



MINISTERO DELLA
TRANSIZIONE
ECOLOGICA



REGIONE
VENETO

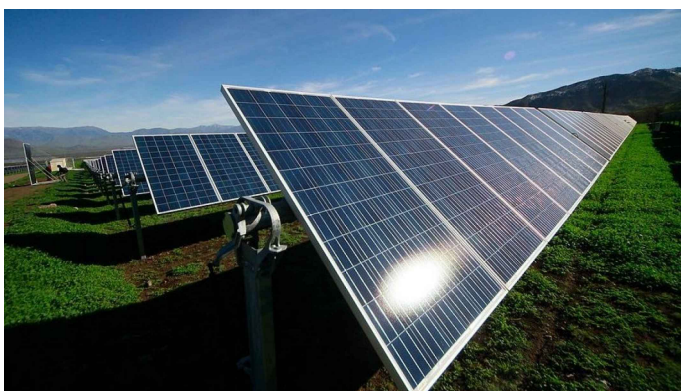
REGIONE DEL VENETO



COMUNE
DI
ROVIGO

CORTE SAN MARCO

PROGETTO AGROVOLTAICO DA 49.004,28 kWp



PRESENTAZIONE V.I.A. STATALE PROGETTO DEFINITIVO



Elaborato:	Oggetto:	Project Manager
REL. G	RELAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA	Ing. Giovanni Cis Tel. +39 349 0737323 giovanni.cis@ingpec.eu

Studio Ambientale IMQ ambiente Tel. +39 041-5093820 www.eambientegroup.com info@eambientegroup.com	Studio Agronomico Sea Tuscia Srl SPIN OFF ACCADEMICO DELL'UNIVERSITA' DELLA TUSCIA Seatuscia.com info@seatuscia.com	Studio Geologico & Idraulico SIGEO S.a.s. Tel. +39 0425 4125542 www.sigeo.info amministrazione@sigeo.info	EPC AIEM Group S.r.l. Tel. +39 0425 471055 www.aiemgroup.com info@aiemgroup.com
Progettazione Elettromeccanica S.T.E. Energy S.r.l. Via Sorio 120 - Padova (PD) Tel. +39 049 29 63 900 info@ste-energy.com	Relazione previsionale di impatto acustico Ing. Francesco Tegazzin SIC Studio Tel. +39 340 5860281 info@sicstudio.it	Logistica & Coordinamento Ing. Giuseppe Romani Tel. 333 3009991 ing.gromani@gmail.com	Calcoli Strutturali Ing. Stefano Baldo Tel. 349 4422244 ing.stefanobaldo@gmail.com

Rev.	Data	Oggetto della revisione	Elaborazione	Verifica	Approvazione
00	Dicembre 2021	Emissione per progetto definitivo	Dott. Federico Zambon	Dott. Federico Zambon	Dott. Federico Zambon
01	Dicembre 2022	Integrazioni commissione PNIEC	Dott. Federico Zambon	Dott. Federico Zambon	Dott. Federico Zambon
Formato:	A1	Società proponente	AGROVOLTAICA S.r.l. Via Filippi, 21 - 45021 Badia Polesine (RO) P.IVA: 01601730292 - www.agrovoltaica.it		
SCALA					AGROVOLTAICA™



**PROVINCIA DI ROVIGO
COMUNE DI ROVIGO**

**INTEGRAZIONE ALLA VALUTAZIONE DI COMPATIBILITA'
IDRAULICA**

**PROGETTO
REALIZZAZIONE DI UN PARCO AGROVOLTAICO**

**Sito
Loc. San Marco - Via Calatafimi**

Proponente

AGROVOLTAICA s.r.l.

Via Filippi, 21
45021 Badia Polesine (RO)

Geologo

Dott. Federico Zambon



Revisione 04

Rovigo, Dicembre 2022

Geologia: Indagini geologiche e geotecniche, sondaggi geognostici, prove penetrometriche, geotermia innovativa a circuito chiuso e aperto, piezometri, pozzi, progettazione ed esecuzione di pali rotoinfissi, pratiche terre da scavo.

Ambiente: screening, valutazioni di impatto ambientale, pratiche recupero rifiuti inerti non pericolosi, compatibilità idraulica, monitoraggi ambientali, progetti di recupero ambientale, bonifiche, gestione di siti industriali dismessi.

Sicurezza: coordinamento cantieri in progettazione ed esecuzione, redazione psc, pss, pos.

Sistema di Gestione per la Qualità Certificato ISO 9001:2008

Sede Legale: Via Roma, 127, Solesino(PD)
Sede Operativa 1: Via L. Baruchello, 82, Rovigo(RO)
Sede Operativa 2: Via Zuanna Laita, 14, Roana (VI)
C.F. e P.I. 01236720296

Telefono: 0425-412542
Cellulare: 347-8669085
E-mail: geologia@sigeo.info
Web: www.sigeo.info



SOMMARIO

1	PREMESSA.....	3
2	QUADRO DI RIFERIMENTO NORMATIVO.....	4
2.1	Compatibilità Idraulica Dell'intervento	4
2.2	Piano Di Assetto Idrogeologico - PAI.....	4
2.2.1	La legge 18 maggio 1989, n. 183.....	4
2.2.2	La legge 3 agosto 1998, n. 267	4
2.2.3	Il D.P.C.M. 29 settembre 1998	5
2.3	Piano Gestione Rischio Alluvioni (PGRA).....	7
3	INQUADRAMENTO E LIMITI	8
4	CARATTERISTICHE LOCALI DELL'AREA OGGETTO DI REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGROVOLTAICO	14
4.1	Geomorfologia.....	14
4.2	Litologia	16
4.2.1	Stratigrafia superficiale	17
4.3	Soggiacenza.....	21
4.3.1	Soggiacenza - aggiornamento 2022	22
4.4	Rete Idrografica Locale	27
4.5	Verifica Di Eventuali Criticità Idrauliche	28
4.5.1	Pericolosità idraulica.....	29
4.5.2	Rischio idraulico	30
4.5.3	Rischio allagamento.....	31
4.6	Aree a scolo meccanico	32
4.7	Piano Gestione Rischio Alluvioni (PGRA).....	33
4.7.1	Carta del Rischio Idraulico	36
4.7.2	Carta della Pericolosità Idraulica	37
4.7.3	Carte delle Altezze Idriche (Tiranti).....	38
5	VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA.....	41
5.1	Breve Sintesi Degli Interventi Previsti	41
5.2	Opere Per Il Contenimento Del Volume Di Invaso.....	46
5.3	Calcolo Aree Di Progetto	48
5.4	Dati Pluviometrici Di Riferimento	48
5.5	Verifica Della Variazione Della Permeabilità E Delle Risposte Idrologiche Conseguenti Agli Interventi Previsti Dal Progetto	48
5.6	Modello Di Calcolo Del Volume Di Invaso.....	50
5.7	Regolazione Della Portata In Uscita.....	53
6	SISTEMA "RAIN ACTIVE".....	54
7	CONCLUSIONI	55
	ALLEGATI.....	57



1 PREMESSA

Il presente studio è finalizzato alla valutazione della compatibilità idraulica dell'intervento di realizzazione di un impianto per la produzione di energia elettrica con pannelli fotovoltaici nel Comune di Rovigo.

L'area dove è prevista la realizzazione del parco fotovoltaico è situata a Nord-Est del centro abitato di Rovigo in località San Marco tra le vie San Marco e la strada provinciale SP 42 via Calatafimi. Nell'area di circa 66 Ha viene proposta la realizzazione di un impianto agrovoltaico della potenza di 49.004,28 kWp, ottenuta con l'installazione di 66.222 moduli fotovoltaici da 740 Watt.

La presente Valutazione di Compatibilità Idraulica è redatta ai sensi dell'Allegato A alla Dgr. n. 2948 del 06/10/2009 ed in particolare, analizza i seguenti aspetti:

- valutazione della situazione di rischio idrogeologico sul sito;
- verifica della coerenza tra le condizioni di assetto idraulico dell'area e delle opere di trasformazione previste in progetto;
- verifica della variazione della permeabilità del suolo e delle risposte idrologiche conseguenti agli interventi previsti dal progetto;
- calcolo dei volumi di compensazione per l'invarianza idraulica;
- individuazione dell'area e dimensionamento del bacino di invaso.

La compatibilità idraulica rispetto ai rischi da allagamento e alle pericolosità idrauliche ricadenti nell'area è stata desunta a partire dagli studi realizzati a supporto degli strumenti di pianificazione comunale e sovracomunale.

A tal fine sono stati acquisiti i dati contenuti nella relazione di compatibilità idraulica del Comune di Rovigo, i dati e le cartografie tematiche del PAT, PAI e del Consorzio di Bonifica Adige-Po.

Lo studio dopo l'analisi delle variazioni del regime idraulico ed idrologico, delle variazioni apportate dal progetto all'area in esame, individua i volumi necessari alla compensazione e contenimento delle maggiori portate ai fini dell'applicazione del principio dell'invarianza idraulica mediante la creazione del bacino di invaso (composto da un insieme di aree di accumulo) e lo scarico mediante limitatore nella rete consorziale.

La presente VCI REV. 4 in oggetto è stata aggiornata con le valutazioni sulla pericolosità e sul rischio idraulico inserite nel PGRA, come da richiesta della Commissione Tecnica PNRR-PNIEC – 16/11/2022, prot. 0008873 – prot. MiTE 0142994 del 16/11/2022.



2 QUADRO DI RIFERIMENTO NORMATIVO

2.1 COMPATIBILITÀ IDRAULICA DELL'INTERVENTO

La presente V.C.I. viene redatta considerando l'incremento del grado di impermeabilizzazione dell'area in relazione al principio dell'invarianza idraulica, che deve essere salvaguardato secondo quanto indicato dalla Giunta Regionale con D.G.R. n. 2948 del 06.10.2009 in aggiornamento a precedenti Delibere (D.G.R. n. 1841 del 19.06.2007 e alla D.G.R. n. 1322 del 10.05.2006).

2.2 PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO - PAI

2.2.1 La legge 18 maggio 1989, n. 183

La legge 18 maggio 1989, n. 183, "Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo" successivamente modificata con le leggi n. 253/90, n. 493/93, n. 61/94 e n. 584/94 ha riformato il settore della difesa del suolo, introducendo una serie di norme dirette a dare un assetto definitivo al territorio. Lo scopo del provvedimento è quello di assicurare la difesa del suolo, il risanamento delle acque, la fruizione e la gestione del patrimonio idrico per gli usi di razionale sviluppo economico e sociale, la tutela degli aspetti ambientali ad essi connessi (art.1 comma 1).

La legge ha previsto la suddivisione di tutto il territorio nazionale in "Bacini idrografici", da intendersi quali entità territoriali che costituiscono ambiti unitari di studio, programmazione ed intervento, prescindendo dagli attuali confini ed attribuzioni amministrative.

Tali bacini sono stati classificati su tre livelli: nazionali, interregionali e regionali.

Al governo dei bacini idrografici, la L. 183/1989 prevede siano preposte le Autorità di Bacino, strutture di coordinamento istituzionale, che hanno il compito di garantire la coerenza dei comportamenti di programmazione ed attuazione degli interventi delle amministrazioni e degli enti locali che, a vario titolo ed a vari livelli, espletano le proprie competenze nell'ambito del bacino idrografico.

2.2.2 La legge 3 agosto 1998, n. 267

Il ripetersi durante questi ultimi anni di gravissimi fenomeni di dissesto idrogeologico ha portato alla emanazione del decreto legge 11 giugno 1998, n.180 convertito in legge, con modificazioni, dalla legge 3 agosto 1998, n. 267 "Misure urgenti per la prevenzione del rischio idrogeologico ed a favore delle zone colpite da disastri franosi nella Regione Campania."



La norma prevede che le autorità di bacino di rilievo nazionale e interregionale e le regioni per i restanti bacini adottino, ove non si sia già provveduto, piani stralcio di bacino per l'assetto idrogeologico.

Tali piani in particolare devono individuare e perimetrare le aree a rischio idrogeologico. Quindi in tali aree devono essere adottate idonee misure di salvaguardia.

Nelle zone nelle quali la maggiore vulnerabilità del territorio si lega a maggiori pericoli per le persone, le cose ed il patrimonio ambientale la prevenzione del rischio deve essere ottenuta anche attraverso la definizione di programmi di interventi urgenti, ed opportune azioni di manutenzione dei bacini idrografici.

Inoltre, una grande importanza è attribuita agli organi di protezione civile che, entro sei mesi dall'adozione del piano, devono predisporre, per le aree a rischio idrogeologico, piani urgenti di emergenza contenenti le misure per la salvaguardia dell'incolumità delle popolazioni interessate.

2.2.3 Il D.P.C.M. 29 settembre 1998

Il metodo per la valutazione del rischio dipendente dai fenomeni di carattere idrogeologico viene indicato dal D.P.C.M. 29.10.98 che costituisce l'atto di indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'art.1, comma 1 e 2, del D. L. 180/98. In particolare, nel citato atto di indirizzo e coordinamento per valutare il rischio dipendente da fenomeni di carattere naturale viene fatto riferimento al prodotto "logico" di tre fattori:

- **la pericolosità:** cioè la probabilità di accadimento di un evento calamitoso;
- **il valore degli elementi a rischio:** ovvero delle persone, dei beni localizzati, del patrimonio ambientale. In particolare, a questo proposito, sono considerati elementi a rischio fattori come: l'incolumità delle persone, gli agglomerati urbani comprese le zone di espansione urbanistica, le aree su cui insistono insediamenti produttivi, impianti tecnologici di rilievo, in particolare quelli definiti a rischio ai sensi di legge, le infrastrutture a rete e le vie di comunicazione di rilevanza strategica anche a livello locale, il patrimonio ambientale ed i beni culturali di interesse rilevante, le aree sede di servizi pubblici e privati, di impianti sportivi e ricreativi, strutture ricettive e infrastrutture primarie, gli agglomerati urbani;
- **la vulnerabilità degli elementi a rischio:** che dipende sia dalla capacità di sopportare le sollecitazioni esercitate dall'evento sia dall'intensità dell'evento stesso.

Le attività previste vengono articolate in tre fasi di azione successive corrispondenti a un diverso livello di approfondimento delle stesse.



Nella prima fase devono essere individuate le aree soggette a rischio idrogeologico, attraverso l'acquisizione di tutte le informazioni disponibili sullo stato del dissesto.

Nella seconda fase deve essere effettuata l'attività di perimetrazione, e la valutazione del livello di rischio esistente nelle diverse aree del territorio. Inoltre, in questa fase devono essere definite le misure di salvaguardia necessarie.

L'ultima fase prevede la programmazione della mitigazione del rischio.

Nel caso del rischio idraulico, effettuate le attività di prima fase individuando sul territorio le aree soggette a dissesto, si possono distinguere tre zone caratterizzate da una diversa probabilità di evento calamitoso.

In particolare, le zone corrispondono ad:

- **aree ad alta probabilità di inondazione** (indicativamente con tempo di ritorno "Tr" di 20–50 anni);
- **aree a moderata probabilità di inondazione** (indicativamente con tempo di ritorno "Tr" di 100–200 anni);
- **aree a bassa probabilità di inondazione** (indicativamente con tempo di ritorno "Tr" di 300–500 anni).

Le zone protette da argini devono comunque essere inserite almeno tra le aree a bassa probabilità di inondazione.

Per valutare le situazioni di rischio devono quindi essere considerati gli insediamenti, le attività antropiche, il patrimonio ambientale che sono presenti nel territorio in modo da individuare gli elementi distintivi delle diverse zone soggette ad allagamento.

Esaminando le aree soggette ad allagamento assieme alle loro caratteristiche sociali economiche ed ambientali è possibile valutare il differente livello di rischio esistente nelle diverse zone di territorio e stabilire le misure più urgenti di prevenzione mediante interventi e/o misure di salvaguardia.

L'atto di indirizzo, facendo riferimento ad esperienze di pianificazione già effettuate, propone di aggregare le diverse situazioni in quattro classi di rischio a gravosità crescente (1=moderato; 2=medio; 3=elevato; 4=molto elevato), definite nel modo seguente:

- **moderato R1:** per il quale i danni sociali, economici e al patrimonio ambientale sono marginali;
- **medio R2:** per il quale sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture, e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità personale, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche;



- **elevato R3:** per il quale sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici ed alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi, l'interruzione di funzionalità delle attività socio-economiche e danni rilevanti al patrimonio ambientale e culturale;
- **molto elevato R4:** per il quale sono possibili la perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici e alle infrastrutture, danni rilevanti al patrimonio ambientale e culturale, la distruzione di attività socio-economiche.

2.3 PIANO GESTIONE RISCHIO ALLUVIONI (PGRA)

Per quanto concerne il Piano di Gestione Rischio Alluvioni, il bacino di riferimento è il Fissero-Tartaro-CanalBianco che rientra all'interno del bacino distrettuale del Fiume Po, al confine con il distretto delle Alpi Orientali.

Il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni definisce nello specifico:

- La perimetrazione delle aree che potrebbero essere interessate da alluvioni secondo lo scenario di bassa probabilità, di media probabilità e alta probabilità;
- Per ogni scenario sopra richiamato, l'estensione delle inondazioni, l'altezza idrica e le caratteristiche del deflusso.

Questi dati costituiscono, per le aree di pianura, uno strato conoscitivo sugli effetti che i fenomeni di esondazione potrebbero avere sul territorio, tenendo anche conto dei fenomeni di rottura arginale per sormonto.

3 INQUADRAMENTO E LIMITI

Il sito oggetto di studio si trova in periferia, rispetto al centro abitato di Rovigo, in località San Marco tra le vie San Marco e Calatafimi tra le frazioni di Boara Polesine e Mardimago, e fa parte del bacino idrografico del Fissero-Tartaro-Canalbiano.

L'area, sotto l'aspetto della bonifica e dell'irrigazione, rientra nel territorio di competenza del Consorzio di Bonifica Adige Po (fusione dei comprensori dei consorzi di Bonifica Padana Polesana e Polesine Adige Canalbiano).

Di seguito si riporta un estratto della Carta dei Limiti del Piano di Stralcio di Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino del Fiume Fissero-Tartaro-Canalbiano e relativa legenda (Figura 1):

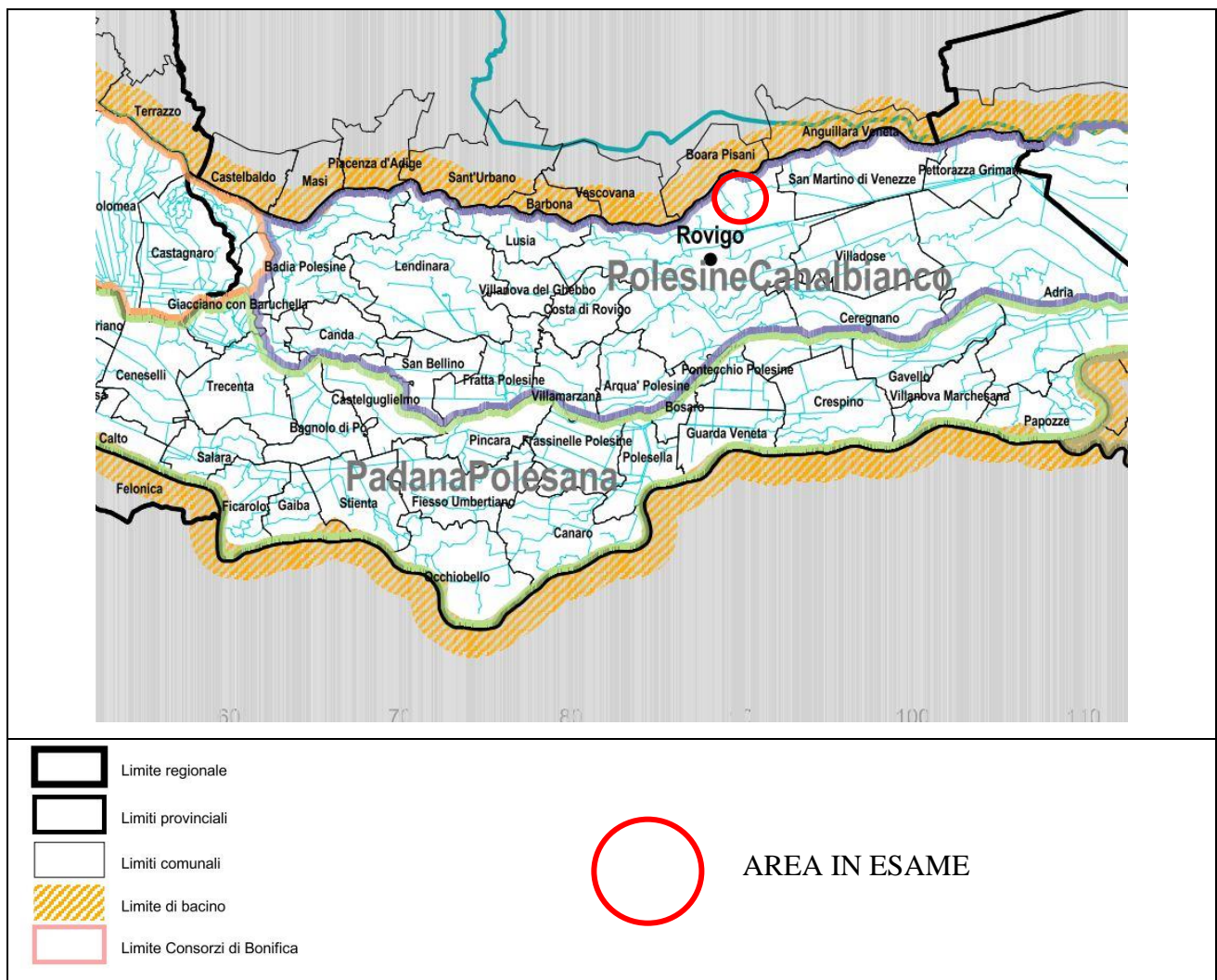


Figura 1: Estratto Carta dei Limiti del Piano di Stralcio di Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino del Fiume Fissero-Tartaro-Canalbiano e relativa legenda.

L'area oggetto di trasformazione in parco agrovoltaico si estende tra l'Adige a nord e il Cesta-Commissaria a sud e si trova a circa 41 km dalla costa del mare Adriatico.

Il territorio è estremamente pianeggiante e l'altitudine varia tra i 8 e gli 11 metri sul livello del mare.

Dal punto di vista idraulico l'area è regimata dal seguente sistema di canali (Figura 2):

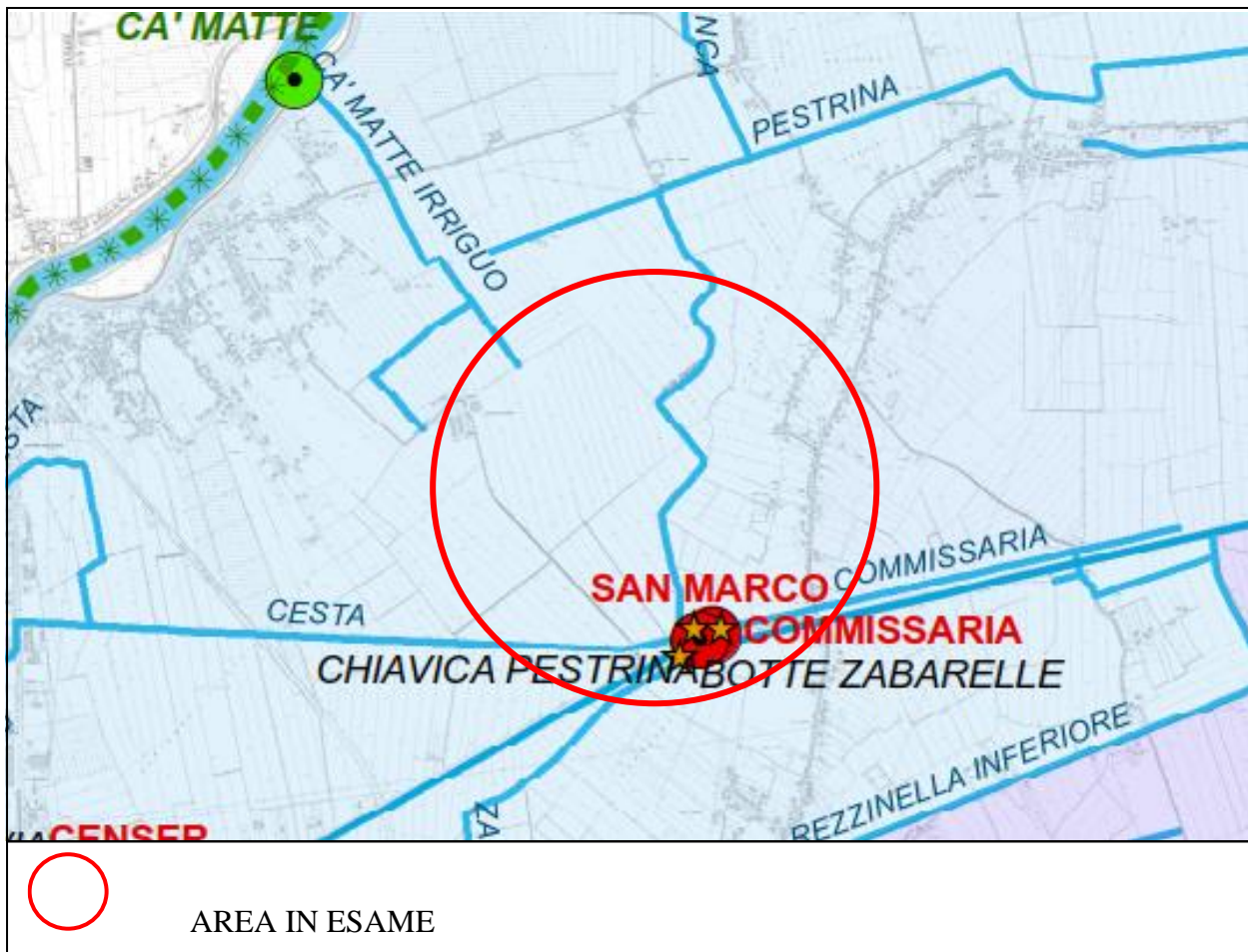


Figura 2: Rete consorziale dell'area in oggetto



L'area oggetto di intervento risulta attualmente censita al N.C.T. di Rovigo come riportato nella seguente tabella:

Comune	Foglio	Mappale	Qualità	Proprietà	Classe	Superficie (m ²)
Rovigo	14	185	Seminativo	Privata	1	9.571
Rovigo	14	187	Seminativo	Privata	2	54.428
Rovigo	14	45	Seminativo	Privata	3	6.905
Rovigo	14	47	Seminativo	Privata	2	9.200
Rovigo	14	48	Seminativo	Privata	3	39.042
Rovigo	14	49	Seminativo	Privata	3	12.735
Rovigo	14	50	Seminativo	Privata	2	36.915
Rovigo	14	51	Seminativo	Privata	3	23.580
Rovigo	14	53	Seminativo	Privata	2	120.305
Rovigo	14	96	Seminativo	Privata	3	10.150
Rovigo	15	32	Seminativo	Privata	3	16.969
Rovigo	15	33	Seminativo	Privata	3	73.131
Rovigo	15	35	Seminativo	Privata	3	44.477
Rovigo	15	37	Seminativo	Privata	3	4.626
Rovigo	15	39	Seminativo	Privata	3	0.070
Rovigo	15	40	Seminativo	Privata	3	0.140
Rovigo	15	42	Seminativo	Privata	3	16.821
Rovigo	15	45	Seminativo	Privata	2	24.940
Rovigo	15	47	Seminativo	Privata	3	9.051
Rovigo	15	9	Seminativo	Privata	3	148.660
TOTALE						661.716

Si riporta estratto di mappa catastale con l'individuazione del sito di intervento (Figura 3):



Figura 3: Estratto di mappa catastale con inserimento del FTV.

Di seguito si riporta un'ortofoto con l'individuazione del centro urbano di Rovigo e la posizione del sito oggetto d'intervento per l'installazione del campo agrovoltaico posizionato a nord-est (Figura 4):



Figura 4: Ortofoto con individuazione dell'area di intervento

Di seguito si riporta un'ortofoto con l'individuazione/perimetrazione del sito oggetto d'intervento (Figura 5):



Figura 5: Ortofoto con perimetrazione dell'area di intervento

4 CARATTERISTICHE LOCALI DELL'AREA OGGETTO DI REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGROVOLTAICO

4.1 GEOMORFOLOGIA

Le caratteristiche geomorfologiche dell'area oggetto di installazione di un campo agrovoltaico sono ricavate dalle carte tematiche del PAT di Rovigo e dallo studio geologico a corredo.

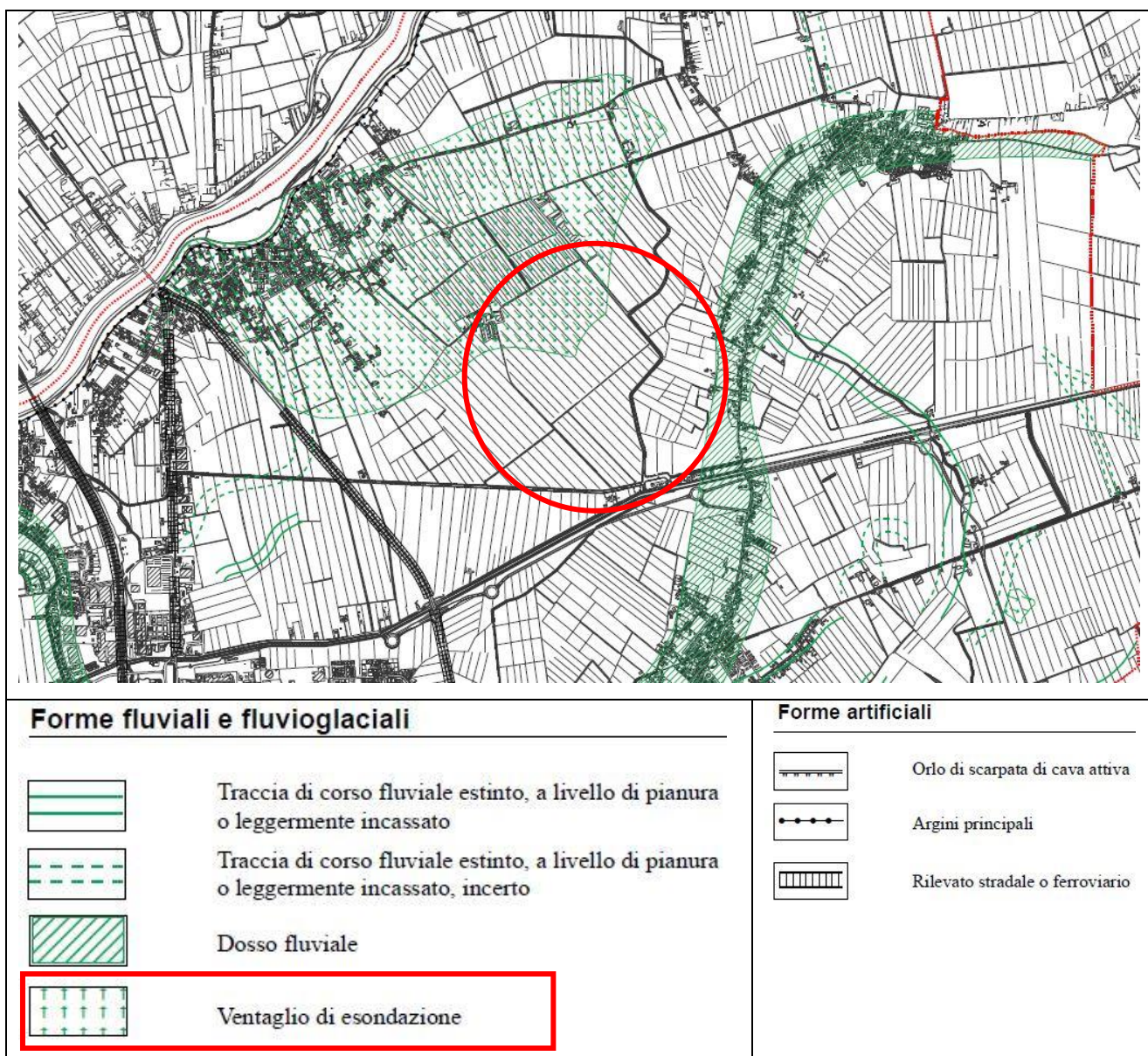


Figura 6: Estratto della Carta geomorfologica del PAT del Comune di Rovigo

La “Carta Geomorfologica” rappresenta la sintesi dei seguenti elementi del territorio comunale:

- Paleovalvei principali rilevati o dossi fluviali;



- Paleoalvei principali ad andamento probabile;
- Paleoalvei secondari non rilevati;
- Paleoalvei secondari ad andamento probabile;
- Tracce lineari indicanti il divagare degli alvei e tracce non ben definite di drenaggio subcotiale;
- Ventagli di esondazione.

Ventagli di esondazione

I coni di esondazione sono elementi morfologici generalmente riconoscibili sia sulla base dei parametri topografici (rilievo, forma delle isoipse sulla base quotata) sia dall'intervento antropico: va notato infatti che l'assetto delle coltivazioni spesso rispecchia l'andamento a raggiera delle conoidi che, rilevate e poste ai margini dei paleoalvei, hanno rappresentato sin dall'antichità aree di forte antropizzazione e di passaggio delle principali linee di comunicazione.

Nel territorio comunale la forma suddetta è stata individuata attraverso l'analisi aerofotogrammetrica in quanto facilmente riconoscibile come ampia fascia chiara con caratteristica geometria a ventaglio, leggermente rilevata e isolata rispetto ai territori circostanti, caratterizzata inoltre da granulometria prevalentemente sabbiosa e/o sabbioso-limosa.

Direttamente collegato all'azione del fiume Adige, vi è un imponente ventaglio di esondazione su cui è localizzata la frazione di Boara Polesine. Si tratta del risultato di una o più fasi di esondazione dell'Adige, esistendo infatti un rapporto diretto tra ventaglio ed alveo del fiume, oltre che parametri morfologico topografici per affermare tale ipotesi.

Sotto l'aspetto morfologico, l'area in questione si trova tra +9 m nella parte a nord facente parte del ventaglio di esondazione e + 6 m nella parte a sud, entrambi s.l.m.m.

4.2 LITOLOGIA

Le caratteristiche litologiche dei terreni superficiali (entro il primo metro) costituenti l'area oggetto di installazione di un campo agrovoltaico, sono state rilevate dallo studio del PAT di Rovigo e dalle carte tematiche.

Al fine di caratterizzare i terreni costituenti l'area in oggetto, oltre il primo metro e fino alla profondità di 30 metri, sono state eseguite diverse indagini penetrometriche e sondaggi geognostici che di seguito verranno descritti.

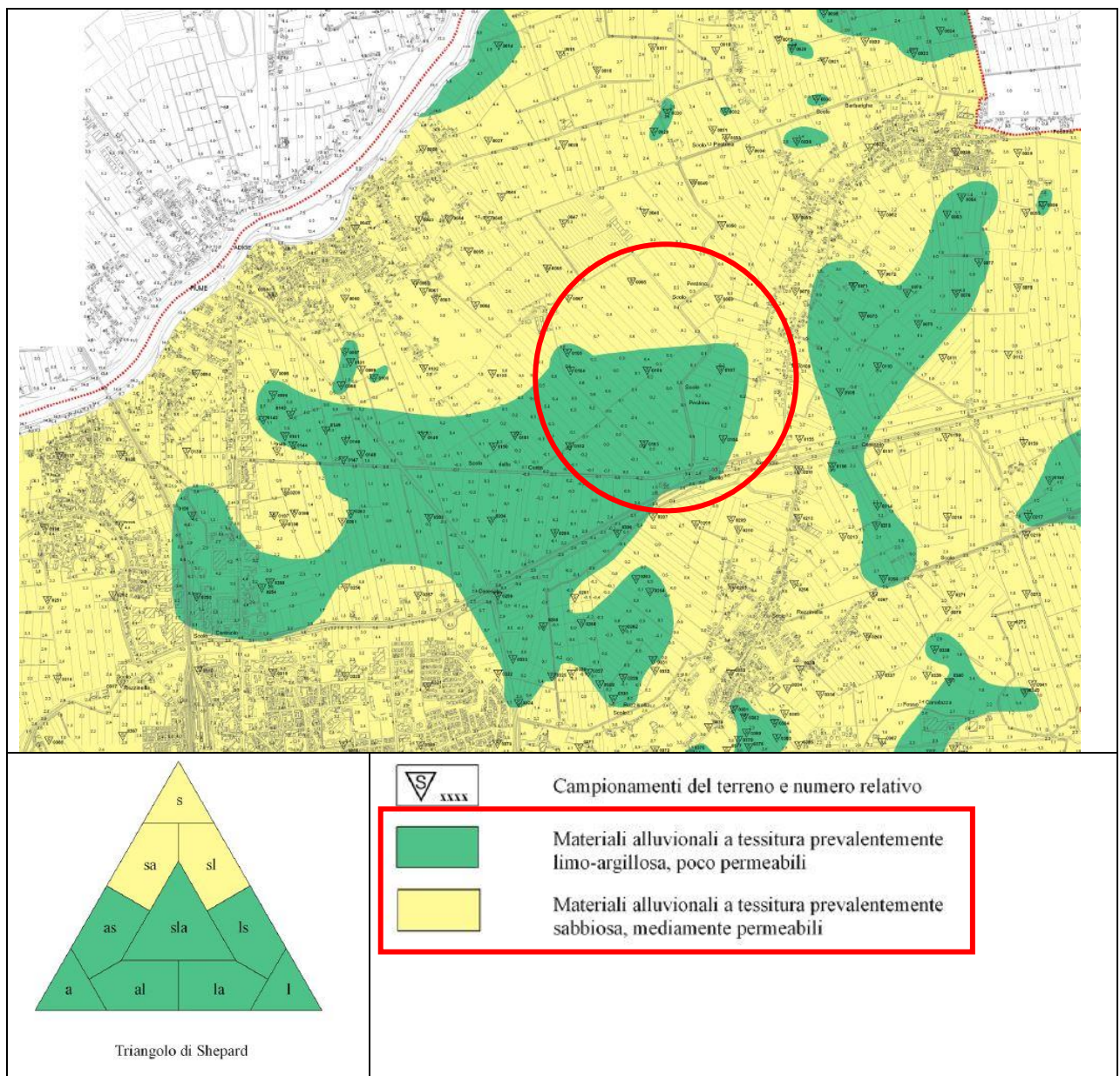


Figura 7: Estratto della Carta Litologica del PAT del Comune di Rovigo



Classificazione del territorio in funzione della permeabilità dei suoli

Tale classificazione è riferita alle singole suddivisioni litologiche effettivamente presenti nel territorio comunale e relative ai dati d'analisi a disposizione; tali dati sono notoriamente inerenti al primo metro di sedimento.

1A	Depositi molto permeabili per porosità	$K > 1 \text{ cm/sec}$	non presente
2A	Depositi mediamente permeabili per porosità	$K = 1 - 10^{-4} \text{ cm/sec}$	presente come: S - SA - SL
3A	Depositi poco permeabili per porosità	$K = 10^{-4} - 10^{-6} \text{ cm/sec}$	presente come: AS - ALS - LS - A - AL - LA - L
4A	Depositi praticamente impermeabili	$K < 10^{-6} \text{ cm/sec}$	non presente

Di fatto, quindi, il territorio risulta costituito da depositi poco permeabili e da depositi mediamente permeabili per porosità.

La distribuzione dei vari tipi litologici è, ovviamente, eterogenea per la complessità del reticolo idrografico formato dai rami secondari e dalle inondazioni dei fiumi Adige, Tartaro Canalbianco e Po.

4.2.1 Stratigrafia superficiale

Nell'area sono state eseguite diverse indagini geotecniche atte a classificare i terreni e consentire l'analisi della resistenza dei terreni ai carichi fondazionali e per il dimensionamento dei pali di fondazione. Dalle sette prove penetrometriche CPT, eseguite nel mese di ottobre 2020, si sono ricavate le seguenti stratigrafie dei terreni presenti fino a 30 metri di profondità nel sito oggetto d'intervento. Nel seguito si inseriscono le sezioni stratigrafiche estratte dalla relazione geologica, geotecnica e sismica allegata al progetto. In superficie la prevalenza dei terreni è di tipo argilloso organico con stratificazioni torbose, le sabbie si riscontrano a basse profondità nella parte a nord dell'area.

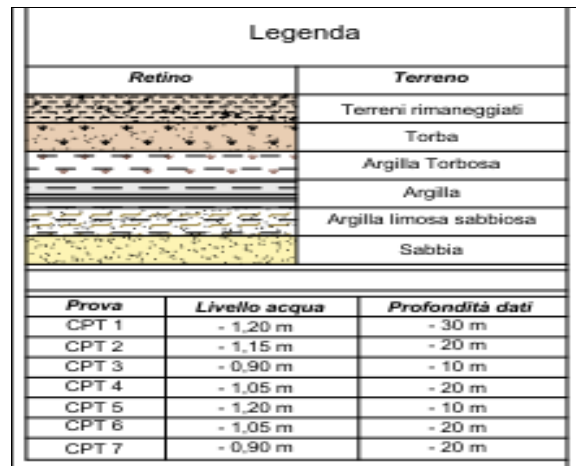


Figura 8: Legenda litologie e schema prove eseguite con profondità di indagine

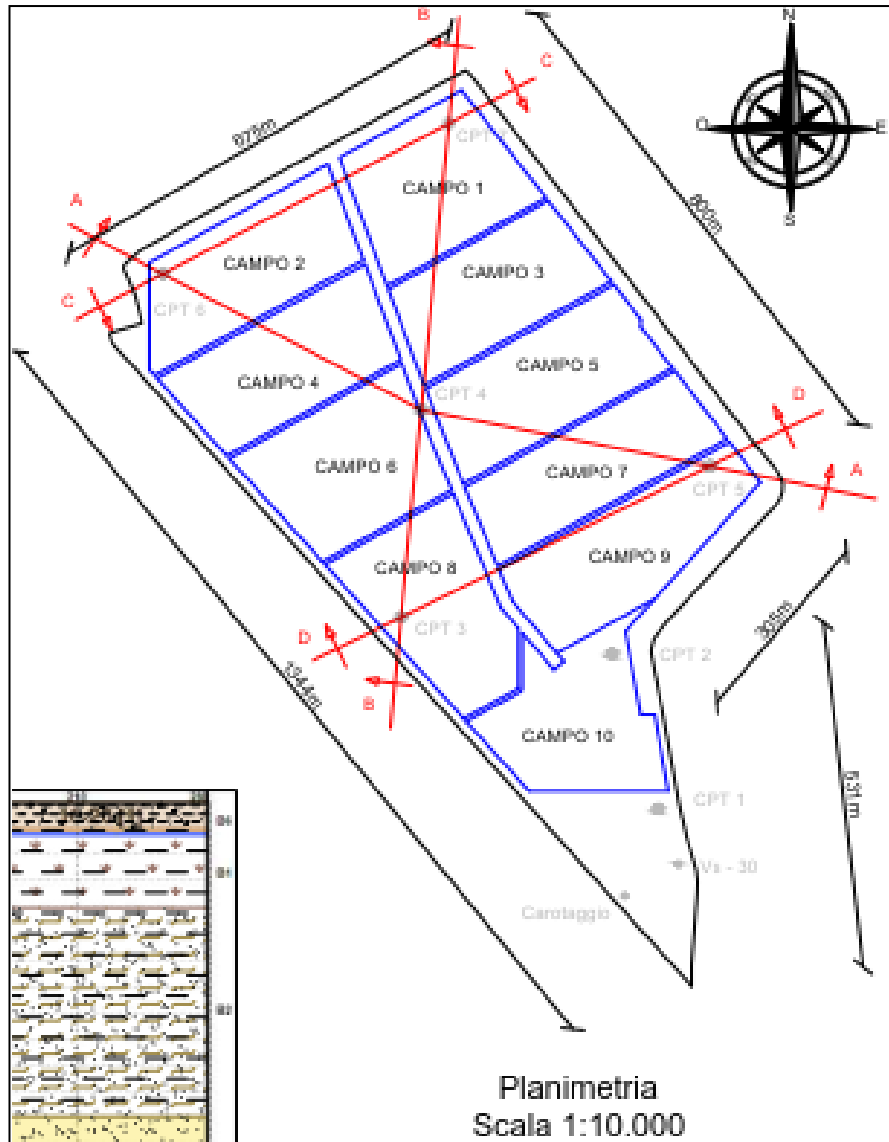


Figura 9: Estratto planimetrico con tracciate le sezioni stratigrafiche

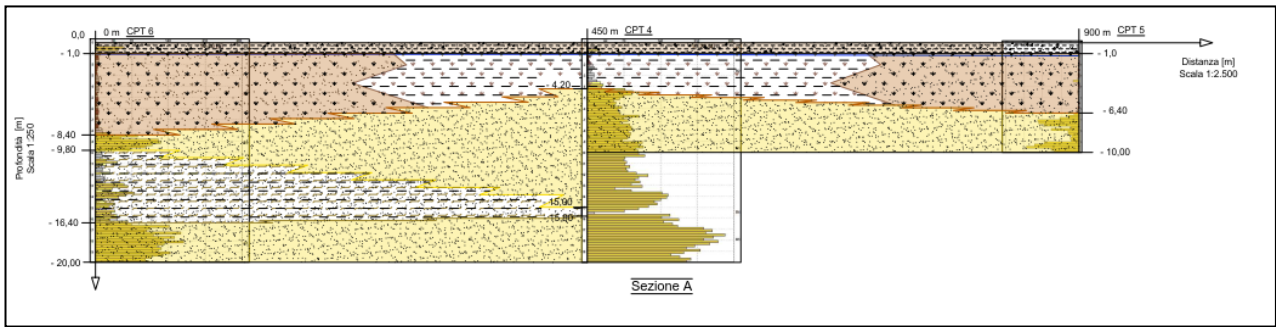


Figura 10: Sezione stratigrafica tra le CPT 6, CPT4 e CPT 5

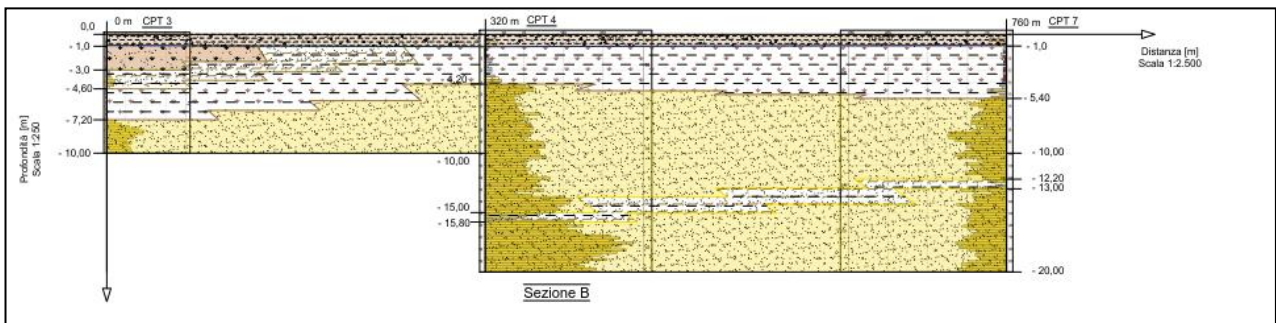


Figura 11: Sezione stratigrafica tra le CPT 3, CPT4 e CPT 7

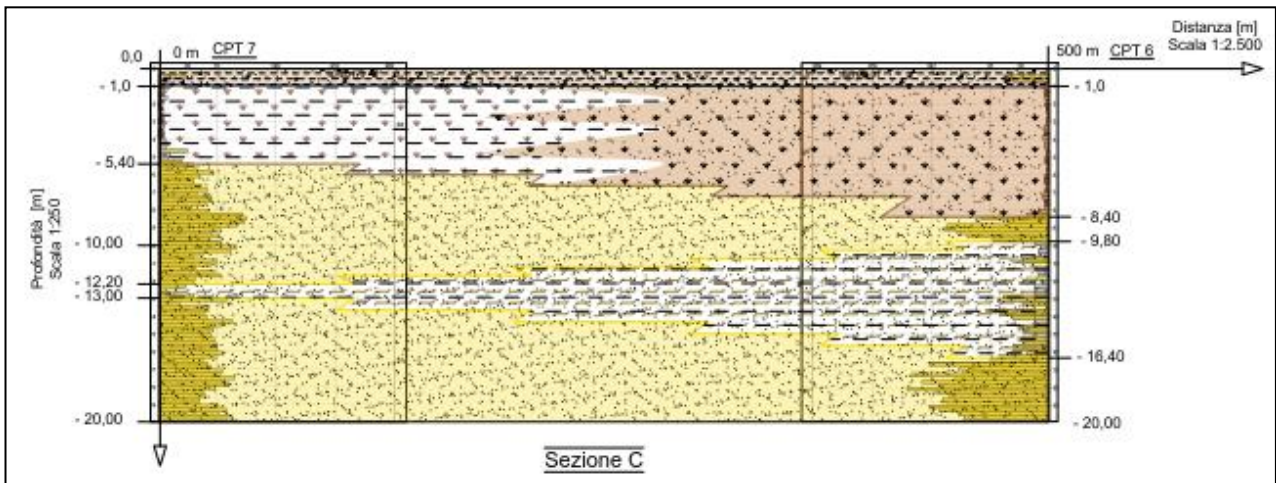


Figura 12: Sezione stratigrafica tra le CPT 7, CPT6

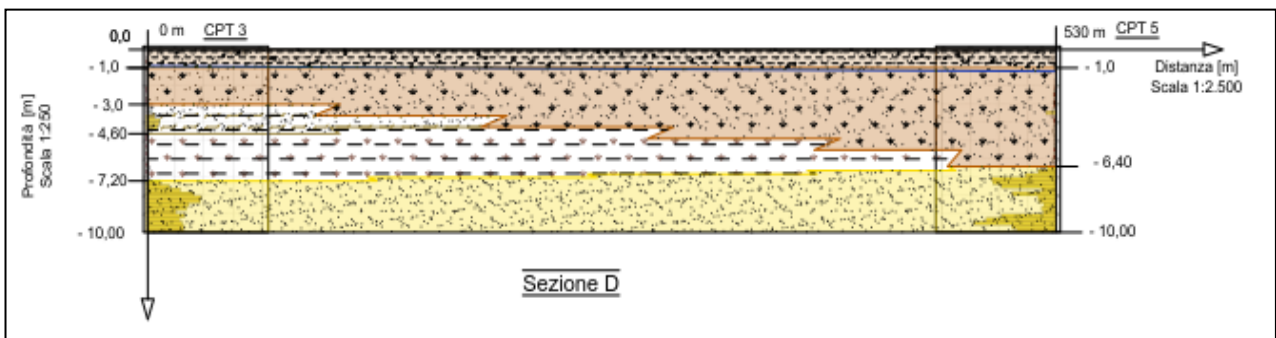


Figura 13: Sezione stratigrafica tra le CPT 3, CPT 5

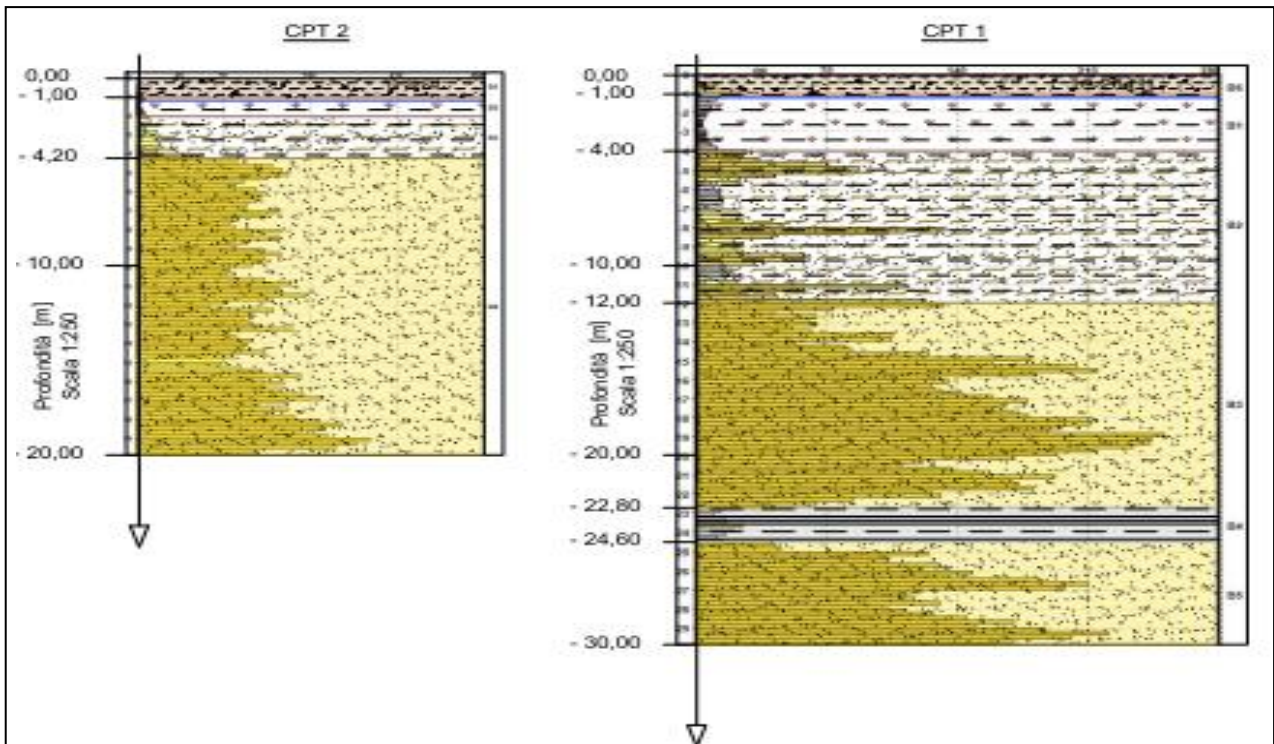


Figura 14: Sezione stratigrafica CPT 2, CPT1



4.3 SOGGIACENZA

Altri due fattori idrogeologici importanti per la valutazione della compatibilità idraulica, associati alla permeabilità, sono l'andamento della falda freatica, che può veicolare l'acqua percolata dalla superficie, e la sua soggiacenza, ossia la profondità del livello d'acqua rispetto al piano campagna locale.

Alla descrizione delle caratteristiche della superficie di falda è necessario premettere alcune considerazioni di carattere litostratigrafico ed idrogeologico indispensabili per una corretta comprensione delle informazioni contenute nelle carte idrogeologiche.

L'apporto dei sedimenti alluvionali che costituiscono l'area in esame, è legato principalmente al corso dell'Adige a Nord e da altri apporti legati alla divagazione fluviale del Po e del Tartaro-Canalbiano.

La potenza e l'eterogeneità dei materiali, coinvolti di volta in volta nei vari eventi alluvionali, hanno determinato condizioni stratigrafiche caratterizzate da spiccata variabilità dei litotipi, sia in senso orizzontale che in senso verticale.

Per questo motivo appare improprio parlare di una "prima falda" unica; si tratta piuttosto di un insieme di lenti di materiali più permeabili, parzialmente comunicanti tra loro, confinate tra materiali più fini.

È possibile verificare che, per ogni periodo di osservazione, si crea un determinato equilibrio dinamico in relazione alle caratteristiche granulometriche dei materiali: quelli dotati di maggiore permeabilità si arricchiscono più rapidamente di acqua nei periodi in cui questa diviene più disponibile, con conseguente innalzamento del livello rispetto alle zone dove i materiali sono più fini; al contrario là dove il drenaggio è più attivo.

Da ciò risulta chiaro come la falda più superficiale possa risentire grandemente di una serie di fattori esterni quali la litologia di superficie, il reticolo idrografico attuale ed antico, gli eventi meteorici e l'attività di regimazione idraulica esercitata dal Consorzio di Bonifica Adige Po, che mantiene artificialmente un "franco di bonifica" idoneo alle coltivazioni, utilizzando la rete dei canali consorziali in "funzione irrigua" e quindi per alimentare la falda nei momenti siccitosi, mentre viene utilizzata in "funzione scolante" nei momenti piovosi.

Tale fatto determina quindi una dipendenza dei livelli freatici non solo dalla piovosità-evaporazione, ma anche dall'attività idraulica dei Consorzi di Bonifica.

Come è facile comprendere da quanto su esposto, la situazione idrogeologica relativa al territorio comunale è di difficile definizione attraverso le poche misure di cui normalmente si dispone. A tal fine nell'area in esame sono stati installati due livelli a nord in prossimità delle prove CPT 6 e CPT7 e un piezometro a sud dell'area in prossimità dei bacini di invaso.

Il rilievo delle misure di soggiacenza della falda è stato eseguito per diverse settimane nel mese di ottobre 2020, periodo legato a forti precipitazioni e quindi nel momento più indicato per individuare criticità dovute alla profondità della falda e di conseguenza importanti per la valutazione di compatibilità idraulica.

I livelli, cartografati, hanno rappresentato una superficie di falda ottenuta dall'interpolazione lineare operata sulle misure dei livelli rilevati in posto che di fatto costituisce la prima falda libera.

L'andamento della falda freatica, come quello dell'intero sistema idrogeologico del territorio del comune è legato all'influenza dell'Adige dal quale è alimentato, e presenta una direzione principale di scorrimento da nord verso sud, cioè dall'Adige verso il Cesta-Commissaria.

4.3.1 Soggiacenza - aggiornamento 2022

Come definito in precedenza, nella fase di indagine geognostica dell'area, sono stati eseguiti un piezometro nella parte sud e due livelli nella parte nord, l'ubicazione di questi è riportata nell'immagine sottostante.



Figura 15: Ortofoto con individuazione dei punti di esecuzione dei sondaggi geognostici L1 e L2, e del piezometro SP3



Per il piezometro e i due livelli si è proceduto a realizzare una scheda identificativa con i dati principali. Tali schede vengono riportate nel seguito.

Committente: Agrovoltaica Srl	Loc. San Marco Rovigo	SCHEMA LIVELLO: L1
		Inquadramento
Data	21/10/2020	
Coordinate geografiche	N: 45,10301 – E: 11,82198	
Quota bocca pozzo	+2,072 m. s.l.m.m.	
Profondità livello (m da p.c.)	4 m	
Tratto microfessurato	Da -2,0 m a -4,0 m	
Diametro livello	20 mm	
Tipo di chiusino		



Committente: Agrovoltaica Srl	Loc. San Marco Rovigo	SCHEMA LIVELLO: L2
		Inquadramento
Data	21/10/2020	
Coordinate geografiche	N: 45,10536 – E: 11,81904	
Quota bocca pozzo	+1,386 m. s.l.m.m.	
Profondità livello (m da p.c.)	4 m	
Tratto microfessurato	Da -2,0 m a -4,0 m	
Diametro livello	20 mm	
Tipo di chiusino		

Committente: Agrovoltaica Srl	Loc. San Marco Rovigo	SCHEMA PIEZOMETRO: SP3
		Inquadramento
Data foto	08/12/2022	
Coordinate geografiche	N: 45,093419 – E: 11,823047	
Quota bocca pozzo	+0,128 m. s.l.m.m.	
Profondità piezometro (m da p.c.)	10 m	
Tratto microfessurato	Da -3,0 m a -10,0 m	
Diametro livello	2"	
Tipo di chiusino	Cappuccio in acciaio	



Nei giorni seguenti l'installazione del piezometro e dei livelli è stato effettuato il monitoraggio del livello di falda con la ricostruzione delle soggiacenze e delle isofreatiche relative all'area. I monitoraggi effettuati vengono riportati nella tabella seguente:

Piezometro	Quota boccapozzo	Lettura falda 21/10/2020		Lettura falda 26/10/2020		Lettura falda 29/10/2020		Lettura falda 08/12/2022	
		m s.l.m.m.	m da b.p.	m s.l.m.m.	m da b.p.	m s.l.m.m.	m da b.p.	m s.l.m.m.	m da b.p.
L1	+2.072	-2.09	-0.018	-2.12	-0.048	-2.15	-0.078	-1,92	+0.152
L2	+1.386	-1.30	+0.086	-1.30	+0.086	-1.31	+0.076	-1,09	+0.296
SP3	+0.128	-1.00	-0.872	-1.03	-0.902	-1.10	-0.972	-0.93	-0.802

Di seguito si riporta inoltre il livello del pelo libero dell'acqua rilevato rispetto al pontile esistente vicino ad Sp3, che attraversa il canale consortile Pestrina: dalla passerella il livello dell'acqua in data 08/12/2022 risultava essere di - 1,78 m.

4.4 RETE IDROGRAFICA LOCALE

Oltre al principale corso d'acqua che transita a Nord dell'area, la stessa è delimitata a est dal canale Pestrina, a sud dal Cesta che si collega al Commissaria. Nei pressi della parte sud dell'area è presente l'idrovora San Marco che solleva e riversa le acque nel Ceresolo.

Grazie alla regimazione idraulica operata dal Consorzio Adige Po, la soggiacenza media dell'area è mediamente tra 1,0 e 2,0 metri.

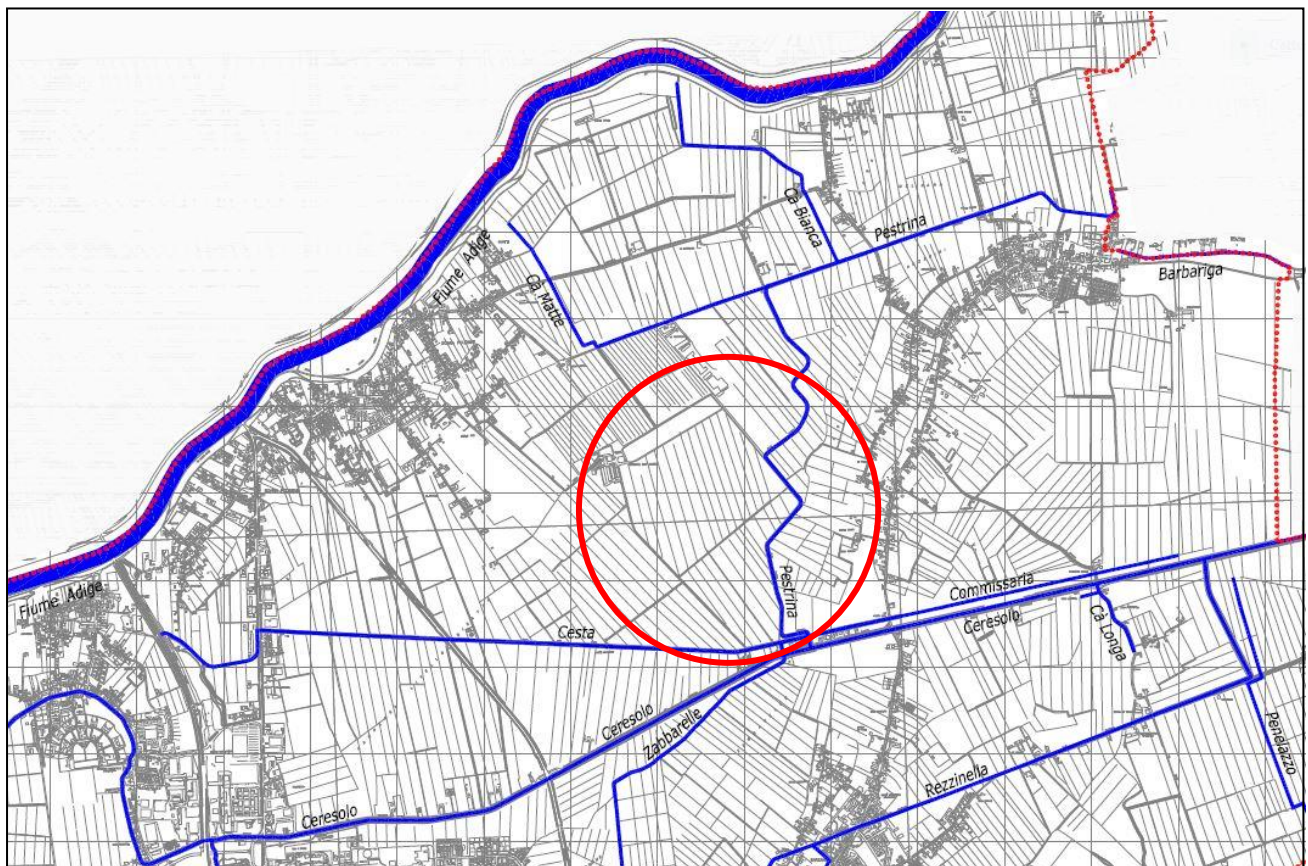


Figura 16: Estratto della Carta Idrografica del Consorzio di Bonifica Adige Po

4.5 VERIFICA DI EVENTUALI CRITICITÀ IDRAULICHE

In questo paragrafo vengono brevemente riportate le segnalazioni di criticità idraulica indicate dagli Enti aventi competenza territoriale.

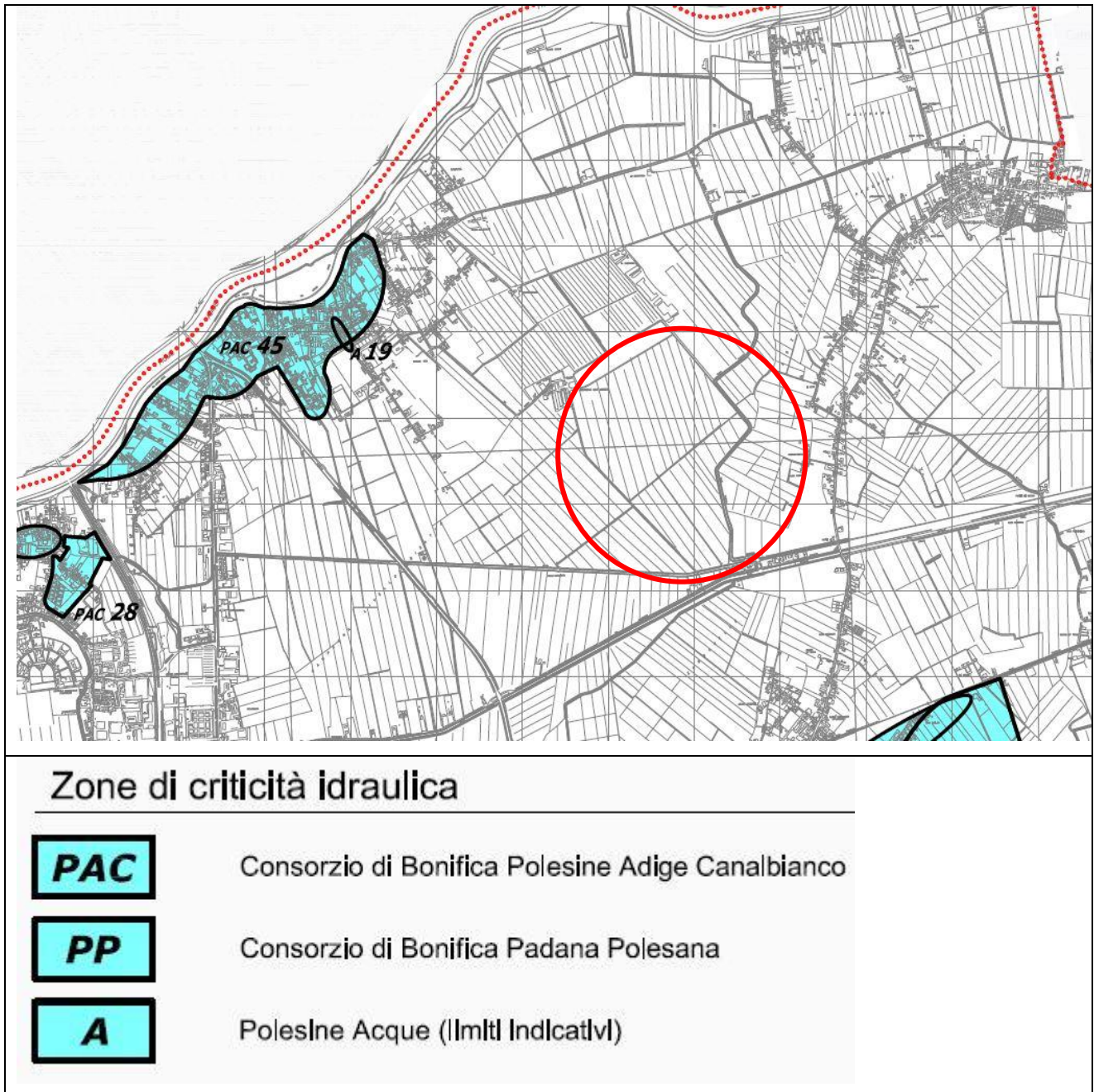


Figura 17: Estratto della Carta di Criticità Idraulica del Consorzio di Bonifica Adige Po

L'area in oggetto non è soggetta a Criticità idraulica.

4.5.1 Pericolosità idraulica

Si riporta di seguito un primo estratto della Carta di Pericolosità Idraulica dei Consorzi di Bonifica (Autorità di Bacino dei Fiumi Fissero-Tartaro-Canalbianco) e relativa legenda, per l'individuazione del Consorzio di competenza.

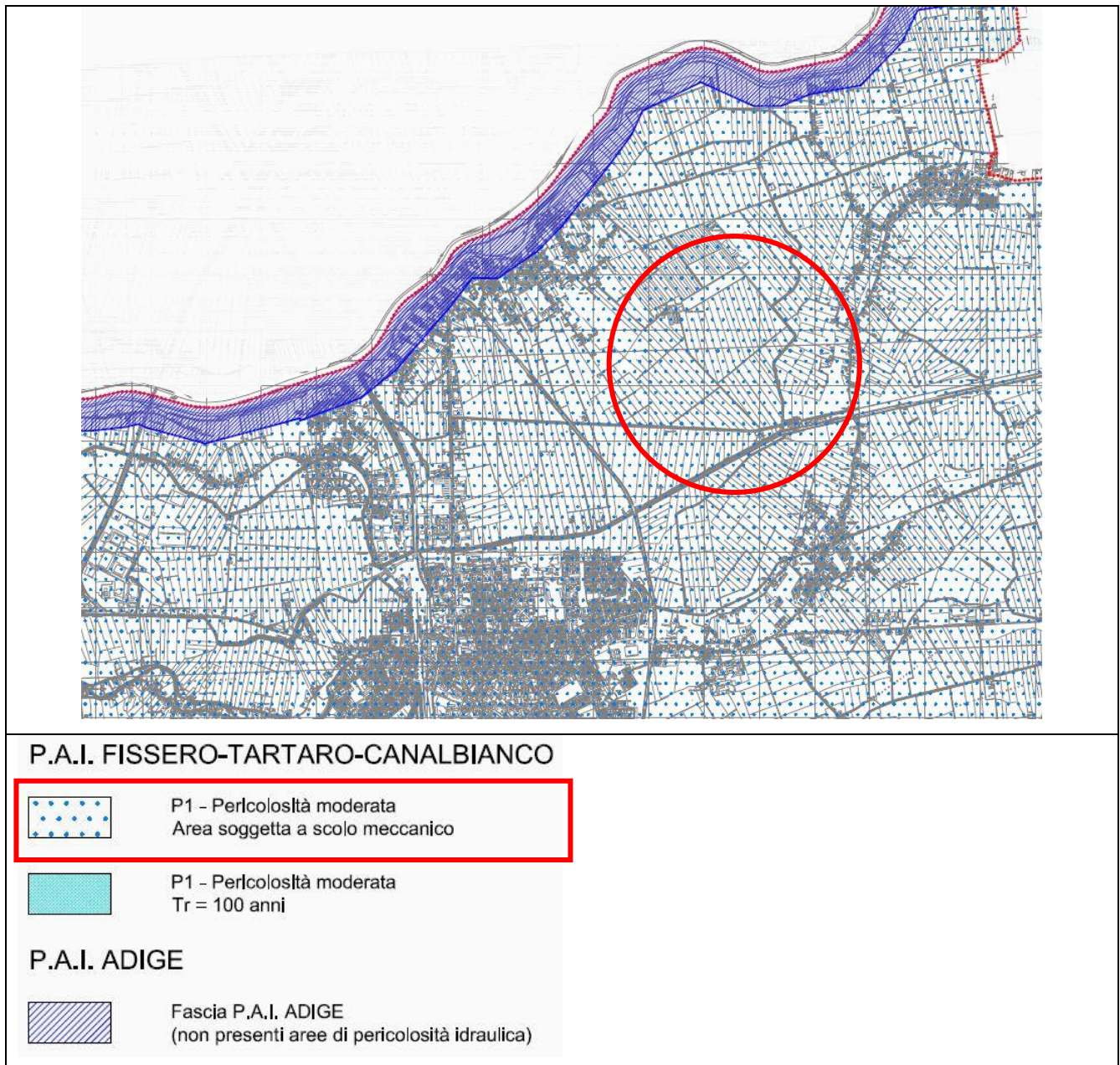


Figura 18: Estratto della Carta di Pericolosità Idraulica dell'Autorità di Bacino dei Fiumi Fissero-Tartaro-Canalbianco

L'area in oggetto è soggetta a pericolosità idraulica moderata – scolo meccanico.

4.5.2 Rischio idraulico

Si riporta di seguito un estratto della Carta di Rischio Idraulico (Autorità di Bacino dei Fiumi Fissero-Tartaro-Canalbianco).

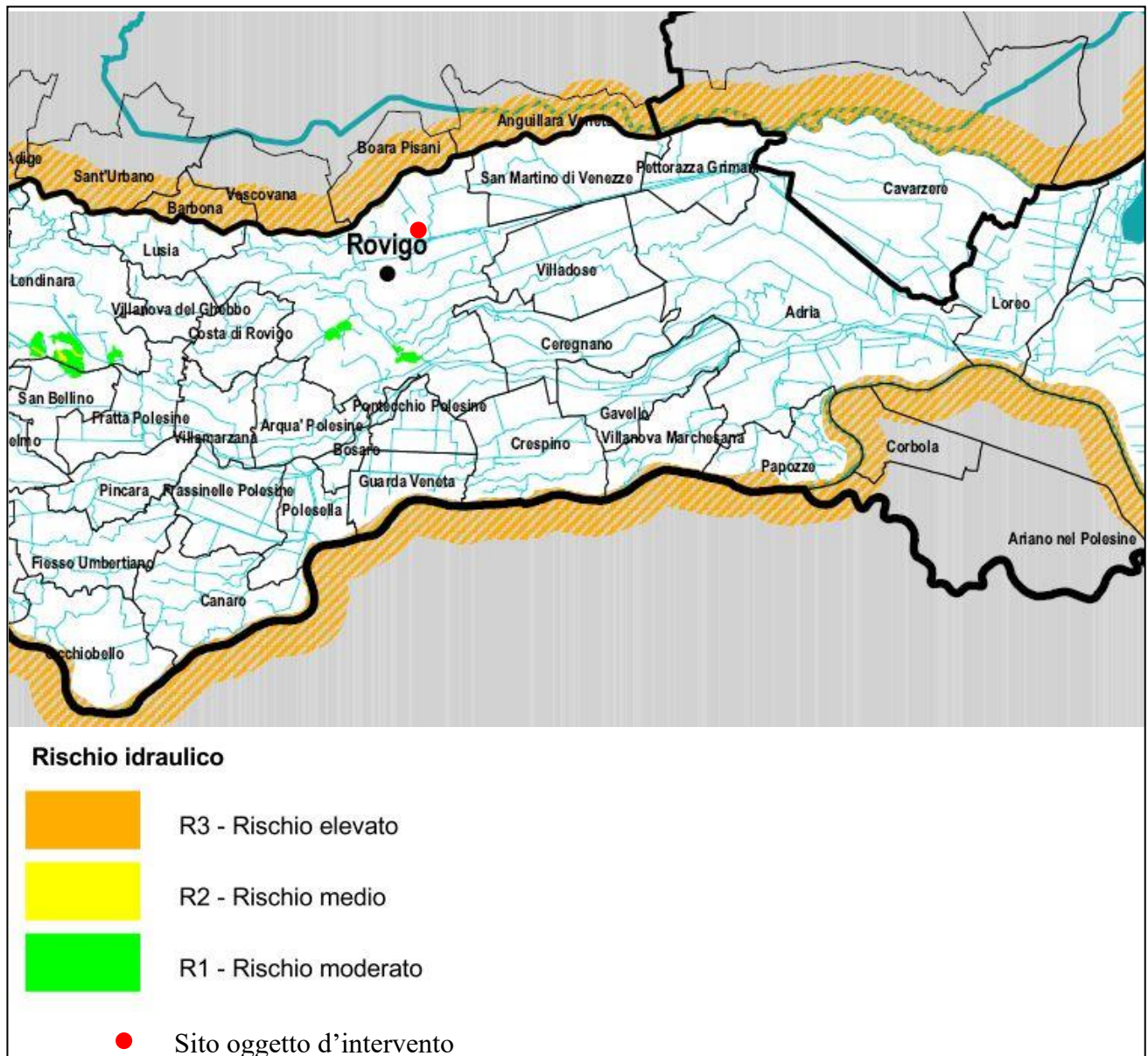


Figura 19: Estratto della Carta di Rischio Idraulico dell'Autorità di Bacino dei Fiumi Fissero-Tartaro-Canalbianco

L'area in oggetto non è soggetta a Rischio idraulico.

4.5.3 Rischio allagamento

Si riporta di seguito un estratto della Carta di Rischio Idraulico Unione Regionale Veneta Bonifiche (Autorità di Bacino dei Fiumi Fissero-Tartaro-Canalbianco).

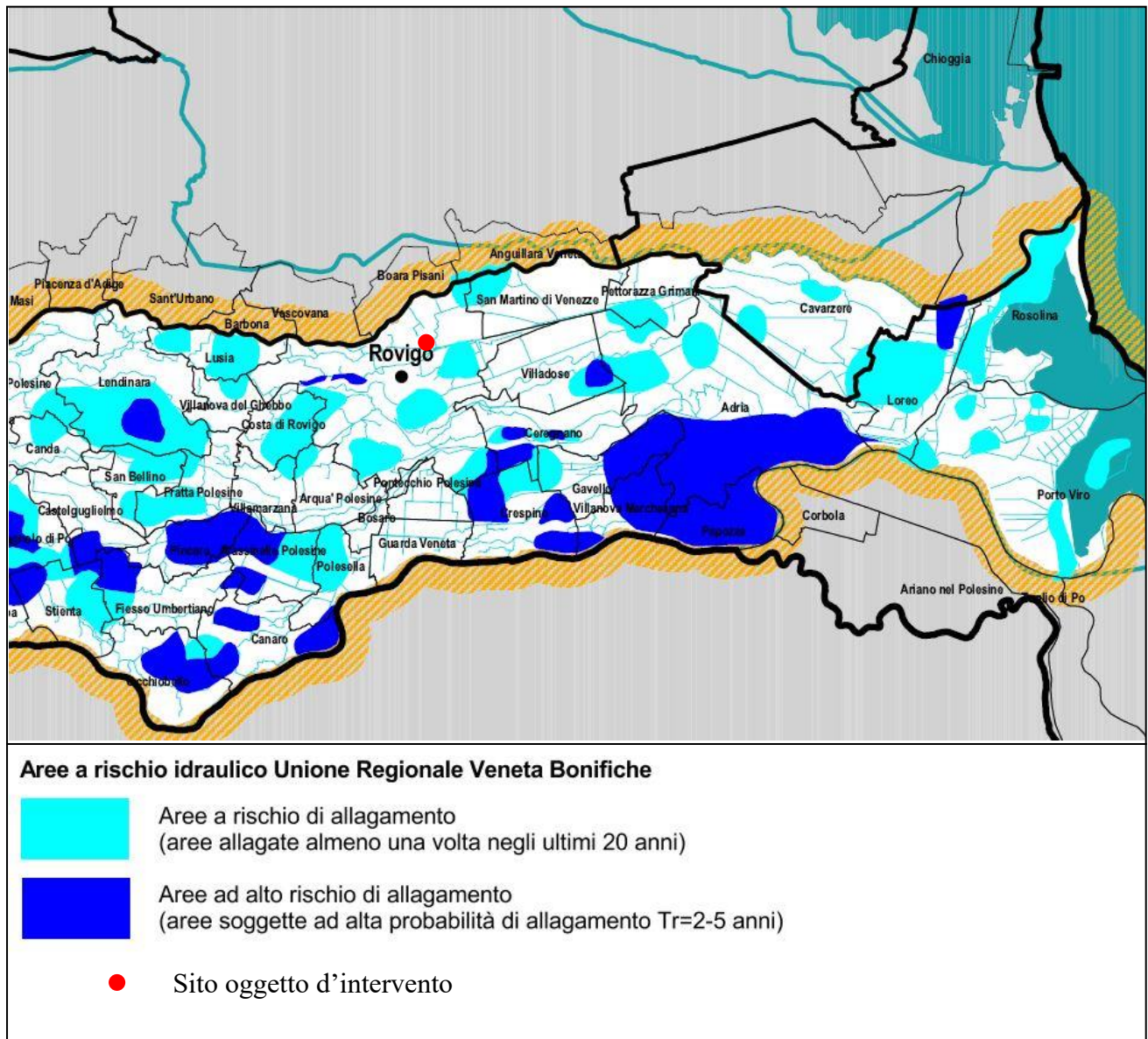


Figura 20: Estratto della Carta di Rischio Idraulico dell'Unione Regionale Veneta Bonifiche

L'area in oggetto non è soggetta a Rischio di allagamento.

4.6 AREE A SCOLO MECCANICO

Si riporta di seguito un estratto della Carta di Aree soggette a Scolo Meccanico (Autorità di Bacino dei Fiumi Fissero-Tartaro-Canalbianco).

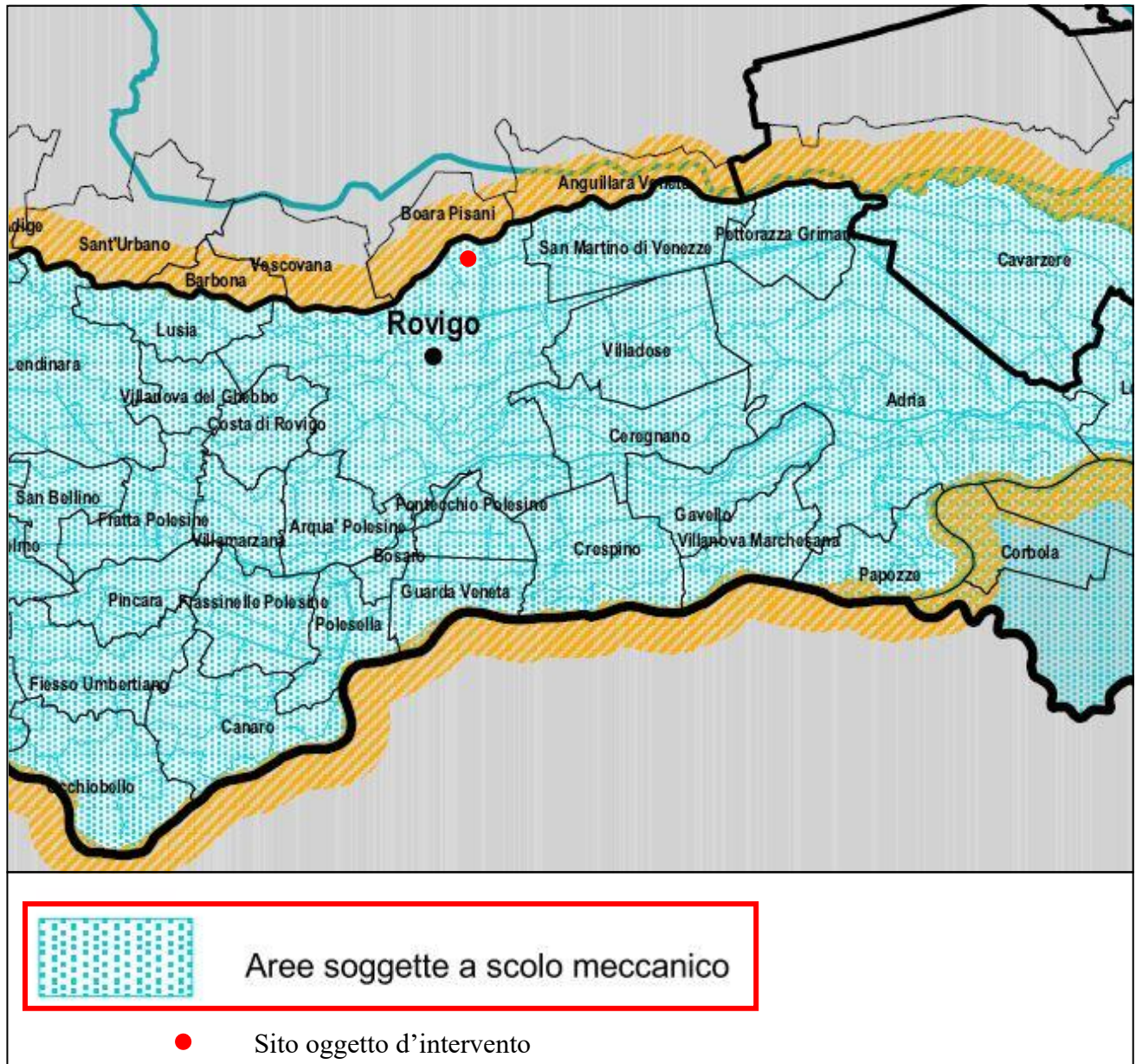


Figura 21: Estratto della Carta di Aree soggette a Scolo Meccanico (Autorità di Bacino dei Fiumi Fissero-Tartaro-Canalbianco).

L'area in oggetto è soggetta a scolo meccanico.



4.7 PIANO GESTIONE RISCHIO ALLUVIONI (PGRA)

Per quanto concerne il Piano di Gestione Rischio Alluvioni, il bacino di riferimento è il Fissero-Tartaro-CanalBianco che rientra all'interno del bacino distrettuale del Fiume Po, al confine con il distretto delle Alpi Orientali.

Il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni definisce nello specifico:

- La perimetrazione delle aree che potrebbero essere interessate da alluvioni secondo lo scenario di bassa probabilità, di media probabilità e alta probabilità;
- Per ogni scenario sopra richiamato, l'estensione delle inondazioni, l'altezza idrica e le caratteristiche del deflusso.

Questi dati costituiscono, per le aree di pianura, uno strato conoscitivo sugli effetti che i fenomeni di esondazione potrebbero avere sul territorio, tenendo anche conto dei fenomeni di rottura arginale per sormonto.

Le mappe sono state redatte con riferimento a tutte le Aree a Potenziale Rischio Significativo (APSFR), le quali rappresentano un sottoinsieme delle aree allagabili complessive del distretto, ove sono presenti situazioni di rischio potenziale significativo. Le APSFR sono state individuate sulla base della gerarchizzazione delle aree a potenziale rischio significativo già effettuata nel PGRA del primo ciclo, aggiornata sulla base degli esiti della Valutazione preliminare del 2018, così suddivise:

- 22 APSFR distrettuali: corrispondono ad aree di rilevanza strategica a scala di distretto che richiedono misure di mitigazione complesse per le quali è necessario il coordinamento delle politiche di più Regioni. Le APSFR distrettuali riguardano le grandi città (Milano, Torino, Alessandria, Novara, Brescia, Mantova, Lodi, ecc.), i principali fondovalle alpini (Val d'Aosta, Val d'Ossola, Valtellina, ecc.), il fiume Po da Torino al mare, i suoi affluenti emiliani nei tratti arginati, il Reno ed infine la costa marina nell'intero territorio del distretto.
- 132 APSFR regionali: corrispondono ad aree in cui le condizioni di rischio elevato o molto elevato richiedono il coordinamento delle politiche regionali alla scala di sottobacino. Le APSFR regionali riguardano tratti critici, più o meno estesi, di corsi d'acqua principali e secondari in pianura o in ambito montano, ovvero riguardanti città o agglomerati urbani caratterizzati da elevate condizioni di rischio.

Vengono riportate qui di seguito nel dettaglio le carte dell'area in oggetto.

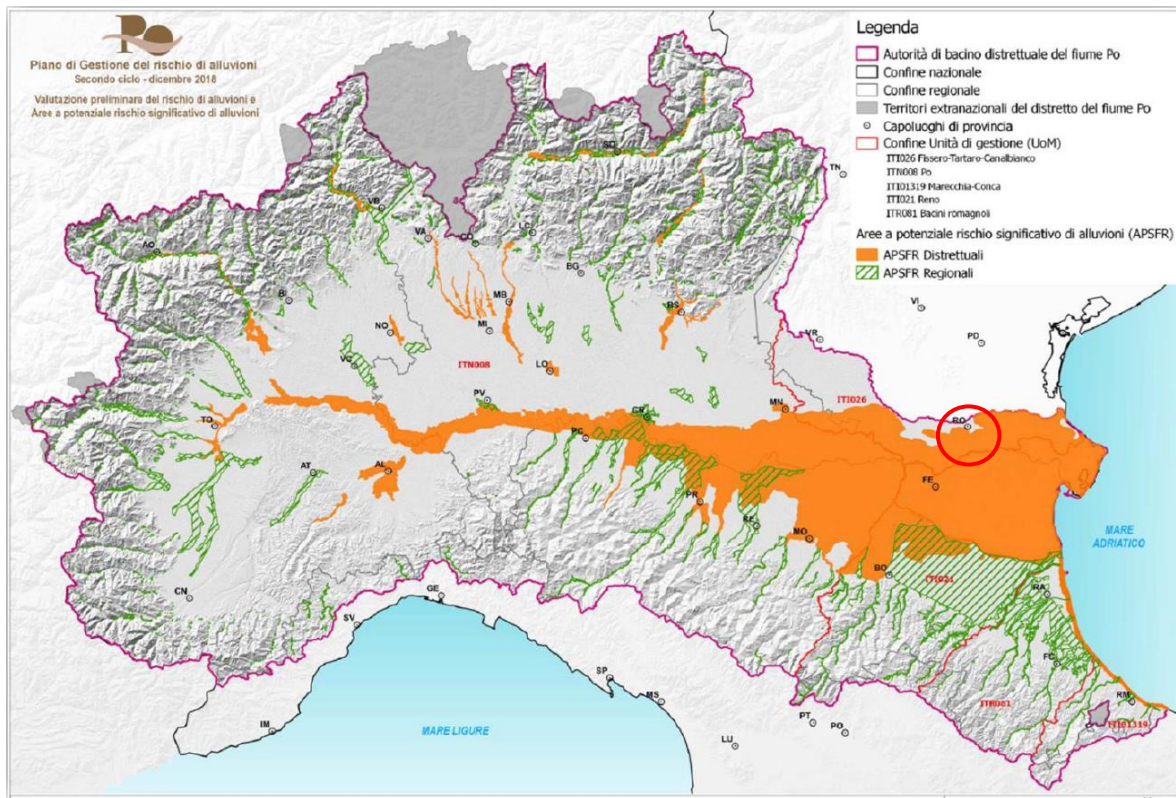


Figura 22: APSFR del Distretto Po

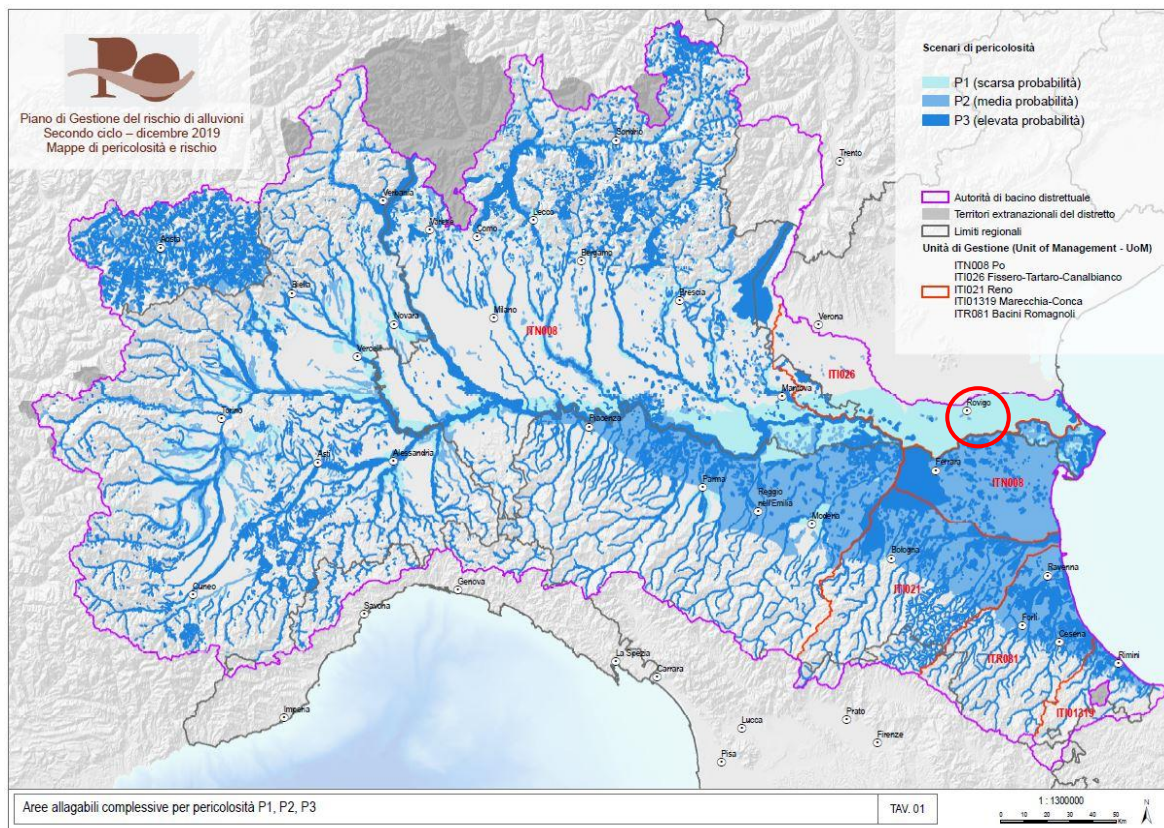


Figura 23: Assetto territoriale del distretto, limiti e regioni afferenti

L'area in oggetto fa parte dell'ASFR del Fiume Po da Torino al mare, come meglio individuato dalla figura qui sotto.

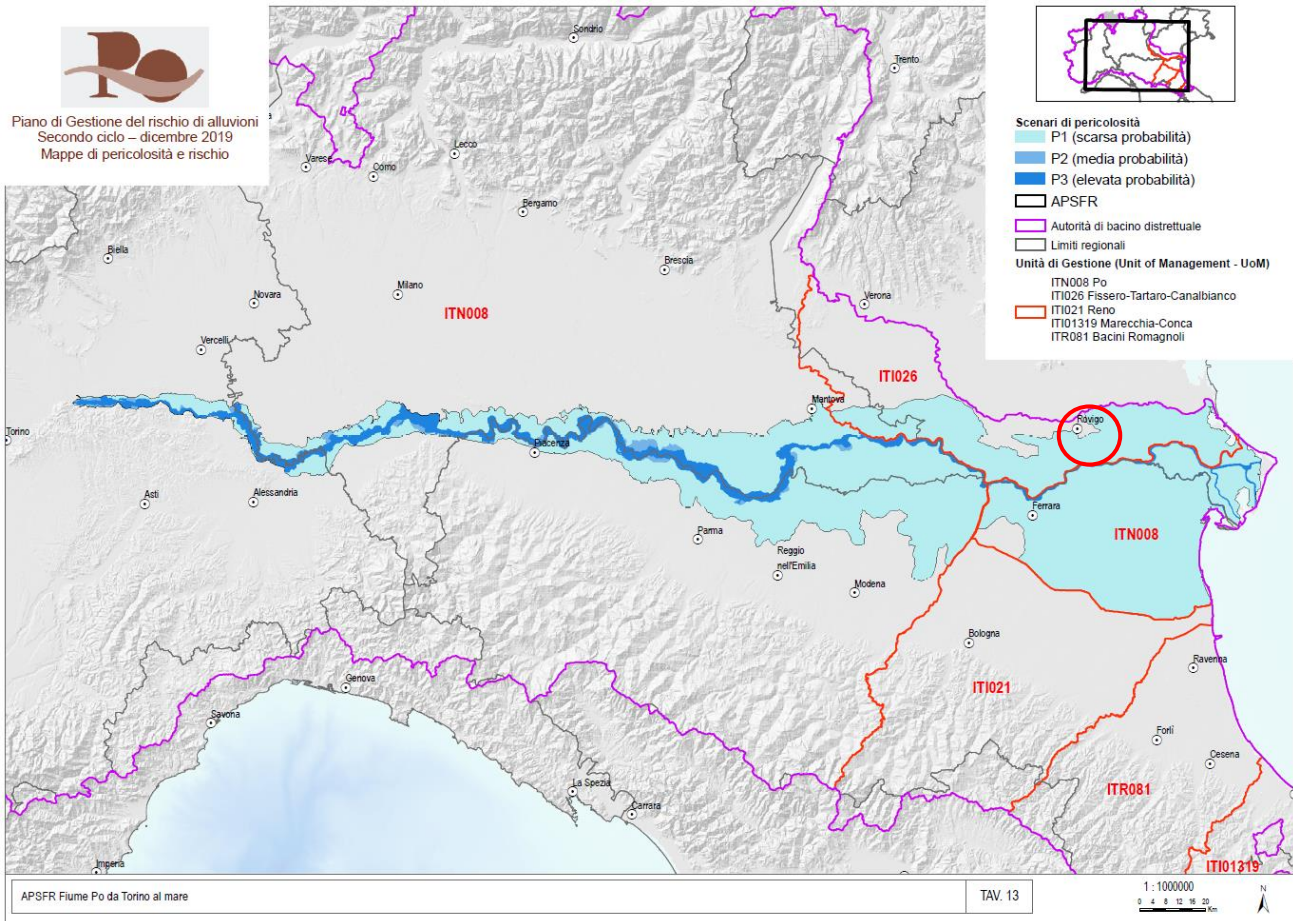


Figura 24: APSFR del Fiume Po da Torino a mare

4.7.1 Carta del Rischio Idraulico

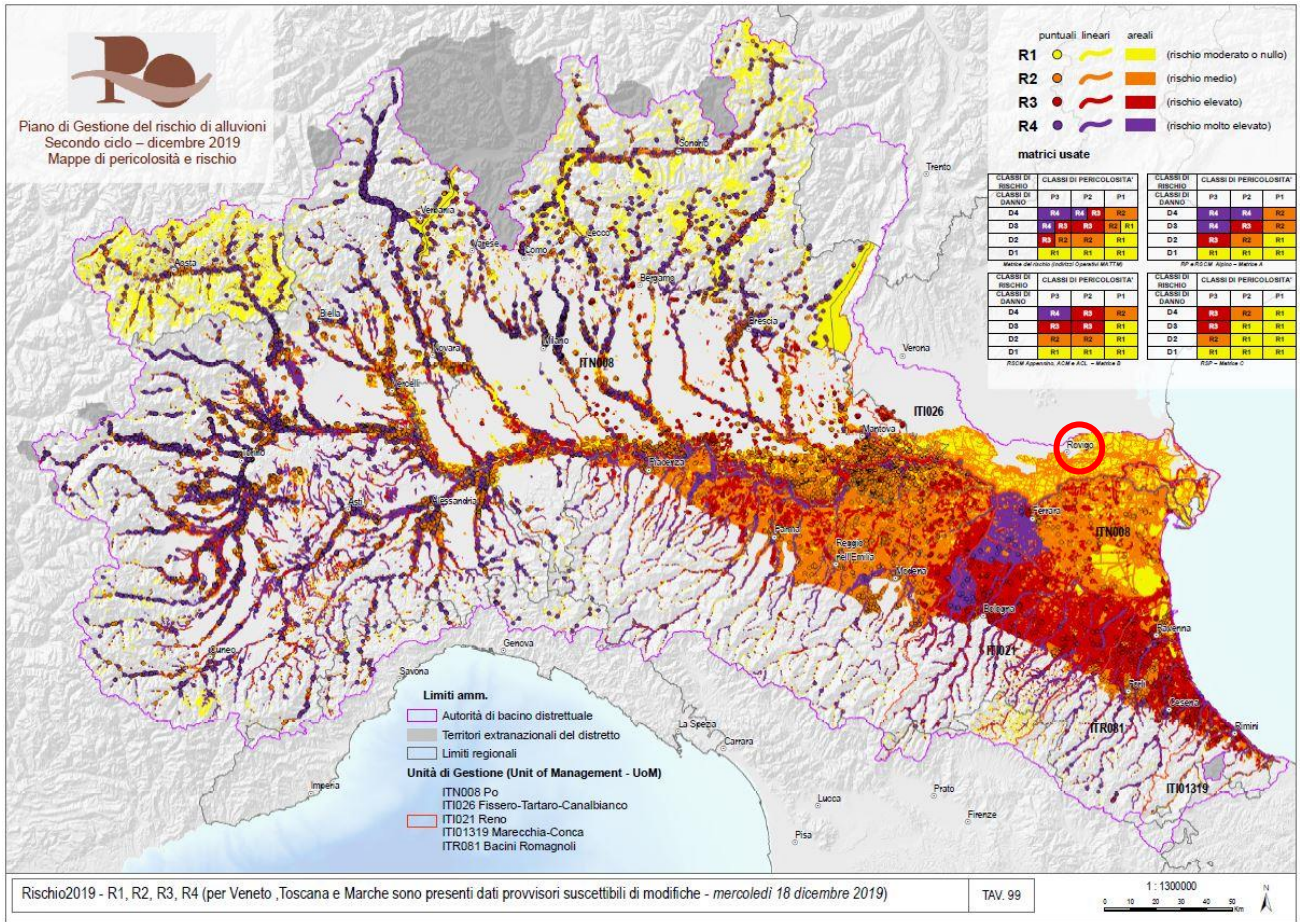


Figura 25: Tav. 99 Carta del Rischio Idraulico – PGRA Distretto Po

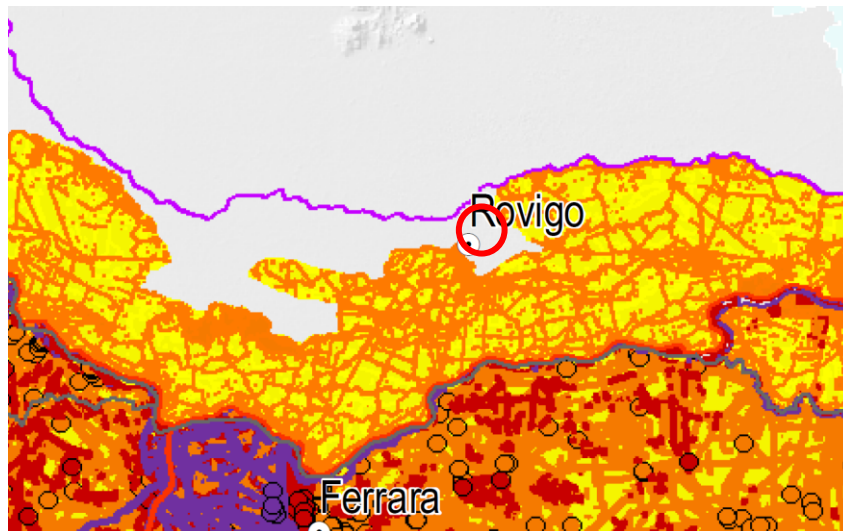


Figura 26: Dettaglio Tav. 99 Carta del Rischio Idraulico – PGRA Distretto Po

Dalla carta del rischio idraulico si evince che il sito non rientra in aree soggette a rischio.

4.7.2 Carta della Pericolosità Idraulica

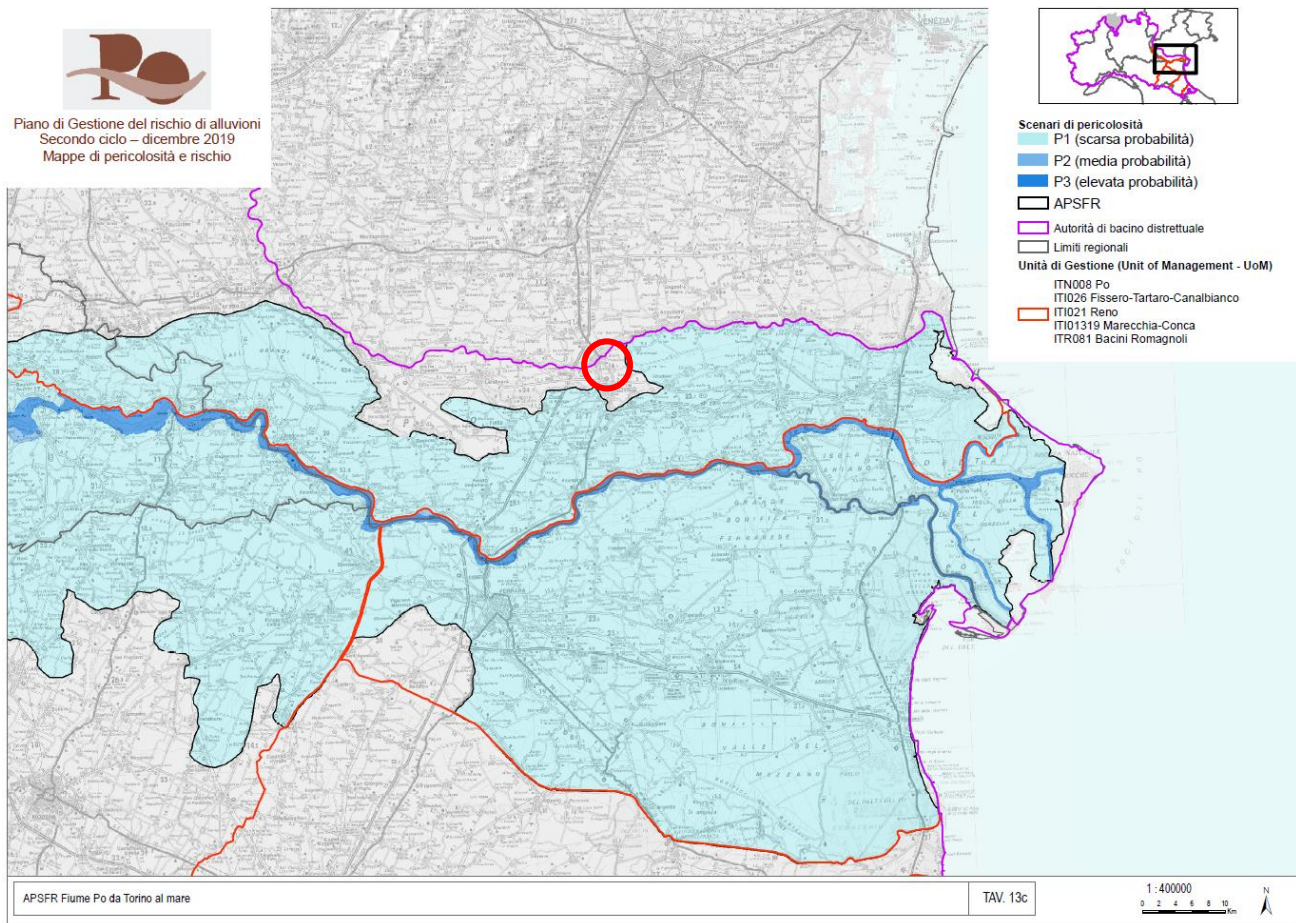


Figura 27: Tav. 13c, Carta della Pericolosità Idraulica – PGRA Distretto Po

Dalla carta della pericolosità idraulica si evince che il sito non rientra in aree soggette a pericolosità idraulica.

4.7.3 Carte delle Altezze Idriche (Tiranti)

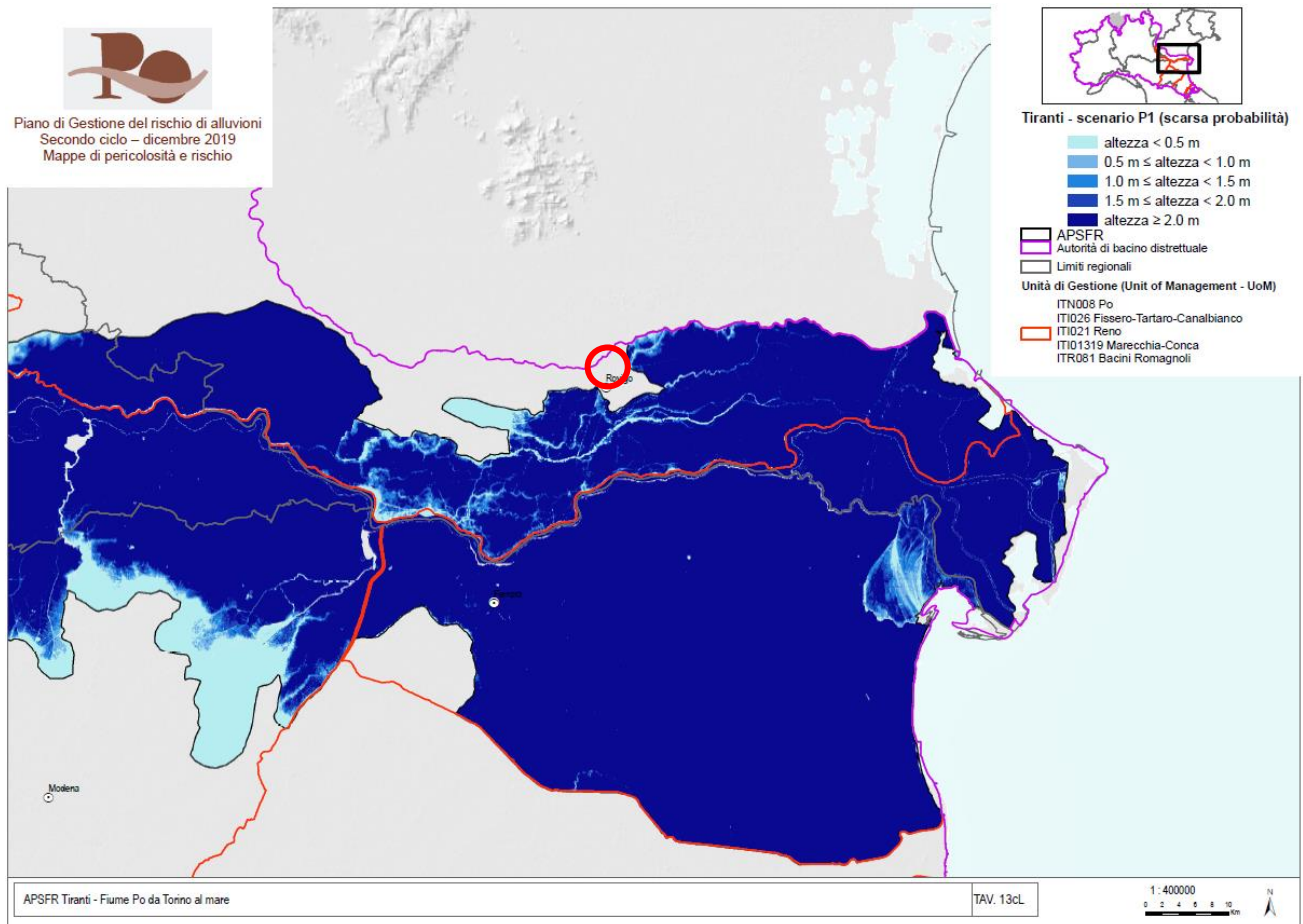


Figura 28: Tav. 13c L carta dei tiranti – Scarsa Probabilità – PGRA Distretto Po

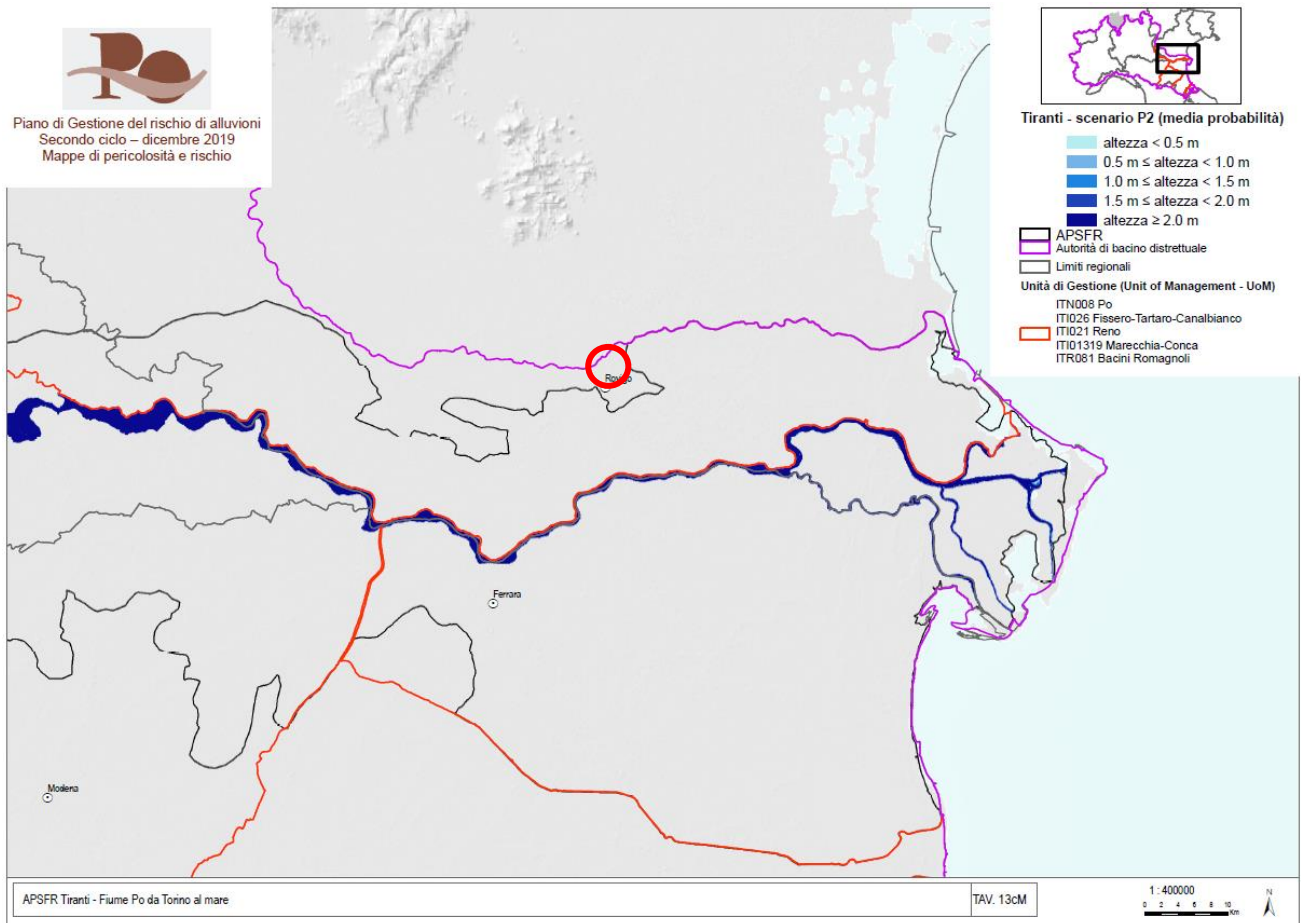


Figura 29: Tav. 13c M carta dei tiranti – Media Probabilità – PGRA Distretto Po

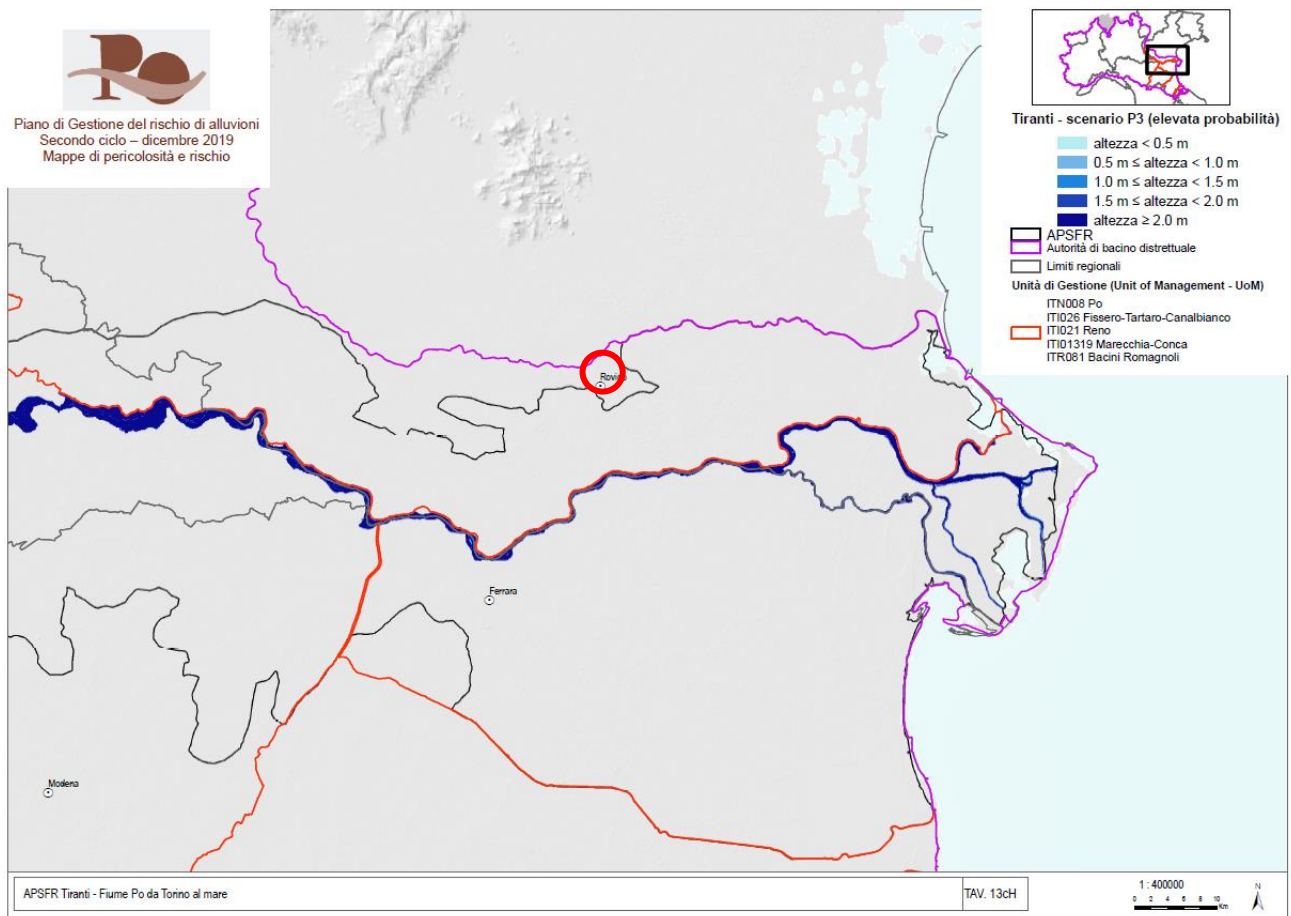


Figura 30: Tav. 13c H carta dei tiranti – Alta Probabilità – PGRA Distretto Po

Dalla Carta delle altezze idriche, per tutti gli scenari si evince che il sito non rientra in aree con altezze idriche critiche (tiranti critici).

Dalle carte analizzate si evince che il progetto non risulta essere in contrasto con il PGRA di riferimento e non vi sono zone a rischio idraulico.

5 VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA

5.1 BREVE SINTESI DEGLI INTERVENTI PREVISTI

Il progetto interesserà una superficie di m². 661.716 corrispondente alla superficie complessiva dell'impianto di progetto.

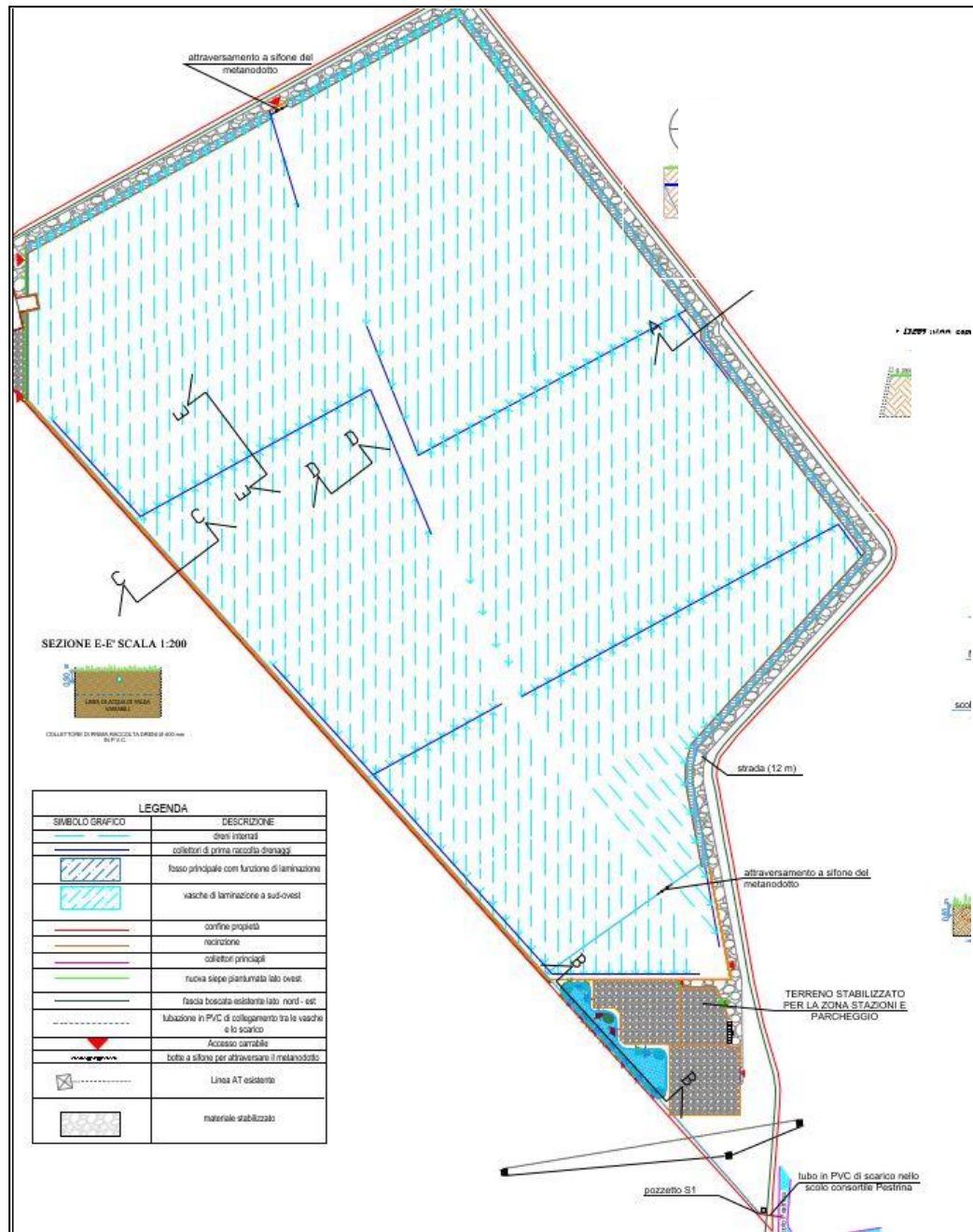


Figura 31: Planimetria di progetto dell'impianto FTV (estratto da Tav. n.14 "schema rete di deflusso e drenaggio acque meteoriche-stato di progetto" in allegato)

Il progetto consiste nella realizzazione di un parco fotovoltaico della potenza di 49.004,28 kW_p, ottenuta con l'installazione di 66.222 moduli fotovoltaici bifacciali.

Quindi non si tratterà più di un sistema “estraneo” che aggrava la gestione della rete ma una unità di produzione di energia rinnovabile “intelligente” che viceversa contribuisce alla stabilità del sistema.

La scelta della tipologia dell'impianto deve assicurare questa produzione e contestualmente garantire la parziale utilizzazione del terreno agricolo non occupato dai pannelli e dai relativi sostegni.

L'impianto scelto ha una rotazione mono assiale con pannello singolo. Questa soluzione consente di ottimizzare sia l'occupazione del suolo che i costi d'impianto che solo se realizzato in questo modo può assicurare una produzione in grado di garantire, con l'ammortamento, anche un equo rendimento per il capitale investito. Infatti, a questa tipologia di impianto, con interasse tra i tracker di 5,40 m corrisponde un'occupazione del suolo inferiore al 50%.

Questo aspetto permette di svolgere una coltivazione sul 100% della superficie sottesa considerata come dimostrato nella approfondita relazione agronomica del Dipartimento Agricoltura e Foreste dell'Università di Padova allegata al progetto.

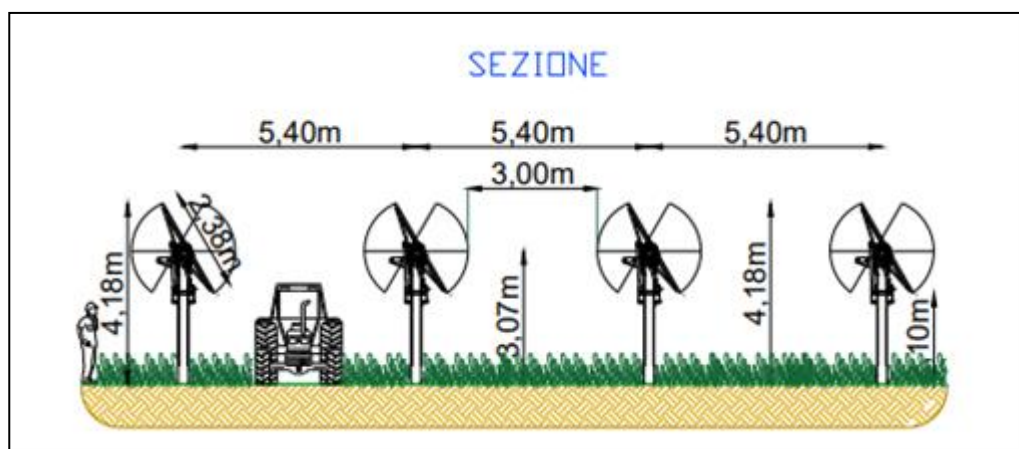


Figura 32: Interasse moduli FVT

I terreni interessati dall'intervento sono attualmente utilizzati per la coltivazione agricola di tipo cerealicolo e foraggiero.

La sistemazione dell'area attualmente (ante operam) è costituita da appezzamenti di forma rettangolare, disposti “alla ferrarese”, intervallati da piccoli scoli di irrigazione che si immettono in un canale consortile.

Ai lati di alcuni scoli sono attualmente presenti le cosiddette “fasce tampone”, ossia strisce di terreno sottratte alla coltivazione e mantenute sotto una copertura vegetale permanente mediante piantumazioni a carattere prevalentemente arbustivo.

Come sopra riportato, si prevede la realizzazione di un impianto fotovoltaico della potenza di picco complessiva di 49.004,28 kWp, composto da n. 66.222 moduli bifacciali, delle dimensioni di mm. 2411x1134x35, aventi ciascuno una potenza di picco di 740 Wp, assemblati su inseguitori monoassiali (tracker) composti da 26, 52 e 13 moduli ciascuno.

I moduli fotovoltaici sono assemblati in vele composte da una fila, installati in posizione verticale rispetto all'asse di rotazione per consentire il corretto funzionamento del lato bifacciale; ogni vela misura circa mt. 2,384 di larghezza e in posizione orizzontale, nelle ore di massima insolazione, si trova ad una altezza di circa mt. 3,10 da terra.

Le vele ruotano sull'asse delle strutture di sostegno con un angolo di +/- 60°; nella posizione di massima rotazione, quindi durante le fasi di riposo dell'impianto, la proiezione della vela sul piano orizzontale si riduce a circa mt. 1,20 di larghezza; in tali condizioni il bordo superiore della vela si trova a circa mt. 4,18 dalla quota del terreno, mentre la distanza tra il bordo inferiore e il terreno è di circa mt. 2,10. Il tempo di chiusura del pannello, in caso di pioggia è di circa 3 minuti

La superficie coperta dei moduli in posizione orizzontale è di mq. 205.708,84 circa, pari al 31,08% della superficie interessata dall'impianto fotovoltaico; nella posizione di massima inclinazione dei moduli, la superficie coperta si riduce di circa il 50%, con una incidenza rispetto alla superficie dell'area pari al 15,54%.

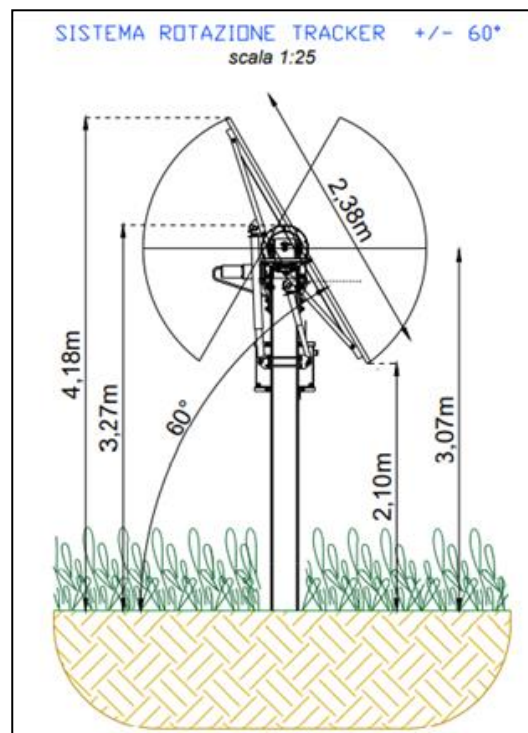


Figura 33: Modulo monoassiale impianto FTV



Nell'impianto di produzione di corrente saranno posizionati un numero di 10 cabine interconnesse tra di loro da cavi MT interrati lungo i percorsi principali realizzati nell'area.

L'intervento prevede innanzitutto la sistemazione generale dell'area mediante operazioni di livellamento del terreno in funzione del posizionamento delle strutture di supporto dei pannelli.

Al fine di non alterare l'attuale assetto idrologico dell'area secondo il vigente principio di invarianza idraulica, si ritiene opportuno inserire una rete di drenaggio sotterranea (tubi forati diam. 80 mm) che convoglierà l'acqua meteorica di permeazione verso una canaletta di raccolta e di invaso nella parte nord-est e ad un collettore drenante (tubo forato diam. 1 metro) sul lato sud- ovest.

Nella parte sud del parco agrovoltaico verrà realizzato il bacino di laminazione (costituito da due vasche) che insieme al resto delle canalizzazioni conterrà il volume di invaso calcolato nei successivi capitoli.

All'interno dell'impianto fotovoltaico è prevista l'installazione di n. 10 cabine bt/MT.

Le platee di appoggio delle strutture e cabine saranno realizzate in CLS e in parte in tout-venant e in rilevato in materiale granulare rispetto al piano campagna. Le dimensioni tipo della platea sono mt. 7,29 x 3,584.

Il piano interno di calpestio sarà quindi rialzato di circa cm. 60 rispetto al piano di campagna, con la quale sarà raccordato mediante il rilevato realizzato con materiale inerte stabilizzato.

Il sistema agrovoltaico proposto prevede di utilizzare inseguitori solari monoassiali per i quali, contrariamente a quanto avviene con il fotovoltaico tradizionale (pannelli rivolti verso sud), nel quale l'ombra si concentra in corrispondenza all'area coperta dai pannelli, una fascia d'ombra spazza con gradualità da ovest a est l'intera superficie del terreno. Come conseguenza non ci sono zone sterili per la troppa ombra e nemmeno zone bruciate dal troppo sole.

Si prevede la Produzione di fieno, orzo, frumento e soia, in continuità con l'attività agricola attuale.

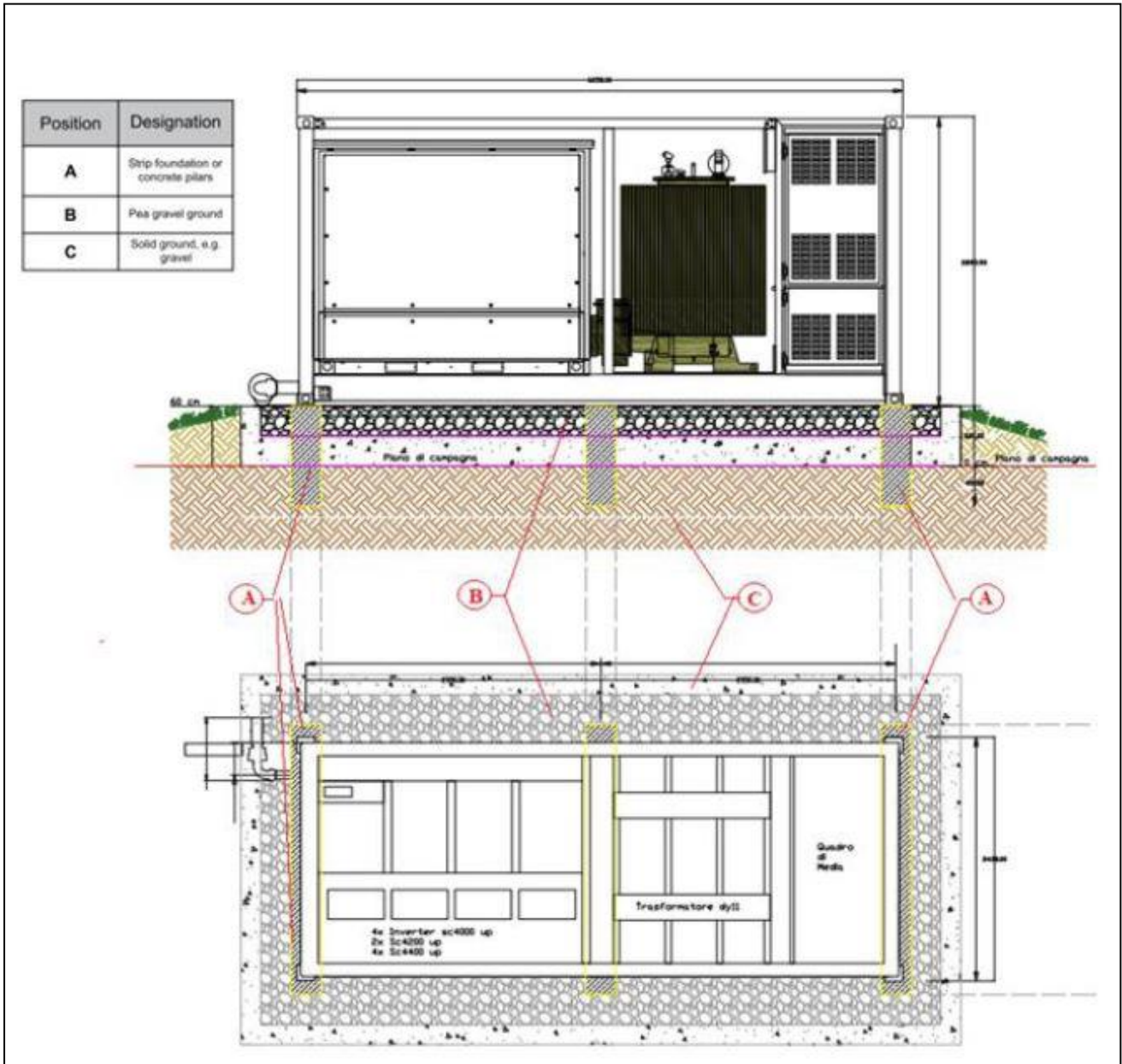
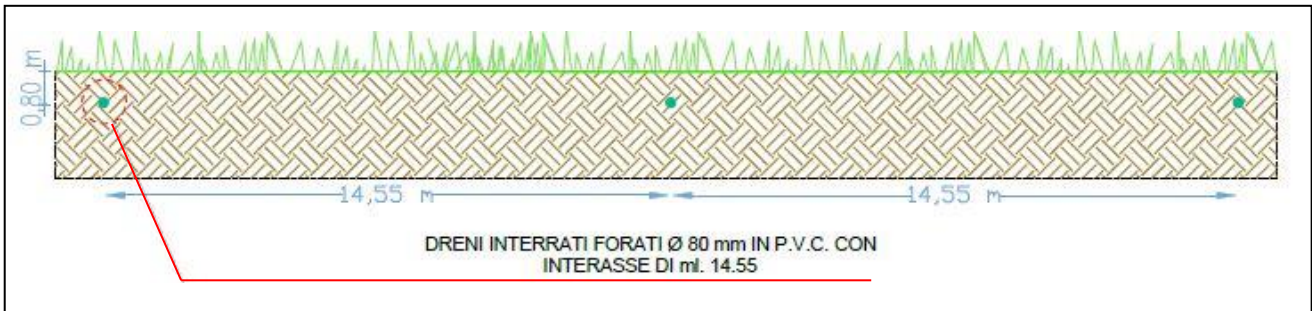


Figura 34: Particolare cabina/piano di campagna e particolare dei supporti della cabina.

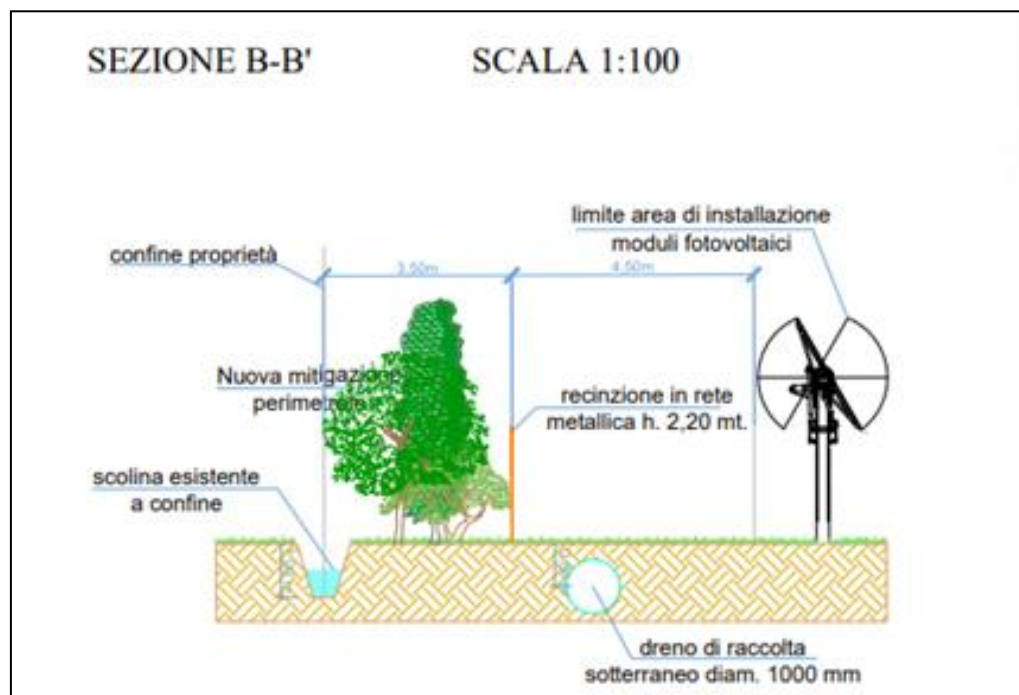
5.2 OPERE PER IL CONTENIMENTO DEL VOLUME DI INVASO

Il volume di invaso si ricaverà con la realizzazione delle seguenti opere (figure estratte dalla Tav. n.14 “schema rete di deflusso e drenaggio acque meteoriche-stato di progetto” in allegato):

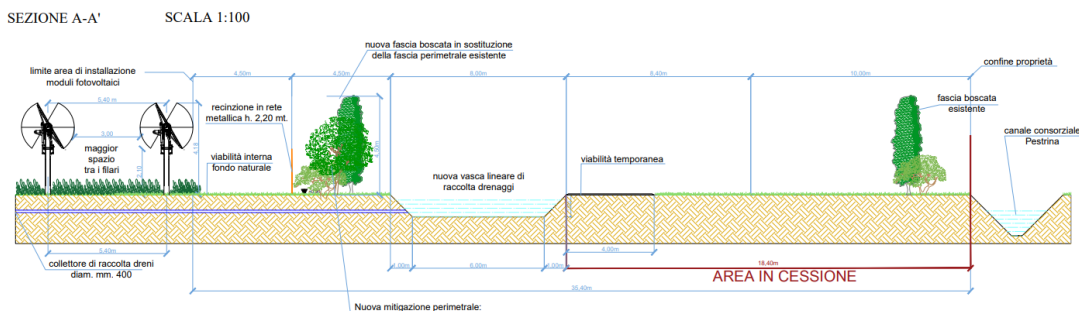
- Tubazioni di drenaggio posate nell'intera superficie ad una profondità di circa 0,80 m dal p.c.



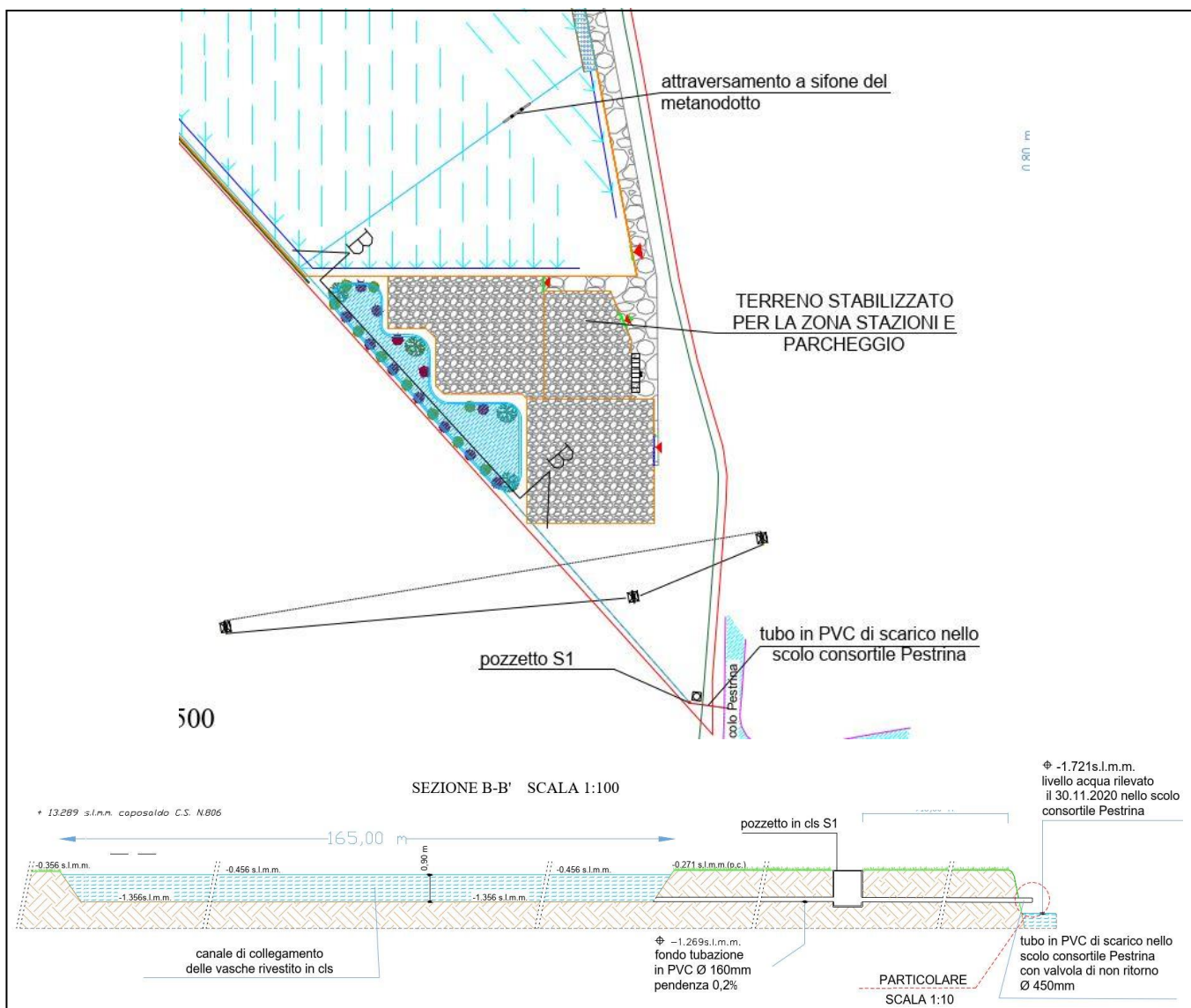
- Tubazione drenante Ø 1000 mm di raccolta dei dreni posta sul lato ovest ad una profondità di circa 1,30 m dal p.c. (Sezione C-C di progetto lato ovest)



- Vasca lineare (Sezione A-A di progetto lato est) (estratto da Tav. n.14 “schema rete di deflusso e drenaggio acque meteoriche-stato di progetto” in allegato)



- n.2 bacini di invaso (Planimetria e Sezione B-B di progetto lato sud) (estratto da Tav. n.14 “schema rete di deflusso e drenaggio acque meteoriche-stato di progetto” in allegato)



Il corpo recettore finale è lo Scolo Consorziale Pestrina posto a Est dell’impianto.



5.3 CALCOLO AREE DI PROGETTO

Il calcolo della Valutazione di Compatibilità Idraulica è stato eseguito sulla superficie complessiva di progetto, le cui caratteristiche vengono rappresentate nella seguente tabella:

Tipologia	Stato di progetto [m ²]
Superficie a verde	516.465
Superficie drenante (massicciata)	25.330
Superficie impermeabile (cabine e moduli FTV)	102.102
superficie di invaso (Dreni, Tubazioni, Scoline, Bacino)	17.816
Superficie totale del lotto	661.716

La valutazione di compatibilità idraulica viene sviluppata imponendo una portata udometrica massima di 5 l/s * ha, al fine di garantire l'invarianza idraulica dell'intervento di modifica.

5.4 DATI PLUVIOMETRICI DI RIFERIMENTO

Per la redazione del presente studio si sono utilizzate le curve segnalatrici di possibilità pluviometrica riportate dal Consorzio di Bonifica Adige Po per la "Zona Omogenea Polesine Centrale" nel catalogo UVB – Unione Veneta Bonifiche – dicembre 2011.

Per un tempo di ritorno T_R di 50 anni i parametri della curva sono i seguenti:

a[mm/ore]	n[-]
124,00	0,221

5.5 VERIFICA DELLA VARIAZIONE DELLA PERMEABILITÀ E DELLE RISPOSTE IDROLOGICHE CONSEGUENTI AGLI INTERVENTI PREVISTI DAL PROGETTO

Si è valutata la variazione della permeabilità superficiale e, conseguentemente, delle risposte idrologiche legate agli interventi previsti dal progetto in esame, valutando la variazione del coefficiente di permeabilità e quindi del coefficiente di deflusso.

Per il coefficiente di deflusso relativo alla situazione post operam si sono considerati valori diversi in funzione della trasformazione delle varie aree, utilizzando i dati riportati nel paragrafo 5.3.



Tipo do suolo	coeff. Deflusso convenzionale (f)	Area [mq]
Superficie in vaso (1 vasca lineare a est, 2 bacini a sud, Dreni, Tubazioni, Scoline)	0,1	17.819
Superficie permeabile (aree verdi)	0,2	516.465
Superficie semipermeabile (aree in massicciata)	0,6	25.330
Superficie impermeabile (platee in c.a. e moduli FTV)	0,9	102.102
TOTALE		661.716

Progetto			
Tipologia	Sup. [mq]	%	Coeff. deflusso [-]
Area bacino	17819	3,69%	0,1
Area verde	516465	78,05%	0,2
Area in stabilizzato	25330	3,83%	0,6
Area impermeabile	102102	15,43%	0,9
tot.	661716	100,00%	0,32



5.6 MODELLO DI CALCOLO DEL VOLUME DI INVASO

Il volume di invaso viene determinato imponendo una portata udometrica massima allo scarico pari a:

$$u_{IMP} = 5 \text{ l/s} \cdot \text{ha}$$

Il calcolo viene sviluppato secondo il *metodo delle piogge* descritto nel seguito. Si precisa che l'applicazione di tale metodo è da considerarsi cautelativa in quanto sovrastima il volume da invasare.

Si adotta la curva di possibilità pluviometrica espressa con i due parametri a ed n :

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

dove h è l'altezza di pioggia (mm) corrispondente a un evento di durata t .

Da queste posizioni deriva che il volume di pioggia entrante nel sistema di invaso in conseguenza ad un evento pluviometrico di durata t si può esprimere:

$$V_{IN} = S \cdot \varphi \cdot h(t) = S \cdot \varphi \cdot a \cdot t^n$$

Dove φ è il coefficiente di afflusso e S la superficie del bacino drenato a monte del sistema di invaso.

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

$$V_{OUT} = Q_{IMP} \cdot t = S \cdot u_{IMP} \cdot t$$

Dove Q_{IMP} e u_{IMP} sono rispettivamente la portata e il coefficiente udometrico imposti allo scarico.

Il volume invasato al tempo t sarà allora dato dalla differenza dei volumi in ingresso e in uscita dal sistema:

$$V = V_{IN} - V_{OUT} = S \cdot \varphi \cdot a \cdot t^n - Q_{IMP} \cdot t$$

Si tratta ora di trovare la durata di pioggia t_{cr} che massimizza il volume invasato V_{max} derivando l'espressione precedente. Analiticamente la condizione di massimo è così espressa:

$$t_{cr} = \left(\frac{Q_{IMP}}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

e quindi il volume da assegnare al sistema di invaso sarà:



$$V_{\max} = S \cdot \varphi \cdot a \cdot \left(\frac{Q_{IMP}}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{n}{n-1}} - Q_{IMP} \cdot \left(\frac{Q_{IMP}}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

Si procede a sviluppare i calcoli del volume di invaso necessario a garantire l'invarianza idraulica dell'area, secondo il modello di calcolo presentato al paragrafo 5.5 (metodo delle "sole piogge") ottenendo i seguenti risultati:

Portata imposta in uscita			
u_{IMP}	5	l/s · ha	coefficiente udometrico imposto allo scarico
Curva di possibilità pluviometrica			
a	124	mm/gg	
n	0,211	-	
Dati relativi all'area			
S	661716	m ²	superficie complessiva dell'area
ϕ	0,32	-	coefficiente di afflusso medio dell'area
Calcolo volume da invasare			
Q_{IMP}	330,858	l/s	portata massima imposta allo scarico
t_{cr}	0,264	gg	durata di pioggia che massimizza il volume da invasare
t_{cr}	1,00	ore	durata di pioggia che massimizza il volume da invasare
V_{\max}	18633	m ³	volume massimo da invasare

Il massimo volume da invasare nell'area per la trasformazione del suolo dovuta alla realizzazione del parco agrovoltaico è quindi pari a:

$$V_{\max} = 18.633 \text{ m}^3$$

Da indicazioni ricevute dal Consorzio di Bonifica Adige Po (Ufficio Operativo di Rovigo) l'indice di invaso è di 300m³/Ha. Ciò equivale ad un volume di invaso di:

$$300 \text{ m}^3 \times 66,1716 \text{ Ha} = 19.851 \text{ m}^3$$

Il volume d'invaso, necessario per l'invarianza idraulica, viene creato all'interno dell'area mediante canalette aperte, invaso dei tubi drenanti e con due vasche di laminazione poste a sud dell'area, in prossimità dello scarico dell'area del parco agrovoltaico, come indicato nella tabella:



TIPOLOGIA	LUNGHEZZA A (m)	SEZION E (m²)	PROFONDITA ' (m)	VOLUME (m³)
VASCA LINEARE (Lato Est)	1755,554	8,55	1,00 con tirante 0,90	15.010
TUBO Ø 1.000mm Lato ovest e collegamento est/sud	1283,093	0,785		1.007
Dreni e tubi di prima raccolta				4.605
VASCA DI LAMINAZIONE Superficie 4.000 m ²			1,00 con tirante 0,90	4.000
TOTALE VOLUME DISPONIBILE DI PROGETTO				24.622

Il volume di raccolta delle acque meteoriche previsto in progetto è maggiore del volume necessario da invasare:

volume disponibile di progetto 24.622m³ > volume di invaso necessario per l'invarianza idraulica 19.851m³

5.7 REGOLAZIONE DELLA PORTATA IN USCITA

Il sistema di laminazione delle piene dell'intervento in oggetto è basato sul principio che non possono essere riversate nella rete consortile quantità eccedenti i **5 l/s·ha** (portata imposta allo scarico). A tal proposito si procede alla descrizione del dispositivo di scarico e delle funzionalità ad esso associate.

Sulla base di quanto sopra accennato si procede al calcolo per il dimensionamento del tubo di scarico:

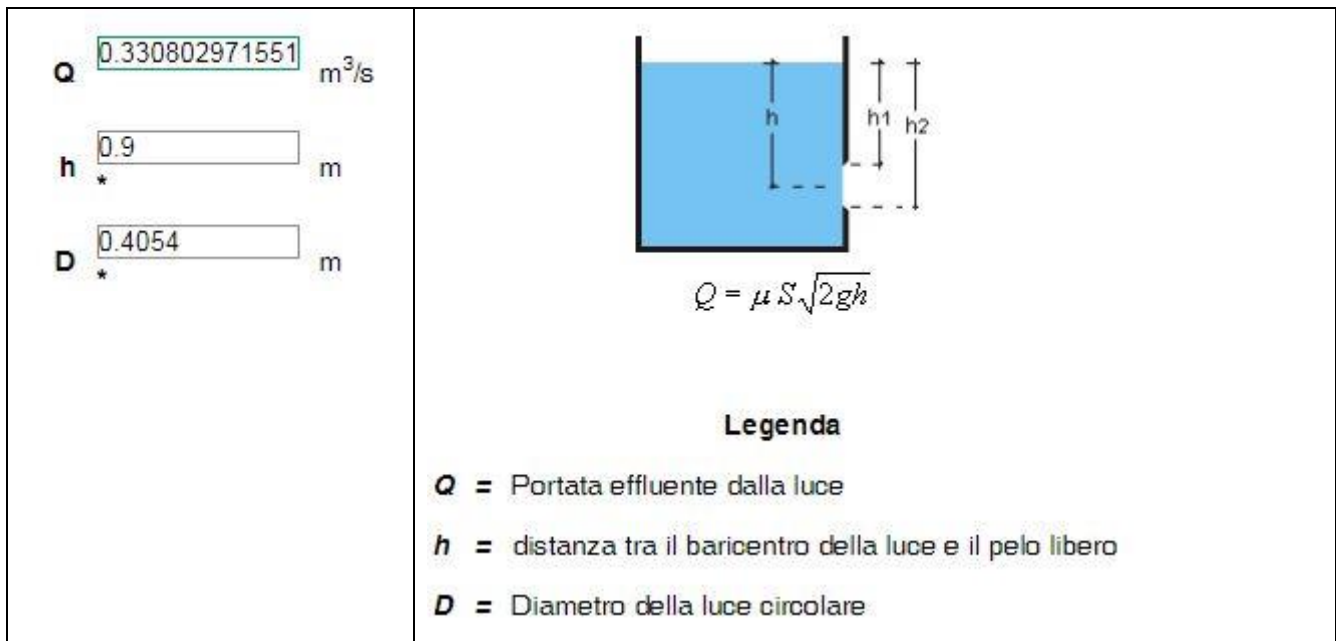


Figura 35: Calcolo diametro tubo e schema pozzetto di scarico

Diametro del tubo commerciale adottato

Ø ≈ 450 mm

Per evitare l'eventualità di un'ostruzione delle condotte interrato, dovrà essere garantito un adeguato programma di manutenzione del pozzetto.

6 SISTEMA "RAIN ACTIVE"

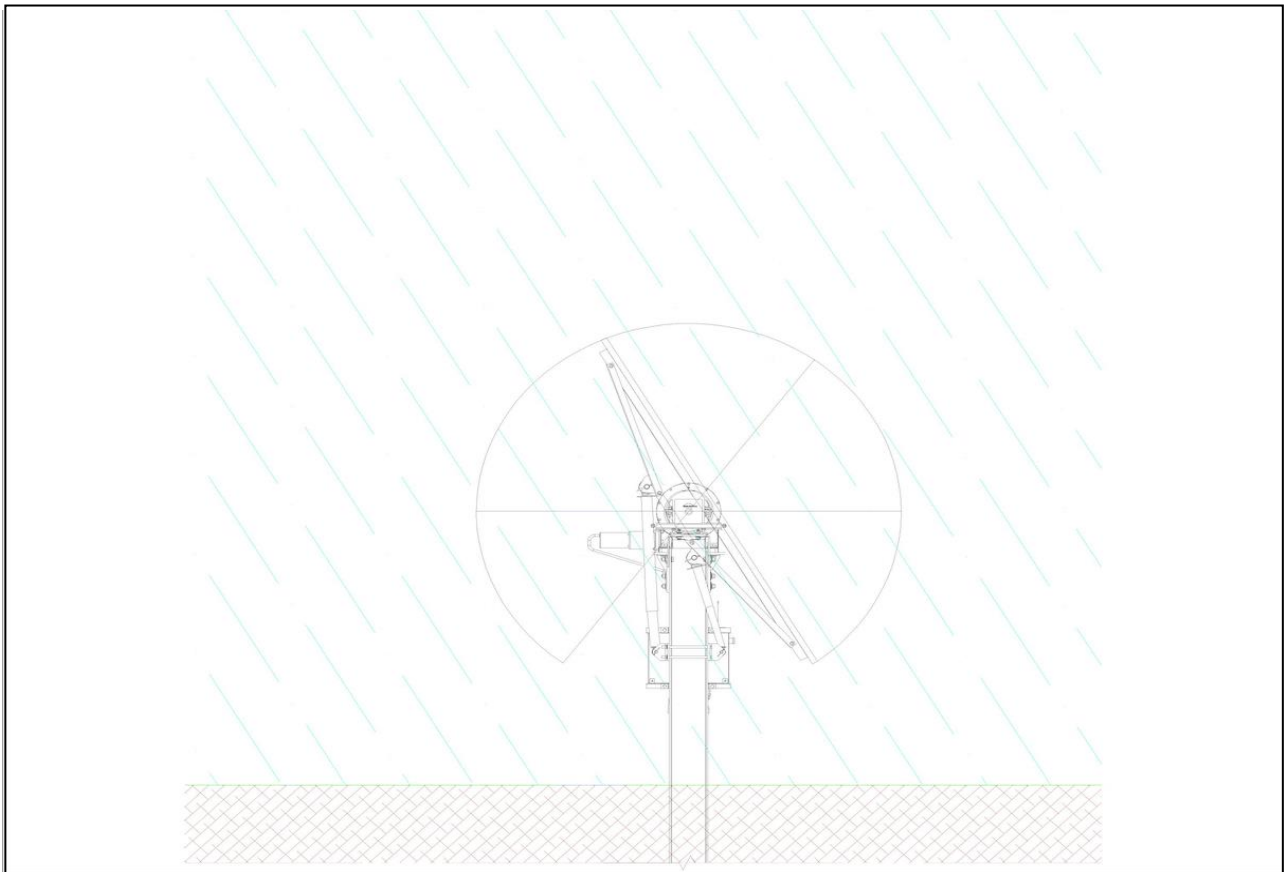
In caso di precipitazioni, al fine di minimizzare la superficie coperta effettiva, i pannelli fotovoltaici stessi verranno movimentati da un software che gestisce le centraline elettroniche di controllo (SCADA).

Lo **SCADA** (Supervisory Control And Data Acquisition) permette di controllare diverse funzionalità dell'impianto fotovoltaico, assumendo dati parametrici da apparecchiature esterne installate in sito.

Il sistema di misura ambientale, comprendente una Stazione Meteo, Pireliometri, e Pirometri, le connessioni e quant'altro necessario per l'esecuzione delle misure di performance ratio dell'impianto e qualsiasi opera necessaria, integra perfettamente l'impianto nel suo ambiente circostante.

La Stazione Meteo consta di un anemometro e di sensore pioggia.

In presenza di precipitazioni, l'anemometro attiva il sistema "RAIN ACTIVE", in maniera tale da rendere minima la superficie asciutta al suolo (vedi figura allegata).



Il percorso tra il punto "zero" (l'orizzontale) ed il punto di massima rotazione viene compiuto dal tracker in 3 minuti circa.



7 CONCLUSIONI

La presente valutazione di compatibilità idraulica ha analizzato la fattibilità del progetto con le componenti idrogeologiche e idrologiche dell'area. L'area è stata analizzata sotto l'aspetto delle criticità legate al rischio idraulico, alla criticità idraulica nonché al PGRA- Piano di Gestione Rischio Alluvioni, il cui bacino di riferimento è il Fissero-Tartaro-CanalBianco che rientra all'interno del bacino distrettuale del Fiume Po.

L'impianto agrofotovoltaico previsto in progetto si riferisce ad un sistema mobile costituito da pannelli fotovoltaici che in caso di pioggia si chiudono in modo automatico (tempo massimo di chiusura 3 minuti) consentendo alle precipitazioni di raggiungere il suolo senza impedimenti.

Sulla base delle trasformazioni del suolo previste dal progetto si sono valutate le modifiche in termini di coefficienti udometrici dei suoli, delle portate di deflusso delle acque meteoriche e si sono definite adeguate misure di compensazione (bacino di invaso).

In assenza del progetto di installazione del parco fotovoltaico, in condizioni ante operam, l'area agricola, con semina e produzione di cereali o fieno, è dotata di scoline drenanti che riversano le acque meteoriche direttamente nella rete consorziale senza limitazioni di portate. In condizioni post operam si sono considerati i coefficienti udometrici, previsti dalla norma, per le aree verdi (CU 0,2) rispetto alle aree agricole (CU 0,1) che fanno aumentare in modo rilevante i volumi finali di invaso (per effetto della superficie verde preponderante sugli elementi di calcolo).

Tale aspetto, del tutto insignificante nelle urbanizzazioni, nel caso di realizzazione di parchi agrovoltaici con coltivazione e produzione di fieno da prato polifita stabile in regime naturale, da un lato in maniera cautelativa riduce i volumi di acqua scaricati istantaneamente nella rete consorziale, dall'altro lato obbliga alla realizzazione di volumi di invaso enormi, con occupazione di superfici non coltivate.

Mediante le formulazioni adottate, sono stati ricavati i volumi di invaso necessari per compensare i volumi di precipitazione e individuate le soluzioni per evitare l'incremento di portate scaricate nella rete consorziale. Le acque raccolte nei bacini di invaso e nelle tubazioni drenanti del volume totale di



19.851 m³ saranno scaricate a Sud dell'area con idoneo tubo limitatore (Ø 450mm) nello scolo consortile Pestrina.

In conclusione, con gli accorgimenti tecnici proposti, l'intervento previsto in progetto di trasformazione dell'area in parco agrovoltaico risulta compatibile con la situazione idraulica e idrogeologica dell'area.

Rovigo, Dicembre 2022

Società SIGEO s.a.s.



Sede legale: Via Roma, 127 - Solesino(PD) | Tel 0425-412542
Sede operativa: Via L. Baruchello, 82 - Rovigo(RO) | P.Iva 01236720296

Per incarico della Società SIGEO

Dott. Geol. Federico Zambon





ALLEGATI

- Tav. n.14 “Schema rete di deflusso e drenaggio acque meteoriche-stato di progetto”;
- Tav. n.17 “Interferenze con metanodotto-stato di progetto”.