







Nome Prog.	C080 ARIANO POLESINE				
Proponente	European Energy <i>Special Purpose Vehicle</i> Arian Solar S.r.l. Sede legale: Piazza San Sepolcro, 1 - 20123 Milano (MI) PEC: ariansolar@legalmail.it P.IVA: 13458950964				
	Progettazione e Coordinamento	Ren Project S.r.l.  Ing. Leopoldo Franceschini Tel. 393 9404464 E-Mail: l.franceschini@renproject.it	St. Ambientale e Naturalistico	eambiente S.r.l.  Società soggetta ad attività di direzione e coordinamento di E3GROUP2010 S.r.l. Sede legale: Via delle Industrie, 5 - Marghera (Venezia) T. +39 041 8877708 contattaci@eambientesrl.com - www.eambientesrl.com	
	Consulenza Ambientale	Filippo Tonion  Email: f.tonion@treeconsulting.eu Cell: 3270804005 P.IVA: 05489380260	Studio Progettazione connessione alla rete	GSB Consulting Srl  Sede legale: Via Ponte di Legno, 7 20134 Milano (MI) Cell. 373.7849614 Mail: gianandrea.bertinazzo@gsbconsulting.it P.IVA: 11882750968	
	St. Geologico	GEODELTA S.R.L. S.T.P.  Centro Direzionale Villa Fini Via Roma 28 35010 - Limena (PD) info@geodelta.net - www.geodelta.net	Tecnico documentazione Prevenzione Incendi	Fabio Tellatin Ingegneria Ing. Fabio Tellatin Via Monte Pasubio,n. 17/A 35010 Curtarolo (PD) E-mail: fabio.tellatin@gmail.com Cell: 3295982540 PEC: fabio.tellatin@ingpec.eu	
	Studio Agr.	Studio Agronomico Dott. Panizon Riccardo Via Toblino, 45 35142 Padova (PD) Cell. 348.382.75.76 PEO: riccardo.panizon@libero.it	Studio archeologico	Nike Servizi per l'Archeologia Dott. Nicola Bacci Via A.Cornaro,20 35020 Codevigo (PD) Email: nicolabacci@yahoo.it PEC: nicola.bacci@pec.it P.IVA 05104280283	
Scala	-----		Foglio	A4	
Ogg.	Relazione di Compatibilità Idraulica			COD.	S02.A
Opera	PROGETTO PER UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO AVANZATO UBICATO NEL COMUNE DI ARIANO NEL POLESINE E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE NEI COMUNI DI ARIANO NEL POLESINE (RO), CORBOLA (RO), MESOLA (FE), CODIGORO (FE)				
Rel. 0.0	Data 02/02/2026	Progettista Ing. Leopoldo Franceschini		Data	Progettista
Rel.					
Rel.					



INDICE

1 - INTRODUZIONE.....	1
2 – DESCRIZIONE DEL PROGETTO	4
3 – NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	7
4 – ANALISI DELL’ASSETTO IDROGEOLOGICO DEL COMPENSORIO	10
5 – CARATTERIZZAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA.....	15
5.1 – CALCOLO DEI VOLUMI DI MITIGAZIONE IDRAULICA	20
5.2 – CALCOLO DELLE PORTATE.....	21
5.3 – VERIFICHE E DIMENSIONAMENTO LINEA DI SCARICO TERMINALE	23
6 – INTERVENTI DI MITIGAZIONE IDRAULICA.....	25
7 – COMPATIBILITÀ IDRAULICA AI SENSI DEL P.A.I. E P.G.R.A. VIGENTE	28
8 – CONCLUSIONI	31
8.1 – AI SENSI DELLA D.G.R.V. 2948.....	31
8.2 – AI SENSI DEL P.A.I. E DEL VIGENTE P.G.R.A.....	32

ALLEGATO 1: TAVOLA STATO DI FATTO CON RILIEVO E CARTOGRAFIA

ALLEGATO 2: TAVOLA STATO DI PROGETTO CON PLANIMETRIA E TIPOLOGICI

ALLEGATO 3: PIANO DI MANUTENZIONE DELLE OPERE IDRAULICHE

	TITOLO : Indagine idrologica e idraulica	COMMITTENTE :  Ren Project
	ELABORATO : Relazione di compatibilità idraulica	

1 - INTRODUZIONE

La presente relazione tecnica è stata redatta al fine di analizzare e caratterizzare dal punto di vista idrologico e idraulico l'area oggetto del progetto di costruzione di un impianto fotovoltaico su un terreno agricolo presso Ariano nel Polesine (Ro) in fregio alla Strada Regionale 495, a nord del centro cittadino (Figura 1); costituisce la valutazione di compatibilità idraulica che accompagna la pratica per la richiesta di concessione.

Nella fattispecie si tratta di un progetto ricadente in un'area agricola al confine nord con il Comune di Corbola ove la superficie del lotto si pone ad una quota altimetrica variabile tra -0.2 e -0.8 m s.l.m. (Figura 2) e si sviluppa su una superficie catastale a contratto di 298.770 m² mentre l'area di progetto recintata sarà di 274.681 m², rimanendo una fascia esterna di rispetto alle vie d'acqua presenti e ai confini.

Il presente rapporto tecnico ha lo scopo di indagare sugli effetti dell'intervento, diretti e indiretti, in relazione alla capacità e modalità di smaltimento delle acque meteoriche.



La maggior parte del lotto rimarrà allo stato naturale, tuttavia, in via cautelativa la presente analisi farà riferimento all'intero comparto produttivo per l'individuazione delle misure di mitigazione idraulica da intraprendere.

Il documento, inoltre, si prefigge di indagare e definire gli aspetti connessi all'assetto idrogeologico del territorio in riferimento al Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.). La stessa si pone l'obiettivo di rispondere alle disposizioni regionali e comunali vigenti al fine di verificare che gli interventi di modifica morfologica o volumetrica non possano determinare possibili dissesti idraulici ed idrogeologici non contemplati dai P.A.I. poiché questi ultimi non considerano, ovviamente, le modifiche sul territorio introdotte dagli strumenti urbanistici in data successiva agli studi di piano.

Infine, ripercorre le disposizioni dell'Autorità di bacino distrettuale del Fiume Po che detta una serie di misure di salvaguardia territoriale assunte in ragione delle informazioni riportate nel Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni vigente e nei Piani per l'Assetto Idrogeologico esistenti, ricomprese e integrate nelle recenti e vigenti Norme di Tecniche di Attuazione del P.G.R.A. corrente.

Ogni intervento, infatti, potrebbe modificare l'attuale morfologia locale dei luoghi e interferire eventualmente con potenziali dinamiche di scorrimento idrico superficiale in concomitanza di allagamenti o esondazioni dei corpi idrici che scorrono appresso o per effetto di difficoltà idrauliche connesse ad altre reti minori che risultano piuttosto fitte nel contesto indagato. Nondimeno

REDATTO : F.P.	COMMESSA : I.G. 2023	REVISIONE : 01	Pagina 1 di 33
VERIFICATO : M.D.P.	FILE :	DATA : 05/08/2024	

	TITOLO : Indagine idrologica e idraulica	COMMITTENTE :  Ren Project
	ELABORATO : Relazione di compatibilità idraulica	

potrebbero innescarsi situazioni di rischio idraulico che dovranno essere valutate e mitigate in ossequio alle indicazioni delle Norme Tecniche comunali e del consorzio di competenza.

Ariano nel Polesine viene a trovarsi nell'area di competenza del Distretto del Fiume Po.

Il presente rapporto tecnico ha quindi lo scopo anche di indagare sugli effetti dell'intervento, diretti e indiretti, in relazione alle prescrizioni delle normative vigenti, e nello specifico valutare eventuali modifiche indotte alle dinamiche delle possibili esondazioni dei corpi idrici o allagamenti per ristagni d'acqua a seguito di forti precipitazioni, in ragione degli elementi morfometrici pre/post intervento, nonché verificare che, in presenza di eventuale rischio idraulico conclamato, siano adottate tutte le misure di prevenzione e mitigazione del rischio stesso attraverso opportuni sistemi di allertamento e procedure che dovranno raccordarsi con i piani di protezione civile comunale.

L'analisi idraulica sarà condotta attraverso gli strumenti di pianificazione territoriale in vigore, in particolare i piani di settore di riferimento che per la zona in esame sono:

- Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.);
- Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (P.G.R.A.).



Ad ogni modo, si fa presente che l'intervento in progetto si inserisce all'interno di un comparto che appare ricompreso nelle perimetrazioni del vigente P.G.R.A. dell'Autorità di Bacino del Distretto del Po.

REDATTO : F.P.	COMMESSA : I.G. 2023	REVISIONE : 01	Pagina 2 di 33
VERIFICATO : M.D.P.	FILE :	DATA : 05/08/2024	



Figura 2.1: Foto aerea con indicazione della zona di indagine – ripresa Google Earth

REDATTO : F.P.	COMMESSA : I.G. 2023	REVISIONE : 01	Pagina 3 di 33
VERIFICATO : M.D.P.	FILE :	DATA : 05/08/2024	

	TITOLO : Indagine idrologica e idraulica	COMMITTENTE :  Ren Project
	ELABORATO : Relazione di compatibilità idraulica	

2 – DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Come riportato in premessa, il progetto prevede la costruzione di un impianto fotovoltaico su un terreno agricolo presso Ariano nel Polesine (Ro) in fregio alla Strada Regionale 495, a nord del centro cittadino.

Le tecnologie utilizzate sono quella a tracker a doppio modulo ad asse orizzontale N-S che ancorano al terreno gruppi di 54 e 27 pannelli, raggruppati in stringhe da 27 pannelli, sopraelevati da terra. I moduli sono dotati di 144 celle e potenza unitaria pari a 665 Wp. Il layout preliminare prevede l'utilizzo di n° 26.946 pannelli per un totale di potenza installata pari a 17,91 MW. Utilizzando il data-base della Unione Europea dedicato al fotovoltaico PVGIS e stimando la resa annua dell'impianto risulta un evidente vantaggio che consente un importante IRR dell'investimento. L'impianto risulta essere posizionato ad una distanza di circa 300 metri da una cabina secondaria di E-Distribuzione ed ha una immediata e facile accessibilità dalla strada asfaltata "SR 495".

Le opere in progetto sono previste su aree agricole libere, pertanto, la presente analisi terrà conto delle superfici impermeabilizzanti al fine di individuare la giusta mitigazione idraulica a compensazione dell'intervento.

Il lotto di proprietà complessivamente si compone di una superficie catastale a contratto di 298.770 m² a fronte dei quali le opere in progetto si realizzeranno all'interno di una recinzione che ricomprende 274.681 m² lasciando perimetralmente una fascia di rispetto di confine e quindi non contabilizzata nella presente analisi:

- realizzazione di strutture metalliche a sostegno dei pannelli fotovoltaici in stringhe per complessivi 83.704 m² di copertura effettiva in piano;
- realizzazione di stradelli di viabilità in terra battuta per complessivi 21.860 m²;
- rimanente parte non coperta o modificata da ritenersi a agricola per 169.117 m².

L'intervento di fatto manterrà oltre il 60% del terreno come nello stato di fatto.

Al fine della gestione delle acque meteoriche si prevede di utilizzare la fossatura esistente che si sviluppa da ovest verso est, attualmente ad uso irriguo esclusivo dell'area di interesse, prevedendo una sezionatura e una ricalibrazione di tutto il tratto al fine di ottenere il volume di invaso necessario alla mitigazione idraulica. Il fosso risulta chiuso nell'ala est e sarà mantenuto chiuso nell'ala ovest, mentre sarà collegato al fosso nord verso la bonifica con un tratto di fossatura nuova.

Per la visione di dettaglio dell'intervento si rimanda alla consultazione degli elaborati tecnici di progetto che accompagnano la documentazione della pratica in essere.

REDATTO : F.P.	COMMESSA : I.G. 2023	REVISIONE : 01	Pagina 4 di 33
VERIFICATO : M.D.P.	FILE :	DATA : 05/08/2024	

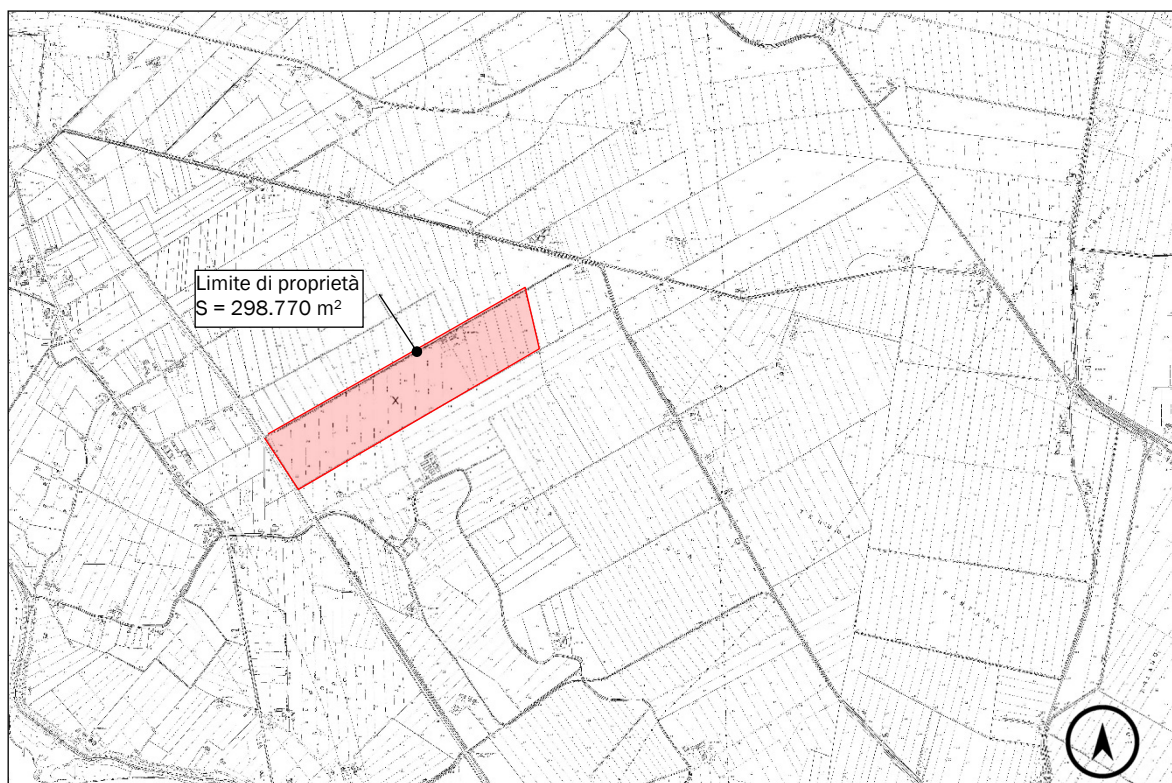


Figura 2.2: Estratto C.T.R. 10.000 della Regione Veneto

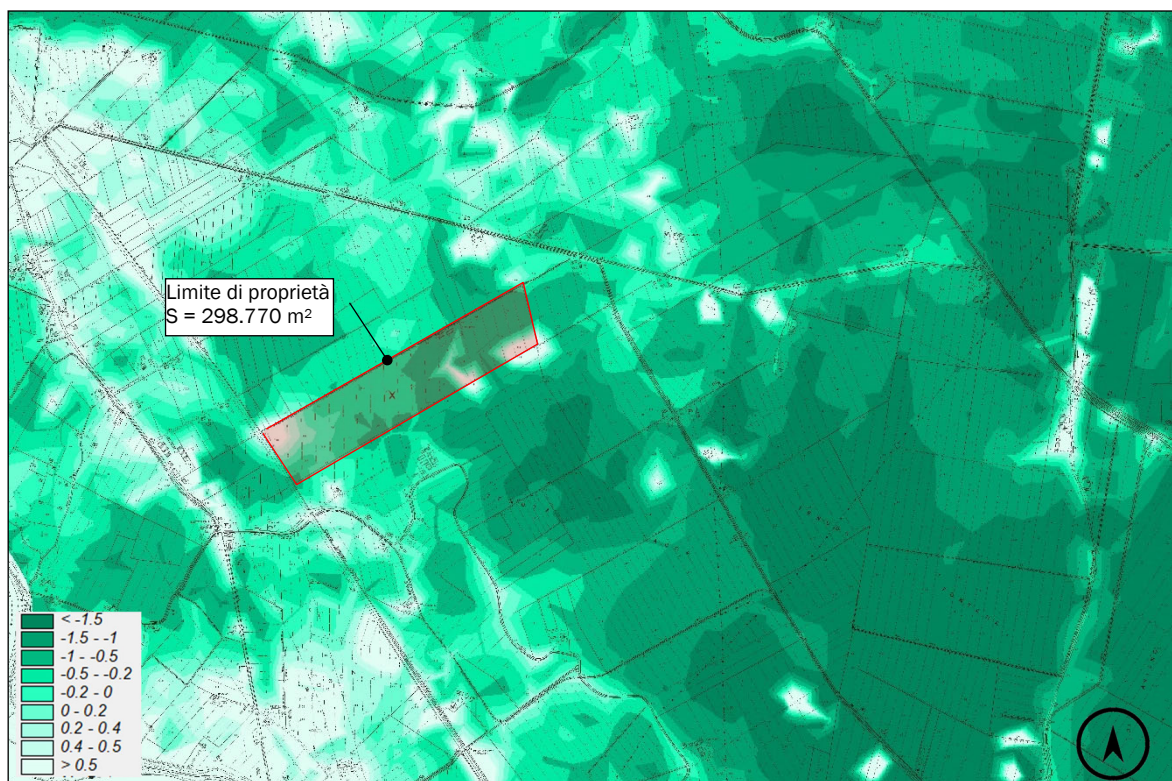


Figura 2.3: Estratto C.T.R. al 10.000 con supporto DEM a 5 m della Regione Veneto

REDATTO : F.P.	COMMESSA : I.G. 2023	REVISIONE : 01	Pagina 5 di 33
VERIFICATO : M.D.P.	FILE :	DATA : 05/08/2024	



Figura 2.4: Area oggetto dell'intervento allo stato attuale

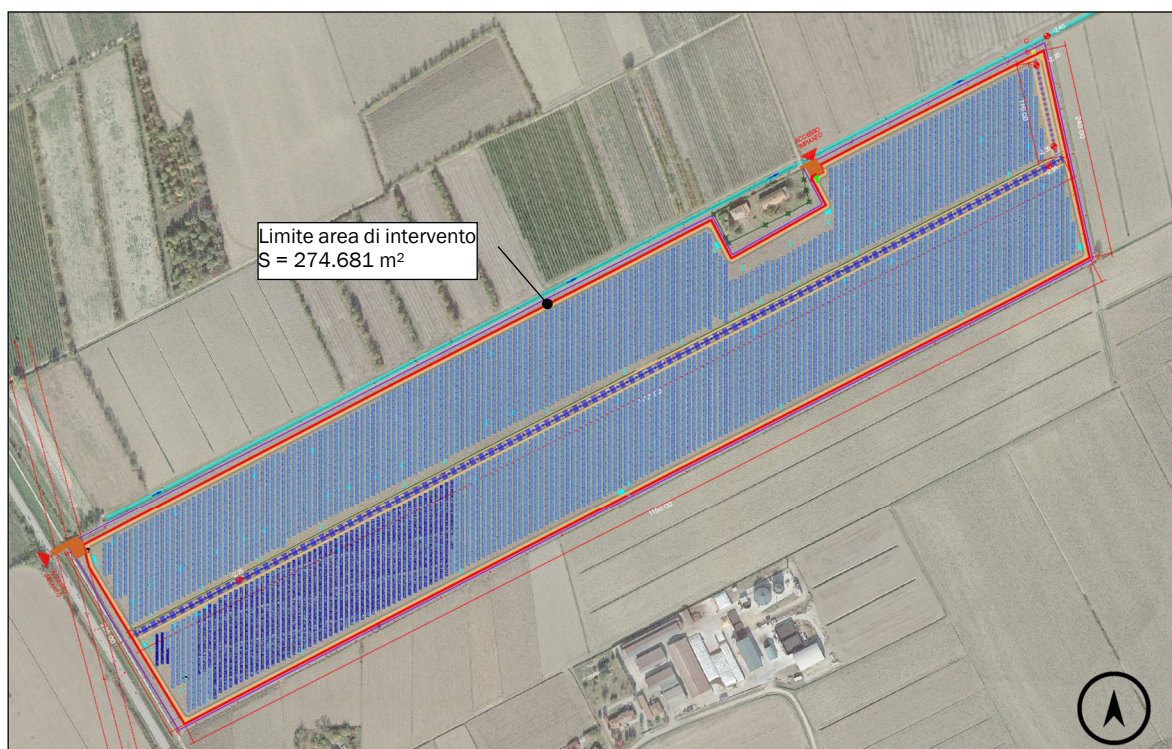




Figura 2.5: Lotto oggetto dell'intervento allo stato di progetto

REDATTO : F.P.	COMMESSA : I.G. 2023	REVISIONE : 01	Pagina 6 di 33
VERIFICATO : M.D.P.	FILE :	DATA : 05/08/2024	

	TITOLO : Indagine idrologica e idraulica	COMMITTENTE :  Ren Project
	ELABORATO : Relazione di compatibilità idraulica	



3 – NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La normativa di interesse specifico per la presente relazione segue il percorso che ha portato alla regolamentazione di riferimento regionale nella D.G.R.V. n. 2948/2009, nonché le pianificazioni e prescrizioni degli enti competenti sul territorio a livello comunale e di comprensorio in particolari PAT e PI del Comune di Ariano nel Polesine:

- D.G.R.V. n. 1322 del 10/05/2006 come modificata e integrata dalla D.G.R.V. n. 1841 del 19/06/2007;
- Ordinanza n. 3 del 22/01/2008 del Commissario Delegato per l'emergenza concernente gli eccezionali eventi meteorologici del 26/09/2007;
- Primi indirizzi e raccomandazioni per l'applicazione delle ordinanze 2, 3 e 4 del 22/01/2008 in materia di prevenzione dal rischio idraulico;
- Valutazione di compatibilità idraulica – Linee guida (agosto 2009) del Commissario Delegato per l'emergenza concernente gli eccezionali eventi meteorologici del 26/09/2007;
- D.G.R.V. n. 2948/2009 della Regione Veneto – “Valutazione di compatibilità idraulica per la redazione degli strumenti urbanistici”;
- PI e/o PAT e Compatibilità idraulica del Comune di Ariano nel Polesine;
- Piano Comunale delle Acque – Programmazione Interventi;
- Piano di tutela delle acque della Regione Veneto – Norme Tecniche di Attuazione;
- Piano di Assetto Idrogeologico – P.A.I.;
- Piano di Gestione del Rischio Alluvioni - P.G.R.A.;
- Criteri e procedure per il rilascio di concessioni, autorizzazioni, pareri, relativi ad interventi interferenti con le opere consorziali, trasformazioni urbanistiche, e sistemazioni idraulico-agrarie del Consorzio di Bonifica Delta del Po.

Le ordinanze del Commissario Delegato per l'emergenza concernente gli eccezionali eventi meteorologici del 26/09/2007 sono oramai decadute, tuttavia, le linee guida sono state recepite dai vari Comuni e amministrazioni competenti, nonché dai Consorzi di Bonifica che ne hanno tradotto i contenuti in normativa di riferimento per le valutazioni di compatibilità idraulica del territorio di governo. Attualmente quindi la valutazione di compatibilità idraulica risulta disciplinata, a livello regionale, dalla D.G.R.V. n. 2948 del 06 ottobre 2009, dopo un percorso che ha registrato numerosi interventi già citati (D.G.R. n. 3637 del 13 dicembre 2002 in attuazione della L. 267/1998 nonché delle N.T.A. dei Piani per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.); D.G.R. n. 1322 del 10 maggio 2006; sentenza

REDATTO : F.P.	COMMESSA : I.G. 2023	REVISIONE : 01	Pagina 7 di 33
VERIFICATO : M.D.P.	FILE :	DATA : 05/08/2024	

	TITOLO : Indagine idrologica e idraulica	COMMITTENTE :  Ren Project
	ELABORATO : Relazione di compatibilità idraulica	

del TAR Veneto n. 1500/07; D.G.R. n. 1841 del 19 giugno 2007; sentenza del TAR Veneto n. 938/08 e, infine, sentenza del Consiglio di Stato n. 304 del 3 aprile 2009.



Per interventi la cui superficie è compresa nel range $S > 100.000 \text{ m}^2$ è necessaria la redazione della Valutazione di Compatibilità Idraulica (VCI) così come indicato nelle Linee guida per la Valutazione di Compatibilità Idraulica (agosto 2009). Il caso in esame ricade in tale ipotesi, interessando una superficie in trasformazione pari a 105.564 m^2 ; sui 274.681 m^2 di area di progetto si prevede di coprire con i pannelli 83.704 m^2 e realizzare strade in terra battuta per 21.860 m^2 mentre tutta la rimanenza sarà terreno agricolo coltivato.

Con riferimento alle indicazioni operative contenute nell'allegato A della D.G.R.V. n. 2948/2009, che definisce le classi d'intervento in relazione all'impermeabilizzazione potenziale derivante dall'attuazione dei nuovi strumenti urbanistici, l'intervento in oggetto si può classificare a "Marcata impermeabilizzazione potenziale" (intervento su superfici oltre 100.000 m^2). Per tale classe d'intervento devono essere previste opere di mitigazione idraulica e pertanto, in ottemperanza alle normative vigenti, si andranno a valutare i volumi di invaso necessari a garantire il principio di invarianza idraulica e a individuare gli interventi di mitigazione, è altresì necessario ottenere il parere tecnico del Consorzio di Bonifica di competenza territoriale.

I criteri da adottare per realizzare un eventuale volume di invaso al fine di limitare la portata scaricata al ricettore finale (fognature bianche o miste, corpi idrici superficiali) e per mantenere il principio dell'invarianza idraulica sono stati ricavati cautelativamente seguendo l'approccio esposto nelle già citate "Linee Guida per la redazione Valutazione di Compatibilità Idraulica", come riportato nella successiva Tabella.

Le misure compensative più comuni, utilizzate per la laminazione delle piene (smaltimento del volume da invasare), sono la predisposizione di una rete di collettori opportunamente dimensionata, in modo tale che, con grado di riempimento delle condotte non superiore al 90%, sia in grado di contenere un volume pari a quello da invasare e l'individuazione di apposite superfici (aree verdi o bacini di invaso) poste a quota inferiore rispetto alle superfici limitrofe, da destinare alla raccolta dei volumi in eccesso. Nel presente caso, essendo in ambito agricolo, si andrà a realizzare un invaso superficiale tramite una fossatura prettamente dedicata alla regimentazione delle acque pluviali ricadenti su tutta l'estensione del lotto.

REDATTO : F.P.	COMMESSA : I.G. 2023	REVISIONE : 01	Pagina 8 di 33
VERIFICATO : M.D.P.	FILE :	DATA : 05/08/2024	

	TITOLO : Indagine idrologica e idraulica	COMMITTENTE :  Ren Project
	ELABORATO : Relazione di compatibilità idraulica	



Classe di Intervento	Definizione
Trascurabile impermeabilizzazione potenziale	intervento su superfici di estensione inferiore a 0.1 ha
Modesta impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici comprese fra 0.1 e 1 ha
Significativa impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici comprese fra 1 e 10 ha; interventi su superfici di estensione oltre 10 ha con $Imp < 0,3$
Marcata impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici superiori a 10 ha con $Imp > 0,3$

Tabella 3.1: Criteri per la classificazione degli interventi secondo D.G.R.V. 2948

Le acque meteoriche ricadenti su tutto il comparto fotovoltaico in progetto saranno raccolte e recapitate in una fossatura ad hoc che avrà funzione di raccolta e invaso di tutte le acque di ruscellamento dal lotto che saranno infine condotte verso nord nello scolo consortile al confine della proprietà. Sono previste operazioni di scavo e risezionamento della fossatura centrale esistente, mentre sarà realizzata una nuova fossatura lato est di connessione allo scarico finale, le terre di scavo saranno dislocate all'interno del lotto rimodellato in maniera tale da facilitare e favorire lo scorrimento delle acque di ruscellamento verso l'asse del fosso centrale.

Tutte le acque delle superfici in progetto saranno comunque condotte allo scarico finale previo inserimento di un manufatto modulatore delle portate in grado di limitare gli efflussi secondo i massimi valori consentiti così da non caricare la rete esistente; lo stesso consentirà di attivare i dispositivi di invaso previsti qualora le portate in arrivo al sistema eccedessero il massimo consentito.

REDATTO : F.P.	COMMESSA : I.G. 2023	REVISIONE : 01	Pagina 9 di 33
VERIFICATO : M.D.P.	FILE :	DATA : 05/08/2024	

	TITOLO : Indagine idrologica e idraulica	COMMITTENTE :  Ren Project
	ELABORATO : Relazione di compatibilità idraulica	

4 – ANALISI DELL'ASSETTO IDROGEOLOGICO DEL COMPRENSORIO



L'area interessata dal progetto precedentemente descritto è ubicata in zona agricola nel Comune di Ariano nel Polesine, al confine col Comune di Corbola a nord, dal punto di vista catastale il terreno in esame è censito al catasto terreni del Comune di Ariano nel Polesine al Foglio 18, Mappali 32, 8, 10, 13.

L'area appartiene al Bacino Idrografico Padano del Delta del PO, sulla scorta del delicato equilibrio idraulico della Regione Veneto e in base alla morfologia territoriale l'Autorità di Bacino ha definito il Piano stralcio delle fasce fluviali per l'assetto idrogeologico individuando le aree a maggior o minor vulnerabilità dal punto di vista idrogeologico e idraulico e definendo in particolare 4 classi di pericolosità. Il Piano per l'Assetto Idrogeologico (PAI), approvato con decreto del presidente del Consiglio dei ministri del 24 maggio 2001, ha la finalità di ridurre il rischio idrogeologico entro valori compatibili con gli usi del suolo in atto, in modo tale da salvaguardare l'incolumità delle persone e ridurre al minimo i danni ai beni esposti. Il PAI contiene:

- La delimitazione delle fasce fluviali (Fascia A, Fascia B, Fascia B di progetto e Fascia C) dell'asta del Po e dei suoi principali affluenti;
- La delimitazione e classificazione, in base alla pericolosità, delle aree in dissesto per frana, valanga, esondazione torrentizia e conoide che caratterizzano la parte montana del territorio regionale;
- La perimetrazione e la zonazione delle aree a rischio idrogeologico molto elevato in ambiente collinare e montano (zona 1 e zona 2) e sul reticolo idrografico principale e secondario nelle aree di pianura (zona I e zona BPr);
- Le norme alle quali le sopracitate aree a pericolosità di alluvioni sono assoggettate (Norme di attuazione).

La Direttiva Europea 2007/60/CE (cosiddetta "Direttiva Alluvioni") ha dato avvio ad una nuova fase della politica nazionale per la gestione del rischio di alluvioni, che il Piano di gestione del rischio di alluvioni (PGRA) deve attuare, nel modo più efficace. Il P.G.R.A. definisce gli obiettivi di sicurezza e le priorità di intervento a scala distrettuale, con la partecipazione dei portatori di interesse e del pubblico. Il Piano di gestione del rischio di alluvioni (P.G.R.A.) è un Piano introdotto dalla Direttiva comunitaria 2007/60/CE (cd. 'Direttiva Alluvioni') con la finalità di costruire un quadro omogeneo a livello distrettuale per la valutazione e la gestione dei rischi da fenomeni alluvionali, al fine di ridurre le conseguenze negative nei confronti della vita e salute umana, dell'ambiente, del patrimonio culturale, delle attività economiche e delle infrastrutture strategiche.

REDATTO : F.P.	COMMESSA : I.G. 2023	REVISIONE : 01	Pagina 10 di 33
VERIFICATO : M.D.P.	FILE :	DATA : 05/08/2024	

	TITOLO : Indagine idrologica e idraulica	COMMITTENTE :  Ren Project
	ELABORATO : Relazione di compatibilità idraulica	

In base a quanto disposto dal D.lgs. 49/2010 di recepimento della Direttiva 2007/60/CE, il P.G.R.A., alla stregua dei Piani di Assetto Idrogeologico (PAI), è stralcio del Piano di Bacino ed ha valore di piano sovraordinato rispetto alla pianificazione territoriale e urbanistica. Alla scala di intero distretto, il P.G.R.A. agisce in sinergia con i PAI vigenti; ha una durata di sei anni a conclusione dei quali si avvia ciclicamente un nuovo processo di revisione del Piano.

La zona di Ariano nel Polesine appartiene al Bacino Idrografico del Po ad ogni modo i PAI in ambito di pianura e in tema di rischio alluvionale sono stati superati dal P.G.R.A.. A livello di Piano di Bacino, infatti, relativamente al tema dell'assoggettabilità a potenziali rischi alluvionali la normativa vigente per le zone di pianura è stata indirizzata all'interno della cartografia del P.G.R.A., pertanto, si riporta uno stralcio delle mappe di pericolosità idraulica del P.G.R.A., dal quale si evince come la zona di indagine appare perimetrata tra le aree assoggettabili a potenziali allagamenti, così come le passate mappature del PAI, ricomprendendo un vasto territorio all'interno della fascia a bassa probabilità di allagamento. A livello di classe di Rischio idraulico l'area in indagine ricade alla categoria R1 di basso rischio; si fa presente non trattarsi di un intervento che comporta l'edificazione di volumi di fabbricati che potenzialmente possono modificare le potenziali dinamiche alluvionali, tantomeno aumenta il rischio per il cambio di destinazione d'uso del suolo che non diventa residenziale e conseguentemente non incide sulla pericolosità alle persone.

La sola messa in opera di pannelli sostenuti da pali e senza modificazione della superficie a terra che rimane agricola dal punto di vista del P.G.R.A. e del pericolo alluvionale non può sortire alcuna modificazione, mentre, per quanto riguarda l'impatto sul grado di impermeabilizzazione, pur rimanendo le superfici a verde, è sicuramente da considerarsi peggiorativo l'effetto di cattura istantanea delle precipitazioni e restituzione a terra in modalità certamente più rapida e intensa rispetto ad una superficie libera, a tale scopo saranno adottate le misure di mitigazione del caso.

Dal punto di vista idraulico, l'intera area comunale di Ariano nel Polesine è gestita dal Consorzio di Bonifica del Delta Del Po, in particolare ricade all'interno dell'Unità Territoriale Isola di Ariano. L'unità territoriale Isola di Ariano rientra nella zona di valle del bacino del Po, il più esteso bacino idrografico dei fiumi italiani. Ha un'area di 15.942 ha che ricade nei territori dei comuni di Taglio di Po, Ariano Polesine e Corbola. In particolare, afferisce al territorio del delta del Po compreso tra il Po di Goro ed il Po di Maistra. Le idrovore Ca' Verzola, Conca e Goro scaricano direttamente in Po di Goro. L'idrovora Ca' Zen e l'idrovora Pisana recapitano le acque nel Canale Veneto tramite il quale affluiscono all'idrovora Goro. L'intero bacino è a sollevamento meccanico con singolo e doppio sollevamento. In dettaglio, l'area di studio ricade all'interno del sottobacino dell'Idrovora di Ca' Verzola (portata di sollevamento di 11.000 l/s).

REDATTO : F.P.	COMMESSA : I.G. 2023	REVISIONE : 01	Pagina 11 di 33
VERIFICATO : M.D.P.	FILE :	DATA : 05/08/2024	



Figura 4.1: P.G.R.A. del Distretto Padano – Carta della Pericolosità idraulica

REDATTO : F.P.	COMMESSA : I.G. 2023	REVISIONE : 01	Pagina 12 di 33
VERIFICATO : M.D.P.	FILE :	DATA : 05/08/2024	



Figura 4.1: P.G.R.A. del Distretto Padano – Carta del Rischio idraulico

REDATTO : F.P.	COMMESSA : I.G. 2023	REVISIONE : 01	Pagina 13 di 33
VERIFICATO : M.D.P.	FILE :	DATA : 05/08/2024	

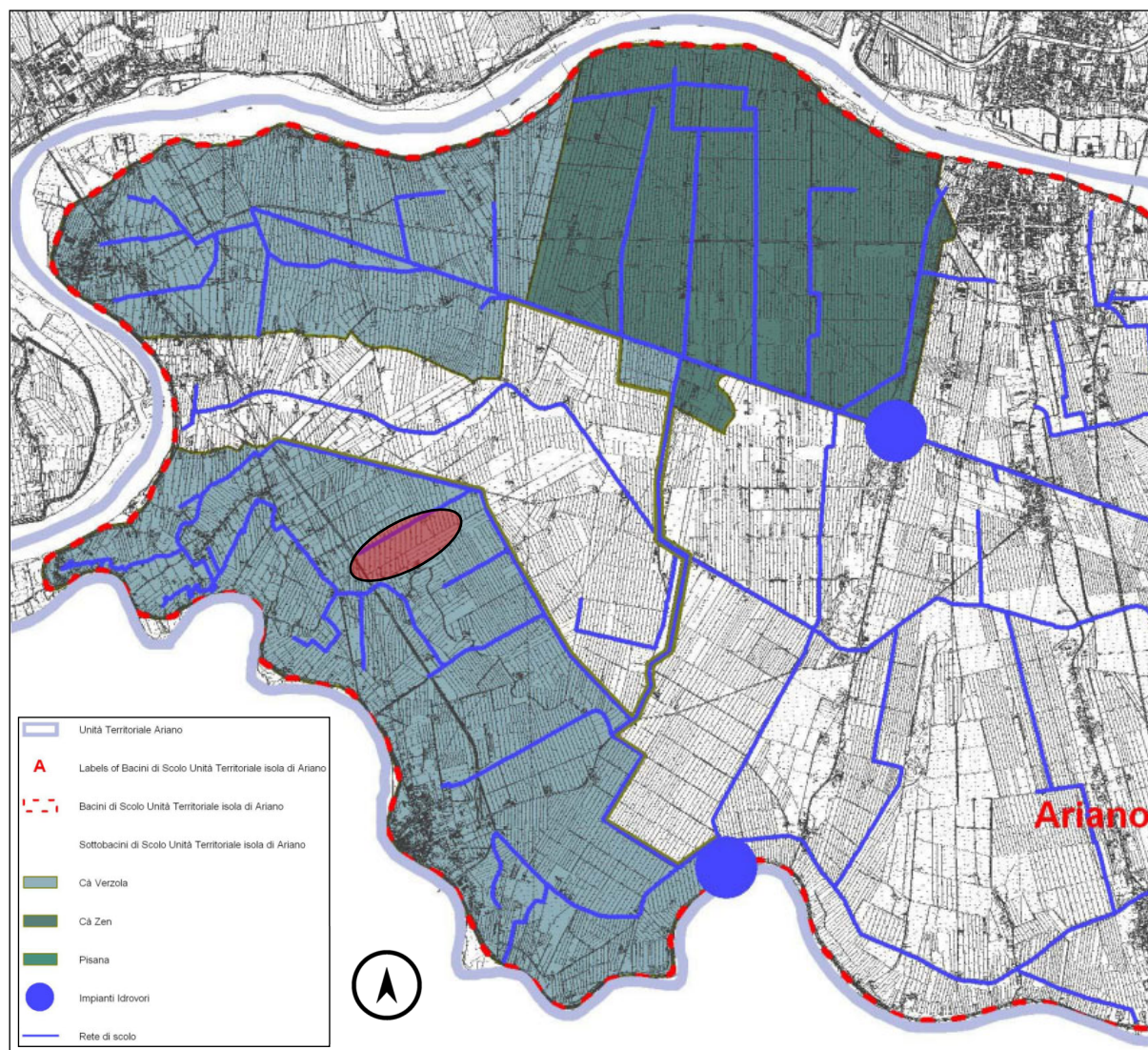




Figura 4.3: Carta dei bacini di scolo dell'unità territoriale dell'Isola di Ariano (Consorzio Delta del Po)

La profondità della falda freatica nell'area di progetto risulta essere piuttosto superficiale tra 0 e 2 m da piano campagna. Tale livello risulta peraltro condizionato dalle attività consortili mediante una fitta rete di scoli che afferiscono agli impianti idrovori, i quali, attraverso il sollevamento meccanico delle acque, influenzano il livello della falda freatica. In particolare, l'area di studio appartiene al bacino regolato dall'idrovora Ca' Verzola. Dalle indagini geognostiche condotte in sito i livelli risultano variabili tra circa 3,8 m e circa 2 m dal piano campagna del punto di indagine, tali variazioni sono legate prevalentemente ai dislivelli del piano campagna dei diversi punti di indagine. Il livello della prima falda freatica può essere ragionevolmente posto ad una profondità media di circa 2 m dal piano campagna. Per maggiori approfondimenti si rimanda alla visione della relazione geologica.

REDATTO : F.P.	COMMESSA : I.G. 2023	REVISIONE : 01	Pagina 14 di 33
VERIFICATO : M.D.P.	FILE :	DATA : 05/08/2024	

	TITOLO : Indagine idrologica e idraulica	COMMITTENTE :  Ren Project
	ELABORATO : Relazione di compatibilità idraulica	

5 – CARATTERIZZAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA

Lo studio “Analisi regionalizzata delle precipitazioni per l’individuazione di curve di possibilità pluviometrica di riferimento” fornisce i parametri delle curve di possibilità pluviometriche individuate in seguito ad una analisi regionalizzata dei dati di pioggia registrati dalle stazioni ARPAV, opportunamente selezionate per dare copertura al territorio di interesse. Le curve di possibilità pluviometrica proposte sono espresse sia con la formula italiana a due parametri (a,n)

$$h = at^n$$

dove:

h = altezza di pioggia

t = durata della precipitazione;

a, n = parametri della curva forniti dalla elaborazione statistica in dipendenza della zona territoriale di riferimento e del tempo di ritorno assunto, che con la formula più generale a tre parametri (a,b,c)

$$h = \frac{a}{(t+b)^c} t$$

dove:

- h = altezza di pioggia
- t = durata della precipitazione
- a, b, c = parametri della curva forniti dalla elaborazione statistica in dipendenza della zona territoriale di riferimento e del tempo di ritorno assunto.



Le curve a tre parametri consentono una migliore interpolazione dei dati per tutte e 10 le durate considerate (5', 10', 15', 30', 45', 1 h, 3 h, 6 h, 12 h, 24 h).

Le curve a due parametri, infatti, non riescono ad interpolare adeguatamente i dati per l'intero range di durate; è necessario invece individuare intervalli più ristretti di durate, entro i quali la formula bene approssimi i valori ottenuti con la regolarizzazione regionale.

Le curve a due parametri sono quindi fornite e tarate per sei diversi intervalli di durata degli eventi meteorologici, in particolare per: 5'÷45' $tp \approx 15'$, 10'÷1h $tp \approx 30'$, 15'÷3h $tp \approx 45'$, 30'÷6h $tp \approx 1h$, 45'÷12h $tp \approx 3h$, 1h÷24h $tp \approx 6h$.

Per la caratterizzazione climatica dell'area di studio sono state messe a confronto le linee segnalatrici di possibilità pluviometrica più recenti (registrazioni pluviometriche fino al 2019) derivanti dalla analisi condotta da Nordest Ingegneria del prof. Vincenzo Bixio per conto della Società consortile Vivereacqua in collaborazione con tutti gli enti gestori del servizio idrico integrato del territorio veneto utilizzando

REDATTO : F.P.	COMMESSA : I.G. 2023	REVISIONE : 01	Pagina 15 di 33
VERIFICATO : M.D.P.	FILE :	DATA : 05/08/2024	

	TITOLO : Indagine idrologica e idraulica	COMMITTENTE :  Ren Project
	ELABORATO : Relazione di compatibilità idraulica	

l'imponente serie di osservazioni raccolte da ARPAV in circa 140 stazioni pluviometriche distribuite nel territorio regionale in decenni di osservazione, con quelle sempre elaborate da Nordest Ingegneria nel 2011 nell'ambito dello studio "Analisi regionalizzata delle precipitazioni per l'individuazione di curve di possibilità pluviometrica di riferimento".



Figura 5.1: Ambiti Territoriali dei gestori appartenenti al Consorzio Viveracqua

Il Comune di Ariano nel Polesine viene a trovarsi nell'ambito di competenza del territorio afferente ad Acque Venete, ricomprendendo tutta la zona del rodigino fino a Taglio di Po.

La stazione pluviometrica di riferimento più prossima alla zona di indagine risulta essere quella di Bellombra.

REDATTO : F.P.	COMMESSA : I.G. 2023	REVISIONE : 01	Pagina 16 di 33
VERIFICATO : M.D.P.	FILE :	DATA : 05/08/2024	

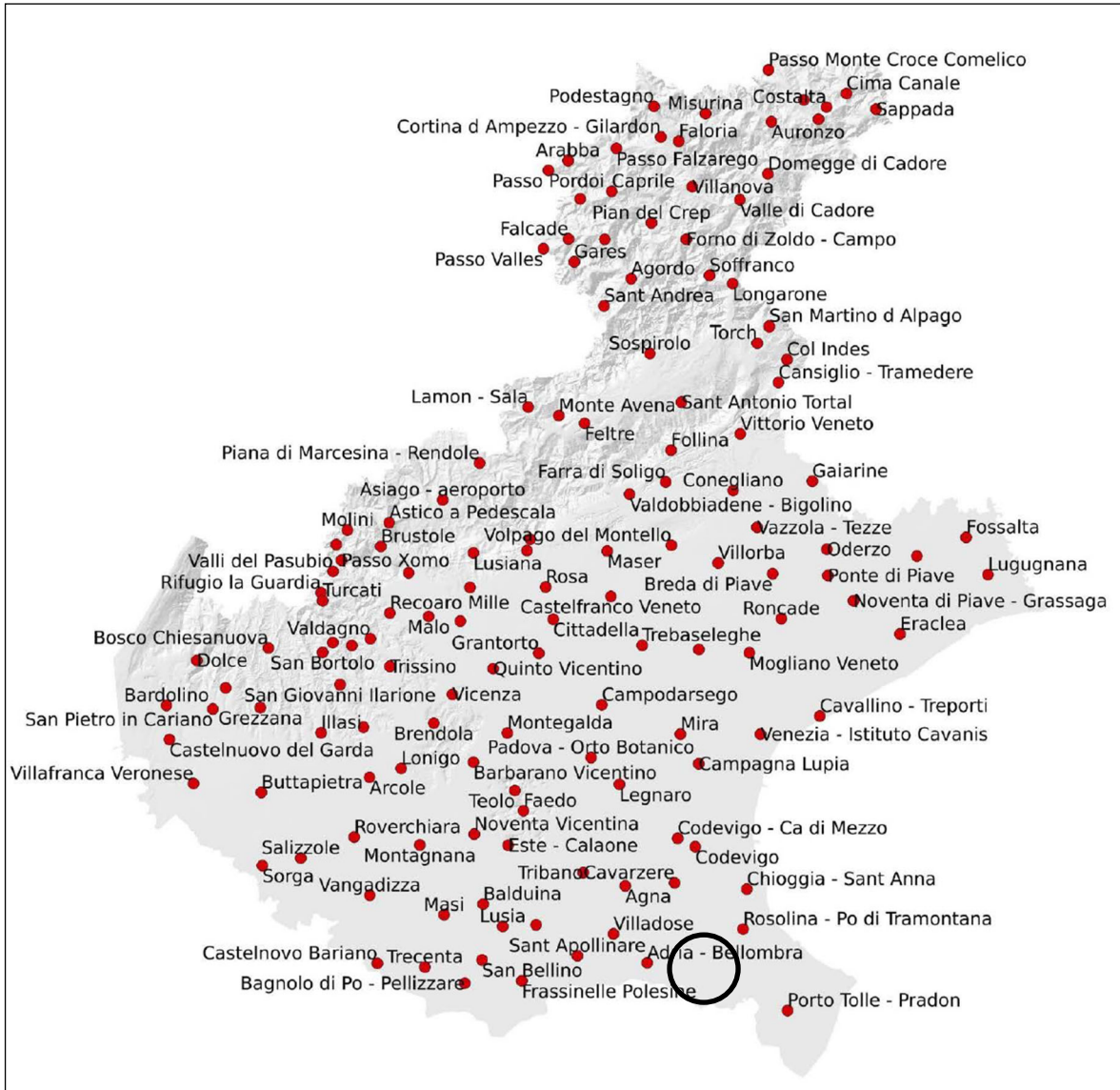


Figura 5.2: Distribuzione territoriale delle stazioni pluviometriche ARPAV

Le elaborazioni forniscono le curve di pioggia per tempi di ritorno fino a 100 anni.

In particolare, la LSPP di riferimento per $Tr = 50$ anni è la seguente:

$$h = (72.02 \cdot t) / (0.26 + t)^{0.79}$$

dove il tempo va espresso in ore.



Tempo di ritorno [anni]	Equazioni a 2 parametri			Equazione a 3 parametri
	Da 5 a 60 min	Da 1 a 24 ore	Da 24 a 120 ore	Da 5 min a 120 ore
5	$h = 39.16 t^{0.48}$	$h = 35.59 t^{0.29}$	$h = 49.74 t^{0.18}$	$h = \frac{43.02t}{(0.17 + t)^{0.79}}$
10	$h = 45.03 t^{0.48}$	$h = 40.84 t^{0.31}$	$h = 68.44 t^{0.15}$	$h = \frac{52.08t}{(0.21 + t)^{0.79}}$
20	$h = 50.67 t^{0.48}$	$h = 45.90 t^{0.33}$	$h = 87.15 t^{0.13}$	$h = \frac{60.76t}{(0.23 + t)^{0.79}}$
30	$h = 53.91 t^{0.48}$	$h = 48.82 t^{0.34}$	$h = 98.16 t^{0.12}$	$h = \frac{65.77t}{(0.24 + t)^{0.79}}$
50	$h = 57.97 t^{0.48}$	$h = 52.48 t^{0.34}$	$h = 112.12 t^{0.11}$	$h = \frac{72.02t}{(0.26 + t)^{0.79}}$
100	$h = 63.43 t^{0.48}$	$h = 57.42 t^{0.35}$	$h = 131.23 t^{0.09}$	$h = \frac{80.44t}{(0.27 + t)^{0.79}}$

Tabella 5.1: LSPP a 2 e 3 parametri per la stazione di Bellombrà

Lo studio “Analisi regionalizzata delle precipitazioni per l’individuazione di curve di possibilità pluviometrica di riferimento” proponeva la suddivisione territoriale esplicitata secondo diverse zone omogenee principali e riportata nella figura successiva, nella quale è evidenziata la zona di interesse relativamente al bacino di Ariano nel Polesine.



Figura 5.3: Regionalizzazione pluviometrica con indicazione della zona di interesse

	TITOLO : Indagine idrologica e idraulica	COMMITTENTE : 
	ELABORATO : Relazione di compatibilità idraulica	

Le LSPP associate allo studio summenzionato relativamente all'area di interesse sono le seguenti:

Valori attesi			Intervallo																	
CZona	DZona	TR	5 minuti	10 minuti	15 minuti	30 minuti	45 minuti	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore	1 giorno	2 giorni	3 giorni	4 giorni	5 giorni	a	b	c
033	Ariano	2	8,7	14,3	18,3	24,7	28,6	30,1	37,2	44,2	51,5	59,6	51,5	67,0	78,3	84,0	89,2	17,9	10,5	0,83
		5	11,0	18,3	23,4	32,6	38,9	41,8	52,2	61,7	72,2	85,0	72,5	94,3	106,3	114,5	122,8	24,2	12,5	0,83
		10	12,3	20,7	26,5	37,6	45,8	50,1	63,9	75,5	88,9	105,8	90,7	115,8	126,7	136,2	147,3	27,7	13,8	0,82
		20	13,6	22,9	29,3	42,4	52,6	58,6	76,6	90,7	107,5	129,1	112,2	139,4	147,7	158,2	172,7	30,7	15,2	0,80
		30	14,2	24,2	30,8	45,1	56,5	63,8	84,6	100,4	119,6	144,4	126,7	154,5	160,5	171,4	188,2	32,3	16,1	0,79
		50	15,0	25,6	32,6	48,4	61,5	70,5	95,5	113,6	136,3	165,4	147,4	174,9	177,3	188,6	208,5	34,1	17,3	0,78
		100	16,0	27,5	34,9	52,7	68,3	80,0	111,8	133,5	161,8	198,0	180,6	205,8	201,4	212,9	237,8	36,4	19,2	0,76
		200	16,9	29,3	37,1	57,0	75,2	90,0	130,0	156,1	191,3	235,8	220,9	240,7	227,1	238,4	269,1	38,5	21,4	0,75

Tabella 5.2: Curve segnalatrici di possibilità pluviometrica per la zona 033 - Ariano

In particolare, la LSPP di riferimento per Tr = 50 anni è la seguente:

$$h = (34.1 \cdot t) / (17.3 + t)^{0.785}$$

dove il tempo in questa va espresso in minuti.

Dal confronto delle due formulazioni riproposte, nonostante la prima si riferisca ad una elaborazione di dati più recenti, quest'ultima risulta sensibilmente più cautelativa, segnando altezze di precipitazione maggiore a parità di tempo di pioggia, pertanto, sarà assunta nelle analisi a seguire.

Per il calcolo di portate e volumi generati da dato evento meteorologico si fa riferimento al metodo cinematico, procedimento largamente utilizzato per bacini di dimensioni ridotte come il caso in esame. Il metodo pone in relazione la portata alla superficie scolante, al tempo di precipitazione e conseguente altezza di pioggia, al coefficiente di deflusso che tiene conto di quale frazione dell'apporto idrico genera effettivamente volumi e portate, mentre una quota parte si infiltra direttamente nel terreno.



Con questi parametri si ricavano le altezze di pioggia corrispondenti alle diverse durate di precipitazione e quindi le portate e i volumi liquidi in gioco.

Occorre, quindi, anche stimare quale frazione di precipitazione viene raccolta dalla rete di drenaggio. Tale frazione è individuata tramite il coefficiente di deflusso ϕ , inteso come rapporto tra il volume defluito attraverso un'assegnata sezione, in un definito intervallo di tempo, ed il volume meteorico precipitato nell'intervallo stesso.

In base alle prescrizioni della D.G.R.V. n. 2948/2009, i coefficienti di deflusso, ove non determinati analiticamente, andranno convenzionalmente assunti pari a:

- 0,10 per aree agricole;
- 0,20 per superfici permeabili (aree verdi);
- 0,30 per superfici in ghiaia sciolta;

REDATTO : F.P.	COMMESSA : I.G. 2023	REVISIONE : 01	Pagina 19 di 33
VERIFICATO : M.D.P.	FILE :	DATA : 05/08/2024	

	TITOLO : Indagine idrologica e idraulica	COMMITTENTE :  Ren Project
	ELABORATO : Relazione di compatibilità idraulica	

- 0,40 per pavimentazioni in grigliati garden, in ciottoli su sabbia e ghiaia sciolta;
- 0,60 per superfici semi-permeabili (grigliati drenanti con sottostante materasso ghiaioso, strade in terra battuta o stabilizzato);
- 0,90 per le superfici impermeabili (tetti, terrazze, strade, piazzali, etc.).

In via cautelativa sarà assunto un coefficiente di deflusso $\varphi = 0,5$ per tutte le superfici coperte dai pannelli fotovoltaici, ricordando che comunque a terra rimane area agricola essendo gli stessi sostenuti da strutture metalliche con pali infissi nel terreno, $\varphi = 0,6$ per le strade in terra battuta e $\varphi = 0,2$ per tutte le superfici rimanenti non modificate ottenendo un coefficiente di deflusso medio ponderato:

$$\varphi_{\text{medio}} = (169.117 \cdot 0.2 + 83.704 \cdot 0.5 + 21.860 \cdot 0.6) / 274.681 = 0.35$$

Per il calcolo delle portate massime allo scarico si fa riferimento al tempo di corrivazione che dipende dalle dimensioni del bacino, dalla sua morfologia e pendenza, nonché dalle caratteristiche di copertura superficiale e dalla distribuzione delle linee di drenaggio, mentre per la stima dei volumi di invaso si considera il tempo critico di pioggia che massimizza il volume di precipitazione.

5.1 – CALCOLO DEI VOLUMI DI MITIGAZIONE IDRAULICA

Per il calcolo dei volumi generati da dato evento meteorologico si fa riferimento al metodo delle sole piogge indicato per valutazioni su bacini oltre l'ettaro e tarato sulle LSPP sopraccitate. Per il dimensionamento del sistema di laminazione si è calcolata la precipitazione in concomitanza della quale si verifica il massimo volume d'invaso relativamente al tempo critico di pioggia. A partire dall'equazione del metodo cinematico si ricava il volume entrante in rete:

$$V_{\text{in}} = \varphi \cdot S \cdot h = \varphi \cdot S \cdot a \cdot t \cdot (t + b)^{-c}$$

Il volume in uscita dal sistema nello stesso intervallo di tempo t sarà:



$$V_{\text{out}} = Q_{\text{imp}} \cdot t = S \cdot u_{\text{imp}} \cdot t$$

con Q_{imp} la portata imposta all'uscita e u_{imp} il coefficiente udometrico imposto all'uscita. Il volume di invaso sarà dato dalla differenza tra V_{in} e V_{out} :

$$V = V_{\text{in}} - V_{\text{out}} = \varphi \cdot S \cdot a \cdot t \cdot (t + b)^{-c} - S \cdot u_{\text{imp}} \cdot t$$

Derivando la precedente rispetto alla variabile tempo per massimizzare il volume si perviene alla determinazione del tempo critico di pioggia:

REDATTO : F.P.	COMMESSA : I.G. 2023	REVISIONE : 01	Pagina 20 di 33
VERIFICATO : M.D.P.	FILE :	DATA : 05/08/2024	

	TITOLO : Indagine idrologica e idraulica	COMMITTENTE : 
	ELABORATO : Relazione di compatibilità idraulica	

$$\frac{\delta V}{\delta t} = \frac{\varphi \cdot a \cdot [(b + t)^c - t \cdot c \cdot (b + t)^{c-1}]}{(b + t)^{2c}} - u_{imp} = 0$$

Il tempo critico di pioggia, a differenza del tempo di corrivazione, non è in alcun modo correlato alla dimensione della superficie di drenaggio, ma al coefficiente di deflusso e al coefficiente udometrico imposto alla sezione di chiusura, nondimeno ai parametri della curva di possibilità pluviometrica e quindi al tempo di ritorno dell'evento considerato. In riferimento alla curva di pioggia caratterizzata da $T_r = 50$ anni, imposto il coefficiente di deflusso in $\varphi = 0.35$ e il coefficiente udometrico allo scarico prescritto dal Consorzio di Bonifica Delta del Po $u = 5$ l/s/ha si perviene al calcolo del t_{cr} ottenendo:

$$t_{cr} \sim 5.80 \text{ ore}$$

In concomitanza di un evento di tale durata l'intera area di progetto pari a 274.681 m^2 è in grado di generare un volume meteorico pari a circa 11.121 m^3 .

Al fine di garantire il principio di invarianza idraulica il sistema di invaso dovrà quantomeno assicurare una capacità di detenzione di volume pari al volume idrico potenzialmente generato dall'evento pluviometrico di riferimento al quale va sottratto il volume scaricato nel lasso di tempo calcolato e stimato in 2.896 m^3 .

$$V = V_{in} - V_{out} = \varphi \cdot S \cdot a \cdot t_{cr} \cdot (t_{cr} + b)^c - S \cdot u_{imp} \cdot t_{cr} = 11.121 \text{ m}^3 - 2.883 \text{ m}^3 \approx 8.240 \text{ m}^3$$



Pertanto, al fine di garantire il principio di invarianza idraulica, sarà necessario provvedere alla realizzazione di un sistema di detenzione del volume idrico generato dall'evento di riferimento almeno pari a 8.240 m^3 . Tale volume di mitigazione è stato calcolato sulla base di tutto la superficie di progetto pari a 274.681 m^2 ed è stato stimato sulla scorta di un coefficiente udometrico pari a 5 l/s/ha e di un coefficiente di deflusso pari a 0.35 .

5.2 – CALCOLO DELLE PORTATE

Il presente capitolo offre un dimensionamento di massima delle linee di scarico principali, sulla scorta della quale potranno essere adottate le condotte di collettamento del sistema di drenaggio; a tale scopo si utilizza il metodo cinematico.

Il metodo cinematico è largamente usato per il calcolo della portata conseguente ad una assegnata precipitazione, è detto metodo cinematico o del ritardo di corrivazione (D. Turazza, 1880). Esso si presta ad essere utilizzato in molti casi ma viene generalmente applicato a bacini scolanti di estensione limitata come il caso in esame. Questo metodo considera che la portata sia proporzionale alla durata dell'evento. Si considera che la portata massima si realizza quando in una sezione

REDATTO : F.P.	COMMESSA : I.G. 2023	REVISIONE : 01	Pagina 21 di 33
VERIFICATO : M.D.P.	FILE :	DATA : 05/08/2024	

	TITOLO : Indagine idrologica e idraulica	COMMITTENTE : 
	ELABORATO : Relazione di compatibilità idraulica	

giungono i contribuenti di tutte le porzioni di bacino e quindi anche quello della particella liquida posta più lontano; questo intervallo di tempo è definito tempo di corrivazione T_c . Il metodo postula che la portata nella sezione terminale cresca in modo lineare nel tempo fino ad un valore massimo e che decresca in maniera lineare nella fase di esaurimento. Il valore della portata massima e l'avvio dell'esaurimento sono legati al rapporto esistente tra la durata T della precipitazione ed il tempo di corrivazione: rapporto che dà origine ai seguenti casi $T < T_c$, $T = T_c$ e $T > T_c$.

Si giunge al picco di piena quando il tempo di precipitazione eguaglia il tempo di corrivazione. A partire da questa imposizione si calcolano la portata e il volume come segue:

$$Q_{\max} = \varphi \cdot S \cdot h / T_c$$

$$V = \varphi \cdot S \cdot h$$

- V è il volume d'acqua precipitato;
- S è la superficie del bacino considerato;
- φ è il coefficiente di deflusso;
- h è l'altezza della precipitazione per dato tempo di ritorno;
- T_c è il tempo di corrivazione.

Il tempo di corrivazione T_c vista la morfologia e le dimensioni del bacino può essere calcolato con la formula di *Horton* ipotizzando una data velocità di trasporto delle acque di scolo meteorico, presumibile tra i 0.2 ÷ 0.5 m/s

$$T_c = 3.6 \cdot L/v$$

- L = lunghezza del bacino o, meglio, della linea di drenaggio principale
- v = velocità media di scorrimento

altrimenti con la formula di *Ongaro*:

$$T_c = 0.18 \cdot (L \cdot S)^{1/3}$$



- L = lunghezza del bacino o, meglio, della linea di drenaggio principale
- S = superficie del bacino scolante

Si è calcolato il tempo di corrivazione anche con la più raffinata formula:

$$T_c = T_0 + T_r$$

ove T_0 è il tempo di ruscellamento necessario ad arrivare alla rete di scolo calcolato con la formula di *Boyd*, mentre T_r è il tempo di percorrenza in rete.

REDATTO : F.P.	COMMESSA : I.G. 2023	REVISIONE : 01	Pagina 22 di 33
VERIFICATO : M.D.P.	FILE :	DATA : 05/08/2024	

	TITOLO : Indagine idrologica e idraulica	COMMITTENTE :  Ren Project
	ELABORATO : Relazione di compatibilità idraulica	

$$T_0 = K \cdot S^d$$

$$T_r = (1.5 \cdot S)^{0.5}/v$$

K = costante 2.51, d = costante 0.38, S = superficie afferente.

Il calcolo con le varie formulazioni ha portato a stimare il Tc in 160 minuti.

- S = 274.681 m²
- T_c = 160 minuti
- φ = 0.35
- h = (a · t) / (t + b)^c ≈ 93.68 mm
- Q_{max} = φ · S · h / T_c = 940 l/s

5.3 – VERIFICHE E DIMENSIONAMENTO LINEA DI SCARICO TERMINALE

Per il collettamento si prevede di utilizzare la fossatura centrale, risezionandola per creare invaso, continuando con un fosso verso nord da 5 m di larghezza mentre per lo scarico finale si potrà utilizzare una condotta in PVC di diametro DN800 mm, fissato il riempimento massimo delle condotte le verifiche son state effettuate utilizzando la classica formula di Chezy adottando il coefficiente di scabrezza nella notazione di Gauckler-Strickler pari a 70 per condotte in PVC:



$$v = k \cdot R_h^{2/3} \cdot i^{1/2}$$

- v = velocità della corrente in m · s⁻¹
- k = 70 m^{1/3} · s⁻¹ coefficiente di scabrezza
- R_h = raggio idraulico in m
- i = pendenza della condotta %

Di seguito sono riportati in forma tabellare i risultati delle verifiche condotte dove:

- DN = diametro nominale della condotta;
- y/D = grado di riempiendo della condotta;
- Ks = scabrezza nella notazione di Strickler;
- i = pendenza della tratta;
- Tc = tempo di corrivazione della superficie afferente;
- v = velocità massima nella condotta;
- Q₅₀ = portata di calcolo in riferimento all'evento considerato Tr = 50 anni;
- Q_{max} = massima portata transitabile con riempimento fissato.



REDATTO : F.P.	COMMESSA : I.G. 2023	REVISIONE : 01	Pagina 23 di 33
VERIFICATO : M.D.P.	FILE :	DATA : 05/08/2024	

	TITOLO : Indagine idrologica e idraulica	COMMITTENTE :  Ren Project
	ELABORATO : Relazione di compatibilità idraulica	

Condotta acque pluviali di scarico finale - PVC DN800							
DN	y/D	Ks	i	Tc	V _{max}	Q ₅₀	Q _{max}
mm	.	m ^{1/3} s ⁻¹	%	minuti	m/s	l/s	l/s
800	0.67	70	1	160	2.65	940	950

Come si evince dalle risultanze la portata massima verificata a fissato riempimento e pendenza risulta comunque maggiore della portata di calcolo per Tr = 50 anni.

REDATTO : F.P.	COMMESSA : I.G. 2023	REVISIONE : 01	Pagina 24 di 33
VERIFICATO : M.D.P.	FILE :	DATA : 05/08/2024	

	TITOLO : Indagine idrologica e idraulica	COMMITTENTE :  Ren Project
	ELABORATO : Relazione di compatibilità idraulica	

6 – INTERVENTI DI MITIGAZIONE IDRAULICA

Le misure di mitigazione idraulica proposte in questo progetto consistono nella realizzazione di una linea di drenaggio e invaso sfruttando la fossatura irrigua esistente che taglia tutto il campo. L'invaso che verrà a realizzarsi sarà su tutta l'estensione della fossatura esistente proseguendo con un nuovo tratto fino allo scolo Ramello di confine a nord che risulta essere una linea di bonifica collegata alla rete del Consorzio Delta del Po; le acque di qui vengono condotte allo scolo Linea che sgronda verso sud allo scolo Ca' Verzola fino all'impianto Idrovaro omonimo.

La fossatura irrigua esistente sarà sagomata a sezione trapezia con larghezza sommitale di 8 m, al fondo 5 m per una profondità massima di 1.5 m, al di sopra della presunta superficie di falda; con una estensione di 1.190 m lineari è in grado di contenere almeno 8.800 m³ con un franco minimo di almeno 30 cm per un tirante massimo di 1.20 m; il fosso alla estremità est continuerà verso nord per una lunghezza di 110 m largo alla sommità 5 m potendo questo ulteriore tratto contenere almeno 420 m³ nelle medesime condizioni. Complessivamente si viene a creare un invaso di capacità totale almeno pari a 9.220 m³ che vanno a compensare la richiesta di volume stimata per la mitigazione idraulica.

Sono pertanto previste operazioni di scavo e risezionamento della fossatura centrale esistente mentre lato est sarà realizzata una nuova fossatura larga 5 m, le terre di scavo saranno dislocate all'interno del lotto modellato in maniera tale da facilitare e favorire lo scorrimento delle acque di ruscellamento verso l'asse del fosso centrale che fungerà da invaso e dorsale principale di drenaggio.

Si prevede di realizzare un dislivello altimetrico tra le linee perimetrali a nord e a sud rispetto all'asse della fossatura centrale di circa una ventina di centimetri, questo consentirà di agevolare lo scorrimento superficiale delle acque verso l'invaso in modo da avere una gestione confinata dal punto di vista idraulico, le sole acque di sgrondo del lotto verseranno all'invaso e nessun contributo idrico dal lotto uscirà verso le aree esterne se non esclusivamente dallo scarico controllato previsto a valle verso lo scolo Ramello.



A fronte di una superficie totale di progetto pari a 274.681 m² e con la realizzazione di un bacino di invaso di 8.345 m³ il volume specifico d'invaso si attesta a:

$$V_{\text{specifico}} = 9.220 / 274.681 = 335 \text{ m}^3/\text{ha}$$

Il volume specifico di invaso così individuato rispetta le prescrizioni consortili di offrire un volume di laminazione almeno pari a 300 m³/ha.

Sulla scorta delle indagini condotte in sito il punto di recapito finale presenta una quota di scorrimento di circa -2.05 m dal piano campagna, pertanto, tutte le linee potranno veicolare le portate a gravità.

REDATTO : F.P.	COMMESSA : I.G. 2023	REVISIONE : 01	Pagina 25 di 33
VERIFICATO : M.D.P.	FILE :	DATA : 05/08/2024	

	TITOLO : Indagine idrologica e idraulica	COMMITTENTE :  Ren Project
	ELABORATO : Relazione di compatibilità idraulica	

Lo scarico finale sarà regolato da un pozzetto di modulazione delle portate in grado di limitare la portata a valle e consentire l'attivazione dell'invaso a monte secondo la massima portata consentita allo scarico definita in 5 l/s/ha.

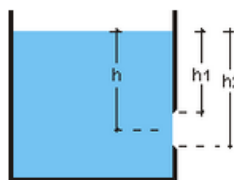
L'opera di controllo allo scarico modulerà gli efflussi per garantire la laminazione delle portate con invaso del sistema a monte e rilascio controllato a valle.

$$Q_{\max} = 5 \text{ l/s/ha} \cdot 27.4 \text{ ha} \cong 138 \text{ l/s}$$

Sarà quindi necessario introdurre un manufatto limitatore di portata a valle del sistema di invaso che nell'ipotesi di efflusso libero viene calcolato secondo la seguente:

$$Q = C_q \cdot A \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{C_q \cdot \pi \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h}}}$$



con $C_q = 0.61$, D =diametro condotta, Q =portata e h =battente a monte posto pari al massimo potenziale invaso di 125 cm nella situazione più critica di fosso quasi completamente pieno in modo da minimizzare il diametro del tubo in uscita nella situazione di massimo invaso. Si ottiene pertanto un foro di diametro di 250 mm.

Si opta ad ogni modo per una strozzatura DN200 mm, tale soluzione garantisce la laminazione e l'officiosità idraulica, in ogni caso rappresenta uno standard funzionale collaudato. Il pozzetto riceverà le acque del lotto e modulerà la portata attraverso un setto a stramazzo con foro DN200 mm al fondo. In caso di bacino pieno l'acqua stramazzerà sul setto di modulazione delle portate, lo scarico finale sarà una condotta DN800 mm di connessione al fosso di bonifica.

Per la visione di dettaglio dello schema funzionale del sistema di drenaggio e gestione delle acque meteoriche si rimanda alle Tavola 1 e 2 allegate alla presente. La disposizione delle linee pluviali è solamente indicativa, la sistemazione finale potrà essere anche rivista in base alle necessità e alla scelta dei dispositivi di raccolta che potranno anche essere diversi da quelli previsti in questa fase, che meglio potranno valutarsi nelle fasi esecutive del progetto.

Si propone, infine, una immagine dello schema funzionale del sistema di drenaggio e gestione delle acque meteoriche della parte terminale dell'impianto in prossimità dello scarico e del sistema di modulazione delle portate.

REDATTO : F.P.	COMMESSA : I.G. 2023	REVISIONE : 01	Pagina 26 di 33
VERIFICATO : M.D.P.	FILE :	DATA : 05/08/2024	

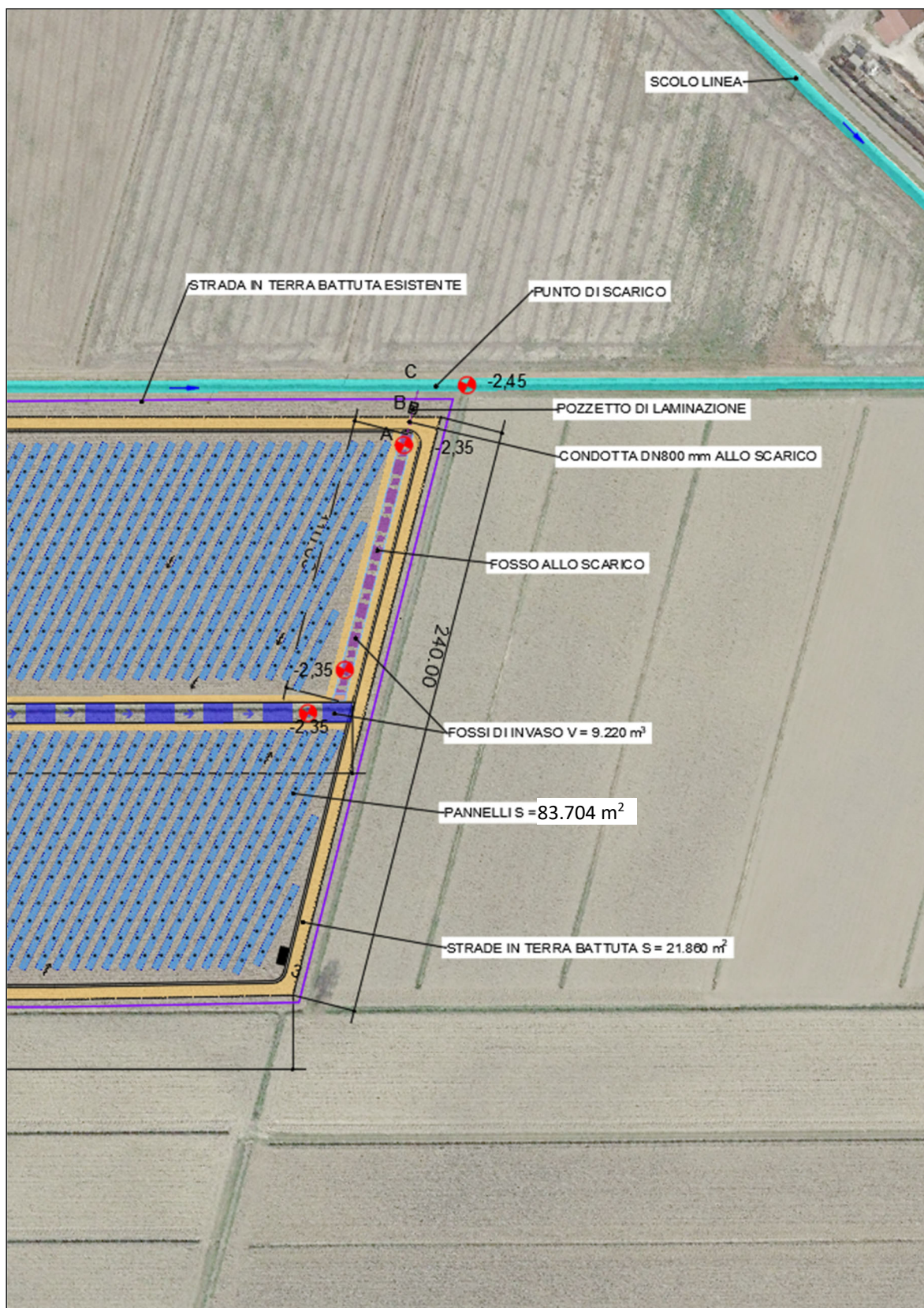




Figura 5.4: Planimetria con indicazione dei dispositivi di drenaggio e smaltimento acque meteoriche

REDATTO : F.P.	COMMESSA : I.G. 2023	REVISIONE : 01	Pagina 27 di 33
VERIFICATO : M.D.P.	FILE :	DATA : 05/08/2024	

	TITOLO : Indagine idrologica e idraulica	COMMITTENTE :  Ren Project
	ELABORATO : Relazione di compatibilità idraulica	

7 – COMPATIBILITÀ IDRAULICA AI SENSI DEL P.A.I. E P.G.R.A. VIGENTE

In tema di pianificazione territoriale, a livello di scala di bacino, i piani di settore di riferimento sono il Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) e il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (P.G.R.A.).

In particolare, ci si attiene alle indicazioni generali del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del Bacino idrografico del fiume Po, e più nello specifico alla vigente pianificazione al livello distrettuale del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (P.G.R.A.) del Distretto Padano (Fiume Po).

In tema di Piano di Assetto Idrogeologico e Piano di Gestione del Rischio Alluvionale il comune di Ariano nel Polesine ricade nel bacino idrografico del fiume Po. La giurisdizione in questo ambito è stata accorpata alla Autorità di bacino distrettuale del PO e l'area in questione si colloca nella parte nord del territorio comunale e risulta segnalata pericolosità idraulica nella cartografia di base.

Le aree perimetrate all'interno delle mappe del P.G.R.A. a seconda del grado di pericolosità, devono attenersi alle Disposizioni generali del Piano.

Il Piano ha valore di piano territoriale di settore ed è lo strumento conoscitivo, tecnico-operativo e normativo che:

- individua e perimetra le aree a pericolosità idraulica, le zone di attenzione, le aree fluviali, le aree a rischio, pianificando e programmando le azioni e le norme d'uso sulla base delle caratteristiche fisiche e ambientali del territorio interessato;
- coordina la disciplina prevista dagli altri strumenti della pianificazione di bacino presenti nel distretto idrografico del Fiume Po.



Il Piano persegue finalità prioritarie di incolumità e di riduzione delle conseguenze negative da fenomeni di pericolosità idraulica ed esercita la propria funzione per tutti gli ambiti territoriali che potrebbero essere affetti da fenomeni alluvionali anche con trasporto solido. Per il perseguimento delle finalità del Piano l'Autorità di bacino distrettuale può emanare direttive che individuano criteri e indirizzi per:

- a. la perimetrazione delle aree a pericolosità idraulica e delle aree a rischio;
- b. la progettazione e l'attuazione di interventi di difesa per i dissesti idraulici;
- c. l'attuazione delle norme e dei contenuti del Piano.

Le classi di pericolosità e di rischio costituiscono condizioni di riferimento per le attività di trasformazione e uso del territorio.

Le classi di rischio costituiscono altresì riferimento per la programmazione degli interventi di mitigazione strutturali o non strutturali e per i piani di emergenza di protezione civile.

REDATTO : F.P.	COMMESSA : I.G. 2023	REVISIONE : 01	Pagina 28 di 33
VERIFICATO : M.D.P.	FILE :	DATA : 05/08/2024	

	TITOLO : Indagine idrologica e idraulica	COMMITTENTE :  Ren Project
	ELABORATO : Relazione di compatibilità idraulica	

Le limitazioni e i vincoli posti dal Piano rispondono all'interesse generale di tutela degli ambiti territoriali considerati e di riduzione delle situazioni di rischio e pericolo, non hanno contenuto espropriativo e non comportano corresponsione di indennizzi.

Le previsioni contenute nei piani di assetto e uso del territorio si conformano alle disposizioni del presente Piano.

I Comuni territorialmente interessati attestano nel rilascio del certificato di destinazione urbanistica le eventuali classi di pericolosità e di rischio presenti.

Tutti gli interventi e le trasformazioni di natura urbanistica e edilizia devono essere tali da:

- migliorare o mantenere le condizioni esistenti di funzionalità idraulica, agevolare e comunque non impedire il normale deflusso delle acque;
- non aumentare le condizioni di pericolo dell'area interessata, nonché a valle o a monte della stessa;
- non ridurre complessivamente i volumi invasabili delle aree interessate tenendo conto dei principi dell'invarianza idraulica e favorire, laddove possibile, la creazione di nuove aree di libera esondazione;
- non pregiudicare la realizzazione o il completamento degli interventi di cui all'Allegato III del Piano.

I piani di emergenza di protezione civile devono tener conto delle aree classificate dal Piano ai fini dell'eventuale aggiornamento e dell'individuazione di specifiche procedure finalizzate alla gestione del rischio. Tutte le opere di mitigazione della pericolosità e del rischio devono prevedere il piano di manutenzione.



La zona di interesse, nello specifico, risulta perimetrata entro le fasce di pericolosità idraulica bassa, pertanto, risulta assoggettabile alle disposizioni del Piano.

Dal punto di vista strutturale l'ingombro edificatorio risulta insignificante, gli elementi oggetto di intervento non possono modificare in alcun modo eventuali dinamiche alluvionali, non costituiscono ostacolo, non occupano volumi tantomeno modificano planoaltimetricamente il lotto.

Allo stato di fatto si considera che gli interventi non possono provocare modificazioni di sorta a dinamiche idrauliche di scorrimento superficiale o di ostacolo o di ristagno e comunque si prefiggono un beneficio economico strutturale notevole per la comunità.

L'impianto in progetto non può in alcun modo modificare dinamiche alluvionali semmai dovessero verificarsi nei pressi dell'area di intervento e non aumenta il rischio per l'incolumità di persone in quanto non sono previste opere di alloggio o pernottamento, rimane un'area libera come nello stato di fatto.

REDATTO : F.P.	COMMESSA : I.G. 2023	REVISIONE : 01	Pagina 29 di 33
VERIFICATO : M.D.P.	FILE :	DATA : 05/08/2024	

	TITOLO : Indagine idrologica e idraulica	COMMITTENTE :  Ren Project
	ELABORATO : Relazione di compatibilità idraulica	



A valle delle indicazioni da normativa riportate si può affermare che l'intervento in oggetto non costituisce in alcun modo ostacolo al deflusso, non comporta una riduzione o una parzializzazione della capacità di invaso, da questo punto di vista sono previsti tutti gli interventi di mitigazione del caso, non concorre ad incrementare le condizioni di rischio, né in loco né in aree limitrofe.

Inoltre, l'intervento in essere:

- non pregiudica la possibilità di sistemazione idraulica definitiva dell'area;
- non produce effetti negativi nei sistemi geologico ed idrogeologico, assicurando l'assenza di interferenze negative con il regime delle falde freatiche presenti;
- garantisce il mantenimento della funzionalità ed operatività proprie della struttura in casi di evento alluvionale ;
- assicura il mantenimento delle condizioni di drenaggio superficiale dell'area e la sicurezza delle opere di difesa esistenti;
- non produce effetti né in termini di modifica di deflussi idrici né in termini di squilibrio degli attuali bilanci della risorsa idrica (prelievi e scarichi).

A valle dell'analisi riportata è possibile affermare che le nuove opere in progetto risultano idraulicamente compatibili con le norme che disciplinano gli interventi secondo gli strumenti normativi. L'intervento in oggetto risulta compatibile ai fini della presente analisi, non potrà comportare modifiche sostanziali alle dinamiche di scorrimento superficiale, tantomeno alle condizioni di drenaggio delle acque meteoriche in generale. Le modificazioni indotte dal progetto appaiono compatibili dal punto di vista idrologico e idraulico.

REDATTO : F.P.	COMMESSA : I.G. 2023	REVISIONE : 01	Pagina 30 di 33
VERIFICATO : M.D.P.	FILE :	DATA : 05/08/2024	

	TITOLO : Indagine idrologica e idraulica	COMMITTENTE :  Ren Project
	ELABORATO : Relazione di compatibilità idraulica	

8 – CONCLUSIONI



Sulla scorta delle analisi ed elaborazioni condotte, si riportano le conclusioni dedotte per ciascun tema trattato.

8.1 – AI SENSI DELLA D.G.R.V. 2948

- la relazione di valutazione di compatibilità idraulica e i relativi elaborati grafici progettuali sono stati redatti nel rispetto delle Linee Guida sulla Valutazione di Compatibilità Idraulica e nello specifico della vigente D.G.R.V. n. 2948/2009;
- trattandosi di un intervento che comporta la modificazione di una superficie di $1.000 < S < 10.000$ m² secondo D.G.R.V. n. 2948/2009 si ascrive tra gli interventi a “modesta impermeabilizzazione potenziale” e pertanto sono stati previsti interventi di mitigazione idraulica ad hoc con la necessità di acquisire il parere del Consorzio di Bonifica Veronese;
- il progetto risulta compatibile dal punto di vista idraulico e dovrà essere eseguito rispettando quanto indicato nella presente relazione di compatibilità idraulica in termini di:
 1. superfici permeabili, impermeabili e semipermeabili, in particolare nella sistemazione esterna prevista dagli interventi di progetto finale in fase esecutiva;
 2. volume di invaso da recuperare per l'invarianza idraulica così come definiti nella presente analisi sono stati calcolati in via cautelativa considerando un tempo di ritorno pari a 50 anni in riferimento alle prescrizioni della D.G.R.V. n. 2948/2009. È previsto di recuperare il volume di pioggia generato dall'intervento di progetto attraverso un bacino di invaso aperto. La disposizione planimetrica della linea di scarico suggerita è puramente indicativa, si potrà intervenire adottando scelte progettuali anche diverse, in ogni caso, al fine di ottenere l'invarianza idraulica, sarà necessario rispettare i volumi calcolati in questa analisi;
 3. portate di progetto da drenare secondo le prescrizioni indicate nella presente relazione di valutazione di compatibilità idraulica. Sono state calcolate in via cautelativa considerando un tempo di ritorno pari a 50 anni in riferimento alle prescrizioni della D.G.R.V. n. 2948/2009;

Alla luce delle indicazioni e prescrizioni riportate nel presente rapporto tecnico con la determinazione dei dispositivi di smaltimento delle acque meteoriche e invaso dei volumi d'acqua indotti dalla modificazione superficiale prodotta dall'intervento, al fine di garantire il principio di invarianza idraulica, in ossequio a tali disposizioni, si ritiene il progetto conforme alle indicazioni prescritte dalle normative vigenti in particolare della D.G.R.V. n. 2948/2009, nonché alle regolamentazioni disposte

REDATTO : F.P.	COMMESSA : I.G. 2023	REVISIONE : 01	Pagina 31 di 33
VERIFICATO : M.D.P.	FILE :	DATA : 05/08/2024	

	TITOLO : Indagine idrologica e idraulica	COMMITTENTE :  Ren Project
	ELABORATO : Relazione di compatibilità idraulica	

dalle normative comunali vigenti e alle soluzioni consentite dai diversi Consorzio di bonifica del territorio veneto.



8.2 – AI SENSI DEL P.A.I. E DEL VIGENTE P.G.R.A.

In relazione alle indicazioni e alle disposizioni del P.A.I., nonché alle recenti disposizioni dell'Autorità di bacino distrettuale del Po in riferimento al vigente P.G.R.A, si osserva che gli interventi proposti in progetto ricadono all'interno delle perimetrazioni delle fasce di pericolosità idraulica bassa, ad ogni modo si osserva che:

- mantengono le condizioni esistenti di funzionalità idraulica territoriale e non impediscono il deflusso delle piene, non ostacolano il normale deflusso delle acque sia in caso di esondazione fluviale sia in caso di scorrimento delle acque meteoriche;
- non aumentano le condizioni di pericolo a valle o a monte dell'area interessata;
- non riducono i volumi invasabili delle aree interessate inoltre sono previsti interventi di mitigazione idraulica all'uopo;
- non alterano in modo significativo il carico insediativo attuale;
- non costituiscono o inducono a formare vie preferenziali di veicolazione di portate solide o liquide;
- non comportano aggravii dal punto di vista del carico idraulico sulla rete di scolo esistente, non modificano l'attuale capacità d'invaso o di scorrimento superficiale delle acque meteoriche in quanto sono previste compensazioni idrauliche allo scopo e abbondantemente dimensionate;
- tengono conto dei principi generali e delle norme di attuazione del corrispondente Piano di Gestione del Rischio Alluvionale; si assevera la compatibilità dell'intervento non essendo direttamente perimetrato nelle fasce di pericolosità;

Alla luce delle indagini condotte e riportate nel presente rapporto tecnico, si ritiene il progetto conforme alle indicazioni e alle prescrizioni dettate dalle normative vigenti. La scrivente assevera la compatibilità idraulica dell'intervento che le modificazioni portate dal progetto non andranno in alcun modo a modificare eventuali dinamiche di allagamento dovute alle esondazioni dei corpi idrici circostanti o della rete minore, tantomeno quella indotta dallo scorrimento delle acque meteoriche.

REDATTO : F.P.	COMMESSA : I.G. 2023	REVISIONE : 01	Pagina 32 di 33
VERIFICATO : M.D.P.	FILE :	DATA : 05/08/2024	

	TITOLO : Indagine idrologica e idraulica	COMMITTENTE :  Ren Project
	ELABORATO : Relazione di compatibilità idraulica	

Limena, 05/08/2024

Marco Dal Prà - geologo



Redazione	Verifica	Approvazione
Francesco Pescarolo	Marco Dal Prà - geologo	Marco Dal Prà - geologo

Revisioni

Data	Revisione	Redazione	Verifica	Approvazione
02/02/2026	00	F.P.	M.D.P.	M.D.P.

Gruppo di lavoro

Nome e cognome	Ruolo	Professionalità
Marco Dal Prà	Responsabile di Commessa	Geologo senior
Francesco Pescarolo	Progettista idraulico	Ingegnere

REDATTO : F.P.	COMMESSA : I.G. 2023	REVISIONE : 01	Pagina 33 di 33
VERIFICATO : M.D.P.	FILE :	DATA : 05/08/2024	

SCHEDA DI SINTESI – RELAZIONE TECNICA DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA*redatta ai sensi D.G.R.V. n. 2948/2009 della Regione Veneto*

CARATTERISTICHE GENERALI DELL'INTERVENTO	
Committente:	Ren Project s.r.l. Via Altinate, 120 - 35121Padova (PD)
Tipo Intervento:	Progetto di un impianto agri-fotovoltaico
Descrizione:	L'intervento consiste nella realizzazione di un campo agri-fotovoltaico per un totale di potenza installata pari a 17.910,00 kWp
Ubicazione:	SR 495 – COMUNE DI ARIANO NEL POLESINE FOGLIO 8 MAPPALI 32 - 8 - 10 - 13 (Catasto terreni del Comune di Ariano nel Polesine)
CARATTERISTICHE TECNICHE SPECIFICHE DELL'INTERVENTO	
Superficie interessata:	274.681 m ²
Stato ante-operam:	terreno agricolo
Superficie modificata:	274.681 m ² considerato tutto il comparo di progetto
Stato di progetto:	83.704 m ² copertura impianto 21.860 m ² strade in terra battuta 169.117 m ² superfici libere coltivabili
Classe di intervento:	marcata impermeabilizzazione potenziale (S > 100.000 m ²)
ANALISI IDROLOGICA E CALCOLO DEI VOLUMI DI MITIGAZIONE IDRAULICA	
Zona Omogenea	Bacino Ariano Polesine – Zona 033
Tempo di ritorno Tr	50 anni
Coefficiente udometrico	5 l/s/ha
Coefficiente di deflusso	0.35
Volume specifico d'invaso	335 m ³ /ha a progetto / 300 m ³ /ha da calcolo
Volume d'invaso di calcolo	8.240 m ³
SOLUZIONE PROGETTUALE ADOTTATA	
Bacino di invaso	Bacino di invaso a cielo aperto profondità 150 cm Fosso a sezione trapezia largo 8 m lunghezza 1.185 m Fosso a sezione trapezia largo 5 m lunghezza 110 m V = 9.220 m ³ con tirante massimo 120 cm e franco 30 cm
Condotte maggiorate	Non considerate