

Regione Veneto

Comune di Cona

Città Metropolitana di Venezia

VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE

Titolo:

Lotto di impianti di produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica
"CONA 1" - "CONA 2" - "CONA 3" - "CONA 4" - "CONA 5"
Strada Provinciale 8, snc

Oggetto:

RELAZIONE DEL CALCOLO DI CONFORMITA' IDRAULICA

Num. Rif. Lista:

-

Codifica Elaborato:

R_VCI

Studio di progettazione:



Servizi Integrati Gestionali Ambientali scrl
Circonvallazione Piazza d'Armi, 130 48122
Ravenna (RA)
C.F. e P.IVA 01465700399

Progettista:

Dott. Geol. Michela Lavagnoli



Incarico professionale ricevuto dalla Chiron Energy Asset Management S.r.l., società facente parte del Gruppo Chiron Energy.

Cod. File:

R_VCI

Scala:

-

Formato:

-

Codice:

PD

Rev.:

01

Rev.	Data	Descrizione revisione:	Redatto:	Controllato:	Approvato:
0	09/2022	Prima emissione	Dott. Geol. M. Lavagnoli	Dott. Geol. M. Lavagnoli	Dott. Geol. M. Lavagnoli
1	02/2024	Seconda emissione	Dott. Geol. M. Lavagnoli	Dott. Geol. M. Lavagnoli	Dott. Geol. M. Lavagnoli
2	DATA				

INDICE

1	PREMESSA GENERALE	2
2	DESCRIZIONE DELLE OPERE DI PROGETTO	4
3	CONTESTO AMBIENTALE DI RIFERIMENTO	6
3.1	Assetto geomorfologico	6
3.2	Assetto geologico e litostratigrafico.....	9
3.3	Acque superficiali.....	10
3.4	Assetto idrogeologico locale	19
4	INVARIANZA IDRAULICA	21
4.1	Curva di possibilità pluviometrica.....	21
4.2	Coefficienti di deflusso	22
4.3	DETERMINAZIONE DEI VOLUMI DI INVASO	22
4.3.1	Stato Ante Operam	23
4.3.2	Stato Post Operam.....	24
6	ASPETTI CONCLUSIVI	26

Allegato

1 PREMESSA GENERALE

La presente relazione riporta la valutazione di compatibilità idraulica relativa al progetto di realizzazione di un lotto di impianti fotovoltaici in comune di Cona (Venezia), il cui intervento interesserà una superficie complessiva di circa 28,4 ha.

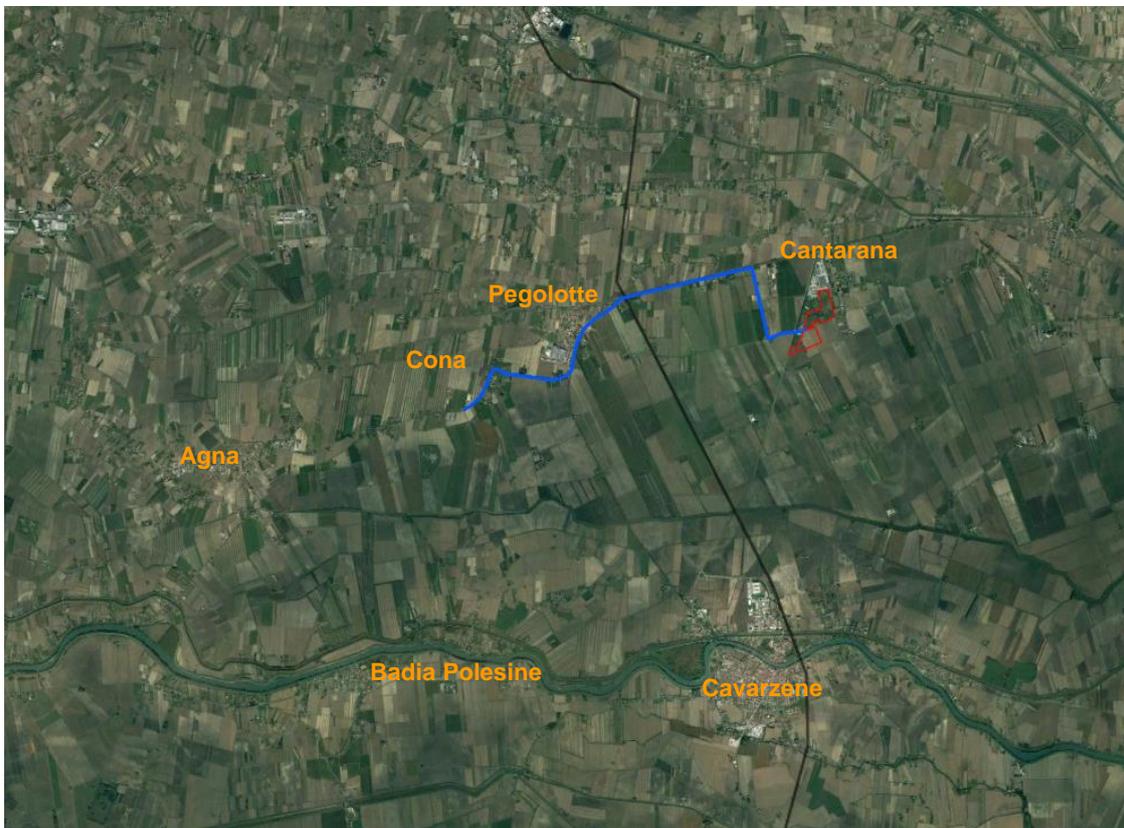


Figura 1-1 Ubicazione area di intervento



Figura 1-2 Ubicazione del campo fotovoltaico in progetto

La Regione del Veneto ha emesso alcune norme che disciplinano la pianificazione urbanistica in relazione alla regimazione dei deflussi idrici.

Nel dicembre 2002, con D.G.R.V. 3637/02, è stato istituito l'obbligo di redigere una Valutazione di Compatibilità Idraulica per ogni variante agli strumenti urbanistici.

Le disposizioni regionali in materia di perimetrazione delle aree a rischio idraulico e idrogeologico e le indicazioni per la formazione dei nuovi strumenti urbanistici, approvate con la Delibera G.R. n. 3637 del 13.12.2002, successivamente aggiornata con la D.G.R.V. 1322/06 (integrata successivamente dalla D.G.R.V. 2948/09), pongono dei vincoli stringenti all'attività di pianificazione urbanistica.

Tali disposizioni subordinano l'approvazione di nuovi strumenti urbanistici o di loro varianti, al parere di conformità idraulica espresso dalla competente autorità idraulica, individuata dalla Regione Veneto nella unità complessa del Genio Civile Regionale.

Con delibera di G.R. n. 1322 del 10.05.2006, dopo l'esperienza acquisita negli anni di applicazione della D.G.R. 3637/02, è stata recepita la necessità di garantire omogeneità di approccio agli studi di compatibilità idraulica.

Questi si concretizzano sostanzialmente in elaborazioni idrologiche ed idrauliche finalizzate a definire progettualmente gli interventi che hanno funzione compensativa per garantire l'"invarianza idraulica", laddove il principio di invarianza idraulica delle trasformazioni del territorio viene così definito: *"per trasformazione del territorio ad invarianza idraulica si intende la trasformazione di un'area che non provochi un aggravio della portata di piena del corpo idrico ricevente i deflussi superficiali originati dall'area stessa."*

In tal senso le misure compensative consistono sostanzialmente nella individuazione e progettazione di volumi e modalità di gestione di essi in modo che l'area interessata da intervento di trasformazione del suolo non modifichi la propria risposta idrologico-idraulica in termini di portata generata¹.

L'Allegato A della su indicata Delibera, fornisce "Modalità operative e indicazioni tecniche" delle nuove Valutazioni di compatibilità idraulica per la redazione degli strumenti urbanistici.

In particolare, l'allegato introduce la seguente classificazione dimensionale degli interventi urbanistici in base alla quale scegliere il tipo di indagine idraulica da svolgere e le tipologie dei dispositivi da adottare (la superficie di riferimento è quella per la quale è prevista la modificazione di uso del suolo):

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

Nel 2009 è stata emanata la D.G.R.V. n. 2948 del 6 ottobre: L. 3 agosto 1998, n. 267 – Nuove indicazioni per la formazione degli strumenti urbanistici. Modifica delle delibere n. 1322/2006 e n. 1841/2007 in attuazione della sentenza del Consiglio di Stato n. 304 del 3 aprile 2009.

Nell'allegato A alla D.G.R.V. 2948/09 sono contenute le modalità operative e le indicazioni tecniche per la redazione della Valutazione di Compatibilità Idraulica.

¹ Commissario Delegato per l'emergenza concernente gli eccezionali eventi meteorologici del 26 settembre 2007 che hanno colpito parte del territorio della Regione Veneto, VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA Linee guida, Venezia 2009

2 DESCRIZIONE DELLE OPERE DI PROGETTO

L'area di intervento risulta situata in località Cantarana, lungo la SP 8 del Comune di Cona, a est rispetto ai nuclei urbani di Cona e di Pegolotte.

L'area è costituita da 2 porzioni di terreno separati da una linea sub-orizzontale rappresentata dalla strada SP 8. Il lotto posto a nord confina a nord con edifici commerciali, a ovest con Via Valletta, ad est con terreni privati e in parte con il cimitero di Cantarana, e a sud con la SP 8. Il lotto meridionale confina a nord con la SP 8, a ovest in parte con Via Valletta e in parte con terreni privati, a sud e a est con terreni privati.

L'area sulla quale si intende realizzare l'opera è in disponibilità della società proponente ed è individuata catastalmente del Comune di Cona al Foglio n.15, (par. n. 134, 136, 137, 139, 140, 141, 142, 145, 157, 158, 159, 213), al Foglio n. 32 (par. n. 104, 111, 114, 116, 120, 121, 122, 123, 127, 128, 198, 199, 202, 206, 208, 210, 213) e al Foglio n. 33 (par. n. 93, 94, 95, 104, 105, 106, 107, 108, 110, 111, 114, 115, 116, 117, 119, 121, 131, 133, 152, 154, 233, 241).

Rispetto alla pianificazione l'intervento ricade nelle seguenti aree: zona D1-produttiva, zona D-FER-1e zona agricola E2. Attualmente il terreno, di conformazione regolare e pianeggiante, è utilizzato a fini agricoli e non risulta recintato. L'area complessiva, intesa come area, recintata, che ospiterà il campo fotovoltaico a terra interessa una superficie di 284.396 m²; l'impianto fotovoltaico avrà potenza complessiva di 26.699,4 kW.

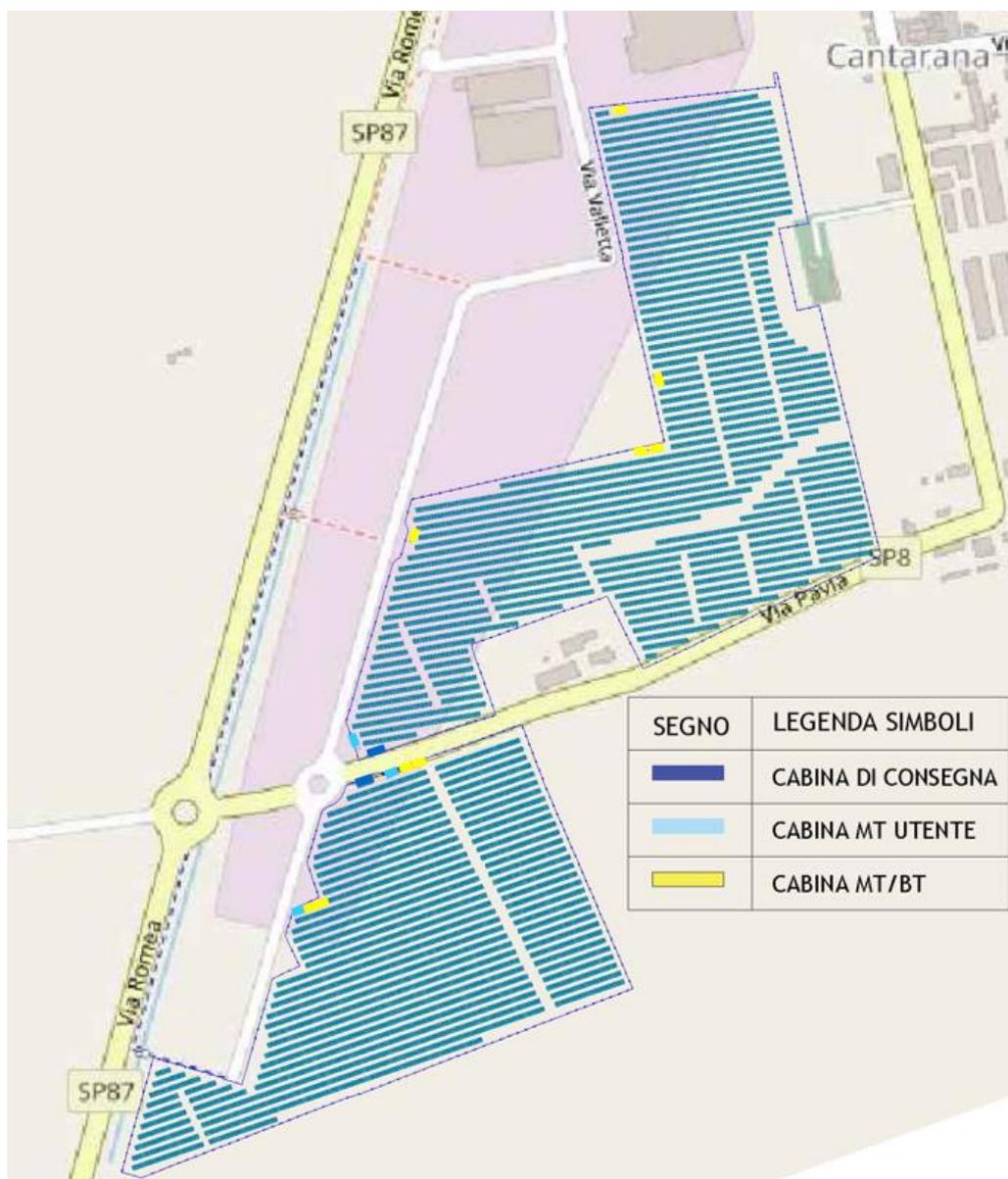


Figura 2-1 Ubicazione del campo fotovoltaico in progetto

I moduli fotovoltaici saranno esposti a sud (orientamento di -10° per l'area Nord e orientamento -19° per l'area Sud e un'inclinazione rispetto al piano orizzontale di 25° (tilt).

Le strutture di sostegno saranno realizzate in profili metallici (in alluminio o acciaio zincato) e fissate al terreno.

In sintesi si riportano di seguito i dati salienti dell'intervento (cfr. l'elaborato di progetto "Relazione tecnica generale") distinti per le due aree a nord e a sud rispetto alla SP n. 8.

Area nord

- superficie: 171.525 m²;
- superficie pannelli proiettata a terra: 62.970 m²;
- superfici impermeabili (fondazioni cabine): 230 m²;
- superfici semipermeabili (viabilità e piazzali in stabilizzato): 2.768 m².

Area sud

- superficie: 112.870 m²;
- superficie pannelli proiettata a terra: 44.395 m²;
- superfici impermeabili (fondazioni cabine): 178 m²;
- superfici semipermeabili (viabilità e piazzali in stabilizzato): 1.020 m².

Le strutture metalliche di sostegno dei moduli fotovoltaici saranno costituite da un sistema modulare di vele di tipo bipalo che prevede:

- pali infissi al suolo in acciaio zincato;
- traverse fissate al sostegno;
- longheroni per il fissaggio dei moduli (costituiti da profili in alluminio);
- morsetti e viti di fissaggio.

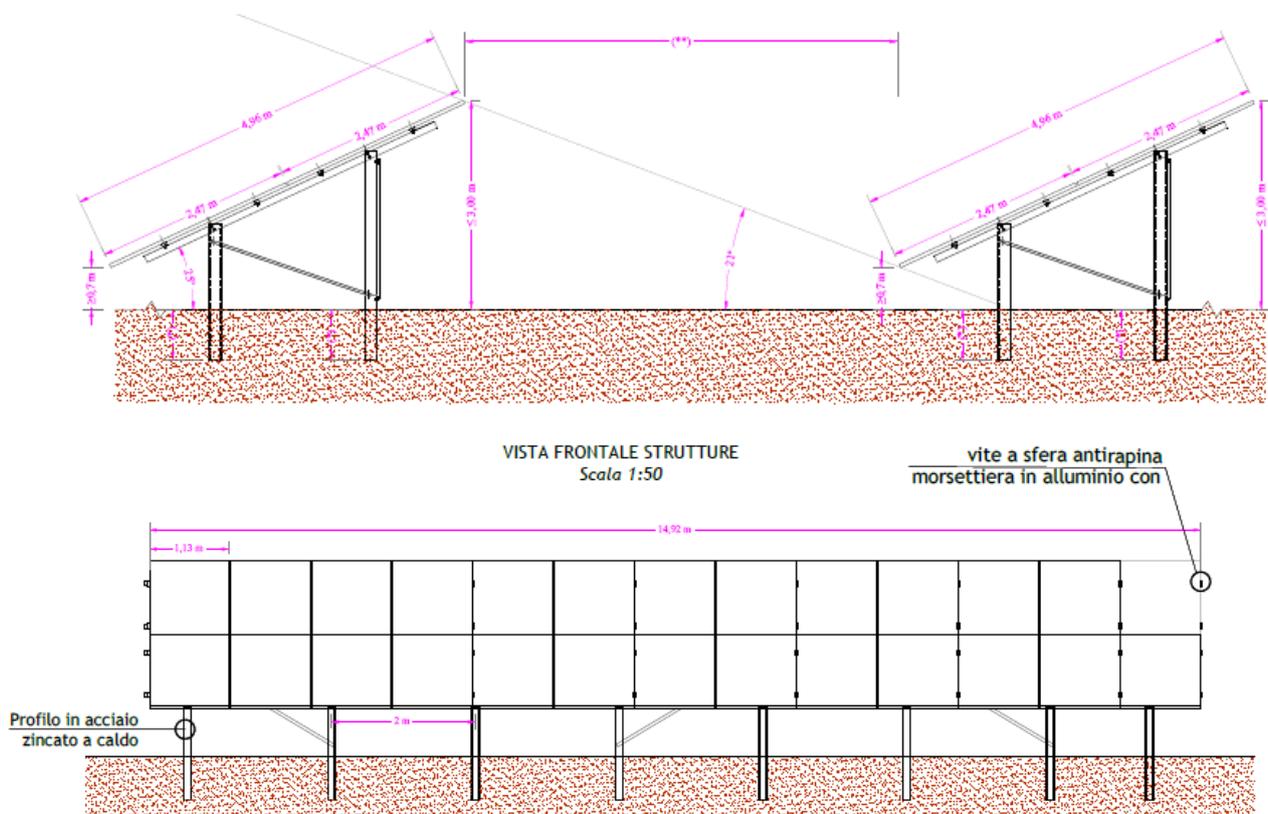


Figura 2-2 – Profilo delle file dei pannelli fotovoltaici

In fase di esercizio le aree di impianto non saranno interessate da copertura o pavimentazione impermeabile, a meno delle aree occupate dalle cabine, piazzali e strade.

3 CONTESTO AMBIENTALE DI RIFERIMENTO

3.1 Assetto geomorfologico

Il tratto di pianura ad ovest dalla 'conterminazione lagunare' rappresenta la porzione terminale del sistema deposizionale olocenico del Brenta. Esso confina a nord con il sistema tardo-pleistocenico del Brenta ed a sud con quello olocenico dell'Adige. L'attività morfogenetica del Bacchiglione è costretta all'interno dell'ampio avvallamento creatosi dalla giustapposizione del sistema del Brenta con quello dell'Adige e quindi apparentemente limitata all'intorno delle direttrici di deflusso attuali e subattuali (Figura 3-1).

Nell'area si osserva una grande abbondanza di tracce di origine fluviale e l'assenza di elementi relitti del sistema lagunare, nonostante ampi tratti di pianura posti a ridosso della laguna si trovino attualmente sotto al livello marino e siano mantenuti asciutti solo grazie all'opera di bonifica con scolo meccanico delle acque. (Figura 3-2).

Questo assetto geomorfologico è spiegabile considerando che circa 5 secoli fa la posizione del margine interno lagunare era spostata verso mare di alcuni chilometri.

La pianura alluvionale che si estendeva su gran parte della laguna meridionale è stata dunque invasa dalle acque salmastre in età rinascimentale e moderna. A partire dal 1610 i Veneziani intrapresero la costruzione della 'conterminazione lagunare', un'arginatura del margine interno lagunare che fu terminata nel 1791 e che tuttora separa nettamente la laguna dalla terraferma. Gli argini hanno difeso l'attuale terraferma dall'ingressione marina degli ultimi secoli, impedendo il sovrapporsi di forme lagunari sul substrato alluvionale.

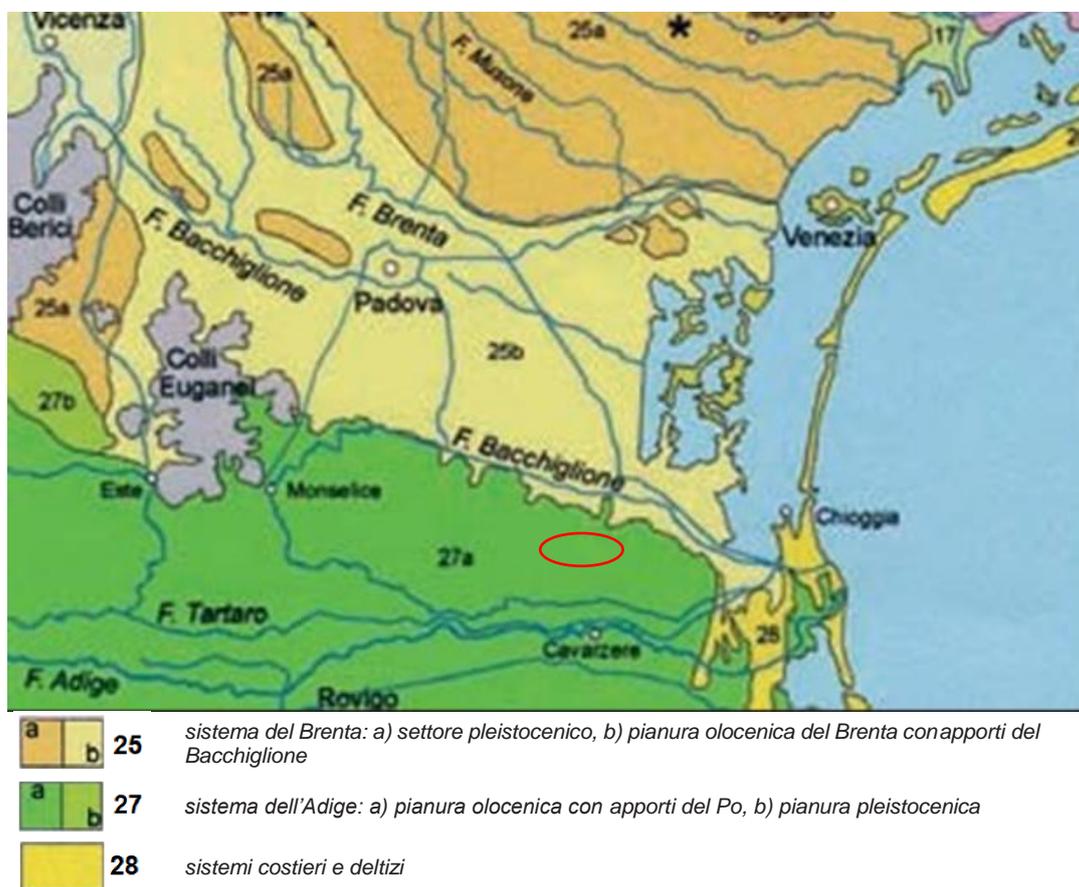


Figura 3-1 – Schema dei sistemi deposizionali della pianura veneto-friulana (Fonte: APAT, Note illustrative della Carta Geologica di Italia alla scala 1:50.000, foglio 148-149, Chioggia-Malamocco)

Dal punto di vista altimetrico il territorio presenta ad ovest dell'area di intervento un profilo piatto, prossimo allo 0 altimetrico. Ad est sono presenti alcune depressioni molto estese con quote di circa -2,5 m slm in cui i suoli presentano una maggior concentrazione di materia organica. I lembi più elevati rappresentano antichi dossi fluviali oggi abbandonati dai corsi d'acqua minori.

In riferimento all'area ove verrà realizzato il campo fotovoltaico essa risulta pianeggiante con quote comprese tra circa -0,2÷-0,7 m slm nella porzione a Sud della Strada Provinciale n. 8 mentre nella porzione a Nord le quote sono leggermente più depresse, comprese tra -1,2 e -0,5 m slm (Figura 3-3).

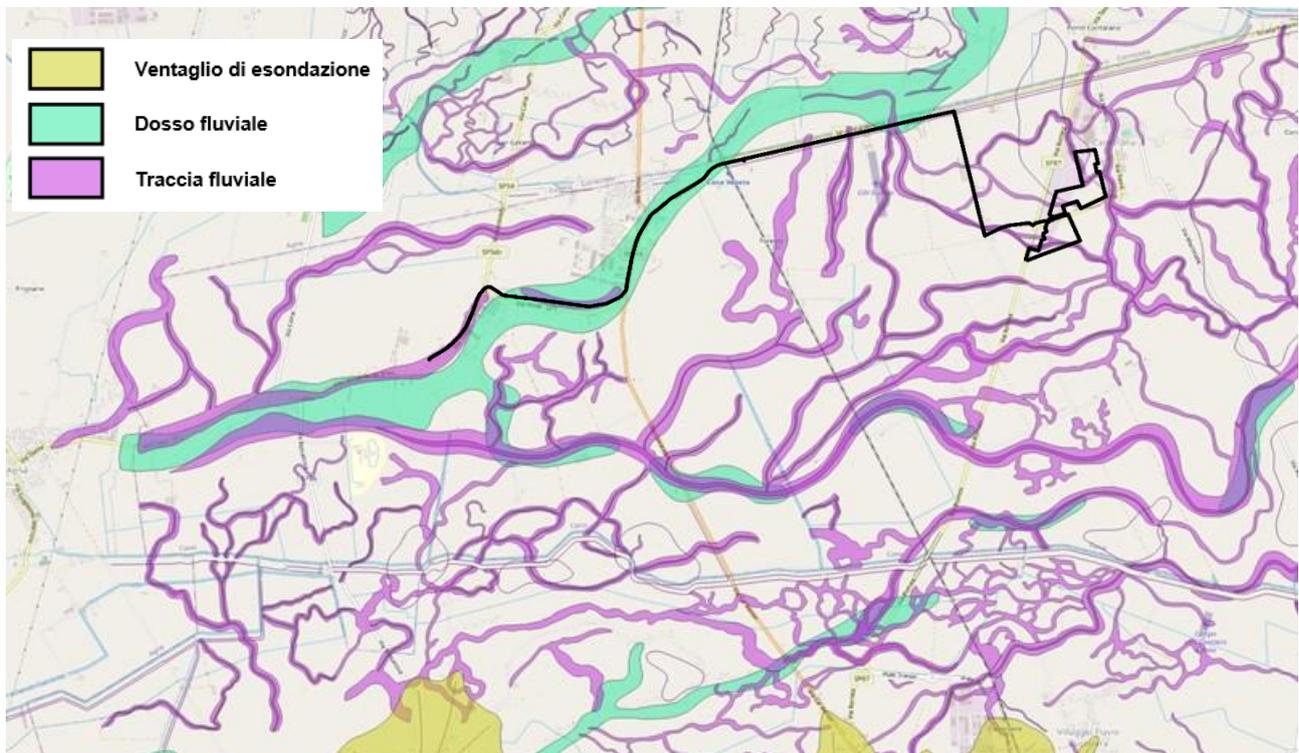


Figura 3-2 – Elementi geomorfologici (Fonte: shape file del Quadro conoscitivo del PTCM di Venezia)

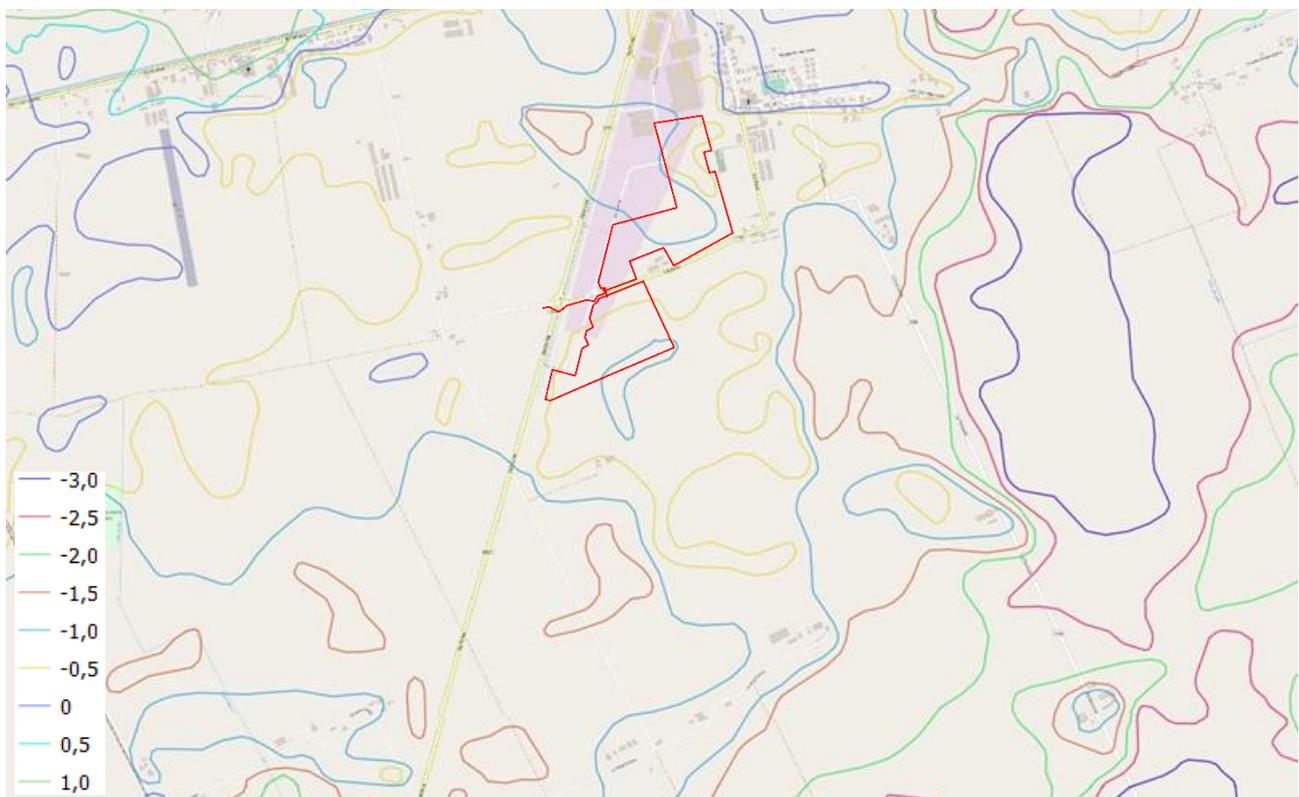


Figura 3-3 – Microrilievo dell'area di intervento (Fonte: Geoportale Regione Veneto)



Figura 3-4 – panoramica delle aree di intervento

Un elemento caratterizzante l'attuale assetto geomorfologico è rappresentato dalla subsidenza: il graduale abbassamento del suolo trae origine da cause naturali insite nel territorio, quali, principalmente, la tettonica, che coinvolge i sedimenti profondi della pianura, ed il costipamento dei terreni ad opera del carico litostatico; a queste si sommano altre cause legate all'attività dell'uomo, soprattutto in riferimento all'estrazione di fluidi dal sottosuolo. Tra questi, lo sfruttamento delle acque sotterranee è senz'altro uno degli agenti più significativi. Gli studi effettuati sull'evoluzione del fenomeno mostrano chiaramente la correlazione fra interventi dell'uomo e cambiamenti nelle tendenze della subsidenza.

Nello studio *La subsidenza della pianura costiera veneta*, (L. Carbonin et al., 2006)², che ha approfondito le conoscenze sulle cause naturali e antropiche responsabili del processo di abbassamento del suolo, la subsidenza naturale è stata quantificata con il tasso medio di lungo periodo, calcolato sull'intera serie quaternaria, di poco inferiore a 0,5 mm/anno, principalmente ascrivibile all'attività tettonica regionale, mentre il tasso medio di breve periodo stimato in circa 1,3 mm/a per gli ultimi 40.000 anni, imputabile alla consolidazione naturale dei sedimenti di apporto recente. Negli ultimi secoli il valore della consolidazione naturale veneziana è sensibilmente diminuito fino a raggiungere il valore $\leq 0,5$ mm/anno.

Il bacino scolante meridionale è inoltre interessato da una la subsidenza geochimica la cui causa principale è da attribuirsi alla perdita di massa per ossidazione che avviene in corrispondenza delle aree bonificate ad uso agricolo in presenza di terreni torbosi superficiali. In queste zone, dove vaste zone si trovano a quote decisamente inferiori al lsm., fino a -4 m, solo per gli ultimi 70 anni è avvenuta una subsidenza superiore a 1 m. Anche la contaminazione salina dei suoli, molto estesa in quest'area, è causa di compattazione geochimica dei terreni limo-argillosi.

In Figura 3-5 è riportato l'andamento della velocità della subsidenza da cui è osservabile che l'area ove verrà realizzato l'impianto fotovoltaico è interessata da una velocità di abbassamento del suolo compresa tra 0,5 e 1 mm. In riferimento alla rilevanza del fenomeno l'area di intervento ricade in un'area a rilevanza minima.

² Carbognin, L., Rizzetto, F., Teatini, P., Tosi, L., Strozzi, T. 2006. La subsidenza della pianura costiera veneta. Indagini e Risultati recenti. In: Problemi di Geingegneria: estrazioni di fluidi e subsidenza. Geofluid, Piacenza, 7 ottobre 2006, CD-ROM

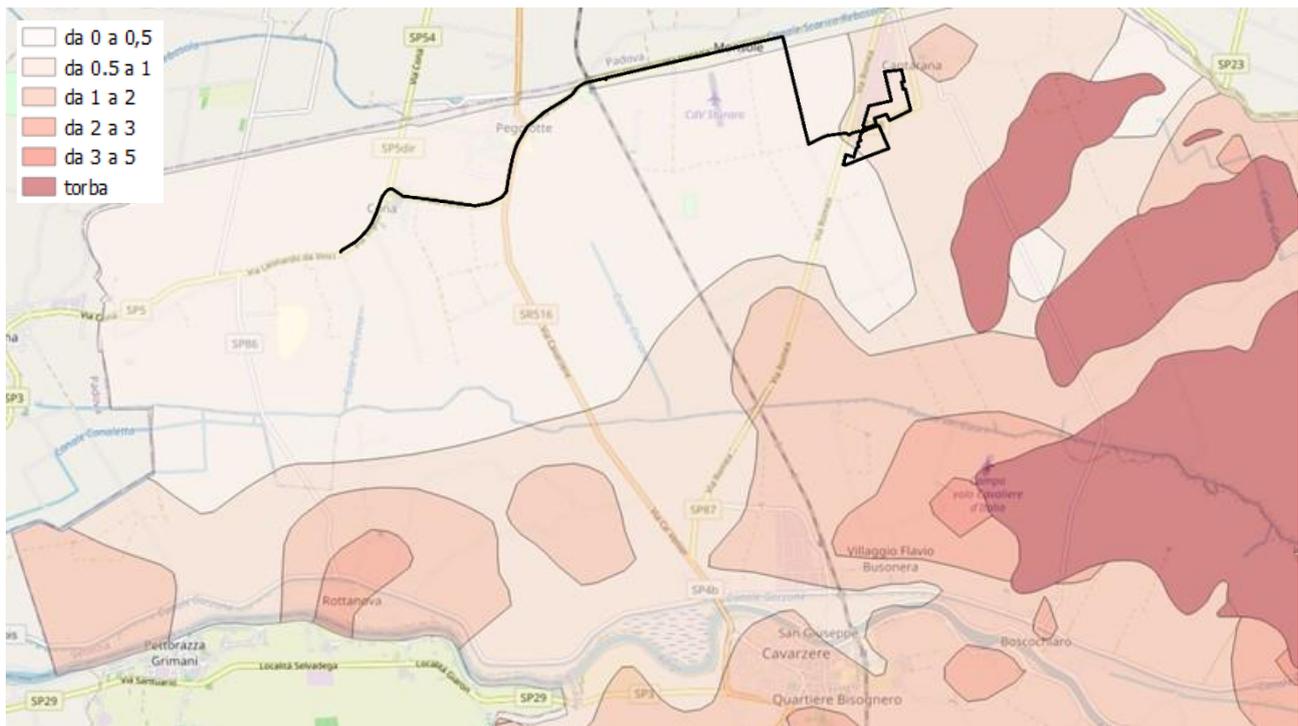


Figura 3-5 – Velocità della subsidenza (Fonte: shape file del Quadro conoscitivo del PTCP di Venezia)

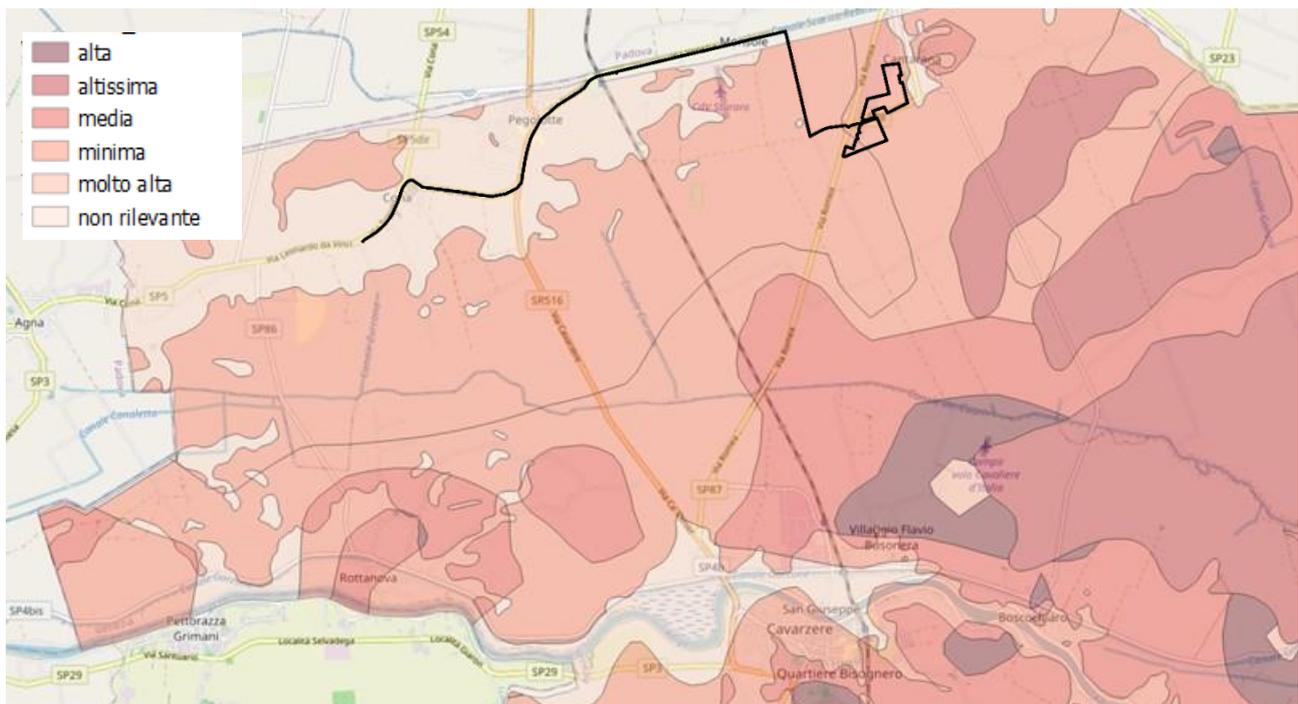


Figura 3-6 – Rilevanza del fenomeno della subsidenza (Fonte: shape file del Quadro conoscitivo del PTCP di Venezia)

3.2 Assetto geologico e litostratigrafico

L'area di intervento è ubicata nella parte terminale della pianura alluvionale padana, nello specifico la pianura olocenica dell'Adige con apporti del fiume Po, derivata dai progressivi depositi di sedimenti trasportati dai corsi d'acqua durante le loro divagazioni all'interno della pianura in formazione.

In Figura 3-7 è riportato l'assetto litologico dell'area di intervento tratto dal geoportale della Regione Veneto dalla quale si evince che l'area è caratterizzata dalla presenza di sedimenti di natura alluvionale prevalentemente sabbiosa.

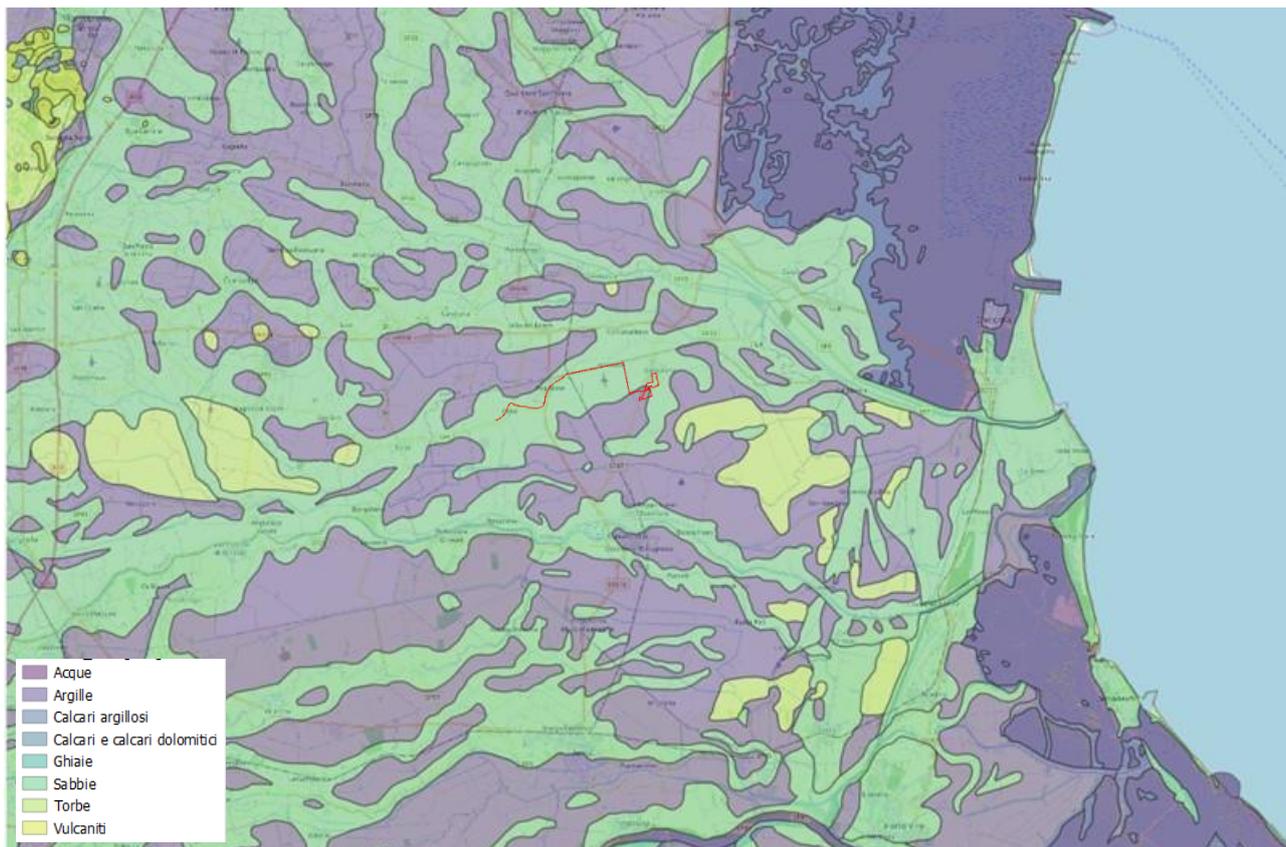


Figura 3-7 – Litologia dell’area di intervento (Fonte: Fonte: <https://idt2.regione.veneto.it/idt/webgis/>)

3.3 Acque superficiali

L’area di intervento ricade all’interno del Bacino Scolante della Laguna di Venezia, che costituisce un complesso sistema territoriale che recapita le proprie acque nella Laguna di Venezia. Esso occupa la totalità dei suoli attraversati da una fitta rete di corsi d’acqua, naturali e artificiali, che convogliano le acque dolci sia fluviali che piovane in laguna. Il bacino è delimitato a sud dal fiume Gorzone, ad ovest dalla linea dei colli Euganei e delle Prealpi Asolane e a nord dal fiume Sile, (Figura 3-8 e Figura 3-9).

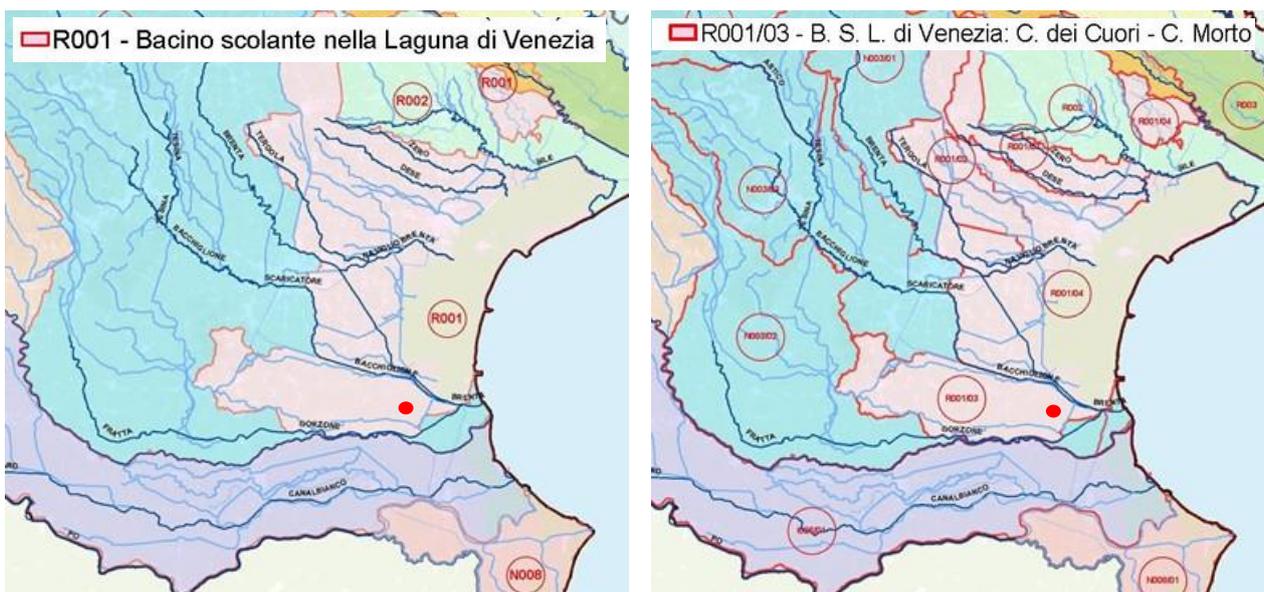


Figura 3-8 – Bacino Scolante della Laguna di Venezia e del sottobacino del Canale dei Cuori – Canale Morto
(https://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/acqua/file-e-allegati/Corpi_Idrici_Significativi.pdf)

Il Bacino Scolante della Laguna di Venezia è diviso in sottobacini e l'area di intervento rientra nel sottobacino del Canale dei Cuori – Canale Morto.

La rete idrografica del sottobacino Canale dei Cuori scorre in direzione Ovest-Est ed è costituita da una serie di canali secondari che si immettono nei due canali principali: la Fossa Monselesana e Canale dei Cuori. La fossa Monselesana drena un'ampia zona della bassa padovana. Nasce non lontano da Este, e ed inizia ad avere una consistente portata all'altezza di Pozzonovo, dove vi confluiscono numerosi scoli. Continua poi il suo percorso nei comuni di Tribano, di Bagnoli e di Agna dove si immette nel Canale dei Cuori.

Il C. dei Cuori scorre a circa 2,7 km a sud dell'area con direzione W-E, raccogliendo le acque di vari sottobacini a scolo meccanico, quindi piega verso nord-est pervenendo infine all'idrovora Ca' Bianca (idrovora con portata massima di circa 45 m³/s) e pervenendo nel Canal Morto in corrispondenza della botte a sifone delle Trezze. A nord dell'area è presente lo scolo Rebosola che nasce alla confluenza del canale Beolo con lo scolo Agna e segna il confine tra la provincia di Padova e quella di Venezia. Il canale è caratterizzato da una discreta portata d'acqua e viene utilizzato principalmente a scopo irriguo. Nel suo percorso riceve gli apporti di numerosi piccoli scoli agricoli e dopo un percorso di circa 15 km si immette nello scolo Barbegara.

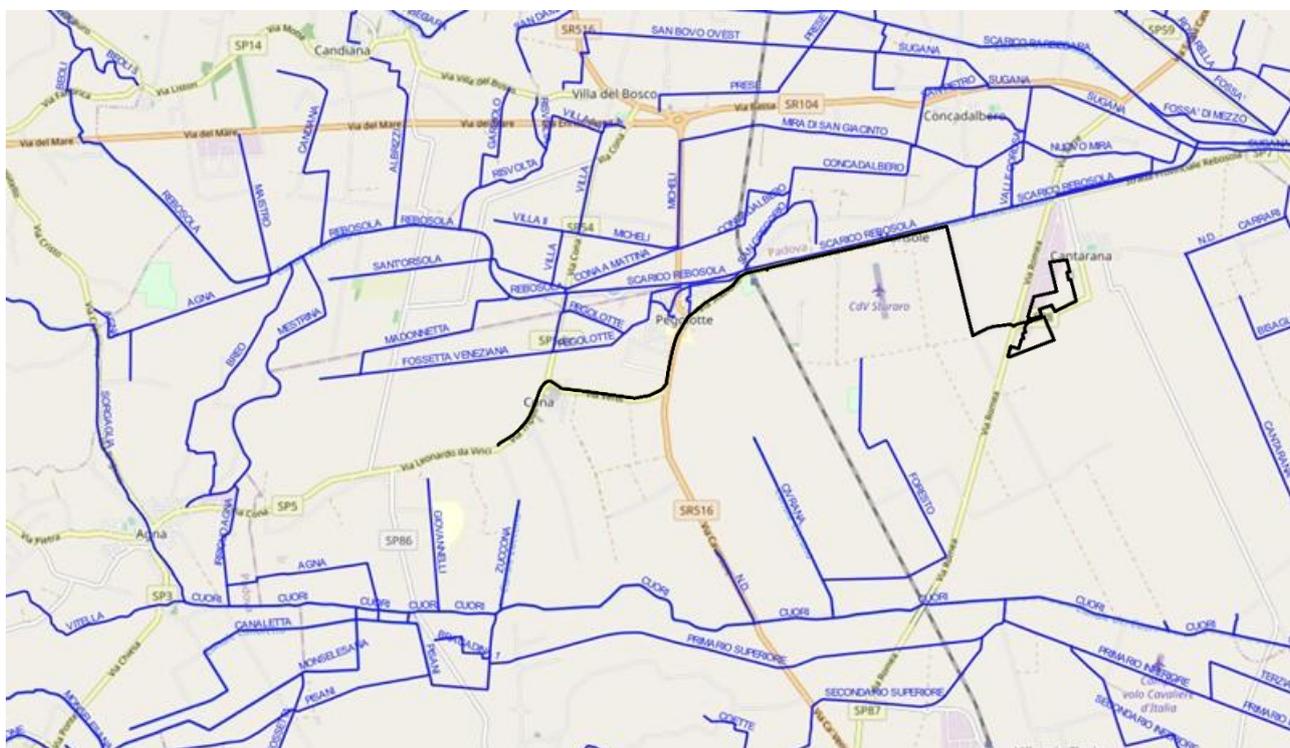


Figura 3-9 – Idrografia dell'area di intervento



Canale dei cuori



Scolo Rebosola

Per una valutazione della pericolosità idraulica delle aree di intervento si può fare riferimento al Piano Gestione del Rischio Alluvioni 2015-2021 dell'Autorità di bacino del Distretto delle Alpi Orientali. La cartografia elaborata prevede tre scenari di allagabilità (frequente = TR 30 anni; medio = TR 100 anni; raro = TR 300 anni) relativamente alle altezze idriche nelle aree potenzialmente allagabili ed alla conseguente classificazione del rischio totale.

Nelle figure sottostanti sono riportati gli stralci delle carte di pericolosità idraulica nelle aree di intervento. L'area dove verrà realizzato il campo fotovoltaico non rientra nelle aree allagabili in nessuno dei tre scenari considerato.

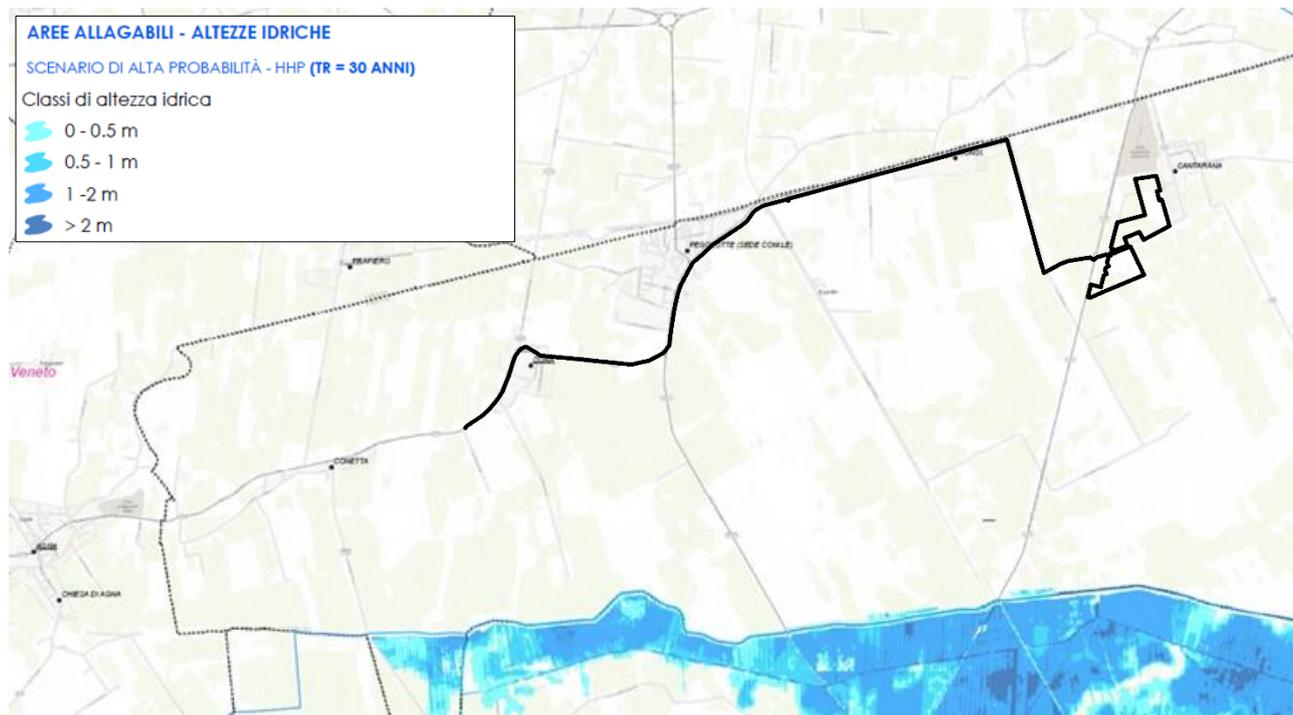


Figura 3-10 – Aree allagabili scenario di alta probabilità (TR=30 anni). (Fonte PGRA 2015-2021)

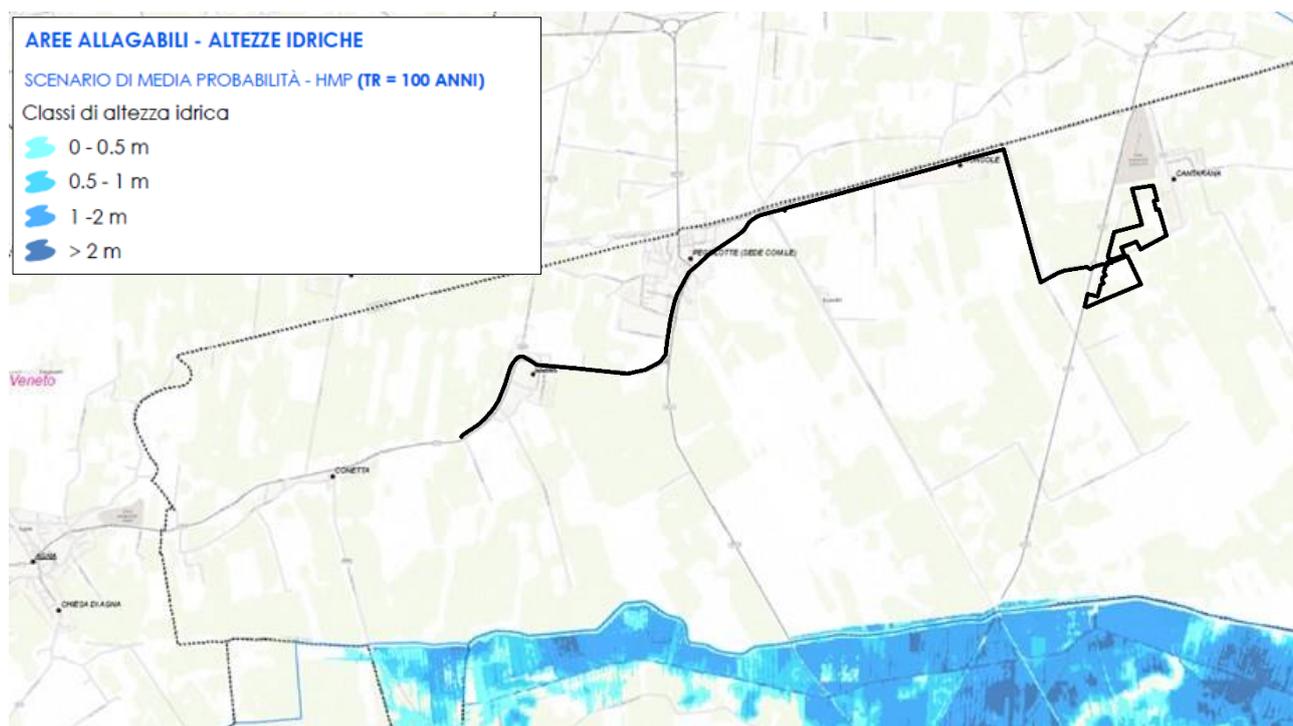


Figura 3-11 – Aree allagabili scenario di media probabilità (TR=100 anni). (Fonte PGRA 2015-2021)

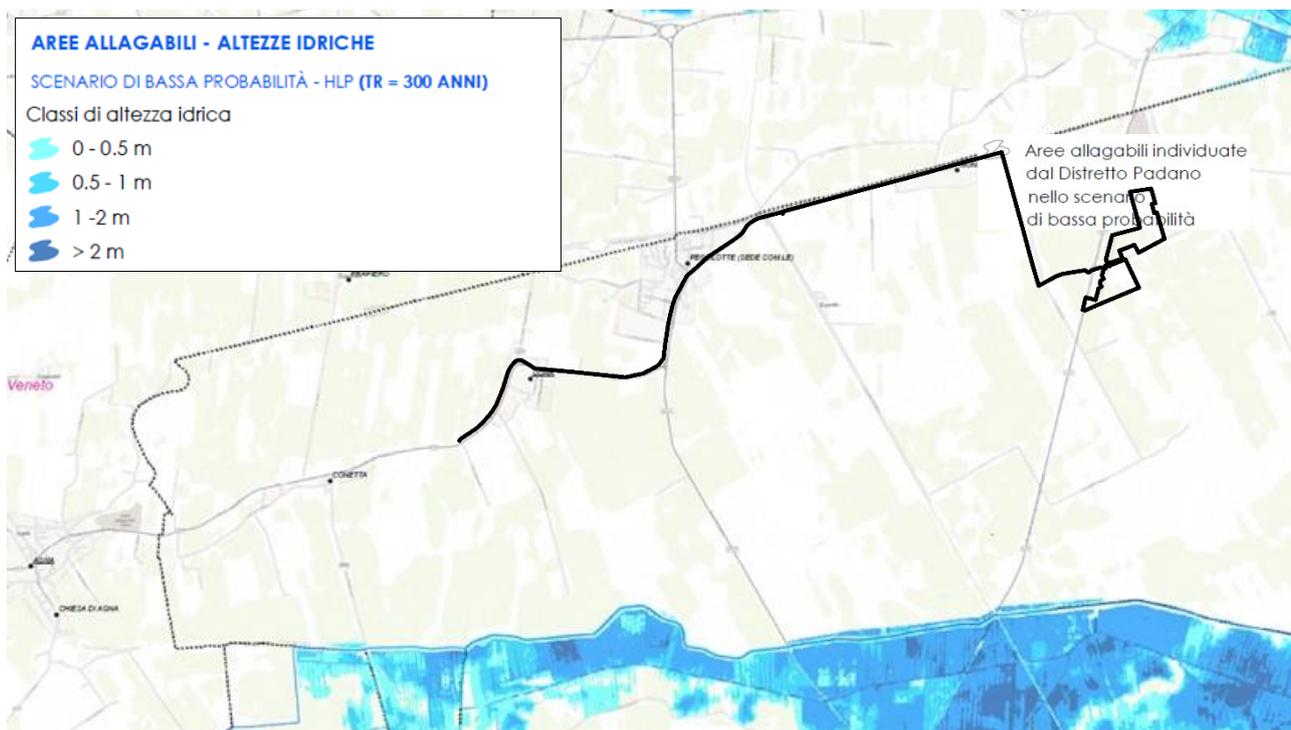


Figura 3-12 – Aree allagabili scenario di bassa probabilità (TR=300 anni). (Fonte PGRA 2015-2021)

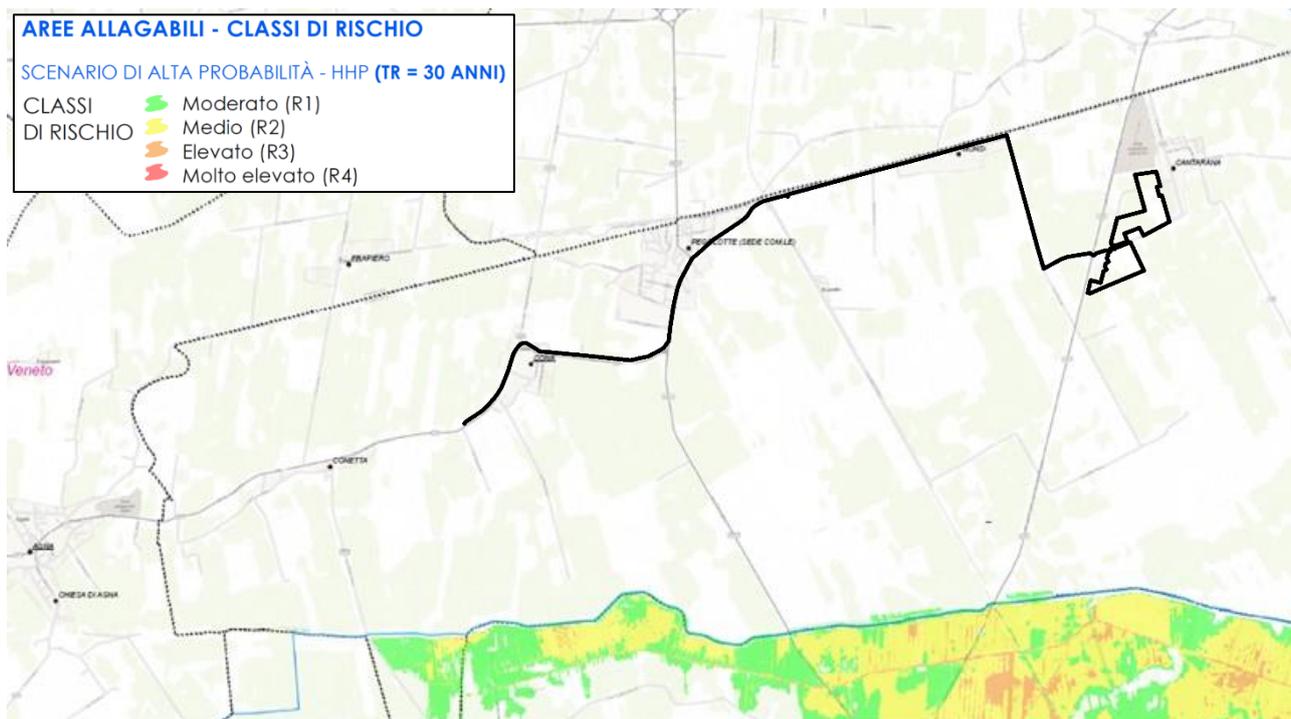


Figura 3-13 – Aree allagabili – Classi di Rischio (TR=30 anni). (Fonte PGRA 2015-2021)

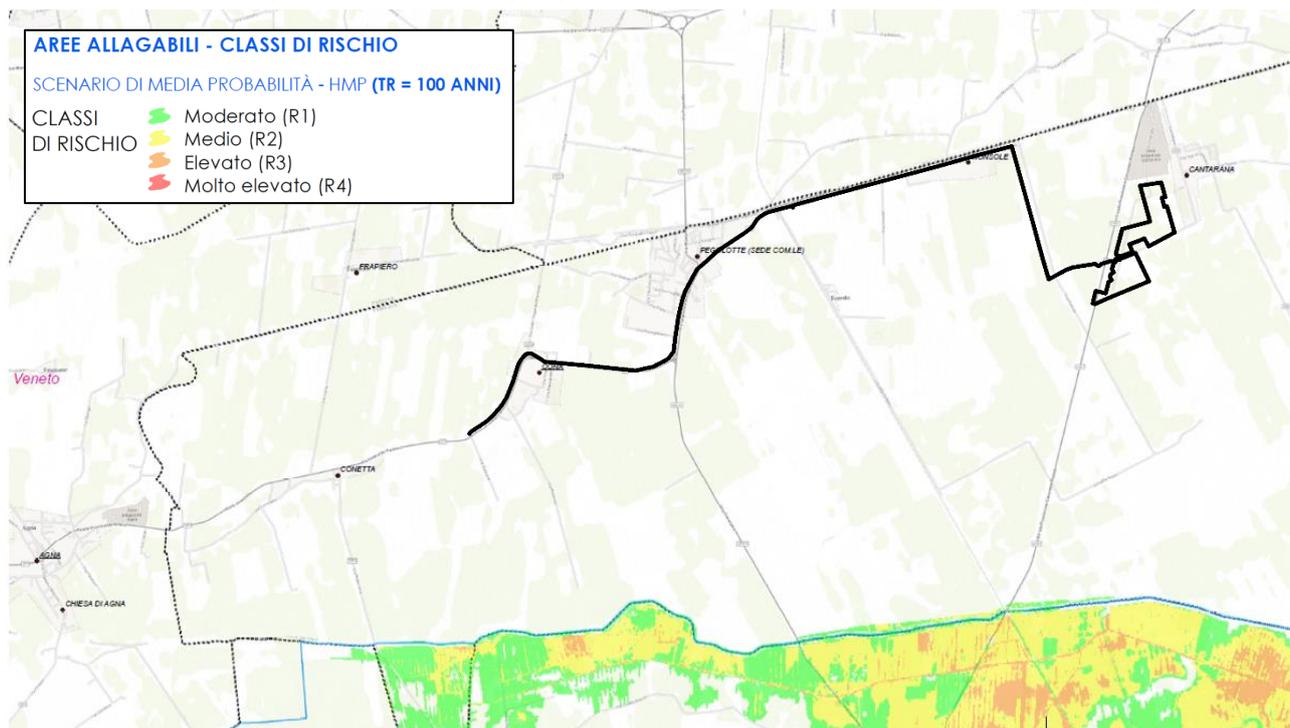


Figura 3-14 – Aree allagabili – Classi di Rischio (TR=100 anni). (Fonte PGRA 2015-2021)

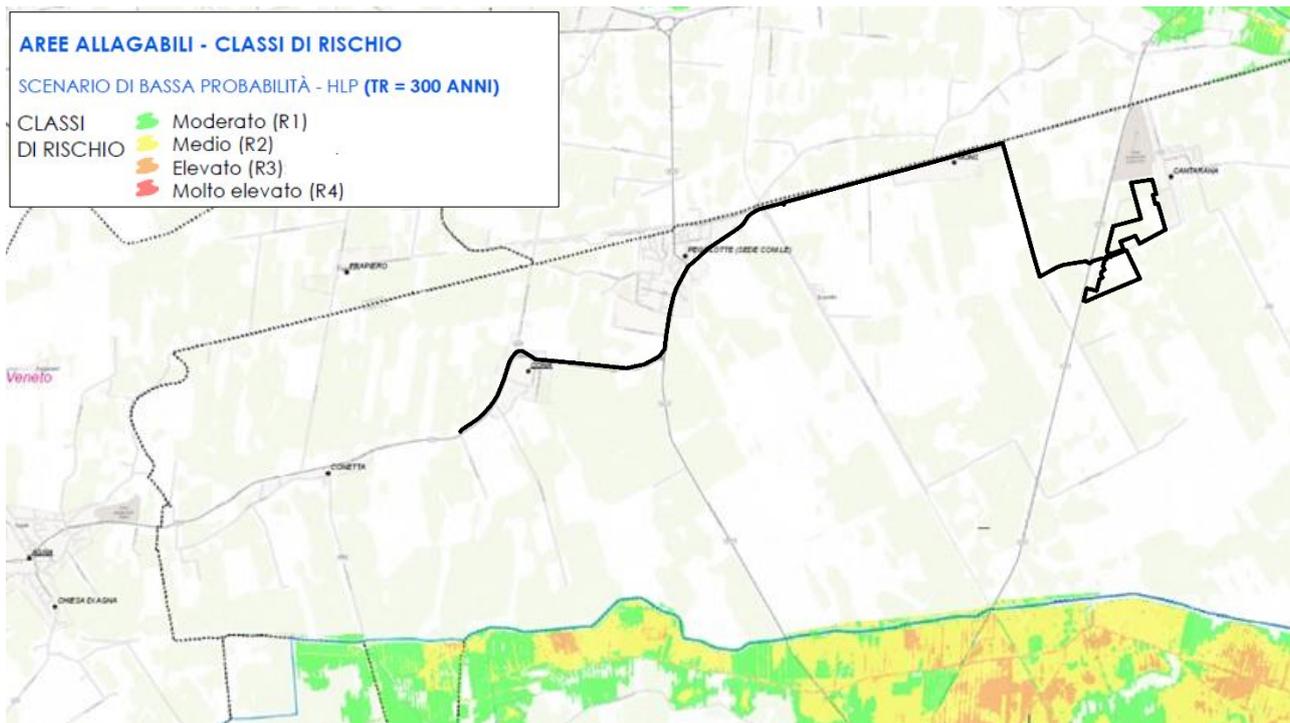


Figura 3-15 – Aree allagabili – Classi di Rischio (TR=300 anni). (Fonte PGRA 2015-2021)

A fine 2021 è stato adottato il primo aggiornamento del Piano di gestione del rischio alluvioni. La cartografia inerente il rischio idraulico tratta dal webgis dell’Autorità³ evidenzia che le opere di progetto rientrano quasi totalmente nel rischio idraulico R1, la cui Classe è definita Rischio moderato (R1), solo la parte finale delle linee elettriche che attraversa la zona industriale è interessata dalla classe di Rischio medio (R2), Figura 3-16. In riferimento alla pericolosità idraulica il PGRA ascrive tutte le opere di progetto alla classe P1 Pericolosità idraulica moderata (P1), Figura 3-17.

³ <https://sigma.distrettoalpiorientali.it/portale/index.php/cartografie/>

Le Norme di Piano all'art. 14 prescrivono che: *Tutti gli interventi e le trasformazioni di natura urbanistica ed edilizia che comportano la realizzazione di nuovi edifici, opere pubbliche o di interesse pubblico, infrastrutture, devono in ogni caso essere collocati a una quota di sicurezza idraulica pari ad almeno 0,5 m sopra il piano campagna. Tale quota non si computa ai fini del calcolo delle altezze e dei volumi previsti negli strumenti urbanistici vigenti alla data di adozione del Piano.*

Quanto detto sopra è confermato dalle tavole inerenti il tirante idrico, calcolato negli scenari con tempi di ritorno di 30, 100, 300 anni, rappresentativi rispettivamente di alta, media e bassa probabilità. Le mappe confermano che le opere di progetto rientrano in area con altezze idriche di riferimento fino a 50 cm, negli scenari di media e bassa pericolosità, Figura 3-19 e Figura 3-20.



Figura 3-16 – Rischio Idraulico (Fonte web gis SIGMA PGRA 2021/2027 – Autorità di Bacino delle Alpi Orientali)

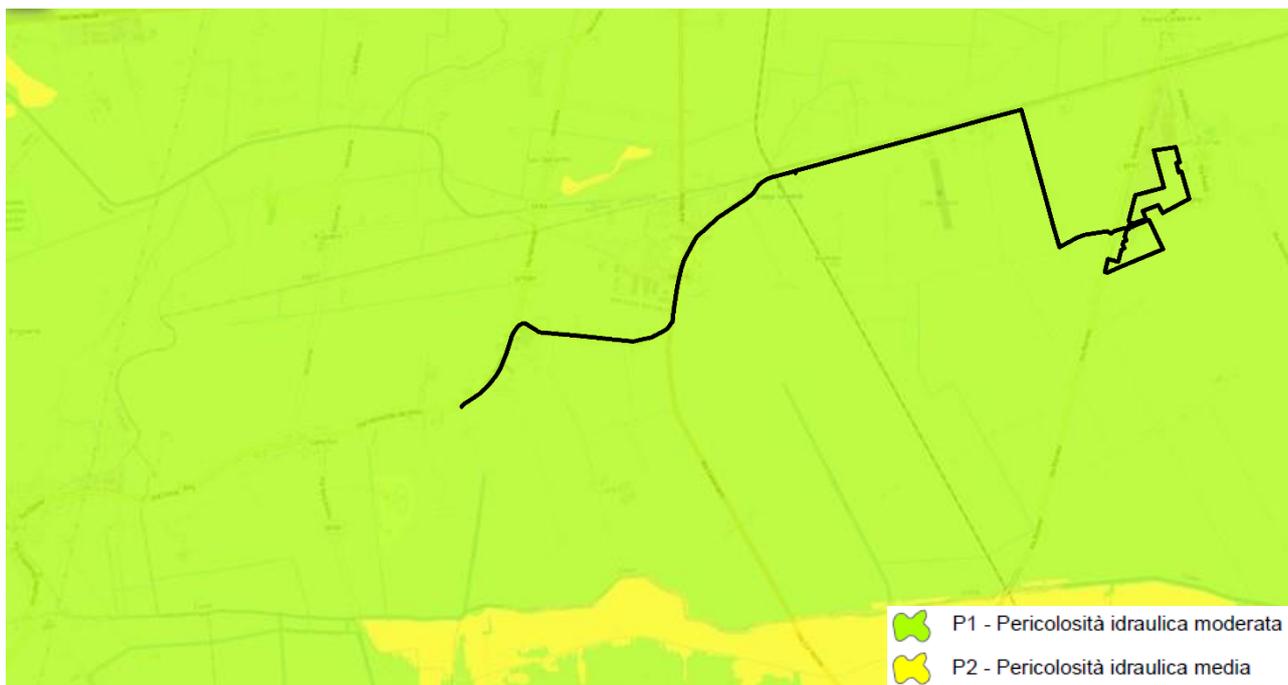


Figura 3-17 – Pericolosità idraulica (Fonte web gis SIGMA PGRA 2021/2027 – Autorità di Bacino delle Alpi Orientali)

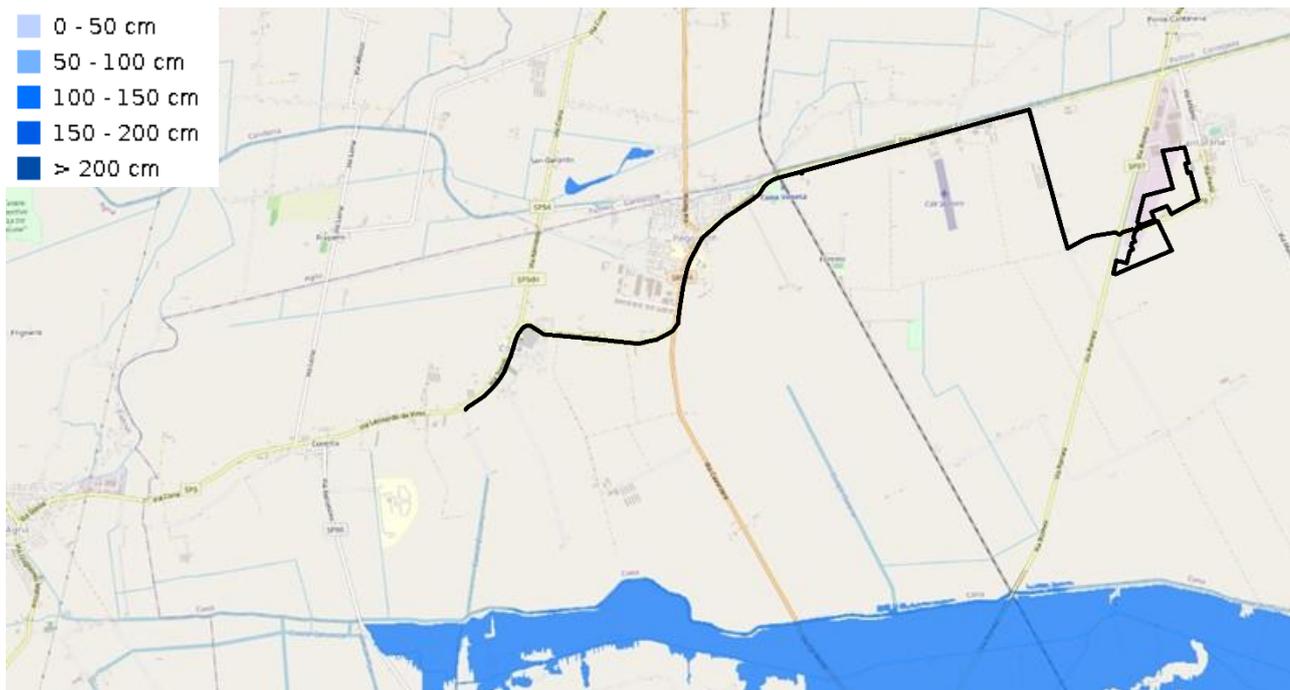


Figura 3-18 – Tirante per TR 30 anni (Fonte web gis SIGMA PGRA 2021/2027 – Autorità di Bacino delle Alpi Orientali)



Figura 3-19 – Tirante per TR 100 anni (Fonte web gis SIGMA PGRA 2021/2027 – Autorità di Bacino delle Alpi Orientali)



Figura 3-20 – Tirante per TR 300 anni (Fonte web gis SIGMA PGRA 2021/2027 – Autorità di Bacino delle Alpi Orientali)

L'area di intervento rientra nel comprensorio del Consorzio di Bonifica Adige Euganeo ed in particolare il campo fotovoltaico rientra nei bacini idraulici Cantarana e Metiche (Figura 3-21). In riferimento al rischio idraulico individuato nel comprensorio l'intervento rientra in aree depresse a scolo meccanico e quindi soggette ad allagamenti in assenza di drenaggio indotto (Figura 3-22). Non sono inoltre segnalate aree sensibili prossime al sito di intervento.

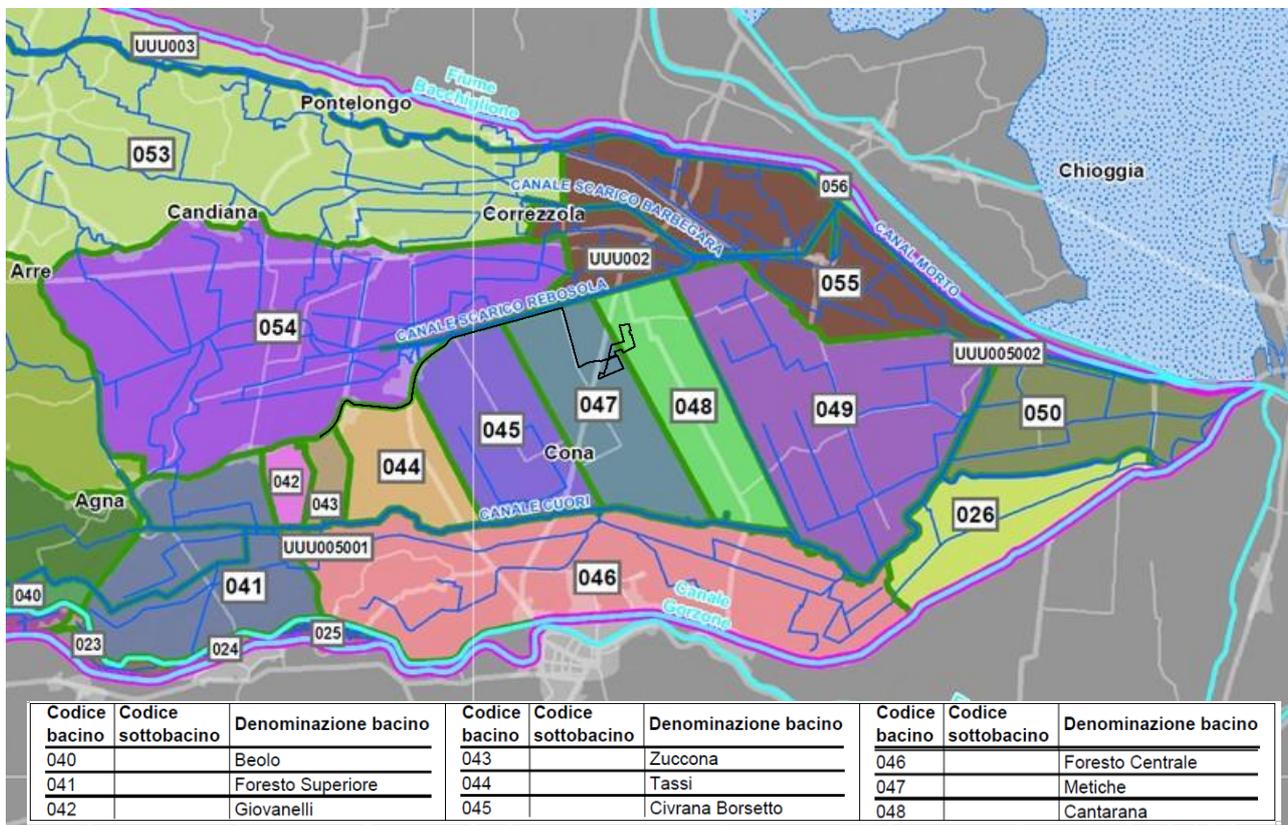


Figura 3-21 – Bacini idraulici del Consorzio di bonifica Adige Euganeo (Fonte: Consorzio di bonifica Adige Euganeo)

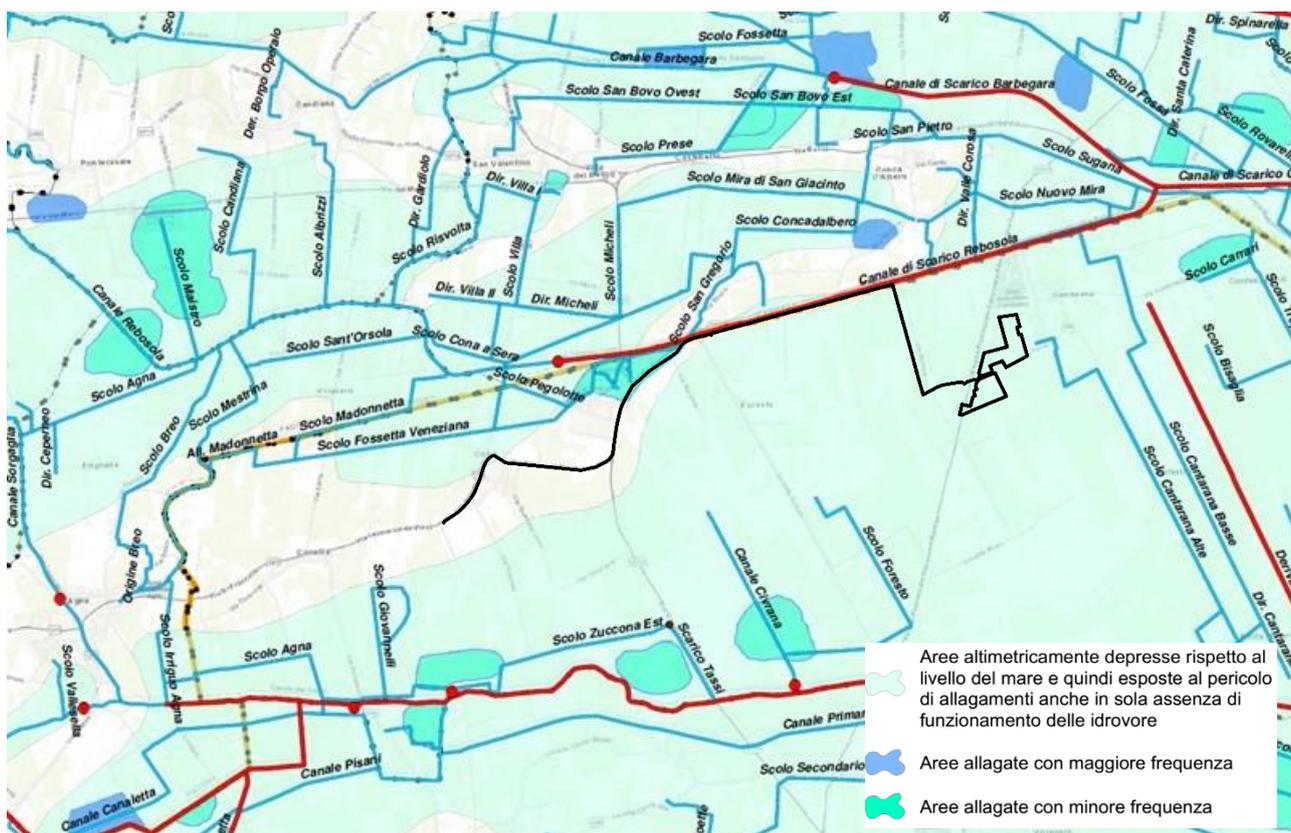


Figura 3-22 – Carta del rischio idraulico del comprensorio del Consorzio di bonifica Adige Euganeo (Fonte: Consorzio di bonifica Adige Euganeo, Piano di Emergenza -Tavola 4)

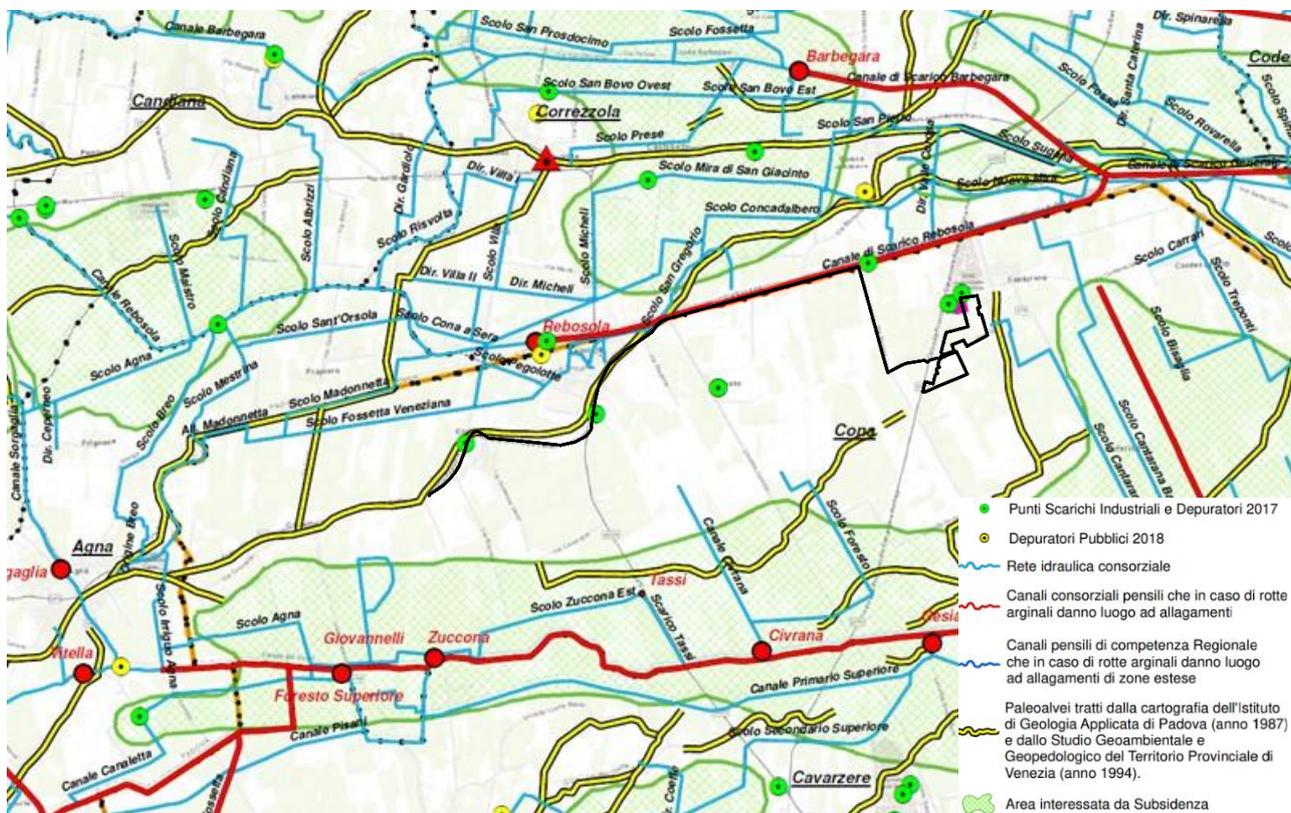


Figura 3-23 – Carta delle aree sensibili del comprensorio del Consorzio di bonifica Adige Euganeo (Fonte: Consorzio di bonifica Adige Euganeo, Piano di Emergenza -Tavola 6)

3.4 Assetto idrogeologico locale

La situazione idrogeologica dell'area è caratterizzata da un sistema a più falde sovrapposte e in pressione, alloggiata nei materiali più permeabili (sabbie), separate da letti di materiali argillosi praticamente impermeabili. Risulta inoltre presente una falda superficiale di tipo freatico (non oggetto del presente studio), la cui superficie, regimata dalle idrovore, è posta appena al di sotto del piano campagna (profondità compresa tra 0,5 e 4 metri). Va precisato che, a differenza delle falde profonde confinate, la falda freatica non è dotata di continuità idraulica ma è un insieme di piccole falde a bassa trasmissività.

La struttura stratigrafica, comune a tutta la Bassa Pianura Veneta, determina livelli con permeabilità variabilissima, in funzione della granulometria. I vari livelli costituiti da questi materiali così diversi, presenti anche in termini misti, sono tra loro sovrapposti e talora variamente interdigitati o in eteropia laterale⁴.

Nell'ambito del PRAC della regione Veneto è stata redatta la carta idrogeologica della falda freatica sul territorio regionale riportata in Figura 3-24: la carta elaborata alla scala 1:250.000 certamente non rileva gli aspetti di dettaglio, ma permette di evidenziare l'andamento della superficie freatica che presenta un andamento generale ovest-est, con quote comprese, nell'area di intervento, tra - 2 e -3 m slm. Durante l'esecuzione delle indagini geognostiche la falda è stata riconosciuta ad una profondità compresa tra 0,8 e 2,2 m da p.c.

Per quello che concerne la vulnerabilità della falda freatica si può fare riferimento alla 'Carta della Vulnerabilità intrinseca della falda freatica della Pianura Veneta' redatta nell'ambito del Piano Tutela Acque (PTA) della Regione Veneto riportata in Figura 3-25: per l'area di intervento il rischio si può definire 'alto'.

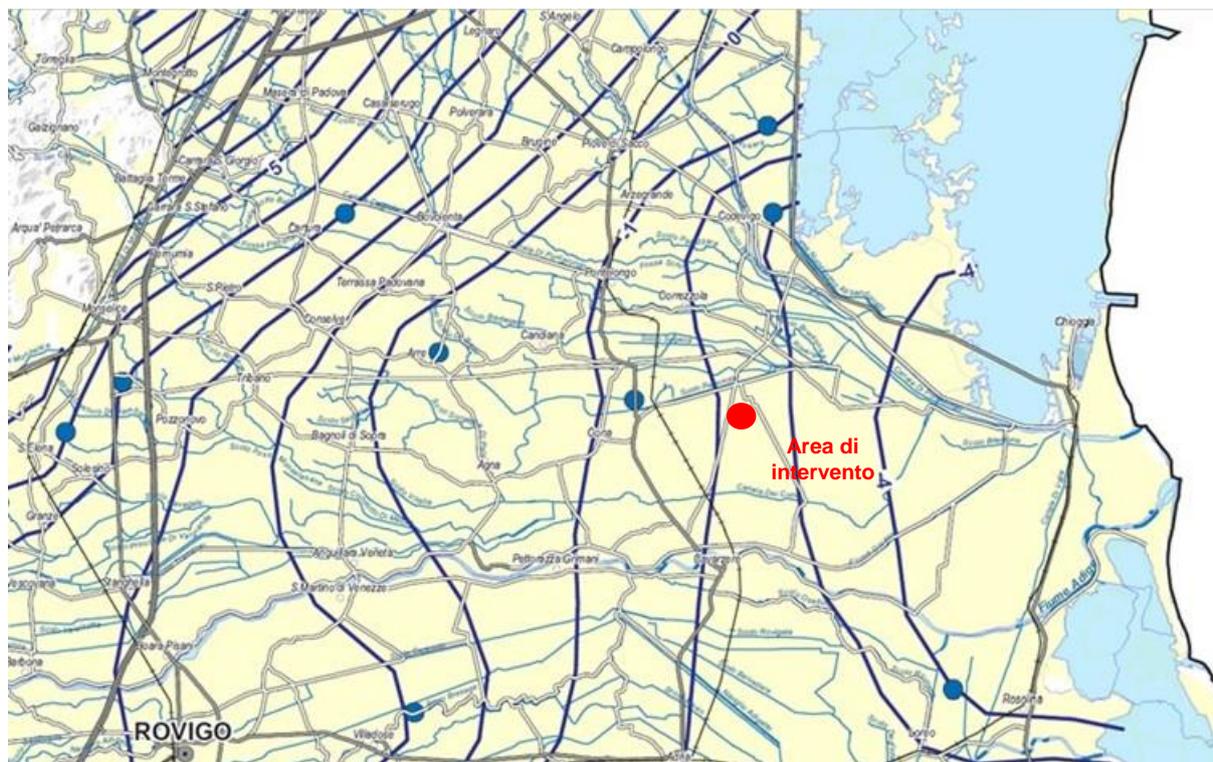
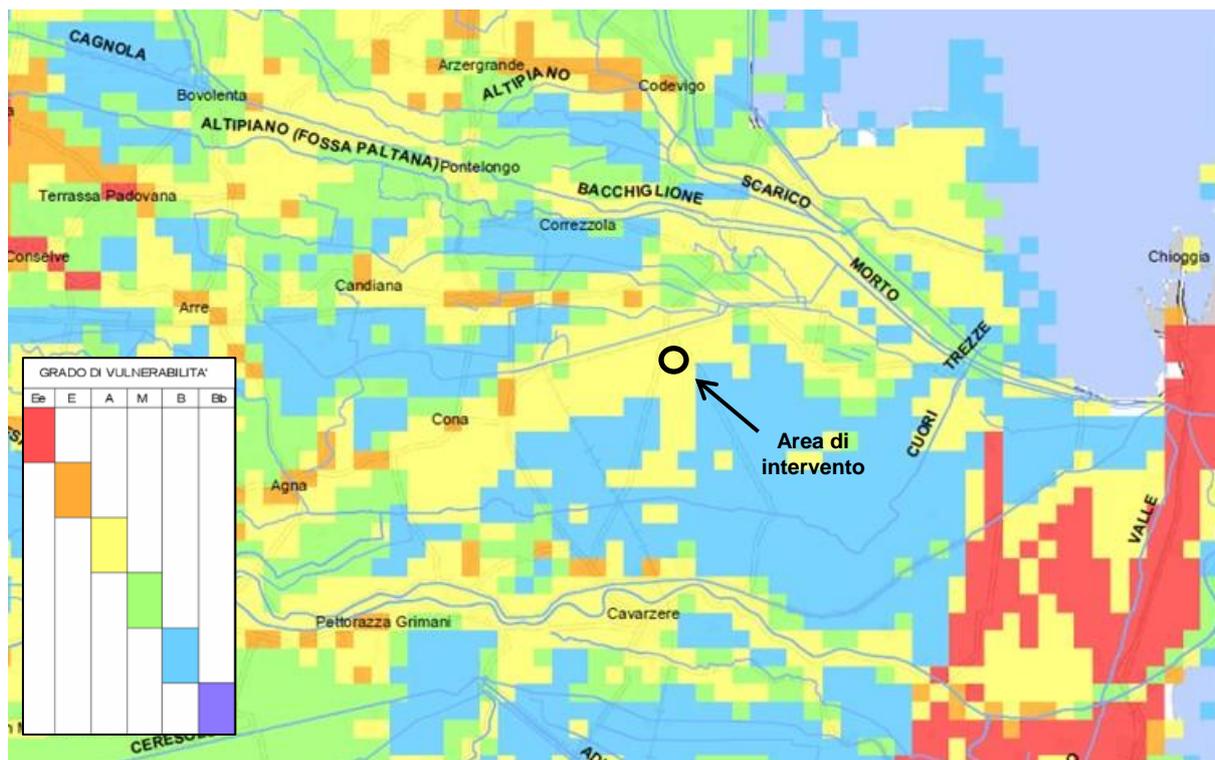


Figura 3-24 – Carta Idrogeologica in m slm (Fonte: Regione Veneto)

⁴ Provincia di Venezia, Indagine idrogeologica del territorio provinciale di Venezia, a cura di A. Dal Prà et al., VE, 2001



Nota: Ee: estremamente elevato, E: elevato; A: alto; M: medio; B: basso; Bb: bassissimo

Figura 3-25 – Carta della Vulnerabilità intrinseca della falda freatica della Pianura Veneta (Fonte: PTA della Regione Veneto)

4 INVARIANZA IDRAULICA

L'invarianza idraulica prevede di dimensionare le opere idrauliche sulla base dei parametri idrologici dell'area oggetto di intervento, in modo che per ogni durata della precipitazione a prefissato tempo di ritorno, la curva di piena generata dal bacino, dopo le modifiche all'uso del suolo, sviluppi una portata massima dello stesso ordine di grandezza di quella ante modifica dello stesso uso del suolo.

Secondo l'allegato A alla DGR n. 2948/2009, il tempo di ritorno cui fare riferimento viene assunto pari a 50 anni.

4.1 Curva di possibilità pluviometrica

Per il calcolo dei volumi di progetto utili ai fini del dimensionamento della rete, sono state utilizzate le indicazioni del "Commissario Delegato per l'Emergenza concernente gli eccezionali eventi meteorologici del 26 settembre 2007 che hanno colpito parte del territorio della Regione Veneto".

In riferimento a quanto riportato dalle "Linee Guida per la Valutazione della Compatibilità Idraulica", per il calcolo dell'altezza della precipitazione, sono state utilizzate le curve di possibilità pluviometrica a tre parametri. L'altezza di precipitazione è data dalla seguente relazione:

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

dove a, b, c sono tre parametri ricavati dall'elaborazione dei dati di pioggia.

Per la stima dei parametri da utilizzare, sulla base delle indicazioni fornite dal Consorzio di Bonifica Adige Euganeo, si è fatto riferimento allo Studio delle curve pluviometriche aggiornato all'anno 2019 (Delibera n. 40/2020). Il comune di Cona rientra nella sottozona omogenea 2, della quale 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) con tempo di ritorno di 50 anni.

TR (anni)	a	b	c
50	61,9	19,2	0,887

Tabella 4-1 - Parametri della curva segnalatrice

in verde – sottozona omogenea 1 – in giallo sottozona omogenea 2 – in rosso – sottozona omogenea 3

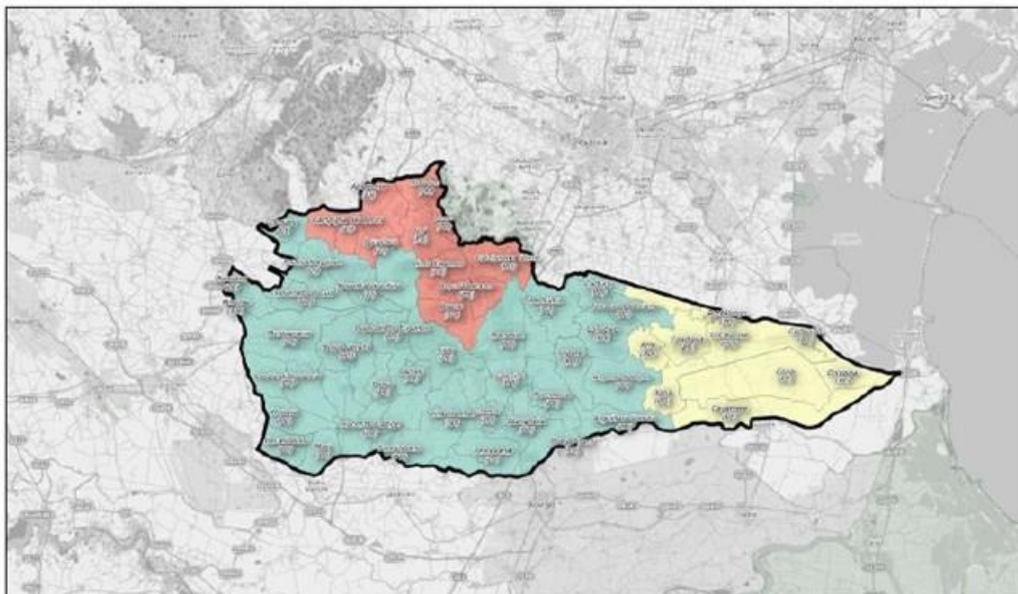


Figura 4-1 – Attribuzione dei comuni del comprensorio alle diverse sottozone (Del. CdA del Consorzio di Bonifica Adige Euganeo n. 40/2020)

4.2 Coefficienti di deflusso

Il comportamento dei suoli viene caratterizzato in funzione del coefficiente di deflusso che, in linea generale, può essere rappresentato dai valori convenzionali riportati in Tabella 4-2 e riferiti alla DGR n. 2948/2009.

Rispetto alla situazione in essere le superfici che subiscono una modifica riguardano le aree interessate dall'installazione dei pannelli fotovoltaici e le aree destinate alla realizzazione della viabilità interna.

Si assume, a favore di sicurezza, come superficie interessata dai pannelli fotovoltaici la corrispondente proiezione in pianta dei pannelli e, su indicazioni dell'Ufficio Tecnico del Consorzio di Bonifica Adige Euganeo, un coefficiente di deflusso da utilizzare pari a 0,6. Anche per i piazzali (finitura in stabilizzato o analogo) viene utilizzato un coefficiente di 0,6 (Tabella 4-2).

Superficie scolante	φ
Aree agricole	0,10
Aree verdi	0,20
Superfici semipermeabili (stabilizzato, grigliati drenanti, terra battuta)	0,60
Superfici impermeabili (strade, coperture ecc.)	0,90

Tabella 4-2 - Coefficienti di deflusso indicati dalla DGR n° 2948 del 10/2009

4.3 DETERMINAZIONE DEI VOLUMI DI INVASO

Come previsto dal concetto di "invarianza idraulica", sancito dalle citate Delibere Regionali, si rende necessario determinare quale sia la portata in uscita dall'area allo stato antecedente il progetto, così da assumerla a riferimento per la progettazione degli invasi. Per comodità tale valore viene esplicitato in letteratura per unità di superficie, ovvero come coefficiente udometrico u , espresso in [l/s-ha].

A questo scopo, nonostante il valore di u sia variabile caso per caso a seconda delle condizioni geomorfologiche, pedologiche ed idrauliche del sito specifico, ricordando che condizioni particolari possono richiedere l'assunzione di valori cautelativamente più bassi, si assume un coefficiente udometrico di 5 l/s-ha. Il calcolo dei volumi da rendere disponibili per l'invaso delle portate generate dall'assetto dell'area di intervento può essere con buona approssimazione condotto come differenza tra i volumi affluiti alla rete ed i volumi massimi ammessi alla rete idrografica ricettiva.

Si ha pertanto:

$$V_{\text{invaso}} = V_{\text{IN}} - V_{\text{OUT}} \quad (1)$$

che diventa:

$$V_{\text{invaso}} = S \cdot \varphi \cdot h(t) - Q_{\text{out}} \cdot t$$

Essendo:

V_{IN} = Volume in ingresso = $S \cdot \varphi \cdot h(t)$;

S = Superficie di intervento;

φ = Coefficiente di deflusso medio dell'area in esame;

$h(t)$ = altezza di pioggia attesa al suolo secondo le curve di possibilità pluviometrica per TR= 50 anni;

V_{OUT} = volume in uscita pari al prodotto tra la portata ammessa in uscita e la durata dell'evento ($Q_{\text{out}} \cdot t$).

4.3.1 Stato Ante Operam

Area NORD

Per la stima dei volumi che attualmente afferiscono all'area, per una precipitazione con TR=50 anni l'area è stata cautelativamente considerata interamente come agricola, alla quale è stato attribuito un coefficiente di deflusso φ uguale a 0,1.

Superfici di riferimento		Coefficiente di deflusso	
Superficie agricola	171.525 m ²	φ	0,1

In Figura 4-2 è riportato l'andamento dei volumi d'acqua relativi ad una precipitazione con TR=50 anni e utilizzando un coefficiente udometrico $u=5$ l/s·ha. All'aumentare del tempo di pioggia t , il volume in ingresso alla rete continua a crescere, ma la pendenza va diminuendo; il volume in uscita, invece, cresce con pendenza invariata, essendo la portata un valore assunto costante, determinato dal coefficiente udometrico ammesso in uscita a garanzia dell'invarianza.

In allegato è riportato la tabella di calcolo, il volume di invaso risulta 1.028 m³, che corrisponde circa 60 m³/ha.

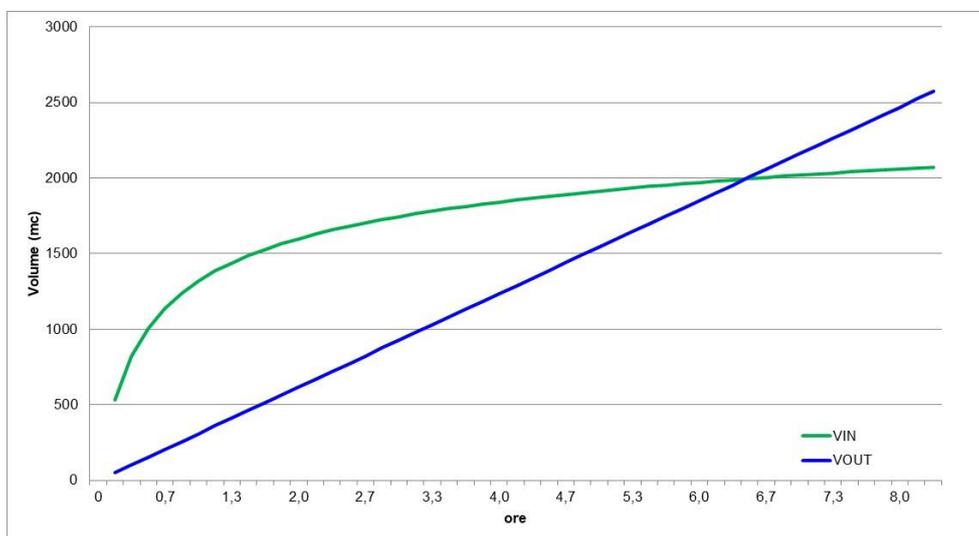


Figura 4-2 – Stato Ante Operam Area NORD: volumi in ingresso e uscita per precipitazioni con TR 50 anni e $u = 5$ l/s ha

Area SUD

Per la stima dei volumi che attualmente afferiscono all'area, per una precipitazione con TR=50 anni l'area è stata cautelativamente considerata interamente come agricola, alla quale è stato attribuito un coefficiente di deflusso φ uguale a 0,1.

Superfici di riferimento		Coefficiente di deflusso	
Superficie agricola	112.870 m ²	φ	0,1

In Figura 4-2 è riportato l'andamento dei volumi d'acqua relativi ad una precipitazione con TR=50 anni e utilizzando un coefficiente udometrico $u=5$ l/s·ha.

In allegato è riportato la tabella di calcolo, il volume di invaso risulta 676 m³, che corrisponde circa 60 m³/ha.

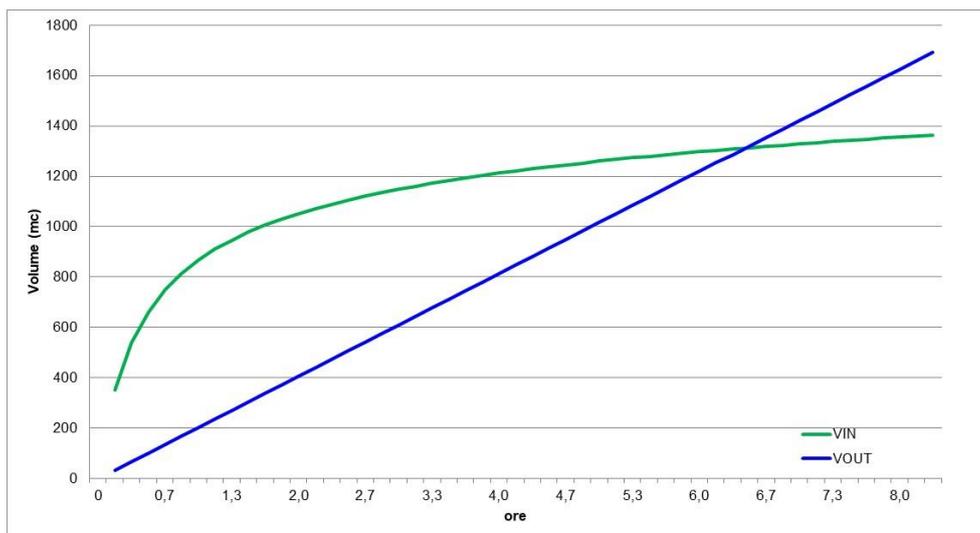


Figura 4-3 – Stato Ante Operam Area SUD: volumi in ingresso e uscita per precipitazioni con TR 50 anni e u = 5 l/s ha

4.3.2 Stato Post Operam

Area NORD

Nella tabella sottostante si riportano le superfici come vengono modificate dal progetto dell'impianto fotovoltaico nella porzione nord. Per la superficie occupata dai pannelli fotovoltaici si è considerata la superficie della proiezione a terra.

Superfici di riferimento		Coefficiente di deflusso	
Superficie agricola	0 m ²	φ	0,1
Superficie fotovoltaico	62.970 m ²	φ	0,6
Superficie semipermeabile	2.768 m ²	φ	0,6
Superficie impermeabile	230 m ²	φ	0,9
Superficie area verde	105.557 m ²	φ	0,2
Superficie totale	171.525 m²	φ media.pond.	0,35

In allegato è riportata la tabella di calcolo. Il volume di invaso risulta circa 5.287 m³, corrispondente a circa 308 m³/ha.

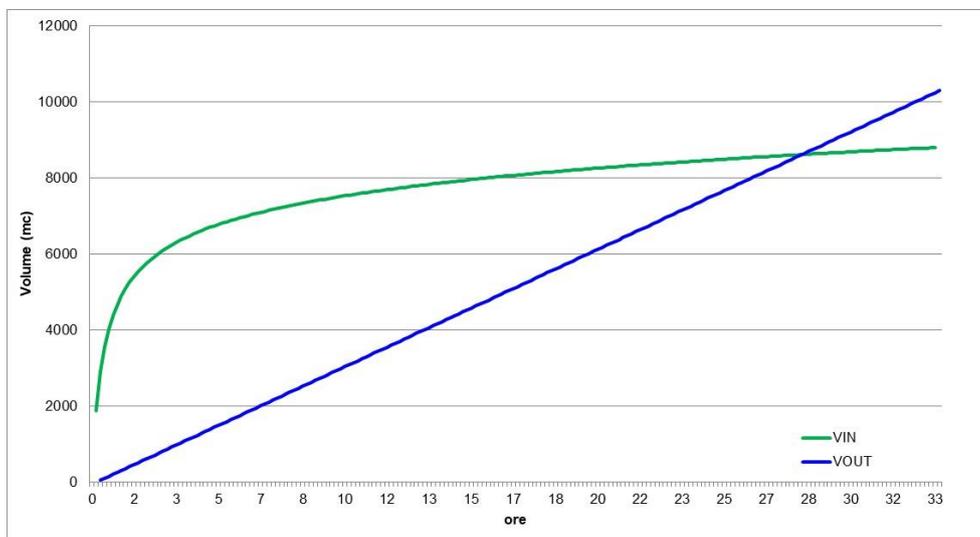


Figura 4-4 – Stato Post Operam Area NORD: volumi in ingresso e uscita per precipitazioni con TR 50 anni e u = 5 l/s ha

Area SUD

Nella tabella sottostante si riportano le superfici come vengono modificate dal progetto dell'impianto fotovoltaico nella porzione sud. Per la superficie occupata dai pannelli fotovoltaici si è considerata la superficie della proiezione a terra.

Superfici di riferimento		Coefficiente di deflusso	
Superficie agricola	0 m ²	φ	0,1
Superficie fotovoltaico	44.395 m ²	φ	0,6
Superficie semipermeabile	1.020 m ²	φ	0,6
Superficie impermeabile	178 m ²	φ	0,9
Superficie area verde	67.277 m ²	φ	0,2
Superficie totale		φ media.pond.	0,36

In allegato è riportata la tabella di calcolo. Il volume di invaso risulta circa 3.573 m³, che corrisponde a circa 317 m³/ha.

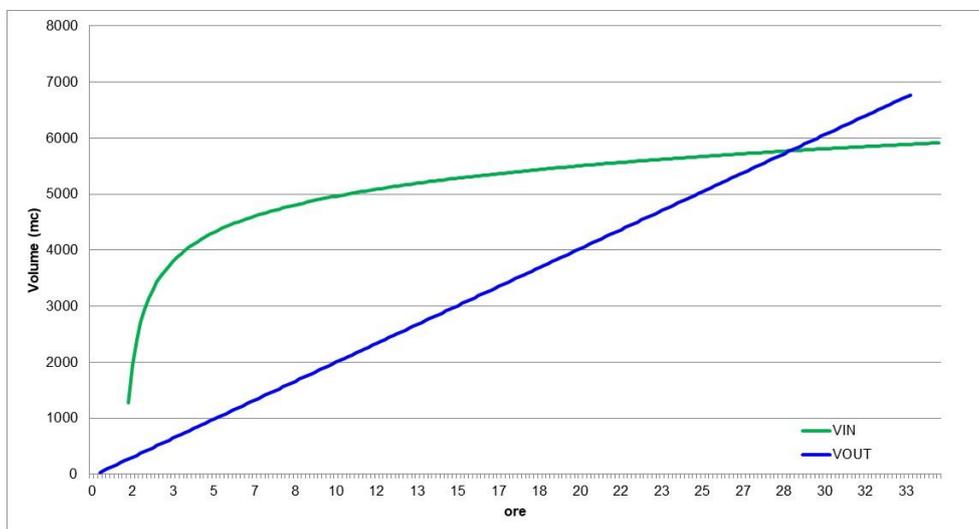


Figura 4-5 – Stato Post Operam Area SUD: volumi in ingresso e uscita per precipitazioni con TR 50 anni e u = 5 l/s ha

6 ASPETTI CONCLUSIVI

Lo studio ha riguardato la valutazione di compatibilità idraulica relativa al progetto per la realizzazione di un nuovo parco fotovoltaico a terra nel territorio comunale di Cona (Venezia). L'area complessiva, intesa come area, recintata, che ospiterà il campo fotovoltaico a terra interessa una superficie di 284.396 m²; l'impianto fotovoltaico avrà potenza complessiva di 26.699,4 kW. Sull'area è prevista l'installazione di pannelli fotovoltaici montati su strutture metalliche infisse nel terreno, alcune cabine e tratti di viabilità interna in stabilizzato.

L'invarianza idraulica prevede di dimensionare le opere idrauliche sulla base dei parametri idrologici dell'area oggetto di intervento, in modo che per ogni durata della precipitazione a prefissato tempo di ritorno, la curva di piena generata dal bacino, dopo le modifiche all'uso del suolo, sviluppi una portata massima dello stesso ordine di grandezza di quella ante modifica dello stesso uso del suolo.

Il comportamento dei suoli viene caratterizzato in funzione del coefficiente di deflusso che, in linea generale, può essere rappresentato dai valori convenzionali riportati nella DGR n. 2948/2009.

Si è assunto, a favore di sicurezza, che la proiezione in pianta dei pannelli fotovoltaici abbia un coefficiente di deflusso pari a 0,6. Anche per le aree con finitura in stabilizzato si è associato un coefficiente di 0,6.

Dato che l'area è attraversata dalla SP n.8 si sono distinte due porzioni: una a nord di circa 17,15 ha e una a sud di circa 11,29 ha.

I volumi che attualmente afferiscono, per una precipitazione con tempo di ritorno TR=50 anni, sull'area NORD sono 1.028 m³, mentre quelli per l'area SUD corrispondono a circa 676 m³. Mentre la modifica che l'area subisce con la realizzazione del progetto porta ad un volume di invaso di circa 5.287 m³ per l'area NORD e di 3.573 m³ per l'area SUD.

ALLEGATO

Calcolo dei volumi ante operam

$$V_{\text{invaso}} = V_{\text{IN}} - V_{\text{OUT}} \quad V_{\text{invaso}} = S \cdot \varphi \cdot h(t) - Q_{\text{out}} \cdot t$$

V_{IN} = Volume in ingresso = $S \cdot \varphi \cdot h(t)$;

S = Superficie di intervento;

φ = Coefficiente di deflusso medio dell'area in esame;

$h(t)$ = altezza di pioggia attesa al suolo secondo le curve di possibilità pluviometrica per TR= 50 anni;

V_{OUT} = volume in uscita pari al prodotto tra la portata ammessa in uscita e la durata dell'evento ($Q_{\text{out}} \cdot t$).
coefficiente udometrico di 5 l/s-ha.

Parametri pluviometrici		$h = \frac{a \cdot t}{(b + t)^c}$
a	61,9	
b	19,2	
c	0,887	

Area NORD

Superfici di riferimento	
Superficie agricola	171.525 m ²
Superficie totale (S)	171.525 m ²

Coefficiente di deflusso	
φ	0,1
φ media.pond.	0,1

t (min)	h (mm)	V _{IN} (m ³)	V _{OUT} (m ³)	DV (m ³)
10	31,04	532	51	481
20	47,81	820	103	717
30	58,62	1.005	154	851
40	66,33	1.138	206	932
50	72,19	1.238	257	981
60	76,86	1.318	309	1.010
70	80,09	1.384	360	1.024
80	83,92	1.439	412	1.028
90	86,70	1.487	463	1.024
100	89,13	1.529	515	1.014
110	91,28	1.566	566	1.000
120	93,21	1.599	617	981
130	94,95	1.629	669	960
140	96,54	1.656	720	935
150	97,99	1.681	772	909
160	99,33	1.704	823	881
170	100,58	1.725	875	850
180	101,74	1.745	926	819
190	102,83	1.764	978	786
200	103,85	1.781	1029	752
210	104,81	1.798	1081	717
220	105,72	1.813	1132	681
230	106,58	1.828	1184	645
240	107,40	1.842	1235	607
250	108,18	1.856	1286	569
260	108,93	1.868	1338	530
270	109,64	1.881	1389	491
280	110,32	1.892	1441	452
290	110,98	1.904	1492	411
300	111,61	1.914	1544	371

Area SUD

Superfici di riferimento	
Superficie agricola	112.870 m ²
Superficie totale (S)	112.870 m ²

Coefficiente di deflusso	
φ	0,1
φ media.pond.	0,1

t (min)	h (mm)	V _{IN} (m ³)	V _{OUT} (m ³)	DV (m ³)
10	31,04	350	34	316
20	47,81	540	68	472
30	58,62	662	102	560
40	66,33	749	135	613
50	72,19	815	169	646
60	76,86	867	203	664
70	80,69	911	237	674
80	83,92	947	271	676
90	86,70	979	305	674
100	89,13	1.006	339	667
110	91,28	1.030	372	658
120	93,21	1.052	406	646
130	94,95	1.072	440	632
140	96,54	1.090	474	616
150	97,99	1.106	508	598
160	99,33	1.121	542	579
170	100,58	1.135	576	560
180	101,74	1.148	609	539
190	102,83	1.161	643	517
200	103,85	1.172	677	495
210	104,81	1.183	711	472
220	105,72	1.193	745	448
230	106,58	1.203	779	424
240	107,40	1.212	813	400
250	108,18	1.221	847	375
260	108,93	1.229	880	349
270	109,64	1.238	914	323
280	110,32	1.245	948	297
290	110,98	1.253	982	271
300	111,61	1.260	1016	244

Calcolo dei volumi post operam

$$V_{\text{invaso}} = V_{\text{IN}} - V_{\text{OUT}} \quad V_{\text{invaso}} = S \cdot \varphi \cdot h(t) - Q_{\text{out}} \cdot t$$

V_{IN} = Volume in ingresso = $S \cdot \varphi \cdot h(t)$;

S = Superficie di intervento;

φ = Coefficiente di deflusso medio dell'area in esame;

$h(t)$ = altezza di pioggia attesa al suolo secondo le curve di possibilità pluviometrica per TR= 50 anni;

V_{OUT} = volume in uscita pari al prodotto tra la portata ammessa in uscita e la durata dell'evento ($Q_{\text{out}} \cdot t$).
coefficiente udometrico di 5 l/s·ha.

Parametri pluviometrici		curva di possibilità pluviometrica
a	61,9	
b	19,2	
c	0,887	

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

Area NORD

Superfici di riferimento	
Superficie agricola	0 m ²
Superficie fotovoltaico	62.970 m ²
Superficie semipermeabile	2.768 m ²
Superficie impermeabile	230 m ²
Superficie area verde	105.557 m ²
Superficie totale	171.525 m ²

Coefficiente di deflusso	
φ	0,1
φ	0,6
φ	0,6
φ	0,9
φ	0,2
φ media.pond.	0,35

t (min)	h (mm)	V_{IN} (m ³)	V_{OUT} (m ³)	DV (m ³)
10	31,04	1.884	51	1.833
20	47,81	2.902	103	2.799
30	58,62	3.559	154	3.404
40	66,33	4.027	206	3.821
50	72,19	4.383	257	4.125
60	76,86	4.666	309	4.357
70	80,69	4.899	360	4.538
80	83,92	5.095	412	4.683
90	86,70	5.264	463	4.801
100	89,13	5.411	515	4.897
110	91,28	5.542	566	4.976
120	93,21	5.659	617	5.041
130	94,95	5.765	669	5.096
140	96,54	5.861	720	5.140
150	97,99	5.949	772	5.177
160	99,33	6.031	823	5.207
170	100,58	6.106	875	5.231
180	101,74	6.177	926	5.250
190	102,83	6.243	978	5.265
200	103,85	6.305	1029	5.275
210	104,81	6.363	1081	5.282
220	105,72	6.418	1132	5.286
230	106,58	6.471	1184	5.287
240	107,40	6.520	1235	5.285
250	108,18	6.568	1286	5.281
260	108,93	6.613	1338	5.275
270	109,64	6.656	1389	5.267
280	110,32	6.698	1441	5.257
290	110,98	6.738	1492	5.245
300	111,61	6.776	1544	5.232

Area SUD

Superfici di riferimento	
Superficie agricola	0 m ²
Superficie fotovoltaico	44.395 m ²
Superficie semipermeabile	1.020 m ²
Superficie impermeabile	178 m ²
Superficie area verde	67.277 m ²
Superficie totale	112.870 m ²

Coefficiente di deflusso	
φ	0,1
φ	0,6
φ	0,6
φ	0,9
φ	0,2
φ media.pond.	0,36

t (min)	h (mm)	V _{IN} (m ³)	V _{OUT} (m ³)	DV (m ³)
10	31,04	1.267	34	1.233
20	47,81	1.952	68	1.884
30	58,62	2.393	102	2.292
40	66,33	2.708	135	2.573
50	72,19	2.947	169	2.778
60	76,86	3.138	203	2.935
70	80,69	3.294	237	3.057
80	83,92	3.426	271	3.156
90	86,70	3.540	305	3.235
100	89,13	3.639	339	3.301
110	91,28	3.727	372	3.355
120	93,21	3.806	406	3.399
130	94,95	3.877	440	3.437
140	96,54	3.941	474	3.467
150	97,99	4.001	508	3.493
160	99,33	4.056	542	3.514
170	100,58	4.107	576	3.531
180	101,74	4.154	609	3.544
190	102,83	4.198	643	3.555
200	103,85	4.240	677	3.563
210	104,81	4.279	711	3.568
220	105,72	4.316	745	3.571
230	106,58	4.352	779	3.573
240	107,40	4.385	813	3.572
250	108,18	4.417	847	3.570
260	108,93	4.447	880	3.567
270	109,64	4.476	914	3.562
280	110,32	4.504	948	3.556
290	110,98	4.531	982	3.549
300	111,61	4.557	1016	3.541