



ai sensi delle Norme Tecniche di Attuazione
del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni - Autorità di Distretto Alpi Orientali

Interventi di valorizzazione infrastrutture sportive del
territorio - EYOF FVG 2027
Ampliamento del parcheggio presso il Centro Canoa
"Remo Cristofoli"



ALLEGATO		TITOLO		PROGETTISTI	
-		VERIFICA DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA		ing. Alvisè Fiume	
SCALA					
-					
DATA ELABORATO		RUP		COLLABORATORI	
Giugno 2026		Arch. Sarah Djebbar		ing. Elisa Stella	
PROGETTAZIONE					
		Galleria Milano, 1 - 35139 Padova (PD) tel. 049 7966665 - fax 049 685800 info@i4consulting.it - www.i4consulting.it			
COMMESSA N.		FILE			
SO01168		N:\COMMESSE\Com_SGiorgioNogaro\SO01168_PGRACanoa\Relazione\PDF\Relazione.pdf			
0	06/2026	PRIMA EMISSIONE		E. Stella	A. Fiume
REV. N.	DATA	MOTIVO DELLA REVISIONE		VERIFICATO	APPROVATO

SOMMARIO

1 Premessa	3
2 Inquadramento normativo	4
2.1 Il Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA)	4
2.1.1 Generalità	4
2.1.2 Le Norme Tecniche di Attuazione (NTA) del PGRA 2021	7
3 Inquadramento dell'area oggetto di intervento	10
3.1.1 Descrizione dell'intervento	10
3.1.2 Inquadramento idrografico dell'area di intervento	12
3.1.3 Pericolosità idraulica nell'area di intervento	13
4 Idrologia	19
5 Modellazione Idrodinamica	22
5.1 Descrizione del modello utilizzato	22
5.2 Impostazione delle simulazioni	26
5.2.1 Caratteristiche geometriche del dominio di calcolo	26
5.2.2 Implementazione delle condizioni al contorno	29
5.3 Risultati della modellazione idraulica	31
5.4 Confronto con mappatura PGRA	34
5.5 Stato di Progetto (SDP)	36
5.5.1 Quota di sicurezza idraulica	36
5.5.2 Risultati simulazioni (SDP)	37
5.6 Verifica di Compatibilità Idraulica	40
6 Conclusioni	43
7 Allegato: attestato di rischio HeroLite	44

1 PREMESSA

La presente relazione è finalizzata alla Verifica della Compatibilità Idraulica (VCI) dell'intervento di ampliamento del parcheggio a servizio del Centro Canoa "Remo Cristofoli" in Comune di San Giorgio di Nogara (UD).

L'intervento ricade interamente in area a pericolosità media (P2) nella cartografia del Piano di Gestione del Rischio da Alluvioni (PGRA), pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 29 del 4 febbraio 2022.

Con le delibere nn. 11 e 12 del 18/12/2025 della Conferenza Istituzionale Permanente sono state adottate in salvaguardia le mappe di allagabilità (altezze idriche), di pericolosità e di rischio da alluvione. Tali mappe sono divenute vigenti il giorno successivo alla pubblicazione in G.U. della delibera n. 12/2025, avvenuta il 21 gennaio 2026 (Serie Generale n. 16).

Si rende perciò necessario predisporre la presente Verifica della Compatibilità Idraulica che diventa condizione abilitante all'intervento in oggetto secondo il combinato disposto degli articoli 7, 13 e 14 delle Norme Tecniche di Attuazione del PGRA.

La presente Verifica della Compatibilità Idraulica viene condotta sulla base della scheda tecnica allegata alle N.T.A. (All. A punti 2.1 e 2.2).

Oggetto del presente documento è la verifica della compatibilità idraulica dell'intervento progettuale proposto con lo scenario di allagamento ottenuto sulla base di un evento di esondazione caratterizzato da tempo di ritorno di 100 anni riprodotto a partire dallo scenario di base che l'Autorità di Distretto ha reso disponibile nel proprio portale informatico "Sigma".

La compatibilità è sostanzialmente garantita:

- dalla verifica che l'intervento proposto sia in condizioni di sicurezza;
- dalla verifica di assenza di eventuali effetti peggiorativi indotti sui livelli idrici o sulle velocità di esondazione nelle aree contermini all'ambito di intervento.

2 INQUADRAMENTO NORMATIVO

2.1 Il Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA)

2.1.1 Generalità

Il Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA) è lo strumento operativo previsto dalla legge italiana per individuare e programmare le azioni necessarie a ridurre le conseguenze negative delle alluvioni per la salute umana, il territorio, i beni, l'ambiente, il patrimonio culturale e le attività economiche e sociali (D.Lgs. n. 49 del 2010), in attuazione della Direttiva Europea 2007/60/CE ("Direttiva Alluvioni").

Nel Distretto delle Alpi Orientali, il primo Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA 2015) è adottato dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino Alpi Orientali con Delibera n. 1 del 17 dicembre 2015, approvato con Delibera n. 1 del 3 marzo 2016 e definitivamente approvato con D.P.C.M. del 27 ottobre 2016.

La prima revisione del Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA 2021), relativa al sessennio 2022-2027, è stata adottata dalla Conferenza Istituzionale Permanente dell'Autorità di bacino distrettuale delle Alpi Orientali con Deliberazione n. 3 del 21 dicembre 2021 e definitivamente approvato con D.P.C.M. del 1 dicembre 2022.

Con le delibere nn. 11 e 12 del 18/12/2025 della Conferenza Istituzionale Permanente sono state adottate in salvaguardia le mappe di allagabilità (altezze idriche), di pericolosità e di rischio da alluvione. Tali mappe sono divenute vigenti il giorno successivo alla pubblicazione in G.U. della delibera n. 12/2025, avvenuta il 21 gennaio 2026 (Serie Generale n. 16).

Il PGRA 2021 si compone dei seguenti elaborati:

- Relazione Generale
- Allegato I: Elementi tecnici di riferimento nell'impostazione del Piano
- Allegato II: Schema delle schede interventi (reporting)
- Allegato III: Tabellone interventi
- Allegato IV: Mappe di allagabilità, pericolosità e rischio
- Allegato V: Norme di attuazione

Il Piano ha valore di piano territoriale di settore ed è lo strumento conoscitivo, tecnico-operativo e normativo che:

- individua e perimetra le aree a pericolosità idraulica, le zone di attenzione, le aree fluviali, le aree a rischio, pianificando e programmando le azioni e le norme d'uso sulla base delle caratteristiche fisiche e ambientali del territorio interessato;
- coordina la disciplina prevista dagli altri strumenti della pianificazione di bacino presenti nel distretto idrografico delle Alpi Orientali.

Il Piano persegue finalità prioritarie di incolumità e di riduzione delle conseguenze negative da fenomeni di pericolosità idraulica ed esercita la propria funzione per tutti gli ambiti territoriali che potrebbero essere affetti da fenomeni alluvionali anche con trasporto solido.

Nel Distretto delle Alpi Orientali sono considerate significative le alluvioni di origine fluviale e marina. Pertanto, la mappatura viene effettuata solo in relazione ad esse. Pur essendo il livello marino condizione al contorno a chiusura delle modellazioni fluviali nei tratti terminali, le alluvioni di origini diverse sono modellate separatamente per poi essere sovrapposte in fase di mappatura dei singoli scenari di pericolosità a scala di UoM (Multiple sources by overlapping). La sovrapposizione di risultati provenienti da modellazioni diverse in taluni casi è stata utilizzata anche per inondazioni riconducibili a una stessa origine ma determinate da corsi d'acqua diversi in parte interagenti su una

medesima area, che sono stati modellati separatamente (ad es. nell'ambito di studi svolti in tempi differenti).

Per le alluvioni di origine fluviale i tempi di ritorno utilizzati nelle modellazioni per i bacini nazionali sono rispettivamente:

- 30 anni per lo scenario di alta probabilità (HP);
- 100 anni per lo scenario di media probabilità (MP);
- 300 anni per lo scenario di bassa probabilità (LP).

Fissato lo scenario, il dominio di calcolo sul quale viene sviluppata la procedura di calcolo ed indagato il grado di rischio nelle sue diverse fattispecie, è costituito da tutte le porzioni di territorio che possono essere interessate dall'occupazione delle acque esterne all'area fluviale, ovvero quelle aree che possono essere inondate conseguentemente al sormonto sponale e/o al cedimento delle arginature durante eventi di piena di assegnata probabilità di accadimento.

Al fine di definire e caratterizzare i processi di produzione di deflusso e trasporto durante il manifestarsi di eventi alluvionali, è stato utilizzato uno schema di tipo geomorfologico, che ancora la risposta del bacino alle caratteristiche fisiche e geomorfologiche del sistema idrografico. Lo schema di calcolo utilizza l'informazione derivante da mappe digitali del terreno, dall'interpolazione geostatistica di dati meteorologici, da mappe di uso del suolo e pertanto si configura come distribuito nella descrizione dei processi ma concentrato nei parametri.

La propagazione dell'onda di piena nel territorio di pianura è stata indagata mediante modello idraulico bidimensionale con scenari di rottura arginale. La mappatura delle aree allagabili è stata quindi ottenuta attraverso l'involuppo degli allagamenti derivanti dagli scenari di formazione delle brecce arginali.

La classificazione della pericolosità idraulica nei territori di pianura viene relazionata alla probabilità di accadimento di un evento alluvionale e alla sua intensità attraverso la matrice di BUWAL¹.

I tre intervalli di tempo di riferimento per la valutazione della probabilità di accadimento dei fenomeni alluvionali sono gli stessi già definiti durante il I Ciclo di Gestione del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA):

- probabilità di accadimento elevata: $Tr \leq 30$ anni;
- probabilità di accadimento media: $30 < Tr \leq 100$ anni;
- probabilità di accadimento bassa: $100 < Tr \leq 300$ anni.

Le grandezze di riferimento per la misura dell'intensità sono il tirante, assumendo il valore di 1 m per distinguere tra l'intensità bassa e quella media, e la velocità ($v \geq 1$ m/s) per individuare tutte quelle situazioni per le quali la velocità è sicuramente di intensità elevata, superiore o uguale a tale valore, come ad esempio nelle immediate prossimità dei rilevati arginali a seguito della formazione di brecce.

Sono pertanto individuate tre classi di intensità sulla base dei seguenti criteri idraulici:

- intensità bassa: $h < 1$ m;
- intensità media: $h \geq 1$ m;
- intensità elevata: $v \geq 1$ m/s.

Sono individuate tre classi di pericolosità, moderata (P1), media (P2) ed elevata (P3) attraverso la matrice di BUWAL modificata, riportata in Figura 1.

¹ Heinemann, H.R. et al., (1998) «Methoden zur Analyse und Bewertung von Naturgefahren». Umwelt- Materialien Nr. 85, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Bern, 247 S.

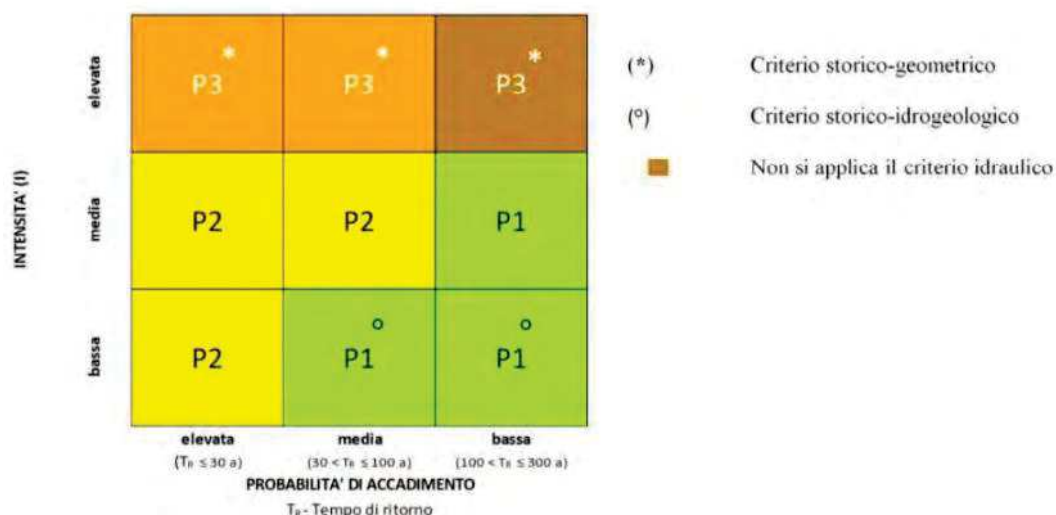


Figura 1 - Matrice di classificazione della pericolosità per alluvioni nel territorio di pianura.

In aggiunta al criterio idraulico basato sulla funzione intensità precedentemente definita, viene prevista:

- la classificazione in pericolosità elevata (P3) per le zone contigue a difese arginali che in passato sono state sede di eventuali rotte e/o versano in cattivo stato di manutenzione. Nello specifico, in analogia a quanto stabilito dai Piani Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) dei bacini di rilievo nazionale (Autorità di bacino dei fiumi Isonzo, Tagliamento, Livenza, Piave e Brenta-Bacchiglione, 2012) sono individuate delle fasce, parallele e adiacenti alla struttura arginale, dell'ampiezza orientativa di 150 m e di una lunghezza complessiva pari a quella della rotta, incrementata indicativamente di 500 m sia verso monte che verso valle (Figura 3). Sono assimilati alla medesima classe di pericolosità le aree in cui sono presenti fenomeni di erosione spondale, segnalate dalle Amministrazioni e/o già presenti nei PAI e i laghetti di cava (criterio storico-geometrico).
- la classificazione in pericolosità moderata (P1) delle aree storicamente allagate, delle aree a scolo meccanico, delle aree soggette a ristagno, delle aree soggette a risalita della falda freatica e ruscellamento (criterio storico-idrogeologico);
- la classificazione in pericolosità moderata (P1) per tutte le aree allagate in occasione di eventi caratterizzati da bassa probabilità di accadimento, fatta eccezione per le situazioni in cui è applicabile il criterio storico-geometrico.

La Direttiva Alluvioni stabilisce che in corrispondenza di ciascuno scenario di probabilità, siano redatte mappe del rischio di alluvioni, in cui devono essere rappresentate le potenziali conseguenze avverse in termini di:

- numero indicativo di abitanti potenzialmente interessati;
- tipo di attività economiche insistenti nell'area potenzialmente interessata;
- impianti di cui alla Direttiva 96/51/CE che potrebbero provocare inquinamento accidentale in caso di alluvioni e aree protette (di cui all'allegato IV, paragrafo 1, punti i), iii) e v) della Dir. 2000/60/CE) potenzialmente interessate;
- altre informazioni considerate utili dai MS, come l'indicazione delle aree in cui possono verificarsi alluvioni con elevato trasporto solido e colate detritiche e informazioni su altre fonti notevoli di inquinamento.

Il D.Lgs 49/2010 prevede che le mappe del rischio rappresentino le 4 classi rischio da R1 (moderato) a R4 (molto elevato).

Il Piano classifica il territorio esterno alle aree fluviali in funzione delle diverse condizioni di pericolosità, nonché in funzione delle aree e degli elementi a rischio, nelle seguenti classi:

- P3 (pericolosità elevata);
- P2 (pericolosità media);
- P1 (pericolosità moderata);
- R4 (rischio molto elevato);
- R3 (rischio elevato);
- R2 (rischio medio);
- R1 (rischio moderato).

Le classi di pericolosità e di rischio costituiscono condizioni di riferimento per le attività di trasformazione e uso del territorio.

Nell'ottica più volte richiamata di ricomporre in un unico strumento di pianificazione le diverse attività sviluppate con la Legge 183/89 e la Legge 365/2000, il presente Piano prevede le Norme Tecniche di Attuazione di cui al paragrafo che segue.

2.1.2 Le Norme Tecniche di Attuazione (NTA) del PGRA 2021

ARTICOLO 7 – DISPOSIZIONI COMUNI

3. Tutti gli interventi e le trasformazioni di natura urbanistica ed edilizia devono essere tali da:

- a. migliorare o mantenere le condizioni esistenti di funzionalità idraulica, agevolare e comunque non impedire il normale deflusso delle acque;
- b. non aumentare le condizioni di pericolo dell'area interessata, nonché a valle o a monte della stessa;
- c. non ridurre complessivamente i volumi invasabili delle aree interessate tenendo conto dei principi dell'invarianza idraulica e favorire, laddove possibile, la creazione di nuove aree di libera esondazione;
- d. non pregiudicare la realizzazione o il completamento degli interventi di cui all'Allegato III del Piano.

4. L'attuazione degli interventi e delle trasformazioni di natura urbanistica ed edilizia previsti dai piani di assetto e uso del territorio vigenti alla data di adozione del Piano è subordinata alla verifica della compatibilità idraulica secondo quanto disposto dagli articoli 9, 10, 11, 12 lett. e), 13, 14.

ARTICOLO 12 – AREE CLASSIFICATE A PERICOLOSITÀ ELEVATA (P3)

1. Nelle aree classificate a pericolosità elevata, rappresentate nella cartografia di Piano con denominazione P3B, possono essere consentiti i seguenti interventi:

- a. demolizione senza possibilità di ricostruzione;
- b. manutenzione ordinaria e straordinaria di edifici, opere pubbliche o di interesse pubblico, impianti produttivi artigianali o industriali, impianti di depurazione delle acque reflue urbane;
- c. restauro e risanamento conservativo di edifici purché l'intervento e l'eventuale mutamento di destinazione d'uso siano funzionali a ridurre la vulnerabilità dei beni esposti;
- d. sistemazione e manutenzione di superfici scoperte, comprese rampe di accesso, recinzioni, muri a secco, arginature di pietrame, terrazzamenti;

e. realizzazione e ampliamento di infrastrutture di rete/tecniche/viarie relative a servizi pubblici essenziali, nonché di piste ciclopedonali, non altrimenti localizzabili e in assenza di alternative tecnicamente ed economicamente sostenibili, previa verifica della compatibilità idraulica condotta sulla base della scheda tecnica allegata alle presenti norme (All. A punti 2.1 e 2.2);

f. realizzazione delle opere di raccolta, regolazione, trattamento, presa e restituzione dell'acqua;

g. opere di irrigazione che non siano in contrasto con le esigenze di sicurezza idraulica;

h. realizzazione e manutenzione di sentieri e di piste da sci purché non comportino l'incremento delle condizioni di pericolosità e siano segnalate le situazioni di rischio.

2. Sono altresì consentiti gli interventi necessari in attuazione delle normative vigenti in materia di sicurezza idraulica, eliminazione di barriere architettoniche, efficientamento energetico, prevenzione incendi, tutela e sicurezza del lavoro, tutela del patrimonio culturale-paesaggistico, salvaguardia dell'incolumità pubblica, purché realizzati mediante soluzioni tecniche e costruttive funzionali a minimizzarne la vulnerabilità.

3. Nelle aree classificate a pericolosità elevata, rappresentate nella cartografia di Piano con denominazione P3A, possono essere consentiti tutti gli interventi di cui alle aree P3B nonché i seguenti:

a. ristrutturazione edilizia di opere pubbliche o di interesse pubblico;

b. ampliamento degli edifici esistenti e realizzazione di locali accessori al loro servizio per una sola volta a condizione che non comporti mutamento della destinazione d'uso né incremento di superficie e di volume superiore al 10% del volume e della superficie totale e sia realizzato al di sopra della quota di sicurezza idraulica che coincide con il valore superiore riportato nelle mappe delle altezze idriche per scenari di media probabilità con tempo di ritorno di cento anni;

c. installazione di strutture amovibili e provvisorie a condizione che siano adottate specifiche misure di sicurezza in coerenza con i piani di emergenza di protezione civile e comunque prive di collegamento di natura permanente al terreno e non destinate al pernottamento.

ARTICOLO 13 – AREE CLASSIFICATE A PERICOLOSITÀ MEDIA (P2)

1. Nelle aree classificate a pericolosità media P2 possono essere consentiti tutti gli interventi di cui alle aree P3B e P3A secondo le disposizioni di cui all'articolo 12.

2. L'ampliamento degli edifici esistenti e la realizzazione di locali accessori al loro servizio è consentito per una sola volta a condizione che non comporti mutamento della destinazione d'uso né incremento di superficie e di volume superiore al 15% del volume e della superficie totale e sia realizzato al di sopra della quota di sicurezza idraulica che coincide con il valore superiore riportato nelle mappe delle altezze idriche per scenari di media probabilità con tempo di ritorno di cento anni.

3. L'attuazione degli interventi e delle trasformazioni di natura urbanistica ed edilizia previsti dai piani di assetto e uso del territorio vigenti alla data di adozione del Piano e diversi da quelli di cui al comma 2 e dagli interventi di cui all'articolo 12, è subordinata alla verifica della compatibilità idraulica condotta sulla base della scheda tecnica allegata alle presenti norme (All. A punti 2.1 e 2.2) garantendo comunque il non superamento del rischio specifico medio R2.

4. Le previsioni contenute nei piani urbanistici attuativi che risultano approvati alla data di adozione del Piano si conformano alla disciplina di cui al comma 3.

5. Nella redazione degli strumenti urbanistici e delle varianti l'individuazione di zone edificabili è consentita solo previa verifica della mancanza di soluzioni alternative al di fuori dell'area classificata e garantendo comunque il non superamento del rischio

specifico medio R2. L'attuazione degli interventi diversi da quelli di cui al comma 2 e di cui all'articolo 12 resta subordinata alla verifica della compatibilità idraulica condotta sulla base della scheda tecnica allegata alle presenti norme (All. A punti 2.1 e 2.2).

ARTICOLO 14 – AREE CLASSIFICATE A PERICOLOSITÀ MODERATA (P1)

1. Nelle aree classificate a pericolosità moderata P1 possono essere consentiti tutti gli interventi di cui alle aree P3A, P3B, P2 secondo le disposizioni di cui agli articoli 12 e 13, nonché gli interventi di ristrutturazione edilizia di edifici.

2. L'attuazione degli interventi e delle trasformazioni di natura urbanistica ed edilizia previsti dai piani di assetto e uso del territorio vigenti alla data di adozione del Piano e diversi da quelli di cui agli articoli 12 e 13 e dagli interventi di ristrutturazione edilizia, è subordinata alla verifica della compatibilità idraulica condotta sulla base della scheda tecnica allegata alle presenti norme (All. A punti 2.1 e 2.2) solo nel caso in cui sia accertato il superamento del rischio specifico medio R2.

3. Le previsioni contenute nei piani urbanistici attuativi che risultano approvati alla data di adozione del Piano si conformano alla disciplina di cui al comma 2.

4. Tutti gli interventi e le trasformazioni di natura urbanistica ed edilizia che comportano la realizzazione di nuovi edifici, opere pubbliche o di interesse pubblico, infrastrutture, devono in ogni caso essere collocati a una quota di sicurezza idraulica pari ad almeno 0,5 m sopra il piano campagna. Tale quota non si computa ai fini del calcolo delle altezze e dei volumi previsti negli strumenti urbanistici vigenti alla data di adozione del Piano.

ALLEGATO A – ARTICOLO 2: Verifica di compatibilità idraulica

2.1 METODO DI ANALISI

La caratterizzazione delle condizioni idrauliche nello stato di fatto e nello stato di progetto deve essere effettuata applicando le metodologie correlate alla tipologia di fenomeno di cui al punto 1.1 (alluvione di pianura, alluvione costiera, colata detritica, alluvione torrentizia), per verificare che l'intervento proposto sia in condizioni di sicurezza e non generi incremento di pericolosità dell'area interessata nonché a valle o a monte della stessa per un evento di piena caratterizzato da un tempo di ritorno pari a 100 anni.

In alternativa tali analisi possono essere condotte implementando un modello idraulico bidimensionale ad area limitata di adeguata estensione (almeno 2km a monte e a valle dell'area interessata) correlato alla tipologia di fenomeno (alluvione di pianura, alluvione costiera, colata detritica, alluvione torrentizia). Il modello nella configurazione esistente del territorio - stato di fatto - dovrà essere calibrato utilizzando come riferimento i risultati delle analisi prodotte dall'Autorità di bacino dalle quali consegue l'attuale mappatura del pericolo.

2.2 SOFTWARE MESSI A DISPOSIZIONE DALL'AUTORITÀ DI BACINO

L'Autorità di bacino mette a disposizione per la modellazione delle colate detritiche il modello DFRM scaricabile dalla piattaforma SIGMA (<https://sigma.distrettoalpiorientali.it/>).

L'Autorità di bacino mette a disposizione il software HERO, scaricabile dalla piattaforma SIGMA (<https://sigma.distrettoalpiorientali.it/>), per la valutazione del pericolo e del rischio per tutti i tipi di fenomeno.

3 INQUADRAMENTO DELL'AREA OGGETTO DI INTERVENTO

3.1.1 Descrizione dell'intervento

L'area nella quale si intende realizzare l'impianto ha una superficie complessiva pari a circa 0,28 ha e ricade all'interno del territorio del comune di S. Giorgio di Nogaro (UD).

L'area è collocata a est rispetto al centro del comune di San Giorgio di Nogaro nei pressi del limite comunale in sinistra idraulica rispetto al Fiume Corno.

L'area di intervento, suddivisa in due distinte porzioni di terreno, è inquadrata nelle figure che seguono.

L'intervento prevede l'ampliamento di un parcheggio a servizio del centro Canoa "Remo Cristofoli", e si colloca precisamente a nord del centro stesso, il quale è situato in corrispondenza dell'immissione della Roggia Zumiel nel Fiume Corno.

Il parcheggio inoltre è situato in sinistra idraulica della Roggia Vieri, prima della sua immissione nella Roggia Zumiel (Figura 4).

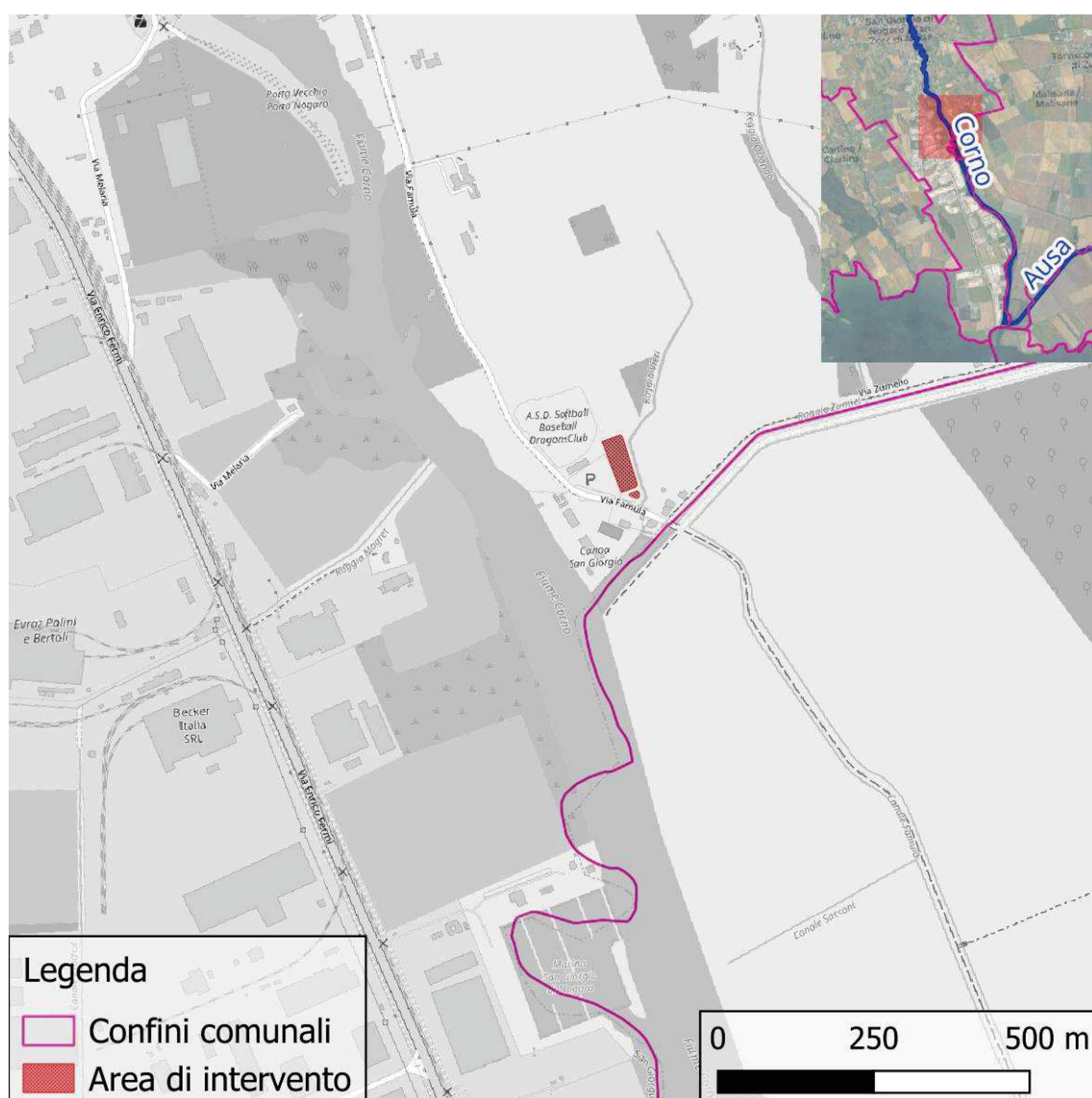


Figura 2 - Inquadramento dell'area di intervento (scala 1:25000) su base Open Street Map.



Figura 3 -Inquadramento dell'area di intervento (scala 1:10000) su ortofoto.



Figura 4 - Dettaglio della localizzazione dell'area di intervento su ortofoto.

3.1.2 Inquadramento idrografico dell'area di intervento

L'area di intervento si colloca in sinistra idraulica del Fiume Corno, in prossimità della confluenza con la Roggia Zumiel. L'intervento interessa inoltre un ambito prossimo alla destra idraulica della Roggia Vieri, la quale confluisce poco più a valle nella Roggia Zumiel (Figura 4).

Procedendo verso valle lungo il Fiume Corno, si rileva la presenza della darsena del porto marittimo commerciale Margreth, nell'ambito di Porto Nogaro.

Prima dello sbocco nella Laguna di Marano e Grado, il Fiume Corno riceve inoltre, in destra idraulica, le acque del Fiume Ausa.

Il sistema idrografico in esame ricade nell'ambito di competenza del Consorzio di Bonifica Pianura Friulana, che provvede alla gestione e al presidio delle principali opere idrauliche presenti nel territorio.

In particolare, lungo il Fiume Corno risultano presenti due impianti idrovori gestiti dal Consorzio:

- Idrovora Valletta, costituita da 2 unità di sollevamento, con portata complessiva pari a 2.300 l/s;
- Idrovora Planais, costituita da 4 unità di sollevamento da 4.000 l/s ciascuna, e altre 5 unità, per una portata complessiva pari a 24'500 l/s.

3.1.3 Pericolosità idraulica nell'area di intervento

L'area si trova in una zona individuata a pericolosità idraulica P2 ai sensi del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) predisposto dall'Autorità di Distretto delle Alpi Orientali.

Nello specifico, dal portale <https://sigma.distrettoalpiorientali.it> messo a disposizione dall'Autorità di Distretto per la consultazione delle mappe di allagabilità, di pericolosità idraulica si sono osservate le seguenti caratteristiche:

- Tiranti per TR=30 anni: 50 – 100 cm;;
- Tiranti per TR=100 anni: 50 – 100 cm;
- Tiranti per TR=300 anni: 50 – 100 cm e 100-150 cm;
- Pericolosità idraulica media P2;
- Rischio idraulico moderato R1 e medio R2.

Le mappe presentate nelle pagine che seguono danno evidenza di tali risultati.

L'intervento ricade interamente in aree a pericolosità media (P2) nella cartografia del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni.

Al fine di verificare la coerenza dell'intervento con quanto previsto dalle Norme Tecniche di Attuazione del Piano, l'Autorità di Distretto ha richiesto di acquisire:

1. l'attestazione del non superamento del rischio specifico moderato R1 utilizzando l'applicativo HEROlite, disponibile sulla piattaforma SIGMA all'indirizzo <https://sigma.distrettoalpiorientali.it>;

2. la verifica della compatibilità idraulica condotta sulla base della scheda tecnica allegata alle N.T.A. (All. A punti 2.1 e 2.2);

Le pagine che seguono rendono conto delle attività che sono state condotte al fine di dimostrare la Compatibilità Idraulica dell'intervento previsto.



Figura 5 – Mappa dei tiranti di allagamento generati a seguito di un evento con tempo di ritorno di 30 anni con indicazione dell'area di intervento.

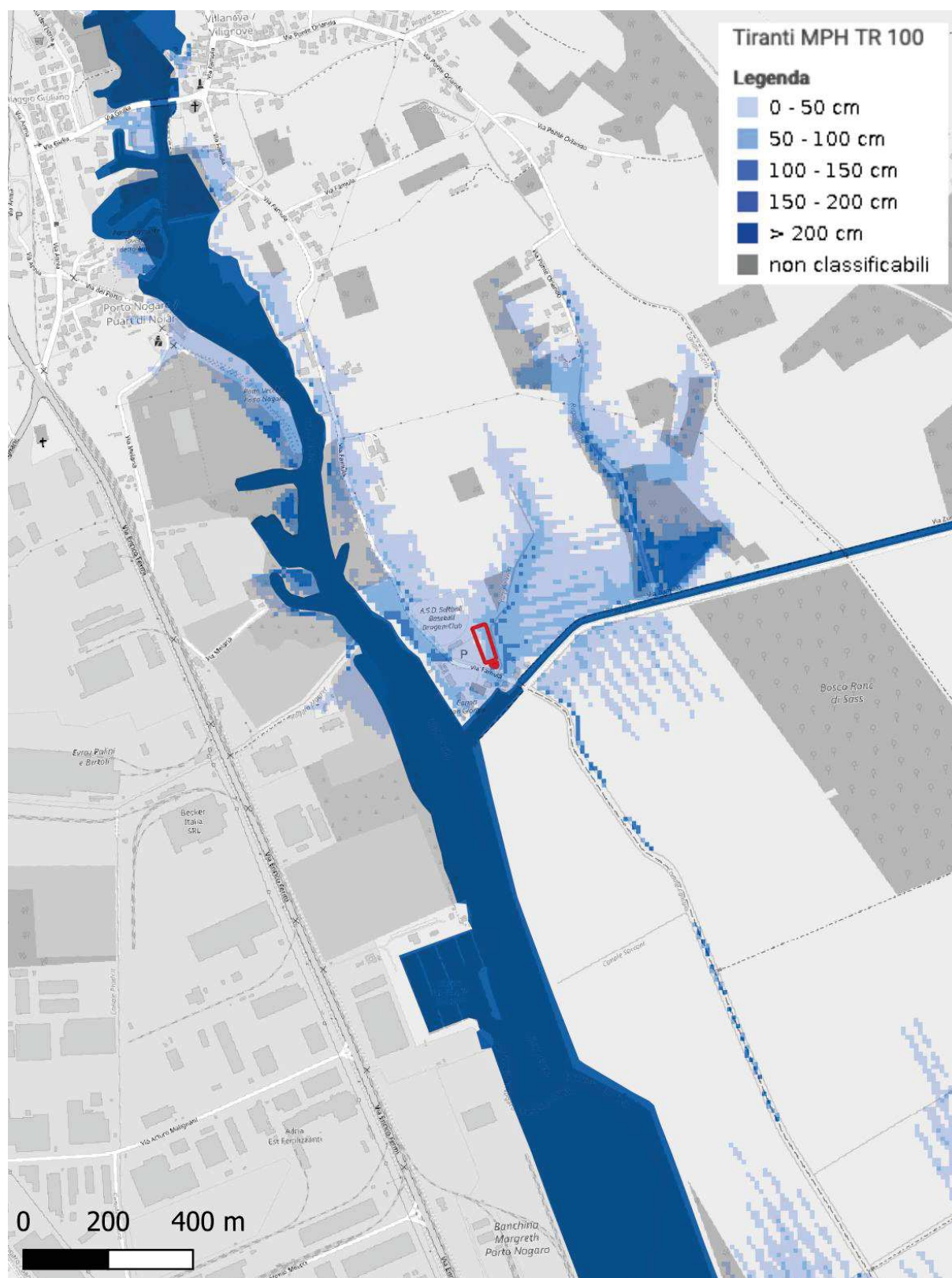


Figura 6 – Mappa dei tiranti di allagamento generati a seguito di un evento con tempo di ritorno di 100 anni con indicazione dell'area di intervento.

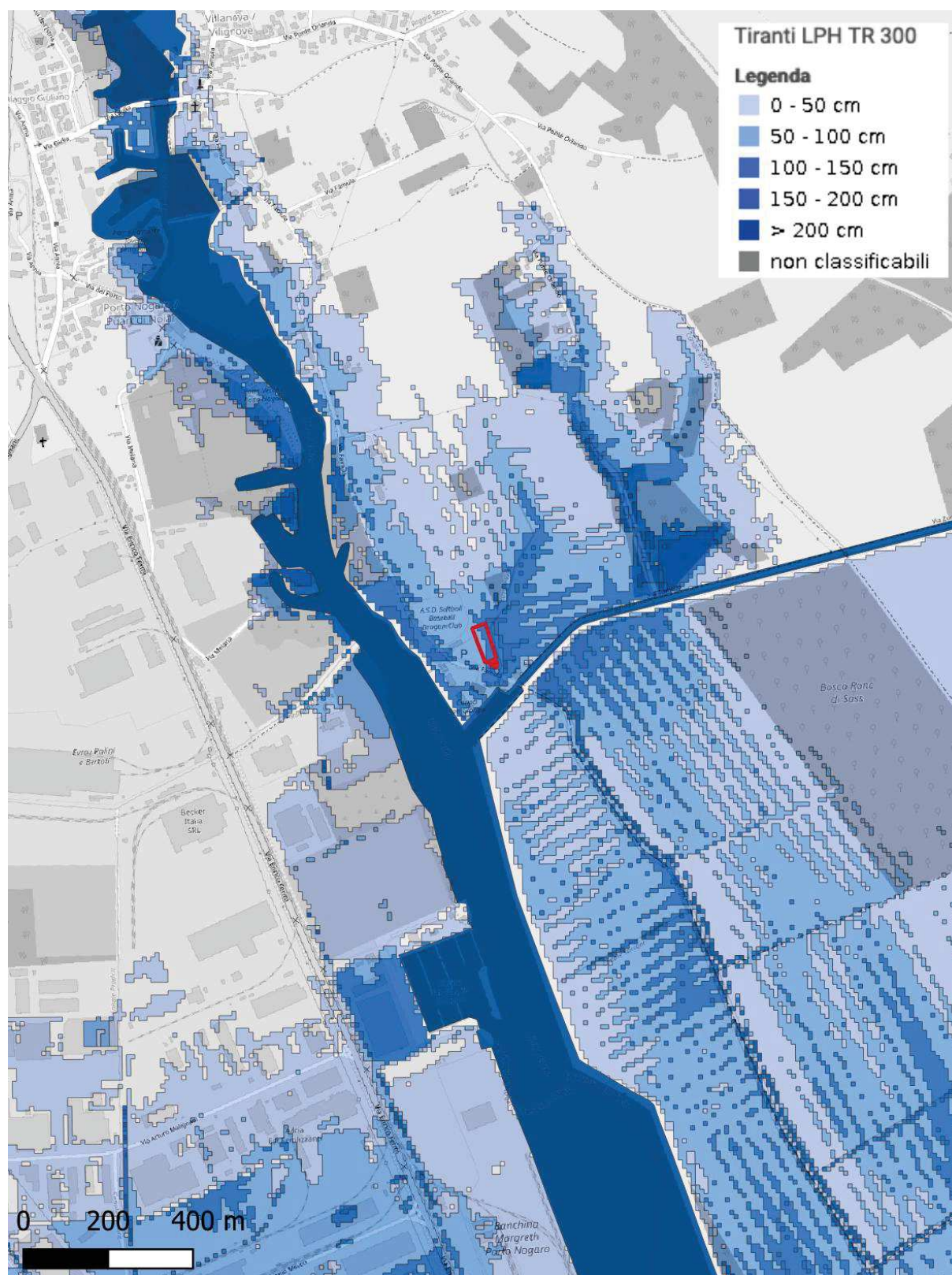


Figura 7 – Mappa dei tiranti di allagamento generati a seguito di un evento con tempo di ritorno di 300 anni con indicazione dell'area di intervento.

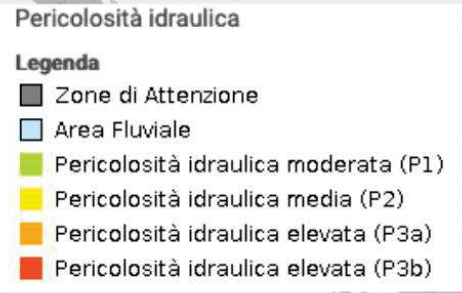


Figura 8 – Mappa della pericolosità idraulica con indicazione dell'area di intervento.



18

4 IDROLOGIA

Le informazioni relative alla caratterizzazione idrologica dell'evento alluvionale da simulare sono per la presente applicazione derivate esclusivamente da informazioni rese disponibili dall'Autorità di Distretto nel portale <https://sigma.distrettoalpiorientali.it>.

Nel portale, infatti, sono disponibili gli idrogrammi risultanti dalle simulazioni condotte dall'Autorità di Distretto:

- alla sezione del Fiume Corno in corrispondenza dell'attraversamento del ponte della linea ferroviaria che attraversa il Comune di San Giorgio di Nogaro;
- nelle sezioni di chiusura dei vari bacini idrografici a scolo naturale afferenti al Fiume Ausa
- alle sezioni di chiusura dei bacini idrografici delle rogge Magret e Zumiel, e del canale Lamars.

A tali idrogrammi vanno aggiunti gli apporti generati sulle aree a scolo meccanico, presso le seguenti idrovore:

- sul fiume Corno:
 - o Idrovora Planais
 - o Idrovora Valletta
- sul fiume Ausa:
 - o Idrovora Nogaredo;
 - o Idrovora Belvat;
 - o Idrovora Banduzzi;
 - o Idrovora Caffaro;
 - o Idrovora Sarcinelli.

L'apporto delle idrovore può ritenersi limitato alla massima capacità di sollevamento degli impianti, per l'intera durata dell'evento di piena. Tipicamente, infatti, il sistema di bonifica a sollevamento meccanico accumula in rete i volumi di piena, sfruttando l'effetto di laminazione generato dall'invaso nei canali, e rilascia nel ricettore le portate effettivamente sollevabili dall'impianto. L'eventuale insufficienza dell'impianto produce allagamenti a monte dell'idrovora ma non altera i flussi scaricati nel ricettore. È del tutto ragionevole e accettabile ignorare nell'analisi proposta i criteri di avvio e arresto delle pompe.

Le caratteristiche delle idrovore e dei bacini afferenti sono state desunte dal Piano di Classifica del Consorzio Pianura Friulana, di cui si riporta di seguito una corografia dei bacini. Vale la pena precisare che le idrovore con recapito nel fiume Corno sono inserite puntualmente nel modello, mentre sul fiume Ausa la sezione di input del modello è posta a valle dei canali di scarico delle idrovore e pertanto le relative portate sono state aggiunte agli idrogrammi naturali forniti dall'Autorità di Distretto.

Nell'ambito della presente applicazione, si è fatto uso degli idrogrammi forniti con tempo di ritorno di 100 anni, coerentemente le indicazioni sulla Verifica di Compatibilità Idraulica nelle Norme Tecniche del PGRA.

Si riportano di seguito gli idrogrammi utilizzati per il fiume Corno e nella sezione immissione del fiume Ausa nel Corno.

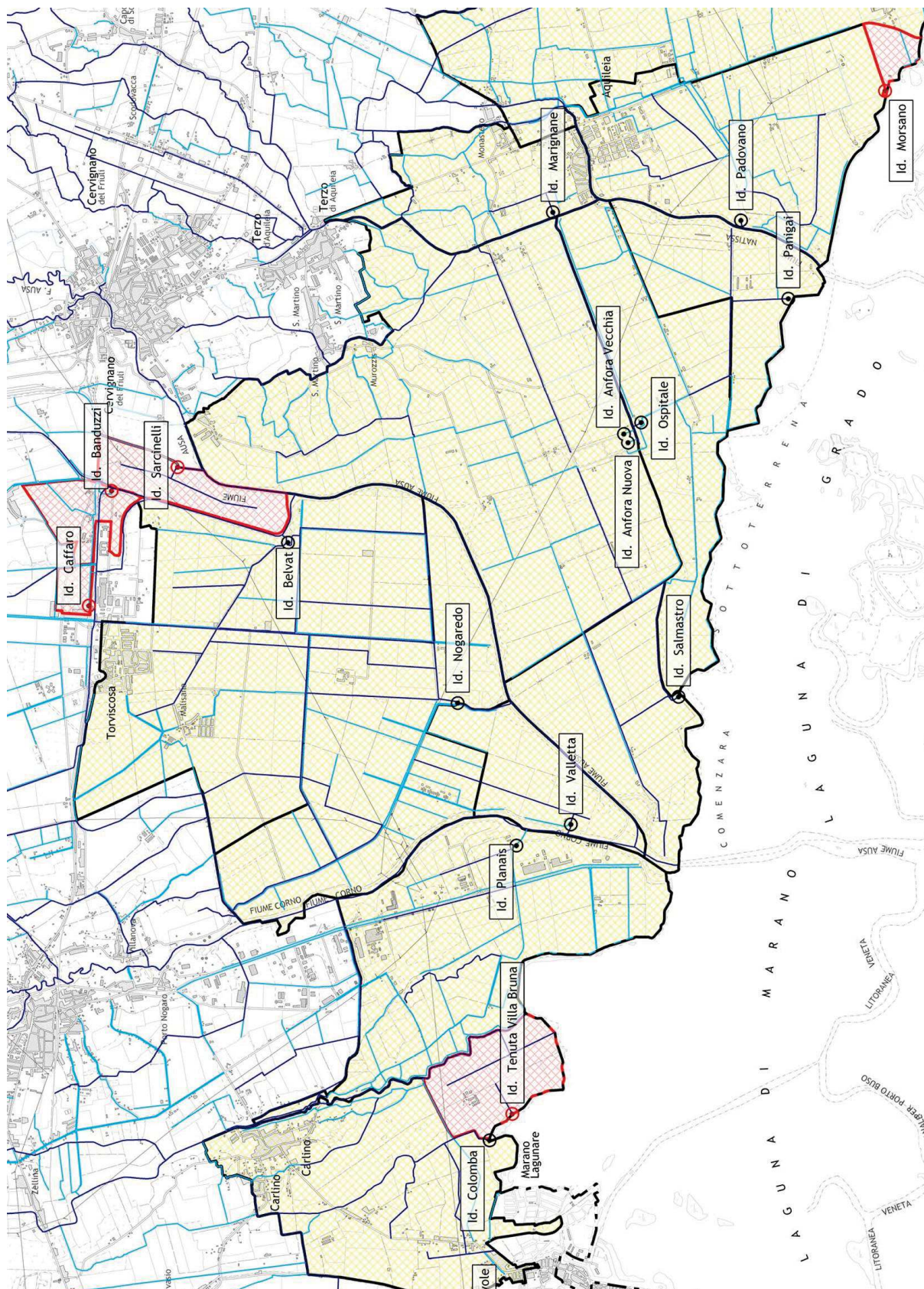


Figura 10 – Particolare dell’Allegato 3 al Piano di Classifica del Consorzio di bonifica della Pianura Friulana- Strutture di bonifica - sottobacini a scolo meccanico e impianti idrovori.

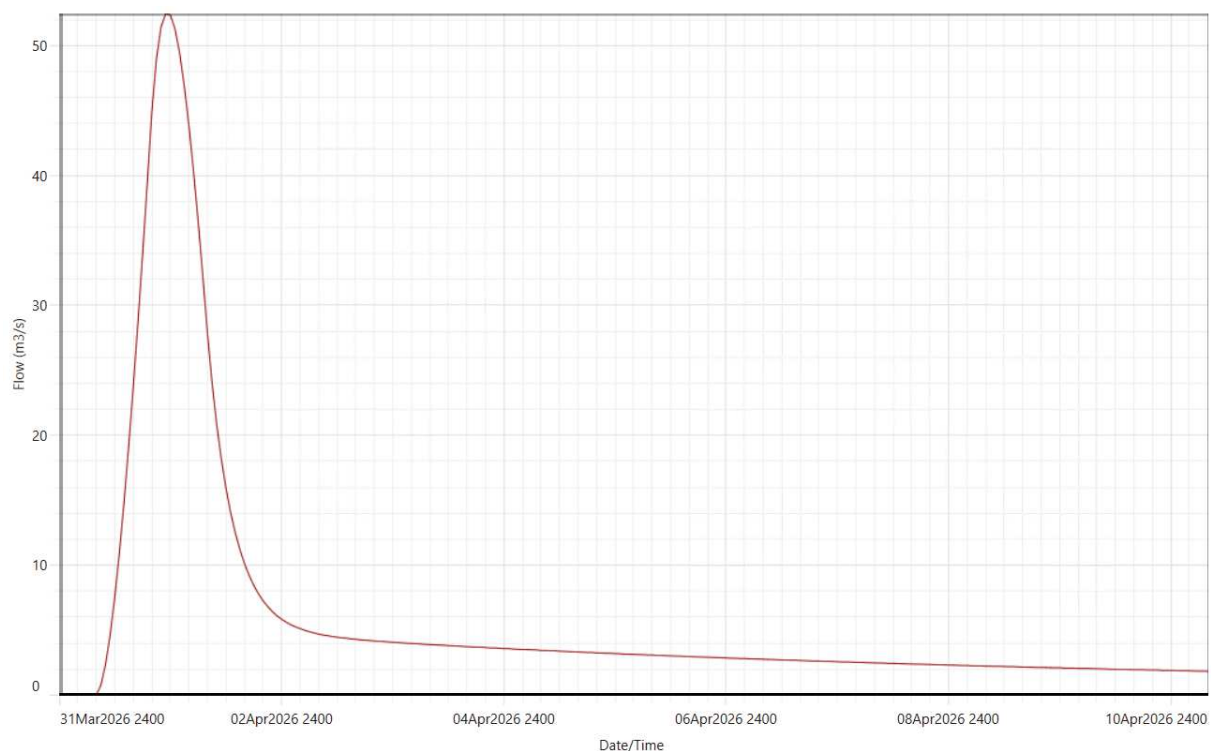


Figura 11 – Idrogramma forniti dall'Autorità di Distretto per il fiume Corno a valle della linea ferroviaria per un tempo di ritorno pari a 100 anni.

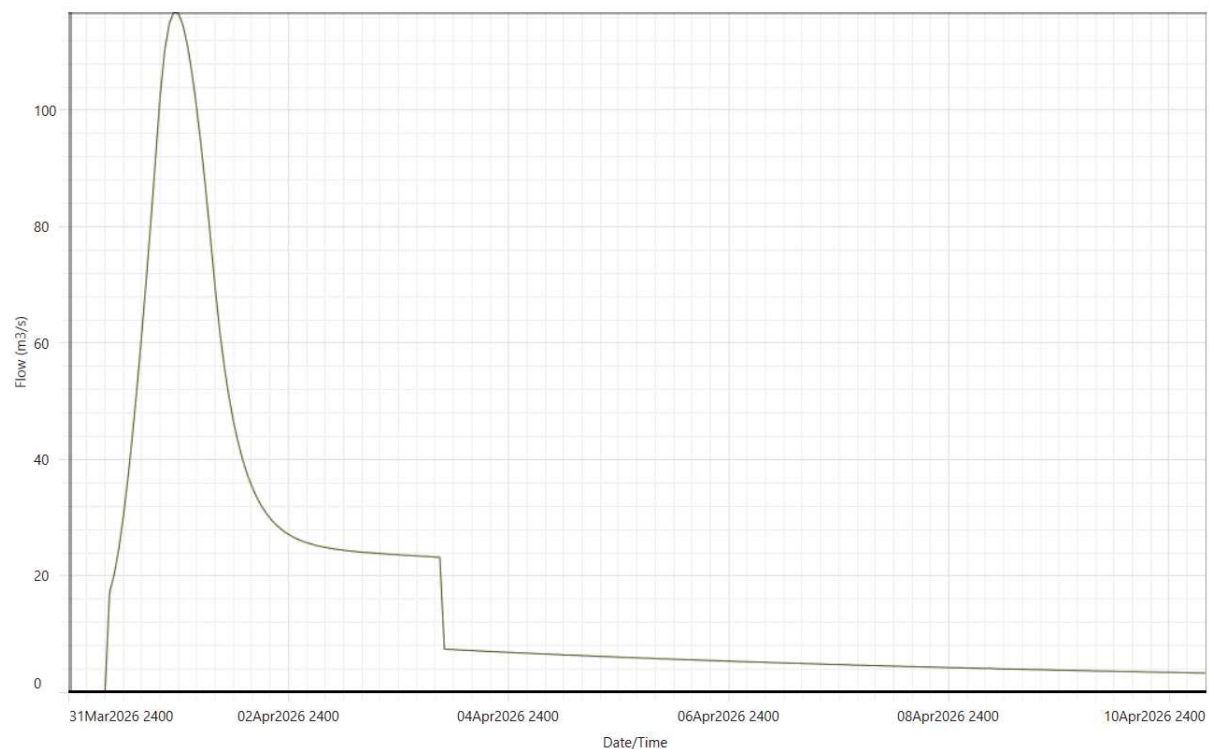


Figura 12 – Idrogramma calcolato per il fiume Ausa a partire dagli idrogrammi forniti dall'Autorità di Distretto per i bacini afferenti all'Ausa per un tempo di ritorno pari a 100 anni. Si osservi che l'idrogramma include l'apporto degli impianti idrovori del bacino, per circa 16 m³/s, per i quali si ipotizza l'arresto per t=40 h, in piena fase di esaurimento delle portate.

5 MODELLAZIONE IDRODINAMICA

L'analisi idrodinamica è stata svolta implementando un modello idrodinamico bidimensionale con il software HEC-RAS. Il modello matematico-numerico utilizzato per le simulazioni del sistema idraulico oggetto di studio è il codice "HEC-RAS River Analysis System", sviluppato dall'U.S. Army Corps of Engineering – Hydrologic Engineering Center. La versione del modello utilizzata è la numero 7.0 aggiornata ad aprile 2026.

HEC-RAS consente il calcolo idraulico monodimensionale di canali naturali ed artificiali, sia in condizioni di moto permanente che di moto vario, tenendo conto dell'influenza sul moto di manufatti di vario tipo (ponti, tombini, briglie, sfioratori, paratoie, ecc...) eventualmente presenti nel sistema. Possono essere modellati sia canali singoli sia reti di canali naturali od artificiali, chiuse od aperte, con regimi di corrente lenta, veloce e di tipo "misto".

Il programma consentiva inizialmente solo analisi stazionarie in moto permanente, rinviando ad un altro software privo di interfaccia grafica, denominato HEC-UNET, l'analisi monodimensionale a moto vario di reti di canali. Dalla versione 3.0 i due moduli sono stati integrati in HEC-RAS. Dalla versione 5.0 è stata aggiunta la possibilità di modellare domini di calcolo bidimensionali. La versione 6.0 estende ai canali monodimensionali il motore di calcolo ai volumi finiti predisposto per le aree 2d, consentendo una più agevole modellazione in caso di canali ripidi o con tiranti ridotti o nulli.

5.1 Descrizione del modello utilizzato

Il campo di moto in un corso d'acqua è, in generale, tridimensionale. In molti casi, tuttavia, è ragionevole assumere delle ipotesi semplificate e trascurare alcune componenti del moto. In molti casi, ad esempio, la componente verticale del moto (cioè la velocità lungo l'asse z) è decisamente trascurabile e l'acqua tende a muoversi su un piano debolmente inclinato. Laddove siano adeguatamente trattate specifiche singolarità come i salti di fondo o gli imbocchi e gli sbocchi di tombini e strettoie, l'ipotesi di moto bidimensionale è del tutto ragionevole e soddisfacente.

Per i corsi d'acqua, poi, la corrente tende a svolgersi secondo una direzione prevalente, quella lungo l'asse del canale o del torrente, e sono valide le ipotesi delle correnti lineari. I modelli unidimensionali si applicano pertanto quando la corrente si svolge secondo una direzione prevalente e presenta estensione trasversale limitata, come avviene per la maggior parte dei corsi d'acqua. Le grandezze medie in ogni sezione dipendono solo dalla coordinata longitudinale s e dal tempo t .

Analizzando la variabilità temporale del moto, si ha generalmente un moto di tipo vario (*unsteady*), variabile nel tempo. Talvolta le variazioni temporali sono talmente lente che il moto può invece essere considerato permanente (*steady*).

Le correnti monodimensionali sono governate dal sistema di equazioni di De Saint Venant, costituite da un'equazione dinamica e un'equazione di continuità:

$$\begin{cases} \frac{\partial E}{\partial x} = -\frac{\beta}{g} \frac{\partial U}{\partial t} - S_f \\ \frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} = 0 \end{cases}$$

In regime di moto permanente, l'equazione di continuità (seconda riga) si riconduce ad un solo termine, essendo nulla qualsiasi derivata rispetto al tempo, ed esprime il fatto che la portata è costante lungo il canale, a meno di specifiche immissioni.

Lo sviluppo dell'equazione dinamica consente di mettere in evidenza i diversi termini in gioco a seconda della tipologia di variabilità temporale:

$$\underbrace{j = i_f}_{\text{moto uniforme}} - \underbrace{\frac{\partial h}{\partial x} - \alpha \frac{U}{g} \frac{\partial U}{\partial x} - \frac{\beta}{g} \frac{\partial U}{\partial t}}_{\text{moto permanente}} = \text{moto vario}$$

Nel moto cosiddetto uniforme la dissipazione di energia per unità di lunghezza equivale alla pendenza del fondo, nel moto permanente vi può essere lungo l'ascissa una trasformazione di energia potenziale (rappresentata dal termine h) in energia cinetica (rappresentata dalla velocità v), vale a dire un fenomeno spaziale di accelerazione o rallentamento della corrente. Nel moto vario è aggiunto un termine temporale, che riflette le possibili variazioni nel tempo della portata, dovute alla variabilità del flusso in transito.

Poiché nel presente studio si è inteso analizzare la dinamica dei possibili allagamenti, si è reso necessario accoppiare alla modellazione monodimensionale dei corpi idrici di interesse la simulazione di flusso bidimensionale delle possibili aree di esondazione.

Le equazioni alla base del modello HecRas 2D sono le medesime equazioni di De Saint Venant, ovvero equazioni di continuità ed equazioni di conservazione della quantità di moto, espresse lungo le dimensioni planimetriche x e y . Le equazioni di conservazione della quantità di moto possono spesso essere semplificate trascurando i termini inerziali relativi alle accelerazioni locali e convettive. Tale approssimazione è detta dell'onda diffusiva ed è stata adottata nella presente applicazione.

Le equazioni di De Saint Venant vengono risolte suddividendo l'intero dominio di calcolo in celle di dimensioni relativamente ridotte. Su ciascuna cella, ad ogni passo di calcolo, il software procede a operare un bilancio dei volumi sulla base dei flussi che avvengono lungo le facce della cella.

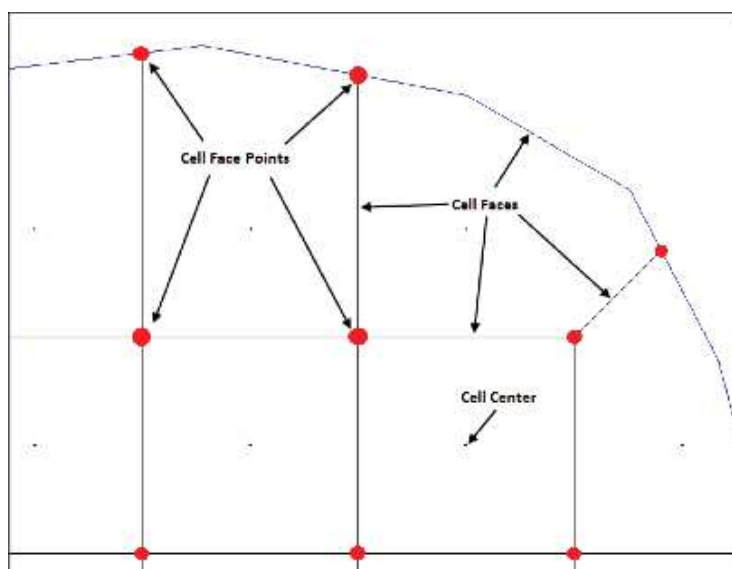


Figura 13 - Dettaglio del dominio di calcolo bidimensionale (immagine tratta da "2D Modeling User's Manual - HECRAS").

Lo schema di calcolo numerico è basato su una impostazione ai volumi finiti implicita. Tale impostazione consente di ottenere diversi vantaggi tra cui una maggiore stabilità numerica, anche con time step di calcolo maggiori, rispetto a schemi di risoluzione espliciti, la possibilità per le celle di essere asciutte all'inizio della simulazione e bagnarsi se investite dalla corrente, ecc.

Il dominio di calcolo viene pre-processato dal software in modo da creare una serie di tabelle idrauliche di supporto alla simulazione idrodinamica. In tal modo, il software costruisce delle relazioni su ciascuna cella che mettono in relazione l'elevazione e il volume. Ciò significa che le celle di calcolo non sono considerate come piatte, ma anche celle di dimensioni maggiori conservano l'informazione sull'andamento delle quote altimetriche al loro interno. Sui lati invece, attraverso cui avvengono gli scambi di portata, il software traccia le sezioni di collegamento tra celle adiacenti, e su tali sezioni calcola le relazioni che accoppiano l'elevazione con il perimetro bagnato, l'area e la scabrezza. Tale considerazione permette di evidenziare la necessità di basare le simulazioni bidimensionali su di un modello digitale del terreno quanto più accurato possibile. Infatti, è proprio la risoluzione del terrain a vincolare le scelte modellistiche successive. La dimensione delle celle di calcolo sarà infatti sicuramente maggiore rispetto alla risoluzione del terrain.

Il reticolo di calcolo generato dal software è regolare nel dominio di calcolo. Ciò non avviene in corrispondenza di ostacoli invece, come ad esempio lungo il perimetro irregolare del dominio di calcolo. Qui la maglia di calcolo si adatta e distorce la forma delle celle per adattarsi al perimetro irregolare. Lo stesso può avvenire nel caso in cui siano introdotte delle linee di interruzione del flusso d'acqua (breaklines) all'interno del dominio di calcolo. È il caso ad esempio di una strada in rilevato, di un argine o di un edificio, su cui dovranno appoggiarsi le facce delle celle, come riportato nell'immagine che segue.

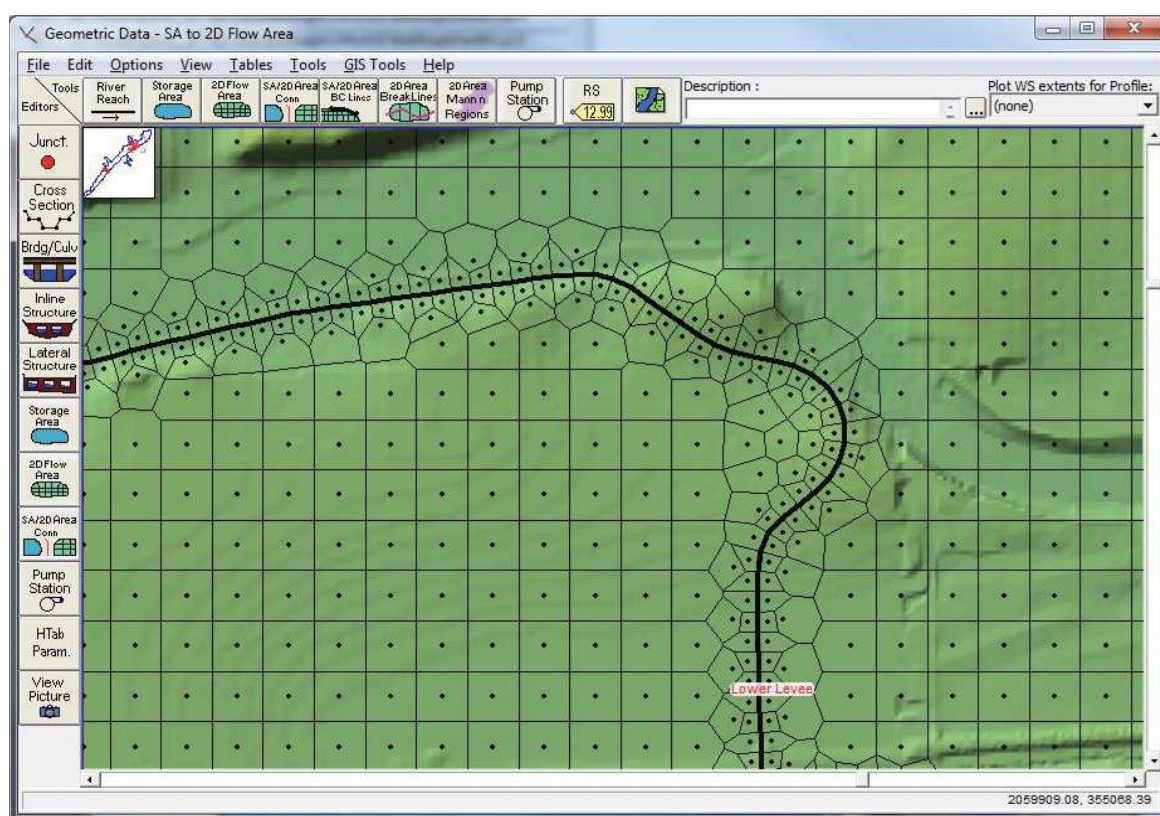


Figura 14 - Esempio di vincolo al reticolo di calcolo tramite breaklines (immagine tratta da "2D Modeling User's Manual - HECRAS").

In questo modo sono annullati gli scambi di portata attraverso la faccia delle celle coincidenti con la breakline, come di fatto avviene nella realtà. Il mancato inserimento di tali elementi all'interno del dominio di calcolo rende casuale la rappresentanza di tali interruzioni di flusso.

Un ulteriore elemento da fornire al software per la modellazione idrodinamica bidimensionale è la scabrezza da associare a ciascuna cella del dominio di calcolo. Ciò serve per il calcolo dei flussi di portata scambiati tra celle e per il calcolo delle quote idrometriche.

Nei domini di calcolo di HEC-RAS è possibile inserire ulteriori elementi importanti ai fini della modellazione. Gli elementi più comuni sono ad esempio le strutture di connessione: esse permettono l'introduzione o la sottrazione di portata nel dominio di calcolo, oppure consentono lo scambio di portata tra due aree bidimensionali. All'interno della stessa area bidimensionale è inoltre possibile inserire elementi di collegamento tra celle, come richiesto ad esempio quando il rilievo del terreno introduca una discontinuità all'interno della rete idrografica.

Le strutture di interconnessione consentono anche di collegare tratti d'alveo, analizzati con un modello monodimensionale, con aree bidimensionali di esondazione. Con tale impostazione, non appena il livello in alveo raggiunge una quota di esondazione, la portata viene trasmessa alle celle del dominio bidimensionale immediatamente adiacenti, per propagarsi nelle aree laterali. Da qui può ristagnare, uscire dal sistema, in sezioni preposte, oppure può rientrare nuovamente in alveo, quando e dove le condizioni idrometriche lo consentano. Il vantaggio di un'impostazione 1D-2D per la simulazione idraulica, rispetto a un bidimensionale puro, consiste in una velocità molto maggiore di calcolo e nella possibilità di inserire nella simulazione strutture quali briglie e ponti che sono dettagliatamente implementati nel modello 1D.

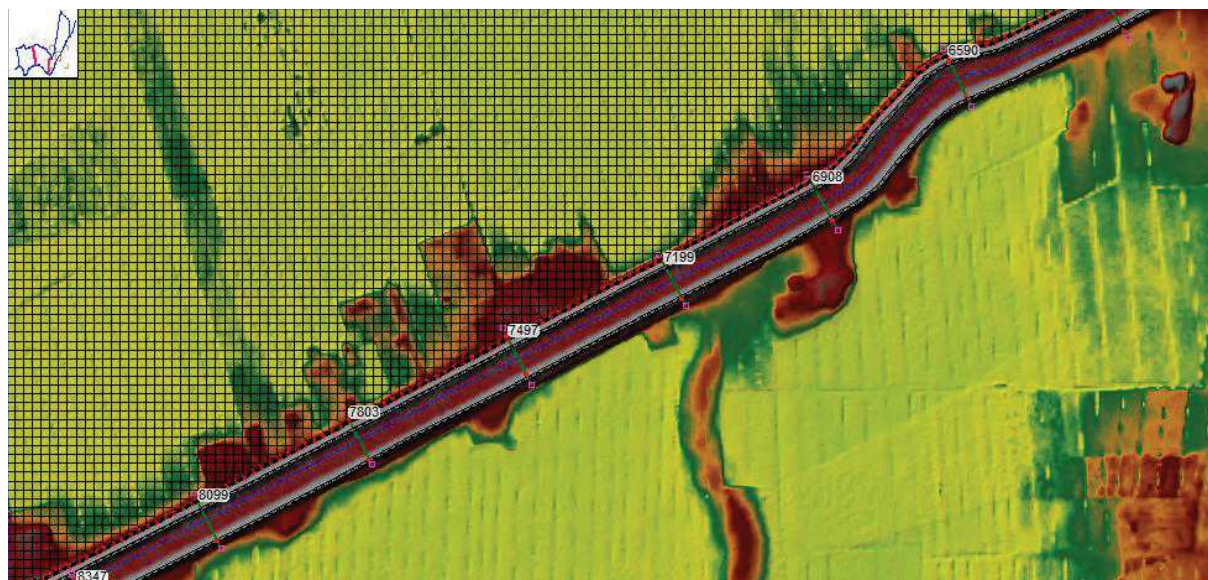


Figura 15 - Esempio di simulazione 1D-2D: la rete principale (in blu) è descritta mediante sezioni trasversali (in verde) a cui è collegato un dominio di esondazione 2D in sinistra idraulica.

Il software HEC-RAS consente anche di svolgere analisi relative al trasporto dei sedimenti ed analisi di propagazione e diffusione del calore e di soluti che però non sono stati considerati nella presente applicazione.

Nell'ambito del presente lavoro il modello implementato in HEC-RAS è un modello bidimensionale a fondo fisso e a moto vario.

5.2 Impostazione delle simulazioni

5.2.1 Caratteristiche geometriche del dominio di calcolo

La costruzione del modello idrodinamico bidimensionale nel tratto di interesse del fiume Corno e degli affluenti si è basata sulle informazioni topografiche rese disponibili dall'Autorità di Distretto attraverso il portale Sigma e da quelle ricavate dal portale IRDAT (<https://irdat.regione.fvg.it>) della Regione Friuli Venezia Giulia.

Il fiume Corno è stato descritto a partire dalla linea ferroviaria che attraversa il Comune di San Giorgio di Nogaro (limite nord del dominio di calcolo) fino allo sbocco nella Laguna di Marano e Grado (limite sud).

Le informazioni geometriche dell'alveo principale sono state ricavate a partire dal Lidar disponibile dal Portale della Regione Friuli Venezia Giulia, nella versione più recente riferita ai rilievi eseguiti nel periodo 2017–2020 (Figura 19). Il dato altimetrico utilizzato è caratterizzato da una maglia regolare con passo pari a 0,5 m.

A integrazione del dato LiDAR, le informazioni geometriche relative al tratto vallivo dell'alveo, a partire dalla darsena, sono state definite sulla base delle informazioni disponibili in merito al pescaggio dei natanti.

In assenza di un rilievo batimetrico specifico, sono stati pertanto considerati due scenari geometrici alternativi (Figura 16), finalizzati a rappresentare differenti condizioni di profondità del fondo alveo:

- scenario 1: quota del fondo alveo assunta pari a -7 m;
- scenario 2: quota del fondo alveo assunta pari a -5 m.

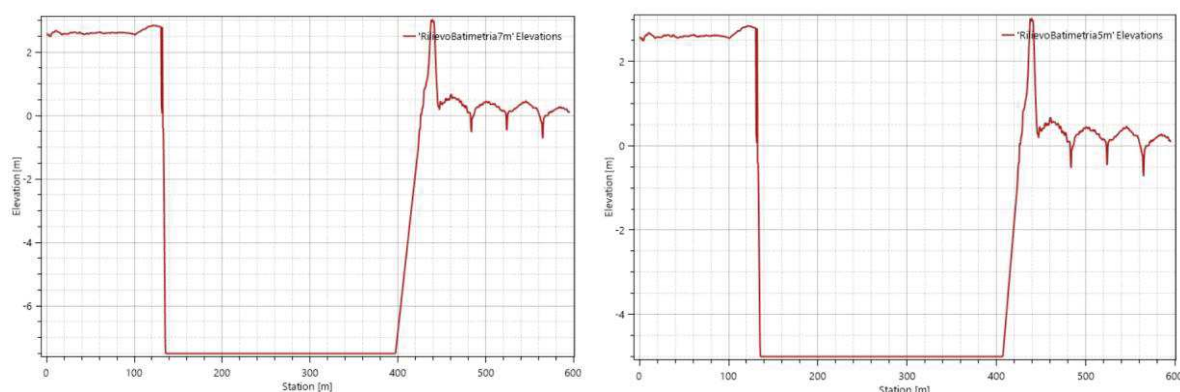


Figura 16 – Scenari di quota del fondo alveo in corrispondenza della darsena, a 7 m (sinistra) e 5 m (destra).

Analogamente è stata ricostruita la batimetria lagunare alla foce del Corno, sulla base altresì dei dati disponibili da rilievo batimetrico regionale.

Il tracciato dell'alveo è stato definito attraverso l'utilizzo delle *breaklines*, attraverso le quali è possibile definire una diversa caratterizzazione del valore di scabrezza n di Manning. Tale valore è stato assunto pari a 0.1 per le aree fuori alveo, pari a $10 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ di coefficiente di Gauckler-Strickler, e pari a 0.05 per l'alveo, pari a $20 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ di coefficiente di Gauckler-Strickler.



Figura 17 - Breaklines lungo il fiume Corno utilizzate nella presente modellazione idraulica.

Il passaggio successivo di costruzione della geometria del modello HecRas è consistito nell'individuazione di un dominio bidimensionale all'interno del quale poter simulare la propagazione di eventuali volumi in esubero dalla rete idrografica modellata.

È stato definito un dominio di calcolo finalizzato a ricomprendere integralmente l'area di allagamento individuata dal PGRA, includendo la porzione di territorio delimitata a sud dallo sbocco del Fiume Corno nella Laguna di Marano e Grado e a nord dalla linea ferroviaria che attraversa il Comune di San Giorgio di Nogaro.

In direzione ovest, il dominio segue in modo approssimativo i limiti comunali, mentre a est il perimetro si sviluppa prevalentemente lungo il tracciato del Canale Nogaredo. Nella porzione settentrionale, il limite orientale del dominio si raccorda poi mediante un collegamento diretto a partire dall'andamento longitudinale del canale stesso.

Il dominio bidimensionale risultante è raffigurato nell'immagine che segue con ortofoto di base.

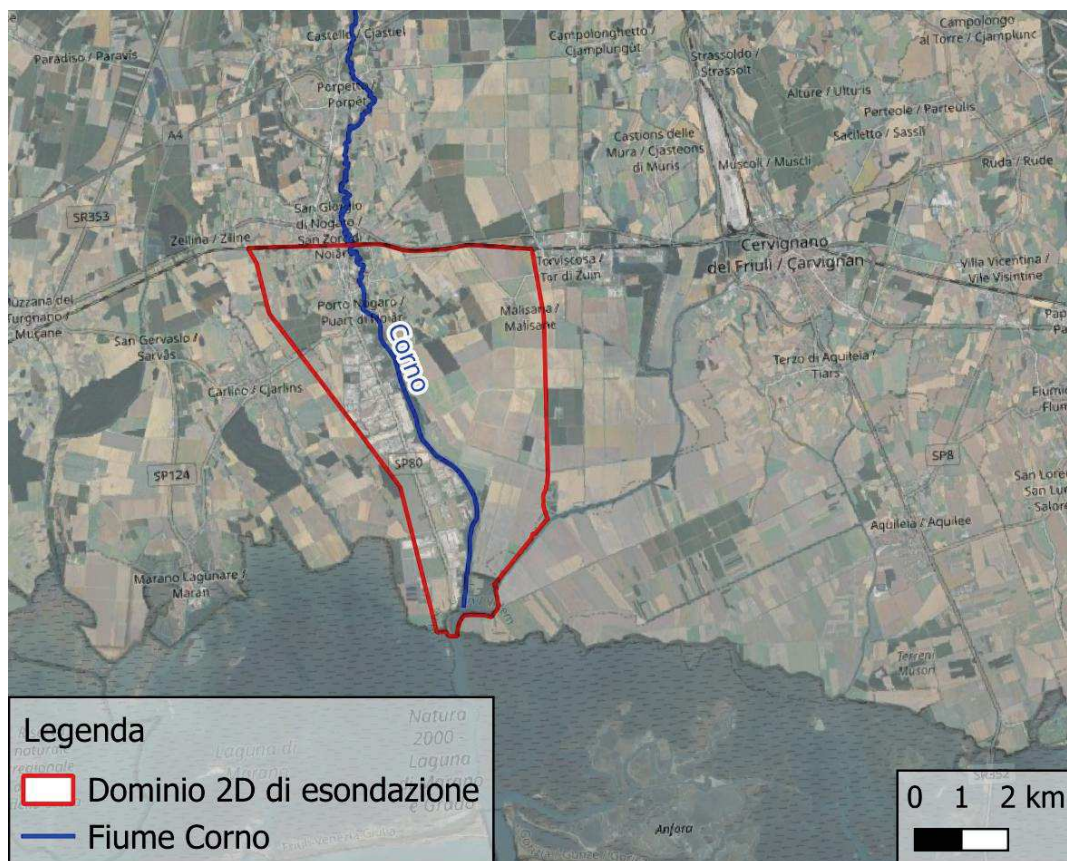


Figura 18 - Dominio bidimensionale utilizzato nel presente modello idraulico con ortofoto di base.

Il dominio di calcolo è stato discretizzato per mezzo di una maglia a elementi di lato pari a 15 m. La spazializzazione risulta distorta in corrispondenza del bordo del dominio di calcolo, con le celle che vanno ad adattarsi a un confine non regolare. Similmente, un processo di distorsione delle celle di calcolo avviene in corrispondenza di breaklines.

Il dominio bidimensionale risultante è raffigurato nell'immagine che segue con l'altimetria da Lidar visualizzata come scala di colori.

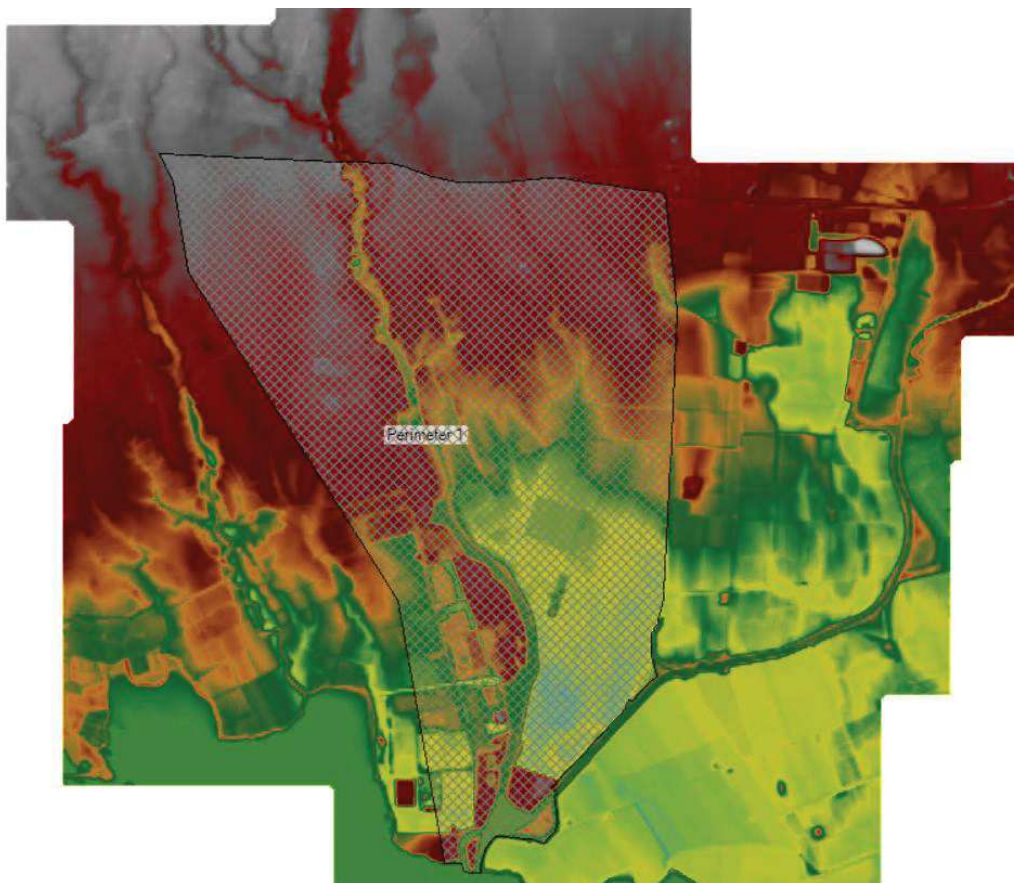


Figura 19 - Dominio bidimensionale utilizzato nel presente modello idraulico con rilievo del terreno.

5.2.2 Implementazione delle condizioni al contorno

Le condizioni al contorno per la simulazione sono state imposte nei seguenti punti:

- Fiume Corno:
 - Sezione di monte (linea ferroviaria) -> idrogramma di portata (Figura 11)
 - Sezione di valle (Laguna di Marano e Grado) -> idrogramma di livelli idrometrici relativi ai dati di marea della laguna (Figura 20).
 - Sezione di immissione della Roggia Magret -> idrogramma di portata
 - Sezione di immissione del Canale Lamars (in corrispondenza della darsena portuale) -> idrogramma di portata
 - Idrovora Planais e idrovora Valletta (situate entrambe poco più a monte dell'immissione del Fiume Ausa nel Corno) -> idrogramma di portata assunta costante e pari alla portata massima nominale di sollevamento (rispettivamente 24,5 m³/s e 2,35 m³/s).
- Roggia Zumiel -> idrogramma di piena
- Fiume Ausa (poco più a monte dell'immissione nel Fiume Corno) -> idrogramma di piena, come somma, senza traslazione alcuna, degli idrogrammi di piena dei sottobacini afferenti, disponibili nel Portale dell'Autoità di Distretto, delle massime portate di scarico delle idrovore sottese (cfr capitolo 4).

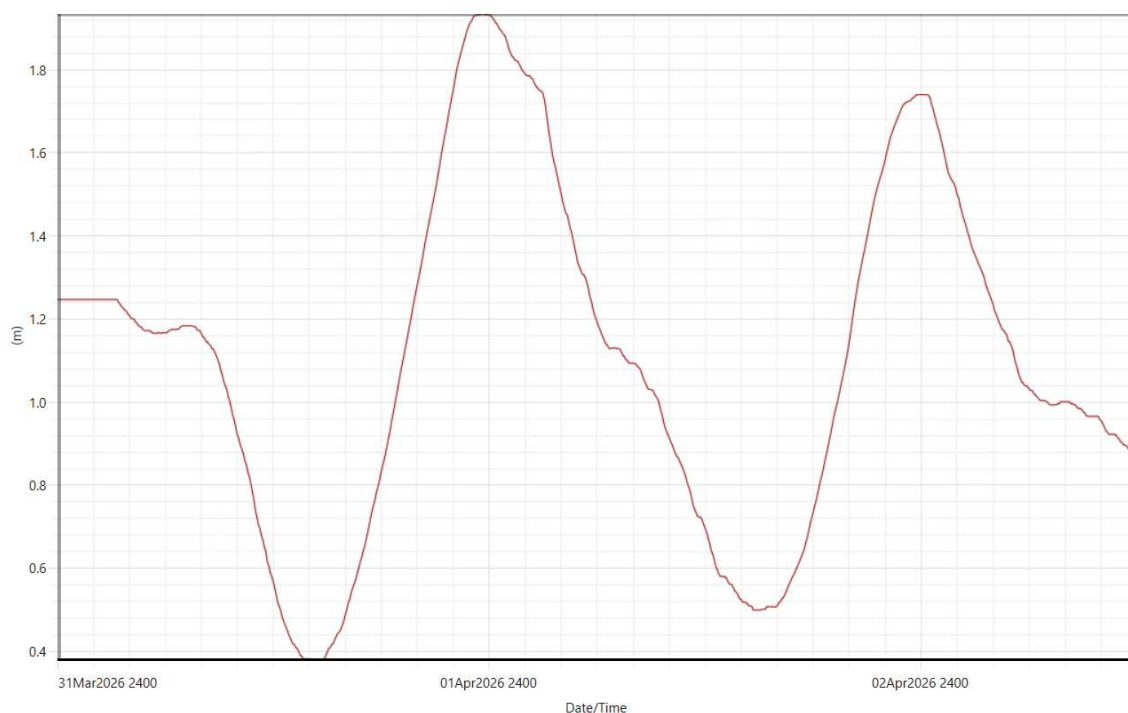


Figura 20 - Idrogramma di marea della Laguna di Marano e Grado.

Sul dominio sono state imposte le condizioni al contorno scaricate dal portale Sigma dell'Autorità di Distretto e corrispondenti alle condizioni idrometriche e di portata per un tempo di ritorno di 100 anni.

Non sono state apportate modifiche al dato originale scaricato dal portale dell'Autorità di Distretto.

Per i valori di marea si è fatto riferimento ugualmente ai livelli forniti dall'Autorità di Distretto. Si precisa che la serie temporale dei livelli di marea è specificatamente riferita alla foce del fiume Corno-Ausa, è identica per i tempi di ritorno di 30, 100 e 300 anni e presenta un massimo livello pari a 1,93 m s.m. (riferito allo zero della CTR), che nella simulazione è stato reso sincrono al picco di piena. Il livello di marea di 1,93 m s.m. corrisponde, nel sistema della Laguna di Venezia, a un valore di 216 cm rispetto allo zero mareografico di Venezia – Punta della Salute e non è stato mai osservato nella realtà in laguna di Venezia.

5.3 Risultati della modellazione idraulica

Gli scenari analizzati determinano i fronti di allagamento che sono di seguito rappresentati.

Con riferimento ai due scenari batimetrici ipotizzati per il fondo alveo, rispettivamente pari a -7 m e -5 m, le figure seguenti riportano il confronto dei risultati ottenuti in termini di tiranti idrici.

L'analisi comparativa non evidenzia differenze significative tra i due scenari, né in termini di estensione delle aree allagate né di distribuzione dei tiranti. Per tale motivo, nelle successive elaborazioni vengono presentati i risultati relativi allo scenario con quota del fondo alveo pari a -5 m, assunto come riferimento in quanto maggiormente cautelativo ai fini della valutazione idraulica.

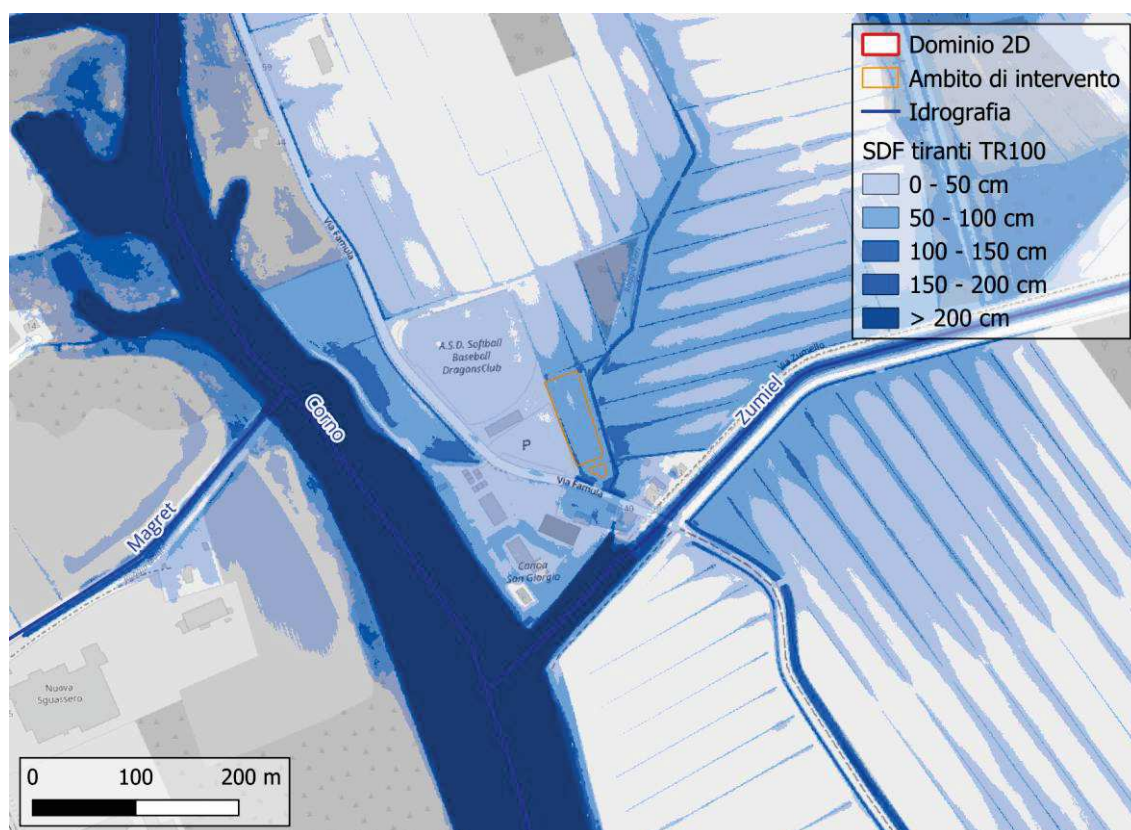


Figura 21 - Involuppo dei tiranti massimi di allagamento per TR100 secondo la presente modellazione idraulica in corrispondenza dell'area di intervento - scenario con quota del fondo alveo assunta pari a -7 m.

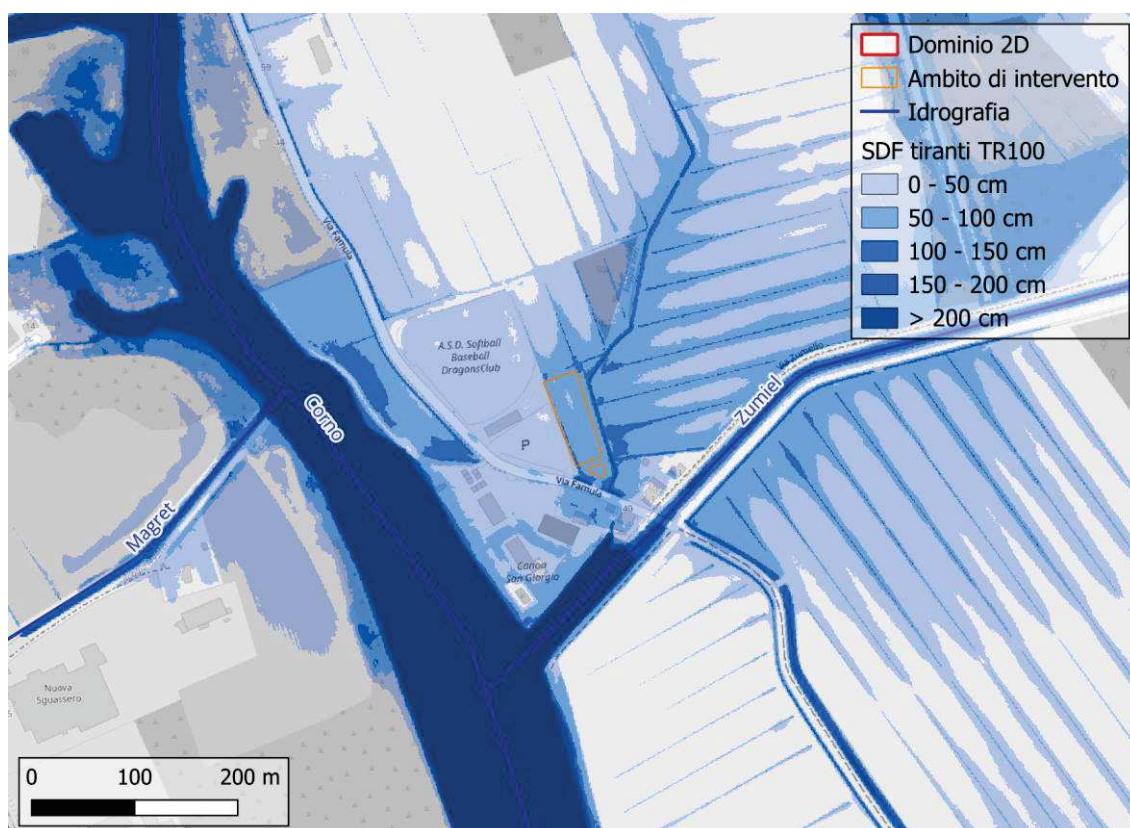


Figura 22 - Inviluppo dei tiranti massimi di allagamento per TR100 secondo la presente modellazione idraulica in corrispondenza dell'area di intervento - scenario con quota del fondo alveo assunta pari a -5 m.

Il dominio analizzato è contraddistinto dal punto di vista idrografico dall'essere un territorio di bonifica a scolo meccanico. Ciò perché tutti i principali elementi della rete idrografica principale (Corno e Ausa in particolare) hanno quote idrometriche ordinarie al di sopra del piano campagna. Per questo motivo l'area non ha possibilità di scarico naturale a gravità, ma può essere drenata esclusivamente tramite l'ausilio di impianti idrovori, come quelli utilizzati per definire le condizioni al contorno della presente modellazione.

Gli argini di conterminazione dell'area di bonifica lungo le sponde del fiume Corno presentano quote di sommità talora inferiori al livello di 1,93 m s.m. imposto a valle, e sono quindi soggetti a sormonto per effetto della marea.

Tale configurazione altimetrica condiziona i risultati delle simulazioni condotte. Infatti, l'area, se allagata per esondazioni o sormonti dalla rete superficiale principale, evidenzia uno sviluppo dell'allagamento secondo il quale l'acqua tende inizialmente ad occupare le aree più depresse per poi coinvolgere aree a quote più elevate a seconda dei volumi esondati dalla rete principale.

I livelli idrometrici in prossimità dell'area del Centro Canoa assumono valori prossimi a 1,93. Tale corrispondenza mostra che per effetto delle portate afferenti e dell'ampiezza del tratto terminale del fiume Corno, i livelli sono determinati esclusivamente dall'effetto di rigurgito da valle.

In termini di velocità, il fronte di allagamento presenta velocità massime che sono quasi ovunque inferiori ai 0.25 m/s, con alcune zone localizzate che presentano valori di poco superiori, compresi tra 0.25 m/s e 0.50 m/s. Nel dominio bidimensionale si generano quindi dei fronti di allagamento che si muovono molto lentamente grazie in particolare al fenomeno di rigurgito precedentemente descritto.

Si riportano di seguito gli inviluppi dei massimi tiranti e delle massime velocità del fronte di allagamento risultante per un tempo di ritorno pari a 100 anni. I risultati sono rappresentati nell'intero dominio di esondazione e con rappresentazione di dettaglio in

corrispondenza dell'area di intervento oggetto della presente Verifica di Compatibilità Idraulica.

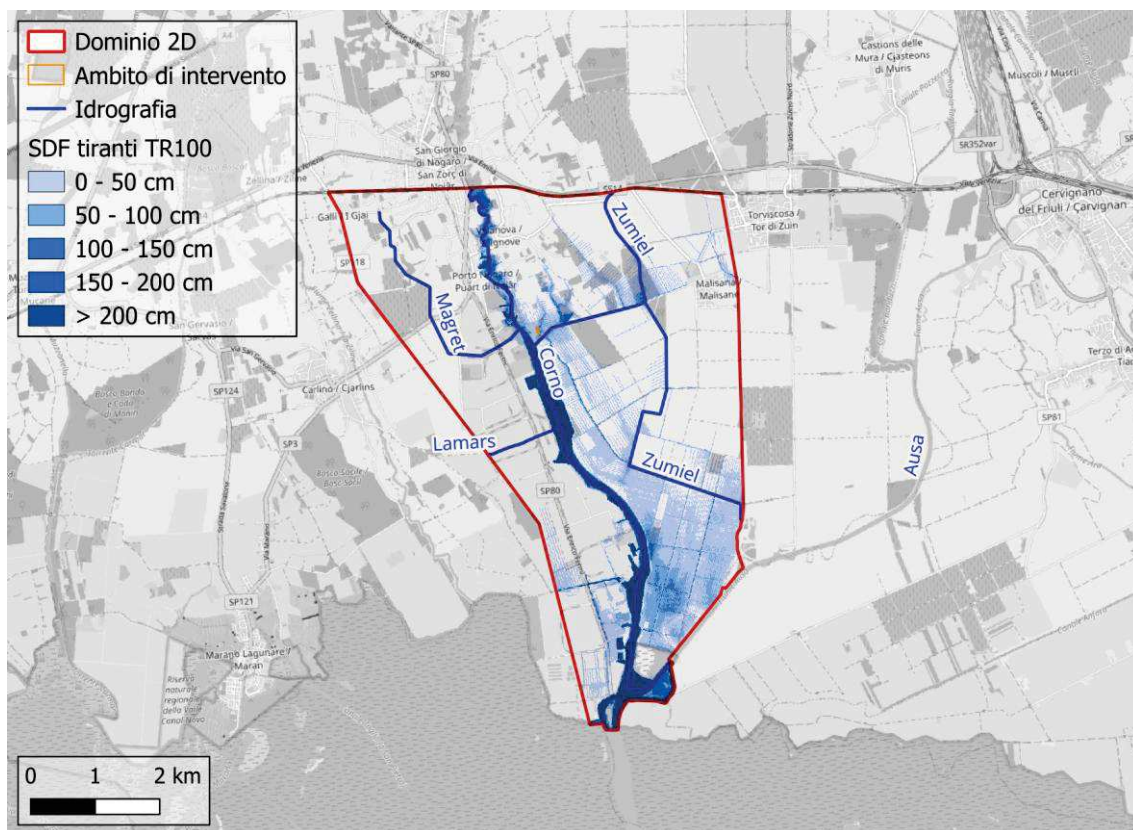


Figura 23 – Involuppo dei tiranti massimi di allagamento per TR100 secondo la presente modellazione idraulica.

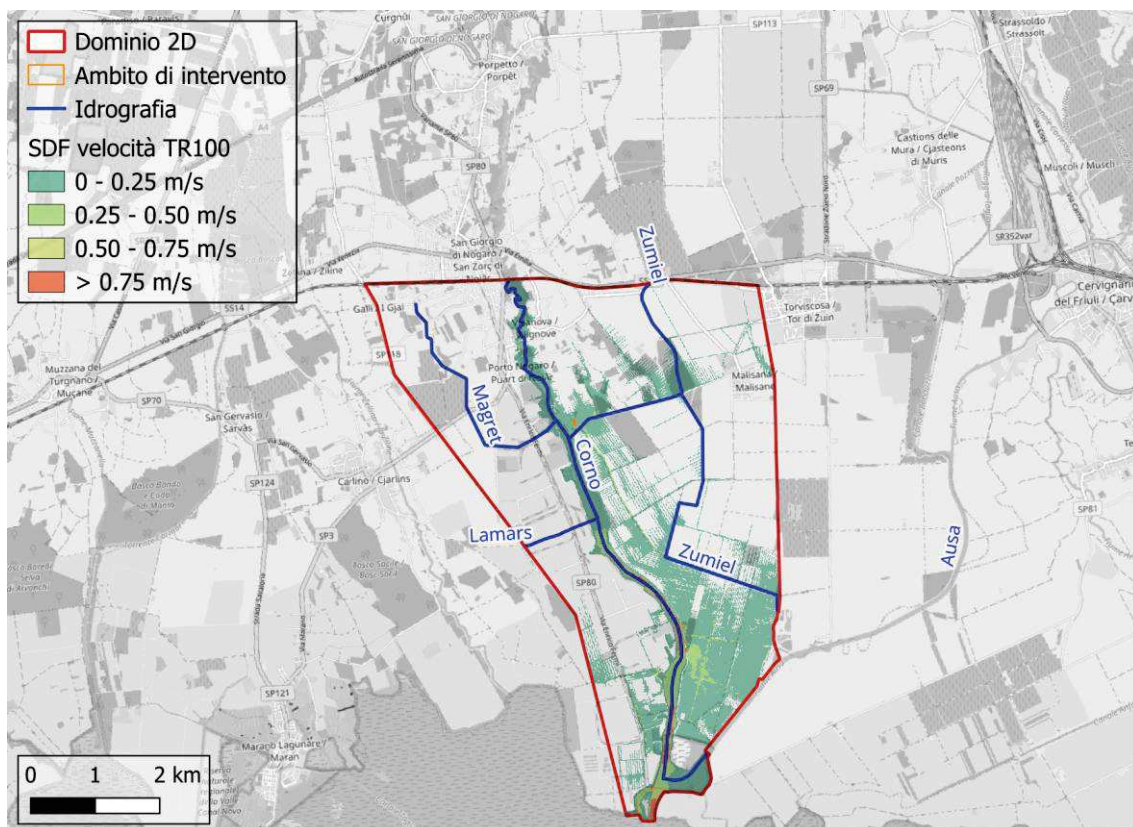


Figura 24 – Involuppo delle massime velocità per TR100 secondo la presente modellazione idraulica.



Figura 25 – Involuppo delle massime velocità per TR100 secondo la presente modellazione idraulica in corrispondenza dell'area di intervento.

5.4 Confronto con mappatura PGRA

La modellazione impostata e descritta nei paragrafi precedenti è stata oggetto di taratura con la finalità di riprodurre scenari di allagamenti TR100 comparabili con quelli prodotti dall'Autorità di Distretto in termini di estensione delle aree allagabili e di tiranti massimi raggiunti.

Le mappe riportate nelle figure che seguono permettono di confrontare i risultati modellistici ottenuti con la mappatura dei tiranti riportata nel PGRA per un identico evento con tempo di ritorno pari a 100 anni.

Le mappe sono ottimamente confrontabili dal punto di vista dell'estensione raggiunta dal fronte di allagamento.

Si riportano di seguito le figure con inquadramento a livello di intero dominio bidimensionale di calcolo e a livello locale nei pressi dell'ambito di intervento.

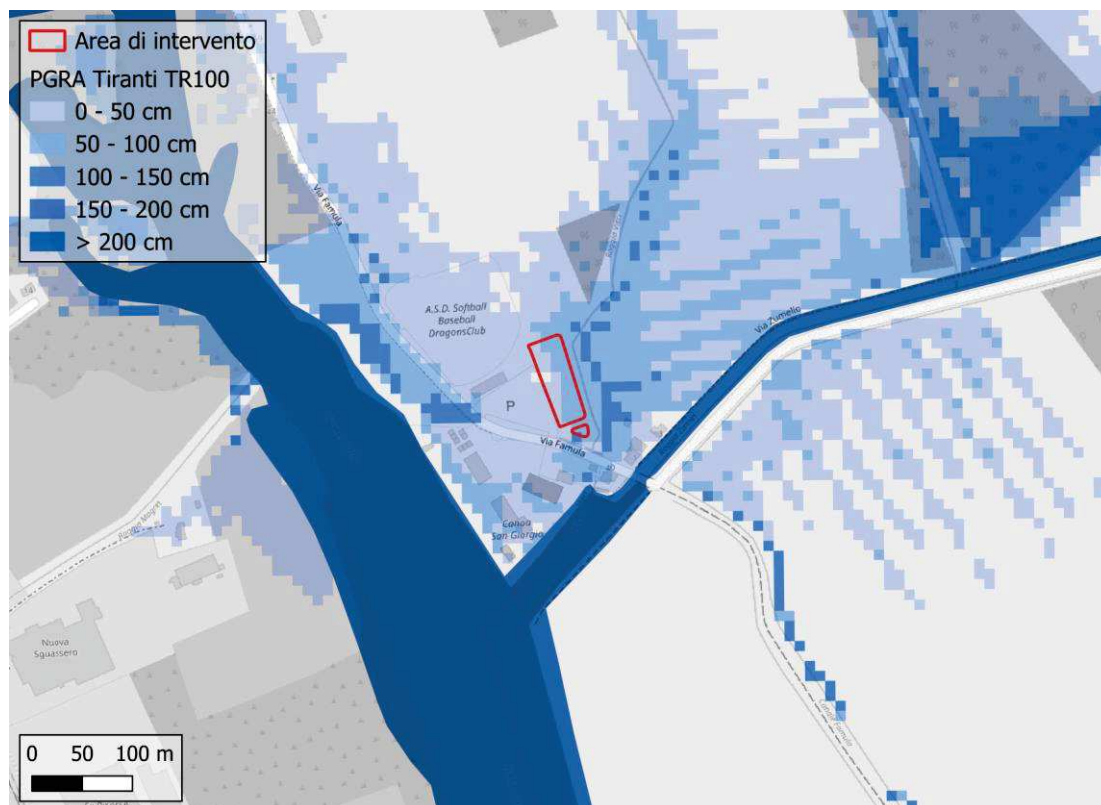


Figura 26 – Inviluppo dei tiranti massimi di allagamento all'interno del dominio di calcolo per TR100 secondo il PGRA 2021.

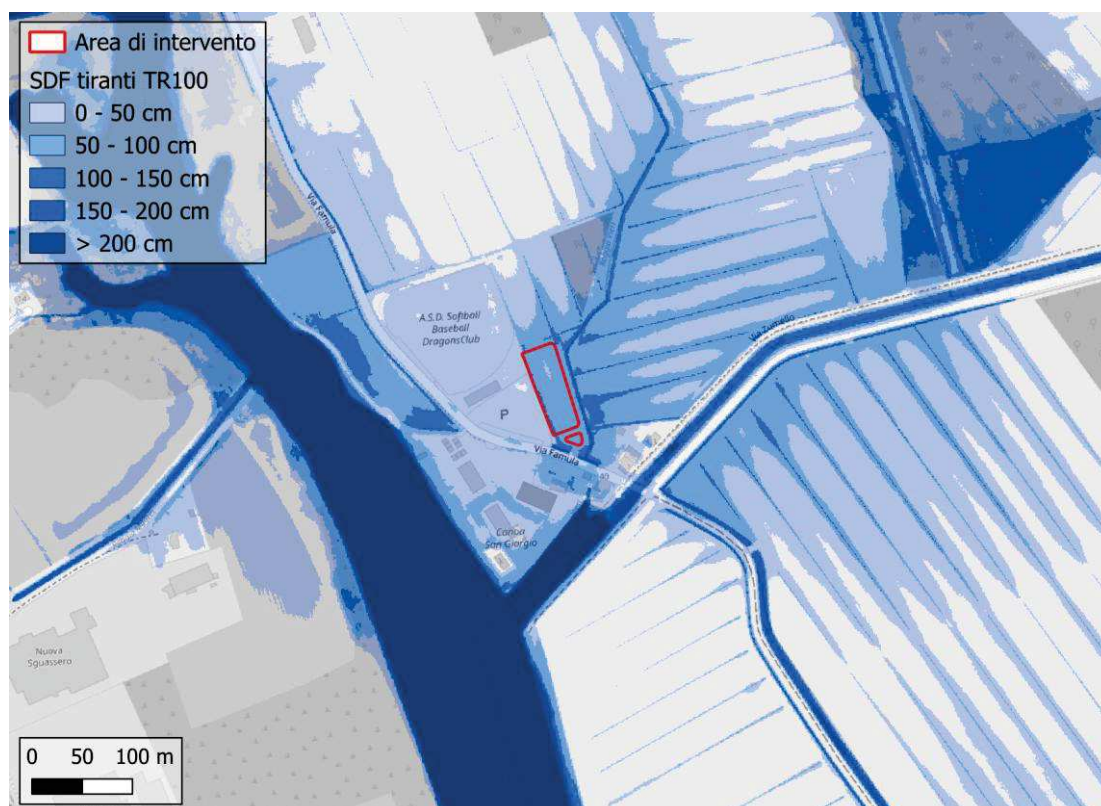


Figura 27 – Inviluppo dei tiranti massimi di allagamento all'interno del dominio di calcolo per TR100 secondo la presente modellazione idraulica.

5.5 Stato di Progetto (SDP)

5.5.1 Quota di sicurezza idraulica

Il presente paragrafo consente di giungere a ricavare la quota di sicurezza idraulica di tutti gli elementi costituenti l'intervento progettuale e ricadenti in area allagabile.

La dinamica di allagamento che si osserva grazie al modello è quella di un'espansione dal fiume Corno, dovuta quasi esclusivamente a livelli elevati di marea. L'ampiezza del tratto portuale del fiume fa sì che per livelli molto elevati di marea tale forzante si propaghi per rigurgito fino al Centro Canoa, indipendentemente dalle portate di piena in arrivo da monte. Per tale motivo il livello in alveo è pressoché identico al livello imposto in laguna ed è pari a 1.93 m s.m. Laddove le sponde o gli argini abbiano quote inferiori a tale massimo livello si osserva una tracimazione/propagazione verso le aree di campagna, per la stretta durata della condizione di marea. Per quanto detto, i livelli in campagna non sono orizzontali e pari a quelli in alveo, ma tendono a diminuire con l'allontanarsi dal fiume, in funzione degli effettivi volumi tracimati e della loro dispersione nel territorio. La quota di sicurezza idraulica che emerge dalla modellazione eseguita in corrispondenza del parcheggio è pari a 1.88 m s.m.m. uniformemente su tutta l'area.

In presenza di specifica attività di modellazione, il valore ottenuto dal calcolo può essere assunto come effettivo riferimento, senza ricorrere alla valutazione del "*valore superiore riportato nelle mappe delle altezze idriche per scenari di media probabilità con tempo di ritorno di cento anni*" che le Norme Tecniche del PGRA indicano come quota di sicurezza per i casi in cui non sia espressamente richiesta la modellazione (art.12 comma 3 lettera b ovvero art.13 comma 2).

La quota di sicurezza idraulica è qui ottenuta con riferimento alla procedura e ai dati indicati nel PGRA. L'effettiva quota di imposta della nuova edificazione, fissata a 2.05 m s.m. soddisfa ulteriori e diverse indicazioni e vincoli espressi dagli Uffici Tecnici Regionali, che per le aree costiere richiedono di porsi al di sopra di 2 m s.m..

5.5.2 Risultati simulazioni (SDP)

Le simulazioni dello stato di progetto sono state prodotte analogamente a quanto descritto per lo stato di fatto, andando a inserire la quota di progetto nell'area di intervento pari a 2,05 m s.m.m.. Tutte le scelte modellistiche di geometria e condizioni al contorno sono state invece mantenute inalterate.

Si sono quindi ottenuti i risultati per il tempo di ritorno di 100 anni sulla base della nuova configurazione di progetto.

L'ambito di intervento è soggetto a fenomeni di allagamento del tutto simili a quanto risultante dalla simulazione nello stato di fatto.

Il livello idrometrico di massima piena risulta pertanto nullo nell'area di intervento.

Si riportano di seguito gli inviluppi dei massimi tiranti e delle massime velocità ottenuti per lo stato di progetto.

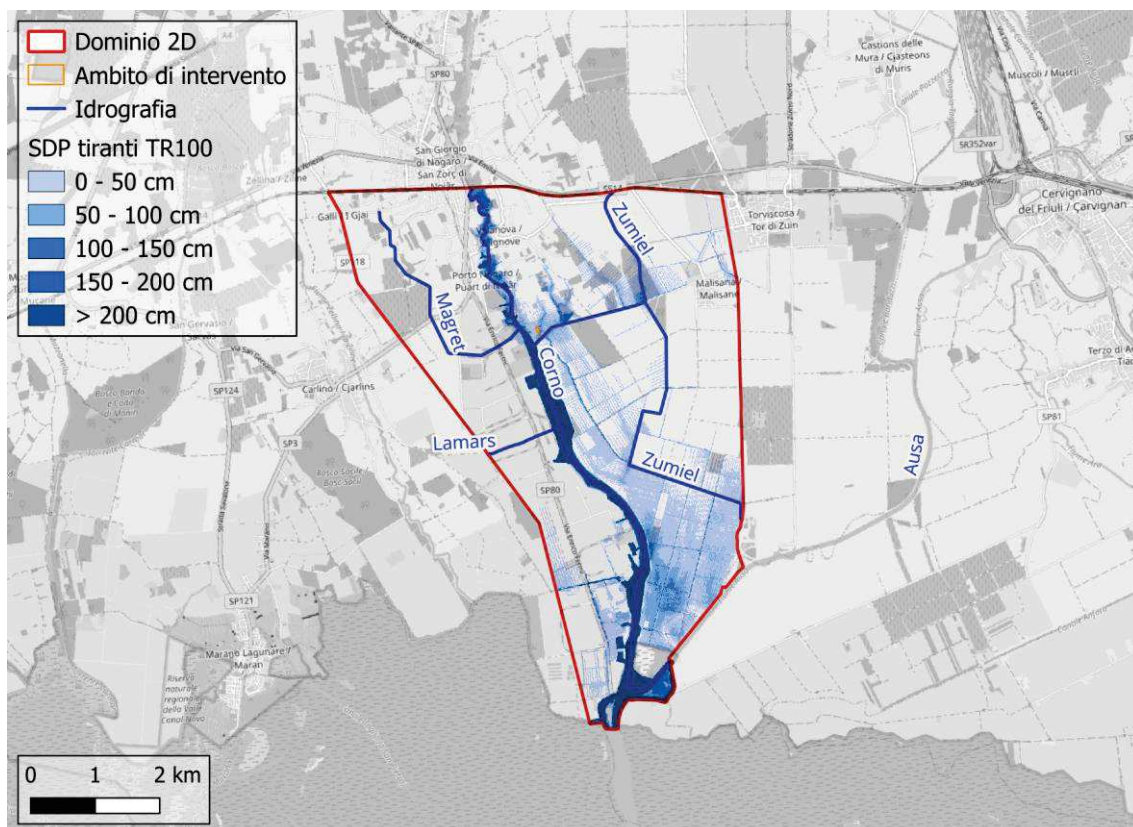


Figura 28 – Inviluppo dei tiranti massimi di allagamento per TR100 secondo la presente modellazione idraulica nello stato di progetto.

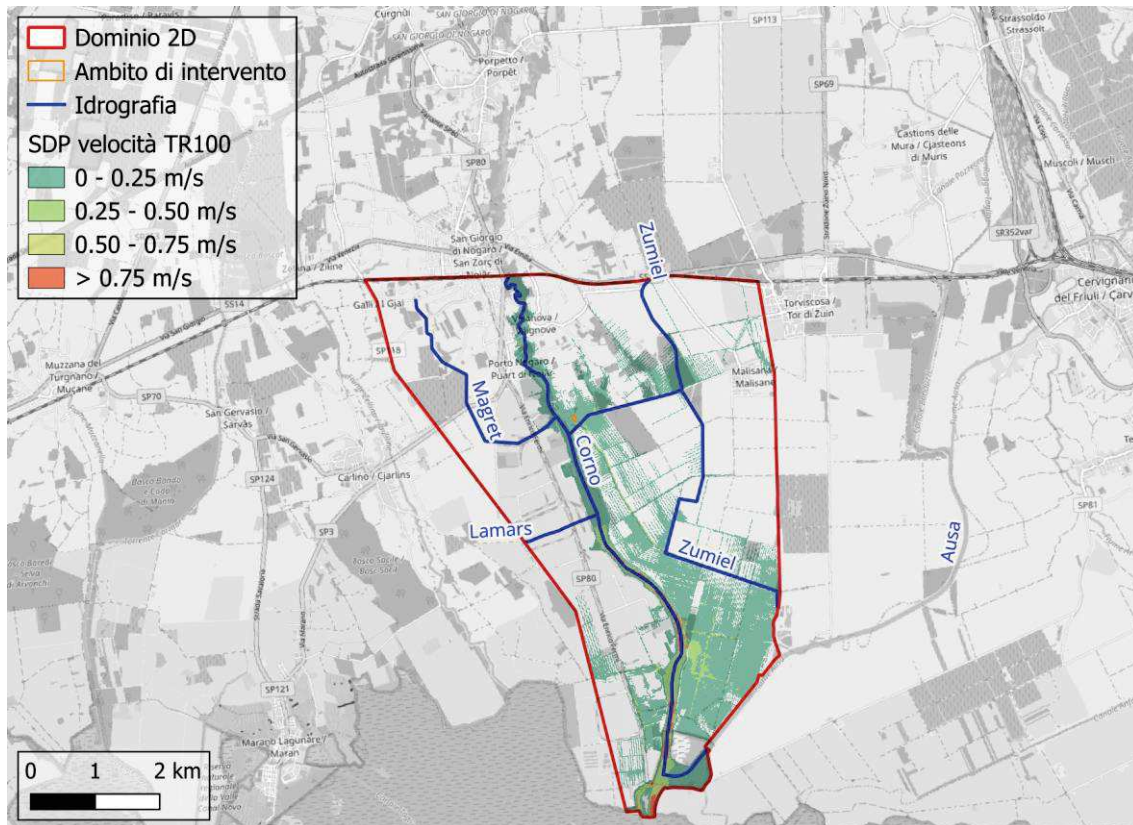


Figura 29 – Inviluppo delle massime velocità per TR100 secondo la presente modellazione idraulica nello stato di progetto.

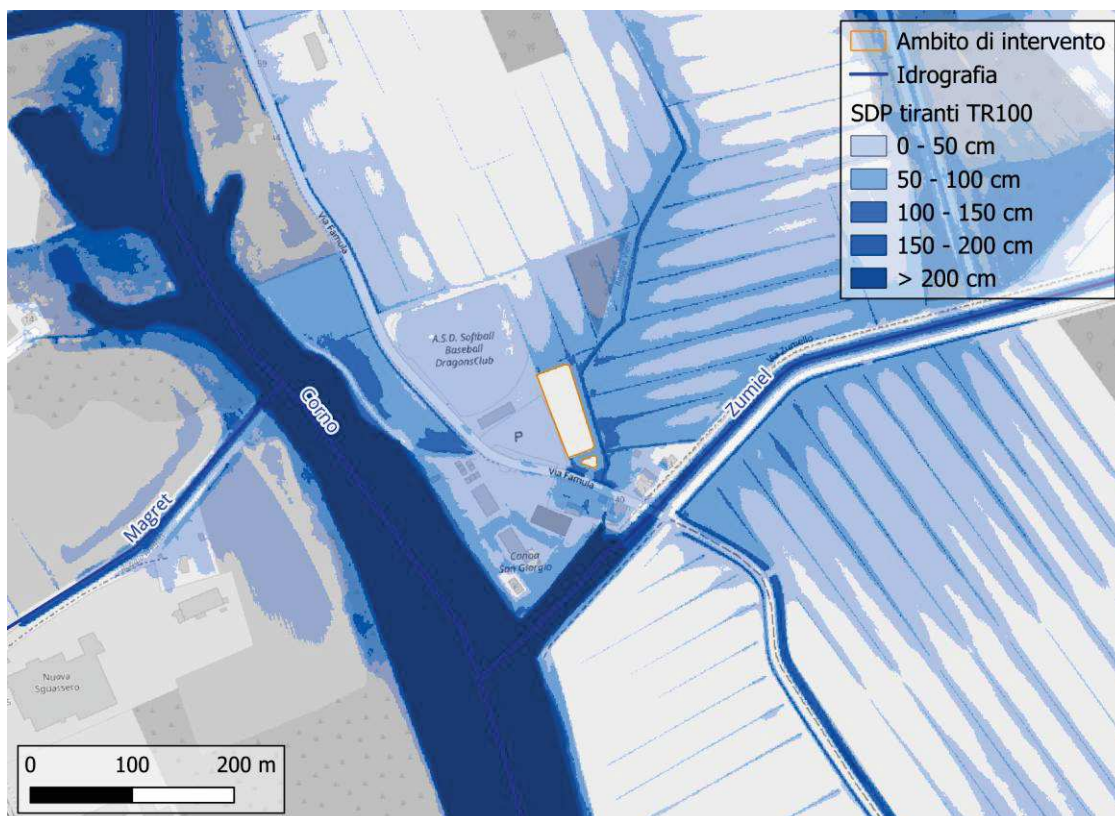


Figura 30 – Involuppo dei tiranti massimi di allagamento per TR100 secondo la presente modellazione idraulica in corrispondenza dell'area di intervento nello stato di progetto.

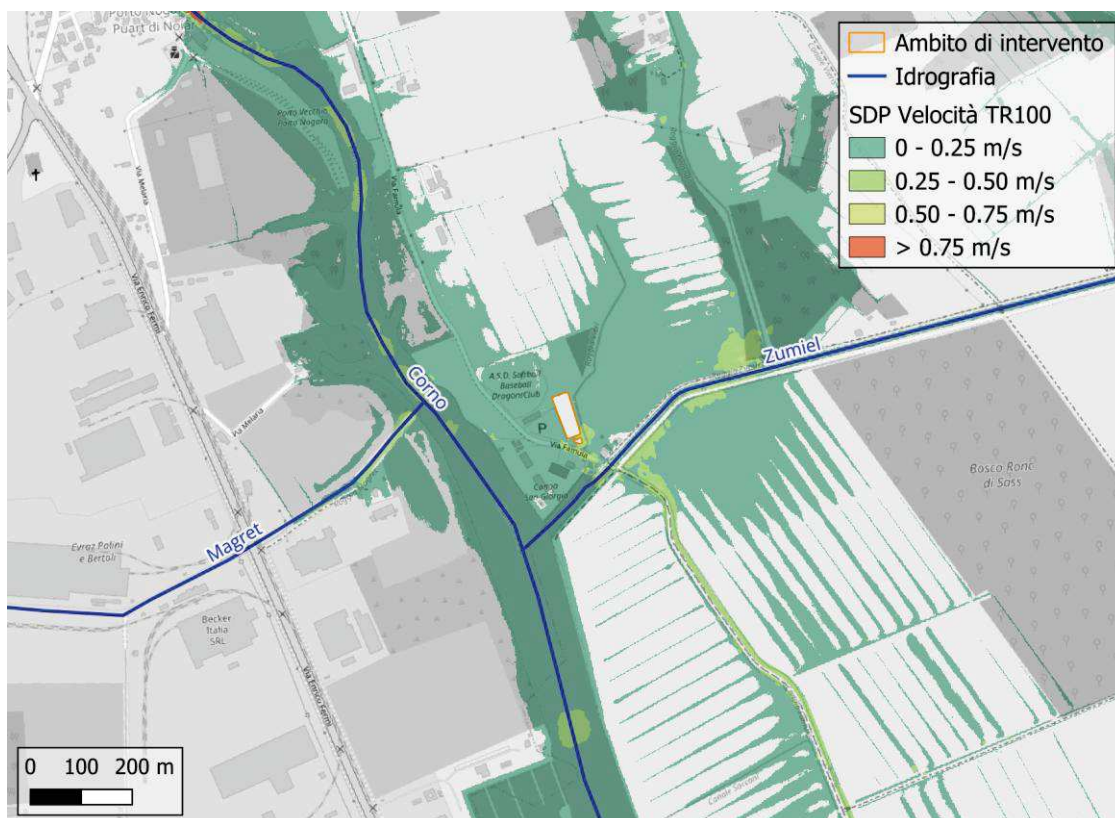


Figura 31 – Involuppo delle massime velocità per TR100 secondo la presente modellazione idraulica in corrispondenza dell'area di intervento nello stato di progetto.

5.6 Verifica di Compatibilità Idraulica

La Verifica di Compatibilità Idraulica necessita che siano verificate le seguenti condizioni:

- che l'intervento proposto sia in condizioni di sicurezza;
- che non generi incremento di pericolosità dell'area interessata nonché a valle o a monte della stessa per un evento di piena caratterizzato da un tempo di ritorno pari a 100 anni.

In merito al primo punto, si precisa che l'intervento verrà realizzato a una quota di 2,05 m s.m.m., nel rispetto delle indicazioni di sicurezza idraulica richieste dalle NTA del PGRA e delle indicazioni di quota legate ai livelli di marea.

Di seguito si riportano i prospetti che evidenziano la garanzia della quota di sicurezza idraulica

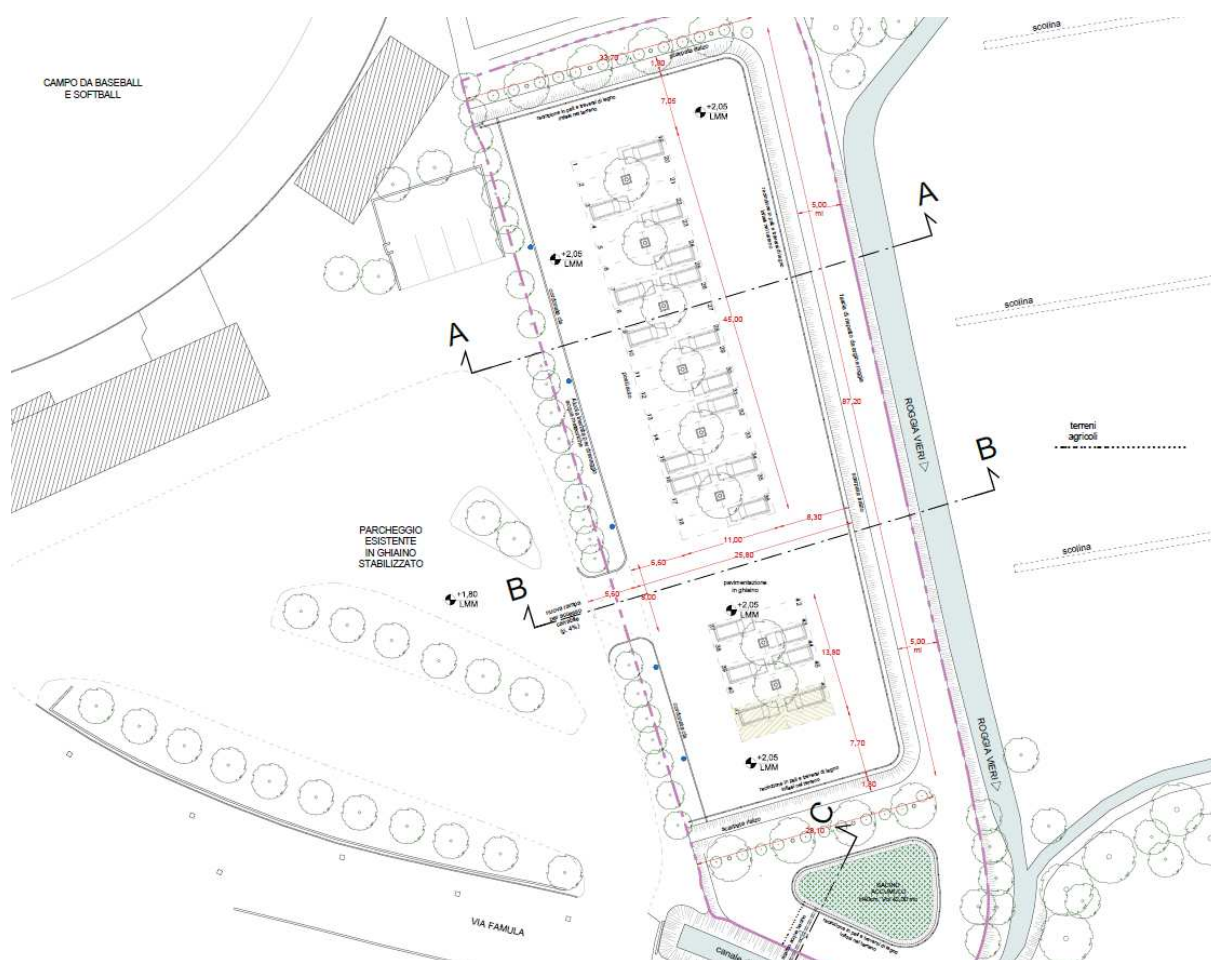


Figura 32 – Planimetria dell'intervento in oggetto.

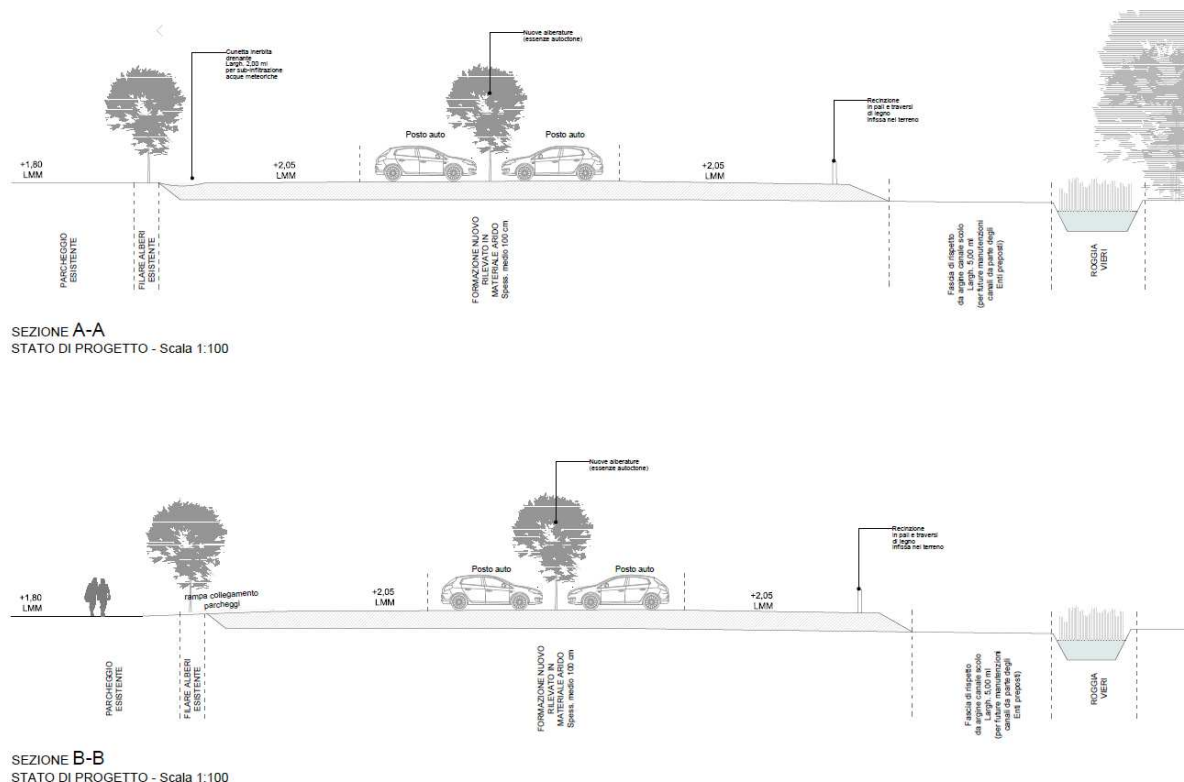


Figura 33 – Sezioni dell'intervento in oggetto.

In merito alla verifica che l'intervento progettuale non generi incremento di pericolosità dell'area interessata nonché a valle o a monte della stessa per un evento di piena caratterizzato da un tempo di ritorno pari a 100 anni, le figure che seguono illustrano i risultati ottenuti dalla differenza tra le quote idrometriche di allagamento a parità di tempo di ritorno TR100 tra lo stato di progetto e lo stato di fatto.

Le immagini dimostrano come non vi sia alcuna variazione di pericolosità idraulica nelle aree circostanti l'area di intervento. Le mappe, infatti, mostrano come in tutto il dominio bidimensionale le variazioni tra stato di progetto e di fatto per TR100 siano ricomprese entro l'intervallo di ± 5 cm (valore di tolleranza che copre eventuali errori numerici, come indicato dall'Autorità di Distretto negli incontri tecnici illustrativi delle Norme Tecniche di Attuazione).

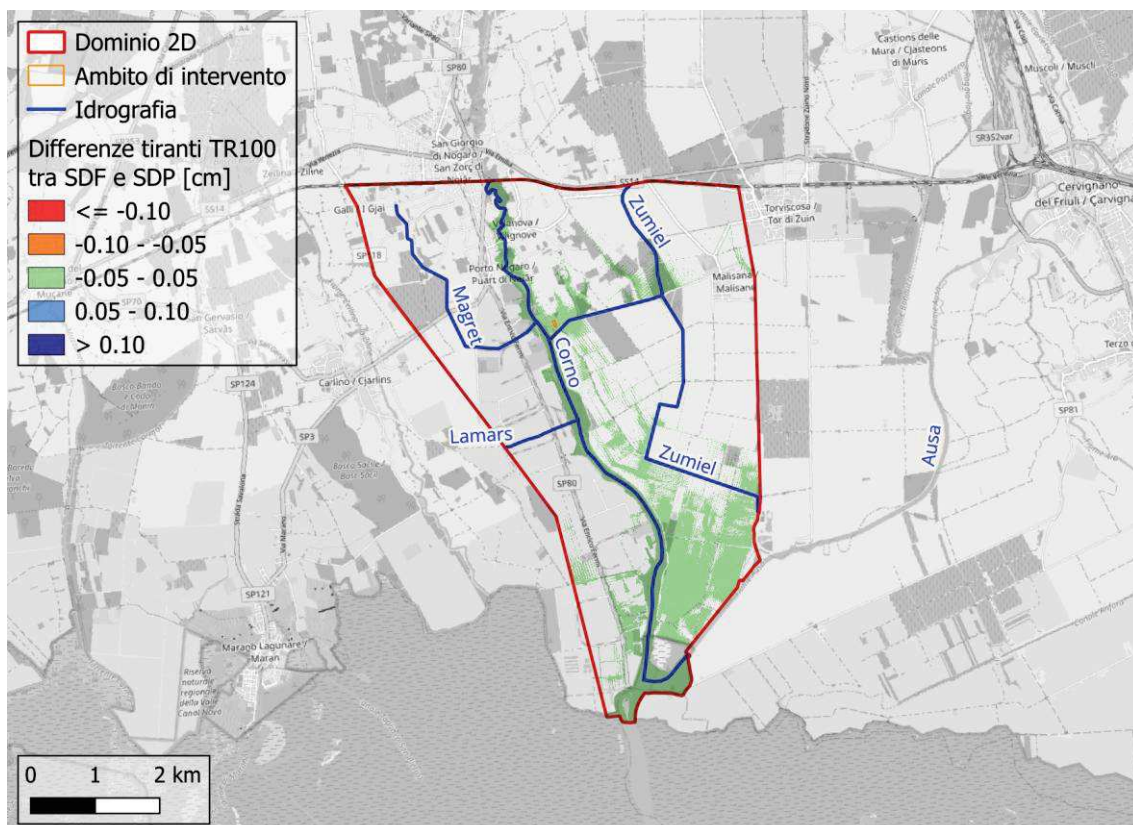


Figura 34 – Differenze tra le quote assolute di allagamento per TR100 tra lo stato di progetto e lo stato di fatto.

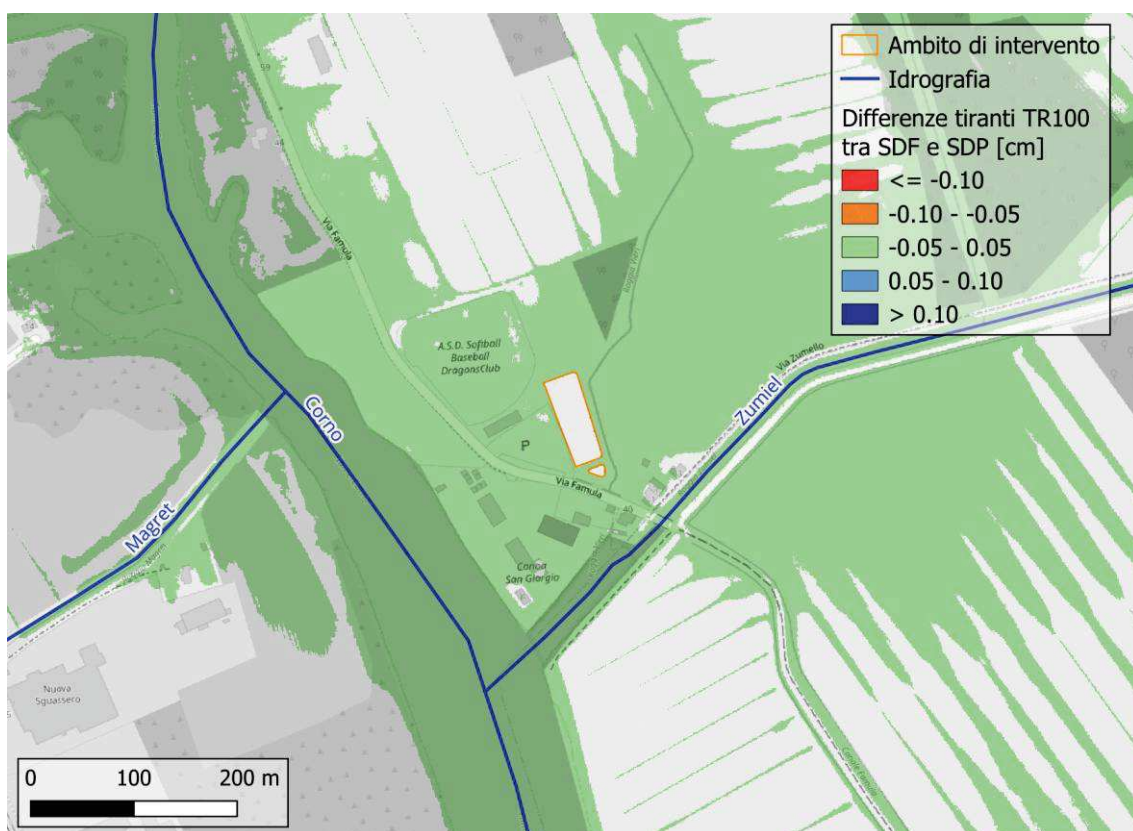


Figura 35 – Differenze tra le quote assolute di allagamento per TR100 tra lo stato di progetto e lo stato di fatto nell'area di intervento.

6 CONCLUSIONI

La presente relazione è finalizzata alla Verifica della Compatibilità Idraulica (VCI) dell'intervento di realizzazione di un parcheggio in Comune di San Giorgio di Nogaro (UD).

L'area di intervento si trova in una zona individuata a pericolosità idraulica P2 ai sensi del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) predisposto dall'Autorità di Distretto delle Alpi Orientali.

Nella predisposizione della Verifica di Compatibilità Idraulica si sono considerate le perimetrazioni PGRA adottate in salvaguardia tramite le delibere nn. 11 e 12 del 18/12/2025 della Conferenza Istituzionale Permanente. Tali mappe sono divenute vigenti il giorno successivo alla pubblicazione in G.U. della delibera n. 12/2025, avvenuta il 21 gennaio 2026 (Serie Generale n. 16)

Nell'ambito del presente lavoro si è implementata una modellazione idrodinamica al fine di verificare che l'intervento proposto sia in condizioni di sicurezza e non generi incremento di pericolosità dell'area interessata nonché a valle o a monte della stessa per un evento di piena caratterizzato da un tempo di ritorno pari a 100 anni. Si è costruito un modello bidimensionale a fondo fisso e a moto vario del fiume Corno per analizzare le possibili esondazioni nell'area in sinistra idraulica al fiume Corno, in corrispondenza dell'immissione della Roggia Zumiel.

La modellazione impostata è stata oggetto di taratura con la finalità di riprodurre lo scenario di allagamento simulato con evento caratterizzato da TR100 anni prodotto dall'Autorità di Distretto in termini di estensione delle aree allagabili e di tiranti massimi raggiunti. Tale impostazione metodologica è stata peraltro suggerita dall'Autorità di Distretto in occasione degli incontri tecnici informativi e di approfondimento tenuti per l'illustrazione delle novità introdotte con il nuovo PGRA.

La modellistica riprodotta nell'ambito del presente lavoro ha fornito degli scenari di allagamento per un tempo di ritorno di 100 anni il più possibile rappresentativi di quanto individuato dal PGRA per lo stesso tempo di ritorno.

Si sono dunque condotte le simulazioni idrodinamiche relative allo stato di progetto utilizzando le medesime condizioni al contorno utilizzate nelle simulazioni dello stato di fatto. Nello stato di progetto, in corrispondenza dell'area di intervento, è stata localmente aumentata la quota del piano campagna, fino a un valore di 2,05 m s.m.m., secondo le indicazioni normative e progettuali.

Si è infine dimostrato come non vi siano variazioni dei tiranti di massimo allagamento nelle aree limitrofe all'area di intervento a seguito dell'attuazione degli interventi progettuali qui proposti. Le raffigurazioni delle differenze tra i tiranti di allagamento a parità di tempo di ritorno TR100 tra lo stato di progetto e lo stato di fatto infatti hanno mostrato come le variazioni dei tiranti di allagamento tra stato di progetto e di fatto per TR100 si mantengono entro una tolleranza di ± 5 cm (valore che copre eventuali errori numerici, come indicato dall'Autorità di Distretto negli incontri tecnici illustrativi delle Norme Tecniche di Attuazione).

Pertanto, **le verifiche condotte permettono di ritenere l'intervento COMPATIBILE con gli scenari di allagamento simulati** applicando le indicazioni dell'Allegato V e dell'Allegato A punto 2 delle Norme Tecniche di Attuazione del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni emanato dall'Autorità di Distretto Alpi Orientali.

La nuova classificazione di rischio idraulico conseguente all'attuazione dell'intervento edilizio è desumibile dall'allegato attestato di rischio, prodotto utilizzando l'apposita applicazione rilasciata dall'Autorità di Distretto Alpi Orientali, che attesta per l'intervento in oggetto il **non superamento del rischio specifico R2** sull'intero ambito di intervento, come richiesto dalle Norme Tecniche di Attuazione del PGRA.

7 ALLEGATO: ATTESTATO DI RISCHIO HEROLITE



Attestato di rischio idraulico Comune di SAN GIORGIO DI NOGARO

Il sottoscritto PIETRO BENEDETTI, codice fiscale BNDPTR69L27L483S, tramite l'utilizzo del software HEROLite versione 2.2.0.1 e sulla base dati contenuti nell'ambiente di elaborazione creato in data 05-02-2026 chiave 529eaf947313c359570fda7608c5b582, ha redatto il presente attestato utilizzando la classe di uso del suolo prevista e riportata nella tabella sottostante.

Tabella di dettaglio delle varianti

ID Poligono	Area (mq)	Tipologia uso del suolo dichiarata
1	4.437	Uso del suolo previsto: Reti stradali, ferroviarie e infrastrutture tecniche Classi di rischio previste: R1, R2

Le elaborazioni effettuate consentono di verificare che gli elementi sopra riportati risultano classificabili in classe di rischio idraulico $\leq R2$

Il sottoscritto dichiara inoltre di aver utilizzato il software HEROLite versione 2.2.0.1 secondo le condizioni d'uso previste e di aver correttamente utilizzato l'ambiente di elaborazione messo a disposizione da parte dell'Autorità di bacino distrettuale delle Alpi Orientali, creato in data 05-02-2026, chiave 529eaf947313c359570fda7608c5b582.

Data compilazione: 22/05/2026

Il tecnico
PIETRO BENEDETTI



Autorità di bacino distrettuale delle Alpi Orientali

Si certifica che il presente attestato è stato prodotto con l'utilizzo del software HEROLite versione 2.2.0.1 sulla base dei dati contenuti nell'ambiente di elaborazione creato in data 05-02-2026, chiave 529eaf947313c359570fda7608c5b582, dall'Autorità di bacino distrettuale delle Alpi Orientali.

Allegato cartografico

Stralcio cartografico d'insieme - Classe di Uso del Suolo prevista.



Stralcio cartografico d'insieme - Mappa del rischio derivante dalla Classe di Uso del Suolo prevista.



Autorità di bacino distrettuale delle Alpi Orientali

Si certifica che il presente attestato è stato prodotto con l'utilizzo del software HEROLite versione 2.2.0.1 sulla base dei dati contenuti nell'ambiente di elaborazione creato in data 05-02-2026, chiave 529eaf947313c359570fda7608c5b582, dall'Autorità di bacino distrettuale delle Alpi Orientali.