

RELAZIONE SULLA INVARIANZA IDRAULICA

CAPENA SOLARE

**IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA DELLA POTENZA
NOMINALE DI CIRCA 18 MWP NEI COMUNI DI CAPENA
E FIANO ROMANO (RM)**



INDICE

PREMESSA	1
1. LOCALIZZAZIONE DEL PROGETTO	3
2. DESCRIZIONE DEL PROGETTO	6
2.1 LAYOUT IMPIANTO	8
3. INQUADRAMENTO TERRITORIALE	9
3.1 PAI – PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO	9
3.2 GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA DELL’AREA	10
3.3 IDROGEOLOGIA	11
4. INVARIANZA IDRAULICA	13
4.1 VALUTAZIONE INVARIANZA.....	14
4.2 MISURE MITIGATIVE	17
5. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	21
6. BIBLIOGRAFIA, RIFERIMENTI E FONTI	22

Elenco delle Figure:

Figura 1 – Zona interessata dal progetto su base satellitare.....	3
Figura 2 – Zona interessata dal progetto su base CTRN	4
Figura 3 – Layout di impianto	8
Figura 4 - Stralcio tavola dell’Autorità di Bacino del Tevere	9
Figura 5 – Piano di Gestione Rischio Alluvioni aggiornato a dicembre 2021 (Geoportale Nazionale).....	10
Figura 6 – Carta Geologica di dettaglio.....	11
Figura 7 – Stralcio carta idrogeologica – Foglio 4 scala 1:100.000	12
Figura 8 – Carta del flusso idrografico e delle pendenze	19
Figura 9 – Linee segnalatrici di possibilità pluviometrica della stazione di ROMA NORD.....	24
Figura 10 – Linee segnalatrici di possibilità pluviometrica della stazione di ROMA NORD per evento di durata di 2h e $Tr= 30$ anni.....	24

PREMESSA

La presente relazione è relativa al progetto di un impianto fotovoltaico di taglia industriale del tipo grid-connected da realizzarsi nel territorio dei Comuni di Capena e Fiano Romano (RM), nella località di "Capocroce" ed ha lo scopo di garantire l'invarianza idraulica in maniera tale da verificare che la trasformazione del suolo non aggravi la portata del reticolo idrografico evitando di incrementare potenziali situazioni di rischio e conservando l'equilibrio idraulico dello stato dei luoghi.

La relazione è stata redatta in ottemperanza a quanto previsto dalle "Linee guida sull'invarianza idraulica nelle trasformazioni territoriali" approvate dalla Regione Lazio con Deliberazione n. 117 del 24/03/2020, come previsto dal D. Lgs 49/2010 "Attuazione della Direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni". L'impianto in oggetto prevede l'installazione di pannelli fotovoltaici (moduli) in silicio monocristallino della potenza unitaria di 620 Wp, su un unico lotto di terreno prevalentemente pianeggiante di estensione totale di circa 22,5 ettari, (altitudine media 70 m slm.) avente destinazione agricola. I pannelli saranno montati su strutture a inseguimento monoassiale (tracker) in configurazione monofilare ed ogni tracker sarà composto da 28 moduli.

L'impianto sarà corredato da 4 Cabine Inverter, di dimensioni altezza fuori terra 2,55 m e 31,25 mq di superficie, 4 cabine trafo MT di dimensioni altezza fuori terra 2,55 e 21,235 mq di superficie ognuna, 1 control room, 1 deposito materiale di 21,235 mq di superficie ognuna. Il progetto prevede 607 tracker in configurazione 2x24 moduli (ovvero 29.136 moduli) per una potenza complessiva installata di 18 MWp. L'impianto sarà di tipo GRID-CONNECTED (connesso alla rete elettrica per l'immissione dell'energia) e costituito da lotti che saranno allacciati alla rete di e-Distribuzione come da TICA/STMG CP T0738640, tramite la realizzazione di tre nuove cabine di consegna, una per ogni impianto del lotto, collegate ad altrettanti stalli MT dedicati nella cabina primaria FIANO mediante linee MT in cavo interrato su strade pubbliche. Si prevede



inoltre la realizzazione di una richiusura fra le tre cabine di consegna del produttore, in aggiunta a una richiusura con la linea C. Rurali in uscita da CP Fiano.

L'intero cavidotto che avrà uno sviluppo totale di 2450m (2250m+200m richiusura) sarà completamente interrato su strade esistenti dei comuni di Capena e Fiano Romano e avrà 3 attraversamenti demaniali (1 visibile e 2 intubati). Questo lo esclude dagli interventi da sottoporre ad autorizzazione paesaggistica ai sensi dell'allegato a.15 del DPR 31/2017.

1. LOCALIZZAZIONE DEL PROGETTO



Figura 1 - Zona interessata dal progetto su base satellitare

Il terreno su cui è progettato l'impianto ricade nella zona centrale del Lazio, in zone a carattere prevalentemente agricolo, nel settore SE del Comune di Capena. Sullo stralcio di Google Earth, in basso, sono state rappresentate le aree dei terreni interessati dal progetto ed il tratteggio di colore arancione per il cavidotto e la SSE. Dal punto di vista morfologico l'area è posta in corrispondenza di un'area quasi sub-pianeggiante, con pendenze piuttosto blande, prossime ai 5-10°; in alcune zone le

pendenze assumono valori più elevati prossimi ai 12° che degradano sempre verso i quadranti sud-occidentali in direzione di un impluvio d'importanza locale.

L'area su cui verrà installato il campo fotovoltaico si trova nel quadrante sud-est del comune di Capena a circa 2,3 Km dal centro storico. L'area ha prevalentemente carattere agricolo. I terreni su cui insiste il progetto, come riscontrabile dal PRG di Capena, hanno una destinazione d'uso agricola, mentre in base alla pianificazione urbanistica del Comune di Fiano Romano, l'area di progetto relativa al cavidotto ricade in zona industriale.

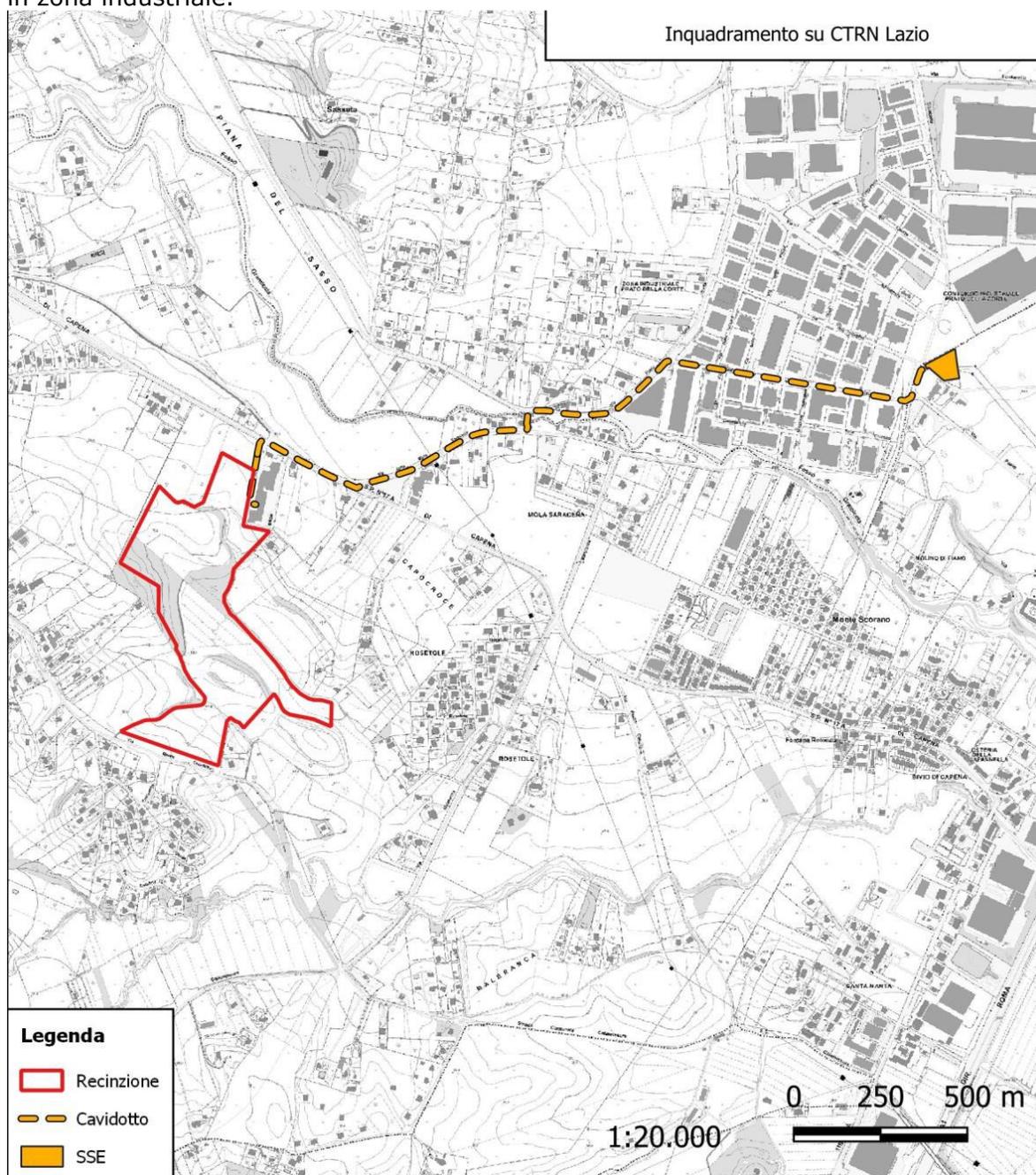


Figura 2 – Zona interessata dal progetto su base CTRN



Nella cartografia del Catasto Terreni del comune di Capena, l'area di impianto è ricompresa nei Fogli 12 e 13 e l'area della SSE di consegna nel Foglio 22.

La superficie totale delle particelle opzionate, con l'esclusione quindi di quelle destinate alla sola servitù, consta di 22,50 ha. L'area effettivamente coperta dall'impianto è di 9,10 ha. Questo dato comprende le superfici dei cabinati e quella dei moduli/trackers infissi in terra per un indice di copertura del 41,83% rispetto a quella opzionata. Il parametro è importante da sottolineare, poiché resta libera e a verde il 58,17% dell'estensione.

Nella cartografia ufficiale l'impianto è individuato nei seguenti riferimenti:

- Carta Tecnica Regionale in scala 1:10.000 (CTR):
 - Foglio 365 Sezione 070;
- Carta Tecnica Regionale Numerica in scala 1:5.000 (CTRN):
 - elemento 365071; elemento 365072;

I terreni interessati dal progetto sono iscritti in un rettangolo individuato, nel sistema di coordinate UTM 50 e WGS84, dai vertici superiore sinistro e inferiore destro, e nel sistema di coordinate geografiche da uno span di latitudine e longitudine:

UTM50

UPPER LEFT X=794371.01 UPPER LEFT Y= 4670618.93

LOWER RIGHT X= 795091.70 LOWER RIGHT Y= 4669618.73

WGS84

UPPER LEFT NORTH LATITUDE=42.130406 N

WEST LONGITUDE= 12.569180 E

LOWER RIGHT

SOUTH LATITUDE= 42.121686 N

EAST LONGITUDE= 12.559973 E

I terreni su cui insiste il progetto hanno una destinazione d'uso agricola, e sono liberi da vincoli archeologici, naturalistici, paesaggistici, di tutela dell'ambiente idrico superficiale e profondo.

2. _ DESCRIZIONE DEL PROGETTO

L'impianto fotovoltaico sarà installato su di una superficie di 22,5 ettari e sarà costituito da pannelli fotovoltaici in silicio monocristallino della potenza unitaria di 620 Wp per una potenza totale pari a circa 14.005.000 Wp; i moduli previsti sono **Suntech Ultra V Pro plus N-type da 600-620 Wp** da 620 Wp.

Ogni modulo dispone di diodi di by-pass alloggiati in una cassetta IP65 e posti in antiparallelo alle celle così da salvaguardare il modulo in caso di contro-polarizzazione di una o più celle dovuta ad ombreggiamenti o danneggiamenti. I moduli scelti sono forniti di cornice e con garanzia di una potenza non inferiore al 90% del valore iniziale dopo 10 anni di funzionamento ed all'80% dopo 25 anni. Ogni stringa di moduli sarà munita di diodo di blocco per isolare ogni stringa dalle altre in caso di accidentali ombreggiamenti, guasti etc. La linea elettrica proveniente dai moduli fotovoltaici sarà messa a terra mediante appositi scaricatori di sovratensione con indicazione ottica di fuori servizio, al fine di garantire la protezione dalle scariche di origine atmosferica.

I pannelli saranno montati su strutture a inseguimento mono-assiale (tracker) in configurazione monofilare ed ogni tracker sarà composto da 14/28 moduli. **I pannelli fotovoltaici avranno dimensioni di 2411 mm X 1134 mm X 35 mm ciascuno.**

Il progetto prevede l'installazione di 607 tracker (ovvero 29.136 moduli), per una potenza complessiva installata di 18 MWp.

Le strutture di sostegno (infisse al suolo) e di movimento dei tracker saranno in acciaio galvanizzato secondo normativa ISO 1461:2009.

L'utilizzo di tali strutture permetterà innanzitutto di avere altezze limitate e soprattutto di dismettere i pali, una volta terminata la vita utile dell'impianto, in maniera semplice e veloce senza intervenire sull'assetto del terreno su cui sono poggiati.

L'altezza totale delle strutture (H) dal suolo sarà di 2,40 mt mentre l'infissione sarà pari a 1,50 mt;

L'altezza minima da terra (D) è 0,4 m.



La distanza tra i tracker (I) verrà impostata in base alle specifiche del progetto al fine di ottenere il valore desiderato GCR (Global Currency Reserve) e rispettare i limiti del progetto, poiché TRJ è un tracker indipendente di file, non ci sono limitazioni tecniche.



Ciascuna struttura di tracciamento completa, comprese le fondazioni dei pali di spinta, pesa circa 880 kg, una media di 62 tracker (con moduli PV da 450 Wp) sono necessari per ogni 1 MWp.

Si è scelto di adottare una soluzione centralizzata e compatta della Huawei, la Smart Transformer Station STS-6000K Eco-design, che offre numerosi vantaggi, tra cui la modularità. Le Smart Transformer sono disponibili con configurazioni che prevedono fino a 4 inverter di grande taglia (tensione massima DC 1.500V). Sono in grado di massimizzare l'efficienza e il rendimento del parco solare grazie anche all'utilizzo di inverter centralizzati, ma anche di ridurre i tempi di fermo impianto e quelli di assistenza, estremamente rapida e semplice, per il ripristino del malfunzionamento occorso alla stazione di conversione di energia. Parzializzando tutta la potenza di ogni singolo inverter, anche in caso di guasto, l'impianto solare non smetterà mai di produrre energia. Un altro modulo di potenza penserà a sfruttare e compensare la produzione.

La connessione in serie dei moduli fotovoltaici dovrà essere effettuata utilizzando i connettori multicontact pre-installati dal produttore nelle scatole di giunzione poste sul retro di ogni modulo. I cavi dovranno essere stesi fino a dove possibile all'interno degli appositi canali previsti nei profili delle strutture di fissaggio. Per la distribuzione dei cavi all'esterno si devono praticare degli scavi (profondità non inferiore a 0,8 m per i cavi di media tensione su proprietà privata e pari ad almeno 1 metro su terreno pubblico) seguendo un percorso il più possibile parallelo a strade o passaggi. I cavi MT dovranno essere separati da quelli BT e i cavi BT separati da quelli di segnalazione e monitoraggio. Ad intervalli di circa 15/20 m per tratti rettilinei e ad ogni derivazione si interporranno dei pozzetti rompitratta (del tipo prefabbricato con chiusino in cemento) per agevolare la posa delle condutture e consentire l'ispezione ed il controllo dell'impianto. I cavi, anche se del tipo per posa direttamente interrata, devono essere protetti meccanicamente mediante tubi. Il percorso interrato deve essere segnalato, ad esempio colorando opportunamente i tubi (si deve evitare il colore giallo, arancio, rosso) oppure mediante nastri segnalatori posti a 20 cm sopra le tubazioni. Le tubazioni dei cavidotti in PVC devono essere di tipo pesante (resistenza allo schiacciamento non inferiore a 750 N). Ogni singolo elemento è provvisto ad una estremità di bicchiere per la giunzione. Il tubo è posato in modo che esso si appoggi sul fondo dello scavo per tutta la lunghezza; è completo di ogni minuteria ed accessorio per renderlo in opera conformemente alle norme CEI 23-29.

2.1 Layout impianto

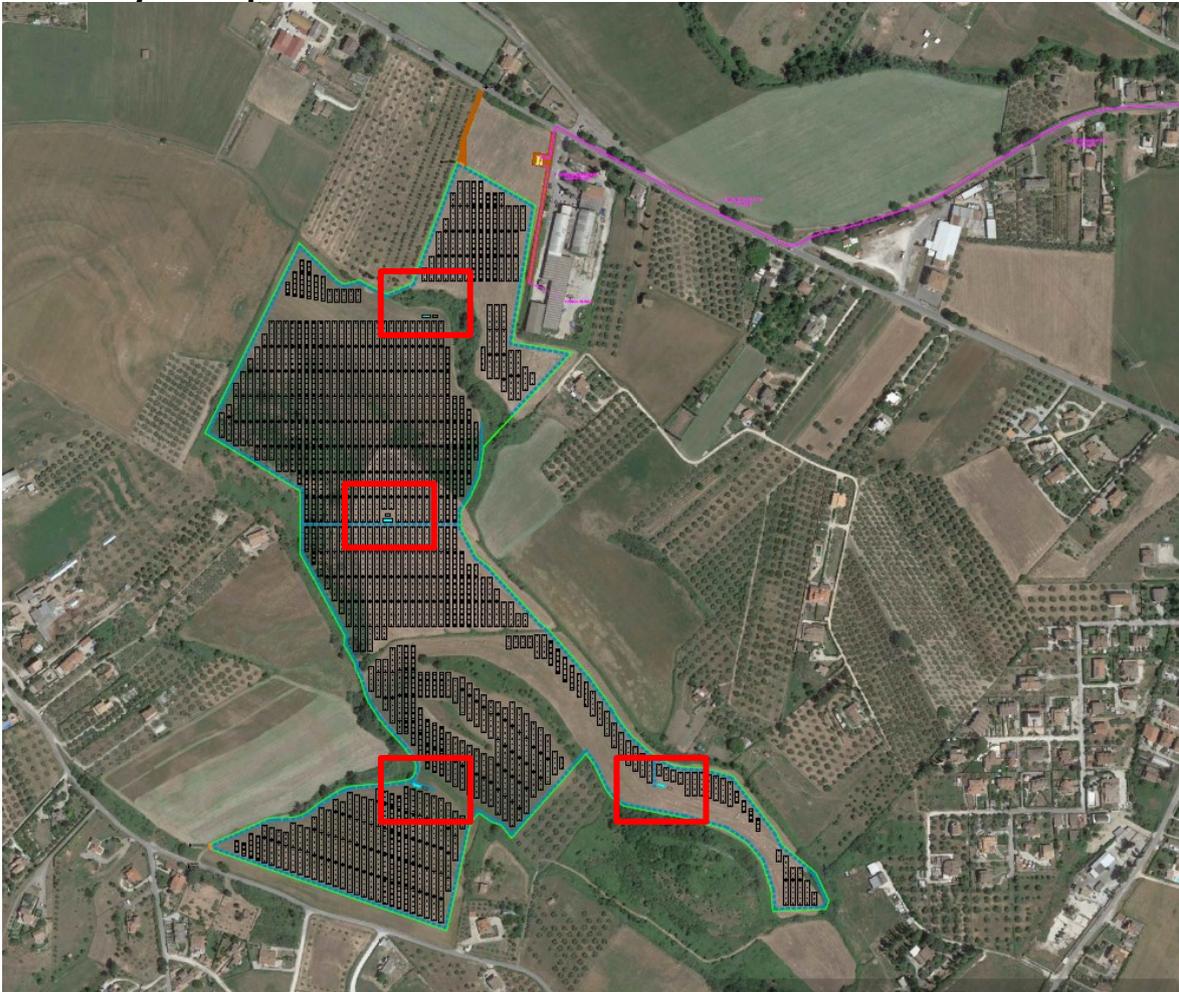


Figura 3 – Layout di impianto

Nel Layout sono indicati i locali tecnici dell'impianto che vengono considerati nel calcolo dell'invarianza idraulica.

LEGENDA			
	Cabina inverter		Recinzione
	Cabina trasformatori		Viabilità interna/perimetrale
	Container uffici/control room		Viabilità accesso
	Container deposito		Limite catastale
	Servizi igienici (cantiere)		Particelle impianto
	Area cantiere \ stoccaggio		Linea elettriche aerea
	Cabina di consegna		Cavidotto MT interrato
	Struttura moduli fotovoltaici tracker 1axial N-S		Fascia di mitigazione
	Accesso / Ingresso impianto		Mitigazione naturale esistente
			Reticolo idrografico

3. _ INQUADRAMENTO TERRITORIALE

In considerazione degli aspetti programmatici analizzati risulta che l'intervento è ubicato su aree a destinazione agricola e che non ricade in aree a rischio idraulico o di frana.

3.1 PAI – PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO

L'area in oggetto ricade all'interno del Distretto Idrografico dell'Appennino Centrale, in particolare l'area ricade all'interno del PAI dell'Autorità di Bacino del Fiume Tevere. Il Piano Stralcio per l'Assetto idrogeologico dell'Autorità dei Bacini del Fiume Tevere è stato approvato con D.P.C.M. del 10 Novembre 2006.

Dall'analisi della cartografia tematica del PAI-Assetto geomorfologico e idraulico dell'Autorità di Bacino del Tevere, **le aree in oggetto non sono interessate da fenomeni dissesto potenziali e in atto e non risultano quindi inserite all'interno di aree sottoposte a tutela per Pericolo di inondazione e di frana.**

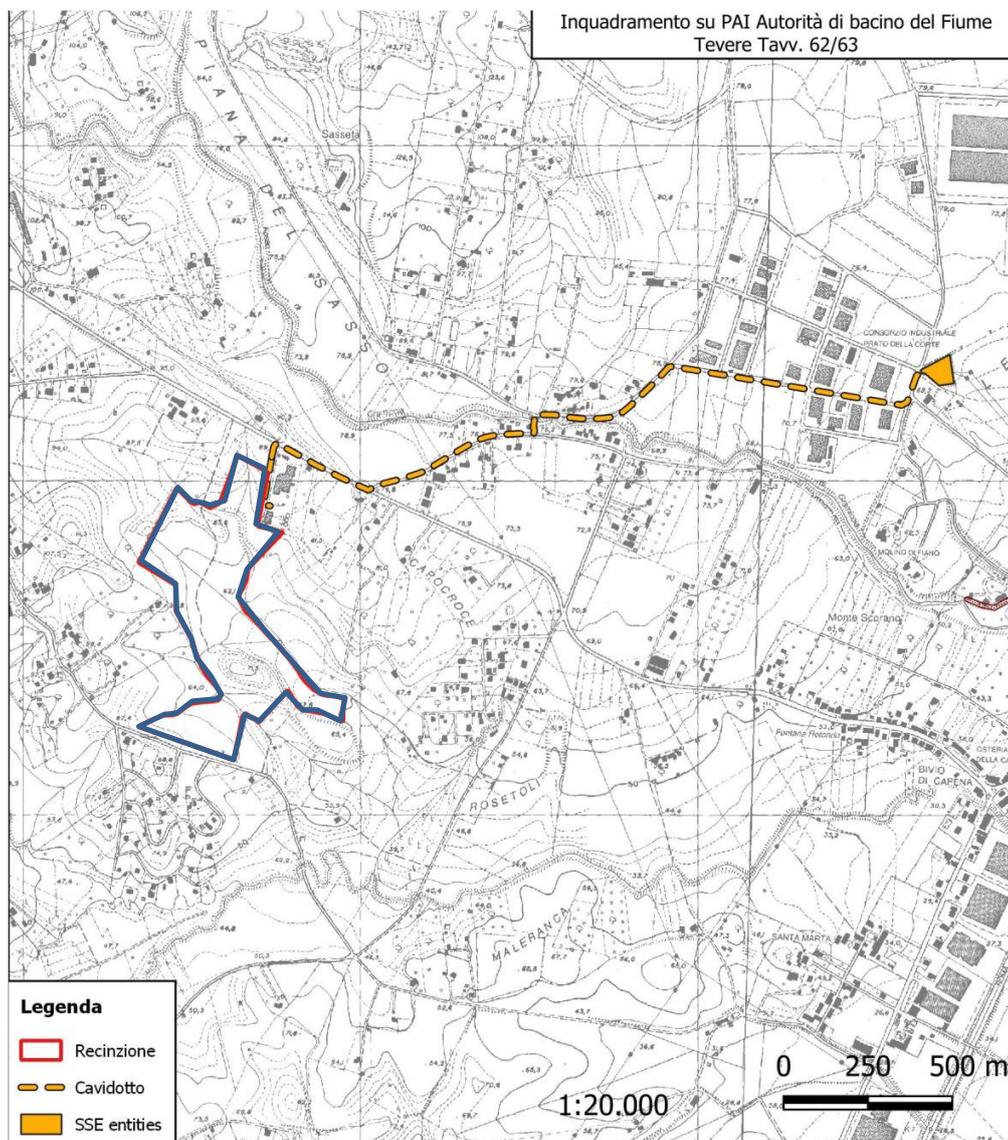


Figura 4 - Stralcio tavola dell'Autorità di Bacino del Tevere

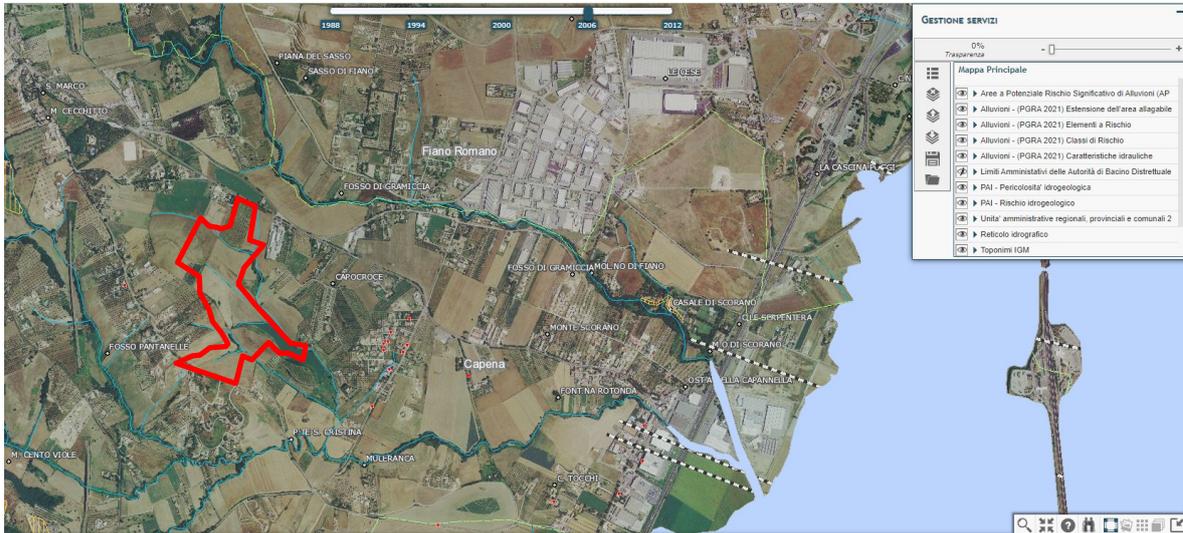


Figura 5 – Piano di Gestione Rischio Alluvioni aggiornato a dicembre 2021 (Geoportale Nazionale)

3.2 GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA DELL'AREA

L'area in esame è sita ad una distanza di 2,5 Km in direzione S-SE dal Comune di Capena, ad una quota compresa tra i 87,9 metri s.l.m. e i 53,9 metri s.l.m..

Dal punto di vista morfologico l'area è posta in corrispondenza di un'area quasi sub-pianeggiante, con pendenze piuttosto blande, prossime ai 5-10°; in alcune zone le pendenze assumono valori più elevati prossimi ai 12° che degradano sempre verso i quadranti sud-occidentali in direzione di un'impluvio d'importanza locale.

L'area in esame è riportata nel F.144 – "PALOMBARA SABINA" (III quadrante, tavoletta NO - "Castelnuovo di Porto") della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100000 e nella sezione 365070 – "Capena", della Carta Tecnica Regionale (C.T.R.) edita dalla Regione Lazio alla scala 1:10000.

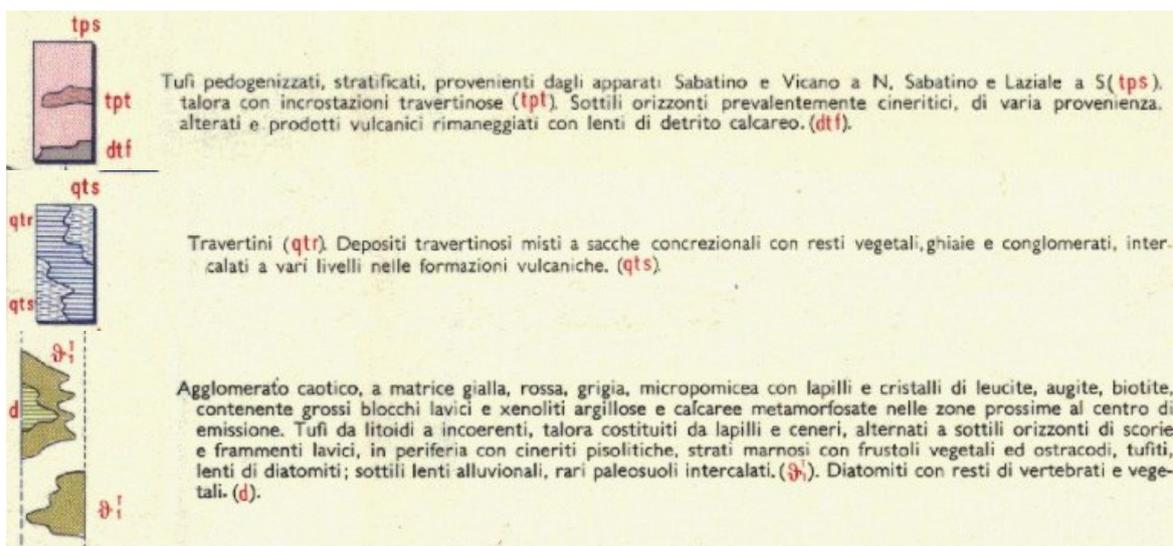
L'area interessata dal progetto è caratterizzata, al di sotto di uno spessore centimetrico di coltre superficiale, da depositi piroclastici pozzolanacei a granulometria limoso sabbiosa con livelli cineritici e pozzolanacei, lascianti spazio inferiormente a depositi limoso sabbiosi grigio avana da sciolti a moderatamente addensati intercalati a sabbie travertinose a granulometria sabbioso limosa da litoidi a sciolte attribuibili cronologicamente ad un generico Plio-Pleistocene.

Le osservazioni e le indagini compiute hanno evidenziato le discrete condizioni geomorfologiche del terreno in questione; non esistono infatti tracce di fenomeni franosi o in genere, di processi morfogenetici in atto, e le acque di corrivazione non hanno prodotto dissesti o altre forme di erosione diffusa (vedi stralcio Carta PAI).

La permeabilità primaria dei materiali limoso sabbiosi può considerarsi generalmente medio-bassa. La falda idrica principale può considerarsi profonda, anche se non si esclude comunque la presenza di modeste falde sospese.



Figura 6 – Carta Geologica di dettaglio



3.3 IDROGEOLOGIA

I termini litologici, simili, oltre che un tipo e un grado di permeabilità relativa che si mantiene in un campo di variazione ristretto sono stati raggruppati in due complessi idrogeologici:

4. INVARIANZA IDRAULICA

L'impermeabilizzazione causata dalle coperture degli edifici, dalle pavimentazioni stradali e dai piazzali, modifica fortemente la risposta di un bacino alle precipitazioni riducendo l'infiltrazione all'interno del suolo e rendendo il deflusso delle acque meteoriche sempre più veloce. L'urbanizzazione e l'impermeabilizzazione determinano forti criticità ambientali e idrauliche:

- inadeguatezza della capacità di deflusso dei corsi d'acqua con conseguenti incremento del rischio d'inondazione, anche in presenza di precipitazioni di tempo di ritorno non particolarmente elevato;
- pericolosità delle canalizzazioni sia a cielo aperto sia interrate;
- pessima qualità chimico-fisica delle acque;
- pessima qualità biologica dei corpi idrici ricettori;
- depauperamento dell'ecosistema e degli habitat fluviali;
- pessima qualità idro-morfologica degli ambienti fluviali;
- perdita di funzione estetico-paesaggistica dei corpi idrici;
- perdita di funzione ricreativa dei corpi idrici.

La direttiva comunitaria, recepita dal D. L.vo e dalle Linee guida regionali, nell'ambito del rischio idraulico, hanno proprio l'obiettivo di applicare il *principio di invarianza idraulica*, e cioè di verificare che le portate di deflusso meteorico scaricate dalle aree urbanizzate nei ricettori naturali o artificiali di valle non siano maggiori di quelli preesistenti all'urbanizzazione. Valutare l'invarianza idraulica significa verificare che la nuova urbanizzazione non vada ad alterare le caratteristiche idrauliche dell'area, incrementando le portate di picco.

Per calcolare la superficie interessata dall'intervento occorre tenere in considerazione che l'impianto fotovoltaico è caratterizzato da moduli fotovoltaici sollevati da terra ad una altezza minima di 0,4 m, fissati a terra mediante una struttura reticolare di sostegno, tridimensionale, in elevazione, costituita da singoli elementi in acciaio che ne consentono un'inclinazione variabile (superiore ai 10°) rispetto all'orizzonte e un'esposizione variabile durante le ore della giornata.

Le stringhe sono opportunamente distanziate per evitare l'ombreggiamento reciproco. In tal modo la superficie netta del campo fotovoltaico, calcolata nella situazione media, con un angolo pari a 45°, risulta essere inferiore alla metà della superficie totale occupata, precisamente pari al 31%.

Distanza fra file di pannelli	5,5
Lunghezza pannello	2,41
angolo	45
Ombra	1,70
Percentuale copertura	31%



In realtà, l'installazione di un impianto fotovoltaico causa un impatto per sottrazione di suolo che si può considerare trascurabile: in condizioni di esercizio l'area sotto i pannelli resta libera e rinaturalizzata. Ciò porta in breve al ripristino del soprassuolo originario con la conseguenza che l'intervento di progetto non si configura come un consumo di suolo ma come una parziale limitazione delle possibilità d'uso. Al termine della vita utile dell'impianto (in genere 25-30 anni), il terreno, liberato dalle strutture impiegate, presenterà la stessa capacità produttiva/agricola che aveva prima della realizzazione

dell'impianto. Questo permette quindi di verificare che le caratteristiche di risposta del suolo ad un evento meteorico per un prefissato tempo di ritorno (che generalmente per le verifiche idrologiche è fissato pari a 30 anni), risultano essere inalterate dalla presenza dell'impianto, in quanto l'area sotto i pannelli risulta libera e con la stessa copertura della situazione ante-operam. In più risulta rilevante mettere in evidenza la presenza di aree di mitigazione posizionate all'interno dell'area di progetto, che verranno trattate a verde con piantumazione di essenze autoctone.

Anche la totale assenza di fondazioni e manufatti in c.a., ad eccezione delle fondazioni delle cabine e dei locali tecnici (che comunque sono del tipo prefabbricato pertanto rimovibili), e l'assenza di c.a. gettato in opera e/o prefabbricato nelle opere di recinzione, concorrono a garantire inalterate le caratteristiche di uso del suolo, che quindi non inficiano nella variazione del coefficiente di deflusso.

In più è necessario ricordare che le azioni di progetto non prevedono opere che possano alterare il regime delle acque superficiali, infatti la tipologia di installazione scelta fa sì che non ci sia alcuna significativa modificazione dei normali percorsi di scorrimento e infiltrazione delle acque meteoriche: la morfologia del suolo e la composizione del soprassuolo vegetale non vengono alterati. Anche le parti interrato (cavidotti, pali) hanno profondità che non rappresentano nemmeno potenzialmente un rischio di interferenza con l'ambiente idrico.

Tali considerazioni permettono quindi di affermare che il posizionamento dell'impianto fotovoltaico nell'area in esame non determina un effettivo cambiamento di uso del suolo, e quindi le capacità di infiltrazione del suolo risultano inalterate, senza determinare un effettivo deficit nello smaltimento delle portate meteoriche.

Ciò nonostante, viene di seguito riportata la verifica del volume minimo di invaso in applicazione alle linee guida, avendo considerato le superfici dei locali tecnici come superfici impermeabili e trascurando la superficie occupata dai moduli, poiché il suolo non risulta realmente impermeabilizzato ma rimane terreno naturale con la stessa permeabilità di prima dell'intervento.

4.1 VALUTAZIONE INVARIANZA

La misura del volume minimo d'invaso da prevedere in aree sottoposte a una quota di trasformazione I (% dell'area che viene trasformata) e in cui viene lasciata inalterata una quota P (tale che I+P=100%) è data dal valore convenzionale:

$$w = w^0 \times (\varphi/\varphi^0)^{1/(1-n)} - (15 \times I) - (w^0 \times P)$$

nella quale:

$w^0 = 50 \text{ m}^3/\text{ha}$ nei territori "non impermeabilizzati in ambito urbano"

$\varphi =$ coefficiente di deflusso dopo la trasformazione

$\varphi^0 =$ coefficiente di deflusso prima della trasformazione I e P sono espressi come frazione dell'area trasformata.

$n = 0.48$ (esponente delle curve di possibilità climatica di durata inferiore all'ora, stimato nell'ipotesi che le percentuali della pioggia oraria cadute nei 5', 15' e 30' siano rispettivamente il 30%, 60% e 75%, come risulta - orientativamente - da vari studi sperimentali; si veda ad es. CSDU, 1997).

Per le classi denominate come "Significativa" e "Marcata" impermeabilizzazione come di seguito definite, è ammesso l'utilizzo di un valore diverso del parametro n qualora opportunamente motivato da un'analisi idrologica specifica contestualizzata al sito oggetto di trasformazione.

Il volume così ricavato è espresso in mc/ha e deve essere moltiplicato per l'area totale dell'intervento (superficie territoriale, St), a prescindere dalla quota P che viene lasciata inalterata.

Per la stima dei coefficienti di deflusso φ e φ^0 si fa riferimento alla relazione convenzionale:

$$\varphi^0 = 0.9 \text{ Imp}^0 + 0.2 \text{ Per}^0$$

$$\varphi = 0.9 \text{ Imp} + 0.2 \text{ Per}$$

In cui Imp e Per sono rispettivamente le frazioni dell'area totale da ritenersi impermeabile e permeabile, prima della trasformazione (se connotati dall'apice⁰) o dopo (se non c'è l'apice⁰).

Il calcolo del volume di invaso richiede quindi la definizione delle seguenti grandezze:

- quota dell'area di progetto che viene interessata dalla trasformazione (I) - anche le aree che non vengono pavimentate con la trasformazione, ma vengono sistemate e regolarizzate, devono essere incluse a computare la quota I;
- quota dell'area di progetto non interessata dalla trasformazione (P) - essa è costituita solo da quelle parti che non vengono significativamente modificate, mediante regolarizzazione del terreno o altri interventi anche non impermeabilizzanti;
- quota dell'area da ritenersi permeabile (Per) - tale grandezza viene valutata prima e dopo la trasformazione;
- quota dell'area da ritenersi impermeabile (Imp) - tale grandezza viene valutata prima e dopo la trasformazione.

Gli indici Imp ed I, Per e P sono concettualmente diversi: Imp e Per servono a valutare il coefficiente di deflusso convenzionale (che esprime la capacità del lotto di accettare le piogge prima di generare deflussi superficiali), mentre I e P rappresentano le porzioni rispettivamente urbanizzata e inalterata (agricola) del lotto oggetto di intervento.

Gli interventi di trasformazione territoriale sono così classificabili:

Tabella I - classificazione degli interventi di trasformazione dell'uso del suolo ai fini dell'invarianza idraulica	
CLASSI DI INTERVENTO	SOGLIE DIMENSIONALI
1) Trascurabile impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici di estensione inferiore a 0,1 ha (1.000 m ²)
2) Modesta impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici di estensione maggiore di 0,1 ha (1.000 m ²) ed inferiore ad 1 ha (10.000 m ²)
3) Significativa impermeabilizzazione potenziale	<ul style="list-style-type: none"> - Intervento su superfici di estensione maggiore di 1 ha (10.000 m²) ed inferiore a 10 ha (100.000 m²); - Interventi su superfici di estensione superiore a 10 ha (100.000 m²) con Imp^(*) < 0,3
4) Marcata impermeabilizzazione potenziale	Interventi su superfici di estensione superiore a 10 ha (100.000 m ²) con Imp^(*) > 0,3

(*) : frazione della superficie totale che sarà impermeabilizzata

Tale condizione deve essere verificata per un evento di durata pari a 2 h ed un tempo di ritorno di 30 anni. A tale scopo è stata utilizzata la curva di possibilità pluviometrica della stazione di Roma Nord, per ricavare l'altezza di pioggia, che risulta pari a **79,55 mm**.

Stazione pluviometrica	a Tr 30 anni, 2h	n Tr 30 anni, 2h	Altezza pioggia 2 h tr 30 anni (mm)
ROMA NORD	65,189	0,2873	79,55

durata (h)	ROMA NORD altezza (mm) per Tr=30 anni
1	65
3	90
6	110
12	130
24	165
36	180
48	200

Il valore del volume minimo di laminazione a compensazione della trasformazione, calcolato nella verifica, tiene conto delle seguenti condizioni:

- **possibilità di allagamento dell'area sotto i pannelli:** i pannelli si trovano infatti ad una altezza minima di 0,4 m rispetto al piano campagna. L'altezza di pioggia per un tempo di ritorno pari a 30 anni ed una durata di 2h è pari a 79,55 mm, di gran lunga inferiore rispetto all'altezza minima dei pannelli (400 mm);
- **permane la capacità drenante del suolo e la capacità di filtrazione delle acque meteoriche;**
- ci troviamo in **aree naturali a bassa criticità idraulica;**
- **non si prevedono scarichi concentrati:** lo scarico delle acque avverrà in maniera graduale mediante filtrazione dalle superfici sfruttando la naturale pendenza del terreno ed aumentano la capacità di filtrazione, a compensazione delle superfici che hanno subito trasformazione ed impermeabilizzazione.

4.2 MISURE MITIGATIVE

Trattandosi di impianto fotovoltaico, questo verrà realizzato con una struttura che non impedisce in alcun modo il deflusso delle acque: la struttura è rialzata dal piano campagna di 0,40 cm (superiore alla quota massima del tirante idraulico per evento di durata pari a 2h con Tr 30 anni) e ciò garantisce la possibilità di laminare le piene senza alcuno ostacolo. Inoltre il terreno non verrà impermeabilizzato con pavimentazioni, ma manterrà integralmente la sua capacità drenante.

Considerando le caratteristiche di permeabilità dei terreni e la capacità drenante del suolo si può affermare che è garantita la laminazione necessaria ed il rilascio graduale delle portate accumulate semplicemente sfruttando la naturale pendenza del terreno e la capacità di filtrazione dello stesso, che rimane inalterata rispetto al post-operam. Ciò è confermato anche dal valore del coefficiente di deflusso che rimane inalterato nell'ante e nel post operam.

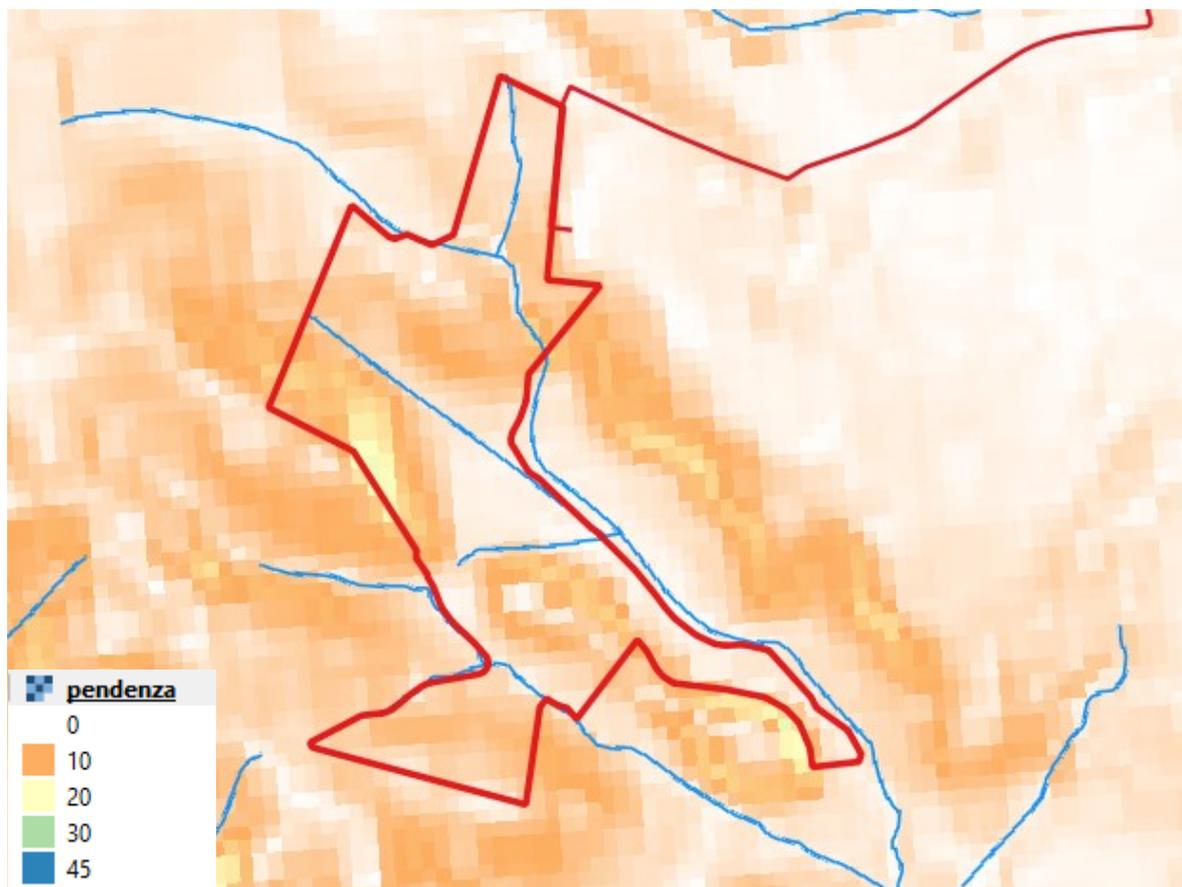
L'intervento, quindi, non comporterà modifiche alla morfologia: saranno mantenute le attuali pendenze del lotto. Saranno svolte le operazioni di manutenzione straordinaria in modo da garantire all'intero sistema la corretta pendenza di scolo.

In particolare il terreno sottostante alle strutture di sostegno dei pannelli sarà mantenuto sempre drenato e non saranno sostanzialmente modificate né le condizioni generali di permeabilità del terreno, né le direzioni di naturale deflusso superficiale delle acque meteoriche verso gli attuali recettori.

Una volta analizzato lo stato di fatto delle direzioni di deflusso naturale delle acque di precipitazione, il livellamento e la regolarizzazione del terreno saranno realizzati avendo cura di rispettare i seguenti requisiti:

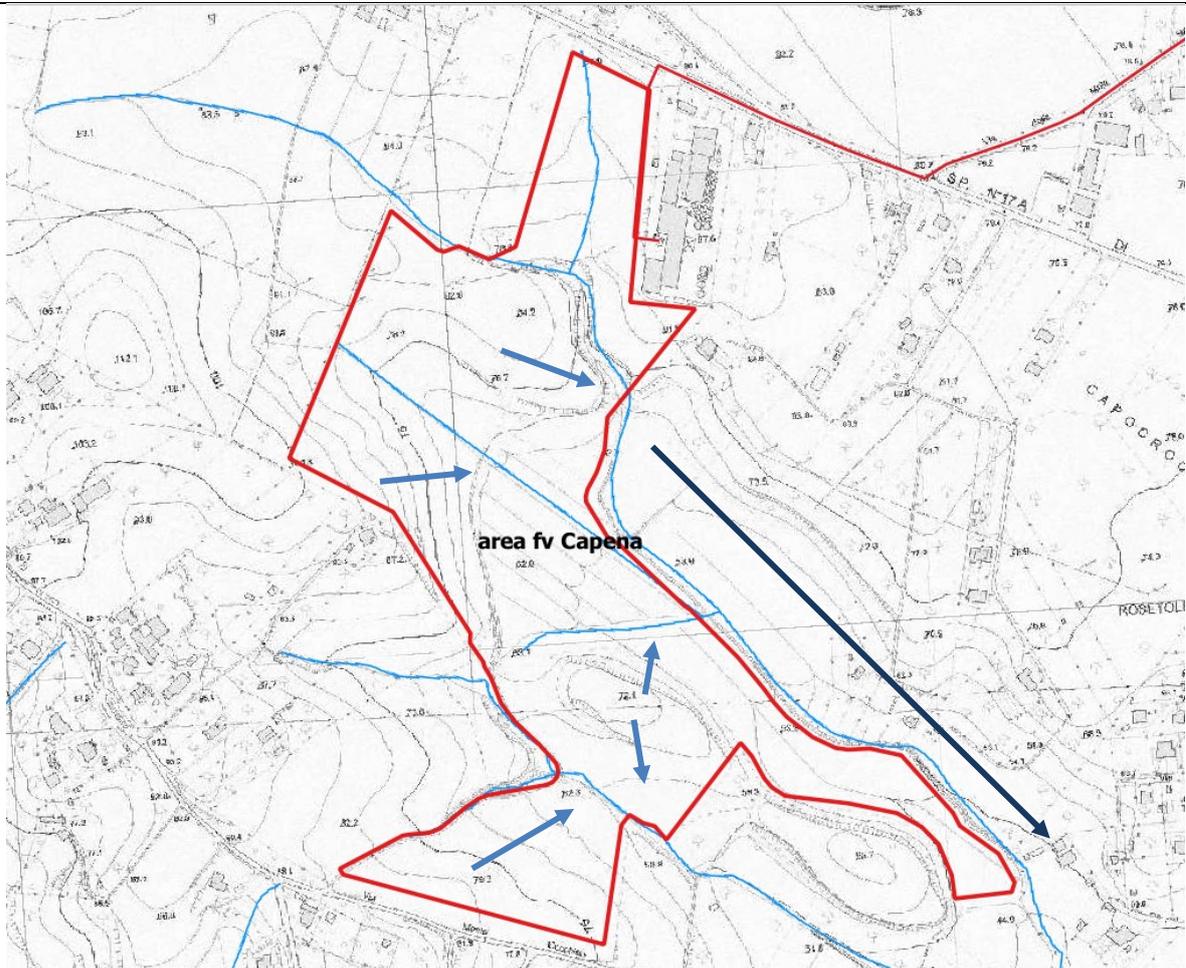
- minimizzare i lavori di movimento terra;
- mantenere inalterata la permeabilità del sito, nonché il deflusso delle acque di ruscellamento verso gli attuali recettori naturali, nel sostanziale rispetto delle condizioni di invarianza idrologica.

Per quanto riguarda la viabilità interna all'impianto, si ribadisce che essa sarà realizzata in modo da evitare impatti nella fase di dismissione e da mantenere inalterata la permeabilità. Non sono previste significative opere di sbancamento.



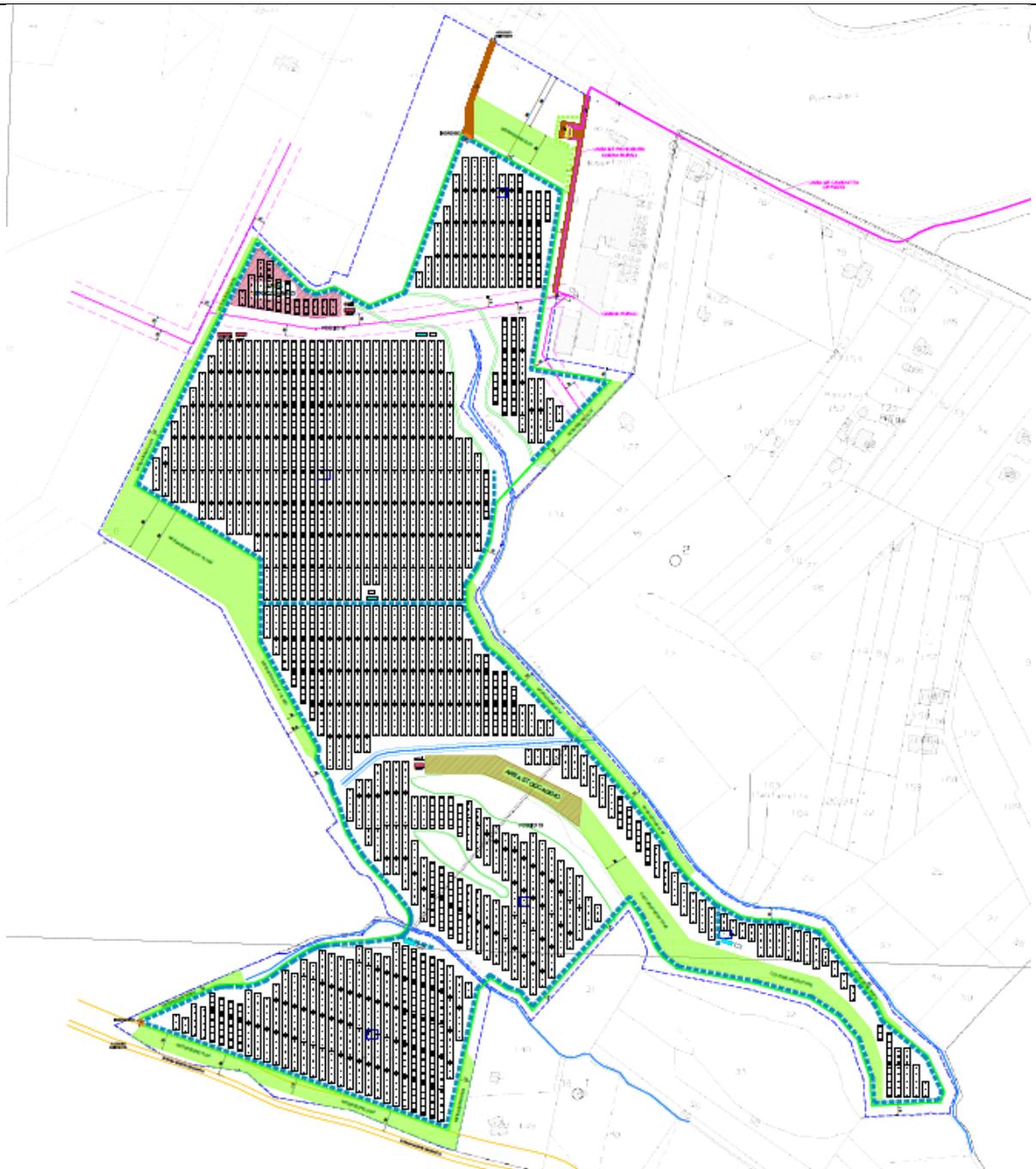
CARTA DELLE PENDENZE

○ AREA DI STUDIO



CARTA DEL FLUSSO IDROGRAFICO E IDROGEOLOGICO ← FLUSSO SUPERFICIALE

Figura 8 – Carta del flusso idrografico e delle pendenze



5. _ CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

L'area in oggetto ricade nel territorio dei Comuni di Capena e Fiano Romano (RM), nella località di "Capocroce", l'area occupata dall'impianto è circa 22,5 ha.

L'analisi geo-morfologica dell'area studiata, le caratteristiche stratigrafiche e meccaniche dei terreni indagati, descritte e analizzate in questa relazione tecnica, hanno permesso di effettuare le seguenti considerazioni:

- la litologia del lotto in esame è caratterizzata da depositi piroclastici pozzolanacei a granulometria limoso sabbiosa con livelli cineritici e pozzolanacei, lasciati spazio inferiormente a depositi limoso sabbiosi grigio avana da sciolti a moderatamente addensati intercalati a sabbie travertinose a granulometria sabbioso limosa da litoidi a sciolte attribuibili cronologicamente ad un generico Plio-Pleistocene. La permeabilità è medio-bassa;
- dalla carta idrogeologica della Regione Lazio e dalle indagini eseguite in campo si rileva la presenza della falda ad una quota di 30 m dal p.c.;
- La morfologia caratteristica del sito e le discrete proprietà meccaniche dei terreni di copertura garantiscono all'area studiata buone condizioni di equilibrio: il PAI infatti non individua in corrispondenza della zona studiata aree a rischio idraulico o in frana;
- per l'analisi idrologica sono stati presi in considerazione i dati della stazione pluviometrica più vicina, e tenendo conto dei mm di pioggia per un evento di 2 h ed un Tr pari a 30 anni non si segnalano particolari condizioni di criticità.

Lo studio ha permesso di evidenziare come l'inserimento dell'impianto fotovoltaico nell'area ubicata nei territori dei Comuni di Capena e Fiano Romano (RM), nella località di "Capocroce", per la presenza dei pannelli fotovoltaici, non determina una variazione sulla risposta idraulica del bacino alle precipitazioni, e quindi non si verifica un incremento delle portate di picco, rispondendo in maniera esaustiva al principio di invarianza idraulica. Infatti, a seguito delle considerazioni riportate, non si rileva un'effettiva impermeabilizzazione del suolo, che possa quindi alterare la risposta idraulica dell'area alla precipitazione. Per quanto riguarda le aree destinate ai locali tecnici, di estensione totale pari a 400 m², è stato calcolato il volume minimo di laminazione a compensazione della trasformazione ma tenendo conto che non si prevedono scarichi concentrati, lo scarico delle acque avverrà in maniera graduale mediante filtrazione dalle superfici sfruttando la naturale pendenza del terreno e la naturale capacità di filtrazione, a compensazione delle superfici che hanno subito trasformazione ed impermeabilizzazione.

Pertanto, considerando che il volume di laminazione è abbastanza esiguo è possibile affermare che potrà essere laminato dalla capacità drenante dell'area oggetto di intervento considerando la capacità di infiltrazione delle acque meteoriche e che, visto che il coefficiente di deflusso rimane invariato, rimanere invariato anche il ruscellamento superficiale e la capacità drenante del suolo.

6. BIBLIOGRAFIA, RIFERIMENTI E FONTI

- Autorità di distretto dell'Appennino Centrale:
<https://www.autoritadistrettoac.it/vettoriali-pai>
- Per la curva di possibilità pluviometrica delle stazioni pluviometriche esaminate:
<http://www.idrografico.regione.lazio.it/>
- Regione Lazio - Deliberazione 24 marzo 2020, n. 11 Approvazione delle "Linee Guida sulla invarianza idraulica nelle trasformazioni territoriali" - D.lgs 49/2010 "Attuazione della Direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni". Linee Guida Sulla Invarianza Idraulica Nelle Trasformazioni Territoriali
- Carta Idrogeologica del territorio della Regione Lazio 1:100.000
- <https://www.regione.marche.it/Regione-Utile/Paesaggio-Territorio-Urbanistica-Genio-Civile/Compatibilit%C3%A0-e-invarianza-idraulica>
- http://www.autoritabacino.marche.it/invidr/allegati/DGR_53_2014_LineeGuida_B_VerificaInvarianzaIdraulica.pdf

ALLEGATO

Curve di possibilità pluviometrica

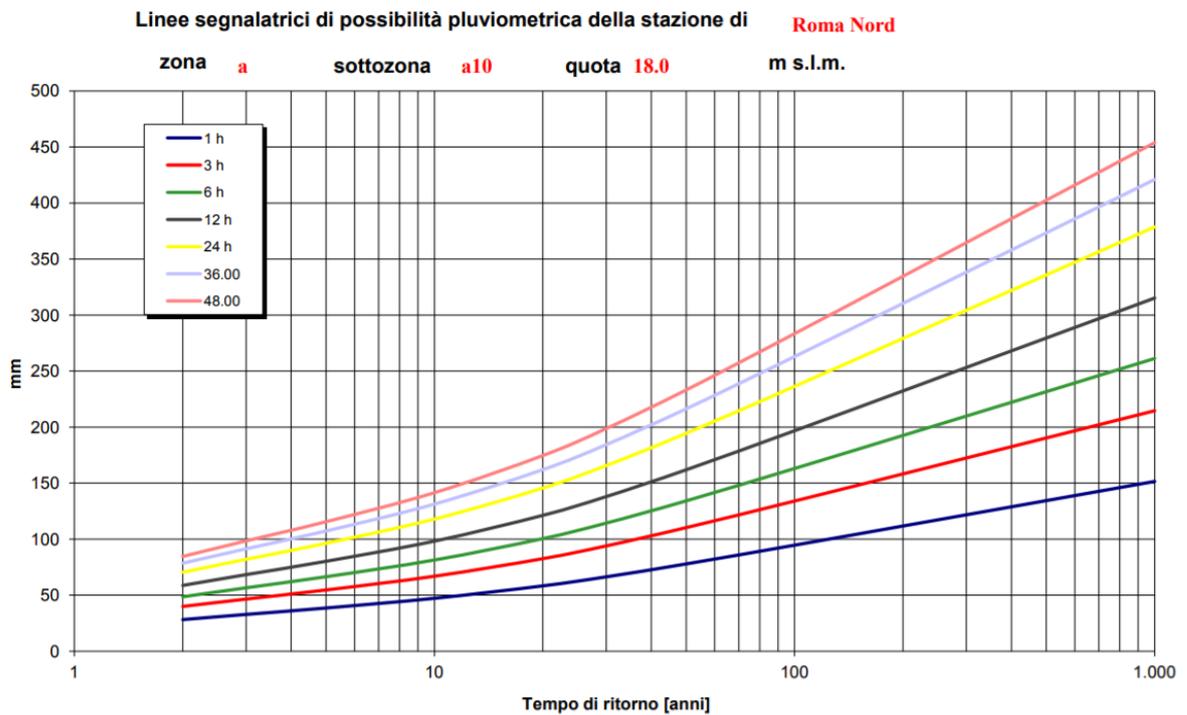


Figura 9 – Linee segnalatrici di possibilità pluviometrica della stazione di ROMA NORD

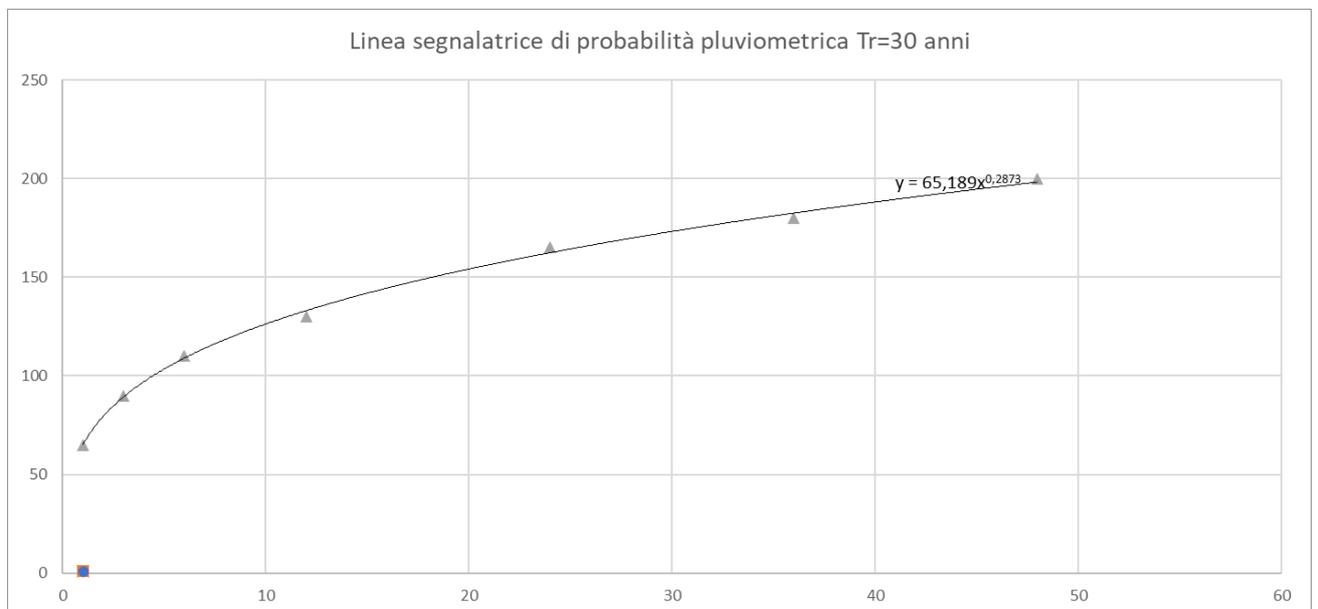


Figura 10 – Linee segnalatrici di possibilità pluviometrica della stazione di ROMA NORD per evento di durata di 2h e $Tr=30$ anni