.15	0.15
373.1	325.2	WEIR	0.1	0.1
373.1	324.1	WEIR	0.1	0.1
373	321	WEIR	0.15	0.15
374	324.1	WEIR	0.15	0.15
375	324	WEIR	0.15	0.15
375	325	WEIR	0.15	0.15
379	331.5	WEIR	0.15	0.15
379	337.3	WEIR	0.15	0.15
380	327	WEIR	0.15	0.15
380	328	WEIR	0.1	0.1
381	327	WEIR	0.15	0.15
382	327.5	WEIR	0.15	0.15
382	90"	WEIR	0.15	0.15
382.5	337	WEIR	0.15	0.15
383	328	WEIR	0.15	0.15
384	341.3	WEIR	0.15	0.15
385	313	WEIR	0.15	0.15
387	341	WEIR	0.15	0.15
387	339	WEIR	0.15	0.15
388	386	WEIR	0.15	0.15
389	341.3	WEIR	0.15	0.15
389	339.5	WEIR	0.15	0.15
389	341.5	WEIR	0.15	0.15
390	391	WEIR	0.3	0.3
392	339	WEIR	0.15	0.15
392	337.3	WEIR	0.15	0.15
392	338	WEIR	0.15	0.15
393	339	WEIR	0.15	0.15
393	338.5	WEIR	0.15	0.15
393	339.5	WEIR	0.15	0.15
394	338	WEIR	0.15	0.15
394	340.5	WEIR	0.15	0.15
395	396	WEIR	0.3	0.3
397	338	WEIR	0.15	0.15
397	340	WEIR	0.15	0.15
397	338.5	WEIR	0.15	0.15
398	399	WEIR	0.3	0.3
401	432	WEIR	0.15	0.15
401.5	432.6	WEIR	0.15	0.15
402.7	435	WEIR	0.15	0.15
420	436	WEIR	0.15	0.15
420	437.5	WEIR	0.15	0.15
421	421b	WEIR	0.85	0.85
421	438	WEIR	0.15	0.15
423	438	WEIR	0.15	0.15
423	343	WEIR	0.15	0.15
424	343	WEIR	0.15	0.15
424	342	WEIR	0.15	0.15
424.5	437	WEIR	0.15	0.15
426	343	WEIR	0.15	0.15
426	342	WEIR	0.15	0.15
427	428	WEIR	0.3	0.3
430	401.6	WEIR	0.15	0.15
430	430.5	WEIR	0.15	0.15
430.5	431.2	WEIR	0.15	0.15
430.5	401.5	WEIR	0.15	0.15
431	431.6	WEIR	0.15	0.15
431	431.3	WEIR	0.15	0.15
431.2	402	WEIR	0.15	0.15
431.2	371	WEIR	0.15	0.15
431.2	371.5	WEIR	0.15	0.15
431.3	431.5	WEIR	0.15	0.15
431.3	431.6	WEIR	0.15	0.15
431.5	731	WEIR	0.15	0.15
431.5	431.7	WEIR	0.15	0.15
431.6	431.7	WEIR	0.15	0.15

<b>ID Nodo di Monte</b>	<b>ID Nodo Valle</b>	<b>Tipologia</b>	<b>Coefficiente di Deflusso</b>	<b>Coefficiente di Deflusso Secondario</b>
431.7	403.6	WEIR	0.15	0.15
431.7	732	WEIR	0.15	0.15
432	432.6	WEIR	0.15	0.15
432	432.2	WEIR	0.15	0.15
432.2	432.7	WEIR	0.15	0.15
432.2	432.5	WEIR	0.15	0.15
432.5	433.4	WEIR	0.15	0.15
432.5	432.8	WEIR	0.15	0.15
432.6	463	WEIR	0.15	0.15
432.6	432.7	WEIR	0.15	0.15
432.7	463.5	WEIR	0.15	0.15
432.7	432.8	WEIR	0.15	0.15
432.8	464	WEIR	0.15	0.15
433	434.7	WEIR	0.15	0.15
433.4	464.5	WEIR	0.15	0.15
433.4	433	WEIR	0.15	0.15
433.5	537.6	WEIR	0.15	0.15
433.6	433	WEIR	0.15	0.15
433.6	433.5	WEIR	0.15	0.15
434	443.5	WEIR	0.15	0.15
434	434.5	WEIR	0.15	0.15
434.5	443	WEIR	0.15	0.15
434.7	434.5	WEIR	0.15	0.15
435	435.5	WEIR	0.15	0.15
435	436	WEIR	0.15	0.15
435.5	434	WEIR	0.15	0.15
435.5	436.5	WEIR	0.15	0.15
436	436.5	WEIR	0.15	0.15
436.5	449	WEIR	0.15	0.15
436.5	443.5	WEIR	0.15	0.15
437	437.5	WEIR	0.15	0.15
437.5	423.5	WEIR	0.15	0.15
438	429	WEIR	0.15	0.15
438	405	WEIR	0.15	0.15
438	406	WEIR	0.15	0.15
438	450	WEIR	0.15	0.15
439	446	WEIR	0.15	0.15
439	405	WEIR	0.15	0.15
439	406	WEIR	0.15	0.15
439	447	WEIR	0.15	0.15
44	337	WEIR	0.15	0.15
44	124	WEIR	0.15	0.15
44	125	WEIR	0.15	0.15
440	460	WEIR	0.15	0.15
440	447	WEIR	0.15	0.15
440	461	WEIR	0.15	0.15
441	449	WEIR	0.15	0.15
441	460	WEIR	0.15	0.15
441	461	WEIR	0.15	0.15
442	442.2	WEIR	0.15	0.15
442	442.6	WEIR	0.15	0.15
442.2	442.4	WEIR	0.15	0.15
442.4	571	WEIR	0.15	0.15
442.6	442.4	WEIR	0.15	0.15
442.6	574	WEIR	0.15	0.15
443	466.5	WEIR	0.15	0.15
443.5	443	WEIR	0.15	0.15
445	440	WEIR	0.15	0.15
445	439	WEIR	0.15	0.15
445	436	WEIR	0.15	0.15
446	440	WEIR	0.15	0.15
447	448	WEIR	0.15	0.3
449	440	WEIR	0.15	0.15
450	451	WEIR	0.3	0.3
461	465	WEIR	0.3	0.3
463	435	WEIR	0.15	0.15
464	435.5	WEIR	0.15	0.15
464.5	434	WEIR	0.15	0.15
466	433.5	WEIR	0.15	0.15
490.6	420	WEIR	0.15	0.15

<b>ID Nodo di Monte</b>	<b>ID Nodo Valle</b>	<b>Tipologia</b>	<b>Coefficiente di Deflusso</b>	<b>Coefficiente di Deflusso Secondario</b>
502.5	531	WEIR	0.15	0.15
502.5	530.5	WEIR	0.15	0.15
505	534	WEIR	0.15	0.15
505	535	WEIR	0.15	0.15
506.5	542	WEIR	0.15	0.15
506.5	553	WEIR	0.85	0.85
506.5	535	WEIR	0.15	0.15
508.5	556	WEIR	0.85	0.85
513	547	WEIR	0.15	0.15
515	505.2	WEIR	0.15	0.15
515	535	WEIR	0.15	0.15
515	520.4	WEIR	0.15	0.15
515	515b	WEIR	0.85	0.85
515.5	535	WEIR	0.15	0.15
515b	505.2b	WEIR	0.15	0.15
516	561	WEIR	0.15	0.15
516	531.5	WEIR	0.15	0.15
520	520.7	WEIR	0.15	0.15
520	520.4	WEIR	0.15	0.15
520.4	520.7	WEIR	0.15	0.15
520.4	710	WEIR	0.15	0.15
520.7	521	WEIR	0.15	0.15
520.7	711	WEIR	0.15	0.15
521	712	WEIR	0.15	0.15
521	721	WEIR	0.15	0.15
530	530.5	WEIR	0.15	0.15
530.5	503.5	WEIR	0.15	0.15
531	531.6	WEIR	0.15	0.15
531	531.5	WEIR	0.15	0.15
531.5	515	WEIR	0.15	0.15
531.5	503	WEIR	0.15	0.15
531.6	557.5	WEIR	0.15	0.15
531.6	531.5	WEIR	0.15	0.15
531.6	516	WEIR	0.15	0.15
532	520	WEIR	0.15	0.15
532	581	WEIR	0.15	0.15
533	594	WEIR	0.15	0.15
533	596	WEIR	0.15	0.15
534	595	WEIR	0.15	0.15
534	594	WEIR	0.15	0.15
535	561	WEIR	0.15	0.15
535	560	WEIR	0.15	0.15
536	562	WEIR	0.15	0.15
536	560	WEIR	0.15	0.15
536.5	536	WEIR	0.15	0.15
536.5	466.5	WEIR	0.15	0.15
536.5	564	WEIR	0.15	0.15
537	537.2	WEIR	0.15	0.15
537	557.5	WEIR	0.15	0.15
537.2	516	WEIR	0.15	0.15
537.2	536	WEIR	0.15	0.15
537.4	537	WEIR	0.15	0.15
537.4	433.6	WEIR	0.15	0.15
537.4	537.6	WEIR	0.15	0.15
537.6	537.2	WEIR	0.15	0.15
537.6	536.5	WEIR	0.15	0.15
538	593	WEIR	0.15	0.15
539	568	WEIR	0.15	0.15
539	571	WEIR	0.15	0.15
539	569	WEIR	0.15	0.15
54	126	WEIR	0.28	0.28
54	125	WEIR	0.28	0.28
540	568	WEIR	0.15	0.15
540	567	WEIR	0.15	0.15
541	563	WEIR	0.15	0.15
541	566	WEIR	0.15	0.15
541	567	WEIR	0.15	0.15
543	598	WEIR	0.15	0.15
543	599	WEIR	0.15	0.15
543	556	WEIR	0.15	0.15

<b>ID Nodo di Monte</b>	<b>ID Nodo Valle</b>	<b>Tipologia</b>	<b>Coefficiente di Deflusso</b>	<b>Coefficiente di Deflusso Secondario</b>
543.5	510.5b	WEIR	0.15	0.15
543.5	584	WEIR	0.15	0.15
544	594	WEIR	0.15	0.15
544	584	WEIR	0.15	0.15
544	587	WEIR	0.15	0.15
545	596	WEIR	0.15	0.15
545	590	WEIR	0.15	0.15
546	590	WEIR	0.15	0.15
546	558	WEIR	0.15	0.15
547	558	WEIR	0.15	0.15
547	724	WEIR	0.15	0.15
547	725	WEIR	0.15	0.15
548	569	WEIR	0.15	0.15
548	566	WEIR	0.15	0.15
548	510.5	WEIR	0.15	0.15
549	582	WEIR	0.15	0.15
549	521	WEIR	0.15	0.15
549	730	WEIR	0.15	0.15
550	592	WEIR	0.15	0.15
550	549	WEIR	0.15	0.15
551	531	WEIR	0.15	0.15
553	543	WEIR	0.15	0.15
553	534	WEIR	0.15	0.15
555	542	WEIR	0.15	0.15
556	543.5	WEIR	0.15	0.15
557	531.6	WEIR	0.15	0.15
557	537	WEIR	0.15	0.15
558	559	WEIR	0.3	0.3
561	536	WEIR	0.15	0.15
562	541	WEIR	0.15	0.15
562	540	WEIR	0.15	0.15
563	542	WEIR	0.15	0.15
564	539	WEIR	0.15	0.15
564	540	WEIR	0.15	0.15
565	536.5	WEIR	0.15	0.15
565	539	WEIR	0.15	0.15
565	442.2	WEIR	0.15	0.15
567	548	WEIR	0.15	0.15
568	548	WEIR	0.15	0.15
569	570	WEIR	0.3	0.3
571	572	WEIR	0.3	0.3
573.2	443.5	WEIR	0.15	0.15
573	442	WEIR	0.15	0.15
573	441	WEIR	0.15	0.15
573.5	443	WEIR	0.15	0.15
574	575	WEIR	0.3	0.3
574	441	WEIR	0.15	0.15
576	530	WEIR	0.15	0.15
578	532	WEIR	0.15	0.15
578b	578	WEIR	0.85	0.85
579	532	WEIR	0.15	0.15
579	520	WEIR	0.15	0.15
579b	579	WEIR	0.85	0.85
579b	530.5	WEIR	0.85	0.85
580	532	WEIR	0.15	0.15
581	550	WEIR	0.15	0.15
581.3	581.5	WEIR	0.15	0.15
581.3	580.5	WEIR	0.15	0.15
581.4	581.3	WEIR	0.15	0.15
581.5	580.6	WEIR	0.15	0.15
582	520	WEIR	0.15	0.15
582	520.7	WEIR	0.15	0.15
584	585	WEIR	0.3	0.3
587	588	WEIR	0.3	0.3
587	545	WEIR	0.15	0.15
590	583	WEIR	0.3	0.3
591	520	WEIR	0.15	0.15
591	520.4	WEIR	0.15	0.15
591.5b	591.5	WEIR	0.85	0.85
591b	591	WEIR	0.85	0.85

<b>ID Nodo di Monte</b>	<b>ID Nodo Valle</b>	<b>Tipologia</b>	<b>Coefficiente di Deflusso</b>	<b>Coefficiente di Deflusso Secondario</b>
593	546	WEIR	0.15	0.15
593	547	WEIR	0.15	0.15
595	533	WEIR	0.15	0.15
596	538	WEIR	0.15	0.15
596	546	WEIR	0.15	0.15
597	545	WEIR	0.15	0.15
598	544	WEIR	0.15	0.15
599	544	WEIR	0.15	0.15
599	543.5	WEIR	0.15	0.15
60	127	WEIR	0.28	0.28
600	614	WEIR	0.15	0.15
601	609	WEIR	0.15	0.15
602	604	WEIR	0.15	0.15
604	605	WEIR	0.15	0.15
605	606	WEIR	0.15	0.15
605	151	WEIR	0.15	0.15
606	607	WEIR	0.15	0.15
607	608	WEIR	0.15	0.15
607	612	WEIR	0.15	0.15
608	106	WEIR	0.15	0.15
608	623	WEIR	0.15	0.15
609	610	WEIR	0.15	0.15
609	604	WEIR	0.15	0.15
609	614	WEIR	0.15	0.15
61	126	WEIR	0.28	0.28
610	605	WEIR	0.15	0.15
610	615	WEIR	0.15	0.15
611	610	WEIR	0.15	0.15
611	606	WEIR	0.15	0.15
612	611	WEIR	0.15	0.15
612	617	WEIR	0.15	0.15
613	608	WEIR	0.15	0.15
613	612	WEIR	0.15	0.15
613	622	WEIR	0.15	0.15
614	615	WEIR	0.15	0.15
614	328	WEIR	0.15	0.15
615	616	WEIR	0.15	0.15
616	617	WEIR	0.15	0.15
616	611	WEIR	0.15	0.15
617	618	WEIR	0.15	0.15
618	613	WEIR	0.15	0.15
618	330	WEIR	0.15	0.15
618	621	WEIR	0.15	0.15
62	122	WEIR	0.28	0.28
621	124	WEIR	0.15	0.15
623	80	WEIR	0.15	0.15
63	122	WEIR	0.28	0.28
630	606	WEIR	0.15	0.15
632	604	WEIR	0.15	0.15
700	530	WEIR	0.15	0.15
703	581.3	WEIR	0.15	0.15
704	581.4	WEIR	0.15	0.15
710	595	WEIR	0.15	0.15
710	533	WEIR	0.15	0.15
711	715	WEIR	0.15	0.15
712	538	WEIR	0.15	0.15
720	437	WEIR	0.15	0.15
723	547	WEIR	0.15	0.15
725	726	WEIR	0.25	0.25
731	437.5	WEIR	0.15	0.15
732	437.5	WEIR	0.15	0.15
79	123	WEIR	0.28	0.28
80	123	WEIR	0.28	0.28
80	124	WEIR	0.28	0.28
90"	337	WEIR	0.15	0.15
90"	124	WEIR	0.15	0.15
Sez2	NuovoEdificio	WEIR	0.15	0.15
Sez3	336.3	WEIR	0.15	0.15
Sez5	336	WEIR	0.15	0.15
Sez5	NuovoEdificio	WEIR	0.15	0.15

