

*Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia*

Provincia di Udine

Comune di Udine

Dipartimento gestione del territorio, delle infrastrutture e dell'ambiente

Unità Operativa gestione urbanistica

# Revisione generale ambiti idraulici dei torrenti Cormor, Tresemane e Torre

## RELAZIONE IDRAULICA

Nimis, li

Il tecnico redattore

Ing. Matteo Cuffolo

# Indice

## Sommario

Premesse .....	3
Analisi storica interventi sul Cormor .....	3
Analisi idraulica monodimensionale del torrente Cormor .....	9
Analisi idrologica del bacino del Torrente Cormor .....	9
Analisi idraulica monodimensionale a moto permanente .....	15
Analisi idraulica bidimensionale .....	22
Analisi area di Via dello Sport .....	23
Proposte mitigative per la riduzione del rischio idraulico .....	28
Area in corrispondenza del Parco del Cormor e ambito militare .....	32
Il bacino del rio Tresemane .....	35
Lo stato di fatto .....	38
Eventi storici di piena .....	39
I recenti interventi di sistemazione idraulica .....	40
Descrizione del bacino .....	42
Valutazione della portata di piena .....	43
Il rio Tresemane a seguito della realizzazione dello scolmatore .....	48
Bacini di espansione .....	49
Verifica idraulica della capacità di ritenzione dei bacini .....	51
Analisi punti di interesse per l'amministrazione comunale .....	58
Conclusioni .....	59
Descrizione allegati alla relazione .....	60
Descrizione allegati grafici .....	60

## Premesse

L'Amministrazione comunale di Udine intende procedere alla revisione generale dei vincoli relativi agli ambiti fluviali del torrente Cormor, del rio Tresemane e del torrente Torre.

L'area oggetto di studio, evidenziata nella figura seguente, comprende gli ambiti fluviali dei corsi d'acqua citati che ricadono nel territorio amministrativo del comune di Udine, proponendosi l'obiettivo di integrare le conoscenze già disponibili per il torrente Cormor desunte dal Piano per la sicurezza idraulica elaborato ed approvato dall'Autorità di Bacino regionale con deliberazione del comitato istituzionale, e per il rio Tresemane attraverso la ricognizione delle informazioni (studi e progetti) predisposte nel tempo per la salvaguardia del territorio attraversato, ed in particolare nei riguardi dell'opera di sfioro realizzata recentemente nel territorio del comune di Tavagnacco, riguardante la diversione di parte della portata proveniente da monte verso il torrente Torre. Per il torrente Torre si ritiene che gli ambiti fluviali già elaborati dall'Autorità di Bacino dell'Alto adriatico nel Piano Stralcio per la sicurezza idraulica sia rappresentativo dell'effettivo regime idraulico anche per il fatto che l'alveo del Torre nel tratto ricadente all'interno del territorio del comune di Udine è marcatamente incassato e delimitato da strutture arginali che si ritengono sufficienti a permettere il transito di portate di piena bicentinarie.

La presente relazione esamina con maggiore approfondimento il comportamento idraulico del Torrente Cormor nel tratto ricadente all'interno del territorio del comune di Udine, tra il ponte canale presso la Fiera di Udine e il confine comunale a sud presso l'abitato di Basaldella/Sant'Osvaldo.

Lo studio idraulico del Torrente Cormor ha come obiettivo la valutazione della sicurezza idraulica di quella parte di territorio che può essere potenzialmente interessato da eventi meteorologici intensi, e quindi esondato dalle acque del torrente stesso.

Analogamente, per il rio Tresemane sarà analizzata la situazione idraulica e la compatibilità dell'uso del territorio in relazione ad eventi meteorologici intensi che possano portare ad esondazioni del rio stesso a danno di dette aree; tale studio sarà approfondito sulla scorta delle conoscenze di precedenti progetti e studi.

Lo studio viene sviluppato per il tratto di interesse del Cormor secondo le seguenti analisi:

- Analisi storica degli eventi ed interventi recenti;
- Analisi idrologica del corso del torrente Cormor;
- Analisi idraulica a moto permanente secondo un modello idraulico monodimensionale;
- Analisi idraulica a moto permanente secondo un modello idraulico bidimensionale per alcuni tratti;
- Proposte mitigative del rischio idraulico in zone potenzialmente interessate da futuri interventi.

## Analisi storica interventi sul Cormor

E' utile richiamare la cronologia degli interventi di bonifica e miglioramento idraulico del Cormor soprattutto a far data dal 1486 -1800 quando nel corso d'acqua vennero fatti confluire l'Urana e il Soima, un tempo tributari di vaste aree paludose poste ad ovest di Buja. Più di recente la bonifica della bassa pianura friulana, ed in particolare il tratto medio-finale del Cormor che spagliava anch'esso nelle paludi

poste a sud di Mortegliano, comportò la realizzazione del bacino di laminazione di Sant'Andrat – Castions – e l'inalveamento del corso d'acqua da Mortegliano alla foce nella laguna di Grado e Marano (1938-63). Nei primi anni '80 venne realizzata la regimazione idraulica del Cormor nel comune di Mortegliano.

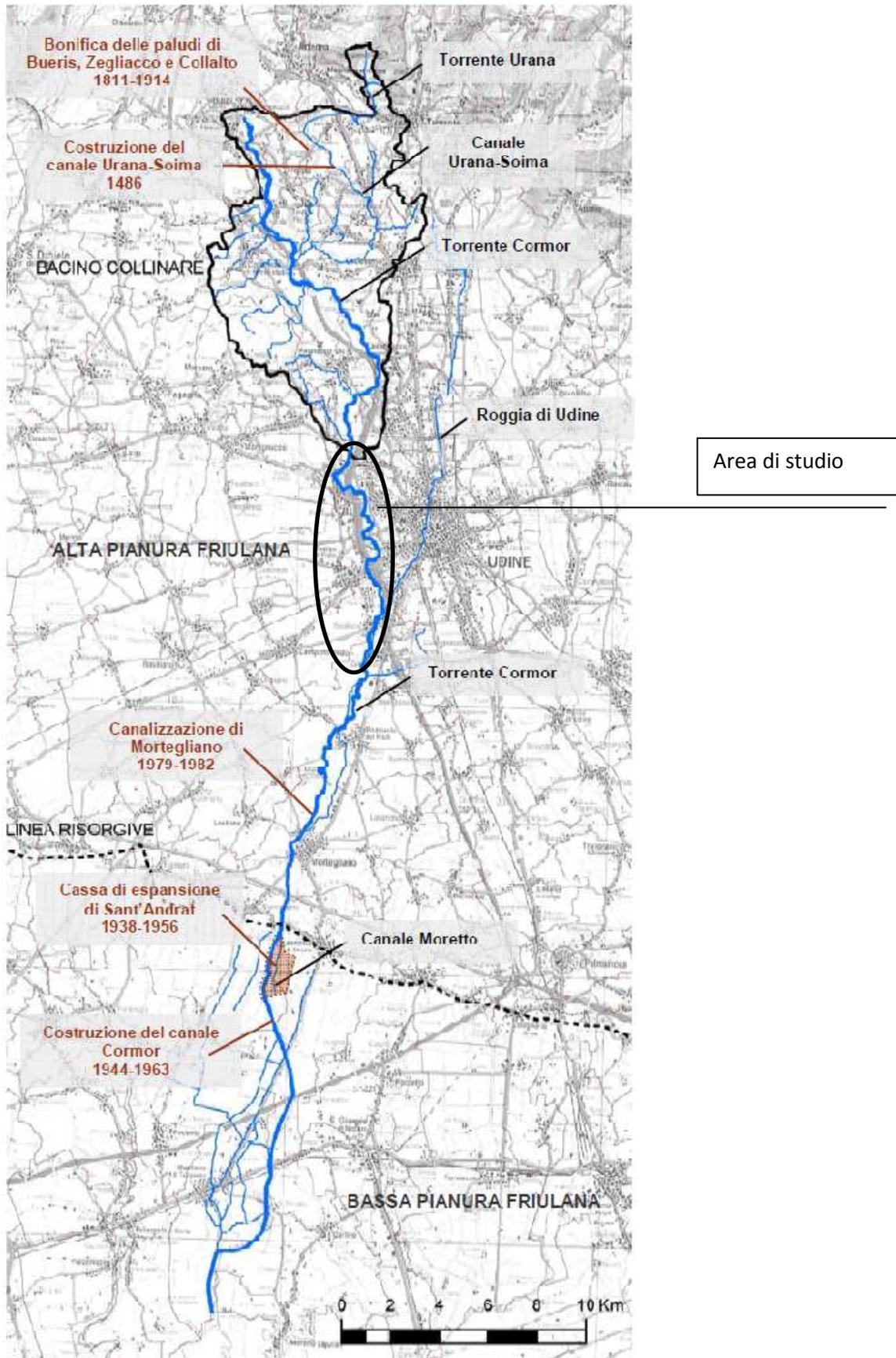
A seguito degli eventi alluvionali del 1998 la Regione, per il tramite del Consorzio Ledra Tagliamento, attuò un insieme di interventi nei comuni di Udine e Pozzuolo – Lestizza atti a migliorare il deflusso delle piene e regimare le acque che già naturalmente spagliano lungo il percorso da Basaldella a Mortegliano interessando le campagne dei comuni di Pozzuolo del Friuli e Lestizza.

Il Piano di Bacino per la sicurezza idraulica del Cormor, elaborato dall'Autorità di Bacino regionale, ha analizzato compiutamente le serie storiche degli interventi, degli eventi alluvionali e dell'assetto territoriale del bacino idrografico, elaborando alcune soluzioni atte a mitigare il rischio idraulico al quale alcuni territori del bacino sono soggetti.

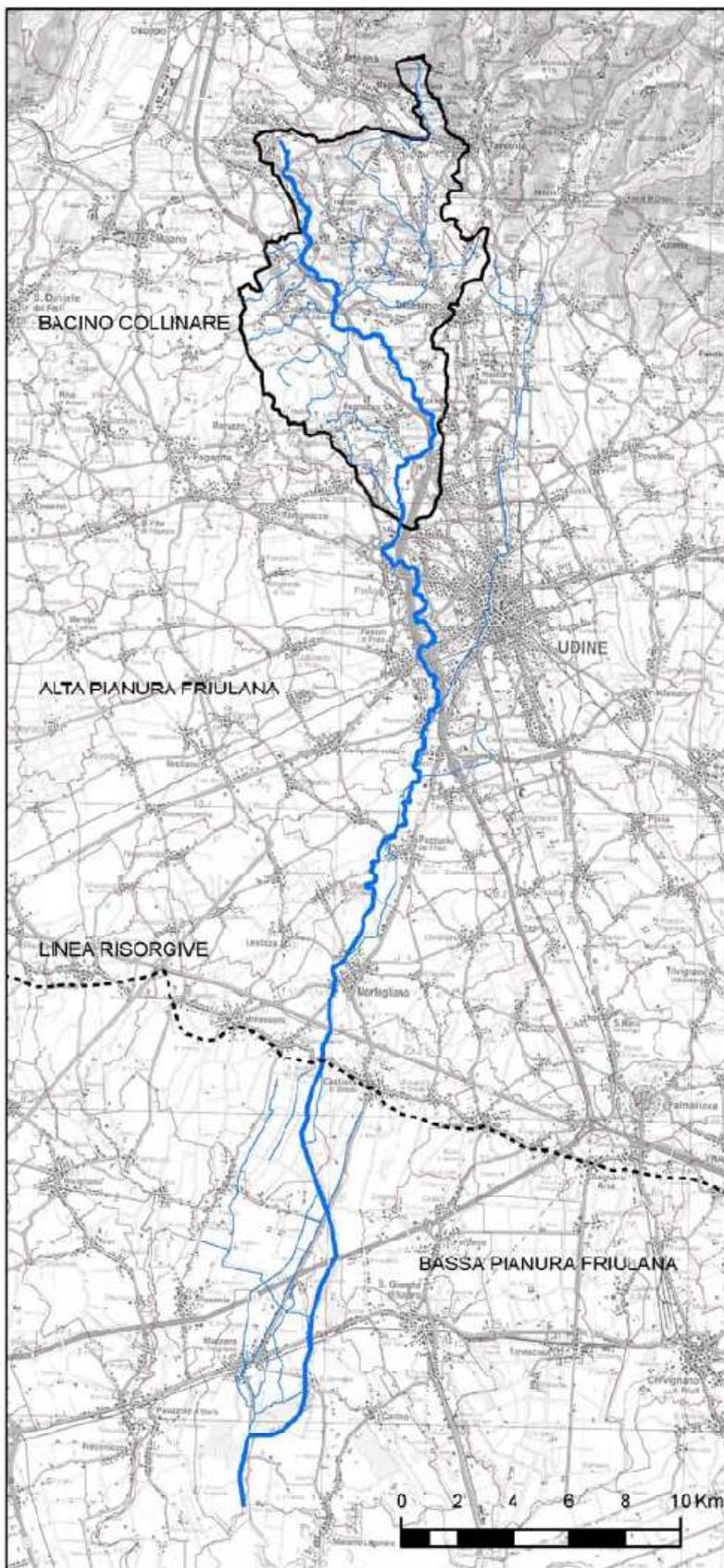
Le soluzioni prospettate riferiscono della realizzazione di una galleria scolmatrice da realizzarsi a nord di Udine che permetta l'allontanamento di massimo 100 mc/s dal Cormor al Torre, la realizzazione di una serie di casse di espansione presso Zugliano – Pozzuolo del Friuli – e l'ampliamento della cassa di laminazione di Sant'Andrat – Castions di Strada.

Dall'analisi idrologica del bacino è stata stimata la portata di picco valutata in 288 mc/s la quale, nelle previsioni del piano attraverso la realizzazione delle opere sopra descritte, si riduce a 188 mc/s a valle dello scolmatore per ridursi ulteriormente a 80 mc/s a valle delle casse di Zugliano e a 30/40 mc/s a valle della cassa di Sant'Andrat.

L'area oggetto di studio con la presente analisi si trova posta all'interno dell'incisione del Cormor nella pianura udinese, laddove si notano le depressioni create dalla progressiva azione di erosione del materasso alluvionale della media pianura Friulana da parte del Cormor stesso.



Schema riassuntivo degli interventi storici effettuati sul bacino del Cormor



## Comuni

### BACINO COLLINARE

Artegn  
 Montenars  
 Tarcento  
 Buia  
 Magnano in Riviera  
 Treppo Grande  
 Cassacco  
 Tricesimo  
 Colloredo di Monte Albano  
 Moruzzo  
 Tavagnacco  
 Pagnacco  
 Martignacco

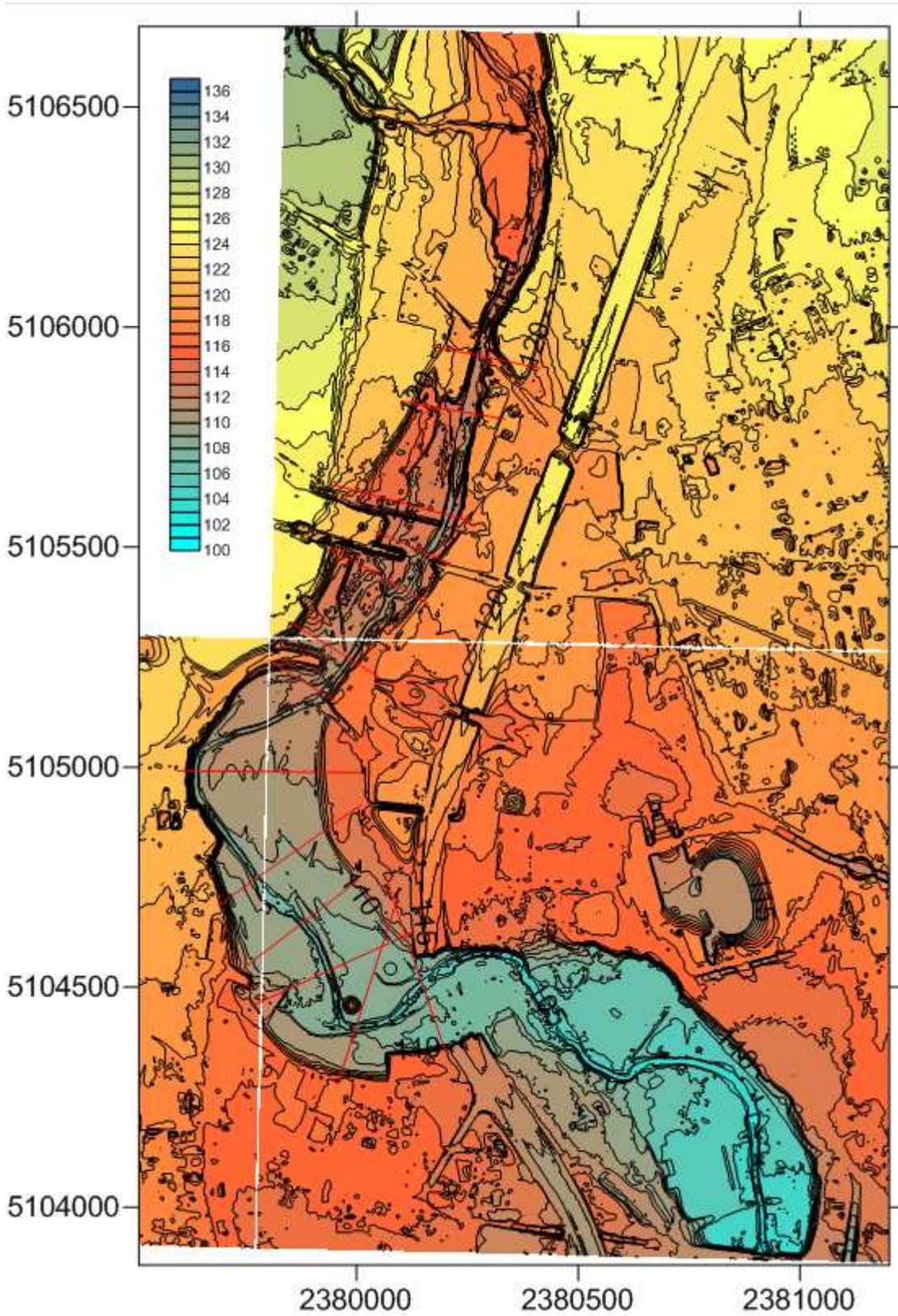
### ALVEO ALTA PIANURA

Martignacco  
 Pagnacco  
 Tavagnacco  
 Pasian di Prato  
 Udine  
 Campotormido  
 Pozzuolo del Friuli  
 Lestizza  
 Morteglano  
 Talmassons  
 Castions di Strada

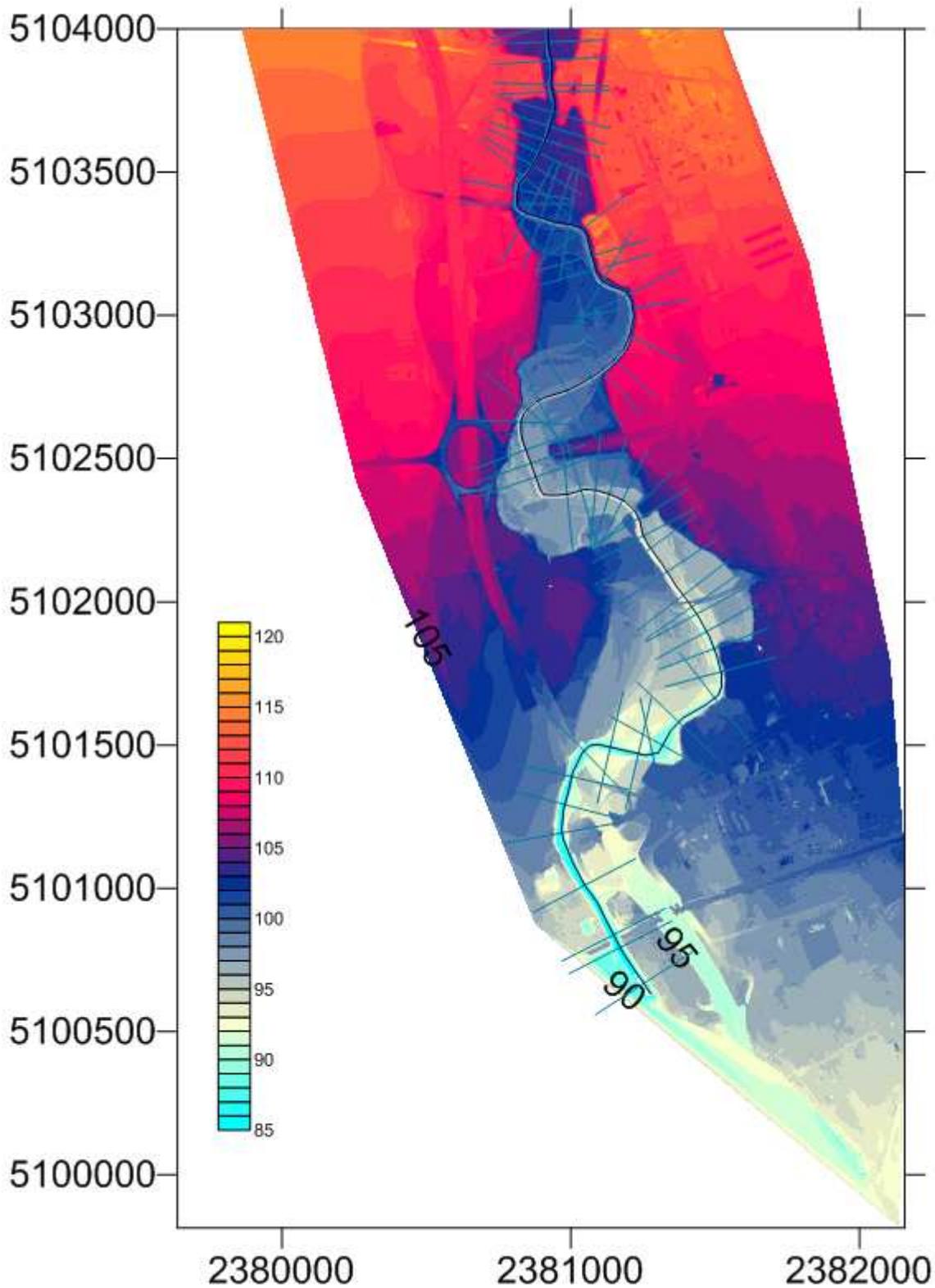
### ALVEO BASSA PIANURA

Talmassons  
 Castions di Strada  
 Pocenia  
 Muzzana del Turgnano  
 Carlino  
 Marano Lagunare

Corografia generale del bacino del Cormor



Elaborazione LS della morfologia del corso d'acqua nel territorio di Udine – parte nord da Area Fiera Udine a via Martignacco



Elaborazione LS della morfologia del corso d'acqua nel territorio di Udine – parte sud da via Martignacco a limite comunale

## **Analisi idraulica monodimensionale del torrente Cormor**

Per definire le aree di pertinenza idraulica del torrente Cormor all'interno del territorio comunale di Udine si procede di seguito alla realizzazione di un modello idraulico monodimensionale a fondo fisso con lo scopo di perimetrare la porzione di territorio soggetta ad esondazione.

## **Analisi idrologica del bacino del Torrente Cormor**

Il piano stralcio per la sicurezza idraulica del torrente Cormor analizza e definisce il regime idrologico di riferimento adottando una curva di portata bicenenaria di progetto per gli interventi oggetto di pianificazione – fig. 6.8.1 del Piano – dalla quale si evince che la portata si attesta sui 288 mc/s.

In itinere alla realizzazione degli interventi previsti nel piano di bacino, tale valore viene assunto quale dato di input nei successivi modelli idraulici.

Si effettuerà in aggiunta alle suddette informazioni una elaborazione del regime idraulico del tratto di corso d'acqua anche con portate riferibili a tempi di ritorno inferiori, e precisamente 10, 25, 50 e 100 anni, attraverso la riduzione della portata di picco della precedente curva di portata in accordo con i valori di pioggia caratteristici (curve di possibilità pluviometrica) calcolati per la stazione pluviometrica di Udine.

Vi è comunque da annoverare i numerosi contributi fognari che il Cormor riceve lungo il suo corso, e che sono riportati nella fig. seguente; comunque tali contributi vengono recapitati secondo dinamiche idrologiche completamente disaccoppiate con il regime dei deflussi proprio del torrente Cormor (i tempi di corrivazione del Cormor e dei bacini urbani sono completamente diversi – ore per il Cormor e minuti per il sistema fognario) ed è pertanto che non saranno considerati nella valutazione della portata di picco che governa il regime idraulico del torrente.



- 1) Scarico piena rete fognaria in dx - Q= 1,50 mc/s
- 2) Scarico piena rete fognaria in sx - Q= 1,75 mc/s  
1° Collettore Occ.
- 3) Scarico piena rete fognaria in dx - Q= 0,30 mc/s
- 4) Scarico piena rete fognaria in sx - Q= 5,70 mc/s  
2° Collettore Occ.
- 5) Scarico piena rete fognaria in sx - Q= 5,50 mc/s  
3° Collettore Occ.
- 6) Scarico piena rete fognaria in sx - Q= 0,60 mc/s  
4° Collettore Occ.
- 7) Scarico piena rete fognaria in dx - Q= 3,00 mc/s
- 8) Scarico piena rete fognaria in sx - Q= 0,60 mc/s  
5° Collettore Occ.
- 9) Scarico piena rete fognaria in sx - Q= 14,85 mc/s  
6° Collettore Occ.
- 10) Scarico piena rete fognaria in sx - Q= 0,60 mc/s
- 11) Scarico piena rete fognaria in sx - Q= 1,00 mc/s
- 12) Scarico piena rete fognaria in dx - Q= 1,20 mc/s
- 13) Scarico piena rete fognaria in dx - Q= 0,70 mc/s  
in sx - Q= 1,70 mc/s
- 14) Scarico piena rete fognaria in sx - Q= 1,06 mc/s
- 15) Scarico piena rete fognaria in sx - Q= 19,60 mc/s  
7° Collettore Occ.
- 16) Scarico piena rete fognaria in sx - Q= 1,60 mc/s
- 17) Condotta di scarico DN160 centrale idroelettrica - in dx
- 18) Scarico piena rete fognaria in dx - Q= 0,40 mc/s
- 19) Scarico piena rete fognaria in sx - Q= 1,50 mc/s
- 20) Scarico piena rete fognaria in sx - Q= 0,95 mc/s
- 21) Scarico piena rete fognaria in sx - Q= 2,60 mc/s  
in dx - Q= 0,65 mc/s

Da Piano stralcio sicurezza idraulica del Cormor (Autorità di Bacino Regionale)

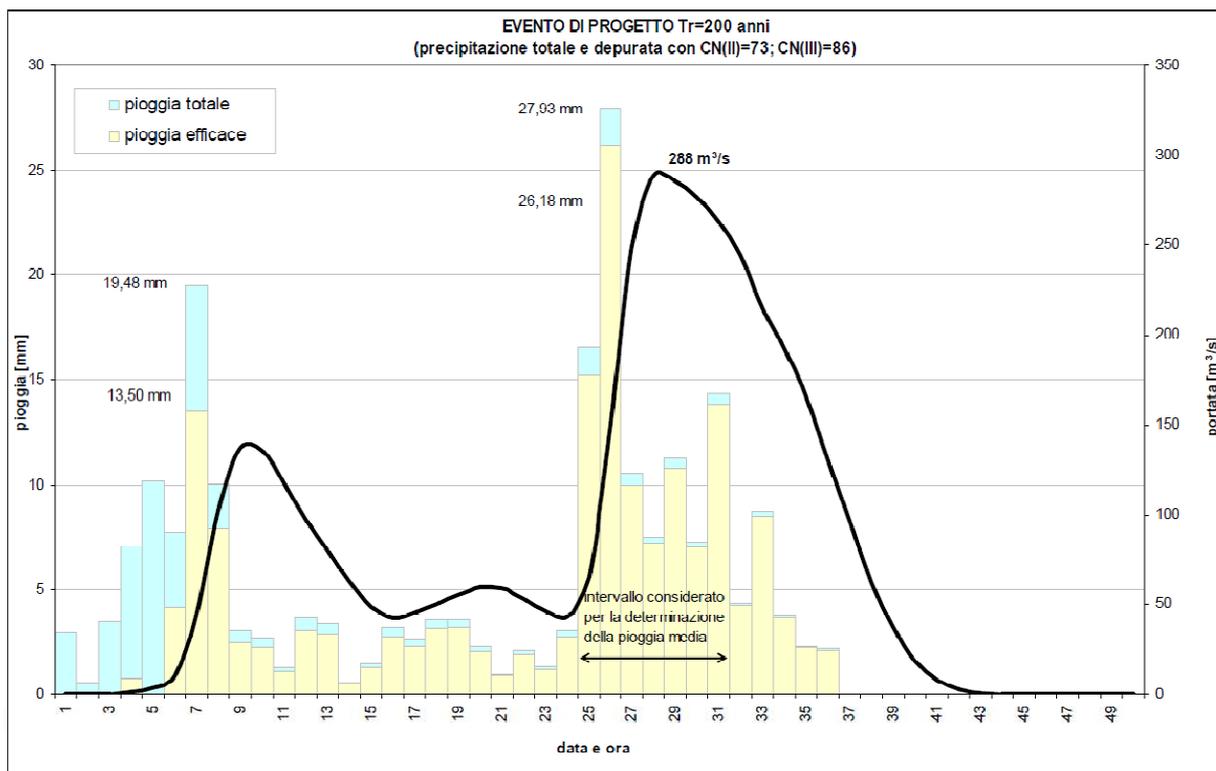
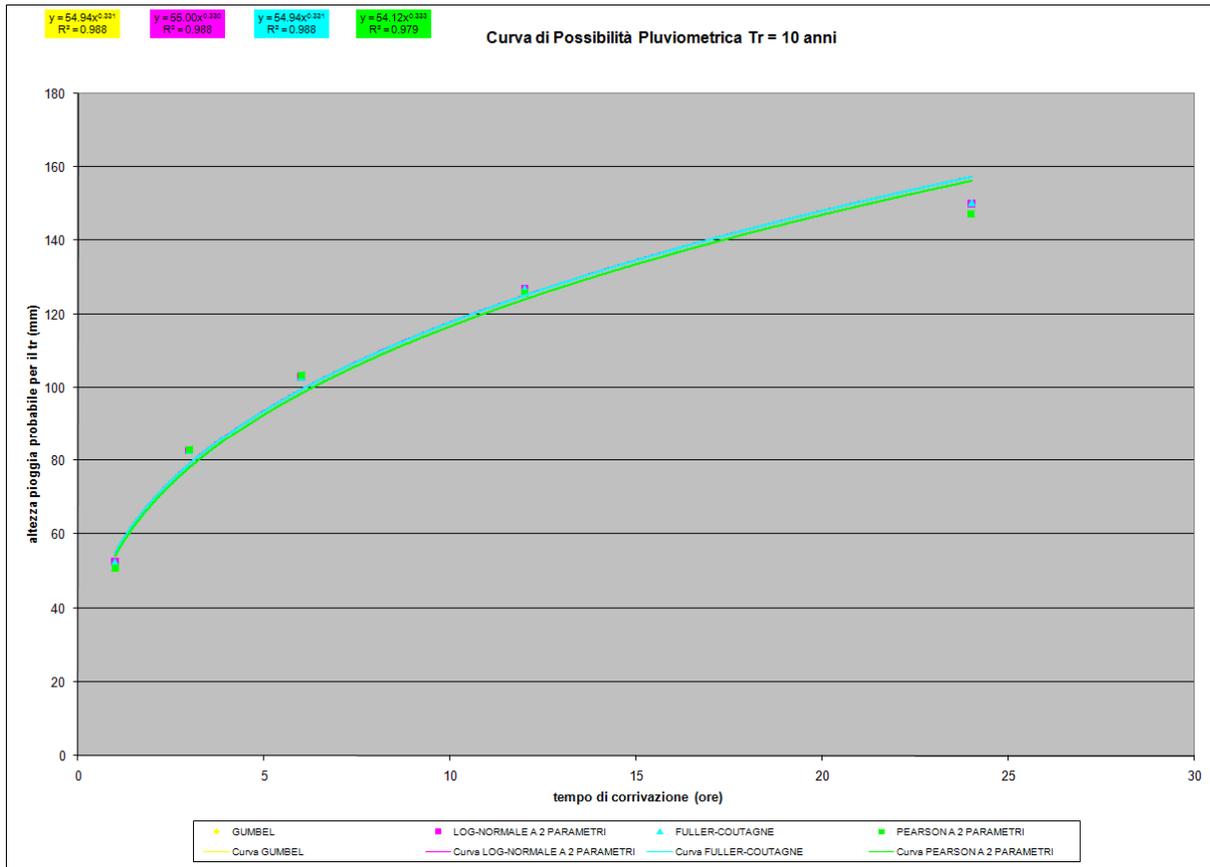
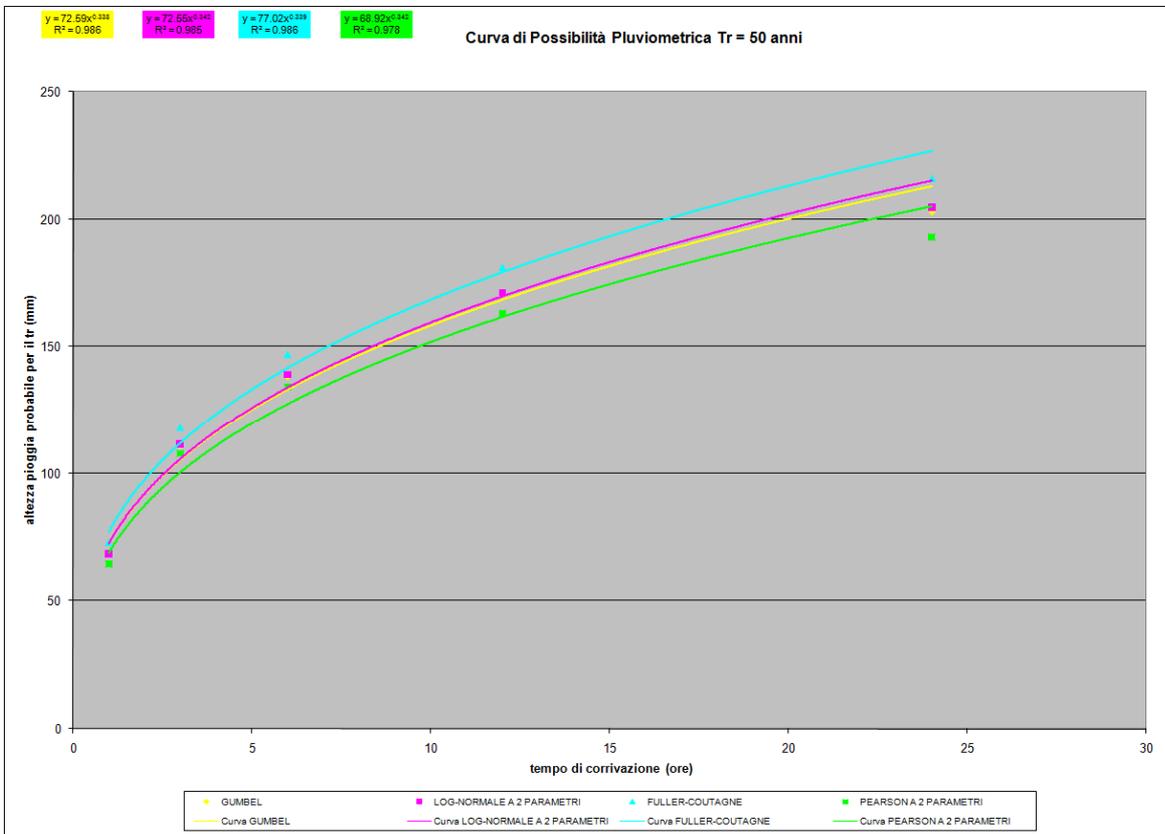
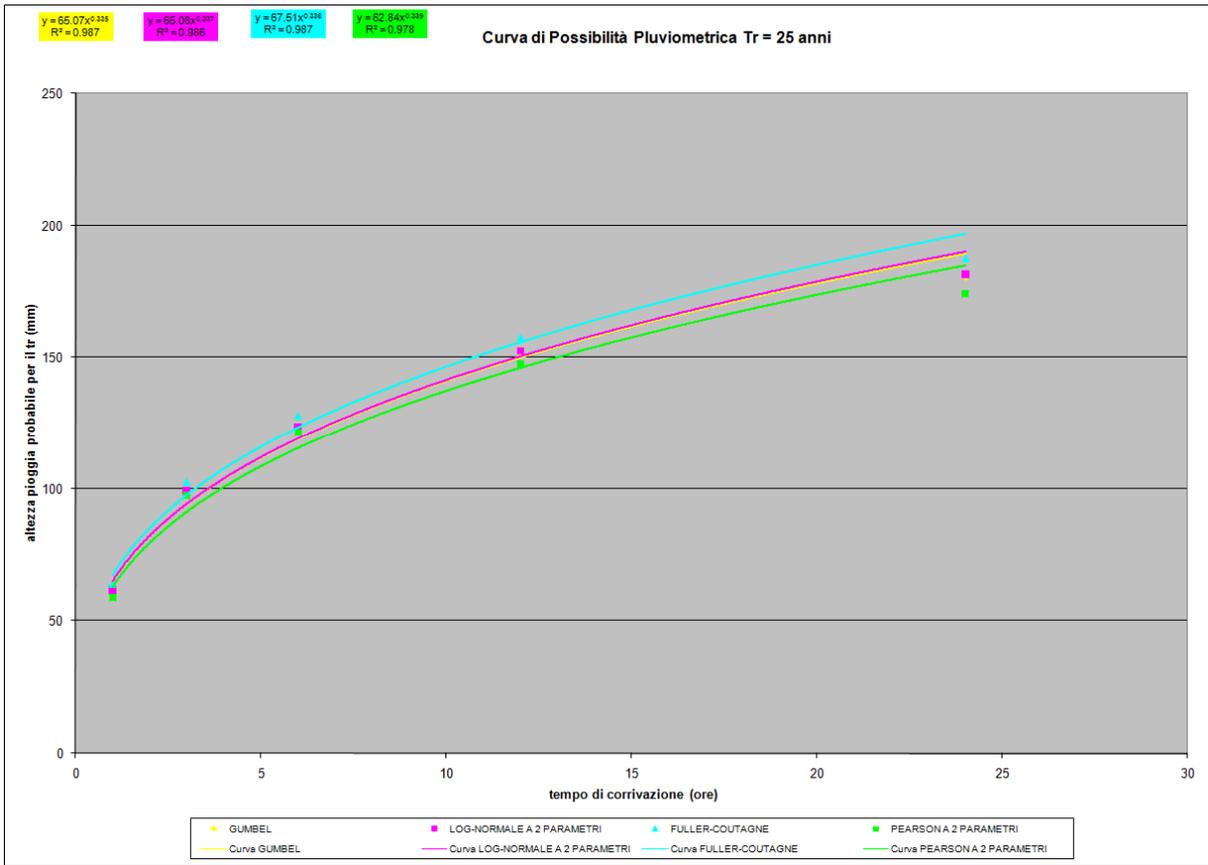


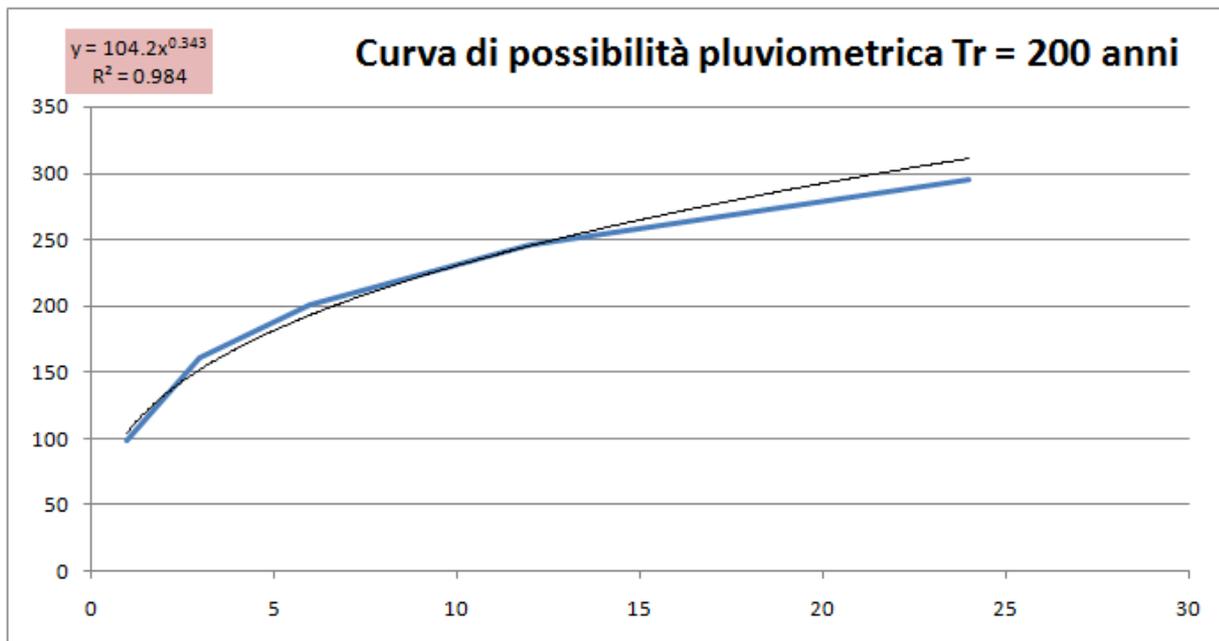
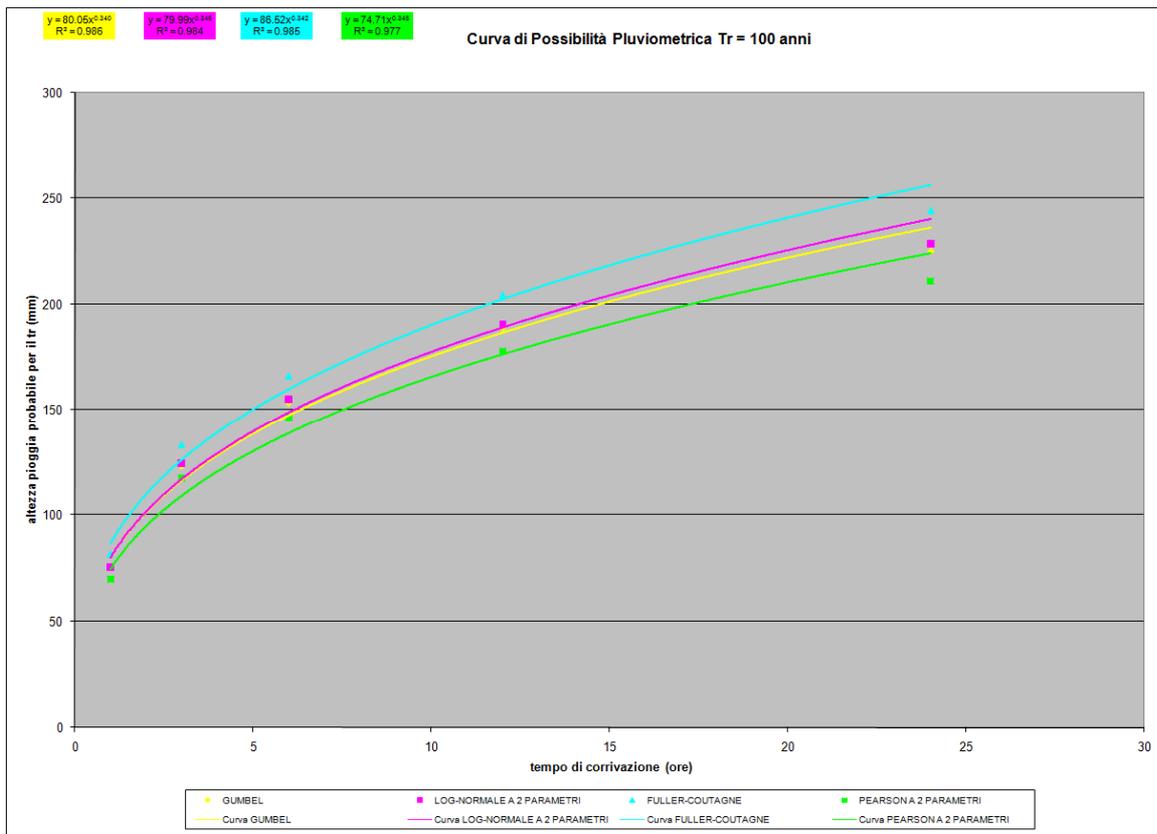
Figura 6.8.1: Ricostruzione onda di piena di progetto

Grafico delle portate bicentinarie di progetto (Autorità di Bacino Regionale)

Dai dati registrati alla stazione pluviometrica di Udine si possono estrarre le linee segnalatrici di possibilità pluviometrica calcolate per tempi di ritorno canonici, e precisamente 10, 25, 50 e 100 anni oltre che i 200 assunti dall’Autorità di Bacino.







Dall'analisi delle L.S.P.P. sopra riportate, si desume che, dato il tempo di corrivazione stimato in 5 ore – vedi grafico piogge-portate più sopra – si può stimare i valori di pioggia critica per i dati tempi di ritorno, che sono:

Tr	LSPP		h(Tr) (mm)	Q(Tr) (mc/s)
	a	n		
10	54.9400	0.3313	93.64	149.02
25	65.0800	0.3359	111.75	177.83
50	72.5900	0.3385	125.16	199.18
100	80.0500	0.3405	138.47	220.36
200	104.2000	0.3430	180.97	288.00

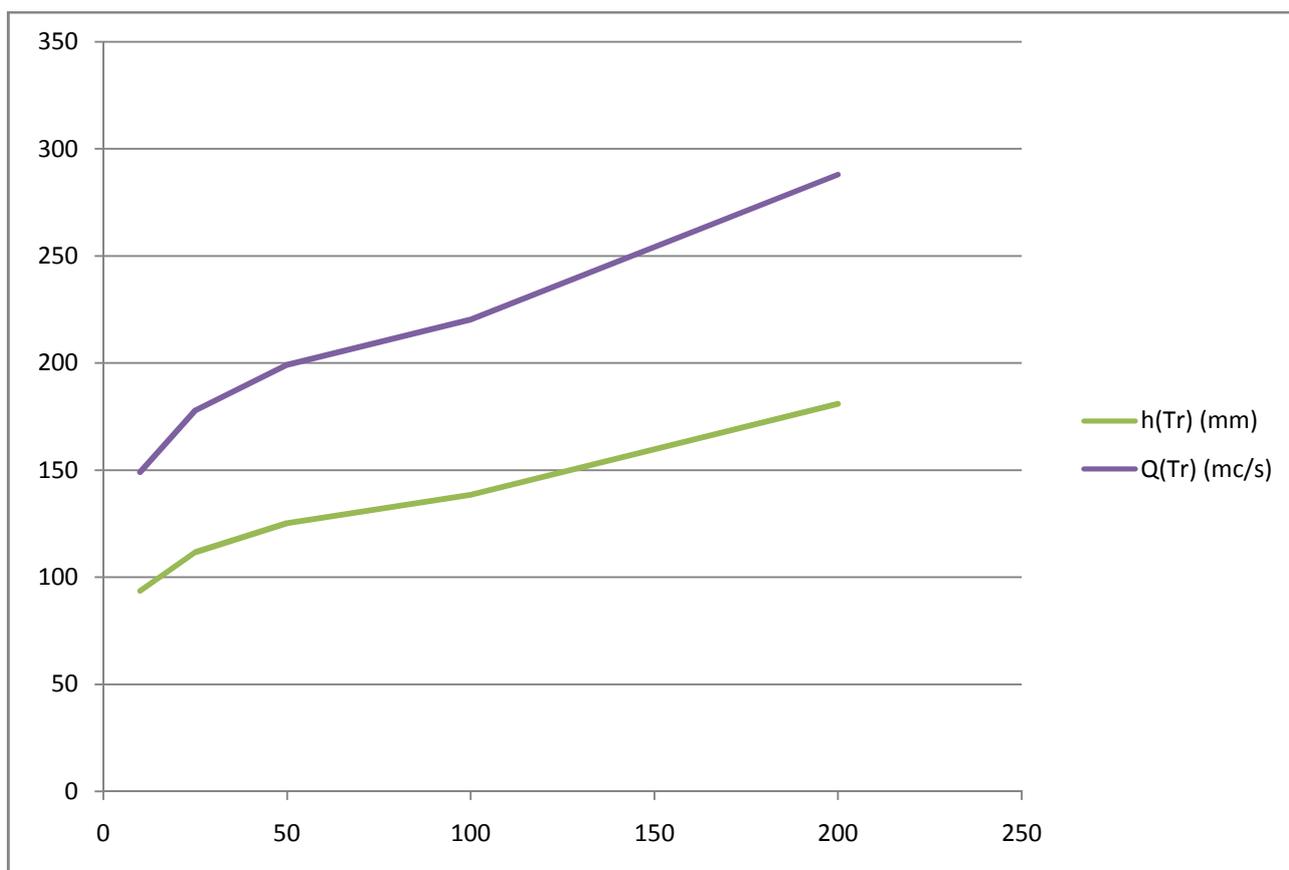


Grafico valori di pioggia critica (mm) e portata (mc/s) ai vari tempi di ritorno Tr (anni)

### Analisi idraulica monodimensionale a moto permanente

Per il tramite dell'Amministrazione comunale di Udine si è reso disponibile da parte dell'Autorità di Bacino regionale il rilievo laser-scanner aereo effettuato alcuni anni addietro, dal quale sono state ricavate le sezioni trasversali dell'alveo necessarie a costruire un modello idraulico numerico sufficientemente rappresentativo del comportamento idraulico del corso d'acqua nel tratto di interesse.

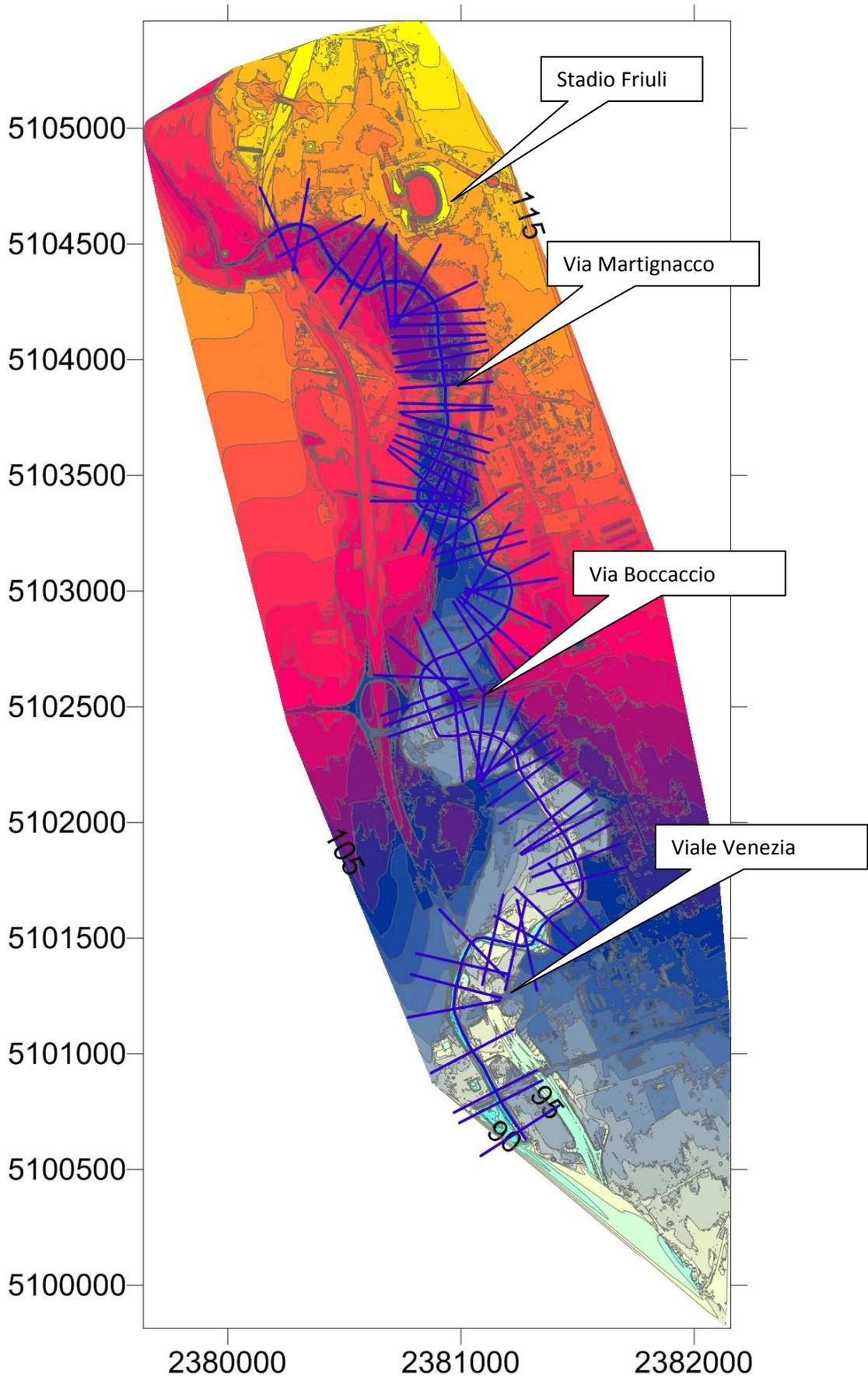
Dal rilievo laser scanner è stato realizzato il modello digitale del terreno dal quale sono state estratte le sezioni topografiche necessarie a costruire il modello idraulico numerico.

L'analisi idraulica vede costruito un modello idraulico monodimensionale a fondo fisso che si estende per circa 7800 m dal soprastante ponte canale in prossimità alla Fiera di Udine al limite comunale presso Sant'Osvaldo, realizzando così 89 sezioni trasversali implementate nel modello.

Il modello idraulico è un modello monodimensionale a moto permanente e a fondo fisso elaborato con il programma HEC-RAS della U.S. Army Corps of Engineers – Hidrologic Engineering Center – Davis CA - , la cui ampia bibliografia e descrizione tecnica può essere acquisita dal sito [www.hec.usace.army.mil](http://www.hec.usace.army.mil).

L'analisi idraulica ha permesso di calcolare i parametri del moto nel tratto di interesse fornendone una stima in tutte le sezioni idrauliche implementate. Infatti il modello fornisce per ogni sezione sia la superficie liquida, sia la velocità media ed altre grandezze idrauliche utili alla lettura delle condizioni di moto che si possono manifestare.

La posizione delle sezioni idrauliche è riportata nella planimetria seguente.



Al modello sono state implementate le condizioni di scabrezza consone al contesto in argomento, e precisamente 0.028 per l'alveo attivo – fondo ghiaioso con diametri massimi limitati a non più di qualche decimetro – e alle golene il valore di 0.04 – aree con presenza di folta vegetazione (boschette ripariali, campi coltivati con prevalenza di mais) – e di 0.03 – aree prative stabili -.

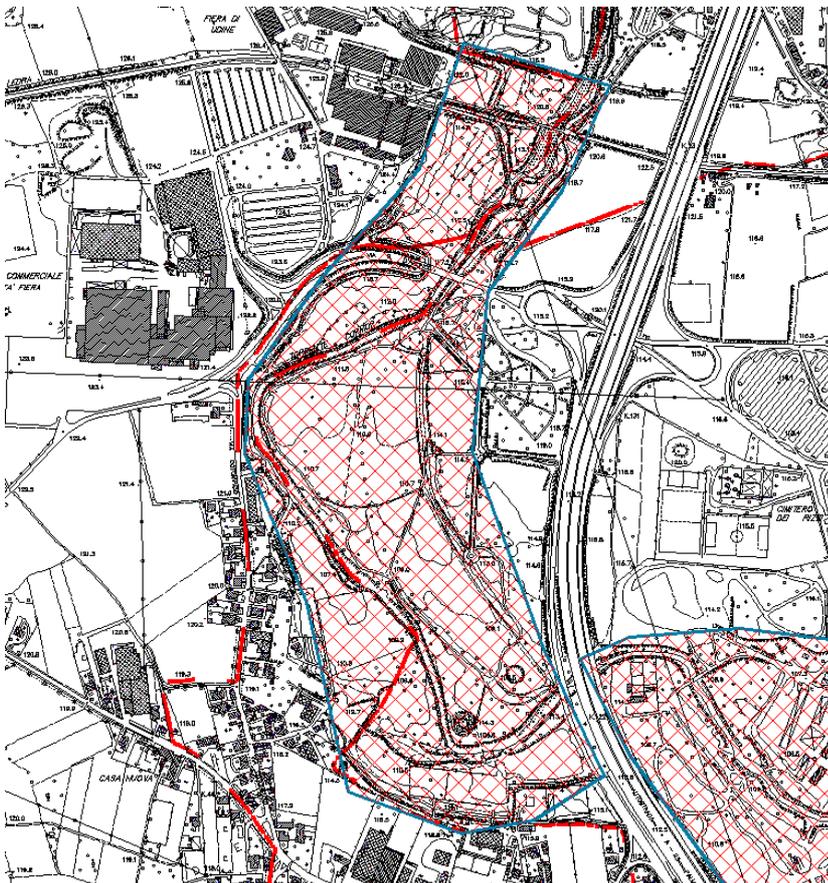
Sono inoltre state implementate le condizioni al contorno di monte e di valle corrispondenti alla pendenza media dell'alveo che si attesta al valore di 0.003.

Dall'esame della morfologia del tratto di torrente si percepisce la presenza di una profonda valle rispetto alle alluvioni di pianura circostanti che presenta un dislivello di circa 10 m nella parte a monte che si riducono a 4 m nella parte di valle.

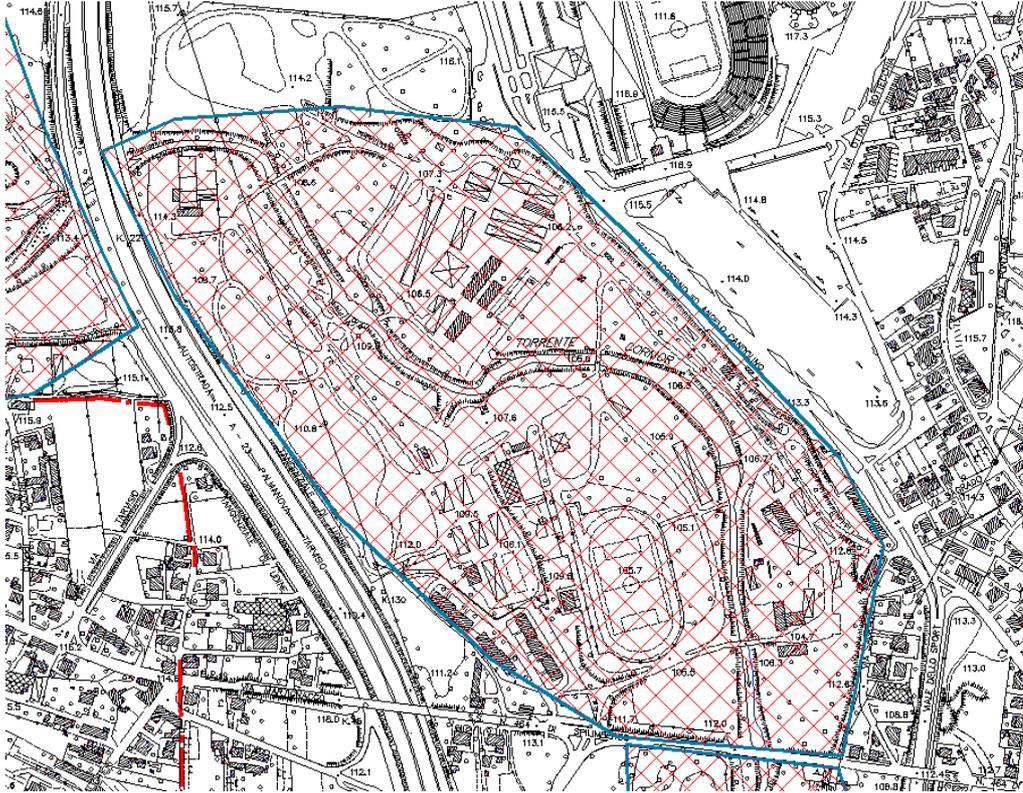
I risultati del modello sono riportati in allegato 4 nella loro completezza.

Per una più agevole lettura dei risultati del modello idraulico per le varie portate si procede alla definizione di tratte omogenee del corso d'acqua, come meglio evidenziate nella seguente corografia:

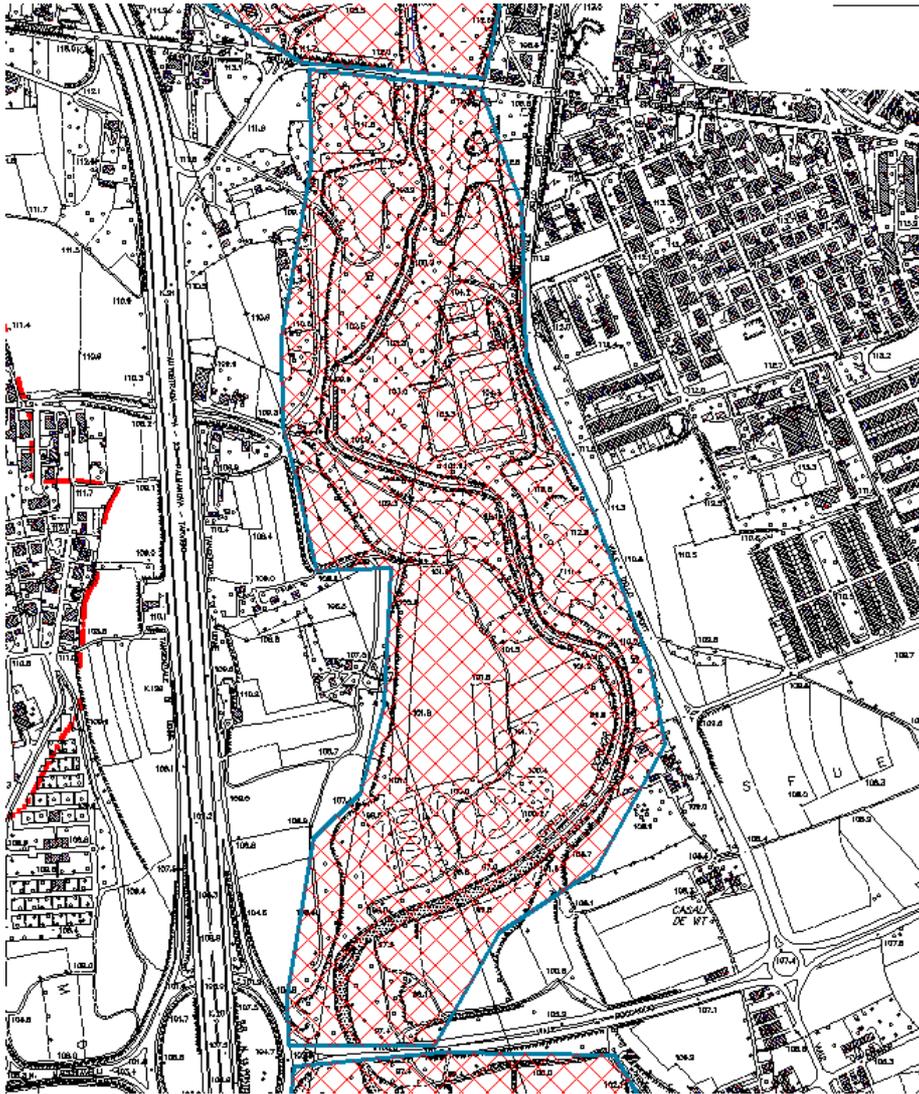
#### 1) Tratto in corrispondenza del Parco del Cormor



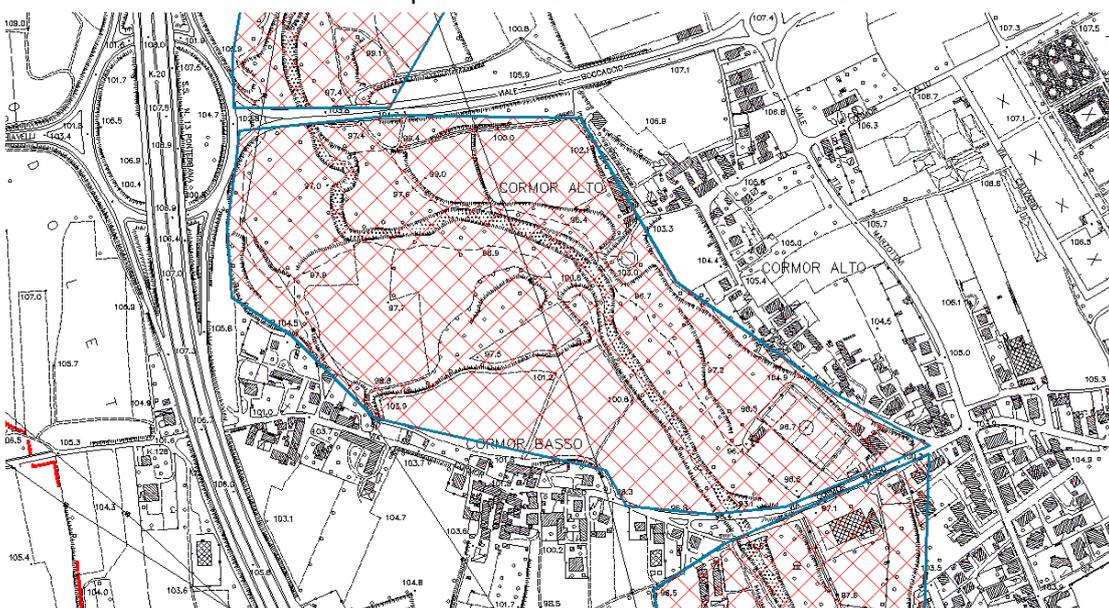
2) Tratto delimitato dalle sezioni del ponte dell'Autostrada A23 e di via Martignacco



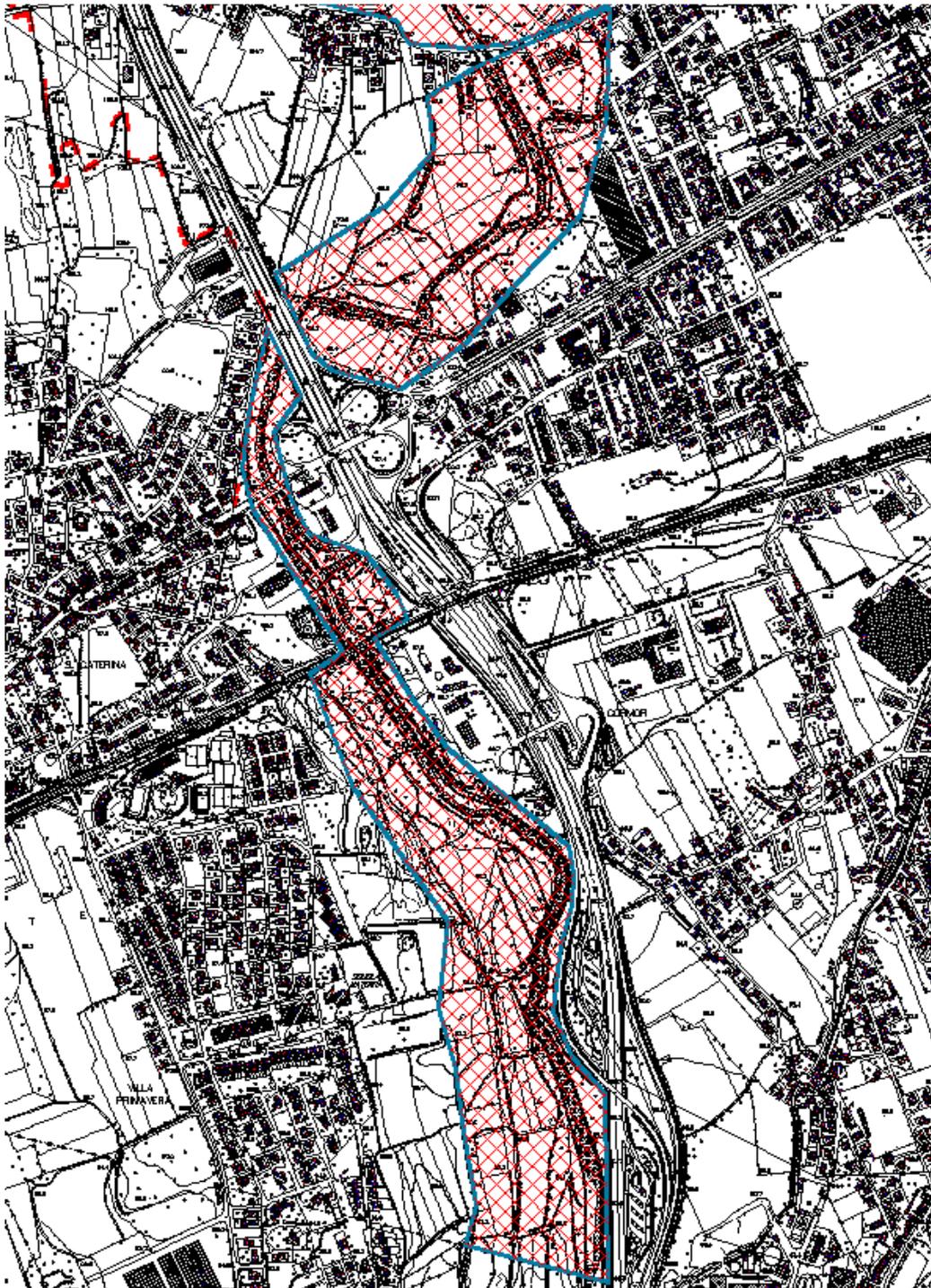
3) Tratto delimitato dalle sezioni dei ponti di via Martignacco e via Boccaccio



4) Tratto delimitato dalle sezioni dei ponti di via Boccaccio e via Cormor Basso



- 5) Tratto delimitato dalle sezioni del ponte di via Cormor Basso e il confine comunale presso S. Osvaldo



Nell'allegata tavola 3 sono state riprodotte sulla cartografia in scala 1:5'000 le aree di occupazione delle acque durante i deflussi alla portata bicentenaria calcolata. Nel dettaglio si può riassumere il risultato del modello idraulico per i singoli tratti come di seguito rappresentato.

Nel **tratto 1** i deflussi del picco di piena impegnano le ampie aree golenali coincidenti con la valle incisa in corrispondenza del parco urbano del Cormor, senza tuttavia interessare infrastrutture o edificato. L'alveo attivo inciso viene impegnato per portate fino a tempi di ritorno inferiori ai 10 anni.

I deflussi anche nelle aree golenali si manifestano con tiranti limitati e velocità pure limitate, mantenendo il deflusso principale all'interno dell'alveo inciso. Si può pertanto ritenere che anche in condizioni di massima piena l'alveo e le ampie golene – soprattutto in sinistra idrografica - siano stabili.

Nel **tratto 2** l'impossibilità ad accedere all'area, in quanto zona militare, non ha permesso di valutare pienamente la morfologia e gli eventuali ostacoli che possono incidere sul deflusso delle piene; alla portata massima bicentenaria l'ampia varice golenale viene impegnata dai deflussi interessando in modo incisivo l'area militare e le infrastrutture in essa presenti. Oltre la presenza in sponda destra, a valle del viadotto della A23 e tangenziale ovest – SS13 -, di un fabbricato che certamente intercetta il deflusso, ed inserito nel modello bidimensionale, non è stato possibile valutare compiutamente le condizioni idrodinamiche soprattutto per gli aspetti dell'alveo principale laddove la morfologia desunta dal rilievo laser-scanner evidenzia la presenza di ponticelli e salti di fondo.

Nel **tratto 3** il Cormor si presenta profondamente inciso nelle alluvioni della pianura friulana e la piena bicentenaria interessa marginalmente l'infrastruttura sportiva di via dello Sport (campo sportivo e fabbricato servizi) posta in sinistra idrografica; tale situazione può essere agevolmente controllata prevedendo limitate opere di presidio di seguito descritte (vd. Scheda 3 all.to 6).

Nel **tratto 4** prosegue la valle del Cormor incisa nella coltre alluvionale della pianura friulana e la piena bicentenaria defluisce lambendo solo marginalmente l'area sportiva di via Cormor Basso, la quale può certamente essere meglio controllata con modeste opere di sovralzco arginale come di seguito descritte (vd. Scheda 10 all.to 5).

Nel **tratto 5** il Cormor defluisce all'interno della propria valle senza particolari problematiche; non è stata rilevata presenza di strutture lungo tale tratto che possano essere interessate dai deflussi.

## **Analisi idraulica bidimensionale**

Per meglio cogliere il comportamento idrodinamico del corso d'acqua in aree particolarmente ampie, dal rilievo Laser-Scanner aereo sono stati generati due modelli idraulici bidimensionali al fine di mettere in evidenza il comportamento idraulico delle aree golenali che, diversamente dal modello idraulico monodimensionale – moto dei fluidi lungo la direzione del corso d'acqua - , può meglio rappresentare gli effettivi deflussi anche in quelle aree che, come nel caso in esame, evidenziano un comportamento reale che il modello monodimensionale non è in grado di cogliere nella sua completezza.

La modellazione idraulica bidimensionale è stata condotta con il software CCHE del National Center for Computational Hydroscience and Engineering dell'University of Mississippi presso il cui sito all'indirizzo [www.ncche.olemiss.edu](http://www.ncche.olemiss.edu) è possibile visionare le ipotesi teoriche sulle quali si basa il programma.

Le due aree esaminate più approfonditamente sono di seguito rappresentate.

## Analisi area di Via dello Sport

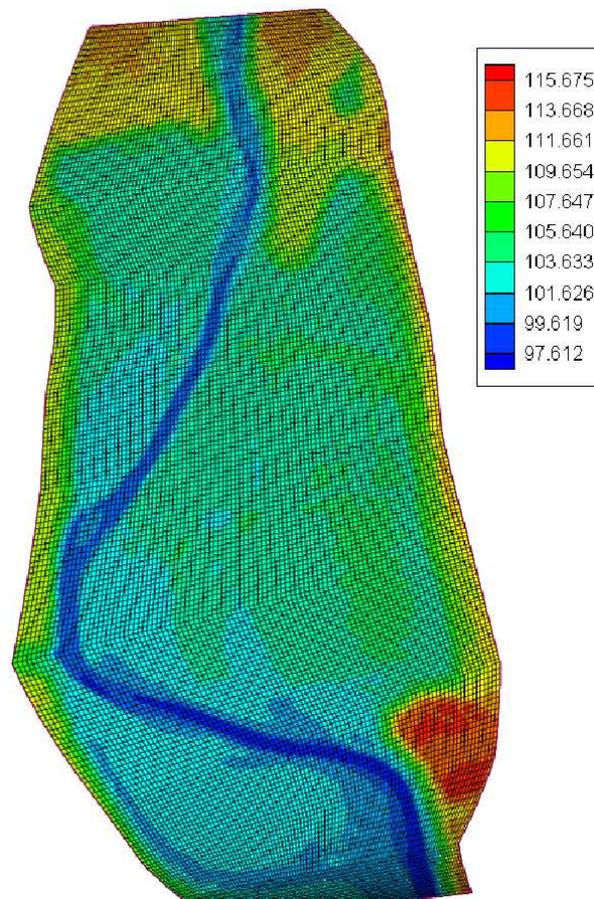
La prima area indagata con maggior dettaglio è rappresentata dalla presenza in area golenale di una struttura sportiva di proprietà comunale, posta a ridosso di via dello Sport.

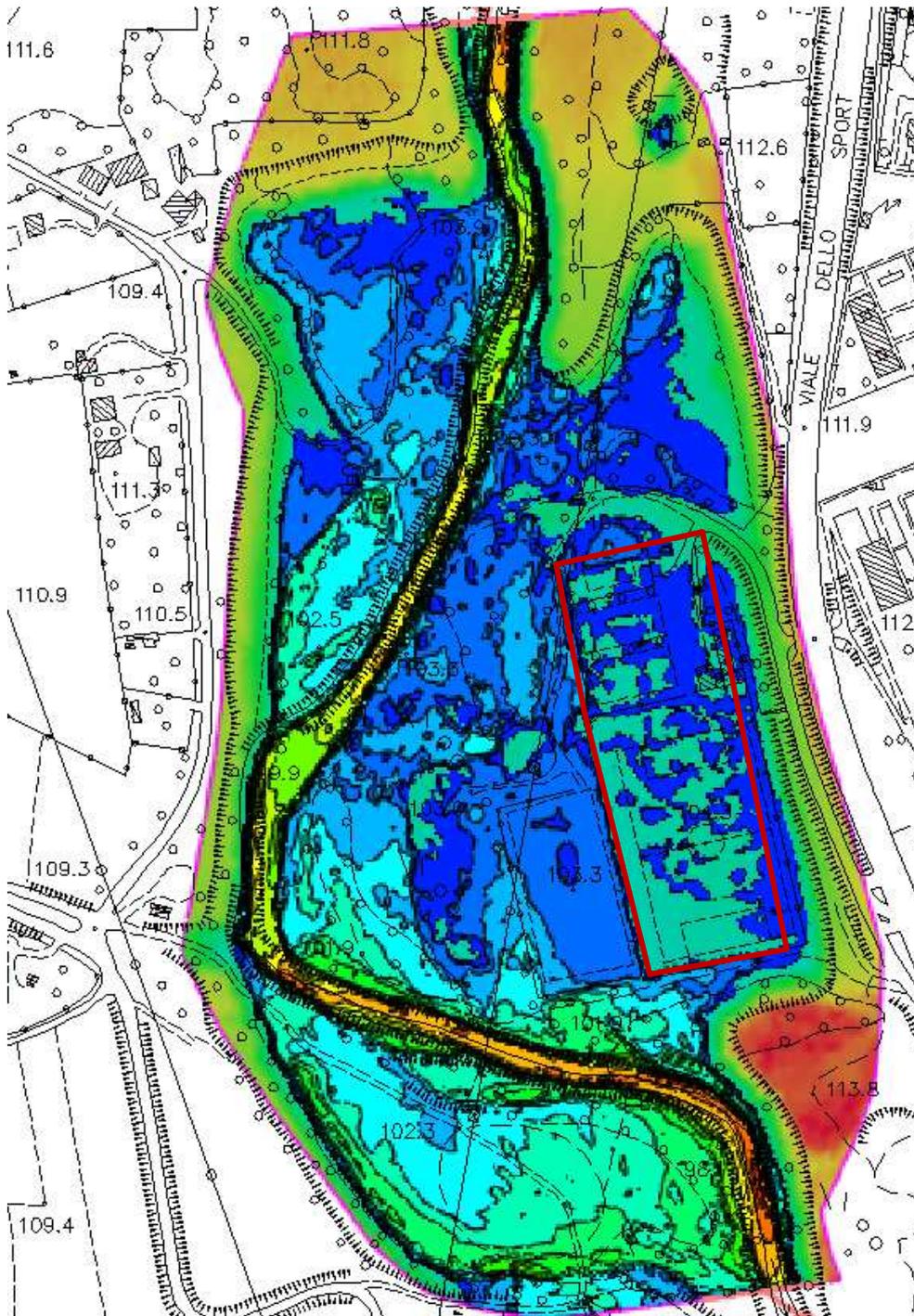
Si è quindi proceduto all'implementazione del modello assegnando le relative scabrezze all'alveo e alle golene e le competenti condizioni al contorno (in input portata pari a 288 mc/s – in output la quota di 102 m come da modello monodimensionale).

I risultati della simulazione del modello bidimensionale hanno fornito le altezze d'acqua in ogni cella di calcolo – più oltre riportate – ed inoltre i campi di velocità ed i deflussi.

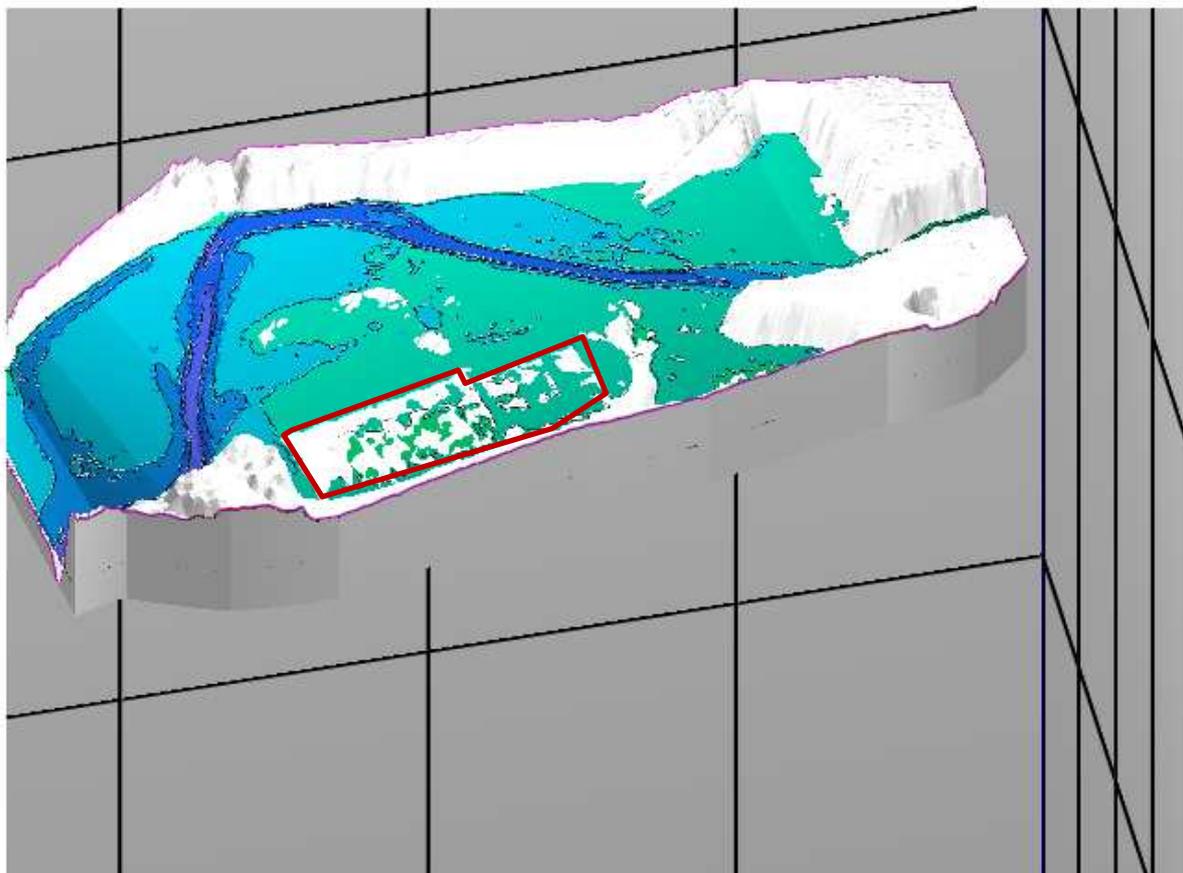
Da questi ultimi risultati si nota che si instaurano in sinistra idrografica, in allineamento con la capezzagna posta al limite di monte del complesso sportivo che si inoltra verso l'alveo, dei canali di deflusso verso la golena sinistra, canali che poi si indirizzano parallelamente al campo sportivo verso valle per poi rientrare a valle dello stesso – vedi fig. pag. 18.

A valle dell'area di interesse il Cormor divaga verso destra impegnando ampiamente l'area golenale.

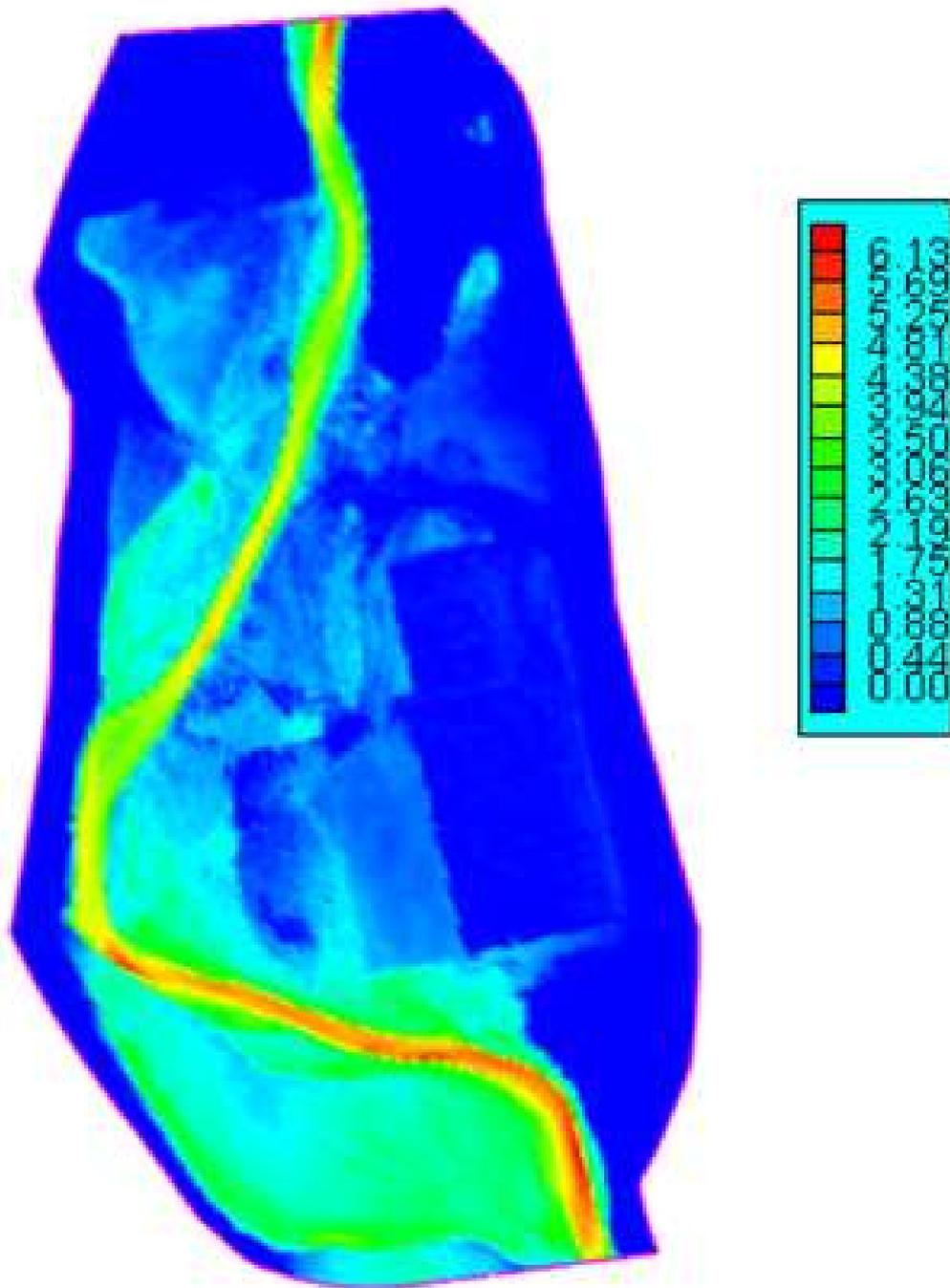




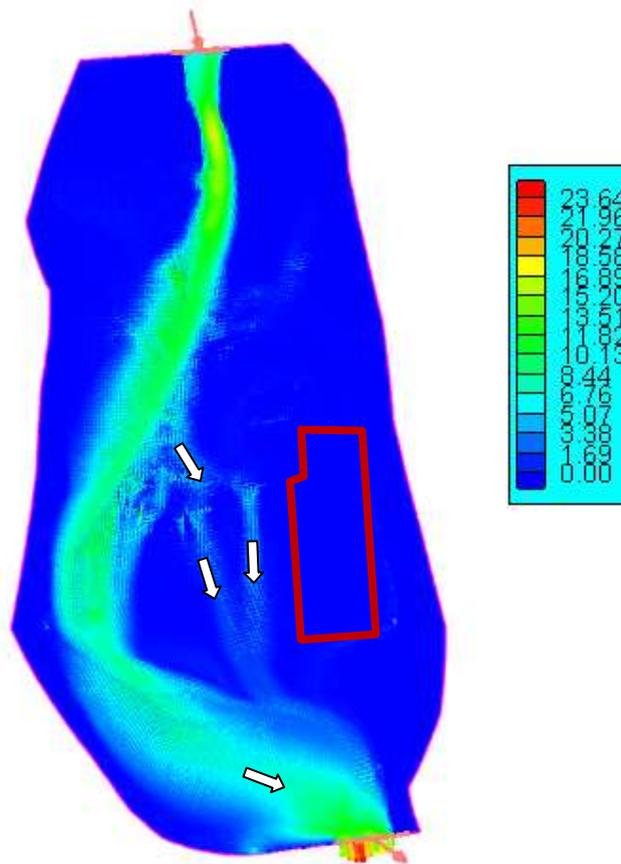
Altezze d'acqua modello bidimensionale – si nota come la superficie del campo sportivo, delimitata in rosso, venga lambita dalle acque con tiranti assai modesti (blu tiranti < 10 cm, verde chiaro asciutto).



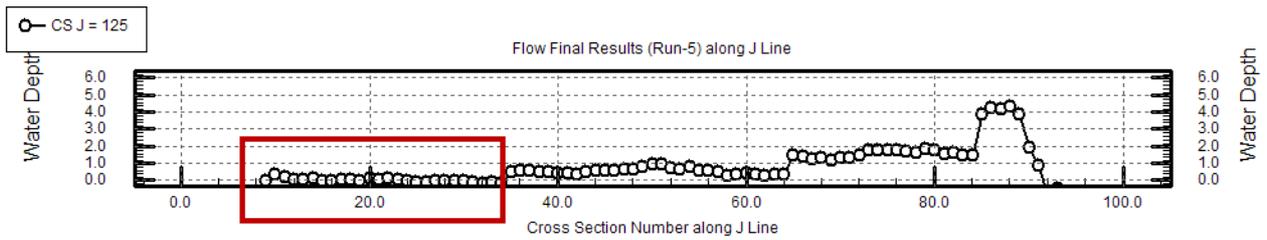
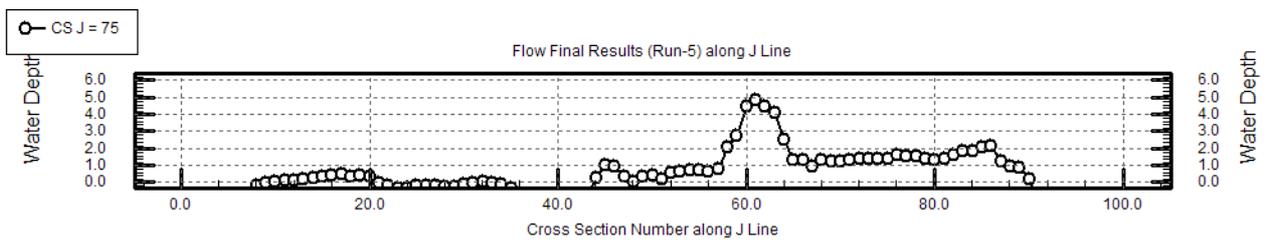
Vista 3D del bacino del torrente Cormor oggetto di studio con indicate le altezze d'acqua – in contorno rosso l'area del campo sportivo

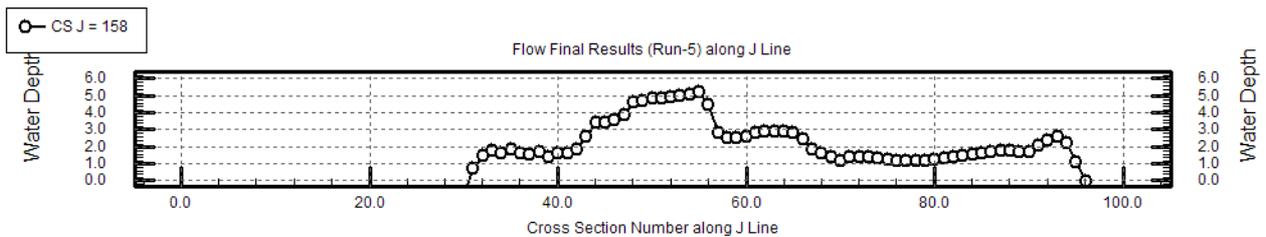


Lama d'acqua nel tratto di interesse in metri (blu = assente)



Campi di velocità all'interno del bacino (m/s)





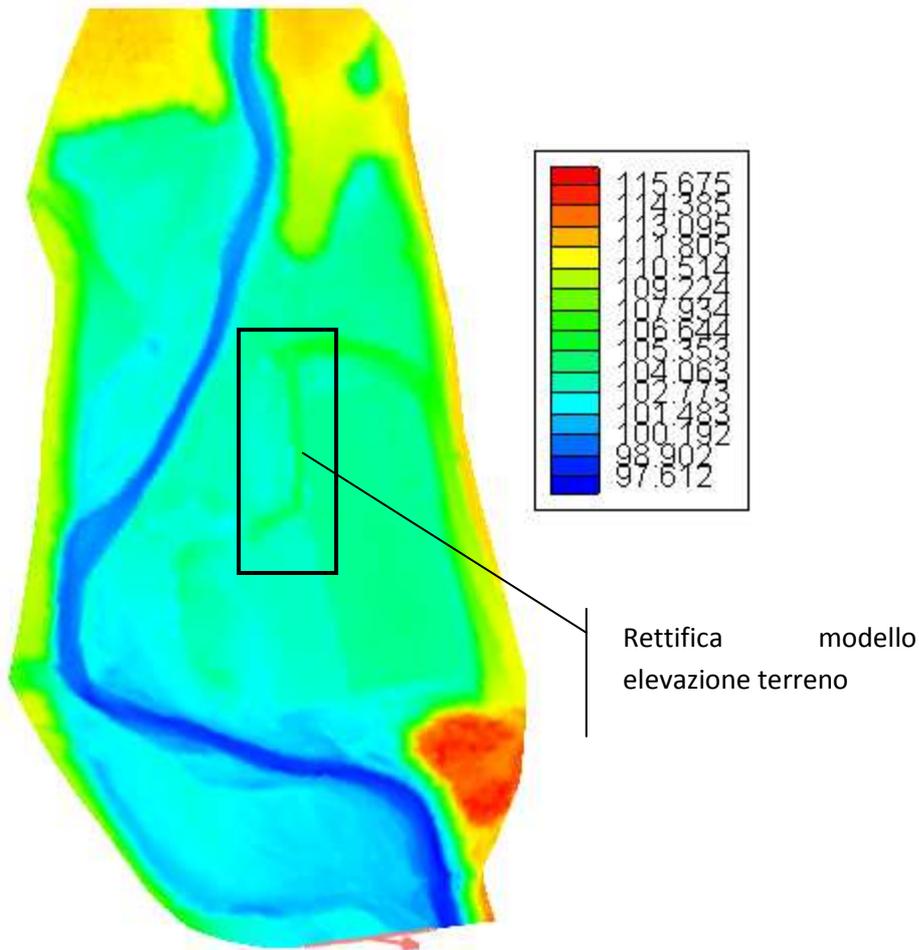
Sezioni trasversali della lama d'acqua ( $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{2}$  e  $\frac{3}{4}$  dell'asta in esame) – nel riquadro rosso si riporta la posizione del campo sportivo posto più ad est.

### Proposte mitigative per la riduzione del rischio idraulico

Nell'ottica di poter intervenire sulle strutture ricettive presenti, composte di spogliatoi e servizi per gli atleti, le risultanze delle analisi idrauliche condotte evidenziano la necessità di procedere alla messa in sicurezza dell'area sportiva in esame come riportata nelle precedenti figure.

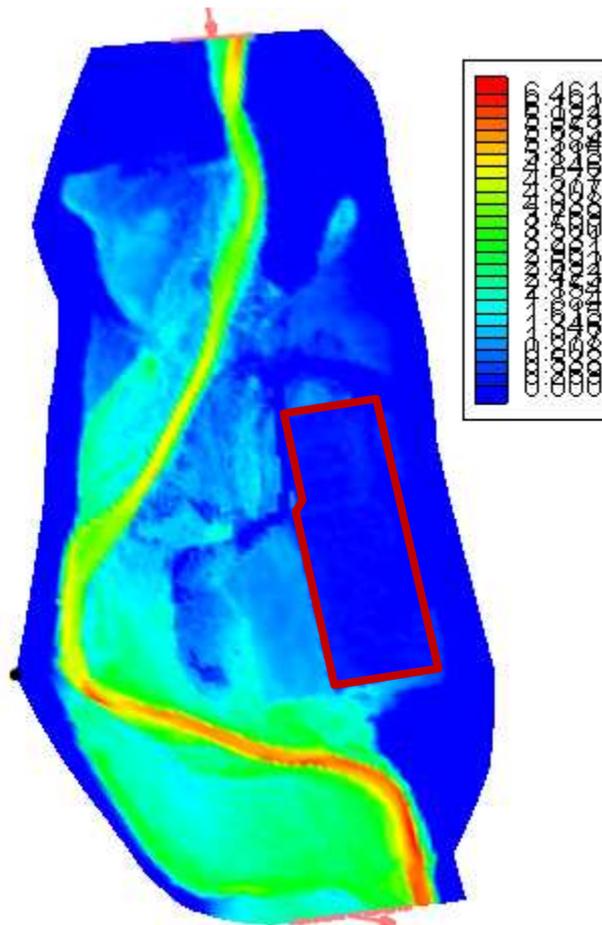
Si può affermare che l'impegno delle acque a carico dell'area sportiva sia attribuibile all'afflusso del picco di piena che accede all'area da monte, pertanto al fine di scongiurare l'alluvione dell'area sportiva in studio risulta necessario provvedere all'intercettazione dei flussi liquidi nel perimetro di monte e conterminare all'area golenale come riportato di seguito.

Infatti, procedendo alla rettifica del modello digitale delle elevazioni del bacino in argomento, che di riporta di seguito:



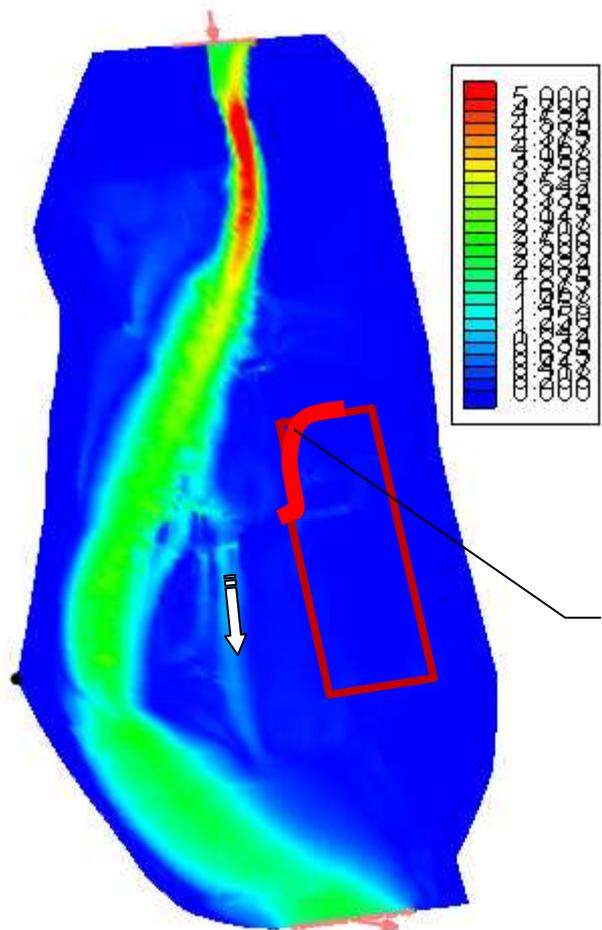
Si è indicato nella planimetria la modifica del modello delle elevazioni dell'area di studio dove si è provveduto ad innalzare la superficie alla quota 104.5 m cosicchè costituisca a tutti gli effetti una barriera all'afflusso delle acque di piena.

La nuova elaborazione del modello idraulico bidimensionale porta alla seguente valutazione dell'altezza d'acqua nell'area in studio:



Come si evince dalla mappa bidimensionale sopra riportata, all'interno dell'area del campo sportivo – poligono rosso – non si rileva presenza di acqua, pertanto realizzando la nuova opera non si ha deflusso all'interno dell'area sportiva.

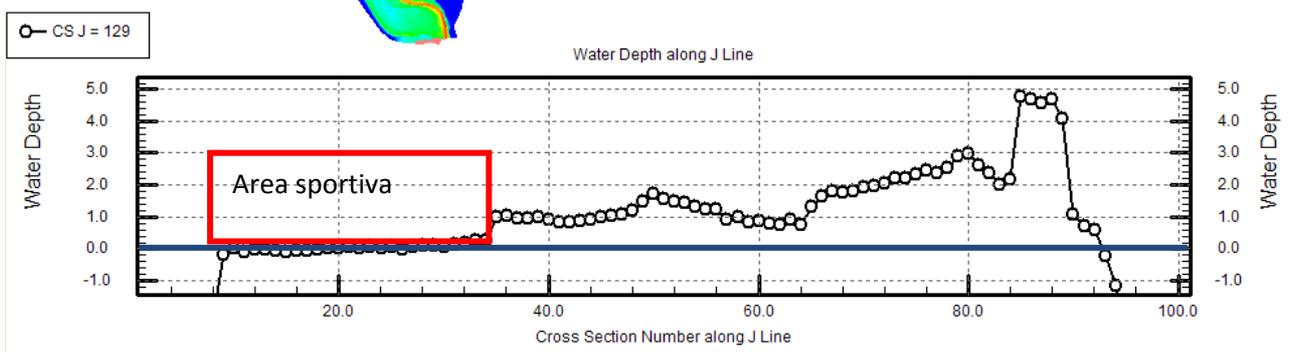
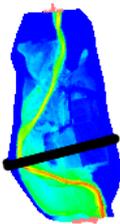
Anche il campo di velocità che si instaura durante il picco di piena conferma l'assenza di deflusso all'interno dell'area sportiva, creandosi, al di fuori dell'alveo, in prossimità del bordo dell'area stessa, un deflusso unico anziché doppio come nel caso dello stato di fatto.



Rialzo su limite del campo sportivo

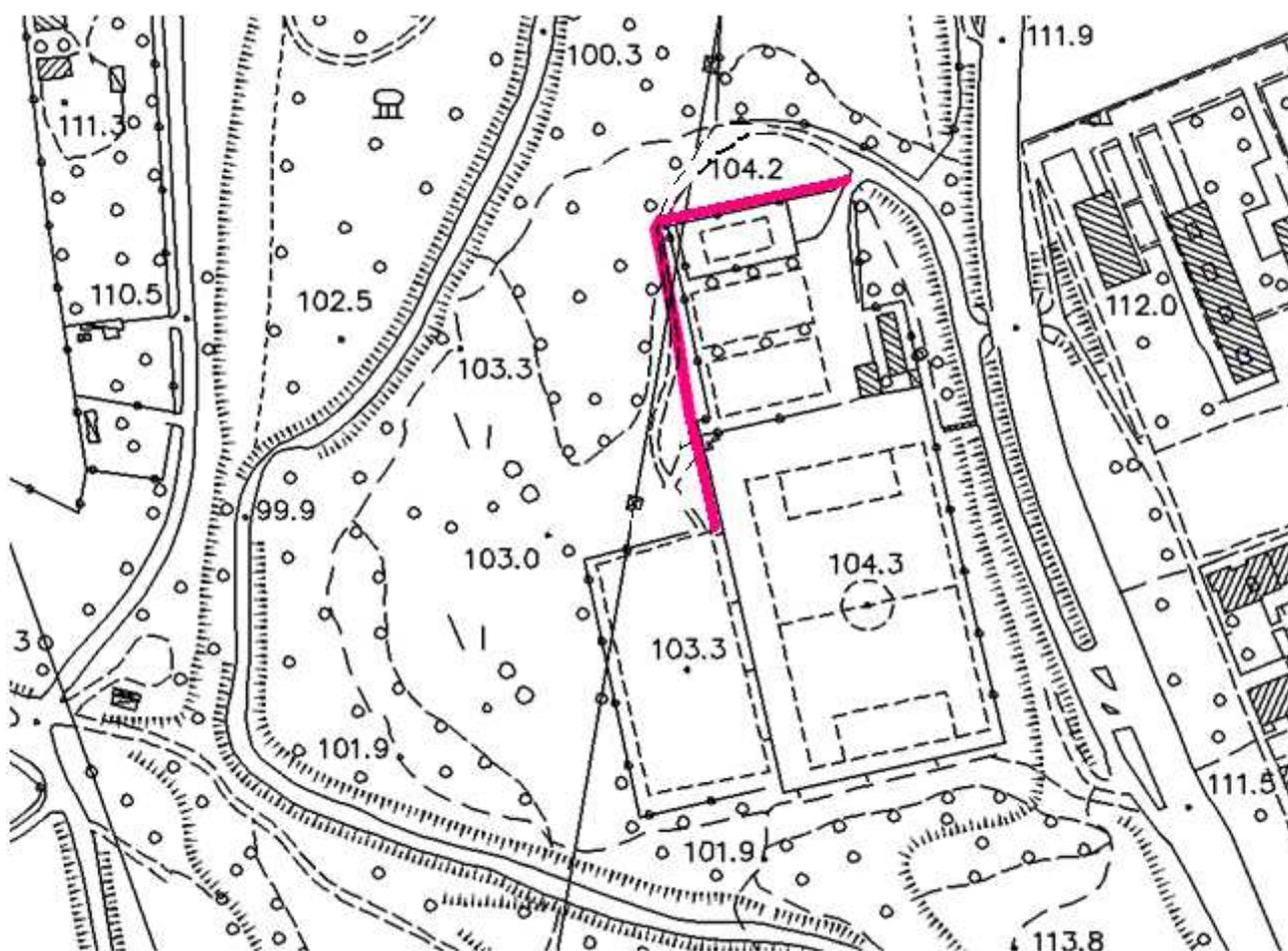
Per il perseguimento di tale obiettivo si rende necessario realizzare un elemento di contenimento delle acque che si attesti almeno alla quota di + 35 cm (+5 cm linea energia + 30 cm franco idraulico) dalla quota del campo sportivo; tale intervento non crea conseguenze significative al deflusso delle piene sottraendo solo minimi volumi liquidi – stima al culmine della piena – al deflusso.

Si riporta una sezione trasversale dell'altezza d'acqua del modello.



Il contenimento dell'ingressione delle acque da monte può facilmente attuarsi innalzando la capezzagna di accesso all'area golenale che costituirebbe perimetrazione del campo di calcio esistente lungo i lati verso il torrente (nord e ovest) che, come detto, si innalzi dalla quota dello stesso un minimo di 35 cm.

Tale operazione può essere limitata per un tratto posto a ovest del campo sportivo limitato al confine del campo di sfogo presente in prossimità del Cormor, come meglio evidenziato nella seguente corografia di progetto.



Vale la pena ricordare che a valle del campo sportivo vi si trova un canale di deflusso che è utile mantenere, per permettere che le acque di percolamento dal rilevato soprastante non vadano ad interessare la superficie di gioco.

Tale soluzione porterebbe certamente a rendere sicura tutta l'area del campo sportivo e dei locali di servizio dalla piena bicentenaria del Cormor.

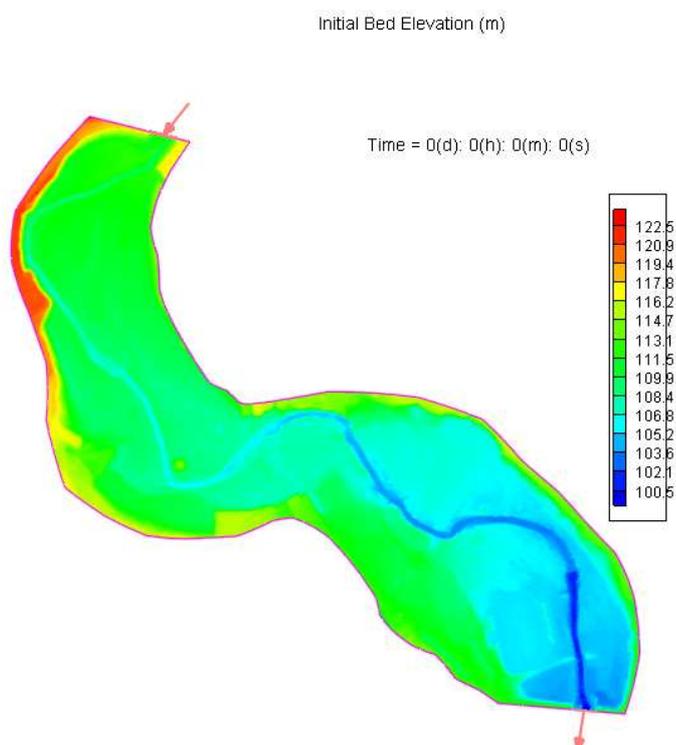
### **Area in corrispondenza del Parco del Cormor e ambito militare**

L'area in argomento è rappresentata dalla naturale propensione del Cormor a espandere le proprie acque in area golenale posta all'interno della propria valle naturale.

La presenza di beni di interesse pubblico e strategico ha condotto alla volontà di approfondire anche qui la modellistica idraulica adottando un modello bidimensionale per l'analisi puntuale dei parametri idrodinamici.

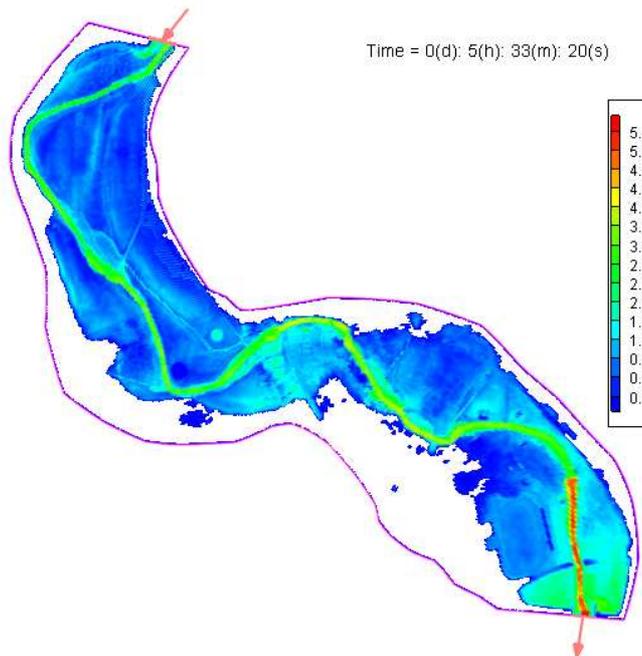
Si deve tuttavia rilevare che l'impossibilità nell'accedere all'area militare – nonostante le richieste di accesso ufficiali presentate - ha pesantemente condizionato l'approfondimento voluto, dovendo basarsi solamente su cartografia tecnica ed immagini satellitari di pubblico dominio per la definizione delle grandezze idrodinamiche e dei condizionamenti che le stesse possono subire a causa della presenza di elementi antropici nei riguardi del deflusso della piena bicentenaria.

Anche per questo tratto si è proceduto all'elaborazione di un modello idraulico bidimensionale per meglio studiare i deflussi anche trasversali che la morfologia del bacino interessato determina, traendo così informazioni aggiuntive al modello idraulico numerico monodimensionale già presentato.



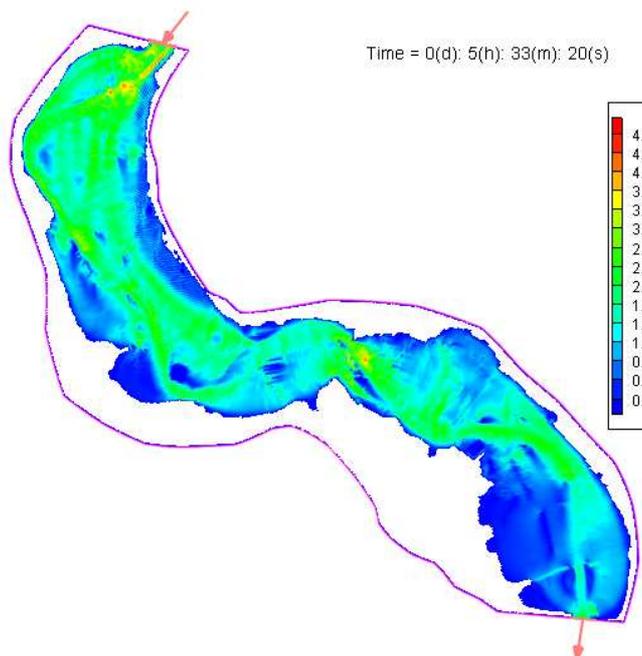
*Modello digitale del terreno impiegato per la simulazione*

Water Depth (m)



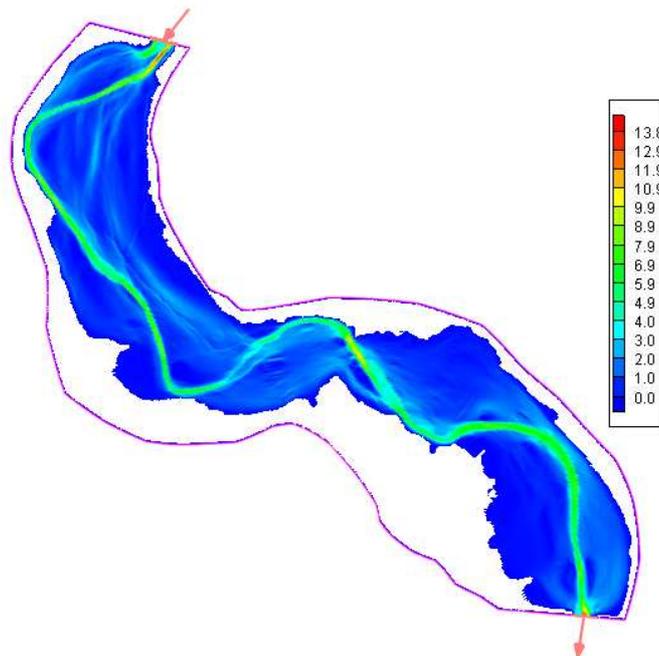
*Lama d'acqua calcolata dal modello*

Velocity Magnitude (m/s)



*Campo di velocità calcolato dal modello*

Total Specific Discharge (m<sup>2</sup>/s)



*Portata specifica del modello lungo l'alveo e le aree golenali*

In particolare l'analisi idraulica bidimensionale mette in luce i deflussi trasversali all'alveo e le relative velocità e direzioni puntuali dei filetti fluidi, permettendo così di apprezzare il comportamento idrodinamico maggiormente aderente alla realtà.

Nei riguardi delle infrastrutture presenti in tale area, dovendo necessariamente tralasciare la valutazione del rischio idraulico nei confronti delle infrastrutture militari in quanto non accessibili, si può affermare che certamente la portata bicentenaria non interessa strutture residenziali o viarie; per contro l'ambito del Parco del Cormor è interessato nella parte più bassa senza peraltro costituire pericolo per le infrastrutture ricettive ivi presenti.

## **Il bacino del rio Tresemane**

Il bacino idrografico del rio Tresemane si sviluppa quasi completamente all'interno dei territori dei comuni di Tricesimo e Tavagnacco, e in piccola parte di Reana del Rojale. La sua superficie consta in circa 10 kmq ed il recapito avviene in tre bacini di laminazione siti in territorio del comune di Tavagnacco in loc. Valli Pascat e Prati del Cristo – a ridosso del confine comunale con Udine-.

Le dimensioni calcolate dal rilievo laser-scanner disponibile dei bacini di laminazione realizzati presso le Valli Pascat ammontano a:

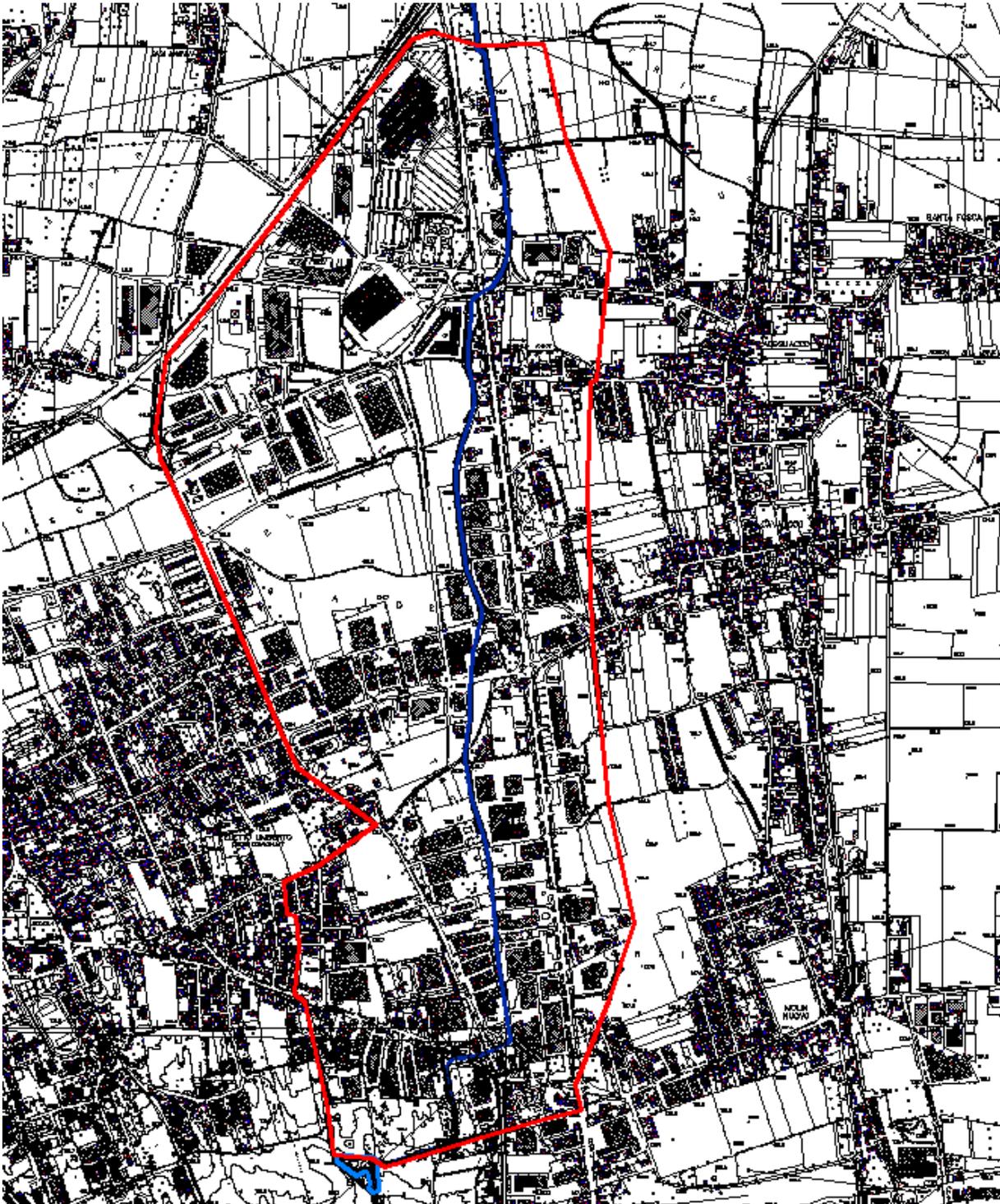
- 1) vasca 1 superficie 4'000 mq, volume massimo 17'000 mc

- 2) vasca 2 superficie 38'900 mq, volume massimo 100'000 mc
- 3) vasca 3 superficie 29'400 mq, volume massimo 46'000 mc

La volumetria totale utile ammonta pertanto a 163'000 mc.

L'ipotesi di definizione delle caratteristiche idrologiche del bacino sotteso dalla parte terminale del Tresemane a valle dello scolmatore al Torre è stato ricostruito attraverso la compartimentazione dei lotti artigianali-industriali presenti lungo le sue sponde.

In particolare si è assunto che una parte dei lotti urbanizzati afferisca al bacino e quindi le relative acque di pioggia siano conferite al rio stesso. Il bacino così selezionato ammonta a 2.2 kmq e si presenta per circa il 40% impermeabilizzato da viabilità, parcheggi, coperture, ecc...



Per il calcolo dei deflussi ai bacini di laminazione si è fatto uso di un modello idrologico a parametri concentrati che approssimi il comportamento del bacino scolante – di tipo urbano – che possa rappresentare il comportamento reale.

Ai fini di predimensionamento si è adottato un modello semplificato a parametri concentrati per a determinazione del volume netto affluente alle casse, definito come il prodotto della pioggia per la superficie, valutato al 60%.

Degli studi e progetti esaminati, lo studio inerente il “**PRUSST - Riqualficazione urbana ed ambientale ed interventi di miglioramento della viabilità nel distretto insediativo costituito dai comuni di Udine, Tavagnacco, Reana del Roiale, Tricesimo -Intervento 8.1: Messa in sicurezza e valorizzazione del rio Tresemane**” è lo strumento conoscitivo sufficiente per inquadrare il bacino del Tresemane, la cui relazione idraulica appare il riferimento principe per l’approfondimento delle condizioni idrauliche.

## Lo stato di fatto

Il Tresemane appartiene ai fiumi a regime torrentizio della media pianura friulana denominati “lavie”; questi sono corsi d’acqua particolari che provengono dai versanti meridionali delle colline dell’anfiteatro morenico del Tagliamento e dopo percorsi relativamente brevi si disperdono nella pianura assorbiti progressivamente dal materasso ghiaioso delle alluvioni postglaciali. Originariamente il Tresemane raccoglieva le acque di sgrondo delle colline di Tricesimo per proseguire poi verso Udine disperdendo poi le stesse dopo un percorso di circa 6,5 Km nella depressione dei “campi di Cristo” in comune di Udine subito a sud dell’abitato di Feletto Umberto. Le mappe napoleoniche registrano il rettilineo dell’attuale ss 13 come “strada regia postale che da Udine mette alla Pontebbana”, mentre il rio Tresemane viene originariamente classificato come “strada comunale detta la Tresimana vecchia”. Questo conferma l’assenza di una portata di magra, l’alveo normalmente asciutto era percorso come strada salvo poi diventare un collettore per le acque meteoriche durante gli eventi di pioggia. Soltanto sotto la dominazione veneta sorse l’esigenza di sostituire la vecchia strada incassata tra muretti a secco con una nuova (“Tresemana Nuova” tra Tavagnacco e Laipacco). Dagli inizi del 900 nella zona di Tricesimo si è assistito ad una grossa urbanizzazione, dagli anni 50 poi l’importanza della Pontebbana come asse di collegamento e di transito ha favorito l’insediamento di una articolata area industriale e commerciale. I capannoni di esercizi commerciali o manifatture sorgono ormai lungo tutto il tratto di Pontebbana che va da Udine a Tricesimo, unendo, di fatto, i due abitati. Il paesaggio attraversato dal rio Tresemane, da sempre fortemente antropizzato, è quindi cambiato notevolmente nel giro di pochi anni e la tendenza sembra essere di fatto questa considerando che anche la zona industriale di Feletto Umberto e Reana del Roiale è in forte espansione. Se prima la destinazione d’uso del suolo prevalente era quella agricola ora le zone urbane e industriali rivestono una notevole importanza; di seguito vengono riportati i dati d’uso del suolo ricavati da precedenti studi riferiti al bacino contribuyente del Tresemane.

<i>Destinazione uso del suolo</i>	
Zone a scarsissima permeabilità	1,90 kmq
Zone a bassa permeabilità	1.04 kmq
Zone medio alta permeabilità	4.76 kmq
<b>TOTALE</b>	<b>7.70 kmq</b>

La funzione quindi del Tresemane è cambiata radicalmente da corso d'acqua a regime torrentizio normalmente asciutto per tutto il corso dell'anno a canale collettore cui fanno capo sia reti fognarie che i canali di raccolta delle acque di pioggia provenienti dalle superfici pavimentate delle zone commerciali e industriali. Attualmente fa capo al Tresemane la fognatura urbana di Tricesimo; le acque nere provenienti dall'abitato, dalle caserme di Reanuzza e dal villaggio Morena vengono sfiorate e depurate nell'impianto di depurazione posto poco più a sud del Morena. Il depuratore a sua volta scarica le acque nel rio. Tutto questo ha creato un notevole aumento del picco di piena a seguito degli eventi di pioggia. Ma attualmente il notevole aumento delle superfici pavimentate ha incrementato di molto il coefficiente di deflusso e diminuito i tempi di corrivazione favorendo il formarsi di picchi di piena per i quali il collettore non è adeguato.

## Eventi storici di piena

Di seguito si fa un breve richiamo degli eventi registrati limitandosi agli ultimi anni riportando le analisi condotte dal "Servizio tecnico scientifico e di pianificazione e controllo" della Protezione Civile della Regione Autonoma del Friuli Venezia Giulia. Il primo evento di notevole gravità si è verificato nel giugno del 1996 a seguito di piogge di eccezionale intensità che hanno prodotto gravi danni alluvionali su gran parte del territorio regionale. Il punto critico dal punto di vista idraulico era rappresentato dalla tombinatura in corrispondenza del centro commerciale "il Bastimento" a monte di via Fermi nella zona industriale di Feletto Umberto. Utilizzando i finanziamenti messi a disposizione dalla Stato, la Protezione civile ha assegnato al comune di Tavagnacco un finanziamento di 400 milioni di lire (~200'000 €), che ha consentito di effettuare i lavori per eliminare la strozzatura e la realizzazione di un tombotto a sezione ampia adeguato alle necessità di deflusso. Dopo il disastroso evento del 1996 si sono verificate ripetute esondazioni del rio in un punto sito circa 800 metri più a valle in corrispondenza dell'incrocio tra le vie IV Novembre e Galilei. Gli eventi di maggiore rilevanza sono occorsi nei mesi di giugno e settembre 1997 per ripetersi poi in luglio, agosto e settembre 1998. In quest'ultimo mese si sono avute due repliche rispettivamente nei giorni 5 e 12 Settembre. L'esondazione del 5 Settembre è stata particolarmente grave producendo danni maggiori a quella del 1996; durante l'evento tra le 10 e le 11 la stazione pluviometrica di Zompitta ha fatto registrare una pioggia oraria di 63 mm corrispondente ad un tempo di ritorno di 20 anni. In conseguenza del violento nubifragio del 5 settembre 1998 l'esondazione del rio Tresemane è stata particolarmente disastrosa; oltre all'area compresa tra le officine Pozzo e l'albergo "Là di Moret" e la via Cividina a confine tra i comuni di Tavagnacco e Udine sono state allagate attività commerciali e produttive lungo il viale Tricesimo e gran parte della località Molin Nuovo. Successivamente il comune di Tavagnacco in accordo con la direzione regionale per la protezione civile ha urgentemente effettuato alcuni piccoli interventi lungo il rio nel tratto adiacente alla officine Pozzo per migliorare le condizioni di deflusso. Tali lavori hanno permesso di mitigare i danni causati dalla successiva ondata di maltempo del 12 settembre 1998.

Data evento	Ora evento massimo	Pioggia oraria massima	Tempo di ritorno
19/06/96	19.00-20.00	25 mm	1,3 anni
27/06/97	02.00-03.00	27 mm	1,3 anni
05/08/98	03.00-04.00	42 mm	3,4 anni
05/09/98	10.00-11.00	63 mm	20 anni

Le esondazioni sopra descritte hanno rivelato l'estrema vulnerabilità della rete di deflusso nel suo complesso a seguito di eventi di breve durata e forte intensità, nel contempo però si sono registrati danni ed esondazioni anche a seguito di piogge non classificabili come eccezionali e quindi con tempi di ritorno piuttosto modesti.

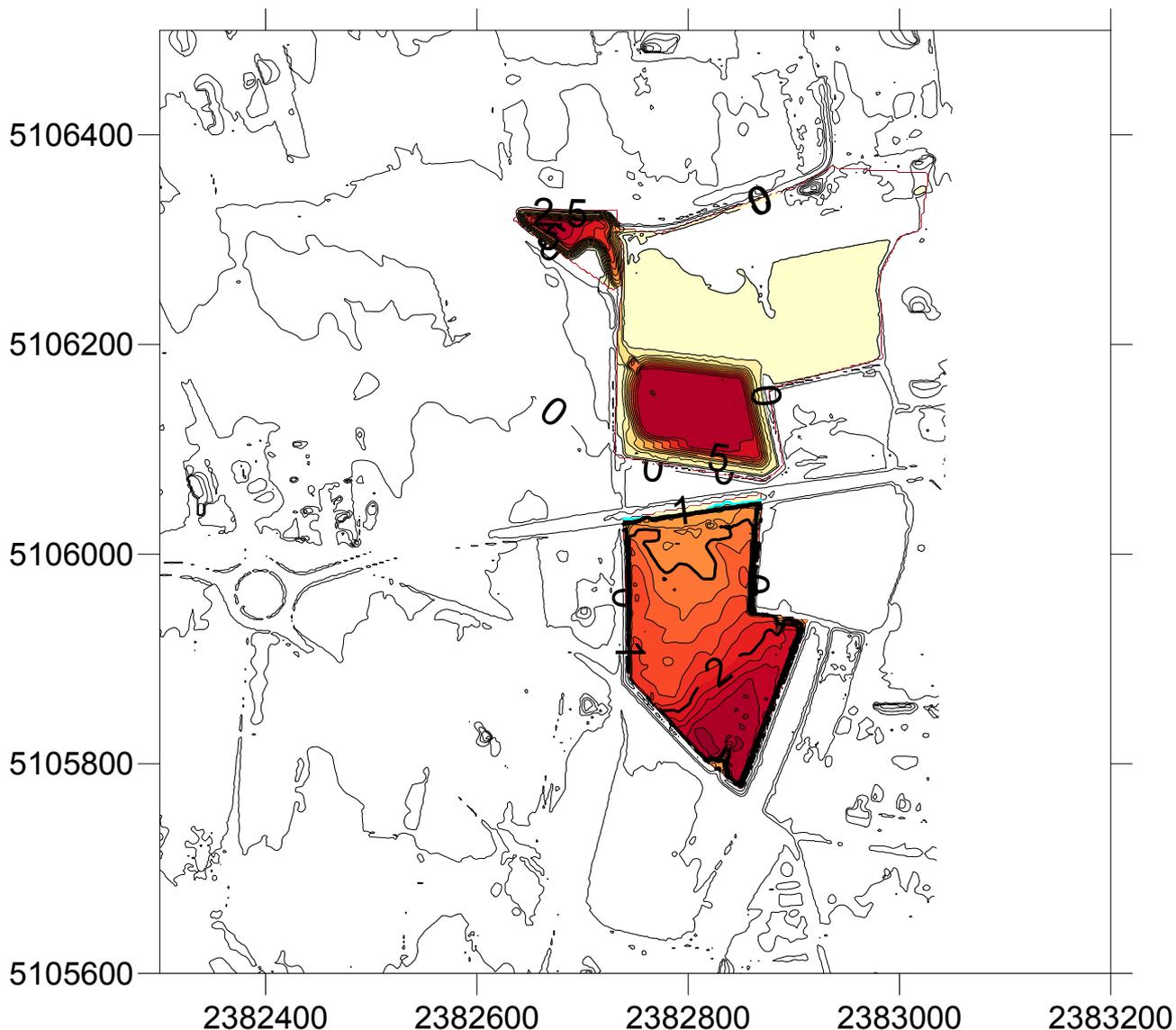
## I recenti interventi di sistemazione idraulica

Alla luce di quanto constatato e in base anche al resoconto dei sopralluoghi effettuati da parte del Servizio tecnico scientifico e di pianificazione e controllo della Protezione civile della Regione Friuli Venezia Giulia è apparso chiaro come gli ambiti di possibile intervento fossero i seguenti:

- azione sulla sezione idraulica del rio e quindi aumento della capacità di deflusso anche in corrispondenza di alcuni manufatti
- intervento sulla capacità di dispersione del rio garantendo un recapito adeguato alle acque
- possibile diminuzione degli apporti al rio o calando i contributi o deviando parte della portata verso altro ricettore

Allo stato attuale oltre il 90% del tracciato del rio Tresemane conserva nella sezione idraulica le sue dimensioni originarie. Queste hanno forma trapezia con larghezza di base di 3 metri e profondità di 2,5 m. Fatti salvi quindi alcuni punti critici come gli attraversamenti o il tratto dietro le officine Pozzo, la sezione è in grado di smaltire la portata di piena per cui si poteva pensare che il semplice intervento in questi punti avrebbe risolto il problema degli allagamenti lungo il rio. In realtà restava comunque irrisolto il problema del recapito delle acque di piena che un tempo trovavano un efficiente sistema di dispersione nei Campi del Cristo. Ora il territorio è fortemente urbanizzato e risulta irrealistico pensare alla creazione di nuove aree di espansione oltre quelle ad oggi esistenti.

In seguito agli eventi fino a tutto il 1998 la Protezione civile della Regione ha realizzato alcuni interventi atti a migliorare la capacità di laminazione e dispersione delle acque provenienti dal Tresemane, realizzando tre nuovi bacini che di seguito si riportano.



Questi invasi, oltre che immagazzinare i deflussi del rio, hanno lo scopo di migliorare il sistema di infiltrazione delle acque in falda sfruttando la permeabilità del materasso alluvionale ivi presente.

I volumi invasabili nelle singole casse sono rispettivamente:

- 1) cassa 1: 17'000 mc
- 2) cassa 2: 100'000 mc
- 3) cassa 3: 46'000 mc

Riproducendo un modello idrologico del bacino sotteso tra il partitore (di cui si dirà oltre) realizzato in prossimità della tangenziale Est di Udine e l'area di recapito delle portate si è giunti al risultato che dette casse assolvono ad un singolo evento di piena caratterizzato da un tempo di ritorno di 10 anni.

Al riguardo si rimanda al paragrafo seguente per i dettagli tecnici.

Recentemente è stata realizzata la terza soluzione cioè quella di individuare un nuovo ricettore per parte della portata del Tresemane. La portata derivante dall'alto bacino del Tresemane viene quindi per larga parte recapitata in Torre in località Salt di Povoletto, seguendo il percorso della nuova viabilità da poco completata.

## Descrizione del bacino

Il bacino del rio Tresemane è compreso tra quelli dei torrenti Torre e Cormor, considerato nella sua interezza ha un'estensione di 7,7 kmq, con forma allungata e sviluppo da Nord a Sud. Interessa il territorio dei Comuni di Tricesimo, Reana del Roiale, Tavagnacco e Udine. Il rio non possiede sbocchi in canali ricettori, ma nel tratto terminale spaglia le acque nelle aree denominate Campi di Cristo e Valli del Pescat. Di seguito in tabella sono riportate le caratteristiche principali del bacino e il calcolo dei tempi di corrivazione. Attualmente le portate del rio sono interamente dovute alle immissioni derivanti dalla raccolta delle acque meteoriche dell'abitato di Tricesimo e delle zone industriali in fregio al bacino. Si osservi che le fognature degli abitati sono miste e recapitano al depuratore sito in località Morena prima di scaricare nel rio. Le portate di magra, inesistenti nel passato, non sono altro che le acque reflue derivanti dai processi di depurazione dell'abitato di Tricesimo, della caserma di Reanuzza e delle aree industriali e commerciali in fregio al bacino. Il comportamento e le portate del rio sono fortemente condizionate dalle reti di fognatura e dalle immissioni provenienti dalle zone industriali e commerciali che risultano preponderanti rispetto al contributo fornito dalla campagna, dove esiste un pur minimo effetto invaso e un minore coefficiente di deflusso per la permeabilità elevata.

<b>PARAMETRI DI INGRESSO</b>	
<b>A. CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA SEZIONE DI RIFERIMENTO</b>	
Area della sezione liquida (m <sup>2</sup> )	11,50
Battente idraulico massimo della sezione di chiusura (m)	2,00
Battente idraulico medio della sezione di chiusura (m)	0,12
<b>B. CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE DEL BACINO IDROLOGICO</b>	
<b>B.1 Superfici</b>	
Superficie del bacino idrologico (km <sup>2</sup> )	4,27
<b>B.2 Lunghezze</b>	
Lunghezza dell'asta principale (km)	2,80
<b>B.3 Pendenze</b>	

Pendenza dell'asta principale	0,0045
Pendenza media dei versanti (o del bacino)	0,0010
<b>B.4 Quote e dislivelli</b>	
Quota massima del bacino idrologico (m)	220,00
Quota minima del bacino idrologico (m)	154,00
Quota media del bacino idrologico (m)	193,90
Quota massima dell'asta principale (m)	177,5
Quota della sezione di chiusura (m)	153,90
Altezza media relativa rispetto alla sezione di chiusura (m)	40,00
Dislivello dell'asta principale (m)	11,80
Dislivello tra la quota massima e minima del bacino (m)	66,00
<b>B.5 Precipitazioni</b>	
Precipitazione media annua sul bacino (mm)	1400
Coefficiente a	79,83
Coefficiente n	0,33
<b>B.6 Coefficienti adimensionali caratteristici del bacino idrologico</b>	
Coefficiente m di Iskowski	10,00
Coefficiente k di Iskowski	1,600
Coefficiente C della formula razionale	0,280

*Dati del bacino*

## Valutazione della portata di piena

Per la valutazione della portata di piena si richiama lo “studio idrologico ed idraulico del bacino del torrente Tresemane finalizzato alla sicurezza idraulica del territorio e delle infrastrutture” redatto dal prof. ing. E. Caroni. L’analisi è stata condotta con il metodo razionale, quello di Nash e quindi quello dell’invaso adottando una sezione di chiusura subito a valle della sezione di scolmatura verso il Torre con una superficie sottesa di 4,32kmq. La taratura del metodo di Nash è stata fatta sulla base di una serie di misure di portata condotte nell’ambito di un lavoro di tesi di laurea [P. Bidoli, Progetto di massima della

sistemazione idraulica di una luvia morenica dell'Udinese (rio Tresemene) Univ. Di Bologna, a.a. 95-96]. Senza entrare nel dettaglio per quanto riguarda i metodi di calcolo impiegati tutti di uso scolastico e quindi noti, si richiama brevemente i risultati ottenuti che costituiscono un utile parametro di confronto.

Metodo	INVASO	CORRIVAZIONE	NASH CRITICO
<i>Tr</i>	Portate (mc/sec)		
20	4,1	6,0	5,3
50	6,2	7,3	6,5
100	8,2	8,3	7,4

Per le curve di possibilità pluviometrica si sono usati i dati ufficiali forniti dalla provincia di Udine – Servizio Tutela ambiente che forniscono i seguenti valori dei parametri delle linee di possibilità pluviometrica.

Tempo di ritorno		1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
10anni	hmax=	52.86	80.77	100.09	122.80	146.45
20anni	hmax=	60.13	92.51	114.61	140.61	168.03
30 anni	hmax=	64.30	99.26	122.96	150.86	180.45
50 anni	hmax=	69.53	107.70	133.39	163.67	195.97
100anni	hmax=	76.57	119.09	147.47	180.94	216.91
200anni	hmax=	83.59	130.43	161.50	198.94	237.77
500anni	hmax=	92.85	145.40	180.00	220.86	265.29

Le curve di possibilità pluviometrica ( $h(T_r)=a \cdot T_c^n$ ) calcolate sono identificate dai seguenti parametri:

tempo di ritorno	a	n
10 anni	54.865	0.3201
20 anni	62.514	0.3225
30 anni	66.914	0.3236
50 anni	72.413	0.3248
100 anni	79.831	0.3263
200 anni	87.222	0.3273

500 anni	96.973	0.3285
----------	--------	--------

Adottando un tempo di ritorno pari a 100 anni si ottiene con il metodo razionale una portata di 14,44 mc/sec.

<b>- PARAMETRI DI USCITA -</b>	
<b><u>Tempo di Corrivazione (h)</u></b>	
<i>Formula di Pasini</i>	3,65
<i>Formula di Giandotti</i>	2,46
<i>Formula di Alvord-Horton</i>	1,18
<i>Formula di Pezzoli</i>	2,30
<b>Analisi Statistica del tempo di corrivazione</b>	
Valore medio	2,40
Dev. standard (0<Dev. St.<Inf.)	1,01
Valore minimo	1,18
Valore massimo	3,65
Altezza critica di precipitazione (mm)	107,14
<b><u>Portata Q (m<sup>3</sup> sec<sup>-1</sup>)</u></b>	
<i>Formula di Scimeni</i>	10,27
<i>Formula della Nuova Zelanda</i>	10,48
<i>Formula razionale metodo analitico</i>	14,44
<b>Analisi Statistica della portata</b>	
Valore medio	12,46
Dev. standard (0<Dev. St.<Inf.)	2,80
Valore minimo	10,48
Valore massimo	14,44

Un utile confronto si può fare prendendo un evento di pioggia reale, considerando quindi i dati di pioggia registrati dal pluviografo di Zompitta il 5 Settembre del 1998. Per il calcolo della portata di massima piena

viene utilizzato il metodo dell'idrogramma istantaneo unitario (IUH). Adottando il modello geomorfoclimatico, l'IUH può essere approssimato ad un triangolo definito da un tempo di base T, da un tempo di picco t e da un'altezza di picco h. Definiti  $\alpha$  e  $\Pi$  secondo la teoria dell'idrogramma unitario istantaneo geomorfoclimatico di Ignacio Rodriguez Iturbe ed altri:

$$\alpha = K_s \cdot B^{2/3} J^{1/2}$$

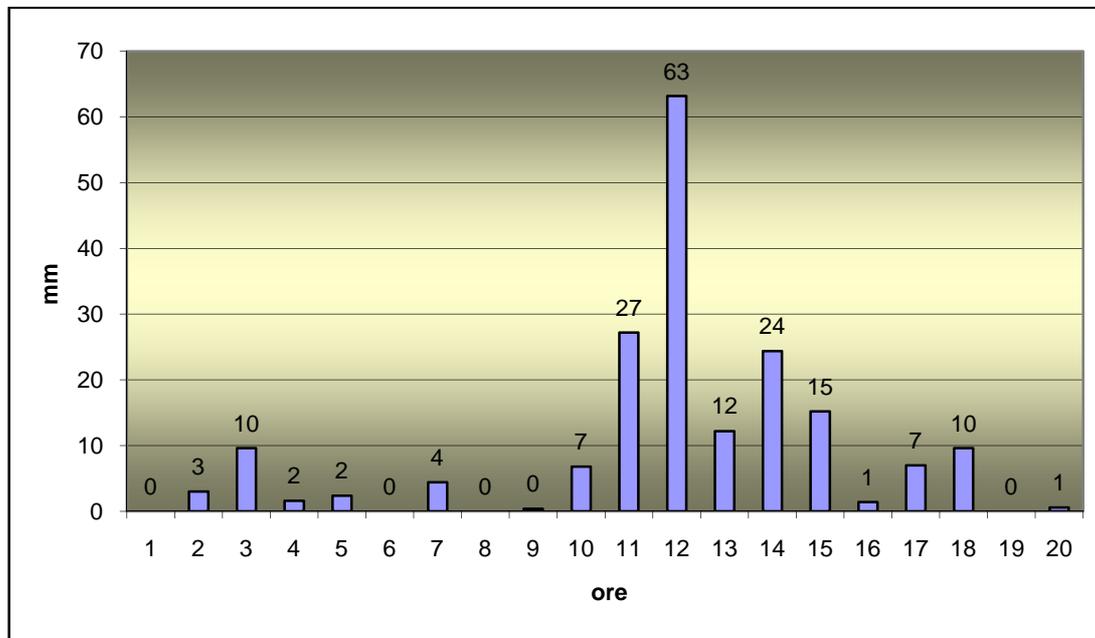
$$\Pi = \frac{L^{2.5}}{i_e A \cdot R_L \cdot \alpha^{1.5}}$$

i valori di T,t e h sono dati da:

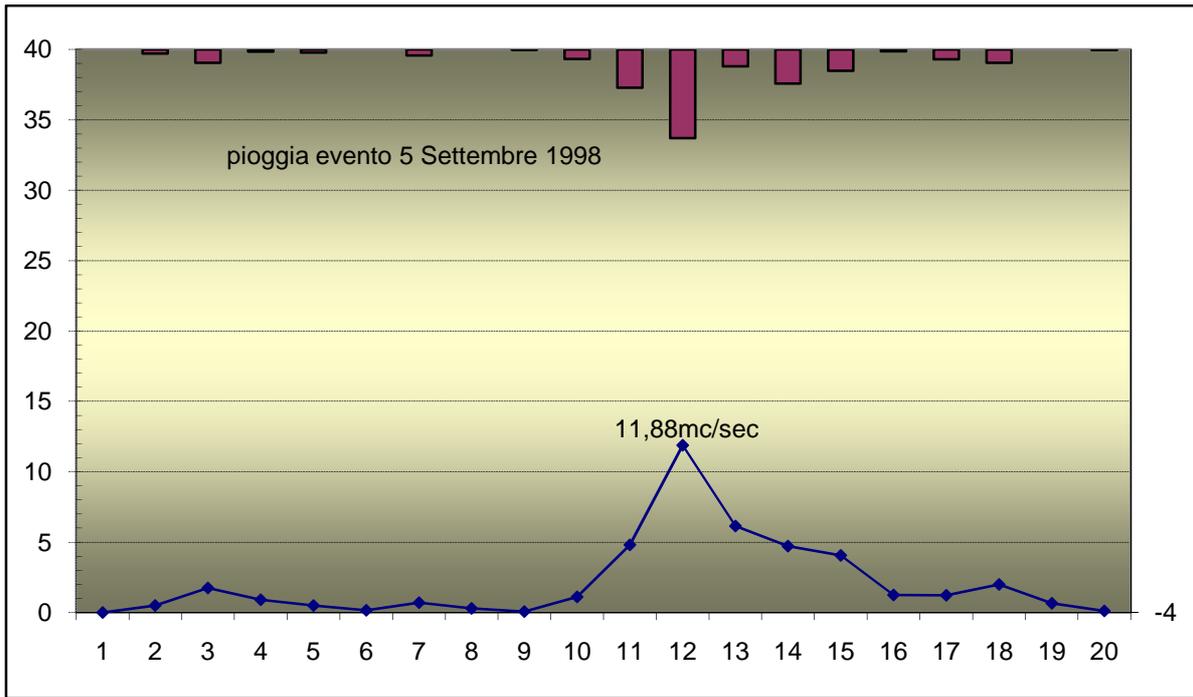
$$h = \frac{0,871}{\Pi^{0.4}} = 0.933 \text{ore}^{-1}$$

$$t = 0,585 \cdot \Pi^{0.4} = 0.545 \text{ore}$$

$$T = \frac{2}{h} = 2.14 \text{ore}$$



per la determinazione dell'IUH si assumono i valori di riferimento riportati nella descrizione del bacino mentre per il rapporto tra lunghezza principali e secondarie si ha il valore di 7,98 con un Ks di 20 e una larghezza media del canale pari a 3. Come si vede una pioggia pari a 63mm ha un tempo di ritorno di 20 anni, quindi il calcolo riportato corrisponde alla quantificazione della portata con una serie storica di dati di pioggia con Tr=20 anni.



L'idrogramma di piena sopra riportato si risolve per sommatoria di convoluzione tra intensità oraria di pioggia efficace e le ordinate dell'IUH secondo la formula:

$$Q_k = \sum_{j=1}^k I_j \cdot h_{k-j+1} \cdot \Delta t \cdot A$$

dove

$Q_k$  rappresenta la portata di piena al tempo  $k$

$I_j$  l'altezza di pioggia efficace al tempo  $j$

$h_{k-j+1}$  il corrispondente valore dell'IUH al tempo  $k-j+1$

Si ottiene come evidenziato una portata di 11,88 mc/sec corrispondente chiaramente ad un evento pari a 20 anni di tempo di ritorno. Il dato è in linea con il risultato di portata ottenuto dal metodo razionale che fornisce i risultati sotto riportati per i diversi tempi di ritorno.

tempo di ritorno	Q[mc/sec]	Q[mc/sec]
10 anni	9.89	-
20 anni	11.27	11.88
30 anni	12.06	-
50 anni	13.05	-

100 anni	14.44	-
----------	-------	---

I risultati sono anche in accordo con quelli ricavati dal prof. ing. E. Caroni se si considera che gli stessi erano stati ottenuti con un coeff. di deflusso sensibilmente inferiore (0.15) a fronte di quello adottato nei calcoli fin ora sviluppati (0.28). L'incremento del coefficiente è stato introdotto per tenere in qualche conto l'aumento della superficie impermeabilizzata.

**La portata massima è quindi all'altezza dello sfioratore di ingresso al diversivo che recapita parte delle portate al Torre di circa 15 mc/sec (14,44 mc/sec)**, lo sfioratore è comunque in grado di ricevere una portata superiore (18 mc/sec); si noti che il monitoraggio del bacino soprattutto per quanto riguarda le misure di portata è carente, il ricorso ai modelli di tipo stocastico non offre una sicurezza tale da non adottare misure cautelative nella progettazione e quindi nei valori delle portate.

## Il rio Tresemane a seguito della realizzazione dello scolmatore

A seguito della realizzazione del diversivo idraulico – oggi operativo -, a valle dello stesso lungo l'asta del rio Tresemane non sono presenti significativi apporti idrici. **Le portate residue che interessano l'asta terminale del Tresemane sono dell'ordine di 5 mc/s.** Rientrano pertanto nei valori previsti **dall'ing. De Cillia nel progetto di deviazione del Tresemane nel Cormor del 1980.** A seguito di questo progetto, il comune di Udine ed il comune di Tavagnacco si erano costituiti in consorzio per la realizzazione delle opere necessarie a deviare nel Torre o nel Cormor, le acque provenienti dal territorio posto a nord della città di Udine. **Era stata realizzata una condotta ovoidale del diametro massimo di 3.00 metri avente una portata di 9 mc/s che dal Cormor, all'altezza di Colugna, giungeva fino in via Moissesso in comune di Udine.** Tale condotta scarica attualmente nel Cormor, solamente le acque meteoriche provenienti dall'abitato di Feletto Umberto e Colugna. **Costruendo ulteriori 1.200 metri di condotta si può raggiungere il bacino di espansione dei Campi del Cristo e scaricare anche le acque residuali del Tresemane. Si risolverà così in maniera definitiva le problematiche idrauliche che affliggono quel territorio da oltre 30 anni.**

La raccolta delle acque bianche dei piazzali dei diversi capannoni esistenti e della viabilità ammonta attualmente come detto a circa 5 mc/sec, la realizzazione di nuove strutture o l'espansione di quelle esistenti creando nuove superfici a bassa permeabilità incrementeranno i volumi. Per ovviare a crescite incontrollate delle portate di deflusso è bene fin d'ora prevedere la dispersione nel terreno delle acque meteoriche attraverso condotte o pozzi drenanti. Questo è auspicabile alla luce delle seguenti considerazioni:

- visti i livelli di escursione della falda una dispersione delle acque piovane non costituisce un problema nemmeno durante gli eventi piovosi di lunga durata.
- Il materasso alluvionale è di tale potenza e granulometria da garantire una permeabilità elevata e quindi elevate velocità di infiltrazione.

Si vuole inoltre ricordare che nel tratto a monte del manufatto non si sono mai verificate esondazioni del rio e che l'intervento non fa altro che aumentare (attraverso la pulizia e la ricalibratura delle sezioni) la capacità di portata dello stesso.

Riguardo alla capacità di deflusso del Tresemane a valle del diversivo, gli studi esaminati confermano la capacità di deflusso dell'attuale rio, fatta eccezione per il sottopasso della SS. 13 Pontebbana all'altezza del cimitero di guerra austriaco – comune di Tavagnacco, via Alfieri-via Palladio -; infatti il progetto PRUSTT prevede in tale tratto la realizzazione di un tombotto delle dimensioni di 1.50x2.00 m che funga da by-pass per tale tratto critico – interessa il solo territorio di Tavagnacco- da realizzarsi con futuro stralcio.

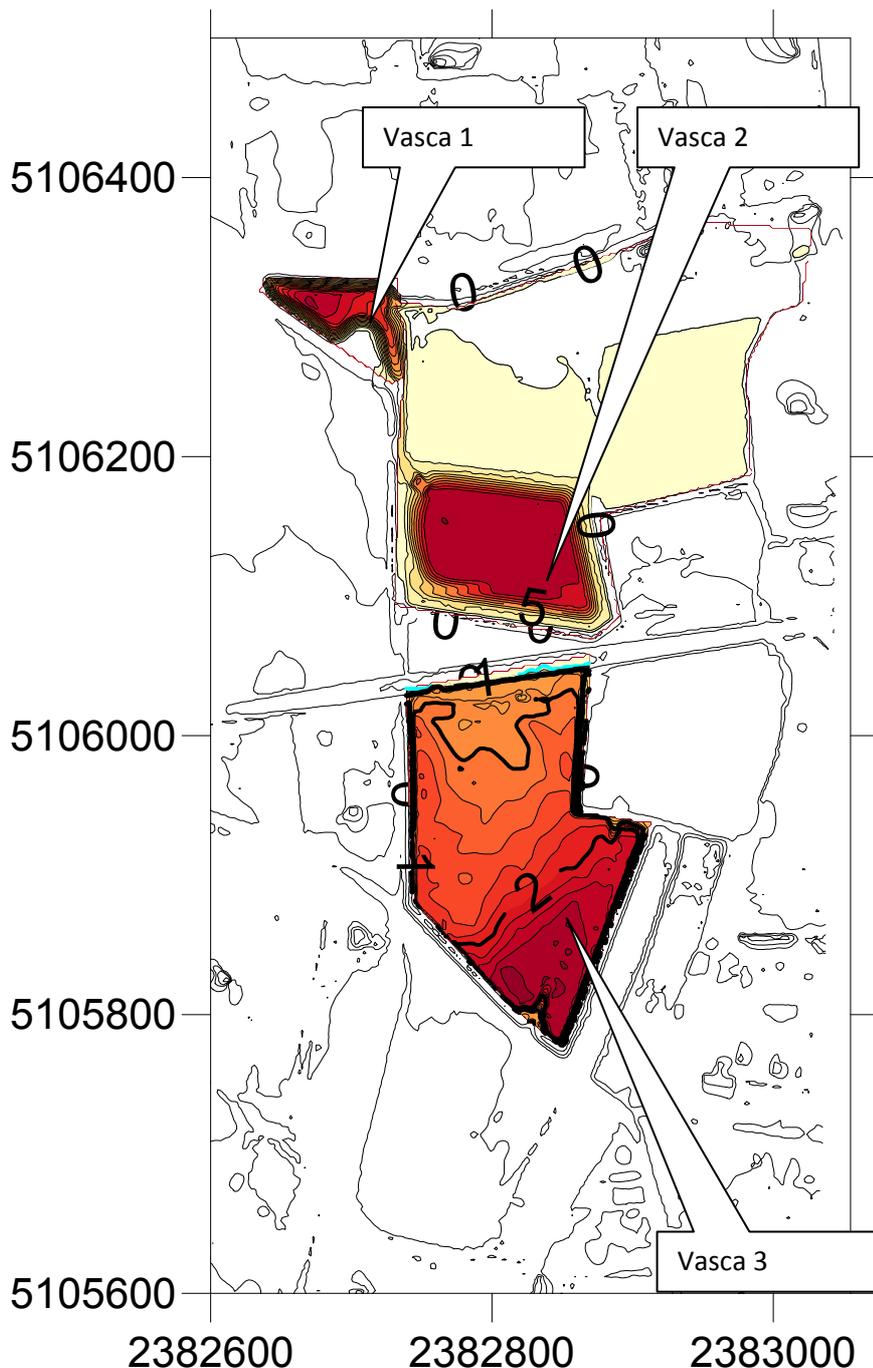
## Bacini di espansione

Prima dell'esecuzione dell'opera di deviazione della portata del Tresemane nel torrente Torre il sistema di dispersione a Nord di Udine nella zona denominata "Valli del Pescat" rappresentava l'unica soluzione disponibile per la raccolta e dispersione delle acque di piena. Si è già accennato all'inefficienza di questa soluzione per portate elevate vista la scarsità dell'area disponibile e la sua vicinanza a zone urbanizzate. Nella relazione redatta dal servizio tecnico scientifico e di pianificazione e controllo si riportano le principali opere per la costruzione dei bacini di laminazione della piena del Tresemane. Fu realizzata l'arginatura di porzioni dei campi denominati Valli del Pescat in modo da ottenere un efficace bacino di contenimento delle acque di piena che successivamente venivano disperse in falda. Per incrementare il volume di invaso al fine di contenere le acque si adeguarono altimetricamente le arginature esistenti e si completarono i tratti mancanti in modo tale da ottenere la completa perimetrazione dell'area. La prima proposta prevedeva la realizzazione di tre sottobacini in modo da distribuire le acque di piena con maggiore uniformità limitando per quanto possibile le altezze d'invaso a 1,5 m. Adottando questa soluzione s'intendeva ridurre per quanto possibile le aree soggette ad allagamento; nei casi di piena ordinaria sarebbe stata utilizzata solo la prima vasca per aumentare con gradualità la superficie in caso di eventi con tempi di ritorno maggiori. Al fine di aumentare la capacità di dispersione della falda fu inoltre approfondito e ampliato un appezzamento di terreno della superficie di circa 5.000 mq che già presentava una marcata depressione.

I dati ricalcolati dal modello digitale del terreno dei tre bacini sono di seguito riportati:

Bacino	Superficie invasata (mq)	Volume d'invaso (mc)	Altezza massima (m)
1	4'000	17'000	8.00
2	38'900	100'000	11.00
3	29'400	46'000	2.50

La disposizione planimetrica dei volumi disponibili è di seguito rappresentata



La superficie complessiva dei tre bacini risulta quindi di 72'300 mq per poter svolgere una adeguata funzione di accumulo per circa 164'000 mc e quindi dispersione. L'evento di riferimento era quello del 5 settembre 1998. A seguito però degli eventi del 6-7 Ottobre 1998 si ravvisava la necessità di adottare soluzioni progettuali ancora più cautelative rispetto ai bacini di espansione. In quest'evento si stimò una portata di 28 mc/sec. Facendo riferimento ai conteggi effettuati dal servizio tecnico scientifico e di pianificazione e controllo, si otteneva in relazione all'evento del 5 settembre 1998 e del 6-7 ottobre 1998, un valore compreso tra 23 e 28mc/sec per la portata di piena.

Si sono assunti nel dimensionamento dello sfioratore di piena i valori massimi di portata riportati da precedenti studi della protezione civile stimati in 23 mc/sec alla sezione di chiusura terminale del bacino

ritenendoli sufficientemente cautelativi; supponendo di svolgere un'efficace azione di derivazione attraverso lo sfioratore laterale verso il Torre di 18 mc/sec circa si dovrà comunque tenere conto di una portata residua nella sezione di chiusura in corrispondenza del bacino di laminazione di almeno 5 mc/sec, se non deviato in Cormor attraverso la canalizzazione in parte esistente. Tale portata è compatibile con quella per cui si sono progettate le casse di espansione attuali del Tresemane. La sottrazione di volume da invasare consente di limitare la superficie necessaria e di ridurre nel contempo le opere d'arginatura. Pertanto la realizzazione del diversivo all'altezza dell'innesto della nuova tangenziale Est con la SS13 "Pontebbana" porta certamente un beneficio per l'area delle casse di espansione.

Di seguito si riporta anche la descrizione della proposta progettuale, già elaborata nell'ambito del PRUSST, con la quale si individua un percorso idraulico tale da permettere l'eliminazione delle vasche di dispersione, e offrire nel contempo una soluzione al degrado igienico del collettore principale del rio.

### Verifica idraulica della capacità di ritenzione dei bacini

Per comprendere appieno il funzionamento dei tre bacini scolanti si procede alla costruzione di un modello idrologico sintetico attraverso il programma HEC-HMS della US Corps of Engineers che permette di simulare il concatenamento di vari elementi idraulici (bacini idrografici, rami di corsi d'acqua, serbatoio, diversivi, sorgenti, ecc...) al fine di determinare il comportamento idrodinamico dell'intero sistema.

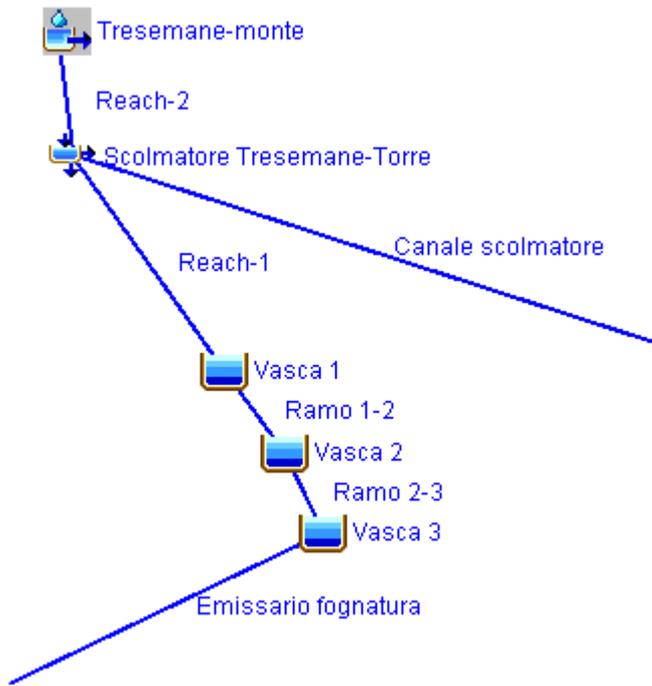
A tal fine si procede alla costruzione del modello logico che si può così sintetizzare:

- 1) Bacino montano del Tresemane fino alla sezione posta in corrispondenza del partitore verso il Torre; non sono noti apporti liquidi nel tratto di Tresemane compreso tra lo scolmatore al Torre e le vasche in loc. Prati del Cristo;
- 2) Partitore tra il Tresemane e il Torre caratterizzato dalla capacità di far transitare fino a 5 mc/s verso valle e trasferire la maggiore portata verso il canale di recapito al Torre;
- 3) Sistema di recapito costituito da tre vasche in grado di accumulare volumi pari a quelli definiti precedentemente, disposte in serie;
- 4) Eventuale condotta di scarico al sistema fognario esistente di cui si è già descritto;

Il bacino del Tresemane è caratterizzato dai seguenti parametri idrologici;

Bacino	Superficie (kmq)	Pioggia netta (Tr = 10 anni)	Modello idrologico	Parametri mod. idr. (ore)
Montano	4.4	8.1 mm/hx5h	IUH Clark	TC=3 – SC = 3

Si riporta lo schema logico dei vari elementi del modello.



Si riportano gli elementi essenziali del calcolo.

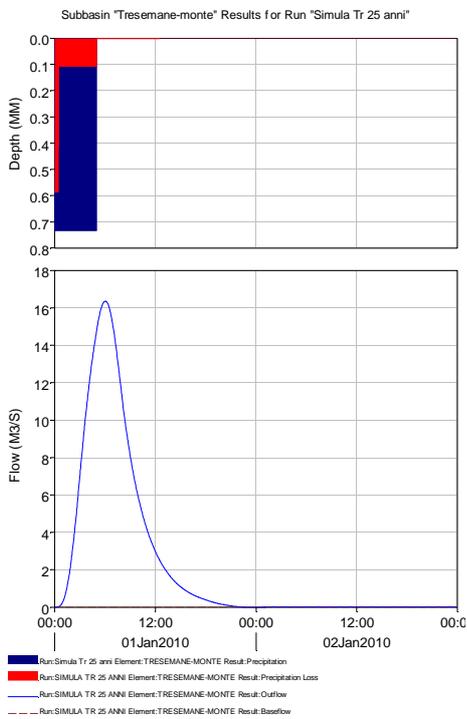
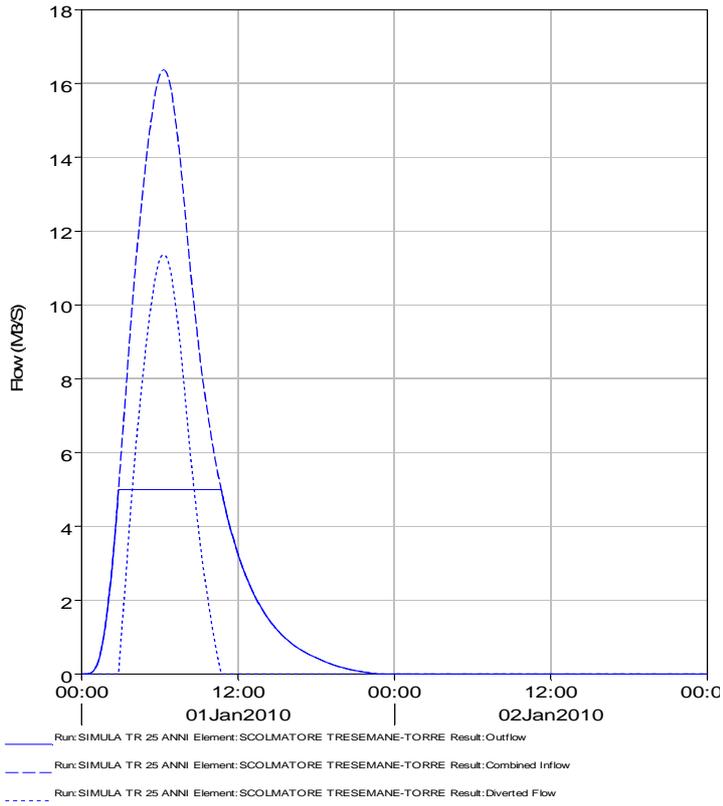
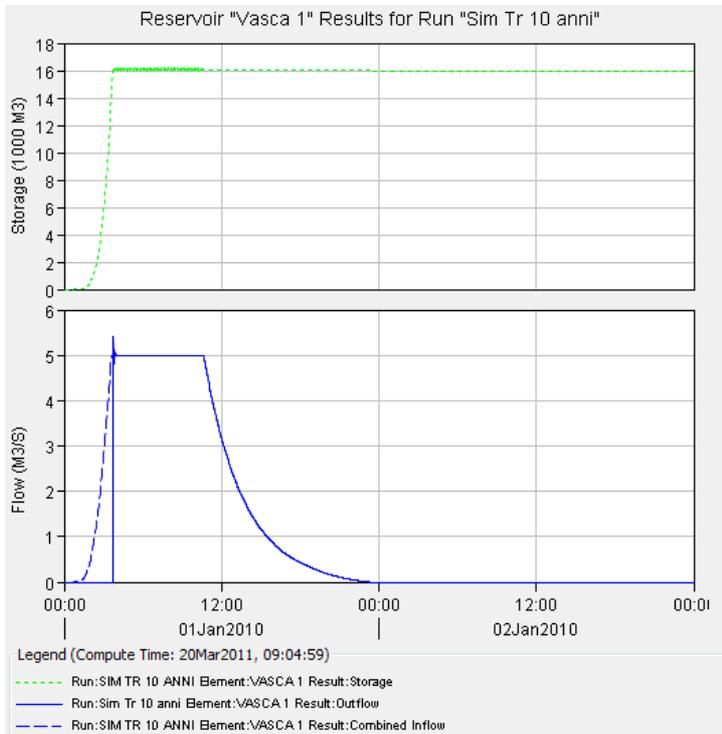


Diagramma piogge e portate del bacino montano

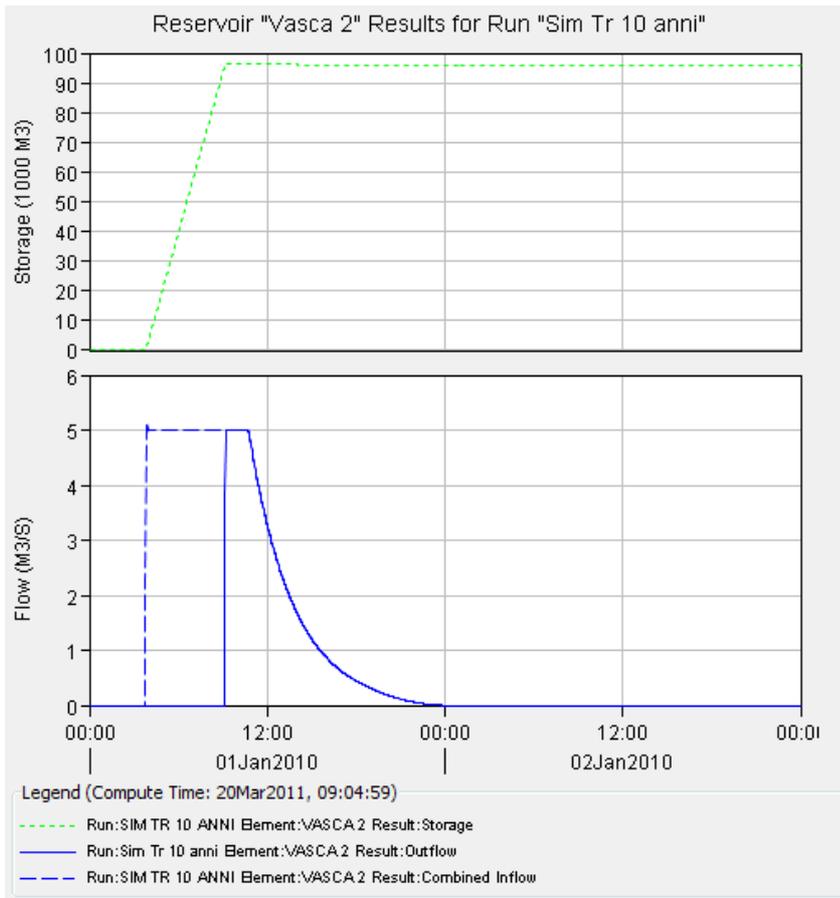
Diversion "Scolmatore Tresemane-Torre" Results for Run "Simula Tr 25 anni"



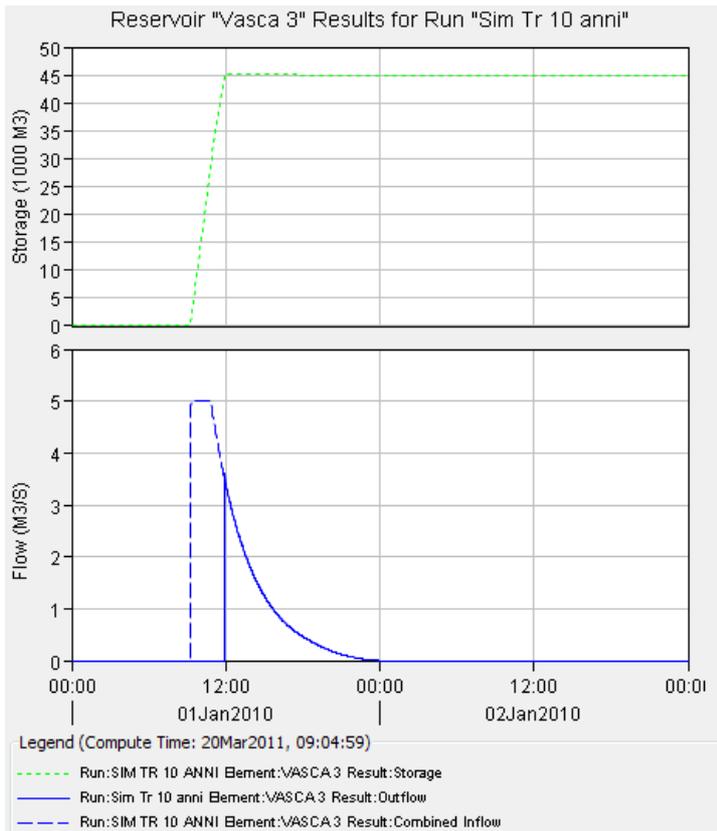
Schema di ripartizione delle portate affluenti dal bacino montano sia verso la parte valliva che verso il Torre



Schema di riempimento della prima vasca



*Schema di riempimento della seconda vasca*



### Schema di riempimento della terza vasca

Project: Tresemane ridotto Simulation Run: Sim Tr 10 anni

Start of Run: 01Jan2010, 00:00 Basin Model: Tresemane  
 End of Run: 03Jan2010, 00:00 Meteorologic Model: Piogge Tr10  
 Compute Time: 20Mar2011, 09:04:59 Control Specifications: Control 1

Volume Units:  MM  1000 M3

Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak	Volume (1000 M3)
Canale scolmatore	0.0	8.5	01Jan2010, 06:46	122.3
Emissario fognatura	4.4	3.6	01Jan2010, 12:08	36.0
Ramo 1-2	4.4	5.1	01Jan2010, 03:52	177.0
Ramo 2-3	4.4	5.0	01Jan2010, 09:50	81.0
Reach-1	4.4	5.0	01Jan2010, 05:44	193.0
Reach-2	4.4	13.5	01Jan2010, 06:18	315.5
Scolmatore Tresemane-...	4.4	5.0	01Jan2010, 05:14	193.0
Tresemane-monte	4.4	13.5	01Jan2010, 06:04	315.5
Vasca 1	4.4	5.4	01Jan2010, 03:46	177.0
Vasca 2	4.4	5.0	01Jan2010, 09:44	81.0
Vasca 3	4.4	3.6	01Jan2010, 11:58	36.0

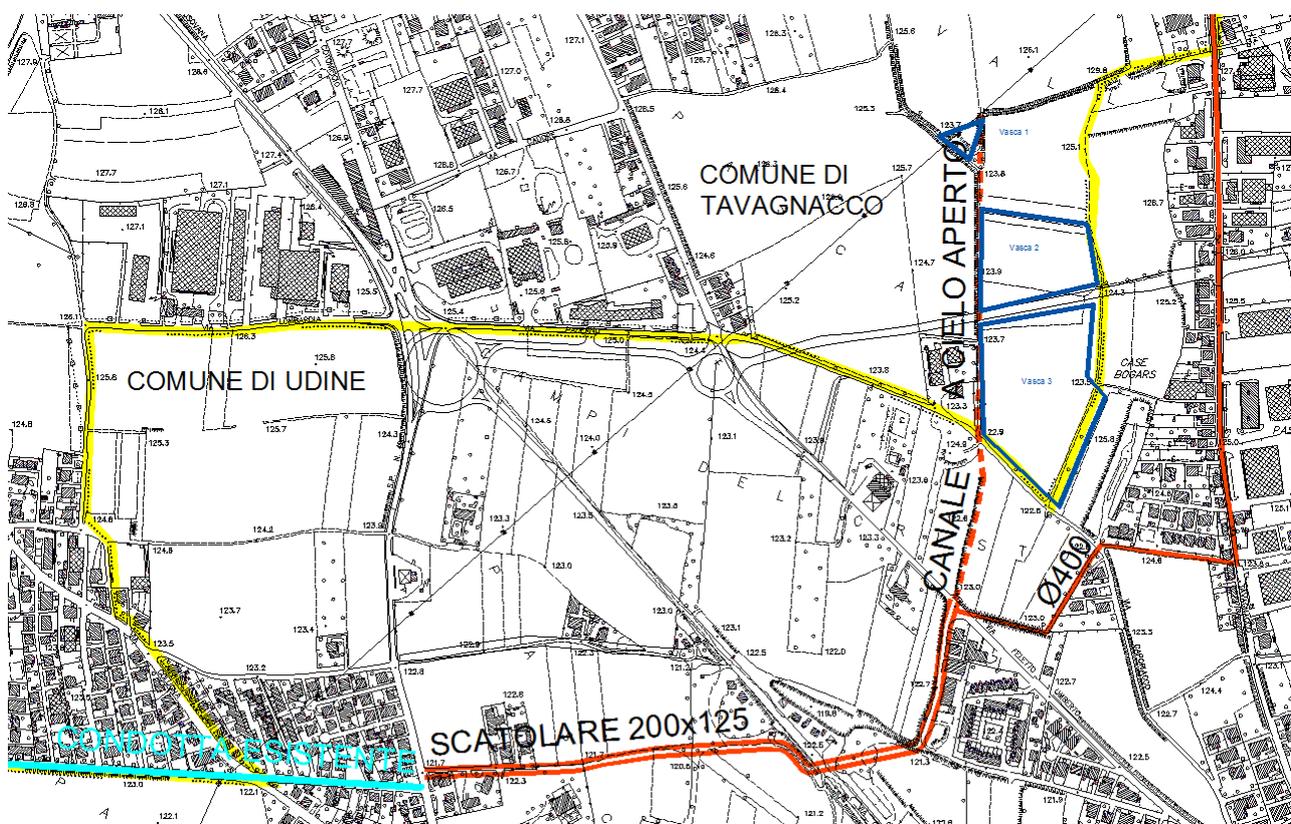
### Riassunto risultati finali

Dal modello idrologico si può quindi constatare che le vasche attualmente presenti nel sistema idraulico del Tresemane sono compatibili con eventi di pioggia di durata 5 ore caratterizzati da tempi di ritorno non

superiori a 10 anni. Per eventi superiori l'eventuale tracimazione dalla terza vasca porta certamente a situazioni di rischio a carico delle recenti espansioni edilizie residenziali e di servizi.

Pertanto la soluzione di completare il recapito delle acque dal tratto terminale del Tresemane verso via Moisseo e quindi verso il Cormor rappresenta certamente una soluzione praticabile ed auspicabile per sopperire all'attuale grado di rischio che ancora il territorio posto a valle e limitrofo alle casse attuali deve sopportare.

Tale ramo idraulico (a cielo aperto o intubato) dovrà permettere il deflusso di portate almeno pari a 5 mc/s o superiori in considerazione dell'eventuale drenaggio della parte urbanizzata che la condotta stessa potrà attraversare e asservire, con il limite di 9 mc/s che rappresentano già la portata limite esitabile dalla parte di condotta esistente più a valle. Si riporta un estratto del PRUSTT relativo al tracciato proposto.



## Conclusioni sicurezza idraulica del Tresemane

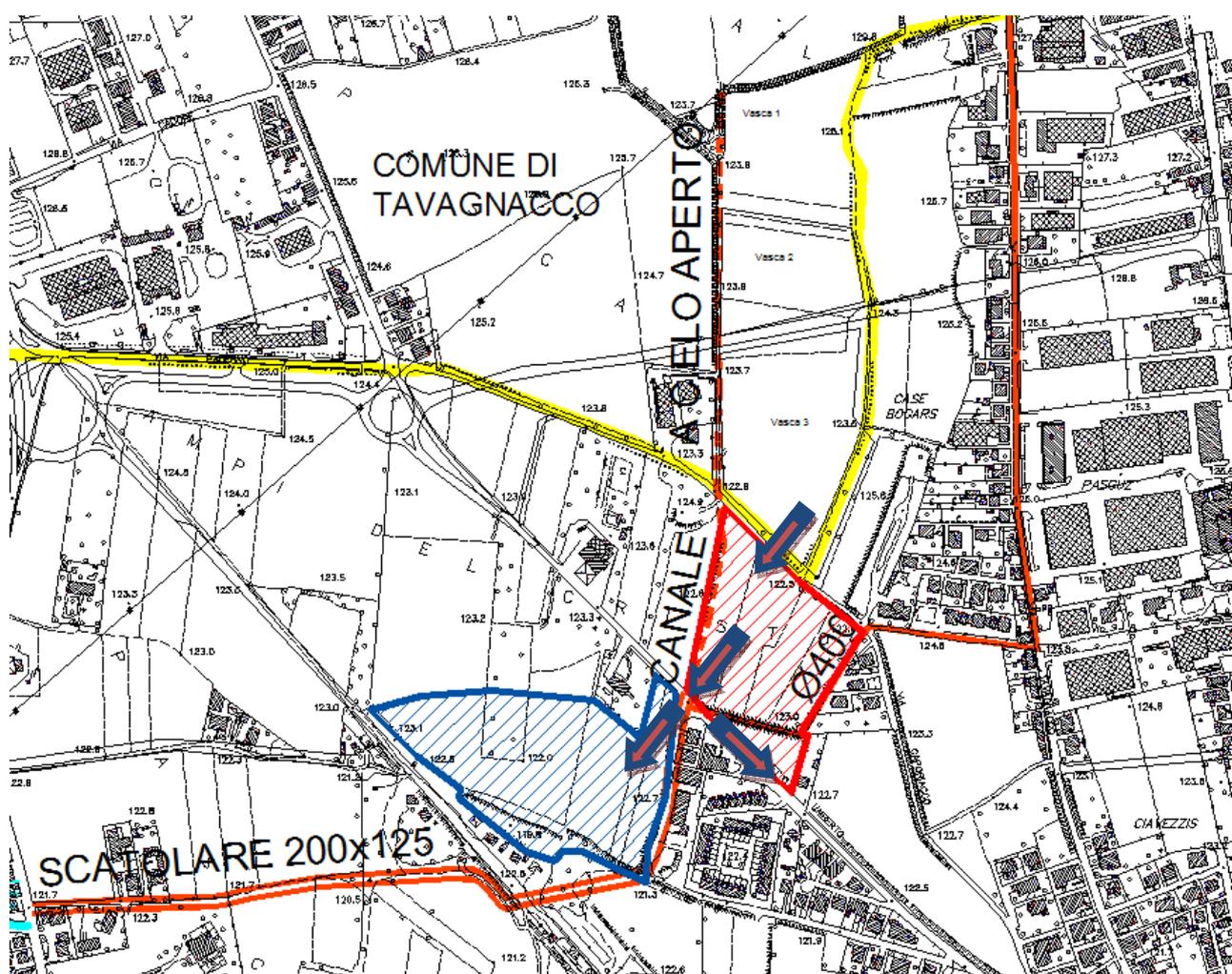
Sulla scorta delle letture degli atti acquisiti e delle nuove verifiche condotte si deve constatare che il territorio posto a valle delle tre vasche di espansione del Tresemane soggiace ancora a pericolo di esondazione; pertanto tale territorio dovrà ancora soggiacere al vincolo definito dal pericolo in argomento.

L'analisi della morfologia dell'area interessata all'esondazione, che si riporta di seguito, evidenzia la presenza a valle della terza vasca, al di là di via Caporiacco, un'area agricola depressa che certamente sarà

interessata dallo sfioro delle acque. Tale area, evidenziata in linea rossa nella planimetria seguente, non è compatibile con iniziative edilizie.

Qualora le acque di deflusso dalla terza vasca dovessero raggiungere e superare via Feletto, il modello delle elevazioni del terreno presenta una via di deflusso dalla precedente area in corrispondenza del ponticello esistente – segnato con freccia nella seguente planimetria – e quindi defluire lungo via Feletto stessa, verso via Tavagnacco, ovvero impegnare ulteriormente l'area depressa che si trova oltre via Feletto ed evidenziata in verde.

Per queste aree si ritiene che non possano essere intraprese attività edificatorie fintantoché non si proceda alla realizzazione di misure mitigative appropriate per il generale problema idraulico del Tresemane.



*Planimetria delle aree sottese ai deflussi dalla terza vasca, con indicate le vie preferenziali di deflusso*

Particolare attenzione sarà da prestare in caso di esondazione dalle casse alle aree residenziali di via Feletto e di via Caporiacco tramite attività di protezione attiva – intercettazione dei deflussi con arginelli provvisori lungo le due vie – che dovrebbero essere inserite nel piano comunale di Protezione Civile.

## Analisi punti di interesse per l'amministrazione comunale

L'amministrazione comunale di Udine ha ritenuto approfondire su alcuni punti del territorio comunale interferenti con l'ambito idraulico del Cormor e del Tresemane; si tratta di 19 punti per i quali si procede all'analisi di compatibilità idraulica nei riguardi di potenziali interventi edilizi. Si rimanda alla lettura delle singole schede per un'analisi puntuale dello stato di fatto e dell'analisi qui condotta, nonché dei possibili interventi di mitigazione del rischio idraulico nei confronti delle singole aree.

Per ogni punto di interesse è stata compilata una dettagliata scheda recante lo stato di fatto dei vincoli attualmente esistenti, e precisamente la perimetrazione del limite di esondabilità già agli atti presso gli Uffici tecnici del Comune di Udine, desunto dai precedenti strumenti urbanistici attualmente in vigore, e il Piano stralcio per la sicurezza idraulica del Cormor elaborato dall'Autorità di Bacino regionale - divenuto esecutivo - quale strumento di pianificazione sovraordinato.

I due limiti, riportati sulla cartografia alla scala 1:5000 – Tav. 1, rendono conto dell'attuale vincolo sul territorio.

Sulla scorta delle analisi idrauliche qui condotte si è riportato in Tav. 2 sullo stesso sfondo di cartografia numerica alla scala 1:5000 i limiti relativi al calcolo idraulico corrispondenti a tempi di ritorno di 10, 50 e 200 anni.

Le analisi e le eventuali proposte mitigative fanno riferimento sempre al limite di esondabilità – qui ricalcolato - corrispondente al tempo di ritorno di 200 anni.

Si rappresenta come il limite di esondabilità corrispondente al tempo di ritorno i 200 anni, qui calcolato, coincide sostanzialmente con il limite calcolato e inserito nel piano stralcio per l'assetto idrogeologico dall'Autorità di bacino regionale.

In forma sintetica si riportano gli esiti dei singoli punti di interesse.

Riscontro punti esaminati		
ID	Note	Situazione verifica compatibilità
1	Edilizia ristorazione attività ludica	Area compatibile con attività edilizia per quote superiori a 115.50 m s.l.m.
2	Aree vocazione residenziale	Area compatibile con attività edilizia per quote superiori a 110.00 m s.l.m.
3	Area sportiva	Con la realizzazione di una adeguata protezione sarà possibile pervenire all'adeguamento della sicurezza idraulica della struttura anche per eventi eccezionali (Tr=200 anni).
4	Area attività ludico-sportive	Mediante la realizzazione di un modesto argine (altezza a quota 104.00 m s.l.m.) è possibile rendere sicura l'area.
5	Area residenziale	L'area è compatibile con iniziative edilizie nei riguardi della sicurezza idraulica del torrente Cormor.
6	Area residenziale	L'area può essere destinata a iniziative edilizie alla quota superiore a 99.50 m s.l.m.

Riscontro punti esaminati		
ID	Note	Situazione verifica compatibilità
7	Area residenziale	L'area è compatibile con interventi edilizi.
8	Area residenziale	L'area è compatibile con interventi edilizi.
9	Area a vocazione residenziale	L'area è compatibile con interventi edilizi.
10	Area sportiva Cormor Alto	Con l'intervento di mitigazione del rischio idraulico è possibile ristabilire la necessaria sicurezza al campo da gioco.
11	Struttura di culto	Con l'intervento di mitigazione del rischio idraulico è possibile ristabilire la necessaria sicurezza al campo da gioco.
12	Zona residenziale	L'area è compatibile con iniziative edilizie.
13	Area ludico-sportiva	L'area è compatibile con iniziative edilizie.
14	Zona residenziale	L'area adeguata alla quota di 96.50 m s.l.m. è compatibile con l'utilizzazione edilizia con le misure opportune atte a garantire filtrazioni a danno dei piani interrati.
15	Servizi tecnologici	L'area è compatibile con iniziative edilizie.
16	Zona attrezz. commerciali	L'area è compatibile con iniziative edilizie.
17	Servizi tecnologici	L'area è compatibile con l'attuale utilizzo ed eventuali espansioni di strutture adibite a servizi.
18	Zona residenziale	L'area è esondabile, pertanto allo stato attuale non sono ammesse iniziative edilizie. Solo con l'intervento di recapito delle acque verso il Cormor è possibile svincolare l'area di interesse e quindi renderla compatibile con libere iniziative edilizie. Anche le limitrofe aree attualmente destinate ad attività agricola potranno essere destinate a interventi di edilizia.
19	Servitù militari	L'area rimane esondabile, pertanto non sono possibili nuove iniziative edilizie.

## Conclusioni

A completamento del percorso analitico sopra esposto nei riguardi della sicurezza idraulica del territorio del comune di Udine nei confronti dei deflussi dei torrenti Cormor, Tresemane e Torre, si riportano di seguito gli elementi essenziali dei risultati acquisiti.

Per il torrente Cormor lo studio effettuato ha permesso di pervenire ad una perimetrazione delle aree di pertinenza idraulica per piene caratterizzate da tempi di ritorno di 200 anni, che sostanzialmente si discostano di poco rispetto alle aree già identificate dal PAI Cormor di cui si è già detto. La situazione di rischio idraulico del Cormor è allo stato attuale bassa se si esclude l'ambito militare di via Candolini che giace all'interno della golenza del torrente stesso.

Anche gli ambiti sportivi di via dello Sport e di Cormor Alto, risultati soggetti a esondazione per piene eccezionali, possono essere agevolmente protetti con piccole opere di intercettazione dei deflussi che non recano alcun disturbo idraulico.

La lettura delle nuove perimetrazioni ricalcolate portano ad un sostanziale restringimento dei precedenti perimetri contenuti nel piano urbanistico comunale vigente, potendo così liberare dal vincolo di inedificabilità porzioni di territorio che allo stato attuale delle conoscenze non hanno ragionevole motivo di limitazione all'uso nei riguardi del rischio idraulico.

Per il rio Tresemane le conclusioni portano ad affermare che allo stato attuale le aree poste a valle dei tre bacini di espansione soggiacciono ad un rischio idraulico elevato a causa dell'incapacità dei tre bacini a contenere piene superiori a tempi di ritorno di 10 anni. Tale livello di probabilità rappresenta un forte vincolo all'uso del territorio circostante il quale deve considerarsi potenzialmente esondabile, anche in combinazione con eventi meteorologici ravvicinati seppure non significativi. E' pertanto auspicabile che l'amministrazione comunale si faccia carico della soluzione già prospettata di realizzare una condotta di circa 1'200 m che recapiti lo scarico della II vasca verso il sistema fognario esistente – e già dimensionato per tale scopo – che da via Moisesso recapita le portate eccedenti al Cormor. Tale soluzione permetterebbe certamente di svincolare una grande area di territorio che allo stato attuale si trova sottoposto a rischio idraulico.

Nei riguardi del torrente Torre si confermano i vincoli relativi all'area di pertinenza idraulica contenuti nel Piano stralcio per la sicurezza idraulica del bacino dell'Isonzo, sottobacino del Torre Torre.

## **Descrizione allegati alla relazione**

Di seguito si riportano gli allegati contenuti nella presente relazione inerenti la simulazione monodimensionale del Cormor, del Tresemane e le schede di valutazione nel tratto ricadente nel territorio del comune di Udine.

Allegato 1: corografia e planimetria aree di studio Cormor:

Allegato 2: Profilo idrometrico Cormor

Allegato 3: sezioni idrauliche Cormor

Allegato 4: tabulato calcoli idraulici Cormor

Allegato 5: planimetria vasche Tresemane

Allegato 6: schede di analisi compatibilità idraulica punti di interesse

## **Descrizione allegati grafici**

Di seguito si riporta la descrizione degli allegati grafici

Tavola 0: proposta di interventi mitigativi nel territorio comunale per rischio idraulico

Tavola 1: planimetrie degli attuali vincoli idraulici: si riportano alla scala 1:25'000 i vincoli di inedificabilità per aree di pertinenza idraulica desunti dal Piano urbanistico comunale e dai PAI Cormor

Tavola 2: planimetrie delle aree di pertinenza idraulica ricalcolate alla scala 1:5'000

Tavola 3: vincoli esistenti e ricalcolati per il rio Tresemane sullo sfondo cartografico alla scala 1:5000

Nimis, li

Il professionista  
Ing. Matteo Cuffolo