

RELAZIONE IDRAULICA PER IL PROGETTO DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA DI POTENZA DI 815,895 kWp ED OPERE CONNESSE DA REALIZZARE IN LOCALITA' VIA TENNA, NEL COMUNE DI MONTE URANO (FM).

Documentazione di integrazione richiesta nell'ambito del D.Lgs 152/2006 art. 19 e ss.mm. art.4 della L.R: 11/2019 e art 50 del D.L: 76/2020 –Procedimento di verifica di assoggettabilità a VIA per la realizzazione di un impianto fotovoltaico a terra di potenza pari a 815,895 kWp ed opere connesse da realizzarsi, in terreno agricolo, in Monte Urano FM, località Via Tenna, censito al catasto terreni del medesimo comune al Foglio n.18, particelle nn 258 e 260.

prot. n.2015 del 10/02/2021

Committente: Società Agricola Semplice Ramadori di Ramadori & C.

RELAZIONE

STUDIO DI GEOLOGIA-TECNICA APPLICATA

pec.: fabio.delmoro@epap.sicurezzapostale.it
e-mail: geol.delmoro@gmail.com

Committente

IL TECNICO INCARICATO



Porto Sant'Elpidio, febbraio 2021

OPERA DELL'INGEGNO. RIPRODUZIONE ANCHE PARZIALE CONSENTITA SOLO PREVIA AUTORIZZAZIONE SCRITTA ART.99 L. 633/41

Oggetto: **RELAZIONE IDRAULICA** PER IL PROGETTO DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA DI POTENZA DI 815,895 kWp ED OPERE CONNESSE DA REALIZZARE IN LOCALITA' VIA TENNA, NEL COMUNE DI MONTE URANO (FM).

Documentazione di integrazione richiesta nell'ambito del D.Lgs 152/2006 art. 19 e ss.mm. art.4 della L.R: 11/2019 e art 50 del D.L: 76/2020 –Procedimento di verifica di assoggettabilità a VIA per la realizzazione di un impianto fotovoltaico a terra di potenza pari a 815,895 kWp ed opere connesse da realizzarsi, in terreno agricolo, in Monte Urano FM, località Via Tenna, censito al catasto terreni del medesimo comune al Foglio n.18, particelle nn 258 e 260.

Committente: *Società Agricola Semplice Ramadori di Ramadori Sergio & C.*

INDICE

1	PREMESSA	pag.2
2	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E CLIMATICO	pag.3
	2.1 FATTORI CLIMATICI	pag.4
	2.1.1 PRECIPITAZIONI	pag 3
	2.1.2 CLIMA	pag.5
3	CONDIZIONI IDROLOGICHE ANTE-OPERAM	pag.7
4	CONDIZIONI IDROLOGICHE POST-OPERAM.....	pag.9
5	DETERMINAZIONE VOLUMI DI DEFLUSSO ACQUE SUPERFICIALI.....	pag.11
6	CONCLUSIONI.....	pag.16

ALLEGATI

- Tav. 1 Corografia scala 1.10.000
- Tav. 2 Planimetria andamento acque superficiali –situazione ante-operam
- Tav. 3 Planimetria andamento acque superficiali –situazione post-operam
- Tav. 4 Dati pluviometrici stazione di FERMO
- Tav. 5 Documentazione fotografica

1 PREMESSA

In ottemperanza con quanto richiesto dalla Provincia di Fermo Settore III Ambiente e Trasporti con prot. n.2015 del 10/02/2021 nell'ambito del procedimento di cui all'oggetto viene è stata redatta **una relazione idraulica per il progetto** un impianto fotovoltaico a terra di potenza pari a 815,895 kWp ed opere connesse da realizzarsi, in terreno agricolo, in Monte Urano FM, località Via Tenna.

Lo scopo del presente lavoro è quello di ricostruire le caratteristiche idrauliche ed idrologiche ante e post operam nell'area oggetto di intervento attraverso la determinazione dell'incremento del volume di acque correnti superficiali indotto dalla realizzazione dell'opera in esame (situazione post-operam) ed il tempo necessario per il completo deflusso dello stesso.

Al tal fine, per i calcoli sono stati presi in considerazione i dati di pioggia della stazione pluviometrica di Fermo, ubicata nelle vicinanze dell'area in esame e per questo ritenuta significativa. I dati di pioggia relativi a piogge intense e di durata 1, 3, 6, 12, 24 ore, sono stati elaborati utilizzando il metodo di Gumbel. Si tratta di uno studio statistico degli eventi eccezionali, il quale ha permesso la determinazione dell'altezza massima di pioggia, per un tempo di ritorno di 30 anni, attraverso la quale sono stati determinati i volumi delle acque effluenti nell'area di intervento nelle condizioni attuali (situazione ante-operam) e nelle condizioni di progetto (situazioni post-operam) e quindi è stato stimato l'incremento di volume delle acque di scorrimento indotto dall'intervento.

Unitamente a ciò sono stati effettuati diversi sopralluoghi nell'area al fine di ricostruire in dettaglio la morfologia dell'area oggetto di intervento e di un interno significativo, le caratteristiche geometriche e le attuali modalità di deflusso delle acque meteoriche sulla superficie dell'area in progetto.

Il presente studio si è avvalso del rilievo plano-altimetrico realizzato dal tecnico incaricato che ha permesso una ricostruzione puntuale dell'attuale morfologia dell'area oggetto di intervento, sia ante-opera che post-opera (pendenza), sulla base della quale sono stati effettuati i calcoli idraulici.

La base cartografica utilizzata per la stesura degli elaborati di dettaglio, è la

carta del rilievo plano-altimetrico fornita dal tecnico incaricato, mentre come base topografica per la realizzazione delle carte a grande scala, carta idrogeologica, è stata utilizzata la carta aereofotogrammetrica 1:5.000 del comune di Monte Urano (FM).

La metodologia adottata può essere così schematizzata:

- studio dati esistenti;
- rilevamento geologico-geomorfologico di campagna;
- reperimento dati pluviometrici esistenti;
- calcolo volume acque di deflusso ante-operam
- calcolo volume acque di deflusso post-operam;
- stesura della presente relazione generale esplicativa;

2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E CLIMATICO

L'area in esame risulta posta nella porzione meridionale del territorio comunale di Monte Urano, ad una distanza di circa 3.0 chilometri in direzione sud dal centro cittadino. La stessa ricade nella ortofotocarta della Regione Marche 1:10.000 sezione n°315010.

Topograficamente l'area di intervento si sviluppa su due lotti adiacenti caratterizzati da una superficie topografica pressoché sub-pianeggiante compresa tra le quote di 58.7 e 57.6 mt. sopra il livello medio del mare, avente una pendenza media calcolata pari a 0.4% lungo la direzione sud.



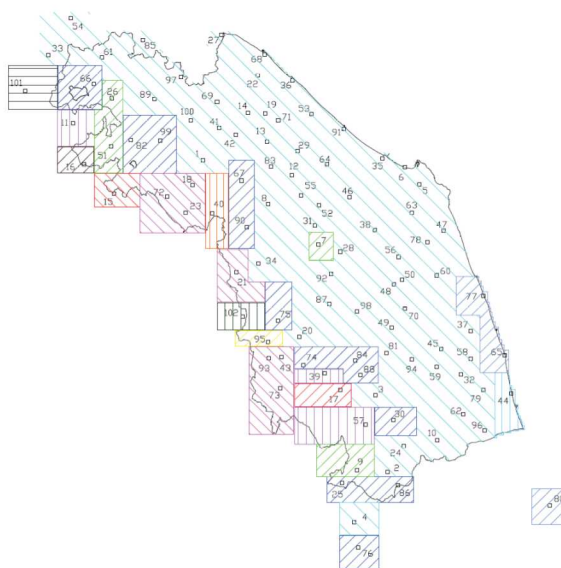
Panoramica dell'area oggetto di intervento

2.1 FATTORI CLIMATICI

2.1.1 PRECIPITAZIONI

La regione Marche può essere suddivisa in 3 fasce longitudinali omogenee per quel che riguarda il campo medio della precipitazione annua. Nella fascia costiera i valori di precipitazione media annua risultano compresi tra i 600 e gli 850 mm; in quella medio basso collinare, l'entità di precipitazione ricade nel range di 850-1100 mm e nell'area alto collinare montana i valori risultano superiori ai 1100 mm, con punte che toccano i 1700 mm.

In particolare nello studio effettuato dal *"Centro di Ecologia e Climatologia" Osservatorio Geofisico Sperimentale Macerata* che è stato preso in considerazione sono state considerate 102 stazioni pluviometriche per il periodo 1950-1989.



Carta delle zone pluviometricamente affini

Attraverso l'utilizzo di un programma di statistica che, ricevendo questi dati in input, ha restituito in output una classificazione, che ha permesso di suddividere il territorio regionale in 14 categorie che inglobano zone affini sulla base della distribuzione della precipitazione media annuale, in particolare ha permesso di individuare zone affini da un punto di vista pluviometrico, raggruppando a vari livelli le stazioni con le minime differenze di

precipitazione.

In particolare l'area di Monte Urano risulta compresa all'interno della classe che racchiude la stazione di Fermo quindi è possibile considerarle affini dal punto di vista pluviometrico, cioè aventi una differenza minima tra le precipitazioni.

2.1.2 CLIMA

Le caratteristiche climatiche del territorio marchigiano sono influenzate ad oriente dall'esposizione verso l'Adriatico, che esercita la sua azione debolmente mitigatrice nei confronti degli afflussi di masse d'aria relativamente fredda da nord e da est, e ad ovest dalla presenza dell'Appennino, il quale ostacola il corso delle correnti occidentali, per lo più temperate ed umide, predominanti alle nostre latitudini.

Per lo studio del clima dell'area in esame si è fatto riferimento allo studio eseguito dal *"Centro di Ecologia e Climatologia" Osservatorio Geofisico Sperimentale Macerata* che per studiare i caratteri climatici delle Marche ed individuare eventuali aree climatologicamente affini ha applicato il metodo di Thornthwaite (1957) con riferimento, oltre ai dati di precipitazione, a quelli di temperatura, radiazione solare ed eliofanìa relativi al periodo 1950-1989, disponibili per un totale di 29 stazioni.

Dallo studio effettuato attraverso l'analisi proposta da Thornthwaite è emersa la presenza nelle Marche di 11 aree climatiche. In definitiva, i caratteri del clima di una località nel sistema di Thornthwaite si esprimono con una formula climatica, costituita da una successione di quattro lettere, le prime due maiuscole, le altre minuscole, che indicano nell'ordine il gruppo di valori dell'indice di umidità globale, quello dell'efficienza termica media annua, il tipo di variazione stagionale dell'umidità effettiva ed il gruppo di valori della concentrazione estiva dell'efficienza termica [Pinna, 1977].

Le aree climatiche individuate vengono riportate di seguito in maniera sintetica:

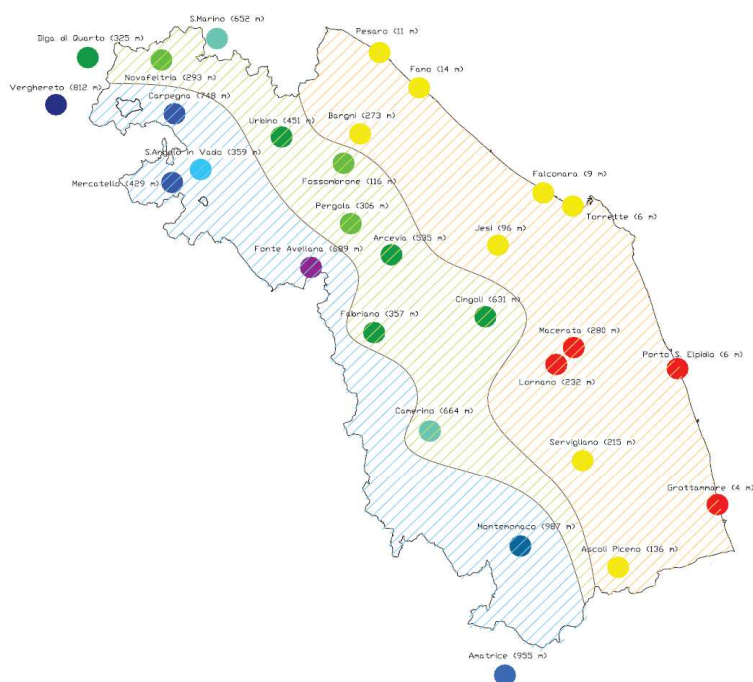
1. una prima area è quella che ingloba i climi di tipo C1 (da sub-umido a sub-arido) e comprende la zona costiera basso collinare della regione, con

estensione a quella medio collinare della provincia di Ascoli Piceno; da rilevare che l'estrema costa meridionale sfiora il tipo D (semi-arido);

2. una seconda è quella dei climi di tipo C2 (da umido a sub-umido), in cui figurano le zone interne medio collinari e vallive delle province di Pesaro-Urbino, Ancona e Macerata;

3. una terza, di tipo B (umido) con vari gradi di umidità, comprende tutta la fascia alto collinare-montana della regione con una punta "perumida" a Fonte Avellana.

Nella figura di seguito riportata sono rappresentate le tre aree climatiche principali e per ciascuna i sottotipi di clima individuati.



Legenda			$C_2B_3'ra'$		$B_1B_2'ra'$		$B_3B_2'ra'$
	$C_1B_3'da'$		$C_2B_2'ra'$		$B_1B_1'rb_4'$		$B_3B_2'rb_4'$
	$C_1B_3'sa'$		$C_2B_2'rb_4'$		$B_2B_2'ra'$		$AB_2'rb_4'$

Carta delle zone climatologicamete affini

In particolare l'area di Monte Urano ricade nella fascia climatica più ad est che caratterizza maggior parte della regione ovvero quella dei climi di tipo C1. Monte Urano si trova nelle vicinanze della stazione di Fermo che risulta caratterizzata da un clima che va da sub-umido a sub-arido, con variazioni stagionali di umidità considerando che la stazione di Porto Sant'Elpidio presenta un indice di umidità che va da 0-10% (d = non vi è eccedenza idrica o è molto piccola).

3 CONDIZIONI IDRAULICHE ANTE-OPERAM

L'area oggetto di intervento ricade in una zona pressochè pianeggiante compresa tra le quote topografiche assolute di 58.7 m (area a Nord) e 57.6 m (area a Sud), per cui la stessa presenta una pendenza media verso Sud estremamente ridotta pari al 0.4% (vedi planimetria allegata). Dal punto di vista idraulico la stessa risulta confinata all'interno di due elementi idrografici rappresentati dal fosso naturale, in parte obliterato da una fitta vegetazione, ubicato lungo il confine Ovest e dal fosso artificiale di scolo posto in corrispondenza del limite di proprietà meridionale. Su entrambi gli elementi idrografici suddetti sono presenti dei continui sistemi di arginatura di altezza variabile compresi tra 1.5 m (fosso naturale posto ad Ovest) e 0.7 m (canale di scolo artificiale posto a Sud) che impediscono l'afflusso per gravità delle acque correnti superficiali provenienti dai terreni circostanti posti all'interno degli stessi elementi idrografici.



*sistema di arginatura posto sul fosso naturale
posto lungo il confine Ovest dell'area*



*sistema di arginatura posto sul fosso di scolo
posto lungo il confine a sud*

Alla luce della morfologia pressochè pianeggiante dell'area, vista la presenza delle arginature sui elementi idrografici presenti, le acque meteoriche ricadenti all'interno dell'area oggetto di intervento, che non si infiltrano immediatamente, non confluiscono all'interno di nessun corpo idrico recettore presente ma scorrono lentamente in superficie con un direzione prevalentemente Nord-Sud sino ad infiltrarsi totalmente nel sottosuolo, che peraltro risulta caratterizzato da sedimenti limoso-sabbiosi contraddistinti da una buona permeabilità, dopo un tempo relativamente breve (vedi calcoli di seguito). L'elevata capacità di drenaggio dell'area viene confermata dalle testimonianze orali raccolte dai proprietari che coltivano i terreni oramai da anni, i quali hanno dichiarato che a memoria d'uomo non si sono mai riscontrati fenomeni di sovralluvionamento e/o ristagni idrici importanti e permanenti in grado di impedire le lavorazioni. Allo scopo di scongiurare un aggravio delle portate dei deflussi dei corpi idrici esistenti, in ottemperanza con quanto prescritto dalle direttive regionali in merito al principio dell'invarianza idraulica (L.R. n.22 del 23/11/2011) l'attuale situazione idraulica dell'area dovrà essere mantenuta anche dopo la realizzazione dell'intervento (situazione post-operam). Per quanto concerne l'area di proprietà adiacente in cui sono presenti le serre fotovoltaiche, le acque meteoriche ricadenti nell'area di ingombro delle strutture vengono raccolte attraverso un sistema di gronde e per mezzo di pluviali, vengono convogliate attraverso una rete sotterranea all'interno del fosso di scolo ubicato a confine. La realizzazione delle strutture suddette non ha determina dal punto di vista idraulico, nessun tipo di interferenza con il progetto in esame, anzi ha ridotto di fatto il quantitativo di acque di scorrimento sulla superficie rispetto alla situazione ante-operam originale.

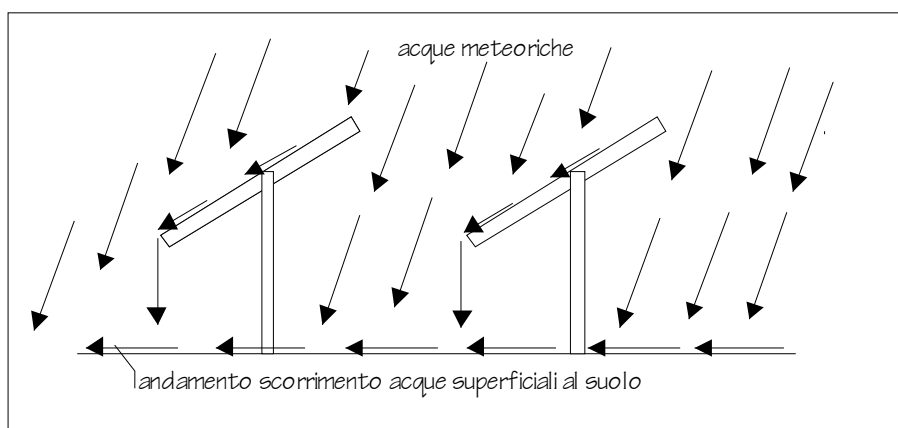


Sistema di raccolta e convogliamento nel sottosuolo delle acque di gronda delle serre esistenti

4 CONDIZIONI IDRAULICHE POST-OPERAM

Il progetto in esame prevede la realizzazione di un impianto fotovoltaico dislocato su due lotti adiacenti della superficie complessiva di 9000 mq composto da una serie di moduli fotovoltaici su strutture metalliche fisse con asse di allungamento W-E costituite da profili sufficientemente infissi nel terreno per mezzo di macchine tipo battipalo idraulici speciali e da profili in alluminio inclinati. La superficie coperta complessiva dell'impianto, sulla sua proiezione a terra, risulta essere pari a 5381 mq.

I moduli fotovoltaici a terra in progetto, essendo composti da una serie di superfici impermeabili (moduli fotovoltaici) montati ad un'altezza da terra su supporti metallici snelli infissi al suolo, non determinano la riduzione della superficie permeabile del terreno sottostante e quindi la superficie scolante ante-operam della acque di scorrimento superficiali. Tutte le acque meteoriche hanno la possibilità di raggiungere il terreno o direttamente, negli spazi tra serie di moduli successivi, o percolando per gravità dopo essere cadute sulle superfici inclinate dei moduli (Vedi foto). Tutte le acque meteoriche quindi cadono al suolo e tendono per gran parte, vista la morfologia e la permeabilità dei terreni, ad infiltrarsi nel sottosuolo. Esclusivamente una minima parte di esse scorre lentamente in superficie in maniera diffusa sull'intera area posta alla base dell'impianto nella stessa direzione ante-operam, per poi essere assorbite anch'esse dal terreno in un arco di tempo relativamente modesto.



Schema tipo andamento acque meteoriche in corrispondenza del strutture fotovoltaiche

Alla luce dei processi descritti la realizzazione di un sistema di canalizzazione delle acque di scorrimento superficiali contestualmente alla realizzazione dell'impianto determinerebbe una concentrazione dello scorrimento delle acque lungo degli allineamenti definiti (canalette) con conseguente aumento delle velocità di scorrimento e allo stesso tempo riduzione della superficie scolante naturale, che comporterebbero un sensibile aumento del deflusso delle acque sul suolo a seguito della riduzione dei processi di assorbimento sul terreno. Nel caso specifico inoltre la realizzazione di un sistema di canalizzazione risulta non conveniente visto che le acque superficiali non devono essere convogliate in un corpo idrico recettore. Diverso invece il caso di impianti ricadenti in aree di versante e/o comunque su superfici acclivi in cui invece risulta consigliabile e/o obbligato la realizzazione di un adeguato sistema di canalizzazione e allontanamento delle acque di scorrimento superficiali proprio per evitare l'infiltrazione nel sottosuolo delle acque meteoriche all'interno delle aree dell'impianto e a monte dello stesso. La stabilità dei pendii infatti risulta fortemente influenzata dalle condizioni idrologiche della zona e di conseguenza un incremento delle pressioni interstiziali determinate dall'infiltrazione delle acque nel sottosuolo è in grado di alterate in maniera importante l'equilibrio geomorfologico sino a rendere instabili i pendii. A conferma di ciò risultano gli elaborati richiesti nell'elenco dei documenti da presentare per l'Autorizzazione Unica della Provincia di Fermo (elaborato A) in cui al punto 6.11 viene richiesto per gli impianti ricadenti nelle sole aree di versante, la predisposizione di un adeguato sistema di drenaggio e convogliamento delle acque meteoriche.

Nonostante quanto suddetto al fine di stimare analiticamente comunque il seppur minimo incremento di volume delle acque di scorrimento superficiali nell'area di intervento determinato dalla realizzazione dell'impianto fotovoltaico, rispetto alla situazione attuale (condizioni ante-operam), sono stati determinati i deflussi idrici superficiali ante e post operam sulla base dei dati delle precipitazioni raccolti ipotizzando un **tempo di ritorno di 30 anni**.

In particolare in base ai dati bibliografici raccolti, vista la tipologia delle opere, tenuto conto delle considerazioni sopra riportate, in maniera estremamente cautelativa è stato considerato che la realizzazione dell'impianto così come è stato progettato (lunghezze ed interasse stringhe, altezza pannelli, ecc) può essere ragionevolmente equiparata alla costruzione di una superficie impermeabile a terra dell'estensione pari al 20% dell'intera superficie coperta

dei pannelli.

A tal fine si è ritenuto opportuno effettuare il calcolo dei volumi efluenti attraverso il metodo razionale per la quantificazione delle piogge della durata di due ore, con un tempo di ritorno di 30 anni, data la possibilità di utilizzare i dati relativi ad una vicina stazione pluviometrica e di effettuare, quindi, uno studio maggiormente realistico e puntuale dell'area in esame.

5 DETERMINAZIONE VOLUMI DI DEFLUSSO ACQUE SUPERFICIALI

In base alle tavole di progetto e ai sopralluoghi effettuati allo stato attuale (*situazione ante-operam*) la superficie di intervento, dell'estensione di 9000 mq, risulta interamente a verde e quindi totalmente permeabile. Il progetto in esame (*situazione post-operam*) prevede, come detto, la realizzazione di un impianto di pannelli a terra della superficie coperta di 5372 mq che in base alle considerazioni precedentemente riportate è equiparabile alla realizzazione di una superficie impermeabile a terra di 1074 mq (20% di 5372 mq).

Verifica della volumetria per piogge con Tempo di ritorno di 30 anni e durata 2 ore

La formazione della portata di piena è caratterizzata da diversi processi idrologici che concorrono alla formazione del deflusso a partire dall'evento meteorico, fino ad arrivare al ricettore. La precipitazione viene intercettata in parte dalle vegetazione presente, in parte si infiltra nel suolo, in parte ancora va ad accumularsi nei piccoli invasi e/o depressioni presenti nel sito, sia di tipo naturale che artificiale. La parte rimanente detta *pioggia efficace*, va a costituire il deflusso superficiale che scorrerà verso la rete di collegamento secondo le linee di massima pendenza del terreno e/o delle opere artificiali atte allo scolo.

Nello studio per il dimensionamento delle opere preposte a contrastare gli allagamenti, risulta di fondamentale importanza definire il più precisamente possibile i seguenti elementi che concorrono alla determinazione **dell'evento di piena di progetto**:

- la precipitazione;
- la probabilità dell'evento;
- la durata dell'evento in riferimento al tempo di risposta del bacino.

Dove, nel caso specifico, così come indicato dalla normativa è stata considerata una probabilità dell'evento legata ad un tempo di ritorno pari a 30 anni, associata ad una durata di progetto dello stesso di 2 ore. Mentre per la determinazione delle precipitazioni (altezze idrometriche), i dati di una stazione di misura delle precipitazioni, si estraggono dagli Annali Idrologici, pubblicati annualmente a cura del Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale (SIMN). La elaborazione di tali dati si attua ricercando la relazione esistente tra l'altezza delle precipitazioni e le loro durate per un determinato periodo di ritorno considerato. Affinché le elaborazioni siano attendibili i dati di riferimento devono essere sufficientemente estesi nel tempo (almeno 20-30 anni). Le curve di possibilità pluviometrica, sono espresse generalmente nella formula italiana a due parametri:

$$h=at^n$$

dove a ed n sono costanti in funzione del periodo di ritorno.

stazione di misura delle piogge

I dati storici delle piogge sono stati desunti dagli Annali Idrologici redatti dal Servizio Idrografico e Mareografico di Bologna, in particolare la stazione di misura presa in considerazione è quella di Fermo (allegata in appendice), distante pochi chilometri e sita in un area climaticamente simile e pertanto rispondente al sito oggetto di studio. L'elaborazione dei dati dedotti dagli Annali idrologici, ipotizzando un **tempo di ritorno di 30 anni**, consentono di ricavare la relazione dell'altezza delle precipitazioni con la loro durata in cui il fattore " a " risulta essere $58.52 \text{ mm ore}^{-n}$ e il fattore " n " pari a 0.3032. Pertanto i dati del sito studiato possono essere come di seguito riassunti:

<i>Sup. lotto</i>	<i>9.000 mq</i>	<i>superficie dell'area</i>
<i>TR</i>	<i>30 anni</i>	<i>tempo di ritorno</i>
<i>a</i>	<i>58.52 mm/ora</i>	
<i>n</i>	<i>0.3032</i>	
<i>tp</i>	<i>2 ore</i>	<i>durata di pioggia</i>

Una volta definiti i dati di pioggia, per ottenere il valore di calcolo dimensionale, vanno definiti i coefficienti di deflusso dell'area, prima e dopo la trasformazione; dove il coefficiente di deflusso è il rapporto tra la quantità di deflusso e la quantità di precipitazione e dipende da diversi fattori quali il tipo di terreno, il grado di saturazione, il tipo di vegetazione, la pendenza, ecc. Sono diversi e differenti i metodi per la determinazione di tale coefficiente, in questo caso, si è fatto riferimento ai valori delle *Linee guida della Regione Marche*, di seguito riportati, nei quali vengono definiti i valori per ogni tipo specifico di suolo considerato:

TIPO DI SUPERFICIE	C
Superficie permeabili (aree agricole, aree verdi, boschi e/o assimilabili)	0.1-0.4
Superfici semi-permeabili (grigliati drenanti con sottostante materasso ghiaioso, strade in terra battuta o stabilizzato, ecc.)	0.5-0.7
Superfici impermeabili (tetti, strade, piazzali, ecc.)	0.8-1

Per quanto concerne la stima dei coefficienti di deflusso dei terreni, così come previsto dalle linee guida della Regione Marche, si è ritenuto opportuno considerare nei calcoli vista la morfologia pianeggiante dell'area, per le superfici permeabili sia *ante* che *post-operam*, un coefficiente di deflusso convenzionale pari a **0.20**, mentre per le superfici impermeabili si è assunto il coefficiente convenzionale pari a **0.9**.

Prima della realizzazione delle opere, ossia oggi, essendo l'intera area costituita esclusivamente da una superficie incolta sub pianeggiante viene attribuito un coefficiente di deflusso pari a 0.2 per la totalità della superficie scolante che risulta essere pari a 9000 mq.

Dopo la realizzazione delle opere, in base alle considerazioni precedentemente riportate, per la superficie impermeabile equivalente dell'estensione di 1074,4mq viene attribuito un coefficiente di deflusso pari a 0.9, mentre per la restante superficie permeabile che rimane a verde pari a 7925,4 mq viene assegnato sempre un coefficiente di deflusso di 0.2.

Una volta definiti i diversi coefficienti di deflusso per l'area in esame, prima e dopo la trasformazione, possono essere definiti i volumi effluenti, così come sotto riportato:

stato attuale

<i>coef defl.</i>	0.20			coefficiente di deflusso aree permeabili
<i>St</i>	9.000	mq		superficie
<i>h</i>	72,20	mm		altezza idrometrica ($h=a*tp^n$)
<i>Vp</i>	649,8	mc		volume piovuto in totale sull'area ($Vp=h*St$)
<i>Ve(perm)</i>	129,9	mc		volume effluente tp ($Ve=Vp*f_{deffl}$) stato attuale
<hr/>				
volume effluente totale stato attuale				
$V_{totale} = Ve(perm) = \mathbf{129,9\ mc}$				

post-trasformazione

<i>coef defl.</i>	0.20			coefficiente di deflusso aree permeabili
<i>St</i>	7925,6	mq		superficie
<i>h</i>	72,20	mm		altezza idrometrica ($h=a*tp^n$)
<i>Vp</i>	572,22	mc		volume piovuto in totale sull'area ($Vp=h*St$)
<i>Ve(perm)</i>	114,44	mc		volume effluente tp ($Ve=Vp*f_{deffl}$)
<hr/>				
<i>coef defl.</i>	0.90			coefficiente di deflusso aree impermeabili
<i>St</i>	1074,4			mq superficie (20% di 5372 mq)
<i>h</i>	72,20	mm		altezza idrometrica ($h=a*tp^n$)
<i>Vp</i>	77,35	mc		volume piovuto in totale sull'area ($Vp=h*St$)
<i>Ve(sem-pe)</i>	69,62	mc		volume effluente tp ($Ve=Vp*f_{deffl}$)
<hr/>				
volume effluente totale stato post trasformazione				
$V_{totale}=Ve(perm)+ Ve(imp)=114,44 + 69,62 = \mathbf{184,06\ mc}$				

In base ai risultati ottenuti si evince come la realizzazione dell'impianto determina un incremento del volume complessivo delle acque superficiali di

scorrimento pari a **54,16 mc** derivante dalla differenza tra il volume effluente dopo la realizzazione delle opere (situazione post-operam) pari a **184,06 mc** ed il volume effluente nelle condizioni attuali (stato ante-operam) pari a **129,9 mc**.

Considerando come area scolante in condizioni post-operam esclusivamente l'area di intervento ridotta della superficie impermeabile equivalente considerata a seguito della realizzazione dell'impianto pari a 7925,6 mq (9000 mq-1074,4 mq), l'incremento del volume effluente indotto dalle opere sopra determinato comporta sull'area un innalzamento dell'altezza del pelo libero dell'acqua superficiale di scorrimento dal piano campagna di appena 6.8 mm (54,16 mc/7.925,6 m) che può essere considerato, visto il valore, trascurabile e quindi perfettamente compatibile con il quadro idraulico e idrologico esistente.

Visto che le acque di scorrimento non defluiscono all'interno di un corpo idrico recettore ma vengono smaltite tutte esclusivamente per infiltrazione nel sottosuolo, assegnando ai terreni limoso-sabbiosi presenti nel sottosuolo una permeabile di tipo verticale assolutamente cautelativa cautelativa di 5×10^{-5} m/sec, il tempo necessario per il totale assorbimento dell'incremento di volume indotto dalla realizzazione delle opere sopra determinato (54,16 mc) risulta pari a:

$$\text{tempo di assorbimento} = 0.0068 \text{ m} / 0.00005 \text{ m/sec} = 136 \text{ s} = 2,2 \text{ minuti}$$

Pertanto nell'area in esame l'intervento in progetto determina, in occasione di eventi meteorici eccezionali con tempo di ritorno di 30 anni, un incremento del volume delle acque superficiali di scorrimento estremamente ridotto stimato pari 54.16 mc, valore questo che dai calcoli viene interamente assorbito dal terreno in arco di tempo estremamente ristretto pari a poco più di 2 minuti.

6 CONCLUSIONI

In base a quanto sopra riportato si evince quanto segue:

- 1) l'area in cui è in progetto la realizzazione dell'impianto fotovoltaico a terra presenta una superficie sub-pianeggiante avente una debolissima pendenza verso Sud calcolata pari a 0.4 %;
- 2) Il lotto di intervento così come l'intera area di proprietà circostante risultano confinati all'interno di due elementi idrografici rappresentati dal fosso naturale ubicato lungo il confine Ovest e dal fosso artificiale di scolo posto in corrispondenza del limite di proprietà meridionale. Su entrambi gli elementi idrografici suddetti sono presenti dei continui sistemi di arginatura di altezza variabile compresi tra 1.5 m (fosso naturale posto ad Ovest) e 0.7 m (canale di scolo artificiale posto a Sud) che impediscono l'afflusso delle acque correnti superficiali provenienti dai terreni circostanti all'interno degli elementi idrografici;
- 3) le acque correnti superficiali derivanti dalle precipitazioni meteoriche allo stato attuale (situazione ante-operam) non confluiscono in un corpo idrico recettore ma scorrono e permangono all'interno dell'area sino alla completa infiltrazione nel sottosuolo, condizione questa (filtrazione nel sottosuolo) che rimane anche dopo la realizzazione delle opere (situazione post operam), **per cui l'intervento non determina un aggravio delle portate dei deflussi dei corpi idrici esistenti;**
- 4) per quanto concerne l'area di proprietà adiacente in cui sono presenti le serre fotovoltaiche, le acque meteoriche ricadenti nell'area di ingombro delle strutture vengono raccolte attraverso un sistema di gronde e per mezzo di pluviali, convogliate all'interno del fosso di scolo ubicato a confine attraverso una rete sotterranea. La realizzazione delle strutture suddette non ha determinato quindi, dal punto di vista idraulico, nessun tipo di interferenza con il progetto in esame, anzi ha ridotto il quantitativo di acque di scorrimento sulla superficie rispetto alla situazione ante-operam;
- 5) i moduli fotovoltaici a terra in progetto, essendo composti da una serie di superfici impermeabili (moduli fotovoltaici) montati ad una certa altezza

da terra su supporti metallici snelli infissi al suolo, così come viene riconosciuto dalla bibliografia esistente, non determinano la riduzione della superficie permeabile del terreno sottostante e quindi la diminuzione superficie scolante ante-operam della acque di scorrimento superficiali, in quanto le acque meteoriche raggiungono comunque il terreno o direttamente negli spazi tra serie di moduli successivi o per gravità dopo essere cadute sulle superfici inclinate dei moduli. Tutte le acque meteoriche quindi cadono al suolo, tendono per gran parte, vista la morfologia e la permeabilità dei terreni, ad infiltrarsi nel sottosuolo e solo una minima parte scorre lentamente sul suolo in maniera diffusa nella stessa direzione ante-operam, per poi infiltrarsi completamente anche loro nel sottosuolo in un tempo relativamente modesto;

- 6) in maniera estremamente cautelativa è stato considerato che la realizzazione dell'impianto così come è stato progettato (lunghezze ed interasse stringhe, altezza pannelli, ecc) è equiparabile alla costruzione di una superficie impermeabile a terra pari al 20% dell'intera superficie coperta dei pannelli posti in elevazione;
- 7) utilizzando i dati pluviometrici della stazione di Fermo, sono stati determinati i deflussi idrici superficiali ante e post operam, per un **tempo di ritorno di 30 anni**;
- 8) dai calcoli si evince come la realizzazione dell'impianto determina un incremento del volume complessivo delle acque superficiali di scorrimento estremamente contenuto pari a **54,16 mc** a cui corrisponde un innalzamento dell'altezza del pelo libero dell'acqua superficiale di scorrimento dal piano campagna di appena **6.8 mm** sull'area di intervento;
- 9) l'incremento del volume effluente, alla luce della permeabilità dei terreni presenti, viene totalmente assorbito nel terreno in un arco di tempo estremamente ridotto pari a poco più di **2 minuti**;
- 10) in base ai risultati ottenuti l'intervento in esame risulta perfettamente compatibile con il quadro idrogeologico esistente in quanto non modifica le condizioni idrauliche esistenti. L'incremento di volume delle acque di scorrimento indotto dalle opere viene completamente laminato all'interno del sito di intervento per infiltrazione nel sottosuolo per cui **l'invarianza**

idraulica viene garantita senza la realizzazione di misura compensative;

- 11) per tutto quanto sopra riportato il progetto non necessita la realizzazione di un sistema di canalizzazione e allontanamento delle acque di scorrimento, che anzi nel caso specifico determinerebbe addirittura degli effetti negativi al quadro idraulico esistente visto che le acque vengono smaltite totalmente per infiltrazione invece che all'interno di un corpo idrico recettore.

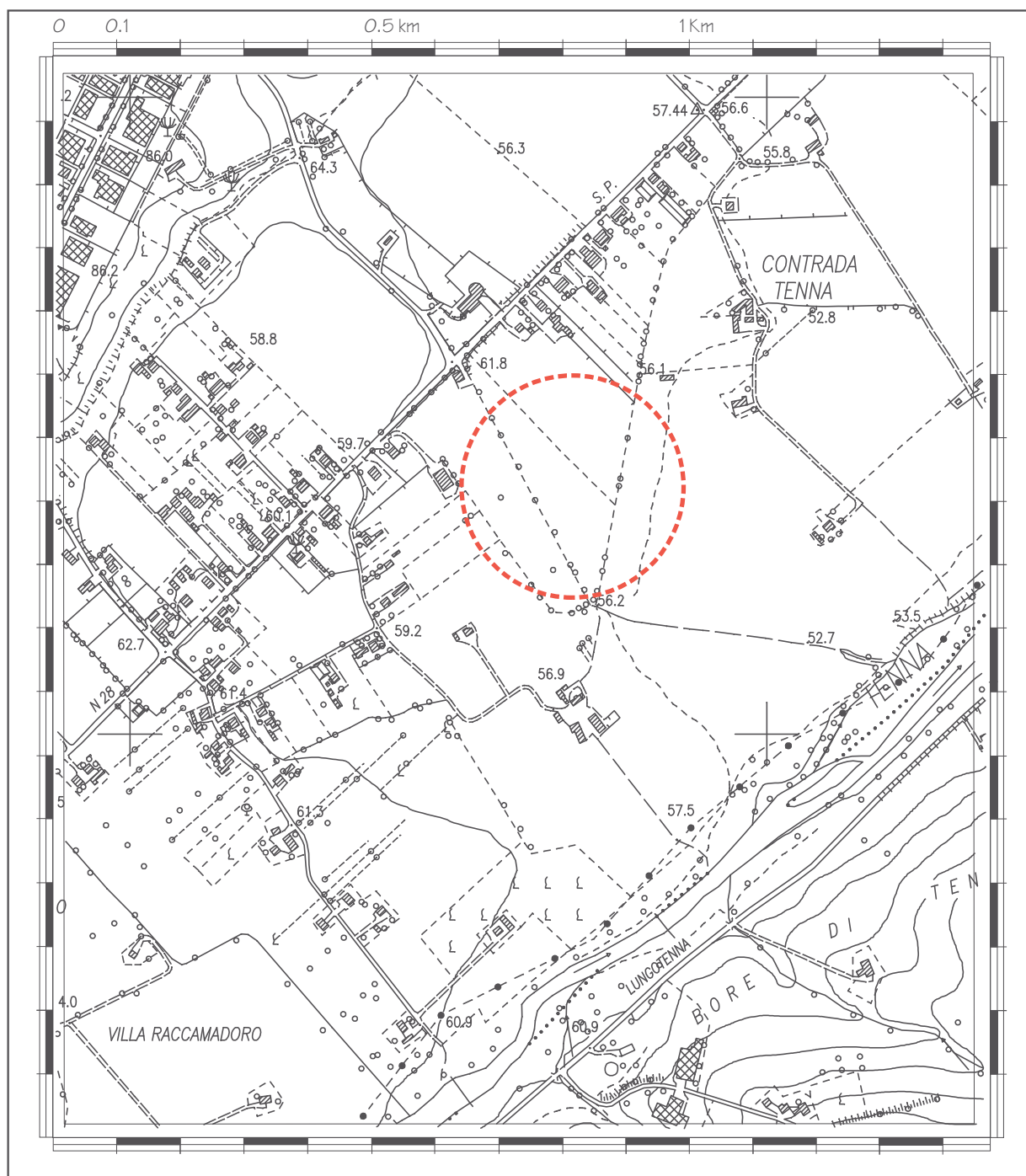
Porto Sant'Elpidio, marzo 2021



COROGRAFIA



Scala 1:10.000



AREA DI INDAGINE

PLANIMETRIA ANDAMENTO ACQUE SUPERFICIALI SITUAZIONE ANTE-OPERAM

scala 1:2000

LEGENDA







-  ingombro area oggetto di intervento
sup=9000 mq
-  superficie a verde permeabile
-  superfici impermeabili esistenti
-  andamento preferenziale acque superficiali
-  pendenza media terreno
-  quote topografiche assolute



Foto 1: panoramica dell'area oggetto di intervento

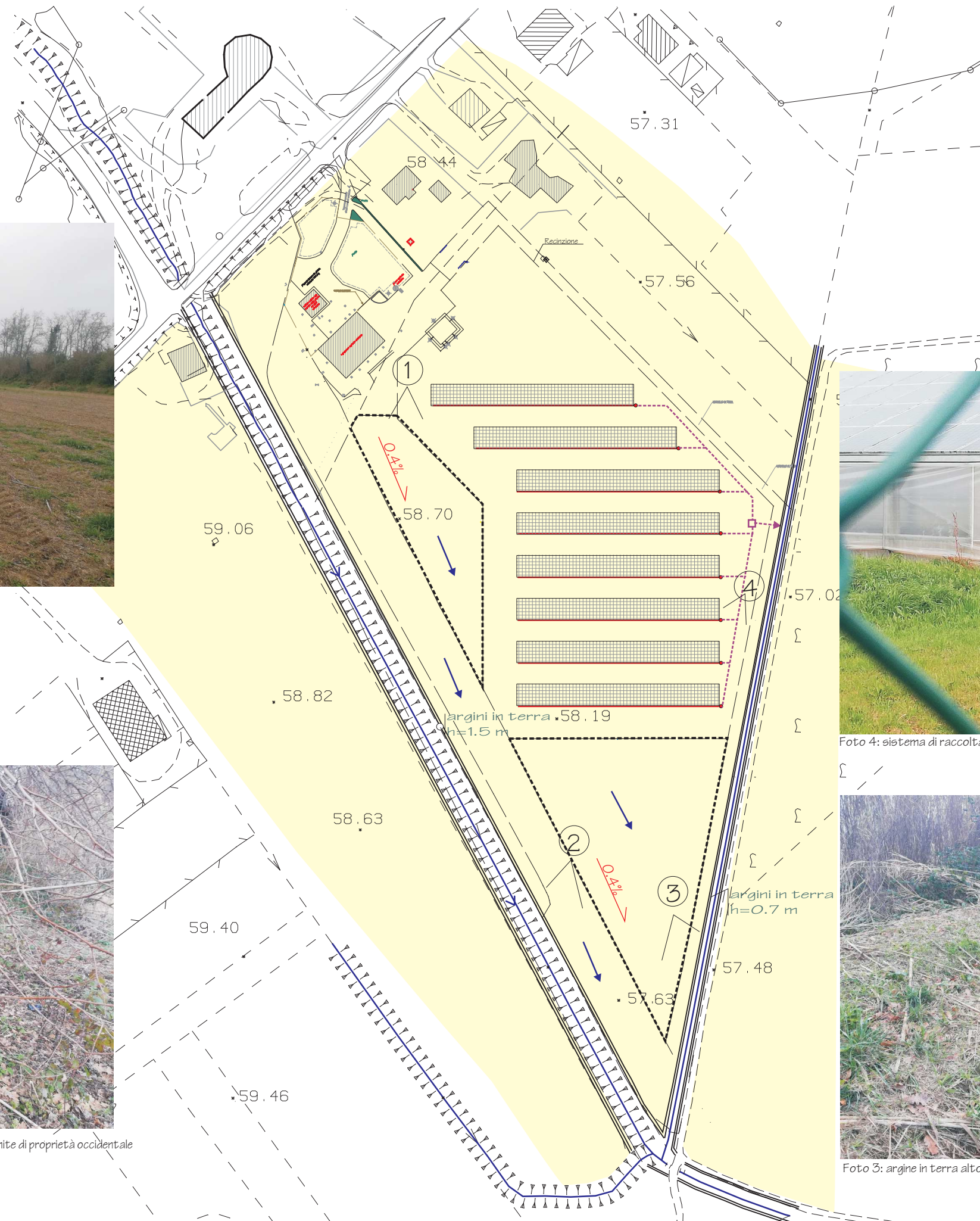


Foto 4: sistema di raccolta e convogliamento nel sottosuolo delle acque di gronda delle serre esistenti



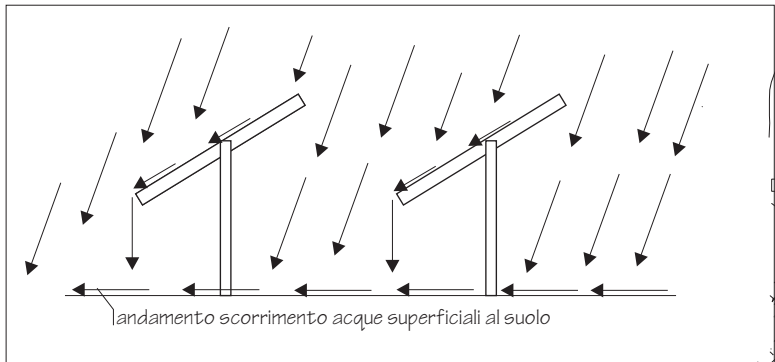
Foto 2: argine in terra alto circa 150 cm del fosso esistente posto lungo il limite di proprietà occidentale



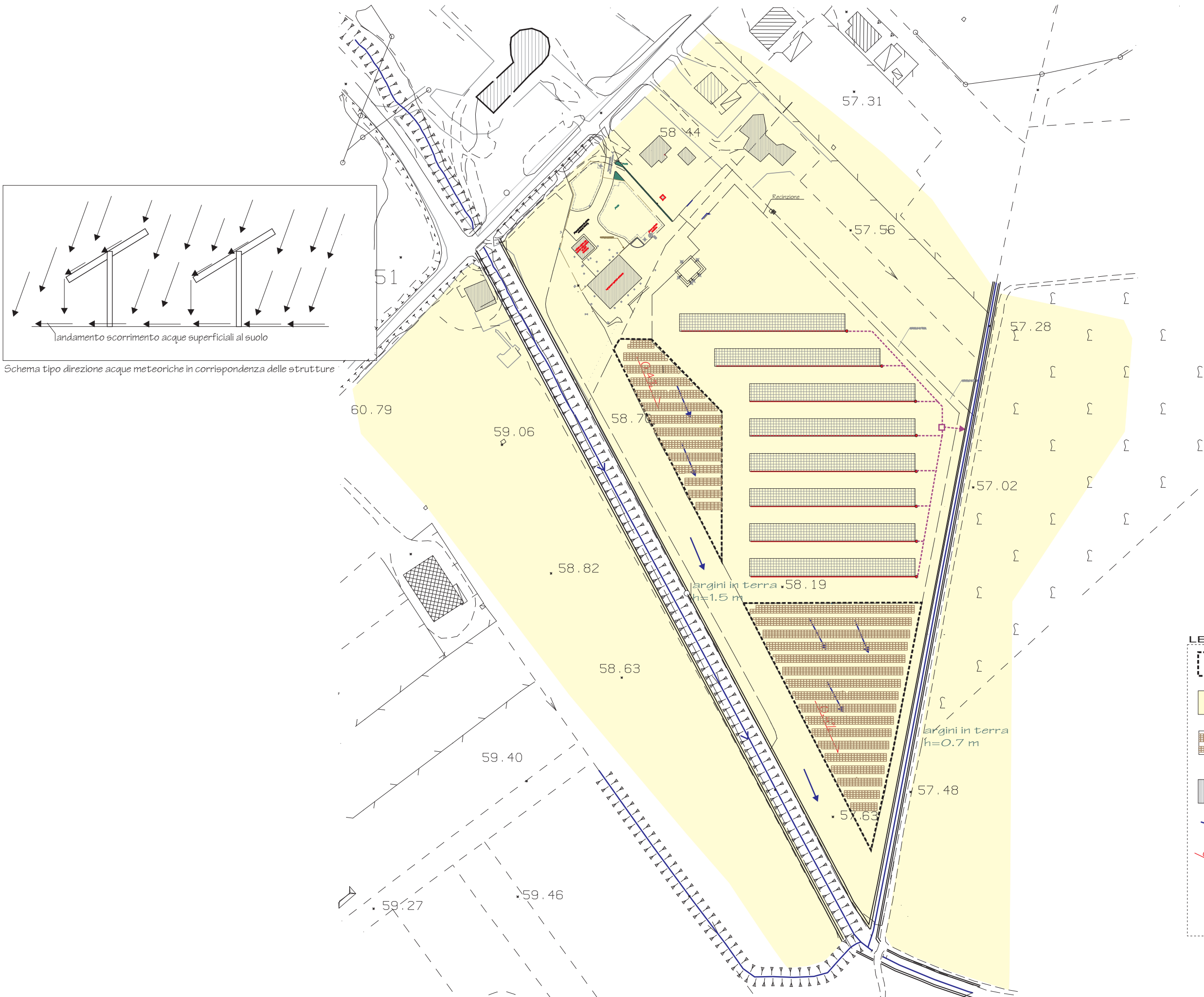
Foto 3: argine in terra alto circa 70 cm del fosso di scolo posto lungo il limite proprietà orientale

PLANIMETRIA ANDAMENTO ACQUE SUPERFICIALI
SITUAZIONE POST-OPERAM

scala 1:2000



Schema tipo direzione acque meteoriche in corrispondenza delle strutture



LEGENDA

- ingombro area oggetto di intervento
sup=9000 mq
- superficie a verde permeabile
- superfici strutture impianto fotovoltaico
sup=5372 mq
- superfici impermeabili esistenti
- andamento preferenziale acque superficiali
- pendenza media terreno
- .n.n quote topografiche assolute

DATI PLUVIOMETRI

Totale osservazioni n. 55

PRECIPITAZIONI BREVE ED INTENSE SUPERIORI ALL'ORA

"Località= Fermo

"quota m=

"Bacino="

ANNI	T=1 ORA	T=3 ORE	T=6 ORE	T=12 ORE	T=24 ORE
1951	27.80	27.80	27.80	43.80	69.60
1952	13.40	24.00	46.00	64.00	98.20
1953	36.40	65.00	81.40	109.60	119.80
1954	56.60	59.60	59.60	71.60	83.80
1955	20.80	28.80	47.20	54.80	72.20
1956	32.00	38.80	55.60	80.00	152.00
1957	37.40	37.80	44.40	68.40	95.60
1958	30.00	44.80	79.00	114.60	135.00
1959	42.20	46.00	63.40	76.40	83.60
1960	30.60	47.20	61.00	95.20	131.60
1961	21.00	29.00	43.80	53.20	75.60
1962	12.20	23.40	26.80	35.20	37.00
1964	19.40	20.20	21.40	31.20	42.00
1965	13.60	17.60	21.20	34.00	49.00
1966	30.00	55.60	75.00	99.80	106.40
1967	27.60	49.40	52.20	54.60	56.80
1968	14.60	34.80	39.40	41.00	59.80
1969	32.20	46.60	64.20	65.80	104.00
1970	29.60	45.00	62.80	65.00	65.80
1971	40.00	43.60	53.80	57.80	60.60
1972	40.00	40.00	59.60	81.20	83.20
1973	15.40	26.40	34.20	45.00	64.00
1974	22.80	38.20	45.00	45.00	50.60
1975	22.00	23.00	37.00	52.80	55.60
1976	34.00	42.40	43.40	60.00	93.20
1977	29.20	50.00	52.60	52.60	53.40
1978	17.20	33.60	48.20	71.60	95.40
1979	19.00	28.40	35.40	40.40	47.60
1980	25.40	33.40	49.40	50.20	50.20
1981	26.00	32.00	34.60	42.40	48.40
1982	17.00	26.00	41.00	53.00	77.60
1983	14.40	18.40	26.80	27.00	28.40
1984	21.00	26.80	28.20	28.40	34.00
1985	22.80	26.00	33.40	35.40	47.20
1986	36.40	41.40	41.80	46.00	77.60
1987	12.20	20.00	20.40	21.60	36.00
1988	27.60	29.20	30.20	30.20	30.20
1989	19.40	33.60	42.60	44.20	48.00
1990	17.00	25.00	27.00	35.60	45.80
1991	18.20	47.00	50.40	53.60	57.40
1992	21.80	39.60	50.20	58.60	79.20
1993	9.60	15.20	21.80	30.60	41.40
1994	27.80	39.20	43.40	46.80	57.80

dati pluviometrici stazione fermoINPUT

1995	46.60	46.80	46.80	55.80	63.20
1996	48.00	72.00	76.60	77.60	78.60
1997	22.20	28.20	36.00	57.80	68.00
1998	22.80	32.80	53.00	88.00	112.80
1999	49.60	54.60	54.80	54.80	67.80
2001	16.40	23.40	30.80	34.80	46.00
2002	27.80	33.80	34.20	49.40	49.40
2003	22.20	24.80	38.00	53.60	54.20
2004	15.80	21.20	34.60	34.60	37.00
2005	15.60	24.00	35.80	41.20	53.80
2006	23.40	27.20	40.40	40.40	40.40
2007	17.40	24.80	32.40	37.60	38.80



Foto 1: panoramica dell'area di intervento -vista da nord



Foto 2: panoramica dell'area di intervento -vista da ovest



Foto 3: sistema di arginatura presente sul fosso naturale ubicato sul confine occidentale



Foto 4: sistema di arginatura esistente sul fosso di scolo posto lungo il confine meridionale

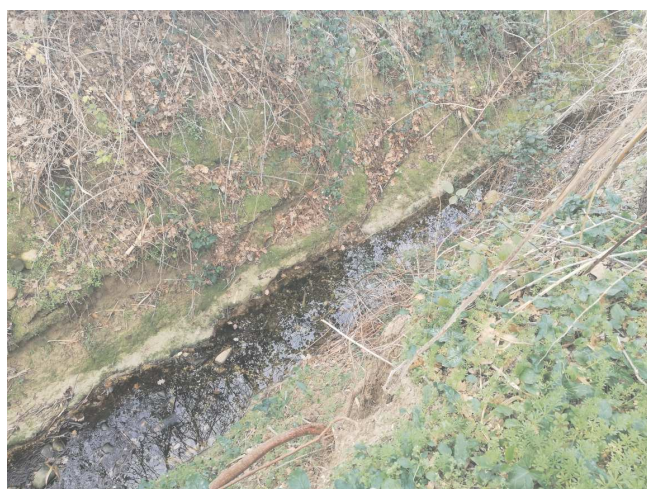


Foto 5: deflusso idrico attuale registrato sull'alveo del fosso naturale



Foto 6: sistema di raccolta e allontanamento in sotterraneo delle acque di gronda delle serre esistenti