

Concetto Green S.r.l.

Impianto agrivoltaico "Lugo" da 69.423,2 kWp ed opere connesse

Comuni di Lugo, Alfonsine, Bagnacavallo, Fusignano e Ravenna (RA)

Progetto Definitivo Impianto agrivoltaico

Allegato C.08 – Relazione Idrologica e Idraulica: Impianto agrivoltaico



Professionista incaricato: Dott. Ing. Alessandro Pazzi (LIBRA RAVENNA Srl) – Ordine Ingegneri Prov. Forlì-Cesena n. 1754/A

Rev. 0

Giugno 2023



wood.

Indice

1	Introduzione	3
2	Normativa tecnica di riferimento	4
3	Inquadramento del sito	5
4	Idrologia del territorio di interesse	6
	4.1 Variante di coordinamento tra il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) e i Piani Stralcio di Bacino (PAI).	6
	4.1.1 Reticolo idrografico principale	7
	4.1.2 Reticolo idrografico secondario	7
	4.2 Consorzio di Bonifica	8
	4.3 Dati storici	8
5	Inquadramento di dettaglio delle aree di progetto ai fini dello studio di invarianza idraulica	9
	5.1 Area 1 – zona 1 e 2	9
	5.2 Area 2 – zona 3 e 4	10
	5.3 Area 3 – zona 5 e 6	11
	5.4 Area 4 – zone dalla 7 alla 15	12
	5.4.1 Area 4a - zone dalla 7 alla 10	12
	5.4.2 Area 4b- zone dalla 11 alla 13	12
	5.4.3 Area 4c- zone 14 e 15	12
6	Volumi di invarianza idraulica e dimensionamento delle strozzature	14
	6.1 Volumi di invarianza idraulica	14
	6.2 Dimensionamento delle strozzature	16
7	Conclusioni	18

Questo documento è di proprietà di Concetto Green S.r.l. e il detentore certifica che il documento è stato ricevuto legalmente. Ogni utilizzo, riproduzione o divulgazione del documento deve essere oggetto di specifica autorizzazione da parte di Concetto Green S.r.l.

1 Introduzione

Su incarico ricevuto dalla Società Concetto Green S.r.l., si redige la presente relazione idrologica e idraulica, relativa all'impianto agrivoltaico da 69.423,2 kWp che la Società intende realizzare nei comuni di Lugo e Alfonsine (RA). Limitatamente alle opere connesse il progetto interesserà anche i comuni di Fusignano, Bagnacavallo e Ravenna (RA).

Le opere progettuali dell'impianto agrivoltaico da realizzare si possono così sintetizzare:

1. Impianto agrivoltaico ad inseguimento monoassiale ubicato nei comuni di Lugo e Alfonsine (RA);
2. Linea in cavo interrato in media tensione a 30 kV (Dorsali MT), per il collegamento dell'impianto fotovoltaico alla futura stazione elettrica di trasformazione 132/30kV di proprietà della Società, che interesserà i comuni di Lugo, Fusignano, Bagnacavallo e Ravenna (RA);
3. Stazione elettrica di trasformazione 132/30 kV (Stazione Utente), da realizzarsi in frazione Santerno, nel comune di Ravenna (RA);
4. Opere Condivise dell'Impianto di Utenza (Opere Condivise), costituite dalle sbarre comuni, dallo stallo arrivo linea e da una linea in cavo interrato a 132 kV, necessarie per la condivisione del nuovo stallo a 132 kV nella stazione di smistamento RTN esistente, denominata "Santerno", tra il progetto della Società CONCETTO GREEN ed eventuali progetti futuri di altre società;
5. Nuovo stallo arrivo produttore della Stazione RTN (Impianto di Rete), per il collegamento del cavo 132 kV alla RTN, da realizzarsi all'interno della stazione di smistamento esistente della RTN "Santerno", di proprietà di Terna S.p.A. ("il Gestore").

Le opere di cui ai precedenti punti 1) e 2) costituiscono il Progetto Definitivo dell'Impianto agrivoltaico ed il presente documento si configura come Relazione idrologica e idraulica allegata al medesimo progetto.

Le opere di cui ai precedenti punti 3) e 4) costituiscono il Progetto Definitivo dell'Impianto di Utenza per la connessione. Per tale progetto è stata predisposta una relazione idrologica, idraulica e di trattamento acque prima pioggia dedicata.

Le opere di cui al precedente punto 5) costituiscono il Progetto Definitivo dell'Impianto di Rete. Considerato che il nuovo stallo arrivo produttore farà parte della Stazione RTN esistente, limitrofa all'area dell'Impianto di Utenza, per cui il Gestore ha già sviluppato il relativo studio di invarianza idraulica, non si è ritenuto necessario redigere alcuna relazione da allegare al progetto dell'Impianto di Rete.

La presente relazione tecnica fornisce un inquadramento dal punto di vista idrologico del sito di interesse e illustra i calcoli eseguiti per il dimensionamento del sistema di laminazione e scarico delle acque meteoriche, al fine di soddisfare i requisiti di invarianza idraulica richiesti dalla normativa vigente, quali le Norme di Attuazione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del Bacino del torrente Senio. La normativa prevede che la realizzazione dell'impianto agrivoltaico in progetto sia subordinata al rilascio del parere idraulico da parte dell'Ente competente per il territorio interessato dall'intervento, ovvero il Consorzio di Bonifica della Romagna Occidentale.

2 Normativa tecnica di riferimento

- *"Piano stralcio per il bacino del torrente Senio"* elaborato dall'Autorità di Bacino del Reno, anno 2009; Testo coordinato delle norme a seguito di modifiche e integrazioni ex art. 24 comma 6 delle norme relative all' art. 20 sul controllo degli apporti d'acqua. Applicazione della "Direttiva per la sicurezza idraulica di pianura nel bacino del Reno;
- *"Regolamento per le concessioni e le autorizzazioni"* elaborato dal Consorzio di Bonifica della Romagna Occidentale (agg. 2022).

3 Inquadramento del sito

L'impianto in progetto verrà collocato a sud-est dell'abitato di Voltana, in lotti ricadenti tra i comuni di Lugo ed Alfonsine. Le aree oggetto di intervento appartengono ad un contesto agricolo di pianura, caratterizzato da colture a seminativo semplice, tipicamente in asciutto. Il sito è sostanzialmente delimitato:

- a sud, dalla strada comunale via Purgatorio nel comune di Lugo;
- a est, dal canale di scolo Arginello;
- a nord, dalla linea ferroviaria;
- a ovest, dalla Strada comunale via Lunga Inferiore nel comune di Lugo.

Si riporta in Figura 3-1 l'inquadramento dell'area in cui verrà collocato l'impianto agrivoltaico di progetto.



Figura 3-1: Inquadramento dell'area di progetto, con indicate in colore blu le n. 4 Aree oggetto di intervento.

La superficie complessiva di intervento su cui si svilupperà l'impianto agrivoltaico è di circa 120 ha, ripartiti in diversi lotti di terreno, suddivisibili in n. 4 Aree:

- l'Area 1, l'Area 2 e l'Area 4 sono ubicate interamente nel comune di Lugo;
- l'Area 3 è ubicata prevalentemente nel comune di Lugo e, in parte minore, nel comune di Alfonsine.

4 Idrologia del territorio di interesse

L'area oggetto di intervento è sita in un territorio con una forte presenza di corpi idrici superficiali sia appartenenti al reticolo idrografico naturale sia di bonifica e ricade all'interno del bacino imbrifero del Torrente Senio. Si riporta di seguito l'inquadramento normativo dell'area oggetto di intervento.

4.1 Variante di coordinamento tra il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) e i Piani Stralcio di Bacino (PAI).

La Direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione del rischio di alluvioni, recepita nell'ordinamento italiano con il Decreto Legislativo 23 febbraio 2010 n. 49, è il documento che vuole creare un quadro di riferimento omogeneo a scala europea per la gestione dei fenomeni alluvionali e si pone, pertanto, l'obiettivo di ridurre i rischi di conseguenze negative derivanti dalle alluvioni soprattutto per la vita e la salute umana, l'ambiente, il patrimonio culturale, l'attività economica e le infrastrutture. Le mappe della pericolosità del Piano di Gestione del Rischio Alluvione, redatto dall'Autorità di Bacino dell'appennino Settentrionale, e approvato dal Comitato Istituzionale integrato con Deliberazione n. 235 del 3 marzo 2016, indicano le aree geografiche potenzialmente allagabili in relazione ai seguenti tre scenari:

- Alluvioni rare di estrema intensità: tempo di ritorno fino a 500 anni dall'evento (bassa probabilità);
- Alluvioni poco frequenti: tempo di ritorno fra 100 e 200 anni (media probabilità);
- Alluvioni frequenti: tempo di ritorno fra 20 e 50 anni (elevata probabilità).

In tale ambito sono state predisposte le mappe di pericolosità delle aree potenzialmente interessate da alluvioni, individuate dal PGRA con riferimento a tre tipologie di fenomeni:

- fenomeno delle inondazioni generate dai corsi d'acqua naturali (denominato nel PGRA "ambito Corsi d'acqua Naturali");
- fenomeno delle inondazioni generate dal reticolo secondario di pianura (denominato nel PGRA "ambito Reticolo di Bonifica");
- fenomeno delle inondazioni generate dal mare (denominato nel PGRA "ambito Costa").

Con delibera C.I. n. 3/1 del 07.11.2016 è stata adottata la Variante ai Piani Stralcio del bacino idrografico del Fiume Reno finalizzata al coordinamento tra tali Piani e il Piano Gestione Rischio Alluvioni (PGRA), poi approvata per il territorio di competenza, dalla Giunta Regionale Emilia-Romagna con deliberazione n. 2111 del 05.12.2016.

La Variante ai Piani Stralcio del bacino idrografico del Fiume Reno, che costituisce la normativa di riferimento attuale per il territorio in esame, è finalizzata al coordinamento tra tali Piani e il Piano Gestione Rischio Alluvioni (PGRA), in attuazione delle misure che il PGRA pone in capo alla pianificazione di bacino per la gestione e la mitigazione del rischio idraulico.

A seconda della classificazione delle diverse aree (P1, P2 o P3) all'interno del PGRA, gli enti competenti operano e opereranno in riferimento alla strategia e ai contenuti del PGRA al fine di assicurare la congruenza dei piani urbanistici e dei piani di emergenza a quanto indicato nel PGRA stesso. In tale ottica, come tempestiva attuazione delle misure individuate dal PGRA rivolte alla pianificazione di bacino, sono state redatte le Norme Attuative della Variante PAI-PGRA e le mappe di pericolosità relative al territorio ricadente nel bacino del Fiume Reno.

A partire dal 17 febbraio 2017 con l'entrata in vigore il D.M. 25 ottobre 2016, sono state soppresse le Autorità di bacino nazionali, interregionali e regionali, e tutte le relative funzioni sono state trasferite alle Autorità di bacino distrettuali. Le Autorità di bacino interregionali del fiume Reno e del Marecchia-Conca e l'Autorità dei Bacini Regionali Romagnoli confluiscono pertanto nell'Autorità di bacino distrettuale del Fiume Po.

Tuttavia, i PAI elaborati dalle diverse Autorità di Bacino regionali rimangono tutt'ora in vigore e nello specifico il territorio in esame è regolato dal Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del Bacino del torrente Senio, aggiornato e revisionato alla luce delle disposizioni prescritte dalla sopracitata Variante ai Piani Stralcio del Bacino idrografico del Fiume Reno.

A seguire si riporta stralcio delle mappe tratte dalla Direttiva Alluvioni (aggiornamento ottobre 2022), le quali rappresentano in maniera distinta la pericolosità idraulica di diversa entità dovuta al "reticolo principale" e al "reticolo secondario di pianura, a differenza delle tavole del Piano Stralcio (Tavole MP), le quali riportano le aree potenzialmente

interessate da alluvioni sulla base della diversa frequenza di accadimento (alta, media o bassa – P3, P2, P1) non distinguendo tra reticolo idrografico primario e secondario.

4.1.1 Reticolo idrografico principale

Per quanto concerne il reticolo idrografico principale, l'area di ubicazione dell'impianto agrivoltaico risulta ricadere prevalentemente in area P2-Alluvioni poco frequenti e in parte in area P1-Alluvioni rare (relativamente all'area 4- lotti B e C).

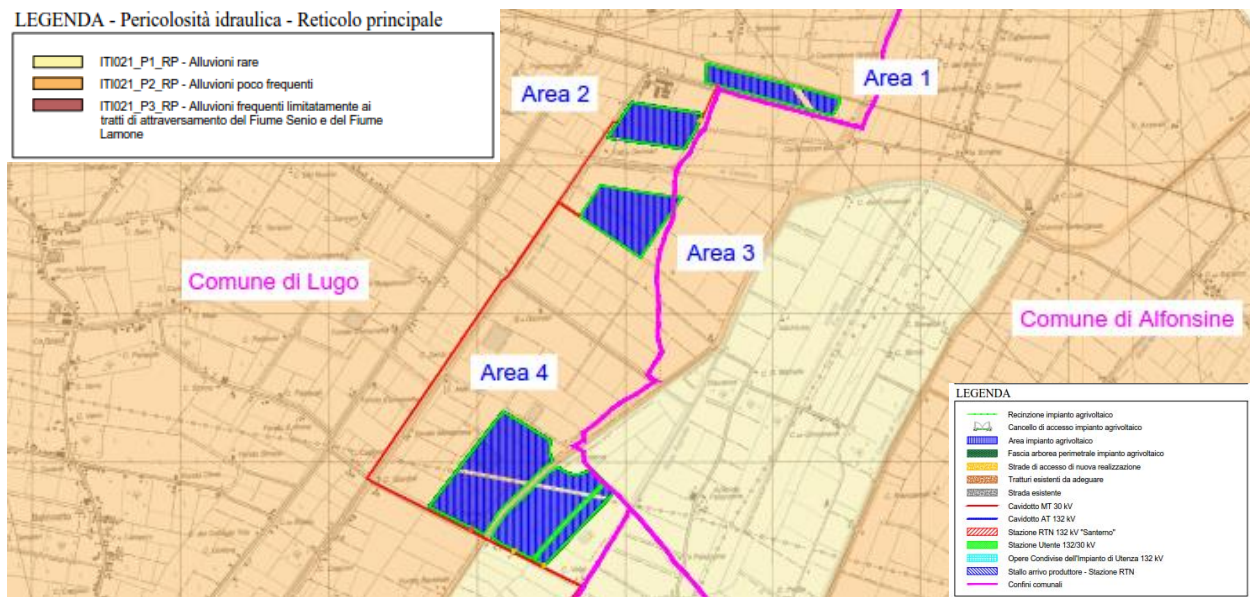


Figura 4-1: Inquadramento generale su IGM – aree PGRA derivanti dal reticolo principale

4.1.2 Reticolo idrografico secondario

Per quanto concerne il reticolo idrografico secondario di pianura l'impianto agrivoltaico risulta interamente ricompreso in area P3-Alluvioni frequenti.

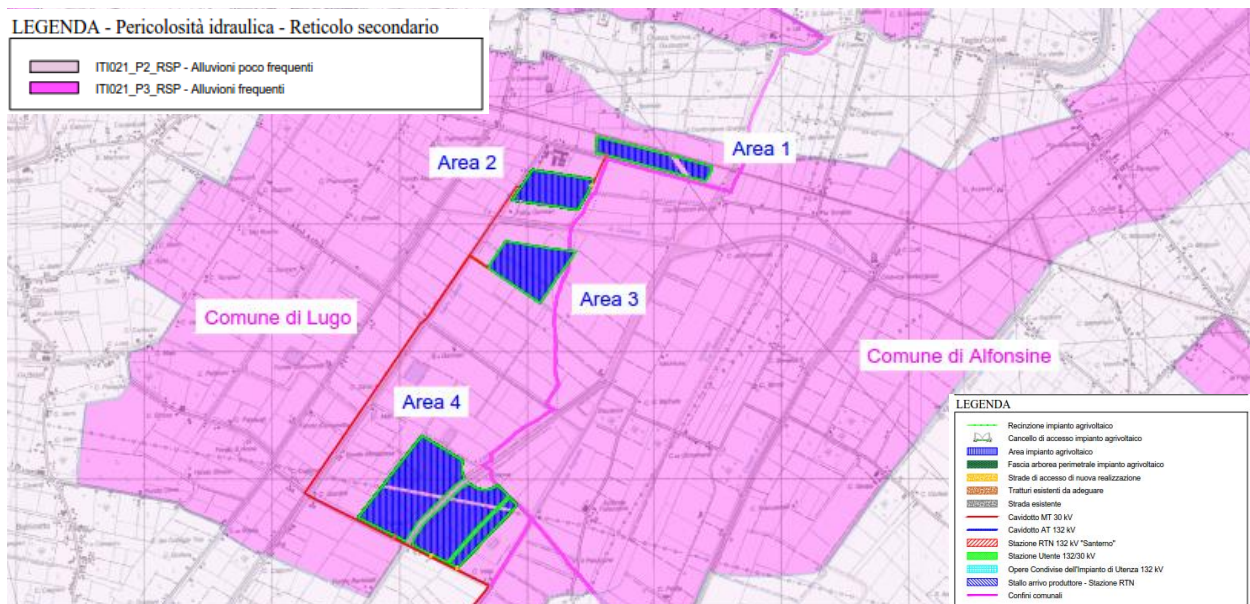


Figura 4-2: Inquadramento generale su IGM – aree PGRA derivanti dal reticolo secondario di pianura

4.2 Consorzio di Bonifica

In relazione al fenomeno di inondazione generata dal reticolo di bonifica, si applica inoltre la Direttiva per la sicurezza idraulica nei sistemi idrografici di pianura del Bacino del Reno, approvata con Delibera C.I. n°1/3 del 23/04/2008. Oggetto della presente direttiva è il sistema di pianificazione e di programmazione, finalizzato alla riduzione del rischio idraulico attraverso la riduzione della pericolosità della rete idrografica ed il raggiungimento di livelli ottimali di sicurezza idraulica e di qualità ambientale. La direttiva riguarda il sistema idrografico di pianura del bacino del Reno, costituito dall'insieme della rete di bonifica e dei bacini imbriferi che direttamente o indirettamente in essa scolano e dall'insieme dei corsi d'acqua minori, che interagendo in modo rilevante con la rete di bonifica necessitano di una gestione unitaria ai fini della sicurezza idraulica, e dei loro bacini imbriferi.

La finalità della Direttiva è pertanto la definizione di un sistema di pianificazione e di programmazione, omogeneo nell'ambito del bacino del Reno. La direttiva demanda ai Comuni ed ai Consorzi di Bonifica di competenza l'individuazione di norme, azioni ed interventi strutturali finalizzati alla riduzione del rischio idraulico. Nel caso in esame, come accennato anche nel capitolo 2, il sito è collocato nel territorio di competenza del Consorzio di Bonifica della Romagna Occidentale e perciò disciplinato dal relativo Regolamento.

4.3 Dati storici

Come precedentemente accennato, il territorio oggetto di intervento è attraversato da un numero consistente di corsi d'acqua naturali e da una complessa ed estesa rete di canali artificiali, collettori di bonifica e corsi d'acqua minori, che si sviluppano su ampie aree morfologicamente depresse. Ciò comporta, come si evince dalle figure sopra riportate, che sia esposto a vari gradi di rischio idraulico generato da eventi con tempi di ritorno differenti ovvero più o meno rari.

Infatti, secondo dati ISPRA, l'Emilia Romagna è tra le regioni in cui le percentuali di territorio potenzialmente allagabile, così come quelle di popolazione esposta a rischio di alluvione per i tre scenari di pericolosità/probabilità, risultano superiori rispetto ai valori calcolati alla scala nazionale.

L'evento alluvionale del maggio 2023, verificatosi in un'ampia porzione della Romagna, conferma quanto previsto dalle carte di pericolosità idraulica del Piano e si può classificare come evento di portata storica, in quanto attualmente le prime stime indicano un tempo di ritorno associato all'evento pari a circa 200 anni.

L'area oggetto di intervento tuttavia, pur essendo stata colpita dagli allagamenti del maggio 2023, ne è stata interessata solo in modo marginale, senza comprometterne in modo significativo l'assetto e la funzionalità.

5 Inquadramento di dettaglio delle aree di progetto ai fini dello studio di invarianza idraulica

Come accennato nel Capitolo 4, il sito in cui verrà installato l'impianto agrivoltaico si trova sotto la giurisdizione dell'Autorità di Bacino Distrettuale del Fiume Po, ente subentrato all'ex Autorità di Bacino del Fiume Reno ed i cui territori di competenza erano in origine suddivisi in diversi sottobacini. In particolare, i lotti interessati dagli interventi di progetto ricadono nell'ambito territoriale del bacino idrografico del torrente Senio.

Nel rispetto delle disposizioni del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del Bacino del torrente Senio (art. 20) l'intervento dovrà soddisfare i requisiti di invarianza idraulica previsti per la trasformazione dell'area, in quanto i lotti non saranno più ad uso agricolo. La creazione dei campi agrivoltaici infatti comporterà la trasformazione dell'area in esame, influenzando il regime di deflusso delle acque meteoriche.

In particolare, il Piano Stralcio prescrive la realizzazione di un volume di invaso atto alla laminazione delle acque di pioggia prima dello scarico nel recettore finale, rappresentato da diversi canali di bonifica, secondo le disposizioni del Consorzio di Bonifica della Romagna Occidentale, come previsto dal Piano Stralcio stesso (art. 20).

Il sistema previsto per l'invarianza idraulica conterà quindi di fossati di scolo interpoderali di diversa sezione idraulica, che fungeranno da invaso raccogliendo le acque meteoriche scolate dai lotti agricoli. Tali fossi di progetto realizzeranno perciò i volumi di invaso richiesti dalla normativa vigente, riportati in dettaglio al paragrafo 6. I volumi immagazzinati verranno poi recapitati agli scoli consorziali prossimi ai lotti di terreno.

Nello specifico, in occasione di eventi di pioggia, le acque scoleranno dai moduli fotovoltaici di progetto sul terreno ed, una volta infiltrate nel sottosuolo, verranno raccolte nei tubi dreno, che le convoglieranno seguendo definite direzioni di scolo in collettori di accumulo, dai quali verranno recapitate ai fossi di progetto (invaso di laminazione) e successivamente nei vicini canali consorziali. In alcuni casi invece, i collettori di accumulo raccoglieranno anche le acque meteoriche raccolte nei fossati di progetto e le convoglieranno agli scoli consorziali scelti per lo scarico. Il volume idrico che invece non si infiltrerà nel sottosuolo verrà drenato per ruscellamento superficiale, seguendo la pendenza del terreno in direzione dei fossi di progetto (invaso di laminazione). I successivi paragrafi 5.1, 5.2, 5.3, 5.4 riportano un inquadramento di dettaglio per le 4 Aree di progetto suddivise a loro volta in 15 zone ai fini dello studio di invarianza idraulica.

5.1 Area 1 – zona 1 e 2

L'Area 1 è delimitata a sud dallo scolo Raulia e dalla strada vicinale via Torretta e a nord dalla fascia di rispetto della ferrovia. La fascia di rispetto dell'elettrodotto in Alta Tensione suddivide l'Area 1 nelle zone denominate 1 e 2, come mostrato in Figura 5-1 **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**

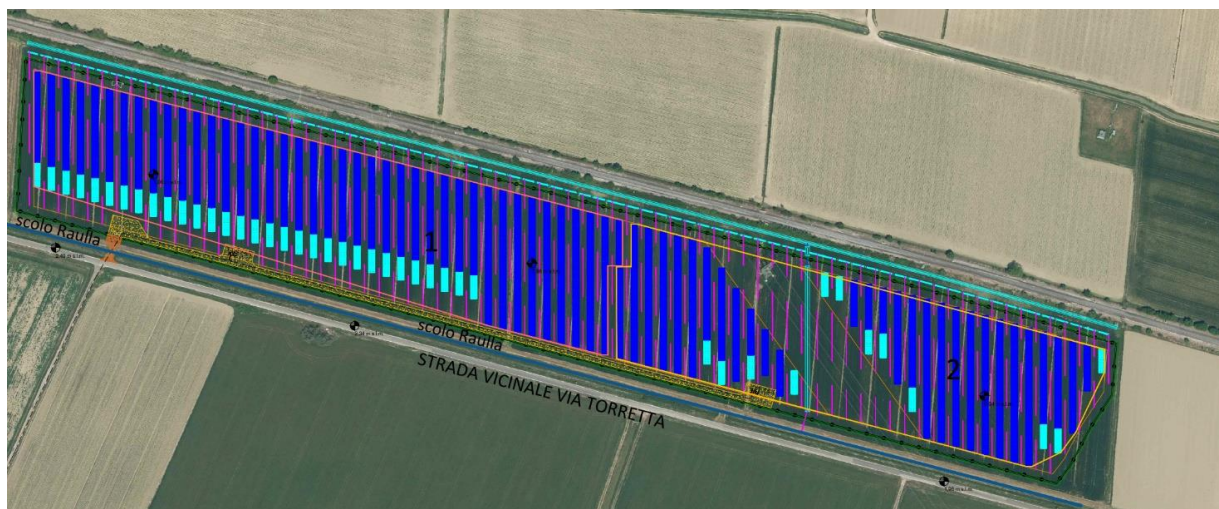


Figura 5-1: Inquadramento di dettaglio dell'Area 1 e dei canali consorziali più prossimi

La direzione di scolo sarà da sud a nord, sia per la zona 1 che per la zona 2, verso il fosso esistente. Tale fosso verrà opportunamente riprofilato al fine di ottenere, congiuntamente con un nuovo invaso centrale, il volume di invaso necessario, descritto in dettaglio al paragrafo 6.1, per consentire poi alle acque di defluire verso lo Scolo Raulla.

L'Area 1 prevede la realizzazione di due cabine di trasformazione (power stations) e di due cabine ausiliarie. Considerata la quota minima della strada adiacente (Strada Vicinale Via Torretta) pari a +1,96 m slm, è stata prevista una quota per le cabine pari almeno alla quota della strada ovvero pari a 1,90 m s.l.m. Questo implica che la quota prevista del piano di calpestio sarà pari a +2,00 m s.l.m. per le cabine ausiliarie e di 2,25 m s.l.m. per le power station. Tali quote di progetto assicurano di essere almeno 1 m sopra il piano di campagna, che ha quota media pari a + 1,00 m slm.

5.2 Area 2 – zona 3 e 4

L'Area 2 è delimitata a ovest da un fosso di scolo privato oltre che dalla Strada comunale Lunga Inferiore, e più a sud dallo Scolo Nuovo Tratturo. Un fosso esistente centrale suddivide l'Area 2 nelle zone denominate 3 e 4 come mostrato in Figura 5-2. **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** Tale fosso verrà opportunamente riprofilato per creare il volume di invaso necessario, insieme ad un nuovo invaso che sarà situato a nord, come descritto in dettaglio al paragrafo 6.1.

Entrambe le zone 3 e 4 prevedono la direzione di scolo da sud a nord verso l'invaso previsto, per poi convergere verso il fosso di scolo privato che verrà opportunamente riprofilato, e che a sua volta, consentirà alle acque di defluire verso lo scolo Nuovo Tratturo.



Figura 5-2: Inquadramento di dettaglio dell'Area 2 e dei canali consorziali più prossimi

L'Area 2 prevede la realizzazione di due cabine di trasformazione (power stations) e di due cabine ausiliarie. Considerata la quota minima della strada adiacente (Strada Vicinale Via Torretta) pari a +1,48 m slm, è stata prevista una quota per le cabine pari almeno alla quota della strada ovvero pari a 1,50 m s.l.m. Questo implica che la quota prevista del piano di calpestio sarà pari a +1,60 m s.l.m. per le cabine ausiliarie e di 1,85 m s.l.m. per le power station. Tali quote di progetto assicurano di essere almeno a 60 cm sopra il piano di campagna, che ha quota media pari a + 0,97 m slm.

5.3 Area 3 – zona 5 e 6

L'Area 3 è delimitata a ovest dalla Strada comunale Lunga Inferiore, più a nord dalla Scolo Nuovo Tratturo e ad est dallo Scolo Secchezza. La strada interna di progetto, di nuova realizzazione, suddivide l'Area 3 nelle zone 5 e 6. La direzione di scolo sarà da sud a nord, sia per la zona 5 che per la zona 6, verso un fosso di nuova realizzazione che sarà localizzato a nord dell'area, avente il volume di invaso necessario, come descritto al paragrafo 6.1. Un tubo di scarico consentirà alle acque raccolte nell'invaso di defluire verso lo scolo Nuovo Tratturo.

L'Area 3 prevede la realizzazione di tre cabine di trasformazione (power stations) e di tre cabine ausiliarie. Considerata la quota massima del piano campagna pari a circa +1,35 m s.l.m., è stata prevista una quota d'imposta per le cabine pari alla quota massima del p.c. con un ulteriore franco di 50 cm ovvero pari a 1,90 m s.l.m. (quota arrotondata per eccesso). Questo implica che la quota prevista del piano di calpestio sarà pari a +2,00 m s.l.m. per le cabine ausiliarie e di 2,25 m s.l.m. per le power station. Tale scelta progettuale è stata effettuata in quanto la carraia di riferimento più vicina (Strada Comunale Lunga Inferiore) non è confinante con il lotto in esame, perciò la quota di riferimento sulla base della quale calcolare le quote progetto è stata definita all'interno del lotto stesso ed a favore di sicurezza è stata considerata la quota massima del p.c. . Le quote d'imposta così determinate risultano comunque essere maggiori della quota della Strada Comunale Lunga Inferiore più prossima al lotto, pari a +1,54 m s.l.m.



Figura 5-3: Inquadramento di dettaglio dell'Area 3 e dei canali consorziali più prossimi

5.4 Area 4 – zone dalla 7 alla 15

L'Area 4 è stata suddivisa a sua volta in tre sub-aree: 4a, 4b e 4c. L'Area 4a è delimitata a est dallo scolo consorziale Tratturo che la separa dall'Area 4b. Il passaggio dello scolo consorziale Marelle divide, invece, l'Area 4b dall'Area 4c.

5.4.1 Area 4a - zone dalla 7 alla 10

L'Area 4a è delimitata a nord dal Canale Casale, a ovest dal Fossatoncello Inferiore, a est dallo scolo consorziale Tratturo e a sud dalla strada comunale Purgatorio. La fascia di rispetto del metanodotto esistente divide la parte nord dell'area costituita dalle zone 7 e 8 dalla parte a sud, costituita dalle zone 9 e 10.

Le zone 7 ed 8 presentano una direzione di scolo da sud verso nord verso un nuovo invaso che verrà localizzato a nord dell'Area 4a. Le zone 9 e 10 prevedono una direzione di scolo da nord a sud verso il nuovo invaso che verrà localizzato a sud dell'Area 4a. Gli invasi saranno dimensionati per il volume necessario, come descritto al paragrafo 6.1.

5.4.2 Area 4b- zone dalla 11 alla 13

L'Area 4b è delimitata a ovest dallo scolo consorziale Tratturo, a est dallo scolo consorziale Marelle e a sud dalla strada comunale Purgatorio. La fascia di rispetto del metanodotto esistente divide la parte nord dell'area, costituita dalla zona 11, dalla parte a sud, costituita dalle zone 12 e 13. La direzione di scolo per la zona 11 sarà da nord a sud, verso una nuova bassura che sarà localizzata a sud di tale zona e che consentirà alle acque di defluire verso lo scolo Marelle.

La direzione di scolo per le zone 12 e 13 sarà ancora da nord a sud e consentirà il deflusso delle acque nell'invaso che sarà localizzato a sud dell'Area 4b e permetterà alle acque di defluire nello stesso scolo Marelle. La bassura e l'invaso menzionati saranno dimensionati per il volume necessario, come descritto al paragrafo 6.1.

5.4.3 Area 4c- zone 14 e 15

L'Area 4c è delimitata a ovest dallo scolo consorziale Marelle, a nord dallo scolo consorziale Marelle di Sotto, a sud dallo scolo consorziale Marelle di sopra e dalla strada comunale Purgatorio.

La fascia di rispetto del metanodotto esistente divide la parte nord dell'area, costituita dalla zona 14, dalla parte a sud, costituita dalla zona 15. La direzione di scolo per la zona 14 sarà da nord a sud, verso una nuova bassura che sarà localizzata a sud di tale zona e che consentirà alle acque di defluire verso lo scolo Marelle.

La direzione di scolo per la zona 15 sarà ancora da sud a nord e consentirà, per il tramite di un collettore tubato, il deflusso delle acque nell'invaso che sarà localizzato a sud dell'Area 4c e provvederà a far defluire le acque nello stesso scolo Marelle. La bassura e l'invaso menzionati saranno dimensionati per il volume necessario, come descritto al paragrafo 6.1.

Infine, l'Area 4 prevede la realizzazione di undici cabine di trasformazione (power stations) e di undici cabine ausiliarie. Considerata la quota massima del piano campagna pari a circa +2,90 m s.l.m., è stata prevista una quota d'imposta per le cabine pari alla quota massima del p.c. con un ulteriore franco di 50 cm ovvero pari a 3,40 m s.l.m.

Questo implica che la quota prevista del piano di calpestio sarà pari a +3,50 m s.l.m. per le cabine ausiliarie e di 3,75 m s.l.m. per le power station. Tale scelta progettuale è stata effettuata in quanto la carraia di riferimento più vicina (Strada Comunale Purgatorio) pur essendo confinante con il lotto in esame, presenta una quota massima rilevata pari a circa +5,26 m s.l.m., che implicherebbe un rialzo di più di 2 m rispetto alla quota massima del piano di campagna perciò la quota di riferimento sulla base della quale calcolare le quote progetto è stata definita all'interno del lotto stesso ed a favore di sicurezza è stata considerata la quota massima del p.c.. Le quote d'imposta così determinate risultano comunque essere maggiori della quota media del tratto limitrofo al lotto della Strada Comunale Purgatorio, pari a circa +3,30 m s.l.m.

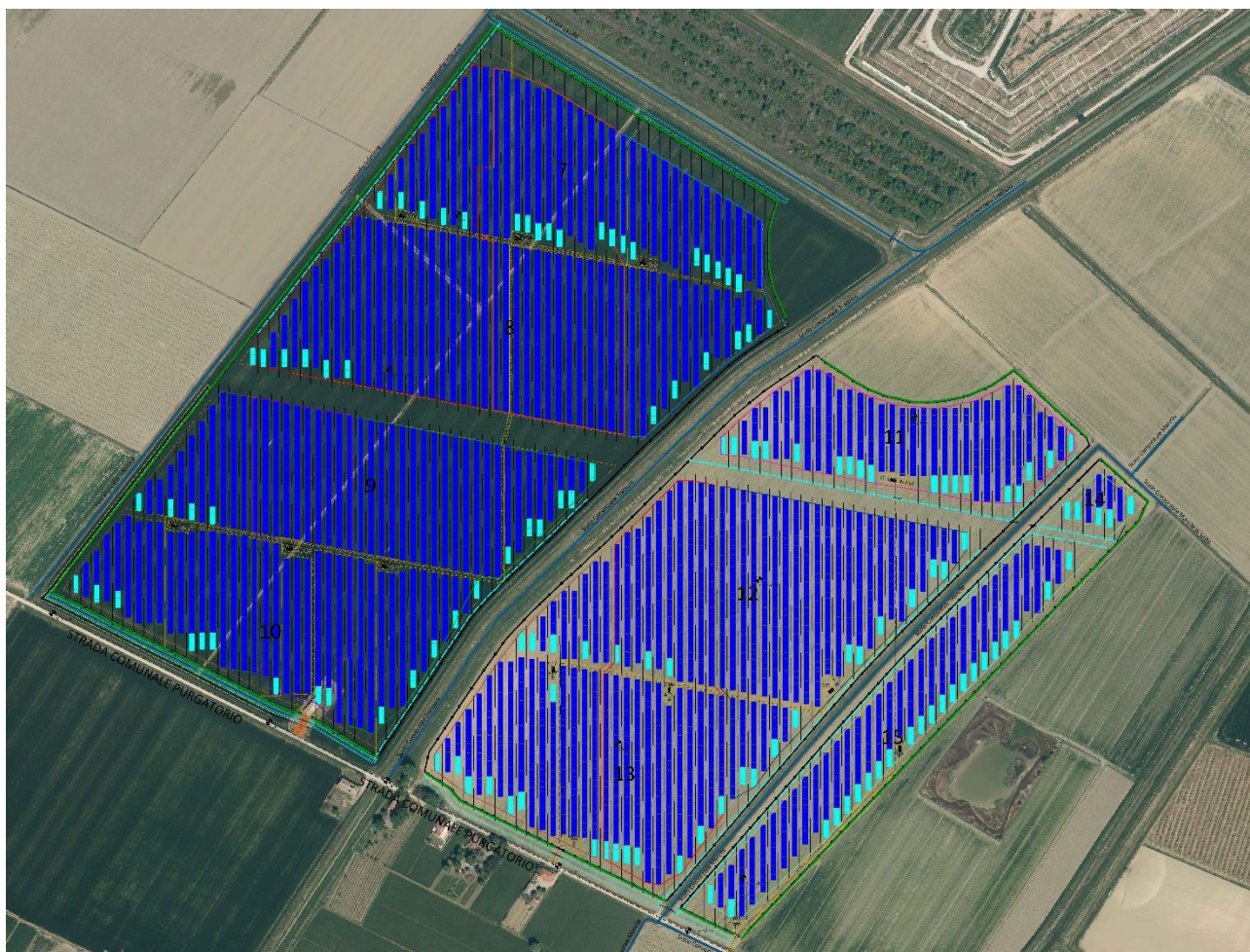


Figura 5-4: Inquadramento di dettaglio dell'Area 4 e dei canali consorziali più prossimi

6 Volumi di invarianza idraulica e dimensionamento delle strozzature

Come già accennato precedentemente, l'area in cui verrà installato l'impianto agrivoltaico è attualmente ad uso esclusivamente agricolo, ovvero è costituita da una superficie permeabile alle acque meteoriche. L'installazione di un nuovo campo fotovoltaico comporterà pertanto la trasformazione dell'area e determinerà quindi la necessità di creare fossi interpoderali che fungeranno da invaso di laminazione.

Le strutture di supporto dei moduli fotovoltaici costituiranno il principale elemento di trasformazione dell'area di interesse, in aggiunta alla presenza delle strade di accesso ai campi agrivoltaici, realizzate con materiale misto granulare (e quindi semipermeabile), ed alle cabine/edifici in progetto.

Si riportano di seguito i calcoli di dimensionamento dei volumi di invasi, eseguiti sulla base del rilievo plano-altimetrico e delle superfici previste a progetto.

6.1 Volumi di invarianza idraulica

Il volume minimo da reperire, prescritto dalla normativa vigente per i territori ricadenti all'interno del bacino del torrente Senio, ai fini del soddisfacimento dei requisiti di invarianza idraulica, è pari a **500 m³/ha** di superficie trasformata. Per il calcolo della superficie territoriale occupata dall'intervento, necessaria alla determinazione del volume di invarianza idraulica, si è considerato l'ingombro teorico dei moduli a terra considerando a favore di sicurezza il sistema di inseguimento nella posizione orizzontale.

Dato che i moduli fotovoltaici in progetto avranno dimensioni in pianta pari a circa 2,38 x 1,30 m, ogni modulo occuperà una superficie orizzontale proiettata a terra pari a:

$$2,384 \text{ m} \times 1,303 \text{ m} = 3,106 \text{ m}^2$$

Moltiplicando tale superficie per il numero di moduli previsti per ogni zona si ottiene la superficie corrispondente alla proiezione dei moduli sul terreno (Smoduli). A tale superficie viene sommata l'area occupata dalle strade interne e dalle cabine/edifici (S strade interne, cabine ed edifici) e dalle strade esterne alla recinzione (S strade esterne), da cui si ottiene la superficie trasformata (S trasformata) per ogni zona di impianto. Moltiplicando tale superficie per il valore richiesto relativo al volume minimo di invarianza idraulica si ottengono i relativi volumi minimi da assicurare per ciascuna Area, come riportato in Tabella 1.

Area	Zona	Moduli Nr	S moduli m ²	S strade interne, cabine ed edifici m ²	S strade esterne m ²	S trasformata (zona) ha	Invarianza idraulica richiesta da normativa (zona) m ³	S trasformata (Area) ha	Volumi di invarianza idraulica (Area) richiesti da normativa m ³
1	1	7476	23.223,09	3.164,00	150,00	2,65	1.326,85	3,38	1.692,16
	2	2352	7.306,14	0,00	0,00	0,73	365,31		
2	3	7448	23.136,11	2.463,00	135,00	2,57	1.286,71	4,00	1.999,92
	4	4592	14.264,37	0,00	0,00	1,43	713,22		
3	5	8260	25.658,47	3.510,00	0,00	2,92	1.458,42	6,36	3.179,29
	6	10836	33.660,43	0,00	757,00	3,44	1.720,87		
4a	7	6860	21.309,57	2.710,00	0,00	2,40	1.200,98	5,74	2.870,95
	8	10752	33.399,50		0,00	3,34	1.669,97		
	9	7896	24.527,76	4.135,00	0,00	2,87	1.433,14	5,12	2.558,20
	10	7168	22.266,33		235,00	2,25	1.125,07		
4b	11	4144	12.872,72	411,00	0,00	1,33	664,19	1,33	664,19
	12	9408	29.224,56	4.471,00	188,00	3,37	1.684,78	5,71	2.854,63
	13	7532	23.397,04			2,34	1.169,85		
4c	14	364	1.130,71	0,00	0,00	0,11	56,54	0,11	56,54
	15	4088	12.698,77	1.674,00	155,00	1,45	726,39	1,45	726,39

Tabella 1: tabella riportante i volumi di invarianza richiesti dalla normativa tecnica per i lotti oggetto di intervento

Il recapito ai corpi idrici recettori dei volumi idrici avverrà in modo diverso a seconda delle Aree e delle relative zone.

Nelle Aree 1, 2, 3, 4a, 4b (zone 12 e 13) e nell'Area 4c (zona 15), le acque meteoriche infiltratesi nel terreno verranno raccolte da tubi dreno, con diametri variabili tra 65 e 80 mm, disposti in parallelo lungo tutta l'estensione delle aree. Questi convogliano le acque in parte direttamente ai fossati di laminazione ed in parte a collettori di raccolta, di diametro variabile, i quali recapiteranno le acque ai fossi in terra di progetto che fungeranno da invaso di laminazione. Da qui, tramite una tubazione denominata strozzatura, le acque verranno scaricate nel più vicino canale consorziale.

Nell'Area 4b (zona 11) e nell'Area 4c (zona 14) le acque meteoriche infiltratesi nel terreno verranno raccolte da tubi dreno, con diametri variabili tra 65 e 80 mm, disposti in parallelo lungo tutta l'estensione delle aree, i quali scoleranno nei collettori di raccolta. Questi, a differenza di quelli posati nelle restanti Aree, recapiteranno le acque direttamente allo scolo consorziale unitamente a quelle raccolte nei fossati di laminazione di tipo G.

I fossi interdoderali di progetto in terra, che fungeranno da invasi di laminazione, saranno di otto diverse tipologie, tutti di sezione trapezia (ad eccezione del fosso di tipo G, costituito da una "bassura" di sezione triangolare), ed altezza variabile da 0,30 m a 1,50 m. I volumi stoccabili nei fossati si ricavano moltiplicando il valore della sezione idraulica di progetto per la lunghezza del fosso stesso.

Si riportano in tabella i volumi immagazzinabili dalle varie tipologie di fosso di progetto, messi a confronto con i volumi di laminazione richiesti dalla normativa vigente per le Aree di progetto:

Area	Zona	Invarianza idraulica (zona) m ³	Volumi di invarianza idraulica (Area) richiesti da normativa m ³	Tipo di fosso (invaso di laminazione)	Dimensioni m	Sezione idraulica m ²	Lunghezza m	Volume di invarianza m ³	Volume invarianza totale effettivo m ³
1	1	1.326,85	1.692,16	Fosso Tipo A	2,5x1	1,50	927,00	1.390,50	1.709,70
	2	365,31		Fosso Tipo B	3,3x1,4	2,66	120	319,2	
2	3	1.286,71	1.999,92	Fosso Tipo C	3,0x1,2	2,16	984	2.125,44	2.125,44
	4	713,22							
3	5	1.458,42	3.179,29	Fosso Tipo D	6,4x1,2	6,24	553	3.450,72	3.450,72
	6	1.720,87							
4a	7	1.200,98	2.870,95	Fosso Tipo E	6,4x1,5	7,35	394	2.895,9	2.895,9
	8	1.669,97							
	9	1.433,14	2.558,20	Fosso Tipo F	6x1,5	6,75	401	2.706,75	2.706,75
	10	1.125,07							
4b	11	664,19	664,19	Fosso Tipo G	13,5x0,3	2,03	345	700,35	700,35
	12	1.684,78	2.854,63	Fosso Tipo H	8,5x1,5	10,5	290	3.045	3045
	13	1.169,85							
4c	14	56,54	56,54	Fosso Tipo G	13,5x0,3	2,03	80	162,4	162,4
	15	726,39	726,39	Fosso Tipo H	8,5x1,5	10,5	71	745,5	745,5

Tabella 2: tabella di confronto tra i volumi di invarianza richiesti dalla normativa tecnica vigente e i volumi di invarianza individuati dai fossi di scolo di progetto

Dalla tabella sopra riportata si evince come tutti i fossi di progetto avranno dimensione più che sufficiente a contenere il volume idrico richiesto dalla normativa vigente, in quanto il volume di invarianza totale effettivo è maggiore del volume richiesto da normativa nella totalità dei casi.

6.2 Dimensionamento delle strozzature

Come accennato al paragrafo 5, lo scarico delle acque meteoriche laminate avverrà in corpi idrici superficiali prossimi ad ogni Area, i cui punti di scarico sono riassunti in Tabella 3.

Area	Corpo idrico recettore finale	Ubicazione del punto di scarico
1	Scolo consorziale Raulla	Confine Sud del lotto
2	Scolo consorziale Nuovo Tratturo (tramite fosso interpoderale esistente e da riprofilare)	A Sud del lotto
3	Scolo consorziale Nuovo Tratturo	A Nord del lotto
4a	Scolo consorziale Fossatoncello inferiore	Confine SudOvest e NordOvest del lotto
4b	Scolo consorziale Marelle	Confine SudEst e NordEst del lotto
4c	Scolo consorziale Marelle	Confine SudOvest e NordOvest del lotto

Tabella 3. Indicazione dei corpi idrici recettori e dei punti di scarico delle Aree di progetto.

Si rimanda alle tavole di progetto Tav. 15a-d "Layout impianto di drenaggio e invarianza idraulica con identificazione del punto di scarico– Area 1-4" per la rappresentazione grafica e l'ubicazione esatta dei punti di scarico.

Il sistema di scarico nei corpi idrici recettori conterà principalmente di collettori in PVC SN8 denominati "strozzatura" con pendenza verso il corpo idrico recettore, posati sul fondo dei fossi adibiti alla laminazione. Tale sistema è in grado di limitare il deflusso delle acque verso il corpo idrico recettore. L'estremità della strozzatura verrà dotata di clapet per evitare reflussi idrici dagli scoli consorziali.

Nel caso delle Aree 4b (zona 11) e 4c (zona 14) invece nella strozzatura confluirà il collettore di raccolta, che scolerà poi le acque nel relativo corpo idrico.

La strozzatura di progetto sarà in grado di convogliare la massima portata scaricabile (Q_{amm}) in corpo idrico superficiale, individuata tramite le indicazioni fornite dal Consorzio di Bonifica della Romagna Occidentale, che prescrive **15 l/s per ettaro di superficie** (art. 15 Regolamento Concessioni e Autorizzazioni). Nel caso in esame per il calcolo della portata ammissibile si è considerata l'area degli interi lotti agricoli all'interno della recinzione.

Per il dimensionamento delle tubazioni di scarico si sono considerate:

- Una tubazione in PVC SN8 con diametri variabili da DN 125 a DN 200;
- Un battente massimo h considerato a favore di sicurezza pari alla differenza tra il livello idrico corrispondente al massimo riempimento del fossato e l'asse della tubazione di scarico;
- Coefficiente di contrazione $\mu = 0,61$.

La portata massima scolante Q_{max} è stata calcolata, ipotizzando un deflusso a bocca piena, con la seguente formula di efflusso da luce a battente:

$$Q = \mu A \sqrt{2gh} \text{ [m}^3\text{/s]}$$

con:

- μ : coefficiente di contrazione [-];
- A : area della luce della tubazione [m²]
- h : dislivello tra il pelo libero ed il baricentro della sezione di efflusso (battente) [m]

Si riporta di seguito una tabella riassuntiva dei risultati ottenuti.

Macro aree	Zone	Area del lotto m ²	Area del lotto (zone)		Qamm		Tubazione "strozzatura"	Pendenza tubazione	Battente massimo m	Qmax m ³ /s
			m ²	ha	l/s	m ³ /s				
1	1	114.533	83.632,5	8,36	Contributo idrico zona 1 confluyente in strozzatura relativa alla zona 2					
	2		30.900,5	3,09	171,80	0,172	PVC SN8 DN125	1,5‰	1,34	0,034
2	3	129.137	75.738,5	7,57	113,61	0,114	PVC SN8 DN125	1,5‰	1,14	0,031
	4		53.398,5	5,34	80,10	0,080	PVC SN8 DN125	1,5‰	1,14	0,031
3	5	182.487	84.655	8,47	273,73	0,274	PVC SN8 DN125	1,5‰	1,14	0,031
	6		97.832	9,78						
4a	7	331.036	180.086	18,01	270,13	0,270	PVC SN8 DN125	1,5‰	1,44	0,035
	8									
	9		150.950	15,10	226,43	0,226	PVC SN8 DN125	1,5‰	1,44	0,035
	10									
4b	11	216.585	47.709,02	4,77	71,56	0,072	Collettore di raccolta DN200	-	1,21 ¹	0,033
	12		168.875,98	16,89	253,31	0,253	PVC SN8 DN125	1,5‰	1,44	0,036
	13									
4c	14	56.417	6.474,08	0,65	9,711	0,010	Collettore di raccolta DN125	-	0,55 ¹	0,022
	15		49.942,92	4,99	74,91	0,075	PVC SN8 DN125	1,5‰	1,44	0,035

Tabella 4. Tabella riassuntiva dei calcoli effettuati al fine del dimensionamento delle strozzature.

Come si evince dalla tabella sopra riportata, le portate massime scaricabili dalle strozzature (Qmax) poste sul fondo dei fossati serventi le Aree 1, 2, 3, 4a, 4b risultano minori della portata ammissibile (Qamm) definita dalla normativa vigente ($Q_{max} < Q_{amm}$).

Nel caso della zona 14 appartenente all'Area 4c, la portata massima scaricabile (Qmax) risulta maggiore della portata ammissibile (Qamm). Il diametro della tubazione prescelto risulta essere tuttavia il diametro minimo funzionale al deflusso richiesto, al fine di evitare possibili occlusioni della sezione idraulica della condotta ad opera di detriti o vegetazione. Sulla base delle pratiche di buona ingegneria, infatti, un diametro inferiore potrebbe soddisfare le richieste normative, tuttavia la capacità del deflusso sarebbe appunto compromessa e la misura di invarianza resa così inefficace.

¹ Battente calcolato sulla base delle quote altimetriche ricavate dal rilievo topografico dell'area di progetto.

7 Conclusioni

In conclusione, riguardo al progetto in esame si può affermare che:

- Dal punto di vista idrologico il sito di interesse ricade in un territorio nel quale sono presenti diverse aree che, secondo quanto riportato nella Direttiva Alluvioni (PGRA) e nel Piano stralcio per l'assetto idrogeologico del Fiume Reno (PAI) potrebbero essere interessate da alluvioni secondo tre scenari di probabilità (scarsa – P1, media-P2 ed elevata – P3).

In particolare, l'area di progetto ricade prevalentemente in area soggetta ad Alluvioni poco frequenti (P2) e in parte in area soggetta ad Alluvioni rare (P1) ad opera del reticolo idrografico principale mentre ricade in area soggetta ad alluvioni frequenti (P3) ad opera del reticolo secondario di pianura.

L'evento alluvionale verificatosi nel maggio 2023 costituisce un fenomeno meteorologico eccezionale, che conferma quanto previsto dalle sopraccitate normative. Tuttavia, il sito di progetto ne è stato interessato solo in modo marginale, senza comprometterne in modo significativo l'assetto e la funzionalità.

- Gli edifici e le cabine che verranno realizzati nell'area dell'impianto agrivoltaico saranno rialzati di una quota ritenuta sufficiente a scongiurare il rischio allagamento degli stessi, calcolata sulla base del rilievo topografico effettuato fino alle strade limitrofe. Tali quote tuttavia saranno oggetto di approvazione da parte dell'ente territoriale competente, quale il Consorzio di Bonifica della Romagna Occidentale.
- Dal punto di vista idraulico si può affermare che la trasformazione del sito dovuta all'installazione dell'impianto agrivoltaico non influenzerà negativamente l'attuale regime dei deflussi in quanto il dimensionamento delle opere idrauliche è stato effettuato nel rispetto del principio di invarianza idraulica, seguendo le disposizioni prescritte dalla normativa territoriale vigente.

Per garantire inoltre in maniera più solida la neutralità dell'intervento relativamente all'ambiente circostante ed al regime dei deflussi, le opere idrauliche di scolo sono state dimensionate a favore di sicurezza, in quanto:

- o L'ingombro dei moduli fotovoltaici è stato computato assumendoli in posizione orizzontale, considerando perciò conservativamente la massima superficie occupata possibile;
- o La portata scaricata dalle diverse strozzature è stata calcolata considerando il massimo riempimento possibile dei fossati di scolo e rappresenta perciò il contributo idrico più ingente.
- o Non sono state considerate nei calcoli riguardanti l'invarianza idraulica le capacità di invaso delle tubazioni di dreno, i quali costituiranno un ulteriore volume di invaso/laminazione.

L'impianto agrivoltaico di progetto quindi, grazie al sistema di invarianza idraulica associato ed ai criteri progettuali adottati, garantirà un'efficiente gestione del deflusso delle acque meteoriche, che rimarrà invariato dopo la trasformazione dell'uso del suolo attuata dall'installazione dei pannelli e contestualmente garantirà la sicurezza e l'efficienza dell'impianto stesso.