

ISTANZA VIA
Presentata al
Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica
e al Ministero della Cultura
(Art. 23 del D. Lgs 152/2006 e ss. mm. ii
Art. 12 del D. Lgs. 387/03 e ss. mm. ii.)

PROGETTO

IMPIANTO AGRIVOLTAICO

POTENZA DI GENERAZIONE (DC) 58,905 MWp
POTENZA NOMINALE E IN IMMISSIONE (AC) 56,1 MW

Comune di Cavarzere (VE) -
Comune di Adria (RO)

RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA E SULL'INVARIANZA IDRAULICA

23-00178-IT-CVZ_CV-R09

PROPONENTE:

TEP RENEWABLES (CAVARZERE 4) SRL
Piazzale Giulio Douhet, 25 – 00143 – Roma (RM)
P. IVA e C.F. 17374271009 – REA RM – 1714161

PROGETTISTA:

ING. PIETRO VELLA
Iscritto all' Ordine degli Ingegneri della Provincia di Trapani al n. 585-A

ING. ERASMO VELLA
Iscritto all' Ordine degli Ingegneri della Provincia di Trapani al n. 1890-A

Data	Rev.	Tipo revisione	Redatto	Verificato	Approvato
12/2023	0	Prima Emissione	E. Vella/P. Vella	G. Giombini	F. Rapicavoli

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 58,905 MWp POTENZE IN IMMISSIONE (AC) 56,1 MW Comune di Cavarzere (VE) – Comune di Adria (RO)	Rev.	0
	23-00178-IT-CVZ_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA E SULL'INVARIANZA IDRAULICA	Pag.	2 di 45

INDICE

1	PREMESSA	4
2	DATI DI RIFERIMENTO	7
2.1	Rilievo topografico.....	7
2.1.1	<i>Modello digitale del terreno Regione Veneto.....</i>	<i>7</i>
2.1.2	<i>Rilievo topografico</i>	<i>7</i>
2.1.3	<i>Modello digitale del terreno e della superficie - MATTM.....</i>	<i>7</i>
2.2	Normativa e fonti di riferimento	8
3	DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO.....	9
3.1	Localizzazione impianto	9
3.1.1	<i>Inquadramento catastale</i>	<i>10</i>
3.1.2	<i>Inquadramento urbanistico</i>	<i>10</i>
4	DESCRIZIONE DELLO OPERE IN PROGETTO	11
4.1	Criteri di progettazione.....	11
4.2	Disponibilità di connessione	11
4.3	Layout di impianto	11
4.4	Descrizione delle componenti dell'impianto	13
4.5	Connessione alla RTN	13
5	INQUADRAMENTO TERRITORIALE	16
5.1	Inquadramento climatico.....	16
5.2	Inquadramento geomorfologico e idrografico	17
5.3	Inquadramento geologico e geotecnico	19
5.4	Reticolo idrografico locale	22
6	CARATTERIZZAZIONE IDROLOGICA.....	26
6.1	Scelta del tempo di ritorno.....	26
6.2	Stima delle precipitazioni	27
7	VALUTAZIONE DEL COEFFICIENTE DI DEFLUSSO	30
8	PROGETTO DELLE OPERE DI REGIMENTAZIONE IDRAULICA.....	33
8.1	DATI GENERALI IMPIANTO.....	33
8.2	OPERE IDRAULICHE	33
9	MODELLO AFFLUSSI DEFLUSSI.....	38
10	VERIFICA DELLE PORTATE DI PROGETTO.....	40
11	INVARIANZA IDRAULICA	42
12	MISURE IDRAULICHE DI MITIGAZIONE.....	43
13	CONCLUSIONI	45

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 58,905 MWp POTENZE IN IMMISSIONE (AC) 56,1 MW Comune di Cavarzere (VE) – Comune di Adria (RO)	Rev.	0
	23-00178-IT-CVZ_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA E SULL'INVARIANZA IDRAULICA	Pag.	3 di 45

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 58,905 MWp POTENZE IN IMMISSIONE (AC) 56,1 MW Comune di Cavarzere (VE) – Comune di Adria (RO)	Rev.	0
	23-00178-IT-CVZ_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA E SULL'INVARIANZA IDRAULICA	Pag.	4 di 45

1 PREMESSA

TEP Renewables (CAVARZERE 4) S.r.l. è una società italiana del Gruppo TEP Renewables. Il gruppo, con sede legale in Gran Bretagna, ha uffici operativi in Italia, Cipro e USA. Le attività principali del gruppo sono lo sviluppo, la progettazione e la realizzazione di impianti di medie e grandi dimensioni per la produzione di energia da fonti rinnovabili in Europa e nelle Americhe, operando in proprio e su mandato di investitori istituzionali.

Il progetto in questione, che prevede la realizzazione di un impianto solare fotovoltaico da realizzare in **regime agro-fotovoltaico** nei comuni di Cavarzere (VE) e Adria (RO) di potenza pari a 58,905 MWp su un'area di circa 66,5 ha recintati. Il progetto nel suo complesso ha contenuti economico-sociali importanti e tutti i potenziali impatti sono stati sottoposti a mitigazione.

L'agro-fotovoltaico prevede l'integrazione della tecnologia fotovoltaica nell'attività agricola permettendo di produrre energia e al contempo di continuare la coltivazione delle colture agricole o l'allevamento di animali sui terreni interessati.

L'idea di combinare la produzione di energia con l'agricoltura fu concepita inizialmente da Adolf Goetzberger e Armin Zastrow, due fisici tedeschi, nel 1981. Lo sviluppo della tecnologia agrofotovoltaico negli ultimi tempi anni è stato molto dinamico.

Oggi consiste nell'applicazione fotovoltaica prevalente in quasi tutte le regioni del mondo. La capacità installata ha aumentato esponenzialmente, da circa 5 megawatt di picco (MWp) nel 2012 ad almeno 2,8 gigawatt di picco (GWp) nel 2020. Ciò è stato possibile grazie ai programmi di finanziamento del governo in Giappone (dal 2013), Cina (circa 2014), Francia (dal 2017), gli Stati Uniti (dal 2018) e, più recentemente, la Corea.

La realizzazione di impianti agro-fotovoltaici è una forma di convivenza particolarmente interessante per la decarbonizzazione del sistema energetico e necessaria per il raggiungimento degli obiettivi sul fotovoltaico al 2030 e rappresenta anche una opportunità per la sostenibilità del sistema agricolo e la redditività a lungo termine di piccole e medie aziende del settore.

È stato stimato che per raggiungere i nuovi obiettivi al 2030 occorrerà prevedere un utilizzo di superficie agricola tra 30.000-40.000 ettari, un valore inferiore allo 0,5% della Superficie Agricola Totale.

Dunque, per ottenere questi risultati, è necessario costruire connessioni tra le diverse filiere della green economy, ridisegnando gli attuali modelli produttivi, in coerenza con gli obiettivi economici, ambientali e sociali del Green Deal: l'integrazione fra produzione di energia rinnovabile e produzione agricola è un elemento qualificante per la decarbonizzazione del settore agricolo, energetico e dei territori.

Attraverso il PNRR – Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza approvato ad aprile 2021 dal Parlamento, il Governo Italiano ha provveduto ad illustrare alla commissione europea in che modo intende investire i fondi che arriveranno nell'ambito del programma Next generation Eu.

Oltre a specificare quali progetti desidera realizzare grazie ai fondi comunitari, il PNRR specifica in che modo tali risorse verranno gestite.

Il PNRR si articola su 3 assi principali:

1. digitalizzazione e innovazione,
2. transizione ecologica,
3. inclusione sociale.

Gli assi si raccordano con 6 missioni:

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 58,905 MWp POTENZE IN IMMISSIONE (AC) 56,1 MW Comune di Cavarzere (VE) – Comune di Adria (RO)	Rev.	0
	23-00178-IT-CVZ_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA E SULL'INVARIANZA IDRAULICA	Pag.	5 di 45

- digitalizzazione, innovazione, competitività, cultura e turismo;
- rivoluzione verde e transizione ecologica;
- infrastrutture per una mobilità sostenibile;
- istruzione e ricerca;
- coesione e inclusione;
- salute.

L'asse della transizione ecologica è uno dei pilastri del progetto Next Generation EU e costituisce una direttrice imprescindibile dello sviluppo futuro.

La seconda Missione, denominata **Rivoluzione Verde e Transizione Ecologica**, si occupa dei grandi temi dell'agricoltura sostenibile, dell'economia circolare, della transizione energetica, della mobilità sostenibile, dell'efficienza energetica degli edifici, delle risorse idriche e dell'inquinamento, al fine di migliorare la sostenibilità del sistema economico e assicura una transizione equa e inclusiva verso una società a impatto ambientale pari a zero.

Per raggiungere la progressiva decarbonizzazione, sono previsti interventi per incrementare significativamente l'utilizzo di fonti di energia rinnovabili, attraverso investimenti diretti e la semplificazione delle procedure di autorizzazione per le rinnovabili, la promozione dell'agri-voltaico e del biometano.

Circa 5 miliardi saranno stanziati per l'agricoltura ed economia circolare, 15 miliardi per la tutela dei territori e delle risorse idriche, altri 15 miliardi per l'efficienza energetica degli edifici e circa 24 miliardi per la transizione energetica e la mobilità sostenibile.

Al fine di garantire il rispetto dei target europei ed una transizione verso la decarbonizzazione bisogna incrementare l'uso delle rinnovabili.

Per raggiungere tale scopo bisogna accelerare lo sviluppo di: comunità energetiche e sistemi distribuiti di piccola taglia, impianti utility-scale (attraverso una semplificazione della burocrazia), sviluppo del biometano e soluzioni innovative e offshore.

È all'interno di tali obiettivi sia nell'ambito nazionale che europeo che si va ad inserire il progetto in esame.

Potrà inoltre essere un'occasione di valorizzazione energetica dei terreni abbandonati, marginali o non idonei alla produzione agricola che, in assenza di specifici interventi, sono destinati al totale abbandono oppure, come nel caso in esame, essere una reale opportunità di mantenere produttivi i terreni idonei alla coltivazione o, meglio, incrementarne la fertilità, comunque di garantire il proseguo o l'avvio di un'attività agricola/di allevamento o di miglioramento della biodiversità.

La presente relazione descrive gli interventi per la raccolta e gestione delle acque meteoriche delle superfici interne all'impianto fotovoltaico e mostra sia i criteri utilizzati che le risultanze dei dimensionamenti delle principali opere previste in questa fase di progetto definitivo. Il sistema di fossi di guardia ed attraversamenti previsti in progetto e degli opportuni sistemi di recapito rispetta l'equilibrio idrogeologico preesistente. Le scelte progettuali sono state condotte in modo tale da avere opere ad "impatto zero" sull'esistente reticolo idrografico, recapitando le acque superficiali convogliate dai fossi di guardia presso gli impluvi ed i solchi di erosione naturali.

L'obiettivo che si vuole raggiungere è quello di intercettare e allontanare tempestivamente le acque di scorrimento superficiale all'interno del parco fotovoltaico, al fine di garantire la vita utile delle opere civili, riducendo le operazioni di manutenzione al minimo indispensabile.

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 58,905 MWp POTENZE IN IMMISSIONE (AC) 56,1 MW Comune di Cavarzere (VE) – Comune di Adria (RO)	Rev.	0
	23-00178-IT-CVZ_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA E SULL'INVARIANZA IDRAULICA	Pag.	6 di 45

La presente relazione affronta quindi lo studio idrologico ed idraulico delle aree scolanti interessate dalle opere del progetto fotovoltaico con **valutazioni in merito alle possibili variazioni ante-operam – post-operam**, analizzando quindi il possibile impatto del progetto da un punto di vista idrologico (valutazione invarianza idraulica, delle variazioni del coefficiente di deflusso e modifiche al deflusso naturale delle acque meteoriche) e da un punto di vista idraulico (valutazione delle variazioni degli apporti durante eventi intensi al ricettore finale).

Tale studio è svolto secondo le Norme Tecniche di Attuazione del Piano d'Assetto Idrogeologico redatto dall'Autorità di Bacino della Regione Veneto, ed è costituito da:

- valutazione della durata dell'evento pluviometrico di progetto di durata pari al tempo critico del bacino idrografico oggetto di studio (tempo di corrivazione e ietogramma di progetto);
- determinazione delle portate di riferimento e dimensionamento del sistema di collettamento delle stesse.

Nel seguito si è proceduto al dimensionamento del sistema di gestione acque meteoriche dell'area impianto, basato sullo studio della direzione di deflusso principale delle acque ante-operam e dei principali punti di scarico al "ricettore".

La rete esistente è descrivibile come l'unione di:

1. percorsi principali di drenaggio episodici naturali senza spesso solchi ben definiti;
2. rete agricola presente ogniqualvolta avviene una coltivazione;
3. rete stradale antropica che a volte crea deviazioni di deflusso.

Al fine di assicurare l'invarianza idrologica e idraulica del sito in oggetto, si prevede la realizzazione di fossi con inserimento di trincee drenanti al loro interno.

Per maggiori approfondimenti relativi alla planimetria gestione acque meteoriche interne e degli interventi di regimazione idraulica delle aree di progetto nel nuovo impianto fotovoltaico si rimanda all'elaborato "PLANIMETRIA DI DRENAGGIO ACQUE METEORICHE".

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 58,905 MWp POTENZE IN IMMISSIONE (AC) 56,1 MW Comune di Cavarzere (VE) – Comune di Adria (RO)	Rev.	0
	23-00178-IT-CVZ_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA E SULL'INVARIANZA IDRAULICA	Pag.	7 di 45

2 DATI DI RIFERIMENTO

2.1 Rilievo topografico

La campagna investigativa topografica ha interessato tutta l'area di progetto in modo completo e dettagliato.

Dapprima sono stati ottenuti i modelli digitali del terreno e della superficie dalla Regione Veneto. In seguito a completamento dell'indagine e per verifica dei dati in possesso è stato condotto un rilievo topografico eseguito con GPS.

2.1.1 *Modello digitale del terreno Regione Veneto*

Attraverso la fonte ufficiale Regione Veneto è stato ottenuto il modello digitale del terreno con una risoluzione spaziale 5x5 metri di tutta l'area di progetto.

2.1.2 *Rilievo topografico*

Nell'estate 2023 è stato condotto un rilievo fotogrammetrico con Drone per l'acquisizione dei seguenti prodotti

1. Ortomosaico: la generazione di un ortomosaico per ciascuna area operativa con GSD (ground sampling distance) di 1,31 cm/pixel.
2. DSM: Modello digitale della superficie con risoluzione spaziale inferiore al 0,5 metri.
3. DTM: Modello digitale del terreno con risoluzione spaziale inferiore al 0,5 metri.

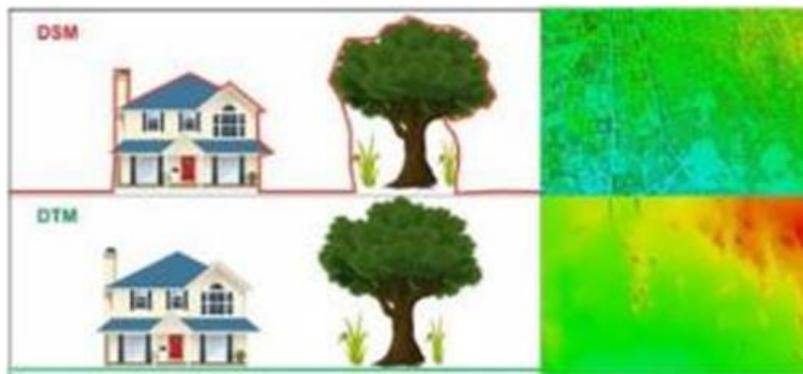


Figura 2.1: Tipologico esemplificativo raffigurante i prodotti fotogrammetrici

2.1.3 *Modello digitale del terreno e della superficie - MATTM*

Il LIDAR è un sensore Laser, che rileva la distanza relativa tra il target e il sensore, in abbinamento con una piattaforma IMU (GPS+INS) che permette la georeferenziazione 3D dei suddetti punti.

Scansionando la superficie, viene creata una nuvola di punti che discriminano i punti relativi al terreno (DTM) e quelli relativi agli "oggetti" presenti sul terreno (DSM).

Misurando la coltre vegetativa, penetrando fino al suolo, si ottengono informazioni sul terreno e sulle quote, con un'accuratezza centimetrica. I prodotti ottenuti dai rilievi LIDAR forniscono le informazioni fondamentali per rappresentare puntualmente la morfologia delle Costituiscono quindi un supporto basilare per le attività di modellazione idraulica, per la perimetrazione delle aree di potenziale

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 58,905 MWp POTENZE IN IMMISSIONE (AC) 56,1 MW Comune di Cavarzere (VE) – Comune di Adria (RO)	Rev.	0
	23-00178-IT-CVZ_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA E SULL'INVARIANZA IDRAULICA	Pag.	8 di 45

esondazione dei principali corsi d'acqua, e per la modellazione idrologica e di individuazione delle aree maggiormente esposte a pericolo in caso di eventi alluvionali.

La densità dei punti del rilievo è superiore a 1,5 punti per mq, se ne deduce che l'applicazione di detti rilievi per la difesa del suolo è molteplice. Il DTM presenta un'accuratezza altimetrica corrispondente a +/- 1s (scarto quadratico medio), corrispondendo ad un errore inferiore ± 15 cm. Mentre l'accuratezza planimetrica è di 2s cioè l'errore deve essere contenuto entro ± 30 cm.

Nell'ambito del PST (Piano Straordinario di Telerilevamento) il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, nel periodo 2008 – 2009 ha effettuato una campagna di ricognizioni aeree con sensori LIDAR su determinate zone del territorio nazionale (aste fluviali, fascia costiera, zone con particolari criticità o esplicitamente richieste da Regioni o Province). aree di pericolosità idrogeologica.

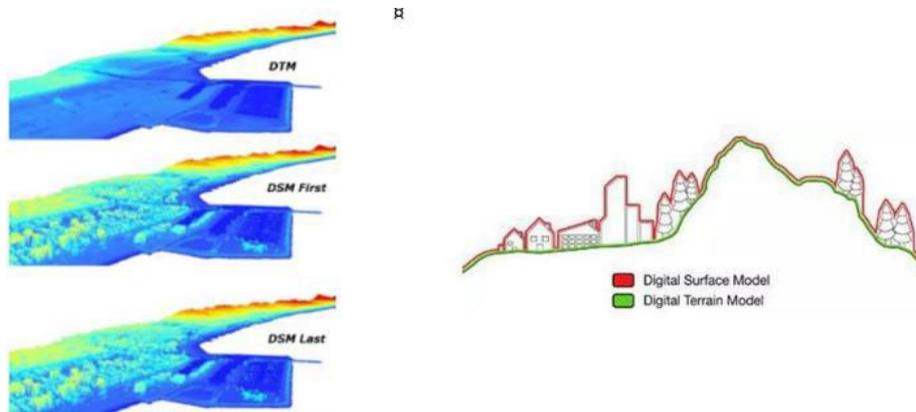


Figura 2.2: Tipologico esemplificativo raffigurante i prodotti Lidar

Su richiesta al MATTM sono stati ottenuti i prodotti sopradescritti per l'area di progetto.

2.2 Normativa e fonti di riferimento

I seguenti documenti sono stato utilizzati come principali riferimenti per lo studio:

- D.Lgs 152/06 e smi;
- Direttiva Comunitaria 2007/60/CE – Valutazione e gestione del rischio di alluvioni/ D.Lgs. 49/2010;
- ARPA Agenzia Reg. le per la Prevenzione e Protezione Ambiente Veneto;
- Direttiva Comunitaria 2007/60/CE – Valutazione e gestione del rischio di alluvioni/ D.Lgs. 49/2010;
- Regione Veneto, sezione ambiente;
- Piano stralcio per il rischio idrogeologico;
- Compatibilità Idraulica ai sensi dell'All. A D.G.R. 2948 DEL 06/10/2009;
- D.G.R. n.1322 del 10.05.2006;
- Consorzio di Bonifica Adige Po;
- La sistemazione dei bacini idrografici, Vito Ferro, McGraw – Hill editore;
- Open Channel Hydraulics, Chow – McGraw – Hill editore;
- Spate Irrigation - FAO – HR Wallinford;
- Urban Drainage Design Manual” pubblicato da FHWA (Federal highway administration-US Department of transportation).

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 58,905 MWp POTENZE IN IMMISSIONE (AC) 56,1 MW Comune di Cavarzere (VE) – Comune di Adria (RO)	Rev.	0
	23-00178-IT-CVZ_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA E SULL'INVARIANZA IDRAULICA	Pag.	9 di 45

3 DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO

3.1 Localizzazione impianto

L'area di intervento è situata nei territori comunali di Cavarzere (VE) e di Adria (RO).

L'area deputata all'installazione degli impianti fotovoltaici è adiacente alla SP30 e alla SR516. L'area in oggetto risulta essere adatta allo scopo avendo una buona esposizione ed essendo raggiungibile ed accessibile attraverso le vie di comunicazione esistenti.

Le coordinate del sito sede dell'impianto sono:

- Latitudine 45° 6'29.19"N;
- Longitudine 11°42'14.07"E
- L'altitudine media del sito è di 1 m. s.l.m.

In Figura 3.1 si riporta la localizzazione dell'intervento di progetto.

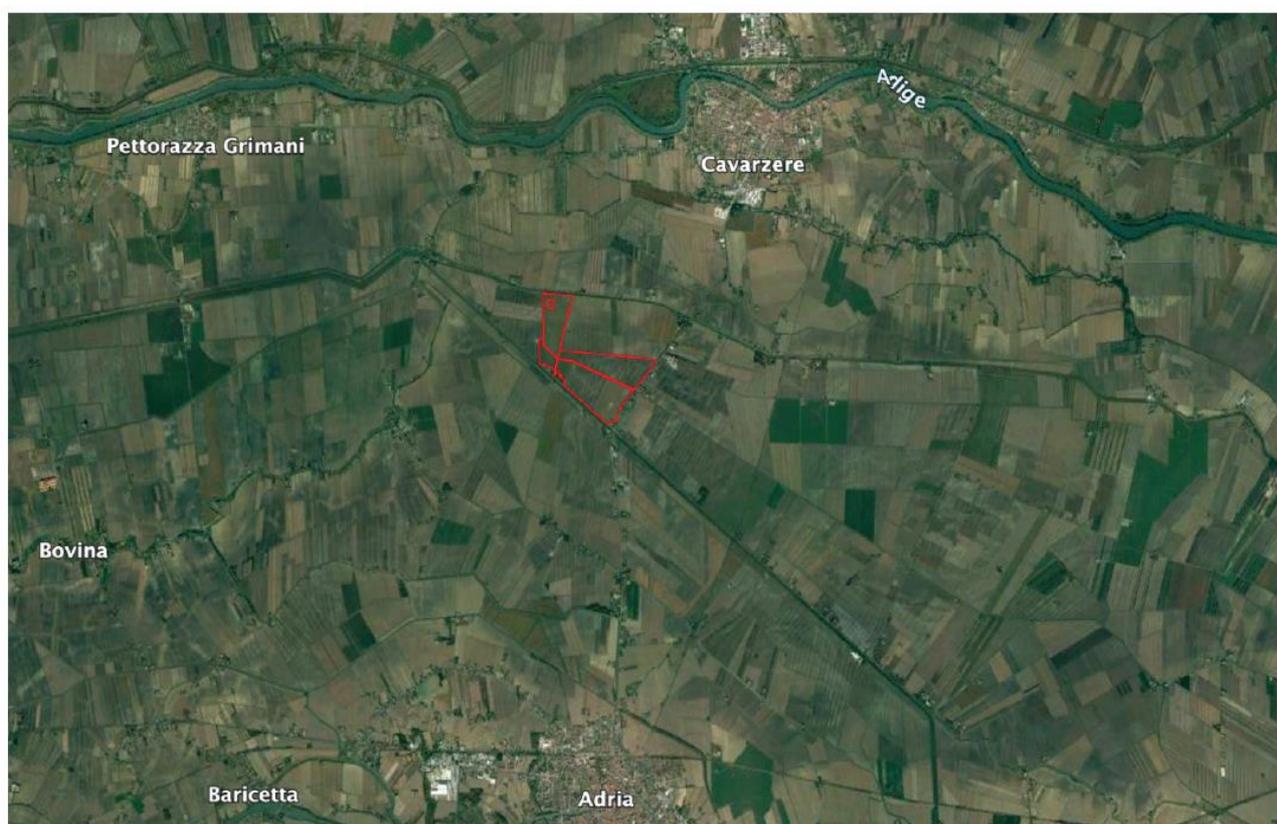


Figure 3.1 Localizzazione dell'area di intervento

Il sito risulta idoneo alla realizzazione dell'impianto avendo una buona esposizione ed essendo ben raggiungibile ed accessibile attraverso le vie di comunicazione esistenti.

La rete stradale che interessa l'area di intervento è costituita da:

- Strada Provinciale 30 (SP30) che si estende a sud, nelle immediate vicinanze dell'area impianto;

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 58,905 MWp POTENZE IN IMMISSIONE (AC) 56,1 MW Comune di Cavarzere (VE) – Comune di Adria (RO)	Rev.	0
	23-00178-IT-CVZ_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA E SULL'INVARIANZA IDRAULICA	Pag.	10 di 45

- Strada REGIONALE 516 (SR516) che si estende a est, nelle immediate vicinanze dell'area impianto;
- Strade di viabilità locale.

Le aree scelte per l'installazione dell'impianto agrivoltaico sono interamente contenute all'interno di terreni di proprietà privata; per tali aree TEP Renewables ha stipulato con i proprietari un contratto preliminare di diritto di superfici e servitù come riportato nel Piano particellare e disponibilità "23-00178-IT-CVZ_PG-R05".

Il sito risulta essere adatta allo scopo presentando una buona esposizione ed e accessibile attraverso le vie di comunicazione esistenti.

Attraverso la valutazione delle ombre si è cercato minimizzare e ove possibile eliminare l'effetto di ombreggiamento, così da garantire una perdita pressoché nulla del rendimento annuo in termini di produttività dell'impianto fotovoltaico in oggetto.

3.1.1 Inquadramento catastale

In riferimento al Catasto Terreni, l'impianto occupa le aree indicate nella tabella seguente:

COMUNE	FOGLIO	PARTICELLA
Comune di Cavarzere (VE)	87	15, 33, 43, 46
Comune di Cavarzere (VE)	88	89
Comune di Adria (RO)	11	17, 22, 24, 25, 77, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 107, 122, 123, 124, 125, 126, 132,

Per il dettaglio si rimanda all'elaborato d'Inquadramento catastale impianto "Rif. 23-00178-ITCVZ_PG-T07".

3.1.2 Inquadramento urbanistico

Lo Studio di Inserimento Urbanistico (SIU) è stato redatto analizzando il rapporto del progetto in esame con gli strumenti normativi e di pianificazione vigenti, riportati in dettaglio all'interno dell'elab. "23-00178-IT-CVZ_SA-R01" a cui si rimanda per i dettagli.

Dall'analisi si evince che le opere di progetto sono classificate dall'attuale strumento urbanistico generale all'interno della Zona E – agricola, Sottozone E2.

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 58,905 MWp POTENZE IN IMMISSIONE (AC) 56,1 MW Comune di Cavarzere (VE) – Comune di Adria (RO)	Rev.	0
	23-00178-IT-CVZ_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA E SULL'INVARIANZA IDRAULICA	Pag.	11 di 45

4 DESCRIZIONE DELLO OPERE IN PROGETTO

4.1 Criteri di progettazione

I criteri con cui è stata redatta la progettazione definitiva dell'impianto fotovoltaico fanno riferimento sostanzialmente a:

- rispetto delle normative pianificazione territoriale;
- scelta preliminare della tipologia impiantistica, ovvero impianto fotovoltaico a terra tipo tracker con tecnologia moduli bifacciali
- ottimizzazione dell'efficienza di captazione energetica realizzata mediante orientamento dinamico dei pannelli;
- disponibilità delle aree, morfologia ed accessibilità del sito acquisita sia mediante sopralluoghi che rilievo topografico di dettaglio.

Oltre a queste assunzioni preliminari si è proceduto tenendo conto di:

- rispetto delle leggi e delle normative di buona tecnica vigenti;
- soddisfazione dei requisiti di performance di impianto;
- conseguimento delle massime economie di gestione e di manutenzione degli impianti progettati;
- ottimizzazione del rapporto costi/benefici;
- impiego di materiali componenti di elevata qualità, efficienza, lunga durata e facilmente reperibili sul mercato;
- riduzione delle perdite energetiche connesse al funzionamento dell'impianto, al fine di
- massimizzare la quantità di energia elettrica immessa in rete.

4.2 Disponibilità di connessione

La soluzione tecnica minima generale (STMG) di connessione prevede che l'impianto venga collegato in antenna a 36 kV su un futuro ampliamento della Stazione Elettrica (SE) della RTN a 380/132 kV denominata "Adria Sud".

4.3 Layout di impianto

Il layout d'impianto è stato sviluppato secondo le seguenti linee guida:

- rispetto dei confini dei siti disponibili;
- posizione delle strutture di sostegno con geometria a matrice in modo da ridurre i tempi di esecuzione;
- disposizione dei moduli fotovoltaici sulle strutture di sostegno in 2 file verticali;
- interfila tra le schiere calcolate al fine di evitare fenomeni di ombreggiamento;
- zona di rispetto per l'ombreggiamento dovuto ai locali tecnici;
- zona di rispetto per l'ombreggiamento dovuto ostacoli esistenti;
- zona di rispetto al reticolo idrografico e i vincoli all'interno delle fasce di rispetto.
- zona di rispetto agli elettrodotti.

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 58,905 MWp POTENZE IN IMMISSIONE (AC) 56,1 MW Comune di Cavarzere (VE) – Comune di Adria (RO)	Rev.	0
	23-00178-IT-CVZ_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA E SULL'INVARIANZA IDRAULICA	Pag.	12 di 45



-  Recinzione in progetto
-  Viabilità interna
-  Viabilità esistente
-  Fascia di mitigazione esterna
-  Ingresso impianto FV
-  n. 1875 TRACKER (24x2 MODULI)
modulo Jinko Solar da 625W pitch 9.00 m
-  n.177 TRACKER (12x2 MODULI)
modulo Jinko Solar da 625W pitch 9.00 m
-  Cabina di raccolta 21 x 6 m
-  n. 21 Power station
-  Cabine e uffici servizio personale
-  Cabina magazzino 12,2 x 4,9

Figure 4.1 Layout di impianto

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 58,905 MWp POTENZE IN IMMISSIONE (AC) 56,1 MW Comune di Cavarzere (VE) – Comune di Adria (RO)	Rev.	0
	23-00178-IT-CVZ_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA E SULL'INVARIANZA IDRAULICA	Pag.	13 di 45

4.4 Descrizione delle componenti dell'impianto

L'impianto fotovoltaico avrà una potenza in DC di 15,48 kW (in condizioni standard 1000W/m²).

L'impianto è così costituito:

- n.1 cabina di consegna posizionata all'interno dell'area impianto. All'interno della cabina saranno presenti, oltre al trasformatore di servizio da 160kVA 36.000/400V, le apparecchiature di protezione dei rami radiali verso tutte le PS, e gli apparati SCADA e telecontrollo, ed il Controllore Centrale dell'Impianto, così come previsto nella variante 2 della norma CEI 0-16 (V2 del 06/2021) allegato T. (cabina "0" nelle tavole grafiche).
- n. 187 inverter di stringa da 330 kVA (SUN2000-330KTL-H1) con 6 ingressi. La tensione di uscita a 800Vac ed un isolamento a 1.500Vdc consente di far lavorare l'impianto con tensioni più alte e di conseguenza con correnti AC più basse e, quindi, ridurre le cadute di tensione ma, soprattutto, la dispersione di energia sui cavi dovuta all'effetto joule.
- n. 94248 moduli fotovoltaici installati su apposite strutture metalliche (tracker) con il sostegno fondato su pali infissi nel terreno;
- n. 2052 tracker monoassiali.

L'impianto è completato da:

- tutte le infrastrutture tecniche necessarie alla conversione DC/AC della potenza generata dall'impianto e dalla sua consegna alla rete di distribuzione nazionale;
- opere accessorie, quali: impianti di illuminazione, videosorveglianza, monitoraggio, cancelli e recinzioni.

L'impianto sarà essere in grado di alimentare dalla rete tutti i carichi rilevanti (ad es: quadri di alimentazione, illuminazione, rete di trasmissione dati, ecc.).

Inoltre, in mancanza di alimentazione dalla rete, tutti i carichi elettrici indispensabili e privilegiati verranno alimentati da un generatore temporaneo di emergenza, che si ipotizza possa essere rappresentato da un generatore diesel.

I manufatti destinati a contenere le power station, gli uffici e il magazzino saranno del tipo container prefabbricati o strutture prefabbricate in cemento precompresso.

Per i dati tecnici di maggior dettaglio si rimanda all'elaborato specifico: "23-00178-IT-CVZ_PG-R01_RELAZIONE DESCRITTIVA GENERALE DI PROGETTO".

4.5 Connessione alla RTN

L'impianto sarà connesso alla Stazione Elettrica della RTN e saranno rispettate le seguenti condizioni (CEI 0-16):

- il parallelo non deve causare perturbazioni alla continuità e qualità del servizio della rete pubblica per preservare il livello del servizio per gli altri utenti connessi;
- l'impianto di produzione non deve connettersi o la connessione in regime di parallelo deve interrompersi immediatamente ed automaticamente in assenza di alimentazione della rete di distribuzione o qualora i valori di tensione e frequenza della rete stessa non siano entro i valori consentiti;
- l'impianto di produzione non deve connettersi o la connessione in regime di parallelo deve interrompersi immediatamente ed automaticamente se il valore di squilibrio della potenza

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 58,905 MWp POTENZE IN IMMISSIONE (AC) 56,1 MW Comune di Cavarzere (VE) – Comune di Adria (RO)	Rev.	0
	23-00178-IT-CVZ_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA E SULL'INVARIANZA IDRAULICA	Pag.	14 di 45

generata da impianti trifase realizzati con generatori monofase non sia compreso entro il valor massimo consentito per gli allacciamenti monofase.

Ciò al fine di evitare che (CEI 0-16):

- in caso di mancanza di tensione in rete, l'utente attivo connesso possa alimentare la rete stessa;
- in caso di guasto sulla linea AT, la rete stessa possa essere alimentata dall'impianto fotovoltaico ad essa connesso,
- in caso di richiusura automatica o manuale di interruttori della rete di distribuzione, il generatore fotovoltaico possa trovarsi in discordanza di fase con la tensione di rete, con possibile danneggiamento del generatore stesso.

L'impianto sarà inoltre provvisto dei sistemi di regolazione e controllo necessari per il rispetto dei parametri elettrici secondo quanto previsto nel regolamento di esercizio, da sottoscrivere con il gestore della rete alla messa in esercizio dell'impianto.

Di seguito il percorso che dal campo FV arriva alla SE ADRIA SUD 380/132 kV. La linea di connessione percorrerà in prevalenza la pubblica via.

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 58,905 MWp POTENZE IN IMMISSIONE (AC) 56,1 MW Comune di Cavarzere (VE) – Comune di Adria (RO)	Rev.	0
	23-00178-IT-CVZ_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA E SULL'INVARIANZA IDRAULICA	Pag.	15 di 45



Figure 4.2 Collegamento alla SE ADRIA SUD

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 58,905 MWp POTENZE IN IMMISSIONE (AC) 56,1 MW Comune di Cavarzere (VE) – Comune di Adria (RO)	Rev.	0
	23-00178-IT-CVZ_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA E SULL'INVARIANZA IDRAULICA	Pag.	16 di 45

5 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'area di studio è, come anticipato nei paragrafi precedenti, quella del sito dove verrà realizzato l'impianto fotovoltaico.

Ai fini dell'inquadramento geografico l'area di interesse ricade nella porzione sud del territorio comunale di Cavarzere.

L'area ricade nel comprensorio del Consorzio Bonifica Adige Po.

5.1 Inquadramento climatico

Il clima del Veneto, pur rientrando nella tipologia mediterranea, presenta proprie peculiarità, dovute principalmente al fatto di trovarsi in una posizione climatica di transizione e quindi di subire varie influenze tra le quali: l'azione mitigatrice dell'Adriatico, l'effetto orografico delle Alpi e la continentalità dell'area centro-europea.

L'analisi delle temperature in questo studio è stata condotta considerando che i dati disponibili nel sito ARPAV si riferiscono alle stazioni attive dal 1994 e forniscono dati delle minime, medie e massime giornaliere, espresso in gradi centigradi (°C) calcolati a partire dai dati rilevati automaticamente ogni 15 minuti.

La media delle temperature medie e massime giornaliere, nel 2017, evidenzia quasi ovunque sulla regione, valori prossimi o di poco superiori alla media degli anni precedenti. Nel complesso, le zone nelle quali le temperature si sono scostate maggiormente dai valori di riferimento sono la parte occidentale della provincia di Belluno, la zona settentrionale della provincia di Verona e la zona occidentale della provincia di Rovigo. La media delle temperature minime giornaliere sulla regione, nel 2017 è stata prossima ai valori medi di riferimento.

La temperatura minima assoluta che ha interessato l'area in esame è risultata intorno ai -1 (-3) C° nell'anno 2020.

La temperatura massima assoluta che ha interessato l'area in esame è risultata intorno ai 36-37 C° nell'anno 2020.

La precipitazione cumulata nell'anno e nei mesi dell'anno costituisce una variabile meteorologica e climatologica basilare, necessaria per l'analisi dei processi idrologici ed idraulici e per le valutazioni relative alla disponibilità delle risorse idriche.

I dati di precipitazione annuale sono la somma, espressa in millimetri, delle rilevazioni della pioggia caduta, o dell'equivalente in acqua di neve caduta, effettuate dai pluviometri nel corso dell'anno. Sul veneto sono operativi 160 pluviometri automatici in telemisura che acquisiscono un dato di precipitazione ogni 5 minuti.

Per ottenere informazioni di sintesi, i dati pluviometrici mensili puntuali sono stati interpolati utilizzando la tecnica del "ordinary kriging", stimando successivamente i m3 di precipitazione caduti su superfici di 1 km2 aggregate successivamente per bacino idrografico e per l'intero territorio regionale ed infine ritrasformando il dato da m3 a mm.

I riferimenti statistici sono relativi agli anni del periodo 1993-2017 di funzionamento della rete di rilevamento con copertura dell'intero territorio regionale. Nel corso del 2017 la precipitazione media risulta pari a 932 mm mentre la precipitazione media del periodo 1993-2016 è di 1.104 mm.

Dall'analisi della carta delle differenze di precipitazione annua rispetto alla media del 1993-2017 si evince che le precipitazioni sono state quasi ovunque inferiori ai valori storici, soprattutto nella zona centro occidentale della regione, dove sono caduti oltre 300 mm di pioggia in meno rispetto alla

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 58,905 MWp POTENZE IN IMMISSIONE (AC) 56,1 MW Comune di Cavarzere (VE) – Comune di Adria (RO)	Rev.	0
	23-00178-IT-CVZ_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA E SULL'INVARIANZA IDRAULICA	Pag.	17 di 45

media. Solo nel basso polesine e su parte del Cadore le piogge sono state di poco superiori alla norma (+ 5%).

Nel 2020 nell'area di studio, all'interno della quale è prevista l'installazione del campo fotovoltaico, si registra un valore di precipitazione cumulata intorno a 600-700 mm.

Nel 2020 nell'area di studio si rileva un valore di precipitazione massima giornaliera di ca. 40-50 mm.

Nell'arco del 2020 nell'area di studio i giorni asciutti registrati sono ca. 280-300.

5.2 Inquadramento geomorfologico e idrografico

I terreni oggetto di studio in scala regionale si trovano nella Pianura Padana, una depressione tettonica formatasi fra le Alpi e gli Appennini quando tali catene montuose si sollevarono ed emersero dal mare in seguito a fenomeni orogenetici, e successivamente colmata da depositi di materiali sciolti di origine marina e fluvio-deltizia.

Dal punto di vista geologico – strutturale il bacino dell'attuale Pianura Padana tuttora subsidente, era compreso nel più ampio Bacino Padano – Adriatico, che corrisponde alla zona di subsidenza sin-orogenica e post-orogenica compresa tra le zone di sollevamento dell'Appennino e delle Alpi; strutturalmente è stato identificato a partire dal Trias come avanfossa delle catene montuose delle Alpi e degli Appennini originatasi dalla progressiva subduzione della placca Africana verso quella Europea con probabile subduzione della interposta micro-placca padano – adriatica soggetta ad un doppio fenomeno di compressione, al di sotto delle coltri appenniniche e sud alpine.

Nel sottosuolo si rinvengono alternanze di strati sabbiosi, talora ghiaiosi, permeabili con strati limoso – argillosi poco permeabili o impermeabili variamente ondulati. Tali depositi presentano spessori variabili con massimi e minimi distribuiti secondo l'andamento delle aree rilevate e depresse che ammantavano e coltavano durante la deposizione.

Il tetto del substrato roccioso, identificante il margine settentrionale sepolto della catena Appenninica, si incontra a partire dal piano campagna, a profondità variabili fra poco meno di 200 m e più di 2000 m. Esso appartiene alle formazioni di età Pre-Pliocenica ed è caratterizzato, dal punto di vista tettonico, da una fitta serie di anticlinali, faglie inverse e ricoprimenti con assi allungati secondo la direzione WNW-ESE.

Nel territorio di indagine i litotipi più recenti sono rappresentati da accumuli detritici disordinati e caotici in quello che era un golfo marino in subsidenza. Le rocce più antiche costituiscono una parte sepolta dell'Appennino; in particolare, l'area oggetto di studio insiste su una serie di pieghe anticlinali associate a faglie. Infatti, è noto attraverso le prospezioni del sottosuolo per ricerche di idrocarburi che l'arco delle pieghe ferraresi – romagnole, ora sepolte dalla coltre alluvionale, sono l'elemento strutturale più esterno dell'Appennino settentrionale. Lungo gli allineamenti tettonici, lo spessore dei depositi quaternari subisce una notevole riduzione, sino a poche decine di metri (80/90 m). In termini generali ed in modo schematico possiamo individuare tre zone principali:

- "Zona delle pieghe pedeappenniniche", dal margine collinare alla Via Emilia, costituita da una successione di sinclinali ed anticlinali, con asse a vergenza appenninica, spesso fagliate e sovrascorse sul fianco Nord;
- "Zona della Sinclinale di Bologna-Bomporto-Reggio Emilia", dove i depositi quaternari raggiungono il loro massimo spessore per tutta la pianura Padana;

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 58,905 MWp POTENZE IN IMMISSIONE (AC) 56,1 MW Comune di Cavarzere (VE) – Comune di Adria (RO)	Rev.	0
	23-00178-IT-CVZ_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA E SULL'INVARIANZA IDRAULICA	Pag.	18 di 45

- "Zona della Dorsale Ferrarese", alto strutturale costituito da una serie di pieghe associate a faglie dove, talora, lo spessore del Quaternario si riduce a poche decine di metri. Questo andamento ad archi di pieghe del fronte sepolto dell'Appennino, di messa in posto sempre più recente, man mano si procede verso le aree più esterne e da correlarsi con il movimento di rotazione della catena in senso antiorario, che genera raccorciamenti cristallini di crescente intensità spostandosi dai settori occidentali a quelli orientali testimonianza del graduale colmamento del bacino.

Da quanto qui brevemente esposto, risulta che la Pianura Padana, ed in particolare la Bassa Padana, è un'area geologicamente assai giovane sede di un continuo ed abbondante apporto di materiali terrigeni, cioè sabbie, limi ed argille.

Il territorio in esame dal punto di vista litostratigrafico è caratterizzato da depositi di origine alluvionale, ascrivibili al contesto deposizionale di "Argine, canale e rotta fluviale", tale definizione paleogeografica deriva dalle caratteristiche tessiturali dei sedimenti meno profondi di origine Olocenica. Tali sedimenti sono la conseguenza della fase di accumulo detritico di tipo prevalentemente fluviale, contraddistinti da granulometrie eterogenee e da spessori notevolmente variabili sia verticalmente che arealmente.

Dal punto di vista geomorfologico nell'area Ferrarese sono riscontrabili diverse morfologie relitte attribuibili ad antichi apparati fluviali presenti nella zona la cui espressione odierna è rappresentata da paleoalvei, ovvero letti e argini fluviali non più attivi, conoidi di deiezione (ventagli di rotta) strutture legate alla rottura degli argini in occasione di eventi di piena e le "paleovalli", ovvero le aree interfluviali depresse dove la sedimentazione era legata alla decantazione delle acque che invadevano tali aree durante le esondazioni dei corsi d'acqua.

La deposizione di tipo fluviale, avvenuta in modo non uniforme, ha avuto come conseguenza diretta una estrema eterogeneità granulometrica dei sedimenti, sia in senso verticale che areale, per cui l'assetto stratigrafico della zona risulta abbastanza complesso.

In epoca olocenica e storica l'area oggetto di studio era interessata da una fitta rete idrografica i cui corsi d'acqua erano liberi di espandere le proprie acque di piena nelle zone circostanti: nelle sponde naturali dell'alveo e nelle aree immediatamente circostanti (aree di più alta energia idrodinamica) erano depositati i materiali più grossolani trasportati in sospensione, mentre i sedimenti più fini si distribuivano lontano, nelle aree situate tra un alveo e l'altro (acque di esondazione caratterizzate da bassa energia di trasporto).

Nel territorio in esame si possono quindi distinguere entro i primi 20 m di profondità tre ambienti morfologici - deposizionali principali:

1. Ambiente dei paleoalvei, caratterizzato dalla presenza di corpi sabbiosi inclusi in macro-strati di terreni fini. Tali corpi sabbiosi, talvolta affioranti, spesso sepolti, si sviluppano linearmente seguendo i corsi degli alvei fluviali attivi o estinti; generalmente sono sormontati da decimetri di fanghi di chiusura dei canali.
2. Ambiente dei bacini interfluviali, costituito dalle aree di sedimentazione delle frazioni più fini. Tale ambiente è caratterizzato dalla prevalenza di argille inorganiche, argille limose, limi argillosi laminati, argille organiche, con frequenti intercalazioni torbose.
3. Ambiente di transizione dalle zone di paleoalveo a quelle dei bacini inter-fluviali, caratterizzato da alternanze di materiali fini e lenti sabbiose. I depositi di epoca olocenica superficiali insistono su depositi sabbiosi di età fine- Pleistocene/primo- Olocene (ambienti di steppa-taiga glaciale di media pianura) diffusi con continuità in tutto il territorio comunale,

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 58,905 MWp POTENZE IN IMMISSIONE (AC) 56,1 MW Comune di Cavarzere (VE) – Comune di Adria (RO)	Rev.	0
	23-00178-IT-CVZ CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA E SULL'INVARIANZA IDRAULICA	Pag.	19 di 45

più superficiali a nord, dove il tetto delle sabbie glaciali si trova tra i 18 m e i 25 m di profondità, più approfonditi a sud, dove il tetto si spinge fino ad oltre 30 m.

Dal punto di vista geotecnico, le caratteristiche meccaniche degli strati di terreno più superficiali sono state studiate nel corso della campagna geognostica (sondaggi geognostici e prove penetrometriche statiche spinti fino a 10 m di profondità rispetto al piano campagna locale) effettuata nel sito interessato dall'impianto fotovoltaico.

Per gli ambiti di trasformazione appartenenti a strutture insediative attraversate o lambite da paleoalvei, la sequenza lito-stratigrafica rappresentativa della matrice è stata definita, a favore di sicurezza, escludendo gli elevati valori di resistenza registrati dalle prove localizzate all'interno del paleoalveo, in quanto poco rappresentativi del comportamento dell'intera area.

L'area oggetto di intervento si colloca nel Bacino interregionale Fissero – Tartaro – Canalbianco.

IL BACINO DEL FISSERO TARTARO CANALBIANCO

Il Bacino interregionale Fissero – Tartaro – Canalbianco – Po di Levante si estende nel territorio delle Regioni Lombardia e Veneto (province di Mantova, Verona e Rovigo più un comune della provincia di Venezia), sommariamente circoscritto dal corso del fiume Adige a nord e dal fiume Po a sud e ricompreso tra l'area di Mantova a ovest, ed il Mare Adriatico a est.

Il bacino ha un'estensione complessiva di circa 2885 km² (di cui approssimativamente il 10% nella Regione Lombardia e il 90% nella Regione del Veneto) e una popolazione di circa 466.000 abitanti (di cui circa 43.000 nella Regione Lombardia e circa 423.000 nella Regione del Veneto).

5.3 Inquadramento geologico e geotecnico

In un intorno significativo rispetto all'area interessata dall'impianto in oggetto è stato eseguito un rilievo geologico di superficie finalizzato alla individuazione dei caratteri litologici, geomorfologici e strutturali dei terreni presenti, supportato dalle indagini geognostiche effettuate nell'area in esame. I dati ricavati dai sondaggi effettuati unitamente ai dati bibliografici esistenti hanno consentito, di redigere una Carta Geologica in scala 1: 25.000 comprendente sia l'area interessata dall'impianto di fotovoltaico sia le aree attraversate dalla linea AT di collegamento dell'impianto alla RTN, e di definire i rapporti stratigrafico-strutturali intercorrenti tra le diverse formazioni affioranti.

Il rilevamento geologico di superficie, esteso ad un'area di circa 18 ettari, interessata dalle opere dell'impianto, cartografati alla scala 1/10.000, e l'elaborazione dei risultati scaturiti dalle indagini geognostiche effettuate sui luoghi di intervento ha portato al riconoscimento nell'area studiata, delle seguenti unità litostratigrafiche: di seguito si descrivono le caratteristiche litologiche, giaciture, strutturali e mineralogiche delle unità lito-geologiche rilevate in ciascuna sotto area, descritte dal livello litologico di copertura verso il basso, rappresentati nella colonna litostratigrafica di seguito allegata:

- Depositi di copertura eluviale/colluviale terrosa

In superficie è presente, con spessori modesti, una copertura di alterazione di aspetto terroso di origine agraria e/o detritico eluviale costituita da materiali a grana medio fina di natura limo sabbioso e argilla limosa. Lo spessore di questo strato di copertura, nell'intera area in esame, varia dell'ordine di 1,60- 1,80 m da p.c. presenta una consistenza media per fenomeni di essiccamento, tipico degli strati superficiali, con variazioni volumetriche a ciclo stagionale.

- Depositi Alluvioni fluviali e lacustri (Pleistocene- Olocene)

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 58,905 MWp POTENZE IN IMMISSIONE (AC) 56,1 MW Comune di Cavarzere (VE) – Comune di Adria (RO)	Rev.	0
	23-00178-IT-CVZ_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA E SULL'INVARIANZA IDRAULICA	Pag.	20 di 45

L'assetto geologico dell'area a livello provinciale è inserito presso l'UNITA' di CAVARZERE OLOCENE sup. (I millennio a.C. – Attuale) caratterizzata da depositi alluvionali costituiti da sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi di canale attivo, argine e rotta fluviale per spessori fino a 12 m. Passano lateralmente e verticalmente a depositi di piana inondabile e di bacino inter-fluviale (limi argillosi, argille limose e argille, talora organiche) per spessori fino a 4 m. Localmente sono sovrapposti a depositi di palude dulcicola. Questi terreni hanno un grado di consolidazione variabile e quindi proprietà geotecniche eterogenee.

Nello specifico, il litotipo rilevato dalle indagini geognostici eseguiti nell'area indagata, è costituito da argille limose, limi sabbiosi, argille organiche torbose e sabbie limose. Si fa presente la criticità geotecnica che sorge su questi ambienti morfologico deposizionali di bacino inter-fluviale, su cui ci ritroviamo, che producono cedimenti totali e differenziali di notevole entità e cedimenti di consolidazione molto differiti nel tempo.

Dal rapporto tra le resistenze (statica e laterale) misurate durante la fase d'acquisizione dati della prova penetrometrica statica con punta meccanica (CPTU), è possibile stimare la struttura litologica dei terreni attraversati tramite il rapporto delle due resistenze (di punta e laterale). In definitiva la disposizione stratigrafica superficiale è caratterizzata da:

- Argilla più o meno limosa con livelli di limo sabbioso argilloso con intercalazioni di argille organiche torbose: da piano campagna sino alla profondità investigata di circa 10.00 mt.

I terreni, direttamente interessati dall'impianto agrivoltaico, sono caratterizzati da affioramenti di depositi composte da argille limose e limi sabbiosi provenienti da sedimenti alluvionali depositatesi in ambiente di bassa energia idrodinamica prevalentemente coesivi pe i primi strati (come mostrano le prove CPTU svolte in situ).

Per la caratterizzazione geotecnica delle Unità Litotecniche riscontrate si è fatto ricorso, all'esperienza consolidata dello scrivente su morfologie e litologie analoghe ai terreni in oggetto e per avere preso visione di numerosi fronti di scavo e sezioni presenti nell'area di progetto comparati con i risultati acquisiti dalle prove penetrometriche statiche di tipo meccaniche (C.P.T.E.) in fit congiunto con le indagini di sismica passiva eseguite nell'area in studio, al fine di definire le caratteristiche litostratigrafiche e geotecniche del suolo di fondazione interessato dalle opere di progetto. Dall'elaborazione dei risultati scaturiti dalle indagini geognostiche effettuate sui luoghi e stato possibile ricostruire il profilo litostratigrafico e geotecnico del substrato (vedi colonna Litostratigrafica di seguito allegata) e quantificare le caratteristiche geo-meccaniche dei terreni attraversati suddividendoli ad intervalli a comportamento omogeneo per quanto riguarda la resistenza meccanica, per ogni intervallo vengono forniti i parametri geotecnici caratteristici ai sensi del D.M. del 17.01.2018, riferibili alla coesione, l'angolo di attrito interno ed al peso di volume, che il progettista dovrà tenere conto in sede di scelta di progetto:

Per ulteriori dettagli in merito si rimanda agli Studi specialistici "23-00178-IT-CVZ_RS-R05".

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 58,905 MWp POTENZE IN IMMISSIONE (AC) 56,1 MW Comune di Cavarzere (VE) – Comune di Adria (RO)	Rev.	0
	23-00178-IT-CVZ_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA E SULL'INVARIANZA IDRAULICA	Pag.	21 di 45

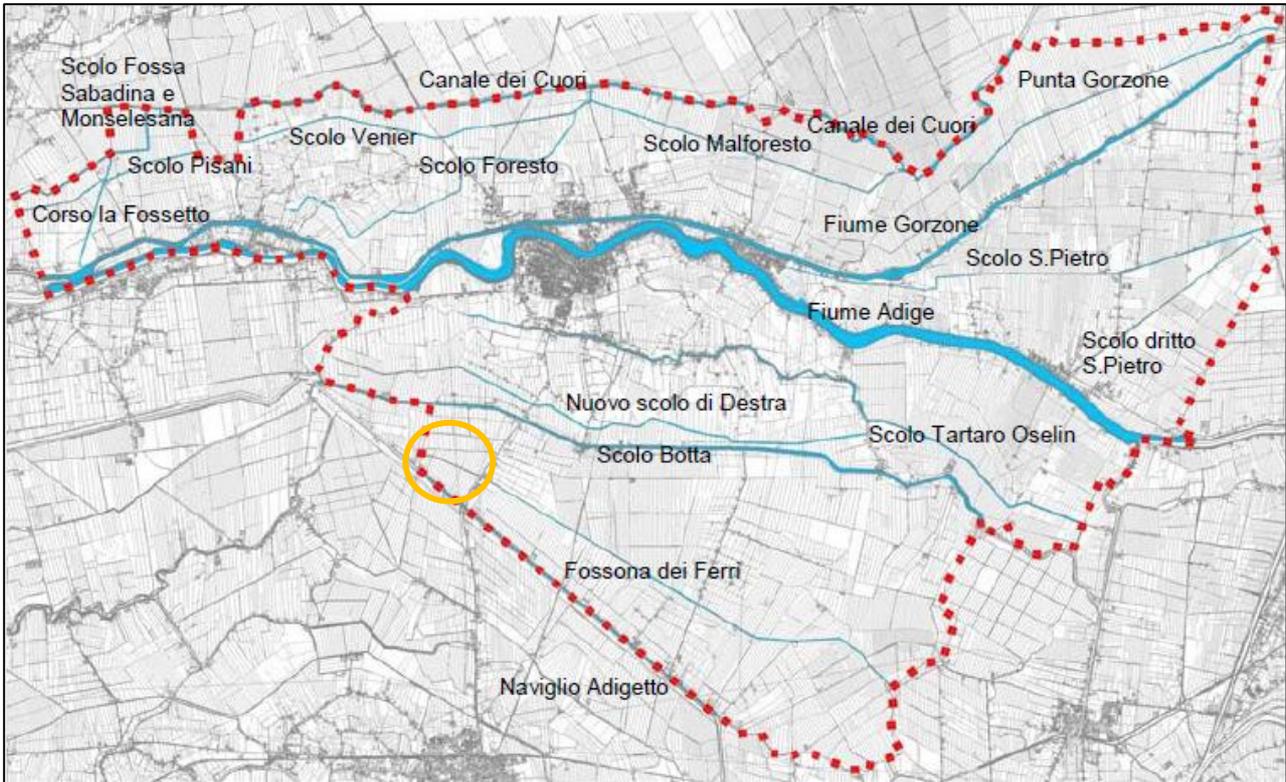


Figure 5.1 Rete idrografica del Comune di Cavarzere (fonte: QC Regione Veneto)

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 58,905 MWp POTENZE IN IMMISSIONE (AC) 56,1 MW Comune di Cavarzere (VE) – Comune di Adria (RO)	Rev.	0
	23-00178-IT-CVZ_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA E SULL'INVARIANZA IDRAULICA	Pag.	22 di 45

5.4 Reticolo idrografico locale

L'area in esame rientra nel Bacino idrografico Fissero-Tartaro-Canalbianco e si trova confinante con il Canale di bonifica il Botta.

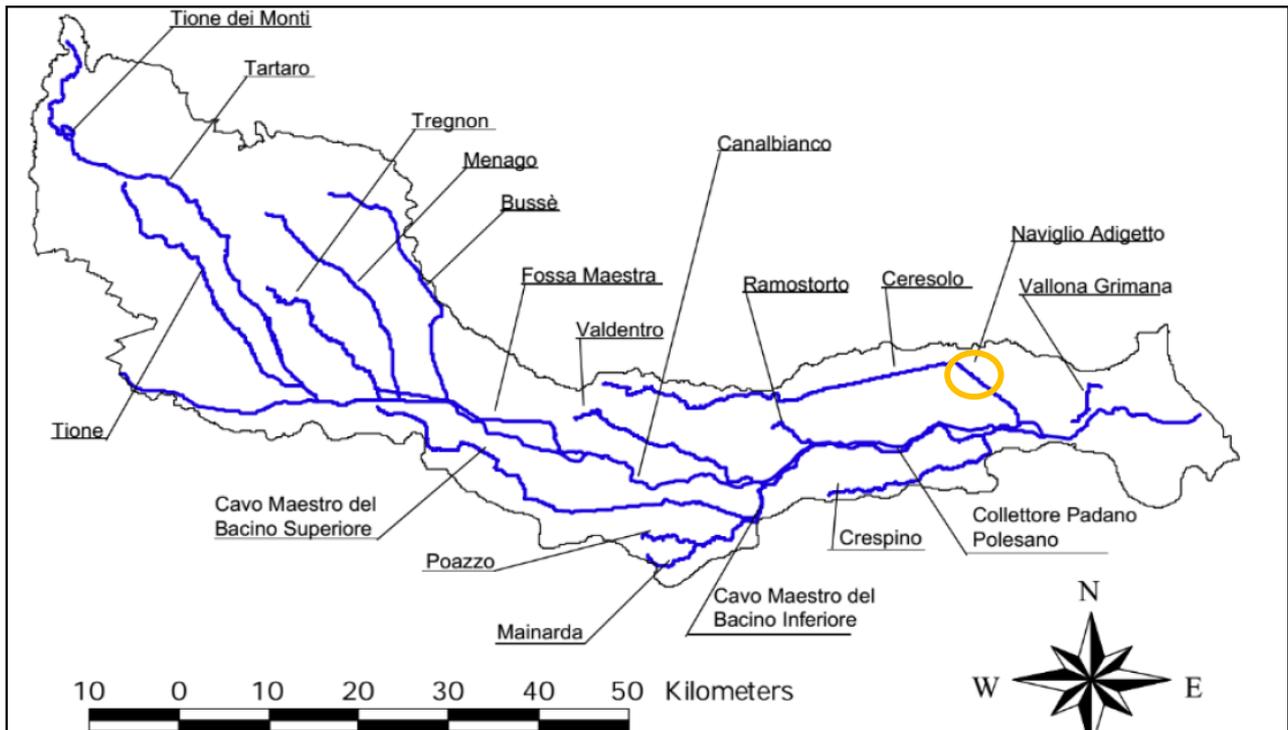


Figure 5.2 Bacino del Fissero Tartaro Canalbianco Po di Levante: i corsi d'acqua principali.

Il bacino interregionale Fissero Tartaro Canalbianco Po di Levante, circoscritto dal corso del fiume Adige a nord e dal fiume Po a sud e ricompreso tra l'area di Mantova a ovest, ed il Mare Adriatico a est, oggi confluito nel Bacino Distrettuale del fiume Po. Il bacino ha un'estensione complessiva di circa 2.885 km², interessato da cospicue opere artificiali di canalizzazione.

In Figura 5.3 è riportato lo stralcio della Carta della Pericolosità idraulica per inondazione del PAI del Bacino interregionale del Fissero Tartaro Canalbianco, dalla quale si evince che l'area non rientra in aree di pericolosità. Essendo però il territorio soggetto a bonifica con scolo meccanico il piano attribuisce all'area un grado di pericolosità moderata (Figura 5.4).

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 58,905 MWp POTENZE IN IMMISSIONE (AC) 56,1 MW Comune di Cavarzere (VE) – Comune di Adria (RO)	Rev.	0
	23-00178-IT-CVZ_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA E SULL'INVARIANZA IDRAULICA	Pag.	23 di 45

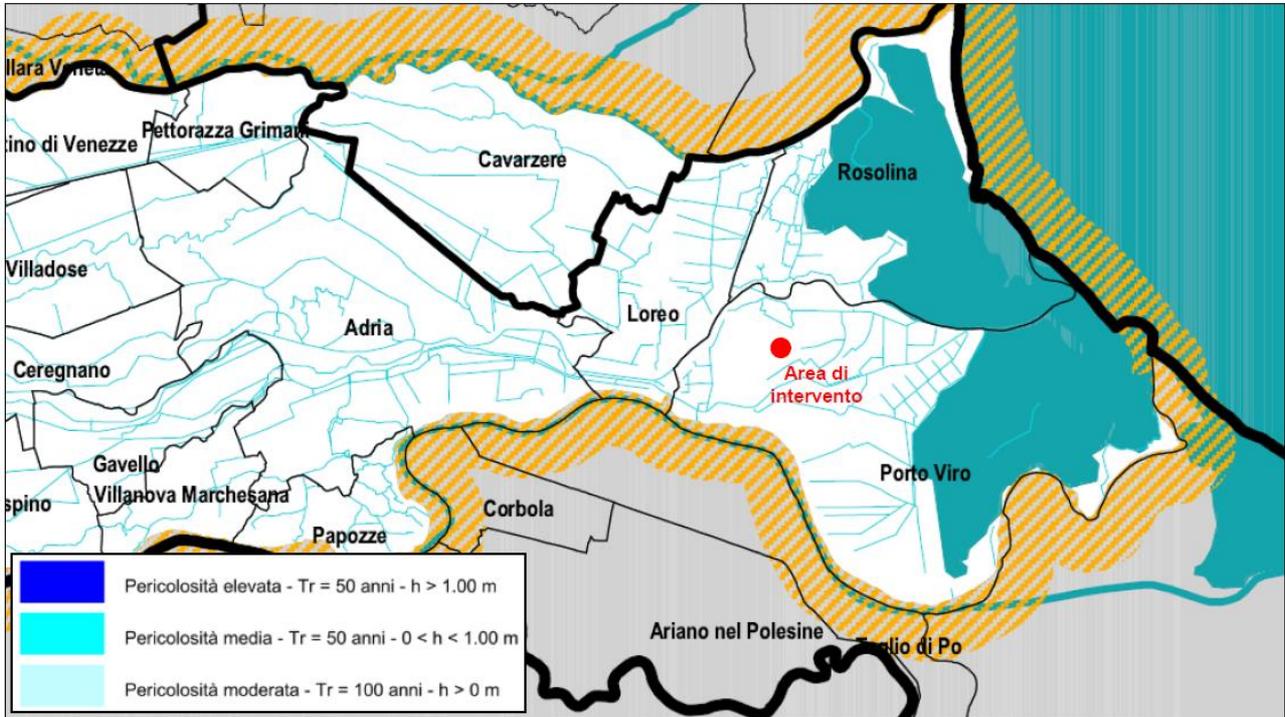


Figure 5.3 Carta della pericolosità idraulica per inondazione (Fonte: PAI del Bacino interreg. Fissero Tartaro Canalbianco).

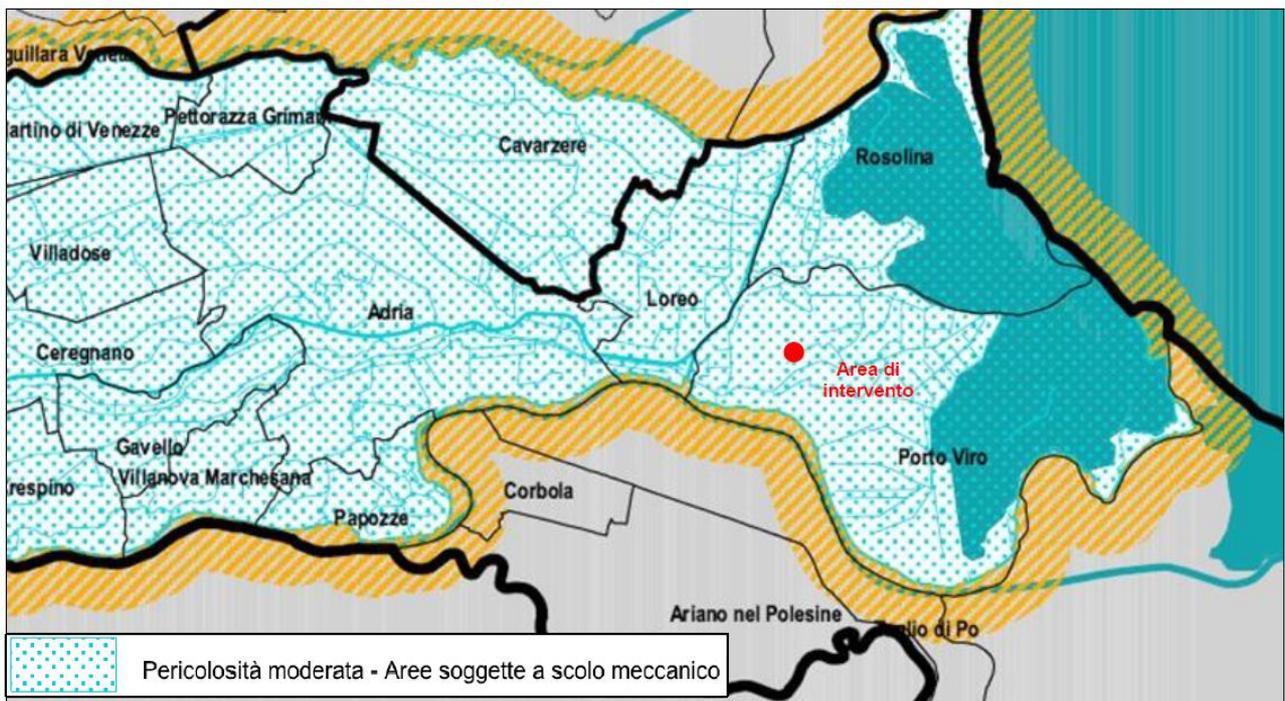


Figure 5.4 Carta delle aree soggette a scolo meccanico (Fonte: PAI del Bacino interreg. Fissero Tartaro Canalbianco).

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 58,905 MWp POTENZE IN IMMISSIONE (AC) 56,1 MW Comune di Cavarzere (VE) – Comune di Adria (RO)	Rev.	0
	23-00178-IT-CVZ_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA E SULL'INVARIANZA IDRAULICA	Pag.	24 di 45

La situazione idrogeologica è caratterizzata, in tutta l'area meridionale della Provincia di Venezia, da un sistema a più falde sovrapposte e in pressione, alloggiato nei materiali più permeabili (sabbie), separate da letti di materiali argillosi praticamente impermeabili.

Risulta inoltre presente una falda superficiale freatica, la cui superficie, regimata dalle idrovore, è posta ad una profondità dal piano campagna compresa tra 0,5 e 4 metri; tale falda, a differenza delle falde profonde, non è dotata di continuità idraulica ma è un insieme di piccole falde a bassa trasmissività, talora dotate di debole pressione (risalita nei pozzi di 0,5-1 metri).

Inoltre, dallo studio Idrogeologico della Provincia di Venezia si evince che il regime dell'acquifero è caratterizzato da un massimo estivo. In termini generali il deflusso nell'acquifero è orientato, negli strati più superficiali, verso la rete di drenaggio e le idrovore, mentre negli strati più profondi è dotata di bassissime velocità di deflusso.

Nel sottosuolo in studio si rinvencono alternanze di strati sabbiosi talora ghiaiosi permeabili con strati limoso – argillosi poco permeabili o impermeabili variamente ondulati.

I terreni superficiali generalmente presenti nella piana alluvionale possiedono generalmente un alto potere di ritenzione e scarse qualità drenanti, modeste permeabilità e porosità efficace. Nel caso di brevi e intense precipitazioni essi determinano, pertanto, elevato deflusso, ristagni e scarsa infiltrazione.

Inoltre, in sedimenti alluvionali a "granulometria fine" il livello piezometrico è soggetto a consistenti variazioni stagionali che possono divenire notevoli quando a periodi aridi si succedono altri di prolungata e intensa piovosità. In tale occasione, come verificato in precedenti osservazioni effettuate in queste aree, il livello dell'acqua può innalzarsi notevolmente. Non si escludono anche innalzamenti della frangia capillare e presenza di umidità sino nei pressi della superficie.

Dal punto di vista idrogeologico terreni di natura limo-argillosa presenti nel primo sottosuolo possiedono generalmente un alto potere di ritenzione e scarse qualità drenanti: modeste permeabilità e porosità efficace. Nel caso di brevi e intense precipitazioni essi determinano, vista la morfologia pianeggiante, copiosi ristagni superficiali ed allagamenti. Talora sono presenti livelli a maggiore contenuto sabbioso che conferiscono al terreno una certa eterogeneità.

Nei sedimenti a "granulometria fine" la estrema eterogeneità areale dei litotipi fa sì che l'acquifero, presente negli orizzonti più permeabili, sia soggetto a consistenti variazioni stagionali del livello freatico, che possono divenire notevoli nel caso in cui periodi aridi si alternino ad altri di intensa e prolungata piovosità.

I terreni del lotto in esame sono ascrivibili ad un deposito argilloso e/o argilloso limoso e limo sabbioso che si estende sino alla profondità investigata di circa 10.00 m. Si tratta di un materiale caratterizzato da una scarsa permeabilità che si traduce in una capacità di drenaggio modesta.

Acque sotterranee

Il terreno indagato è caratterizzato dalla presenza di una falda superficiale il cui tetto freatico, al momento dei rilievi, è stato individuato alla profondità di 4,40 m dal piano campagna.

In questa zona la ricarica delle falde freatiche contenute nell'acquifero principale avviene direttamente e indirettamente tramite le acque di precipitazione che cadono sui versanti argillosi e per scorrimento superficiale o ipodermico e arrivano ai limiti all'area alluvionale infiltrandosi nel sottosuolo.

L'intervento progettato verrà realizzato il più possibile in funzione della salvaguardia, della qualità e della tutela dell'ambiente mantenendo se non migliorando gli equilibri idro-geomorfologici attuali. Per quanto riguarda gli eventuali effetti sulla qualità dell'ambiente idrico, si sottolinea che la produzione di energia tramite installazioni solari si caratterizza per l'assenza di rilasci in corpi idrici

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 58,905 MWp POTENZE IN IMMISSIONE (AC) 56,1 MW Comune di Cavarzere (VE) – Comune di Adria (RO)	Rev.	0
	23-00178-IT-CVZ_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA E SULL'INVARIANZA IDRAULICA	Pag.	25 di 45

o nel suolo. L'unica interferenza dell'impianto con le acque superficiali consisterà in un attraversamento con il cavo interrato MT opportunamente impermeabilizzato.

Secondo il Progetto di Piano Stralcio per l'assetto idrogeologico dei bacini dei fiumi Isonzo, Tagliamento, Piave, Brenta-Bacchiglione il territorio del Comune di Cavarzere presenta in alcuni tratti del Fiume Gorzone Pericolosità idraulica due ossia pericolo di esondazione media. Inoltre, nel territorio comunale sono presenti alcune zone sondabili e a rischio di ristagno.

L'area in oggetto, interessata dall'impianto fotovoltaico, non presenta rischio idraulico.

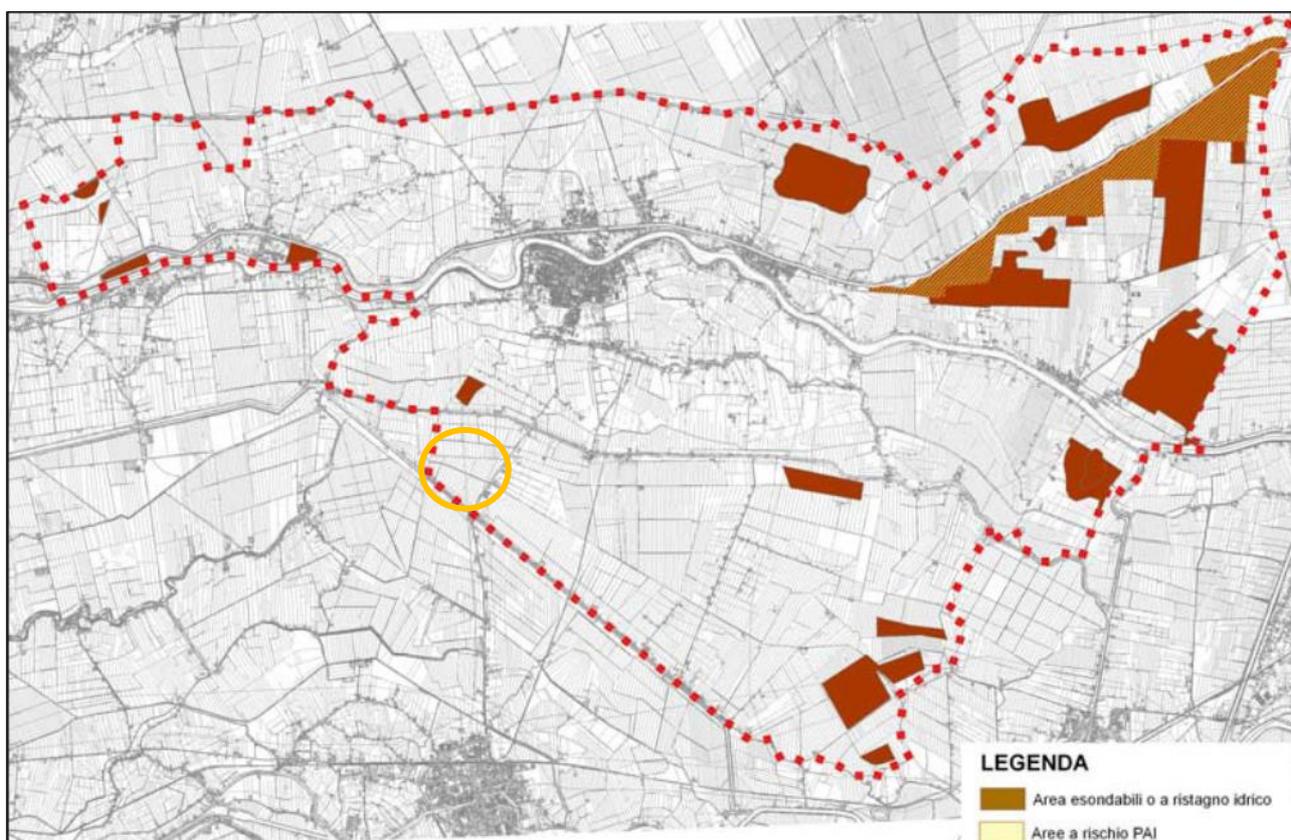


Figure 5.5 Stralcio Carta pericolosità idraulica PAI

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 58,905 MWp POTENZE IN IMMISSIONE (AC) 56,1 MW Comune di Cavarzere (VE) – Comune di Adria (RO)	Rev.	0
	23-00178-IT-CVZ_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA E SULL'INVARIANZA IDRAULICA	Pag.	26 di 45

6 CARATTERIZZAZIONE IDROLOGICA

In questo paragrafo si riportano le basi per il dimensionamento del sistema di drenaggio superficiale dell'area di intervento.

Lo studio idrologico-idraulico è stato articolato secondo i seguenti punti:

- Identificazione delle aree scolanti e del coefficiente di deflusso ottenuto mediante una media ponderata;
- Determinazione delle Linee Segnaletiche di Possibilità Pluviometriche (LSP) per tempi di ritorno pari a 2, 5, 10, 25, 50 e 100 anni;
- Costruzione dello ietogramma di progetto avente una durata superiore al tempo di corrivazione del bacino sotteso dall'invaso;
- Stima del processo di infiltrazione e determinazione dello ietogramma netto di progetto;
- Modello di trasformazione afflussi-deflussi - stima delle portate di progetto ante-operam e post operam.

6.1 Scelta del tempo di ritorno

L'evento di pioggia di progetto alla base dei calcoli idrologici e della simulazione/dimensionamento idraulico è scelto in base al concetto di tempo di ritorno.

Il periodo di ritorno di un evento, definito anche come "tempo di ritorno", è il tempo medio intercorrente tra il verificarsi di due eventi successivi di entità uguale o superiore ad un valore di assegnata intensità o, analogamente, è il tempo medio in cui un valore di intensità assegnata viene uguagliato o superato almeno una volta.

Oltre al concetto di tempo di ritorno vi è poi la probabilità che un evento con tempo di ritorno T si realizzi in N anni:

$$P = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^N$$

Il grafico riportato di seguito esprime il rischio di superare l'evento con tempo di ritorno T durante N anni.

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 58,905 MWp POTENZE IN IMMISSIONE (AC) 56,1 MW Comune di Cavarzere (VE) – Comune di Adria (RO)	Rev.	0
	23-00178-IT-CVZ_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA E SULL'INVARIANZA IDRAULICA	Pag.	27 di 45

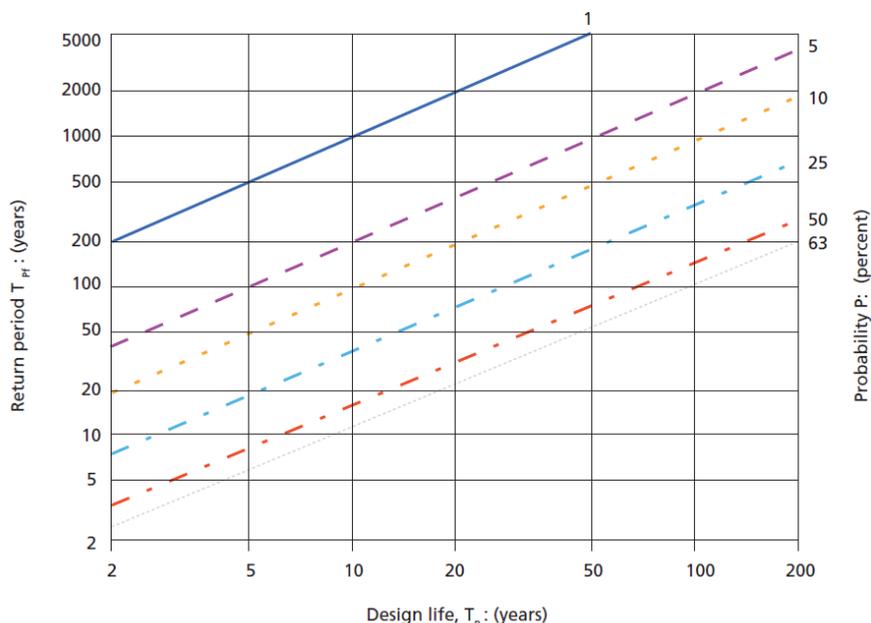


Figure 6.1 Probabilità che un evento con determinate Tempo di ritorno si verifichi in N anni.

La durata della vita utile dell'impianto fotovoltaico in oggetto è assunta pari a 25 anni, tuttavia come riportato nell'ALLEGATO A del D.G.R. n. 2948 del 6 ottobre 2009 della Regione Veneto, il tempo di ritorno cui fare riferimento per il rispetto dell'invarianza idraulica deve essere pari a 50 anni.

Sulla base di ciò, il tempo di ritorno per il calcolo della precipitazione di progetto è stato assunto pari a 50 anni.

6.2 Stima delle precipitazioni

La curva di possibilità pluviometrica fornisce la relazione tra l'altezza di precipitazione h e la durata dell'evento di pioggia t per un prefissato tempo di ritorno T_r , intendendo per tempo di ritorno quel periodo nel quale un determinato evento pluviometrico è mediamente uguagliato o superato.

L'espressione che definisce le curve di possibilità pluviometrica è del tipo:

$$h = a \cdot t^n$$

in cui l'altezza di precipitazione h è espressa in mm, il tempo di pioggia t è espresso in ore o minuti, mentre a ed n sono due parametri che devono essere ricavati dall'elaborazione dei dati di pioggia. L'espressione sopra riportata tuttavia, per meglio seguire l'andamento dei dati di pioggia, deve essere spezzata in più intervalli di tempo.

In alternativa è possibile utilizzare la curva a tre parametri, in questo caso l'espressione diventa la seguente:

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

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 58,905 MWp POTENZE IN IMMISSIONE (AC) 56,1 MW Comune di Cavarzere (VE) – Comune di Adria (RO)	Rev.	0
	23-00178-IT-CVZ_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA E SULL'INVARIANZA IDRAULICA	Pag.	28 di 45

dove a, b, c sono tre parametri ricavati dall'elaborazione dei dati di pioggia. I parametri delle curve di possibilità pluviometrica sono stati forniti dai Consorzi di Bonifica, e derivano da uno studio che ha eseguito la regionalizzazione dei dati di pioggia utilizzando tutti i pluviometri disponibili. Le zone omogenee ricavate sono le seguenti:

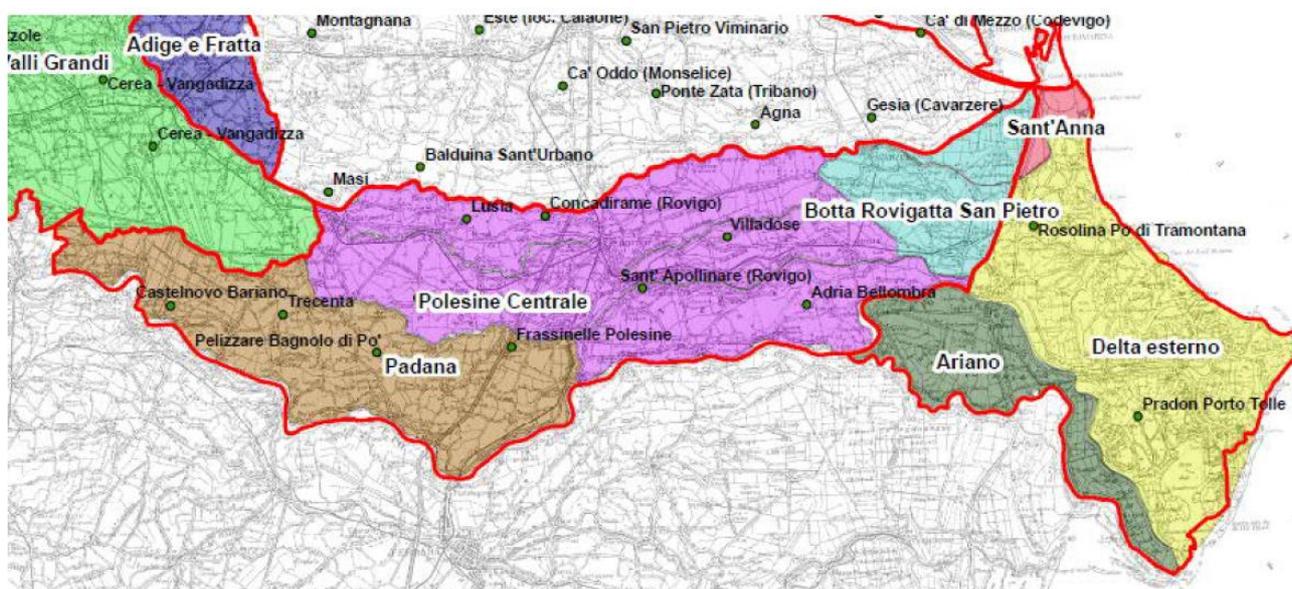


Figure 6.2 *Suddivisione in zone omogenee*

Il Comune di Cavarzere in particolare ricade all'interno della zona denominata "Botte Rovigatta San Pietro". Di seguito si riportano i parametri a, b e c validi per la curva di possibilità pluviometrica a tre parametri (con t espresso in minuti) al variare del tempo di ritorno:

TR (anni)	a	b	c
5	28,2	15,3	0,848
10	33,5	17,0	0,842
20	38,7	18,9	0,835
30	41,9	20,3	0,831
50	46,0	22,2	0,825

Parametri della curva di possibilità pluviometrica a tre parametri validi per t espresso in minuti

La curva di possibilità pluviometrica cercata risulta pertanto fornisce l'altezza di precipitazione in millimetri per una assegnata durata t in minuti e per un tempo di ritorno Tr. Nella seguente figura sono riportate le curve di possibilità pluviometrica per i vari tempi di ritorno

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 58,905 MWp POTENZE IN IMMISSIONE (AC) 56,1 MW Comune di Cavarzere (VE) – Comune di Adria (RO)	Rev.	0
	23-00178-IT-CVZ_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA E SULL'INVARIANZA IDRAULICA	Pag.	29 di 45

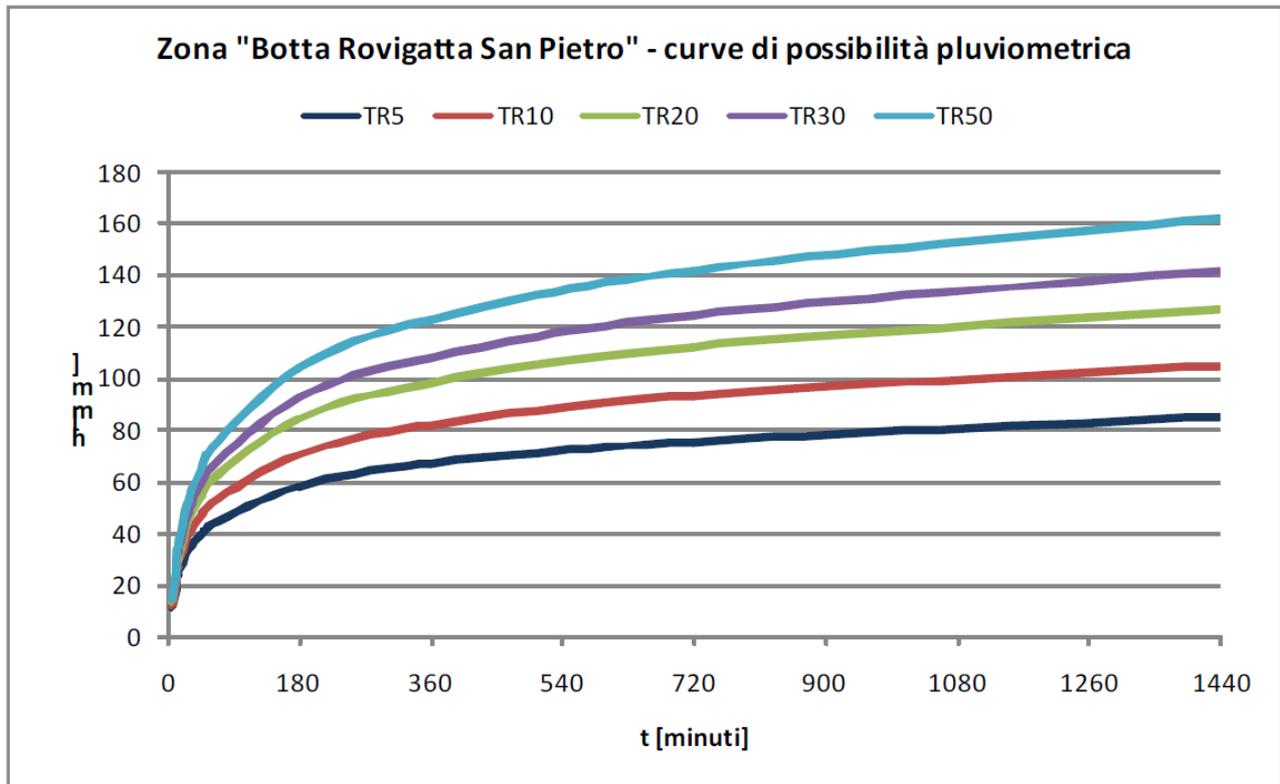


Figure 6.3 Curve di possibilità pluviometrica zona Botta Rovigatta San Pietro

Nella seguente tabella sono riportate le altezze di pioggia ricavate per vari tempi di ritorno e varie durate di pioggia.

t (min)	TR5 h (mm)	TR10 h (mm)	TR20 h (mm)	TR30 h (mm)	TR50 h (mm)
5	11,12	12,54	13,75	14,41	15,17
10	18,03	20,65	22,99	24,29	25,87
15	22,85	26,44	29,74	31,61	33,95
30	31,66	37,26	42,68	45,85	50,01
45	36,76	43,65	50,49	54,56	60,02
60	40,25	48,08	55,95	60,69	67,14
180	52,53	63,82	75,67	83,02	93,41
360	59,78	73,16	87,50	96,50	109,43
720	67,05	82,59	99,48	110,20	125,76
1440	74,66	92,47	112,10	124,67	143,09

Altezze di pioggia ricavate con le curve a tre parametri per varie durate e diversi tempi di ritorno

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 58,905 MWp POTENZE IN IMMISSIONE (AC) 56,1 MW Comune di Cavarzere (VE) – Comune di Adria (RO)	Rev.	0
	23-00178-IT-CVZ_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA E SULL'INVARIANZA IDRAULICA	Pag.	30 di 45

7 VALUTAZIONE DEL COEFFICIENTE DI DEFLUSSO

La determinazione della pioggia efficace ovvero della porzione di volume della precipitazione che contribuisce effettivamente alla formazione dell'onda di piena è stata eseguita applicando il "metodo percentuale" φ .

Questo metodo ipotizza che le perdite costituiscano una percentuale costante della quantità di pioggia durante l'evento.

Si considera il coefficiente di deflusso φ , caratteristico dell'evento nella sua totalità, come rapporto tra il volume di precipitazione netta (P_{netta}) ed il volume di precipitazione totale (P):

$$\varphi = \frac{P_{netta}}{P}$$

Al fine di ottenere lo ietogramma di pioggia netta, la pioggia sintetica "di progetto" viene moltiplicata per il parametro φ , ammettendosi così che i fenomeni di infiltrazione e perdita idrica siano costanti durante tutta la durata dell'evento piovoso.

In merito alle aree prevalentemente permeabili è stato valutato l'impatto dell'installazione di strutture tracker. L'interasse fra le strutture sarà di circa 9,0 metri. L'altezza in mezzeria della struttura sarà di circa 2,4 m (rispetto al piano di campagna). I tracker non avranno una configurazione fissa ma oscilleranno durante le fasi del giorno. Il tracker si posizionerà stabilmente con un tilt prossimo a zero solo in condizioni di messa in sicurezza in occasione di velocità del vento superiore alla soglia limite. Si ritiene che durante un evento intenso con tempo di ritorno pari a quello di progetto, la capacità di infiltrazione, così come le caratteristiche di permeabilità del terreno, delle aree di intervento non siano modificate dall'installazione delle strutture tracker. Analogamente si può affermare delle platee di appoggio delle cabine elettriche che avranno un'area trascurabile rispetto all'intera estensione delle aree. Il coefficiente di deflusso dell'intera area di interesse è stato calcolato come media pesata dei coefficienti di deflusso delle aree omogenee costituenti il bacino analizzato:

$$\varphi = \frac{\sum_{i=1}^n \varphi_i A_i}{A_{tot}}$$

Dove φ_i sono i coefficienti di deflusso delle aree elementari omogenee A_i . La valutazione del coefficiente di deflusso si è svolta per le condizioni ante e post operam. Le informazioni appena illustrate relative all'area di progetto nella condizione ante-operam vengono sintetizzate in Tabella 7.1.

UTILIZZO SUOLO ANTE - OPERAM			
	Area (Ha)	Coeff. Deflusso (φ)	Note
Area intervento	66,50	0,30	Valore Cautelativo
		φ	
Media ponderata		0,30	

Tabella 7.1: Condizioni ante-operam.

In condizioni post-operam, invece, si avrà una variazione dell'uso del suolo del lotto per effetto della realizzazione dell'impianto in progetto. In particolare, le superfici avranno la destinazione d'uso riportata in Tabella 7.3, in accordo a quanto indicato negli elaborati progettuali. Per ciascuna di

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 58,905 MWp POTENZE IN IMMISSIONE (AC) 56,1 MW Comune di Cavarzere (VE) – Comune di Adria (RO)	Rev.	0
	23-00178-IT-CVZ_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA E SULL'INVARIANZA IDRAULICA	Pag.	31 di 45

queste superfici, facendo riferimento alla Tabella 7.2, si è individuato il pertinente coefficiente di deflusso.

Tabella 7.2: Allegato 1 della legge regionale 29 aprile 2015, n.11 (Disciplina organica in materia di difesa del suolo e di utilizzazione delle acque) del Friuli-Venezia Giulia.

<i>Usa del suolo</i>	φ
<i>Tetti a falde</i>	0.90-1.00
<i>Tetti metallici</i>	0.90-1.00
<i>Tetti a tegole</i>	0.80-0.90
<i>Tetti piani con rivestimento in cls</i>	0.70-0.80
<i>Tetti piani ricoperti di terra</i>	0.30-0.40
<i>Coperture piane con ghiaietto</i>	0.80-0.90
<i>Coperture piane seminate ad erba</i>	0.20-0.30
<i>Rivestimenti bituminosi</i>	0.90-1.00
<i>Pavimentazioni asfaltate</i>	0.80-0.90
<i>Pavimentazioni con asfalto poroso</i>	0.40-0.50
<i>Massicciata in strade ordinarie</i>	0.40-0.80
<i>Pavimentazioni di pietra o mattonelle</i>	0.80-0.90
<i>Lastricature miste, clinker, piastrelle</i>	0.70-0.80
<i>Lastricature medio-grandi con fughe aperte</i>	0.60-0.70
<i>Strade e marciapiedi</i>	0.80-0.90
<i>Superfici semi-permeabili</i>	0.60-0.70
<i>Strade in terra</i>	0.40-0.60
<i>Rivestimenti drenanti, superfici a ghiaietto</i>	0.40-0.50
<i>Viali e superfici inghiaiate</i>	0.20-0.60
<i>Zone con ghiaia non compressa</i>	0.10-0.30
<i>Superfici boscate</i>	0.10-0.30
<i>Superfici di giardini e cimiteri</i>	0.10-0.30
<i>Prati di campi sportivi</i>	0.10-0.20
<i>Terreni coltivati</i>	0.20-0.60
<i>Terreni incolti, sterrati non compatti</i>	0.20-0.30
<i>Prati, pascoli</i>	0.10-0.50

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 58,905 MWp POTENZE IN IMMISSIONE (AC) 56,1 MW Comune di Cavarzere (VE) – Comune di Adria (RO)	Rev.	0
	23-00178-IT-CVZ_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA E SULL'INVARIANZA IDRAULICA	Pag.	32 di 45

UTILIZZO SUOLO POST - OPERAM			
	Area (Ha)	Coeff. Deflusso (φ)	Note
Area intervento	66,50		
Fascia mitigazione perimetrale	1,96	0,30	Valore cautelativo superficie boscata
Superficie di proiezione al suolo occupata dai moduli fotovoltaici a 0° con prato sottostante	27,94	0,30	Valore riportato in normativa
Strade e piazzole	2,8	0,60	Valore cautelativo superfici inghiaiate
Cabine	0,05	1,00	Superficie perfettamente impermeabile
Prato	33,75	0,30	Valore medio prati, pascoli
		φ	
		0,313	
Media ponderata			

Tabella 7.3: Condizioni post-operam.

Si evidenzia, dunque, che la realizzazione dell'impianto comporta un aumento del coefficiente di deflusso che passa da un valore di 0,3 che compete alle condizioni ante-operam, ad un valore medio totale di 0,313 riferito alle condizioni post-operam.

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 58,905 MWp POTENZE IN IMMISSIONE (AC) 56,1 MW Comune di Cavarzere (VE) – Comune di Adria (RO)	Rev.	0
	23-00178-IT-CVZ_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA E SULL'INVARIANZA IDRAULICA	Pag.	33 di 45

8 PROGETTO DELLE OPERE DI REGIMENTAZIONE IDRAULICA

8.1 DATI GENERALI IMPIANTO

La durabilità dell'area di impianto e dell'impianto stesso dal punto di vista strutturale è garantita da un efficace sistema idraulico di allontanamento e drenaggio delle acque meteoriche.

Gli interventi da realizzarsi nell'area in esame sono stati sviluppati secondo due differenti linee di obiettivi:

1. mantenimento delle condizioni di "equilibrio idrogeologico" preesistenti (ante realizzazione del parco fotovoltaico);
2. regimazione e controllo delle acque che defluiscono lungo la viabilità del parco fotovoltaico, attraverso la realizzazione di una adeguata rete drenante, volta a proteggere le opere civili presenti nell'area.

Il tracciato delle opere di regimazione è stato definito a partire dal layout dell'impianto fotovoltaico e dal modello tridimensionale del suolo, individuando le vie preferenziali di deflusso, gli impluvi (ed i solchi di erosione) interferenti con le opere in progetto nonché le caratteristiche plano-altimetriche delle aree di impianto.

Le acque defluenti dall'area di impianto verranno raccolte ed allontanate dalle opere idrauliche in progetto, descritte nel paragrafo successivo, che consistono principalmente in fossi di guardia ed altre opere accessorie di natura idraulica.

8.2 OPERE IDRAULICHE

Le opere idrauliche applicabili in progetto sono le seguenti:

Fosso di guardia in terra "Tipo 1" avente le seguenti caratteristiche geometriche:

<i>Sezione trapezia</i>	
Larghezza base [m]	0,25
Larghezza in superficie [m]	0,30
Altezza [m]	0.20

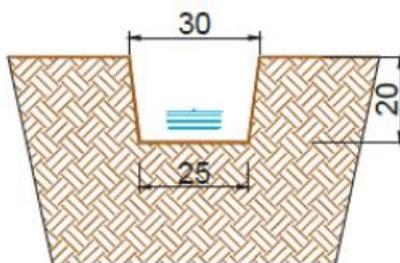


Figura 8.1: Fosso di guardia di tipo 1

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 58,905 MWp POTENZE IN IMMISSIONE (AC) 56,1 MW Comune di Cavarzere (VE) – Comune di Adria (RO)	Rev.	0
	23-00178-IT-CVZ_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA E SULL'INVARIANZA IDRAULICA	Pag.	34 di 45

In alcuni tratti tali fossi di guardia possono presentare il fondo rivestito con pietrame di media pezzatura ($d=5-10$ cm), per uno spessore di 15 cm, al fine di ridurre l'azione erosiva della corrente idrica.

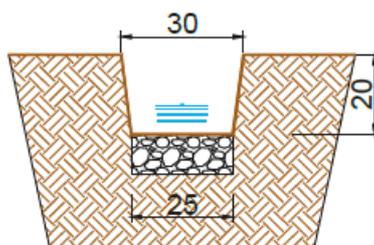


Figura 8.2: Fosso di guardia di tipo 1 con fondo in pietrame

Fosso di guardia in terra "Tipo 2" avente le seguenti caratteristiche geometriche:

<i>Sezione trapezia</i>	
Larghezza base [m]	0,50
Larghezza in superficie [m]	0,30
Altezza [m]	0,40

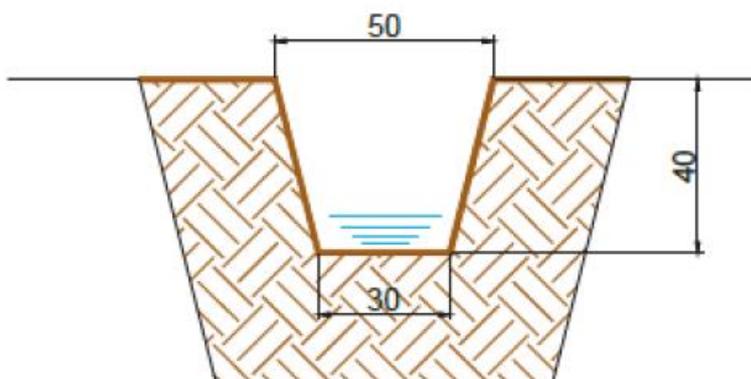


Figura 8.3: Fosso di guardia di tipo 2

Anche il fosso di guardia "tipo 2", può presentare il fondo rivestito con pietrame di media pezzatura ($d=5-10$ cm), per uno spessore di 15 cm.

Fosso di guardia in terra "Tipo 3" avente le seguenti caratteristiche geometriche:

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 58,905 MWp POTENZE IN IMMISSIONE (AC) 56,1 MW Comune di Cavarzere (VE) – Comune di Adria (RO)	Rev.	0
	23-00178-IT-CVZ_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA E SULL'INVARIANZA IDRAULICA	Pag.	35 di 45

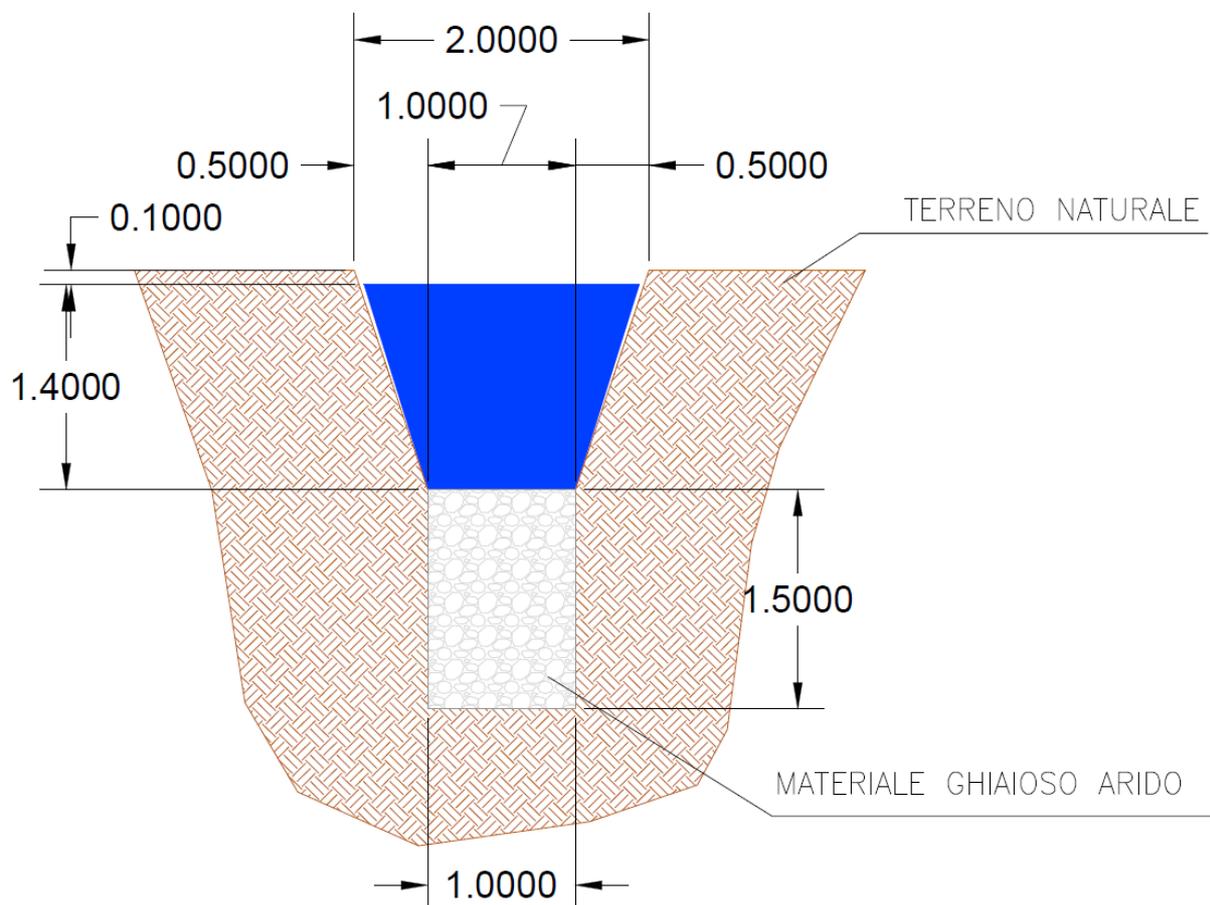


Figura 8.4: Fosso di guardia di tipo 3

Sezione trapezia-composta	
Larghezza base (m)	1,00
Larghezza in superficie (m)	2,00
Altezza (m)	1,50
Larghezza base drenante (m)	1,00
Altezza drenante (m)	1,50
Indice vuoti area drenante	0,50
Area sezione liquida massima fosso (mq)	2,25
Area sezione liquida massima parte drenante (mq)	0,75
Area sezione liquida totale	3,00

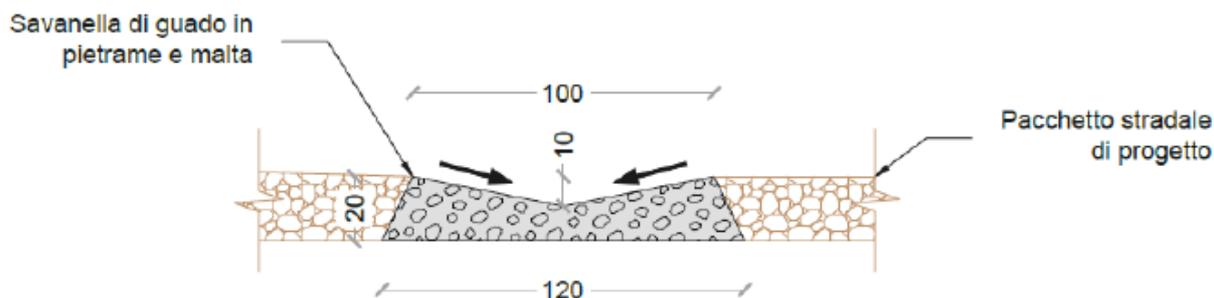
Ciascuna delle 3 tipologie di fossi di guardia elencate in precedenza, potrà essere realizzata per brevi tratti in contropendenza: in questi casi, verranno realizzati fossi di guardia ad altezza variabile (l'altezza sarà crescente a partire da un valore inferiore ad H_{fdg} - fino al termine del tratto in contropendenza).

Inoltre, in alcuni tratti, i fossi di guardia (tipo 1 e tipo 2) potranno essere rivestiti mediante geotessuto antierosione per incrementare considerevolmente la durabilità.

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 58,905 MWp POTENZE IN IMMISSIONE (AC) 56,1 MW Comune di Cavarzere (VE) – Comune di Adria (RO)	Rev.	0
	23-00178-IT-CVZ_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA E SULL'INVARIANZA IDRAULICA	Pag.	36 di 45

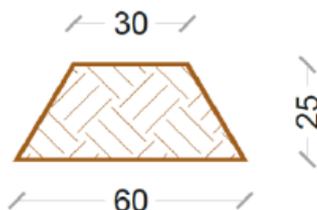
In fase esecutiva, qualora ritenute necessarie, potranno realizzarsi opere di protezione stradale del tipo sotto elencato:

- Savanelle di guado in pietrame e malta per un attraversamento “a raso” della viabilità di progetto.



- Arginelli in terra aventi le seguenti caratteristiche geometriche:

<i>Larghezza base [m]</i>	<i>0,60</i>
<i>Larghezza in superficie [m]</i>	<i>0,30</i>
<i>Altezza [m]</i>	<i>0,25</i>

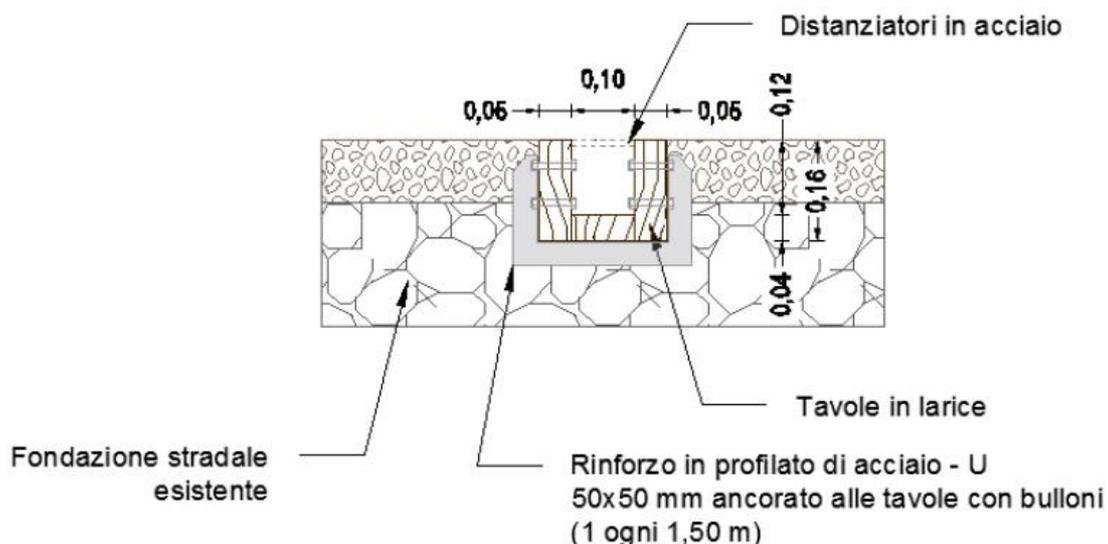


- Canalette in legname per tagli trasversali alla viabilità, aventi le seguenti caratteristiche geometriche:

<i>Sezione rettangolare</i>	
<i>Larghezza base [m]</i>	<i>0,10</i>
<i>Spessore [m]</i>	<i>0,05</i>
<i>Altezza [m]</i>	<i>0,12</i>

Tali opere trasversali a cielo aperto assolvono essenzialmente la funzione di limitare la lunghezza del percorso dell'acqua sul piano stradale convogliandola presso i fossi di guardia in progetto.

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 58,905 MWp POTENZE IN IMMISSIONE (AC) 56,1 MW Comune di Cavarzere (VE) – Comune di Adria (RO)	Rev.	0
	23-00178-IT-CVZ_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA E SULL'INVARIANZA IDRAULICA	Pag.	37 di 45



Esse, interrompendo lo scorrimento dell'acqua, ne riducono il potere erosivo, limitando la formazione di solchi e l'approfondimento delle tracce lasciate dalle ruote dei veicoli.

La distanza tra le canalette è sicuramente l'elemento di maggior interesse progettuale. In generale, essa deve garantire lo smaltimento del deflusso superficiale prodotto sulla sede stradale e di quello sottosuperficiale intercettato, limitare l'erosione del fondo stesso ed evitare le formazioni di solchi, ma al contempo garantire una qualità di transito ragionevole. La pendenza trasversale delle canalette deve infatti garantire lo smaltimento del deflusso prodotto dal tratto di strada sotteso ed evitare la deposizione almeno del materiale più fine.

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 58,905 MWp POTENZE IN IMMISSIONE (AC) 56,1 MW Comune di Cavarzere (VE) – Comune di Adria (RO)	Rev.	0
	23-00178-IT-CVZ_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA E SULL'INVARIANZA IDRAULICA	Pag.	38 di 45

9 MODELLO AFFLUSSI DEFLUSSI

Le portate di progetto sono state calcolate attraverso metodi indiretti, che consentono la determinazione delle portate di piena a partire dalle precipitazioni che si abbattano sui diversi bacini. Nello specifico, si è valutata la portata di piena con la formula razionale.

La formula razionale consente la valutazione della portata di piena di assegnato tempo di ritorno T mediante la seguente relazione:

$$Q_T = \frac{\varphi \cdot i_T \cdot S}{3,6}$$

ove:

- Q_T è la portata di piena di assegnato tempo di ritorno T ed è espressa in m^3/s ;
- φ è il coefficiente di afflusso post operam (0,316), adimensionale;
- i_T è l'intensità critica della precipitazione di assegnato tempo di ritorno (corrispondente al tempo di corrivazione) in mm/h ;
- S è la superficie del bacino espressa in km^2 ;
- 3,6 è un fattore di conversione delle unità di misura.

La modellazione matematica dei fenomeni idrologico-idraulici, innescati dalle precipitazioni sull'area di progetto, segue il processo descritto nei paragrafi seguenti.

Individuazione della pioggia critica

Dopo avere ricostruito le relazioni intensità-durata-frequenza (IDF, espresse dalla c.p.p.) è necessario individuare la *intensità critica* della precipitazione, cioè l'intensità costante di quella pioggia, supposta anche uniformemente distribuita sul bacino, che determina la portata massima nell'idrogramma di piena di tempo di ritorno T .

La pioggia critica è quella di intensità pari al tempo di corrivazione o di concentrazione τ_c , definito come segue:

- il tempo di corrivazione di un bacino è quello necessario alla goccia di pioggia che cade nel punto idraulicamente più lontano per raggiungere la sezione di chiusura del bacino;
- il tempo di corrivazione è quel tempo che, una volta eguagliato dalla durata della precipitazione (precipitazione critica, ovvero che mette in crisi la rete idrografica), determina il raggiungimento del valore più elevato di portata nella sezione di chiusura del bacino.

Esso può essere calcolato tramite diverse formule; nel caso in esame, e cioè per piccoli bacini (aventi estensione inferiore a $10 km^2$), il tempo di corrivazione è calcolato attraverso la formula di Kirpich:

$$t_c = 0.01947 \frac{L^{0.77}}{i^{0.385}}$$

dove τ_c è espresso in minuti, L (lunghezza dell'asta principale, a partire dallo spartiacque) è espressa in metri ed i è la pendenza media del percorso (m/m).

L'intensità di pioggia critica corrispondente al tempo di corrivazione per un tempo di ritorno di 50 anni risulta pari a 67,14 mm/h.

Il calcolo delle portate

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 58,905 MWp POTENZE IN IMMISSIONE (AC) 56,1 MW Comune di Cavarzere (VE) – Comune di Adria (RO)	Rev.	0
	23-00178-IT-CVZ_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA E SULL'INVARIANZA IDRAULICA	Pag.	39 di 45

Per il bacino preso in considerazione (sono stati analizzati i 6 bacini corrispondenti alle 6 aree dell'impianto per un predimensionamento dei fdg tipo 3), i valori delle portate Q per il tempo di ritorno di interesse ($T=50$ anni), insieme agli altri parametri posti alla base del calcolo, sono riassunti nelle tabelle sottostanti. Nello specifico, le grandezze caratteristiche poste a base dei calcoli, insieme alle rispettive U.M. sono:

- ID Bacino delle varie aree dell'impianto fotovoltaico;
- Superficie del bacino drenante S (sia in m^2 che in km^2);
- Lunghezza dell'asta principale L (in m);
- Quota massima dell'asta principale, H_{max} (m);
- Quota minima dell'asta principale, H_{min} (m);
- Dislivello geodetico tra gli estremi dell'asta, Δh (m);
- Pendenza media del percorso i (%);
- Durata dell'evento pluviometrico critico, pari al tempo di corrivazione t_c (in minuti);
- Coefficiente di afflusso φ ;
- Valore dell'intensità critica i_T (mm/h);
- Portata al colmo della piena, Q , (in m^3/s);

Le tabelle che seguono sono pertanto relative al calcolo della portata di progetto (relativa al bacino più esteso) causata da un evento pluviometrico critico di fissato tempo di ritorno T .

ID Bacino	Superficie S		Lunghezza asta principale L	H_{max}	H_{min}	Δh	Pendenza media del percorso i	Coefficiente di afflusso φ	Tempo di corrivazione t_c	Intensità critica ($h < 1$ ora)	Portata critica Q_T
	$[m^2]$	$[km^2]$									
1	161794	0,161794	820,00	1	0,5	0,5	0,06	0,3	59,0	67,85	0,91
2	25320	0,025320	383,00	1	0,5	0,5	0,13	0,3	24,5	116,41	0,25
3	67084	0,067084	389,00	1	0,5	0,5	0,13	0,3	24,9	115,14	0,64
4	68228	0,068228	320,00	1	0,5	0,5	0,16	0,3	19,9	132,24	0,75
5	172981	0,172981	423,00	1	0,5	0,5	0,12	0,3	27,5	108,50	1,56
6	169137	0,169137	540,00	1	0,5	0,5	0,09	0,3	36,4	91,24	1,29

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 58,905 MWp POTENZE IN IMMISSIONE (AC) 56,1 MW Comune di Cavarzere (VE) – Comune di Adria (RO)	Rev.	0
	23-00178-IT-CVZ_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA E SULL'INVARIANZA IDRAULICA	Pag.	40 di 45

10 VERIFICA DELLE PORTATE DI PROGETTO

Il dimensionamento delle opere idrauliche è stato condotto in due differenti fasi:

- una prima fase di pre-dimensionamento nella quale è stata assegnata, a ciascuna tipologia di opera idraulica una sezione “tipo”, in funzione dell’orografia, della pendenza, delle necessità tecniche e della estensione delle superfici scolanti sottese alla sezione di scarico;
- una seconda fase di verifica della capacità idraulica dei canali, prevedendo un franco minimo di 5 cm per ragioni di sicurezza.

La verifica della capacità idraulica delle opere è stata effettuata in condizioni di moto uniforme, utilizzando la formula di Chezy:

$$Q = \chi \cdot A \cdot \sqrt{R \cdot i}$$

dove:

- Q è la portata che defluisce nel fosso di guardia (m^3/s);
- χ è il coefficiente di scabrezza;
- A è l’area della sezione bagnata (in m^2);
- R è il raggio idraulico (in m), dato dal rapporto tra la sezione idrica e il perimetro bagnato P ;
- i è la pendenza del canale.

Per il valore del coefficiente χ , si è scelto di usare la formula di Gauckler-Strickler:

$$\chi = k_s \cdot R^{\frac{1}{6}}$$

in cui k_s è l’indice di scabrezza di Gauckler-Strickler, (in $m^{1/3} \cdot s^{-1}$); in questo caso l’espressione della scala delle portate di moto uniforme si semplifica, risultando particolarmente adeguata ai problemi di progetto:

$$Q = k_s \cdot A \cdot i^{\frac{1}{2}} \cdot R^{\frac{2}{3}}$$

La scelta della formula per il calcolo del coefficiente χ ha un’importanza marginale rispetto alla possibilità di scegliere un valore adeguato dell’indice di scabrezza che vi figura; i valori sono stati desunti da Chow W.T. (Applied hydrology, 1988).

Per i fossi di guardia in terra è stato scelto un indice di scabrezza k_s pari a $30 m^{1/3} \cdot s^{-1}$ (corrispondente a canali in terra poco inerbiti). Di seguito, per ciascun bacino, si riporta una tabella di riepilogo con i seguenti elementi:

- Tipologia del fosso di guardia adottato;
- Bacino scolante;
- Tirante idrico h (m), sezione idrica A (m^2), contorno bagnato P (m), raggio idraulico R (m) con riferimento alla portata di progetto;
- Pendenza i dell’opera idraulica (%);
- Portata di progetto per ciascuna opera $Q_{max,T}$ in m^3/s ;
- Velocità con cui defluisce la portata di progetto (m/s);
- Grado di riempimento del fosso di guardia, dato dal rapporto tra il tirante idrico di progetto e l’altezza della sezione;

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 58,905 MWp POTENZE IN IMMISSIONE (AC) 56,1 MW Comune di Cavarzere (VE) – Comune di Adria (RO)	Rev.	0
	23-00178-IT-CVZ_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA E SULL'INVARIANZA IDRAULICA	Pag.	41 di 45

- Franco (espresso in m) dato dalla differenza tra l'altezza della sezione ed il tirante corrispondente alla portata di progetto.

La scelta delle tipologie di opere, sia in termini di geometria che di materiali, non è legata ad un mero dimensionamento di tipo idraulico. Sono state tenute in considerazione infatti, anche se non direttamente esplicitate nei calcoli, caratteristiche come (i) l'interrimento fisiologico delle opere idrauliche (benché mantenute con regolarità), (ii) il carattere delle precipitazioni in accordo al *climate changing* (precipitazioni di notevole intensità e breve durata con tempi di ritorno elevati) e (iii) le dimensioni "minime" legate alle effettive funzioni alle quali le opere devono assolvere (indipendentemente, quindi, dal tirante idrico di moto uniforme derivante dal calcolo).

Pertanto, le tipologie di opere idrauliche individuate in fase di pre-dimensionamento sono risultate aderenti alle necessità di controllo e di smaltimento delle acque meteoriche verso gli impluvi naturali del sito in esame.

Le verifiche sono risultate positive, rispettando gli opportuni franchi di sicurezza.

Nel caso in esame è stato verificato il fosso di guardi di tipo 3 che dovrà essere in grado di smaltire la portata massima raccolta nell'intera area di progetto.

Caratteristiche del canale		
Tipologia sezione		F3
Bacino scolante		1
Pendenza del canale, i	[%]	0,20
Portata di progetto, Q _p	[m ³ /s]	1,56
Verifica/Progetto		
Tirante idrico, h	[m]	1,4
Area, A	[m ²]	2,10
Perimetro bagnato, P	[m]	4,1
Raggio idraulico, R	[m]	0,51
Portata in condizione di moto uniforme, Q _{max}	[m ³ /s]	1,80
Parametri di verifica		
Velocità	[m/s]	0,86
Grado di riempimento, h/H	[-]	0,93
Franco	[m]	0,10

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 58,905 MWp POTENZE IN IMMISSIONE (AC) 56,1 MW Comune di Cavarzere (VE) – Comune di Adria (RO)	Rev.	0
	23-00178-IT-CVZ CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA E SULL'INVARIANZA IDRAULICA	Pag.	42 di 45

11 INVARIANZA IDRAULICA

Nel caso di trasformazioni urbanistiche l'invarianza idrologica (o idraulica) può essere conseguita mediante l'utilizzo prioritario di "tecniche di drenaggio urbano sostenibile" (SUDS) e con smaltimento tra cui:

- 1) Riutilizzo delle acque defluenti dalle coperture, tenendo conto dei vincoli di qualità, per gli usi compatibili, quali ad esempio: irrigazione, innaffiamento di giardini, acque grigie e lavaggio di pavimentazioni esterne e autoveicoli;
- 2) Infiltrazione nel suolo o negli strati superficiali del suolo, compatibilmente con le caratteristiche del suolo ed escluso il caso di presenza di falde freatiche poco profonde;
- 3) Scarico in corpo idrico superficiale, naturale o artificiale, entro i limiti della sua capacità di portata, previa eventuale laminazione;
- 4) Scarico in fognatura entro i limiti della sua capacità di portata, previa eventuale laminazione.

Alla luce di quanto riportato, si evidenzia come la presenza di pannelli, pur coprendo la superficie dell'area interessata, tuttavia **non costituisce una reale "impermeabilizzazione" della stessa**, date anche le posizioni mutue dei pannelli e la loro altezza rispetto al suolo.

Le acque meteoriche defluendo sui pannelli ricadono a terra e continuano il loro deflusso nella rete di drenaggio di progetto, per poi essere scaricate nella stessa sezione di recapito ante-operam.

Tuttavia, visto che per l'utilizzo ante-operam, si è attribuito all'area dell'impianto FV un coefficiente di deflusso pari a 0,3 corrispondente al valore cautelativo tabellato per terreno incolto e uso agricolo, mentre nella situazione post-opera è stato calcolato un coefficiente di deflusso pari a 0,316, come descritto al capitolo 7.

Alla luce di ciò sono state adottate una serie di misure di compensazione idraulica per rispettare il principio dell'invarianza idraulica.

Le opere di mitigazione si inseriscono nel progetto più articolato del sistema di regimazione idraulica del sito di intervento.

In particolare, in contrapposizione al classico approccio di drenaggio delle acque meteoriche, in cui il principale obiettivo è l'allontanamento delle acque dal sito, nel presente progetto si sono utilizzate tecniche di progettazione a basso impatto, che prevedono sistemi distribuiti di infiltrazione e laminazione delle acque.

La scelta dei sistemi di drenaggio sostenibili porterà al raggiungimento di più obiettivi:

- Diminuzione del carico di acque meteoriche smaltite nei vari corsi idrici, per lo smaltimento tramite infiltrazione;
- Realizzazione di infrastrutture verdi a vantaggio di quelle grigie;
- Rallentamento e riduzione del picco di piena durante piogge intense;
- Realizzazione di interventi che favoriscano i fenomeni di infiltrazione e ritenzione e gli indiretti processi di bioremediation.

Il presente progetto ha mirato all'utilizzo di:

- Fossi di scolo in terra con superficie con materiale drenante sul fondo;

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 58,905 MWp POTENZE IN IMMISSIONE (AC) 56,1 MW Comune di Cavarzere (VE) – Comune di Adria (RO)	Rev.	0
	23-00178-IT-CVZ_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA E SULL'INVARIANZA IDRAULICA	Pag.	43 di 45

12 MISURE IDRAULICHE DI MITIGAZIONE

Per quanto riguarda il **principio dell'invarianza idraulica, così come riportato nell'ALLEGATO A del Dgr n. 2948 del 6 ottobre 2009 della Regione Veneto**, *“in linea generale le misure compensative sono da individuare nella predisposizione di volumi di invaso che consentano la laminazione delle piene. Potrà essere preso in considerazione il reperimento di nuove superfici atte a favorire l'infiltrazione dell'acqua, solamente come misura complementare in zone non a rischio di inquinamento della falda e ovviamente dove tale ipotesi possa essere efficace.*

In relazione all'applicazione del principio dell'invarianza idraulica lo studio dovrà essere corredato di analisi pluviometrica con ricerca delle curve di possibilità climatica per durate di precipitazione corrispondenti al tempo di corrivazione critico per le nuove aree da trasformare.

Il tempo di ritorno cui fare riferimento viene definito pari a 50 anni. I coefficienti di deflusso, ove non determinati analiticamente, andranno convenzionalmente assunti pari a 0,1 per le aree agricole, 0,2 per le superfici permeabili (aree verdi), 0,6 per le superfici semi-permeabili (grigliati drenanti con sottostante materasso ghiaioso, strade in terra battuta o stabilizzato, ...) e pari a 0,9 per le superfici impermeabili (tetti, terrazze, strade, piazzali,).

La tipologia dell'opera di infiltrazione è stata quella delle trincee drenanti.

Per il calcolo del volume totale del volume di aree drenanti da realizzare, è sufficiente stimare il coefficiente di deflusso di progetto (pari a 0,316) assumendo la portata specifica in uscita u che meglio rappresenta le condizioni particolari del sito ante-operam (pari a 10 l/s*ha), è utilizzare il grafico di seguito riportato che permette di determinare tale volume.

Il valore così determinato va da ultimo moltiplicato per l'estensione dell'area afferente all'invaso.

$$V_{da_invasare} = v_{da_invasare} \cdot S$$

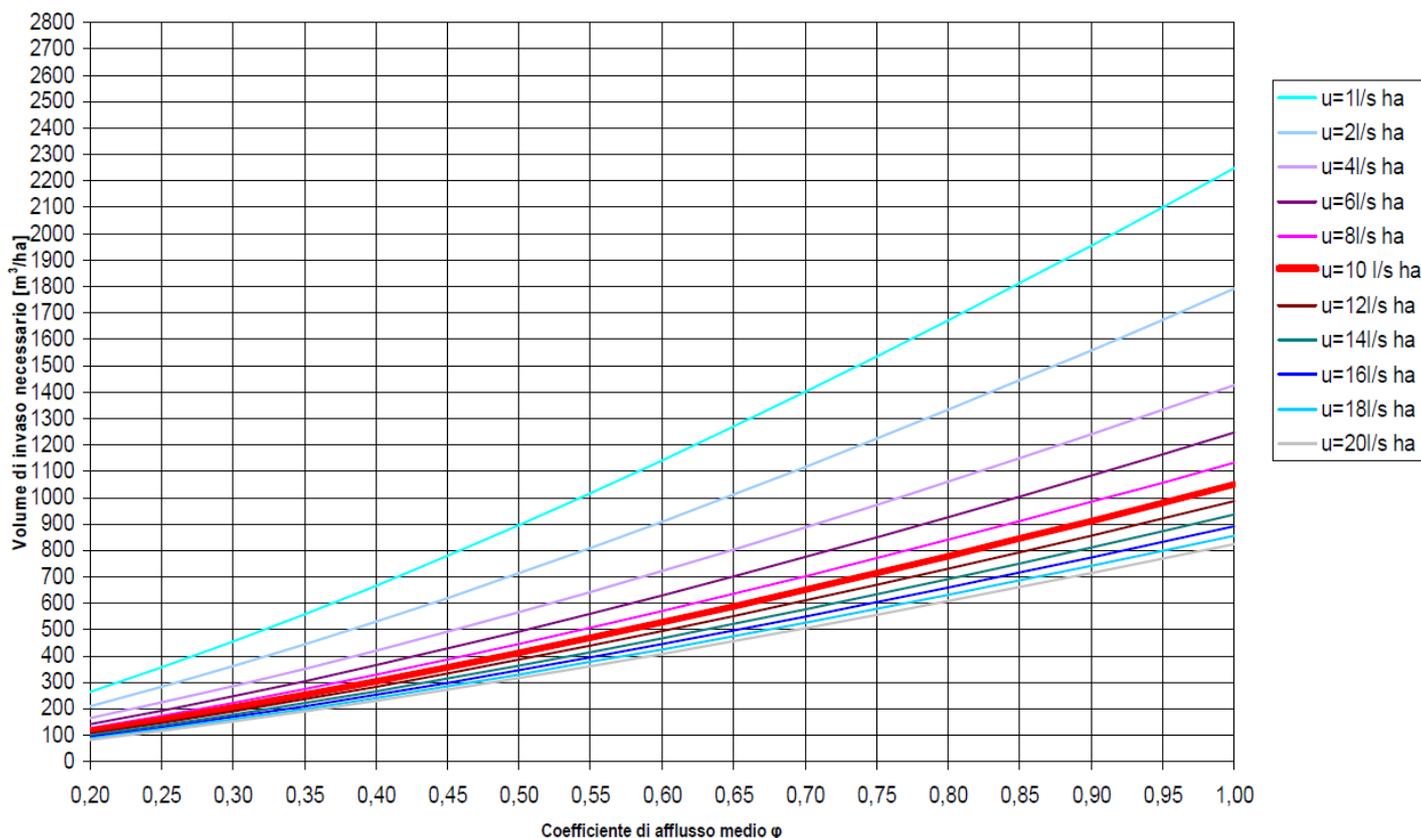
Essendo:

- $V_{da_invasare}$ [mc] l'invaso da realizzare
- $v_{da_invasare}$ [mc/ha] l'invaso specifico da realizzare, determinato con la tabella o il grafico di seguito riportati
- S [ha] la superficie afferente all'invaso

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 58,905 MWp POTENZE IN IMMISSIONE (AC) 56,1 MW Comune di Cavarzere (VE) – Comune di Adria (RO)	Rev.	0
	23-00178-IT-CVZ_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA E SULL'INVARIANZA IDRAULICA	Pag.	44 di 45

Volumi di invaso necessari per ottenere l'invarianza idraulica - Metodo dell'Invaso

Valori espressi in funzione del coefficiente di afflusso ϕ e del coefficiente udometrico imposto u allo scarico
 Zona Veneto Orientale - Tr = 50 anni (CPP a 3 parametri)



Dal grafico, costruito sulla base del costruito al variare del coefficiente di afflusso e di quello udometrico sulla base di un tempo di ritorno di 50 anni, si evince che per le caratteristiche dell'area in esame si ottiene un volume d'invaso specifico di circa 200 m³/ha. Per cui il volume di trincee drenanti da realizzare in relazione all'estensione dell'area oggetto d'intervento deve risultare almeno 13.300 m³.

L'intervento in ogni caso non comporterà modifiche alla morfologia: saranno mantenute le attuali pendenze del sito. Saranno svolte inoltre delle operazioni di manutenzione periodica in modo da garantire all'intero sistema la corretta funzionalità ed evitare fenomeni di interrimento nel tempo.

Si prevede, per tutte le opere idrauliche in progetto, una manutenzione programmata con cadenza trimestrale, al fine di garantire l'efficienza nel tempo delle opere ed evitare fenomeni di interrimento e/o di malfunzionamento.

Le attività di manutenzione saranno costituite da:

- lo sfalcio e il decespugliamento della vegetazione dei fossi e pulizia da rifiuti;
- la manutenzione periodica della vegetazione arborea sulle sponde o di fogliame con effetti potenziali di ostruzione a valle dei fossi;
- la pulizia dei bacini di accumulo

Tali operazioni di manutenzione periodica sono finalizzate a garantire la corretta funzionalità delle opere in progetto evitando fenomeni di interrimento nel tempo.

	IMPIANTO AGRIVOLTAICO POTENZA NOMINALE (DC) 58,905 MWp POTENZE IN IMMISSIONE (AC) 56,1 MW Comune di Cavarzere (VE) – Comune di Adria (RO)	Rev.	0
	23-00178-IT-CVZ_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA E SULL'INVARIANZA IDRAULICA	Pag.	45 di 45

13 CONCLUSIONI

Alla luce dei risultati dello studio idrologico e idraulico e della modellazione idraulica è possibile concludere che:

- **Le opere in progetto, secondo le Norme del PAI, rientrano fra quelle consentite**, data la valutazione di rischio nullo ad esse associato e dall'analisi degli effetti indotti sulle aree limitrofe;
- **L'impatto delle opere da realizzare sull'attuale assetto idraulico nelle zone limitrofe a monte e a valle non determina una variazione delle attuali nulle condizioni del rischio d'inondazione;**
- **La presenza di pannelli, non costituisce una reale "impermeabilizzazione" della stessa, date anche le posizioni mutue dei pannelli e la loro altezza rispetto al suolo.** Inoltre, a differenza degli impianti fissi tradizionali in cui le acque meteoriche defluendo sui pannelli ricadono a terra in maniera localizzata sempre sulla stessa area, la tipologia di impianto in progetto è dotato invece di trackers che ruotano nel tempo permettendo di garantire un deflusso delle acque meteoriche a terra ben distribuito;
- **Risulta, inoltre, assolutamente non invasiva la tecnica di installazione dei pilastrini di sostegno dei trackers.** Infatti, non vi sono elementi in calcestruzzo di appoggio, quali plinti e/o travi di fondazione, che con la loro presenza avrebbero potuto ingenerare delle superfici impermeabili. Semmai i punti di infissione potrebbero addirittura rappresentare dei punti preferenziali di infiltrazione contribuendo ad una seppur lieve riduzione delle acque di ruscellamento.
- Il raffronto tra le condizioni ante e post-operam evidenzia come la realizzazione dell'impianto comporti un aumento del coefficiente di deflusso medio del sito di progetto che, nello specifico, passa dal valore ante operam pari a 0,3 (valore cautelativo per terreno incolto o ad uso agricolo) al valore di 0,316 riferito alle condizioni post-operam.
- Si prevede, pertanto, l'inserimento di opere di compensazione, **al fine di rispettare le indicazioni dell'Allegato A del Dgr n. 2948 del 6 ottobre 2009 della Regione Veneto**, costituite nello specifico da aste di trincee drenanti posizionate su fossi di guardia, opportunamente ubicate all'interno dell'area di impianto in modo da captare efficientemente le acque di ruscellamento superficiale. Le opere di compensazione, così calcolate, consentono sia di far infiltrare le acque negli strati più profondi del terreno, garantendo l'invarianza idraulica dell'intero sistema progettuale.
- **Le sopraccitate opere di mitigazione e compensazione idraulica hanno quindi la funzione di laminare le portate eccedenti ed escludere la velocizzazione dello smaltimento delle acque fuori dal perimetro progettuale.**
- All'interno dell'area di impianto non sono state previste variazioni del livello del suolo di calpestio tra la condizione attuale e quella di progetto, e verranno mantenuti i profili del terreno esistenti.
- Non sono stati previsti argini perimetrali, che risulterebbero una variazione del livello di suolo.
- Si prevede, infine, per tutte le opere idrauliche in progetto, una manutenzione programmata con cadenza trimestrale, al fine di garantire l'efficienza nel tempo delle opere ed evitare fenomeni di interrimento e/o di malfunzionamento.