

progettazione architettonica
arch. Luigi Benatti

Progettazione impianti tecnologici:
Ing. Massimo Savini

TECO+ Partners

Progettazione opere di fognatura
e acque bianche

Ing. Andrea Artusi



Via Paganelli, 20 41122 Modena
Tel: 059 8752988 Fax: 059 4823606
E-mail: info@sinergia-srl.net

studio tecnico associato con sede in via Tiarini 22, 40129 Bologna, tel / fax: 051352493 / 051379161, e-mail: teco@studioteco.it

STRADA STATALE 12 COMUNE DI MEDOLLA (MO)

PROGETTO PIANO URBANISTICO ATTUATIVO D'INIZIATIVA PRIVATA RELATIVO ALL'AREA "TRE TORRI NORD"

COMMITTENTE:
BIOMEDICA SRL

E
Comune di Medolla Comune di Medolla
COPIA CONFORME ALL'ORIGINALE DIGITALE Protocollo N.0011045/2020 del 21/10/2020 Firmatario: LUIGI BENATTI

TECO+ Partners

revisioni:

N.	descrizione	data

Progetto di fattibilità

Piano gestione
rischio alluvioni

PGRA

Settembre
2020

Verifica/emissione:

Riesame:

Validazione:

Provincia di Modena
Comune di Medolla

PIANO URBANISTICO ATTUATIVO DI INIZIATIVA PRIVATA RELATIVO ALL'AREA
"TRE TORRI NORD"

Attuazione del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA) nel settore
urbanistico

Redazione di studio idraulico di dettaglio e relativa documentazione tecnica di
supporto alla procedura abilitativa

Committente: Biomedica S.r.l.

Data: Maggio 2020

Progettista:

Ing. Andrea Artusi

Collaborazione alla progettazione:

Ing. Daniele Paganelli



Via Paganelli, 20 - 41122 Modena
tel. 059/8752988 - fax. 059/4823606

Sommario

1	Premessa	3
1.1	Contesto normativo	3
1.2	Il reticolo secondario di pianura (Bonifica di Burana)	10
2	Presentazione contesto ambientale stato di fatto e di progetto	12
2.1	Descrizione dell'intervento	12
2.2	Aspetti ambientali	15
2.2.1	Inquadramento territoriale e orografia	15
2.2.2	Il reticolo idraulico secondario di pianura (locale)	15
2.2.3	Confini naturali e bacinizzazione antropica	17
2.2.4	Descrizioni delle potenziali criticità	17
3	Verifiche idrauliche	19
3.1.1	Il modello digitale del terreno	19
3.2	Le portate di riferimento	19
3.3	Condizioni al contorno e analisi delle criticità	21
4	Riduzione della vulnerabilità degli edifici	23
4.1	Analisi dei possibili effetti della piena	23
4.1.1	Spinta idrostatica Orizzontale	23
4.1.2	Spinta di Galleggiamento	24
4.1.3	Immersione prolungata	24
4.1.4	Spinta idrodinamica	25
4.1.5	Impatto dei detriti	25
4.1.6	Erosione e scalzamento	26
4.2	Strategie di riduzione della vulnerabilità	27
4.2.1	Misure per ridurre il danneggiamento dei beni e delle strutture: impianti elettrici	27
4.2.2	Misure per ridurre il danneggiamento dei beni e delle strutture: impermeabilizzazione	27
4.2.3	Misure per ridurre il danneggiamento dei beni e delle strutture: dettagli costruttivi	27
4.2.4	Buona tecnica	27
5	Conclusioni	29

1 Premessa

La presente relazione tecnica ha lo scopo contestualizzare l'intervento edilizio identificato dal Piano Urbanistico Attuativo di Iniziativa Privata denominato "Tre Torri Nord" a destinazione commerciale/produttivo, sito in Comune di Medolla (MO) con ingresso principale lungo la SS.12 – Abetone-Brennero, nei confronti del Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA), con riferimento alle possibili interferenze verso il reticolo secondario di pianura (RSP) presente in loco.

1.1 Contesto normativo

La Direttiva europea 2007/60/CE, recepita nel diritto italiano con D.Lgs. 49/2010, ha dato avvio ad una nuova fase della politica nazionale per la gestione del rischio di alluvioni.

Il Piano di gestione del rischio di alluvioni (PGRA), introdotto dalla Direttiva per ogni distretto idrografico, deve orientare, nel modo più efficace, l'azione sulle aree a rischio significativo organizzate e gerarchizzate rispetto all'insieme di tutte le aree a rischio, definire gli obiettivi di sicurezza e le priorità di intervento a scala distrettuale, in modo concertato fra tutte le amministrazioni e gli enti gestori, con la partecipazione dei portatori di interesse e il coinvolgimento del pubblico in generale.

Le misure del piano si devono concentrare su tre obiettivi principali:

- migliorare nel minor tempo possibile la sicurezza delle popolazioni esposte utilizzando le migliori pratiche e le migliori tecnologie disponibili a condizione che non comportino costi eccessivi;
- stabilizzare nel breve termine e ridurre nel medio termine i danni sociali ed economici delle alluvioni;
- favorire un tempestivo ritorno alla normalità in caso di evento.

L' articolazione su più livelli territoriali e la conseguente declinazione delle linee di azione generali in obiettivi locali sempre più precisi e pertinenti è un passaggio importante per organizzare le azioni in ordine di priorità e meglio allocare i finanziamenti sulle azioni più efficaci ed urgenti.

Il piano deve tener conto inoltre della attuale organizzazione del sistema nazionale per la prevenzione, previsione e gestione dei rischi naturali per favorire l'attuazione delle misure e per confermare che le autorità statali, regionali e locali, con le loro azioni congiunte, lavorano insieme per la gestione dei rischi di alluvioni.

II PTCP

Si riporta di seguito un estratto della tavola 2.3.1 del PTCP al momento vigente, con focus nell'area interessata dai comuni di Mirandola, Cavezzo, Medolla e San Felice sul Panaro.

Tale tavola riporta la mappatura del rischio idraulico, suddividendo il territorio in quattro distinte aree ovvero:

- A1: Aree ad elevata pericolosità idraulica (Art. 11)
- A2: Aree depresse a elevata criticità idraulica con possibilità di permanenza dell'acqua superiore ad un metro (Art.11).
- A3: Aree depresse ad elevata criticità idraulica, aree a rapido scorrimento (Art. 11)
- A4: Aree a media criticità idraulica con bassa capacità di scorrimento (Art. 11).

Come si può notare viene riportata la presenza del Paleodosso (Art. 23°) che interessa una fascia di territorio che attraversa i centri abitati di Cavezzo e Medolla e prosegue in direzione Nord-Est a Nord del comune di San Felice sul Panaro.

In generale si osserva che tale cartografia riporta un'area bianca, ovvero non retinata, per la quale non è attribuita nessuna delle classi di pericolosità sopra descritte.

E' proprio in tale contesto che si inserisce il PGRA (Piano gestione Rischio Alluvione) che diviene lo strumento di gestione per le aree per le quali gli strumenti di pianificazione esistenti non forniscono precise indicazioni e linee guida di protezione idraulica.

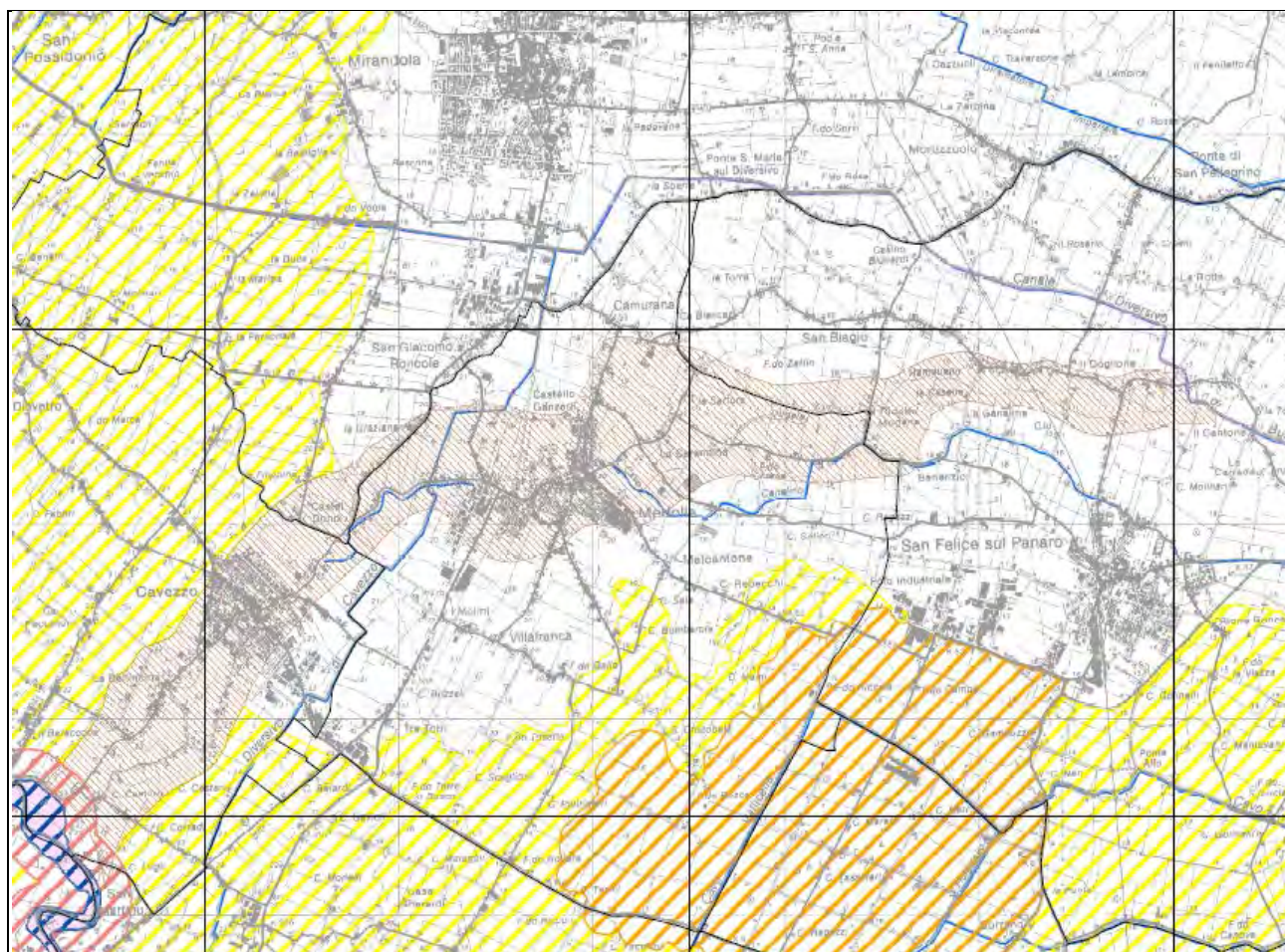


Figura 1: PTCP 2008 – Tav 2.3.1: Rischio idraulico; Carta della pericolosità e della criticità idraulica tra i comuni di Mirandola, Cavezzo, Medolla, San Felice sul Panaro

Aree a differente pericolosità e/o criticità idraulica	
	A1 - Aree ad elevata pericolosità idraulica (Art.11)
	A2 - Aree depresse ad elevata criticità idraulica con possibilità di permanenza dell'acqua a livelli maggiori di 1 metro (Art.11)
	A3 - Aree depresse ad elevata criticità idraulica aree a rapido scorrimento ad elevata criticità idraulica (Art.11)
	A4 - Aree a media criticità idraulica con bassa capacità di scorrimento (Art.11)
	Aree golenali naturali ed artificiali
	Paleodossi (Art.23A)
	Invasi ed alvei di laghi, bacini e corsi d'acqua (Art.10)
	Fasce di espansione inondabili (Art.9)
	Limite delle aree soggette a criticità idraulica (Art.11)

Figura 2: PTCP 2008 – Tav 2.3.1: Rischio idraulico; Carta della pericolosità e della criticità idraulica- Legenda

II PGRA¹

La Direttiva 2007/60/CE o Direttiva alluvioni in quanto relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi da alluvioni, introduce per gli stati membri l'obbligo di dotarsi di un quadro coordinato per la valutazione e la gestione dei rischi di alluvione e di un Piano di Gestione del rischio alluvioni (PGRA) per la salvaguardia della vita umana e dei beni esposti e la mitigazione dei danni derivanti dalle alluvioni.

La Direttiva prevede che, l'elaborazione, l'aggiornamento e la revisione del PGRA siano condotti con il più ampio coinvolgimento del pubblico e delle parti interessate, incoraggiandone la partecipazione attiva.

Il D.Lgs. 49/2010 recepisce a livello nazionale la direttiva 2007/60/CE prevedendo la predisposizione del PGRA nell'ambito delle attività di pianificazione di bacino di cui agli articoli 65, 66, 67, 68 del D.Lgs. n. 152 del 2006.

Lo strumento per la valutazione e la gestione del rischio è rappresentato dalle **mappe della pericolosità e del rischio di alluvioni** (art. 6 D.Lgs. 49/2010 e art. 6 Dir. 2007/60/CE).

Le mappe della pericolosità² riportano l'estensione potenziale delle inondazioni causate dai corsi d'acqua (naturali e artificiali), dal mare e dai laghi, con riferimento a tre scenari (alluvioni rare, poco frequenti e frequenti) distinti con tonalità di blu, la cui intensità diminuisce in rapporto alla diminuzione della frequenza di allagamento.



Figura 3: Pericolosità da alluvione complessiva nel distretto padano.

Le mappe del rischio segnalano la presenza nelle aree allagabili di elementi potenzialmente esposti (popolazione, servizi, infrastrutture, attività economiche, etc.) e il corrispondente livello di rischio, distinto in 4 classi rappresentate mediante colori: giallo (R1-Rischio moderato o nullo), arancione (R2- Rischio medio), rosso (R3-Rischio elevato), viola (R4-Rischio molto elevato).

¹ "Piano per la valutazione e la gestione del rischio alluvioni", Art. 7 della Direttiva 2007/60/CE e del D.lgs. n. 49 del 23.02.2010, I A. Inquadramento generale

² "Piano per la valutazione e la gestione del rischio alluvioni", Art. 7 della Direttiva 2007/60/CE e del D.lgs. n. 49 del 23.02.2010, III A. Relazione di Piano

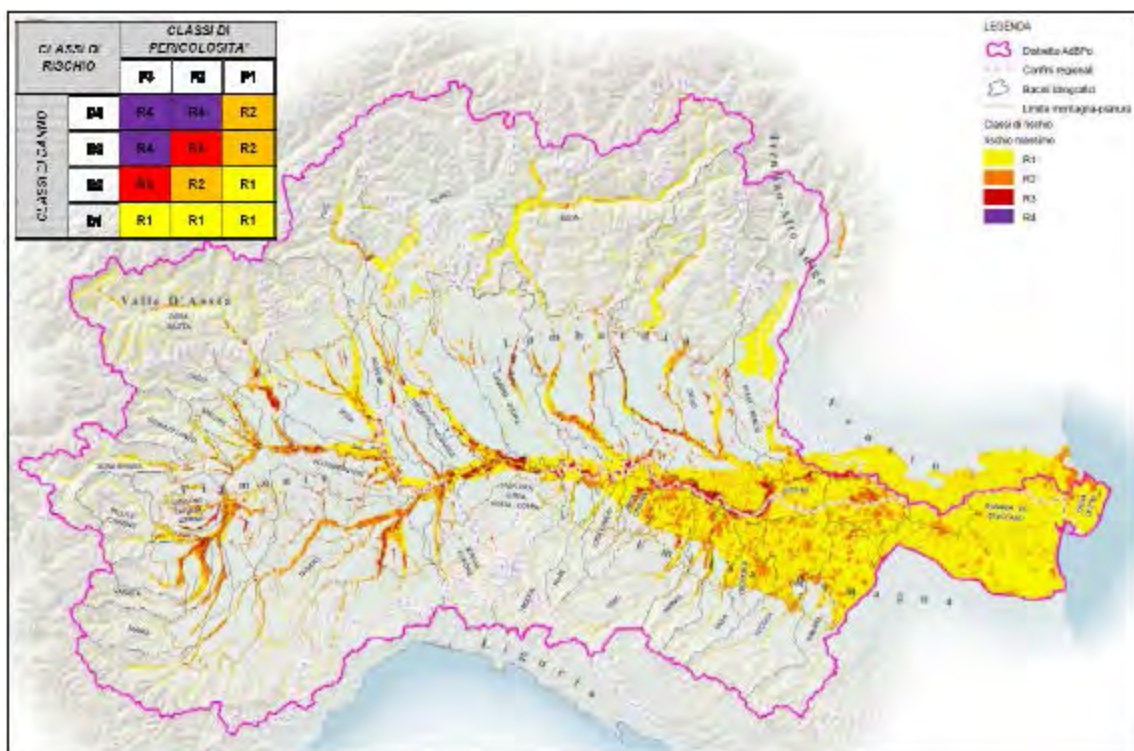


Figura 4: Rischio da alluvione complessiva nel distretto padano.

In particolare la Giunta della Regione Emilia Romagna in data 01 agosto 2016, tramite il DGR 1300/2016 delibera di approvare il documento tecnico "Prime disposizioni regionali concernenti l'attuazione del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni nel settore urbanistico, ai sensi dell'art. 58 Elaborato n. 7 (Norme di Attuazione) e dell'art. 22 Elaborato n. 5 (Norme di Attuazione) del Progetto di Variante al Piano stralcio per l'assetto idrogeologico del bacino del fiume Po (PAI) – Integrazioni all'Elaborato 7 (Norme di Attuazione) e al Piano stralcio per l'assetto idrogeologico del Delta del fiume Po (PAI Delta) – Integrazioni all'Elaborato 5 (Norme di Attuazione) adottato dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del Fiume Po con deliberazione n. 5 del 17/12/2015"

Nell'ambito di tale contesto normativo, viene definito al paragrafo 5 il **reticolo secondario di pianura (RSP)** che in tale studio sarà oggetto di indagine nelle modalità descritte nei paragrafi seguenti e per una porzione di territorio ritenuta necessaria per contestualizzare gli interventi in fase di progettazione ed attuazione.

Ambito di riferimento³

Il Reticolo secondario di pianura (RSP) è costituito dai corsi d'acqua secondari di pianura gestiti dai Consorzi di bonifica e irrigui nella medio - bassa pianura padana. La perimetrazione delle aree potenzialmente allagabili è stata effettuata con riferimento agli scenari di alluvione frequente (P3) e poco frequente (P2) previsti dalla Direttiva. Il metodo di individuazione delle aree soggette ad alluvioni è stato di tipo prevalentemente storico - inventariale e si è basato sugli effetti di eventi avvenuti generalmente negli ultimi 20-30 anni in quanto ritenuti maggiormente rappresentativi delle condizioni di pericolosità connesse con l'attuale assetto del reticolo di bonifica e del territorio. A questa tipologia di aree si aggiungono limitate zone individuate mediante modelli idrologico - idraulici e aree delimitate sulla base del giudizio esperto degli enti gestori in relazione alla incapacità, più volte riscontrata, del reticolo a far fronte ad eventi di precipitazione caratterizzati da tempi di ritorno superiori (in media) a 50 anni (individuato come tempo di ritorno massimo relativo allo scenario P3). Stante le caratteristiche proprie del reticolo, nello scenario di alluvione poco frequente (P2), l'involuppo delle aree potenzialmente allagabili, coincidente con gran parte dei settori di pianura dei bacini idrografici, ha carattere indicativo e necessita di ulteriori approfondimenti di tipo conoscitivo. Ne deriva che l'estensione delle

³ DGR 1300/2016 del 01 agosto 2016 - Giunta della Regione Emilia Romagna – Codice Documento GPG/2016/1405 – Paragrafo 5.

aree interessate da alluvioni rare (P1) è ricompresa, di fatto, nello scenario P2. Le alluvioni dovute ad esondazione del reticolo artificiale di bonifica, seppure caratterizzate da alta frequenza, presentano tiranti e velocità esigui che danno origine a condizioni di rischio medio (R2) e moderato/nullo (R1) e in casi limitati, prevalentemente situati in zone urbanizzate e insediate interessate da alluvioni frequenti, a condizioni di rischio elevato (R3). La mitigazione delle condizioni di rischio per il patrimonio edilizio esistente si fonda su azioni di protezione civile ed eventualmente di autoprotezione e di protezione passiva. Per quanto riguarda gli interventi edilizi nel seguito dettagliati si fa riferimento alle disposizioni specifiche sotto riportate.

Disposizioni specifiche

In relazione alle caratteristiche di pericolosità e rischio descritte nel paragrafo precedente, nelle aree perimetrate a pericolosità P3 e P2 dell'ambito Reticolo Secondario di Pianura, laddove negli strumenti di pianificazione territoriale ed urbanistica non siano già vigenti norme equivalenti, si deve garantire l'applicazione:

- di misure di riduzione della vulnerabilità dei beni e delle strutture esposte, anche ai fini della tutela della vita umana;
- di misure volte al rispetto del principio dell'invarianza idraulica, finalizzate a salvaguardare la capacità ricettiva del sistema idrico e a contribuire alla difesa idraulica del territorio.

Le successive indicazioni operative vanno considerate per il rilascio dei titoli edilizi relativi ai seguenti interventi edilizi definiti ai sensi delle vigenti leggi:

- a) ristrutturazione edilizia;
- b) interventi di nuova costruzione;
- c) mutamento di destinazione d'uso con opere.

Nelle aree urbanizzabili/urbanizzate e da riqualificare soggette a POC/PUA ubicate nelle aree P3 e P2, nell'ambito della procedura di VALSAT di cui alla L.R. 20/2000 e s.m.i., la documentazione tecnica di supporto ai Piani operativi/attuativi deve comprendere uno studio idraulico adeguato a definire i limiti e gli accorgimenti da assumere per rendere l'intervento compatibile con le criticità rilevate, in base al tipo di pericolosità e al livello di esposizione locali.



Figura 5– Inquadramento dell'area oggetto di intervento su base Direttiva Europea 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni Mappa della pericolosità e degli elementi potenzialmente esposti (art. 6 della Direttiva 2007/60/CE e art. 6 del D.Lgs. 49/2010). Ambito territoriale: Reticolo Secondario di Pianura. 184SO Mirandola.

Scenari di Pericolosità

- P3 – H (Alluvioni frequenti: tempo di ritorno tra 20 e 50 anni - elevata probabilità)
- P2 – M (Alluvioni poco frequenti: tempo di ritorno tra 100 e 200 anni - media probabilità)
- P1 – L (Scarsa probabilità di alluvioni o scenari di eventi estremi)

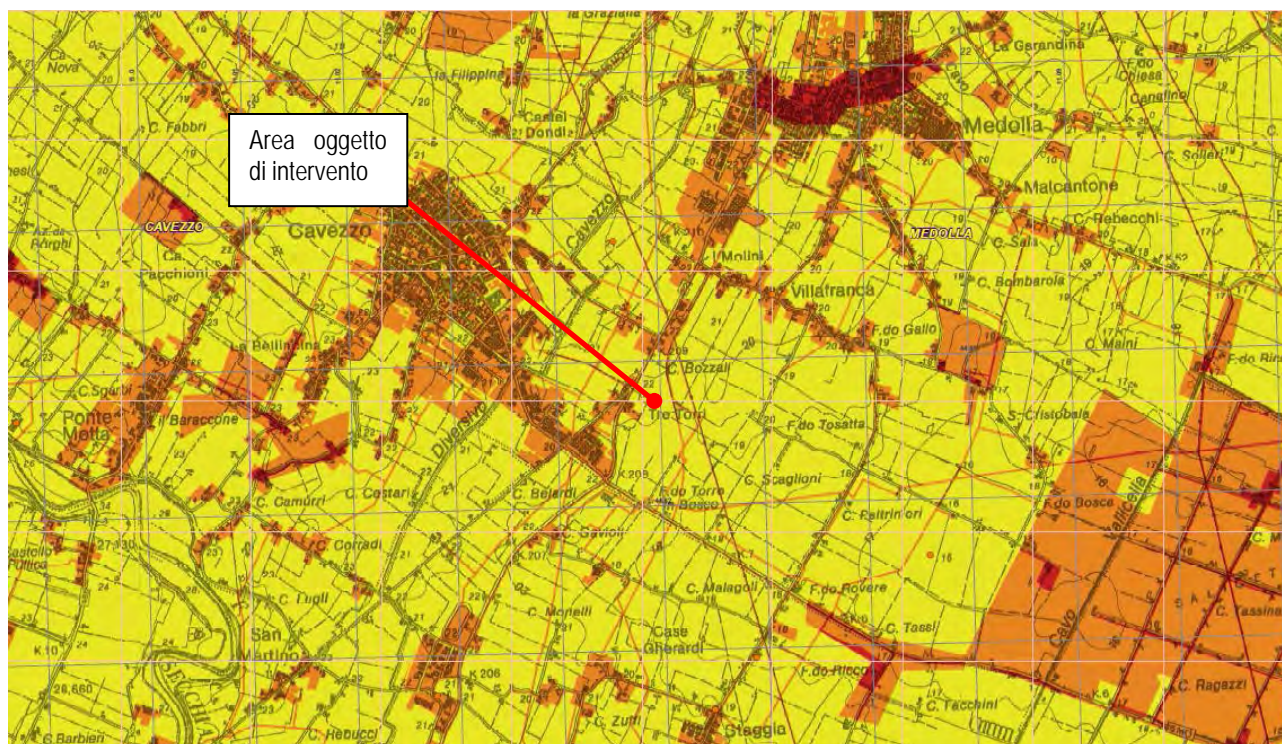


Figura 6– Inquadramento dell'area oggetto di intervento su base Direttiva Europea 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni Mappa del rischio potenziale (art. 6 della Direttiva 2007/60/CE e art. 6 del D.Lgs. 49/2010). Ambito territoriale: Reticolo Secondario di Pianura. 184 SO Mirandola.

Classi di Rischio

	puntuali	lineari	areali
R1 (rischio moderato o nullo)	●	~	
R2 (rischio medio)	●	~	
R3 (rischio elevato)	●	~	
R4 (rischio molto elevato)	●	~	

L'autorità di Bacino del Fiume Po, mediante il Piano di Gestione del rischio Alluvioni del bacino Po (PGRA), individua pertanto l'area oggetto di intervento per quanto riguarda il reticolo secondario di pianura come area a Pericolosità P2-M Alluvioni poco frequenti e relativa classe di rischio R1 – Basso.

Per quel che riguarda il reticolo principale invece, l'Autorità di Bacino Fiume Po individua l'area in oggetto come area a Pericolosità P1-L (area a scarsa probabilità di alluvioni) e relativa classe di rischio R1 (rischio moderato o nullo).



Figura 7: Inquadramento dell'area oggetto di intervento su base Direttiva Europea 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni Mappa della pericolosità e degli elementi potenzialmente esposti (art. 6 della Direttiva 2007/60/CE e art. 6 del D.Lgs. 49/2010). Ambito territoriale: Reticolo naturale principale o secondario. 184SO Mirandola.

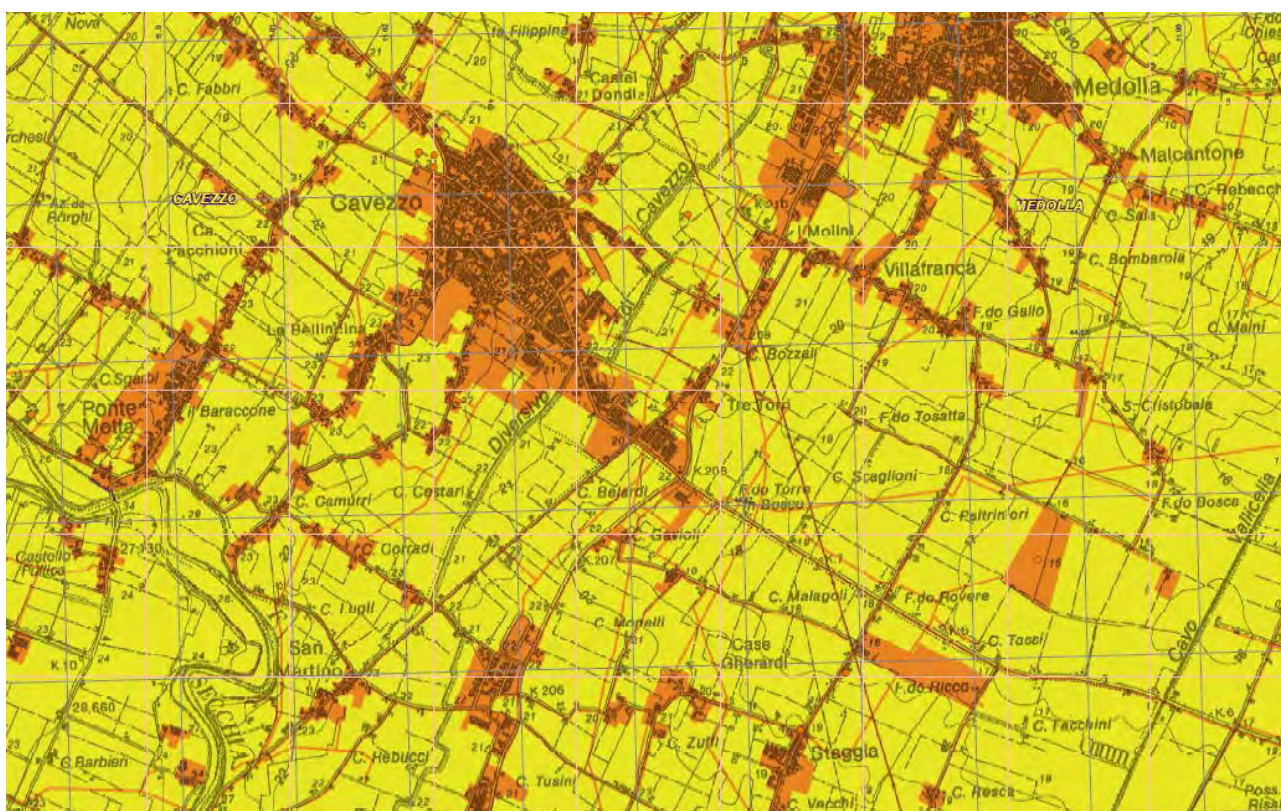


Figura 8 Inquadramento dell'area oggetto di intervento su base Direttiva Europea 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni Mappa del rischio potenziale (art. 6 della Direttiva 2007/60/CE e art. 6 del D.Lgs. 49/2010). Ambito territoriale: Reticolo naturale principale o secondario. 184 SO Mirandola.

1.2 Il reticolo secondario di pianura (Bonifica di Burana)⁴

L'area interessata dallo studio ricade nel comprensorio gestito dal Consorzio della Bonifica che, nel suo complesso risulta delimitato a Nord dal fiume Po, ad Ovest dal fiume Secchia, a Sud dalla strada provinciale Bastiglia – Bomporto e ad Est dal fiume Panaro. Complessivamente si estende su un territorio di 72.500 ettari, dei quali 45.700 ettari in provincia di Modena, 10.800 ettari in provincia di Ferrara e 16.000 ettari in provincia di Mantova.

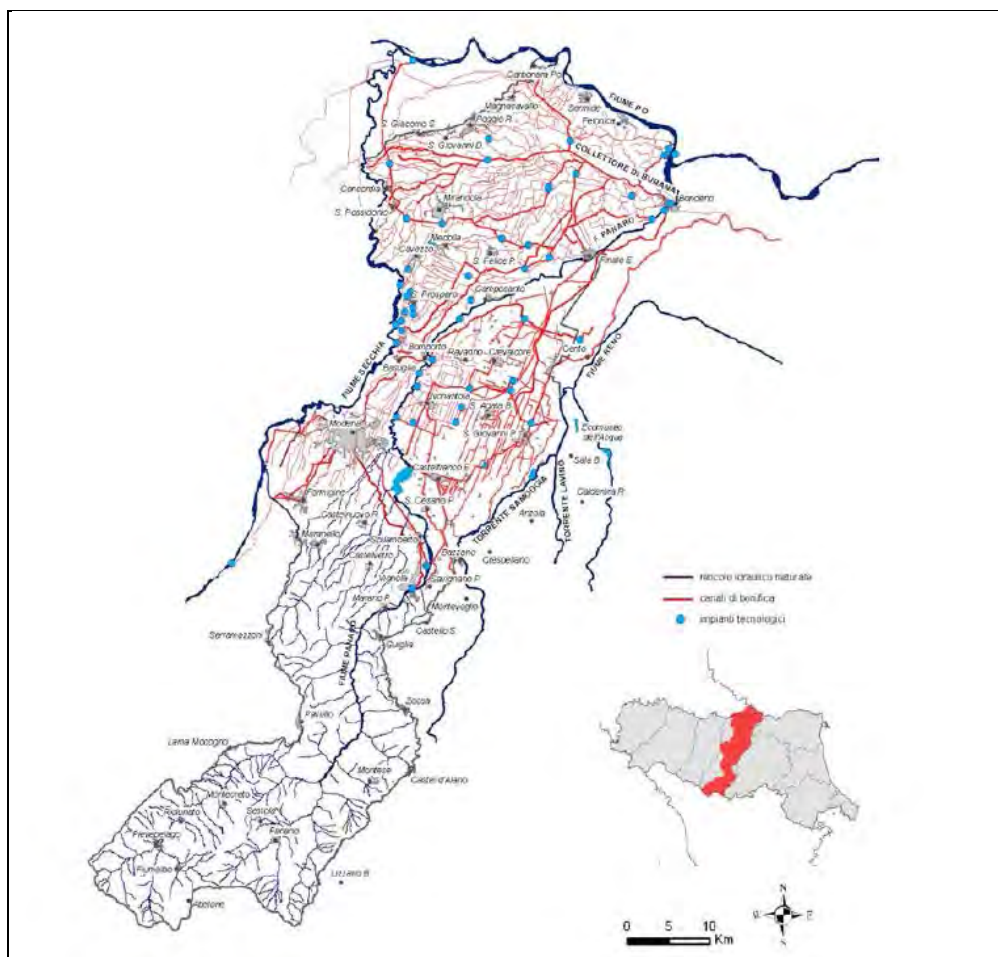


Figura 9: Area gestita dal Consorzio della Bonifica di Burana

La bonifica del Burana dal punto di vista idraulico è divisa in due comprensori: le *Acque Basse* con estensione pari circa a 54.600 ha e le *Acque Alte* con estensione pari circa a 17.880 ha.

Il bacino delle *Acque Basse* ha come collettore principale il canale Collettore di Burana che, dalla Fossa Mozza in località Confine di Pilastri, dirigendosi a Sud-Est, raggiunge Bondeno; qui il Collettore sottopassa il fiume Panaro attraverso la Botte Napoleonica per proseguire fuori dal comprensorio con il nome di Emissario di Burana che sfocia nel Po di Volano e quindi nel mare Adriatico a circa 85 km dalla Botte Napoleonica.

La necessità di scaricare portate superiori ai 40 mc/s attraverso la stessa botte ha determinato nel passato la realizzazione del Canale delle Pilastresi che diramandosi dal Canale Collettore di Burana in località Follo, quando necessario, devia parte del flusso di piena all'impianto di pompaggio omonimo in grado di sollevare fino a 40 mc/s direttamente nel fiume Po.

I principali Bacini di Scolo delle Acque Basse, in ordine di importanza areale decrescente, sono:

- Bacino di Scolo Canale Quarantoli 15.230 ha

⁴Consorzio della Bonifica Burana – Leo – Scoltenna – Panaro – Modena e D.I.S.T.A.R.T. Dipartimento di Ingegneria delle Strutture, Trasporti, Acque, Rilevamento, Territorio dell'Università degli Studi di Bologna, "Una sentinella per il territorio, Studio dell'adeguamento del reticolo idraulico di Bonifica alle mutate esigenze territoriali".

- Bacino di Scolo Cavo Rusco 1°	14.376 ha
- Bacino di Scolo Canale di Sermide	6.894 ha
- Bacino di Scolo Acque Basse in Sinistra (A.B.S.)	5.969 ha
- Bacino di Scolo Poretto - Gualenga	2.999 ha
- Bacino di Scolo Dogaro Uguzzone	2.923 ha
- Bacino di Scolo Cavo Cavalletta	1.187 ha

Oltre ai deflussi provenienti dal comprensorio delle Acque Basse, la rete in questione deve poter smaltire le portate del Consorzio di Bonifica di Revere (13.500 ettari) secondo le condizioni fissate da apposito disciplinare.

La rete delle Acque Basse è formata da circa 824 km di canali principali.

Il bacino delle **Acque Alte** ha come collettore principale il Canale Diversivo di Burana che, da S. Possidonio, dirigendosi verso Est, raggiunge S. Bianca in comune di Bondeno, dove si immette nel fiume Panaro. Lo scolo delle Acque Alte nel Panaro generalmente avviene a gravità, solamente in caso di piene eccezionali interne concomitanti ad alti livelli del ricevente viene azionato l'impianto di sollevamento di S. Bianca, che può sollevare la portata massima di circa 29 mc/s.

I principali Bacini di Scolo delle Acque Alte, in ordine di importanza areale decrescente, sono:

- Bacino di Scolo Cavo Vallicella	10.617 ha
- Bacino di Scolo Diversivo di Cavezzo	1.815 ha
- Bacino di Scolo Dugale Smirra	1.271 ha
- Bacino di Scolo Dugale Delfini	1.150 ha
- Bacino di Scolo Cavo Canalino	778 ha
- Bacino di Scolo Dugale dell'Oca	746 ha

La rete delle Acque Alte è formata da circa 282 km di canali principali.

2 Presentazione contesto ambientale stato di fatto e di progetto

Nei seguenti paragrafi viene presentato l'intervento oggetto di studio in termini di geometria, caratteristiche costruttive e destinazioni d'uso ma soprattutto verranno approfonditi i legami che esso presenta nei confronti del contesto ambientale naturale ed antropico circostante.

2.1 Descrizione dell'intervento

L'area di studio soggetta a nuova urbanizzazione è ubicata a Sud dell'abitato di Medolla (MO), lungo la SS12 Abetone – Brennero, lato Est.

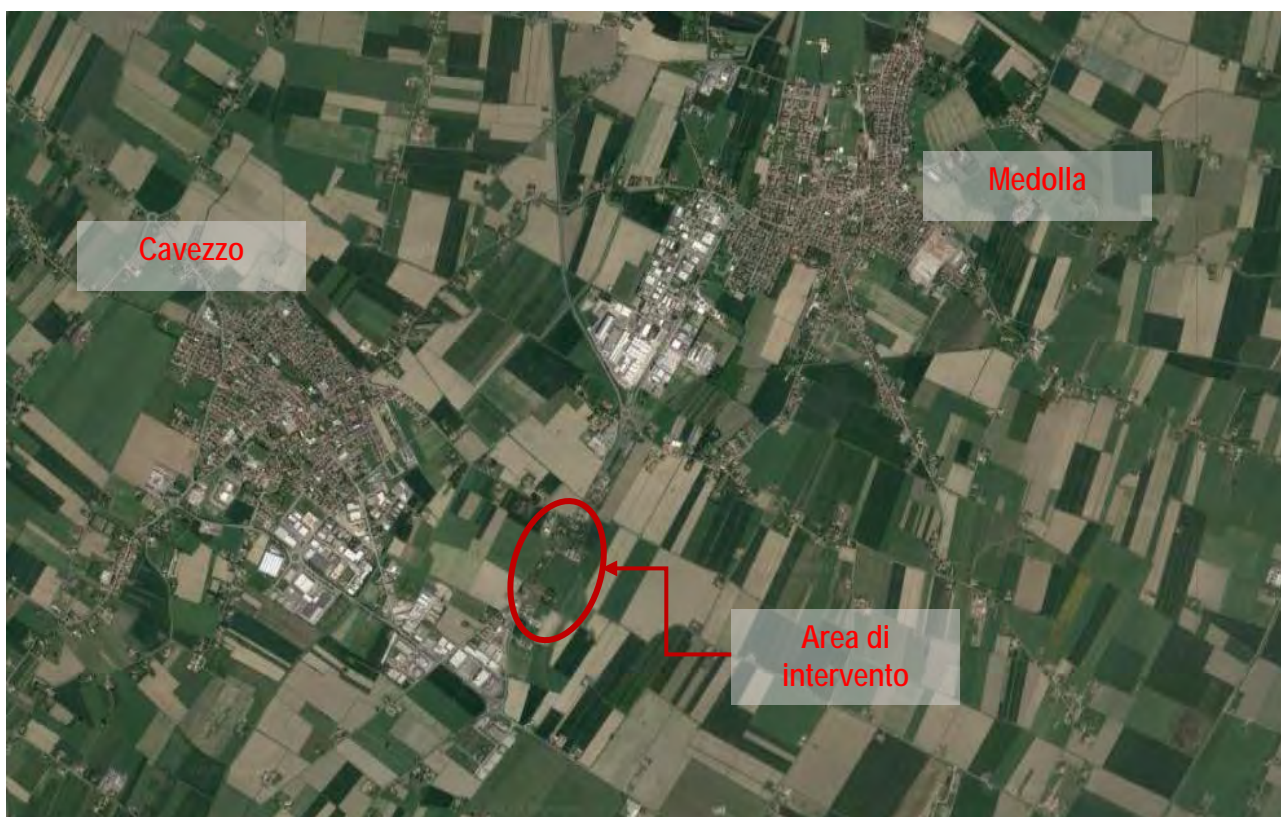
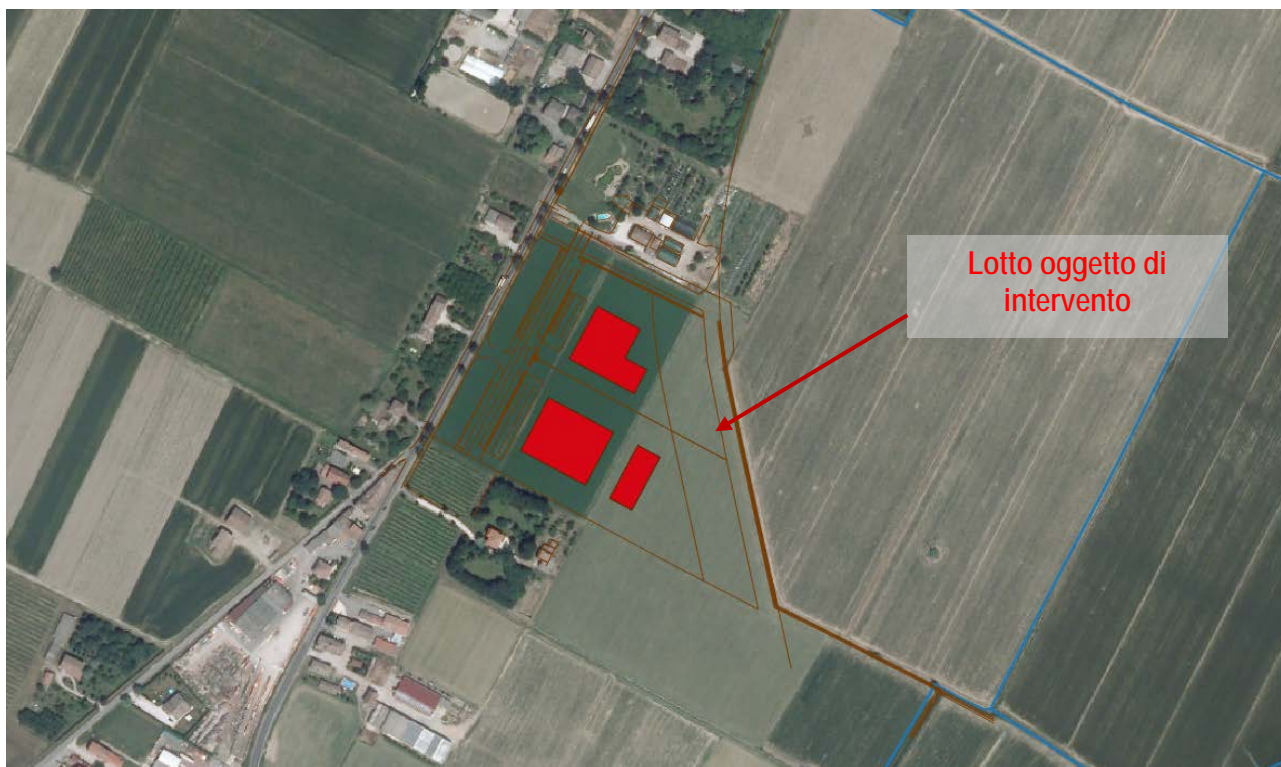


Figura 10: Inquadramento aereo generale dell'area oggetto di intervento.

L'intervento di nuova realizzazione risulta ubicato, allo stato attuale, in area di tipo prettamente agricolo compresa tra agglomerati edificati sia al confine Nord, sia Sud.



Lotto oggetto di intervento

Figura 11: Inquadramento area oggetto di intervento.

L'intervento edilizio prevede la realizzazione di un comparto di tipo produttivo/commerciale di superficie complessiva pari a 4,50 ha, così suddivisa:

- circa 4250 mq di area impermeabile saranno oggetto di cessione pubblica, costituita essenzialmente da viabilità e parcheggi oltre alla realizzazione di una pista ciclopedonale al confine Nord dell'area;
- Lotto 1 di superficie complessiva pari a 1,36 ha di cui 0,87 ha impermeabili costituiti da viabilità interna pavimentata e coperture;
- Lotto 2 di superficie complessiva pari a 2,19 ha di cui 1,68 ha impermeabili costituiti da viabilità interna pavimentata e coperture;

Le restanti aree pubbliche e private sono caratterizzate da superfici a verde.

Gli accessi ai lotti avverranno dalla S.S: 12 Abetone Brennero, lato Est, mediante realizzazione di un nuovo carraio. Il comparto prevede la realizzazione di un'area oggetto di futura cessione compresa tra i lotti privati e la stessa SS.12 costituita da viabilità e parcheggi. Su questa viabilità di comparto saranno realizzati gli accessi carrai ai lotti privati.

Allo stato di fatto si rileva una quota della SS.12 pari a 21.80 m s.l.m. ed una quota del piano di campagna al piede del rilevato stradale pari a 19.90 m s.l.m.



Figura 12: S.S. 12 Abetone Brennero – Accesso al comparto di progetto.

In fase esecutiva, l'attuale piano campagna corrispondente alla viabilità di comparto oggetto di cessione pubblica, sarà innalzato ad una quota media pari a +20.25 m s.l.m..

La quota altimetrica del piano di imposta dei lotti privati 1 e 2 sarà fissata rispettivamente pari a circa 20.20 m s.l.m. e 20.00 m s.l.m. in modo tale da seguire l'andamento orografico del terreno esistente che tende a degradare in direzione sud Ovest. A tal proposito allo stato attuale si rileva una quota del piano campagna pari a +20.39 m s.l.m. in corrispondenza del confine Nord Ovest, pari a +19.90 m s.l.m. all'angolo Sud Ovest e pari a 19.49 m s.l.m. al confine Sud Est.

Si assume il piano di imposta dei fabbricati all'interno dei nuovi lotti privati maggiore di circa 15 cm rispetto al piano medio fissato per le relative viabilità interne.

Il progetto preliminare per reti di drenaggio dell'area in oggetto prevede la distinzione dei contributi meteorici delle coperture e dei piazzali ed il loro recapito alla Fossetta Campana, ubicata circa 200 m in direzione Sud Est rispetto al confine Est dell'area in oggetto, mediante riprofilatura di un fossetto di scolo esistente, in regime di invarianza idraulica.

Alla luce di ciò, le acque meteoriche generate dalle aree impermeabili dei singoli lotti privati recapiteranno a detto fossetto scolo sul fronte Est del comparto in regime di invarianza idraulica secondo un coefficiente udometrico pari a 8,00 l/s ha imp.

La regolazione delle portate dei singoli lotti sarà consentita mediante la posa di collettori PVC DN 90 e 110 (rispettivamente lotto 1 e lotto 2) a luce fissa che consentirà il transito di portate massime rispettivamente pari a 7,0 e 13,5 l/s. I volumi necessari all'accumulo temporaneo delle acque di pioggia saranno creati mediante opportune depressioni nel terreno a cielo aperto in area verde presente sul fronte Est dei lotti stessi per un volume rispettivamente pari a 390 mc (forma rettangolare 6,00x70,00 al fondo) per il lotto 1 e 750 mc (forma rettangolare 10,00x75,00 al fondo) per il lotto 2, corrispondenti ad un rapporto di circa 450 mc/ha imp.

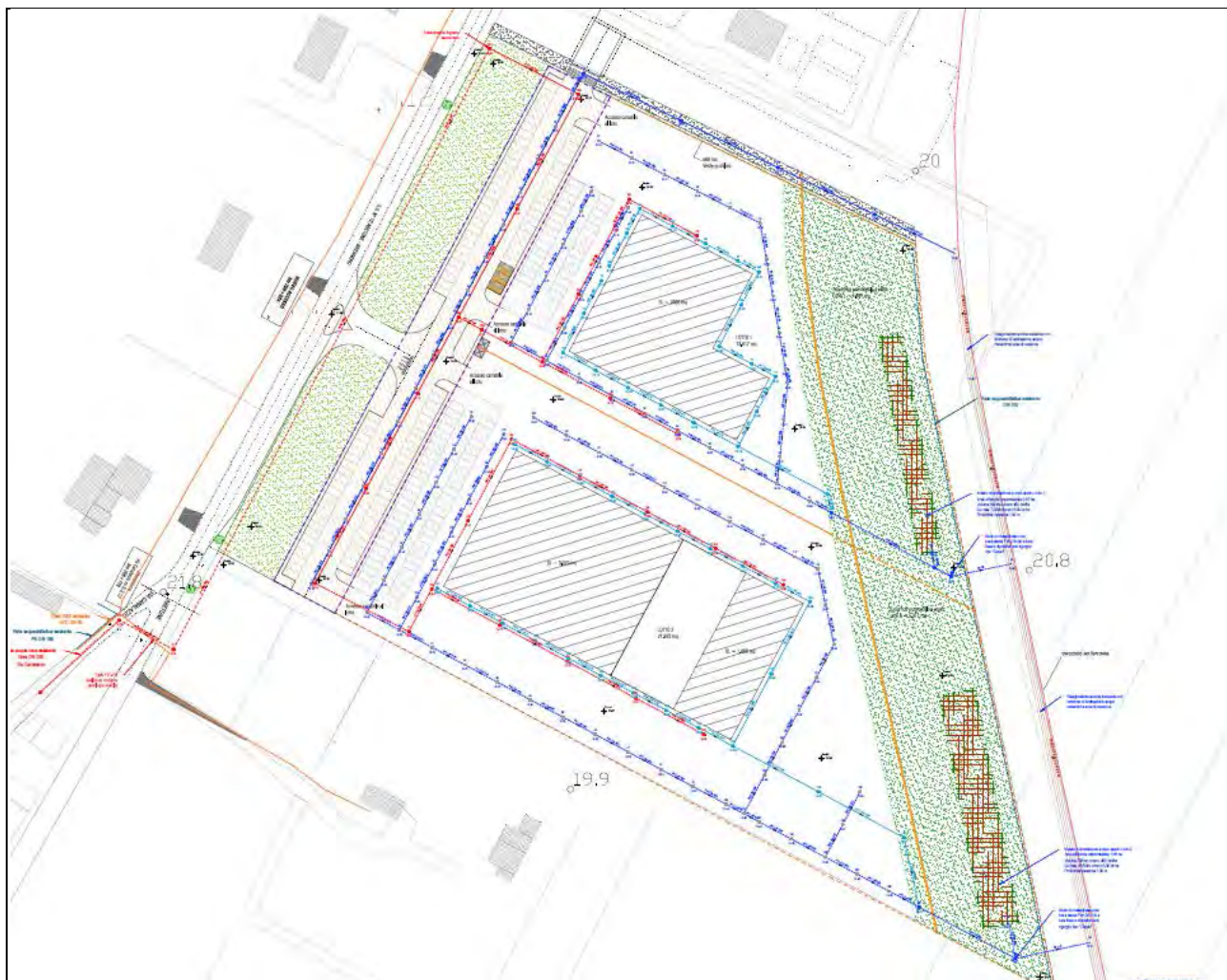


Figura 13: Planimetria stato di progetto

2.2 Aspetti ambientali

Nei paragrafi seguenti si vuole dare una caratterizzazione del territorio circostante nel quale si inserirà il comparto oggetto di studio in modo tale da poter comprenderne le particolarità ed affrontare con coscienza la successiva fase di verifica idraulica di compatibilità nei confronti essenzialmente del reticolo principale di pianura in precedenza descritto su scala più ampia.

2.2.1 Inquadramento territoriale e orografia

Il territorio nell'area di intervento presenta mediamente un andamento degradante naturalmente in direzione SudEst. Tale aspetto viene messo in evidenza anche dalla Tavola 2.3.1 del PTCP (Carta rischio idraulico) la quale riporta la presenza di un Paleodosso con orientamento Sud Ovest – Nord Est.

Si riscontra comunque la presenza di elementi di natura antropica che segnano ulteriormente il territorio creandone una compartimentazione dal punto di vista del deflusso delle acque.

2.2.2 Il reticolo idraulico secondario di pianura (locale)

Per quanto riguarda il reticolo secondario di pianura circostante rispetto all'area di intervento, viene rilevata la presenza della Fossetta Campana 200 metri a Est rispetto allo spigolo Sud Est del comparto.



Figura 14: Fossetta Campana – sezione di recapito fosso interpodereale da riprofilare.

Si pone l'attenzione sulla differenza di quota che ad oggi esiste tra il ciglio in sinistra idraulica della Fossetta Campana (lato comparto in oggetto + 19.20 m s.l.m.) ed il ciglio in destra (18.70 m s.l.m.)

Le acque meteoriche che interessano l'areale in oggetto trovano un territorio regolare dal punto di vista morfologico, senza significative barriere naturali od artificiali ma prevalentemente di tipo agricolo.

Inoltre, la viabilità pubblica costituita dalla S.S. 12 si configura come in marcato rilievo rispetto all'area ad est sulla quale si insedierà il realizzando comparto in oggetto.



Figura 15: Inquadramento area di intervento confine Sud Ovest del comparto – S.S.12 Abetone Brennero.

2.2.3 Confini naturali e bacinizzazione antropica

Viste le considerazioni esplicitate in merito al reticolo secondario di pianura limitrofo all'area di intervento e quanto presentato riguardo all'inquadramento territoriale ed orografico, si ritiene opportuno considerare nelle successive analisi matematico/numeriche la porzione di territorio avente focus sul comparto in via di realizzazione ed estendendo il territorio di indagine in direzione Est fino alla Fossetta Campana.

2.2.4 Descrizioni delle potenziali criticità

In base a quanto appena descritto in merito al contesto morfologico nel quale si inserisce il fabbricato oggetto di intervento, è dunque possibile avanzare ipotesi riguardanti le possibili criticità idrauliche che possono emergere localmente in occasione di eventi meteorologici particolarmente intensi e diffusi che possono generare fenomeni di crisi del reticolo secondario di pianura. Si riportano in seguito tali scenari:

- Crisi diffusa del reticolo secondario locale

Tale scenario risulta rappresentativo di un fenomeno di precipitazione particolarmente diffusa arealmente nell'ambito dell'intero bacino del Po e di durata pari a diversi giorni come ad esempio si è verificato con l'evento del maggio '96. Una criticità di questo tipo nasce dal raggiungimento delle massime capacità idrauliche di tutte le aste idrauliche principali e secondarie del reticolo secondario che, innalzando i livelli di tirante al loro interno, non consentono più il deflusso delle acque dalle campagne. Poiché il fenomeno è diffuso anche dal punto di vista temporale, si può assumere che gli stessi terreni abbiano raggiunto la completa saturazione: ne consegue che tutto il piovuto ristagna superficialmente.

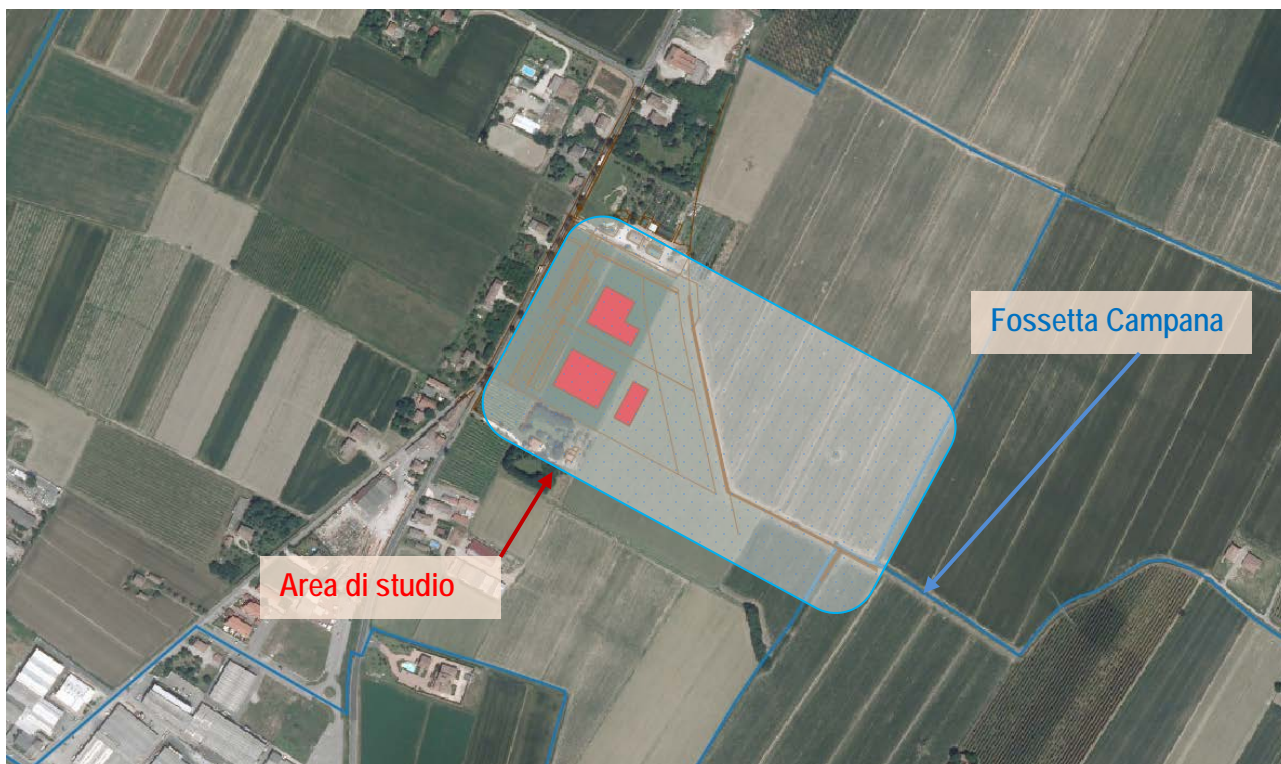


Figura 16 : Inquadramento delle criticità idrauliche.

3 Verifiche idrauliche

3.1.1 Il modello digitale del terreno

Il modello digitale del terreno nella tratta ritenuta essere significativa in base alla descrizione del contesto ambientale sopra esposta è stato ottenuto operando successivi "merge" di informazioni plano-altimetriche provenienti da fonti differenti:

- Planimetrie vettoriali fornite dall'Amministrazione Comunale e Regionale;
- Planimetrie vettoriali del reticolo secondario di pianura e dei relativi bacini contribuenti alle singole aste idrauliche messe a disposizione dall'Ente Consorzio di Bonifica di Burana;
- Carte Tecniche Regionali in formato "raster";
- DSM (Digital Surface Model) del Ministero dell'Ambiente;
- DTM (Digital Terrain Model) derivante dall'interpolazione del CTR in scala 1:5000;
- Planimetrie delle reti di drenaggio urbano fornite dall'Amministrazione Comunale;

Alle informazioni plano altimetriche messe a disposizione dalle diverse Amministrazioni è stato necessario operare una attenta operazione di interpolazione dei dati insufficienti e/o mancanti:

- Rilievi metrici, fotografici e topografici mediante strumentazione GPS in sito delle principali opere di drenaggio contribuenti alla corretta rappresentazione del reticolo idraulico insistente sul territorio.

3.2 Le portate di riferimento

Occorre a questo punto definire le sollecitazioni idrauliche da attribuire al territorio oggetto di analisi derivanti dalle potenziali criticità locali già descritte nei paragrafi precedenti, al fine della realizzazione del modello idraulico bidimensionale. Pertanto, dopo aver analizzato in modo scrupoloso il contesto in cui si trova l'immobile ed in particolare:

- viste la morfologia del terreno in cui verrà ubicato il comparto in oggetto;
- analizzato lo stato della rete dei canali e dei fossi costituenti il reticolo secondario di pianura;
- visto l'andamento plano altimetrico e dunque il normale deflusso delle acque;
- considerati gli elementi di natura antropica che possono costituire sottobacini o aree di accumulo;

si ritiene di perseguire un approccio metodologico semplificato volto alla definizione delle portate meteoriche che possono interferire con il fabbricato oggetto di intervento tramite l'analisi dell'udometria caratteristica del territorio.

La portata di origine meteorica generata dalla superficie impermeabile, applicando il metodo razionale è data dalla seguente relazione:

$$Q = \phi i A$$

Dove:

Q = portata meteorica generata dal bacino idrologico;

ϕ = coefficiente di afflusso;

i = intensità di pioggia cfr. CPC Bonifica Burana;

A = area del bacino idrologico (superficie impermeabile) contribuente pari a circa 0,87 ha per lotto 1 e 1.68ha per lotto 2.

Con riferimento ad eventi pluviometrici con tempo di ritorno centennale, come da ipotesi di progetto della rete di drenaggio acque meteoriche, adottando le curve di possibilità pluviometrica tipiche dell'ente gestore del reticolo secondario di recapito, ovvero il consorzio di Bonifica di Burana, si ottiene a fronte di un evento di durata caratteristica di circa 3 ore una intensità di pioggia pari a:

d (h)	3,00
T (anni)	i (mm/ora)
100	24.06

Considerando un coefficiente di afflusso medio pari a 0.79 (Imp 85% - Perm 15% - fiimp 0.9 – fiperm 0.2) si ottengono così valori di portata uscenti dalle reti di ciascun lotto privato pari a:

$$Q_{lotto\ 1} = \phi i A = 0,045\ mc/s$$

$$Q_{lotto\ 2} = \phi i A = 0,089\ mc/s$$

Analogamente, la portata afferente al fosso interpodereale da risagomare, sottendente un'area caratteristica di circa 0.42 ha genera un portata pari a:

$$Q_{area\ cessione} = \phi i A = 0,022\ mc/s$$

Si vuole precisare che la quota parte di area verde è ritenuta come consuetudine non contribuente alla corrivazione. In tal contesto viene pertanto considerata unicamente la superficie impermeabile drenata prevista a progetto.

Considerando un evento di durata critica pari a 180 minuti, l'evento meteorico di progetto genera un volume di acqua pari a:

$$V_{lotto\ 1} = QT = 486\ mc$$

$$V_{lotto\ 2} = QT = 961\ mc$$

$$V_{area\ cessione} = QT = 237\ mc$$

I volumi di laminazione a cielo aperto previsti per gli invasi di laminazione dei lotti privati, oltre alle portate generate dall'area di cessione che trovano temporaneo accumulo nel fosso interpodereale rimodellato, risultano sempre in grado di smaltire scaricare le acque verso la fossetta Campana, in ragione delle differenze di quota esistenti tra queste e la quota di massimo invaso della Fossetta Campana stessa.

Pertanto, durante l'evento meteorico critico assunto di durata pari a 3 ore, lo scarico a gravità verso il ricettore ultimo è sempre garantito, generando un volume in uscita dai lotti pari a:

$$V_{lotto\ 1} = Q_{u,1} T = 75\ mc$$

$$V_{lotto\ 2} = Q_{u,2} T = 146\ mc$$

Si considerano pertanto le vasche sufficienti a contenere l'intero evento meteorico. Per quel che riguarda l'area oggetto di cessione, afferente direttamente al fosso interpodereale risagomato di forma trapezoidale 2,25x0.75x0.75ha, considerando uno sviluppo di circa 400 m, si genera un volume superiore a 450 mc, ampiamente sufficiente a contenere il volume meteorico dell'area afferente relativa.

3.3 Condizioni al contorno e analisi delle criticità

Si riporta di seguito la mappatura del modello digitale del terreno di dettaglio dell'area in oggetto, con la relativa scala cromatica raffigurante le altezze in quota altimetrica assoluta.



Figura 17: Modello digitale del terreno

Per la corretta interpretazione delle scale cromate riferite al modello digitale, occorre tenere presente che quest'ultime sono riferite ad una quota di riferimento ubicata a +0.65 m rispetto a quanto esposto nei paragrafi precedenti e negli elaborati di progetto specifici. Pertanto, a titolo di esempio, l'ingresso carraio al lotto vede una quota rilevata del ciglio della S.S. 12 a quota pari a +21,80 m s.l.m. mentre il modello del terreno fissa tale quota a +22.45 m s.l.m..

Occorre tenere presente che le portate caratteristiche di progetto alla base delle considerazioni idrauliche effettuate nei paragrafi precedenti, sono riferibili ad eventi meteorici con tempo di ritorno pari a 100 anni. Inoltre, le condizioni al contorno adottate vedono di fatto la totale incapacità dell'area oggetto di studio di assorbire nel terreno tali portate generando unicamente deflusso superficiale verso il reticolo secondario di pianura ed i territori limitrofi anch'essi già al massimo delle capacità.

Considerato l'andamento piano altimetrico locale e globale del terreno circostante, si può affermare che l'evento meteorico di progetto genera il riempimento integrale degli invasi di laminazione a cielo aperti realizzati sia per quel che riguarda i lotti privati, sia relativamente all'area di cessione pubblica (fosso interpoderale) ma che, al contempo, lo scolo a gravità della rete e degli invasi è sempre possibile in quanto tutta la rete di drenaggio di progetto risulta a quota altimetrica superiore rispetto alla quota di massimo invaso della Fossetta Campana ovvero + 18.10 m s.l.m. (+18.75 nel modello digitale del terreno).

Inoltre, eventuali insufficienze di tale asta idraulica possono generare fenomeni di esondazione in destra idraulica della stessa fossetta Campana (quota ciglio 18.70 – 19.35 da dtm) e comunque in destra idraulica rispetto al fosso interpoderale di progetto (quota ciglio 19.20 – 19.85 da dtm) in virtù delle differenze di quote tra cigli destro e sinistro.

Eventuali insufficienze degli invasi di laminazione dei lotti privati, considerata l'orografia del sito, allo stato ante operam e post operam (sempre degradante in direzione Est e Sud Est), troverebbero comunque come direzione principale di deflusso quella verso Est e Sud Est, ovvero verso il fosso interpoderale di progetto e la Fossetta Campana stessa, interessando solamente aree verdi.

In forza di una differenza di quota pari a +10 cm tra il piano medio della viabilità di comparto all'interno dei lotti privati ed il piano di imposta dei fabbricati stessi, questi ultimi si configurano in ogni istante come non interferenti con eventuali fenomeni di esondazione od insufficienza delle reti di drenaggio acque meteoriche soggette ad eventi maggiormente intensi rispetto a quelli di progetto (TR 100 anni).

Considerata la quota di imposta dei fabbricati unitamente alla conformazione del territorio adiacente, gli immobili in oggetto non risultano interessati da allagamenti od interferenze provocati dal reticolo secondario di pianura nei confronti sia di un fenomeno di precipitazione di breve durata sia di lunga durata. Pertanto, il reticolo secondario di pianura presente nell'area oggetto di studio non costituisce nessuna fonte di criticità nei confronti di persone o cose e non limita in alcun modo la fruizione dell'area.

Parallelamente è possibile affermare che l'inserimento delle opere di urbanizzazione in oggetto non determina un aggravio degli scenari di pericolosità e di rischio idraulico caratteristici del contesto territoriale esaminato

4 Riduzione della vulnerabilità degli edifici

Affrontare il tema della riduzione della vulnerabilità delle strutture realizzate in aree sondabili impone la definizione di alcuni concetti base di carattere generale che riguardano il rischio alluvione. Si definisce infatti:

$$\text{RISCHIO} = \text{Pericolosità} \times \text{Valore Bene Esposto} \times \text{Vulnerabilità}$$

Dove:

La **Pericolosità** esprime l'entità del fenomeno (alluvione, frana, sisma, ecc.) e la probabilità che si manifesti in un lasso temporale più o meno ampio.

La **Vulnerabilità** può esprimersi come il danno atteso, ovvero la percentuale di riduzione del valore che il fenomeno calamitoso produce sul bene; si definisce atteso perché riferito ad un fenomeno la cui intensità e la cui frequenza non è certa bensì legata ad una curva di probabilità statistica. La vulnerabilità è normalmente proporzionale alla intensità del fenomeno.

Per ridurre il **Rischio** è dunque possibile agire sui tre fattori (pericolosità, valore e vulnerabilità) ricercando ove possibile la maggiore combinazione in termini di costi-benefici. Tale concetto è ben ripreso dalla direttiva europea sulle alluvioni (Direttiva 2007/60/CE) nella quale si esprime la stretta correlazione tra gli interventi per la difesa del suolo ed il beneficio economico che ne può derivare.

Il Piano per l'assetto idrogeologico (PAI) dell'Autorità di bacino del fiume Po affronta il tema della mitigazione del rischio mediante interventi strutturali e non che ottengano una riduzione delle sue singole componenti.

In particolare per la diminuzione della pericolosità il PAI ha disegnato un assetto delle difese idrauliche del fiume Po e del reticolo idrografico dimensionato per fenomeni di piena con tempi di ritorno di 200 anni.

La riduzione del valore dei beni esposti si attua invece con quegli articoli normativi del PAI che governano l'uso del suolo nelle aree soggette ad esondazione, così da limitare la presenza di edifici, impianti e attività altrimenti localizzabili.

Esplorare in modo esteso questo campo però non è cosa semplice, perché si intuisce che la vulnerabilità di un edificio o di un impianto o di una sua specifica componente dipende non solo dall'intensità dell'evento, ma dalle tipologie e dalle caratteristiche costruttive del bene stesso, innumerevoli e non sempre note.

4.1 Analisi dei possibili effetti della piena

Nei paragrafi seguenti si presentano tutti gli aspetti che un fenomeno di piena da alluvione può generare in termini di sollecitazioni meccaniche e dinamiche nei confronti di qualsiasi edificio o manufatto interessato dall'evento stesso. I parametri principali che concorrono alla definizione di tali fenomeni fisici riguardano, oltre alla geometria stessa dei manufatti antropici, per lo più le grandezze idrauliche caratteristiche di tali fenomeni come tirante idrico e velocità del flusso. Risulta inoltre non trascurabile anche l'aspetto temporale ovvero la durata con la quale l'onda di piena interagisce con i manufatti stessi.

4.1.1 Spinta idrostatica Orizzontale

La spinta idrostatica è la forza che l'acqua esercita su ogni oggetto sommerso. Il valore della spinta orizzontale è funzione del battente idraulico che si manifesta.



Figura 18: Schema concettuale delle forze agenti

$$F_h = \frac{1}{2} \gamma H^2$$

Con:

F_h spinta dovuta all'acqua per unità di larghezza della parete

γ peso specifico dell'acqua

H altezza della parte sommersa della parete

Considerazioni

Considerando gli esigui valori di battente idraulico simulati che si vengono a creare nell'area oggetto di indagine, tale aspetto idraulico risulta del tutto trascurabile.

4.1.2 Spinta di Galleggiamento

Nel caso di un oggetto sommerso le forze idrostatiche agiranno in due diverse direzioni. Oltre alle forze orizzontali, già analizzate nel paragrafo precedente, agiranno anche forze verticali, altrimenti dette spinte di galleggiamento, che inducono il sollevamento della costruzione dal suo sistema di fondazione o di pavimentazione, ad esempio sollevando una piscina vuota.



Figura 19: Schema concettuale delle forze agenti

$$F_v = \gamma A H$$

Con:

F_v forza verticale

γ peso specifico dell'acqua

A area della superficie verticale a contatto con l'acqua

H affondamento della superficie orizzontale rispetto al livello di piena (pelo libero)

Considerazioni

Verificati gli esigui tiranti idraulici simulati che una crisi totale del reticolo secondario di pianura potrebbe provocare, nonché della geometria stessa del fabbricato oggetto di studio, gli effetti della sottospinta di galleggiamento risulta del tutto trascurabile.

4.1.3 Immersione prolungata

L'immersione prolungata in acqua può arrecare danni alle finiture, agli oggetti contenuti, all'arredo, alla struttura e provocare contaminazione da agenti inquinanti.

Considerazioni

Date le caratteristiche geometriche ed architettoniche dell'edificio in oggetto, nonché le condizioni plano-altimetriche ed orografiche dell'ambiente circostante, a seguito delle verifiche idrauliche effettuate i potenziali danni dovuti all'immersione prolungata di parti dell'edificio risultano del tutto trascurabili.

4.1.4 Spinta idrodinamica

E' la forza che agisce sulle superfici non orizzontali esposte al movimento della piena. La stima a priori della forza idrodinamica è basata sulla velocità attesa della piena di riferimento.

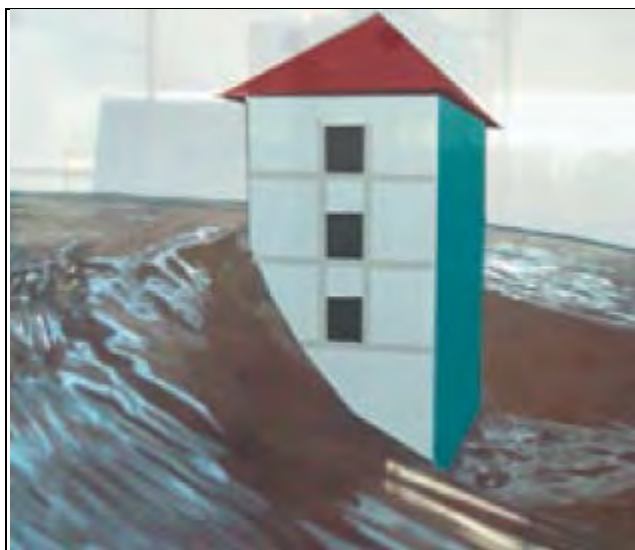


Figura 20: Schema concettuale del fenomeno

$$F_d = 1/2 C_d \rho V^2 A$$

Con:

F_d spinta dinamica esercitata dalla corrente (N)

C_d coefficiente di Drag

ρ densità dell'acqua assunta pari a 1000kg/mc

V velocità della corrente m/s

A area della proiezione dell'edificio in direzione perpendicolare alla corrente (mq)

Si osserva che il coefficiente di drag C_d dipende dalla forma dell'edificio e da altri fattori. Per un normale edificio isolato, C_d può variare fra 0.8 e 2 a seconda della profondità e della direzione della corrente che lo investe, ma può assumere valori molto più alti (anche 5 o 6 volte superiori) in condizioni di vicinanza ad altri oggetti interferenti, quali altri edifici, argini, ostacoli vari.

Considerazioni

In questo studio si stanno affrontando gli effetti di potenziali fenomeni di allagamento dovute a crisi del reticolo secondario di pianura. Eventuali allagamenti di aree più o meno diffuse sono provocate dal raggiungimento della capacità massima delle singole aste idrauliche che si manifestano con esondazioni locali ed ancor più per mancata capacità di ricevere le acque dai sistemi di drenaggio secondari, sia urbani che extra urbani. La natura stessa di tali fenomeni non comporta velocità tali da provocare danni per eccessiva spinta idrodinamica sui manufatti del territorio.

4.1.5 Impatto dei detriti

Il danno è provocato dalla forza dovuta all'impatto degli oggetti portati dalla piena contro le superfici verticali investite. Tali forze rappresentano la più grande incognita per il progettista, ma per sviluppare un progetto si deve farne una valutazione. Gli oggetti portati dalla piena esercitano la massima forza se orientati secondo corrente, con il lato minore che colpisce l'ostacolo e il lato più lungo parallelo alla corrente.

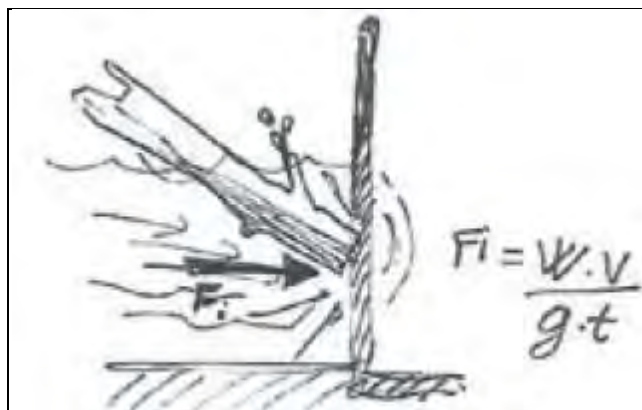


Figura 21: Schema concettuale delle forze agenti.

Considerazioni

Gli eventuali fenomeni di allagamento concentrato o diffuso dovuti a crisi del reticolo secondario di pianura, per le caratteristiche di velocità dei flussi idrici che si possono instaurare sul territorio o in parti di esso, escludono totalmente il rischio di impatto di detriti su opere di antropiche presenti sul territorio.

4.1.6 Erosione e scalzamento

Gli edifici solitamente non sono progettati per resistere alle azioni di un'alluvione, si rischia quindi di non conoscere le conseguenze che l'erosione comporta. La crisi delle fondazioni nelle strutture soggette all'inondazione è una causa importante di danno strutturale. Il processo di erosione è favorito dai seguenti fattori: terreno non coesivo, assenza di copertura vegetale o artificiale, alta velocità dell'acqua.



Figura 22: Esperimento di laboratorio, Dipartimento di Idraulica, Università di Pavia. Vista dall'alto di uno ostacolo rettangolare posto su letto sabbioso in seguito a simulazione.

Considerazioni

L'aspetto che domina i possibili fenomeni di erosione e scalzamento di fondazioni di manufatti pubblici o privati risulta ancora una volta la velocità della lama d'acqua presente sul territorio. Considerando che l'origine dell'eventuale allagamento del territorio in questa sede è considerata essere il reticolo secondario di pianura, che si manifesta unicamente con fenomeni di rigurgito o mancata efficienza dei sistemi di drenaggio secondario, sono escluse a priori velocità tali da provocare scalzamento o erosione di fondamenta di edifici o manufatti in genere.

4.2 Strategie di riduzione della vulnerabilità

I paragrafi seguenti hanno lo scopo di fornire suggerimenti e linee guida per l'individuazione delle misure possibili da adottare per la riduzione ed il contenimento dei danni in caso di fenomeni meteorologici particolarmente intensi che possono mettere in crisi localmente il reticolo secondario di pianura.

Date le risultanze del presente studio, tali strategie sono da interpretarsi come elementi di buona tecnica costruttiva non prescrittivi.

4.2.1 Misure per ridurre il danneggiamento dei beni e delle strutture: impianti elettrici

Gli impianti elettrici risultano molto sensibili nei confronti della presenza di acqua e possono essere fonte di elevate criticità qualora vengano a contatto con essa se non sono state adottate opportune precauzioni. Pertanto si suggerisce in maniera non prescrittiva di seguire le seguenti linee guida di carattere generale del tipo:

- nelle costruzioni esistenti: qualora non sia possibile sopraelevare il pavimento al di sopra del livello di piena, conviene comunque spostare a livello del soffitto gli impianti elettrici, le tracce in cui passano le canaline dovrebbero avere una pendenza tale da favorire una veloce asciugatura dell'impianto, e si consiglia di mettere in salvo su rialzi, o meglio ancora ai piani alti, gli elettrodomestici o l'arredo che si può danneggiare in caso di piena.
- impianto elettrico e relativo quadro elettrico distinto per vani potenzialmente sommergibili.

4.2.2 Misure per ridurre il danneggiamento dei beni e delle strutture: impermeabilizzazione

Tra le misure passive per ridurre il grado di danneggiamento dei beni e delle strutture risulta sicuramente utile aumentare in generale il grado di impermeabilizzazione. Tale obiettivo è perseguibile in numerosi modalità. Tra le migliori più frequenti e meno impattanti è possibile segnalare le seguenti tematiche:

- Se il livello di piena non supera il metro e' inoltre possibile pensare di impermeabilizzare il perimetro esterno dell'edificio con guaine impermeabili protette da un rivestimento, e porre barriere con guarnizioni sulle soglie, da montare manualmente in caso di allerta. Questo sistema non garantisce risultati se la piena supera il livello di impermeabilizzazione, o se viene a mancare l'intervento umano, ma può funzionare bene per eventi di piena moderati riducendo di molto i danni.
- Si suggerisce di non creare cantine oppure spazi completamente interrati in zona allagabile. Se esistono già, è bene verificare la presenza di aperture tipo bocche di lupo o griglie di aerazione in modo da individuare le possibili vie preferenziali di infiltrazione dell'acqua e dunque poter prevenire le opportune azioni di impermeabilizzazione. Questi luoghi non dovranno essere comunque utilizzati come deposito di beni deteriorabili, né come superficie abitabile.

4.2.3 Misure per ridurre il danneggiamento dei beni e delle strutture: dettagli costruttivi

Si ritiene opportuno indicare alcuni suggerimenti che possono comunque aumentare la durabilità degli immobili e ridurre i potenziali danneggiamenti, non solo a fronte di allagamenti diffusi ma anche davanti a fenomeni meteorologici con tempo di ritorno inferiore ai 100 anni come adottato nella analisi qui esposta. Ci si riferisce in particolare ad alcuni dettagli costruttivi di cui tra i più comuni si riporta:

- impianto igienico sanitario con valvole anti riflusso;
- impianti di riscaldamento, condizionamento e trattamento ubicati a quota maggiore possibile;
- realizzazione di cordoli perimetrali: es. le rampe di accesso siano provviste di particolari accorgimenti tecnico-costruttivi (dossi, sistemi di paratie, etc);

4.2.4 Buona tecnica

Si vogliono di seguito indicare norme generali di buona tecnica che si suggerisce di tenere in considerazione, a prescindere dalla mappatura dei fenomeni di allagamento stimati dalla presente trattazione:

- la quota minima del primo piano utile degli edifici deve essere all'altezza sufficiente a ridurre la vulnerabilità del bene esposto ed adeguata al livello di pericolosità ed esposizione;
- è da evitare la realizzazione di piani interrati o seminterrati, non dotati di sistemi di autoprotezione, quali ad esempio:
 - le pareti perimetrali e il solaio di base siano realizzati a tenuta d'acqua;
 - vengano previste scale/rampe interne di collegamento tra il piano dell'edificio potenzialmente allagabile e gli altri piani;
 - le aperture siano a tenuta stagna e/o provviste di protezioni idonee;
 - siano previsti sistemi di sollevamento delle acque da ubicarsi in condizioni di sicurezza idraulica.
- al di sotto del livello di massima piena si consiglia di utilizzare pareti che non presentino intercapedine inaccessibile. Il classico tamponamento a pacchetto composto da blocco esterno, isolante e veletta di mattoni comporta seri problemi se l'isolante non è a cellule chiuse. Questo si impregna d'acqua che difficilmente riesce poi ad evaporare. Invece lo stesso sistema con intercapedine riempita con una schiuma in poliuretano funziona meglio. Tuttavia resta preferibile avere lo strato di isolante facilmente ispezionabile e all'occorrenza smontabile, composto da pannelli rigidi sorretti da guide di metallo o materia plastica. Infatti gli interstizi in luoghi non accessibili danno adito ad accumuli di fango e acqua spesso mischiati ad agenti inquinanti chimici od organici che non potendo defluire rischiano di compromettere la salubrità degli ambienti.
- è necessario favorire il deflusso/assorbimento delle acque di esondazione, evitando interventi che ne comportino l'accumulo ovvero che comportino l'aggravio delle condizioni di pericolosità/rischio per le aree circostanti.

5 Conclusioni

Per quanto esposto nella presente relazione tecnica:

Il sottoscritto Andrea Artusi, nato a Carpi, il 20/10/1975, residente a Soliera, in Via XXV Aprile 349, iscritto all'Ordine degli Ingegneri della provincia di Modena al n. 2253, in merito al progetto in oggetto,

A S S E V E R A

la veridicità della rappresentazione dello stato dei luoghi, dei dati dimensionali, nonché la rispondenza e la conformità delle opere di progetto alle prescrizioni degli strumenti urbanistici di pianificazione vigenti ed adottati, in particolare la compatibilità dell'intervento con le condizioni di pericolosità definite dal vigente Piano di Gestione del rischio Alluvioni del bacino del Po (PGRA).