



REGIONE EMILIA ROMAGNA




PROVINCIA DI BOLOGNA



COMUNE DI SAN GIOVANNI IN PERSICETO

a
r. emiro. Giunta - Prot. 14/04/2025.0377990.F Copia conforme dell'originale sottoscritto digitalmente da AMICO FABIO DOMENICO, Mazzolani, Robert


Proponente	REVEZ S.R.L. Via Matteotti 31/2, Bologna (BO), 40129				
			Partnered by: 		
Progettazione	Ing. Fabio Domenico Amico Via Milazzo, 17 40121 Bologna (BO) f.amico@green-go.net		Studio geologico-sismico	Dott. Geol. Giulia Gardosi Corso Esperanto 3/h 40065 Pianoro (BO) giulia.gardosi@libero.it	
Studio di impatto ambientale e studi specialistici	Ing. Roberta Mazzolani Ing. David Negrini Studio Associato Ne.Ma Via Cavour, 67 - 40026 Imola (BO) studionema@legalmail.it		Indagini geognostiche e geofisiche	Raffaele Scircoli Via Nazionale Toscana, 16 40068 San Lazzaro Di Savena (BO) lelloscircoli@hotmail.it	
Studio archeologico preventivo Viarch	Dott. Laura Belemmi TECNE - Archeologia e Beni Culturali Via Corrado Masetti, 7 40127 Bologna (BO) direzione@tecne-archeo.com		Studio agronomico	Dott. Agr. Francesco Bugoloni Viale Generale Pecori Giraldi, 68 50032 Borgo San Lorenzo (FI) bugoloni@gmail.com	
Opera	Progetto di realizzazione di un impianto agrivoltaico e opere connesse nel Comune di San Giovanni in Persiceto (BO) denominato Biancolina				
Oggetto	Codice elaborato: BNCSS0R03-04				
	Titolo elaborato: Relazione di invarianza idraulica				
04	14/04/2025	Revisione	Ing. Roberta Mazzolani	Ing. Alfonso Letizia	Ing. Fabio Domenico Amico
03	18/03/2025	Revisione	Ing. Roberta Mazzolani	Ing. Alfonso Letizia	Ing. Fabio Domenico Amico
00	18/05/2024	Emissione per progetto definitivo	Ing. Roberta Mazzolani	Ing. Alfonso Letizia	Ing. Fabio Domenico Amico
Rev.	Data	Oggetto della revisione	Elaborazione	Verifica	Approvazione

	Tipo:	Documentazione di Progetto		
	Titolo:	Relazione di invarianza idraulica		
	Rev. 04 – 14/04/2025			Pag. 2

1. Indice

2. PREMESSA.....	3
3. DESCRIZIONE DELL'AREA.....	6
3.1 PIANO GESTIONE RISCHIO ALLUVIONI.....	8
4. DESCRIZIONE DELLA SOLUZIONE PROGETTUALE DI INVARIANZA IDRAULICA.....	13
4.1 La trasformazione dell'area.....	13
4.1.1 Invarianza area A.....	15
4.1.2 Invarianza area B.....	17
4.1.3 Invarianza area C.....	19
4.1.4 Invarianza CABINE DI TRASFORMAZIONE.....	21
4.1.4.1 Dimensionamento fognatura bianca.....	22
4.1.4.2 Scarico finale in corpo idrico superficiale.....	24
5. CONCLUSIONI.....	26

Comune: San Giovanni in Persiceto (BO)	Provincia: Bologna
Denominazione: Biancolina	

	Tipo:	Documentazione di Progetto	
	Titolo:	Relazione di invarianza idraulica	
	Rev. 04 – 14/04/2025		Pag. 3

2. PREMESSA

Oggetto della presente relazione è la caratterizzazione dal punto di vista idraulico delle opere inerenti il progetto di realizzazione di un impianto agrivoltaico avanzato denominato “BIANCOLINA”, previsto su una zona ad uso seminativo agricolo e sito a Nord-Est dell’area urbana del Comune di San Giovanni in Persiceto (BO). Saranno descritte anche le eventuali misure compensative e le caratteristiche delle opere necessarie ad evitare l’aggravio delle condizioni idrauliche rispetto alla situazione preesistente.

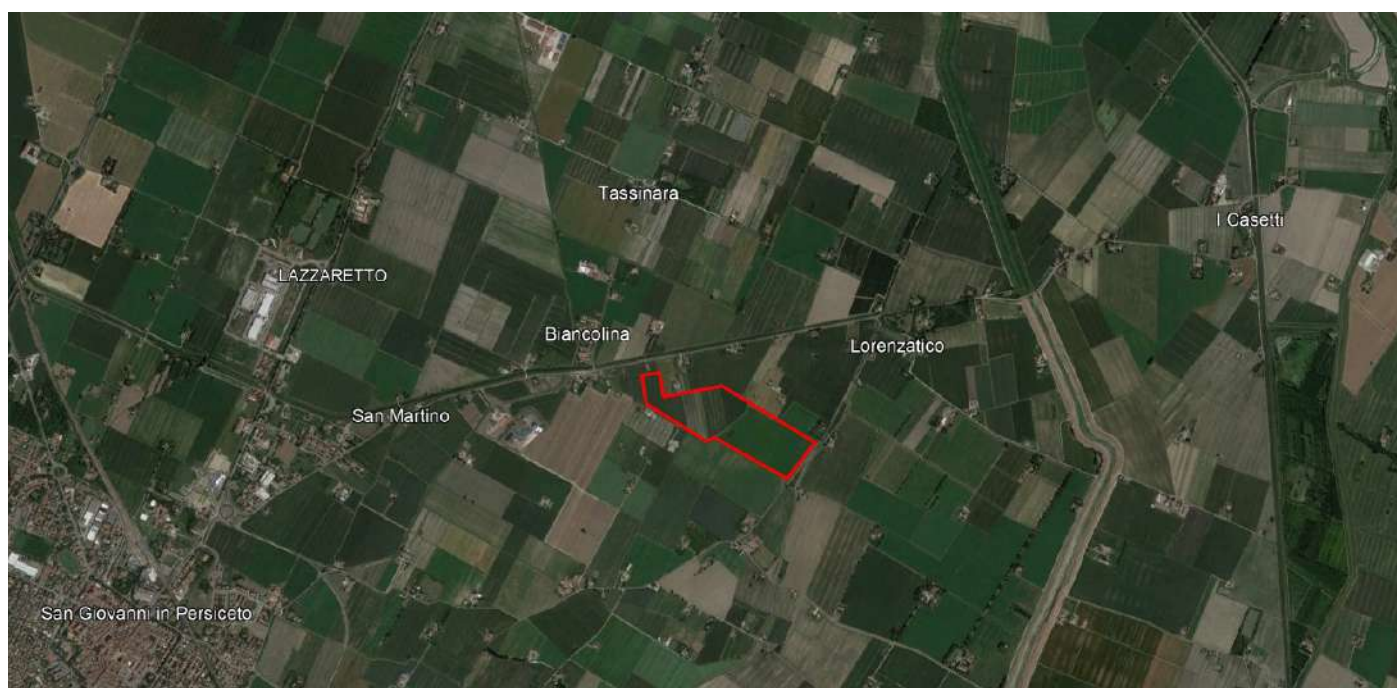



Figura 1: Inquadramento area di progetto da Google Earth

In estrema sintesi, rimandando alle relazioni tecniche allegate, il progetto prevede la realizzazione di un campo agrivoltaico a terra con moduli con esposizione est-ovest ed alloggiati su apposite strutture ad inseguimento solare. Il campo, di potenza nominale pari a 8,75 MW, sarà costituito da:

- n° 15.456 moduli fotovoltaici di tipo monocristallino-bifacciale ad alta efficienza con potenza di 625 Wp ciascuno;
- n° 28 inverter di stringa con potenza nominale pari a 200 kVA, n° 13 inverter di stringa con potenza nominale pari a 300 kVA; entrambe le tipologie saranno alloggiate a terra, a fianco delle strutture “tracker”, ma comunque posti in sicurezza idraulica, ad un altezza di 0,50 m dal piano di campagna;

Comune:	San Giovanni in Persiceto (BO)	Provincia:	Bologna
Denominazione: Biancolina			

	Tipo:	Documentazione di Progetto		
	Titolo:	Relazione di invarianza idraulica		
	Rev. 04 – 14/04/2025			Pag. 4

- n°4 cabine di trasformazione MT/BT di dimensioni 5200 x 2200 x 2600 mm, comprensive di quadri generali di bassa tensione, trasformatori MT/BT e quadro elettrico di media tensione da 2.500 kVA;
- una cabina di raccolta (6700 x 2500 x 2600 mm), una cabina utente (8000 x 2500 x 2600 mm) ed una cabina di consegna (6700 x 2500 x 2600 mm) di nuova realizzazione, necessarie per il collegamento dell'impianto alla RTN;
- impianto di illuminazione e di videosorveglianza;
- rete di terra e collegamenti in BT e MT tra moduli, inverter e cabine elettriche, da realizzarsi tramite cavi interrati.

La configurazione di progetto prevede la delimitazione dell'impianto agrivoltaico tramite una recinzione metallica ed una fascia verde di mitigazione visiva, tuttavia l'area rimarrà accessibile sia alla fauna locale e soprattutto al personale agricolo che si dovrà occupare delle colture previste dal piano colturale di progetto e coltivate tra le stringhe fotovoltaiche.

La realizzazione dell'impianto prevederà anche l'impiego di personale addetto alle normali attività di manutenzione dello stesso (manutenzione delle fasce verdi di mitigazione, eventuali interventi puntuali di manutenzione/sostituzione di pannelli e apparecchiature, ecc.).


L'area su cui saranno installati i moduli fotovoltaici rimarrà completamente permeabile al fine di consentire la coltivazione.

Si riporta la tabella riepilogativa delle tipologie di superfici presenti nell'area di progetto.

Tabella 1: Riepilogo sull'uso futuro del suolo nell'area del progetto agrivoltaico

Riepilogo uso futuro del suolo Progetto agrivoltaico	
Area di impianto (entro recinzione perimetrale)	18,930 ha
Fascia di mitigazione esterna	0,570 ha
Area di impianto occupata dalla proiezione dei moduli (modulo parallelo a terra)	4,32 ha
Area di impianto occupata dai pali delle strutture e dai sostegni inverter	0,070 ha
Area di impianto occupata dai pali della recinzione	0,057 ha
Drenaggi superficiali, canali e area vegetative non coltivabili	0,483 ha
Area disponibile per la coltivazione	18,382 ha
Area occupata in pianta dalle cabine	0,0099 ha
Area d'intervento complessiva (recinzione + mitigazione)	19,50 ha

Comune: San Giovanni in Persiceto (BO)	Provincia: Bologna
Denominazione: Biancolina	

	Tipo:	Documentazione di Progetto		
	Titolo:	Relazione di invarianza idraulica		
	Rev. 04 – 14/04/2025			Pag. 5

Dunque alla definizione della superficie impermeabile sull'area d'intervento contribuiscono principalmente:

- la superficie occupata dai pali delle strutture e dai sostegni inverter;
- la superficie occupata dai pali della recinzione;
- la superficie occupata dalle cabine;

per circa 0,136 ha impermeabilizzati.

Si prevede inoltre la realizzazione di una porzione della viabilità d'accesso al campo agrivoltaico in misto stabilizzato, in particolare in corrispondenza dell'accesso al sottocampo ad est. Tale accorgimento si rende necessario in quanto si dovrà permettere il raggiungimento delle cabine elettriche da parte di e-distribuzione per eventuali operazioni di manutenzione.

Tutte le altre aree destinate alla viabilità interna saranno realizzate in terra battuta e quindi completamente permeabili.



Figura 2: Strada di accesso cabine elettriche e sottocampo est

Comune:	San Giovanni in Persiceto (BO)	Provincia:	Bologna
Denominazione: Biancolina			



Figura 4: indicazione delle direzioni di deflusso superficiale delle aree interessate e della direzione di scolo della rete superficiale locale


Il presente progetto non modifica le pendenze rispetto allo stato attuale.

Inoltre, su una porzione dell'area identificata in arancione nella figura sopra è già presente allo stato attuale un sistema di drenaggio con tubazioni poste a 12 m di interasse e avente due diverse direzioni: nella porzione più a Sud il drenaggio è perpendicolare a via Puglia e confluisce al fosso stradale della stessa via Puglia mentre nella porzione più a Nord il drenaggio è parallelo a quest'ultima.

Così come riportato nell'elaborato "BNCSIAR01-02_Studio di impatto ambientale", il presente studio di invarianza prende dunque in considerazione la realizzazione di fossi perimetrali in cui collettare le acque intercettate dal sistema di drenaggio sotto superficiale e da cui scaricare, mediante bocche tarate, nella rete idrica superficiale esistente.

Il proponente ha realizzato un modello digitale del terreno dal quale, mediante GIS, si è ricavata la Figura che segue che è stata utile per la realizzazione quanto mostrato in Fig. 4.

Si faccia inoltre riferimento allo specifico elaborato "BNCPD0T07-01 - Rilievo Planoaltimetrico".

	Tipo:	Documentazione di Progetto	
	Titolo:	Relazione di invarianza idraulica	
	Rev. 04 – 14/04/2025		Pag. 8

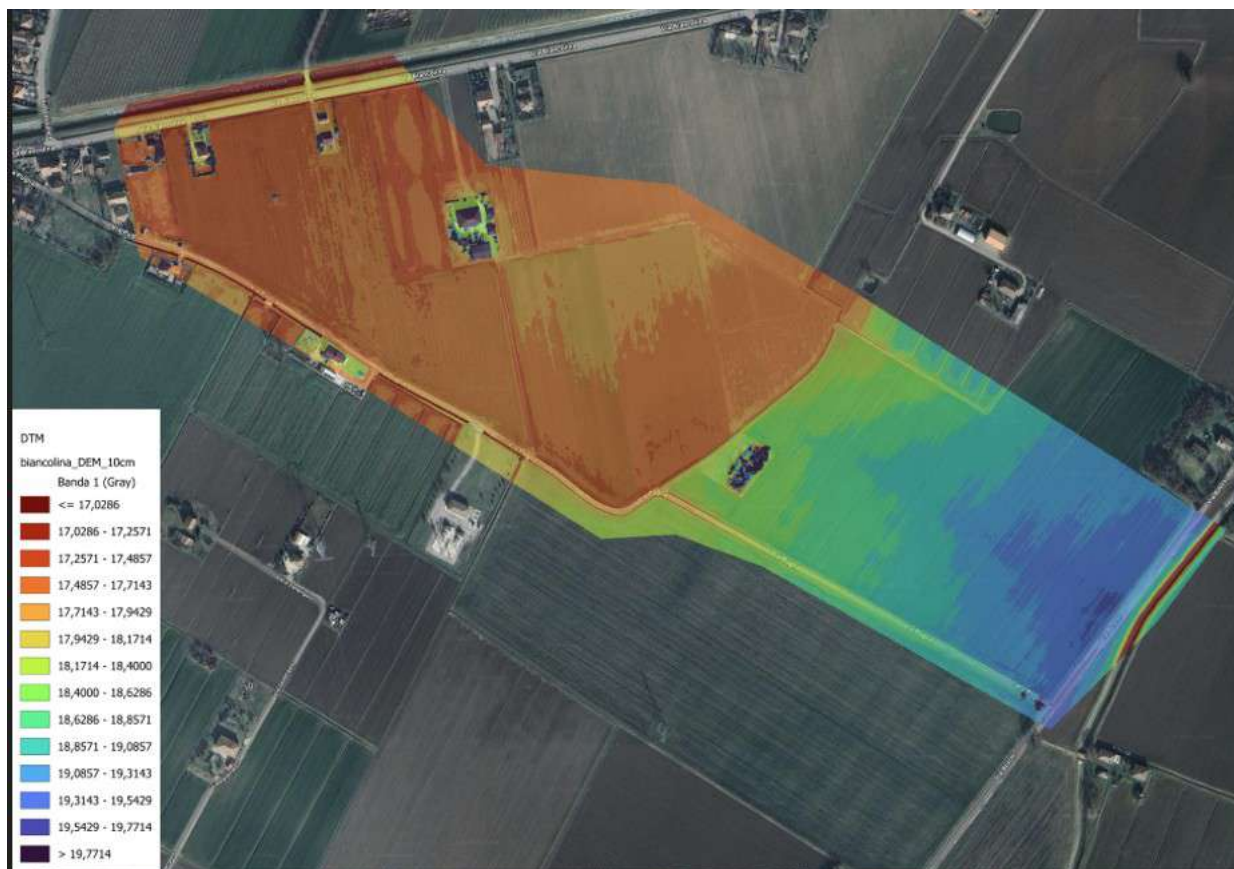


Figura 5: Analisi quote mediante DTM

3.1 PIANO GESTIONE RISCHIO ALLUVIONI

Come previsto dalla Direttiva 2007/60/CE e dal D. Lgs. 49/2010, nel dicembre del 2019 le mappe della pericolosità di alluvioni sono state aggiornate e pubblicate dalle Autorità di bacino distrettuali.


Vengono qui prese in esame:

- le mappe di pericolosità e degli elementi potenzialmente esposti;
- le mappe di rischio (R1, R2, R3, R4) complessive, elaborate ai sensi del D. Lgs n. 49/2010.

Si specifica che il terreno agricolo in oggetto è posto ad una quota di circa 16 m s.l.m.

L'area coinvolta dal progetto risulta essere compresa sia nel bacino idrografico del Po e sia in quello del Reno. In particolare risulta una caratterizzazione inerente:

Comune:	San Giovanni in Persiceto (BO)	Provincia:	Bologna
Denominazione: Biancolina			

	Tipo:	Documentazione di Progetto		
	Titolo:	Relazione di invarianza idraulica		
	Rev. 04 – 14/04/2025			Pag. 9

- il reticolo secondario di pianura per il bacino Po, in cui l'area viene classificata "P2 – M" (Alluvioni poco frequenti: tempo di ritorno tra 100 e 200 anni - media probabilità);
- il reticolo principale per il bacino Reno, in cui l'area viene classificata "P3 – H" (Alluvioni frequenti: tempo di ritorno tra 20 e 50 anni - elevata probabilità);

Per quanto riguarda la cartografia del rischio potenziale si evidenzia che la zona di studio è posizionata in un'area classificata come R2 – Rischio medio.

Si riporta la cartografia tematica del PGRA.

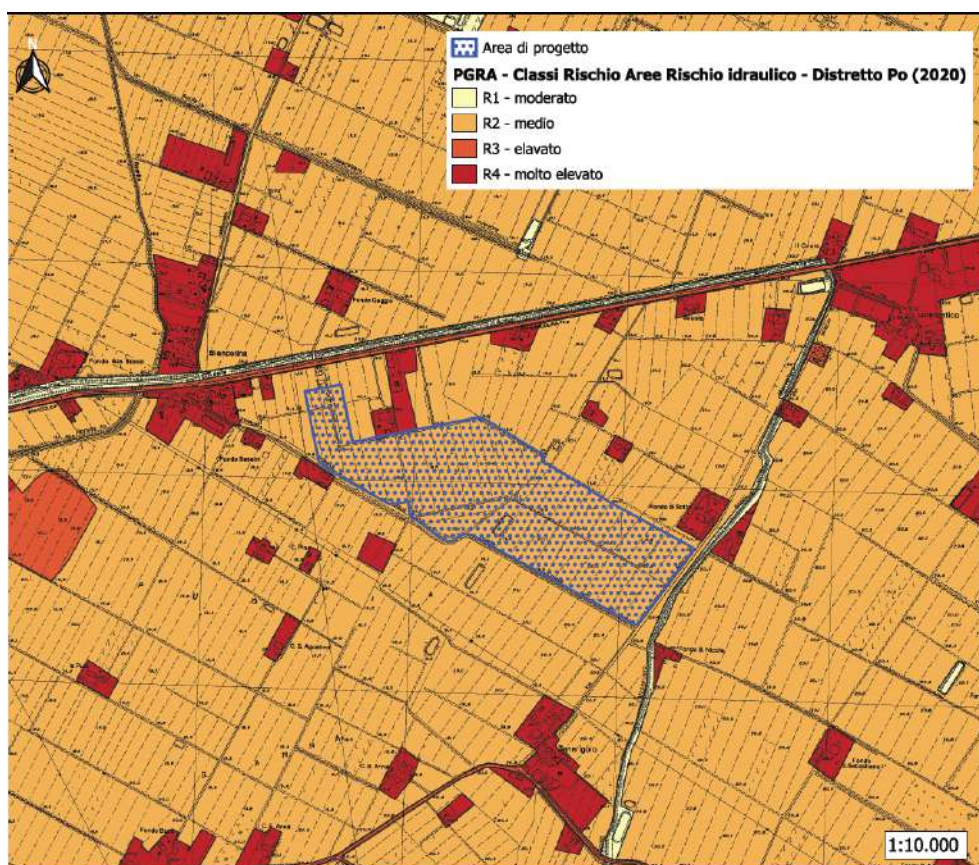



Figura 6: Stralcio della "Mappa del rischio potenziale" del PGRA

Comune:	San Giovanni in Persiceto (BO)	Provincia:	Bologna
Denominazione: Biancolina			

	Tipo:	Documentazione di Progetto	
	Titolo:	Relazione di invarianza idraulica	
	Rev. 04 – 14/04/2025		Pag. 10

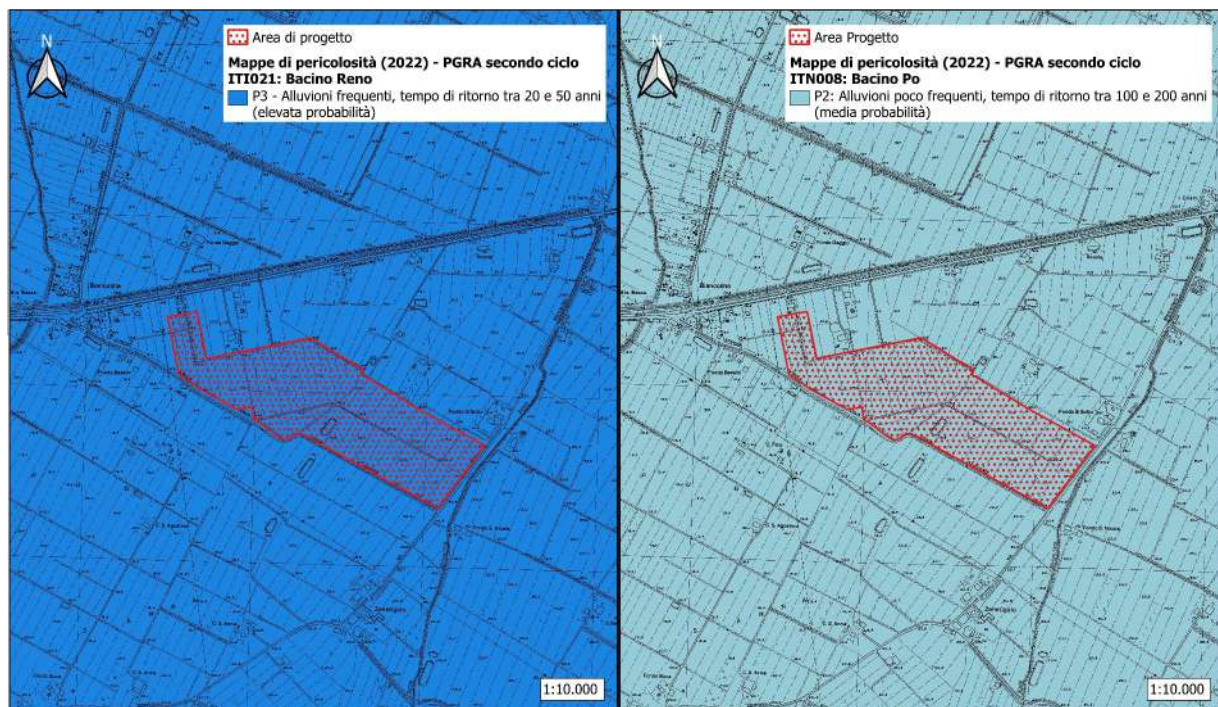
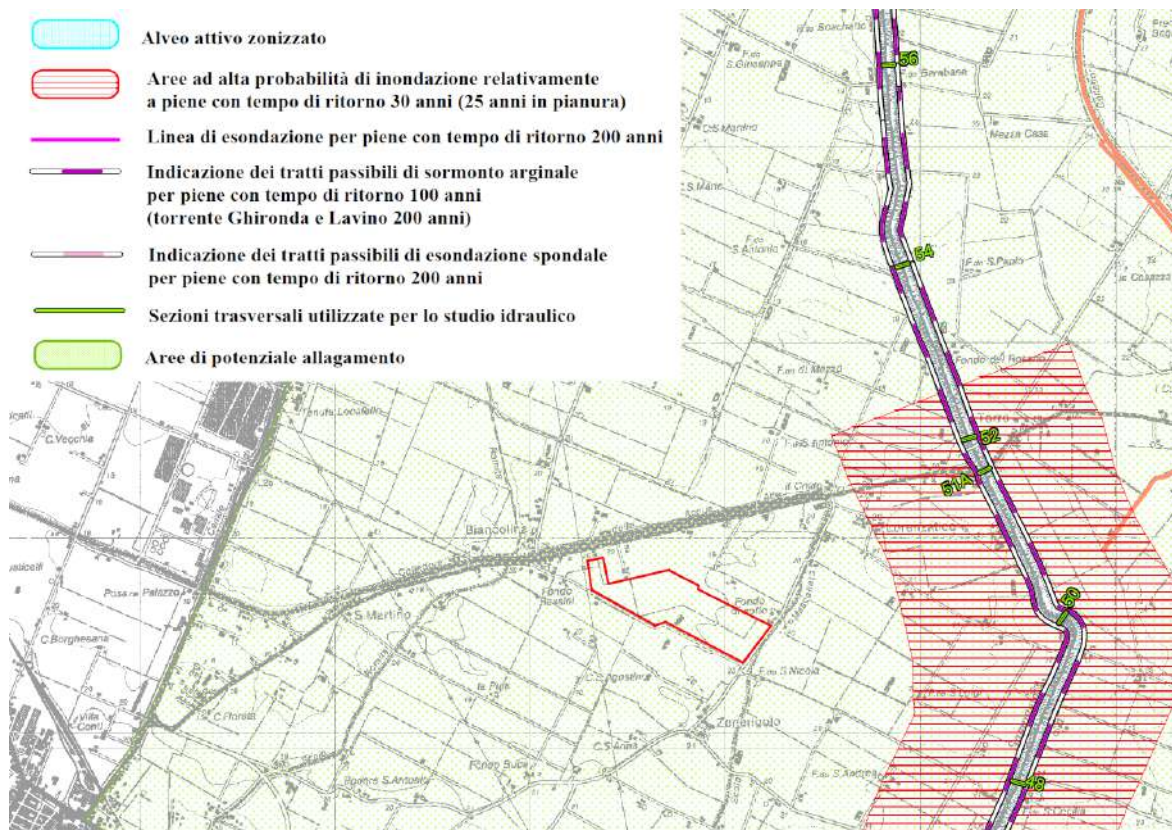


Figura 7: Stralcio della "Mappa di pericolosità" del PGRA


Si evidenzia che il reticolo principale responsabile dello scenario P3 è il Torrente Samoggia. Si riporta perciò di seguito un inquadramento territoriale del progetto anche in base al Piano stralcio per il bacino del torrente Samoggia, con particolare riferimento alla tavola B2 ("Aree passibili di inondazione, aree di potenziale allagamento e sezioni trasversali di riferimento") del Piano) ed alla tavola 2.11 ("Zonizzazione torrente Samoggia").

Comune:	San Giovanni in Persiceto (BO)	Provincia:	Bologna
Denominazione: Biancolina			



Figura

8: Estratto tavola B2 – Aree passibili di inondazione, aree di potenziale allagamento e sezioni trasversali di riferimento

	Tipo:	Documentazione di Progetto	
	Titolo:	Relazione di invarianza idraulica	
	Rev. 04 – 14/04/2025		Pag. 12

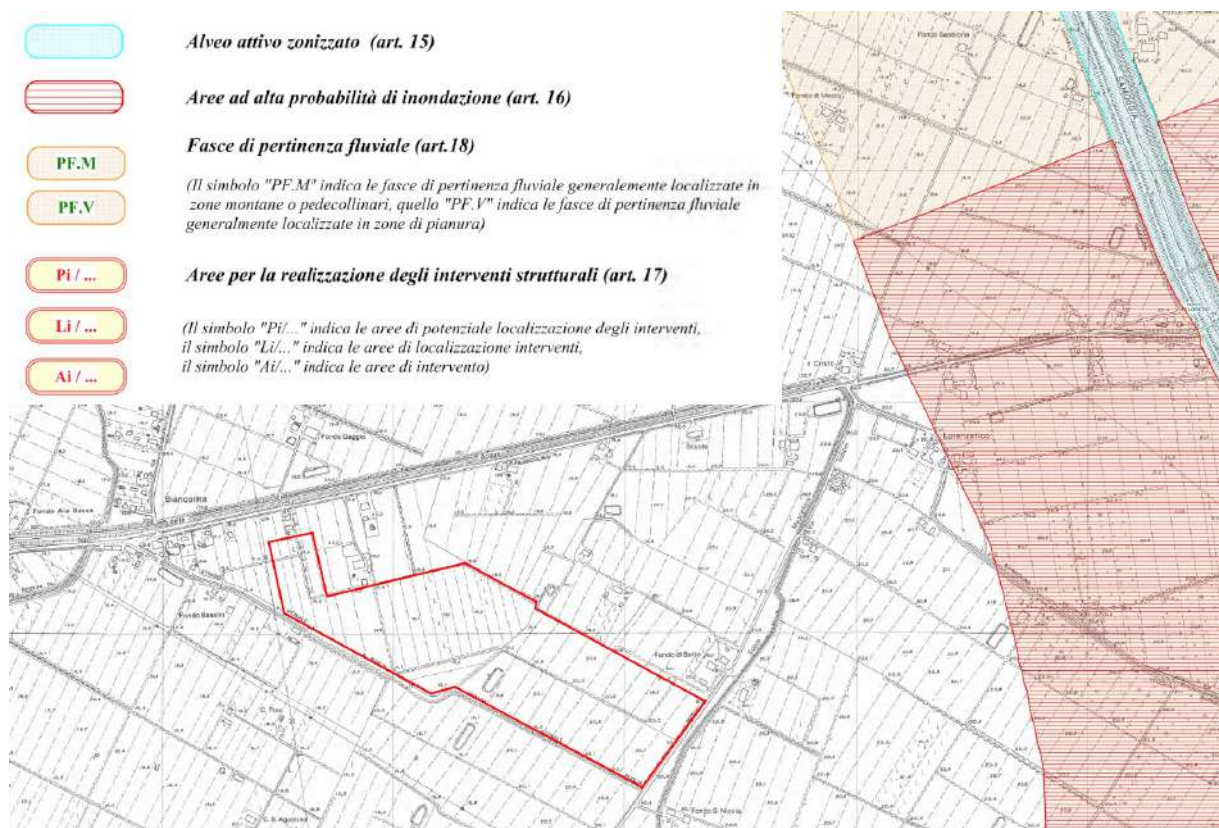



Figura 9: Estratto tavola 2.11 - Zonizzazione torrente Samoggia

Come si evince dagli estratti sopra riportati, l'area di progetto rientra all'interno del tematismo "Aree di potenziale allagamento". Non si riscontra tuttavia alcuna precisa prescrizione in merito all'interno delle Norme di Piano, le quali si limitano a fornire per tali aree la seguente definizione: "Area di potenziale allagamento: area prospiciente il tratto arginato a rischio di allagamento per crisi da sormonto e/o collasso arginale, ed esterna alla fascia di pertinenza fluviale in cui le acque perdono il loro effetto dinamico e sono drenate dagli scoli del comprensorio di pianura."

Comune:	San Giovanni in Persiceto (BO)	Provincia:	Bologna
Denominazione: Biancolina			

	Tipo:	Documentazione di Progetto		
	Titolo:	Relazione di invarianza idraulica		
	Rev. 04 – 14/04/2025		Pag. 13	

4. DESCRIZIONE DELLA SOLUZIONE PROGETTUALE DI INVARIANZA IDRAULICA

4.1 LA TRASFORMAZIONE DELL'AREA

La realizzazione dell'impianto agrivoltaico avanzato "BIANCOLINA" trascurabili alterazioni della permeabilità dell'area di progetto e dell'idrologia superficiale. Le sole opere che comporteranno un'impermeabilizzazione locale del suolo si svilupperanno su una superficie di 0,136 ha, ovvero circa lo 0,69 % dell'area d'intervento complessiva, gran parte della quale corrisponderà alle cabine elettriche.


Considerato che l'impermeabilizzazione è modesta e non viene nemmeno modificato l'utilizzo del suolo rispetto allo stato attuale (agricolo coltivato), non si renderebbe necessaria la progettazione di alcun sistema a garanzia dell'invarianza idraulica.

Gli enti competenti durante l'istruttoria del PAUR hanno manifestato la necessità di realizzare un sistema di invarianza idraulica considerando la superficie fotovoltaica quale superficie impermeabile.

Pertanto il progetto di invarianza idraulica prevede:

- il drenaggio dell'area A di impianto, individuata in arancione nella figura che segue, il collettamento ad un fosso perimetrale (di nuova realizzazione) e lo scarico mediante bocca tarata in rete idrica superficiale (medesimo punto di scarico del campo allo stato attuale);
- il drenaggio dell'area B di impianto, individuata in verde nella figura che segue, il collettamento ad un fosso perimetrale (di nuova realizzazione) e lo scarico mediante bocca tarata in rete idrica superficiale (medesimo punto di scarico del campo allo stato attuale);
- il drenaggio dell'area C di impianto, individuata in giallo nella figura che segue, il collettamento ad un fosso perimetrale (di nuova realizzazione) e lo scarico mediante bocca tarata in rete idrica superficiale (medesimo punto di scarico del campo allo stato attuale);
- il collettamento delle acque meteoriche provenienti dalle cabine e dalla viabilità di accesso all'impianto e lo scarico nel fosso stradale di via Puglia e negli altri scoli già presenti in loco.

Comune:	San Giovanni in Persiceto (BO)	Provincia:	Bologna
Denominazione: Biancolina			

	Tipo:	Documentazione di Progetto	
	Titolo:	Relazione di invarianza idraulica	
	Rev. 04 – 14/04/2025		Pag. 14

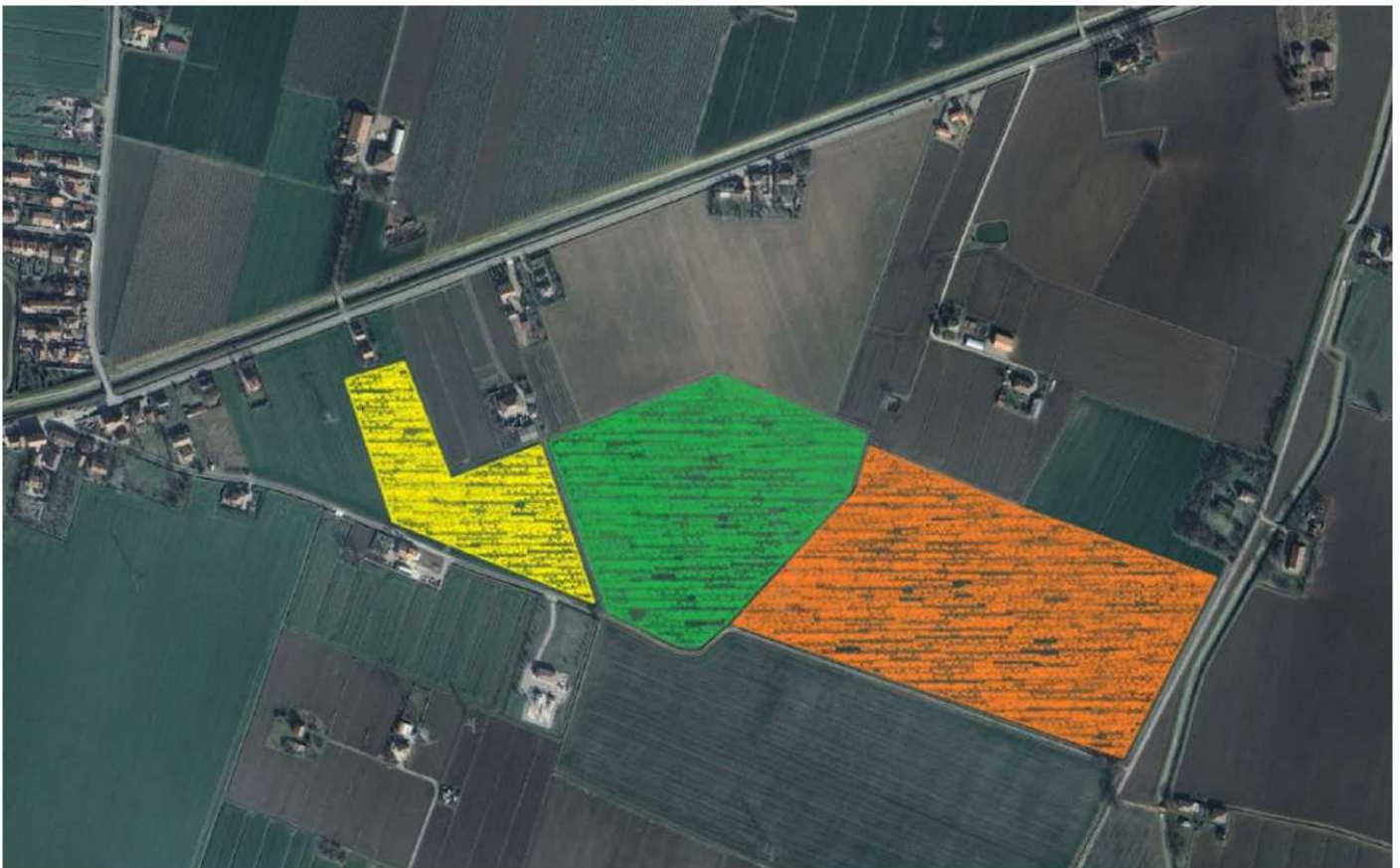
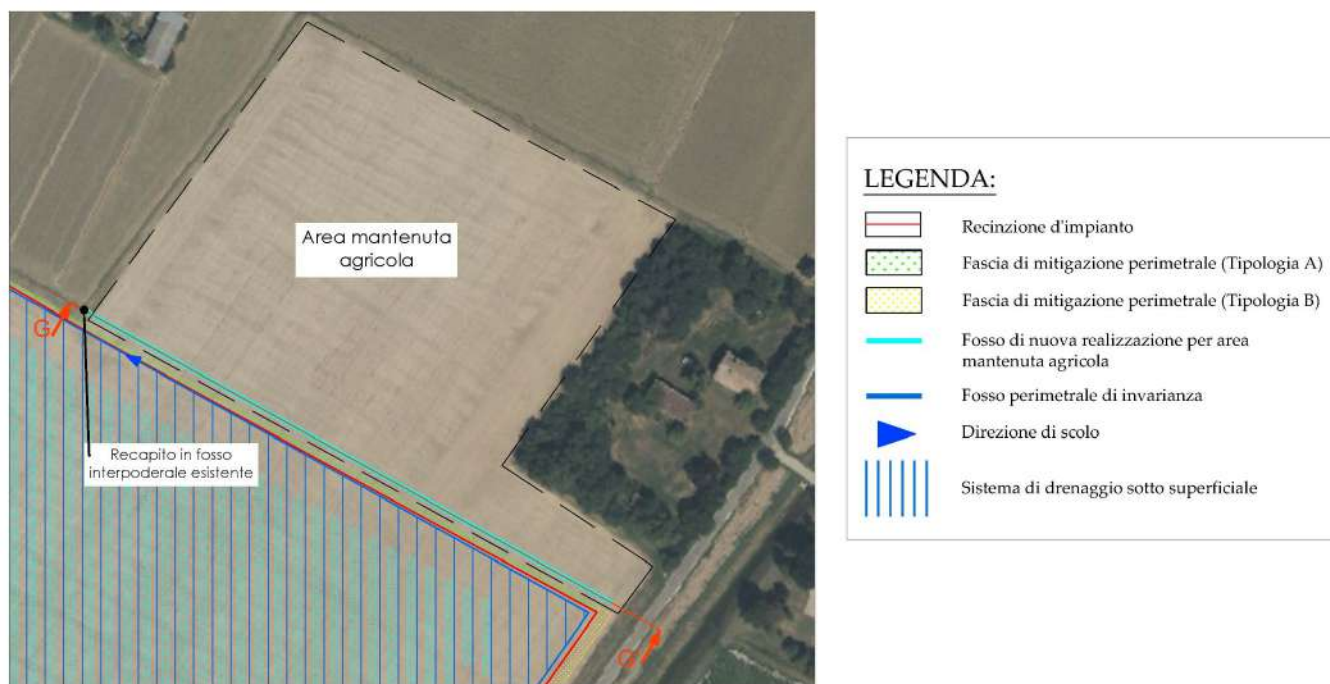


Figura 10: Individuazione aree invarianti

La porzione di area agricola non interessata dalla realizzazione dell’impianto agrivoltaico sarà mantenuta agricola e sarà dotata di un fosso in corrispondenza del limite dell’impianto agrivoltaico che recapita le acque scolate al fosso interpoderale esistente. Si riporta il dettaglio in Fig. 11 e le relative quote altimetriche.

Si sottolinea che detta porzione di territorio non potrà in alcun modo ricevere acque meteoriche provenienti dall’impianto.

Comune:	San Giovanni in Persiceto (BO)	Provincia:	Bologna
Denominazione: Biancolina			



Particolare SEZIONE G-G' - scala 1:50

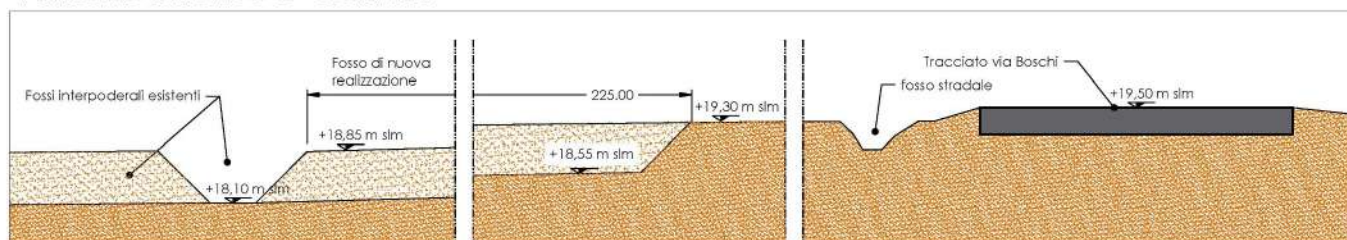


Figura 11: Indicazione dell'area esterna al campo agrivoltaico, da mantenersi agricola, e del relativo fosso


4.1.1 INVARIANZA AREA A

Nell'area A, avente superficie pari a circa 9 ha, sono presenti n° 7.080 moduli aventi ognuno dimensioni pari a 2,465 x 1,134 m e dunque superficie pari a circa 2,8 mq.

Se ne deduce che la superficie fotovoltaica presente in questa area è:

$$S_{\text{imp}} = 7.080 * 2,8 = 19.824 \text{ mq}$$

Utilizzando quale parametro a garanzia dell'invarianza idraulica un valore di 700 mc/ha e un coefficiente di deflusso che, in via del tutto cautelativa, si stima possa essere pari a 0,9. Si ottiene che il volume necessario è:

	Tipo:	Documentazione di Progetto		
	Titolo:	Relazione di invarianza idraulica		
	Rev. 04 – 14/04/2025			Pag. 16

$$1,9824 * 700 * 0,9 = 1.249 \text{ mc}$$

Detto volume sarà ricavato mediante la realizzazione di un fosso perimetrale di altezza pari a 0,85 m e sezione pari a 1,5 mq. La lunghezza del fosso perimetrale è pari a circa 850 m. Pertanto:

$$850 * 1,5 = 1.275 \text{ mc}$$

Il volume risulta sufficiente per garantire l'invarianza idraulica.

A detto fosso saranno collettati i drenaggi dell'area A. I dreni saranno posizionati ad interasse di circa 7 m e a profondità pari a 70 cm dal piano campagna.

La portata massima accettabile scaricabile è pari a $Q_i = 3 \text{ l/s/ha}$ di superficie scolante. Pertanto:

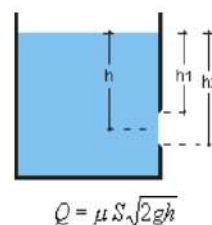
$$3 (\text{l/s/ha}) * 9 \text{ ha} = 27 \text{ l/s}$$

La tubazione di scarico avrà diametro pari a 100 mm.

Q m³/s
h m
D m

Le cifre decimali devono essere separate dal punto e non dalla virgola.
Prima del punto occorre sempre digitare una cifra (ad es: 0.2).

* I campi contrassegnati dall'asterisco sono obbligatori per il funzionamento del calcolo



Legenda


Q = Portata effluente dalla luce

h = distanza tra il baricentro della luce e il pelo libero

D = Diametro della luce circolare

Nell'immagine che segue si riporta la sezione del fosso di laminazione nel punto di scarico.

Comune:	San Giovanni in Persiceto (BO)	Provincia:	Bologna
Denominazione: Biancolina			

	Tipo:	Documentazione di Progetto		
	Titolo:	Relazione di invarianza idraulica		
	Rev. 04 – 14/04/2025			Pag. 17

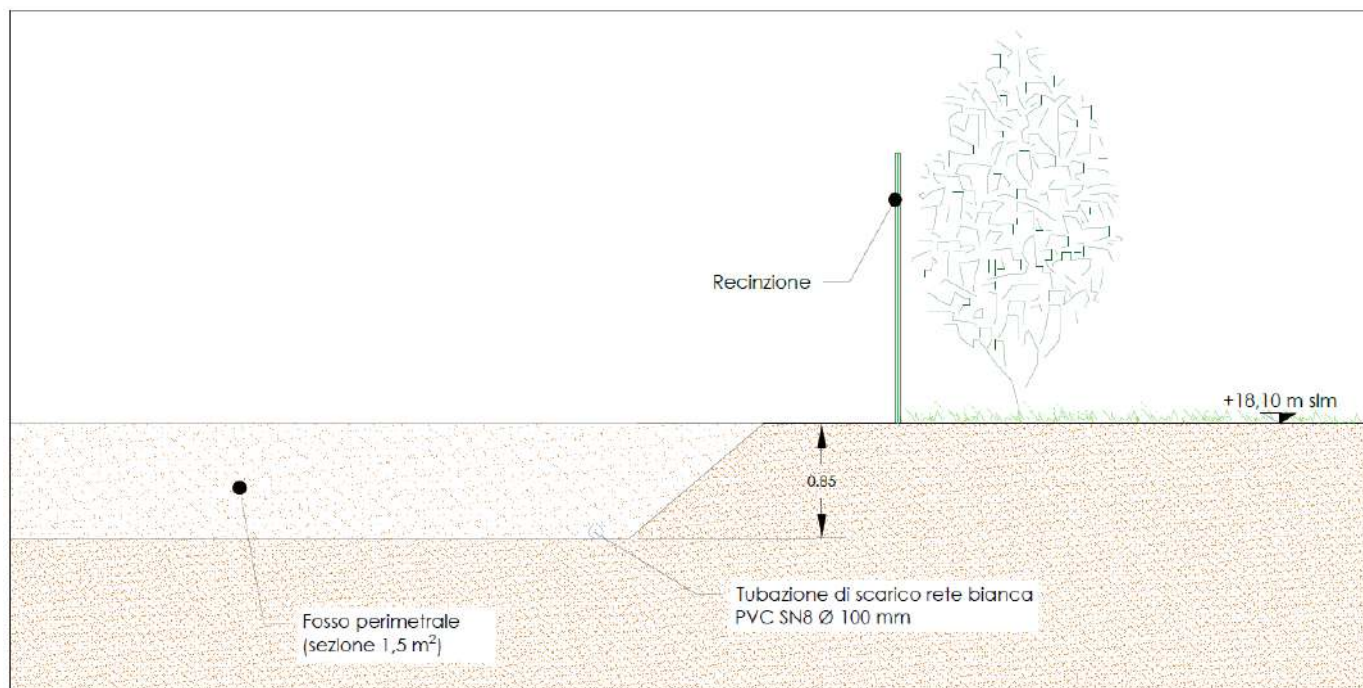


Figura 12: sezione Area A in corrispondenza della bocca tarata

4.1.2 INVARIANZA AREA B

Nell'area B, avente superficie pari a circa 6,6 ha, sono presenti n° 5.976 moduli aventi ognuno dimensioni pari a 2,465 x 1,134 m e dunque superficie pari a circa 2,8 mq.

Se ne deduce che la superficie fotovoltaica presente in questa area è:

$$S_{\text{imp}} = 5.976 * 2,8 = 16.733 \text{ mq}$$

Utilizzando quale parametro a garanzia dell'invarianza idraulica un valore di 700 mc/ha si ottiene che il volume necessario è:


$$1,6733 * 700 * 0,9 = 1.054 \text{ mc}$$

Detto volume sarà ricavato mediante la realizzazione di un fosso perimetrale di altezza pari a 0,75 m e sezione pari a 1,5 mq. La lunghezza del fosso perimetrale è pari a circa 770 m.

Pertanto:

$$770 * 1,5 = 1.155 \text{ mc}$$

Comune:	San Giovanni in Persiceto (BO)	Provincia:	Bologna
Denominazione: Biancolina			

	Tipo:	Documentazione di Progetto		
	Titolo:	Relazione di invarianza idraulica		
	Rev. 04 – 14/04/2025			Pag. 18

Il volume risulta sufficiente per garantire l'invarianza idraulica.

A detto fosso saranno collettati i drenaggi dell'area B. I dreni saranno posizionati ad interasse di circa 7 m e a profondità pari a 60 cm dal piano campagna.

La portata massima accettabile scaricabile è pari a $Q_i = 3 \text{ l/s/ha}$ di superficie scolante.
Pertanto:

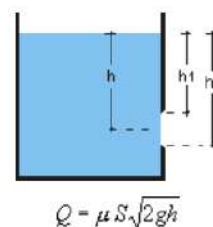
$$3 \text{ (l/s/ha)} * 6,6 \text{ ha} = 20 \text{ l/s}$$

La tubazione di scarico avrà diametro pari a 100 mm.

Q m³/s
h m
D m

Le cifre decimali devono essere separate dal punto e non dalla virgola.
Prima del punto occorre sempre digitare una cifra (ad es: 0.2).

* I campi contrassegnati dall'asterisco sono obbligatori per il funzionamento del calcolo




$$Q = \mu S \sqrt{2gh}$$

Legenda

- Q** = Portata effluente dalla luce
h = distanza tra il baricentro della luce e il pelo libero
D = Diametro della luce circolare

Nell'immagine che segue si riporta la sezione del fosso di laminazione nel punto di scarico.

Comune:	San Giovanni in Persiceto (BO)	Provincia:	Bologna
Denominazione: Biancolina			

	Tipo:	Documentazione di Progetto		
	Titolo:	Relazione di invarianza idraulica		
	Rev. 04 – 14/04/2025			Pag. 19

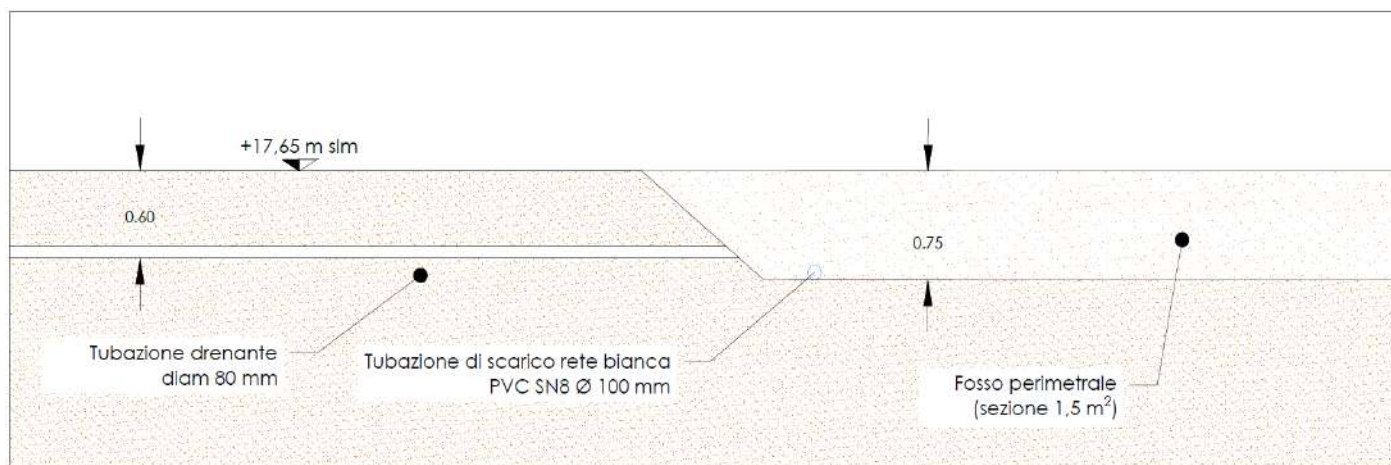


Figura 13: Sezione fosso perimetrale e tubazione di scarico area B

4.1.3 INVARIANZA AREA C

Nell'area C, avente superficie pari a circa 3,1 ha, sono presenti n° 2.400 moduli aventi ognuno dimensioni pari a 2,465 x 1,134 m e dunque superficie pari a circa 2,8 mq.

Se ne deduce che la superficie fotovoltaica presente in questa area è:

$$S_{\text{imp}} = 2.400 * 2,8 = 6.720 \text{ mq}$$

Utilizzando quale parametro a garanzia dell'invarianza idraulica un valore di 700 mc/ha si ottiene che il volume necessario è:

$$0,6720 * 700 * 0,9 = 424 \text{ mc}$$

Detto volume sarà ricavato mediante la realizzazione di un fosso perimetrale di altezza pari a 0,85 m e sezione pari a 1,5 mq. La lunghezza del fosso perimetrale è pari a circa 300 m.


Pertanto:

$$300 * 1,5 = 450 \text{ mc}$$

Il volume risulta sufficiente per garantire l'invarianza idraulica.

A detto fosso saranno collettati i drenaggi dell'area C. I dreni saranno posizionati ad interasse di circa 7 m e a profondità pari a 70 cm dal piano campagna.

Comune:	San Giovanni in Persiceto (BO)	Provincia:	Bologna
Denominazione: Biancolina			

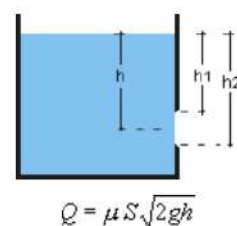
	Tipo:	Documentazione di Progetto		
	Titolo:	Relazione di invarianza idraulica		
	Rev. 04 – 14/04/2025			Pag. 20

La portata massima accettabile scaricabile è pari a $Q_i = 3 \text{ l/s/ha}$ di superficie scolante.
Pertanto:

$$3 \text{ (l/s/ha)} * 3,1 \text{ ha} = 9 \text{ l/s}$$

Per tale scarico basterebbe dunque una tubazione di diametro pari a 50 mm ma, in base alle indicazioni fornite dal Consorzio di Bonifica, si installerà una tubazione di 80 mm di diametro.

Q m³/s
h m
D m



Le cifre decimali devono essere separate dal punto e non dalla virgola.
Prima del punto occorre sempre digitare una cifra (ad es: 0.2).

* I campi contrassegnati dall'asterisco sono obbligatori per il funzionamento del calcolo

Legenda

- Q** = Portata effluente dalla luce
- h** = distanza tra il baricentro della luce e il pelo libero
- D** = Diametro della luce circolare

Nell'immagine che segue si riporta la sezione del fosso di laminazione nel punto di scarico.

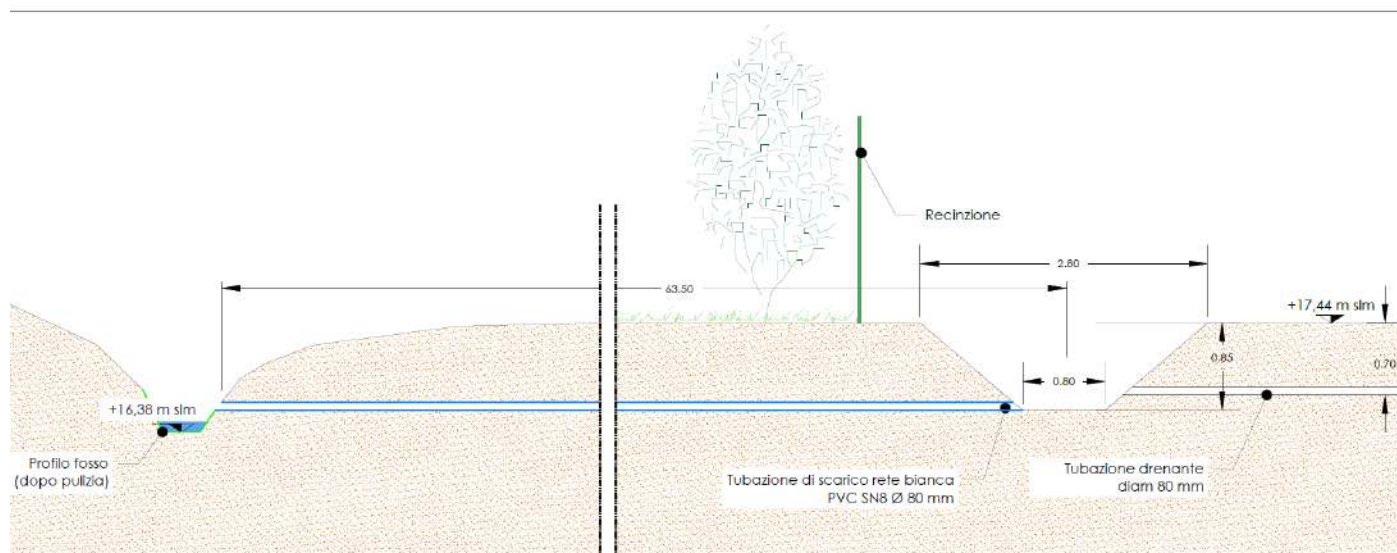



Figura 14: sezione Area C in corrispondenza della bocca tarata

Comune:	San Giovanni in Persiceto (BO)	Provincia:	Bologna
Denominazione: Biancolina			

	Tipo:	Documentazione di Progetto		
	Titolo:	Relazione di invarianza idraulica		
	Rev. 04 – 14/04/2025		Pag. 21	

4.1.4 INVARIANZA CABINE DI TRASFORMAZIONE

La metodologia di smaltimento delle acque meteoriche non inquinate ricadenti sulle cabine elettriche di campo, sia quelle di trasformazione MT/BT e sia quelle relative alla connessione dell'impianto alla RTN verrà svolto attraverso la realizzazione di una rete fognaria bianca, per la laminazione e smaltimento delle acque meteoriche. Le tipologie di superfici presenti e prese in considerazione per il dimensionamento della rete possono essere riassunte nella tabella che segue:

Tabella 2: Descrzione delle aree ed indicazione delle superfici in gioco

Caratteristiche area			
Descrizione	Tipo area	Superficie [m ²]	Coeff. Afflusso (φ)
Area fabbricato cabina di trasformazione	Impermeabile	5,20 x 2,20 m = 11,44 m ²	0,9
Area fabbricato cabina di raccolta o cabina di consegna	Impermeabile	6,70 x 2,50 m = 16,75 m ²	0,9
Area fabbricato cabina utente	Impermeabile	8,00 x 2,50 m = 20,0 m ²	0,9
Viabilità in stabilizzato	Semipermeabile	140 m ²	0,5

Le cabine di trasformazione saranno 4 in totale.


Le cabine non ospiteranno il locale bagni perciò non si avrà alcuna necessità di reti fognarie per le acque nere.

La realizzazione del parco fotovoltaico non comporterà dunque un rilevante aumento del rischio idraulico rispetto allo stato attuale e sarà ad ogni modo gestito mediante la realizzazione delle opere di progetto qui esposte, poste a quote superiori rispetto alle quote di probabile esondazione del reticolo principale e secondario.

Si procede ora al calcolo della superficie impermeabile effettiva dell'area in esame tenendo conto dei coefficienti di afflusso:

- S_{imp} area fabbricato singola cabina di trasformazione: $11,44 \text{ m}^2 * 0,9 = 10,30 \text{ m}^2$
- S_{imp} area fabbricato cabina di raccolta o cabina di consegna: $16,75 \text{ m}^2 * 0,9 = 15,08 \text{ m}^2$
- S_{imp} area fabbricato cabina utente: $20,00 \text{ m}^2 * 0,9 = 18,00 \text{ m}^2$
- S_{imp} viabilità in stabilizzato: $140 \text{ m}^2 * 0,50 = 70 \text{ m}^2$

Comune: San Giovanni in Persiceto (BO)	Provincia: Bologna
Denominazione: Biancolina	

	Tipo:	Documentazione di Progetto	
	Titolo:	Relazione di invarianza idraulica	
	Rev. 04 – 14/04/2025		Pag. 22

4.1.4.1 DIMENSIONAMENTO FOGNATURA BIANCA

Per il corretto dimensionamento della fognatura bianca si è partiti dalla stima del minimo volume di laminazione da garantire e la portata massima scaricabile all'interno della canalizzazione demaniale di via Puglia.

Tale stima ha tenuto conto di una portata massima accettabile di $Q_i = 3 \text{ l/s/ha}$ impermeabilizzato ($0,003 \text{ m}^3/\text{s/ha}$).

La nuova superficie impermeabile complessiva, ad intervento ultimato, è dunque pari a $159,36 \text{ m}^2$ ($0,016 \text{ Ha}$). Considerando di applicare il fattore $700 \text{ m}^3/\text{Ha}$ di superficie impermeabile, il volume da considerarsi necessario per garantire l'invarianza idraulica è pari a $700 \times 0,016 = 11,2 \text{ m}^3$.


Per il progetto in oggetto risultano quindi le seguenti portate scaricabili (Q_i) e volumi minimi di laminazione (W_i) pari a:

Tabella 3: Portate massime scaricabili e volumi minimi di laminazione

Descrizione	Superficie impermeabile effettiva [m ²]	Portata scaricabile (Q_i)	Volume minimo di laminazione (W_i)
Area fabbricato cabina di trasformazione	10,30 m ² (0,00103 ha)	$0,00103 \times 3 = 0,00309 \text{ l/s}$ ($0,000003 \text{ m}^3/\text{s}$)	0,721 m ³
Area fabbricato cabina di raccolta o cabina di consegna	15,08 m ² (0,001508 ha)	$0,001508 \times 3 = 0,0045 \text{ l/s}$ ($0,0000045 \text{ m}^3/\text{s}$)	1,056 m ³
Area fabbricato cabina utente	18,00 m ² (0,0018 ha)	$0,0018 \times 3 = 0,0054 \text{ l/s}$ ($0,0000054 \text{ m}^3/\text{s}$)	1,26 m ³
Viabilità interna in stabilizzato	70 m ² (0,0070 ha)	$0,0070 \times 3 = 0,021 \text{ l/s}$ ($0,000021 \text{ m}^3/\text{s}$)	4,9 m ³
Totale	$(10,30 \times 4) + (15,08 \times 2) + 18,00 + 70,00 = \mathbf{159,36}$		$(0,721 \times 4) + (1,056 \times 2) + 1,26 + 4,9 = \mathbf{11,2}$

Per ogni tipologia di superficie considerata è stato quindi considerato un volume minimo di invaso (W_i) proporzionale alla superficie di ogni manufatto, come indicato nell'ultima colonna di Tabella 3.

Comune: San Giovanni in Persiceto (BO)	Provincia: Bologna
Denominazione: Biancolina	

	Tipo:	Documentazione di Progetto	
	Titolo:	Relazione di invarianza idraulica	
	Rev. 04 – 14/04/2025		Pag. 23

Per quanto concerne il volume di laminazione da ottenere, si è optato per sovradimensionare la rete fognaria al fine di contenere in condotta i volumi richiesti; per tali calcoli è stata considerata una percentuale di riempimento delle tubazioni pari a 85%.

La rete fognaria di progetto verrà realizzata con tubazioni in PVC SN8, di diametro 500 mm e 200 mm, e con pendenza di circa 0,003 m/m o 0,007 m/m. Si, rende inoltre ragionevole realizzare un unico scarico relativo alle acque meteoriche provenienti dalla cabina utente, da quella di consegna, da quella di raccolta e dalla viabilità in stabilizzato, a causa della vicinanza spaziale di questi manufatti (vedasi Fig. 2). Si rimanda all'elaborato "BNCSS0T01-00_Planimetria e sezioni invarianza idraulica" per ulteriori dettagli.

Per il calcolo della lunghezza delle tubazioni da utilizzare sono quindi stati considerati i diametri precitati ed i volumi minimi invasabili (W_i) riportati in Tab. 3. In tal modo risulta necessaria una tubazione lunga almeno:

$$L = 4 \cdot (W_i / 0,85) / (\pi \cdot (D)^2)$$

ovvero:


- $4 \cdot (0,721 / 0,85) / (\pi \cdot (0,188)^2) = 30,56$ m per le cabine di trasformazione nel caso di tubazioni di 200mm di diametro esterno;
- $4 \cdot (8,27 / 0,85) / (\pi \cdot (0,470)^2) = 56,1$ m per la cabina utente, quella di consegna, quella di raccolta e la viabilità in stabilizzato nel caso di tubazioni di 500mm di diametro esterno.

Come mostrato nell'elaborato "BNCSS0T01-00_Planimetria e sezioni invarianza idraulica", per garantire l'invasamento dei suddetti volumi sono state previste due tubazioni parallele in modo tale che la lunghezza complessiva risulti maggiore di quella calcolata. Occorre inoltre sottolineare che in tale stima non sono stati considerati i pozzetti di raccolta e di raccordo, i cui volumi si sommerebbero ai calcoli effettuati. Di fatto, oltre alle tubazioni, verranno posati dei pozzetti dotati di caditoia di dimensioni pari a 100x100 cm.

Per quanto concerne la cabina di trasformazione n°4 non viene proposta alcuna rete fognaria bianca a causa della lontananza della cabina stessa dal canale in cui andrebbe convogliato lo scarico. Trattandosi tuttavia di un manufatto posizionato all'interno di un area già soggetta alla gestione degli apporti meteorici secondo il principio di invarianza (vedasi paragrafo 4.1.3), si considera che il relativo volume minimo di laminazione ($0,721 \text{ m}^3$) venga ricompreso all'interno dei 1.275 m^3 garantiti dal fosso di laminazione dell'area C.

Nel punto più alto, la rete fognaria verrà posata ad una profondità minima di 50 cm dalla superficie, al fine di scongiurare eventuali rotture delle tubazioni dovute a pressioni eccessive (es.

Comune:	San Giovanni in Persiceto (BO)	Provincia:	Bologna
Denominazione: Biancolina			

	Tipo:	Documentazione di Progetto	
	Titolo:	Relazione di invarianza idraulica	
	Rev. 04 – 14/04/2025		Pag. 24

passaggio di mezzi pesanti). Nei casi in cui questa condizione non possa essere rispettata, si procederà con la posa di un bauletto in calcestruzzo a protezione delle tubazioni stesse.

4.1.4.2 SCARICO FINALE IN CORPO IDRICO SUPERFICIALE

Visto che la soluzione progettuale di invarianza idraulica riguarda lo smaltimento delle acque meteoriche provenienti da più manufatti separati, sono stati previsti degli scarichi finali separati ma tutti facenti capo a fossi poderali esistenti. Ogni rete fognaria bianca di scarico convoglierà quindi le acque all'interno di un pozzetto terminale (circa 100 x 100cm) il quale sarà dotato di un unico tubo circolare di scarico sul fondo.

Per il dimensionamento del tubo di scarico finale si è tenuto conto della portata massima scaricabile, pari a 3 l/s/ha (0,003 m³/s/ha), e del massimo battente possibile, generato dalle tubazioni di raccolta delle acque bianche e ridotto per il coefficiente di riempimento dell'85% relativo a tali tubazioni. Si applica la seguente legge di efflusso:

$$Q_u(H) = \mu \cdot A \cdot \sqrt{2g \cdot H}$$

- Q_u [m³/s]: portata in uscita;
- H [m]: battente idrico;
- A [m²]: area della bocca d'uscita = $\pi \cdot D^2/4$ con D (diametro interno del foro [m]);
- μ : coefficiente di efflusso ($\mu = 0,6$);
- g [m/s²]: accelerazione di gravità = 9,81 m/s².


La portata massima scaricata viene calcolata quindi avendo assunto il battente idrico, inteso come la distanza tra il baricentro del tubo e il pelo libero, pari a:

- $H = (D_{500mm} \cdot 0,85) - (D_{80mm} \div 2) = 0,425m - 0,04m = 0,385m$ per lo scarico proveniente dalle cabine lato E-Distribuzione e dalla viabilità in stabilizzato;
- $H = (D_{200mm} \cdot 0,85) - (D_{80mm} \div 2) = 0,170m - 0,04m = 0,13m$ per lo scarico proveniente dalle cabine di trasformazione.

Come si evince, è stata scelta una tubazione in PVC SN8 con diametro esterno di 80 mm e diametro interno 74 mm, ottenendo una portata scaricabile (Q_u) rispettivamente di:


- 0,0072 m³/s per lo scarico proveniente dalle cabine lato E-Distribuzione e dalla viabilità in stabilizzato;

Comune: San Giovanni in Persiceto (BO)	Provincia: Bologna
Denominazione: Biancolina	

	Tipo:	Documentazione di Progetto		
	Titolo:	Relazione di invarianza idraulica		
	Rev. 04 – 14/04/2025			Pag. 25

- 0,0042 m³/s per lo scarico proveniente dalle cabine di trasformazione;
anche se tali portate risultano maggiori delle massime scaricabili (vedasi Tabella 3).

Comune:	San Giovanni in Persiceto (BO)	Provincia:	Bologna
Denominazione: Biancolina			

	Tipo:	Documentazione di Progetto		
	Titolo:	Relazione di invarianza idraulica		
	Rev. 04 – 14/04/2025			Pag. 26

5. CONCLUSIONI

Le presente relazione ha descritto e dimensionato, in ottemperanza ai requisiti minimi di invarianza idraulica e/o idrologica, gli accorgimenti tecnici da adottare per conseguire gli obiettivi di sicurezza idraulica sulle opere in progetto per l'impianto agrivoltaico "BIANCOLINA".

Siccome l'area di impianto resterà sostanzialmente permeabile e non si prevede la realizzazione di bacini di accumulo. Si opterà invece per:

- per le cabine elettriche e per la viabilità semi-permeabile, una rete di scarichi in cui i volumi di accumulo, necessari per garantire lo scarico della portata invariante, siano contenuti completamente all'interno della rete fognaria stessa;
- per la superficie fotovoltaica, qui considerata "impermeabile", un sistema di invarianza idraulica basato sul collettamento delle acque catturate dalla rete drenante ad un fosso perimetrale ed il successivo scarico, mediante bocca tarata, in rete idrica superficiale.

Occorre inoltre osservare che:

- durante l'esercizio dell'impianto non è prevista la permanenza di persone in pianta stabile nei locali in oggetto, ma sarà presente personale unicamente durante le attività di manutenzione delle apparecchiature stesse;
- la componentistica della cabina e la stessa area su cui verrà installato il trasformatore sono posizionate ad una quota per la quale sono poste in sicurezza idraulica;
- la condotta fognaria bianca e i fossi perimetrali sono stati sovradimensionati al fine di aumentarne i volumi disponibili e quindi di fornire ulteriore garanzia del non aggravio del rischio idraulico dell'area.

Si può dunque ritenere perseguito il principio dell'invarianza idraulica.

Comune:	San Giovanni in Persiceto (BO)	Provincia:	Bologna
Denominazione: Biancolina			