

STUDIO IDROLOGICO-IDRAULICO DI SUPPORTO AL PIANO  
OPERATIVO COMUNALE DI CARRARA.  
AGGIORNAMENTO DELLA MODELLISTICA  
IDROLOGICA-IDRAULICA, DELLA PERICOLOSITA' AI SENSI DEL  
DPGR 53R/2011 E DEL PGRA E DEFINIZIONE DELLA MAGNITUDO  
IDRAULICA AI SENSI DELLA LR 41/2018

TAVOLA

13

ANALISI DI FATTIBILITA' IDRAULICA PER LA TRASFORMAZIONE AREA  
EX ENICHEM (APA.1 e APA.2)

SCALA: 1:10000

COMMITTENTE:



Comune di Carrara  
Piazza 2 Giugno, 1  
54033 Carrara

PROGETTISTI:

ING. ANDREA BENVENUTI

CODICE ELABORATO:

PROGETTO	LOTTO	FASE	DOC	ELABORATO	REV
L 6 7 7	0 1	S 0 3	D	0 1 3 A	A

REV.

DATA EMISSIONE

REDATTO

VERIFICATO

APPROVATO

A

Febbraio 2020

A.Benvenuti

A.Benvenuti

A.Benvenuti

---

## Indice generale

1. <b>PREMESSA</b> .....	2
2. <b>INQUADRAMENTO DELL'INTERVENTO</b> .....	3
3. <b>ANALISI NORMATIVA</b> .....	4
4. <b>DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITÀ IDRAULICA DELL'AREA DI INTERESSE</b> .....	6
5. <b>FATTIBILITÀ DELL'INTERVENTO</b> .....	9

## Indice delle figure

Figura 2-1: Inquadramento dell'area di trasformazione .....	3
Figura 2-2: Ambito di trasformazione .....	3
Figura 2-2: Inquadramento idraulico dell'area di trasformazione .....	4
Figura 4-1: Aree a pericolosità idraulica ai sensi del DPGR53R/2011 .....	6
Figura 4-2: Carta dei battenti massimi attesi per eventi TR=30 anni - Modello Unico.....	7
Figura 4-3: Carta dei battenti massimi attesi per eventi TR=200 anni - Modello Unico.....	7
Figura 4-4: Carta dei battenti massimi attesi per eventi TR=200 anni - Modello solo Carrione .....	8
Figura 4-5: Idrogrammi delle portate di esondazione in ingresso all'area di trasformazione .....	8
Figura 5-1: Aree destinate ad interventi di natura idraulica .....	9

---

## 1. PREMESSA

Il presente studio è finalizzato alla definizione dei condizionamenti di natura idraulica alla fattibilità degli interventi sull'area di trasformazione *Ex Enichem* (APA.1 e APA.2).

La pericolosità idraulica dell'area è stata definita a partire dai risultati dello studio idrologico idraulico redatto dallo scrivente a supporto del nuovo Piano Operativo del Comune di Carrara, finalizzato alla definizione della pericolosità idraulica ai sensi del DPGR 53R/2011 e della magnitudo idraulica ai sensi della LR 41/2018.

Da una analisi approfondita e sito specifica dei suddetti studi idraulici è stato quantificato il livello di pericolosità idraulica atteso, e sulla base dei risultati, è stata definita la fattibilità e gli interventi di natura idraulica necessari per l'attuazione degli interventi di trasformazione previsti sull'area.

Per la definizione dei criteri di fattibilità relativi agli aspetti idraulici, si fa riferimento ai criteri di fattibilità di cui al punto 3.2.2 dell'Allegato A al DPGR 53/R del 2011, ed alle condizioni di fattibilità di cui alla L.R. 41/2018.

## 2. INQUADRAMENTO DELL'INTERVENTO

L'Ambito prevede, oltre all'area di trasformazione dell'Ex-Enichem (APA.1), un'area di trasformazione minore, a nord, finalizzate a dare un assetto complessivo alla zona ed a collegare l'insediamento con via passo della Volpe (APA.2). L'area di trasformazione è delimitata tra la Via Provinciale Avenza Massa a sud est, Via Passo della Volpe a nord e Via Cocchi a ovest. In Figura 2-1 è evidenziata in rosso l'areale in oggetto.



Figura 2-1: Inquadramento dell'area di trasformazione

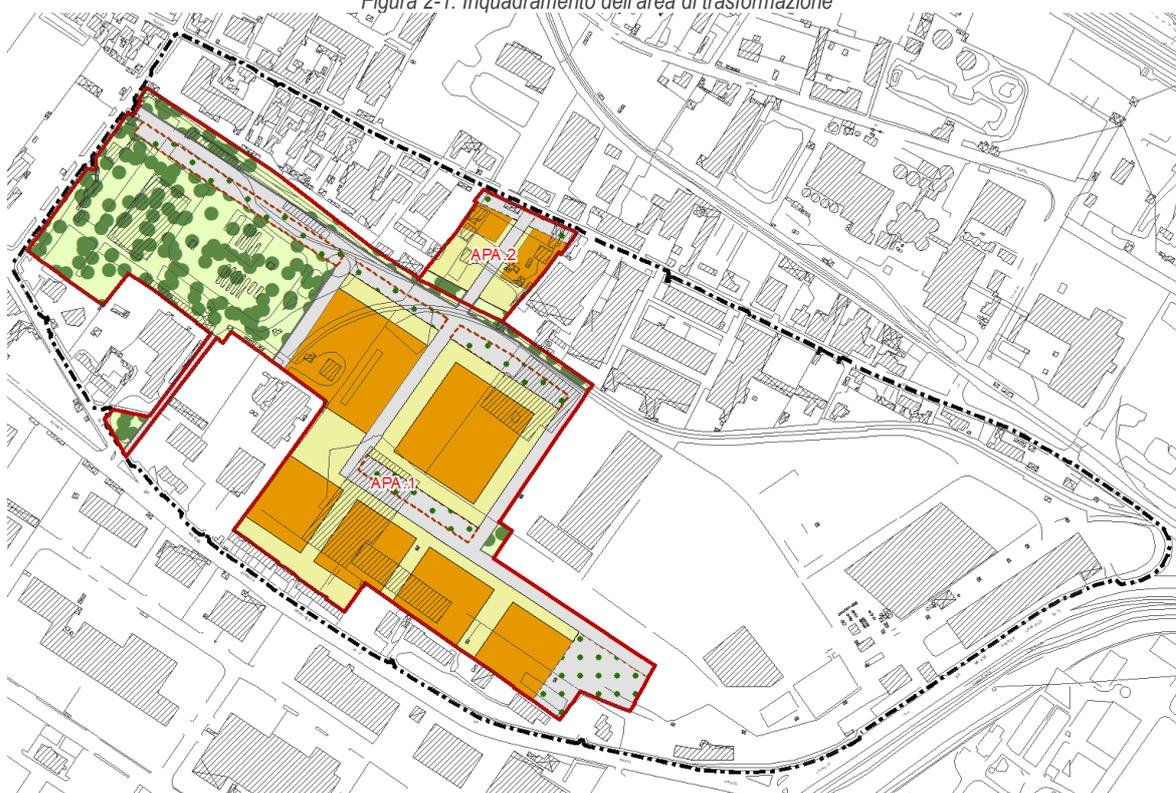


Figura 2-2: Ambito di trasformazione

Dal punto di vista idraulico, l'area si colloca in aree di fondovalle in sinistra idraulica del Torrente Carrione ed in destra idraulica del Torrente Lavello.



Figura 2-3: Inquadramento idraulico dell'area di trasformazione

### 3. ANALISI NORMATIVA

Per la definizione della pericolosità idraulica e l'individuazione dei criteri di fattibilità degli interventi si fa riferimento alla seguente normativa regionale:

- il **Regolamento DPGR 25 ottobre 2011, n.53/R** - Regolamento di attuazione dell'articolo 62 della Legge Regionale 3 gennaio 2005, n.1 (Norme per il governo del territorio) in materia di indagini geologiche - attualmente in vigore ai sensi della più recente L.R. n.65/2014 (che ha abrogato la L.R. 1/2005), in attesa dell'emanazione dei nuovi regolamenti di attuazione;
- la **Legge Regionale 24 luglio 2018, n.41** - Disposizioni in materia di rischio di alluvioni e di tutela dei corsi d'acqua in attuazione del decreto legislativo 23 febbraio 2010, n. 49 (Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni). Modifiche alla L.R. 80/2015 e alla L.R. 65/2014.

Ai sensi del D.P.G.R. 53R del 2011, Regolamento di attuazione in materia di indagini idrauliche di supporto agli strumenti di governo del territorio, le probabilità di allagamento e le relative pericolosità idrauliche sono definite al punto C.2 del suddetto Decreto, come segue:

- **Pericolosità idraulica molto elevata (I.4):** aree interessate da allagamenti per eventi con  $Tr < 30$  anni. Fuori dalle UTOE potenzialmente interessate da previsioni insediative e infrastrutturali, in presenza di aree non riconducibili agli ambiti di applicazione degli atti di pianificazione di bacino e in assenza di studi idrologici e idraulici, rientrano in classe di pericolosità molto elevata le aree di fondovalle non protette da opere idrauliche per le quali ricorrano contestualmente le seguenti condizioni:
  - a) vi sono notizie storiche di inondazioni;
  - b) sono morfologicamente in situazione sfavorevole di norma a quote altimetriche inferiori rispetto alla quota posta a metri 2 sopra il piede esterno dell'argine o, in mancanza, sopra il ciglio di sponda.
- **Pericolosità idraulica elevata (I.3):** aree interessate da allagamenti per eventi compresi tra  $30 < TR < 200$  anni. Fuori dalle UTOE potenzialmente interessate da previsioni insediative e infrastrutturali, in presenza di aree non riconducibili agli ambiti di applicazione degli atti di pianificazione di bacino e in assenza di studi idrologici e idraulici, rientrano in classe di pericolosità elevata le aree di fondovalle per le quali ricorra almeno una delle seguenti condizioni:
  - a) vi sono notizie storiche di inondazioni;
  - b) sono morfologicamente in condizione sfavorevole di norma a quote altimetriche inferiori rispetto alla quota posta a metri 2 sopra il piede esterno dell'argine o, in mancanza, sopra il ciglio di sponda.
- **Pericolosità idraulica media (I.2):** aree interessate da allagamenti per eventi compresi tra  $200 < TR < 500$  anni. Fuori dalle UTOE potenzialmente interessate da previsioni insediative e infrastrutturali, in presenza di aree non riconducibili agli ambiti di applicazione degli atti di pianificazione di bacino e in assenza di studi idrologici e idraulici rientrano in classe di pericolosità media le aree di fondovalle per le quali ricorrano le seguenti condizioni:
  - a) non vi sono notizie storiche di inondazioni;

- 
- b) sono in situazione di alto morfologico rispetto alla piana alluvionale adiacente, di norma a quote altimetriche superiori a metri 2 rispetto al piede esterno dell'argine o, in mancanza, al ciglio di sponda.
  - **Pericolosità idraulica bassa (I.1):** aree collinari o montane prossime ai corsi d'acqua per le quali ricorrono le seguenti condizioni:
    - a) non vi sono notizie storiche di inondazioni;
    - b) sono in situazioni favorevoli di alto morfologico, di norma a quote altimetriche superiori a metri 2 rispetto al piede esterno dell'argine o, in mancanza, al ciglio di sponda.

In funzione della classe di pericolosità in cui ricade l'area oggetto di trasformazione, i criteri di fattibilità idraulica sono riportati al punto 3.2.2 dell'Allegato A del Regolamento.

Ai sensi della L.R. 41/2018, vengono introdotti i seguenti concetti:

- **“scenario per alluvioni frequenti”:** lo scenario di cui all'articolo 6, comma 2, lettera c), del d.lgs. 49/2010, individuato negli atti di pianificazione di bacino e definito dai medesimi atti con riferimento al tempo di ritorno non inferiore a trenta anni;
- **“scenario per alluvioni poco frequenti”:** lo scenario di cui all'articolo 6, comma 2, lettera b) del d.lgs. 49/2010, individuato negli atti di pianificazione di bacino e definito dai medesimi atti con riferimento al tempo di ritorno non inferiore a duecento anni;
- **“magnitudo idraulica”:** la combinazione del battente e della velocità della corrente in una determinata area, associata allo scenario relativo alle alluvioni poco frequenti:
  - **“magnitudo idraulica moderata”:** valori di battente inferiore o uguale a 0,5 metri e velocità inferiore o uguale a 1 metro per secondo (m/s). Nei casi in cui la velocità non sia determinata, battente uguale o inferiore a 0,3 metri;
  - **“magnitudo idraulica severa”:** valori di battente inferiore o uguale a 0,5 metri e velocità superiore a 1 metro per secondo (m/s) oppure battente superiore a 0,5 metri e inferiore o uguale a 1 metro e velocità inferiore o uguale a 1 metro per secondo (m/s). Nei casi in cui la velocità non sia determinata, battente superiore a 0,3 metri e inferiore o uguale a 0,5 metri;
  - **“magnitudo idraulica molto severa”:** battente superiore a 0,5 metri e inferiore o uguale a 1 metro e velocità superiore a 1 metro per secondo (m/s) oppure battente superiore a 1 metro. Nei casi in cui la velocità non sia determinata battente superiore a 0,5 metri.

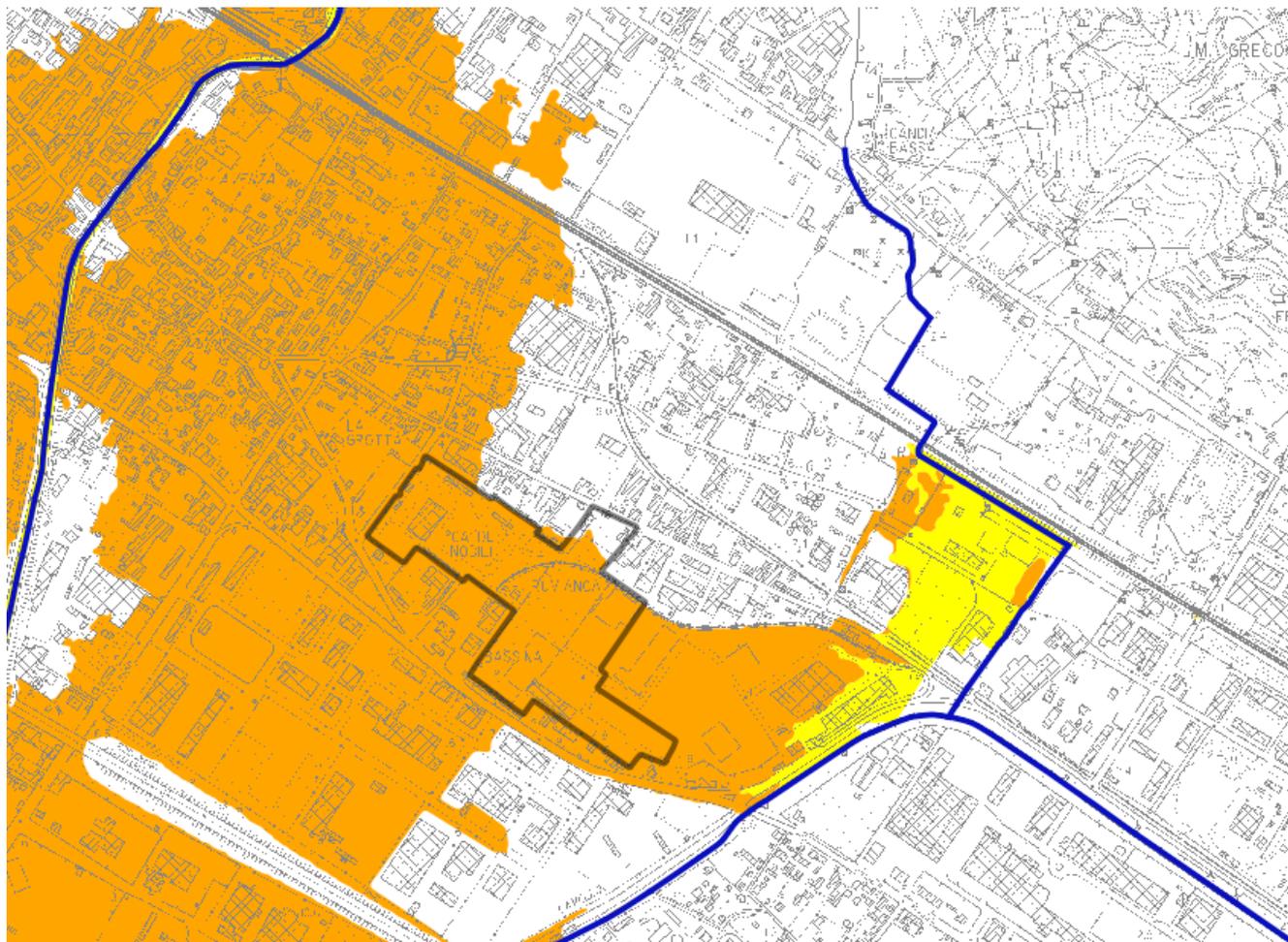
I condizionamenti di carattere idraulico per le trasformazioni che ricadono in aree a pericolosità da alluvione frequente o poco frequente sono riportati al Capo 3 ed al Capo 4 della Legge Regionale, rispettivamente per interventi siti all'interno e all'esterno del perimetro del territorio urbanizzato.

#### 4. DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITÀ IDRAULICA DELL'AREA DI INTERESSE

Nelle figure e tabelle seguenti si sintetizzano i risultati salienti della modellazione idraulica svolta a supporto del PS in riferimento all'area di trasformazione di interesse.

Dall'analisi dei risultati emerge quanto segue:

- L'area non risulta allagata per eventi con TR=30 anni (rif. Figura 4-1 e Figura 4-2)
- L'area risulta allagabile per eventi con TR=200 anni (rif. Figura 4-3), con un battente medio di circa 40 cm. Le condizioni di allagabilità sono dovute alle esondazioni del solo T. Carrione (come si evince per confronto tra la Figura 4-3 che rappresenta i risultati del modello idraulico generale e la Figura 4-4 che rappresenta le esondazioni dal modello solo T. Carrione) con direzione delle acque da nord ovest. In Figura 4-3 è rappresentata in rosso la sezione di controllo per il calcolo del flusso d'acqua in ingresso all'area: gli idrogrammi delle portate duecentennali stimati per tutte le durate oggetto di simulazione idraulica che transitano attraverso la sezione sono rappresentati in Figura 4-5, da cui si evince una portata massima prossima a 8 mc/s con volumi che raggiungo circa i 20000 mc sullo scenario massimo, pari ad una durata d'evento di 2.5 ore.



##### Perimetrazioni DPGR53R/2011

■ Aree a Pericolosità Idraulica Molto Elevata (I4) -  $TR \leq 30$  anni

■ Aree a Pericolosità Idraulica Elevata (I3) -  $30 < TR \leq 200$  anni

Figura 4-1: Aree a pericolosità idraulica ai sensi del DPGR53R/2011



Figura 4-2: Carta dei battenti massimi attesi per eventi TR=30 anni - Modello Unico



Figura 4-3: Carta dei battenti massimi attesi per eventi TR=200 anni - Modello Unico

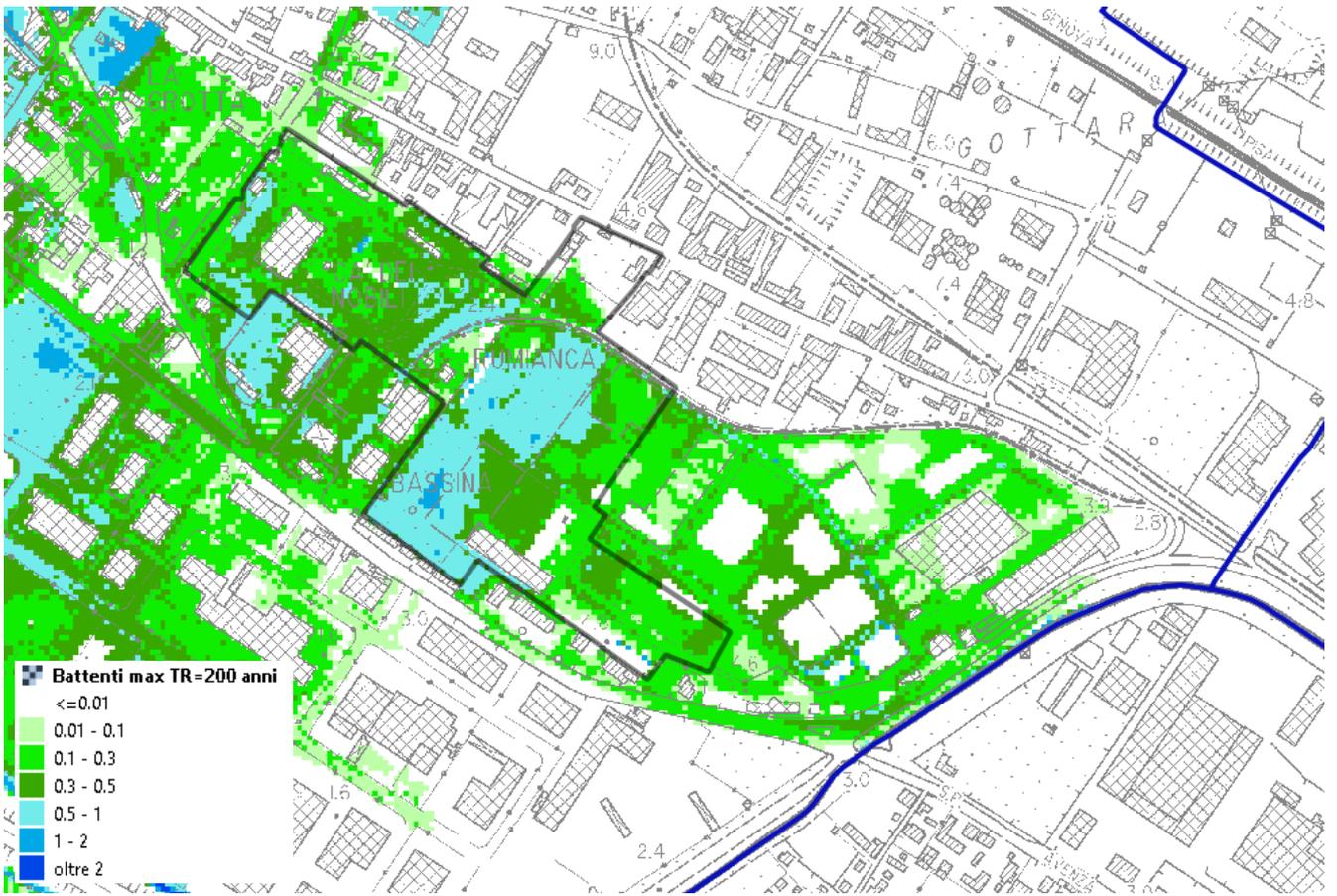


Figura 4-4: Carta dei battenti massimi attesi per eventi TR=200 anni - Modello solo Carrione

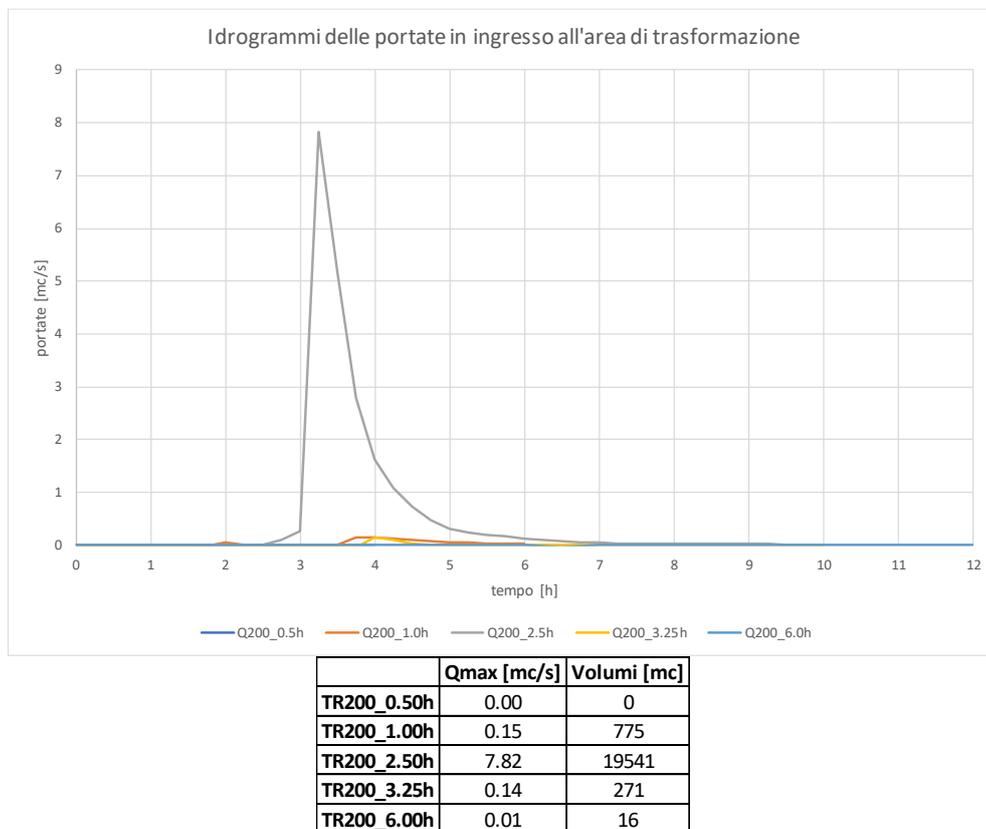


Figura 4-5: Idrogrammi delle portate di esondazione in ingresso all'area di trasformazione

## 5. FATTIBILITA' DELL'INTERVENTO

In Figura 5-1 sono rappresentati gli areali da destinare agli interventi di natura idraulica ai fini della fattibilità dell'intervento. Si individuano:

- Canale a cielo aperto sul fronte nord-ovest per intercettare le acque di esondazione proveniente dal T. Carrione (in giallo)
- Area depressa per il compenso dei volumi - superficie circa 24000 mq – scavo medio 1 m rispetto a p.c. attuale (in verde) idraulicamente connessa con il canale a cielo aperto (giallo);
- Opera di restituzione (condotta interrata) per lo svuotamento dell'area di compenso, con recapito finale nel T. Lavello, dotata di valvola clapet antiriflusso al fine di permettere lo svuotamento in tempi successivi all'evento di piena (linea in ciano tratteggiata). Lunghezza circa 900 m.

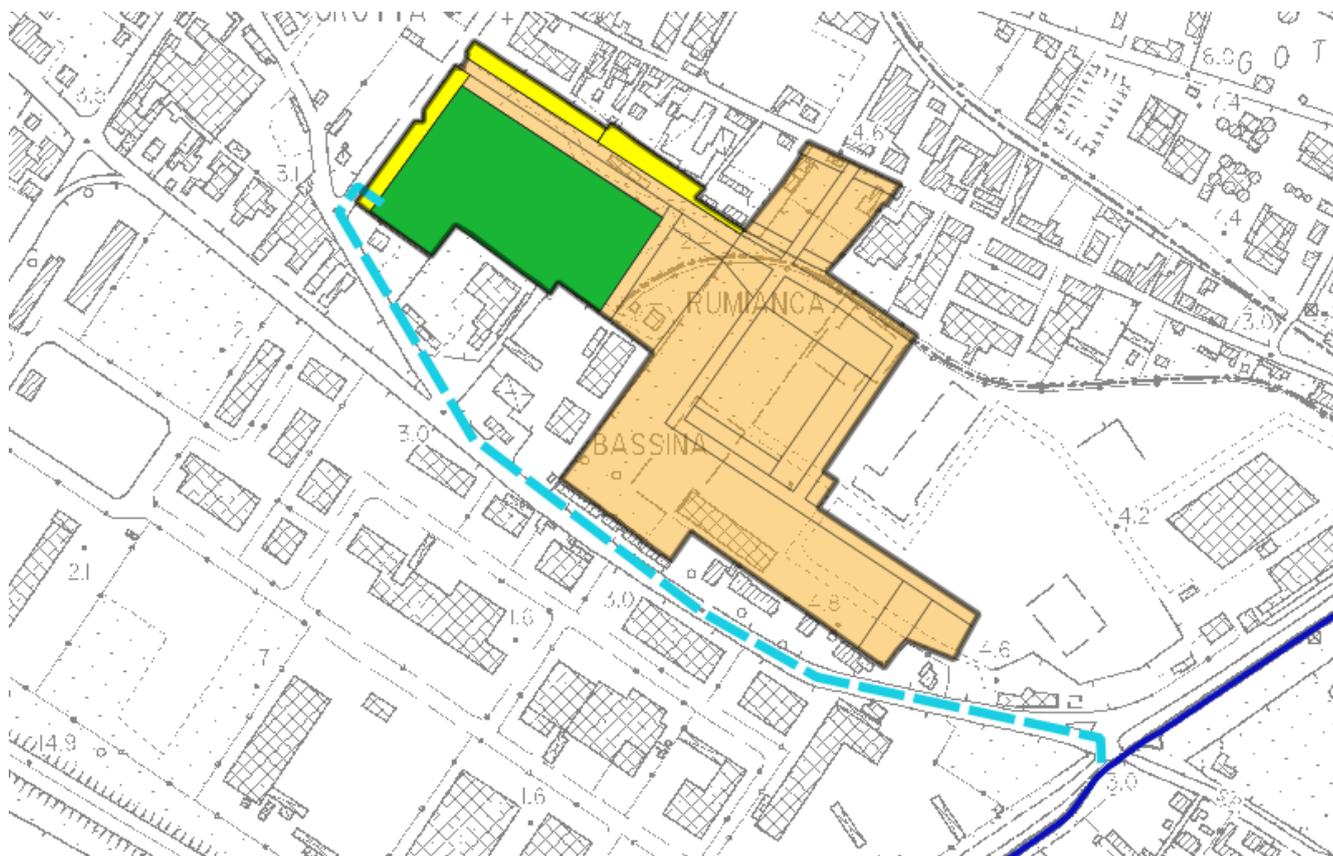


Figura 5-1: Aree destinate ad interventi di natura idraulica

Il canale a cielo aperto funzionale alla regimazione delle acque provenienti dal T. Carrione è stato in questa fase dimensionato in condizione di moto uniforme assumendo le seguenti ipotesi:

- Qprogetto=8 mc/s;
- Pendenza canale 0.001m/m;
- scabrezza Manning 0.03.

In canale è stato previsto a sezione trapezia con le seguenti dimensioni: base 7 m, sponde 3/2, altezza 1m (ingombro totale 10m).

Lo scarico di esaurimento del bacino di compenso dovrà essere dimensionato nelle successive fasi progettuali in modo da garantire il completo svuotamento dell'area ad esondazione controllata, sagomando a tal fine il fondo, in 48-72 ore.

Le opere per la gestione del rischio da alluvione proposte sono state oggetto di verifica mediante modellazione bidimensionale al fine di valutarne l'efficacia e la compatibilità rispetto al contesto di alluvione, rimandando al Piano Attuativo la progettazione delle opere.

L'area di trasformazione è stata modellata come segue:

- Le aree occupate da strade, edifici e relative pertinenze sono state sopraelevate e poste ad una quota di sicurezza idraulica (livelli idrometrici massimi TR=200 anni da 3.7 m slm a 3.0 m slm oltre franco di sicurezza);
- Il canale è stato previsto a sezione trapezia, largo L= 10 metri con scarpe 3:2 e profondità media h= 1 m rispetto a p.c. attuale (areale con campitura gialla);
- L'area per l'invarianza idraulica di superficie di circa 24000 mq è stata ribassata con scavo medio 1 m rispetto a p.c. attuale e scarpe 3:2 (areale con campitura verde).

Si riportano nelle figure seguenti, alla durata critica che massimizza livelli e battenti idrici (d=2.5 h), i battenti massimi attesi allo stato attuale e quello di progetto.

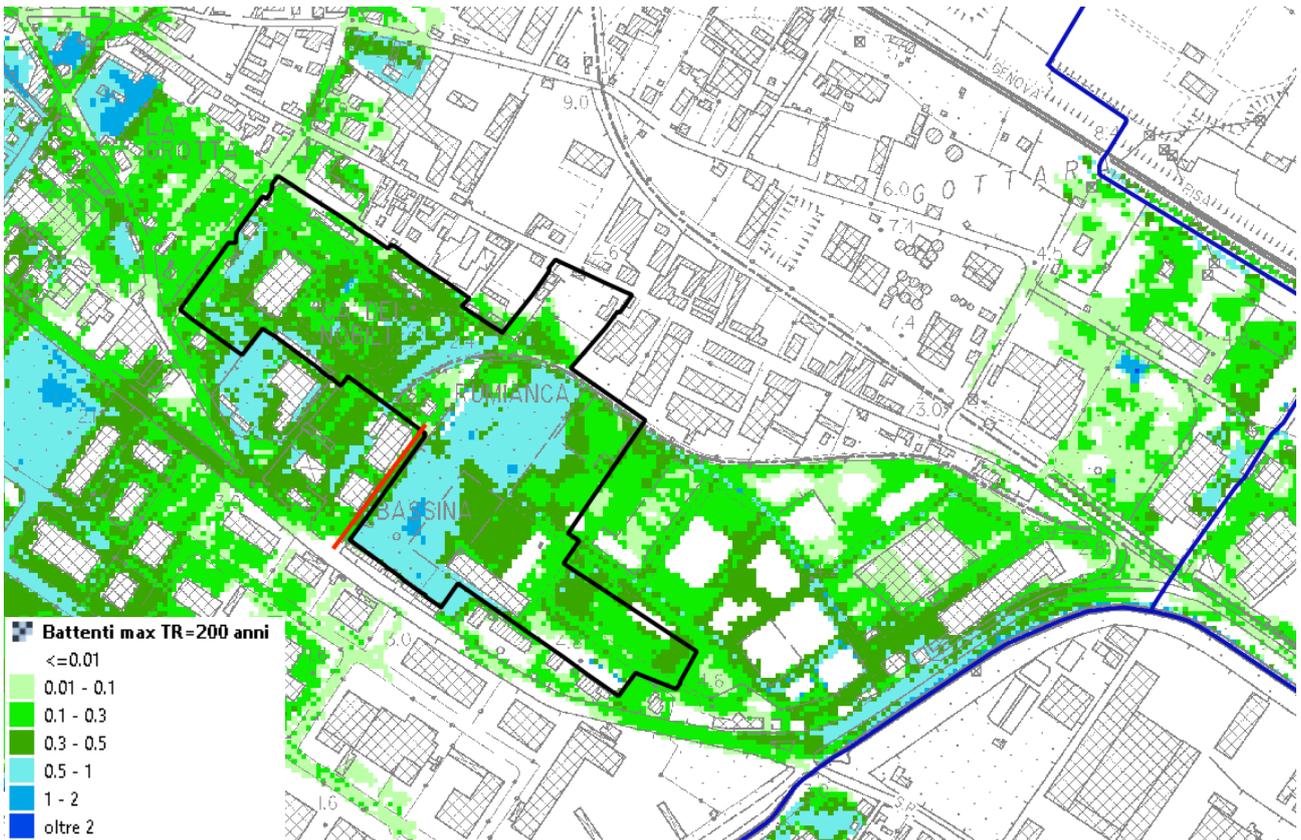


Figura 5-2- Carta dei battenti massimi attesi per eventi TR=200 anni - Modello Unico – Stato Attuale

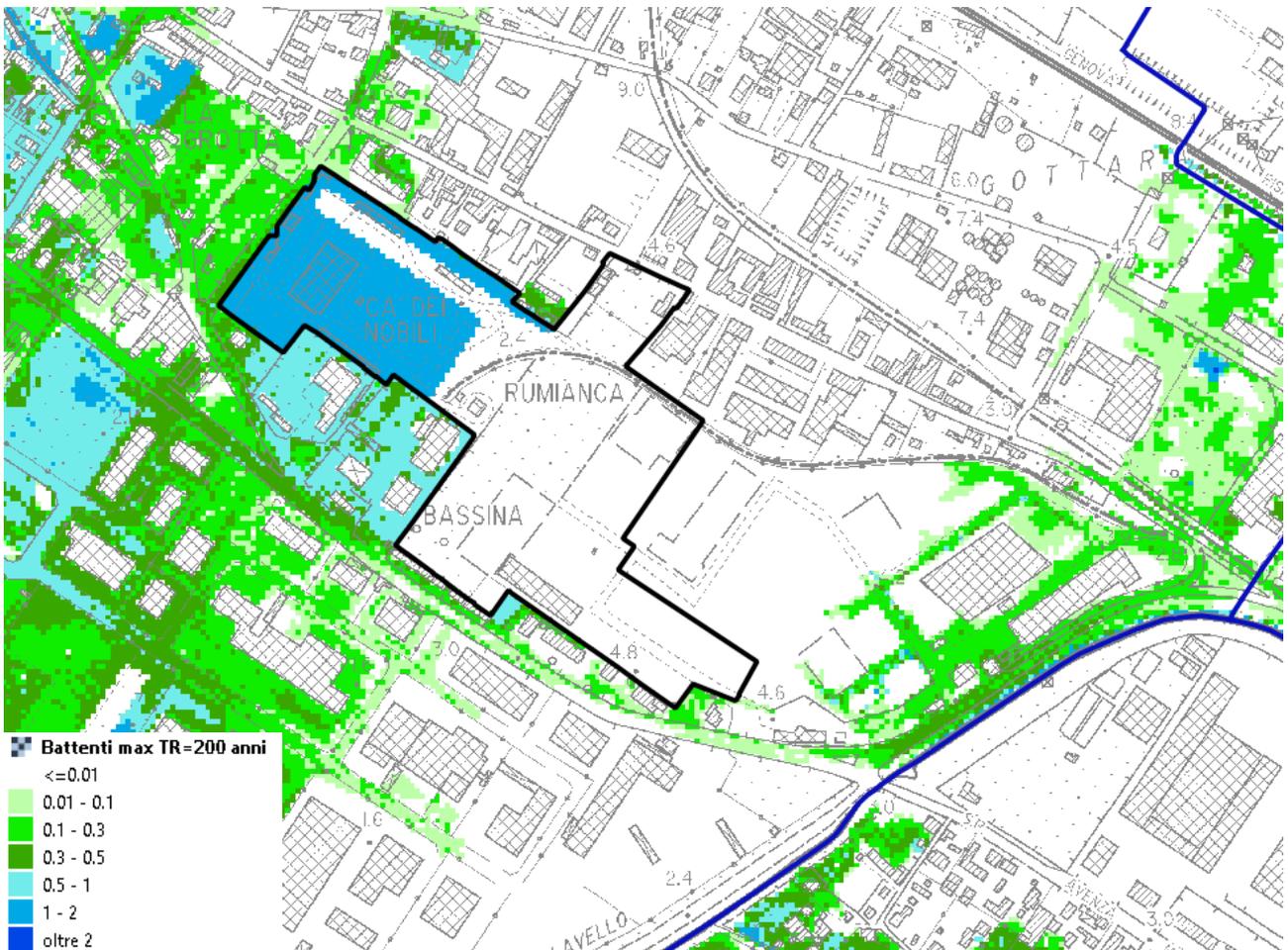


Figura 5-3- Carta dei battenti massimi attesi per eventi TR=200 anni - Modello Unico – Stato di Progetto

Si osserva che allo stato di progetto il canale di gronda che intercetta le acque di esondazione del Torrente Carrione e l'area per l'invarianza idraulica prevista a corredo dell'area di trasformazione si riempiono progressivamente saturando la loro capacità di invaso. Le modifiche morfologiche al piano campagna necessarie alla sopraelevazione dell'area di trasformazione determinano, in base alla dinamica di esondazione, un locale accumulo potenziale (area in rosso) ad appannaggio di alcune aree poste in fregio del T. Lavello (aree in verde) in cui si verifica una riduzione dei battenti e dei livelli idrometrici massimi.



Figura 5-4: Carta dei battenti massimi attesi per eventi TR=200 anni - Modello Unico – Differenza Stato di Progetto – Stato Attuale

Tale incremento dei battenti (ovunque inferiore a 0.4 m) è in generale contenuto nello spazio e nel tempo (poche ore). Nelle successive fasi progettuali, nelle more degli interventi di messa in sicurezza idraulica del T. Carrione, dovranno essere progettati interventi di riconnessione idraulica per ripristinare, fuori dal comparto, condizioni di allagabilità sostanzialmente congruenti a quelle esistenti evitando fenomeni di accumulo localizzato. Gli interventi di riconnessione idraulica o equivalenti dovranno consentire, sulla base di un quadro conoscitivo aggiornato, il transito della portata di circa 11.60 mc/s dalla sezione in rosso di figura 5-2 verificando la sostanziale invarianza idraulica. Il progetto delle opere di gestione del rischio dovrà essere accompagnato da uno studio idrologico idraulico che conferma l'efficacia delle soluzioni adottate.

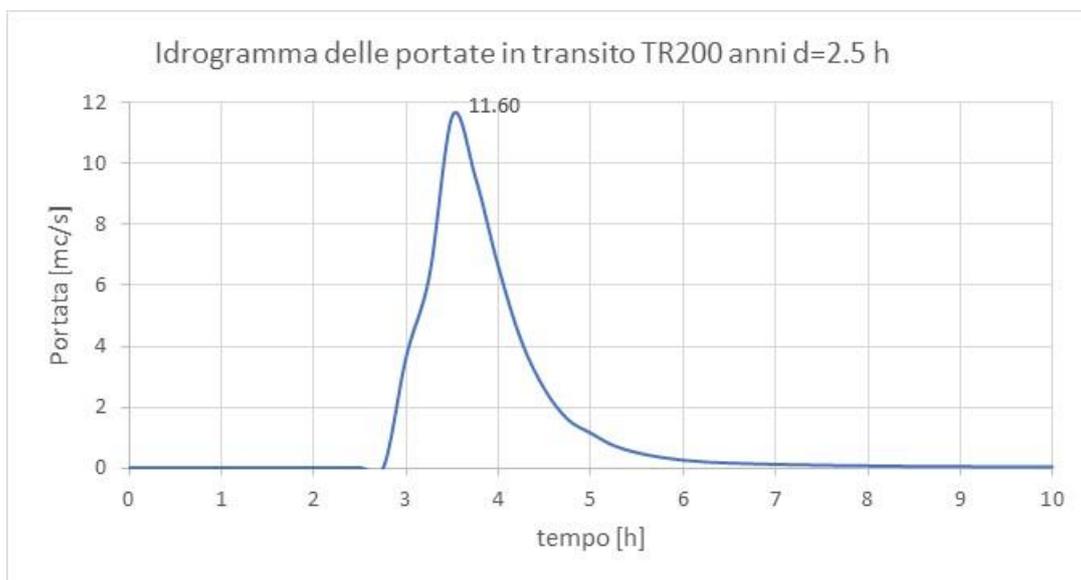


Figura 5-5: Idrogrammi delle portate in transito dall'area di trasformazione (sezione di controllo in rosso di Figura 5.2)