

## STUDIO DI INGEGNERIA

Dott. Ing. Renato Savarese, Ph.D.

Piazza degli Studi n. 28 – 97017 Santa Croce Camerina

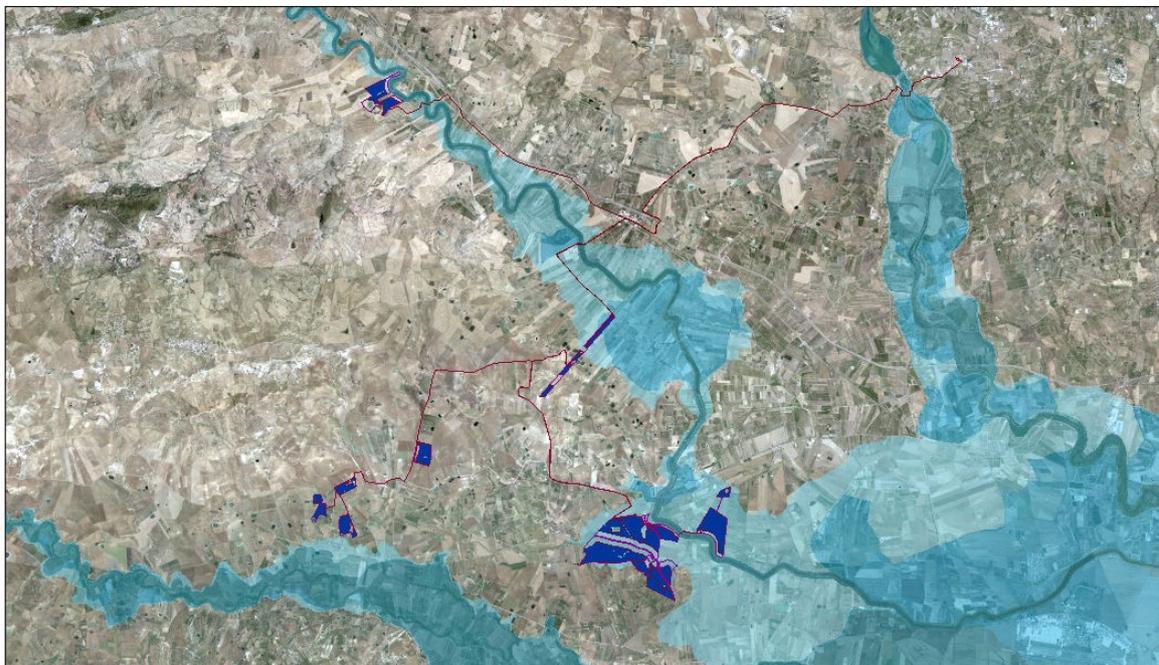
Via Francesco Cilea n. 31 – 97100 Ragusa

Mobile +39.333.6204461

pec: renato.savarese@ingpec.eu

e.mail: renato.savarese@tiscali.it

P.I. 0.1513240885; C.F. SVRRNT74R28H163L



### OGGETTO

Studio di compatibilità al PAI e di invarianza idraulica nell'ambito del progetto definitivo per la realizzazione di un impianto agrovoltaiico da circa 226,6 mwp denominato "Aliai" sito nel comune di Ramacca (Ct), Castel di Iudica (Ct), Paterno' (Ct), Centuripe (En) SS di Aidone n. 288 – ss 192

### COMMITTENTI DEL LAVORO

CHERRY PICKING S.R.L. Corso Buenos Aires, 54, Milano (MI)

### DOCUMENTO

MITEPUAREL02711: Relazione di compatibilità al PAI

### PROFESSIONISTA INCARICATO

Dott. Ing. Renato Savarese, Ph.D. – Via Francesco Cilea 31, 97100 Ragusa, mobile 333.6204461, pec: renato.savarese@ingpec.eu





## INDICE

|   |    |
|---|----|
| Premessa .....  | 3  |
| 1 Sito di installazione e zone interessate dal pai.....                             | 3  |
| 2 Dati generali e descrizione dell'impianto .....                                   | 4  |
| 3 Caratteristiche moduli fotovoltaici e delle strutture di supporto .....           | 5  |
| 3.1 Caratteristiche generali dell'impianto .....                                    | 5  |
| 3.2 Tilt Tracker e strutture di supporto dei moduli .....                           | 6  |
| 3.3 Cabine di trasformazione, cabine per servizi e cabine di raccolta .....         | 7  |
| 3.3.1 Cabine di Inverter/trasformazione.....  | 8  |
| 3.3.2 Cabine di servizi e O&M .....   | 8  |
| 3.3.3 Cabine di raccolta .....  | 9  |
| 3.3.4 Impianto di rete per la connessione.....                                      | 9  |
| 3.3.5 Sottostazione elettrica (SSE) MT/AT .....                                     | 9  |
| 4 Campi fotovoltaici, mappe di pericolosità pai e verifiche di compatibilità' ..... | 10 |
| 4.1 Verifica di compatibilità campo fotovoltaico "Aliai 1" .....                    | 12 |
| 4.2 Verifica di compatibilità campo fotovoltaico "Aliai 2" .....                    | 15 |
| 4.3 Verifica di compatibilità campo fotovoltaico "Aliai 3" .....                    | 18 |
| 4.4 Verifica di compatibilità campo fotovoltaico "Aliai 4" .....                    | 19 |
| 4.5 Verifica di compatibilità campo fotovoltaico "Aliai 5" .....                    | 22 |
| 5 CONCLUSIONI .....   | 25 |
| Bibliografia.....   | 29 |
| Elenco delle Tabelle .....  | 30 |



## PREMESSA

Il presente studio si inserisce nell'ambito del progetto di realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica tramite conversione fotovoltaica dell'energia solare, avente una potenza di picco pari a circa 226.644,0 kWp. L'impianto sarà connesso alla rete elettrica in AT di Terna S.p.A. in ottemperanza a quanto prescritto dalla Deliberazione ARG/elt 99/08 "Testo Integrato delle Condizioni Tecniche ed Economiche per le Connessioni alle Reti con Obbligo di Connessioni di Terzi degli Impianti di Produzione di Energia Elettrica (T.I.C.A.)", ed al Codice di Rete di Terna. In particolare lo studio si compone nello specifico di una parte dedicata alla verifica di compatibilità al PAI dell'impianto, dall'altra alla verifica del rispetto delle norme che riguardano l'invarianza idraulica. **Il presente documento riguarda nel dettaglio la verifica riguardante la compatibilità al PAI condotta secondo le metodologie richieste dalle norme di riferimento.**

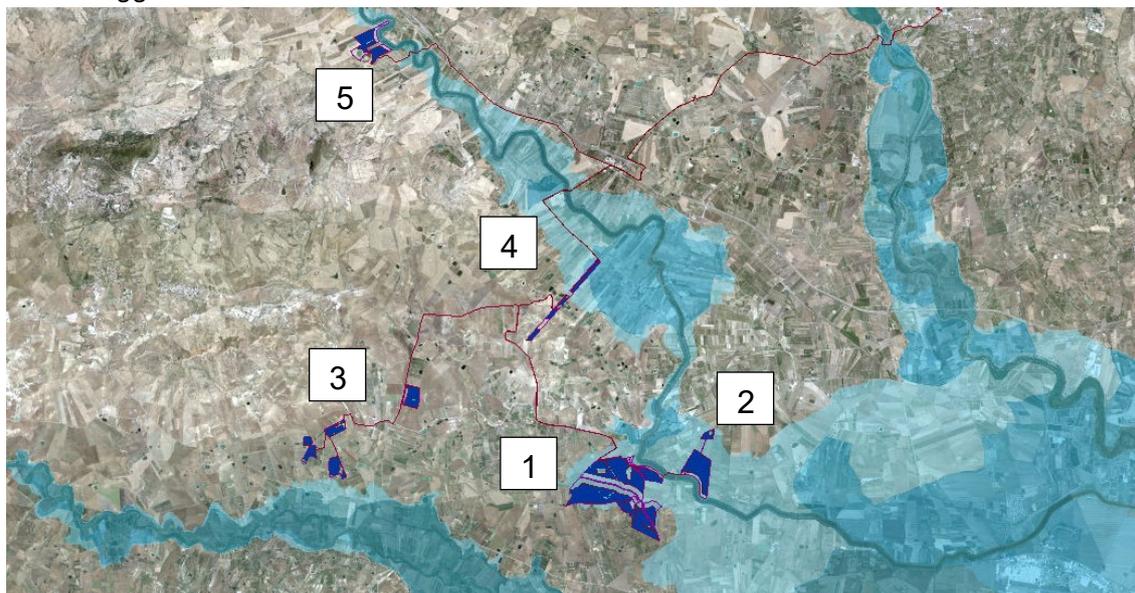
### 1 SITO DI INSTALLAZIONE E ZONE INTERESSATE DAL PAI

L'impianto "ALIAI" verrà realizzato su terreni appartenenti al territorio dei Comuni di Ramacca, Castel di Iudica per quanto riguarda le aree di impianto e parte delle opere di connessione, e Paternò e Centuripe per quanto riguarda la rimanente parte delle opere di connessione. I terreni ricadono in area agricola. I moduli fotovoltaici saranno fissati al suolo per mezzo di strutture di supporto intelaiate in acciaio zincato ad inseguimento mono-assiale (tracker) con asse di rotazione in direzione nord-sud. Di seguito si riportano le coordinate del punto centrale dei campi che compongono l'impianto:

**Tabella 1: Dati relativi alle località di installazione**

| Denominazione | Località              | Latitudine   | Longitudine  | Altitudine   |
|---------------|-----------------------|--------------|--------------|--------------|
| ALIAI 1       | Ramacca (CT)          | 37.427380° N | 14.794474° E | 45 m s.l.m.  |
| ALIAI 2       | Ramacca (CT)          | 37.431882° N | 14.820385° E | 40 m s.l.m.  |
| ALIAI 3       | Ramacca (CT)          | 37.441292° N | 14.716869° E | 100 m s.l.m. |
| ALIAI 4       | Ramacca (CT)          | 37.470805° N | 14.781421° E | 75 m s.l.m.  |
| ALIAI 5       | Castel di Iudica (CT) | 37.529381° N | 14.725382° E | 100 m s.l.m. |

Per la contestualizzazione dei campi fotovoltaici si inserisce la seguente figura che posiziona le aree oggetto sul territorio.



**Figura 1. Inquadramento territoriale e PAI**



Ai fini di effettuare un inquadramento generale dei siti di intervento si riportano di seguito riferimenti relativi alle CTR (1.10.000) con i relativi quadranti di riferimento.

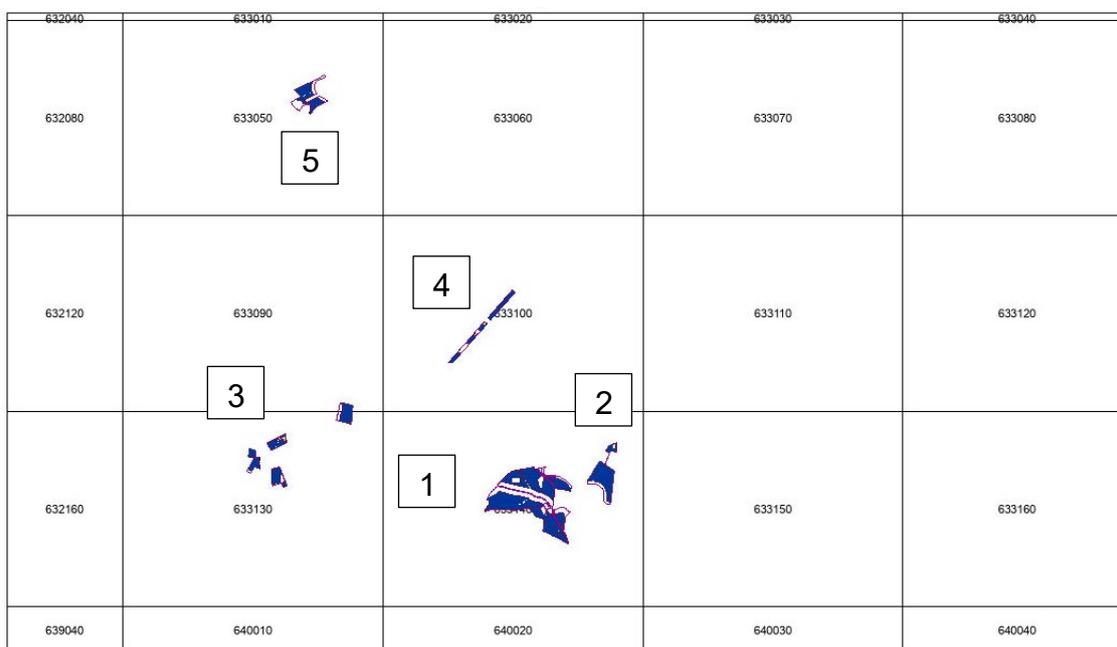


Figura 2. Inquadramento dei campi fotovoltaici nel sistema CTR 1.10.000

## 2 DATI GENERALI E DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO

La presente relazione si inserisce nell'ambito della realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica tramite conversione fotovoltaica dell'energia solare, avente una potenza di picco pari a circa 226.644,0 kWp. L'impianto sarà connesso alla rete elettrica in AT di Terna S.p.A. in ottemperanza a quanto prescritto dalla Deliberazione ARG/elt 99/08 "Testo Integrato delle Condizioni Tecniche ed Economiche per le Connessioni alle Reti con Obbligo di Connessioni di Terzi degli Impianti di Produzione di Energia Elettrica (T.I.C.A.)", ed al Codice di Rete di Terna. L'intero impianto fotovoltaico è composto da circa 377.740 moduli fotovoltaici in silicio cristallino bifacciali da 600 Wp cadauno distribuiti su una superficie di circa 392 Ha e da circa 62 inverter centralizzati, di cui n. 33 da 2365 kW e n. 29 da 3550 kW 175 kVA. La potenza in immissione sarà pari a 180.180 kW. L'intero impianto fotovoltaico è suddiviso in 5 campi, e ciascun campo è così costituito:

Tabella 2: Numero inverter e stringhe

| Denominazione | Potenza [Kw]     | Inverter [n.] | Stringhe 34 Mod. [n.] |
|---------------|------------------|---------------|-----------------------|
| ALIAI 1       | 126.786,0        | 32            | 6.215                 |
| ALIAI 2       | 34.863,60        | 9             | 1.709                 |
| ALIAI 3       | 36.495,6         | 12            | 1.789                 |
| ALIAI 4       | 11.077,20        | 3             | 543                   |
| ALIAI 5       | 17.421,60        | 6             | 854                   |
| <b>TOTALE</b> | <b>226.644,0</b> | <b>62</b>     | <b>11.110</b>         |

L'impianto è di tipo "grid-connected", collegato alla rete di distribuzione RTN 150 kV mediante una nuova linea ed immette in rete tutta l'energia prodotta, al netto degli autoconsumi per l'alimentazione dei servizi ausiliari necessari per il funzionamento della



centrale. La soluzione di connessione è stata predisposta da TERNA e prevede che la centrale venga collegata in antenna a 150 kV con la sezione 150 kV della stazione elettrica di trasformazione (SE) della RTN 380/150 kV di Paternò, previo ampliamento della stessa. Il nuovo elettrodotto in antenna a 150 kV per il collegamento della centrale alla SE citata costituisce impianto di utenza per la connessione, mentre lo stallo arrivo produttore a 150 kV nella suddetta sezione costituisce impianto di rete per la connessione. I vari campi sono collegati fra loro mediante cavidotti in MT che convogliano la potenza verso la sotto-stazione elettrica (SSE) di utenza ubicata in un'area limitrofa alla SE di Paternò, nel Comune di Paternò (CT). Per maggiori dettagli sullo sviluppo delle opere di connessione si rimanda ai relativi elaborati tecnici.

### 3 CARATTERISTICHE MODULI FOTOVOLTAICI E DELLE STRUTTURE DI SUPPORTO

#### 3.1 Caratteristiche generali dell'impianto

Il generatore fotovoltaico è composto da moduli in silicio cristallino. Tali moduli saranno certificati IEC 61215 e IEC 61730, Application Class A ed avranno tensione massima fino a 1500 V. I moduli saranno provvisti di una garanzia di anni 10 per difetti di fabbricazione e di una garanzia sulla diminuzione nel tempo della potenza in uscita di tipo lineare su 25 anni. I moduli hanno una tolleranza sulla potenza positiva (+ 3%).

**Tabella 3: Caratteristiche del generatore fotovoltaico, dati costruttivi e caratteristiche elettriche**

| Caratteristica tecnica        | Descrizione                        |
|-------------------------------|------------------------------------|
| Tipo di installazione:        | Impianto installato a terra        |
| Tipo di installazione:        | tracker mono-assiali asse nord-sud |
| Inclinazione (tilt):          | variabile                          |
| Numero di moduli totali:      | 377.740                            |
| Numero inverter totali:       | 62                                 |
| Potenza generatore FV:        | 226.644,0 kW                       |
| Superficie complessiva moduli | 1.069.048 m <sup>2</sup>           |
| Tecnologia costruttiva:       | Silicio Cristallino- Bifacciale    |
| Potenza massima:              | 600 W                              |
| Rendimento:                   | 21,2 %                             |
| Tensione nominale:            | 34,8 V                             |
| Tensione a vuoto:             | 41,7 V                             |
| Corrente nominale:            | 17,25 A                            |
| Corrente di corto circuito:   | 18,26 A                            |
| Dimensioni:                   | 2.172 mm x 1.303 mm                |
| Peso:                         | 35,0 kg                            |

La connessione fra i moduli avverrà con cavi (in classe di isolamento II) terminati all'interno delle cassette di terminazione dei moduli (grado di protezione IP65). I connettori dovranno essere realizzati con materiali resistenti a raggi UV ed in modo tale da garantire, come gli altri componenti dell'impianto, una vita utile di almeno 25 anni. I cavi di energia saranno dimensionati in maniera tale da contenere la caduta di tensione entro il valore massimo del 2% e le perdite entro il massimo dell'1%. La corrente massima (portata) ammissibile, per periodi prolungati, di qualsiasi conduttore sarà calcolata in modo tale che la massima temperatura di funzionamento non superi il valore appropriato, per ciascun tipo di isolante, indicato nella Tab. 52D della Norma CEI 64-8/5. Nel caso in cui i cavi vadano in percorsi



interrati, la discesa dei cavi sarà protetta meccanicamente mediante installazione in tubi. Le vie cavi saranno interrate e costituite da tubi corrugati, interrotti da appositi pozzetti, allo scopo di consentire la sfilabilità dei cavi. Il gruppo di conversione è composto dai convertitori statici (Inverter) centralizzati Power Electronics. Si prevede di impiegare due modelli: n. 33 inverter da 2365 kW, modello FS2285K e n. 29 da 3550 kW, modello FS3430K. Il convertitore c.c./c.a. utilizzato è idoneo al trasferimento della potenza dal campo fotovoltaico alla rete del distributore, in conformità ai requisiti normativi tecnici e di sicurezza applicabili. I valori della tensione e della corrente di ingresso di questa apparecchiatura sono compatibili con quelli del rispettivo campo fotovoltaico, mentre i valori della tensione e della frequenza in uscita sono compatibili con quelli della rete alla quale viene connesso l'impianto.

### 3.2 Tilt Tracker e strutture di supporto dei moduli

Le strutture di supporto ad inseguimento sono modulari e realizzate in modo da ospitare n. 68 moduli con doppio modulo in configurazione "portrait". Ciascuna vela in questo caso ospiterebbe pertanto n. 2 stringhe del campo fotovoltaico. In altri casi saranno adoperate anche strutture di supporto più corte, in maniera da inserirsi meglio nella geometria dell'area, capaci di ospitare ad esempio n. 34 moduli sempre con doppio modulo in configurazione "portrait". In tal caso ciascuna vela ospiterebbe n. 1 stringa del campo fotovoltaico. Le vele saranno disposte in file parallele, con inclinazione (tilt) variabile tra -5 % e + 15%, in funzione della pendenza del terreno. Le vele saranno distanziate lungo l'asse est-ovest con interasse di 8,5 m, in modo da minimizzare gli ombreggiamenti reciproci. L'altezza massima della vela sarà inferiore o uguale a 5,00 m. L'altezza massima sarà raggiunta in ogni caso dal bordo esterno solo nelle prime ore del mattino o nelle ore serali per catturare i raggi del sole ad inizio e fine giornata, quando la struttura sarà ruotata del suo angolo massimo pari a 60°. Gli ancoraggi della struttura saranno praticati avendo cura di verificarne la compatibilità con il terreno, dal punto di vista sia statico che dinamico, e dovranno resistere a raffiche di vento fino alla velocità di 120 km/h.

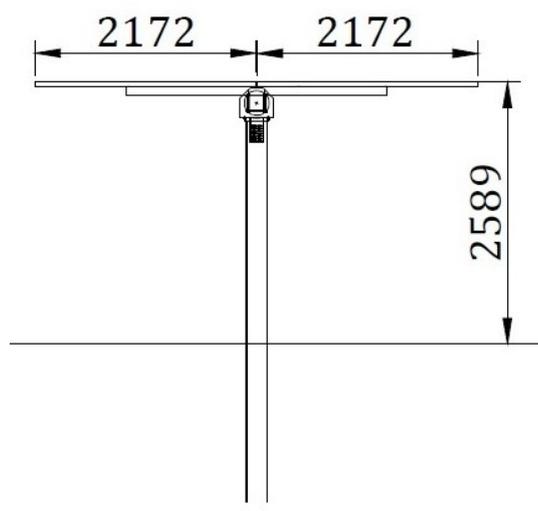


Figura 3. Tilt Tracker

Come chiaramente indicato nella precedente figura, va certamente evidenziato che i pannelli fotovoltaici verranno posizionati ad un'altezza dal terreno pari almeno a 2.589 metri. Tale posizionamento di per se esprime la certezza, come tra l'altro meglio evidenziato nel proseguo della relazione, di non variazione dei tiranti che si genererebbero nelle condizioni



ante operam. L'interazione, evidentemente non significativa, tra il nuovo impianto ed il terreno e conseguentemente con le naturali linee di deflusso ed inondazioni ante operam può avvenire solo al piede di supporto, di dimensioni trascurabili e certamente non compromettenti dal punto di vista dei sistemi ante operam. Inoltre le inclinazioni consentite al pannello non saranno tali da interferire sulle condizioni di deflusso e della distribuzione spaziale dei tiranti, soprattutto in aree P2, ed in occasione di eventi di pioggia, le inclinazioni laterali dei pannelli saranno tali e verranno imposte in maniera tale da mantenere al di sopra di 1 metro gli "spigoli" perimetrali dei pannelli. Tanto garantisce, per la stessa definizione di area a pericolosità P2 laddove di tiranti sono compresi per tutti i tempi di ritorno tra 0.30 m e 1.00 m, che non ci possano essere modifiche sia in termini di distribuzione dei tiranti che delle linee di deflusso tra le condizioni ante e post operam. In ogni caso in area "P1" i pannelli sono strutturalmente tali da mantenere gli spigoli di inclinazione > dei 30 cm. Tanto viene schematizzato nella seguente figura.

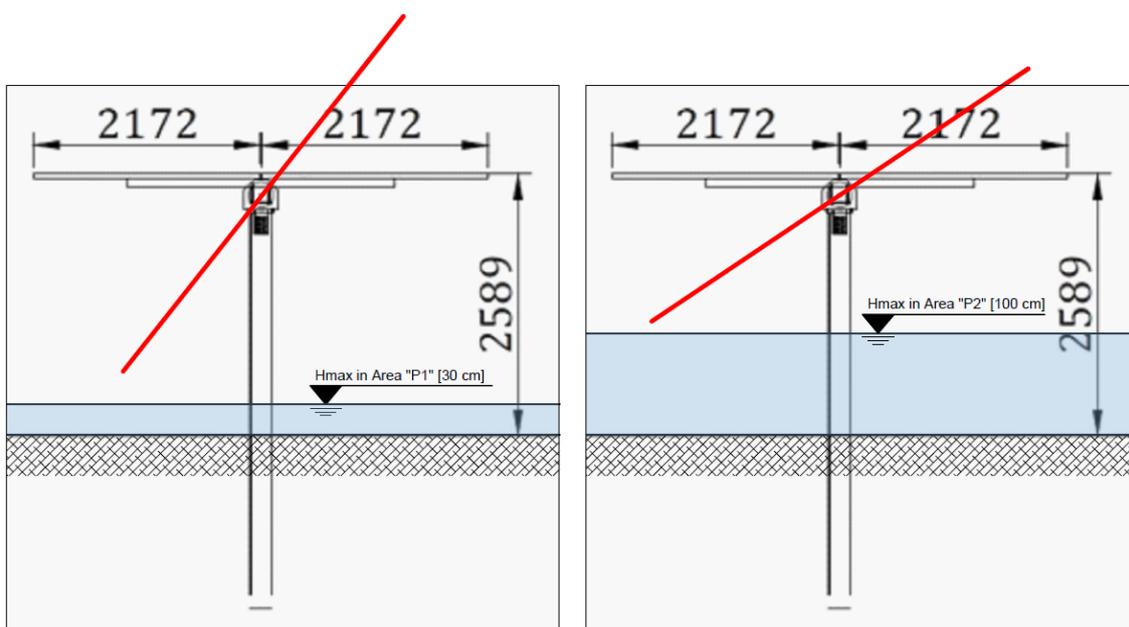


Figura 4. Configurazioni ammesse nelle arre a pericolosità "P1" (sinistra) e "P2" (destra) in condizioni di eventi meteorici intensi

La compatibilità al PAI è dunque garantita dalla sola circostanza che i pannelli fotovoltaici si mantengono comunque sempre al di sopra delle massime altezze comunque possibile in zone "P1" e "P2". Come si vedrà poi nei paragrafi successivi, le aree "P1" e "P2" per le zone interessate e per le elaborazioni riportate nella stessa documentazione PAI i tiranti si mantengono, comunque, ben al di sotto dei 30 cm per le zone "P1" e ben al di sotto dei 100 cm nelle zone "P2", garantendo ancora con più margine di sicurezza le condizioni di piena compatibilità al PAI.

### 3.3 Cabine di trasformazione, cabine per servizi e cabine di raccolta

Si prevede l'utilizzo di cabine di trasformazione, cabine per servizi e cabine di raccolta, meglio descritte nei paragrafi seguenti. Nello specifico per ogni campo si prevede di utilizzare un numero differente di cabine, in funzione alla potenza installata, come meglio riepilogato nella tabella seguente:



**Tabella 4: Numero inverter e stringhe**

| Denominazione | n. cabine inverter/trafo | n. cabine per servizi | n. cabine di raccolta | n. cabine O&M | n. cabine ricambi | volumetria   |
|---------------|--------------------------|-----------------------|-----------------------|---------------|-------------------|--------------|
| ALIAI 1       | 32                       | 32                    | 1                     | 1             | 1                 | 2.563        |
| ALIAI 2       | 9                        | 9                     | 1                     |               |                   | 759          |
| ALIAI 3       | 12                       | 12                    | 4                     |               |                   | 1.245        |
| ALIAI 4       | 3                        | 3                     | 1                     |               |                   | 311          |
| ALIAI 5       | 6                        | 6                     | 1                     |               |                   | 535          |
| <b>TOTALE</b> | <b>62</b>                | <b>62</b>             | <b>8</b>              | <b>1</b>      | <b>1</b>          | <b>5.414</b> |

### 3.3.1 Cabine di Inverter/trasformazione

Ogni cabina inverter/trasformazione, in grado di gestire la potenza ad essa confluyente, sarà costituita da: Locale 1 contenente: Quadro parallelo stringhe; inverter; quadro di parallelo bassa tensione (QPBT); quadro di alimentazione dei servizi ausiliari (QSA); il gruppo UPS; Locale 2 contenente: trasformatore BT/MT; Locale 3 contenente: quadro di media tensione (QMT). Le cabine saranno di tipo prefabbricato mono-blocco in struttura metallica autoportante o di tipo prefabbricato in cemento armato, conforme alla norma CEI EN 62271-202 con **dimensioni esterne 6,60m x 2,20 m x 2,20 m**. I passaggi previsti per il transito delle persone, saranno larghi almeno 80 cm, al netto di eventuali sporgenze. La cabina sarà posta su fondazione prefabbricata tipo vasca **avente altezza esterna di 60 cm** (interna di 50 cm) e dotata di fori di diametro 18 cm a frattura prestabilita in modo da consentire l'ingresso e l'uscita dei cavi MT/BT nei quattro lati. La vasca, che fungerà da vano per i cavi, sarà accessibile da apposita botola posta sul pavimento dei vari locali. Il calore prodotto dal trasformatore e dai quadri, sarà smaltito tramite ventilazione naturale per mezzo di griglie di areazione (122x52 cm) in vetroresina e da aspiratori ad asse verticale comandati in temperatura. Infine sarà realizzato un impianto di messa a terra tramite dispersore orizzontale ad anello in corda di rame nuda sez. 50 mmq e da n. 6 dispersori verticali in acciaio zincato con profilo a croce 50x50x5 mm di lunghezza 2,5 m. Saranno installati all'interno delle cabine: accessori antinfortunistici: estintore a polvere, lampada di emergenza ricaricabile, guanti isolanti, pedana isolante, cartelli ammonitori vari, schema elettrico di cabina.

### 3.3.2 Cabine di servizi e O&M

Ogni cabina inverter/trasformazione Ogni cabina servizi, sarà adibita a locale tecnico per i sistemi videosorveglianza, di monitoraggio e controllo. Le cabine saranno di tipo prefabbricato mono-blocco in struttura metallica autoportante o di tipo prefabbricato in cemento armato, conforme alla norma CEI EN 62271-202 con dimensioni esterne **6,058 m x 2,896 m x 2,438 m**. I passaggi previsti per il transito delle persone, saranno larghi almeno 80 cm, al netto di eventuali sporgenze. **La cabina sarà posta su fondazione prefabbricata tipo vasca avente altezza esterna di 60 cm** (interna di 50 cm) e dotata di fori di diametro 18 cm a frattura prestabilita in modo da consentire l'ingresso e l'uscita dei cavi MT/BT nei quattro lati. La vasca, che fungerà da vano per i cavi, sarà accessibile da apposita botola posta sul pavimento dei vari locali. Il calore prodotto dal trasformatore e dai quadri, sarà smaltito tramite ventilazione naturale per mezzo di griglie di areazione (122x52 cm) in vetroresina e da aspiratori ad asse verticale comandati in temperatura. Infine sarà realizzato un impianto di messa a terra tramite dispersore orizzontale ad anello in corda di rame nuda sez. 50 mmq e da n. 6 dispersori verticali in acciaio zincato con profilo a croce 50x50x5 mm di lunghezza 2,5 m. Saranno installati all'interno delle cabine: accessori antinfortunistici: estintore a



polvere, lampada di emergenza ricaricabile, guanti isolanti, pedana isolante, cartelli ammonitori vari, schema elettrico di cabina.

### 3.3.3 Cabine di raccolta

Ogni campo prevede una cabina di raccolta, dove confluiscono in ingresso tutte le uscite in MT delle cabine di trasformazione del campo stesso, mentre l'uscita della cabina di raccolta di ogni campo verrà collegata alla sotto stazione elettrica di utente o alle cabine di raccolta posizionate in altri sottocampi. In base alla posizione del campo è possibile che l'uscita della cabina di raccolta venga collegata direttamente alla sotto stazione corrispondente, oppure in entra-esce con altre cabine di raccolta intermedie, in ogni caso in ogni cabina sarà presente almeno un dispositivo di sezionamento. Le cabine saranno di tipo prefabbricato mono-blocco in struttura metallica autoportante o di tipo prefabbricato in cemento armato, conforme alla norma CEI EN 62271-202 **con dimensioni esterne 12,10 m x 2,4 m x 3 m**. I passaggi previsti per il transito delle persone, saranno larghi almeno 80 cm, al netto di eventuali sporgenze. **La cabina sarà posta su fondazione prefabbricata tipo vasca avente altezza esterna di 60 cm (interna di 50 cm)** e dotata di fori di diametro 18 cm a frattura prestabilita in modo da consentire l'ingresso e l'uscita dei cavi MT/BT nei quattro lati. La vasca, che fungerà da vano per i cavi, sarà accessibile da apposita botola posta sul pavimento dei vari locali. Il calore prodotto dal trasformatore e dai quadri, sarà smaltito tramite ventilazione naturale per mezzo di griglie di areazione (122x52 cm) in vetroresina e da aspiratori ad asse verticale comandati in temperatura. Infine sarà realizzato un impianto di messa a terra tramite dispersore orizzontale ad anello in corda di rame nuda sez. 50 mmq e da n. 6 dispersori verticali in acciaio zincato con profilo a croce 50x50x5 mm di lunghezza 2,5 m. Saranno installati all'interno delle cabine: accessori antinfortunistici: estintore a polvere, lampada di emergenza ricaricabile, guanti isolanti, pedana isolante, cartelli ammonitori vari, schema elettrico di cabina.

### 3.3.4 Impianto di rete per la connessione

La soluzione di connessione è stata predisposta da TERNA e prevede che la centrale venga collegata in antenna a 150 kV con la sezione 150 kV della stazione elettrica di trasformazione (SE) della RTN 380/150 kV di Paternò, previo ampliamento della stessa. Tale parte di impianto può ovviamente ritenersi ininfluenza nell'ambito delle verifiche di compatibilità al PAI.

### 3.3.5 Sottostazione elettrica (SSE) MT/AT

La cabina di raccolta sarà in grado di gestire la potenza dell'impianto e comprenderà sul lato MT, il quadro MT (QMT) con i seguenti scomparti: arrivo linee provenienti dal campo fotovoltaico; partenza linea e protezione trasformatore BT/MT per servizi ausiliari; partenza linea e protezione trasformatore MT/AT; trasformatore BT/MT del tipo a olio, che include oltre al trasformatore di media tensione anche i quadri di media tensione e tutte le protezioni di bassa tensione per collegare gli inverter. Per la parte AT, saranno installati su piazzale i seguenti elementi: trasformatori trifase in olio minerale (ONAN/ONAF) 150 kV/30 kV Ynd11 con neutro accessibile; terna di scaricatori AT, lato utente; terna di trasformatori di tensione fiscali; terna di trasformatori di corrente fiscali; interruttore AT; sezionatore di linea di terra AT; terna di trasformatori di tensione capacitivi; terna di terminali AT. Dal punto di vista strettamente legato all'impronta della cabina essa risulta ininfluenza ai fini delle verifiche di compatibilità PAI, mentre per quanto attiene la sicurezza ai fini della salvaguardia dell'impianto e delle persone si richiede l'installazione ad almeno 1.20 m dal piano terreno.



#### 4 CAMPI FOTOVOLTAICI, MAPPE DI PERICOLOSITA' PAI E VERIFICHE DI COMPATIBILITA'

Come anticipato in premessa, il presente documento riguarda la verifica di compatibilità delle strutture che compongono i campi fotovoltaici con le pericolosità imposte dal PAI regionale. Si premette che i campi fotovoltaici sono certamente realizzabili in quanto insistono su territori in parte compresi in aree di pericolosità "P1" in parte in territori a pericolosità "P2" generati dalle esondazioni del fiume "Dittaino". Alcuni di essi, inoltre, "Aliai 3" e in buona parte "Aliai 4" rimangono al di fuori delle aree classificate di pericolosità. **Nello specifico, la verifica di compatibilità dimostrerà che non si avranno variazioni delle condizioni di deflusso e di grado pericolosità tra le condizioni ante e post operam. Le strutture non influenzeranno in maniera significativa e percettibile le condizioni di deflusso e la distribuzione spaziale dei tiranti generati nelle condizioni ante operam e post operam. I campi fotovoltaici, inoltre, verranno realizzati nel rispetto delle garanzie di sicurezza per la pubblica e privata incolumità.** Nella figura sottostante si riporta lo schema generale che mostra la sovrapposizione tra le aree interessate alla realizzazione dei campi fotovoltaici e le aree di pericolosità individuate nel PAI.

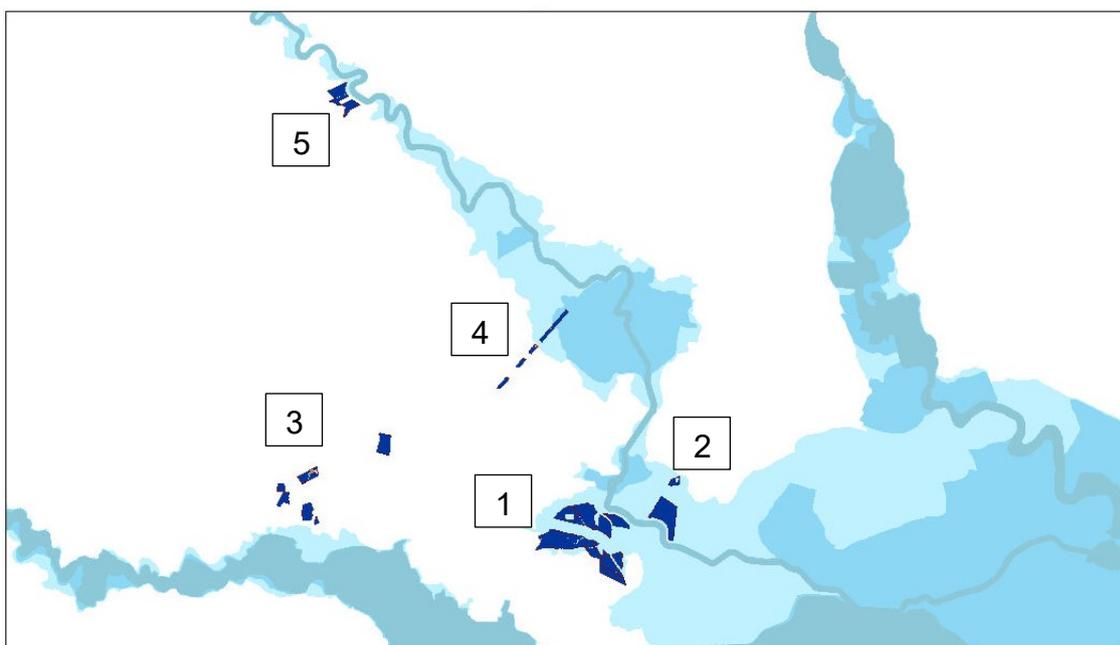


Figura 5. Contestualizzazione dell'area di pericolosità del PAI con le aree di intervento

Nella tabella di seguito riportata si riportano i valori che interessano le verifiche in argomento. In particolare le verifiche che verranno condotte per ciascun campo fotovoltaico sono rivolte in primo luogo alla condizione che le strutture saranno posizionate in modo da non interagire con la distribuzione spaziale dei tiranti e che le aree effettivamente occupate dalle strutture siano tali da non incidere globalmente con i tiranti generati. Inoltre si dimostrerà che saranno rispettate le condizioni di sicurezza in modo tale che sia garantita la sicurezza delle strutture e della pubblica incolumità. Sarà appurato che non verrà alterata la distribuzione spaziale dei tiranti e le linee di deflusso superficiali saranno dunque rispettate e non alterate in maniera tale da terminare una variazione peggiorativa delle condizioni di sicurezza e di pericolosità rispetto alle condizioni ante operam.

**Tabella 5: Caratteristiche tipologiche e geometriche ai fini delle verifiche di compatibilità**

| DESCRIZIONE VOCE                    | ALIAI 1 | ALIAI 2 | ALIAI 3 | ALIAI 4 | ALIAI 5 | TOT       |
|-------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------|
| POTENZA [kWp]                       | 126 358 | 34 945  | 36 516  | 11 077  | 17 422  | 226 318   |
| N MODULI                            | 210 596 | 58 242  | 60 860  | 18 462  | 29 036  | 377 196   |
| TAGLIA MODULI [Wp]                  | 600     | 600     | 600     | 600     | 600     | 600       |
| SUPERFICIE MODULI [m2]              | 596 011 | 164 832 | 172 241 | 52 250  | 82 175  | 1 067 508 |
| TRACKER DA 68 MODULI                | 2 830   | 816     | 796     | 250     | 349     | 5 041     |
| TRACKER DA 34 MODULI                | 534     | 81      | 198     | 43      | 156     | 1 012     |
| TOTALE MODULI                       | 3 364   | 897     | 994     | 293     | 505     | 6 053     |
| N. TRAF0                            | 32      | 9       | 12      | 3       | 6       | 62        |
| N. CABINE DI TRASFORMAZIONE         | 32      | 9       | 12      | 3       | 6       | 62        |
| VOLUME CABINE DI TRASFORMAZIONE[m3] | 1 022   | 287     | 383     | 96      | 192     | 1 981     |
| SUP.CABINE DI TRASFORMAZIONE[m2]    | 465     | 131     | 174     | 44      | 87      | 900       |
| N. CABINE SERVIZI                   | 32      | 9       | 12      | 3       | 6       | 62        |
| VOLUME CABINE SERVIZI [m3]          | 1 409   | 396     | 528     | 132     | 264     | 2 730     |
| SUPERFICIE CABINE SERVIZI [m2]      | 472     | 133     | 177     | 44      | 88      | 914       |
| N. CABINE RACCOLTA                  | 1       | 1       | 4       | 1       | 1       | 8         |
| VOLUME CABINE DI RACCOLTA [m3]      | 87      | 87      | 348     | 87      | 87      | 697       |
| SUPERFICIE CABINE DI RACCOLTA [m2]  | 29      | 29      | 116     | 29      | 29      | 232       |
| N. CABINE O&M                       | 1       | -       | -       | -       | -       | 1         |
| VOLUME CABINE O&M [m3]              | 43      | -       | -       | -       | -       | 43        |
| SUPERFICIE CABINE O&M [m2]          | 15      | -       | -       | -       | -       | 15        |
| N TOTALE CABINE                     | 66      | 19      | 28      | 7       | 13      | 133       |
| VOLUME TOTALE CABINE [m3]           | 2 561   | 771     | 1 260   | 315     | 543     | 5 450     |
| SUPERFICIE TOTALE CABINE [m2]       | 980     | 292     | 467     | 117     | 205     | 2 062     |
| SUPERFICIE CONTRATTUALE [ha]        | 251     | 42      | 61      | 18      | 42      | 414       |
| SUPERFICIE VIABILITA' INTERNA [ha]  | 8       | 2       | 3       | 1       | 1       | 15        |
| SUPERFICIE AREE A VERDE [ha]        | 67      | 13      | 15      | 10      | 15      | 120       |

Per quanto riguarda le considerazioni che verranno sviluppate si devono necessariamente richiamare i principi che regolano la determinazione delle zone a pericolosità secondo le metodologie assegnate dal Piano per l'Assetto Idrogeologico della Regione Sicilia (PAI). La valutazione della classe di pericolosità è stata condotta nello studio sviluppato alla Regione Sicilia utilizzando la metodologia completa proposta dal Piano Stralcio di Bacino per l'emergenza Idrogeologica (2004), nel seguito riportata sinteticamente, che valuta la pericolosità incrociando le informazioni relative al tempo di ritorno e alla distribuzione spaziale delle altezze idriche stesse. In particolare, la classe di pericolosità è ottenuta applicando la seguente tabella.

**Tabella 6: Calcolo della pericolosità idraulica secondo la metodologia completa (PAI, 2004)**

| Battente Idraulico      | Tempo di Ritorno |     |     |
|-------------------------|------------------|-----|-----|
|                         | 50               | 100 | 300 |
| $H < 0.3 \text{ m}$     | P1               | P1  | P1  |
| $0.3 < H < 1 \text{ m}$ | P2               | P2  | P2  |
| $1 < H < 2 \text{ m}$   | P4               | P3  | P2  |
| $H > 2 \text{ m}$       | P4               | P4  | P3  |

La determinazione del tirante è avvenuta effettuando delle simulazioni mirate al territorio attraverso modelli idraulici che descrivano minuziosamente lo "spandimento" delle acque sul



territorio. La determinazione dei tiranti rappresenta il risultato delle simulazioni il cui valore, incrociato con il rispettivo tempo di ritorno determina la relativa classe di pericolosità. Dall'analisi della precedente tabella si evince che aver indicato la pericolosità del sito in classe "P1" indica implicitamente che in quell'area il tirante massimo prevedibile per tempi di ritorno 50, 100 e 300 anni deve essere necessariamente < di 30 cm. Allo stesso modo è possibile affermare che aver indicato la pericolosità del sito in classe "P2" indica implicitamente che in quell'area il tirante massimo prevedibile per tempi di ritorno 50, 100 e 300 anni deve essere necessariamente maggiore di 30 cm ma minore di 1 metro (100 cm). Le considerazioni così sviluppate verranno contestualizzate nella verifica di compatibilità di ciascun campo fotovoltaico. Infine si precisa ulteriormente che le distanze degli impianti dagli impluvi, dalle incisioni e dalle sponde sarà tale da rispettare la distanza minima imposta pari a 15 m.

#### 4.1 Verifica di compatibilità campo fotovoltaico "Aliai 1"

Il campo fotovoltaico denominato "Aliai 1" viene appresso rappresentato attraverso gli strumenti del SITR Sicilia.

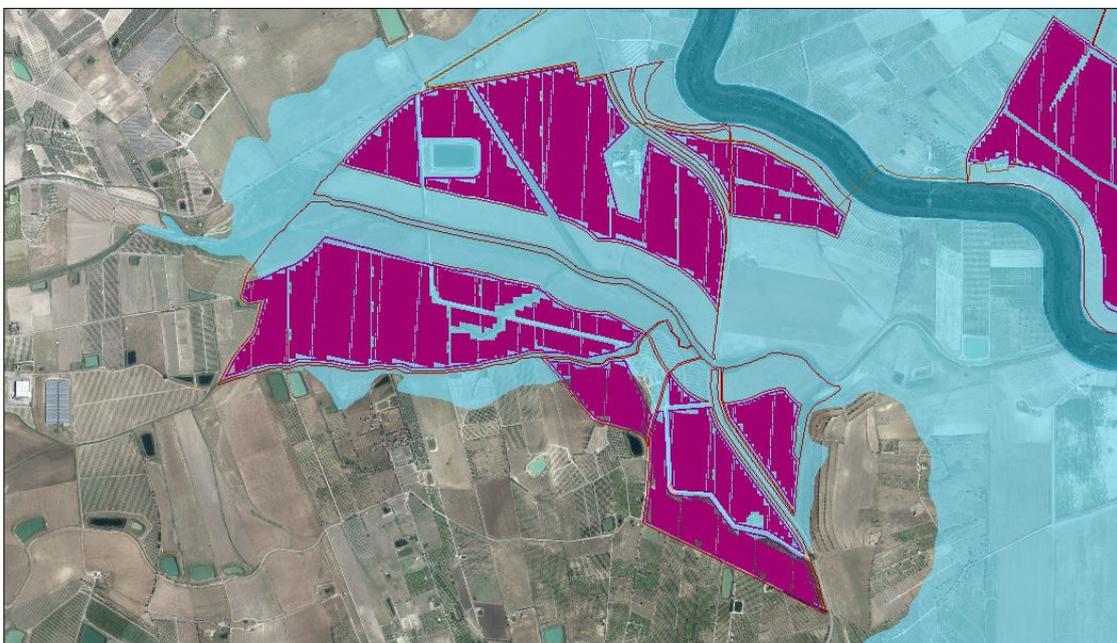


Figura 6. Campo fotovoltaico "Aliai 1" (in Rosso) – Presenza di aree a sola pericolosità "P1"

ed è interessato da un'area a sola pericolosità "P1" mentre non viene interessato da territori caratterizzati da pericolosità "P2". Viene interessato dalle aree di inondazione del fiume "Dittaino". **Per tale motivo è già possibile affermare, preliminarmente, che i tiranti massimi prevedibili per l'area di interesse saranno inferiori a 30 cm.** Come anticipato, il fiume "Dittaino" è stato specificatamente oggetto nel Piano per l'Assetto Idrogeologico della Regione Sicilia, di apposito e dedicato studio che si è basato sullo studio delle sezioni significative del fiume. In corrispondenza di tali sezioni sono stati determinati i tiranti e ne è scaturita. La figura di seguito riportata indica la campitura dell'area "P1" che interessa per intero l'area di intervento. L'analisi delle condizioni di pericolosità determina gli accorgimenti da realizzare per la realizzazione degli impianti che non dovranno influenzare le condizioni ante operam. Si determinerà dunque le condizioni di realizzazione delle opere per ricercare le garanzie richieste.

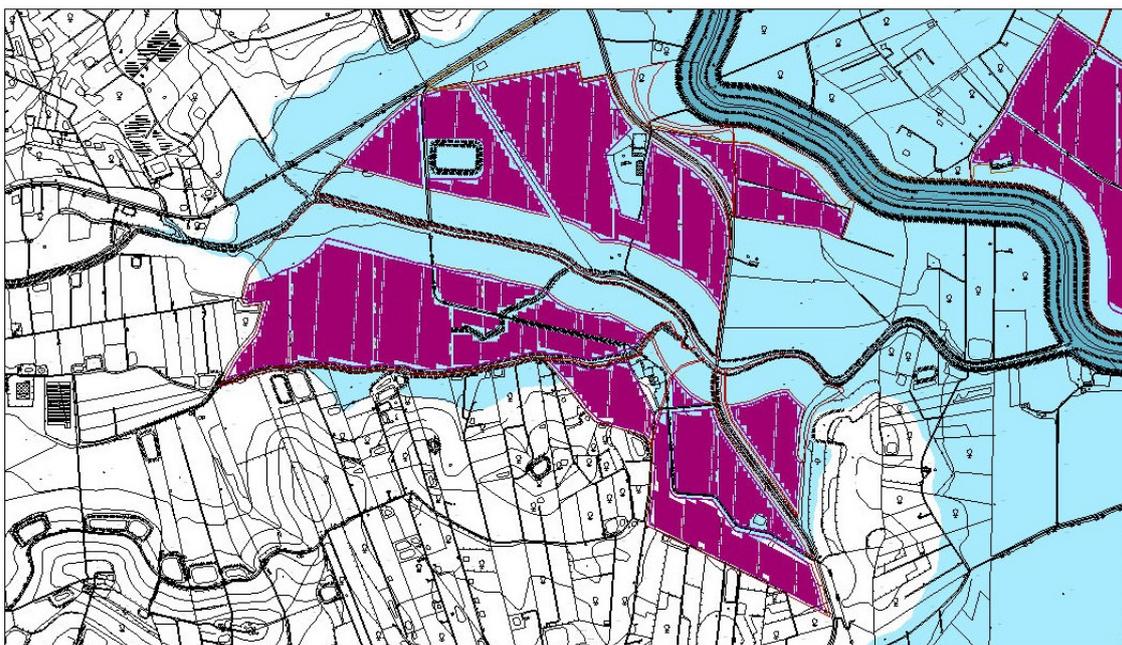


Figura 7. Campo fotovoltaico "Aliai 1" – CTR e Mappe PAI [Pericolosità individuata = P1]

Per quanto attiene la realizzazione dei "Tilt Tracker" essi verranno realizzati come nella figura sottostante, **in tal modo vi è la certezza che non vi potrà essere interazione tra le strutture da realizzare ed il massimo tirante atteso.** Tale configurazione dimostra la non significatività dell'opera nell'ambito delle verifiche di compatibilità.

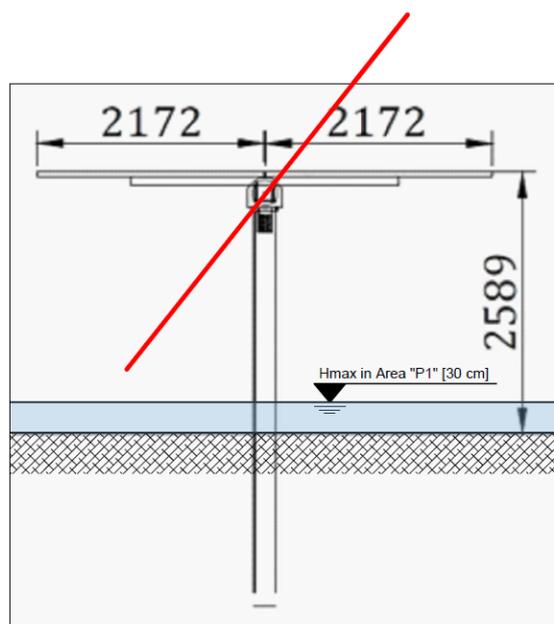
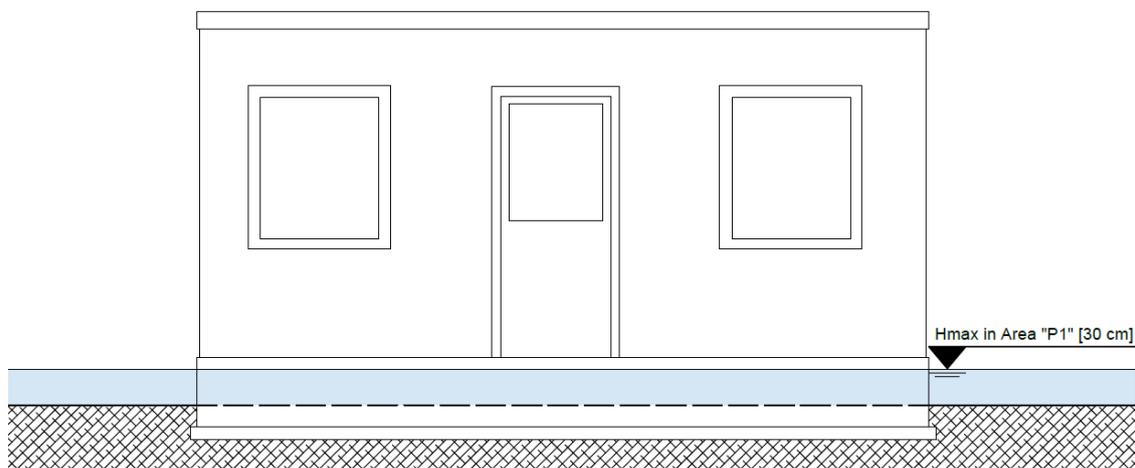


Figura 8. Configurazioni ammesse nelle aree a pericolosità "P1" ovvero nel campo fotovoltaico Aliai 1

Per quanto attiene la realizzazione delle cabine (in termine generale riferito a tutti i manufatti fuori terra) esse verranno realizzati come nella figura sottostante, **in tal modo vi è la certezza che non vi potrà essere interazione tra le strutture da realizzare ed il massimo tirante**

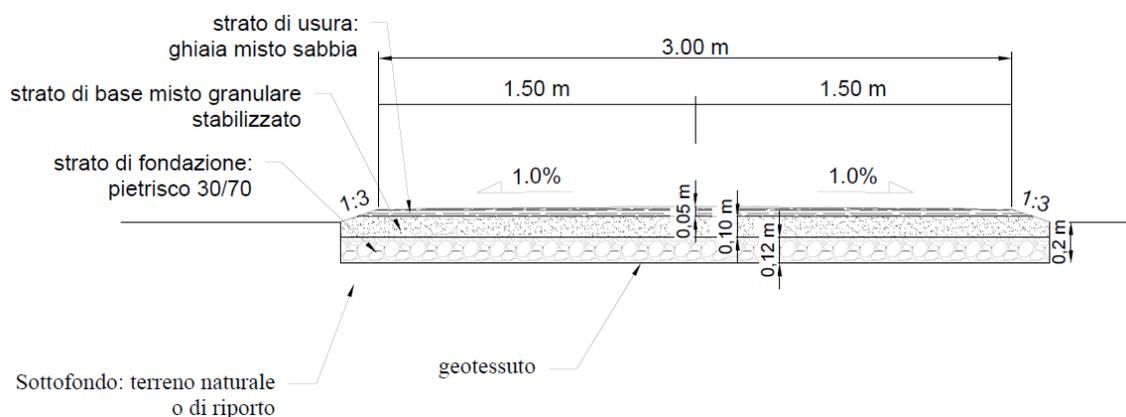


**atteso.** Inoltre, verrà garantita, ad ogni modo, la tenuta stagna delle stesse. Tale configurazione dimostra la non significatività dell'opera nell'ambito delle verifiche di compatibilità. Tutte le opere primarie verranno comunque posizionate ad almeno 40 cm dal piano di campagna.



**Figura 9. Configurazioni ammesse nelle aree a pericolosità "P1" ovvero nel campo fotovoltaico Aliai 2 per i manufatti fuori terra**

Infine anche le strade di percorrenza non influenzeranno in alcun modo il deflusso essendo le stesse realizzate "filo campagna" o sollevate rispetto ad esse di solo qualche cm.



**Figura 10. Configurazioni ammesse nelle aree a pericolosità "P1" ovvero nel campo fotovoltaico Aliai 1 per le sedi stradali di percorrenza interna**

Per eccesso di scrupoli si è verificata anche l'incidenza volumetrica dei manufatti rispetto alle aree inondate. Ovvero nelle ipotesi più gravose, ovvero allorquando si voglia immaginare un sistema statico, ci si vuole porre la verifica di quale sarebbe l'incidenza di tirante in seguito all'aumento dell'impronta "non occupabile" dall'acqua. Ovvero quale sarebbe il tirante atteso qualora l'area inondata avesse un'impronta ridotta rispetto alle condizioni ante operam. Ovvero se il volume "bagnato" dovesse ridistribuirsi su un'area ridotta a causa della presenza delle nuove opere. Si sono dunque valutati tutti i manufatti emergenti tra i quali i pali dei tracker, e tutti i manufatti fuori terra. Le verifiche riportate nella seguente tabella, indicano che la variazione di tirante sono certamente trascurabili e dell'ordine di qualche decimo di mm.

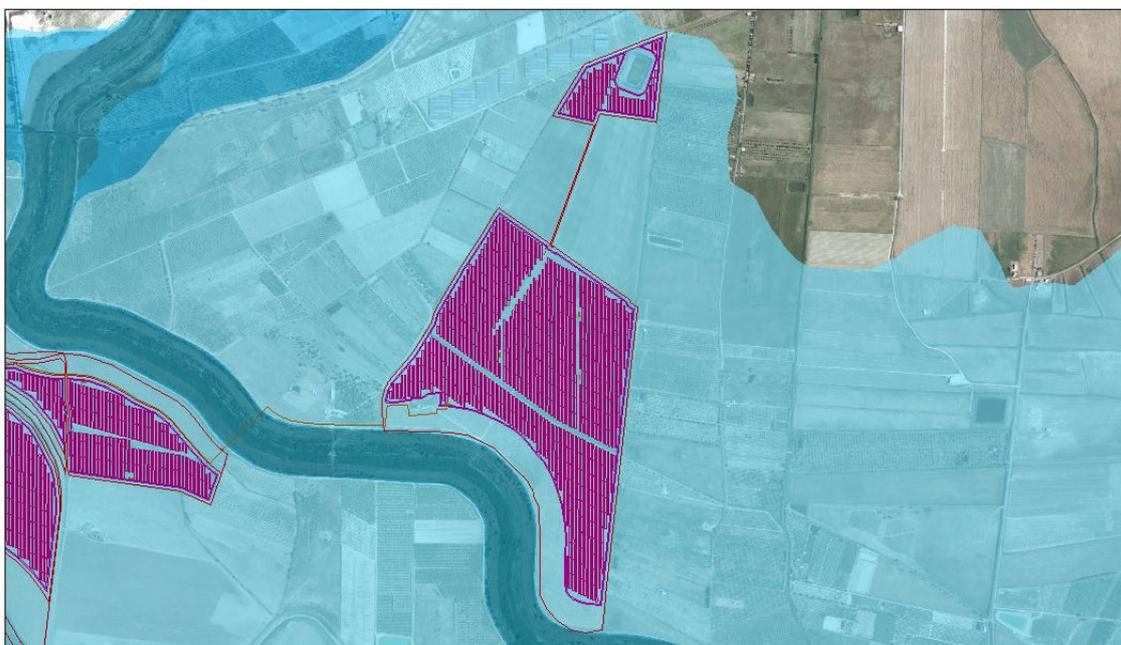


**Tabella 7: Variazione di tirante attesa in percentuale < 1/10 di mm**

| ALIAI 1   | Valore di riferimento [n.] | Superficie Occupata Singolo Manufatto/Palo [mq] | Superficie Complessivamente Occupata [mq] |
|---|----------------------------|---|---|
| Totale pali Tracker   | 3 364                      | 0,049   | 165                                       |
| Superficie Cabine di Trasformazione                             | 32                         | 14,520  | 465                                       |
| Superficie Cabine di Servizio                                   | 32                         | 14,745  | 472                                       |
| Superficie Cabine di Raccolta                                   | 1                          | 29,040  | 29  |
| Superficie Cabine O&M   | 1                          | 14,769  | 15  |
| Totale =  |                            |   | 1 145                                     |
| Superficie Inondata [P1] Ante Operam [dato da Pai] =            |                            |   | 18 066 426                                |
| Superficie Inondata [P1] Post Operam [dato da Pai - Progetto] = |                            |   | 18 065 281                                |
| Variazione di tirante attesa [%] =                              |                            |   | 0,006339611%                              |

## 4.2 Verifica di compatibilità campo fotovoltaico “Aliai 2”

Il campo fotovoltaico denominato “Aliai 2” viene appresso rappresentato attraverso gli strumenti del SITR Sicilia.



**Figura 11. Campo fotovoltaico “Aliai 2” (in Rosso) – Presenza di aree a sola pericolosità “P1”**

ed è interessato da un'area a sola pericolosità “P1” mentre non viene interessato da territori caratterizzati da pericolosità “P2”. Viene interessato dalle aree di inondazione del fiume “Dittaino”. **Per tale motivo è già possibile affermare, preliminarmente, che i tiranti massimi prevedibili per l'area di interesse saranno inferiori a 30 cm.** Come anticipato, il fiume “Dittaino” è stato specificatamente oggetto nel Piano per l'Assetto Idrogeologico della Regione Sicilia, di apposito e dedicato studio che si è basato sullo studio delle sezioni significative del fiume. In corrispondenza di tali sezioni sono stati determinati i tiranti e ne è scaturita la successiva mappa di pericolosità con individuazione della relativa classe. **La figura di seguito riportata indica la campitura dell'area “P1” che interessa per intero l'area di intervento.** L'analisi delle condizioni di pericolosità determina gli accorgimenti da realizzare per la realizzazione degli impianti che non dovranno influenzare le condizioni ante operam. Si determinerà dunque le condizioni di realizzazione delle opere per ricercare le garanzie richieste.

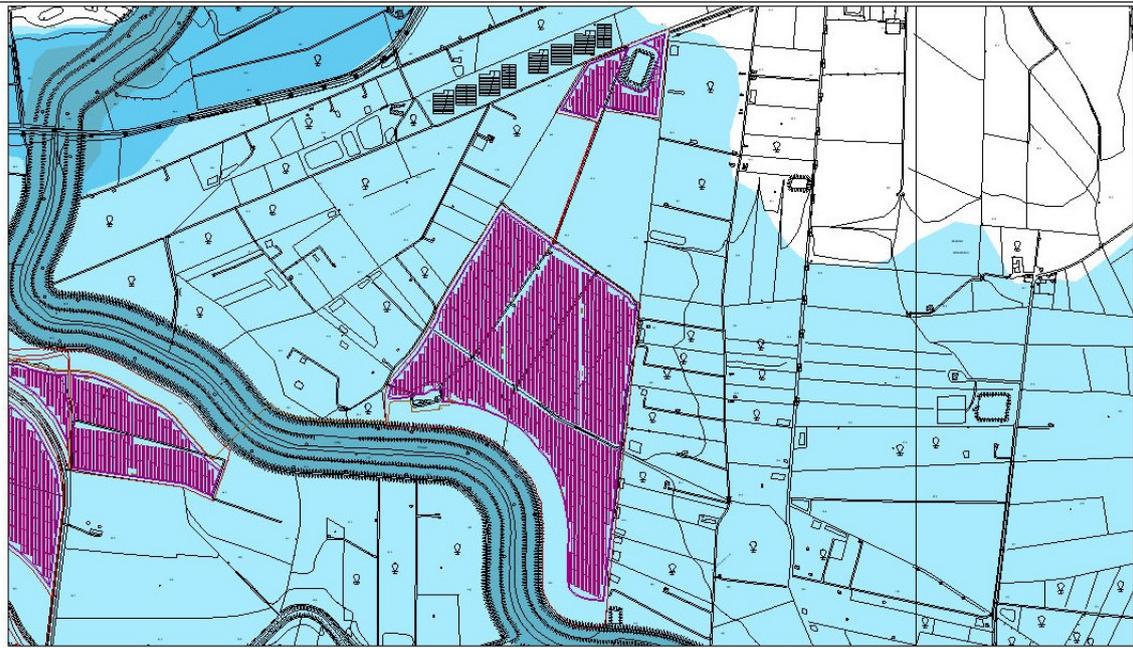


Figura 12. Campo fotovoltaico “Aliai 2” – CTR e Mappe PAI [Pericolosità individuata = P1]

Per quanto attiene la realizzazione dei “Tilt Tracker” essi verranno realizzati come nella figura sottostante, **in tal modo vi è la certezza che non vi potrà essere interazione tra le strutture da realizzare ed il massimo tirante atteso**. Tale configurazione dimostra la non significatività dell’opera nell’ambito delle verifiche di compatibilità.

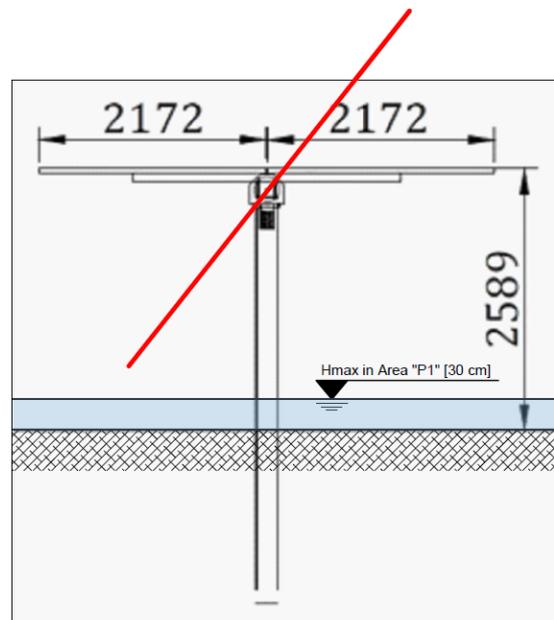


Figura 13. Configurazioni ammesse nelle aree a pericolosità “P1” ovvero nel campo fotovoltaico Aliai 2

Per quanto attiene la realizzazione delle cabine (in termine generale riferito a tutti i manufatti fuori terra) esse verranno realizzati come nella figura sottostante, **in tal modo vi è la certezza che non vi potrà essere interazione tra le strutture da realizzare ed il massimo tirante atteso**. Inoltre, verrà garantita, ad ogni modo, la tenuta stagna delle stesse. Tale configurazione dimostra la non significatività dell’opera nell’ambito delle verifiche di



compatibilità. Tutte le opere primarie verranno comunque posizionate ad almeno 40 cm dal piano di campagna.

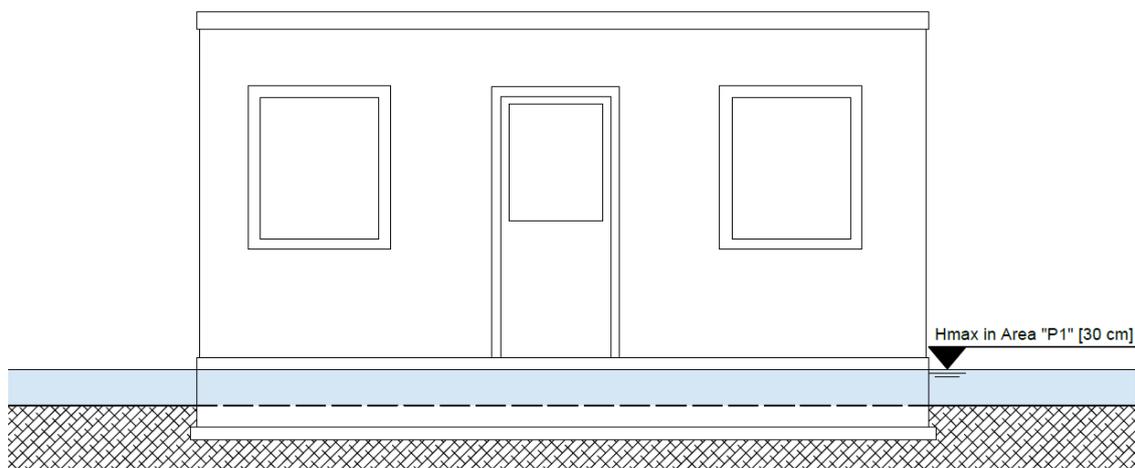


Figura 14. Configurazioni ammesse nelle aree a pericolosità “P1” ovvero nel campo fotovoltaico Aliai 2 per i manufatti fuori terra

Infine anche le strade di percorrenza non influenzeranno in alcun modo il deflusso essendo le stesse realizzate “filo campagna” o sollevate rispetto ad esse di solo qualche cm.

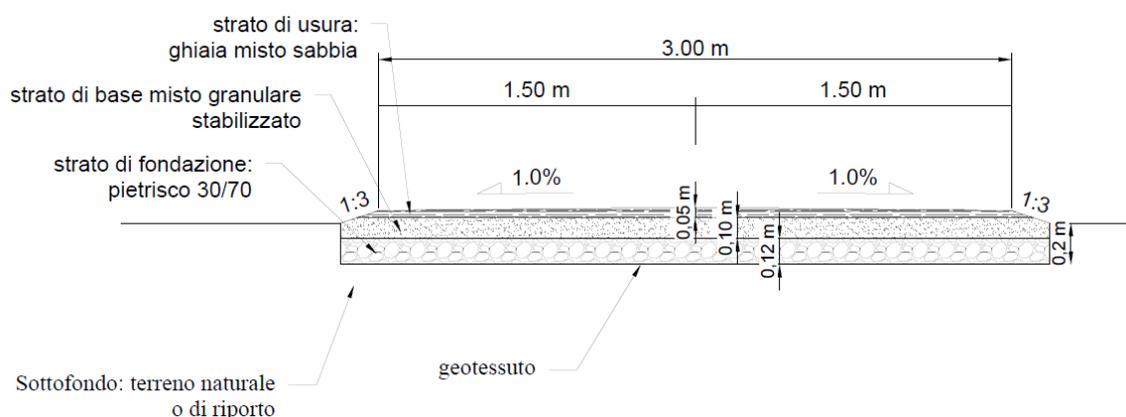


Figura 15. Configurazioni ammesse nelle aree a pericolosità “P1” ovvero nel campo fotovoltaico Aliai 2 per le sedi stradali di percorrenza interna

Per eccesso di scrupoli si è verificata anche l'incidenza volumetrica dei manufatti rispetto alle aree inondate. Ovvero nelle ipotesi più gravose, ovvero allorquando si voglia immaginare un sistema statico, ci si vuole porre la verifica di quale sarebbe l'incidenza di tirante in seguito all'aumento dell'impronta “non occupabile” dall'acqua. Ovvero quale sarebbe il tirante atteso qualora l'area inondata avesse un'impronta ridotta rispetto alle condizioni ante operam. Ovvero se il volume “bagnato” dovesse ridistribuirsi su un'area ridotta a causa della presenza delle nuove opere. Si sono dunque valutati tutti i manufatti emergenti tra i quali i pali dei tracker, e tutti i manufatti fuori terra. Le verifiche riportate nella seguente tabella, indicano che la variazione di tirante sono certamente trascurabili e dell'ordine di qualche decimo di mm.



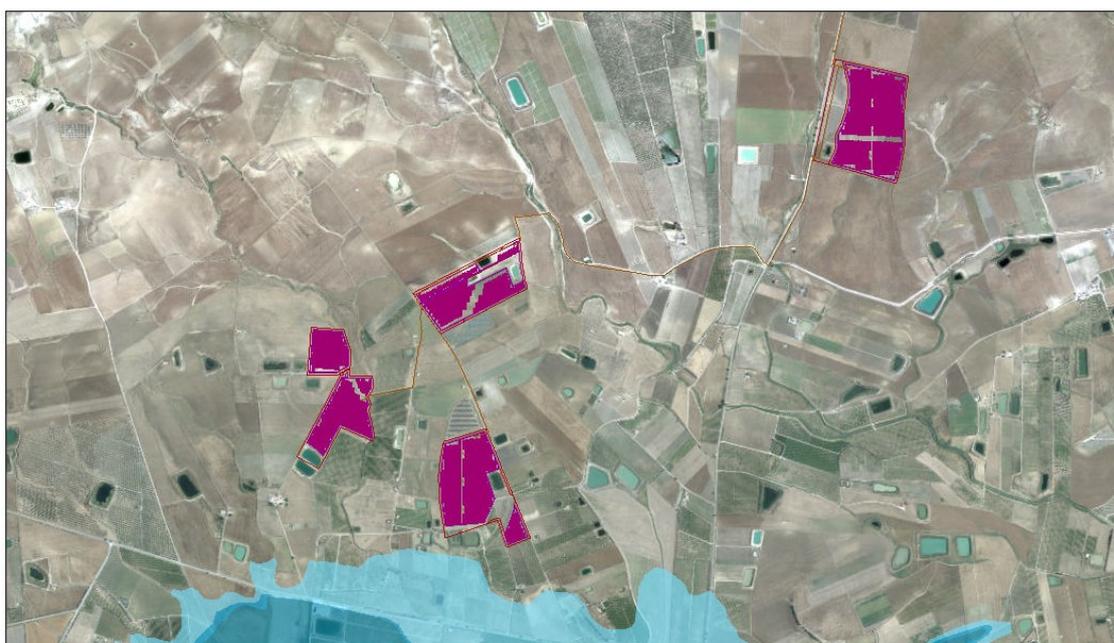
**Tabella 8: Variazione di tirante attesa in percentuale < 1/10 di mm**

| ALIAI 2   | Valore di riferimento [n.] | Superficie Occupata Singolo Manufatto/Palo [mq] | Superficie Complessivamente Occupata [mq] |
|---|----------------------------|---|---|
| Totale pali Tracker   | 897                        | 0,049   | 44  |
| Superficie Cabine di Trasformazione                             | 9                          | 14,520  | 131                                       |
| Superficie Cabine di Servizio                                   | 9                          | 14,745  | 133                                       |
| Superficie Cabine di Raccolta                                   | 1                          | 29,040  | 29  |
| Superficie Cabine O&M   | -                          | 14,769  | -   |
| Totale =  |                            |   | 336                                       |
| Superficie Inondata [P1] Ante Operam [dato da Pai] =            |                            |   | 5 123 629                                 |
| Superficie Inondata [P1] Post Operam [dato da Pai - Progetto] = |                            |   | 5 123 293                                 |
| Variazione di tirante attesa [%] =                              |                            |   | 0,006566354%                              |

Anche tale ultima verifica esprime la piena compatibilità dell'opera alle previsioni del Piano di Assetto Idrogeologico della Regione Sicilia.

#### 4.3 Verifica di compatibilità campo fotovoltaico "Aliai 3"

Il campo fotovoltaico denominato "Aliai 3" viene appresso rappresentato attraverso gli strumenti del SITR Sicilia.



**Figura 16. Campo fotovoltaico "Aliai 3" (in Rosso) – Non ricadenti in zona PAI**

Come mostrato nella sopra riportata figura Il campo fotovoltaico denominato "Aliai 3" non ricade all'interno di aree perimetrate del PAI relative alle mappe di pericolosità. Tale circostanza esclude dalle necessarie verifiche e le conseguenti valutazioni nell'ambito delle verifiche di compatibilità. Tale circostanza non esclude tuttavia la verifica di invarianza del campo alle prescrizioni di norma. Le dovute verifiche verranno effettuate nella relazione che riguarda strettamente l'argomento. Nella figura successiva, solo ed esclusivamente per completezza, così come fatto per i precedenti campi fotovoltaici, si riporta la figura relativa alle carte regionali attraverso le quali si apprezza con maggior chiarezza l'estraneità del campo fotovoltaico "Aliai 3" alle verifiche di compatibilità al PAI.



#### 4.4 Verifica di compatibilità campo fotovoltaico “Aliai 4”

Il campo fotovoltaico denominato “Aliai 4” viene appresso rappresentato attraverso gli strumenti del SITR Sicilia.

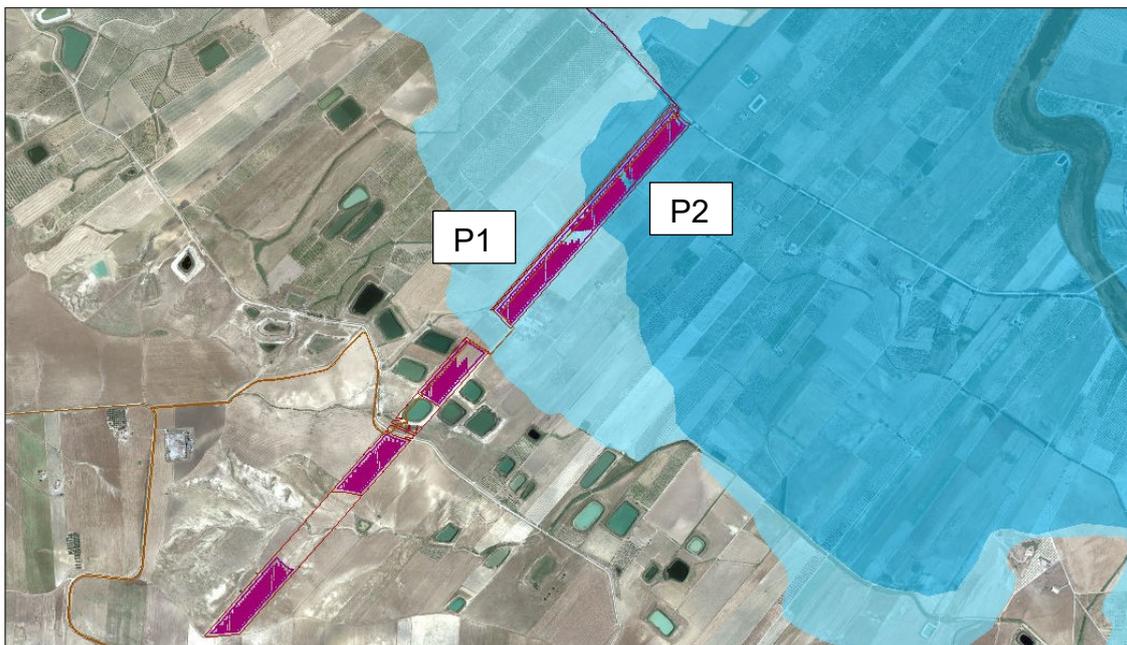


Figura 17. Campo fotovoltaico “Aliai 4” (in Rosso) – Presenza di aree a sola pericolosità “P1” e “P2”

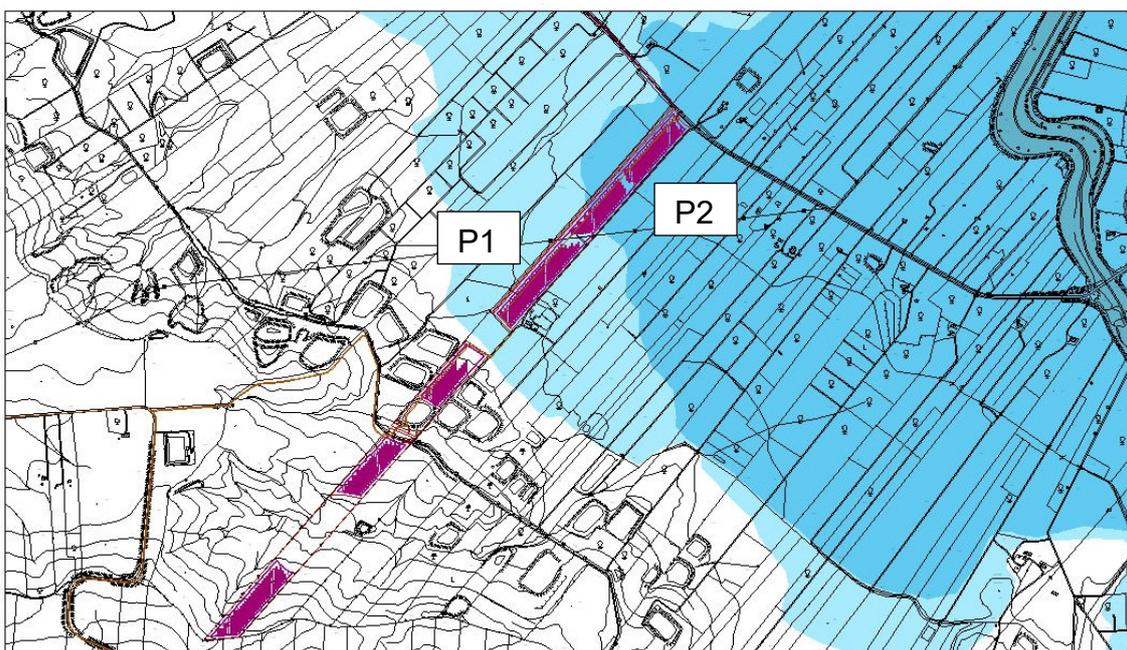


Figura 18. Campo fotovoltaico “Aliai 4” (in Rosso) – Presenza di aree a sola pericolosità “P1” e “P2”

Il campo fotovoltaico denominato “Aliai 4” è interessato da un'area a pericolosità “P1” (ovviamente più lontana dal fiume “Dittaino”) e da una area di estensione inferiore di pericolosità “P2”. Infine, una buona parte dei sottocampi fotovoltaici, quelli più lontani dal fiume “Dittaino”, sono invece del tutto esclusi dalle verifiche di compatibilità in quanto esterni alle aree perimetrati nelle mappe ufficiali del Piano di Assetto Idrogeologico.

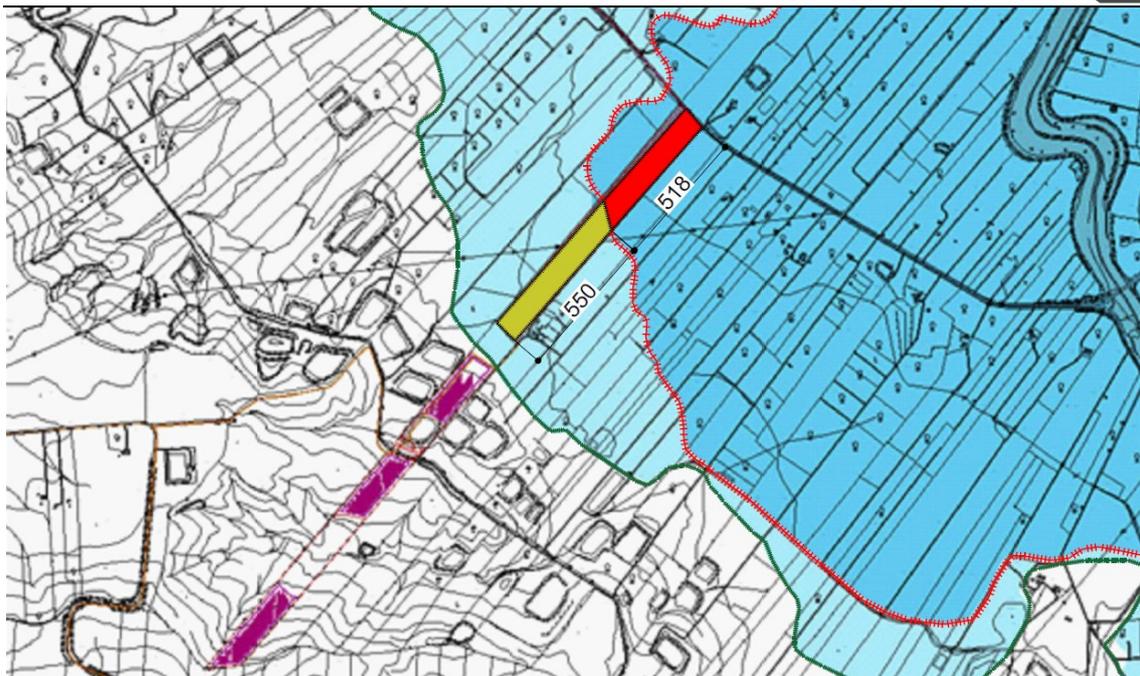


Figura 19. Campo fotovoltaico “Aliai 4” (in Rosso) – Presenza di aree pericolosità “P1” e “P2”

Il campo fotovoltaico denominato “Aliai 4” è dunque caratterizzato da una zona (in rosso nella precedente figura con lato **518 m**) ricadente in zona “P2”, da una zona ricadente in zona “P1” (in verde con lato **550 m**) nella figura precedente e da una zona esterna ad aree perimetrata nel PAI. **Per tale motivo è già possibile affermare, preliminarmente, che i tiranti massimi prevedibili per l’area ricadente in area “P2” saranno inferiori a 100 cm, mentre i tiranti massimi prevedibili per l’area ricadente in area “P1” saranno inferiori a 30 cm. Per le rimanenti aree, esterne ovvero alle aree perimetrata del PAI il tirante è da ritenersi nullo.** L’analisi delle condizioni di pericolosità determina gli accorgimenti da realizzare per la realizzazione degli impianti che non dovranno influenzare le condizioni ante operam. Si determinerà dunque le condizioni di realizzazione delle opere per ricercare le garanzie richieste e che esprimono indubbiamente la piena compatibilità alle prescrizioni ed alle indicazioni del PAI.

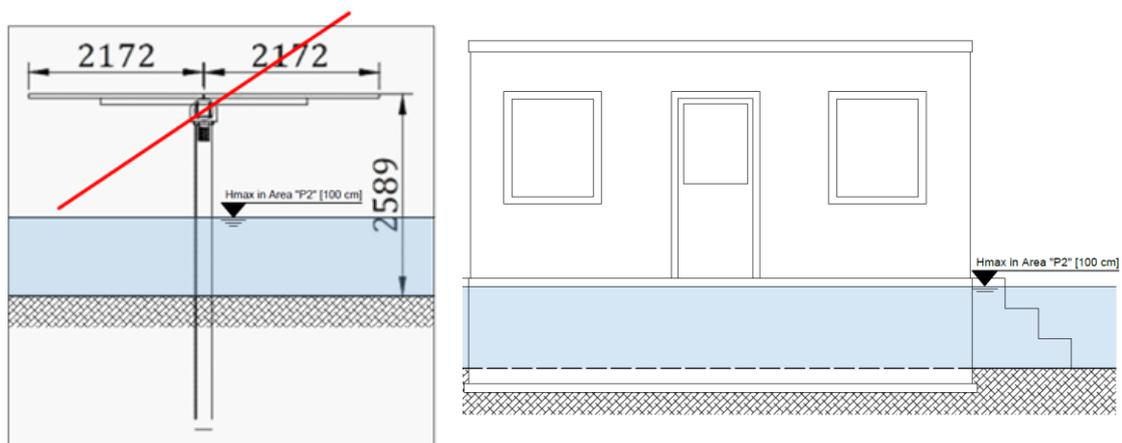


Figura 20. Configurazioni ammesse nelle aree a pericolosità “P2” ovvero nel campo fotovoltaico Aliai 4 sia per i Tracker che per i manufatti fuori terra

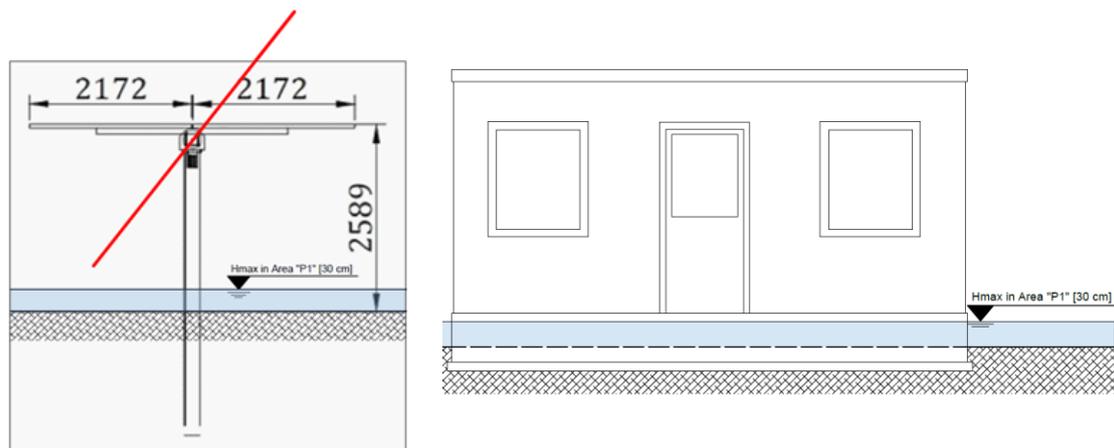


Figura 21. Configurazioni ammesse nelle aree a pericolosità "P1" ovvero nel campo fotovoltaico Aliai 4 sia per i Tracker che per i manufatti fuori terra

Per quanto riguarda le zone al di fuori delle aree perimetrali, non si hanno limiti dimensionali e di inclinazione sia per quanto attiene i tracker che per i manufatti fuori terra. Si chiarisce che la configurazione dei tracker nei limiti indicati di inclinazione, verrà assunta ogni qualvolta si verificheranno piogge intense ovvero quando verranno emanati bollettini di eventi meteorici significativi da parte degli enti competenti. Non rimangano limiti fissati di inclinazione dei tracker nel caso di tempo meteorologico che non prevede rovesci o comunque piogge intense nei territori coinvolti dalle installazioni ed a monte di essi. Per quanto attiene la realizzazione delle cabine (in termine generale riferito a tutti i manufatti fuori terra) esse verranno realizzate come nella figura indicata, **in tal modo vi è la certezza che non vi potrà essere interazione tra le strutture da realizzare ed il massimo tirante atteso**. Inoltre, verrà garantita, ad ogni modo, la tenuta stagna delle stesse. Tale configurazione dimostra la non significatività dell'opera nell'ambito delle verifiche di compatibilità. Infine anche le strade di percorrenza non influenzeranno in alcun modo il deflusso essendo le stesse realizzate "filo campagna" o sollevate rispetto ad esse di solo qualche cm.

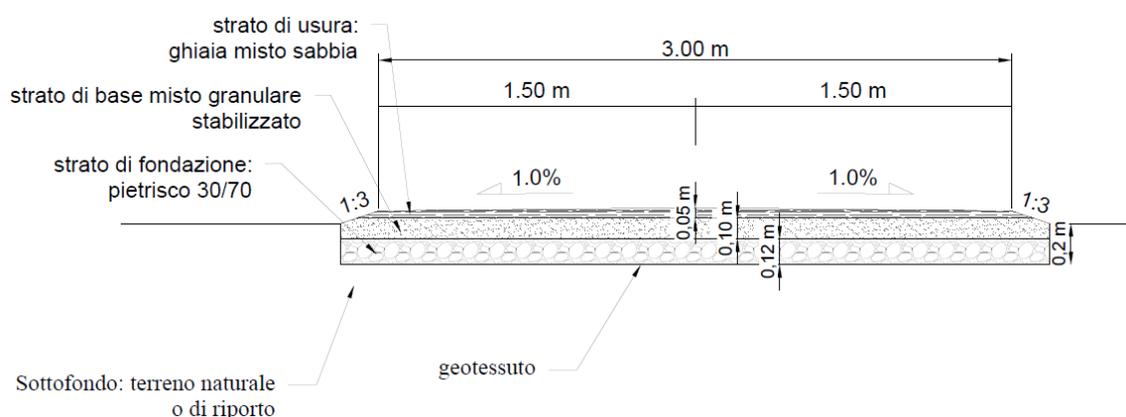


Figura 22. Configurazioni ammesse nelle aree a pericolosità "P1" ovvero nel campo fotovoltaico Aliai 4 per le sedi stradali di percorrenza interna

Per eccesso di scrupoli si è verificata anche l'incidenza volumetrica dei manufatti rispetto alle aree inondate. Ovvero nelle ipotesi più gravose, ovvero allorquando si voglia immaginare un



sistema statico, ci si vuole porre la verifica di quale sarebbe l'incidenza di tirante in seguito all'aumento dell'impronta "non occupabile" dall'acqua. Ovvero quale sarebbe il tirante atteso qualora l'area inondata avesse un'impronta ridotta rispetto alle condizioni ante operam. Ovvero se il volume "bagnato" dovesse ridistribuirsi su un'area ridotta a causa della presenza delle nuove opere. Si sono dunque valutati tutti i manufatti emergenti tra i quali i pali dei tracker, e tutti i manufatti fuori terra. Le verifiche riportate nella seguente tabella, indicano che la variazione di tirante sono certamente trascurabili e dell'ordine di qualche centesimo di mm.

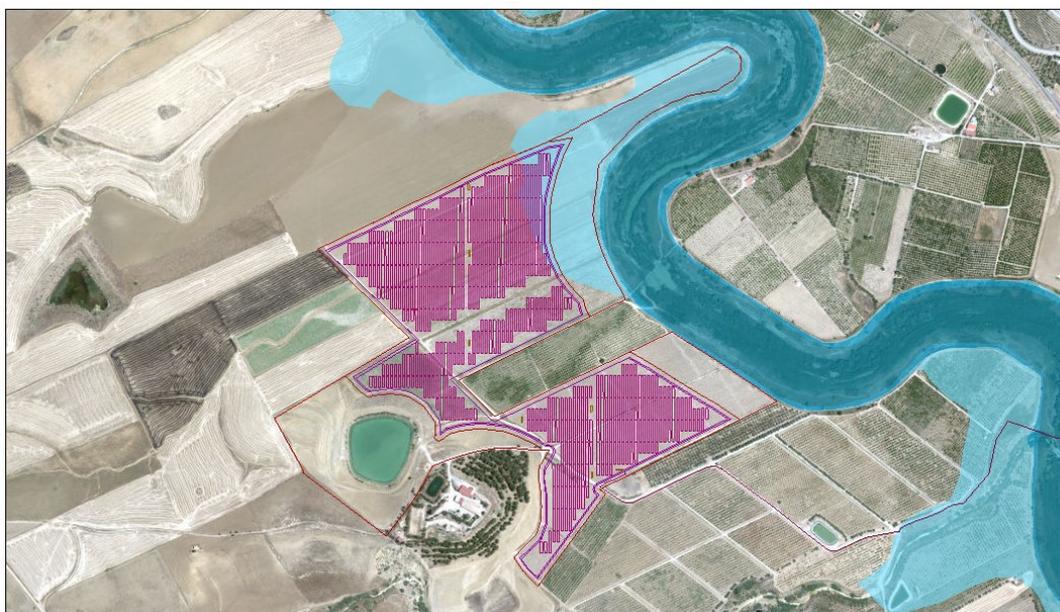
**Tabella 9: Variazione di tirante attesa in percentuale < 1/100 di mm**

| ALIAI 4   | Valore di riferimento [n.] | Superficie Occupata Singolo Manufatto/Palo [mq] | Superficie Complessivamente Occupata [mq] |
|---|----------------------------|---|---|
| Totale pali Tracker   | 293                        | 0,049   | 14  |
| Superficie Cabine di Trasformazione                             | 3                          | 14,520  | 44  |
| Superficie Cabine di Servizio                                   | 3                          | 14,745  | 44  |
| Superficie Cabine di Raccolta                                   | 1                          | 29,040  | 29  |
| Superficie Cabine O&M   | -                          | 14,769  | -   |
| Totale =  |                            |   | 131                                       |
| Superficie Inondata [P1] Ante Operam [dato da Pai] =            |                            |   | 22 402 523                                |
| Superficie Inondata [P1] Post Operam [dato da Pai - Progetto] = |                            |   | 22 402 392                                |
| Variazione di tirante attesa [%] =                              |                            |   | 0,000585697%                              |

Anche tale ultima verifica esprime la piena compatibilità dell'opera alle previsioni del Piano di Assetto Idrogeologico della Regione Sicilia.

#### 4.5 Verifica di compatibilità campo fotovoltaico "Aliai 5"

Il campo fotovoltaico denominato "Aliai 5" viene appresso rappresentato attraverso gli strumenti del SITR Sicilia.



**Figura 23. Campo fotovoltaico "Aliai 5" (in Rosso) – Presenza di aree a sola pericolosità "P1"**

ed è interessato da una ridottissima porzione a sola pericolosità "P1" mentre non viene interessato da territori caratterizzati da pericolosità "P2". Viene interessato dalle aree di inondazione del fiume "Dittaino". **Per tale motivo è già possibile affermare, preliminarmente, che i tiranti massimi prevedibili per l'area di interesse saranno inferiori a 30 cm.** Come anticipato, il fiume "Dittaino" è stato specificatamente oggetto nel



Piano per l'Assetto Idrogeologico della Regione Sicilia, di apposito e dedicato studio che si è basato sullo studio delle sezioni significative del fiume. In corrispondenza di tali sezioni sono stati determinati i tiranti e ne è scaturita la successiva mappa di pericolosità con individuazione della relativa classe. **La figura di seguito riportata indica la campitura dell'area "P1" che interessa una ridottissima parte dell'intervento.** L'analisi delle condizioni di pericolosità determina gli accorgimenti da realizzare per la realizzazione degli impianti che non dovranno influenzare le condizioni ante operam. Si determinerà dunque le condizioni di realizzazione delle opere per ricercare le garanzie richieste.

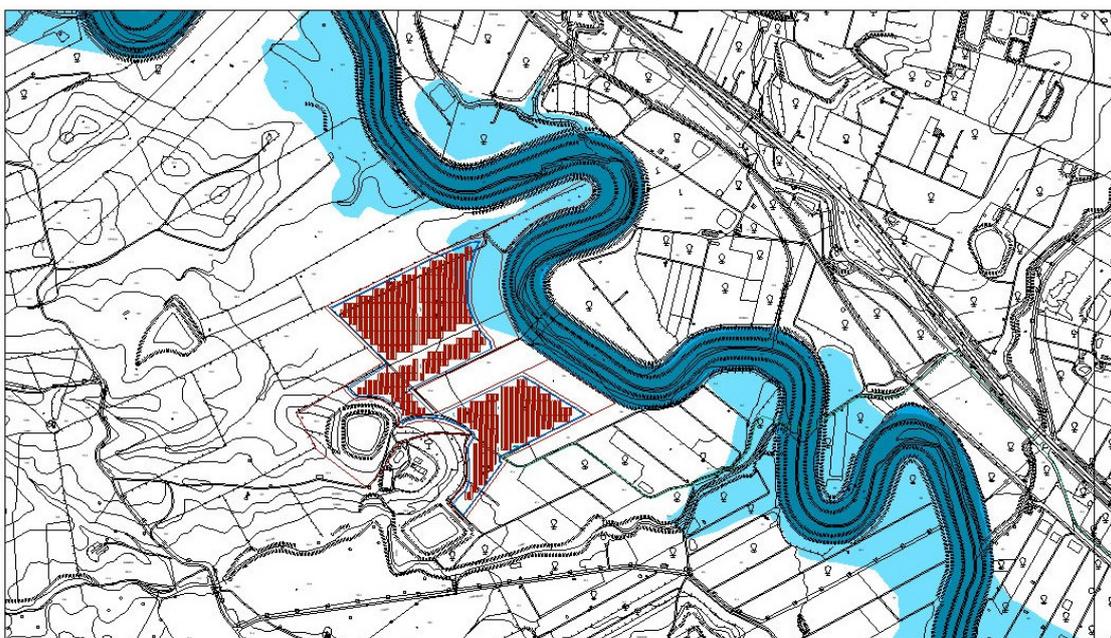


Figura 24. Campo fotovoltaico "Aliai 5" – CTR e Mappe PAI [Pericolosità individuata = P1]

Per quanto attiene la realizzazione dei "Tilt Tracker" essi verranno realizzati, nello spicchio di area interessato da pericolosità "P1", come nella figura sottostante,

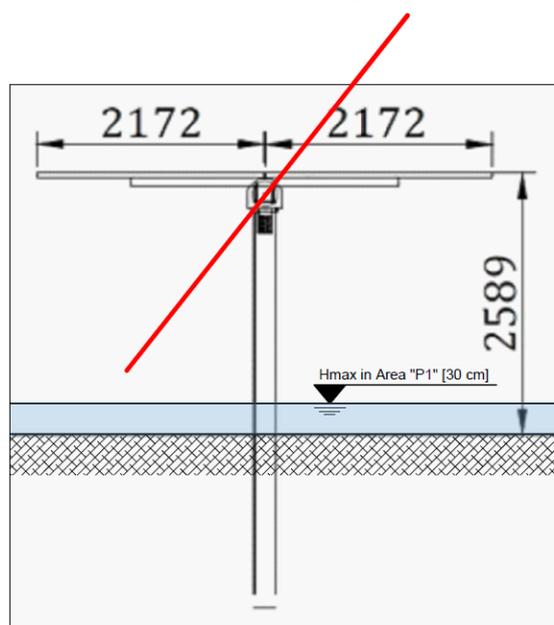


Figura 25. Configurazioni ammesse nelle aree a pericolosità "P1" ovvero nel campo fotovoltaico Aliai 5

**In tal modo vi è la certezza che non vi potrà essere interazione tra le strutture da**



**realizzare ed il massimo tirante atteso.** Tale configurazione dimostra la non significatività dell'opera nell'ambito delle verifiche di compatibilità. Per quanto attiene la realizzazione delle cabine (in termine generale riferito a tutti i manufatti fuori terra) esse verranno realizzate come nella figura sottostante, **in tal modo vi è la certezza che non vi potrà essere interazione tra le strutture da realizzare ed il massimo tirante atteso.** Inoltre, verrà garantita, ad ogni modo, la tenuta stagna delle stesse. Tale configurazione dimostra la non significatività dell'opera nell'ambito delle verifiche di compatibilità. Tutte le opere primarie, ricadenti dello spicchio di area "P1" verranno comunque posizionate ad almeno 40 cm dal piano di campagna.

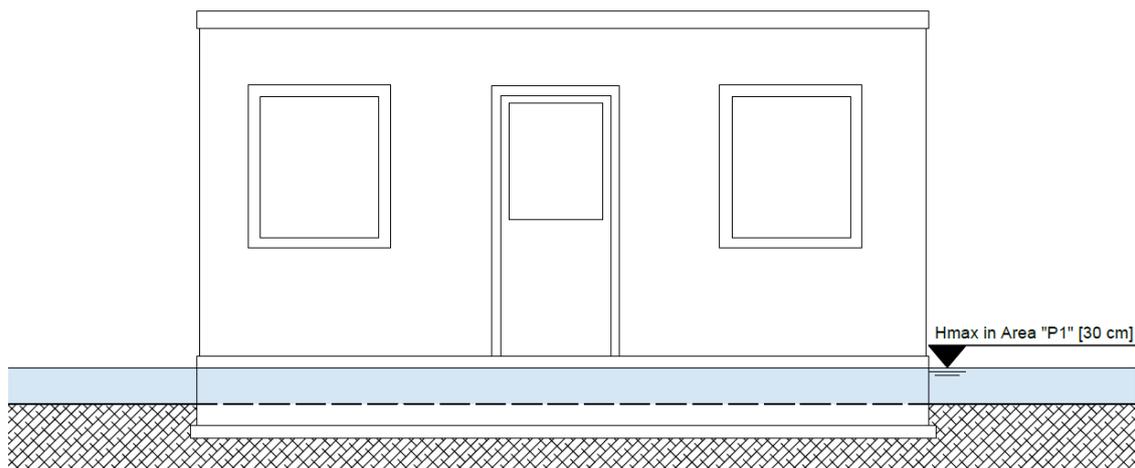


Figura 26. Configurazioni ammesse nelle aree a pericolosità "P1" ovvero nel campo fotovoltaico Aliai 5 per i manufatti fuori terra ricadenti in area "P1"

Infine anche le strade di percorrenza non influenzeranno in alcun modo il deflusso essendo le stesse realizzate "filo campagna" o sollevate rispetto ad esse di solo qualche cm.

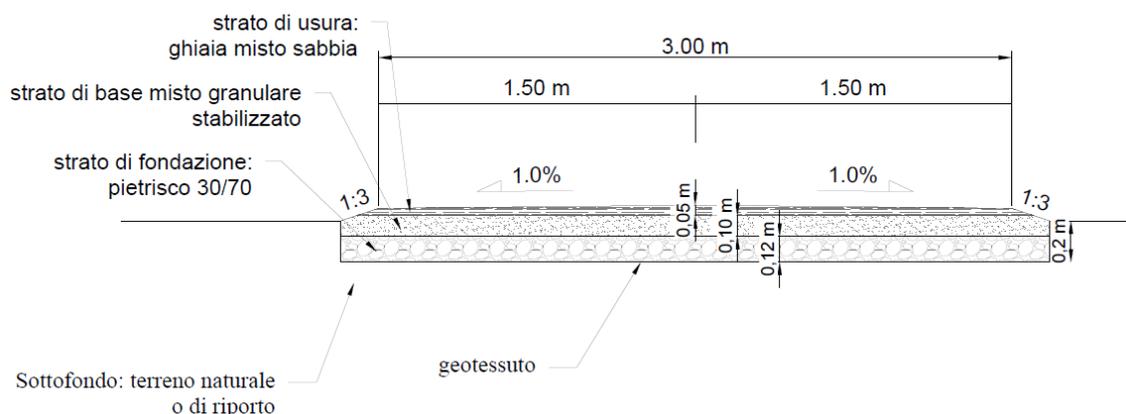


Figura 27. Configurazioni ammesse nelle aree a pericolosità "P1" ovvero nel campo fotovoltaico Aliai 2 per le sedi stradali di percorrenza interna

Per eccesso di scrupoli si è verificata anche l'incidenza volumetrica dei manufatti rispetto alle aree inondate. Ovvero nelle ipotesi più gravose, ovvero allorquando si voglia immaginare un sistema statico, ci si vuole porre la verifica di quale sarebbe l'incidenza di tirante in seguito all'aumento dell'impronta "non occupabile" dall'acqua. Ovvero quale sarebbe il tirante atteso qualora l'area inondata avesse un'impronta ridotta rispetto alle condizioni ante operam. Ovvero se il volume "bagnato" dovesse ridistribuirsi su un'area ridotta a causa della presenza



delle nuove opere. Si sono dunque valutati tutti i manufatti emergenti tra i quali i pali dei tracker, e tutti i manufatti fuori terra. Le verifiche riportate nella seguente tabella, indicano che la variazione di tirante sono certamente trascurabili e dell'ordine di qualche decimo di mm. Tale ipotesi viene svolta in maniera cautelativa e largamente verificata anche ammettendo interessati ai fenomeni di inondazione le parti all'esterno dell'area "P1"

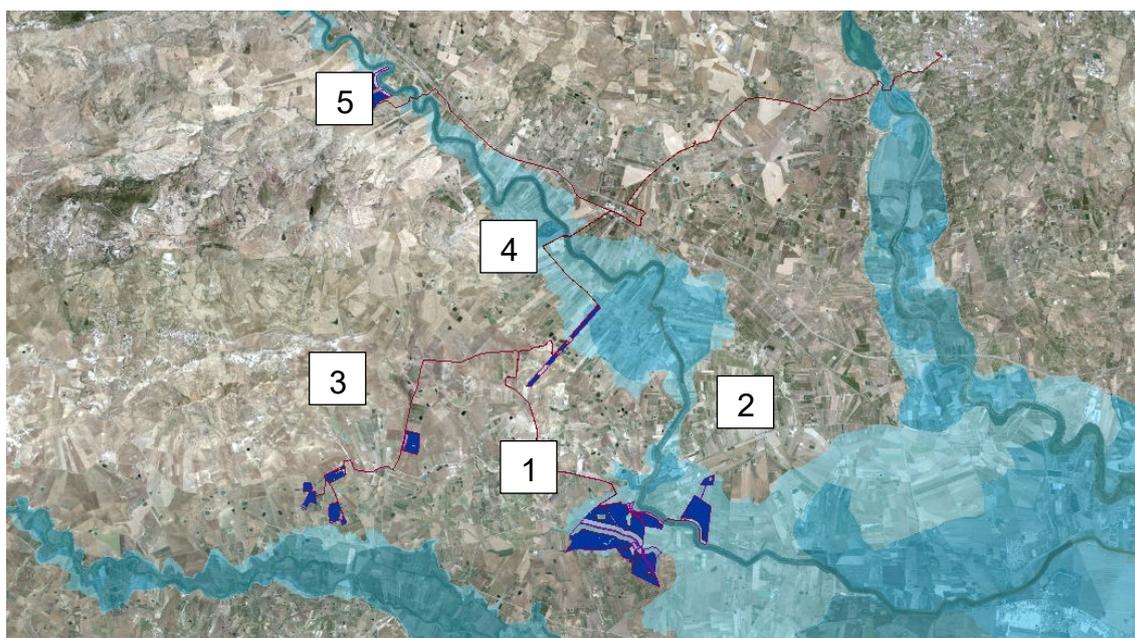
**Tabella 10: Variazione di tirante attesa in percentuale < 1/10 di mm**

| ALIAI 5   | Valore di riferimento [n.] | Superficie Occupata Singolo Manufatto/Palo [mq] | Superficie Complessivamente Occupata [mq] |
|---|----------------------------|---|---|
| Totale pali Tracker   | 505                        | 0,049   | 25  |
| Superficie Cabine di Trasformazione                             | 6                          | 14,520  | 87  |
| Superficie Cabine di Servizio                                   | 6                          | 14,745  | 88  |
| Superficie Cabine di Raccolta                                   | 1                          | 29,040  | 29  |
| Superficie Cabine O&M   | -                          | 14,769  | -   |
| Totale =  |                            |   | 229                                       |
| Superficie Inondata [P1] Ante Operam [dato da Pai] =            |                            |   | 3 366 396                                 |
| Superficie Inondata [P1] Post Operam [dato da Pai - Progetto] = |                            |   | 3 366 167                                 |
| Variazione di tirante attesa [%] =                              |                            |   | 0,006814635%                              |

Anche tale ultima verifica esprime la piena compatibilità dell'opera alle previsioni del Piano di Assetto Idrogeologico della Regione Sicilia.

## 5 CONCLUSIONI

Il presente studio ha riguardato la verifica di compatibilità delle strutture che compongono i campi fotovoltaici con le pericolosità imposte dal PAI regionale. In particolare, è stata verificata la piena compatibilità dei cinque campi fotovoltaici ("Aliai 1", "Aliai 2", "Aliai 3", "Aliai 4" e "Aliai 5") che nel complesso, interconnessi tra loro, realizzano il campo fotovoltaico denominato "Aliai". Per la contestualizzazione dei campi fotovoltaici si inserisce la seguente figura che posiziona le aree oggetto di studio sul territorio con in evidenza le aree perimetrate dal PAI della Regione Sicilia



**Figura 28. Inquadramento territoriale e PAI**

I campi fotovoltaici sono certamente realizzabili in quanto insistono su territori in parte

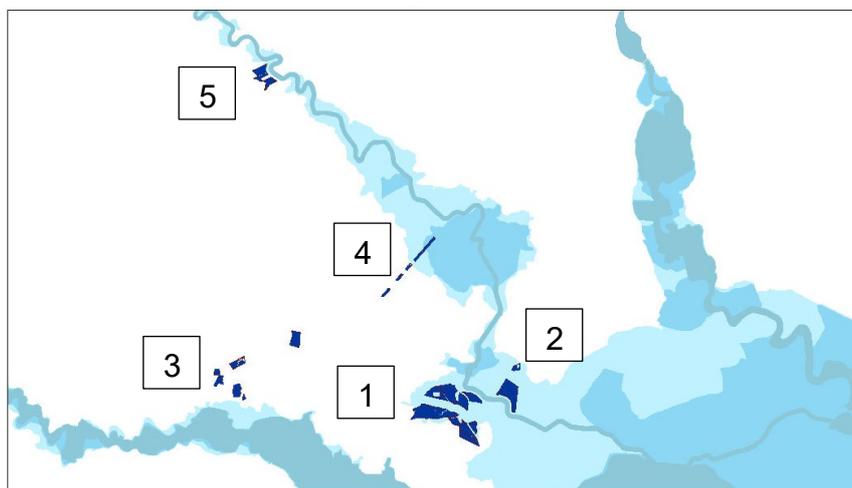


compresi in aree di pericolosità “P1” in parte in territori a pericolosità “P2” generati dalle esondazioni del fiume “Dittaino”. Alcuni di essi, inoltre, “Aliai 3” e in buona parte “Aliai 4” rimangono al di fuori delle aree classificate di pericolosità. Nella tabella di sintesi di seguito riportata si sono indicati i gradi di pericolosità individuati per ciascun campo fotovoltaico.

**Tabella 11: Tabella delle Pericolosità per ciascun campo fotovoltaico**

| Campo Fotovoltaico | P1 | P2 | P3 | P4 |
|--------------------|----|----|----|----|
| Aliai 1            |    |    |    |    |
| Aliai 2            |    |    |    |    |
| Aliai 3            |    |    |    |    |
| Aliai 4            |    |    |    |    |
| Aliai 5            |    |    |    |    |

Nella figura sottostante si riporta lo schema generale che mostra la sovrapposizione tra le aree interessate alla realizzazione dei campi fotovoltaici e le aree di pericolosità individuate nel PAI.



**Figura 29. Contestualizzazione dell’area di pericolosità del PAI con le aree di intervento**

Con riferimento alla definizione di pericolosità estratta dalla metodologia proposta nell’ambito della redazione del Piano Assetto Idrogeologico della Regione Sicilia, ne è scaturita la tabella dei tiranti massimi attesi per ciascuna area.

**Tabella 12: Massimo tirante atteso per ciascun campo fotovoltaico**

| Campo Fotovoltaico | P1                | P2                              |
|--------------------|-------------------|---------------------------------|
| Aliai 1            | <b>&lt; 30 cm</b> | <b>30 cm &lt; H &lt; 100 cm</b> |
| Aliai 2            |                   |                                 |
| Aliai 3            |                   |                                 |
| Aliai 4            |                   |                                 |
| Aliai 5            |                   |                                 |

**Per tale motivo è stato possibile affermare, preliminarmente, che i tiranti massimi**



prevedibili per l'area ricadente in area "P2" saranno inferiori a 100 cm, mentre i tiranti massimi prevedibili per l'area ricadente in area "P1" saranno inferiori a 30 cm. Per le rimanenti aree, esterne ovvero alle aree perimetrate del PAI il tirante è da ritenersi nullo. L'analisi delle condizioni di pericolosità determina gli accorgimenti da realizzare per la realizzazione degli impianti che non dovranno influenzare le condizioni ante operam. Si determinerà dunque le condizioni di realizzazione delle opere per ricercare le garanzie richieste e che esprimono indubbiamente la piena compatibilità alle prescrizioni ed alle indicazioni del PAI.

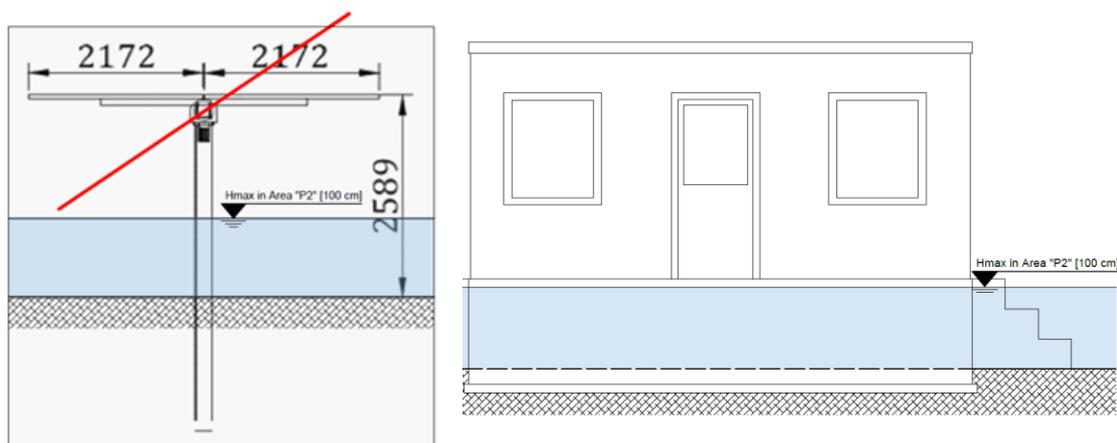


Figura 30. Configurazioni ammesse nelle aree a pericolosità "P2" ovvero nel campo fotovoltaico Aliai 4 sia per i Tracker che per i manufatti fuori terra

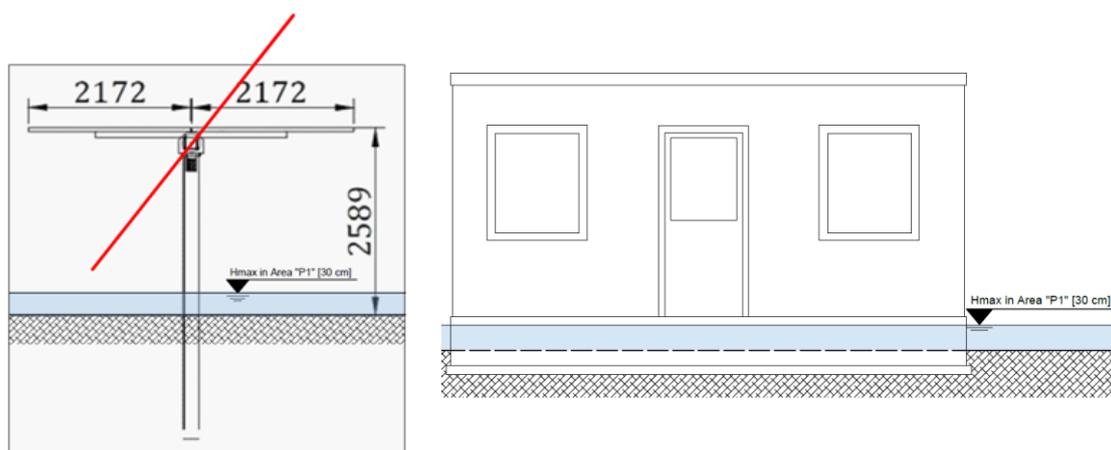


Figura 31. Configurazioni ammesse nelle aree a pericolosità "P1" ovvero nel campo fotovoltaico Aliai 4 sia per i Tracker che per i manufatti fuori terra

Per quanto riguarda le zone al di fuori delle aree perimetrali, non si hanno limiti dimensionali e di inclinazione sia per quanto attiene i tracker che per i manufatti fuori terra. Si chiarisce che la configurazione dei tracker nei limiti indicati di inclinazione, verrà assunta ogni qualvolta si verificheranno piogge intense ovvero quando verranno emanati bollettini di eventi meteorici significativi da parte degli enti competenti. Non rimangano limiti fissati di inclinazione dei tracker nel caso di tempo meteorologico che non prevede rovesci o comunque piogge intense nei territori coinvolti dalle installazioni ed a monte di essi. Per quanto attiene la realizzazione delle cabine (in termine generale riferito a tutti i manufatti fuori terra) esse verranno realizzati come nella figura indicata, **in tal modo vi è la certezza che**



**non vi potrà essere interazione tra le strutture da realizzare ed il massimo tirante atteso.** Inoltre, verrà garantita, ad ogni modo, la tenuta stagna delle stesse. Tale configurazione dimostra la non significatività dell'opera nell'ambito delle verifiche di compatibilità.

Per eccesso di scrupoli si è verificata anche l'incidenza volumetrica dei manufatti rispetto alle aree inondate. Ovvero nelle ipotesi più gravose, ovvero allorché si voglia immaginare un sistema statico, ci si vuole porre la verifica di quale sarebbe l'incidenza di tirante in seguito all'aumento dell'impronta "non occupabile" dall'acqua. Ovvero quale sarebbe il tirante atteso qualora l'area inondata avesse un'impronta ridotta rispetto alle condizioni ante operam a causa della realizzazione delle opere. Ovvero se il volume "bagnato" dovesse ridistribuirsi su un'area ridotta a causa della presenza delle nuove opere. Si sono dunque valutati tutti i manufatti emergenti tra i quali i pali dei tracker, e tutti i manufatti fuori terra. **Le verifiche riportate nella seguente tabella, indicano che la variazione di tirante sono certamente trascurabili e dell'ordine di qualche decimo, e in alcuni casi centesimo, di mm.** Tale ipotesi viene svolta in maniera cautelativa e largamente verificata anche ammettendo interessati ai fenomeni di inondazione le parti all'esterno dell'area "P1"

**Tabella 13: Variazione di tirante valutato tra le condizioni ante e post operam**

| Campo Fotovoltaico           | Aliai 1<br>[%]<br>Rispetto<br>Ante Operam | Aliai 2<br>[%]<br>Rispetto<br>Ante Operam | Aliai 3<br>[%]<br>Rispetto<br>Ante Operam | Aliai 4<br>[%]<br>Rispetto<br>Ante Operam | Aliai 5<br>[%]<br>Rispetto<br>Ante Operam |
|------------------------------|---|---|---|---|---|
| Variazione di tirante atteso | 0,006339611%                              | 0,006566354%                              | -   | 0,000585697%                              | 0,006814635%                              |
| Variazione di tirante atteso | < 1/10 mm                                 | < 1/10 mm                                 | -   | < 1/100 mm                                | < 1/10 mm                                 |

**La verifica di compatibilità per le opere da realizzarsi ha dimostrato che non si avranno variazioni delle condizioni di deflusso e di grado pericolosità tra le condizioni ante e post operam. Le strutture non influenzeranno in maniera significativa e percettibile le condizioni di deflusso e la distribuzione spaziale dei tiranti generati nelle condizioni ante operam e post operam. I campi fotovoltaici, inoltre, verranno realizzati nel rispetto delle garanzie di sicurezza per la pubblica e privata incolumità.**

Alla luce di quanto esposto, si dichiara la piena compatibilità al PAI delle opere in progetto con le garanzie di legge in termini di pubblica incolumità.

Dott. Ing. Renato Savarese, Ph.D.





---

## BIBLIOGRAFIA

- Assessorato Territorio e Ambiente della Regione Siciliana (2005), Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI)
- Distefano C., Ferro V. (2005), Sull'applicabilità della legge di Hack nello studio dei processi idrologici, Quaderni di Idronomia Montana, 24, 291-305
- Moisello U. (1999), Idrologia Tecnica, La Goliardica Pavese
- National Environment Research Council NERC (1975), Flood study report, Londra



---

## ELENCO DELLE TABELLE

- Tabella 1: Dati relativi alle località di installazione
- Tabella 2: Numero inverter e stringhe
- Tabella 3: Caratteristiche del generatore fotovoltaico, dati costruttivi e caratteristiche elettriche
- Tabella 4: Numero inverter e stringhe
- Tabella 5: Caratteristiche tipologiche e geometriche ai fini delle verifiche di compatibilità
- Tabella 6: Calcolo della pericolosità idraulica secondo la metodologia completa (PAI, 2004)
- Tabella 7: Variazione di tirante attesa in percentuale  $< 1/10$  di mm
- Tabella 8: Variazione di tirante attesa in percentuale  $< 1/10$  di mm
- Tabella 9: Variazione di tirante attesa in percentuale  $< 1/100$  di mm
- Tabella 10: Variazione di tirante attesa in percentuale  $< 1/10$  di mm
- Tabella 11: Tabella delle Pericolosità per ciascun campo fotovoltaico
- Tabella 12: Massimo tirante atteso per ciascun campo fotovoltaico
- Tabella 13: Variazione di tirante valutato tra le condizioni ante e post operam