





**PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO  
 CON POTENZA NOMINALE DI 38,3 MWp  
 DA REALIZZARE IN CONTRADA ZAFFARANA  
 NEL COMUNE DI TRAPANI (TP)  
 DENOMINATO "ZAFFARANA 38"**

**REL.RT****Relazione Tecnica Generale**

Project Manager	 <p>Soluzioni Tecniche Multidisciplinari</p> <p style="text-align: center;">Ing. Giuseppe Meli Ordine degli Ingegneri della Provincia di Palermo N. 5355</p> <p>Piazza Diodoro Siculo, 4 90141 - Palermo Tel. 091-6818075 info@stmingegneria.it</p> <p><u>TEAM di Progettazione:</u>        Ing. Davide Baldini        Ing. Maurizio Savi        Dott. Cristian Mancino        Ing. Giovanni Termini        Ing. Vincenzo Chiarelli        Ing. Andrea Garramone        Ing. Luca Argano</p>	Consulenze Specialistiche	 <p><b>TecSolis S.p.A.</b>        via Baraggino snc (Ex Cav)        10034 - Chivasso (TO)        tel. 011-9173881        Email: <a href="mailto:info@tecsolis.com">info@tecsolis.com</a>        P.IVA 09657340015</p> <p><i>Ing. V. Chiarelli        Ing. A. Garramone</i></p>	 <p><b>Green Future S.r.l.</b>        Corso Calatafimi, 421        90129 - Palermo        tel. 091 - 8776799        email: <a href="mailto:g.filiberto@greenfuture.it">g.filiberto@greenfuture.it</a>        P.IVA e C.F. 06004500820</p>	
	Visto Ente				
Rev.	Data	Descrizione	Preparato	Controllato	Approvato
0	05/09/2021	Prima emissione per richiesta autorizzazione	<i>A. Garramone</i>	<i>V. Chiarelli</i>	<i>G. Meli</i>

**PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO  
CON POTENZA NOMINALE 38,3 MWp  
DA REALIZZARE NEL COMUNE DI TRAPANI (TP)  
DENOMINATO "Zaffarana 38"**

**RELAZIONE TECNICA  
GENERALE**

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO “Zaffarana 38”          COMUNE DI TRAPANI (TP)</b>	<b>Codice: REL.RT</b>	
	<b>RELAZIONE TECNICA GENERALE</b>	Rev.: 00	Pag.: 2 / 42

## SOMMARIO

PREMESSA	4
SOGGETTO PROPONENTE E PROGETTISTA INCARICATO	6
INQUADRAMENTO TERRITORIALE DELL’IMPIANTO	6
CLASSIFICAZIONE DELL’AREA DI IMPIANTO	8
CLASSIFICAZIONE URBANISTICA E COERENZA CON GLI STRUMENTI PROGRAMMAZIONE E PIANIFICAZIONE URBANISTICA	9
CARATTERISTICHE OROGRAFICHE E AGRICOLE	9
CARATTERISTICHE GEOLOGICHE	10
RIFERIMENTI AL P.A.I.	11
CLASSIFICAZIONE SISMICA	13
CRITERI PROGETTUALI	15
ANALISI VINCOLISTICA	15
ANALISI TECNICA	16
MISURE DI MITIGAZIONE COMPENSAZIONE DELL’IMPATTO AMBIENTALE	17
DEFINIZIONE DEL LAYOUT DI IMPIANTO	18
DESCRIZIONE DELL’IMPIANTO FOTOVOLTAICO	19
DESCRIZIONE GENERALE DELL’IMPIANTO	19
MODULI FOTOVOLTAICI	22
CAVI ELETTRICI	23
Cavi solari di stringa	23
Cavi MT	23
MISURE DI PROTEZIONE E SICUREZZA	24
Protezioni elettriche	24
Protezione dalle scariche atmosferiche	25
IMPIANTO DI TERRA	25
GRUPPI DI CONVERSIONE DC/AC	25
CENTRO STELLA	28
SISTEMA DI SUPERVISIONE E CONTROLLO	29

FUNZIONALITÀ RICHIESTE AGLI IMPIANTI FOTOVOLTAICI	29
SISTEMA DI ACQUISIZIONE E SCAMBIO DEI DATI	30
MONITORAGGIO E SCAMBIO DATI CON IL SISTEMA DI CONTROLLO DI TERNA	30
SCADA - CONTROLLO E SUPERVISIONE DELL'IMPIANTO DI PRODUZIONE	31
STRUTTURE DI SOSTEGNO	32
OPERE PER LA CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA	36
OPERE DI UTENTE	36
Sottostazione elettrica di trasformazione	36
Elettrodotto AT	36
OPERE DI RETE	37
SICUREZZA NEI CANTIERI	38
CALCOLO DELLA PRODUCIBILITÀ ENERGETICA DELL'IMPIANTO	38
EMISSIONI EVITATE DI CO <sub>2</sub>	39
RICADUTE SOCIALI, OCCUPAZIONALI ED ECONOMICHE	40
CONCLUSIONI	42

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO “Zaffarana 38”          COMUNE DI TRAPANI (TP)</b>	<b>Codice: REL.RT</b>	
	<b>RELAZIONE TECNICA GENERALE</b>	Rev.: 00	Pag.: 4 / 42

## PREMESSA

La Società **EDPR SICILIA PV S.r.l.** intende realizzare un impianto per la produzione di energia elettrica con tecnologia solare fotovoltaica, con una **potenza nominale installata di 38,3 MWp** in corrente continua ed una **potenza in immissione in rete di 30 MW** nel **Comune di Trapani (TP)** in contrada Zaffarana da cui prende il nome l'impianto denominato “Zaffarana 38”.

L'Energia prodotta sarà immessa nella rete di trasmissione nazionale (RTN) di Terna SpA mediante una sottostazione elettrica utente denominata “SSE Zaffarana” da realizzare in un terreno sito nel comune di Marsala identificato catastalmente al Foglio n. 189 particella n. 26.


La società è titolare di un preventivo di connessione (STMG) rilasciato da TERNA S.p.A. in data 06/03/2019 con prot. Terna/P2019 0017642 che prevede la connessione alla rete di trasmissione nazionale (RTN), per una potenza complessiva in rete di 30 MW; la soluzione di connessione prevede che l'impianto agro-fotovoltaico sia collegato in antenna alla nuova Stazione Elettrica di Terna a 220 kV denominata “Partanna 2” che sarà realizzata nel comune di Marsala (TP). Detta stazione, che sarà inserita in entra – esce sulla linea RTN a 220 kV “Fulgatore – Partanna”, e' stata autorizzata con D.D.G. dell'Ass.to Regionale dell'Energia N.186 del 26 Marzo 2018.

Le opere in progetto si possono sinteticamente descrivere come segue:

- impianto solare agro-fotovoltaico ad inseguimento monoassiale con potenza nominale complessiva di 38,3 MWp circa, sito nel Comune di Trapani in c/da Zaffarana;
- collegamento mediante dorsale in cavo interrato MT a 30 kV per il vettoriamento dell'energia prodotta dall'impianto alla realizzanda sottostazione elettrica utente (di trasformazione 30 kV/220 kV); il percorso della terna di cavi interrati seguirà la viabilità esistente come evidenziato negli elaborati di progetto e come di seguito meglio precisato;
- sottostazione elettrica utente di trasformazione 30 kV/220 kV, denominata SSE “Zaffarana, da realizzarsi in un terreno nel comune di Marsala (TP) e collegamento alla realizzanda stazione elettrica di TERNA denominata “SE PARTANNA 2” mediante un elettrodotto AT in cavo interrato a 220 kV (Opere di Utente);
- stallo AT presso la Stazione elettrica “Partanna 2” (Opere di Rete).

La potenza in immissione in corrente alternata, pari a 30 MW, risulta inferiore rispetto alla potenza nominale installata in corrente continua, pari a 38,3 MWp, per effetto delle varie perdite legate all'esposizione dei moduli fotovoltaici (fenomeni di riflessione) e a quelle dipendenti dalla temperatura, nonché, alle perdite di sistema nei gruppi di conversione, nella trasformazione e nei cavi.

L'impianto fotovoltaico, in relazione ai terreni nella disponibilità della società, si svilupperà su una superficie complessiva di circa 80 Ha; tale superficie ricade in un appezzamento di terreno in c/da Zaffarana nel comune di Trapani.

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO “Zaffarana 38”          COMUNE DI TRAPANI (TP)</b>		<b>Codice: REL.RT</b>	
	<b>RELAZIONE TECNICA GENERALE</b>		Rev.: 00	Pag.: 5 / 42


La soluzione impiantistica con inseguitori monoassiali permette da un lato di incrementare la produzione di energia elettrica rispetto ad un impianto con struttura fissa, a pari potenza installata, e al contempo permette una minore occupazione di suolo a pari energia elettrica prodotta.

Per migliorare l’inserimento ambientale dell’impianto fotovoltaico e minimizzare l’impatto, nella parte perimetrale dell’impianto non coperta dai pannelli o dalla viabilità interna e nelle aree non utilizzate per l’installazione dei pannelli fotovoltaici è prevista una **fascia arborea di separazione, protezione e mitigazione**, ampia 10 m, che maschererà l’impianto a quote pari allo stesso. Inoltre, si è scelto di realizzare un impianto agro-fotovoltaico che permette contestualmente la produzione di energia elettrica rinnovabile e l’uso agricolo del suolo sfruttando lo spazio libero tra le file dei tracker; quest’ultimi hanno un interasse di 11 m e la distanza minima tra le file (con i pannelli in posizione orizzontale) pari a 6,50 m; tale distanza è sufficiente per l’uso agricolo del terreno. Nella fascia arborea è prevista la messa a dimora di specie autoctone e di specie arboree da frutto.

Al fine di ridurre gli impatti generati dalla realizzazione dell’impianto fotovoltaico, oltre alle misure di mitigazione ambientale si prevedono anche delle misure compensative di tipo agronomico ed economico, tra cui vari interventi volti a favorire il mantenimento e lo sviluppo dell’agricoltura ed in particolare l’avvio di un progetto di agricoltura di precisione in regime biologico.

Per maggiori dettagli si rimanda alla relazione sulle Misure di Mitigazione e Compensazione della Valutazione di Impatto Ambientale facente parte del presente progetto.

Per quanto concerne la disponibilità giuridica delle aree si fa presente che la società ha stipulato con i proprietari dei terreni contratti preliminari di compravendita come meglio specificato nel piano particellare (REL.PP).

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO “Zaffarana 38”          COMUNE DI TRAPANI (TP)</b>	<b>Codice: REL.RT</b>	
	<b>RELAZIONE TECNICA GENERALE</b>	Rev.: 00	Pag.: 6 / 42

## SOGGETTO PROPONENTE E PROGETTISTA INCARICATO

Il soggetto proponente è la Società EDPR SICILIA PV S.r.l., società a responsabilità limitata, costituita in data 29.11.2019. La sede legale della società è a Milano (MI) in via Roberto Lepetit n. 8/10 ed è iscritta nella sezione ordinaria della Camera di Commercio di Milano con numero REA MI-2576715, C.F. e P. IVA 11064600965.

Il legale rappresentante del soggetto proponente è il Dott. Giuseppe Roberto Pasqua nato a Roma (RM) il 30/03/1972.

Il professionista incaricato per la redazione del progetto è l'ing. Giuseppe Meli iscritto al n. 5355 dell'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Palermo.

## INQUADRAMENTO TERRITORIALE DELL'IMPIANTO

L'area nella quale è prevista la realizzazione dell'impianto fotovoltaico ricade nella Sicilia occidentale, nel comune di Trapani in c/da Zaffarana.

Si riportano di seguito i fogli di mappa e le particelle occupate dall'area di impianto (comune di Trapani):

**Foglio 284** Particelle 5, 8, 17, 42, 45, 46, 445, e 446;

**Foglio 290** Particelle 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 48, 62, 63, 64, 72, 73 e 74

**Foglio 292** Particelle 95, 244, 245, 246, 247, 248 e 341.

**Foglio 293** Particelle 1, 17, 18, 30 e 43

Terreno sottostazione elettrica per connessione alla RTN – comune di Marsala (TP)

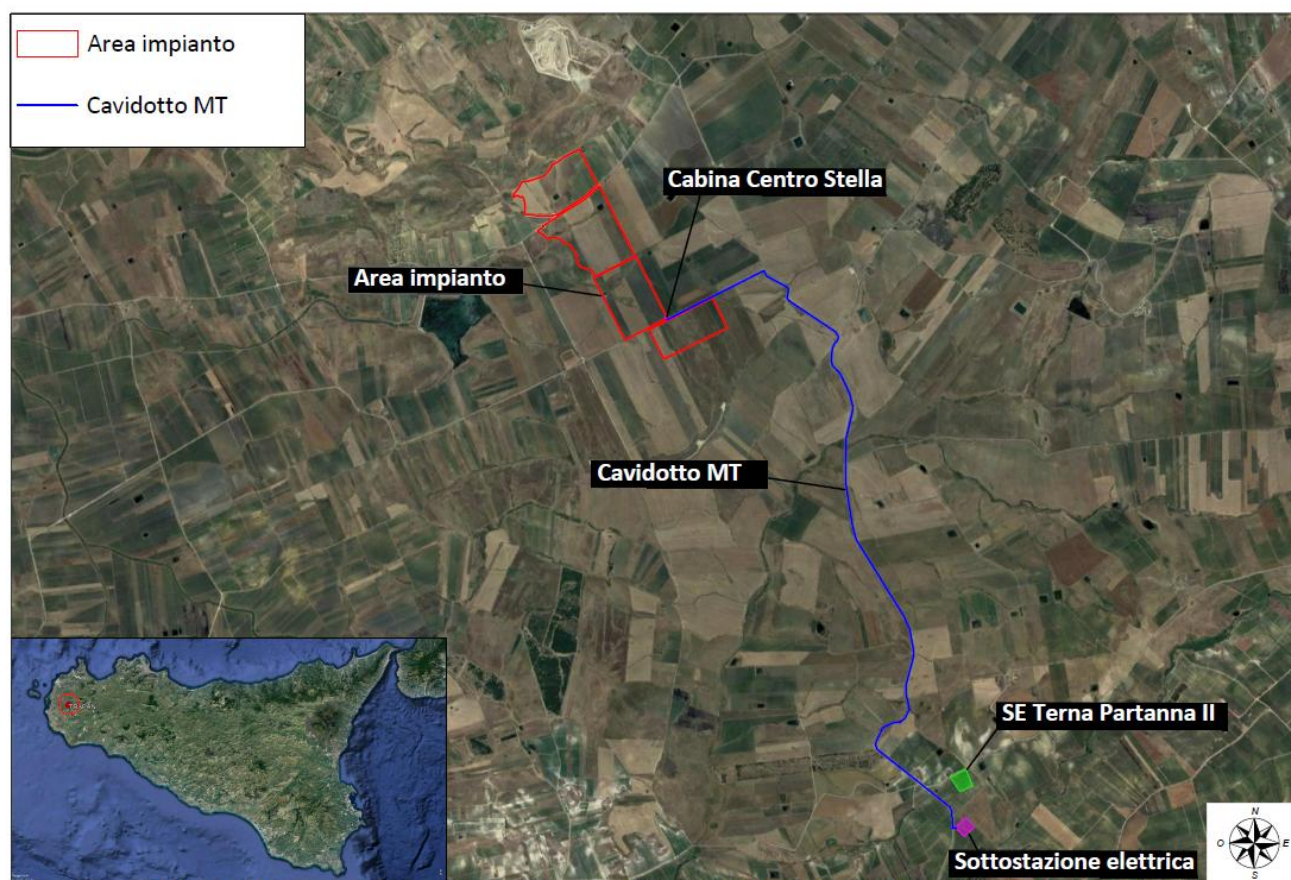
**Foglio 189** Particella 26.

Si rimanda al “Piano particellare” per maggiori dettagli (rif REL.PP).

L'inquadrimento cartografico di riferimento comprende la tavoletta *FOGLIO 257 QUADRANTE IV sezione SE e quadrante III sezione NE* della Carta IGM (scala 1:25.000) dell'Istituto Geografico Militare e le carte tecniche regionali (CTR) tavole n. 605120, 606090, 606130 e 605160 in scala 1: 10.000.

Come punto di riferimento per le coordinate geografiche si è scelto un punto baricentrico per l' area, da est la prima area è individuata con Lat. 37°51'15.96"N, Long. 12°38'29.51"E, l'altitudine varia da 100 a 140 m s.l.m. Si riporta di seguito, l'inquadrimento territoriale su ortofoto





*Inquadramento territoriale su area vasta - Lat. 37°51'15.96"N, Long. 12°38'29.51"E. Scala 1:30.000*

Si rimanda alla tavola “EPD.IT - Inquadramento Territoriale (IGM, CTR, Ortofoto, Stralcio da mappa catastale)” per maggiori informazioni.

La superficie totale disponibile è di circa 78 Ha. Le installazioni e le componenti del progetto interesseranno invece una porzione pari a circa 16 Ha.

Le informazioni riguardanti il numero identificativo delle particelle, la relativa estensione, il tipo di coltura ed il nominativo degli attuali proprietari sono riportate nel “Piano Particellare” di progetto.

L’accessibilità alle aree di impianto è assicurata tramite la strada provinciale SP8 e le strade di bonifica (SB 024 a nord ed SB 025 a sud) e diverse strade vicinali. Si rimanda all’elaborato “Carta della Viabilità” per un maggiore dettaglio.

L’area nella quale è prevista la realizzazione della SSE “Zaffarana” ricade nel Comune di Marsala (TP) al Foglio di mappa n. 189, p.lla n. 26, ed occuperà una superficie di circa 1,2 Ha. Si riporta di seguito una figura con l’inquadramento su ortofoto dell’area ove è prevista la realizzazione della sottostazione elettrica utente, nella quale avverrà la trasformazione 30 kV / 220 kV, e della stazione elettrica di Terna “Partanna 2” connessa alla RTN.





*Inquadramento territoriale su ortofoto – terreno sottostazione utente e stazione Terna "Partanna 2"*


Per una più esaustiva identificazione dell'area della SSE utente si rimanda alle tavole di progetto contenenti l'inquadramento su CTR e su catastale e su ortofoto (elab. EDP.UCTR – EPD.UPC – EPD.UIO).

La terna di cavi di collegamento tra l'impianto agro-fotovoltaico e la sottostazione elettrica saranno posati su strade di bonifica (SB025) e provinciali (SP08), ad esclusione dell'ultimo tratto per accedere all'area della sottostazione per la quale sarà stipulata apposita servitù; il collegamento in cavo AT 220 KV tra la sottostazione utente e la stazione Terna "Partanna 2" ricade in parte su strada provinciale SP08 ed in parte su SP69.

Per maggiori informazioni si rimanda alle planimetrie dei cavidotti MT di connessione su CTR, su catastale e su ortofoto di progetto ed alle analoghe planimetrie relative al Piano Tecnico delle Opere per la Connessione alla RTN. (EPD.PCTR – EPD.PCAT – EPD.PORT)

## CLASSIFICAZIONE DELL'AREA DI IMPIANTO

Le aree individuate per l'intervento nel comune di Trapani in c/da Zaffarana presentano caratteristiche idonee per la realizzazione dell'impianto fotovoltaico sia sotto l'aspetto urbanistico, orografico, geologico ed idrogeologico.

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO “Zaffarana 38”          COMUNE DI TRAPANI (TP)</b>	<b>Codice: REL.RT</b>	
	<b>RELAZIONE TECNICA GENERALE</b>	Rev.: 00	Pag.: 9 / 42

## CLASSIFICAZIONE URBANISTICA E COERENZA CON GLI STRUMENTI PROGRAMMAZIONE E PIANIFICAZIONE URBANISTICA

Le aree interessate dall’impianto ricadono nel comune di Trapani. Secondo il vigente Piano Regolatore Generale (approvato con Decreto Dirigenziale del DRU dell’ARTA n. 42 del 12 febbraio 2010) le aree oggetto dell’intervento ricadono in Zona territoriale Omogenea classificata come Zona agricola E.1, come si evince anche dai certificati di destinazione urbanistica presenti tra i documenti allegati.

Nelle aree di interesse ambientale di cui alla Legge n° 431/1985 e s.m.i., il P.R.G. recepisce i vincoli per la tutela dei fiumi, dei corsi d’acqua, dei torrenti, dei boschi, degli usi civici e della fascia costiera. Nelle aree ricadenti all’interno delle fasce di rispetto individuate le attività di trasformazione del territorio sono sottoposte ad apposita autorizzazione (nulla-osta) da parte della Soprintendenza BB.CC.AA..

Nella Relazione di impatto ambientale allegata al presente progetto è stata verificata la coerenza tra il progetto dell’impianto “Zaffarana 38” ed il P.R.G. di Trapani.

Dall’analisi condotta si evince la piena coerenza dell’opera in progetto con gli strumenti di pianificazione territoriale e settoriale e con il sistema dei vincoli paesistico – ambientali analizzati. In particolare, l’area ove sarà realizzato l’impianto fotovoltaico in progetto:

- non ricade all’interno di alcun ambito di tutela o sottoposto a particolare regime di vincolo indicati negli strumenti di Pianificazione Territoriale e Settoriale;
- non ricade in aree sottoposte a vincolo, ai sensi del D.Lgs. n°42 del 22/01/2004 recante il “Codice dei Beni Culturali ed ambientali”;
- ricade all’interno del Bacino Idrografico del Fiume Birgi, in particolare il sito d’installazione:
  - non presenta elementi di contrasto con le indicazioni del P.R.G. del Comune di Trapani, infatti, l’impianto fotovoltaico ricade in area agricola “E1” destinata all’attività agricola, che risulta compatibile con la realizzazione di impianti da fonti rinnovabili;
  - non è gravato da particolari vincoli urbanistici.

Dall’analisi degli strumenti di programmazione e pianificazione urbanistico – territoriale ed energetica, di livello nazionale, regionale e locale, emerge dunque una sostanziale coerenza dell’intervento in progetto.

## CARATTERISTICHE OROGRAFICHE E AGRICOLE

I terreni presentano per lo più caratteristiche orografiche pianeggianti che li rendono idonei alla tecnologia ad inseguimento.

Le caratteristiche principali che hanno determinato la scelta del sito per l’ubicazione del progetto sono state le seguenti:

- area subpianeggiante;
- area impianto esterna ai vincoli ambientali;
- assenza di impatto su aria, acqua, terra e paesaggio agricolo circostante.

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO "Zaffarana 38"</b> <b>COMUNE DI TRAPANI (TP)</b> <b>RELAZIONE TECNICA GENERALE</b>		<b>Codice: REL.RT</b>	
			Rev.: 00	Pag.: 10 / 42

Le colture presenti su un totale di circa 78 Ha di terreno facente parte dell'area di impianto sono costituite prevalentemente, per circa l'82%, da seminativi semplici o da terreni incolti, per circa il 18% da vigneti per la maggior parte a fine vita o scarsamente produttivi.

La scarsa redditività generata dai seminativi, la crisi del mercato cerealicolo e vitivinicolo, nonché il raggiungimento del fine ciclo vita dei vigneti impiantati, hanno indotto i vari proprietari ad espiantare i vigneti. Pertanto, oggi è rimasta solo una esigua parte di terreni con vigneti che, per altro, quasi tutti ormai non più coltivati vista l'età e stanno per essere espianati. Per tale motivo i proprietari hanno deciso di cedere i terreni per la realizzazione dell'impianto fotovoltaico riuscendo in tal modo ad ottenere un ricavo pari al doppio del valore attuale, che consentirà loro di reinvestirlo per lo sviluppo di nuove attività agricole in terreni di migliore qualità.

## CARATTERISTICHE GEOLOGICHE

L'ampia piana costiera, che si sviluppa tra gli abitati di Trapani e di Marsala, è caratterizzata prevalentemente dai depositi di natura calcarenitica di età quaternaria e, in subordine, da terreni di natura argillosa, argilloso-marnosa e arenacea.

L'area ove è prevista la realizzazione dell'impianto è caratterizzata da terreni di litologia diversificata, interessati da un'evoluzione tettonica diversa che ha determinato l'estrema variabilità delle morfosculture presenti nel paesaggio. La morfologia dell'area, infatti, varia fra zone a carattere basso-medio collinare, localizzate nelle aree più interne, in corrispondenza degli affioramenti di natura argilloso-marnosa, e una morfologia di tipo tabulare in presenza dei depositi calcarenitici terrazzati che, per la loro consistenza lapidea, offrono una buona resistenza all'erosione.

L'influenza della litologia sulle caratteristiche morfologiche del paesaggio è decisiva a causa della differenza di comportamento rispetto all'erosione dei vari litotipi affioranti. Il paesaggio che ne risulta è caratterizzato da ampie zone pianeggianti, corrispondenti ai tavolati calcarenitici, con locali blandi rilievi collinari a forme molto addolcite.

L'area comprendente le due sezioni d'impianto, per le sue caratteristiche morfologiche e litologico-strutturali, è poco influenzata dal modellamento delle acque superficiali sia a causa delle litologie, piuttosto resistenti all'azione erosiva delle acque e ancor più in relazione alle pendenze modeste che non consentono alle acque di acquistare l'energia necessaria per erodere e trasportare i materiali affioranti.

Anche l'azione della gravità non influisce in maniera particolare sul territorio a causa delle morfologie pianeggianti o poco acclivi. In particolare, entrambe le sezioni d'impianto sono comprese nella zona collinare e presentano una morfologia distinta da valori di pendenza medio-bassi.

La superficie morfologica dell'area della sezione 1 di progetto degrada gradualmente, con valori di pendenza via via decrescenti, da sud-est verso nord-ovest dove si distingue anche qualche settore spianato. La superficie morfologica dell'area della sezione 2 di progetto, sempre orientata sud-est/nordovest, a parte un modesto comparto mediamente pendente a sud-est, appare subpianeggiante.

In generale, la regolarità morfologica dell'area e l'assenza di fattori morfogenetici attivi, assicurano alle due sezioni 1 e 2 condizioni geostatiche affidabili; inoltre, al momento, in entrambe le aree di progetto ed in quelle immediatamente circostanti, non si rilevano dissesti in atto e/o potenziali né particolari fenomeni erosivi.

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO "Zaffarana 38"</b> <b>COMUNE DI TRAPANI (TP)</b> <b>RELAZIONE TECNICA GENERALE</b>		<b>Codice: REL.RT</b>	
			Rev.: 00	Pag.: 11 / 42

L'impianto fotovoltaico, quindi, sarà realizzato all'interno di aree ad acclività medio-bassa o pressoché pianeggianti e stabili modellate su litotipi prevalentemente argillosi nella Sezione 1 e per la maggior parte calcilutitico-marnosi nella Sezione 2. Nei suddetti comparti non si rilevano forme, depositi e processi connessi con l'azione di gravità o delle acque superficiali.

Per maggiori informazioni si rimanda alla relazione geologica di progetto.

#### RIFERIMENTI AL P.A.I.

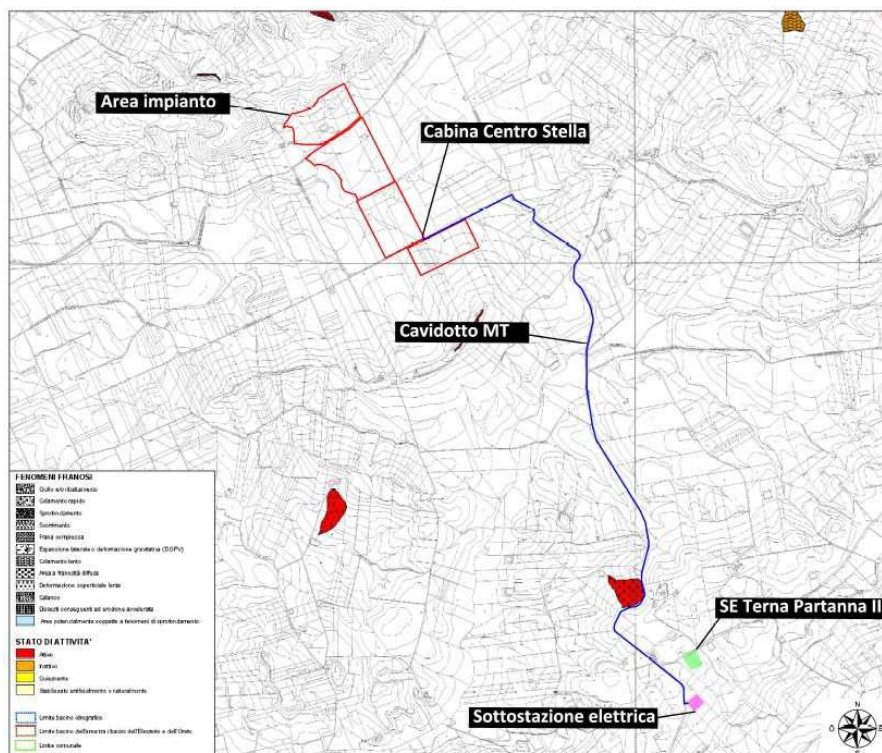
Il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico, di seguito denominato Piano Stralcio o Piano o P.A.I., redatto ai sensi dell'art. 17, comma 6 ter, della L. 183/89, dell'art. 1, comma 1, del D.L. 180/98, convertito con modificazioni dalla L. 267/98, e dell'art. 1 bis del D.L. 279/2000, convertito con modificazioni dalla L. 365/2000, ha valore di Piano Territoriale di Settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni, gli interventi e le norme d'uso riguardanti la difesa dal rischio idrogeologico del territorio siciliano.

Con il Piano per l'Assetto Idrogeologico viene avviata nella Regione Siciliana la pianificazione di bacino, intesa come lo strumento fondamentale della politica di assetto territoriale delineata dalla legge 183/89, della quale ne costituisce il primo stralcio tematico e funzionale.

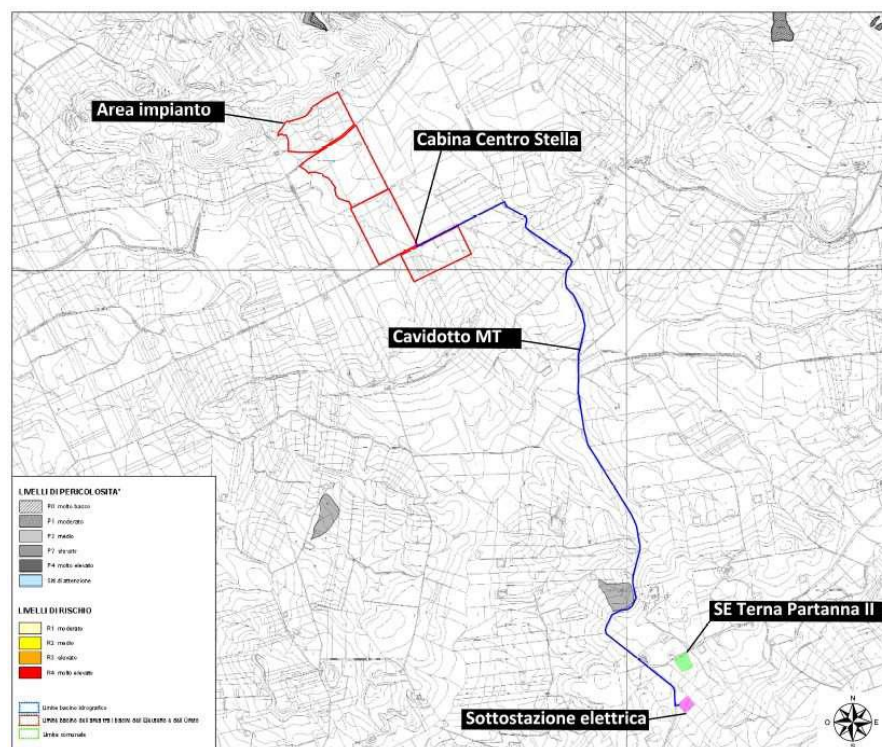
Con il P.A.I. viene effettuata la perimetrazione delle aree a rischio, in particolare, dove la vulnerabilità si connette a gravi pericoli per le persone, per le strutture, le infrastrutture e per il patrimonio ambientale. Tutto ciò al fine di pervenire ad una puntuale definizione dei livelli di rischio e fornire criteri ed indirizzi indispensabili per l'adozione di norme di salvaguardia e per la realizzazione di interventi volti a mitigare o eliminare il fattore di rischio.

L'area geografica relativa all'intervento in oggetto ricade all'interno del Bacino idrografico del Fiume Birgi (051), ad un'altitudine massima di 751 m s.l.m. e si localizza nella estrema porzione occidentale della Sicilia occupando una superficie complessiva di circa 336 km<sup>2</sup>, interessando il territorio della provincia di Trapani.





*Stralcio "P.A.I." Carta dei Dissesti su C.T.R. n. 605120-606090-605160-606130*



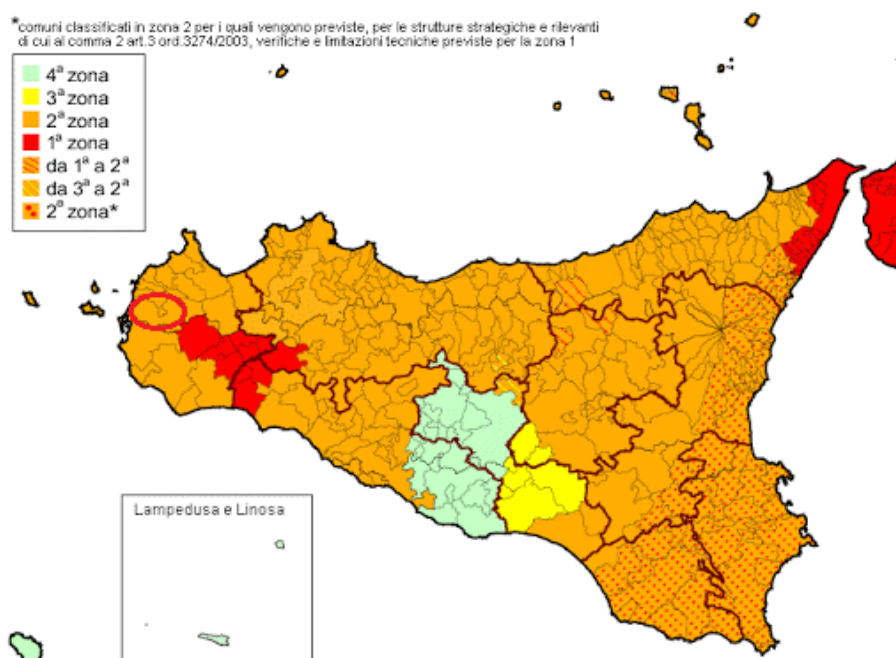
*Carta del Rischio Geomorfológico su C.T.R. n. 605120-606090-605160-606130*

Dalla Carta dei dissesti e dalla Carta del rischio si evince che le aree destinate all'impianto fotovoltaico non ricadono all'interno di zone dissestate o a rischio frana.

Si rimanda alla "Relazione di Impatto Ambientale" per un maggiore approfondimento.

### CLASSIFICAZIONE SISMICA

Con l'entrata in vigore del Decreto 15 gennaio 2004 ("Individuazione, formazione e aggiornamento dell'elenco delle zone sismiche e adempimenti connessi al recepimento ed all'attuazione dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 20 marzo 2003, n. 3274"), che rende esecutiva la nuova classificazione sismica dei comuni della Regione Siciliana deliberata dalla Giunta Regionale in data 19 dicembre 2003, il Comune di Trapani (TP) viene classificato in Zona 2.



Si riporta di seguito una tabella con la descrizione delle quattro zone previste nella predetta normativa.

Zona sismica	Descrizione	Accelerazione con probabilità di superamento del 10% in 50 anni [ $a_g$ ]	Accelerazione orizzontale massima convenzionale (norme tecniche) [ $a_g$ ]
ZONA 1	È la zona più pericolosa. Possono verificarsi fortissimi terremoti.	$a_g > 0,25g$	0,35g
ZONA 2	In questa zona possono verificarsi forti terremoti.	$0,15g < a_g \leq 0,25g$	0,25g
ZONA 3	In questa zona possono verificarsi forti terremoti ma rari.	$0,05g < a_g \leq 0,15g$	0,15g
ZONA 4	È la zona meno pericolosa. I terremoti sono rari.	$a_g \leq 0,05g$	0,05g



	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO “Zaffarana 38”          COMUNE DI TRAPANI (TP)</b>		<b>Codice: REL.RT</b>	
	<b>RELAZIONE TECNICA GENERALE</b>		Rev.: 00	Pag.: 14 / 42

Le azioni sismiche di progetto si definiscono a partire dalla pericolosità sismica di base del sito di costruzione e sono funzione delle caratteristiche morfologiche e stratigrafiche che determinano la risposta sismica locale.

Il moto generato da un terremoto in un sito dipende dalle particolari condizioni locali, cioè dalle caratteristiche topografiche e stratigrafiche del sottosuolo e dalle proprietà fisiche e meccaniche dei terreni e degli ammassi rocciosi di cui è costituito. Alla scala della singola opera o del singolo sistema geotecnico, l'analisi della risposta sismica locale consente di definire le modifiche che il segnale sismico di ingresso subisce, a causa dei suddetti fattori locali. Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto l'effetto della risposta sismica locale si valuta mediante specifiche analisi da eseguire con le modalità indicate dalle NTC 2018.

La categoria di suolo e quindi la sismicità locale, in relazione alle disposizioni dell'O.P.C.M. n. 3274 del 20/03/2003 (G.U. n. 252 del 29/10/2003), del Testo Unico del 14/09/2005 e del D.M. 17/01/2018, sarà determinata in fase esecutiva mediante adeguate indagini geofisiche nelle due sezioni d'impianto.

Si rimanda alla relazione geologica allegata al presente progetto per un maggiore approfondimento.

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO “Zaffarana 38”          COMUNE DI TRAPANI (TP)</b>	<b>Codice: REL.RT</b>	
	<b>RELAZIONE TECNICA GENERALE</b>	Rev.: 00	Pag.: 15 / 42

## CRITERI PROGETTUALI

L'area prescelta nel Comune di Trapani per la realizzazione dell'impianto fotovoltaico presenta caratteristiche ottimali sia sotto l'aspetto ambientale che tecnico.

Si riportano di seguito le principali norme presi in esame per valutare l'idoneità dell'area:

- DM 10 settembre 2010 “Linee guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati a fonti rinnovabili”;
- D.Lgs. 387/2003 e s.m.i. “Attuazione della Direttiva 2001/777CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità”;
- Decreto Presidenziale Regione Sicilia 18 luglio 2012 n. 48 “Regolamento recante norme di attuazione dell'art. 105, comma 5, della legge regionale 12 maggio 2010 n. 11”;
- D.lgs. n°152 del 3 aprile 2006 “Norme in materia Ambientale”;
- D.Lgs 42/04 “Codice dei beni culturali e del paesaggio”

### ANALISI VINCOLISTICA

Le aree ove è prevista la realizzazione dell'impianto non rientrano in zone vincolate. In particolare, nelle schedature del Piano Paesaggistico della Provincia di Trapani, ai sensi dell'art. 142 del D.Lgs 42/04 “Codice dei beni culturali e del paesaggio” non si segnalano all'interno dell'area su cui saranno installate le strutture impiantistiche:

- a) i territori costieri compresi in una fascia della profondità di 300 metri dalla linea di battigia, anche per i terreni elevati sul mare;
- b) i territori contermini ai laghi compresi in una fascia della profondità di 300 metri dalla linea di battigia, anche per i territori elevati sui laghi;
- d) le montagne per la parte eccedente 1.600 metri sul livello del mare per la catena alpina e 1.200 metri sul livello del mare per la catena appenninica e per le isole;
- e) i ghiacciai e i circhi glaciali;
- f) i parchi e le riserve nazionali o regionali, nonché i territori di protezione esterna dei parchi;
- g) i territori coperti da foreste e da boschi, ancorché percorsi o danneggiati dal fuoco, e quelli sottoposti a vincolo di rimboschimento, come definiti dall'articolo 2, commi 2 e 6, del decreto legislativo 18 maggio 2001, n. 227 (norma abrogata, ora il riferimento è agli articoli 3 e 4 del decreto legislativo n. 34 del 2018);
- h) le aree assegnate alle università agrarie e le zone gravate da usi civici;
- i) le zone umide incluse nell'elenco previsto dal d.P.R. 13 marzo 1976, n. 448;
- j) i vulcani;
- k) le zone di interesse archeologico.

Per quanto riguarda il vincolo relativo a :

c) i fiumi, i torrenti, i corsi d'acqua iscritti negli elenchi previsti dal testo unico delle disposizioni di legge sulle acque ed impianti elettrici, approvato con regio decreto 11 dicembre 1933, n. 1775, e le relative sponde o piedi degli argini per una fascia di 150 metri ciascuna; si rileva che una porzione nella parte centrale dell'area di impianto e parte del cavidotto interrato ricadono in area vincolata:

Aree di rispetto di 150 metri dalle sponde dei fiumi, torrenti, i corsi d'acqua iscritti negli elenchi delle Acque Pubbliche, ai sensi dell'art. 142 c.1 lettera c) del D. Lgs 142/2004. Nella porzione di impianto interessata dal vincolo non saranno installati moduli fotovoltaici ma sarà utilizzata per la realizzazione degli interventi di mitigazione. Per quanto riguarda il tracciato della nuova linea di connessione, nonostante la natura poco complessa e poco invasiva delle lavorazioni che si andranno ad effettuare e per quanto si ritenga che queste non andranno ad inficiare e/o aggravare le condizioni idrogeologiche del territorio, verranno richieste le dovute autorizzazioni e pareri agli organi competenti.

Si rimanda all'Analisi Ecologico Paesaggistica della Valutazione di Impatto Ambientale allegata al presente progetto per un maggiore approfondimento sugli aspetti vincolistici.

## ANALISI TECNICA

Ai fini della valutazione della idoneità dell'area ove realizzare l'impianto fotovoltaico è stata eseguita l'analisi tecnica di vari fattori.

E' stato innanzitutto verificato che l'area di intervento risulti completamente esterna ai siti considerati aree non idonee dal DM 10/09/2010, ovvero:

- Siti UNESCO;
- Aree e beni di notevole interesse culturale di cui al D.Lgs. 42/04 e s.m.i., nonché immobili e aree dichiarate di notevole interesse pubblico ai sensi dell'art. 136 dello steso D.Lgs. 42/04 e s.m.i.;
- Zone all'interno di coni visuali la cui immagine è storicizzata e identifica i luoghi anche in termini di notorietà internazionale di attrattività turistica;
- Zone situate in prossimità di parchi archeologici e nelle aree contermini ad emergenze di particolare interesse culturale, storico e/o religioso;
- Aree naturali protette nazionali e regionali;
- Zone umide Ramsar;
- Siti di importanza comunitaria (SIC) e zone di protezione speciale (ZPS);
- Important bird area (IBA);
- Aree determinanti ai fini della conservazione della biodiversità;
- Aree agricole interessate da produzioni agroalimentari di qualità e/o di particolare pregio, incluse le aree caratterizzate da un'elevata capacità d'uso dei suoli;
- Aree caratterizzate da situazioni di dissesto e/o rischio idrogeologico PAI;
- Aree tutelate per legge (art. 142 del D.lgs 42/2004): territori costieri fino a 300 m, laghi e territori contermini fino a 300 m, fiumi torrenti e corsi d'acqua fino a 150 m, boschi , etc..

E' stato anche verificato che l'area selezionata presenti ottime caratteristiche di irraggiamento orizzontale globale, che nel caso in esame è stato stimato pari a 1.799 kWh/m2/anno, con una potenziale produzione di energia attesa pari a 78.7 GWh/anno, come si evince dal "Calcolo della Producibilità Energetica dell'Impianto"

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO “Zaffarana 38”          COMUNE DI TRAPANI (TP)</b>		<b>Codice: REL.RT</b>	
	<b>RELAZIONE TECNICA GENERALE</b>		Rev.: 00	Pag.: 17 / 42

riportato di seguito nella presente relazione.

Altro fattore analizzato è stato l’orografia dei terreni. E’ stato verificato che risultino abbastanza pianeggianti per limitare al minimo i volumi di terreno da movimentare per sbancamenti e/o livellamenti. Si rimanda agli elaborati “EPD.PLIV - Aree impianto con curve di livello” e “SIA.CTRS – Planimetria con punti di campionamento terre e rocce da scavo”.

E’ stata valutata la viabilità nella zona prevista per l’impianto, verificando che risulta presente una rete viaria ben sviluppata ed in buone condizioni, che consenta di minimizzare gli interventi di adeguamento e di realizzazione di nuovi percorsi stradali per il transito dei mezzi di trasporto delle strutture durante la fase di costruzione. Si rimanda all’elaborato “EPD.CV - Carta della viabilità”.

E’ stato infine valutata la connettibilità dell’impianto alla Rete di Trasmissione Nazionale, verificando che il punto di connessione alla Rete di Trasmissione elettrica Nazionale (RTN) indicato da Terna si trovi ad una distanza contenuta dall’impianto fotovoltaico, per evitare la realizzazione di infrastrutture elettriche di rilievo, e sia prevista su una linea RTN con ridotte limitazioni. Si rimanda al Piano Tecnico delle Opere per la Connessione alla RTN per maggiori dettagli.

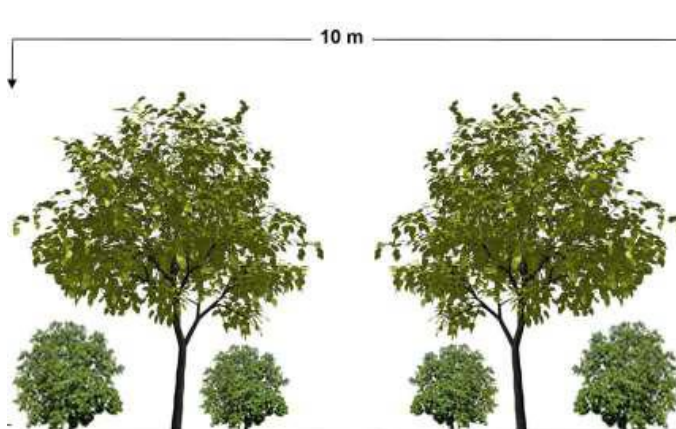
#### MISURE DI MITIGAZIONE COMPENSAZIONE DELL’IMPATTO AMBIENTALE

Per minimizzare l’impatto ambientale la scelta del sito è stata fatta selezionando terreni incolti o con l’assenza di coltivazioni di pregio o comunque di carattere rilevante (alberi ad alto fusto, vegetazione protetta, habitat e specie di interesse comunitario). Nella Valutazione di Impatto Ambientale, allegata al progetto, è stato inoltre valutato nel dettaglio l’impatto visivo-paesaggistico dell’impianto con idonei rendering e fotoinserti.

Come misura di mitigazione per minimizzare l’impatto e migliorare l’inserimento ambientale dell’impianto si provvederà a creare, nella parte perimetrale delle aree d’impianto, una fascia arborea di separazione, protezione e mitigazione lungo il perimetro delle aree interessate, ampia 10 m, che maschererà l’impianto a quote pari allo stesso. Inoltre, grazie ad un inerbimento di tutta la superficie di impianto, la vista da punti panoramici sarà attenuata dal colore verde dell’erba prevalente sul blu scuro dei pannelli fotovoltaici.

Nella fascia arborea è prevista la messa a dimora di specie autoctone e specie arboree da frutto.

Tali misure di mitigazione verranno messe in atto nell’area prima della messa in opera di pannelli fotovoltaici e saranno inoltre mantenute in stato ottimale per tutto il periodo di vita dell’impianto.



Al fine di ridurre gli impatti generati dalla realizzazione dell'impianto fotovoltaico si prevedono anche delle misure compensative di tipo agronomico ed economico. La Società proprietaria dell'impianto prevede infatti di finanziare interventi volti a favorire il mantenimento e lo sviluppo dell'agricoltura; è prevista la coltivazione del terreno tra le file dei tracker e sulla parte restante dei terreni non interessati dalla realizzazione dell'impianto. In particolare, sul terreno non occupato dall'impianto saranno realizzate delle buffer zone. Tali aree assolveranno anche un'importante funzione ecologica, all'interno della quali si provvederà ad avviare un processo volto all'incremento della biodiversità nell'agroecosistema e all'adattamento delle specie faunistiche legate a questa tipologia di habitat seminaturale in presenza di un sistema tecnologico di produzione di energia elettrica da fonte solare.

Per maggiori dettagli si rimanda alla relazione sulle Misure di Mitigazione e Compensazione della Valutazione di Impatto Ambientale facente parte del presente progetto.

## DEFINIZIONE DEL LAYOUT DI IMPIANTO

Il layout dell'impianto fotovoltaico, ovvero, la disposizione delle strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici e delle apparecchiature elettriche nelle aree di progetto, è stato eseguito cercando di conciliare al meglio lo sfruttamento dell'energia solare con il rispetto dei vincoli paesaggistici e territoriali, tenendo in considerazione, al tempo stesso, l'attività futura di esercizio e manutenzione dell'impianto e delle aree agricole oltre che della fascia arborea perimetrale.

La disposizione delle strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici e delle apparecchiature elettriche all'interno dell'area, come si evince dal layout dell'impianto, è stata eseguita al fine di:

- ridurre al minimo i volumi di terreno da movimentare nel livellamento delle aree in relazione all'orografia del terreno;
- minimizzare gli interventi di adeguamento e di realizzazione di nuovi percorsi stradali per il transito dei mezzi di trasporto delle strutture durante la fase di costruzione grazie all'esistenza di una rete viaria buone condizioni.

Nella determinazione delle interdistanze delle strutture di sostegno si è tenuto al contempo conto della pendenza naturale del terreno, sempre per cercare ridurre al minimo i movimenti di terra ed al contempo evitare gli ombreggiamenti reciproci, minimizzando così la superficie occupata dall'impianto.

Per annullare l'impatto visivo sul territorio degli elettrodotti per il trasporto dell'energia elettrica prodotta dall'impianto fotovoltaico si scelto di utilizzare cavi interrato. In particolare, Per il trasporto dell'energia dal parco fotovoltaico alla sottostazione elettrica utente sarà utilizzata una terna di cavi interrati a 30 kV posta ad una profondità minima di posa di 1,2 m. Anche per la connessione della sottostazione elettrica di utente con la stazione elettrica "Partanna 2" di Terna sarà utilizzato un cavo in alta tensione (220kV) interrato ad una profondità di 1,5 m.

Sulla base degli aspetti sopra considerati è stato definito un layout del parco fotovoltaico utilizzando strutture ad inseguimento monoassiale (ad "inseguimento di rollio").

I moduli previsti hanno una potenza nominale di 580 Wp e dimensioni 2411 x 1134 x 35 mm.

Le strutture di sostegno dei moduli saranno disposte in file parallele con asse lungo la direzione Nord-Sud, ad una distanza di interasse di 11 m. Le strutture ad inseguimento saranno equipaggiate con un sistema di inseguimento del sole che permetterà di ruotare la struttura porta moduli durante la giornata al fine di posizionare i pannelli nella migliore angolazione possibile rispetto ai raggi solari.

## DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO

### DESCRIZIONE GENERALE DELL'IMPIANTO

La generazione dell'energia elettrica è effettuata utilizzando moduli fotovoltaici per trasformare l'energia associata alla radiazione elettromagnetica in energia elettrica in corrente continua. Si prevede di utilizzare moduli di potenza nominale pari a 580Wp che sono formati da 156 semicelle fotovoltaiche (ovvero 2x78 semicelle) in silicio monocristallino collegate in serie. Il rendimento dei moduli fotovoltaici utilizzati è pari al 21,21%, il che significa che un quinto dell'energia globale associata alla radiazione solare viene trasformata in energia elettrica. Per confronto si osserva che un motore termico alimentato a benzina funziona con rendimenti dell'ordine del 30% utilizzando oltre 200 parti in movimento!

La tensione presente ai capi di un pannello solare, nel punto di massima potenza è pari a 44,11 V (Valori STC).

I moduli fotovoltaici verranno installati su sistemi ad inseguimento (tracker) monoassiale con inseguitori di rollio. I trackers saranno fissati al suolo mediante pali infissi nel terreno senza utilizzo di calcestruzzo.

Collegando più moduli fotovoltaici in serie si ottengono le "stringhe" di moduli, le quali vengono poi collegate in parallelo tramite quadri di parallelo denominati "String Box".

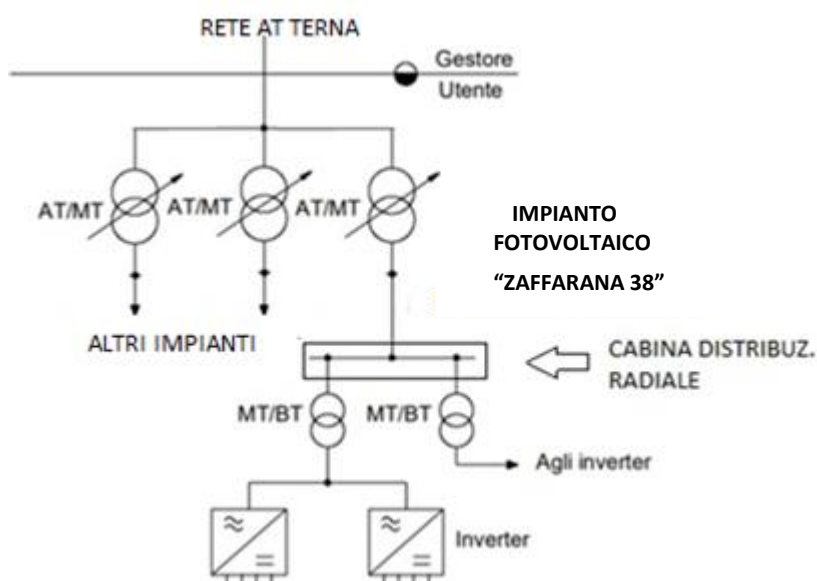
Mediante cavi in corrente continua l'energia elettrica prodotta viene convogliata dalle String Box ai gruppi di conversione che saranno del tipo distribuito; gli inverter per la conversione da corrente continua a corrente alternata saranno ubicati in prossimità dei tracker e saranno collegati alle cabine di trasformazione distribuite all'interno della centrale fotovoltaica. Ciascuna delle 6 cabine di trasformazione è dotata di trasformatore



elevatore in resina con rapporto di trasformazione 0,8 kV/30 kV. La potenza apparente dei trasformatori è 4,5 MVA. Per lo schema elettrico unifilare relativo alla sezione bt ed MT si rimanda all'elaborato EPD.SEU mentre per il dimensionamento elettrico riferimento all'elaborato calcoli elettrici EPD.CE.

E' prevista la realizzazione di una cabina di parallelo MT (denominata anche cabina centro stella) dove si realizza il parallelo dei cavi MT provenienti dalle cabine di trasformazione e da cui parte la terna di cavi MT a 30 kV (sez. 800 mm<sup>2</sup>) per il collegamento alla sottostazione elettrica utente.

Si riportata di seguito lo schema semplificato dell'impianto di generazione.



All'interno dell'impianto e' presente anche una rete elettrica in bassa tensione per l'alimentazione dei servizi ausiliari della centrale (illuminazione, forza motrice, azionamenti dei tracker e sistema di sorveglianza) ed una rete informatica realizzata in fibra ottica e/o RS485 per i sistemi di monitoraggio, controllo e videosorveglianza.

E' prevista la realizzazione di un locale ufficio/sala di controllo dove saranno alloggiate le apparecchiature del sistema di supervisione e controllo. Adiacente al locale uffici è previsto anche un magazzino per ricovero materiali e attrezzature riutilizzando un immobile esistente.

L'impianto di produzione è collegato alla sottostazione di trasformazione MT/AT (30/220kV) con una terna trifase di cavi MT da 800 mm<sup>2</sup> in alluminio (ARP1H5(AR)E singlecore 18/30 kV o equivalenti) eserciti a 30 kV. Tali cavi percorrono la strada di bonifica SB 025 e la provinciale SP8, come si evince dalle planimetrie su catastali, CTR e ortofoto allegate al presente progetto, raggiungono la sottostazione elettrica utente dove avviene la trasformazione da 30 kV a 220 kV, quest'ultima tensione di esercizio della RTN di Terna.

Il collegamento della sottostazione elettrica di utenza con la stazione elettrica di Terna denominata "Partanna 2", connessa sulla linea a 220 kV Partanna – Fulgatore, avverrà attraverso una terna di cavi AT (220 kV) interrati.

Per i dettagli sulle opere di connessione si rimanda all'allegato progetto delle opere di utenze e di rete (Piano tecnico delle opere di connessione alla RTN).

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO “Zaffarana 38”          COMUNE DI TRAPANI (TP)</b>		<b>Codice: REL.RT</b>	
	<b>RELAZIONE TECNICA GENERALE</b>		Rev.: 00	Pag.: 21 / 42

L’impianto prevede l’installazione di 65.988 moduli di tipo monocristallino da 580 Wp ognuno, con una potenza nominale di picco di 38,3 MWp.

L’area impegnata dall’impianto (incluse le strade interne) sarà di circa 16 ettari.

L’impianto fotovoltaico “Zaffarana 38” produrrà circa 74,7 GWh all’anno di energia elettrica (si rimanda al capitolo sul calcolo della produttività dell’impianto per un maggiore approfondimento).

Per maggiori approfondimenti sull’ubicazione delle cabine di trasformazione e della cabina centro stella si rimanda all’planimetria con ubicazione inverter e cavi bt ed MT ed allo schema elettrico unifilare.

**MODULI FOTOVOLTAICI**

Si riporta di seguito una scheda tecnica con le principali caratteristiche elettriche e meccaniche del modulo che si prevede di impiegare:

### Engineering Drawings

Front

Side

Back

Length: ±2mm  
Width: ±2mm  
Height: ±1mm  
Row Pitch: ±2mm

### Electrical Performance & Temperature Dependence

**Current-Voltage & Power-Voltage Curves (686W)**

**Temperature Dependence of Isc, Voc, Pmax**

### Mechanical Characteristics

Cell Type	P type Mono-crystalline
No. of cells	156 (2x78)
Dimensions	2411x1134x35mm (94.92x44.65x1.38 inch)
Weight	31.1 kg (68.6 lbs)
Front Glass	3.2mm, Anti-Reflection Coating, High Transmission, Low Iron, Tempered Glass
Frame	Anodized Aluminium Alloy
Junction Box	IP68 Rated
Output Cables	TUV 1x4.0mm <sup>2</sup> (+): 290mm, (-): 145mm or Customized Length

### Packaging Configuration

(Two pallets = One stack)

31pcs/pallets, 62pcs/stack, 496pcs/ 40'HQ Container

### SPECIFICATIONS

Module Type	JKM560M-7RL4-TV		JKM565M-7RL4-TV		JKM570M-7RL4-TV		JKM575M-7RL4-TV		JKM580M-7RL4-TV	
	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Maximum Power (Pmax)	560Wp	417Wp	565Wp	420Wp	570Wp	424Wp	575Wp	428Wp	580Wp	432Wp
Maximum Power Voltage (Vmp)	43.65V	40.63V	43.77V	40.74V	43.89V	40.85V	44.00V	40.96V	44.11V	41.07V
Maximum Power Current (Imp)	12.83A	10.26A	12.91A	10.32A	12.99A	10.38A	13.07A	10.44A	13.15A	10.51A
Open-circuit Voltage (Voc)	52.85V	49.88V	52.97V	50.00V	53.09V	50.11V	53.20V	50.21V	53.31V	50.32V
Short-circuit Current (Isc)	13.51A	10.91A	13.59A	10.98A	13.67A	11.04A	13.75A	11.11A	13.83A	11.17A
Module Efficiency STC (%)	20.48%		20.67%		20.85%		21.03%		21.21%	
Operating Temperature(°C)	-40°C~+85°C									
Maximum system voltage	1500VDC (IEC)									
Maximum series fuse rating	25A									
Power tolerance	0~+3%									
Temperature coefficients of Pmax	-0.35%/°C									
Temperature coefficients of Voc	-0.28%/°C									
Temperature coefficients of Isc	0.048%/°C									
Nominal operating cell temperature (NOCT)	45±2°C									
Refer. Bifacial Factor	70±5%									

### BIFACIAL OUTPUT-REAR SIDE POWER GAIN

		588Wp	593Wp	599Wp	604Wp	609Wp
<b>5%</b>	Maximum Power (Pmax)	588Wp	593Wp	599Wp	604Wp	609Wp
	Module Efficiency STC (%)	21.51%	21.70%	21.89%	22.08%	22.27%
<b>15%</b>	Maximum Power (Pmax)	644Wp	650Wp	656Wp	661Wp	667Wp
	Module Efficiency STC (%)	23.55%	23.76%	23.96%	24.19%	24.40%
<b>25%</b>	Maximum Power (Pmax)	700Wp	706Wp	713Wp	719Wp	725Wp
	Module Efficiency STC (%)	25.60%	25.83%	26.06%	26.29%	26.52%

\*STC: ☀ Irradiance 1000W/m<sup>2</sup> 🌡 Cell Temperature 25°C ☁ AM=1.5  
 NOCT: ☀ Irradiance 800W/m<sup>2</sup> 🌡 Ambient Temperature 20°C ☁ AM=1.5 🌬 Wind Speed 1m/s

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO “Zaffarana 38”          COMUNE DI TRAPANI (TP)</b>	<b>Codice: REL.RT</b>	
	<b>RELAZIONE TECNICA GENERALE</b>	Rev.: 00	Pag.: 23 / 42

## CAVI ELETTRICI

### Cavi solari di stringa

I moduli fotovoltaici sono collegati tra di loro in serie costituendo le stringhe.

Ogni stringa è composta da 26 moduli, la tensione di lavoro è prossima a 1000V (è funzione dei valori di irraggiamento istantaneo e della temperatura esterna) e si possono raggiungere tensioni di stringa prossime ai 1500Vdc, in condizioni di carico nullo.

Per la formazione delle stringhe di pannelli saranno utilizzati cavi di tipo solare che possono avere una sezione variabile da 6 a 10 mm<sup>2</sup>. in funzione della distanza del collegamento). I cavi saranno collegati ai moduli tramite appositi connettori (tipo MC4). I cavi solari di stringa sono alloggiati all'interno del profilato della struttura e interrati per brevi tratti (tra inizio vela e quadro DC di parallelo). Saranno del tipo FG21M21 o equivalenti (rame o alluminio) indicati per interconnessioni dei vari elementi degli impianti fotovoltaici. Si tratta di cavi unipolari flessibili con tensione nominale 1500 V c.c. per impianti fotovoltaici con isolanti e guaina in mescola reticolata a basso contenuto di alogeni testati per durare più di 25 anni. Essi sono adatti per l'installazione fissa all'esterno ed all'interno, senza protezione o entro tubazioni in vista o incassate.

Nel caso specifico il dimensionamento prevede che per ciascun inverter sono collegate n. 18 stringhe.

Le sezioni dei cavi in corrente alternata in uscita da ciascun inverter è di 3x(1x240) mm<sup>2</sup> in alluminio e sono del tipo ARG16R16 0.6/1kV.

Per maggiori approfondimenti si rimanda all'elaborato “EPD.SEU - Schema elettrico unifilare”.

### Cavi MT

Le n.6 cabine di trasformazione bt/MT sono collegate al centro stella attraverso cavi MT. Il sistema utilizzato è di tipo radiale.

Nella planimetria (elaborato EPD.QIT - Planimetria con ubicazione tracker, cabine e cavi di collegamento) è riportata l'ubicazione dei tracker che ospitano i moduli fotovoltaici e i cavi di collegamento delle cabine di trasformazione con la cabina centro stella.

I cavi MT utilizzati per tali collegamenti sono eserciti a 30 kV ed hanno una sezione di 90 mm<sup>2</sup>. Saranno realizzati con adeguata protezione meccanica tale da consentire la posa direttamente interrata senza la necessità di prevedere protezioni meccaniche supplementari. La posa dei cavi è prevista ad una profondità minima di 1,2 m e in formazione a trifoglio.

I collegamenti tra il Centro Stella e la sottostazione elettrica utente sarà realizzati mediante una terna di cavi MT, eserciti a 30 kV, di sezione 800 mm<sup>2</sup>. Saranno posati realizzati con adeguata protezione meccanica tale da consentire la posa direttamente interrata senza la necessità di prevedere protezioni meccaniche supplementari. La posa dei cavi è prevista ad una profondità minima di 1,2 m e in formazione a trifoglio.

Si riportano di seguito le principali caratteristiche tecniche dei cavi MT che saranno utilizzati.

- Tipo: Unipolari/Tripolari ad elica visibile
- Materiale conduttore: Alluminio
- Materiale isolante: XLPE
- Schermo metallico: Alluminio
- Guaina esterna: PE resistente all'urto (adatti alla posa direttamente interrata)
- Tensione nominale: (U<sub>0</sub>/U/U<sub>m</sub>): 18/30/36 kV
- Frequenza nominale: 50 Hz
- Sezione: 90/800 mm<sup>2</sup>

Il dimensionamento dei cavi è stato eseguito sulla base delle norme CEI, secondo i criteri di portata, corto circuito, e massima caduta di tensione. In particolare, considerazioni economiche hanno portato a scegliere per le connessioni in MT un livello di tensione pari a 30 kV.

Negli schemi elettrici unifilari sono riportate le sezioni di tutti i cavi elettrici sia in continua che in alternata.

Per i calcoli elettrici si rimanda alla "Relazione con il calcolo dei circuiti elettrici".

Per la verifica dei campi elettromagnetici si rimanda alle due relazioni sull'esposizione ai campi elettromagnetici generati da linee ed apparecchiature bt, MT e AT allegate al presente progetto.

## MISURE DI PROTEZIONE E SICUREZZA

### Protezioni elettriche

#### Protezione dai corto circuiti

Per la parte di rete in corrente continua, in caso di corto circuito la corrente è limitata a valori di poco superiori alla corrente dei moduli fotovoltaici, a causa della caratteristica corrente/tensione dei moduli stessi. Tali valori sono dichiarati dal costruttore. A protezione dei circuiti sono installati, in ogni cassetta di giunzione dei sottocampi, fusibili opportunamente dimensionati.

Nella parte in corrente alternata la protezione è realizzata da un dispositivo limitatore contenuto all'interno dell'inverter stesso. L'interruttore posto sul lato CA dell'inverter serve da ricalzo al dispositivo posto nel gruppo di conversione.

#### Protezione contro i contatti diretti

La protezione dai contatti diretti è assicurata dall'utilizzo dei seguenti accorgimenti:

- Installazione di prodotti con marcatura CE (secondo la direttiva CEE 73/23);
- Utilizzo di componenti con adeguata protezione meccanica (IP);
- Collegamenti elettrici effettuati mediante cavi rivestiti con guaine esterne protettive, con adeguato livello di Isolamento e alloggiati in condotti portacavi idonei in modo da renderli non direttamente accessibili (quando non interrati).

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO "Zaffarana 38"</b> <b>COMUNE DI TRAPANI (TP)</b> <b>RELAZIONE TECNICA GENERALE</b>	<b>Codice: REL.RT</b>	
		Rev.: 00	Pag.: 25 / 42

### Misure di protezione contro i contatti indiretti

Le masse delle apparecchiature elettriche situate all'interno delle varie cabine sono collegate all'impianto di terra principale dell'impianto.

Per i generatori fotovoltaici viene adottato il doppio isolamento (apparecchiature di classe II). Tale soluzione consente, secondo la norma CEI 64-8, di non prevedere il collegamento a terra dei moduli e delle strutture che non sono classificabili come masse.

### Protezione dalle scariche atmosferiche

L'installazione dell'impianto fotovoltaico nell'area, prevedendo mediamente strutture di altezza contenuta e omogenee tra loro, non altera il profilo verticale dell'area medesima. Ciò significa che le probabilità della fulminazione diretta non sono influenzate in modo sensibile. Considerando inoltre che il sito non sarà presidiato, la protezione della fulminazione diretta sarà realizzata soltanto mediante un'adeguata rete di terra che garantirà l'equipotenzialità delle masse.

Per quanto riguarda la fulminazione indiretta, bisogna considerare che l'abbattersi di un fulmine in prossimità dell'impianto può generare disturbi di carattere elettromagnetico e tensioni indotte sulle linee dell'impianto, tali da provocare guasti e danneggiarne i componenti. Per questo motivo gli inverter sono dotati di un proprio sistema di protezione da sovratensioni, sia sul lato in corrente continua, sia su quello in corrente alternata.

## IMPIANTO DI TERRA

La rete di terra è realizzata in accordo alla normativa vigente (CEI EN 50522 e CEI 82-25) in modo da assicurare il rispetto dei limiti di tensione di passo e di contatto che la stessa impone.

Il dispersore è costituito da una maglia in corda di rame interrata, opportunamente dimensionata e configurata, sulla base della corrente di guasto a terra dell'impianto, delle caratteristiche elettriche del terreno e della disposizione delle apparecchiature. Prima della installazione dell'impianto saranno eseguite le misure di resistività del terreno nelle aree di impianto.

Dopo la realizzazione, saranno eseguite le opportune verifiche e misure previste dalle norme.

## GRUPPI DI CONVERSIONE DC/AC

### INVERTER DISTRIBUITI

Ogni gruppo di conversione è costituito da un inverter con potenza nominale AC pari a 250 kVA @30°C. Il gruppo converte l'energia elettrica, da corrente continua in corrente alternata a frequenze di rete. Tali inverter a gruppi, da un minimo di 20 ad un massimo di 31, sono posti in parallelo sul lato bt delle cabine di trasformazione.

Il trasformatore permette di elevare la tensione, nel presente progetto a 30 kV, per trasportare l'energia con minori perdite di sistema. Le principali caratteristiche dei gruppi di conversione impiegati si possono così riassumere:



### ELEVATO RENDIMENTO

- 12 MPPT con max. efficienza 99%
- Compatibile con il modulo bifacciale
- Funzione ripristino Anti-PID e PID integrato

### SMART O&M

- Messa in servizio gratuita e aggiornamento firmware da remoto
- Scansione e diagnosi della curva V-I
- Design senza fusibili, monitoraggio con corrente di stringa intelligente
- Diagramma della curva di efficienza del sistema

### BASSO COSTO

- Compatibile con cavi AC Al e Cu
- Connessione DC 2 in 1 abilitata
- Comunicazione su linea elettrica (PLC)
- funzione Q di notte

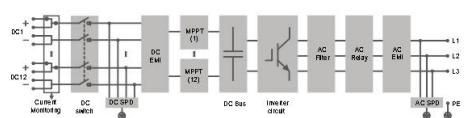
### PROVEN SAFETY

- Protezione I P66 e C 5
- SPD di tipo II per DC e AC
- Conforme alla sicurezza globale e al codice di rete

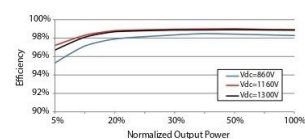
Si riportano di seguito le caratteristiche dei n.141 inverter distribuiti all'interno della centrale fotovoltaica:



CIRCUIT DIAGRAM



EFFICIENCY CURVE



SG250HX

Type designation	SG250HX
<b>Input (DC)</b>	
Max. PV input voltage	1500 V
Min. PV input voltage / Startup input voltage	600 V / 600 V
Nominal PV input voltage	1160 V
MPP voltage range	600 V – 1500 V
MPP voltage range for nominal power	860 V – 1300 V
No. of independent MPP inputs	12
Max. number of input connectors per MPPT	2
Max. PV input current	26 A * 12
Max. current for input connector	30 A
Max. DC short-circuit current	50 A * 12
<b>Output (AC)</b>	
AC output power	250 kVA @ 30 °C / 225 kVA @ 40 °C / 200 kVA @ 50 °C
Max. AC output current	180.5 A
Nominal AC voltage	3 / PE, 800 V
AC voltage range	680 – 880V
Nominal grid frequency / Grid frequency range	50 Hz / 45 – 55 Hz, 60 Hz / 55 – 65 Hz
THD	< 3 % (at nominal power)
DC current injection	< 0.5 % I <sub>n</sub>
Power factor at nominal power / Adjustable power factor	> 0.99 / 0.8 leading – 0.8 lagging
Feed-in phases / connection phases	3 / 3
<b>Efficiency</b>	
Max. efficiency	99.0 %
European efficiency	98.8 %
<b>Protection</b>	
DC reverse connection protection	Yes
AC short circuit protection	Yes
Leakage current protection	Yes
Grid monitoring	Yes
Ground fault monitoring	Yes
DC switch	Yes
AC switch	No
PV String current monitoring	Yes
Q at night function	Yes
PID protection	Anti-PID or PID recovery
Overvoltage protection	DC Type II / AC Type II
<b>General Data</b>	
Dimensions (W*H*D)	1051 * 660 * 363 mm
Weight	95kg
Isolation method	Transformerless
Ingress protection rating	IP66
Night power consumption	< 2 W
Operating ambient temperature range	-30 to 60 °C
Allowable relative humidity range (non-condensing)	0 – 100 %
Cooling method	Smart forced air cooling
Max. operating altitude	4000 m (> 3000 m derating)
Display	LED, Bluetooth+APP
Communication	RS485 / PLC
DC connection type	Amphenol UTX (Max. 6 mm <sup>2</sup> )
AC connection type	OT terminal (Max. 300 mm <sup>2</sup> )
Compliance	IEC 62109, IEC 61727, IEC 62116, IEC 60068, IEC 61683, VDE-AR-N 4110:2018, VDE-AR-N 4120:2018, IEC 61000-6-3, EN 50549, UNE 206007-1:2013, P.O.12.3, UTE C15-712-1:2013
Grid Support	Q at night function, LVRT, HVRT, active & reactive power control and power ramp rate control

\*: Only compatible with Sungrow logger and iSolarCloud

Gli inverter scelti in progetto sono di tipo distribuito, posti in parallelo sul quadro bt delle cabine di trasformazione; sono ubicati in prossimità dei tracker ove possibile in prossimità delle strade interne per facilitare la manutenzione. La potenza massima lato AC di ciascun inverter è di 250 kVA @ 30°C.

Ogni inverter è dotato di idonei dispositivi di sezionamento e protezione sia lato corrente continua che alternata.

Sono previsti complessivamente n. 141 inverter.

Il trasformatore elevatore, con tensione in uscita di 30 kV, è con isolamento in resina.

Nella cabine sono presenti anche i dispositivi di sezionamento e protezione ed i sensori di temperatura.

Le 6 cabine di trasformazione bt/MT permettono il trasferimento dell'energia prodotta alla cabina di raccolta (Centro Sella).

All'interno delle cabine MT/bt trovano collocazione le seguenti apparecchiature:

- Quadro bt per l'alimentazione dei servizi ausiliari (forza motrice, illuminazione, ecc.);
- Contatori per la misura dell'energia prodotta a valle della sezione inverter;
- Gruppo di continuità per alimentazione degli ausiliari inverter e dei sistemi di monitoraggio;
- Trasformatore di tensione per alimentazione ausiliari.
- Sistemi di monitoraggio, supervisione e controllo
- Trasformatore elevatore 0,8 / 30 kV
- Quadro MT

Si riporta di seguito una tabella riepilogativa della configurazione di impianto:

Cabina bt/MT	n. inverter	n. stringhe	n. moduli
1	20	360	9.360
2	20	360	9.360
3	20	360	9.360
4	31	558	14.508
5	20	360	9.360
6	30	540	14.040
<b>Totale</b>	<b>141</b>	<b>2.538</b>	<b>65.988</b>

## CENTRO STELLA

Nell'impianto agro fotovoltaico "Zaffarana 38" è presente una cabina centro stella alla quale arrivano i cavi MT provenienti dalle n.6 cabine di trasformazione bt/MT 0,8 kV/30 kV. La cabina centro stella oltre a contenere i trasformatori e le celle MT, ha anche la funzione di centralizzare i sistemi di raccolta dei dati di produzione dell'energia (telecomunicazioni)

All'interno della cabine centro stella sono ubicate le seguenti apparecchiature:

- Celle di arrivo MT dalla SSE utente
- Celle MT di protezione dei cavi MT collegati alle cabine di trasformazione
- Quadri bt per l'alimentazione dei servizi ausiliari (forza motrice, illuminazione, ecc.);
- Contatori di ridondanza per la misura dell'energia prodotta a valle della sezione inverter;
- Gruppo di continuità per alimentazione degli ausiliari inverter e dei sistemi di monitoraggio;
- Trasformatore di tensione per alimentazione ausiliari.
- Sistemi di monitoraggio, supervisione e controllo
- Sistemi tlc ridondanti di comunicazione

## SISTEMA DI SUPERVISIONE E CONTROLLO

Tutti gli impianti di produzione in progetto, essendo collegati alla rete in Alta Tensione, devono cooperare alla gestione della stabilità della rete nazionale, secondo le richieste di Terna.

Le procedure di scambio dei dati e le grandezze elettriche da controllare, tra le unità di produzione ed il gestore di rete, sono riportate nei documenti tecnici Terna: "Condizioni generali di connessione alle reti AT – Sistemi di regolazione e controllo – all. A68" e "Criteri di connessione al sistema di controllo TERNA – all. A13".

Nel rispetto delle prescrizioni normative, la centrale fotovoltaica deve essere progettata, costruita ed esercita per restare in parallelo anche in condizioni di emergenza e di ripristino di rete. In particolare la centrale, in ogni condizione di carico, deve essere in grado di rimanere in parallelo alla rete AT, per valori di tensione nel punto di consegna, compresi nel seguente intervallo:

$$85\%V_n \leq V \leq 115\%V_n$$

con  $V_n$  la tensione nominale del punto di connessione.

Riguardo all'esercizio in parallelo con la rete AT in funzione della frequenza, la centrale dovrà rimanere connessa alla rete per un tempo indefinito, per valori di frequenza compresi nel seguente intervallo:

$$47.5\text{Hz} \leq f \leq 51.5 \text{ Hz.}$$

Per gli inverter vengono richieste caratteristiche di insensibilità alle variazioni di tensione Fault Ride Through (FRT). È richiesto che gli inverter siano in grado di mantenere la connessione con la rete in caso di guasti esterni.

## FUNZIONALITÀ RICHIESTE AGLI IMPIANTI FOTOVOLTAICI

Le principali funzionalità richieste agli impianti fotovoltaici sono i seguenti:

- Controllo della produzione
- Modalità di avviamento e riconnessione alla rete
- Regolazione della potenza attiva e reattiva
- Sistemi di tele-distacco della produzione

Le caratteristiche costruttive della centrale e dei sistemi di gestione della potenza, devono essere tali da garantire una immissione di potenza attiva controllabile. Al solo fine di garantire la sicurezza della rete il Gestore

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO “Zaffarana 38”          COMUNE DI TRAPANI (TP)</b>	<b>Codice: REL.RT</b>	
	<b>RELAZIONE TECNICA GENERALE</b>	Rev.: 00	Pag.: 30 / 42

può, nei casi sotto indicati, richiedere una limitazione temporanea della produzione, compreso l’annullamento dell’immissione in rete.

Al fine di evitare transitori di frequenza/tensione indesiderati al parallelo con la rete delle Centrali Fotovoltaiche queste si devono sincronizzare con la rete aumentando la potenza immessa gradualmente. Per garantire l’inserimento graduale della potenza immessa in rete deve essere rispettato un gradiente positivo massimo non superiore al 20% al minuto della Pn del campo fotovoltaico. Per evitare fenomeni oscillatori sui flussi di potenza nelle fasi iniziali della connessione, è ammesso che la rampa di presa di carico inizi quando la potenza erogata dall’inverter raggiunge il valore di 5% Pn.d

La Centrale in parallelo con la rete deve essere in grado di partecipare al controllo della tensione del sistema elettrico. Tale controllo deve essere realizzato in funzione del segnale di tensione prelevato dai TV installati nella sezione AT della Centrale. Il valore di tensione di riferimento sarà comunicato dal Gestore e dovrà essere applicato dall’Utente (logica locale), anche in tempo reale (entro e non oltre 15 minuti dalla richiesta pervenuta da Terna); inoltre il sistema di controllo della Centrale deve essere predisposto affinché il valore della tensione di riferimento o della potenza reattiva scambiata dall’impianto sia modulabile mediante telecomando o tele-segnale di regolazione inviato da un centro remoto del Gestore (logica remota).

I sistemi di teledistacco consentono la riduzione parziale, compreso l’annullamento completo della produzione per mezzo di un telesegnale inviato da un centro remoto del Gestore. La Centrale Fotovoltaica sarà dotata di un sistema in grado di attuare il distacco parziale degli inverter/riduzione rapida in misura compresa tra lo 0 ed il 100% della potenza nominale, a seguito del ricevimento di un tele segnale inviato da Terna. Il distacco resterà attivo sino al ricevimento di appositi comandi di revoca impartiti attraverso lo stesso mezzo.

#### SISTEMA DI ACQUISIZIONE E SCAMBIO DEI DATI

Il sistema di acquisizione dati del gestore di rete (TERNA) si basa su una rete di comunicazione dedicata sulla quale insistono i centri di controllo della rete di trasmissione nazionale. Al fine di assicurare la necessaria ridondanza di sistemi, canali e punti di accesso (in ottica Disaster Recovery), le unità di produzione devono connettersi alla rete di comunicazione di TERNA in almeno due Punti differenziati di Accesso (PA). I canali di comunicazione utilizzeranno due provider distinti con diversificazione di percorso sull’intera tratta.

In condizioni normali di esercizio, le funzionalità di controllo della rete nazionale, incluse Sicilia e Sardegna, sono svolte da un sistema centrale Scada situato sul continente. Nel caso di indisponibilità delle comunicazioni tra un’isola ed il continente, viene attivato automaticamente un sistema Scada di riserva posizionato sull’isola, che assume il controllo della relativa rete ed acquisisce in modalità autonoma i dati degli impianti di competenza. Al fine di consentire tale modalità di acquisizione, è necessario che i dati di tali impianti siano inviati verso il sistema Scada di Terna da apparati RTU o concentratori Gateway installati nell’isola stessa, attraverso due collegamenti dedicati.

#### MONITORAGGIO E SCAMBIO DATI CON IL SISTEMA DI CONTROLLO DI TERNA

L’impianto fotovoltaico sarà integrato nei processi di controllo sia in tempo reale sia in tempo differito per consentire:

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO "Zaffarana 38"</b> <b>COMUNE DI TRAPANI (TP)</b> <b>RELAZIONE TECNICA GENERALE</b>		<b>Codice: REL.RT</b>	
			Rev.: 00	Pag.: 31 / 42

- nel primo caso, attraverso la visibilità di telemisure e telesegnali, l'attuazione da parte del Gestore di tutte le azioni necessarie alla salvaguardia del sistema elettrico;
- nel secondo caso, attraverso i sistemi di monitoraggio, le analisi dei guasti compresa la verifica del corretto funzionamento delle protezioni e del comportamento atteso della Centrale durante le perturbazioni di rete.

L'invio delle tele informazioni che devono pervenire al sistema di controllo del Gestore è necessario per integrare l'impianto nei processi di controllo. Il perimetro dei dati e la modalità con cui queste informazioni devono essere acquisite dal sistema del Gestore.

Anche i valori di potenza attiva e reattiva massime disponibili al punto di connessione dovranno essere inviate a Terna in tempo reale con opportune telemisure con frequenza minima di 4s. E' inoltre richiesta all'Utente la disponibilità delle seguenti ulteriori informazioni:

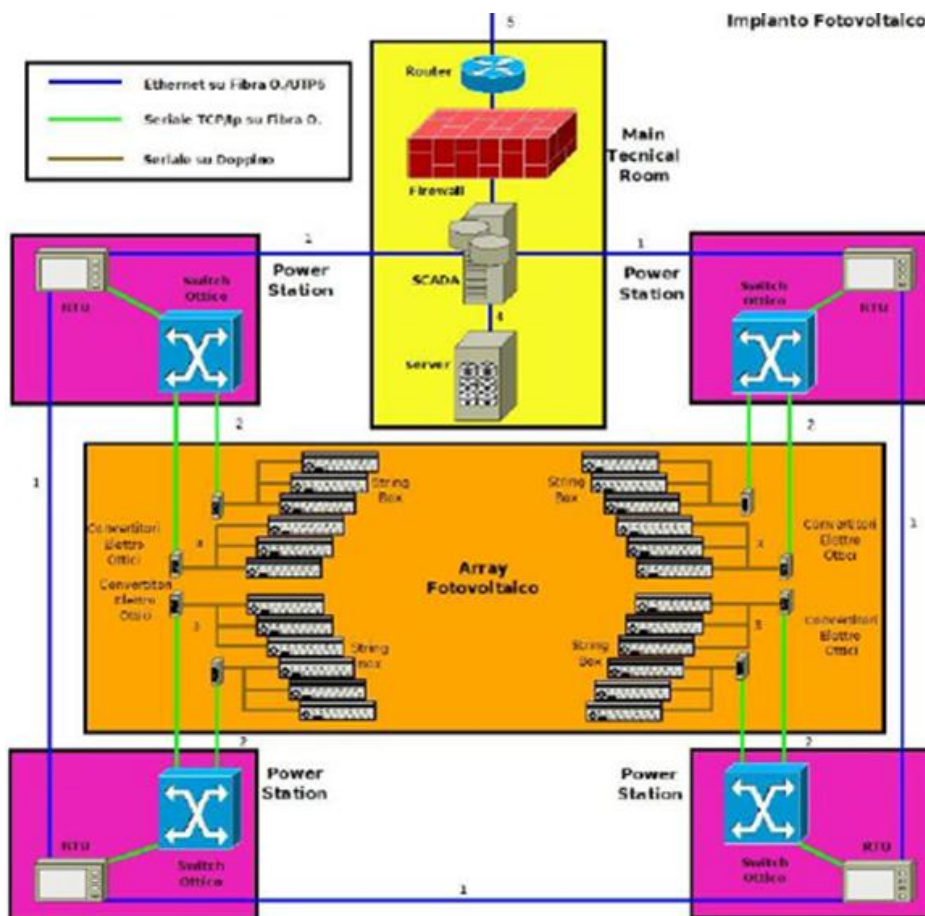
- Irraggiamento [W/m<sup>2</sup> ]
- Temperatura moduli [°C]
- Temperatura ambiente [°C]

#### SCADA - CONTROLLO E SUPERVISIONE DELL'IMPIANTO DI PRODUZIONE

Nel presente impianto fotovoltaico è prevista l'installazione di un sistema hardware e software che verifica il corretto funzionamento dell'intero impianto denominato SCADA. Tale sistema provvede al monitoraggio dei parametri di impianto mediante l'acquisizione dei dati in tempo reale, alla storicizzazione degli stessi, valutazione delle prestazioni in conformità alle norme CEI 82-25, alla gestione degli allarmi e generazione di report.

Si riporta di seguito uno schema a blocchi del sistema SCADA.





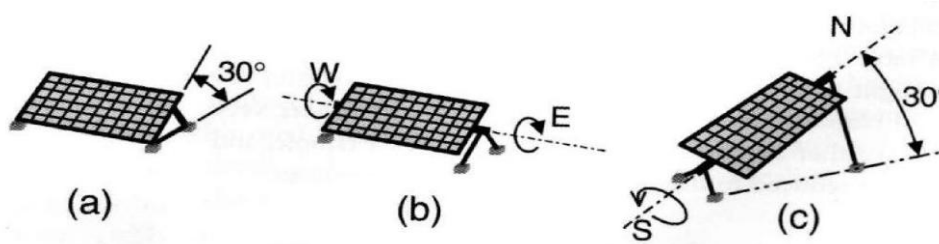
Per maggiori approfondimenti si rimanda alla relazione sul sistema di supervisione e controllo.

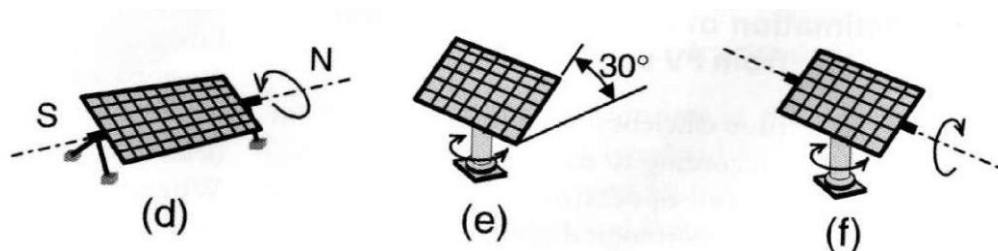
### STRUTTURE DI SOSTEGNO

Al fine di ottimizzare l'utilizzo delle aree occupate dall'impianto e massimizzare la produzione di energia elettrica si è scelto di utilizzare come struttura di fissaggio dei pannelli fotovoltaici un sistema ad inseguimento.

Gli inseguitori solari sono dei dispositivi che, attraverso opportuni movimenti meccanici, permettono di "inseguire" lo spostamento apparente del Sole nel cielo - o almeno di far orientare in maniera favorevole rispetto ai suoi raggi un modulo fotovoltaico.

Gli inseguitori solari sono in grado di offrire al modulo una libertà di movimento monoassiale o biassiale.





*Movimenti degli Inseguitori Solari Monoassiali (b,c,d) e Biassiali (e,f)*

I sistemi con miglior rapporto costo-benefici sono quelli monoassiali. possiamo distinguere quattro tipologie: inseguitori di tilt, inseguitori di rollio, inseguitori di azimut, inseguitori ad asse polare.

Di seguito viene mostrata una tabella riepilogativa che permette di confrontare l'incremento di resa in funzione del tipo di inseguitore scelto:

Classificazione	Tipologia di inseguitore	Incremento di produzione rispetto ad impianto fisso
monoassiale	Inseguitore di tilt	<10%
monoassiale	Inseguitore di rollio	15%
monoassiale	Inseguitore di azimut	25%
monoassiale	Inseguitore ad asse polare	30%
biassiale	Inseguitore azimut-elevazione	40%
biassiale	Inseguitore di tilt-rollio	40%

La scelta del sistema di inseguimento dipende da numerosi fattori, che includono le dimensioni e le caratteristiche sia della struttura sia del luogo di installazione, la latitudine e le condizioni meteorologiche e climatiche locali. Tipicamente, gli inseguitori biassiali vengono impiegati nei piccoli impianti residenziali e nei Paesi che godono di incentivi molto elevati. Invece, negli altri casi e per i grandi parchi fotovoltaici, risultano indicati gli inseguitori monoassiali di rollio per sfruttare i bassi costi, nonché, la semplicità e robustezza dell'installazione che permette grandi risparmi di scala a fronte di un miglioramento comunque interessante nella produzione di energia, che è rilevante soprattutto di pomeriggio. Gli inseguitori monoassiali di azimut, invece, sono adatti per le alte latitudini, dove il Sole non raggiunge altezze elevate nel cielo, quindi, non per l'Italia, dove un'ottima soluzione, considerata la sua economicità, può essere rappresentata dagli inseguitori monoassiali di rollio.

Per le motivazioni sopra esposte, la scelta per il presente impianto è ricaduta sulla tipologia di inseguitori di rollio, di cui si riporta di seguito un'immagine.



Gli inseguitori di rollio si prefiggono di seguire il sole lungo la volta celeste nel suo percorso quotidiano, a prescindere dalla stagione di utilizzo. In questo caso l'asse di rotazione è nord-sud, mentre l'altezza del sole rispetto all'orizzonte viene ignorata.

Questi inseguitori sono particolarmente indicati per i paesi a bassa latitudine (Italia compresa, specialmente al sud), in cui il percorso del sole è mediamente più ampio durante l'anno. La rotazione richiesta a queste strutture è più ampia del tilt, spingendosi a volte fino a  $\pm 60^\circ$ .

Questi inseguitori fanno apparire ogni fila di moduli fotovoltaici come uno spiedo orientato verso l'equatore. Una caratteristica avanzata di questi inseguitori è detta backtracking e risolve il problema degli ombreggiamenti che inevitabilmente le file di moduli fotovoltaici causano all'alba e al tramonto sollevandosi verso l'orizzonte. Questa tecnica prevede che i servomeccanismi orientino i moduli in base ai raggi solari solo nella fascia centrale della giornata, ma invertano il tracciamento a ridosso di alba e tramonto.

La posizione notturna di un campo fotovoltaico con backtracking è perfettamente orizzontale rispetto al suolo, e dopo l'alba il disassamento dell'ortogonale dei moduli rispetto ai raggi solari viene progressivamente ridotto mano a mano che le ombre lo permettono. Prima del tramonto viene eseguita un'analoga procedura al contrario, riportando il campo fotovoltaico in posizione orizzontale per il periodo notturno. L'incremento nella produzione di energia offerto tali inseguitori si aggira intorno al 15%.

I sistemi monoassiali adottati (trackers) prevedono l'installazione di strutture di supporto dei moduli fotovoltaici realizzate in carpenteria metallica zincata.

Le file di trackers sono disposte lungo la direzione Nord-Sud su file parallele ed opportunamente distanziate tra di loro per evitare gli ombreggiamenti tra le file stesse. Nel progetto "Zaffarana 38" l'interasse tra i tracker è pari a 11 m; per ciascun tracker i moduli fotovoltaici sono disposti su due file. Sono presenti tracker con n. 3 differenti lunghezza e varie interdistanze che vanno da 4,5 m a 5,5 m.

Le strutture di supporto sono composte essenzialmente da:

- pali in acciaio zincato, direttamente infissi nel terreno: non è prevista alcuna opera di fondazione;
- struttura girevole che sorregge i moduli montata sulla sommità dei pali.

Sulle strutture portanti sono disposte due file di moduli fotovoltaici. Nel progetto sono previsti strutture con numero differente di moduli in funzione della lunghezza:

Nome tracker	Lunghezza [m]	N. moduli disposti su due file
tracker104	59,90	104
tracker78	44,50	78
Tracker52	29,54	52

L'inseguitore monoassiale di rollio, necessario per la rotazione della struttura porta moduli, è costituito essenzialmente da un motore elettrico, gestito da un software, che tramite un rinvio collegato al profilato centrale della struttura di supporto consente la rotazione della struttura durante la giornata, posizionando i pannelli nella perfetta angolazione per rendere minima la deviazione dell'ortogonalità dei raggi solari incidenti, massimizzando così il rendimento delle celle e incrementando conseguentemente la produzione di energia elettrica.

Le strutture saranno opportunamente dimensionate per sopportare il peso dei moduli fotovoltaici, considerando il carico da neve e da vento della zona di installazione. La tipologia di struttura prescelta permette di conseguire un incremento di produzione del 15% rispetto ad un impianto fisso e rappresenta l'ottimo nel rapporto costi-benefici.

L'altezza dei pali di sostegno è stata fissata in modo tale che lo spazio libero tra il piano campagna ed i moduli, alla massima inclinazione, sia non inferiore a 0,5 e non superiore a 2,4 m. Di conseguenza, l'altezza massima raggiunta dai moduli in corrispondenza della massima inclinazione degli stessi non supera i 3,5 m.

Il disegno tipico delle strutture di sostegno è rappresentato nella Tavola: "EPD.P2 Particolari strutture di sostegno".

## OPERE PER LA CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA

Le opere per la connessione alla rete elettrica di trasmissione nazionale (RTN) sono composte da due parti:

- Opere di utente
- Opere di rete

Tali opere vengono descritte dettagliatamente nel Piano Tecnico delle Opere (PTO) allegato alla presente relazione, che contiene le opere in progetto per la connessione del parco fotovoltaico "Zaffarana 38" alla nuova Stazione Elettrica (di seguito SE) RTN 220 kV denominata "PARTANNA 2" nel Comune di Marsala in Provincia di TRAPANI.

### OPERE DI UTENTE

Le Opere di Utente comprendono:

- la sottostazione Elettrica di trasformazione 30 kV/220 KV denominata "SSE Zaffarana";
- elettrodotto in cavo AT 220 kV interrato di collegamento tra la Sottostazione Elettrica utente e la Stazione Elettrica 220 kV di TERNA denominata "SE PARTANNA 2".

#### Sottostazione elettrica di trasformazione

La SSE "Zaffana" sarà realizzata in un terreno sito nel territorio del Comune di Marsala, in prossimità della stazione elettrica PARTANNA 2, individuato al N.C.T. del Comune di Marsala nel foglio di mappa n. 189, particella n° 26.


Nella SSE utente viene effettuata la trasformazione da 30 kV a 220 kV dell'energia elettrica prodotta dal parco agro-fotovoltaico denominato "Zaffarana 38", della potenza di 38,3 MWp da realizzare in agro del comune di Trapani, mediante n° 1 trasformatori 30/220 kV da 30 MVA.

In sintesi, la SSE utente sarà composta da:

- n. 4 Stalli di trasformazione (con trasformatori di potenza 30 MVA) e più precisamente stallo trasformatore per l'impianto agro-fotovoltaico "Zaffarana 38" e n. 3 stalli trasformatore considerati al momento riserve.
- n.1 stallo linea in cavo a 220 kV per il collegamento in cavo alla stazione 220 kV Terna "Partanna 2"
- edificio quadri arrivo linee MT

#### Elettrodotto AT

L'elettrodotto a 220 kV di collegamento tra la sottostazione utente di trasformazione 30/220 kV e la stazione Terna 220 kV "Partanna 2" avrà una lunghezza di circa 715 m e sarà realizzato con una singola terna di cavi unipolari 127/220 (245) kV – 45 kA x 0,5 sec. con anima in alluminio di sezione 630 mmq, schermo semiconduttivo sul conduttore, isolamento in polietilene reticolato (XLPE), schermo semiconduttivo

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO “Zaffarana 38”          COMUNE DI TRAPANI (TP)</b>		<b>Codice: REL.RT</b>	
	<b>RELAZIONE TECNICA GENERALE</b>		Rev.: 00	Pag.: 37 / 42

sull'isolamento, nastri in materiale igroespandente, schermo a fili di rame e guaina in alluminio monoplaccato e rivestimento in polietilene (PE) con grafitura esterna.

I cavi saranno interrati ad una profondità pari a 1,5 m. Il tracciato si svilupperà in parte su provinciale SP8 ed in parte su SP69, escluso un breve tratto sulla particella 26 (F189 comune di Marsala) di circa 32 m ed un tratto di circa 81 m sulla particella 193 (F.189) per i quali saranno stipulate apposite servitù di elettrodotto.

I cavi saranno attestati in ciascuna estremità su una terna di terminali in aria, olio o esafluoruro di zolfo (SF6) e avranno gli schermi metallici collegati fra di loro secondo opportune modalità.

Si rimanda al progetto delle Opere di Utente per maggiori dettagli ed approfondimenti.

## OPERE DI RETE

Le Opere di Rete comprendono le opere civili ed elettriche da eseguirsi nella costruenda Stazione Elettrica “Partanna 2” di proprietà Terna, necessarie all'allacciamento alla RTN del parco agro-fotovoltaico.

Tale stazione è prevista nel territorio del comune di Marsala, in provincia di Trapani. Sarà connessa tramite un nuovo raccordo in entra – esci a 220 kV all'attuale elettrodotto 220 kV della RTN denominato “Fulgatore – Partanna”.

La SE “Partanna 2” ed i relativi raccordi sono stati autorizzati con decreto dell'Assessorato all'Energia ed ai Servizi di Pubblica Utilità della Regione Siciliana con DDG n. 186 del 26.3.2018 all'interno della procedura autorizzativa dell'impianto eolico della società Metora srl con sede legale in Santa Ninfa (TP). In tale autorizzazione è precisato che la nuova stazione “Partanna 2”, oltre a permettere l'immissione in rete dell'energia prodotta dall'impianto eolico della Metora, è stata anche progettata per rappresentare un centro di raccolta di ulteriori iniziative di produzione di energia da fonte rinnovabile.

La soluzione di connessione rilasciata da Terna SpA alla società titolare, prevede un collegamento in antenna alla SE “Partanna 2”, in corrispondenza dello stallo arrivo produttore a 220 kV che nel progetto autorizzato della SE “Partanna 2” risulta disponibile. Questo stallo costituisce l'impianto di rete per la connessione.

Il collegamento in antenna a tale stallo sarà eseguito tramite l'elettrodotto in cavo AT proveniente dalla SSE utente, sopra meglio descritto, che si attesterà al terminale aereo cavo che verrà realizzato all'interno della SE “Partanna 2”. Il terminale aereo-cavo sarà collegato allo stallo arrivo linea già previsto nel progetto della SE “Partanna 2”.

Le opere di rete prevedono quindi:

- la costruzione di uno stallo completo a 220 kV su doppia sbarra;
- la costruzione di un terminale aereo cavo per l'arrivo del cavo AT a 220 KV proveniente dalla SSE utente.

Tutte le apparecchiature ed i componenti dell'impianto di rete saranno conformi alle relative Specifiche Tecniche di TERNA.

Per maggiori approfondimenti si rimanda al progetto delle Opere di Rete previste nel Piano Tecnico delle Opere (PTO) facente parte del progetto dell'impianto agro-fotovoltaico “Zaffarana 38”.



## SICUREZZA NEI CANTIERI

I lavori si svolgeranno nel rispetto della normativa vigente in materia, ovvero il Testo Unico Sicurezza DECRETO LEGISLATIVO 9 aprile 2008 , n. 81 e s.m.i.

Pertanto, ai sensi di tale decreto in fase di progettazione esecutiva si provvederà a nominare un Coordinatore per la progettazione abilitato che redigerà il Piano di Sicurezza e di Coordinamento e il fascicolo tecnico.

Successivamente, in fase di realizzazione dell'opera, saranno effettuate le notifiche preliminari ad Enti\Autorità preposti e sarà nominato un Coordinatore per l'esecuzione dei lavori che vigilerà durante tutta la durata dei lavori sul rispetto da parte delle ditte appaltatrici delle norme di legge in materia di sicurezza e delle disposizioni previste nel Piano di Sicurezza e Coordinamento.

## CALCOLO DELLA PRODUCIBILITÀ ENERGETICA DELL'IMPIANTO

L'area ove è prevista la realizzazione dell'impianto presenta buone caratteristiche di irraggiamento orizzontale globale, stimato in circa 1770 kWh/m<sup>2</sup> per anno, che sul piano dei collettori raggiungerà il valore di 2200 kWh/m<sup>2</sup> per anno.

L'impianto fotovoltaico sarà in grado di produrre, in media, circa 1950 kWh/kW per anno. Questo dato è stato ricavato utilizzando le simulazioni ed il database del software PVSYST V6.86 che è considerato ormai uno standard ed è riconosciuto a livello internazionale quale strumento base per il dimensionamento di impianti fotovoltaici di tipo "grid connected". Il calcolo di producibilità dell'impianto è stato eseguito considerando una potenza totale pari a:

$$P_{dc} \text{ totale} = 38,3 \text{ MWp}$$

**L'energia annua prodotta dall'impianto** è pari a:

$$1950 \text{ MWh/MWp/anno} \times 38,3 \text{ MWp} = 74,7 \text{ GWh/anno}$$

L'energia prodotta dall'impianto è in grado di soddisfare i consumi elettrici annuali di oltre 20.000 "famiglie tipo" residenti in Italia ; vedi GSE "La spesa energetica delle famiglie..." Ott. 2017.



## EMISSIONI EVITATE DI CO<sub>2</sub>

La sostituzione dell'energia prodotta da combustibili fossili con la produzione di energia fotovoltaica contribuisce alla riduzione di gas nocivi da combustione come anidride carbonica, metano ed ossidi di azoto, per cui, il beneficio che ne deriva può essere valutato come mancata emissione, ogni anno, di rilevanti quantità di inquinanti.

Per fare un esempio concreto, si pensi che il consumo energetico, per la sola illuminazione domestica in Italia, è pari a 7 miliardi di chilowattora. Per produrre un chilowattora elettrico vengono bruciati mediamente l'equivalente di 2,56 kWh sotto forma di combustibili fossili e di conseguenza emessi nell'aria circa 0,58 kg di anidride carbonica (fattore di emissione del mix elettrico italiano alla distribuzione). Si può dire quindi che ogni kWh prodotto dal sistema fotovoltaico evita l'emissione di 0,58 kg di anidride carbonica.

La tabella seguente riporta il calcolo dell'emissione evitate nel tempo di vita dall'impianto in oggetto.

Energia elettrica generata	Fattore mix elettrico italiano	Emissioni annue evitate	Vita dell'impianto	Emissioni evitate (*)
74.700.000 kWh	0,58 kg <sub>CO2</sub> /kWh	<b>43.326.000 kg<sub>CO2</sub></b>	20 anni	866.520 ton <sub>CO2</sub>

(\*) Emissioni in atmosfera evitate nell'arco della vita dell'impianto

### Calcolo delle emissioni evitate

Se si considera che un albero adulto assorbe, per crescere, circa 7 kg di CO<sub>2</sub> ogni anno, per assorbire 43.326.000 kg di CO<sub>2</sub> occorrerebbero circa 6.189.429 alberi.

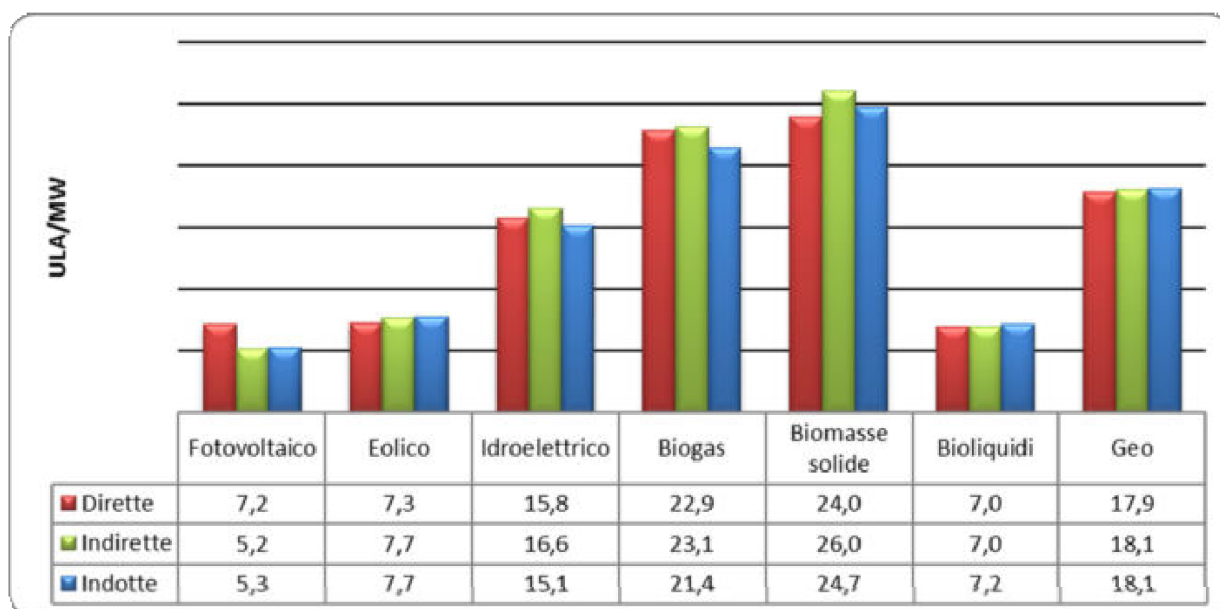
Per ottenere il pieno risultato ecologico si stima che la densità arborea di un'area boscata debba essere di circa 300 alberi per ettaro, pertanto possiamo affermare che **la realizzazione dell'Impianto Fotovoltaico "Zaffarana 38" equivarrebbe all'assorbimento di circa 20.631 ettari di bosco.**

Infine, considerando una produzione annua dell'impianto fotovoltaico pari a circa 74,7 GWh considerando che una tipica famiglia italiana di 4 persone necessita di 3.750 kWh all'anno, si può stimare l'impianto può soddisfare il fabbisogno energetico di 19.920 famiglie.

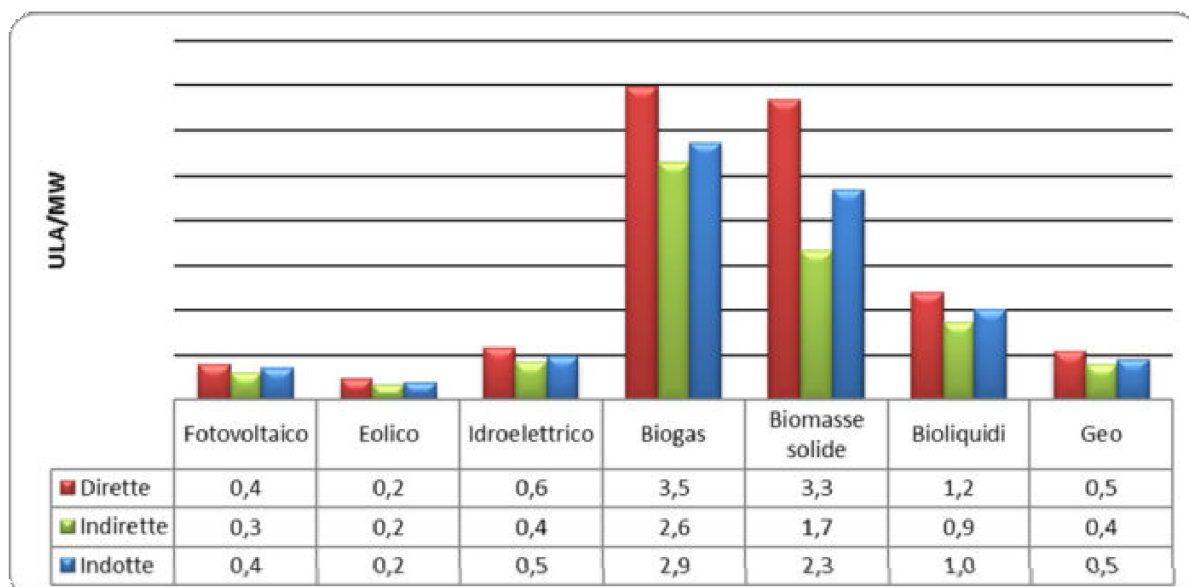
## RICADUTE SOCIALI, OCCUPAZIONALI ED ECONOMICHE

Alla luce delle proiezioni di sviluppo delle FER al 2030 in Sicilia, è possibile effettuare delle stime circa le conseguenti future ricadute occupazionali.

Sulla base delle valutazioni del GSE consolidate per il periodo tra il 2012 ed il 2014 si riportano i seguenti fattori occupazionali in termini di ULA medie per ciascun MW di potenza installata di impianti alimentati a fonti rinnovabili sia in termini di ricadute temporanee sia permanenti.



*Figura 13 Ricadute occupazionali temporanee per MW di potenza FER installata (Fonte GSE).*




*Figura 14 Ricadute occupazionali permanenti per MW di potenza FER installata (Fonte GSE)*

Di seguito si riportano le ricadute occupazionali relative all'impianto "Zaffarana 38":

Potenza impianto	38,3	MWp
<b>Ricadute occupazionali temporanee</b>		
Dirette	Indirette	Indotte
275	198	202
<b>Ricadute occupazionali permanenti</b>		
Dirette	Indirette	Indotte
15	11	15

*Ricadute occupazionali temporanee e permanenti generate dall'impianto "Zaffarana 38".*

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO "Zaffarana 38"</b> <b>COMUNE DI TRAPANI (TP)</b>	<b>Codice: REL.RT</b>	
	<b>RELAZIONE TECNICA GENERALE</b>	Rev.: 00	Pag.: 42 / 42

## CONCLUSIONI

---

In conclusione, è possibile affermare che l'impianto fotovoltaico "ZAFFARANA 38", grazie alla semplice tecnologia adottata ed alla sua tipologia "retrofit" non apporterà alcun rischio ambientale, né altererà l'attuale fisionomia dei luoghi, sia dal punto di vista geologico che dal punto di vista ecologico. Le medesime considerazioni è possibile effettuarle per la nuova linea MT interrata che verrà realizzata al fine di immettere l'energia prodotta sulla RTN.

Per quanto esposto e analizzato nel presente documento si può ragionevolmente concludere che i modesti impatti sull'ambiente siano compensati dalle positività dell'opera, prime tra le quali le emissioni evitate e il raggiungimento degli obiettivi regionali e nazionali di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile.