

REGIONE LAZIO
PROVINCIA DI VITERBO
COMUNE DI BAGNOREGIO

PROVVEDIMENTO UNICO IN MATERIA AMBIENTALE
(Art. 27 del D. Lgs. 152/2006)

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO
DELLA POTENZA DI 22,45 MW E DELLE RELATIVE OPERE DI
CONNESSIONE DA REALIZZARSI NEL COMUNE DI BAGNOREGIO (VT),
LOC. CARBONARA

Denominazione impianto:

FV BAGNOREGIO 2

Committenza:



SOLAR ENERGY 3 S.r.l.
Via Giuseppe Taschini, 19
01033 Civita Castellana
P.IVA 02430400560

Progettazione:



Progettazione impianti
progettazione e sviluppo
energie da fonti rinnovabili
Via Giuseppe Taschini, 19
01033 Civita Castellana
P.IVA 02030790568

P.I. Lamberto Chiodi
P.I. Danilo Rocco
Dott. Agr. Gianfranco Mastri
Dott. Agr. Ettore Arcangeletti
Dott. Ing. Giulia Arcangeli
Restituzione Grafica Anna Lisa Chiodi
Azzurra Salari



Documento:

Denominazione elaborato:

REL. 18

Studio di invarianza idraulica

Revisione:

REV.	DATA	DESCRIZIONE	
00	30/06/2023	Prima emissione	

COMUNE DI BAGNOREGGIO
PROVINCIA DI VITERBO

SOMMARIO

SOMMARIO	1
1. PREMESSA	2
2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE	3
3. DESCRIZIONE IMPIANTO	8
4. VERIFICA INVARIANZA IDRAULICA	10
5. CONCLUSIONI	23

1. PREMESSA

La presente relazione sull'invarianza idraulica è a corredo del progetto agrivoltaico con moduli in silicio monocristallino installati su tracker, con potenza nominale pari a 22.455,72 kW e potenza in immissione pari a 19.77 kW.

Nell'area dell'impianto sarà installato un sistema di accumulo a batterie, anche detto Battery Energy Storage System (BESS).

Essa viene redatta dalla sottoscritta ing. Giulia Arcangeli iscritta all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Viterbo al n. 568 su incarico e per conto della Società Solar Energy 3 s.r.l., con sede in Via G. Taschini n° 19 – 01033 Civita Castellana –Viterbo – C.F. e P.IVA 02030790568.

La presente relazione è stata redatta in ottemperanza a quanto contenuto nelle *“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”*.

Il presente elaborato tecnico ha lo scopo di dimostrare l'invarianza idraulica in maniera tale da verificare che la trasformazione del suolo a seguito della posa dei pannelli fotovoltaici non aggravi la portata del reticolo idrografico evitando di incrementare potenziali situazioni di rischio e conservando l'equilibrio idraulico dello stato dei luoghi.

2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

UBICAZIONE IMPIANTO

L'area oggetto di studio ricade all'interno del territorio comunale di Bagnoregio - località Piccarello, in provincia di Viterbo, all'interno di un'area agricola distante da centri residenziali, a circa 2,2 km in direzione sud-est rispetto al centro abitato di Castel Cellesi e a 1 km in direzione sud rispetto al centro abitato di Vetriolo. Sulla Carta Tecnica Regionale della Regione Lazio in scala 1:10.000 l'area interessata dall'impianto è inquadrata tra le sezioni 334140 Bagnoregio e 345020 Celleno.

Nel particolare l'impianto agrivoltaico interessa un'area caratterizzata da un'orografia pressochè pianeggiante con quote intorno a 480 metri s.l.m.

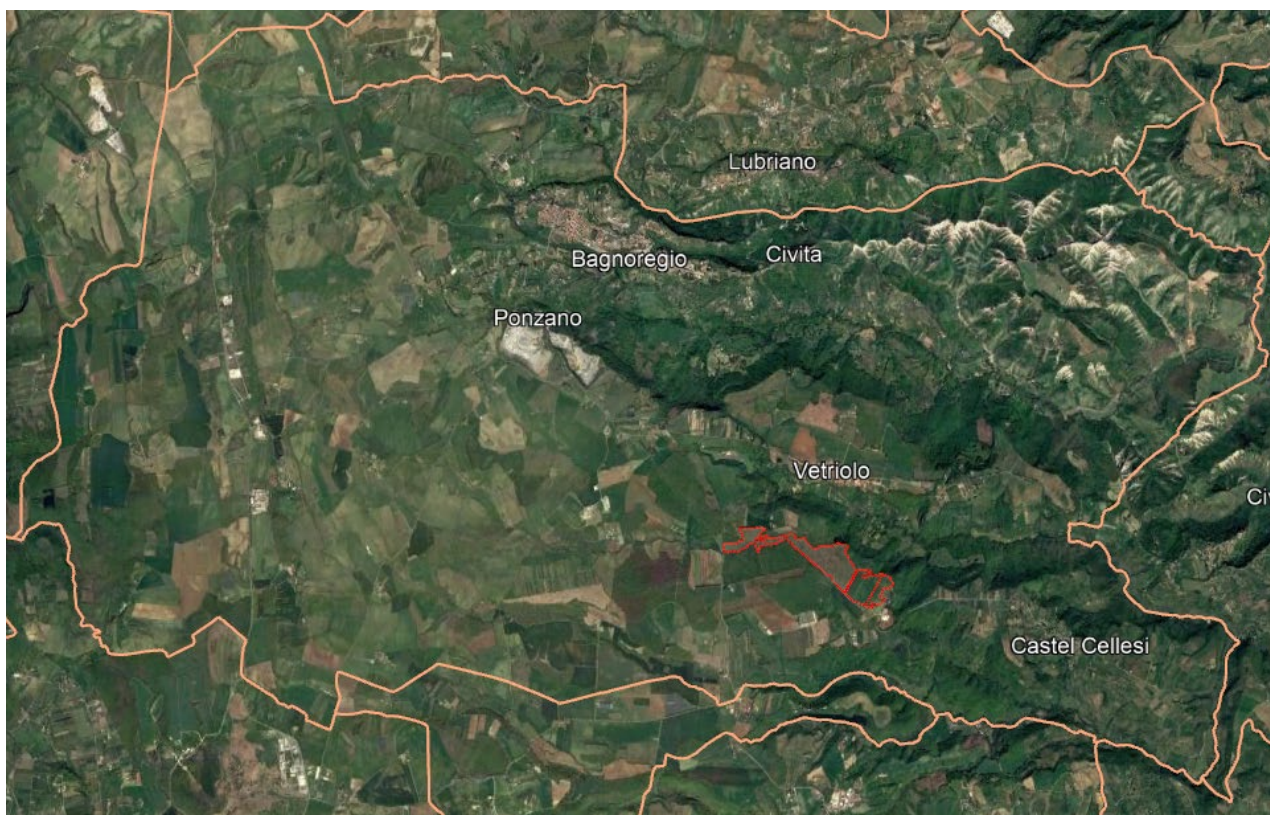


Figura1-Inquadramento impianto su ortofoto

L'area in oggetto sarà accessibile dalla Strada Provinciale Castel Cellesi, che si dirama direttamente dalla Strada Provinciale 6 Bagnorese ed è distinta al Catasto Terreni del Comune di Bagnoregio secondo le seguenti coordinate:

Foglio 48, Particelle 223 – 224

Foglio 49, Particelle 396 (parte) – 113 (parte) – 116 (parte) – 126 (parte) – 397 (parte)

Foglio 58, Particelle 13 – 15 (parte) - 45 – 46 (parte) – 30 – 317 (parte)

Il punto centrale dell'area oggetto di intervento è individuato dalle seguenti coordinate del sistema UTM:

LATITUDINE = 42.598049° N

LONGITUDINE= 12.116931° E

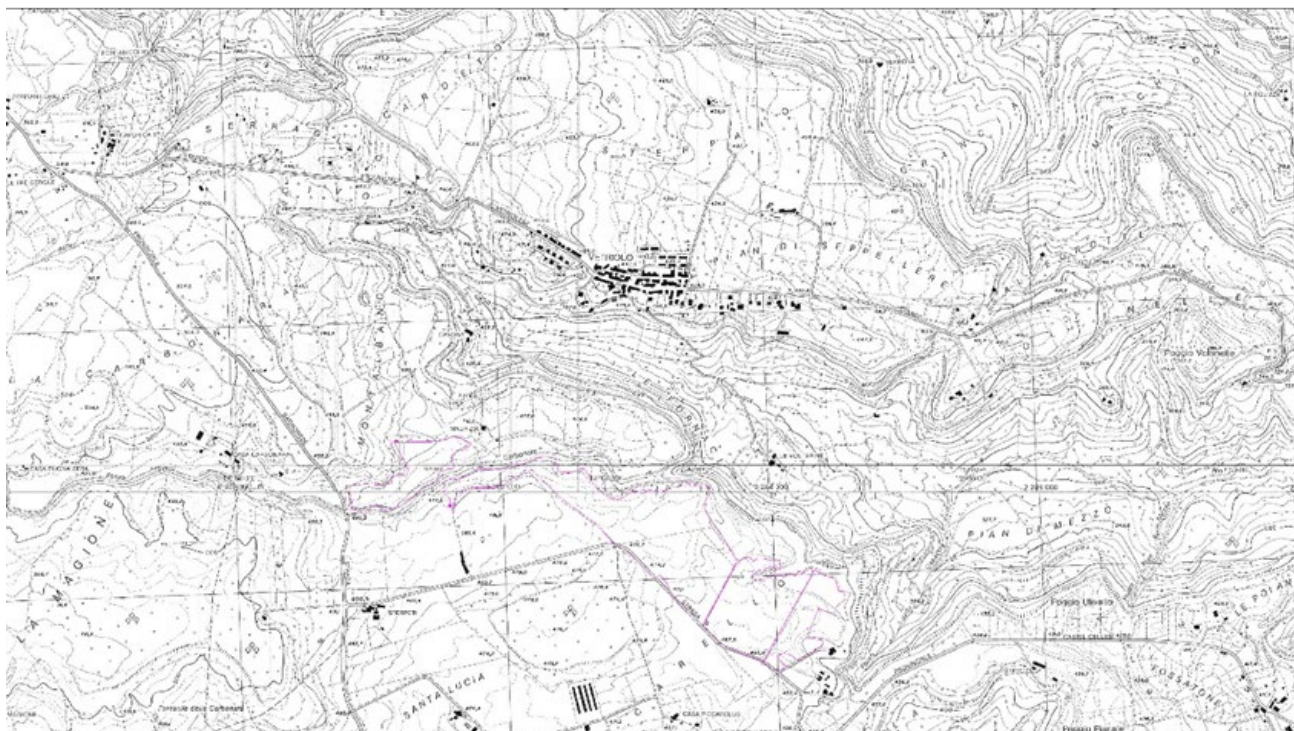


Figura 2- Inquadramento impianto su CTR

Per la realizzazione dell'impianto in oggetto si utilizzeranno complessivamente circa **ha 38,00**. I terreni sopraindicati, in base allo strumento urbanistico vigente, ricadono all'interno della Zona E-Agricoltura – Sottozona agricola Monterado - Em.

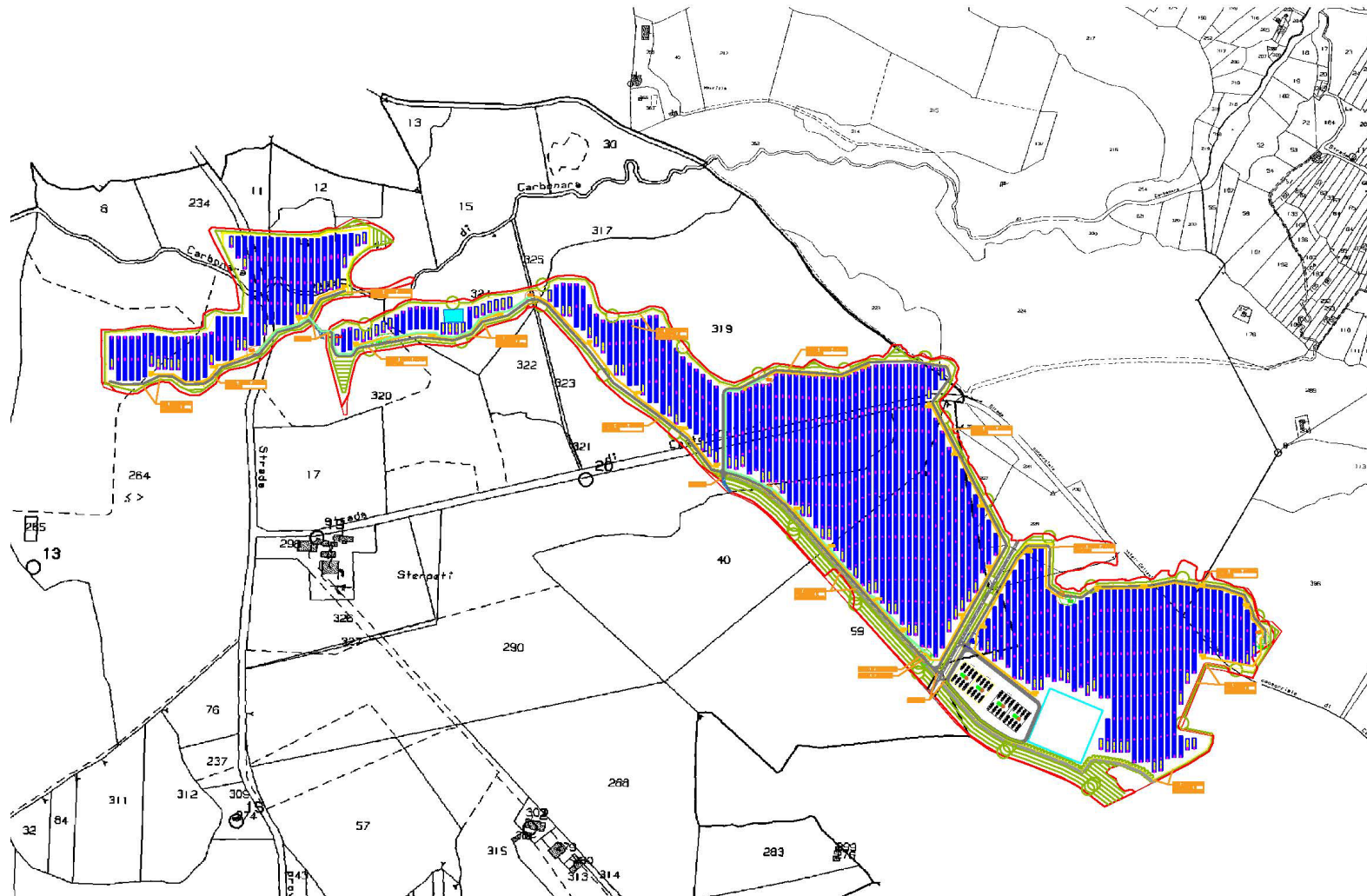


Figura 3- Inquadramento impianto su CATASTALE

PAI - IDROGEOLOGIA

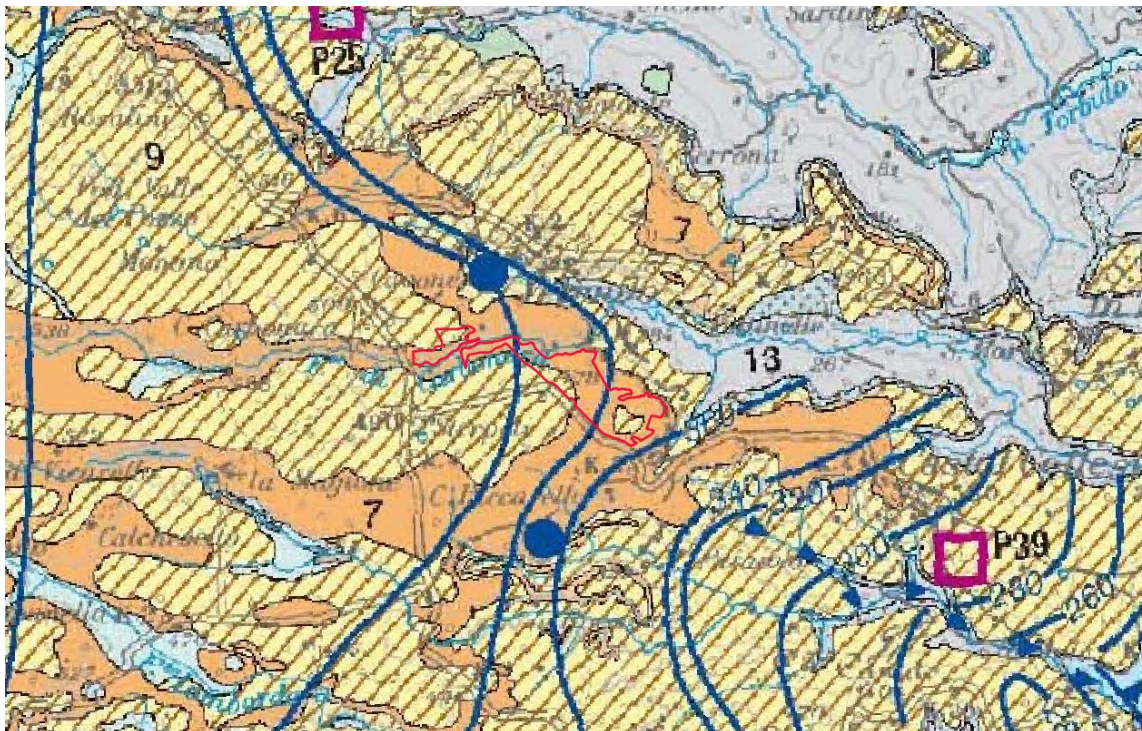
Per l'analisi idrogeologica si è fatto riferimento allo studio condotto dal Dott. Geol. Luca Costantini.

Il sito in esame è ubicato tra i bacini imbriferi del Fosso di Carbonara e del Fosso della Casaccia, affluenti del Rio Chiaro, a sua volta affluente destro del Fiume Tevere presso Loc. Mola Solis, di pertinenza dell'Ex Autorità di Bacino del Fiume Tevere (attuale "Autorità di bacino distrettuale dell'Appennino Centrale"): pertanto è stata esaminata la cartografia prodotta da tale Ente (P.A.I. – Piano Assetto Idrogeologico, tav. 141 e 142) relativa alla zona oggetto del presente studio. L'area in esame si trova in una posizione limitrofa ma esterna dagli orli di scarpata della valle del Fosso di Carbonara e sufficientemente lontana (circa 0,3 km a Sud), da zone sottoposte a tutela per pericolo di frana.

Nella carta delle unità idrogeologiche il territorio della Regione Lazio è stato suddiviso in 47 unità. Ad ognuna corrisponde un sistema idraulicamente definito, in cui la presenza di limiti idraulici, di natura generalmente nota, delimita un'area di ricarica. Le differenti unità idrogeologiche sono distinte dalla natura litologica degli acquiferi contenuti e sono caratterizzate da un valore medio di infiltrazione efficace che è espressione della ricarica media annua. L'infiltrazione efficace, secondo i principi dell'idrogeologia quantitativa corrisponde alla valutazione delle risorse idriche sotterranee rinnovabili di ciascuna unità idrogeologica.

Sulla base di tali valutazioni e osservando altresì la Carta Idrogeologica regionale si ricava che l'area in esame ricade:

- all'interno dell'unità idrogeologica "Monti Vulsini Orientali" con una infiltrazione efficace media annua di circa 223mm
- nel "Complesso delle lave, laccoliti e conchi di scorie (Cfr 7) a Potenzialità acquifera medio – alta
- nel "Complesso delle pozzolane (Cfr 8) a Potenzialità acquifera media
- nel "Complesso dei tufi stratificati e delle facies freatomagmatiche" (9) a potenzialità acquifera bassa



- 7 **Complesso delle lave, laccoliti e coni di scorie**
- 8 **Complesso dei Pozzolane**
- 9 **Complesso dei tufi stratificati e facies freatomagmatiche**

Stralcio carta idrogeologica -Foglio 4 - scala 1:100.000

La falda di base, la cui direzione di flusso è principalmente verso Sud - Ovest, presenta un potenziale piezometrico che va da 380 m s. l. m. nell'area NW dell'impianto, a 360 m s. l. m. nell'area SE dell'impianto. Considerando che l'area di interesse è a quote comprese tra i 487 m s.l.m. della zona NW, ai 460 m s.l.m. della zona SE, la profondità della falda si attesta intorno ai 100 m dal piano campagna, con un flusso verso SE.

I valori del coefficiente di permeabilità "K" possono essere individuati nel range 10^{-5} / 10^{-6} m/sec.

Decisamente impermeabile può essere considerato invece il substrato argilloso con valori di "K" compresi tra 10^{-6} e 10^{-9} cm/sec.

PIANO REGIONALE DI TUTELA DELLA ACQUE

Secondo il Piano di Tutela delle Acque Regionale (P. T.A. R.), approvato con Deliberazione del Consiglio Regionale il 27 Settembre 2007, n. 42 e pubblicato il 10.12.2007 sul Supplemento Ordinario n.3 al Bollettino Ufficiale n. 34 ed aggiornato con Delibera della Giunta Regionale n. 819 del 28.12.2016 l'area ricade in un ambito di vulnerabilità media.

3. DESCRIZIONE IMPIANTO

L'impianto sarà realizzato mediante strutture ad inseguimento monoassiale, con asse di rotazione Nord-Sud, con sistema di backtracking, in configurazione bifilare 2x28 moduli e 2x14 moduli, con lunghezza pari a rispettivamente 33.5 m per i tracker in configurazione 2x28 moduli e 16,6 m per i tracker in configurazione 2x14 moduli. I moduli previsti sono del tipo bifacciale ad alta efficienza con potenza nominale pari a 570 W della Jinko Solar, mod. JKM570N-72HL4 o similari. Ogni stringa sarà costituita da 28 moduli collegati in serie per una potenza pari a 15,96 kW. L'interasse delle strutture di supporto avrà un valore pari a 10,45 m. Gli inverter utilizzati saranno del tipo multistringa mod. SUN2000-215KTL-H0, marca HUAWEI o similare.

L'impianto agrivoltaico, esteso su circa 38 ettari, sarà costituito da 4 sottocampi, più nel dettaglio descritti di seguito:

- Sottocampo 1: costituito 8260 moduli installati su n. 124 tracker 2x28 e n. 47 tracker 2x14, per un totale di 295 stringhe collegate in parallelo a 18 inverter installati sulle strutture di sostegno. La potenza nominale complessiva è pari a 4.708,20 kWp.
- Sottocampo 2: costituito 10136 moduli installati su n. 172 tracker 2x28 e n. 18 tracker 2x14, per un totale di 362 stringhe collegate in parallelo a 21 inverter installati sulle strutture di sostegno. La potenza nominale complessiva è pari a 5.777,52 kWp.
- Sottocampo 3: costituito 10136 moduli installati su n. 173 tracker 2x28 e n. 16 tracker 2x14, per un totale di 362 stringhe collegate in parallelo a 21 inverter installati sulle strutture di sostegno. La potenza nominale complessiva è pari a 5.777,52 kWp.
- Sottocampo 4: costituito 10864 moduli installati su n. 185 tracker 2x28 e n. 18 tracker 2x14, per un totale di 388 stringhe collegate in parallelo a 23 inverter installati sulle strutture di sostegno. La potenza nominale complessiva è pari a 6.192,48 kWp.

Il totale complessivo dei moduli è pari a 39.396, per una potenza nominale complessiva dell'impianto pari a 22.455,72 kW. Il totale complessivo degli inverter multistringa è pari a 83.

I pannelli fotovoltaici saranno collegati agli inverter tramite cavi BT in canalizzazione interrata. Nel campo agrivoltaico saranno presenti n° 8 cabine inverter in cui saranno presenti anche i trasformatori BT/MT. sarà presente, inoltre una control room prefabbricata, a disposizione del personale per il controllo e la supervisione dell'impianto.

I pannelli fotovoltaici bifacciali con 144 celle in silicio monocristallino potenza nominale di 570 Wp, hanno dimensioni di 2278x1134x30 mm, su cornice in alluminio anodizzato, per un peso totale di 32 kg ognuno.

Le strutture dei tracker sono metalliche con trattamento anticorrosivo.

I suddetti tracker sono installati su pali metallici semplicemente infissi nel terreno senza fondazioni, collegati all'estremità superiore tramite una trave orizzontale con direzione nord-sud che, tramite un attuatore elettrico, realizza la rotazione di +/- 55° rispetto all'orizzontale. L'utilizzo dei tracker con rotazione attorno ad un unico asse orizzontale avente orientamento Nord-Sud consente di massimizzare la radiazione solare captabile dai moduli ed aumentare di conseguenza la produzione di energia e l'efficienza dell'impianto.

L'altezza al mozzo delle strutture è di 2,35 m dal suolo, in modo tale che nella posizione a 55°

i pannelli abbiano un'altezza non inferiore a 0,5 m dal terreno e mai superiore a 4,36 m al punto di massima altezza.

La proiezione al suolo, con i pannelli in posizione orizzontale, dei tracker in configurazione 2x28 moduli è pari ad una superficie di 162,81 mq, mentre quella dei tracker in configurazione 2x14 moduli è pari ad una superficie di 80,676 mq.

Sull'area interessata dall'intervento, oltre alle strutture di supporto dei moduli, saranno presenti le canalizzazioni interrato per il passaggio dei cavi sia in Bassa Tensione che in Media Tensione, necessarie per il collegamento di tutti i componenti dell'impianto.

Sarà prevista l'installazione di n. 8 cabine di conversione (trasformatore) realizzate in container monoblocco contenenti tutte le apparecchiature per la protezione e il comando delle linee in ingresso e in uscita e saranno posizionate in modo ottimale rispetto ad ogni relativo sottocampo.

E' prevista la realizzazione di una viabilità interna perimetrale costituita da strade con larghezza non inferiore a 3 mt realizzata in battuto e ghiaia (materiale inerte di cava a diversa granulometria).

Saranno presenti accessi carrabili ai vari settori dell'impianto, recinzione perimetrale, sistema di illuminazione e videosorveglianza.

Gli accessi carrabili saranno costituiti da cancelli a due ante in rete metallica con larghezza pari a 6 m e montati su pali in acciaio fissati al suolo con plinti di fondazione in cls armato. La recinzione perimetrale sarà realizzata con rete in acciaio zincato plastificata verde alta 4 mt sorretta da pali in acciaio zincato con altezza pari a 4 mt infissi direttamente nel suolo per una profondità di almeno 1 mt.

Lungo il perimetro dell'impianto sarà installato un sistema di illuminazione e videosorveglianza montato su pali in acciaio zincato fissati al suolo con fondazione in cls armato. I pali in acciaio avranno una altezza massima di 4,5m e saranno installati con distanza di 50 cm circa dalla recinzione.

Sugli stessi sarà installato anche il sistema di videosorveglianza.

La manutenzione, consistente nella pulizia delle superfici captanti e il taglio dell'erba sulle superfici di terreno del campo agrivoltaico, avverrà con cadenza quadrimestrale. Il lavaggio dei pannelli sarà effettuato con l'utilizzo di acqua demineralizzata senza utilizzo di prodotti sgrassanti e solventi.

Le operazioni di manutenzione e riparazione di natura elettrica saranno effettuate da ditte specializzate, con proprio personale e mezzi, con cadenze programmate o su chiamata del gestore dell'impianto.

L'impianto BESS sarà ubicato in prossimità della Cabina Primaria da realizzarsi all'interno del campo agrivoltaico. L'area di impianto sarà raggiungibile dalla viabilità interna dell'impianto agrivoltaico con accesso dalla S.P. Castel Cellesi.

I locali tecnici (cabine di consegna e conversione, servizi ausiliari e control room), dell'impianto vengono considerati nel calcolo dell'invarianza idraulica.

4. VERIFICA INVARIANZA IDRAULICA

La trasformazione causata dall'impermeabilizzazione derivante dalle coperture degli edifici, dalle pavimentazioni stradali e più in generale dalle urbanizzazioni modifica la capacità di infiltrazione del suolo e la sua permeabilità aumentando la velocità di deflusso delle acque meteoriche.

Le linee guida regionali richiamate in premessa (Allegato A alla DGR n. 117 del 24/03/2020) hanno proprio l'obiettivo di disciplinare 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.

Tali linee guida stabiliscono "soglie dimensionali" di intervento alle quali vengono associati diversi gradi di impermeabilizzazione delle superfici con conseguente identificazione di 4 soglie progressive di rischio.

Valutare l'invarianza idraulica significa verificare che l'intervento in progetto non vada ad alterare le caratteristiche idrauliche dell'area con un incremento del coefficiente di deflusso ed al conseguente aumento del coefficiente idrometrico delle aree trasformate.

Nel caso dell'impianto fotovoltaico in oggetto si ritiene che per quanto riguarda l'area del campo fotovoltaico, ossia quella coperta dai pannelli, l'impatto sulla permeabilità del suolo possa essere considerato trascurabile, infatti durante il periodo di esercizio l'area sottostante i pannelli è libera e nelle condizioni naturali precedenti l'intervento. E al termine della vita utile dell'impianto stimata in 25-30 anni, lo stato dei luoghi, ripristinato a seguito della rimozione delle strutture impiegate, presenterà la stessa permeabilità che aveva prima della realizzazione dell'impianto.

Questo permette quindi di ritenere che le caratteristiche di risposta del suolo ad un evento meteorico (della durata di 2h come prescritto dall'art. 5 dell'Allegato A per le aree a *Significativa impermeabilizzazione potenziale* come meglio spiegato nel seguito) per un prefissato tempo di ritorno (30 anni), risultano essere inalterate dalla presenza dell'impianto, in quanto l'area sotto i pannelli risulta libera e con la stessa capacità di permeabilità della situazione ante-operam.

Inoltre analizzando il resto dell'area si ritiene importante evidenziare la presenza di zone di mitigazione previste all'interno dell'area di progetto che verranno lasciate 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. per le opere di recinzione, concorrono a garantire inalterate le caratteristiche di uso del suolo, che quindi non inficiano la variazione del coefficiente di deflusso.

Ai sensi delle "Linee guida sulla invarianza idraulica nelle trasformazioni territoriali", quindi, le uniche aree che effettivamente subiranno una trasformazione di utilizzo dello stato del suolo rispetto a quella attuale di fatto sono:

- le aree occupate dalle 8 cabine di conversione (sup. 10mq cad), dalle 4 cabine di consegna (sup. 16mq cad), dalla control room (sup. 15mq) che di fatto devono essere assunte come impermeabili avendo coperture impermeabili;
- l'impianto BESS nel numero di 32 (sup. 30mq cad);
- l'area afferente alla cabina primaria per la quale viene condotta un'analisi specifica

nelle conclusioni in ragione del fatto che essa comporta - nella situazione più gravosa di realizzazione di platee di posa delle apparecchiature – un'impermeabilizzazione puntuale trascurabile in base alle Linee Guida, ma sicuramente più evidente rispetto al complesso dell'impatto del resto dell'impianto;

- la viabilità interna alle aree di impianto in stabilizzato di cava che garantisce comunque il mantenimento della capacità di infiltrazione ante operam poiché è realizzata mediante posa di inerte a granulometria variabile;
- la fascia perimetrale della recinzione interessata dalle piantumazioni che esercitano un'azione mitigativa e quindi il miglioramento della capacità di ritenzione e infiltrazione.

Calcolo superfici impermeabili coperte dai servizi totale 3.120 mq così suddivisi:

- 8 cabine di conversione per una superficie complessiva pari a 80 mq
- 4 cabine di consegna per una superficie complessiva pari a 64 mq
- 1 control room per una superficie complessiva pari a 15 mq
- 32 accumulatori (BESS) per una superficie complessiva pari a 960 mq
- 1 cabina primaria e annessi 800x2 mq + 400 mq per una superficie complessiva pari a 2.000 mq.

Calcolo superfici stradali drenanti:

- Strada bitumata esterna al campo FTV superficie pari a 3.240 mq
- Strade interne in misto stabilizzato superficie pari a 19.400 mq
- Area in misto stabilizzato intorno alla cabina primaria 6.100 mq

Calcolo 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:

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

nella quale:

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

ϕ = coefficiente di deflusso dopo la trasformazione

ϕ^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:

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

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

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

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

a) 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;

b) 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;

c) quota dell'area da ritenersi permeabile (Per) - tale grandezza viene valutata prima e dopo la trasformazione;

d) 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	- Intervento su superfici di estensione maggiore di 1 ha (10.000 m ²) ed inferiore a 10 ha (100.000 m ²); - Interventi su superfici di estensione superiore a 10 ha (100.000 m ²) 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

L'area oggetto di intervento è classificabile come intervento di significativa impermeabilizzazione potenziale: infatti l'intervento è su una superficie di **estensione maggiore di 10 ha ma con Imp < 0,3**

Nel caso di classe di intervento denominata "Significativa impermeabilizzazione potenziale", le luci di scarico e i tiranti idrici consentiti nell'invaso, dovranno esser tali da garantire che il valore della portata massima, defluente dall'area oggetto di trasformazione dell'uso del suolo, sia pari

al valore assunto dalla stessa precedentemente all'impermeabilizzazione dell'area medesima, almeno per una durata di pioggia di 2 ore e un tempo di ritorno di 30 anni.

Nel caso specifico l'intervento ha le seguenti caratteristiche:

Uso del suolo di progetto	Superficie (mq/ha)
Superficie complessiva intervento	38,00 ha
Superficie trasformata:	
• Locali tecnici (8 cabine conversione, 4 cabine di consegna, 1 control room) - impermeabile	160 mq
• Bess + Cabina Primaria - impermeabile	2.960 mq
• Strada bitumata - drenante	3.240 mq
• Strada e superfici a misto stabilizzato - drenante	25.500 mq
• Superficie per opere mitigazione piantumata - permeabile	11.240 mq
• Superficie dei Pannelli - permeabile	101.770 mq

Il Coefficiente di deflusso è il rapporto tra l'acqua piovana che viene rilasciata verso il corpo ricettore e l'intero volume d'acqua piovana che viene captata dalla superficie in uno specifico intervallo di tempo: il coefficiente varia da 0 (permeabile) ad 1 (impermeabile).

Sono considerate impermeabili le superfici di ingombro dei locali tecnici e cabine varie, mentre le superfici occupate dai pannelli fotovoltaici non sono state inserite nel calcolo delle superfici impermeabili poiché le strutture sono sollevate da terra ed il terreno sotto i pannelli conserva la stessa permeabilità che aveva prima dell'intervento.

Lo stesso dicasi per la viabilità esterna (bitumata) e interna (misto stabilizzato) realizzata con superfici drenanti.

Per il calcolo del volume minimo di laminazione è stato utilizzato il Foglio di calcolo per la determinazione dei volumi minimi di invaso in applicazione all'art. 9 della Normativa del Piano di Stralcio di Bacino per il Rischio Idrogeologico (invarianza idraulica) della Regione Emilia Romagna opportunamente adeguato al caso in esame.

Infatti le eventuali modeste riduzioni della capacità di infiltrazione derivanti dalle sedi stradali sono ritenute compensate dal miglioramento della capacità di infiltrazione operata dalle piantumazioni perimetrali previste (le aree interessate da viabilità che possono assumersi aventi riduzione della permeabilità pari al 50% e le aree di mitigazione perimetrali piantumate sono paragonabili).

Dal calcolo che segue emerge che **il coefficiente di deflusso ante e post operam varia da 0,20 a 0,24.**

Relazione tecnica Invarianza Idraulica

CALCOLO DEI VOLUMI MINIMI PER L'INVARIANZA IDRAULICA (inserire i dati esclusivamente nei campi cerchiati)						
	Superficie fondiaria	=	<input type="text" value="380.000,00"/>	mq		inserire la superficie totale scolante all'interno del nuovo scarico acque meteoriche di progetto
ANTE OPERAM						
	Superficie impermeabile esistente	=	<input type="text" value="0,00"/>	mq		inserire il 100 % della superficie impermeabile e il 50% della superficie di stabilizzato/betonella etc.
	Imp°	=	0,00			
	Superficie permeabile esistente	=	<input type="text" value="380.000,00"/>	mq		inserire il 100 % della superficie permeabile (verde o agricola) e il 50% della superficie di stabilizzato/betonella etc.
	Per°	=	1,00			
	Imp°+Per°	=	1,00			corretto: risulta pari a 1
POST OPERAM						
	Superficie impermeabile di progetto	=	<input type="text" value="19.110,00"/>	mq		inserire il 100 % della superficie impermeabile e il 50% della superficie di stabilizzato/betonella etc.
	Imp	=	0,05			
	Superficie permeabile progetto	=	<input type="text" value="360.890,00"/>	mq		inserire il 100 % della superficie permeabile (verde o agricola) e il 50% della superficie di stabilizzato/betonella etc.
	Per	=	0,95			
	Imp+Per	=	1,00			corretto: risulta pari a 1
INDICI DI TRASFORMAZIONE DELL'AREA						
	Superficie trasformata/livellata	=	<input type="text" value="19.110,00"/>	mq		inserire la superficie di tutte le aree non agricole di progetto. Comprese aree verdi
	I	=	0,05			
	Superficie agricola inalterata	=	<input type="text" value="360.890,00"/>	mq		inserire la superficie agricola di progetto (ovvero la superficie agricola inalterata)
	P	=	0,95			
	I+P	=	1,00			corretto: risulta pari a 1
CALCOLO DEI COEFFICIENTI DI DEFLUSSO ANTE OPERAM E POST OPERAM						
	$\phi^\circ = 0,9 \times \text{Imp}^\circ + 0,2 \times \text{Per}^\circ =$	0,9	x	0,00	+	0,2 x 1,00 = 0,20 ϕ°
	$\phi = 0,9 \times \text{Imp} + 0,2 \times \text{Per} =$	0,9	x	0,05	+	0,2 x 0,95 = 0,24 ϕ

Tale condizione, a mente dell'art. 5 delle Linee guida regionali deve essere verificata per un evento di durata pari a 2 h ed un tempo di ritorno di 30 anni.

Per la determinazione delle leggi di pioggia /portate si utilizzano le considerazioni del Progetto VAPI (Valutazione Piene) sulla Valutazione delle Piene in Italia, portato avanti dalla Linea 1 del Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche, ha come obiettivo quello di predisporre una procedura uniforme sull'intero territorio nazionale per la valutazione delle portate di piena naturali e delle piogge intense secondo criteri omogenei.

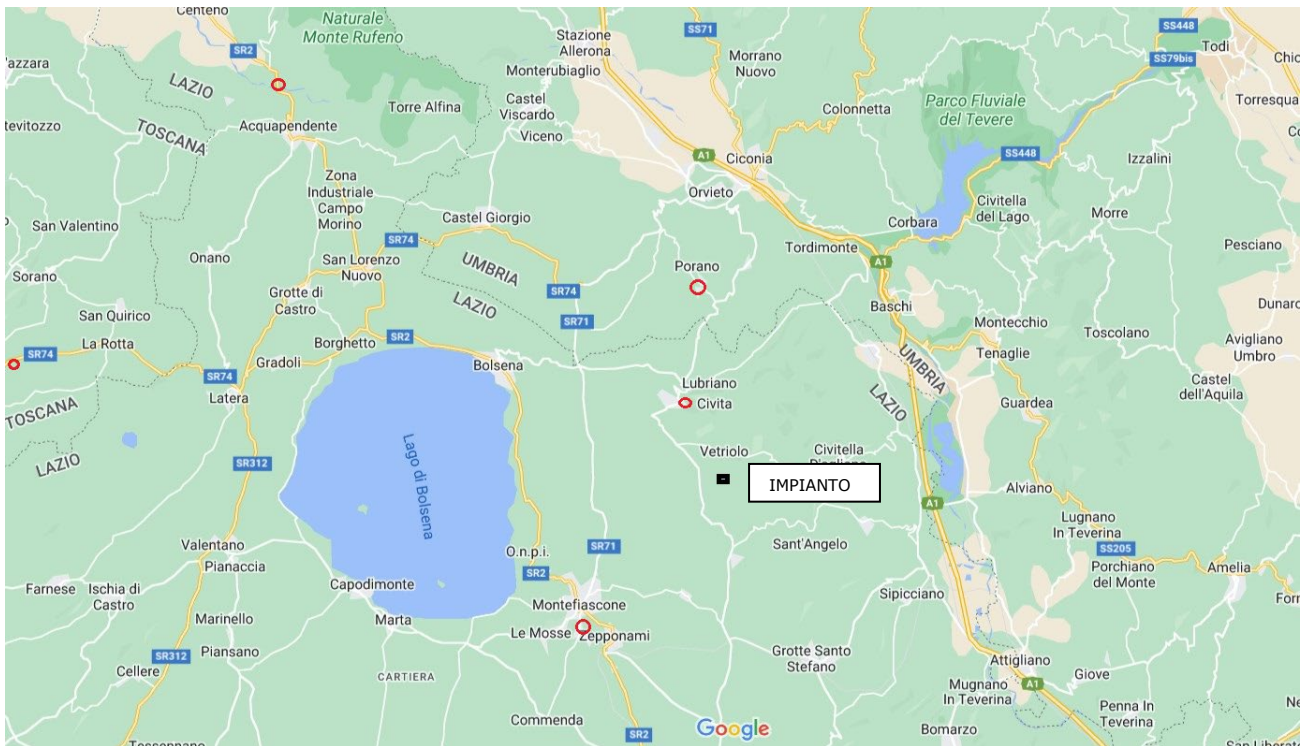
Il modello TCEV (Two Component Extreme Value Distribution) permette di determinare le altezze di pioggia h e le relative intensità i, seguendo una tecnica di regionalizzazione dei dati pluviometrici messa a punto dal progetto VAPI1.

La regionalizzazione delle piogge mira a superare i limiti relativi alla scarsa informazione pluviometrica (spesso costituita da singole serie di durata limitata e poco attendibili per le elaborazioni statistiche), utilizzando in modo coerente tutta l'informazione pluviometrica disponibile sul territorio, per individuare la distribuzione regionale delle caratteristiche delle precipitazioni.

Nel seguito sono riportate le curve di possibilità pluviometrica delle stazioni di Proceno, Porano, Montefiascone, Pitigliano e Bagnoregio desunte dai dati acquisiti dal Sito della Regione Lazio di cui

al link http://www.idrografico.regione.lazio.it/std_page.aspx-Page=curve_pp.htm

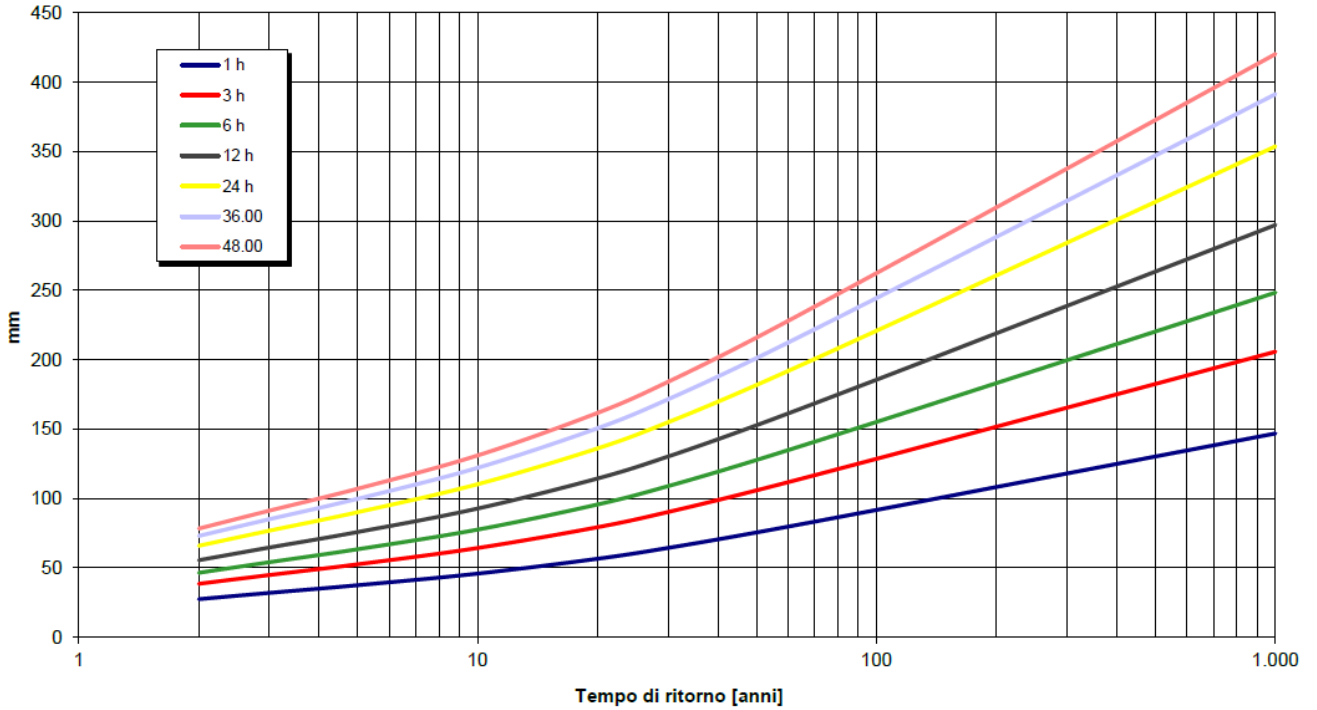
con i pallini rossi sono indicate le posizioni delle stazioni pluviometriche nella planimetria di inquadramento



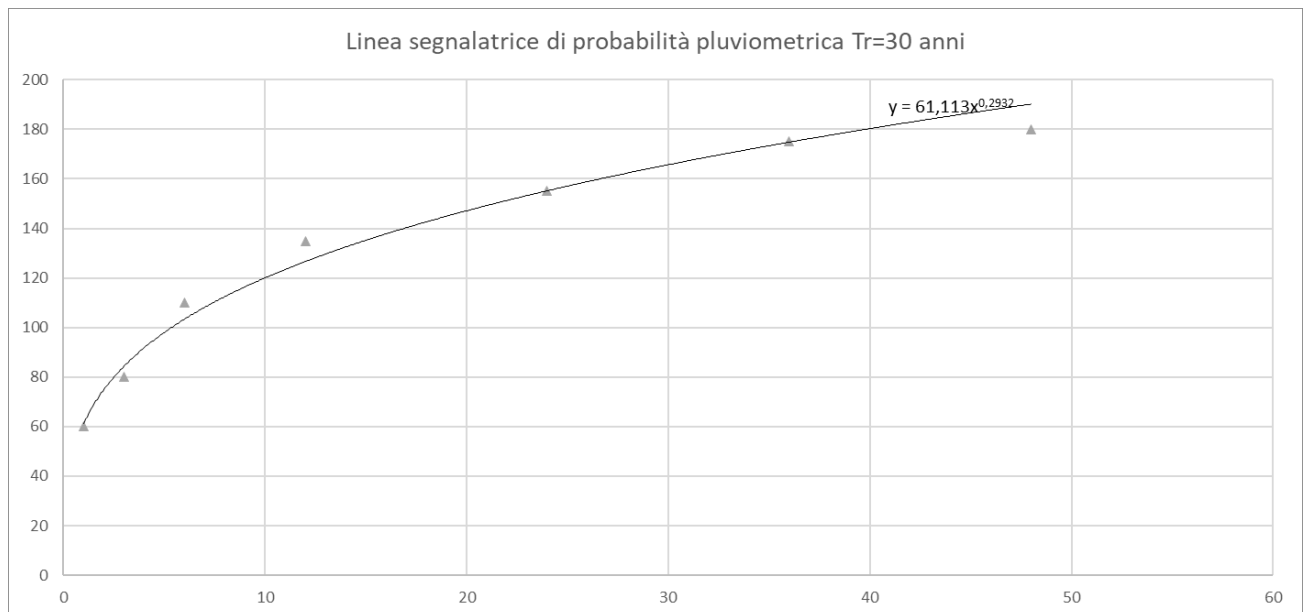
durata (h)	PROCENO altezza (mm)	PORANO altezza (mm)	MONTEFIASCONE altezza (mm)	PITIGLIANO altezza (mm)	BAGNOREGIO altezza (mm)
1	60	75	65	65	65
3	80	125	85	90	80
6	110	150	110	110	110
12	135	170	130	130	125
24	155	200	160	160	150
36	175	210	175	175	170
48	180	230	190	190	180

A seguire si riportano i grafici delle linee segnalatrici di possibilità pluviometrica delle varie stazioni con specifico riferimento al grafico relativo all'evento di durata 2h e $T_r = 30$ anni

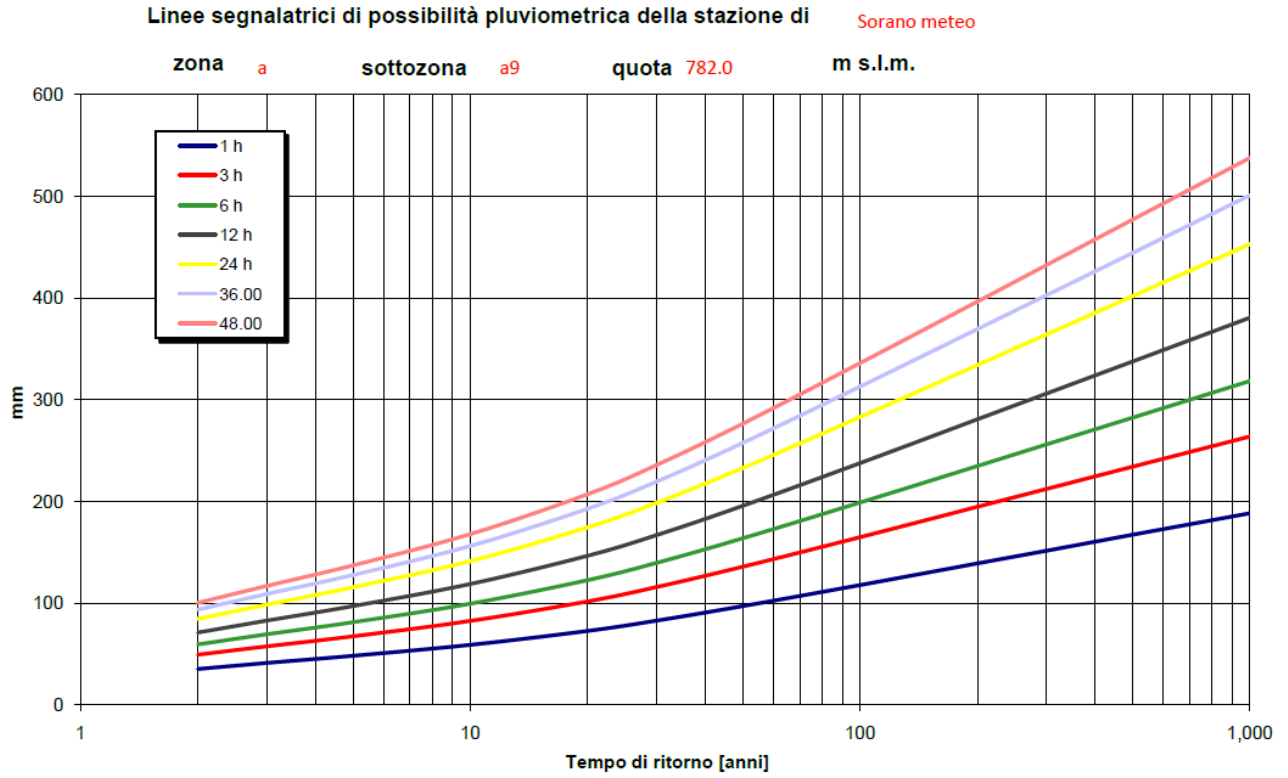
Linee segnalatrici di possibilità pluviometrica della stazione di **Proceno**
zona a **sottozona a18** **quota 254.0** **m s.l.m.**



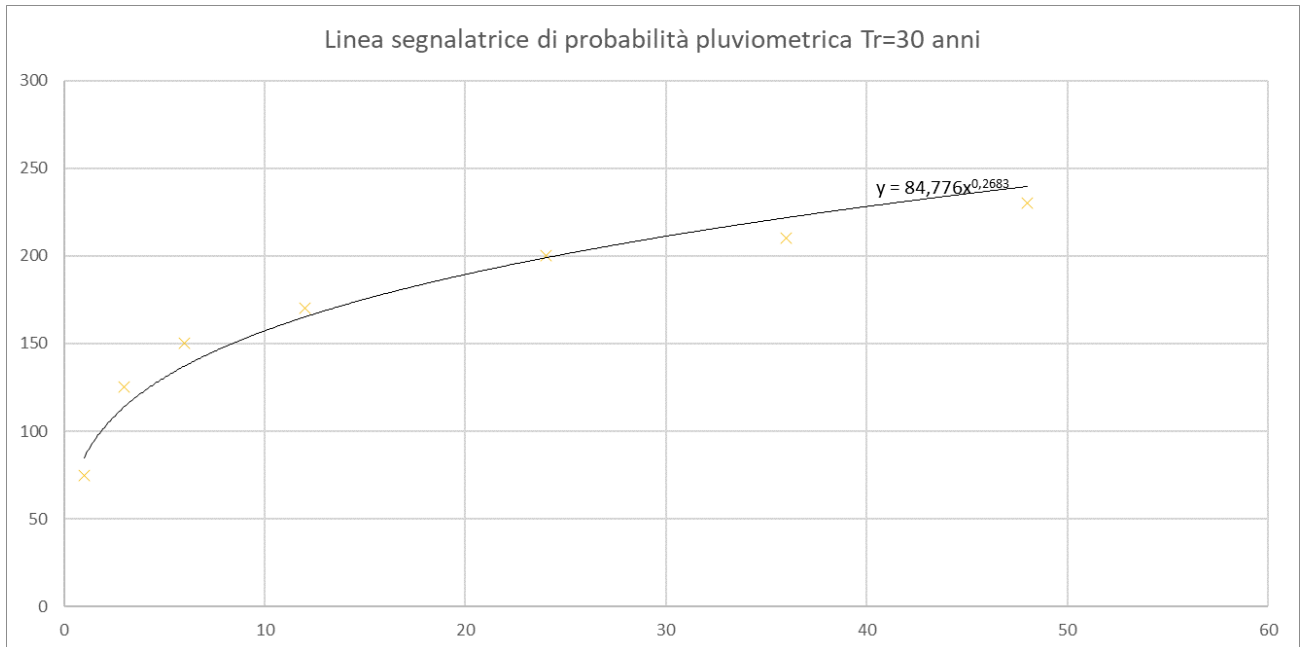
Linee segnalatrici di possibilità pluviometrica della stazione di Paglia/Proceno



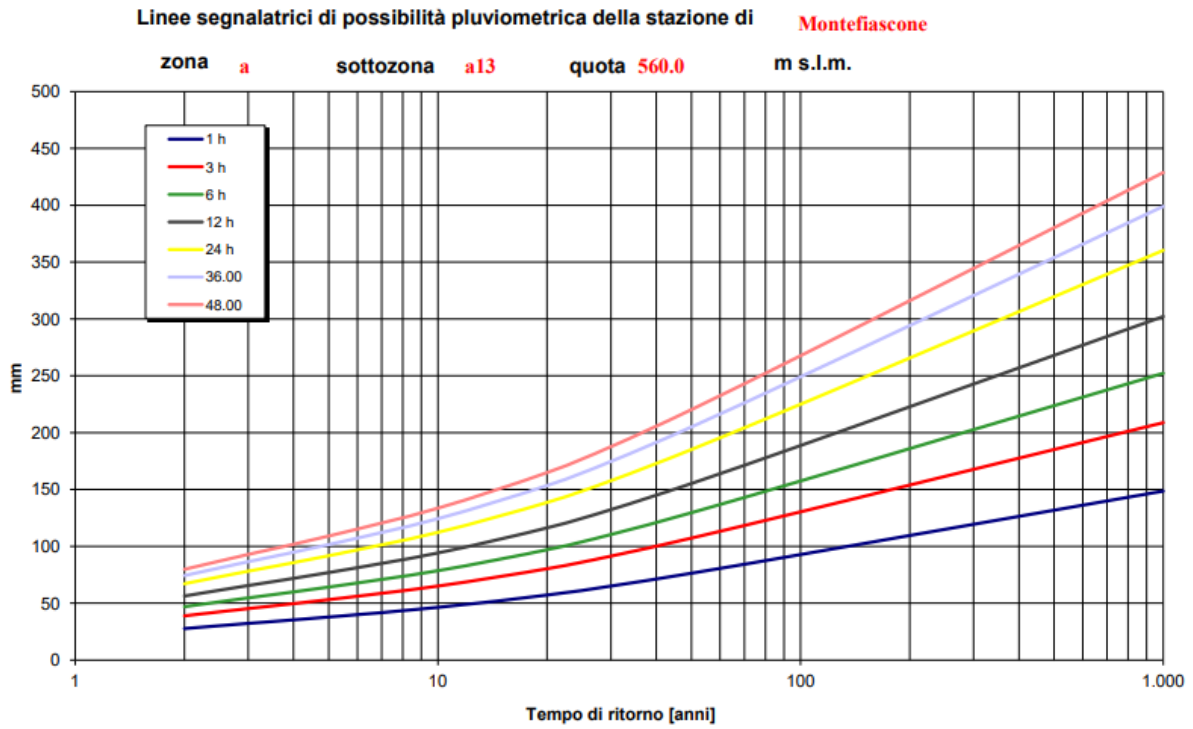
Linee segnalatrici di possibilità pluviometrica della stazione di Paglia/Proceno per evento di durata di 2h e $T_r= 30$ anni



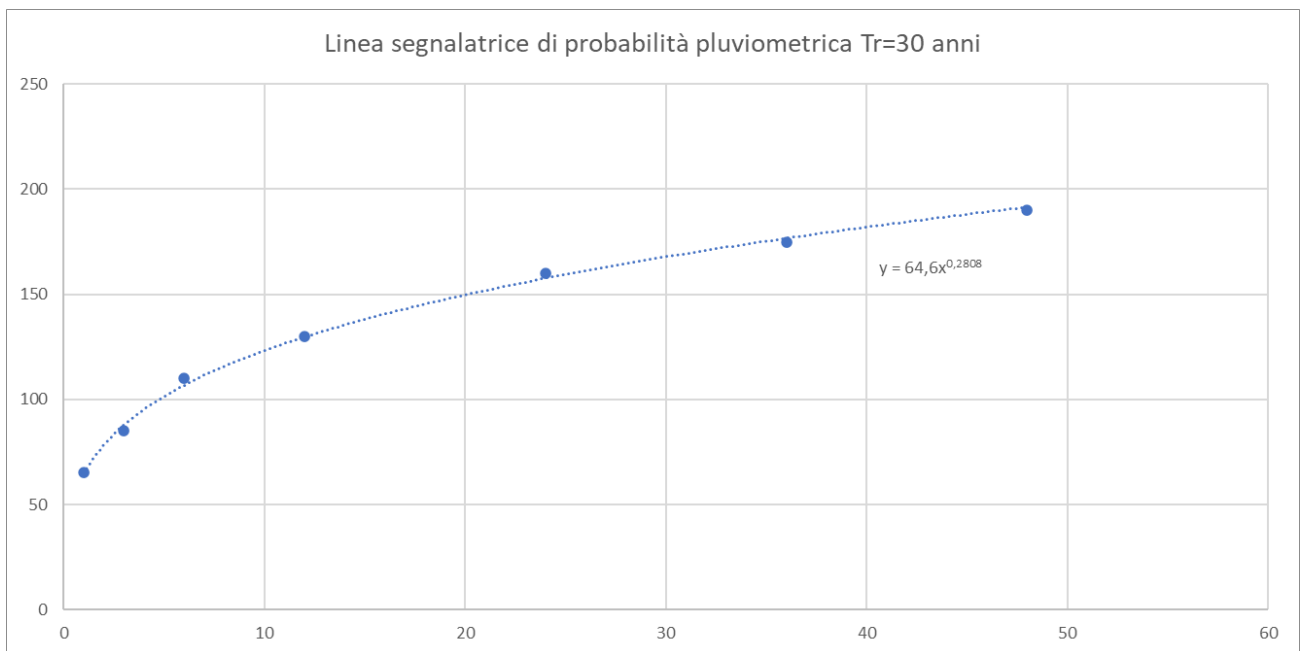
Linee segnalatrici di possibilità pluviometrica della stazione di Porano



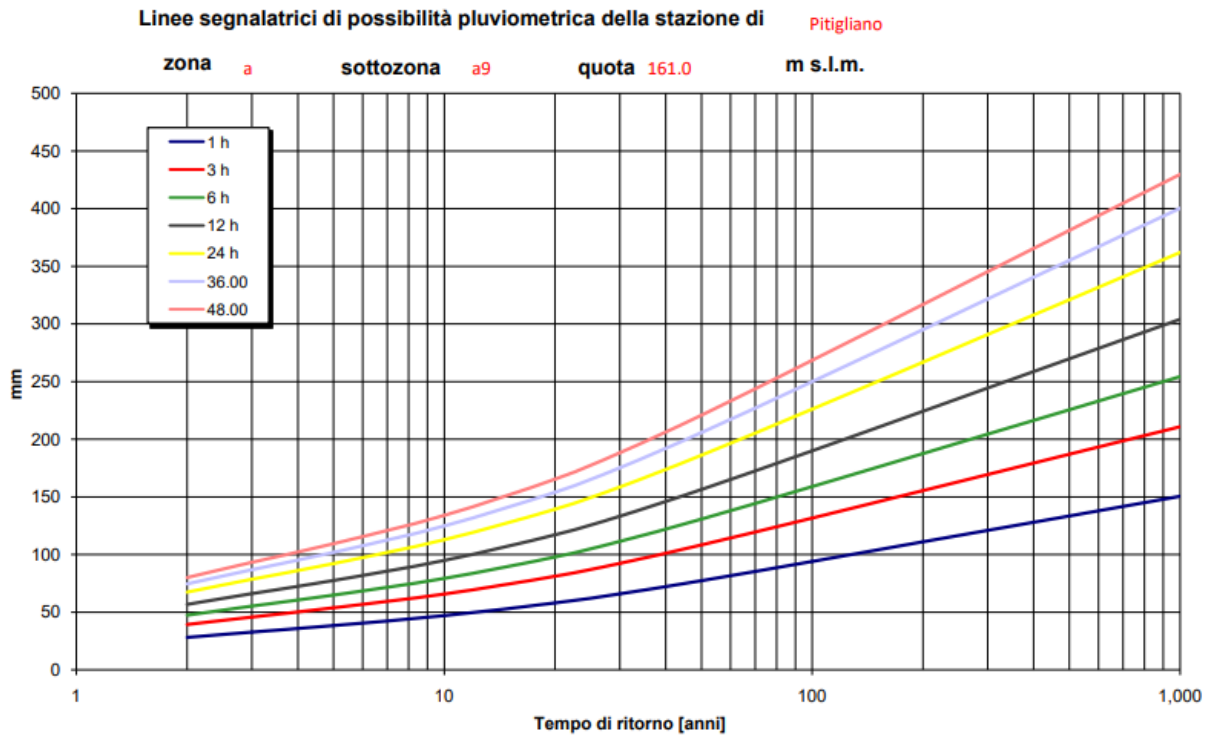
Linee segnalatrici di possibilità pluviometrica della stazione di Porano per evento di durata di 2h e Tr= 30 anni



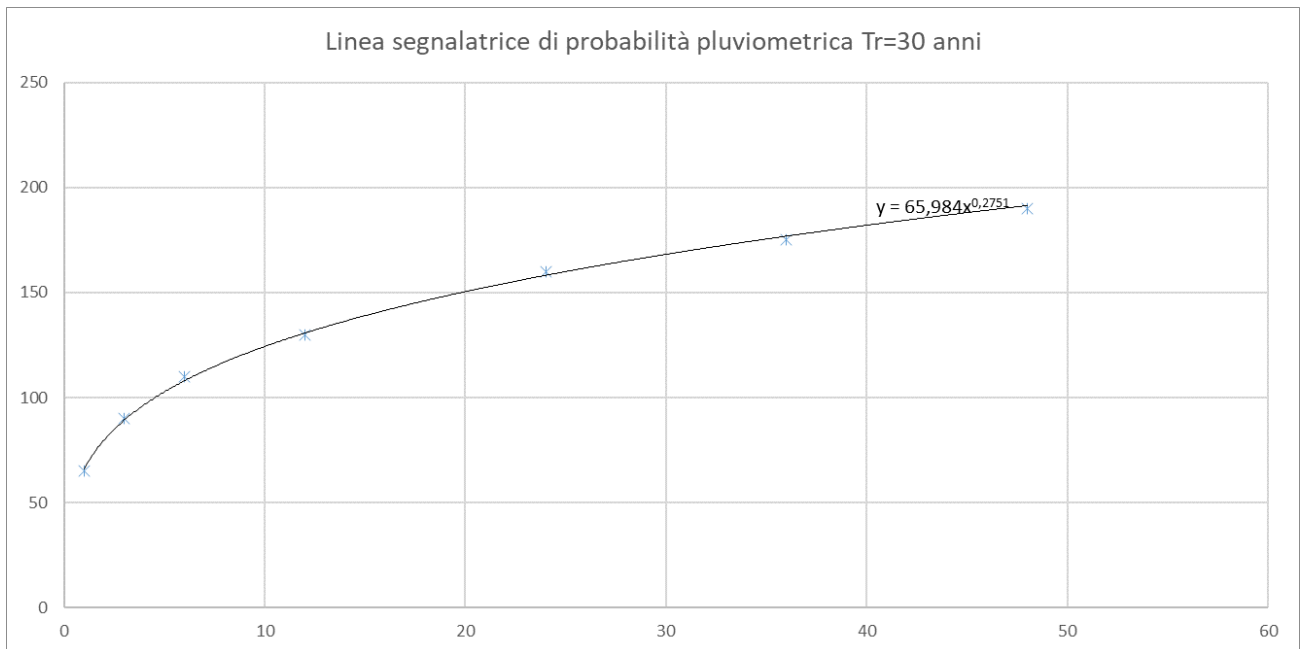
Linee segnalatrici di possibilità pluviometrica della stazione di Montefiascone



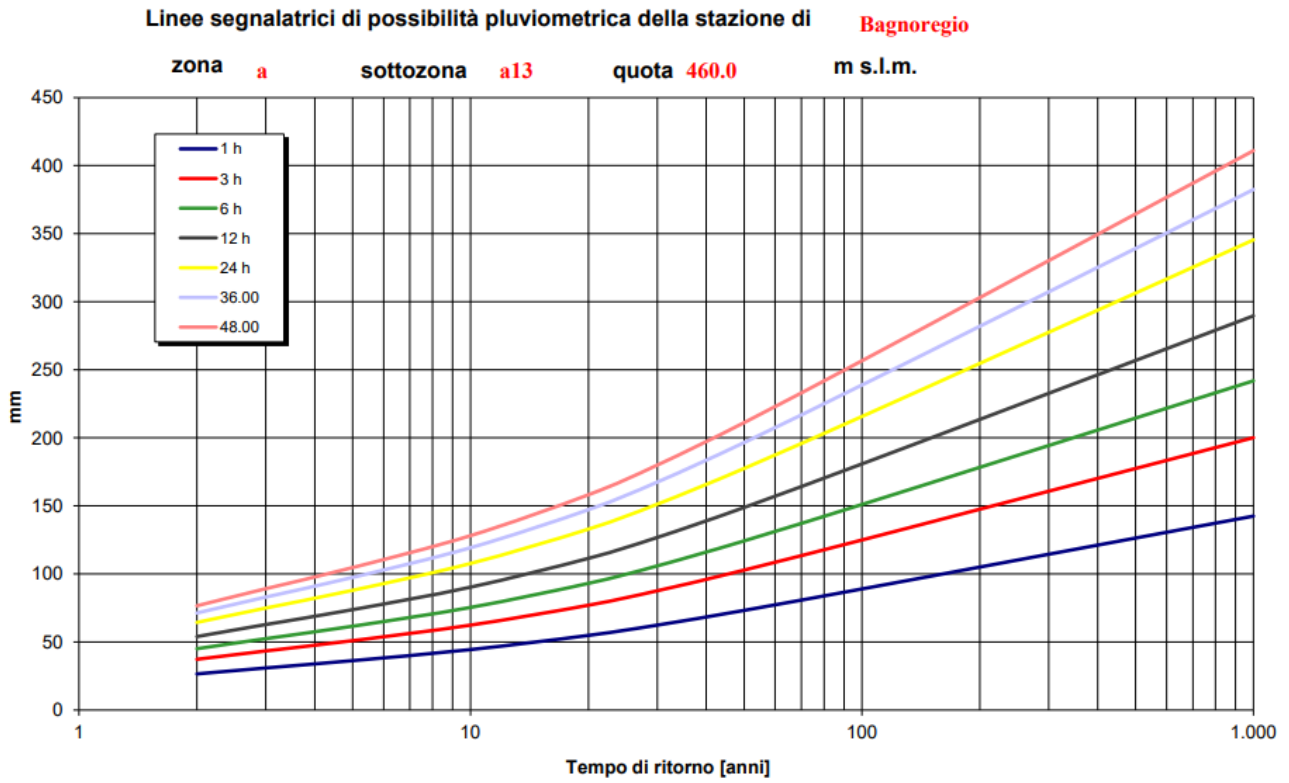
Linee segnalatrici di possibilità pluviometrica della stazione di Montefiascone per evento di durata di 2h e $Tr= 30$ anni



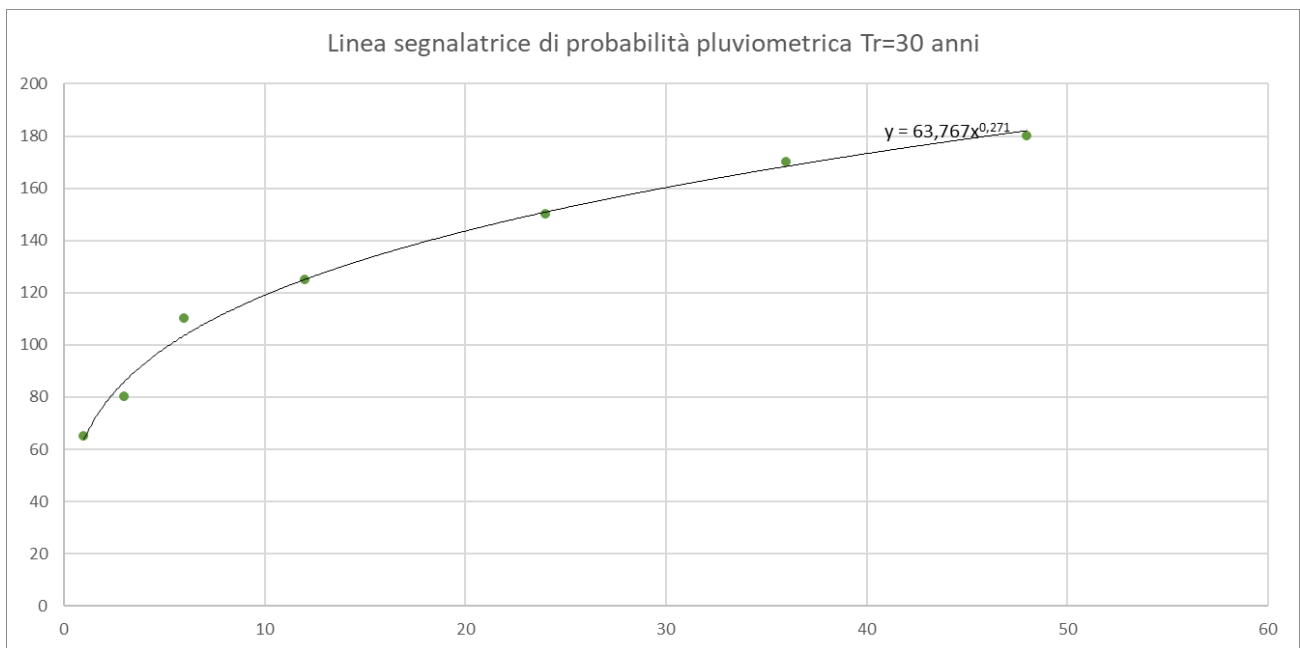
Linee segnalatrici di possibilità pluviometrica della stazione di Pitigliano



Linee segnalatrici di possibilità pluviometrica della stazione di Pitigliano per evento di durata di 2h e $Tr= 30$ anni



Linee segnalatrici di possibilità pluviometrica della stazione di Bagnoregio



Linee segnalatrici di possibilità pluviometrica della stazione di Bagnoregio per evento di durata di 2h e $T_r= 30$ anni

Stazione pluviometrica	Distanza stazione dall'impianto (km)	a Tr 30 anni, 2h	n Tr 30 anni, 2h	Altezza pioggia Tr 30 anni, 2 h (mm)
PROCENO	28	61,1	0,29	74,72
PORANO	20	84,7	0,27	102,1
MONTEFIASCONE	10	66	0,27	79,89
PITIGLIANO	37	64,6	0,28	78,44
BAGNOREGIO	3,7	63,7	0,27	76,94

Dall'elaborazione di tali valori è stata calcolata l'**altezza di pioggia che risulta pari a 81,94 mm.**

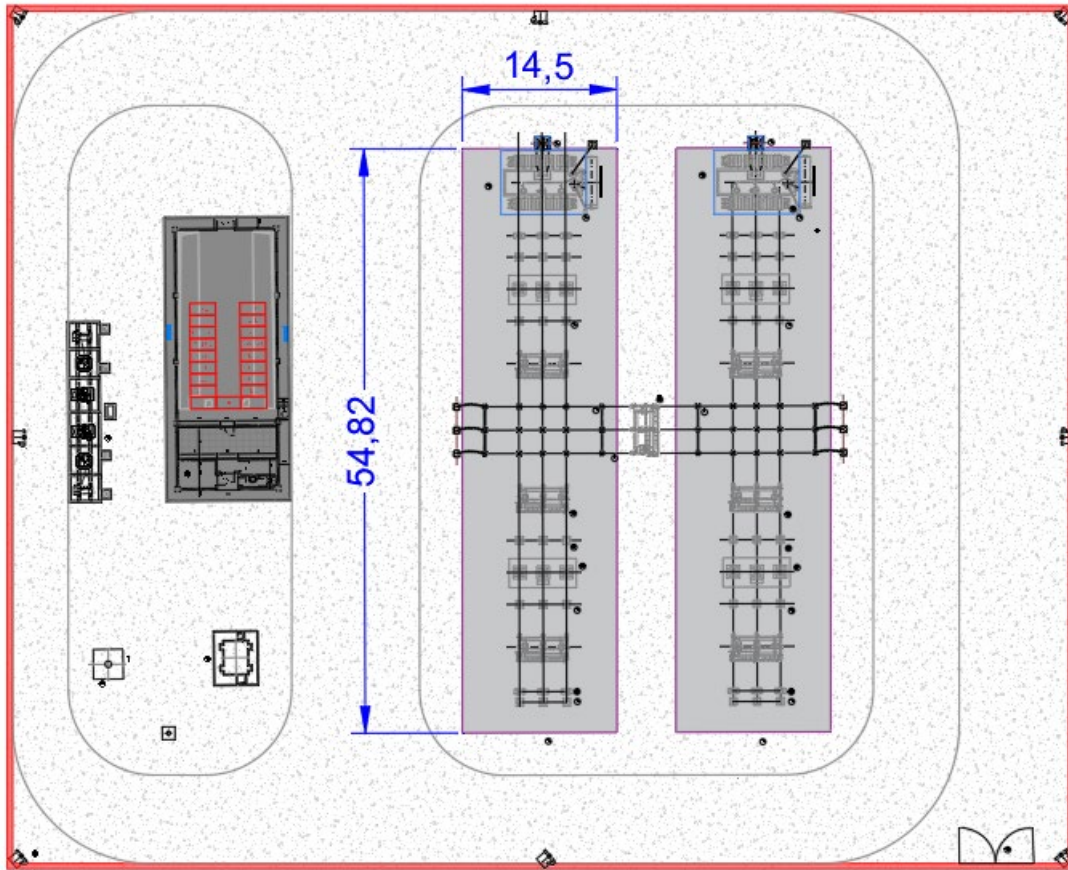
Superficie fondiaria	38,00 ha	superficie totale dell'intervento	
TR	30 anni	tempo di ritorno di riferimento	
a	68	inserire parametro di zona (vedi tabella)	
n	0,27	inserire parametro di zona (vedi tabella)	
tp	2,00 ore	durata di pioggia	
φ	0,24	coeff. di deflusso dopo la trasformazione	
h	81,94 mm	altezza pioggia in tp	

Tale valore risulta significativamente inferiore alla quota minima dei pannelli dal suolo che è pari a 500mm garantendo quindi il normale deflusso delle acque.

SISTEMA DI RACCOLTA PER LE AREE DELLA CABINA PRIMARIA

Merita un approfondimento l'aspetto legato alle zone in cui verrà realizzata la cabina primaria, infatti in tal caso le superfici potenzialmente impermeabili occupate dalle platee (campite in grigio continuo) su cui verranno poggiate le apparecchiature, avranno ciascuna un'estensione superficiale pari a:

$$14,50 \text{ m} \times 54,8 \text{ m} = 800 \text{ mq}$$



Planimetria area cabina primaria

Le platee saranno realizzate con una leggera pendenza verso l'esterno in modo che la linea di massimo deflusso risulterà pari a: $14,50/2 = 7,25$ m

Al fine di garantire un corretto deflusso delle acque raccolte e successivamente sversate al suolo che intorno alle platee avrà caratteristiche di permeabilità tali da essere assimilato a un suolo drenante, verranno realizzati dei canalini di scolo al suolo che garantiscono l'assorbimento da parte dello stesso delle acque che in ragione della impermeabilità delle platee avranno dei tempi di corrivazione maggiori rispetto a quelle precipitate direttamente al suolo.

In definitiva quindi, riguardo la presenza dell'area della cabina primaria, nonché delle altre cabine e manufatti vari, la superficie complessiva di suolo occupata è di ca. 3000mq (0.3ha), pari ad una percentuale trascurabile (pari allo 0.08%) dell'area del bacino locale della zona di intervento.

5. CONCLUSIONI

Il valore del volume minimo di laminazione con il metodo del minimo invaso si applica in genere a trasformazioni territoriali che comportano la realizzazione di ampie e continue superfici impermeabili per le quali si prevede un'opera di scarico puntuale in corpo idrico recettore.

Nel caso in esame, anche in virtù dei valori di pioggia ottenuti, si ritiene che non vi siano le condizioni necessarie per prevedere opere di collettamento e/o regimazione delle acque superficiali.

Ciò vale almeno per tutta l'area dell'impianto coperta dai pannelli fotovoltaici che garantiscono un deflusso paragonabile a quello attuale lasciando inalterate le caratteristiche di permeabilità del suolo sottostante.

A riprova di questa considerazione si evidenzia quanto segue:

- l'area oggetto di intervento è sub pianeggiante e a bassa criticità idraulica,
- non sono previsti significativi movimenti e rimaneggiamenti di suolo o di terra,
- la superficie effettivamente trasformata (impermeabilizzata) pari a 3.000 mq è minima rispetto all'area in esame,
- le superfici coperte sono relative ai manufatti distribuiti sull'intero comparto di intervento con una superficie massima concentrata pari a 800 mq quindi assolutamente trascurabili rispetto al valore complessivo,
- al di sotto dei pannelli fotovoltaici permane la permeabilità del suolo,
- la viabilità è realizzata con rivestimenti drenanti.

Si può pertanto concludere che gli interventi di progetto non comportano opere che possano alterare il regime delle acque superficiali, infatti la tipologia di installazione scelta fa sì che non vi 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.

Alla luce di quanto esposto poiché le opere in progetto non comportano alterazioni delle principali caratteristiche del suolo e del sottosuolo si ritengono verificati l'invarianza e l'equilibrio idraulico dello stato dei luoghi.