



**BlueWorks**

## **Valutazione del rischio idraulico DGR 1300/2016**

---

### **Elaborato C5008.S.R05 IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI 51 MW E OPERE CONNESSE DENOMINATO "CERVIA PV" DA REALIZZARSI NEL COMUNE DI CERVIA (RA)**

**ING. Y.ZORZI**

**REV 07  
31/03/2026**



Elaborato il 31/03/2026

*Il presente documento è proprietà di Blueworks srls  
che tutelerà i propri diritti a termini di legge.*

---

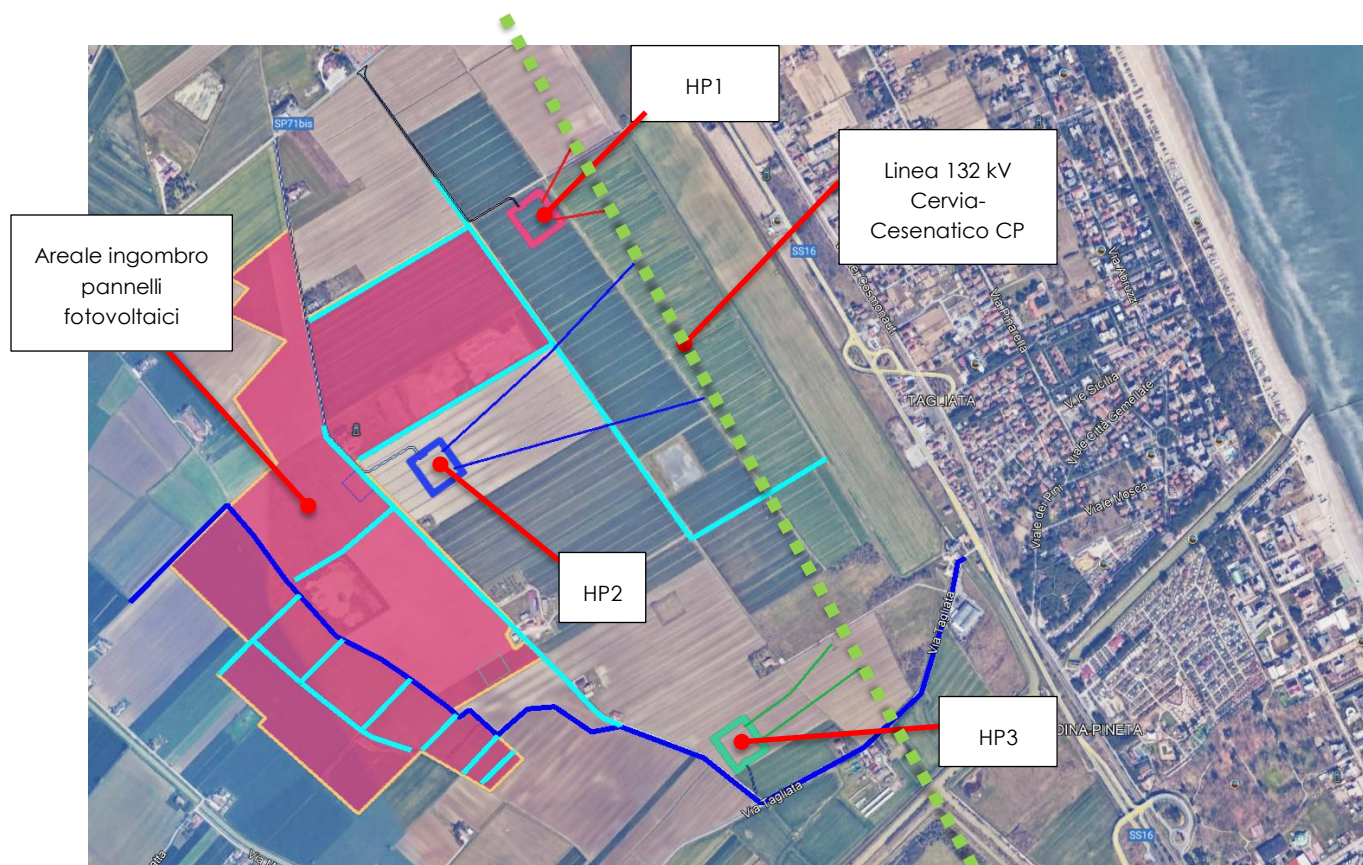
## INDICE

<b>1.</b>	<b>ANALISI DEL RISCHIO IDRAULICO AI SENSI D.G.R. 1300/2016</b>	<b>3</b>
1.1.	L'intervento proposto	3
1.2.	Finalità della relazione	4
1.3.	Inquadramento normativo	5
1.4.	Analisi del rischio idraulico	10
<b>2.</b>	<b>VALUTAZIONI SUL PRINCIPIO DI INVARIANZA IDRAULICA</b>	<b>19</b>
2.1.	Applicazione del principio di invarianza idraulica	21
2.2.	Rete di scarico delle acque meteoriche	22
<b>3.</b>	<b>MISURE DI RIDUZIONE DELLA VULNERABILITA' IDRAULICA</b>	<b>24</b>
<b>4.</b>	<b>CONCLUSIONI</b>	<b>25</b>

## 1. ANALISI DEL RISCHIO IDRAULICO AI SENSI D.G.R. 1300/2016

### 1.1. L'intervento proposto

L'intervento si ripropone di realizzare un nuovo campo agri-fotovoltaico su una superficie diffusa di 86 ha. Per la connessione di tale impianto alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) il gestore della rete Terna ha richiesto la realizzazione di una nuova stazione elettrica a 132 kV, da inserire in entrambe le esistenti linee a 132 kV "Cervia-Cesenatico CP". Sono state prese in esame tre ipotesi di localizzazione, indicate nella figura seguente con le sigle "HP1", "HP2", "HP3":



**Figura 1** Area di interesse per la realizzazione del nuovo intervento agri-fotovoltaico

L'intervento così proposto risulta sviluppato in fregio ad un'areale altimetricamente depresso posto sul retro duna litoraneo; nella figura 1 sopra riportata risulta evidenziato:

- in colore blu il corso idrografico gestito dalla competente bonifica a valenza "pubblica" "interferente" con l'intervento in progetto per il quale valgono tutti i vincoli imposti per le acque pubbliche dal regio decreto comprese le distanze di edificazione, le autorizzazioni e le necessarie concessioni in caso di parallelismi e/o attraversamenti di infrastrutture a rete;
- in colore azzurro è viceversa evidenziata l'idrografia secondaria "privata" (fossi minori e scoline) sulla quale risulta necessario intervenire per le misure compensative di invarianza e mitigazione idraulica dovute al cambiamento (seppur minimo) di udometria previsto per l'intervento in progetto a seguito della necessità di inserimento dei pannelli agri-fotovoltaici.

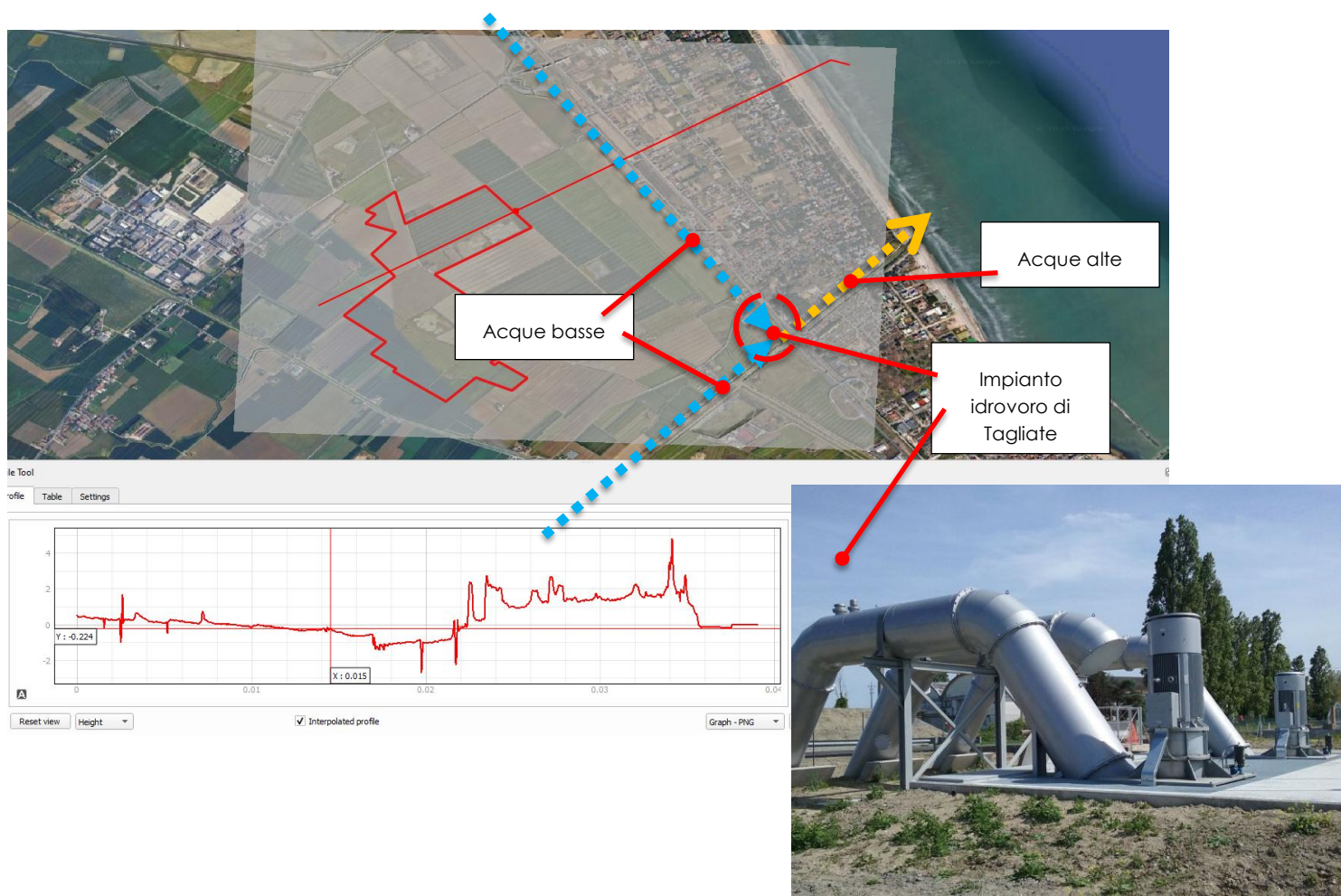


## 1.2. Finalità della relazione

Lo scopo della presente relazione è fornire un'analisi del rischio idraulico per l'area oggetto di intervento, con particolare riferimento alla pericolosità da alluvioni.

L'analisi è volta a confermare la compatibilità idraulica degli interventi previsti alla luce delle vigenti perimetrazioni delle aree potenzialmente interessate da alluvioni, riportate nella variante di coordinamento fra il Piano Gestione Rischio Alluvioni (PGRA) ed i Piani Stralcio di bacino.

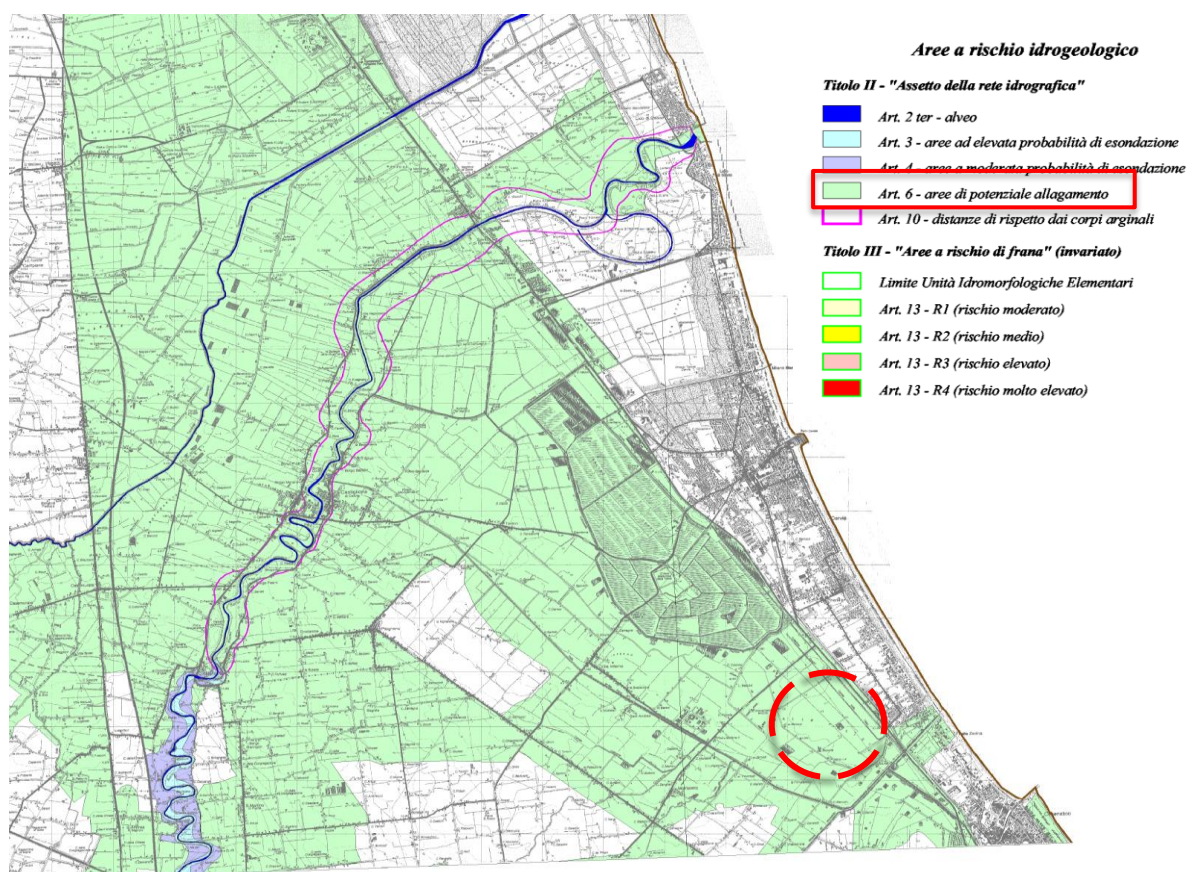
L'area oggetto di intervento è situata nel Comune di Cervia (RA), in areale "valli felici". L'area risulta dunque inserita del sistema vallivo retrodunale bonificato negli anni 50 per mezzo di un impianto idrovoro denominato "tagliata" che consente il sollevamento verso il mare delle acque si bonifica valliva altimetricamente depressa rispetto al livello medio mare:



**Figura 2** Area di interesse per la realizzazione del nuovo impianto agri fotovoltaico

### 1.3. Inquadramento normativo

L'area di interesse ricade all'interno delle competenze territoriali dell'Autorità dei Bacini regionali Romagnoli, e in particolare nell'area di applicazione dell'articolo 6 "Aree di potenziale allagamento" delle "norme di piano stralcio per il rischio idrogeologico":



**Figura 3** Area di interesse in relazione alle fasce della variante PSRI adottata (in rosso)

Tali norme all'articolo 6 prevedono:

[...]

1. Le aree di cui al presente articolo sono quelle nelle quali si riconosce la possibilità di allagamenti a seguito di piene del reticolo minore e di bonifica, nonché di sormonto degli argini da parte di piene dei corsi d'acqua principali di pianura, in corrispondenza di piene con tempo di ritorno non superiore ai 200 anni, senza apprezzabili effetti dinamici. Tali aree, individuate in conformità con il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni di cui alla Direttiva 2007/60/CE, sono indicate nelle tavole della Perimetrazione aree a rischio idrogeologico relative al territorio di pianura del bacino idrografico oggetto del presente piano.

2. Al fine di ridurre il rischio nelle aree di potenziale allagamento la realizzazione di nuovi manufatti edilizi, opere infrastrutturali, reti tecnologiche, impiantistiche e di trasporto di energia sono subordinate all'adozione di misure in termini di protezione dall'evento e/o di riduzione della vulnerabilità.



3. I Comuni il cui territorio ricade nelle aree di potenziale allagamento provvedono a definire e ad applicare tali misure in sede di revisione degli strumenti urbanistici comunali vigenti, e nel caso di adozione di nuove varianti agli stessi.

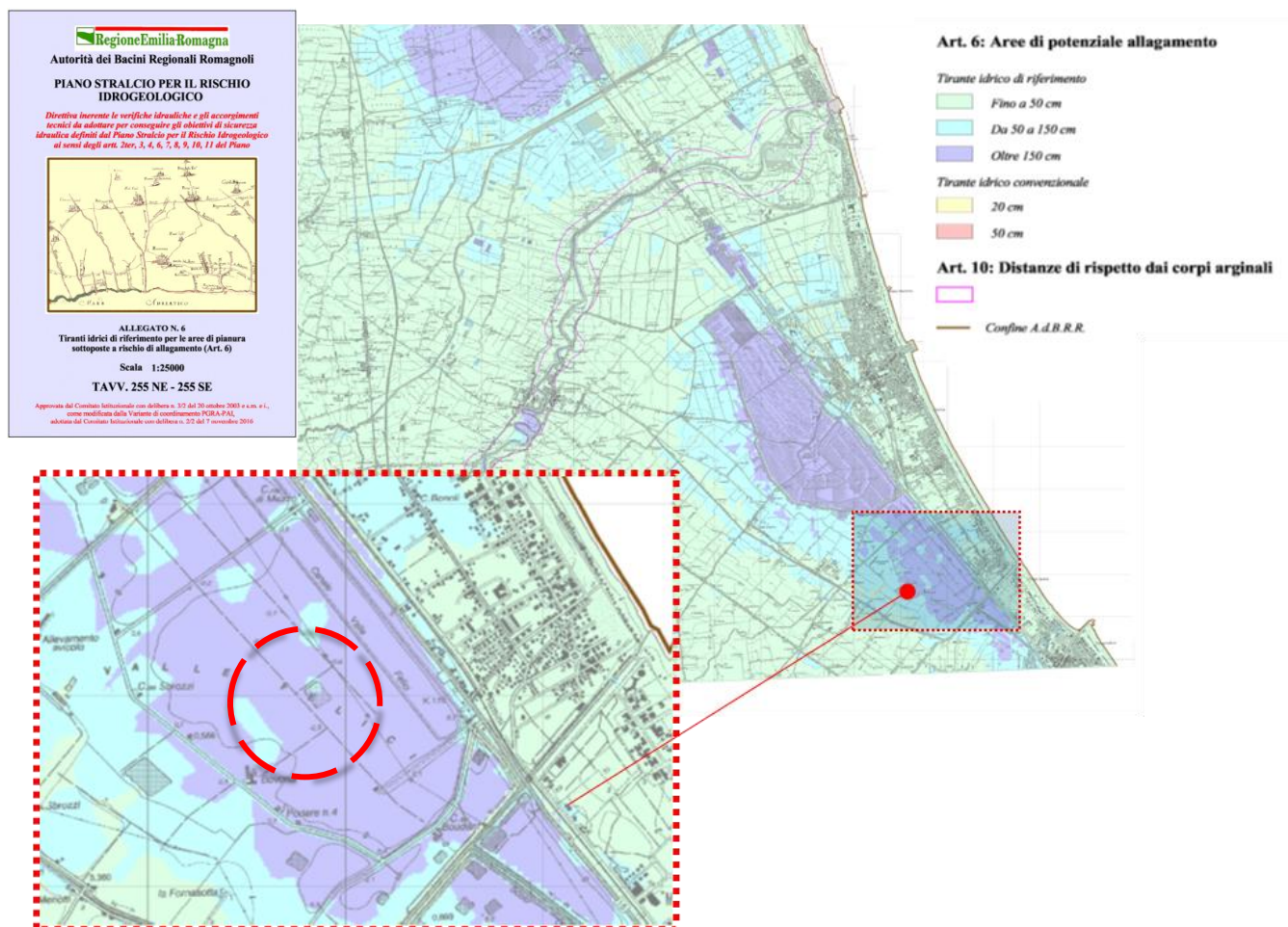
4. L'Autorità di Bacino definisce, con la "Direttiva per le verifiche e il conseguimento degli obiettivi di sicurezza idraulica", approvata con Delibera Comitato Istituzionale n. 3/2 del 20/10/2003 e s. m. e i., i tiranti idrici di riferimento e fornisce indicazioni riguardo agli accorgimenti tecnico-costruttivi e ai diversi gradi di cautela da adottare in funzione dei tiranti idrici di riferimento.

5. Le previsioni degli strumenti urbanistici vigenti vengono attuate tenendo conto delle indicazioni di cui al presente articolo. In particolare, in sede di approvazione dei progetti e di autorizzazione degli interventi i Comuni, prescrivono l'adozione di tutti gli accorgimenti tecnico-progettuali di cui ai commi 3 e 4, necessari a evitare o limitare l'esposizione dei beni e delle persone a rischi connessi all'esondazione.

6. Qualora emergano motivi per modificare le perimetrazioni delle aree di cui al presente articolo, quali modifiche morfologiche dei siti, interventi di messa in sicurezza o nuove conoscenze di tipo idrologico e idraulico o topografico, l'Autorità di Bacino apporta le necessarie varianti cartografiche al piano secondo le medesime procedure individuate ai commi 6 e 7 dell'art. 3 precedente.

...]

Nella successiva valutazione dei tiranti idrici effettuata dall'autorità l'areale di interesse mostra localmente tiranti idrici che risultano di oltre 150 cm:



**Figura 4** Area di interesse in relazione alle fasce di tirante idrico della variante PSRI adottata (in cerchio rosso l'area di interesse)

Nel 2016 è entrata in vigore Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (Deliberazione n. 235 del 3 marzo 2016 dai Comitati Istituzionali Integrati).

L'area in oggetto è rappresentata nelle mappe seguenti consistente il quadro conoscitivo della pericolosità delle aree e degli elementi potenzialmente interessate da alluvioni in relazione alle esondazioni da reticolo idrografico principale (figura 5) e secondario (figura 6):

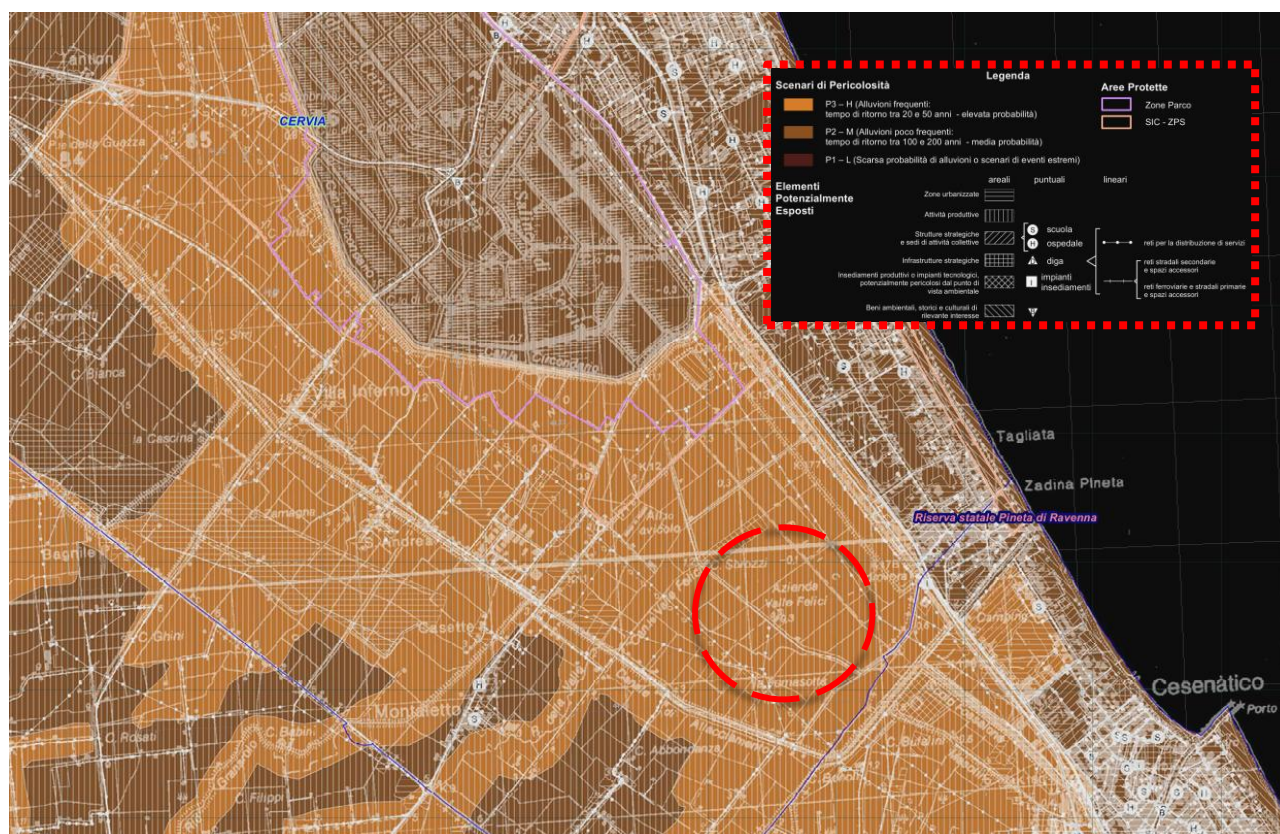


**Figura 5** Estratto Mappa del pericolo potenziale di alluvioni del reticolo principale di pianura (PGRA, del 3.3.2016, revisione 2019) (nel cerchio rosso l'area di intervento interessata)

Il sito di interesse (indicativamente posto all'interno del cerchio rosso) risulta totalmente all'interno di un'area a rischio di alluvione P2 da reticolo idrografico primario (fiume Savio) sia in termini di collocazione delle nuove pannellature fotovoltaiche sia in termini di realizzazione delle centrali di trasformazione in tutte le tre ipotesi illustrate in premessa.



Per quanto concerne il reticolo idrografico secondario le esondazioni dovute al sistema di canali convergenti al sollevamento “tagliata” determinano una pericolosità di alluvionamento definita dal PGRA di categoria P3 così come illustrato nella seguente immagine:



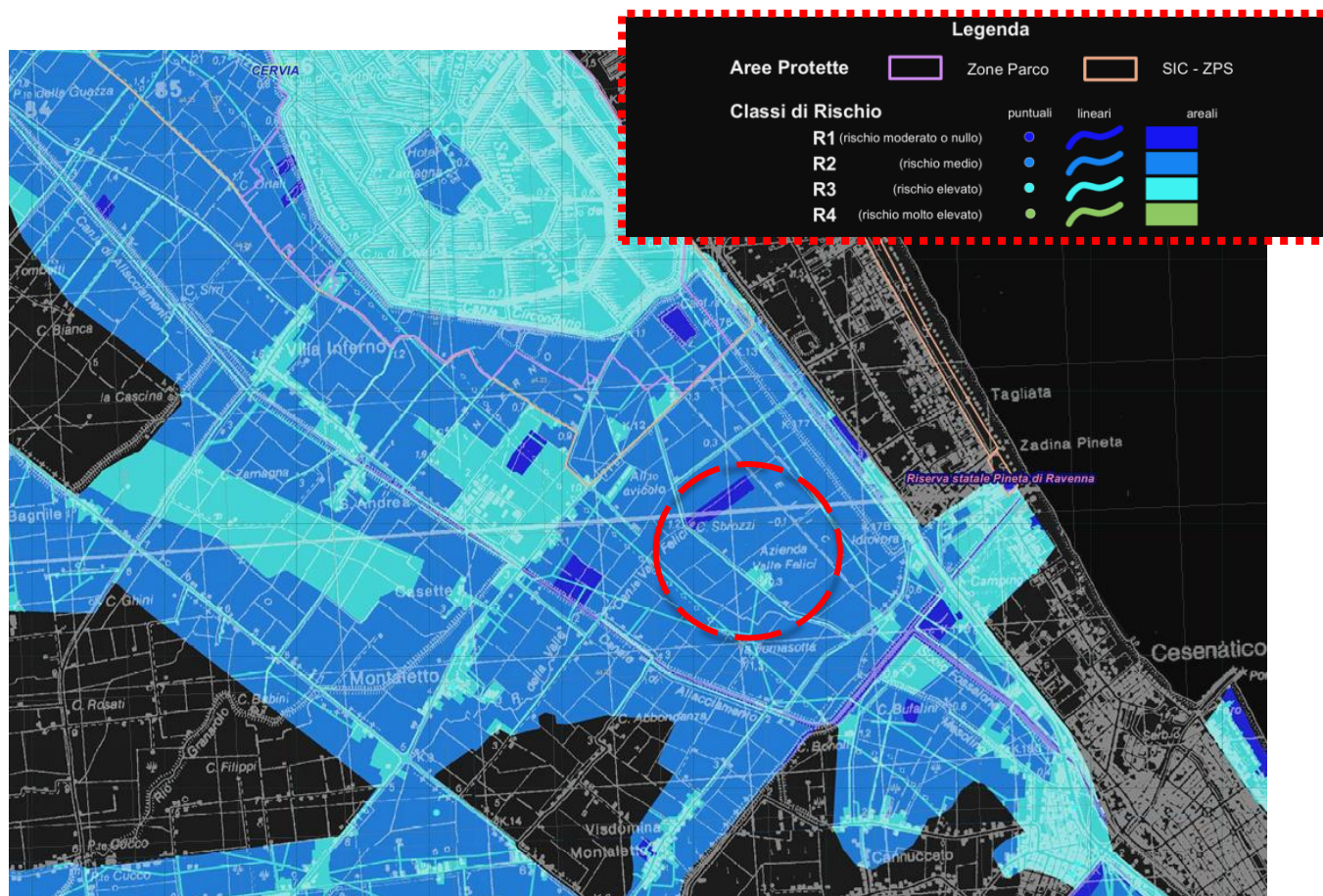
**Figura 6** Estratto Mappa del pericolo potenziale di alluvioni del reticolo secondario di pianura (PGRA, del 3.3.2016, revisione 2019) (nel cerchio rosso il perimetro dell'area di intervento interessata)

Osservazione:

il PGRA evidenzia per tutto il sito oggetto di riqualificazione pericolosità associata a fenomeni di esondazione del reticolo secondario di pianura di tipo P3 “alluvioni frequenti”; in particolare l'area specifica ricade all'interno di un areale di retro duna depresso rispetto al medio mare il che determina problematiche di dipendenza diretta dall'officiosità idraulica dell'impianto idrovoro denominato “Tagliata”.



A chiosa e per completezza di trattazione nella successiva figura 7 e 8 è rappresentata per l'area in esame il rischio associato al pericolo di esondazione precedentemente menzionato rispettivamente ai reticoli primario (Fig.5) e secondario (Fig.6):



**Figura 7** Estratto mappa del rischio potenziale di alluvioni da reticolo idrografico primario(PGRA, 3.3.2016, revisione 2019)  
(nel cerchio blu il perimetro dell'area di intervento)

Essendo il rischio prodotto della pericolosità per l'esposizione in generale sull'area specifica di intervento il rischio prevalente associato all'esondazione da reticolo primario sembra essere medio di tipo R2

Il PGRA evidenzia per l'area di interesse un rischio prevalente associato all'esondazione del reticolo secondario pari a R2 (rischio medio);



**Figura 8** Estratto mappa del rischio potenziale di alluvioni da reticolo idrografico primario (PGRA, 3.3.2016, revisione 2019) (nel cerchio blu il perimetro dell'area di intervento)

L'areale di interesse presenta dunque:

- una pericolosità
  - associata a fenomeni di esondazione del reticolo primario di tipo P2-alluvioni poco frequenti;
  - associata a fenomeni di esondazione da reticolo secondario di tipo P3-alluvioni frequenti
- un rischio prevalente associato all'area di tipo R2-medio per quanto attiene il reticolo primario e secondario.

#### 1.4. Analisi del rischio idraulico

##### 1.4.1. Analisi dei vincoli normativi

Come accennato, rispetto al **reticolo idrografico naturale "principale"** l'areale di interesse si trova in un'area a pericolo esondazione P2 "alluvioni poco frequenti"; relativamente alla **pericolosità del reticolo idrografico secondario** il PGRA inserisce il sedime di interesse in classe P3 "alluvioni frequenti":



Relativamente al reticolo primario L'articolo 3.2 della DGR 1300/2016 prevede:

*[... nelle aree interessate da alluvioni poco frequenti (aree P2), si devono applicare le limitazioni e prescrizioni previste per la Fascia B delle norme del Titolo II del PAI e PAI Delta, ovvero le equivalenti norme di cui al PTCP avente valore ed effetto di PAI ai sensi delle intese stipulate...]*

Il PAI relativamente a quello che è consentito o no nella fascia B all'articolo 30 prevede:

*[---*

1. Nella Fascia B il Piano persegue l'obiettivo di mantenere e migliorare le condizioni di funzionalità idraulica ai fini principali dell'invaso e della laminazione delle piene, unitamente alla conservazione e al miglioramento delle caratteristiche naturali e ambientali.
2. Nella Fascia B sono vietati:
  - a) gli interventi che comportino una riduzione apprezzabile o una parzializzazione della capacità di invaso, salvo che questi interventi prevedano un pari aumento delle capacità di invaso in area idraulicamente equivalente;
  - b) la realizzazione di nuovi impianti di smaltimento e di recupero dei rifiuti, l'ampliamento degli stessi impianti esistenti, nonché l'esercizio delle operazioni di smaltimento e recupero dei rifiuti, così come definiti dal D.Lgs. 5 febbraio 1997, n. 22, fatto salvo quanto previsto al precedente art. 29, comma 3, let. I);
  - c) in presenza di argini, interventi e strutture che tendano a orientare la corrente verso il rilevato e scavi o abbassamenti del piano di campagna che possano compromettere la stabilità delle fondazioni dell'argine.
3. Sono per contro consentiti, oltre agli interventi di cui al precedente comma 3 dell'art. 29:
  - a) gli interventi di sistemazione idraulica quali argini o casse di espansione e ogni altra misura idraulica atta ad incidere sulle dinamiche fluviali, solo se compatibili con l'assetto di progetto dell'alveo derivante dalla delimitazione della fascia;
  - b) gli impianti di trattamento d'acque reflue, qualora sia dimostrata l'impossibilità della loro localizzazione al di fuori delle fasce, nonché gli ampliamenti e messa in sicurezza di quelli esistenti; i relativi interventi sono soggetti a parere di compatibilità dell'Autorità di bacino ai sensi e per gli effetti del successivo art. 38, espresso anche sulla base di quanto previsto all'art. 38 bis;
  - c) la realizzazione di complessi ricettivi all'aperto, previo studio di compatibilità dell'intervento con lo stato di dissesto esistente;
  - d) l'accumulo temporaneo di letame per uso agronomico e la realizzazione di contenitori per il trattamento e/o stoccaggio degli effluenti zootecnici, ferme restando le disposizioni all'art. 38 del D.Lgs. 152/1999 e successive modifiche e integrazioni;
  - e) il completamento degli esistenti impianti di smaltimento e recupero dei rifiuti a tecnologia complessa, quand'esso risultasse indispensabile per il raggiungimento dell'autonomia degli ambiti territoriali ottimali così come individuati dalla pianificazione regionale e provinciale; i relativi interventi sono soggetti a parere di compatibilità dell'Autorità di bacino ai sensi e per gli effetti del successivo art. 38, espresso anche sulla base di quanto previsto all'art. 38 bis.
4. Gli interventi consentiti debbono assicurare il mantenimento o il miglioramento delle condizioni di drenaggio superficiale dell'area, l'assenza di interferenze negative con il regime delle falde freatiche presenti e con la sicurezza delle opere di difesa esistenti.

*...]*

Il nuovo intervento in progetto dovrà in definitiva essere compatibile con le "Disposizioni specifiche" degli interventi previsti nella fascia B di esondazione del reticolo idrografico primario

Relativamente al reticolo secondario l'articolo 5.2 della DGR 1300/2016 prevede:

*[... 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.

Nell'ambito dei procedimenti inerenti richiesta/rilascio di permesso di costruire e/o segnalazione certificata di inizio attività, si riportano di seguito, a titolo di esempio e senza pretesa di esaustività, alcuni dei possibili accorgimenti che devono essere utilizzati per la mitigazione del rischio e che devono essere assunti in sede di progettazione al fine di garantire la compatibilità degli interventi con le condizioni di pericolosità di cui al quadro conoscitivo specifico di riferimento, demandando alle Amministrazioni Comunali la verifica del rispetto delle presenti indicazioni in sede di rilascio del titolo edilizio.

a. Misure per ridurre il danneggiamento dei beni e delle strutture:

a.1. La quota minima del primo piano utile degli edifici deve essere all'altezza sufficiente a ridurre la vulnerabilità del bene esposto e adeguata al livello di pericolosità ed esposizione;

a.2. 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;
- gli impianti elettrici siano realizzati con accorgimenti tali da assicurare la continuità del funzionamento dell'impianto anche in caso di allagamento;
- le aperture siano a tenuta stagna e/o provviste di protezioni idonee;
- le rampe di accesso siano provviste di particolari accorgimenti tecnico-costruttivi (dossi, sistemi di paratie, etc);
- siano previsti sistemi di sollevamento delle acque da ubicarsi in condizioni di sicurezza idraulica. Si precisa che in tali locali sono consentiti unicamente usi accessori alla funzione principale.

a.3. 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. La documentazione tecnica di supporto alla procedura abilitativa deve comprendere una valutazione che consenta di definire gli accorgimenti da assumere per rendere l'intervento compatibile con le criticità idrauliche rilevate, in base al tipo di pericolosità e al livello di esposizione...]

Il nuovo intervento in progetto dovrà in definitiva essere compatibile con le "Disposizioni specifiche" previste per gli interventi a pericolosità P3 di cui al soprariportato paragrafo 5.2 della D.G.R. 1300/2016 che nella sostanza richiede che i nuovi interventi edilizi e territoriali siano concepiti con misure

1. di riduzione della vulnerabilità dei beni e delle strutture esposte, anche ai fini della tutela della vita umana;
2. 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.

Per quanto attiene il punto b) l'intervento dovrà essere concepito per ridare, una volta completato, al sistema idrografico ricevente la stessa quantità di acqua che l'insediamento generava nella condizione ante operam; non devono dunque essere previsti incrementi dell'udometria complessiva dell'insediamento.

In particolare sul principio di Invarianza idraulica anche *Autorità dei Bacini Regionali Romagnoli* nell'articolo 9 del Piano Stralcio di Bacino per il Rischio Idrogeologico afferma:



[...]

1. Per trasformazione del territorio ad invarianza idraulica si intende la trasformazione di un'area che non provochi un aggravio della portata di piena del corpo idrico ricevente i deflussi superficiali originati dall'area stessa.

2. Al fine di garantire l'invarianza idraulica delle trasformazioni urbanistiche, è prescritto di realizzare un volume minimo di invaso atto alla laminazione delle piene, da collocarsi, in ciascuna area in cui si verifichi un aumento delle superfici impermeabili, a monte del punto di scarico dei deflussi nel corpo idrico recettore.

3. Detto volume minimo d'invaso deve essere realizzato in ogni intervento che modifichi le condizioni preesistenti del sito in termini di permeabilità delle superfici.

4. Per interventi diffusi su interi comparti urbani, i proponenti la trasformazione che comporta un aumento di impermeabilizzazione dei suoli devono concordare la realizzazione di volumi al servizio dell'intero comparto urbano, di entità almeno pari alla somma dei volumi richiesti dai singoli interventi e collocati comunque idraulicamente a monte del recapito finale.

5. Il volume minimo di cui ai commi precedenti deve essere calcolato secondo la procedura riportata nel capitolo 7 della "Direttiva per le verifiche e il conseguimento degli obiettivi di sicurezza idraulica", approvata con Delibera Comitato Istituzionale n. 3/2 del 20/10/2003 e s. m. e i., che vale ai fini del presente articolo come Regolamento di Attuazione. I Comuni, nell'approvare gli interventi previsti dagli Strumenti urbanistici e regolamenti comunali, secondo le vigenti norme e in base alle procedure correnti, verificano la rispondenza dei piani attuativi e dei progetti ai requisiti di volume di invaso. In base alle indicazioni tecniche di cui al capitolo 7 alla citata Direttiva idraulica, sono fissati i criteri per considerare nel computo del volume richiesto anche il contributo delle reti fognarie. Le caratteristiche funzionali dei sistemi di raccolta delle acque piovane sono stabilite, anche in caso di scarico indiretto nei corsi d'acqua o nei canali di bonifica, dall'Autorità idraulica competente con la quale devono essere preventivamente concordati i criteri di gestione e alla quale dovrà essere consentito il controllo funzionale nel tempo dei sistemi di raccolta.

6. Per le aree di trasformazione urbanistica che portino ad una impermeabilizzazione superiore al 30 % della superficie territoriale, nei soli casi in cui la superficie territoriale complessiva dell'area di trasformazione disciplinata da un medesimo piano attuativo sia superiore ai 10 ha, è richiesto di verificare con un apposito modello previsionale, da valutarsi in accordo con l'autorità idraulica competente sul recapito del drenaggio dell'area, che non si abbia un aggravio alla piena del corpo idrico recettore nemmeno a seguito della laminazione operata attraverso i volumi prescritti ai sensi del comma 2.

7. La norma del presente articolo si applica anche a tutti gli interventi di impermeabilizzazione che comportino un ampliamento netto delle superfici coperte da pavimentazioni o da volumi edilizi. Nelle apposite sedi autorizzative, i soggetti che rilasciano l'autorizzazione sono tenuti al controllo del rispetto dei requisiti di cui al precedente comma 2. Non possono essere in nessun caso considerati a tal fine tetti con copertura a verde ed aree in cui siano presenti manufatti che intercettano l'acqua infiltrata in profondità nel sottosuolo, quali i volumi edilizi interrati anche se ricoperti superiormente da terreno naturale.

8. Possono essere adottate soluzioni alternative a quella della realizzazione del volume d'invaso di cui ai commi precedenti, purché si dimostri la pari efficacia in termini di mantenimento dei colmi di portata di piena ai valori precedenti l'impermeabilizzazione. A tal fine il proponente dovrà corredare il progetto di un'apposita documentazione idrologica ed idraulica, che dovrà essere accettata dai soggetti che rilasciano l'autorizzazione all'intervento.

9. L'Autorità di Bacino promuove iniziative di monitoraggio ai fini di perfezionare le modalità di calcolo dei volumi minimi di invaso in funzione degli indici di fabbricazione, mentre fino a diversa determinazione valgono le prescrizioni e gli indirizzi di cui alla "Direttiva per le verifiche e il conseguimento degli obiettivi di sicurezza idraulica", approvata con Delibera Comitato Istituzionale n. 3/2 del 20/10/2003 e s. m. e i. .

... ]

Per quanto attiene al punto a) l'intervento dovrà risultare protetto da una eventuale esondazione del reticolo idrografico secondario; inoltre essendo a tergo di un sistema retro dunale vallivo posto a quote inferiori rispetto al medio mare dovrà essere previsto l'innalzamento dell'attuale piano di calpestio o un sistema di protezione arginale delle strutture maggiormente critiche in caso di

esondazione (cabine di trasformazione) di una misura non inferiore a quella che scaturisce nell'analisi idraulica della presente relazione ovvero nelle sue successive modificazioni ed integrazioni; con specifico riferimento alle cabine di trasformazione il piano di calpestio dovrà risultare comunque disconnesso idraulicamente dalle aree limitrofe mediante la realizzazione di arginature e dispositivi unidirezionali per il deflusso delle acque

#### 1.4.2. Analisi del rischio con modello bidimensionale

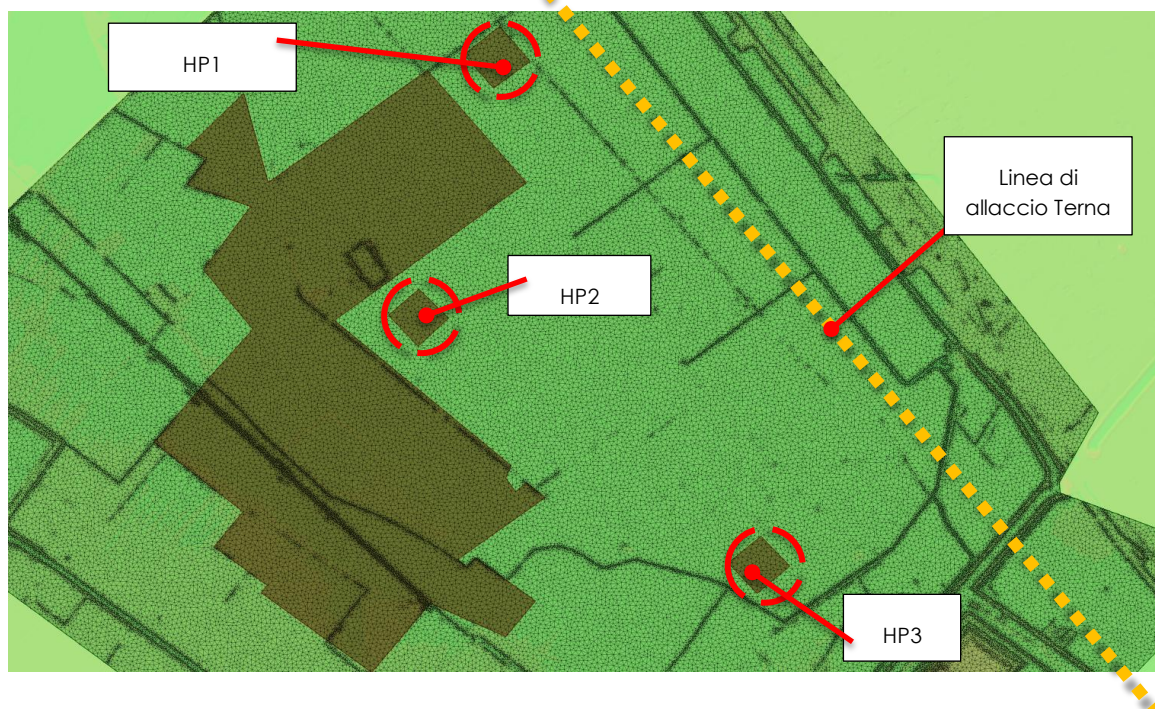
##### 1.4.2.1. Generalità e specifiche del modello

In funzione delle caratteristiche morfologiche, idrologiche ed idrauliche specifiche per l'areale di interesse, è stato quindi implementato un modello idraulico bidimensionale finalizzato alla definizione delle interazioni tra le aree oggetto di studio ed il reticolo idrografico.

Il modello idraulico bidimensionale è stato generato utilizzando il software Infoworks ICM, che rappresenta lo stato dell'arte della modellazione integrata 1D/2D; le caratteristiche peculiari del software sono consultabili in maniera compiuta accedendo alle references della software house al link

<https://www.innovyze.com/en-us/products/infoworks-icm>.

La geometria del modello è stata materializzata sulla base del DTM fornito dalla Regione Emilia Romagna realizzato in funzione dei rilievi LIDAR 2024/2025. L'areale di studio considerato comprende l'intero areale del reticolo fognario considerato. L'ipotesi simulata è una esondazione TR200 da reticolo primario a seguito di dam-break arginale. L'area di studio bidimensionale è costituita da circa 210000 celle di forma ed estensione variabile in funzione delle variazioni altimetriche individuate. La zona ha un'estensione complessiva pari a 576 ha ed è visibile nel seguente estratto grafico del software di modellazione bidimensionale idraulica.



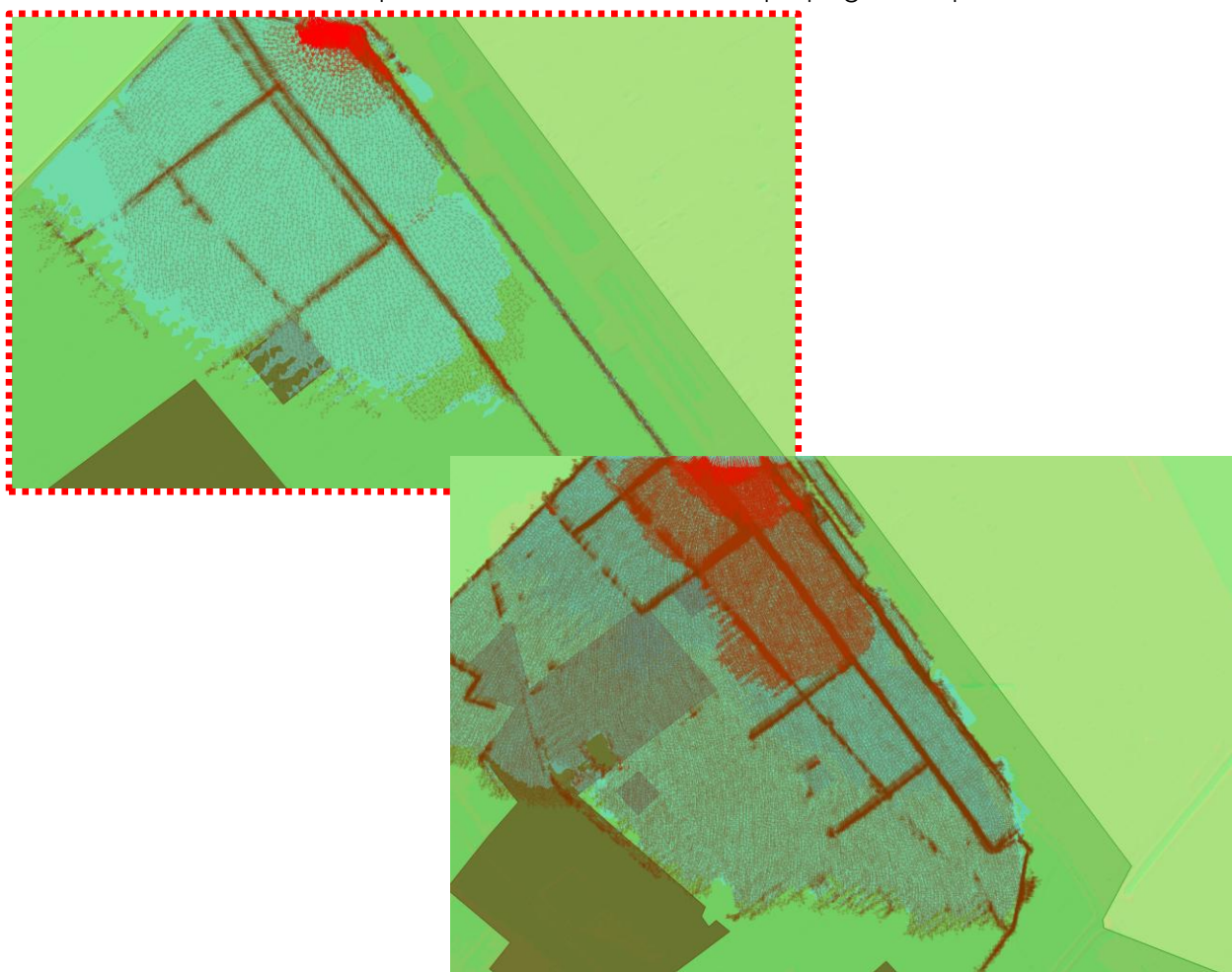
**Figura 9** Area di simulazione 2D



La simulazione prevede una propagazione dal Savio in piena (portata massima 900 mc/s) per corrivazione superficiale sul sistema vallivo di retro duna nell'ipotesi (più che mai realista) che la portata in arrivo risulti di ordini di grandezza superiore al sistema idrovoro di Tagliata che regola il deflusso verso il mare delle acque basse.

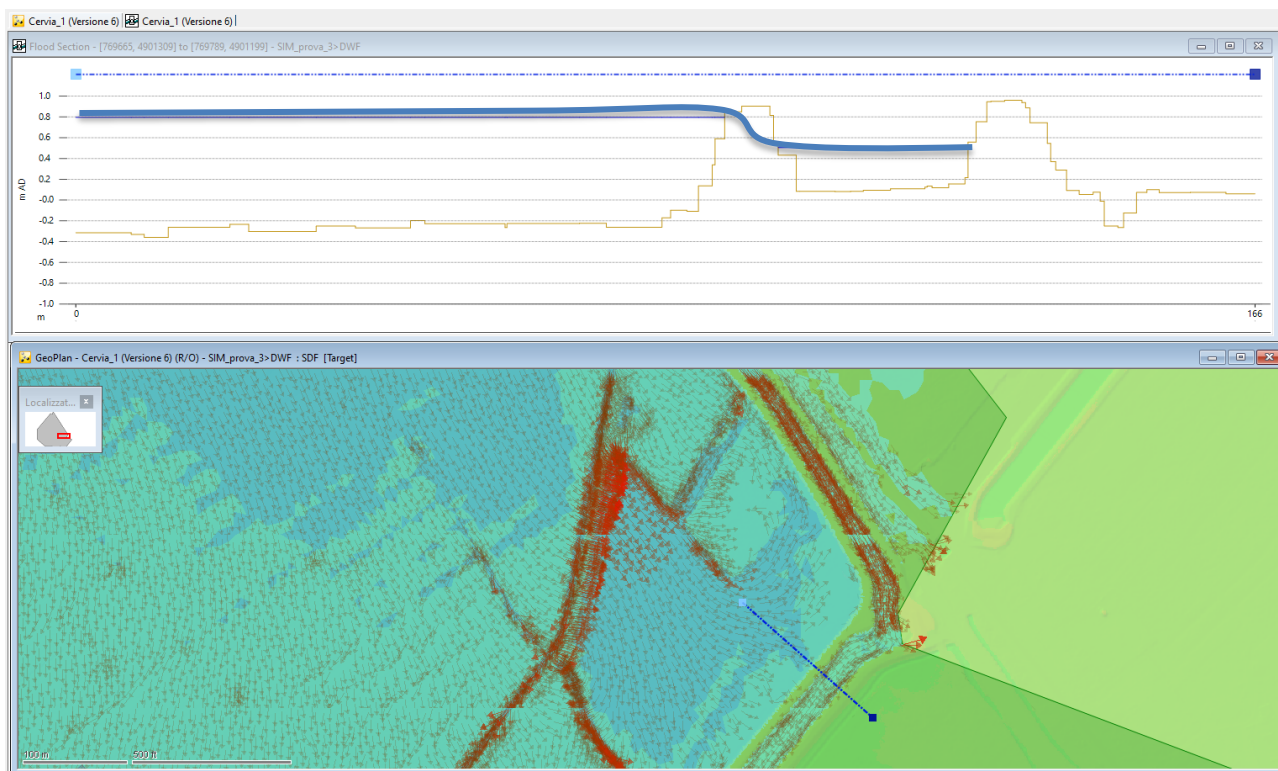
#### 1.4.2.2. Propagazione dell'onda di piena sull'area di interesse

La propagazione dell'onda di piena sull'areale di analisi avviene per lo più lungo le direttrici idrauliche esistenti entro le quali si verificano le velocità di propagazione più elevate:



**Figura 10** Area di simulazione 2D: propagazione dell'onda di piena lungo le direttrici idrauliche esistenti

Una volta raggiunta l'altezza arginale massima in corrispondenza del canale delle acque alte avviene il sormonto arginale che consente il recapito a gravità dell'acqua oltre ad un certo livello (pressappoco 0.8/1 m.slm)



**Figura 11** Area di simulazione 2D: scolmatore ideale delle acque oltre 0.8/1 m.slm

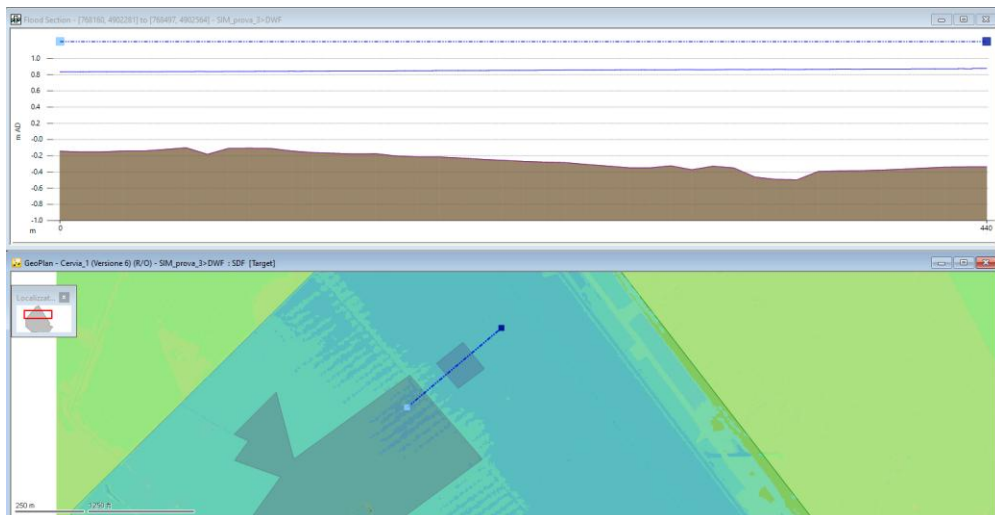
Osservazione:

Presentando dunque il sistema retrodunale quote inferiori anche di 2 metri rispetto al medio mare (vedi figura 2) si conferma la previsione pianificatoria che prevedeva per l'evento due-centennale tiranti idrici di esondazione anche superiori al metro e cinquanta (figura 4)



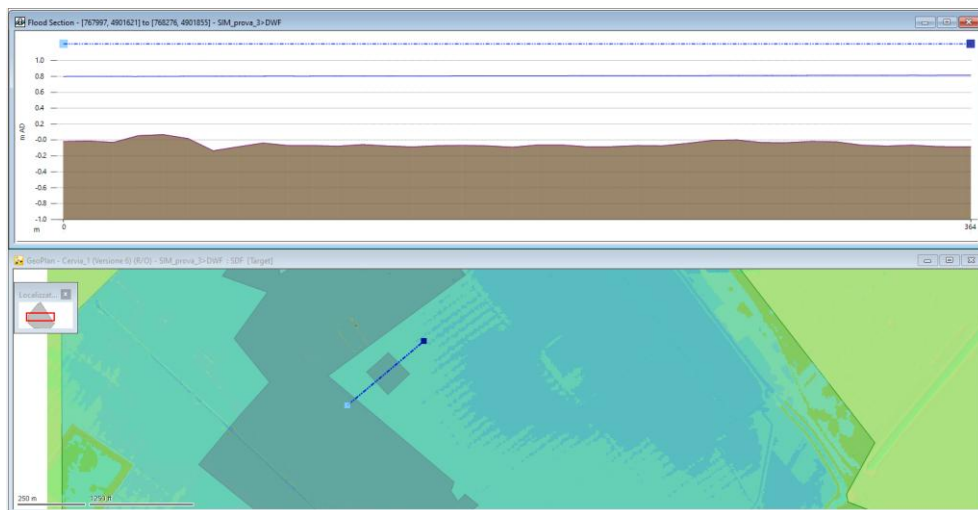
### 1.4.2.3. Analisi specifica dei siti previsti per le cabine di trasformazione

Il tirante massimo per l'ipotesi 1 di posizionamento della cabina di trasformazione evidenzia un tirante idrometrico di circa 1.20/1.40 m rispetto all'attuale piano campagna il che comporterebbe un innalzamento del piano di stazione di minimo 140 cm



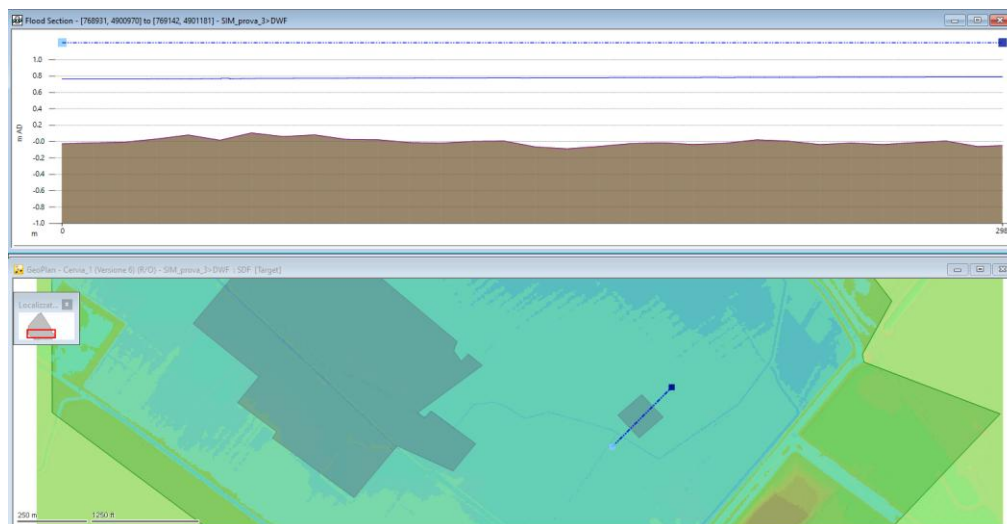
**Figura 12** Area di simulazione 2D: tirante idrico HP1 cabina di trasformazione

Il tirante massimo per l'ipotesi 2 di posizionamento della cabina di trasformazione evidenzia un tirante idrometrico di circa 0.9 m rispetto all'attuale piano campagna il che comporterebbe un innalzamento del piano di stazione di minimo 90 cm



**Figura 13** Area di simulazione 2D: tirante idrico HP2 cabina di trasformazione

Il tirante massimo per l'ipotesi 3 di posizionamento della cabina di trasformazione evidenzia un tirante idrometrico di circa 0.8/0.9 m rispetto all'attuale piano campagna il che comporterebbe un innalzamento del piano di stazione di minimo 140 cm.



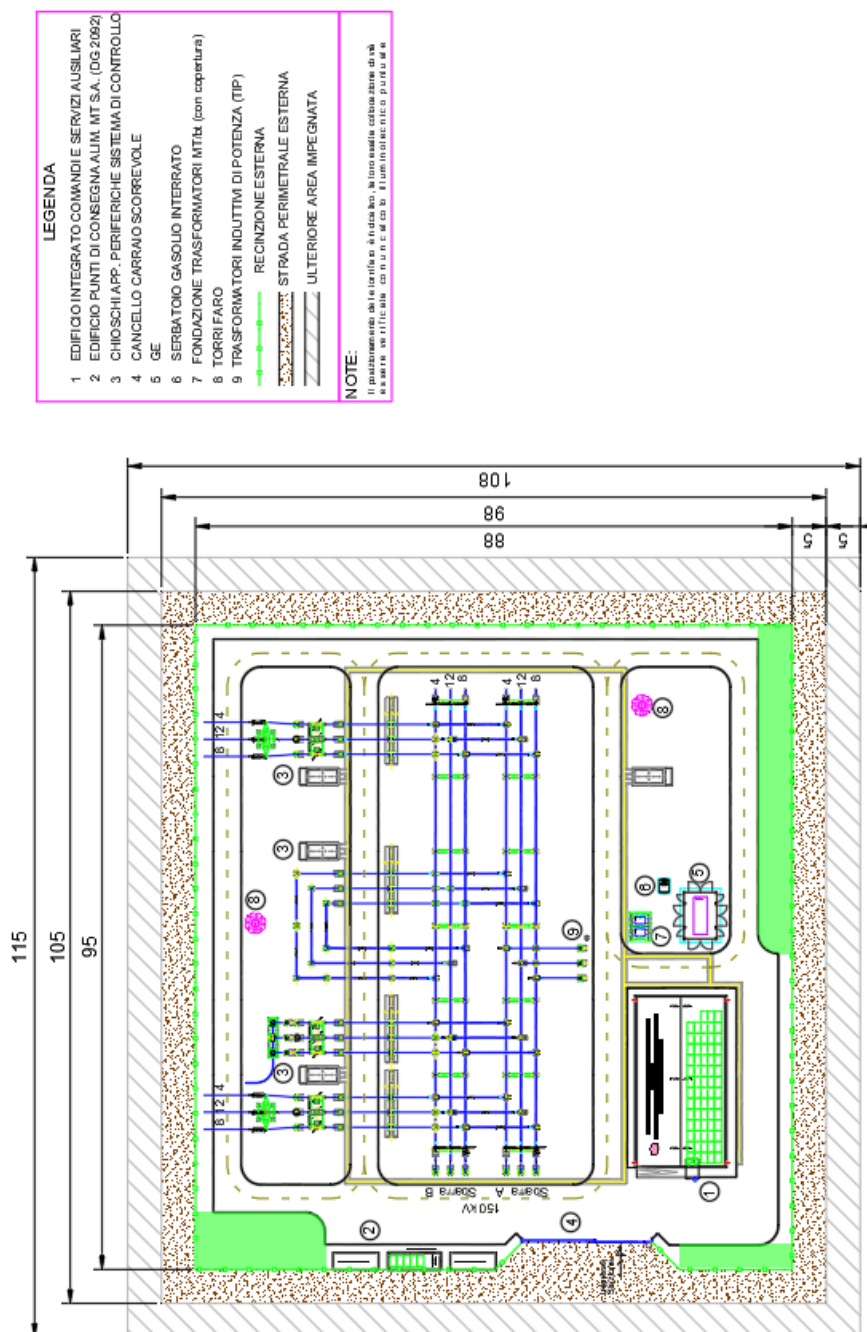
**Figura 14** Area di simulazione 2D: tirante idrico HP3 cabina di trasformazione

**Dalle modellazioni condotte, quindi, si è deciso, a seguito delle valutazioni congiunte con l'ente gestore della rete elettrica, di procedere con l'ipotesi di posizionamento n°2, che viene trattata nei capitoli seguenti.**



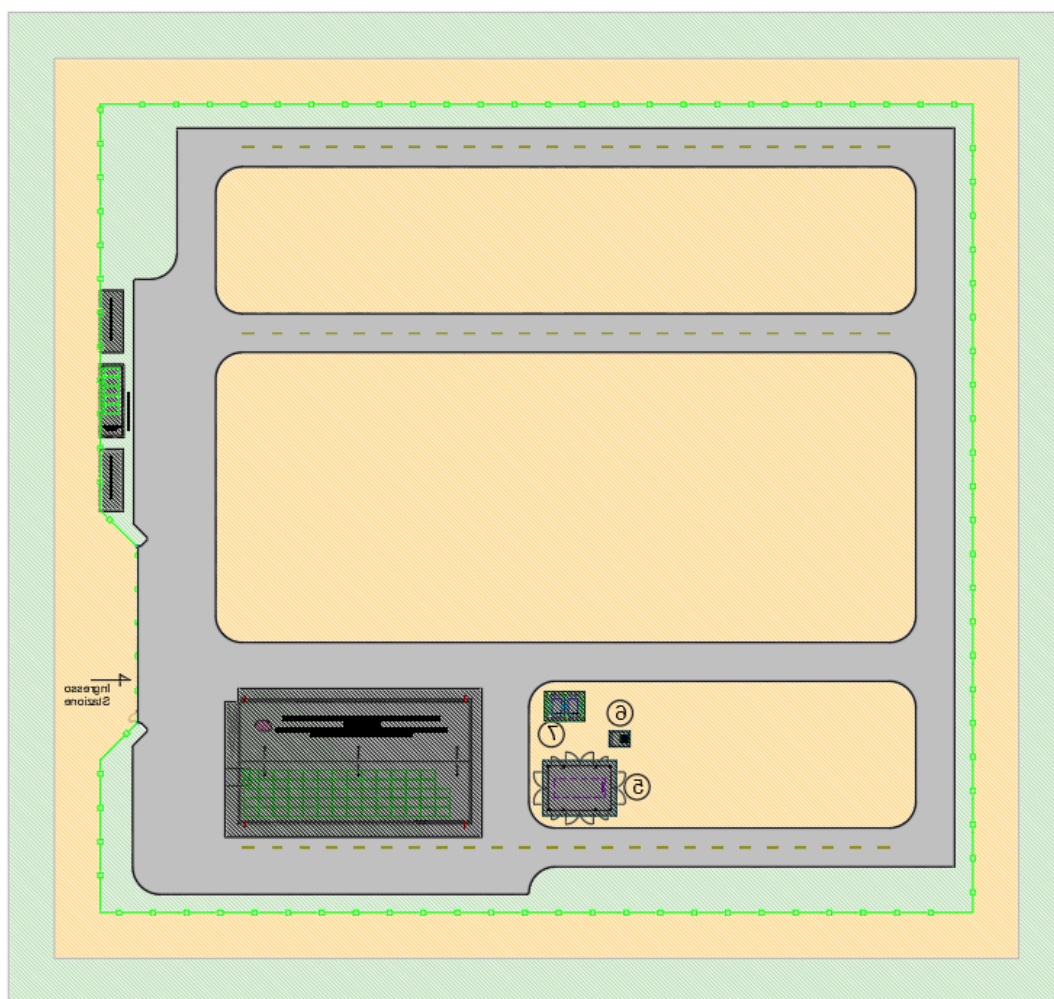
## 2. VALUTAZIONI SUL PRINCIPIO DI INVARIANZA IDRAULICA





Il layout previsto per la stazione elettrica è il seguente:



Noto l'assetto delle aree nelle tre ipotesi, è possibile quindi stimare le superfici scolanti e definire il grado di impermeabilità medio dell'areale in progetto.

I sedimi di progetto previsti risultano i seguenti:



LEGENDA SUPERFICI SCOLANTI SDP		
	SEDIMI COPERTURE	(ca. 590 m <sup>2</sup> )
	SEDIMI ASFALTI	(ca. 2.492 m <sup>2</sup> )
	SEDIMI GHIAIATI	(ca. 4.215 m <sup>2</sup> )
	SEDIMI AREE VERDI	(ca. 597,0 m <sup>2</sup> )
SUPERFICIE TOTALE: ca. 12.420,00 m <sup>2</sup>		

Nota la suddivisione del bacino di interesse in aree scolanti, è possibile quindi procedere alla valutazione delle opere necessarie per il rispetto del principio di invarianza idraulica, come di seguito illustrato.



## 2.1. Applicazione del principio di invarianza idraulica

L'effetto dell'impermeabilizzazione dovuta alla modifica dell'assetto del territorio, da area agricola a centrale di trasformazione, comporta una riduzione della capacità di assorbimento delle acque o di accumulo idrico superficiale tipica dei terreni naturali pertanto si ottiene un trasferimento molto più efficace e veloce verso il ricettore finale. Esso, per il rispetto del principio di invarianza idraulica, deve essere contrastato dall'accumulo temporaneo di un volume d'acqua sufficiente a garantire che il valore massimo di portata in uscita sia compatibile con l'officiosità del ricettore durante gli eventi di piena. In sostanza, la nuova fognatura, alla sezione di chiusura, deve avere una portata defluente verso il ricettore pari a quella che sarebbe scaturita dai terreni nella loro condizione naturale precedente all'urbanizzazione, fatto salvo il rispetto dei valori massimi di immissione prescritti dagli enti gestori dei ricettori interessati quali i Consorzi di Bonifica nel presente caso.

L'accumulo temporaneo di tale volume d'acqua avviene generando un volume di laminazione, che ha dunque la funzione di laminare, ossia diminuire, la portata al colmo di piena verso il ricettore. Si danno le seguenti definizioni:

- Volume minimo dei sistemi di raccolta espresso in metri cubi ( $V_N$ ): è il volume minimo, definito dalla norma relativa agli apporti d'acqua, dei sistemi di raccolta delle acque piovane:  $V_N = 0,05 \cdot S_N$
- Superficie netta scolante espressa in metri quadri ( $S_N$ ): è la superficie territoriale ( $S_T$ ) meno le superfici permeabili destinate a parco o a verde compatto ( $S_V$ ) che non scolano, direttamente o indirettamente e considerando saturo d'acqua il terreno, nel sistema di smaltimento delle acque di pioggia.

Da quanto sopra, il volume minimo  $V_N$  da assegnare al sistema di laminazione si ottiene dalla superficie netta scolante  $S_N$  mediante la seguente formula (prevista dai regolamenti della Regione Emilia Romagna):

$$V_N = 500 \cdot S_N$$

Pertanto, tornando alla definizione dei sedimi di progetto che compongono l'areale di studio, ed attribuendo a ciascuna tipologia di superficie un coefficiente di deflusso delle acque, in funzione di dati medi riportati in letteratura, si ottiene il seguente prospetto:

Tipologia [Descrizione]	Superficie [m <sup>2</sup> ]	Coeff. Imp. [%]
COPERTURE FABBRICATI	590,00	0,90
VIABILITA' ASFALTATE	2 492,00	0,90
AREE GHIAIATE	4 215,00	0,45
AREE VERDI	5 123,00	0,15
<b>Totale (Superficie - Sup. Imp.)</b>	<b>12420,00</b>	<b>5439,00</b>

L'areale complessivo ha un'estensione di 12.420,00 m<sup>2</sup>, di cui 5.439,00 m<sup>2</sup> equivalenti impermeabili. Il grado di impermeabilizzazione medio viene stimato mediante la seguente relazione:

$$I = \frac{\sum S_i \cdot \varphi_i}{S_{TOT}}$$

Dove:

$S_i$  sono i valori delle superfici scolanti omogenee;

$\varphi_i$  sono i valori dei coefficienti di deflusso corrispondenti a ciascuna area  $S_i$ ;

$S_{tot}$  è la superficie complessiva del lotto.

Applicando la relazione sopra riportata si ottiene quindi:

Grado di impermeabilizzazione I	0,438
---------------------------------	-------

Pertanto, la superficie  $S_N$  è data da:

$$S_N = S_{TOT} \cdot I = 12.420 \cdot 0,438 = 5.439 \text{ m}^2 = 0,5439 \text{ ha}$$

Pertanto, il volume minimo di laminazione è pari a:

$$V_N = 500 \cdot S_N = 500 \cdot 0,5439 = 271,95 \text{ m}^3$$

Il volume così definito rappresenta il volume minimo di laminazione da prevedere nella rete di scarico delle acque meteoriche in grado di soddisfare il principio di invarianza idraulica.

## 2.2. Rete di scarico delle acque meteoriche

Alla luce della definizione del volume di laminazione necessario a garantire il rispetto del principio di invarianza idraulica, è possibile definire la rete di raccolta delle acque meteoriche per l'area di studio.

In particolare, il progetto, oltre al sollevamento del piano campagna, precedentemente definito nell'ordine di 1 metro circa, al fine di ridurre il rischio idraulico dell'area, prevede la realizzazione di una rete di raccolta posta al di sotto dei sedimi della viabilità asfaltata interna ricorrendo all'utilizzo di condotte sovradimensionate in modo da ottenere il volume di laminazione direttamente all'interno della rete e senza creare depressioni nell'areale di intervento.

Al termine della rete di raccolta in progetto, prima dello scarico nel corpo idrico ricettore, sarà presente un pozzetto di ispezione dotato di valvola regolatrice di efflusso (tipo Hydroslide, Hydrovortex o Hydroregul o simili), oppure la posa di una condotta strozzata (tarata), al fine di limitare la portata in uscita al valore compatibile con il corpo idrico ricettore.

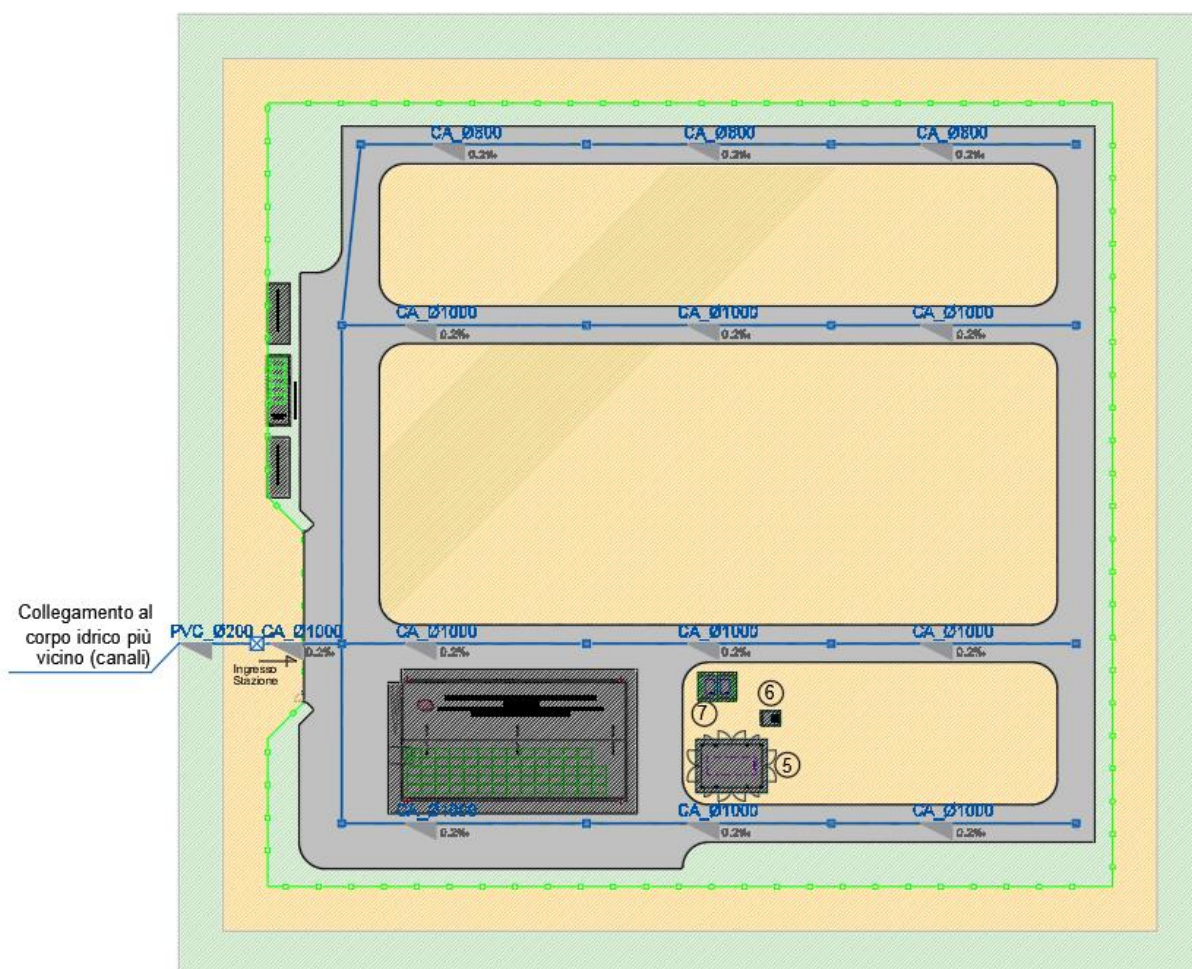
Nel presente caso, il volume di laminazione precedentemente calcolato viene ottenuto mediante l'inserimento di condotte sovradimensionate in c.a. di diametro interno pari a 800 e 1000 mm.





Considerando che tali condotte hanno una sezione interna disponibile, rispettivamente, pari a 0,50 m<sup>2</sup> e 0,79 m<sup>2</sup> occorrono quindi almeno 140 metri di condotte Ø800 e 256,66 m di condotte Ø1000, come riportato nel seguente prospetto di calcolo:

DIAMETRO TUBO	MATERIALE	AREA	Gr	Ltot	Volume
1000,00	CLS	0,79	100,00%	256,66	201,58
800,00	CLS	0,50	100,00%	140,00	70,37
				396,66	271,95



Sulla base di quanto riportato, è stato quindi definito un layout del reticolo fognario in progetto, come riportato di seguito):



LEGENDA RETI FOGNARIE	
	RETE IN PROGETTO
	ACQUE METEORICHE
	POZZETTI CON GRIGLIA
	POZZETTO CON VALVOLA REGOLATRICE DI EFFLUSSO

LEGENDA SIMBOLOGIA CONDOTTE:	
MATERIALE CONDOTTA	PVC_Ø160
DIAMETRO NOMINALE [mm]	
PENDENZA CONDOTTA	0.5‰
DIREZIONE INCLINAZIONE	

Dallo schema di progetto risultano quindi circa 270 m di condotte in ca Ø1000 e 140 m di condotte Ø800, ottenendo:

DIAMETRO TUBO	MATERIALE	AREA	Gr	Ltot	Volume
1000,00	CLS	0,79	100,00%	270,00	212,06
800,00	CLS	0,50	100,00%	140,00	70,37
				410,00	282,43

Il volume complessivo disponibile nel sistema in progetto è pari a 282,43 m<sup>3</sup>, valore superiore a quello minimo necessario (pari a 271,95 m<sup>3</sup>), pertanto compatibile con quanto richiesto per il rispetto del principio di invarianza idraulica.

La rete di scarico ipotizzata scaricherà le acque (portata limitata) nel corpo idrico disponibile nelle immediate vicinanze dell'areale ipotizzato.

### 3. MISURE DI RIDUZIONE DELLA VULNERABILITA' IDRAULICA

Come indicato in precedenza, il PGRA e la DGR 1300/2016 prevede l'indicazione, per le aree ricadenti nelle perimetrazioni P3, delle misure di riduzione della vulnerabilità idraulica.

Richiamando la norma riportata anche nel capitolo 3 del presente elaborato, le misure attuate sono indicate nella seguente tabella riepilogativa.

MISURE PER RIDURRE IL DANNEGGIAMENTO DEI BENI E DELLE STRUTTURE (PARAGRAFO 5.2, punto a. della D.G.R. 1300 del 2016)	MISURE ADOTTATE O DA ADOTTARE NEL PRESENTE CASO
<p>a.1 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;</p> <p>a.2 E' da evitare la realizzazione di piani interrati o seminterrati non dotati di sistemi di autoprotezione, quali ad esempio:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- le pareti perimetrali e il solaio di base siano realizzati a tenuta d'acqua;</li> <li>- vengano previste scale/rampe interne di collegamento tra il piano dell'edificio potenzialmente allagabile e gli altri piani;</li> <li>- gli impianti elettrici siano realizzati con accorgimenti tali da assicurare la continuità del funzionamento dell'impianto anche in caso di allagamento;</li> <li>- le aperture siano a tenuta stagna e/o provviste di protezioni idonee;</li> <li>- le rampe di accesso siano provviste di particolari accorgimenti tecnico-costruttivi (dossi, sistemi di paratie, etc);</li> <li>- siano previsti sistemi di sollevamento delle acque da ubicarsi in condizioni di sicurezza idraulica.</li> </ul> <p>Si precisa che in tali locali sono consentiti unicamente usi accessori alla funzione principale.</p> <p>a.3 Favorire il deflusso/assorbimento delle acque di esondazione, evitando interventi che ne comportino l'accumulo ovvero che comportino</p>	<p><b>SI PREVEDE IL SOLLEVAMENTO DELL'AREA DI ALMENO 90 cm (previsto 1 metro) RISPETTO AL PIANO CAMPAGNA RIDUCENDO IL RISCHIO DI ALLAGAMENTO</b></p> <p><b>LA DESTINAZIONE D'USO DELL'OPERA NON PREVEDE LA PRESENZA COSTANTE DI PERSONALE, INOLTRE NON SONO PREVISTI LOCALI INTERRATI.</b></p> <p><b>NON SONO PREVISTI LAVORI CHE COMPORTINO L'ACCUMULO DI ACQUE E/O AGGRAVINO LE CONDIZIONI DI</b></p>

l'aggravio delle condizioni di pericolosità/rischio per le aree circostanti.

**PERICOLOSITA'/RISCHIO PER LE AREE CIRCOSTANTI.**

#### 4. CONCLUSIONI

L'assetto di progetto della stazione elettrica, così individuato, è compatibile con l'idraulica locale e permette la riduzione della vulnerabilità idraulica del sito.

Nel corso della relazione è possibile verificare le ipotesi effettuate e le successive analisi numeriche (modellazione bidimensionale) che hanno portato alla definizione dell'assetto delle opere previsto.

Rispetto al principio di invarianza idraulica, occorre quindi un volume di laminazione di almeno 271,95 m<sup>3</sup>, ottenibile mediante il sovradimensionamento della rete di scarico delle acque meteoriche e l'interposizione, prima dello scarico, di una valvola regolatrice di efflusso o di una tubazione con strozzatura all'imbocco.

Bologna  
Estratto della relazione del 02/09/2025

Ing. Yos Zorzi

