



MAGGIO 2023

BURANO SOLAR S.R.L.

IMPIANTO FOTOVOLTAICO
COLLEGATO ALLA RTN
POTENZA NOMINALE 45 MW

COMUNE DI MANCIANO (GR)

Manctana

PROGETTO DEFINITIVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Relazione idrologica e idraulica

Progettista

Ing. Laura Maria Conti n. ordine Ing. Pavia 1726

Codice elaborato

2799_5187_MA_VIA_R05_Rev0_Relazione idrologica_idraulica



Memorandum delle revisioni

Cod. Documento	Data	Tipo revisione	Redatto	Verificato	Approvato
2799_5187_MA_VIA_R05_Rev0_Relazione idrologica_idraulica	05/2023	Prima emissione	ER	FL	L. Conti

Gruppo di lavoro

Nome e cognome	Ruolo nel gruppo di lavoro	N° ordine
Laura Maria Conti	Direzione Tecnica	Ordine Ing. Pavia 1726
Corrado Pluchino	Project Manager	Ord. Ing. Milano A27174
Riccardo Festante	Progettazione Elettrica, Rumore e Comunicazioni	Tecnico acustico/ambientale n. 71
Daniele Crespi	Coordinamento SIA	
Michela Zurlo	Ingegnere	
Marco Corrù	Architetto	
Fabio Lassini	Ingegnere Idraulico	
Francesca Jaspardo	Esperto Ambientale	
Vincenzo Ferrante	Ingegnere strutturista	Ord. Ing. Siracusa A2216
Andrea Delussu	Ingegnere Elettrico	
Matthew Pisedda	Perito Elettrotecnico	
Matteo Lana	Ingegnere Ambientale	
Sergio Alifano	Architetto	
Elisa Reposo	Ingegnere Ambientale	
Davide Loconte	Geologo – Geosystem Studio Associato di Geologia e Progettazione	Ordine Geologi Umbria n. 445

Impianto Fotovoltaico 45 MW Collegato alla RTN

Relazione idrologica e idraulica



Brulli Trasmissioni srl- Ingegneria e Costruzioni	Progettazione Elettrica	
Andrea Fanelli	Perito Elettrotecnico	
Andrea Vatteroni	Dottore Agronomo - Valutazioni ambientali	Ordine Dott. Agr. For. Prov. PI, LU, MS - n. 580
Cristina Rabozzi	Ingegnere Ambientale - Valutazioni ambientali	Ordine Ingegneri Prov. SP - n. A 1324
Sara Cassini	Ingegnere Ambientale - Valutazioni ambientali	
Michela Bortolotto	Architetto Pianificatore - Valutazioni paesaggistiche e analisi territoriali	Ord. Arch., Pianif., Paes. e Cons. Prov. PI - n. 1281
Alessandro Sergenti	Naturalista - Valutazioni d'incidenza	
Alessandro Costantini	Archeologo	Elenco Nazionale degli Archeologi – 1 Fascia - n. 3209
Francesco Borchi	Tecnico competente in acustica	ENTECA - n. 7919

Montana S.p.A.

Via Angelo Carlo Fumagalli 6, 20143 Milano
Tel. +39 02 54 11 81 73 | Fax +39 02 54 12 98 90

Milano (Sede Certificata ISO) | Brescia | Palermo | Cagliari | Roma | Siracusa

C. F. e P. IVA 10414270156

Cap. Soc. 600.000,00 €

www.montanambiente.com



**INDICE**

1. PREMESSA	6
2. DATI DI RIFERIMENTO	7
2.1 MODELLO DIGITALE DEL TERRENO	7
2.2 NORMATIVA E FONTI DI RIFERIMENTO	7
3. DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO	8
3.1 LOCALIZZAZIONE	8
3.1.1 Rilievo fotografico	9
3.2 COPERTURA DEL SUOLO	11
3.3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO.....	12
3.3.1 Inquadramento geologico e geomorfologico.....	12
3.3.2 Inquadramento idrogeologico	14
3.4 IDROGRAFIA DEL TERRITORIO.....	15
3.4.1 Idrografia superficiale	15
3.5 INQUADRAMENTO DELLA PERICOLOSITÀ E DEL RISCHIO IDRAULICO DELL'AREA DI PROGETTO E DELLA LINEA DI CONNESSIONE ...	17
3.5.1 Piano di gestione del rischio alluvioni del Distretto dell'Appennino Settentrionale (PGRA).....	17
3.5.2 Piano di gestione del rischio alluvioni del Distretto dell'Appennino Centrale (PGRAAC).....	18
3.5.3 Piano Assetto Idrologico (PAI).....	20
3.5.4 Piano Strutturale del Comune di Manciano	22
4. STATO DI PROGETTO: DESCRIZIONE GENERALE INTERVENTI	24
4.1 IMPIANTO FOTOVOLTAICO	24
4.1.1 Moduli fotovoltaici e strutture di supporto	25
4.1.2 Cabine di campo	26
4.1.3 Cavi di potenza e di controllo.....	26
4.1.4 Rete di drenaggio interna.....	26
4.2 CONNESSIONE ALLA RTN	27
5. STUDIO IDROLOGICO AREA NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO	29
5.1 CONSIDERAZIONI CLIMATICHE	29
5.2 SCELTA DEL TEMPO DI RITORNO	29
5.3 ANALISI PROBABILISTICA DELLE PRECIPITAZIONI INTENSE.....	30
5.4 IDENTIFICAZIONE DEI BACINI SCOLANTI DI PROGETTO	35
5.5 VALUTAZIONE DELLA PIOGGIA EFFICACE (NETTA)	37
5.5.1 Valutazione post operam	38
5.6 MODELLO DI TRASFORMAZIONE AFFLUSSI/DEFLUSSI – STIMA DELLE PORTATE DI PROGETTO ANTE-OPERAM E POST-OPERAM ..	39
6. VERIFICHE E DIMENSIONAMENTI IDRAULICI	42
6.1 SISTEMA DI DRENAGGIO SUPERFICIALE DELL'AREA DI INTERVENTO	42
6.2 SISTEMA DI INFILTRAZIONE E LAMINAZIONE NELL'AREA DI INTERVENTO.....	43
7. STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO	47
7.1 IDENTIFICAZIONE INTERFERENZE - LAYOUT DI PROGETTO	47
7.2 IDENTIFICAZIONE INTERFERENZE – VIABILITÀ DI SERVIZIO.....	49
7.2.1 Interferenza T01	51



7.2.2 Interferenza T02	51
7.2.3 Interferenza T03	52
7.2.4 Interferenza T04	52
7.2.5 Interferenza T05	52
7.2.6 Interferenza T06	52
7.2.7 Conclusioni	53
7.3 IDENTIFICAZIONE INTERFERENZE - LINEA DI CONNESSIONE	53
7.3.1 Interferenza P01	54
7.3.2 Interferenza P02	55
8. CONCLUSIONE	57

ALLEGATO/APPENDICE

ALLEGATO 01 Planimetria Regimazione acque meteoriche superficiali



1. PREMESSA

Il progetto prevede la realizzazione, attraverso la società di scopo BURANO SOLAR S.r.L., di un impianto solare fotovoltaico in alcuni terreni nella parte sud del territorio comunale di Manciano (GR) ai confini con la Regione Lazio, di potenza pari a 45 MW su un'area catastale contrattualizzata di circa 94,5 ettari complessivi di cui circa 60 ha recintati.

Il presente documento riporta lo studio di compatibilità idraulica del progetto dell'impianto fotovoltaico e della linea di connessione analizzando le eventuali interferenze dei diversi componenti con le aree a pericolosità idraulica e identificando, nel caso, la migliore soluzione e tecnologia per la risoluzione delle stesse.

Lo studio Idrologico e idraulico relativo al reticolo idrografico superficiale, ai principali solchi vallivi o aree depresse e alle aree allagabili è riferito alla perimetrazione della pericolosità idraulica riportata dal PAI dell'Autorità di Bacino del Fiume Fiora e dal PGRA 2018 disponibile dal Geoportale Nazionale. Per l'individuazione di elementi idrici nei pressi dell'area di progetto, sono stati anche consultati il reticolo idrografico disponibile dal Geoportale della Regione Toscana, la cartografia base dell'Istituto Geografico Militare scala 1:25.000 e le immagini ed ortofoto ricavate da Google Earth.

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

Tale studio è svolto secondo le Norme Tecniche di Attuazione del Piano d'Assetto Idrogeologico redatto dalle Autorità di Bacino Regionale Ombrone, ed è costituito da:

- analisi delle piogge, eseguita utilizzando le indicazioni riportate sul progetto Valutazione Piene (VAPI) del Gruppo Nazionali Difesa Catastrofi Idrogeologiche (GNDCI);
- valutazione della durata dell'evento pluviometrico di progetto di durata pari al tempo critico del bacino idrografico oggetto di studio (tempo di corrivazione e ietogramma di progetto);
- determinazione delle portate di riferimento e dimensionamento del sistema di collettamento delle stesse.

Per maggiori approfondimenti relativi alla planimetria gestione acque meteoriche interne e degli interventi di regimazione idraulica delle aree di progetto nel nuovo impianto fotovoltaico si rimanda all'Allegato 01 del presente documento.



2. DATI DI RIFERIMENTO

2.1 MODELLO DIGITALE DEL TERRENO

La campagna investigativa topografica ha interessato tutta l'area di progetto in modo completo e dettagliato. Sono stati ottenuti i modelli digitali del terreno e della superficie dal progetto *Tinitaly* con una risoluzione spaziale 10x10 metri.

2.2 NORMATIVA E FONTI DI RIFERIMENTO

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

- D.Lgs 152/06 e smi;
- Direttiva Comunitaria 2007/60/CE – Valutazione e gestione del rischio di alluvioni/ D.Lgs. 49/2010;
- Piano Stralcio Assetto Idrologico (PAI) del bacino Interregionale del Fiume Fiora - Strati informativi aggiornati alla data del DS 178/2020;
- Piano di Gestione del Rischio Alluvioni dell'Appennino Centrale (PGRAAC) previsto dalla Direttiva 2007/60/CE e dal D.Lgs. 49/2010;
- Piano di Gestione del Rischio Alluvioni dell'Appennino Settentrionale (PGRA) previsto dalla Direttiva 2007/60/CE e dal D.Lgs. 49/2010;
- Sistemi di fognatura - Manuale di progettazione - Hoepli, CSDU;
- La sistemazione dei bacini idrografici, Vito Ferro, McGraw – Hill editore;
- Open Channel Hydraulics, Chow – McGraw – Hill editore;
- Spate Irrigation - FAO – HR Wallinford;
- Urban Drainage Design Manual pubblicato da FHWA (Federal highway administration-US Department of transportation);
- Tarquini S., Isola I., Favalli M., Battistini A. (2007) TINITALY, a digital elevation model of Italy with a 10 m-cell size (Version 1.0) [Data set]. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). <https://doi.org/10.13127/TINITALY/1.0>”;
- Gruppo Nazionale Per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche - Rapporto di sintesi sulla valutazione delle piene in Italia;

3. DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO

3.1 LOCALIZZAZIONE

Il progetto in esame è ubicato nel territorio comunale di Manciano, Provincia di Grosseto, nella parte meridionale della regione Toscana al confine con la regione Lazio.

L'area comunale di Manciano si estende nel territorio delle colline dell'Albegna e del Fiora. L'estremità occidentale digrada nella pianura maremmana, lungo il corso del fiume Albegna, a valle della località di Marsiliana, mentre l'estremità nord-orientale penetra nell'area del Tufo lungo il corso del fiume Fiora che, da nord a sud, attraversa la parte orientale del territorio comunale.

L'area di progetto è localizzata all'estremità sud del territorio comunale.

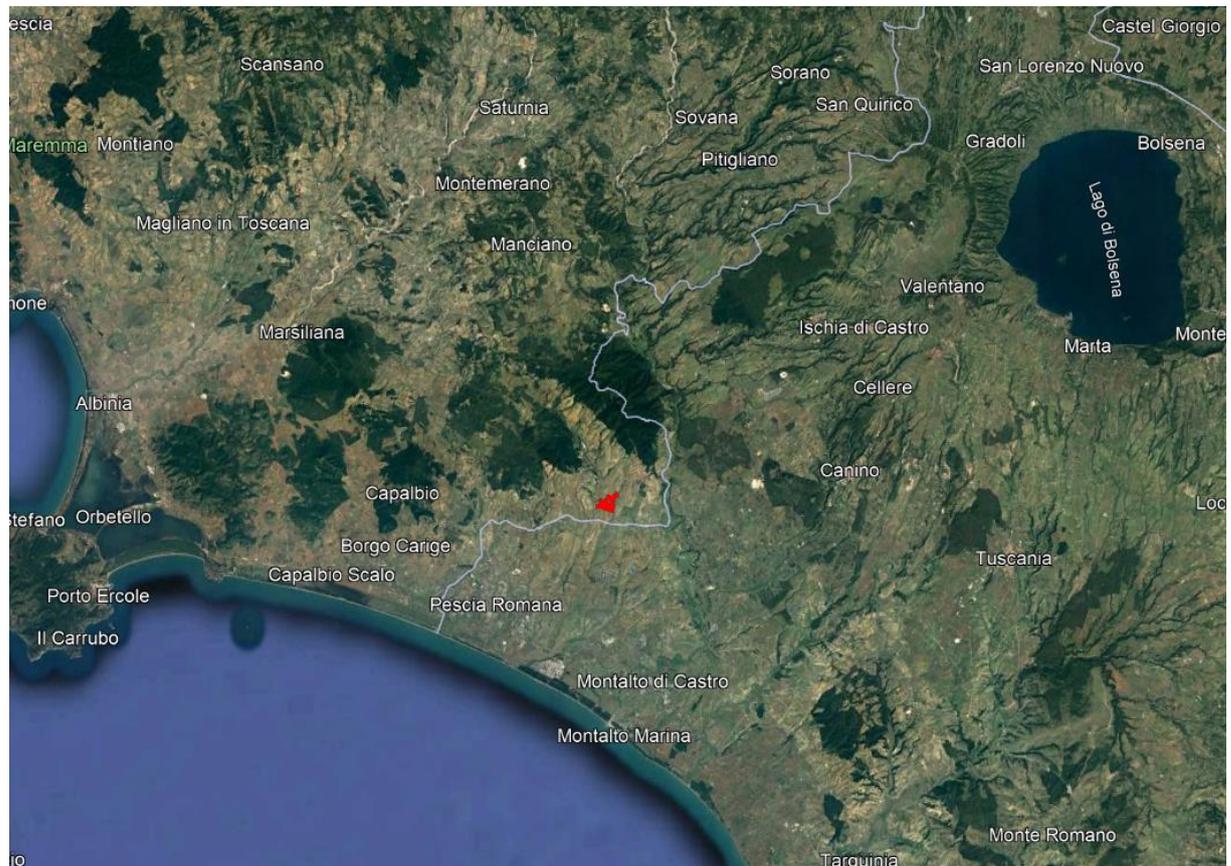


Figura 3.1: Localizzazione dell'area di intervento – in rosso l'area di progetto.

La Soluzione Tecnica Minima Generale (STMG) elaborata, prevede che l'impianto fotovoltaico venga collegato in antenna a 36 kV sulla sezione 36 kV di una nuova Stazione Elettrica (SE) della RTN da inserire in entra – esce alla linea RTN a 380 kV "Montalto – Suvereto". Tale SE sarà edificata in un'area limitrofa posta ad Ovest del parco. La connessione verrà realizzata mediante linee di cavo interrato a 36 kV di collegamento tra lo stallo dedicato in stazione Terna e la cabina di raccolta posta all'interno dell'impianto. Complessivamente la connessione avrà una lunghezza di circa 66 m.

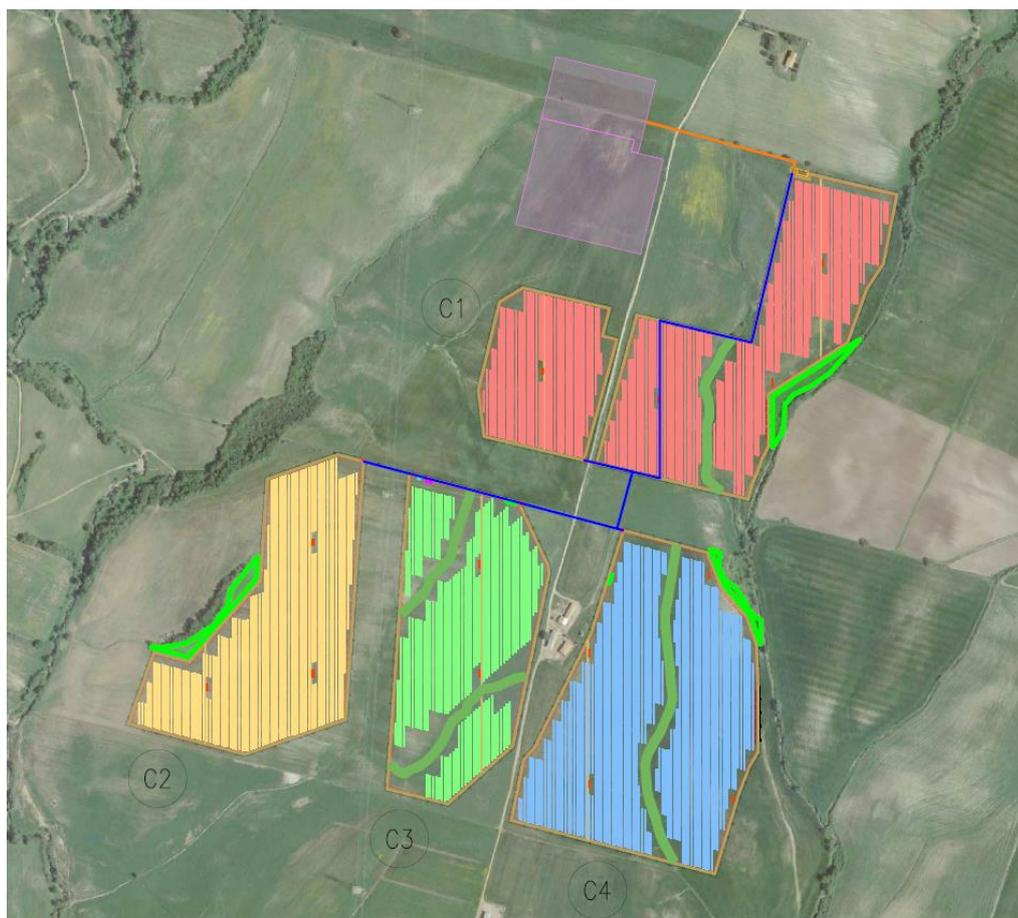


Figura 3.2: Layout di progetto.

Le 4 sezioni risultano situate a circa 16 km a Sud - Est del centro abitato di Manciano e a circa 8 km a Est del centro abitato di Pescia Fiorentina. I 4 siti ricadono in un'area ricompresa a sud dalla Strada Ponte dell'Abbaia e a Nord-Est dalla Strada Provinciale della Campigliola.

Nello specifico le sezioni di campo sono così identificate:

- Sezione C1: area posta più a nord del sito. L'area è suddivisa in due porzioni: Sezione C1 – Ovest che presenta un'area recintata pari a circa 4,9 ettari e Sezione C1 – Est che presenta un'area recintata pari a circa 11,9 ettari;
- Sezione C2: area posta più ad ovest del sito. Estensione area recintata pari a circa 10,5 ettari;
- Sezione C3: ad est dell'area C2. Estensione area recintata pari a circa 11 ettari.
- Sezione C4: area posta più a sud del sito. Estensione area recintata pari a circa 15,8 ettari.

Le 4 sezioni di campo saranno collegate tra di loro da una linea di inter-connessione di lunghezza pari a 1,43 km.

Il progetto interessa un'area catastale contrattualizzata complessivamente pari a circa 94,5 ettari di cui circa 60 ha recintati.

3.1.1 Rilievo fotografico

Nel mese di giugno del 2022 è stato effettuato un sopralluogo. Nelle figure che seguono sono riportate delle immagini del rilievo fotografico che rappresentano il territorio nello stato di fatto.



Figura 3.3: Immagini da sopralluogo effettuato nel mese di giugno 2022. Strada in mezzeria (A), panoramica area ovest (B), magazzini interni al campo (C), area parco sud ovest (D), panoramica area est (E, F).



Figura 3.4: Ortofoto layout di progetto (in rosso).

3.2 COPERTURA DEL SUOLO

Ben più della metà del territorio nell'intorno dell'area di progetto (57,1%) è costituito superfici a destinazione agricola che occupano principalmente le aree più pianeggianti e quelle costiere. La maggior parte delle aree agricole sono costituite dai seminativi, ma ben rappresentate sono anche le colture permanenti (olivi e viti soprattutto) e le aree a pascolo. Le zone boscate occupano principalmente le zone montane e complessivamente costituiscono meno del 40 % del territorio, facendo della UoM Regionale Toscana Ombrone quella con la percentuale più bassa di tutto il distretto dell'Appennino Settentrionale. La tipologia più rappresentata è quella dei boschi di latifoglie, seguita dalle aree a vegetazione sclerofilla (lecci, corbezzoli, etc.) e, in minor misura, dai boschi di conifere (talvolta misti anche a quelli di latifoglie). Molto bassa è la percentuale delle superfici artificiali (< 2%), costituite per lo più dalle zone urbanizzate di tipo residenziale presenti nei centri urbani dell'area sviluppatasi principalmente nelle aree di pianura. Infine, le zone umide e i corpi idrici, costituiscono frazioni modeste ma non trascurabili della superficie della UoM, soprattutto grazie alla presenza della Laguna di Orbetello e alle aree umide palustri tipiche del territorio maremmano (fonte PGRA Appennino Settentrionale, UoM Regione Toscana Ombrone).



La copertura del suolo nei pressi dell'area di progetto viene analizzata a partire dai database del Corine Land Cover con aggiornamento al 2018. I terreni rientranti nel presente progetto sono indicati come seminativi semplici in aree non irrigue.



Figura 3.5: Stralcio carta uso del suolo. In rosso l'area di progetto.

3.3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO

3.3.1 Inquadramento geologico e geomorfologico

L'assetto geologico dell'area di intervento è stato ricostruito mediante rilevamenti di superficie eseguiti nella zona in esame e tramite il raffronto con i dati ricavati con i dati ricavati dalla Carta Geologica d'Italia a scala 1:100.000, Foglio 136 "Tuscania", tramite il raffronto con i dati ricavati dalle Carta Geologica DB Geologico della Regione Toscana e dall'analisi della Tavola 6.a.7 Carta Geologica del PRG Strutturale del Comune di Manciano.

L'area oggetto di studio ricade nell'ambito dei depositi quaternari rappresentati da terreni di origine sia marina che continentale. Tali sedimenti affiorano come nel nostro caso lungo tutta la fascia costiera della bassa toscana, sono in trasgressione sui terreni più antichi; in essi si passa gradualmente ad una formazione prevalentemente marina alla base della formazione costiera sub-continentale e continentale, con quantità sempre crescente e a luoghi con prevalenza di materiale di origina vulcanica verso l'alto.



I terreni affioranti nell'area di intervento, ben visibili dalle scarpate limitrofe l'area e che rappresentano l'impalcatura dell'immediato sottosuolo sono rappresentati, al di sotto di una copertura pedogenizzata di spessore inferiore al metro, per la maggior parte da una formazione sedimentaria costituita Ghiaie limose e dalla formazione delle Argille Plioceniche.

La formazione ghiaiosa è costituita da una miscela di ghiaia, sabbia e limo, Frazione fine abbondante. Trattasi di depositi recenti Sedimenti fluviali all'interno degli alvei di piena ordinaria e depositi alluvionali recenti terrazzati e non terrazzati.

La formazione Argillosa è caratterizzata da Argille e argille siltose grigio-azzurre localmente fossilifere, nell'intorno dell'area è possibile anche trovare sedimenti piroclastici tipici dell'area vulsina.

Sotto il punto di vista geomorfologico, la zona in esame si colloca ad una quota che va da 90 a 106 m slm, lungo una zona prevalentemente pianeggiante leggermente degradante verso ovest, in direzione dell'asta idrica secondaria denominata Botro dell'Acqua Bianca. Tale asta si presenta incisa nel proprio alveo e si sviluppa con andamento regolare, sub-rettilineo in direzione Nord-Sud.

Nel dettaglio dell'area di studio la zona presenta una morfologia subpianeggiante posta lontano da rilievi e da elementi morfologici che possano far nutrire dubbi sulla stabilità.

Ad ulteriore conferma della stabilità del territorio in oggetto, come riportato nella "Carta inventario dei fenomeni franosi e situazioni di rischio da frana" del P.A.I a scala 1:10.000, edita dall'Autorità di bacino del Fiume Tevere, per l'area in esame non vengono segnalati fenomeni di dissesto e processi morfogenetici di tipo evolutivo in atto e/o allo stato latente.

Pertanto, l'assetto morfologico generale dell'area, nonché le caratteristiche di resistenza dei terreni in presenza, evidenziano una sostanziale stabilità dell'area e, nel dettaglio dell'opera, i lavori non interferiranno con la stabilità dell'area.

La Figura 3.6 presenta uno stralcio della Carta idrogeomorfologica della Regione Toscana, da Geoportale Nazionale, dove si mostra a scala di progetto la litologia.

La tipologia di depositi riconoscibili nell'area di interesse sono sabbie e conglomerati (Pleistocene).

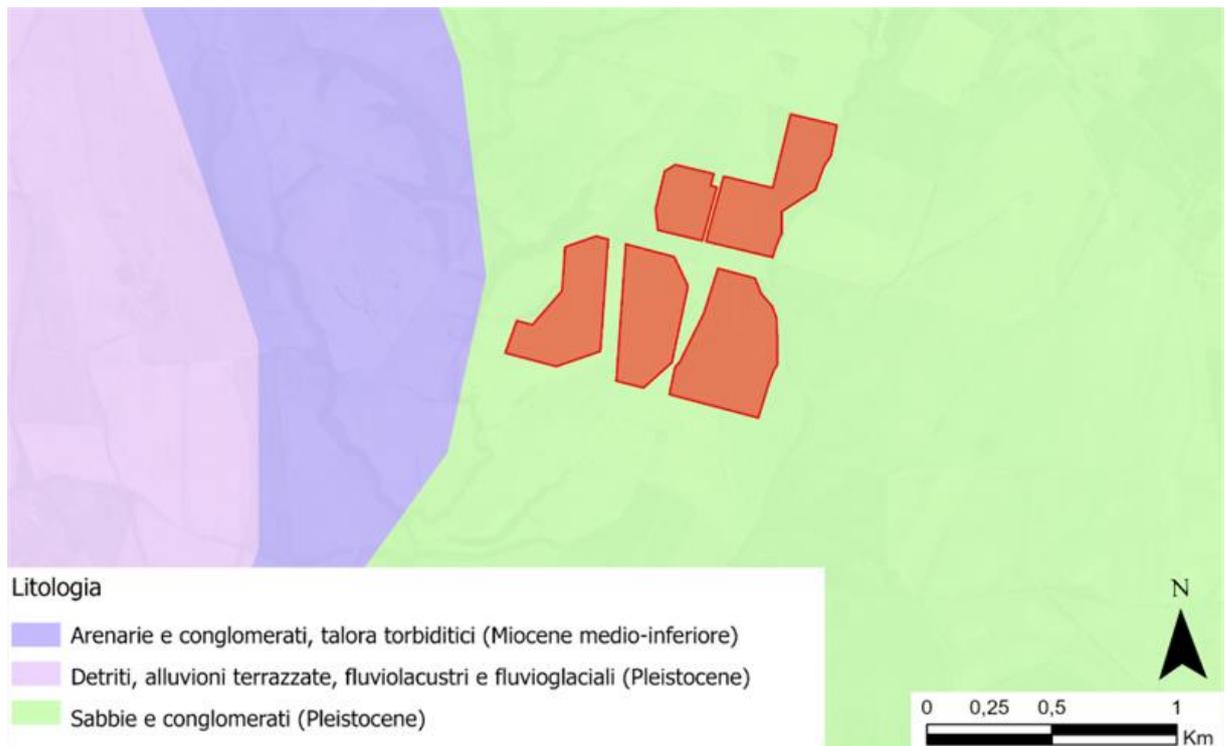


Figura 3.6: Stralcio carta geolitologica d'Italia.

3.3.2 Inquadramento idrogeologico

Il locale assetto idrogeologico è condizionato dalla presenza di un substrato costituito da sedimenti prevalentemente argillosi che rappresenta un orizzonte di sbarramento per le acque percolanti nelle sovrastanti unità stratigrafiche. Nell'ambito delle argille basali, talora, si riscontra una modesta circolazione a carattere confinato nell'ambito di livelli a maggiore frazione sabbiosa. Lo spessore delle coperture alluvionali è poco da permettere l'instaurarsi di una falda.

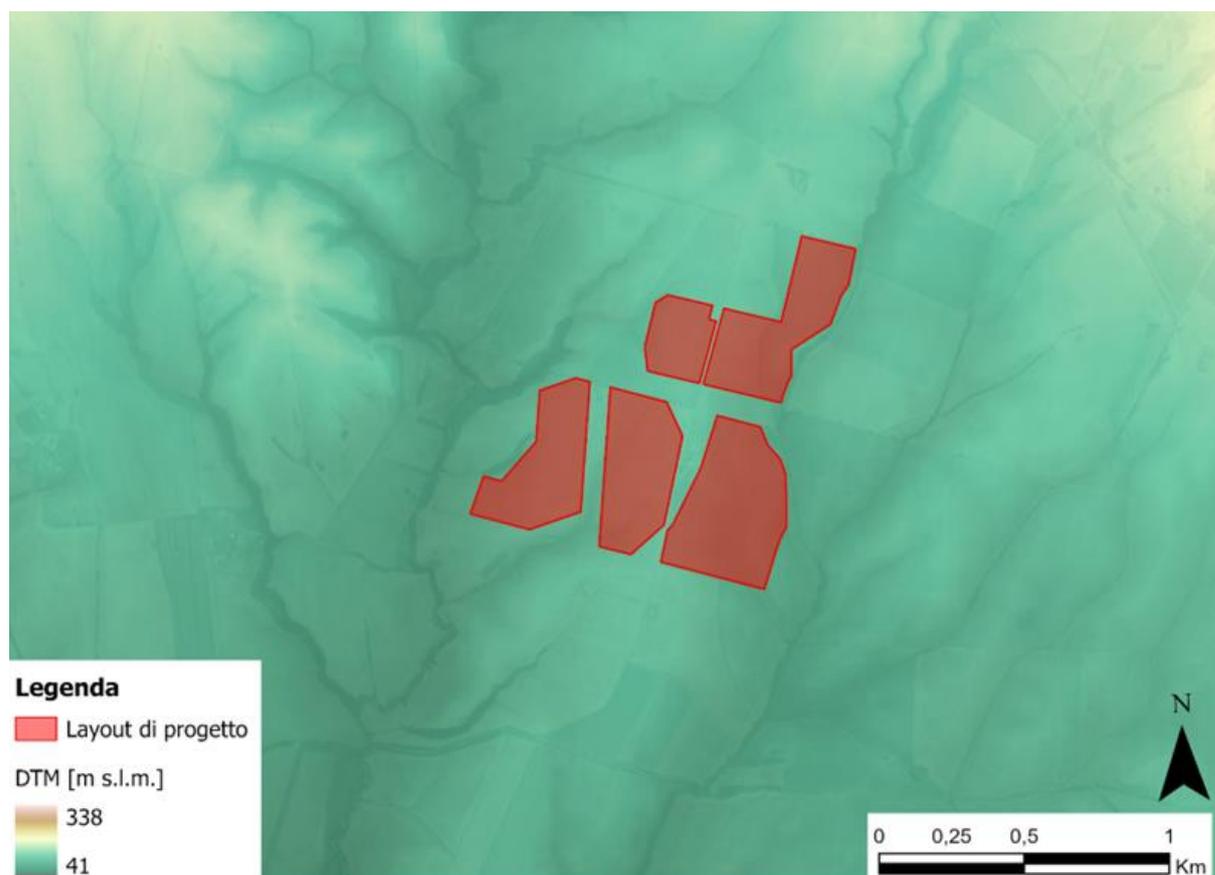


Figura 3.7: Andamento altimetrico [elevazione metri s.l.m.]. In rosso l'area di progetto.

Per maggiori dettagli si rimanda alla relazione dedicata “2799_5187_MA_VIA_R04_Rev0_Relazione geologica e geotecnica”.

3.4 IDROGRAFIA DEL TERRITORIO

3.4.1 Idrografia superficiale

L'area di progetto rientra nel bacino del fiume Ombrone, che rappresenta uno degli otto bacini della Toscana ricompresi nel Distretto idrografico dell'Appennino Settentrionale: Arno (bacino nazionale), Magra, Fiora, Marecchia-Conca e Reno (bacini interregionali), Toscana Nord, Toscana Costa e Ombrone (bacini regionali). Al suo interno sono identificati quattro bacini idrografici di primo ordine: Ombrone, Albegna, Bruna e Osa. Sono inoltre incluse le pianure alluvionali di Grosseto ed Albinia, l'area di bonifica attorno al lago di Burano e il Monte Argentario.

Il Bacino Idrografico del fiume Ombrone comprende un'ampia area geografica del territorio senese andando a interessare gran parte dei comuni della provincia. L'intero territorio del bacino è caratterizzato da un ecosomaico molto diversificato. Alcune aree sono state interessate da un'intensa attività agricola, che ha modificato profondamente il paesaggio, altre presentano ambienti a elevato grado di naturalità, dove lo stress antropogenico è ridotto o assente. La maggior parte del territorio è, comunque, interessata da copertura boschiva, mentre i coltivi sono concentrati per la maggior parte nell'area dei Monti del Chianti e nelle valli alluvionali dei maggiori corsi d'acqua.

All'interno dell'area individuata dall'UoM Ombrone sono stati definiti 12 ambiti idrografici omogenei che occupano una superficie complessiva di oltre 5.600 km² estendendosi, dal punto di vista



amministrativo, nei territori delle provincie di Siena e Grosseto. Questi comprendono, oltre ai bacini idrografici in senso stretto, anche le pianure alluvionali di Grosseto e Albinia, l'area di bonifica attorno al lago di Burano, il bacino idrografico in destra del Chiarone e il monte Argentario.

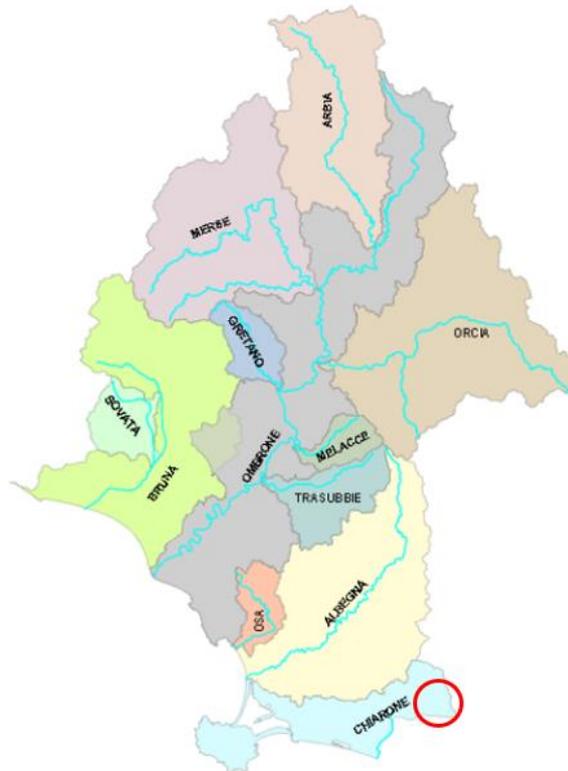


Figura 3.8: Ambiti idrografici omogenei dell'UoM Ombrone ed area di progetto (cerchio rosso).

L'area di progetto ricade nell'ambito n.12 "Chiarone".

L'area omogenea Chiarone di circa 30.000 ha, comprende oltre ai 3 sottobacini del bacino idrografico del fosso Chiarone delle Cioce (che segna il confine tra la Toscana e il Lazio, attraversando parte del territorio comunale di Capalbio, prima di iniziare a separarlo amministrativamente da quello di Montalto di Castro), anche tutti i bacini idrografici dei torrenti che scendono lungo il Monte Argentario, il tombolo della Feniglia, il bacino della Tagliata Etrusca, il bacino del Canale della Bassa e altri 13 bacini che si affacciano sulla laguna di Orbetello e lungo la costa del lago di Burano. Nello specifico, l'area di progetto ricade nel sottobacino del Fosso del Tafone, che assoggetta un'area pari a circa 6300 ha.

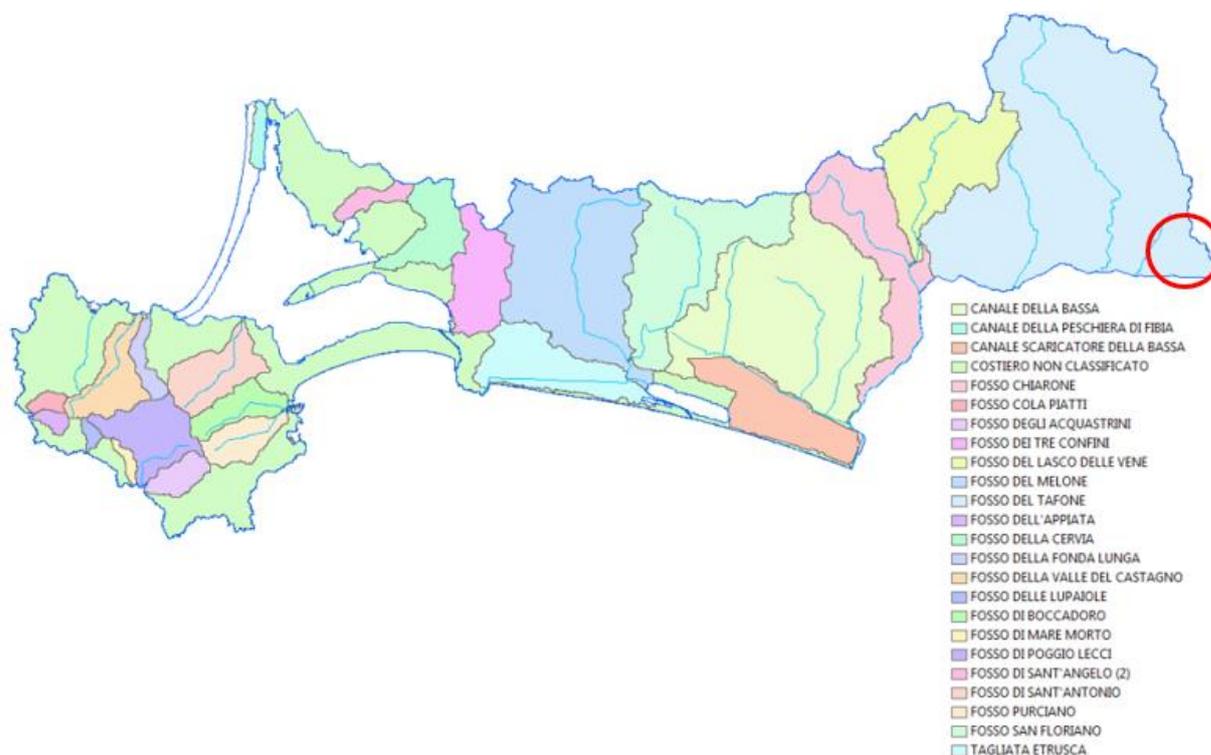


Figura 3.9: Area omogenea Chiarone ed area di progetto (cerchio rosso).

3.5 INQUADRAMENTO DELLA PERICOLOSITÀ E DEL RISCHIO IDRAULICO DELL'AREA DI PROGETTO E DELLA LINEA DI CONNESSIONE

Il progetto in esame è ubicato nel territorio comunale di Manciano, Provincia di Grosseto, nella parte meridionale della regione Toscana al confine con la regione Lazio.

Le opere di progetto ricadono dunque tra il Distretto Idrografico dell'Appennino Settentrionale e il Distretto Idrografico dell'Appennino Centrale.

Inoltre, l'area di progetto confina con il bacino del Fiume Fiora, dunque si è studiato il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico di tale fiume.

Nel bacino del fiume Arno e negli ex bacini regionali toscani il PAI vigente si applica per la parte relativa alla pericolosità da frana e da dissesti di natura geomorfologica mentre la parte relativa alla pericolosità idraulica del PAI è abolita e sostituita integralmente dal Piano Gestione Rischio Alluvioni (PGRA). (Fonte: Autorità di bacino distrettuale dell'Appennino Settentrionale).

3.5.1 Piano di gestione del rischio alluvioni del Distretto dell'Appennino Settentrionale (PGRA)

Come spiegato in precedenza, il bacino del fiume Ombrone rappresenta uno degli otto bacini della Toscana ricompresi nel Distretto idrografico dell'Appennino Settentrionale.

Il Piano di gestione del rischio di alluvioni (PGRA) è previsto dalla Direttiva comunitaria 2007/60/CE (cd. 'Direttiva Alluvioni') e mira a costruire un quadro omogeneo a livello distrettuale per la valutazione e la gestione dei rischi da fenomeni alluvionali, al fine di ridurre le conseguenze negative nei confronti della salute umana, dell'ambiente, del patrimonio culturale e delle attività economiche.

Nell'ordinamento italiano la Direttiva è stata recepita con il D.Lgs. n. 49/2010 che ha individuato nelle Autorità di bacino distrettuali le autorità competenti per gli adempimenti legati alla Direttiva stessa e



nelle Regioni, in coordinamento tra loro e col Dipartimento Nazionale della Protezione Civile, gli enti incaricati di predisporre ed attuare, per il territorio del distretto a cui afferiscono, il sistema di allertamento per il rischio idraulico ai fini di protezione civile.

L'elaborazione dei PGRA è temporalmente organizzata secondo cicli di pianificazione in quanto la Direttiva prevede che i Piani siano riesaminati e, se del caso, aggiornati ogni sei anni. Il primo ciclo ha avuto validità per il periodo 2015-2021.

Attualmente è in corso il secondo ciclo. La Conferenza Istituzionale Permanente (CIP), con delibera n. 26 del 20 dicembre 2021, ha infatti adottato il primo aggiornamento del PGRA (2021-2027).

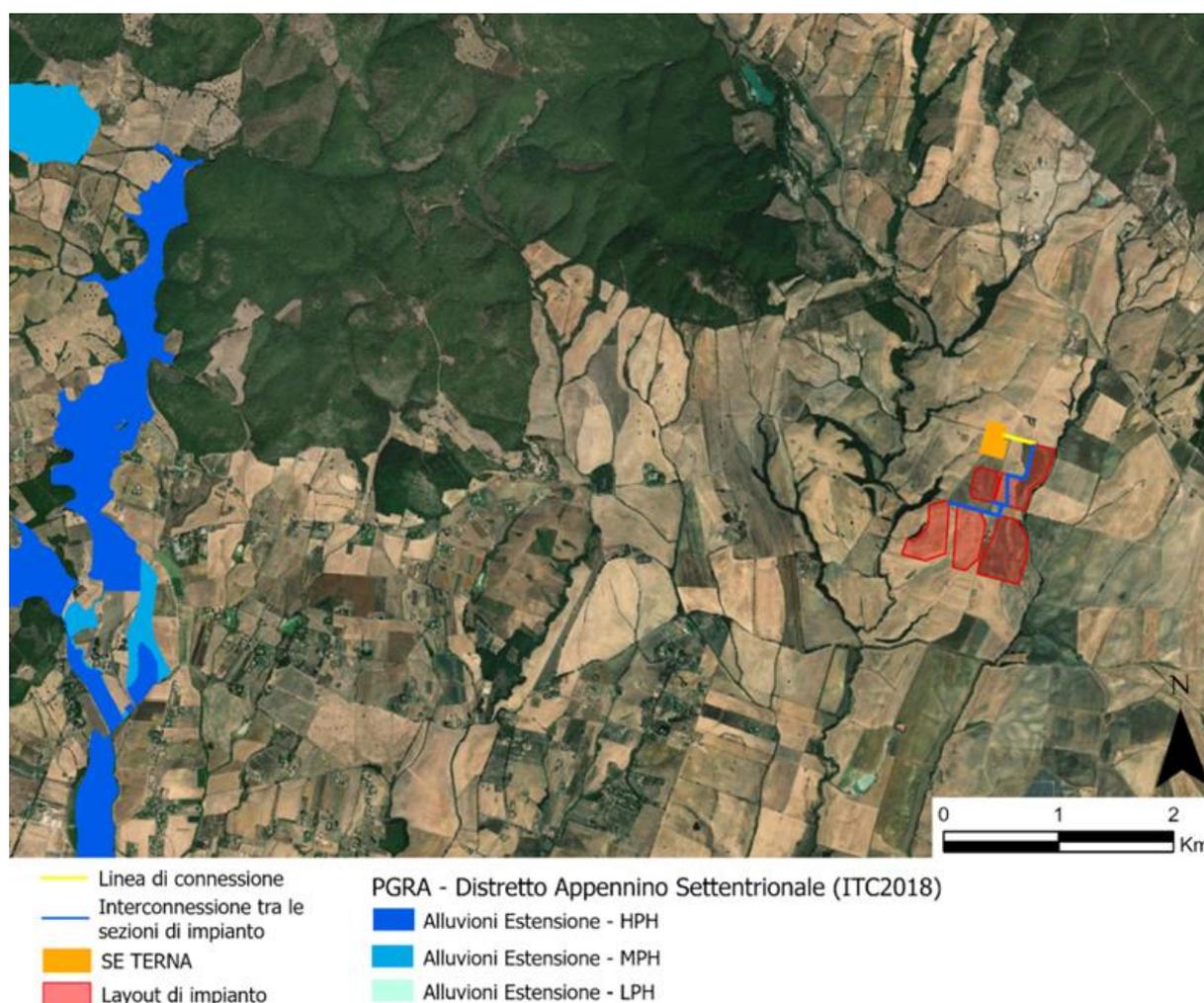


Figura 3.10: PGRA Appennino Settentrionale, fasce di pericolosità idraulica nell'intorno dell'area di progetto.

Come si evince dallo stralcio cartografico in Figura 3.10, nessuna delle opere in progetto, incluso il tracciato del cavidotto di connessione, rientra nelle fasce di pericolosità individuate dal PGRA Appennino Settentrionale.

3.5.2 Piano di gestione del rischio alluvioni del Distretto dell'Appennino Centrale (PGRAAC)

Il Piano di gestione del Rischio Alluvioni, redatto in forza della direttiva 2007/60 recepita nell'ordinamento italiano dal D. lgs. n. 49/2010, è stato approvato dal Presidente del Consiglio dei Ministri con DPCM Pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 28 del 3 febbraio 2017.



Il Piano è stato preceduto, come previsto dalle normative sopra ricordate, da una lunga fase di attività preparatorie tra le quali – la più importante – la fase di mappatura della pericolosità e del rischio del Distretto idrografico dell'Appennino centrale.

L'articolazione territoriale del Distretto è stata definita con il D. Lgs 152/2006 e comprendeva allora:

- Tevere, già bacino nazionale ai sensi della legge n. 183 del 1989;
- Tronto, già bacino interregionale ai sensi della legge n. 183 del 1989;
- Sangro, già bacino interregionale ai sensi della legge n. 183 del 1989;
- Bacini del Lazio, già bacini regionali ai sensi della legge n. 183 del 1989;
- Bacini dell'Abruzzo, già bacini regionali ai sensi della legge n. 183 del 1989;
- Potenza, Chienti, Tenna, Ete, Aso, Menocchia, Tesino e bacini minori delle Marche, già bacini regionali ai sensi della legge n. 183 del 1989.

Il Piano è stato quindi elaborato per questo territorio con le relative mappe di pericolosità e di rischio.

Solo successivamente la L.221/2015 ha modificato l'articolazione dei distretti idrografici precedentemente definiti con il D. Lgs.152/2006 assegnando al Distretto dell'Appennino i bacini dei seguenti fiumi che appartenevano fino ad allora al Distretto dell'Appennino settentrionale:

- Fiora, già bacino interregionale ai sensi della legge 18 maggio 1989, n. 183;
- Foglia, Arzilla, Metauro, Cesano, Misa, Esino, Musone e altri bacini minori, già bacini regionali ai sensi della legge 18 maggio 1989, n. 183;

Le relative mappe ed il Piano di questi territori sono quindi stati elaborati dall'Autorità di Distretto dell'Appennino Settentrionale e sono in corso le procedure di acquisizione.

Il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni del Distretto Idrografico dell'Appennino Centrale è stato adottato il 17 dicembre 2015 con deliberazione n. 6 dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del Fiume Tevere, costituito ai sensi dell'art.12, comma 3, della legge n. 183/1989 e integrato dai componenti designati dalle Regioni il cui territorio ricade nel Distretto Idrografico non già rappresentante nel medesimo Comitato.

Il Piano è stato sottoposto alla Valutazione Ambientale Strategica, nel rispetto di quanto previsto dal D.Lgs. 152/2006. Sulla base del parere della Commissione Tecnica VIA-VAS n. 1934 del 4 dicembre 2015 e del parere del Ministero per i beni e le attività culturali e del turismo prot. n. 1656 del 22 gennaio 2016 è stata predisposta la Dichiarazione di sintesi e l'iter della VAS si è concluso con l'emissione del decreto del Ministro dell'Ambiente, reso di concerto con il Ministro dei beni e delle attività culturali e del turismo, n. DEC/MIN/49 del 2 marzo 2016, con il quale è stato espresso parere motivato positivo di compatibilità ambientale sul PGRAAC. Il Piano è stato successivamente approvato il 3 marzo 2016, con deliberazione n. 9, dal Comitato istituzionale ed il 27 ottobre 2016 dal Presidente del Consiglio dei Ministri con DPCM Pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 28 del 3 febbraio 2017 recante "approvazione del piano di gestione del rischio di alluvioni del distretto idrografico dell'Appennino Centrale".

Il secondo ciclo di pianificazione del Piano di gestione del rischio alluvioni del distretto dell'Appennino centrale è effettuato in applicazione del comma 3 dell'art. 12 del D.Lgs. 49/2010 che prevede l'aggiornamento di detti strumenti di pianificazione entro il 22 settembre 2021 e, successivamente, ogni sei anni.

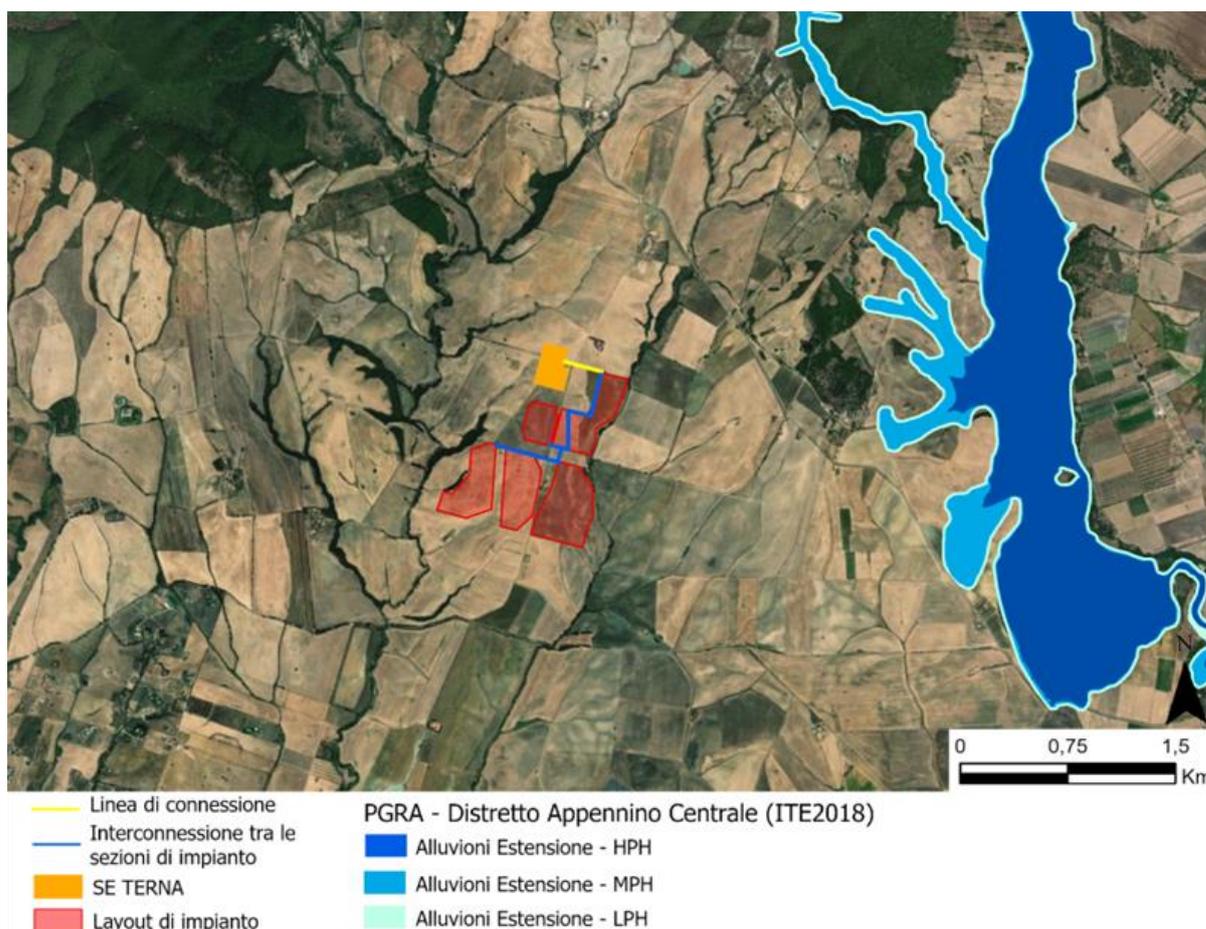


Figura 3.11: PGRA Appennino Centrale, fasce di pericolosità idraulica nell'intorno dell'area di progetto.

Come si evince dallo stralcio cartografico in Figura 3.11, nessuna delle opere in progetto, incluso il tracciato del cavidotto di connessione, rientra nelle fasce di pericolosità individuate dal PGRA Appennino Centrale.

3.5.3 Piano Assetto Idrologico (PAI)

Il Piano di Bacino è uno strumento finalizzato a garantire il mantenimento e/o il ripristino di condizioni di equilibrio "naturale" e conseguentemente a definire le "condizioni di "sicurezza" per la collettività che sul Bacino insiste. Si tratta cioè di uno strumento attraverso il quale rendere controllabili gli effetti di trasformazione indotti sui cicli naturali da cause antropiche e/o naturali e quindi di rendere possibile l'individuazione di azioni e strumenti di prevenzione e mitigazione degli effetti negativi

Il Piano si pone i seguenti obiettivi:

- individuazione delle condizioni di "sostenibilità" in termini di disponibilità di risorse e di prevenzione dei rischi naturali;
- definizione delle azioni necessarie al loro raggiungimento e al loro mantenimento:
 - interventi strutturali – opere necessarie per il superamento delle criticità esistenti e per garantire efficacia al sistema strutturale esistente;
 - interventi non strutturali - "regole" d'uso del territorio finalizzate al ripristino e mantenimento spazio – temporale di condizioni di equilibrio.



Coerentemente con i disposti e la filosofia della L.183/89, il PAI costituisce una prima definizione, per tema, del Piano di Bacino, è pertanto Piano –processo. In ragione di ciò le problematiche specifiche del PAI sono trattate, sia in termini di analisi che di soluzioni, con riferimento alle finalità complessive del Piano di Bacino. Da qui, per esempio l'esigenza di garantire che gli interventi previsti nel PAI soddisfino oltre alle esigenze specifiche di messa in sicurezza anche gli altri obiettivi. Il Piano, e di conseguenza il PAI sono strumenti che dettano norme per un corretto uso del territorio in riferimento alla prevenzione dei rischi e alla disponibilità di risorse naturali e questo avviene sia con azioni dirette che indirette.

La formazione del PAI Interregionale si colloca dunque nell'ambito più generale della formazione del PdB e tiene conto di due presupposti essenziali:

- il rispetto dei cicli naturali rappresenta la condizione di maggiore garanzia sia in termini di sicurezza che di disponibilità di risorse. Il primo obiettivo è quindi quello di garantire il mantenimento di condizioni di equilibrio naturale ovvero il ripristino di tali condizioni;
- la domanda di sicurezza idraulica e idrogeologica può trovare soluzione con interventi strutturali essenzialmente in relazione al livello di urbanizzazione esistente che di fatto viene assunto come invariante del sistema territoriale.

Le perimetrazioni del PAI del Fiume Fiora sono state approvate nella seduta del 28 ottobre 1999, unitamente alle misure di salvaguardia, dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino Interregionale del Fiume Fiora con Deliberazione n° 10.

3.5.3.1 Classi di Pericolosità idraulica

Il PAI individua e perimetra a scala di bacino le aree inondabili per eventi con tempo di ritorno assegnato e le classifica in base al livello di pericolosità idraulica.

Si individuano le seguenti tre classi di aree a diversa pericolosità idraulica:

1) per le aree studiate su base idraulica:

- a) **Aree a pericolosità idraulica alta (P3)**: aree inondabili per tempo di ritorno minore o uguale a 30 anni;
- b) **Aree a pericolosità idraulica moderata (P2)**: aree inondabili per tempo di ritorno maggiore di 30 e minore o uguale a 200 anni;
- c) **Aree a pericolosità idraulica bassa (P1)**: aree inondabili per tempo di ritorno maggiore di 200 e minore o uguale a 500 anni.

2) per le aree studiate su base geomorfologica:

- a) Alveo attivo, aree golenali ed alluvioni di fondovalle inserite nella dinamica fluviale di breve periodo;
- b) Alveo attivo, aree golenali ed alluvioni di fondovalle inserite nella dinamica fluviale di medio periodo;
- c) Alveo attivo, aree golenali ed alluvioni di fondovalle inserite nella dinamica fluviale di lungo periodo.

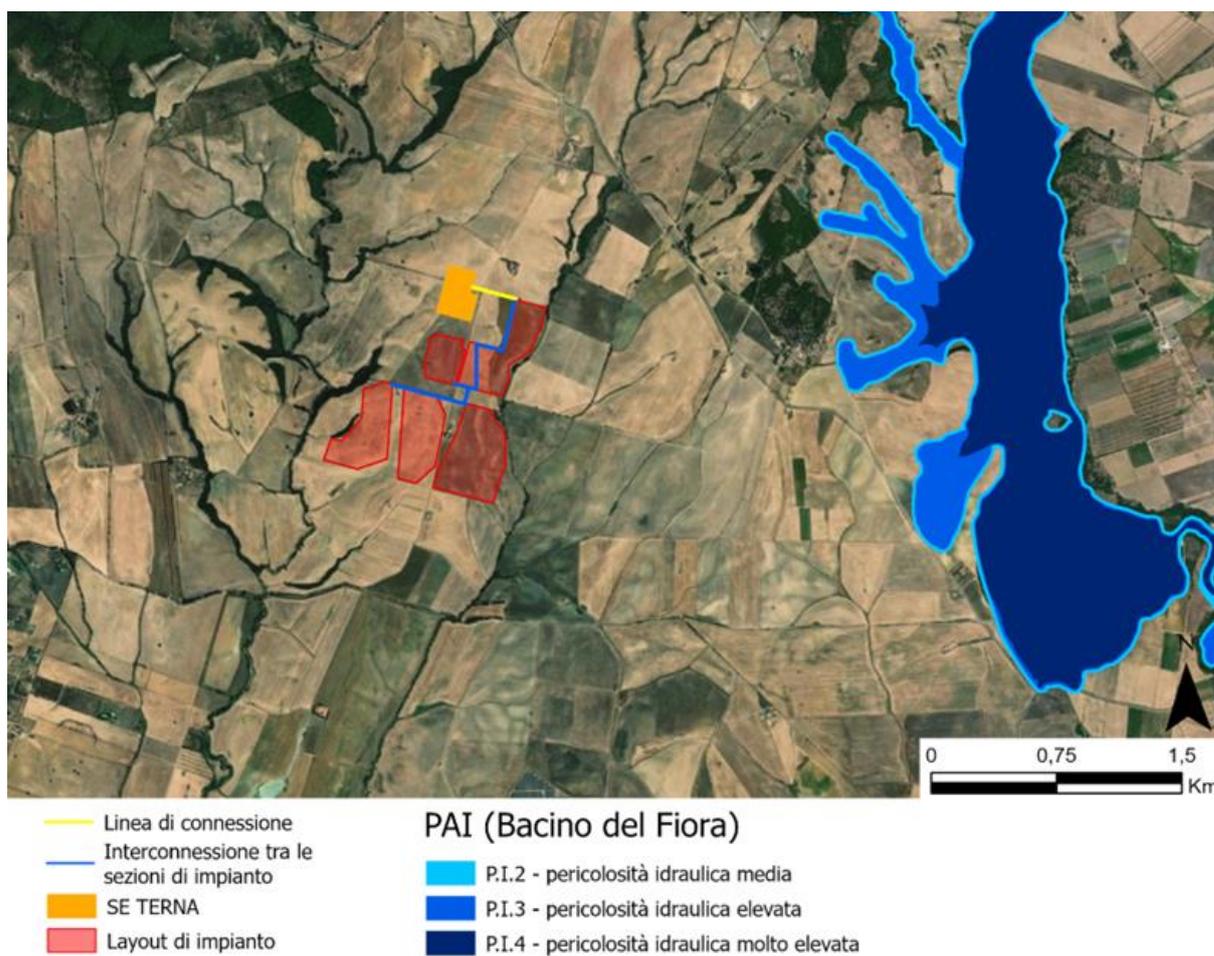


Figura 3.12: Stralcio PAI Bacino interregionale Fiora.

Come si evince dallo stralcio cartografico in Figura 3.12, nessuna delle opere in progetto, incluso il tracciato del cavidotto di connessione, rientra nelle fasce di pericolosità individuate dal PAI del Bacino Interregionale Fiora.

3.5.4 Piano Strutturale del Comune di Manciano

In merito alla pericolosità idraulica, il Piano Strutturale del Comune di Manciano è stato consultato come ulteriore strumento pianificatorio disponibile in materia.

Le aree d'intervento ricadono entro i confini amministrativi dell'ex Autorità del Bacino dell'Ombrone e pertanto sono normate dall'art. 70 "Aree a pericolosità idraulica dei Piani di Bacino". Nel dettaglio l'impianto fotovoltaico ricade parzialmente in "Aree a pericolosità idraulica elevata P.I.3". Nello specifico si ha che:

- La zona centrale e il confine orientale della Sezione C1 dell'impianto sono classificate a pericolosità I.3;
- La zona centrale della Sezione C4, la quale è attraversa da un ramo affluente del Botro dell'Acqua Bianca, ricade in area a pericolosità I.3;
- Parte del confine occidentale della Sezione C2 e della Sezione C3 si trovano in zone a pericolosità I.3.



- Il cavidotto interrato a 36 kV che si sviluppa tra le cabine di campo e la cabina di smistamento 36 kV ubicata della Sezione C1 attraversa per un breve tratto due aree a pericolosità I.3: una in corrispondenza della Sezione C3 e l'altra in prossimità della SE Terna 380/132/36 kV.

Le aree classificate "P.I.3" sono "Aree inondate da un evento con tempo di ritorno di 200 anni, in cui devono essere mantenute o aumentate le condizioni d'invaso della piena con tempo di ritorno di 200 anni, unitamente alla conservazione e al miglioramento delle caratteristiche naturali ed ambientali."

In generale, in accordo con l'art. 70 delle Norme d'attuazione del PS, tali aree non potranno essere oggetto di trasformazione dello stato dei luoghi, con interventi di carattere edilizio ed urbanistico. Tra le eccezioni previste dalle norme si menziona alla lettera c). "opere che non siano qualificabili come volumi edilizi, purché realizzati con criteri di sicurezza idraulica e senza aumento di rischio in altre aree". Si ritiene che la nuova viabilità e i cabinati a servizio dell'impianto possa ricadere nella lettera c) dell'art. 70 delle Norme di Piano Strutturale.

Si rimanda al capitolo 7 per lo studio di compatibilità idraulica per eventuali punti di interferenza con corsi irrigui minori.



4. STATO DI PROGETTO: DESCRIZIONE GENERALE INTERVENTI

4.1 IMPIANTO FOTOVOLTAICO

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

- rispetto del PAI sulla base dell'ultimo aggiornamento 11/2019 nella predisposizione del layout;
- scelta preliminare della tipologia impiantistica, ovvero impianto fotovoltaico a terra tipo tracker con tecnologia moduli BI-facciali;
- ottimizzazione dell'efficienza di captazione energetica realizzata mediante orientamento dinamico dei pannelli;
- disponibilità delle aree, morfologia ed accessibilità del sito acquisita anche mediante sopralluoghi.

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

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

La proponente ha richiesto la soluzione tecnica minima generale (STMG) di connessione a Terna S.p.A., tale soluzione emessa da Terna con codice pratica 202102307 è stata accettata dalla proponente e prevede la connessione dell'impianto in antenna a 36 kV sulla sezione 36 kV di una nuova Stazione Elettrica (SE) della RTN da inserire in entra – esce alla linea RTN a 380 kV "Montalto – Suvereto" mediante una linea di connessione interrata a 36 kV.

L'impianto fotovoltaico con potenza nominale di picco pari a 45 MW è costituito da:

- n.2 cabine di smistamento a livello di tensione 36 kV. In queste cabine confluiranno tutti i cavi (con isolamento fino a 42 kV) provenienti dalle diverse cabine di campo (Power Station): dalle cabine di smistamento partiranno le linee di connessione verso la cabina di raccolta posizionata prima della connessione alla Stazione Elettrica (SE) di nuova realizzazione da inserire in entra – esce alla linea RTN a 380 kV "Montalto – Suvereto" mediante una linea di connessione interrata a 36 kV. Nella stessa area all'interno delle cabine sarà presente il quadro QMT contenente i dispositivi generali DG di interfaccia DDI e gli apparati SCADA e telecontrollo;
- n. 13 Power Station (PS). Le Power Station o cabine di campo avranno la duplice funzione di convertire l'energia elettrica da corrente continua a corrente alternata ed elevare la tensione da bassa tensione a livello di tensione 36 kV; esse saranno collegate tra di loro in configurazione radiale e in posizione più possibile baricentrica rispetto ai sottocampi fotovoltaici in cui saranno convogliati i cavi provenienti dalle String Box che a loro volta raccoglieranno i cavi provenienti dai raggruppamenti delle stringhe dei moduli fotovoltaici collegati in serie;

- i moduli fotovoltaici saranno installati su apposite strutture metalliche di sostegno tipo tracker fondate su pali infissi nel terreno;
- L'impianto è completato da:
 - tutte le infrastrutture tecniche necessarie alla conversione DC/AC della potenza generata dall'impianto e dalla sua consegna alla rete di distribuzione nazionale;
 - opere accessorie, quali: impianti di illuminazione, videosorveglianza, monitoraggio, cancelli e recinzioni.

L'impianto dovrà essere in grado di alimentare dalla rete tutti i carichi rilevanti (ad esempio: quadri di alimentazione, illuminazione).

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

Di seguito si riporta la descrizione dei principali componenti d'impianto; per dati di tecnici maggior dettaglio si rimanda alla Relazione Tecnica e agli elaborati dedicati.

4.1.1 Moduli fotovoltaici e strutture di supporto

I moduli fotovoltaici utilizzati per la progettazione dell'impianto, saranno di prima scelta, del tipo silicio monocristallino a 132 celle, indicativamente della potenza di 690 W_p, dotati di scatola di giunzione (Junction Box) installata sul lato posteriore del modulo, con cavetti di connessione muniti di connettori ad innesto rapido, al fine di garantire la massima sicurezza per gli operatori e rapidità in fase di installazione.

Il progetto prevede l'impiego di una struttura metallica di tipo tracker con fondazione su pali infissi nel terreno ed in grado di esporre il piano ad un angolo di tilt pari a +60° -60°.

- Altezza min: 0,5 m (rispetto al piano di campagna);
- Altezza max: 2,62 m (rispetto al piano di campagna).

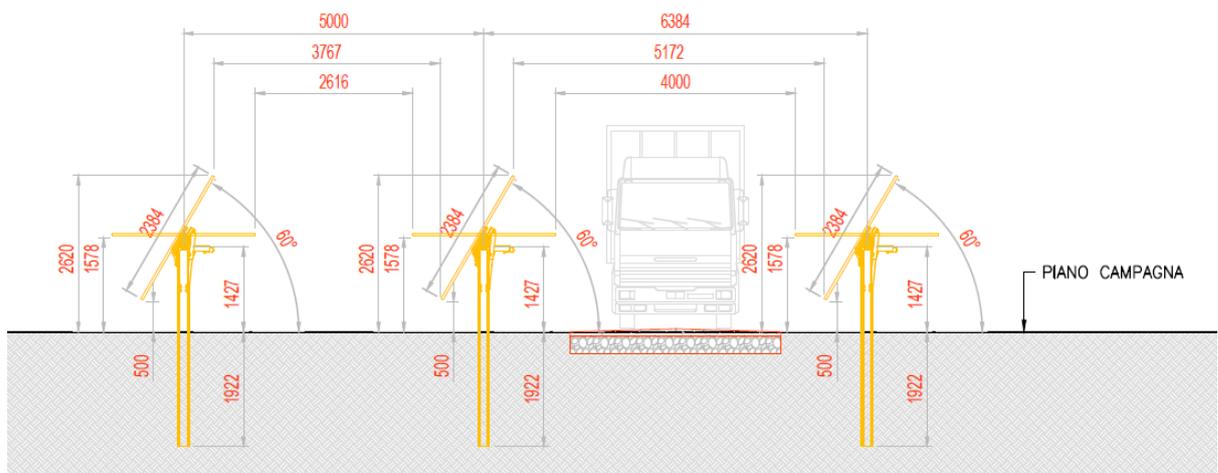


Figura 4.1: Particolare strutture di sostegno moduli, sezione trasversale.



4.1.2 Cabine di campo

Le Power Station (o cabine di campo) hanno la duplice funzione di convertire l'energia elettrica dal campo fotovoltaico da corrente continua (CC) a corrente alternata (CA) e di elevare la tensione da bassa (BT) a livello di tensione 36 kV.

Le cabine saranno costituite da elementi prefabbricati suddivisi in più scomparti e saranno progettate per garantire la massima robustezza meccanica e durabilità. Le pareti e il tetto saranno tali da garantire impermeabilità all'acqua e il corretto isolamento termico. Il locale avrà le dimensioni indicative riportate nell'elaborato grafico dedicato e sarà posato su un basamento in calcestruzzo di adeguate dimensioni.

Per ognuna delle cabine è indicativamente prevista la realizzazione di un impianto di ventilazione naturale che utilizzerà un sistema di griglie posizionate nelle pareti in due differenti livelli e un impianto di condizionamento e/o di ventilazione forzata adeguato allo smaltimento dei carichi termici introdotti nel locale dalle apparecchiature che entrerà in funzione nel periodo di massima temperatura estiva.

4.1.3 Cavi di potenza e di controllo

Le linee elettriche prevedono conduttori di tipo idoneo per le sezioni d'impianto (continua, alternata bassa tensione, alternata media tensione, alternata alta tensione) in rame e in alluminio. Il dimensionamento del conduttore è a norma CEI e la scelta del tipo di cavi è armonizzata anche con la normativa internazionale. L'esperienza costruttiva ha consentito l'individuazione di tipologie di cavi (formazione, guaina, protezione ecc.) che garantiscono una durata di esercizio ben oltre la vita dell'impianto anche in condizioni di posa sollecitata.

Sia per le connessioni dei dispositivi di monitoraggio che di security verranno utilizzati prevalentemente due tipologie di cavo:

- Cavi in rame multipolari twistati e non;
- Cavi in fibra ottica.

I primi verranno utilizzati per consentire la comunicazione su brevi distanze data la loro versatilità, mentre la fibra verrà utilizzata per superare il limite fisico della distanza di trasmissione dei cavi in rame, quindi comunicazione su grandi distanze, e nel caso in cui sia necessaria una elevata banda passante come nel caso dell'invio di dati.

4.1.4 Rete di drenaggio interna

La sostenibilità e l'attenzione alle acque non ha riguardato solo la progettazione della rete di drenaggio delle acque meteoriche ma è risalita a monte integrandosi nello stato di fatto minimizzando le interferenze con l'idrografia esistente e l'utilizzo delle tradizionali opere dell'ingegneria civile (infrastrutture grigie) a favore delle infrastrutture verdi che mitigano gli impatti biofisici dovuti all'urbanizzazione riducendo il rischio idrogeologico, creando benefici ecosistemici e promuovendo gli obiettivi della politica comunitaria.

La progettazione della rete di drenaggio è stata costruita sulla base dell'individuazione delle principali informazioni morfologiche e idrologiche a scala di bacino, come pendenze e isoipse, delimitazione del bacino idrografico, rete principale e secondaria. Una volta definiti i principali solchi di drenaggio naturali esistenti allo stato attuale, identificati sulla base della simulazione del modello digitale del terreno, è stata dimensionata la rete di drenaggio di progetto principalmente lungo tali solchi naturali.

Tale scelta consente di evitare di modificare la rete naturale, permettendo ai deflussi superficiali di seguire i percorsi naturali, senza interferenze dovute alla costruzione della viabilità, alla disposizione dei tracker e delle altre opere di progetto.



In merito alla messa in sicurezza dalla pericolosità idraulica dell'area, sulla stessa base concettuale si sono progettate le protezioni del sito dal potenziale allagamento; la realizzazione di arginature di basso impatto ha lo scopo di direzionare le acque senza incidere sull'impatto dei recettori idrici.

La preparazione del sito inoltre non prevede opere su larga scala di scotico, ma solo il taglio vegetazione ove essa impedisca la regolare esecuzione delle attività di costruzione e operatività. La viabilità di cantiere è assunta in materiale drenante. Non è prevista l'impermeabilizzazione di alcuna area se non trascurabilmente (cabine di campo). Tutto ciò contribuisce alla riduzione dell'impatto delle opere complessive.

A favore di sicurezza è stata comunque valutata la condizione di infiltrazione ante-operam/post operam e possibili impatti negativi. Oltre al potenziale impatto negativo stimato il progetto prevede anche opere compensative che avranno effetti positivi durante la fase di esercizio.

Inoltre, in contrapposizione al classico approccio di drenaggio delle acque meteoriche, in cui il principale obiettivo è l'allontanamento delle acque dal sito, nel presente progetto si sono utilizzate tecniche di progettazione a basso impatto, che prevedono sistemi distribuiti di infiltrazione e laminazione delle acque, in somiglianza alle dinamiche naturali del reticolo di drenaggio. A tal proposito, il progetto ha previsto la realizzazione di fossi di scolo realizzati con ingegneria naturalistica e bacini di laminazione e infiltrazione localizzate. Il carico idrico sul ricettore è stato ridotto andando a decentrare i flussi di acqua meteorica in più diramazioni, permettendo l'infiltrazione in punti dislocati, sfruttando i bacini che si rinverdiranno spontaneamente.

Si vuole sottolineare che le opere di regimazione idraulica sono state inoltre progettate rispettando la fascia della mitigazione interna al layout di progetto, che prevede il rinverdimento dei canali idrici presenti.

Fin dalla fase di cantiere, saranno realizzati i drenaggi di progetto, evitando quindi anche durante la fase di costruzione possibili ostruzioni o modifiche dei drenaggi naturali. La viabilità di cantiere sarà in materiale drenante.

L'attività di preparazione dell'area descritta sarà, in termini idrologici, paragonabile alla preparazione del terreno presemina.

In tali condizioni il recettore continuerà a ricevere le acque che riceve allo stato di fatto con un impatto idrologico e idraulico minimo.

Oltre al potenziale impatto stimato il progetto prevede anche opere compensative che avranno effetti positivi durante la fase di esercizio.

Per un approfondimento in merito alle opere di mitigazione e compensazione previste si rimanda allo Studio di Impatto Ambientale. Tutte queste opere mitigative e compensative concorreranno al miglioramento della copertura del suolo, alla permeabilità dell'area ed alla regimazione delle acque.

4.2 CONNESSIONE ALLA RTN

Di seguito il percorso di connessione in cavidotto tra l'impianto fotovoltaico e la sezione 36 kV di una nuova Stazione Elettrica (SE) della RTN da inserire in entra – esce alla linea RTN a 380 kV "Montalto – Suvereto".

Le opere di connessione dell'impianto alla Stazione Elettrica attraverseranno per brevi tratti alcune aree rurali del Comune di Manciano (GR), mentre gran parte del percorso di connessione ricade all'interno dell'area catastale dell'impianto stesso. In particolare, l'impianto di produzione da fonte solare si conetterà alla sezione a 36 Kv della nuova SE della RTN attraverso un elettrodotto a 36 kV della lunghezza di circa 275 m.

In corrispondenza dell'attraversamento di interferenze (tubazioni profonde, corsi d'acqua naturali/antropici, opere ferroviarie, ecc.) queste saranno superate mediante adozione della soluzione

tecnologica consistente nella TOC. Il capitolo 7 ha inoltre valutato che il superamento delle eventuali interferenze avvenga in condizioni di sicurezza idraulica in relazione alla natura dell'intervento e al contesto territoriale.



Figura 4.2: layout di impianto



5. STUDIO IDROLOGICO AREA NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO

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

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

- Identificazione delle aree scolanti e del coefficiente di deflusso ottenuto mediante una media ponderata;
- Determinazione delle Linee Segnaletiche di Possibilità Pluviometriche (LSPP) per tempi di ritorno pari a 2, 5, 10, 30, 50 e 100 anni;
- Costruzione dello ietogramma di progetto avente una durata superiore al tempo di corrivazione del bacino sotteso dall'invaso;
- Stima del processo di infiltrazione e determinazione dello ietogramma netto di progetto;
- Modello di trasformazione afflussi-deflussi - stima delle portate di progetto ante-operam e post operam.

5.1 CONSIDERAZIONI CLIMATICHE

Il regime pluviometrico del territorio della UoM Regionale Toscana Ombrone è caratterizzato da una marcata stagionalità, per cui si alternano periodi con abbondanti precipitazioni caratterizzati da significativi deflussi di piena accompagnati da intensi processi erosivi dei versanti, a periodi estremamente siccitosi. L'elevata variabilità di regime tra due condizioni estreme ha reso maggiormente vulnerabile il territorio, elevandone il rischio idraulico.

Nella UoM Toscana Ombrone le aree più critiche per il rischio connesso ad alluvioni fluviali sono, per la maggior parte, ubicate nelle zone di fondovalle densamente urbanizzate.

Sono, inoltre, presenti criticità connesse ad eventi meteorici intensi e concentrati con formazione di flash flood in particolare su sottobacini con areali modesti e rapide risposte idrologiche.

5.2 SCELTA DEL TEMPO DI RITORNO

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

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

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

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

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

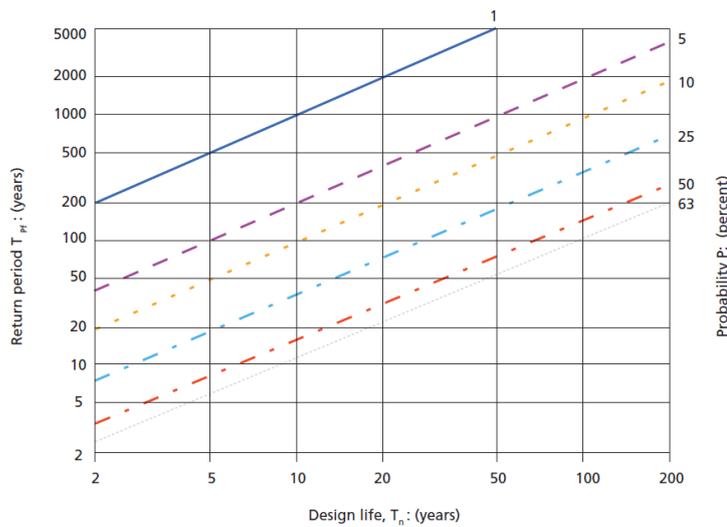


Figura 5.1: Probabilità che un evento con determinate Tempo di ritorno si verifichi in N anni.

La durata della vita utile dell’impianto fotovoltaico in oggetto è assunta pari a 30 anni.

Il tempo di ritorno per il calcolo della precipitazione di progetto è stato assunto pari a 30 anni.

5.3 ANALISI PROBABILISTICA DELLE PRECIPITAZIONI INTENSE

Per l’applicazione del metodo impiegato nella stima delle portate meteoriche superficiali è stato necessario determinare la curva di possibilità climatica caratteristica dell’area oggetto di intervento.

Il tempo di ritorno da assegnare alla curva di possibilità climatica è stato fatto variare da un minimo di 2 anni ad un massimo di 50 anni.

Il presente studio ha applicato la metodologia prevista dal Modello di Regionalizzazione delle piogge intense, impiegato nell’ambito del Piano di Assetto Idrogeologico del bacino del Fiora (All. 2.1), secondo la procedura VAPI (Valutazione delle Piene in Italia) portato avanti dalla Linea 1 del Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche (GNDCI) per l’Italia centrale.

La procedura VAPI prevede l’utilizzo di un modello probabilistico a doppia componente (TCEV), secondo cui i valori estremi di una grandezza idrologica provengono da due diverse popolazioni: una degli eventi normali (componente bassa) ed un’altra dagli eventi eccezionali (outliers) legati a differenti fenomeni meteorologici.

Le elaborazioni relative all’applicazione di tale modello fanno riferimento ad una procedura di regionalizzazione gerarchica in cui i parametri sono stati valutati per scale regionali differenti. Il modello ha la generica forma:

$$i_d(T) = K_T \mu_{id}$$

Dove:

- $i(T)$ = intensità di pioggia di durata d per un tempo di ritorno T ;
- K_T = coefficiente di crescita per un tempo di ritorno T ;
- μ_{id} = media annuale delle intensità di pioggia di durata d .
- Il coefficiente di crescita K_T si calcola in base a delle elaborazioni statistiche effettuate sui dati al primo e secondo livello di regionalizzazione che, per la zona considerata fa riferimento al rapporto del GNDCI per l’Italia centrale (Sezioni idrografiche di Roma-Pescara).



- Per il calcolo dell'intensità di pioggia in dipendenza della durata e del tempo di ritorno è stata utilizzata la formula seguente:

$$i_d = K_T \mu_{i0} \left(\frac{b}{b+d} \right)^m$$

Dove:

- b = è un parametro di trasformazione della scala temporale, indipendente sia dalla durata t , sia dal tempo di ritorno;
- m = è un parametro adimensionale compreso tra 0 e 1, indipendente sia dalla durata, sia dal tempo di ritorno.

Il parco eolico ricade nell'UoM del fiume Ombrone, di competenze del Distretto dell'Appennino Settentrionale, nella regione Toscana al confine con il Lazio.

Per tenere conto delle informazioni al contorno la regionalizzazione delle piogge è stata eseguita su un'area molto più ampia, che interessa un intero tratto dell'Italia Centrale, che si estende dal promontorio di Piombino alla foce del Garigliano sul Tirreno, e include i litorali marchigiano e abruzzese sull'Adriatico.

Su questo territorio sono state considerate 964 stazioni pluviometriche, di cui sono state raccolte le serie dei massimi annuali delle piogge giornaliere.

Al primo e al secondo livello di regionalizzazione sono state identificate tre regioni omogenee, in cui l'ipotesi della costanza del coefficiente di variazione e del coefficiente di asimmetria può essere accettata. Le regioni e l'area di progetto sono visibili in Figura 5.2 e sono così definite:

- *zona A (Tirrenica)*, che interessa la fascia del litorale tirrenico e si protende all'interno lungo le valli dei principali corsi d'acqua;
- *zona B (Appenninica)*, che interessa l'ampia fascia dell'Appennino propriamente detto, con le propaggini dei colli Albani, e i monti Lepini, Ausoni e Aurunci, nonché, separati da questa zona, i gruppi montuosi nell'entroterra tirrenico a nord-ovest del Tevere (i massicci dell'Amiata e del Cetona con i monti Vulsini; e i monti Cimini con i monti della Tolfa e i monti Sabatini);
- *zona C (Adriatica)*, che interessa una ristretta fascia del litorale adriatico e si protende con ristrette lingue lungo le valli dei corsi d'acqua.

I distretti di Roma e Pescara risultano suddivisi ulteriormente in un terzo livello di regionalizzazione, relativamente alle piogge intense, e risultano visibili insieme all'area di progetto in Figura 5.3.

Ciascuna zona della regionalizzazione (A, B o C) è caratterizzata come coefficiente di crescita per tempi di ritorno dalla evoluzione nella tabella seguente:

Tabella 5.1: Valori teorici del coefficiente probabilistico di crescita K_T per le piogge giornaliere, per alcuni valori del tempo di ritorno T .

T (ANNI)	2	5	10	20	25	30	40	50	100
K_T (Zona A)	0.89	1.22	1.49	1.84	1.97	2.04	2.29	2.45	2.98
K_T (Zona B)	0.96	1.25	1.45	1.64	1.70	-	1.83	1.89	2.07

K_T (Zona C)	0.90	1.29	1.59	1.90	2.01	-	2.22	2.32	2.64
----------------	------	------	------	------	------	---	------	------	------

Per quanti riguarda il calcolo del coefficiente di crescita con tempo di ritorno pari a 30 anni, tempo scelto per il calcolo della precipitazione di progetto per le opere permanenti, tale valore è stato ottenuto dalla espressione semplificata ottenuta dai valori assunti dai parametri della distribuzione TCEV per la Zona A. Le espressioni semplificate delle Zone A, B e C sono le seguenti:

- Zona A: $K_T = -0.6086 + 0,779 \ln T$;
- Zona B: $K_T = 0.6419 + 0,289 \ln T$;
- Zona C: $K_T = 0.5296 + 0,459 \ln T$.

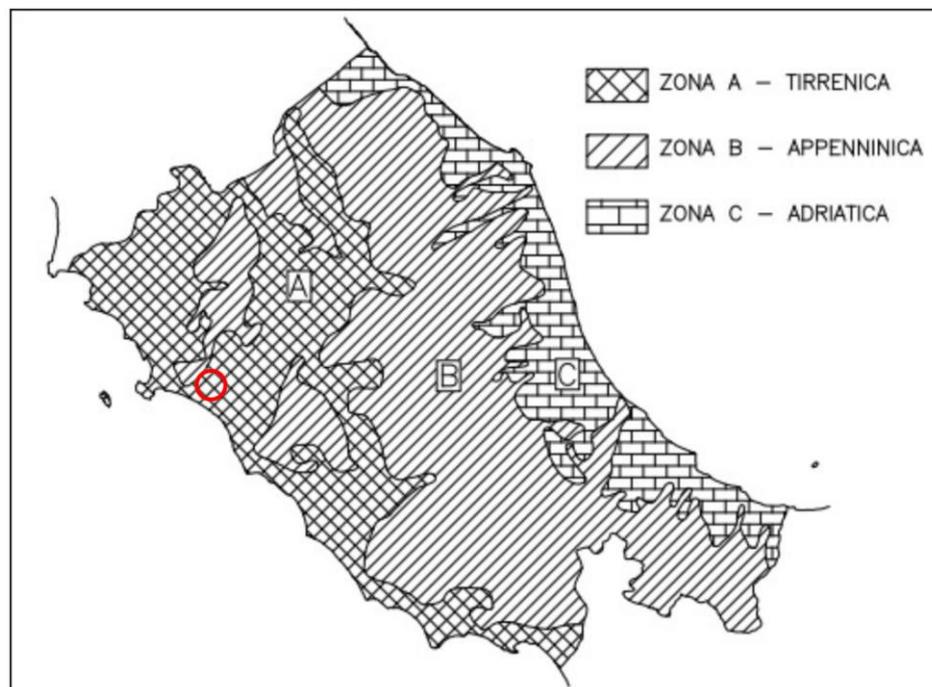


Figura 5.2: Aree pluviometriche omogenee, primo e secondo livello di regionalizzazione. In rosso il parco eolico in esame.

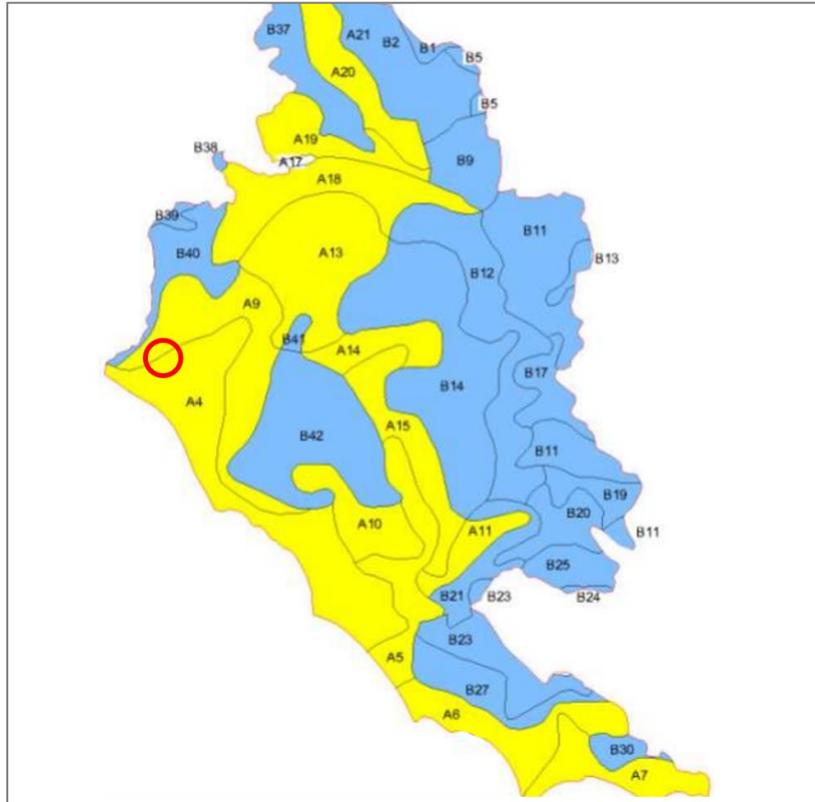


Figura 5.3: Aree pluviometriche omogenee, terzo livello di regionalizzazione. In rosso l'area di progetto.

Come si nota in Figura 5.3, l'area di progetto ricade tra le sottozone A4 ed A9 e si è scelto di utilizzare i parametri del livello A4 in quanto più cautelativi rispetto ad A9. I parametri di regressione della media sulla quota e i parametri regionali delle relazioni IDF, per la sottozona A4, sono elencati rispettivamente in Tabella 5.2 e Tabella 5.3.

Tabella 5.2: Parametri di regressione della media sulla quota, terzo livello di regionalizzazione.

SOTTOZONA	c [mm/m]	d [mm]
A4	0,03390	67,67

Tabella 5.3: Parametri al terzo livello di regionalizzazione delle relazioni IDF.

SOTTOZONA	b [h]	m	μ_{10}/μ_{24}
A4	0,1705	0,7881	49,62

Sulla base dei parametri precedentemente determinati è stato possibile determinare, per ciascun fissato tempo di ritorno T_r , l'intensità di pioggia per ciascuna durata.

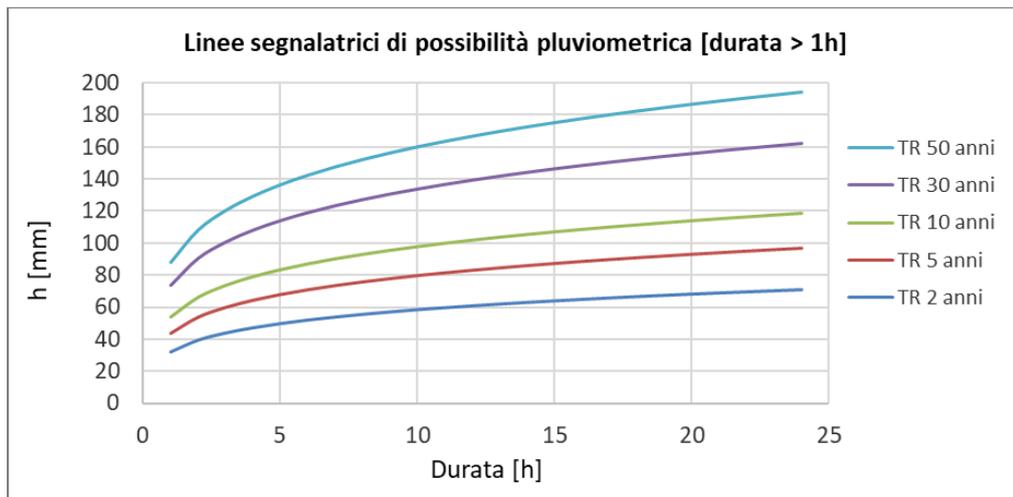


Figura 5.4: Curve di possibilità pluviometrica legate a diversi tempi di ritorno per durate di pioggia superiore ad 1 ora.



Tabella 5.4: Fattore di crescita e altezza di pioggia per le diverse durate per i diversi tempi di ritorno.

	TR 2 ANNI	TR 5 ANNI	TR 10 ANNI	TR 30 ANNI	TR 50 ANNI
K_T	0,89	1,22	1,49	2,04	2,45
Durata evento critico [h]	ALTEZZA PIOGGIA CRITICA AL VARIARE DEL TEMPO DI RITORNO E DELLA DURATA H [mm]				
1	32	44	54	73	88
2	39	54	66	90	108
3	44	60	73	100	121
4	47	64	79	108	129
5	50	68	83	114	137
6	52	71	87	119	143
7	54	74	90	123	148
8	55	76	93	127	152
9	57	78	95	130	157
10	58	80	97	134	160
11	59	82	100	136	164
12	61	83	102	139	167
13	62	85	103	142	170
14	63	86	105	144	173
15	64	87	107	146	175
16	65	89	108	148	178
17	66	90	110	150	180
18	66	91	111	152	183
19	67	92	112	154	185
20	68	93	114	156	187
21	69	94	115	157	189
22	69	95	116	159	191
23	70	96	117	161	193
24	71	97	118	162	194

5.4 IDENTIFICAZIONE DEI BACINI SCOLANTI DI PROGETTO

Nel presente paragrafo sono state identificate le singole aree scolanti e le principali caratteristiche sulla base del quale calcolare le portate idrologiche di riferimento.



Al fine di non modificare la rete naturale allo stato attuale e definire un sistema di drenaggio interno al sito con il minor impatto è stata eseguita una simulazione del modello digitale del terreno disponibile con lo scopo di identificare le principali informazioni morfologiche e idrologiche a scala di bacino nello stato di fatto (pendenze e isoipse, delimitazione del bacino idrografico, rete principale e secondaria).

Il modello digitale del terreno e della superficie utilizzato per la modellazione è stato ottenuto dal progetto *Tinitaly* con una risoluzione spaziale 10x10 metri.

La simulazione è stata condotta mediante algoritmi TauDEM (Terrain Analysis Using Digital Elevation Models – Utah State University) e successivamente rielaborata in ambiente GIS.

Si mostrano in Figura 5.5 i bacini scolanti interni ed esterni al layout di impianto identificati grazie alla simulazione. Si riporta in Tabella 5.5 e Tabella 5.6 l'estensione di ognuno di essi.

I bacini idrografici interni, rappresentati in giallo, sono interessati dall'installazione dei pannelli.

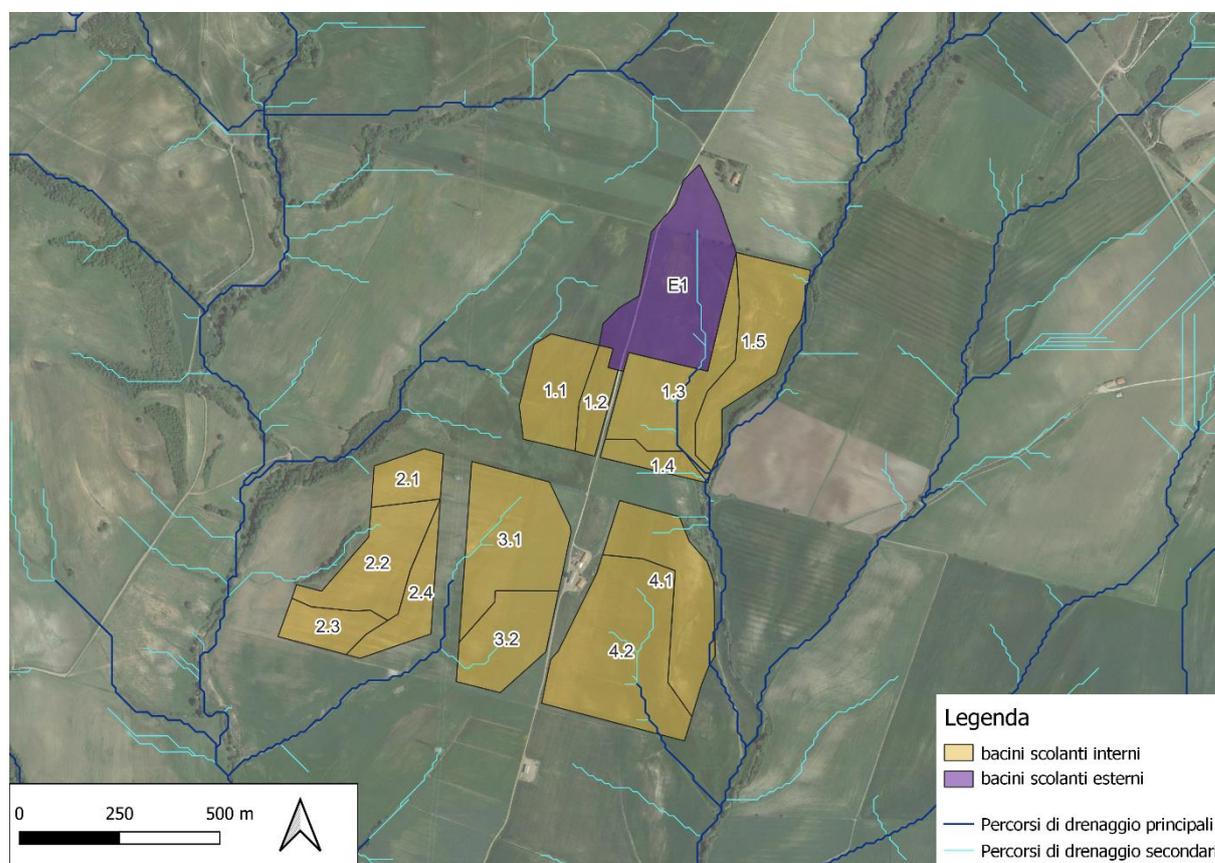


Figura 5.5: Delimitazione dei bacini scolanti interni ed esterni al layout di progetto e identificazione del reticolo di drenaggio naturale (da DTM)

Tabella 5.5: Bacini scolanti interni al layout di impianto

BACINI DI DRENAGGIO INTERNI	
ID BACINO	AREA [mq]
1.1	39638
1.2	16356
1.3	60224



BACINI DI DRENAGGIO INTERNI	
ID BACINO	AREA [mq]
1.4	13164
1.5	59905
2.1	20394
2.2	49500
2.3	21771
2.4	25839
3.1	77408
3.2	43979
4.1	60469
4.2	110544

Tabella 5.6: Bacini scolanti esterni al layout di impianto

BACINI DI DRENAGGIO ESTERNI	
ID BACINO	AREA [mq]
E1	96302

La rete estratta attraverso la simulazione, descritta in precedenza, è stata quindi sovrapposta con le aree di progetto e sulla base dei risultati è stato definito il sistema interno di gestione delle acque meteoriche e i punti di affluenza.

Lo stato di progetto presenterà quindi una rete di drenaggio con percorsi e punti di affluenza ai canali perimetrali compatibili con lo stato di fatto.

La rete interna a tali siti sarà principalmente costituita da canalette in terra a cielo aperto.

5.5 VALUTAZIONE DELLA PIOGGIA EFFICACE (NETTA)

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

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

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

$$\phi = \frac{P_{netta}}{P} \quad (6)$$



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

Tale coefficiente, viene posto pari a **0,5** secondo le informazioni territoriali estratte dal layer disponibile sul sito della Regione Toscana, prodotto nell’ambito dell’Accordo di collaborazione tra Regione Toscana e Università di Firenze, dove si è proceduto ad effettuare un aggiornamento del modello Idrologico distribuito sviluppato dal Dipartimento di Ingegneria civile ed Ambientale in uso presso il Centro Funzionale della Regione Toscana per la previsione degli eventi di piena in tempo reale (MOBIDIC).

5.5.1 Valutazione post operam

In merito alle aree prevalentemente permeabili è stato valutato l’impatto dell’installazione di strutture tracker.

L’interasse fra i pali di sostegno delle strutture sarà di circa 5 metri. I tracker non avranno una configurazione fissa ma oscilleranno durante le fasi del giorno. Il tracker si posizionerà stabilmente con un tilt prossimo a zero solo in condizioni di messa in sicurezza in occasione di velocità del vento superiore alla soglia limite.

Si ritiene che durante un evento intenso con tempo di ritorno pari a quello di progetto, la capacità di infiltrazione, così come le caratteristiche di permeabilità del terreno, delle aree di intervento non siano modificate dall’installazione delle strutture tracker.

Analogamente si può affermare delle platee di appoggio delle cabine elettriche che avranno un’area trascurabile rispetto all’intera estensione delle aree.

Ciononostante, volendo cautelativamente ipotizzare una perdita di capacità di infiltrazione delle acque meteoriche, si è valutata arealmente l’incidenza e si sono valutati gli impatti in termini di capacità di infiltrazione delle eventuali acque di ruscellamento che si generano su ogni settore di progetto su aree permeabili.

Tale valutazione è stata condotta sulla base di precedenti studi internazionali (rif. “Hydrologic response of solar farm”, Cook, Lauren, Richard - 2013 –American Society of Civil Engineers) improntati su un modello concettuale di impatto che simula il modulo idrologico tipo di impianto come costituito da un’area di installazione pannelli ed una di interfila.

L’area di interfila presenta una capacità di infiltrazione non influenzata.

Il modello schematizza l’area interessata dalla struttura come composta al 50% da una sezione “Wet” con capacità di infiltrazione non influenzata e collegata alla precedente area di interfila e una sezione “dry” che si assume a favore di sicurezza come non soggetta ad infiltrazione diretta e quindi con coefficiente di deflusso pari a 1. Lo schema è visibile nella figura seguente.



Figura 5.6: Modulo tipo, descrivente il modello concettuale idrologico dell’installazione di strutture fotovoltaiche a tracker su pali infissi comprendente l’area pannelli (in rosso) e l’area di interfila (Fonte: Hydrologic response of solar farm Cook 2013 American Society of Civil Engineers).

Come descritto la proiezione del tracker a terra non risulterà fissa in quanto la struttura varierà il tilt durante le fasi della giornata. Volendo comunque assumere la condizione più sfavorevole di evento intenso di progetto in occasione di tilt della struttura pari a zero si ottiene un’area dry pari al 50% dell’area utile di installazione pannelli.

Nel calcolo della pioggia netta è stato quindi calcolato il coefficiente di deflusso medio ponderale sulla base delle precedenti assunzioni.

Tabella 5.7: Aree scolanti e caratteristiche di infiltrazione negli scenari ante-operam/post-operam.

STATO DI FATTO	AREA [ha]	AREA MODULI [ha]	PERCENTUALE MODULI SU AREA NETTA INSTALLAZIONE PANNELLI	AREA DRY STIMATA DURANTE TILT PARI A 0° [ha]	PERCENTUALE AREA AVENTE EFFETTO POTENZIALMENTE DRY	COEFF. DEFLUSSO ANTE-OPERAM ASSUNTO	COEFF. DEFLUSSO POST-OPERAM STIMATO
Prevalentemente permeabile con antropizzazioni	59,18	20,18	0,34	10,09	0,19	0,50	0,59

Sulla base dei coefficienti di deflusso stimati sono state calcolate le portate al colmo durante l’evento intenso di progetto negli scenari ante-operam e post-operam, valutando inoltre la capacità idraulica dei canali esistenti e in progetto. L’impermeabilità del sito, post operam, aumenta del **17%**.

5.6 MODELLO DI TRASFORMAZIONE AFFLUSSI/DEFLUSSI – STIMA DELLE PORTATE DI PROGETTO ANTE-OPERAM E POST-OPERAM

Per calcolare le portate di scolo dai bacini imbriferi costituiti dai singoli settori in cui è prevista la posa delle strutture fotovoltaiche, si è determinato per ognuno di essi l’evento critico, cioè l’evento meteorico che produce la massima portata al colmo (portata critica). A tal fine si è adottato il modello cinematico (o della corrivazione).



Ipotizzando che la precipitazione sia a intensità costante e che la curva tempi aree del bacino sia lineare, la durata critica coincide con il tempo di corrivazione del bacino e la portata critica (portata di progetto) è data dall'espressione:

$$Q_P = \varphi \cdot \frac{i(T_0, t_C) \cdot A}{360} \quad (7)$$

Dove:

Q_P = portata critica (netta) [m³/s];

φ = coefficiente di deflusso, mediante il quale si tiene conto delle perdite per infiltrazione e detenzione superficiale [adimensionale];

$i(T_0, t_C)$ = intensità media della precipitazione di durata pari al tempo di corrivazione del bacino (t_C - min) ed avente un tempo di ritorno (T - anni) [mm/h];

A = superficie del bacino [ha].

Il valore del tempo di corrivazione è stato calcolato come somma del tempo di entrata in rete più il tempo di rete. I bacini scolanti sono riportati nella figura seguente.

Si riporta in Tabella 5.8 il confronto delle portate di progetto negli scenari ante- e post- operam.

Tabella 5.8: Determinazione delle portate di progetto nello scenario ante- e post- operam.

BACINO	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	2.1	2.2	2.3	2.4
S [ha]	3,96	1,64	6,02	1,32	5,99	2,04	4,95	2,18	2,58
L _{asta} [m]	180	80	310	230	240	170	150	230	300
t _c [h]	0,29	0,27	0,32	0,3	0,3	0,29	0,28	0,3	0,31
Kt [-]	2,04	2,04	2,04	2,04	2,04	2,04	2,04	2,04	2,04
h(t) [mm]	53,2	51,1	55,7	54,2	54,4	53	52,6	54,2	55,5
Intensità [mm/h]	184,4	191,4	176	181,1	180,4	185,1	186,4	181,1	176,7
Coeff. deflusso ante-operam	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Coeff. deflusso post-operam	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59
Portata al colmo ante-operam Q _{cr} [mc/s]	1,02	0,43	1,47	0,33	1,5	0,52	1,28	0,55	0,63
Portata al colmo post-operam Q _{cr} [mc/s]	1,19	0,51	1,72	0,39	1,76	0,61	1,5	0,64	0,74



BACINO	3.1	3.2	4.1	4.2	E1
S [ha]	7,74	4,4	6,05	11,05	9,63
Lasta [m]	280	250	500	480	500
t _c [h]	0,31	0,3	0,36	0,35	0,36
Kt [-]	2,04	2,04	2,04	2,04	2,04
h(t) [mm]	55,1	54,6	59	58,6	59
Intensità [mm/h]	177,9	179,8	165,3	166,3	165,3
Coeff. deflusso ante-operam	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Coeff. deflusso post-operam	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59
Portata al colmo ante-operam Q _{cr} [mc/s]	1,91	1,1	1,39	2,55	2,21
Portata al colmo post-operam Q _{cr} [mc/s]	2,24	1,29	1,62	2,99	2,59

Come mostrato in Tabella 5.8, lo stato post-operam mostra un incremento dei picchi di deflusso del **17%**, corrispondente all'aumento del coefficiente di deflusso, nello scenario più critico di terreno saturo e posizione dei tracker orizzontale.

Dal confronto ante-operam/post-operam emerge che l'aumento delle portate al colmo sarà compatibile con la rete di drenaggio esistente e con le portate attualmente scolanti. Questo effetto è ottenuto inserendo le vasche di infiltrazione e laminazione, che mitigano i picchi di deflusso.



6. VERIFICHE E DIMENSIONAMENTI IDRAULICI

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

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

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

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

Il presente progetto ha mirato all'utilizzo di:

- Fossi di scolo in terra;
- Protezione rete idrografica principale;
- Vasche di detenzione e infiltrazione.

6.1 SISTEMA DI DRENAGGIO SUPERFICIALE DELL'AREA DI INTERVENTO

Attraverso l'analisi TauDEM rielaborata in ambiente GIS (come descritto nel paragrafo 5.4) è stato indentificato un reticolo idrografico principale caratterizzato da corsi preferenziali che non presentano un alveo ben definito, ma possono raggiungere portate significative in seguito ad eventi di pioggia intensi non ordinari.

Alcuni di questi ricadono all'interno dell'area di progetto, di conseguenza la loro pericolosità è stata studiata.

Il progetto ha previsto una sistemazione del drenaggio oggi assente al fine di indirizzare e distribuire le portate, costituita da canalette di forma trapezia scavate nel terreno naturale e rinverdite.

Tra i vantaggi idraulici essi immagazzinano e convogliano le acque scolanti meteoriche favorendo la riduzione dei picchi di deflusso, l'infiltrazione e il rallentamento dei flussi, a seconda della pendenza. Tali opere sono state e sono tuttora largamente in uso nelle aree rurali.

Durante l'avvento dei sistemi di gestione sostenibile questa categoria è stata rielaborata progettualmente creando nuove funzioni quali detenzione, infiltrazione, bioremediation ed ecologica.

Di seguito alcuni esempi:

- Può essere promossa la sedimentazione mediante l'uso di una fitta vegetazione, solitamente piante erbacee, che garantisce basse velocità di flusso per intrappolare gli inquinanti particellari e indiretti effetti fitodepurativi;
- È possibile installare dighe o berme lungo il fosso per favorire ulteriormente lo stoccaggio, il rallentamento, la sedimentazione e l'infiltrazione;
- Mediante la formazione di sottofondo in materiale drenante è possibile incrementare l'infiltrazione creando opere miste con trincee drenanti;
- Utilizzo in commistione con bacini di detenzione come ingresso o uscita.

Nel presente paragrafo sono dettagliate le verifiche idrauliche di moto uniforme per il dimensionamento dei canali e delle canalette di drenaggio dei diversi settori dell'impianto.

La capacità di convogliamento della sezione idraulica è stata calcolata attraverso una verifica idraulica in regime di moto uniforme, secondo la normale prassi progettuale, utilizzando la nota formula di Chezy con il coefficiente di scabrezza di Manning (parametro che si usa nello studio dei flussi dei canali e che varia rispetto alla natura della superficie di riferimento):

$$Q = \frac{A \cdot R^{2/3} i^{1/2}}{n} \quad (8)$$

Dove:

- Q : portata di riferimento [m^3/s];
- A : area della sezione bagnata [m^2];
- R : raggio idraulico [m] (rapporto tra A e il corrispondente perimetro bagnato della sezione);
- i : pendenza dell'alveo [m/m];
- n : coefficiente di conduttanza idraulica di Manning.

Le canalette saranno realizzate in scavo con una sezione trapezia di larghezza e profondità variabile in funzione della portata di progetto e sponde inclinate di 26° .

In corrispondenza delle intersezioni con la viabilità si sono previsti dei tratti interrati composti da scatolati in c.a. carrabili o da tubazioni in HDPE carrabili.

Lo scopo delle canalette e dei condotti interrati è quello di permettere il deflusso dell'intera portata di progetto, relativa a un Tempo di Ritorno di 30 anni.

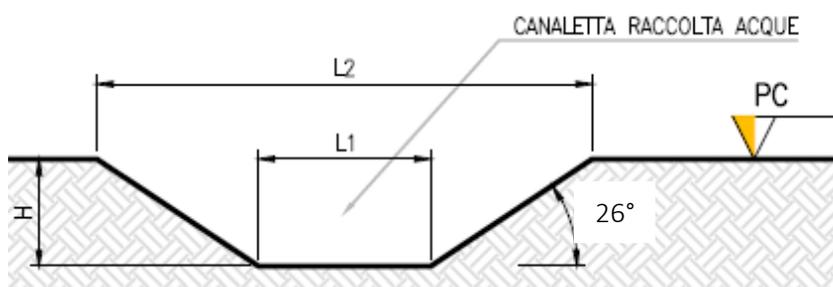


Figura 6.1: Sezione tipologica canaletta di drenaggio realizzata in scavo.

Gli scarichi della rete di drenaggio senza modifiche tra ante-operam e post-operam convergeranno ai ricettori esistenti.

L'ubicazione planimetrica delle canalizzazioni è illustrata nell'Allegato 01.

6.2 SISTEMA DI INFILTRAZIONE E LAMINAZIONE NELL'AREA DI INTERVENTO

La tipologia dell'opera di infiltrazione è stata quella di "vasca di laminazione e di infiltrazione".

Le vasche di infiltrazione consistono in aree rinverdate e depresse con tiranti idrici episodici massimi di 1,2 m.



Le opere a verde di questo tipo di vasche prevedranno riuso del terreno in sito e crescita spontanea mantenuta di essenze vegetali.

Questa tipologia di sistemi di drenaggio sostenibile (SuDS) sono generalmente realizzati con forme differenti in funzione dell'estensione del bacino afferente e degli aspetti paesaggistico/architettonici.

Oltre ai vantaggi in materia idraulica già descritti precedentemente, la scelta di inserimento di queste vasche consentirà:

- Incremento biodiversità e dell'habitat con creazione di isole di rifugio per la fauna;
- Discrete rese di bioremediation soprattutto dovute a meccanismi di filtrazione e adsorbimento;
- Ridotta necessità di manutenzione.

Di seguito si riportano alcune immagini esemplificative dell'opera in oggetto.

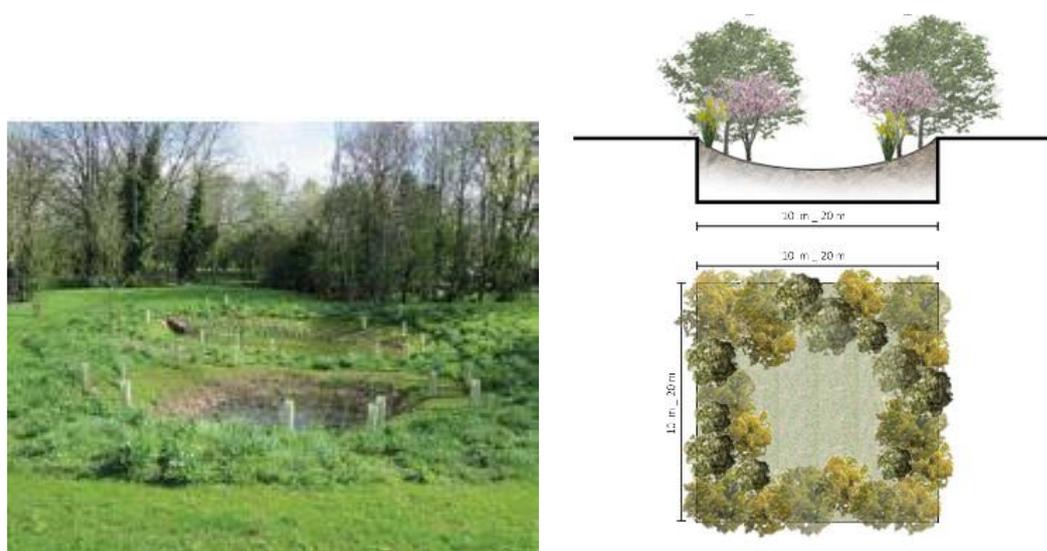


Figura 6.3: Immagini esemplificative di bacini di infiltrazione.

Sono state previste vasche di laminazione di tipologia **5x5 m²** e **10x10 m²**, tutte con profondità dello strato drenante fino a circa **1,2 m**.

Considerando le caratteristiche litologiche di cui al paragrafo 3.3.1, si è proceduto alla verifica della capacità di assorbimento del terreno assumendo un valore di permeabilità cautelativo pari a 5E-05 m/s.

Gli esatti valori di permeabilità del substrato e la soggiacenza della falda andranno in ogni caso verificati in sede esecutiva. Si consiglia in ogni caso di verificare, in fase esecutiva, la presenza del livello superficiale arenaceo che possa compromettere il corretto funzionamento dell'opera disperdente.

Il dimensionamento è stato condotto secondo le linee progettuali de "Sistemi di Fognatura Manuale di Progettazione – HOEPLI" sulla base della legge di Darcy.

$$Q_f = k * J * A \quad (9)$$

Dove:

- Q_f : portata di infiltrazione [m³/s];
- k : coefficiente di permeabilità [m/s];
- J : cadente piezometrica [m/m];
- A : superficie netta d'infiltrazione [m²].



Al fine di tener conto che gli strati di terreno in questione si trovano spesso in condizioni insature, è opportuno ridurre del 50% il valore della permeabilità che compare nella legge di Darcy [Sieker, 1984].

Come è possibile osservare dai risultati riportati nella Tabella 6.1, **il bacino con dimensioni 5mx5m di superficie 25 mq** è in grado di smaltire circa **0,13 l/s per metro lineare**. Considerando un'estensione di **5 m**, si conclude che ognuna di queste opere è in grado di disperdere per infiltrazione circa **0,63 l/s**.

Dai risultati riportati nella Tabella 6.2, **il bacino con dimensioni 10mx10m di superficie 100 mq** è in grado di smaltire circa **0,25 l/s per metro lineare**. Considerando un'estensione di **10 m**, si conclude che ognuna di queste opere è in grado di disperdere per infiltrazione circa **2,5 l/s**.

Data la natura del terreno e i valori di permeabilità assunti, i bacini non presentano grandi capacità di infiltrazione. In ogni caso, tali valori saranno riconsiderati alla luce delle indagini in sito di permeabilità.

Tabella 6.1: Dimensionamento degli elementi drenanti – vasche 5mx5m.

DETERMINAZIONE DELLA PORTATA INFILTRANTE			
Determinazione portata critica			
k_{sat}	5E-05	[m/s]	Permeabilità del mezzo saturo in situ
D_h	1,2	[m]	Tirante idrico strato drenante
B_T	5	[m]	Larghezza
Calcoli preliminari			
k_{insat}	2,5E-05	[m/s]	Permeabilità del mezzo insaturo
$A_{f,m \text{ lineare}}$	5	[m ²]	Superficie drenante da m lineare del bacino
$Q_{F,T}$	0,13	[l/s]	Portata drenata da m lineare del bacino

Tabella 6.2: Dimensionamento degli elementi drenanti – vasche 10mx10m.

DETERMINAZIONE DELLA PORTATA INFILTRANTE			
Determinazione portata critica			
k_{sat}	5E-05	[m/s]	Permeabilità del mezzo saturo in situ
D_h	1,2	[m]	Tirante idrico strato drenante
B_T	10	[m]	Larghezza
Calcoli preliminari			
k_{insat}	2,5E-05	[m/s]	Permeabilità del mezzo insaturo
$A_{f,m \text{ lineare}}$	10	[m ²]	Superficie drenante da m lineare del bacino
$Q_{F,T}$	0,25	[l/s]	Portata drenata da m lineare del bacino

L'ubicazione planimetrica delle vasche di laminazione e infiltrazione è illustrata nell'Allegato 01.

Le vasche sono state dimensionate per eventi intensi ad alta frequenza, con tempo di ritorno tra 2 e 5 anni.

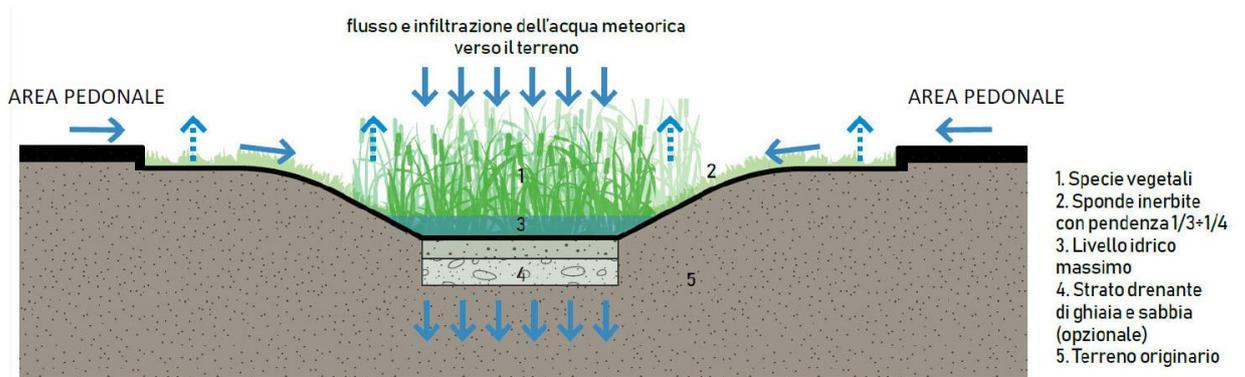


Figura 6.2: Schema tipologico di bacino di bio-ritenzione



7. STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO

In questo capitolo è presente lo studio di compatibilità idraulica, si individuano i possibili punti/tratti di interferenza tra le opere in progetto e aree a pericolosità idraulica, oltre che l'interferenza con il reticolo idrografico.

Per la classificazione delle aree si è fatto riferimento al PAI e PGRA, definendo il grado di pericolosità idraulica.

In aggiunta, per l'identificazione di canali minori è stata consultata la cartografia di base disponibile sul Geoportale Nazionale su scala 1: 25.000, oltre agli elementi idrici presenti sul portale della regione Toscana.

Come mostrato precedentemente non si riscontrano punti di interferenza tra il layout di progetto e le mappe di pericolosità idraulica. Si verifica, invece, la presenza di canali minori internamente al layout di progetto, i quali sono stati tenuti in considerazione non solo nel posizionamento dei tracker ma anche per quanto concerne le opere di mitigazione.

In aggiunta, sono presenti cinque punti di interferenza tra la viabilità di servizio perimetrale delle sezioni e il reticolo idrografico.

Infine, viene identificata un'interferenza tra il tracciato della linea di interconnessione e un elemento idrico.

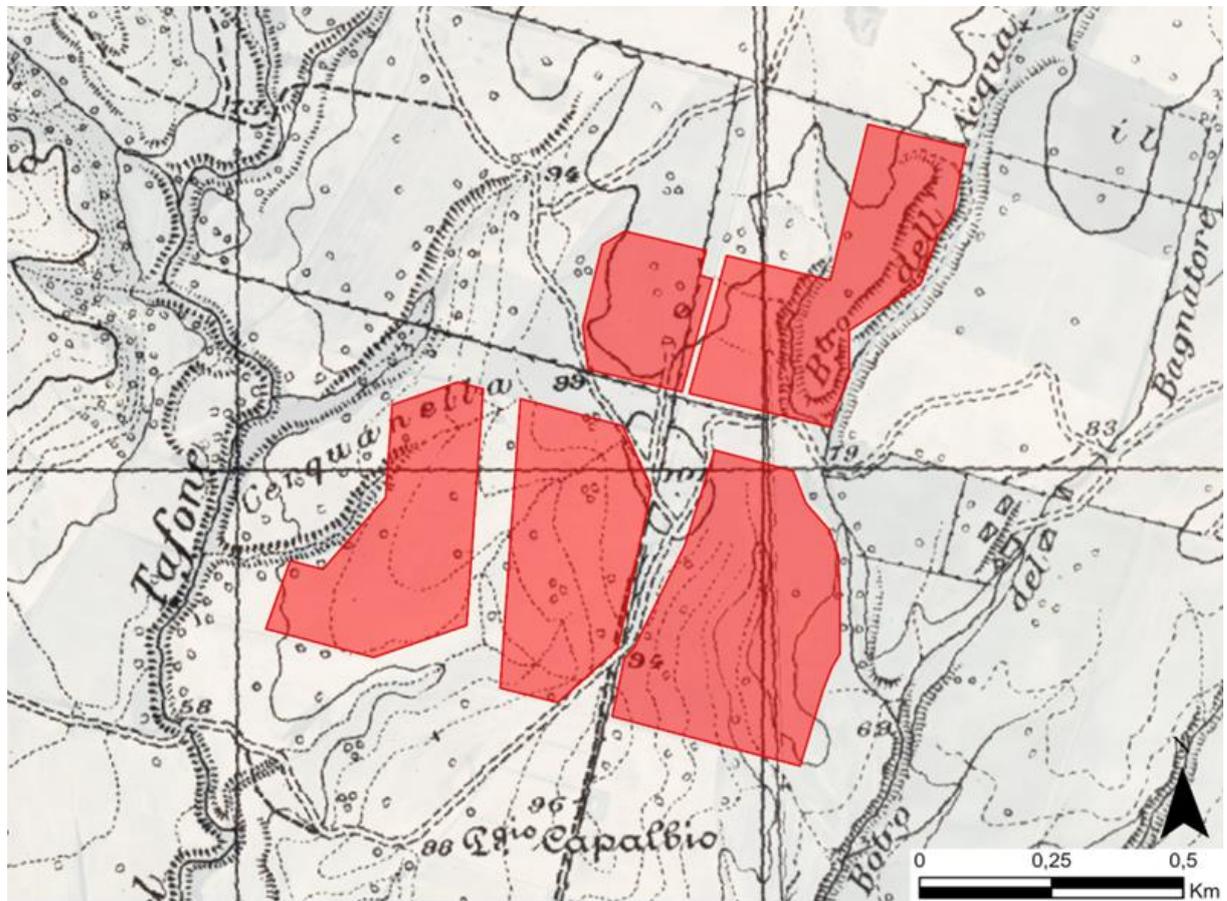
Nei paragrafi seguenti vengono presentate le interferenze e le eventuali relative soluzioni idrauliche.

7.1 IDENTIFICAZIONE INTERFERENZE - LAYOUT DI PROGETTO

Dalla consultazione della carta dell'IGM e dello stralcio degli elementi idrici della Regione Toscana si verifica il passaggio di canali all'interno del layout catastale di progetto. La presenza dei fossi è confermata dalla visione delle ortofoto storiche nel periodo 2002-2019; si verificano evidenti segni di solcature dovute al passaggio degli elementi idrici. Entro il confine dell'area di progetto non vi sono aree a rischio alluvione o di pericolosità idraulica.

L'area di progetto risulta interessata dalla presenza di elementi idrici, tale vincolo è stato recepito nel progetto non considerando la fascia di rispetto di tali elementi per l'installazione delle opere principali dell'impianto.

Gli interventi di mitigazione interna al sito sono relativi alle sponde degli impluvi naturali e prevedono macchie arbustate, lasciando 4 metri da moduli e 2 metri da fondo impluvio. La realizzazione degli interventi di mitigazione, sia interna sia esterna, oltre al mascheramento della recinzione e dell'impianto, consentirà di aumentare la biodiversità vegetale e paesistica, aumentare la biomassa foto-sintetizzante e l'inserimento e la connessione dell'area di pertinenza con la Rete Ecologica del territorio.



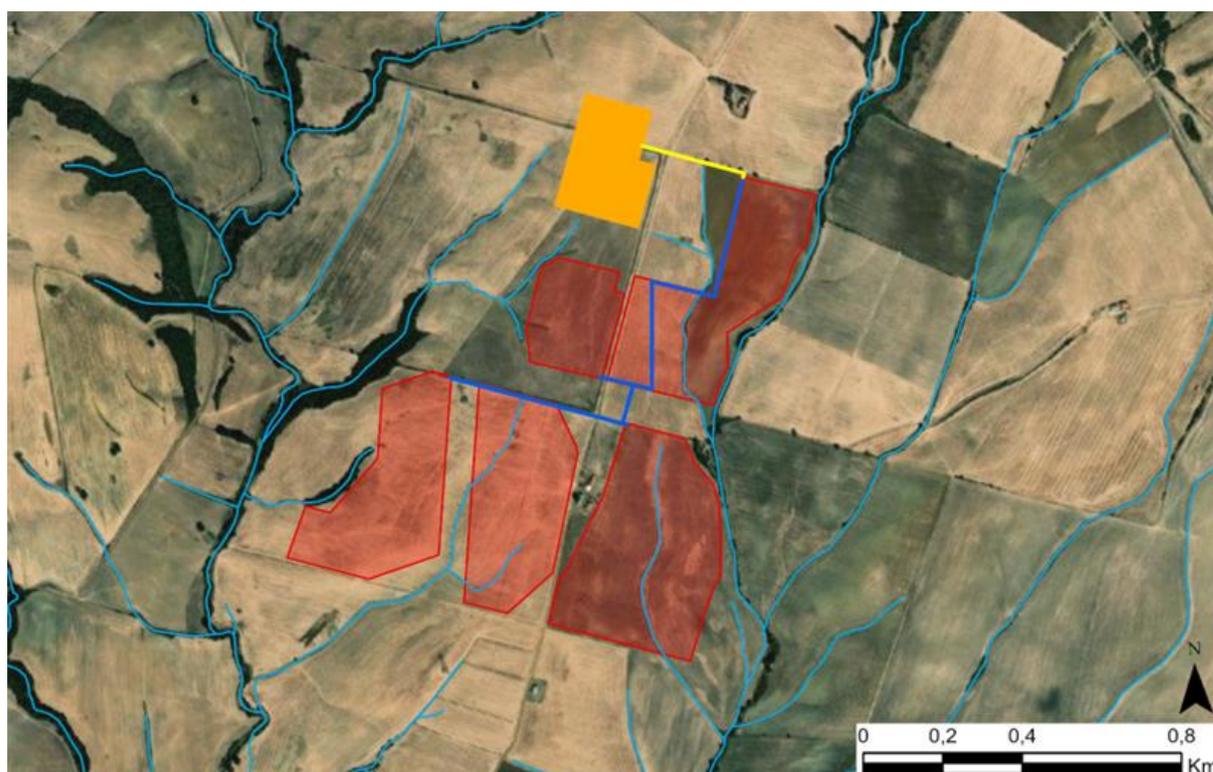
Legenda

 Layout di progetto

Cartografia di base - IGM 25.000

Copertura regioni zona WGS84-UTM33

Figura 7.1: Stralcio Carta Istituto Geografico Militare 25.000 con elementi idrici.



Legenda

- Interconnessione tra le sezioni di impianto
- Reticolo idrografico
- Linea di connessione
- Layout di impianto
- SE TERNA

Figura 7.2: Stralcio elementi idrici (in azzurro) della Regione Toscana. In rosso il layout di impianto, in giallo la linea di connessione, in blu l'interconnessione tra le sezioni del campo FV e in arancione la nuova SE Terna.

7.2 IDENTIFICAZIONE INTERFERENZE – VIABILITÀ DI SERVIZIO

Si riscontrano sei interferenze tra la viabilità di servizio e il reticolo idrografico, riassunte in Figura 7.3. Si sottolinea come l'interferenza T06, a differenza delle altre cinque, è stata identificata grazie alla consultazione delle ortofoto in quanto non è definita dal reticolo idrografico della Regione Toscana.

Ai fini di stabilire la portata critica da garantire per un evento di pioggia avente tempo di ritorno pari a 100 anni, è stato utilizzato il modello afflussi/deflussi presentato nel paragrafo 5.6.

Sulla base della simulazione del modello digitale del terreno, condotta mediante algoritmi TauDEM, è stato stabilito il bacino scolante alla sezione di chiusura corrispondente all'interferenza, il coefficiente di deflusso è stato ottenuto a partire dal layer disponibile sul sito della Regione Toscana, prodotto nell'ambito dell'Accordo di collaborazione tra Regione Toscana e Università di Firenze. A tal proposito, l'area di progetto è interessata da terreni seminativi, e litotipi affioranti che presentano nel complesso caratteristiche di permeabilità bassa.

Il tempo di corrvazione è stato calcolato come somma del tempo di entrata in rete più il tempo di rete, considerando una velocità di flusso pari a 1,5 m/s.

I coefficienti di calcolo principali, adottati per la valutazione della portata critica in corrispondenza degli attraversamenti della viabilità da adeguare, sono mostrati in Tabella 7.1.

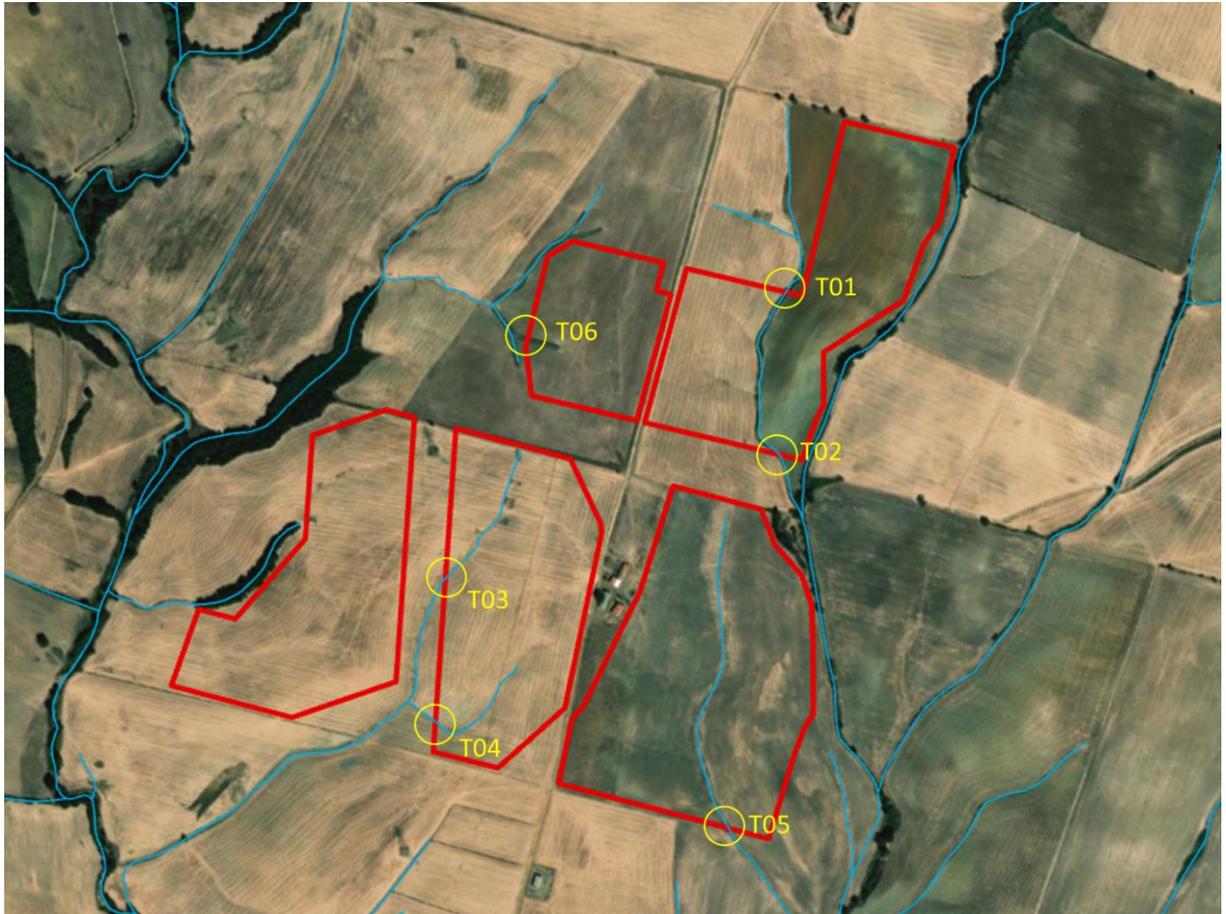


Figura 7.3: Stralcio elementi idrici (in azzurro) della Regione Toscana. In rosso i confini del layout di impianto. In giallo i punti di interferenza tra viabilità perimetrale e reticolo idrografico.



Tabella 7.1: Coefficienti principali per il calcolo della portata critica in corrispondenza delle interferenze della viabilità di servizio.

COEFFICIENTI	T01	T02	T03	T04	T05	T06
Area di bacino alla sezione di chiusura dell'interferenza [ha]	1,6	17,9	7,5	7,7	10,04	0,82
Tempo di ritorno [anni]	100	100	100	100	100	100
Tempo di corrivazione [ore]	0,28	0,37	0,32	0,31	0,34	0,28
Coeff. deflusso [-]	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Lunghezza asta principale [m]	180	650	350	305	480	140
Pendenza dell'asta principale [m/m]	0,03	0,03	0,04	0,05	0,04	0,07

7.2.1 Interferenza T01

L'interferenza, identificata con T01, riguarda un canale episodico, i cui segni di alveo sono evidenti soltanto nel lato sud della strada; pertanto non ci sono evidenti sottopassi esistenti.

Tuttavia, il risultato dell'analisi idraulica mostra una portata critica attesa pari a **0,6 m³/s** con un tempo di ritorno di 100 anni.

La capacità di convogliamento della sezione idraulica è stata calcolata attraverso una verifica idraulica in regime di moto uniforme, secondo la normale prassi progettuale, utilizzando la nota formula di Chezy con il coefficiente di scabrezza di Manning.

Al fine di garantire la verifica di compatibilità idraulica, si è previsto di superare l'interferenza adottando un tubo in HDPE o in c.a. carrabile di diametro pari a 0,5 m.

7.2.2 Interferenza T02

L'interferenza è dovuta allo stesso canale che provoca l'interferenza T01, ma nel lato sud della sezione C1.

Il risultato dell'analisi idraulica mostra una portata critica attesa pari a **5,88 m³/s** con un tempo di ritorno di 100 anni.

La capacità di convogliamento della sezione idraulica è stata calcolata attraverso una verifica idraulica in regime di moto uniforme, secondo la normale prassi progettuale, utilizzando la nota formula di Chezy con il coefficiente di scabrezza di Manning.

Al fine di garantire la verifica di compatibilità idraulica, si è previsto di superare l'interferenza adottando uno scatolare in c.a. carrabile cat.A1, con sezione avente dimensioni alla base di 2 metri e altezza pari a 1 metro.

Sulla base della verifica idraulica, la portata relativa a 100 anni di tempo di ritorno sarebbe convogliata anche in una sezione di dimensioni minori. Le dimensioni indicate tengono però conto dell'ingombro fisico reale del percorso di drenaggio presente e mirano a interferire il meno possibile con la morfologia presente.



7.2.3 Interferenza T03

Il risultato dell'analisi idraulica mostra una portata critica attesa pari a **2,67 m³/s** con un tempo di ritorno di 100 anni.

La capacità di convogliamento della sezione idraulica è stata calcolata attraverso una verifica idraulica in regime di moto uniforme, secondo la normale prassi progettuale, utilizzando la nota formula di Chezy con il coefficiente di scabrezza di Manning.

Al fine di garantire la verifica di compatibilità idraulica, si è previsto di superare l'interferenza adottando uno scatolare in c.a. carrabile cat.A1, con sezione avente dimensioni alla base di 2 metri e altezza pari a 1 metro.

Sulla base della verifica idraulica, la portata relativa a 100 anni di tempo di ritorno sarebbe convogliata anche in una sezione di dimensioni minori. Le dimensioni indicate tengono però conto non solo della portata al colmo ma anche dell'ingombro fisico reale del percorso di drenaggio presente e mirano a interferire il meno possibile con la morfologia presente.

7.2.4 Interferenza T04

Il risultato dell'analisi idraulica mostra una portata critica attesa pari a **2,81 m³/s** con un tempo di ritorno di 100 anni.

La capacità di convogliamento della sezione idraulica è stata calcolata attraverso una verifica idraulica in regime di moto uniforme, secondo la normale prassi progettuale, utilizzando la nota formula di Chezy con il coefficiente di scabrezza di Manning.

Al fine di garantire la verifica di compatibilità idraulica, si è previsto di superare l'interferenza adottando uno scatolare in c.a. carrabile cat.A1, con sezione avente dimensioni alla base di 2 metri e altezza pari a 1 metro.

Sulla base della verifica idraulica, la portata relativa a 100 anni di tempo di ritorno sarebbe convogliata anche in una sezione di dimensioni minori. Le dimensioni indicate tengono però conto non solo della portata al colmo ma anche dell'ingombro fisico reale del percorso di drenaggio presente e mirano a interferire il meno possibile con la morfologia presente.

7.2.5 Interferenza T05

Il risultato dell'analisi idraulica mostra una portata critica attesa pari a **3.46 m³/s** con un tempo di ritorno di 100 anni.

La capacità di convogliamento della sezione idraulica è stata calcolata attraverso una verifica idraulica in regime di moto uniforme, secondo la normale prassi progettuale, utilizzando la nota formula di Chezy con il coefficiente di scabrezza di Manning.

Al fine di garantire la verifica di compatibilità idraulica, si è previsto di superare l'interferenza adottando uno scatolare in c.a. carrabile cat.A1, con sezione avente dimensioni alla base di 2 metri e altezza pari a 1 metro.

Sulla base della verifica idraulica, la portata relativa a 100 anni di tempo di ritorno sarebbe convogliata anche in una sezione di dimensioni minori. Le dimensioni indicate tengono però conto non solo della portata al colmo ma anche dell'ingombro fisico reale del percorso di drenaggio presente e mirano a interferire il meno possibile con la morfologia presente.

7.2.6 Interferenza T06

Il risultato dell'analisi idraulica mostra una portata critica attesa pari a **0.31 m³/s** con un tempo di ritorno di 100 anni.



La capacità di convogliamento della sezione idraulica è stata calcolata attraverso una verifica idraulica in regime di moto uniforme, secondo la normale prassi progettuale, utilizzando la nota formula di Chezy con il coefficiente di scabrezza di Manning.

Al fine di garantire la verifica di compatibilità idraulica, si è previsto di superare l'interferenza adottando un tubo in HDPE o in c.a. carrabile di diametro pari a 0,5 m.

7.2.7 Conclusioni

Le scelte e i dimensionamenti presentati saranno verificati nella fase di progetto esecutiva con il supporto di un rilievo di dettaglio al fine di controllare le reali condizioni topografiche del sito.

Inoltre, si specifica che, in corrispondenza di ciascun attraversamento, sarà prevista una riprofilatura dell'alveo e la posa di pietrame e/o riprap come opera di rinforzo strutturale delle sponde, al fine di prevenire fenomeni erosivi contrastando l'azione idrodinamica della corrente, e andando a ridurre eventuali fenomeni di instabilità gravitativa. Si rimanda alla fase esecutiva di progetto per il dimensionamento della pezzatura necessaria e la verifica del tombotto.

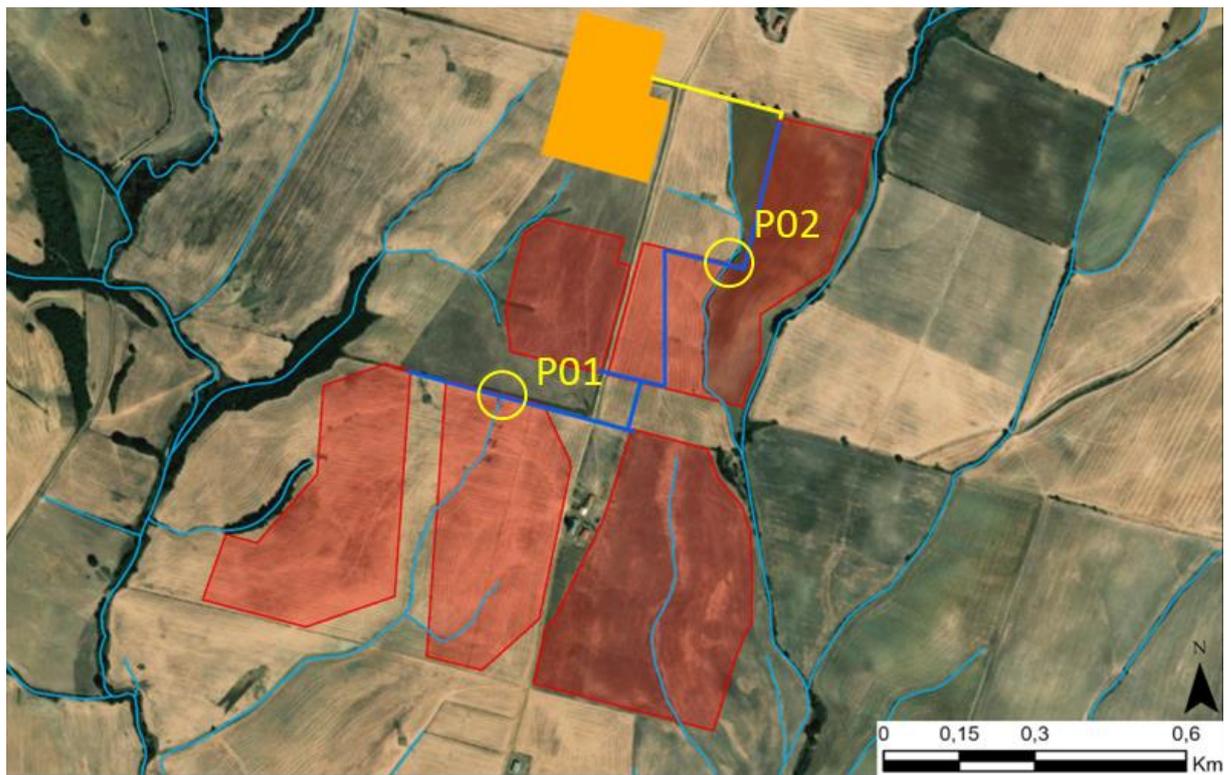
7.3 IDENTIFICAZIONE INTERFERENZE - LINEA DI CONNESSIONE

L'impianto di produzione da fonte solare si conetterà alla nuova SE della RTN del comune di Manciano attraverso un elettrodotto a 36 kV della lunghezza di circa 1,62 Km, somma del cavo di interconnessione tra le sezioni del campo FV e del tracciato della linea di connessione alla nuova SE.

Come anticipato precedentemente, non si riscontrano interferenze tra le aree a pericolosità idraulica mappate da PAI e PGRA e il tracciato della linea di connessione.

In aggiunta, tramite consultazione del reticolo idrografico della Regione Toscana, si verificano due interferenze con gli elementi idrici denominate P01 e P02. La presenza di tali interferenze è confermata anche dalla visione di ortofoto storiche nel periodo 2002-2019: nel caso dell'interferenza P01 si tratta di un canale episodico, mentre per l'interferenza P02 si ha un canale di dimensioni più rilevanti.

Di seguito uno stralcio dell'ubicazione su ortofoto delle due interferenze della linea di connessione con il reticolo idrico.



Legenda

-  Interconnessione tra le sezioni di impianto
-  Linea di connessione
-  Layout di impianto
-  SE TERNA
-  Reticolo idrografico

Figura 7.4: Ubicazione su ortofoto delle interferenze della linea di connessione con il reticolo idrico.

7.3.1 Interferenza P01

Si riporta di seguito uno stralcio dell'interferenza P01 su ortofoto.

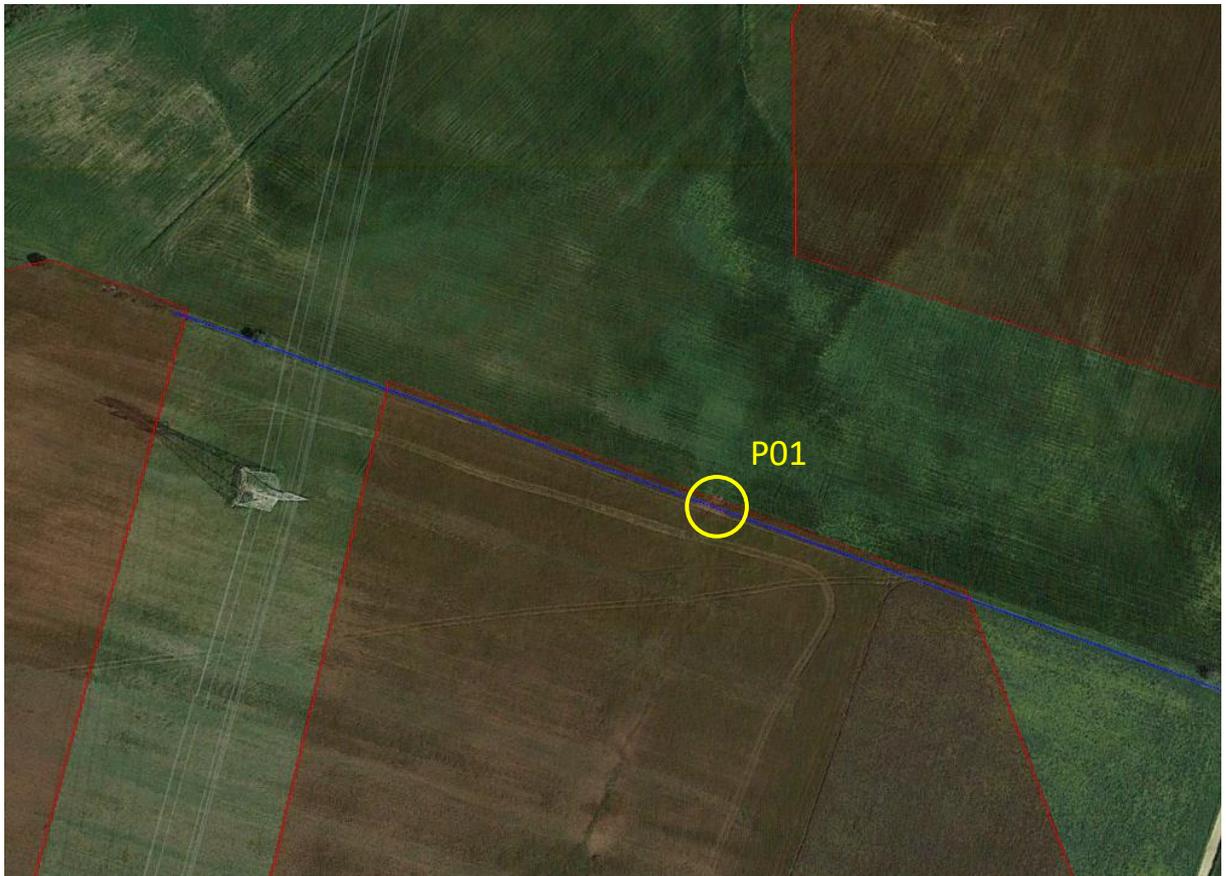


Figura 7.5: Interferenza P01

Dato il carattere episodico dell'elemento idrico, in accordo con il gestore, per la posa del cavo si può optare per l'interramento ad almeno 1,5 metri di profondità senza necessariamente ricorrere a metodi *trenchless*.

Si ritiene che a tale profondità l'attraversamento avvenga in condizioni di sicurezza idraulica nella vita di progetto attesa. L'interferenza risulta quindi superata ed idraulicamente compatibile.

7.3.2 Interferenza P02

Si riporta di seguito uno stralcio dell'interferenza P02 su ortofoto.

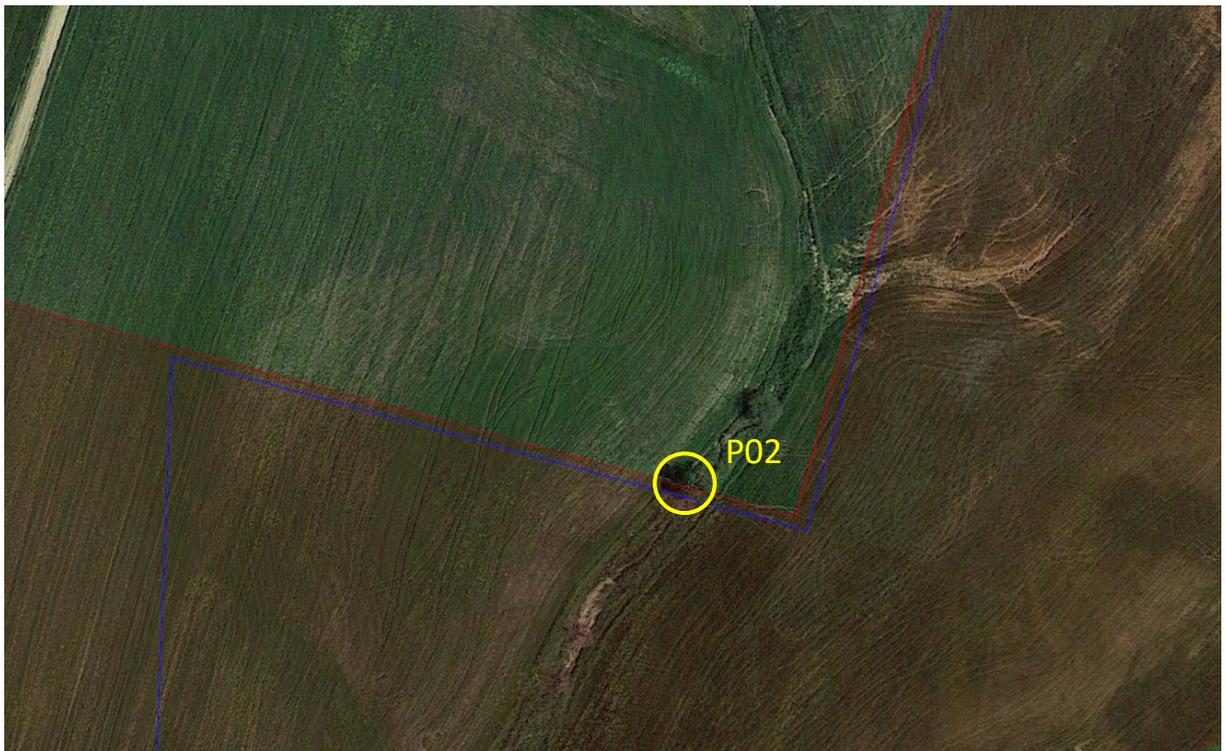


Figura 7.6: Interferenza P02

Data la maggiore rilevanza maggiore dell'elemento idrico in questione, la posa del cavo verrà seguita mediante perforazione TOC.

La profondità di posa tra cielo tubazione dal punto più depresso della sezione idraulica attraversata sarà al minimo pari a 2 metri

Si ritiene che a tale profondità l'attraversamento avvenga in condizioni di sicurezza idraulica nella vita di progetto attesa. L'interferenza risulta quindi superata ed idraulicamente compatibile.

In conclusione, il progetto risulta idraulicamente compatibile.



8. CONCLUSIONE

Lo studio di compatibilità idraulica del progetto dell'impianto fotovoltaico e della linea di connessione ha analizzato le eventuali interferenze con le aree a pericolosità idraulica (Piano stralcio di bacino per l'Assetto Idrogeologico PAI, Piano di Gestione del Rischio Alluvioni PGRA, Piano Strutturale del Comune di Manciano).

Si evidenzia che l'approccio utilizzato nello studio ha posto grande attenzione non solo alla mera progettazione della rete di drenaggio delle acque meteoriche, ma soprattutto all'integrazione delle opere con lo stato di fatto. Si sono quindi minimizzate le interferenze con l'idrografia esistente, sostituendo l'utilizzo delle tradizionali opere dell'ingegneria civile (infrastrutture grigie) con le infrastrutture verdi, che mitigano gli impatti biofisici delle opere in progetto, riducendo il potenziale rischio idrogeologico, creando benefici ecosistemici e promuovendo gli obiettivi della politica comunitaria.

Questo studio ha messo a confronto lo scenario ante-operam e quello post-operam, analizzando il possibile impatto del progetto da un punto di vista idrologico (valutazione variazioni del coefficiente di deflusso e modifiche al deflusso naturale delle acque meteoriche) e da un punto di vista idraulico (valutazione variazioni degli apporti durante eventi intensi al ricettore finale).

In merito allo stato post-operam, si è valutato l'impatto dell'installazione delle strutture tracker monoassiali. Vista l'interdistanza esistente tra le strutture, l'altezza da piano campagna e la mobilità che varierà la copertura su suolo (rendendo quindi non permanente la schermatura), durante un evento intenso con tempo di ritorno pari a quello di progetto non sono previste variazioni critiche della capacità di infiltrazione, così come delle caratteristiche di permeabilità del terreno nelle aree interessate dall'installazione di tracker. Analogamente le platee di appoggio delle cabine avranno un'area trascurabile rispetto all'intera estensione delle aree.

Ciononostante, volendo cautelativamente ipotizzare una perdita di capacità di infiltrazione delle acque meteoriche, si è valutata arealmente l'incidenza nell'ipotesi di fissità orizzontale dei tracker e si sono valutati gli impatti in termini di capacità di infiltrazione delle eventuali acque di ruscellamento che si generano su ogni settore di progetto su aree permeabili. Tale valutazione è stata condotta sulla base di precedenti studi internazionali (rif. "Hydrologic response of solar farm", Cook, Lauren, Richard - 2013 - American Society of Civil Engineers) improntati su un modello concettuale di impatto che simula il modulo idrologico tipo di impianto come costituito da un'area di installazione pannelli ed una di interfila.

Nelle aree interessate dal progetto, durante la fase post-operam, nello scenario più cautelativo, si registrerebbe un incremento dei deflussi totali di circa il 17%.

Tale incremento è mitigato grazie all'adozione di sistemi di drenaggio sostenibili in vasche di laminazione e infiltrazione rinverdate, portando quindi ad uno scenario post-operam maggiormente confrontabile con quello ante-operam.

Nel confronto tra la rete di drenaggio naturale dello stato di fatto e di progetto si segnala che si è prevista una rete costituita da fossi in terra non rivestiti, realizzati in corrispondenza degli impluvi naturali esistenti (v. Allegato 01); questi ultimi sono stati identificati sulla base di una simulazione del modello digitale del terreno con estrazione dei sottobacini idrografici e della rete idrografica primaria e secondaria esistente.

La presenza di canali idrici interni al layout di progetto è stata recepita posizionando i moduli mantenendo una fascia di rispetto. Questi canali sono, inoltre, oggetto delle opere di mitigazione interna, che prevedono macchie arbustate sulle sponde degli impluvi naturali.

Tali scelte consentono di evitare di modificare la rete naturale, senza interferenze nella disposizione dei tracker e delle altre opere di progetto. Tutte le opere di regimazione rientreranno nell'ambito



dell'ingegneria naturalistica. Per alleggerire dal carico idrico la rete come descritto precedentemente sono inserite vasche diffuse di laminazione e infiltrazione.

La preparazione del sito inoltre non prevede opere su larga scala di scotico, ma solo il taglio vegetazione ove essa impedisca la regolare esecuzione delle attività di costruzione e operatività. La viabilità di cantiere è assunta in materiale drenante.



LEGENDA

- LINEA DI CONNESSIONE
- STAZIONE ELETTRICA TERNA 380/132/36 kV
- CORSI D'ACQUA
- RETE DI DRENAGGIO
- ARGINELLO IN TERRENO DA RIPORTO
- VASCA DI LAMINAZIONE
- VIABILITA PERIMETRALE (LARGHEZZA 4 m)
- VIABILITA INTERNA (LARGHEZZA 3,5 m)
- FASCIA DI MITIGAZIONE ESTERNO RECINZIONE (LARGHEZZA 3 m)
- MITIGAZIONE INTERNA IMPLUVI ARBUSTATI (LARGHEZZA 4 m)
- MITIGAZIONE ESTERNA AREE DI RINFOLTIMENTO ARBOREO/ARBUSTIVO
- CABINATI**
- CABINA ELETTRICA DI SMISTAMENTO
- CABINA ELETTRICA DI CAMPO – POWER STATION
- LOCALE GUARDIANA E CONTROLLO ACCESSI
- MAGAZZINO
- CABINA ELETTRICA DI RACCOLTA 36 kV
- ↖ ACCESSO AREA IMPIANTO
- RECINZIONE IN PROGETTO
- FASCIA DI RISPETTO INSTALLAZIONE IMPIANTO
- | TRACKER (28 MODULI)

REGIMAZIONE IDRAULICA

SCALA 1:4000 – 1 cm = 40 m

REV.	DESCRIZIONE	DESIGN.	CONTROL.	APPROV.	DATA
0	—	ER	CP	LC	05/2023

Montana		Montano SpA Via Carlo Farini 10, 20143 Milano Tel. +39 02 54118173 Fax +39 02 54129860 www.montanabene.com Milano (sele certificata ISO) Brescia Palermo Cagliari Roma	P.IVA 10414207056 Cap. Soc. 600.000,00 €
Committente BURANO SOLAR S.R.L.			
Progettisti ING. LAURA CONTI Iscritta all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Pavia al n. 1726			
Oggetto IMPIANTO FOTOVOLTAICO COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 45 MW COMUNE DI MANCIANO (GR)			
Titolo REGIMAZIONE ACQUE METEORICHE SUPERFICIALI			N. Tav. —
Nu. Rv. ALLEGATO 01_REGIMAZIONE ACQUE SUPERFICIALI			Scala 1:4000
E' VIETATA LA RIPRODUZIONE DI QUESTO DOCUMENTO SENZA PREVENTIVA AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA MONTANA SPA			