

REGIONE SICILIA
PROVINCIA DI PALERMO
COMUNE DI MONREALE

LOCALITÀ PIETRALUNGA

Oggetto:

PROGETTO DEFINITIVO PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO AVENTE POTENZA DI PICCO PARI A 16,09 MWp E POTENZA NOMINALE PARI A 15,64 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE

Sezione:

SEZIONE A - RELAZIONI GENERALI

Elaborato:

RELAZIONE DESCRITTIVA

Nome file stampa:

FV.MNR02.PD.A.01.1.pdf

Codifica Regionale:

RS12REL0001A0

Scala:

Formato di stampa:

A4

Nome elaborato:

FV.MNR02.PD.A.01.1

Tipologia:

R

Proponente:

E-WAY FINANCE S.p.A.

Piazza San Lorenzo in Lucina, 4

00186 ROMA (RM)

P.IVA. 15773121007



E-WAY FINANCE S.p.A.

P.zza San Lorenzo in Lucina, 4

00186 - Roma

C.F./P.Iva 15773121007

Progettista:

E-WAY FINANCE S.p.A.

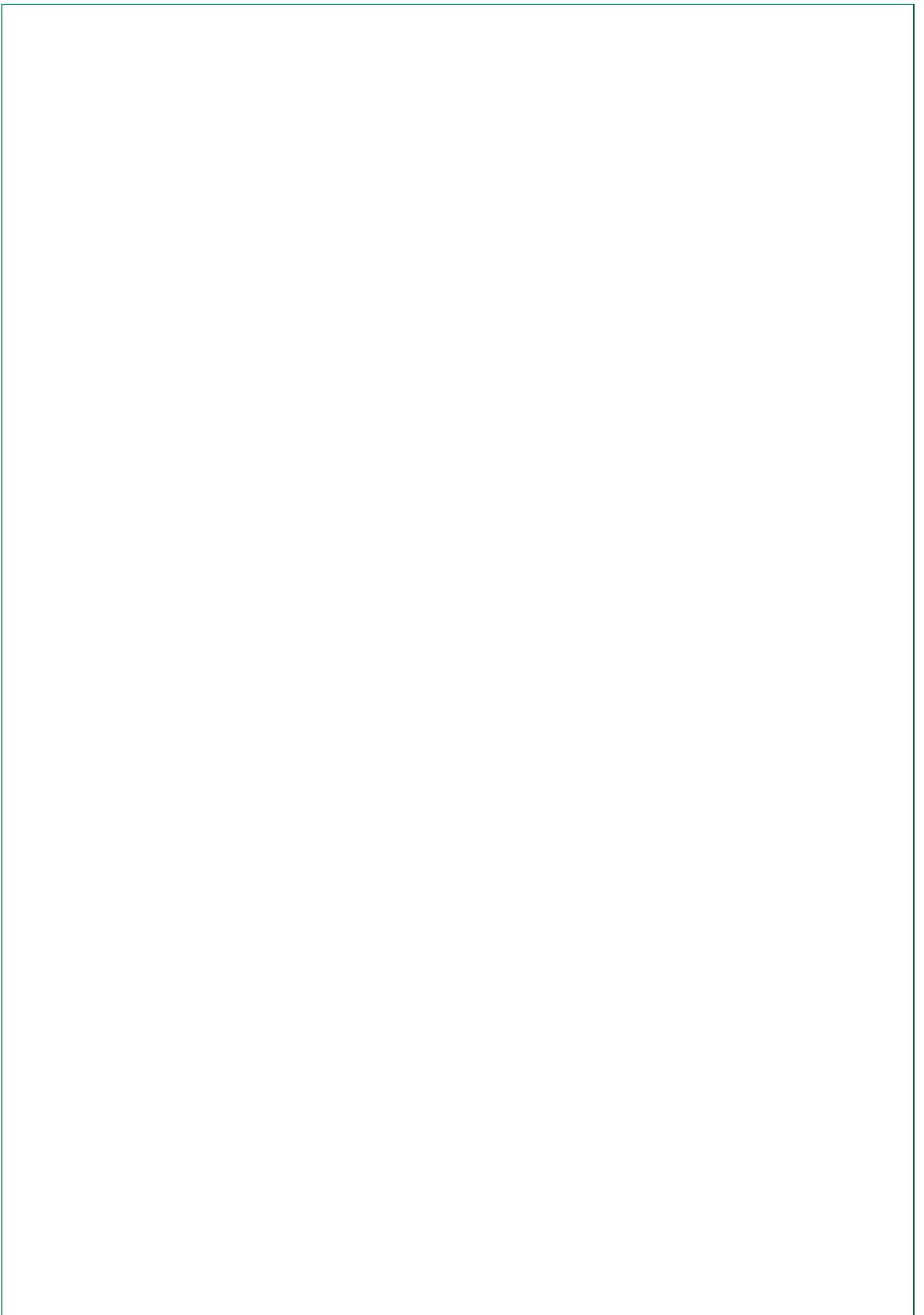
Piazza San Lorenzo in Lucina, 4

00186 ROMA (RM)

P.IVA. 15773121007



CODICE	REV. n.	DATA REV.	REDAZIONE	VERIFICA	VALIDAZIONE
FV.MNR02.PD.A.01.1	00	04/2022	M.Gargione/S.Ierardi	A.Bottone	A.Bottone



INDICE

1	PREMESSA.....	9
2	INTRODUZIONE	10
2.1	Generalità	10
2.2	Inquadramento territoriale del progetto	11
2.3	Descrizione del progetto da un punto di vista elettrico	13
2.4	Descrizione del progetto da un punto di vista agronomico.....	15
2.5	Viabilità di avvicinamento al sito	16
2.6	Stima della producibilità dell'impianto.....	17
2.7	Ricadute ambientali del progetto.....	18
3	DESCRIZIONE DEGLI ELEMENTI TECNICI	19
3.1	Moduli Fotovoltaici	19
3.2	Tracker.....	20
3.3	Quadro di stringa	21
3.4	Inverter Centralizzato	22
3.5	Power Station	22
3.6	Cavi DC	23
3.7	Cavidotto a 36 kV	25
3.8	Sistema di monitoraggio	27
3.9	Sistema di illuminazione e videosorveglianza	28
4	OPERE EDILI.....	30
4.1	Recinzione, Cancelli e Piantumazione Perimetrale.....	30
4.2	Cabine prefabbricate	31

CODICE	FV.MNR02.PD.A.01.1
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	04/2022
PAGINA	3 di 39

4.3	Scavi	31
4.4	Pali Tracker	32
5	PRESCRIZIONI ANTINCENDIO	33
6	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	34
6.1	Premessa	34
6.2	Legislazione e normativa nazionale in ambito elettrico.....	34
6.3	Sicurezza elettrica	35
6.4	Normativa fotovoltaica.....	35
6.5	Quadri elettrici.....	37
6.6	Rete elettrica del distributore e allacciamento agli impianti	37
6.7	Cavi, cavidotti e accessori	38
6.8	Scariche atmosferiche e sovratensioni	39



RELAZIONE DESCRITTIVA

CODICE	FV.MNR02.PD.A.01.1
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	04/2022
PAGINA	4 di 39

INDICE DELLE FIGURE

<i>Figura 1 - Inquadramento dell'area di intervento (Google Earth)</i>	<i>11</i>
<i>Figura 2 - Inquadramento catastale dell'area di impianto</i>	<i>12</i>
<i>Figura 3 - Inquadramento opere di progetto su carta IGM 1:25 000</i>	<i>13</i>
<i>Figura 4 - Tracciato relativo all'accessibilità del sito</i>	<i>17</i>
<i>Figura 5 - Moduli FV scelti</i>	<i>20</i>
<i>Figura 6 - Tracker 2P con Moduli FV - Vista Longitudinale</i>	<i>21</i>
<i>Figura 7 - Quadro di Stringa</i>	<i>22</i>
<i>Figura 8 - Inverter interni alle Power Station (PS).....</i>	<i>22</i>
<i>Figura 9 - Power Station</i>	<i>23</i>
<i>Figura 10 - Cavo Solare, H1Z2Z2-K.....</i>	<i>24</i>
<i>Figura 11 - Cavo BT, ARG16R16 0,6/1 kV.....</i>	<i>25</i>
<i>Figura 12 - Collegamento entra-esce PS Sottocampo A e Sottocampo B</i>	<i>26</i>
<i>Figura 13 - Collegamento entra-esce PS Sottocampo D e Sottocampo C</i>	<i>26</i>
<i>Figura 14 - Particolari Recinzioni, Cancelli e Piantumazione Perimetrale.....</i>	<i>30</i>



RELAZIONE DESCRITTIVA

CODICE	FV.MNR02.PD.A.01.1
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	04/2022
PAGINA	6 di 39



RELAZIONE DESCRITTIVA

CODICE	FV.MNR02.PD.A.01.1
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	04/2022
PAGINA	7 di 39

INDICE DELLE TABELLE

<i>Tabella 1 - Coordinate GPS del baricentro approssimativo del sito di intervento.....</i>	<i>11</i>
<i>Tabella 2 - Riferimenti catastali dell'area di intervento.....</i>	<i>12</i>
<i>Tabella 3 - Coordinate Parco Agrivoltaico "Pietralunga".....</i>	<i>13</i>
<i>Tabella 4 - Sintesi Impianto agrofotovoltaico.....</i>	<i>14</i>
<i>Tabella 5 - Principali caratteristiche di potenza installata ed energia prodotta.....</i>	<i>17</i>
<i>Tabella 6 - Mancate emissioni di inquinanti.....</i>	<i>18</i>



RELAZIONE DESCRITTIVA

CODICE	FV.MNR02.PD.A.01.1
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	04/2022
PAGINA	8 di 39

1 PREMESSA

Il presente elaborato è riferito al progetto per la costruzione e l'esercizio di un impianto agro-fotovoltaico di produzione di energia elettrica da fonte solare, denominato "Pietralunga", sito in agro di Monreale (PA).

In particolare, l'impianto in progetto ha una potenza di picco pari a 16,09 MWp e una potenza nominale di 15,64 MW ed è costituito dalle seguenti sezioni principali:

1. Un campo agro-fotovoltaico suddiviso in 4 sottocampi, costituiti da moduli fotovoltaici bifacciali aventi potenza nominale pari a 550 Wp cadauno ed installati su strutture ad inseguimento mono-assiale (tracker);
2. Una stazione di conversione e trasformazione dell'energia elettrica detta "Power Station" per ogni sottocampo dell'impianto;
3. Una Cabina di Raccolta e Misura a 36 kV;
4. Linee elettriche a 36 kV in cavo interrato per l'interconnessione delle Power Station con la Cabina di Raccolta e Misura;
5. Una linea elettrica a 36 kV in cavo interrato per l'interconnessione della Cabina di Raccolta e Misura con la Stazione Elettrica in fase autorizzativa "Monreale 3" 36/220 kV;

Titolare dell'iniziativa proposta è la società E-Way Finance S.p.A., avente sede legale in Piazza San Lorenzo in Lucina, 4 - 00186 Roma (RM), P.IVA 15773121007.

2 INTRODUZIONE

2.1 Generalità

E-Way Finance S.p.A., una società attiva nella progettazione di impianti di produzione di energia derivante da fonte rinnovabile, intende realizzare nel comune di Monreale (PA), in località "Pietralunga", un impianto agro-fotovoltaico per la produzione di energia elettrica.

Il progetto si pone l'obiettivo di creare una virtuosa sinergia tra la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile e la tutela dell'attività agricola, evitando così di sottrarre terreno utilizzabile ai fini dell'agricoltura ed il pascolo. Il progetto si caratterizza per una serie di aspetti innovativi, legati alla tecnologia e l'agronomia con cui si è deciso di operare, in particolare:

- a livello tecnologico si utilizzerà la tecnologia del fotovoltaico su tracker mono-assiale con pannelli disposti a nord-sud, opportunamente sollevati da terra, in modo da consentire il prato libero sottostante e allo stesso tempo la massimizzazione della producibilità elettrica;
- a livello agronomico si dimostrerà che la combinazione di agricoltura e pannelli fotovoltaici potrebbe avere effetti sinergici per la produzione agricola, la regolazione del clima locale, la conservazione dell'acqua e la produzione di energia rinnovabile.

I moduli fotovoltaici trasformano parte dell'energia luminosa dei fotoni in energia elettrica, tale produzione avviene grazie all'esposizione alla luce solare e al materiale semiconduttore di cui si costituiscono le celle fotovoltaiche. La corrente prodotta dai moduli è di tipo CC "Corrente Continua", essa sarà trasformata in corrente alternata CA da apparati elettronici chiamati "inverter" e ceduta alla rete elettrica del gestore locale o di Terna S.p.A.

L'applicazione della tecnologia fotovoltaica consente:

1. La produzione di energia elettrica senza alcun tipo di inquinamento;
2. Il risparmio di combustibile fossile;
3. La riduzione di immissione di anidride carbonica nell'atmosfera;
4. La riduzione di immissione di NO_x e SO_x nell'atmosfera;
5. La produzione energetica azzerando l'inquinamento acustico;
6. Un incremento occupazionale ed economico sul tessuto produttivo locale;

7. Un ritorno economico dell'investimento negli anni di vita utile dell'impianto.

Tutta la progettazione è stata svolta con riferimento alle tecnologie più avanzate, assicurando i migliori rendimenti ad oggi disponibili sul mercato. Va, però, tenuto in conto che la tecnologia fotovoltaica risulta ad oggi in una fase di sviluppo molto rapida, per cui le tecnologie adoperate potrebbero risultare "datate" al momento dell'esecuzione. Per tenere conto di ciò, la società sottolinea che dalla progettazione definitiva alla realizzazione potranno prevedersi delle sostituzioni relative alle tecnologie e alle componenti principali (moduli fotovoltaici, inverter, strutture di supporto) al fine di adeguare il progetto all'avanzamento tecnologico del momento.

2.2 Inquadramento territoriale del progetto

L'impianto di progetto è situato in Sicilia, nel Comune di Monreale (PA). Il terreno ricade in zona agricola E ai sensi dello strumento urbanistico vigente (PUG) nel comune di Monreale. L'area di intervento ha un'estensione di circa 27 ha ed è situata nella località "Pietralunga". L'area oggetto di studio si trova in una zona dislocata rispetto ai centri abitati circostanti, ed è attraversata quasi nel centro dalla SP91.



Figura 1 - Inquadramento dell'area di intervento (Google Earth)

Coordinate Parco Agrovoltaico di progetto - Comune di Monreale "Loc. Pietralunga"								
ID PARCO	UTM-WGS84 (m) – FUSO 33		UTM-ED 50 (m) – FUSO 33		GAUSS BOAGA (m)		Catasto	Quote altimetriche (s.l.m.m.)
	EST	NORD	EST	NORD	EST	NORD	Comune	
	342763	4195578	342831	4195770	2362771	4195584	MONREALE	370
	342836	4195216	342904	4195408	2362844	4195222	MONREALE	353

Tabella 1 - Coordinate GPS del baricentro approssimativo del sito di intervento

I riferimenti catastali contrattualizzati relativi all'area di impianto sono:

ID	COMUNE	FOGLIO	PARTICELLE
AREA LAYOUT	Monreale	146	16-45-57-61-62-63-64-65-66-112-113-114-115-126

Tabella 2 - Riferimenti catastali dell'area di intervento

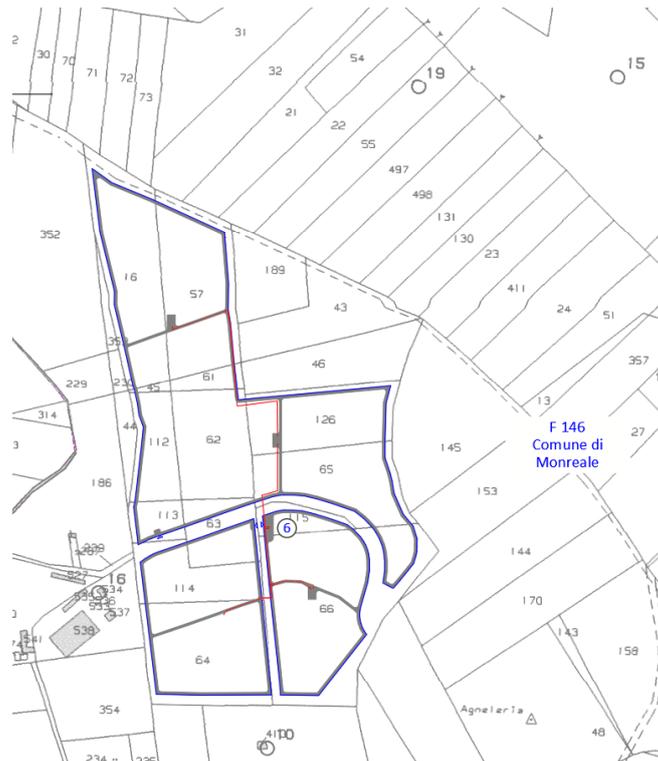


Figura 2 - Inquadramento catastale dell'area di impianto

All'interno della relazione "FV-MNR02.PD.L05 - Piano particellare di asservimento e di esproprio grafico e descrittivo (con opere di connessione)" sono analizzate tutte le aree da espropriare ed asservire ai fini della corretta messa in servizio dell'impianto agro-fotovoltaico proposto, del cavidotto e della Stazione Utente.

E-Way Finance S.p.A. ha, inoltre, ottenuto la Soluzione Tecnica Minima Generale di connessione alla RTN, la quale prevede che l'impianto venga collegato in antenna a 36 kV con la sezione a 36 kV di una nuova stazione elettrica (SE) in doppia sbarra a 220/36 kV, da collegare in entra – esce sulla linea a 220 kV della RTN "Partinico – Ciminna".

Le opere di progetto ricadono tutte nel comune di Monreale (PA), in località "Pietralunga". L'ubicazione complessiva delle opere e della SE "Monreale 3" con la sezione a 36 kV integrata, si rileva dall'allegato FV.MNR02.PD.B.01 – "Inquadramento generale su IGM e Coordinate".

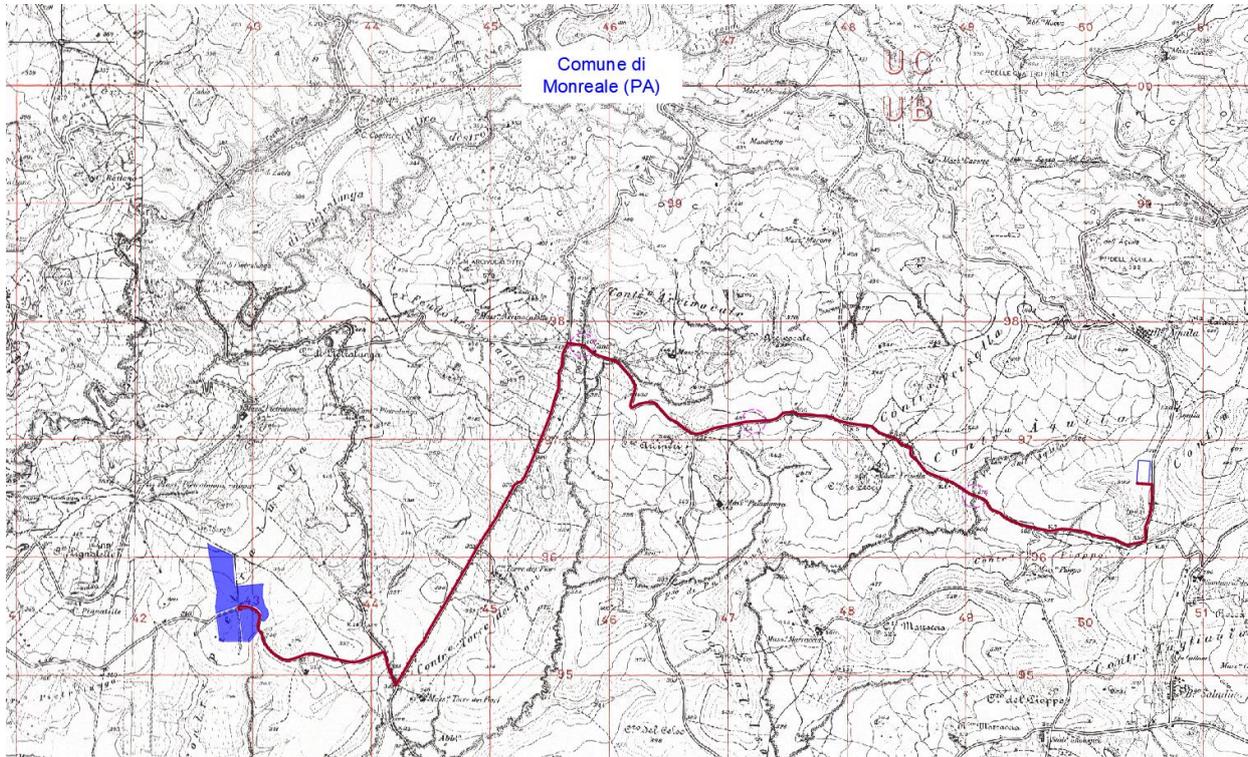


Figura 3 - Inquadramento opere di progetto su carta IGM 1:25 000

Coordinate Parco Agrovoltaico di progetto - Comune di Monreale "Loc. Pietralunga"								
ID PARCO	UTM-WGS84 (m) – FUSO 33		UTM-ED 50 (m) – FUSO 33		GAUSS BOAGA (m)		Catasto	Quote altimetriche (s.l.m.m.)
	EST	NORD	EST	NORD	EST	NORD		
	342763	4195578	342831	4195770	2362771	4195584	MONREALE	370
	342836	4195216	342904	4195408	2362844	4195222	MONREALE\	353

Tabella 3 - Coordinate Parco Agrivoltaico "Pietralunga"

2.3 Descrizione del progetto da un punto di vista elettrico

L'alternativa progettuale prevede la realizzazione di un parco agro-fotovoltaico complessivamente della potenza di 16,09 MWp, dove si ipotizza l'installazione di moduli FV bifacciali della Longi, Hi-MO5m LR5 72HBD 550M (o simili) su inseguitori solari (o tracker) monoassiali N-S della Convert, con un'interdistanza fra le file (o pitch) tale da permettere la coltivazione e la lavorazione del terreno sottostante.

Si prevede la suddivisione dell'area in "Sottocampi", per ognuno dei quali è previsto l'utilizzo di una Power Station con diversi inverter centralizzati al suo interno. Il collegamento fra i sottocampi del parco in entrata fino al raggiungimento di una cabina di raccolta avverrà per mezzo di un "cavidotto interno" in media tensione interrato a 36 kV, che attraversa la SP91. Per quanto concerne invece il "cavidotto esterno", che

collega l'area di impianto alla stazione elettrica di smistamento, si prevede l'attraversamento di differenti strade, quali la SP91, SP4, SP92, SP42, SP103.

Segue un riassunto generale dei dati di impianto:

Tabella 4 - Sintesi Impianto agrofotovoltaico

	Sottocampo A	Sottocampo B	Sottocampo C	Sottocampo D
<i>Tipologia di Pannelli</i>	Hi-MO5m LR5 72HBD 550M			
<i>N° Pannelli x Stringa</i>	28			
<i>Applicazione</i>	Agro FV			
<i>N° Tracker/Stringhe</i>	222	161	333	329
<i>Totale Tracker/Stringhe</i>	1045			
<i>N° Pannelli</i>	6216	4508	9324	9212
<i>Totale Pannelli</i>	29260			
<i>N° QdS</i>	19	14	28	28
<i>Totale QdS</i>	89			
<i>Potenza [kWp]</i>	3418,8	2479,4	5128,2	5066,6
<i>Potenza Totale [MWp]</i>	16,093			
<i>Tipologia Inverter</i>	1665TL B640	1170TL B450	1665TL B640	1665TL B640
<i>N° Inverter x PS</i>	2	2	3	3
<i>N° Power Station (PS)</i>	4			
<i>Potenza [kWac] a $\cos \varphi = 0,95$.</i>	3159,7	2221,1	4739,55	4739,55
<i>Sovraccaricabilità [%] a $\cos \varphi = 0,95$</i>	108%	112%	108%	107%
<i>Potenza Totale [MWac] $\cos \varphi = 0,95$</i>	14,8599			
<i>Potenza [kWac] a $\cos \varphi = 1$</i>	3326	2338	4989	4989
<i>Sovraccaricabilità [%] a $\cos \varphi = 1$</i>	103%	106%	103%	102%
<i>Potenza Totale [MWac] $\cos \varphi = 1$</i>	15,6420			

Presso l'impianto verranno installate le Power Station e verrà realizzata la cabina di impianto, detta Cabina di Raccolta e Misura, dalla quale partirà il cavidotto a 36 kV interrato verso la SE "Monreale 3" 36/220 kV, ancora in fase autorizzativa.

L'impianto agro-fotovoltaico di progetto, **Codice Pratica 202001730**, avrà una potenza di picco pari a 16,09 MWp e una potenza nominale di 15,64 MW, il proponente ha ottenuto la Soluzione Tecnica Minima Generale di connessione alla RTN, la quale prevede che l'impianto venga collegato in antenna a 36 kV con la sezione a 36 kV di una nuova stazione elettrica (SE) in doppia sbarra a 220/36 kV, da collegare in entra – esce sulla linea a 220 kV della RTN "Partinico – Ciminna".

2.4 Descrizione del progetto da un punto di vista agronomico

Il progetto previsto, consentirà una piena riqualificazione dell'area, sia da un punto di vista agronomico (lavorazioni agricole volte all'incremento delle capacità produttive del fondo, rotazione colturale con colture miglioratrici, messa a riposo dei terreni) sia dal punto di vista ambientale, aumentando la permeabilità del sito attraverso l'inserimento di specie arbustive ed arboree autoctone e favorendo lo sviluppo delle specie erbacee locali nelle superfici incolte al di sotto dei tracker.

Le specie arbustive autoctone, che saranno impiegate nella fascia perimetrale presentano il duplice scopo di contribuire alla mitigazione dell'impatto paesaggistico dell'opera e all'arricchimento della biodiversità animale e vegetale, costituendo l'habitat per numerose specie animali. L'esecuzione di determinate pratiche agricole possono, se applicate correttamente, portare ad un miglioramento delle caratteristiche chimico-fisiche del suolo degli appezzamenti oggetto di intervento:

- incrementando la sostanza organica limitando gli effetti causati dal fenomeno della compattazione, dovuto essenzialmente al passaggio dei mezzi pesanti necessari per le principali lavorazioni agricole e per la realizzazione del parco agro-fotovoltaico oggetto di studio;
- prevenendo i fenomeni erosivi alla base del processo della desertificazione.

In fase di progettazione, in seguito alla valutazione dei possibili piani colturali, è stata proposta una scelta di colture sufficientemente ampia, considerando quelle che svolgono il loro ciclo riproduttivo e la maturazione nel periodo primaverile-estivo, in modo da ridurre il più possibile eventuali danni da ombreggiamento ed impiegando sempre delle essenze comunemente coltivate in Puglia. Le scelte sono state operate favorendo un'opportuna diversificazione colturale, al fine di prevenire il fenomeno della stanchezza del terreno e la specializzazione dei patogeni delle colture praticate.

Si è optato verso colture ad elevato grado di meccanizzazione o del tutto meccanizzate, tenendo anche conto dell'estensione dell'area, quali:

- Copertura con manto erboso;
- Leguminose da granella;
- Colture officinali.

Le specie impiegate per la realizzazione, meglio rappresentate nelle tavole “FV.MNR02.PD.AGRO.03-Tavola agronomica delle essenze (Parte 1 di 2)” e “FV.MNR02.PD.AGRO.04 – Tavola agronomica delle essenze (Parte 2 di 2)”, rappresentano, inoltre, un utile strumento per la lotta alla desertificazione grazie all’azione fornita dall’apparato radicale delle stesse.

Inoltre, al fine di contribuire alla mitigazione dell’impatto visivo dell’opera, alla protezione del suolo dai fenomeni erosivi, alla tutela delle risorse idriche superficiali e profonde nonché alla conservazione e tutela della biodiversità in un’area fortemente antropizzata, si prevede la realizzazione di una fascia perimetrale di mitigazione e l’imboschimento di una superficie.

Le specie saranno piantate su una fascia di 10 metri, allocate in doppio filare in modo da fornire un effetto coprente della recinzione e dell’impianto. La fascia arborea dovrà essere concepita oltre ai fini dell’azione schermante dell’impianto, anche ai fini di incrementare la biodiversità, considerando i caratteri ambientali e paesaggistici del contesto territoriale.

2.5 Viabilità di avvicinamento al sito

Lo studio sull’accessibilità è stato condotto, per ragionevolezza logistica, nel tratto stradale che va dall’uscita dell’Autostrada E90 “Messina-Palermo” di Villabate all’area di progetto, in quanto, si è previsto che le forniture più importanti possano pervenire via mare dai due punti strategici della città di Palermo (aeroporto o porto commerciale). Sulla base di quanto esposto al capitolo precedente, la viabilità di accesso al sito attraversa:

- Autostrada E90 “Messina-Palermo” fino all’uscita di Villabate;
- SS 121 Catanese, fino all’uscita in direzione Corleone;
- SS 118 Corleonese Agrigentina dall’uscita di Corleone fino all’uscita in direzione San Cipirello;
- SP 4 fino all’incrocio poco prima del km 13;
- SP 91 fino all’area di cantiere.

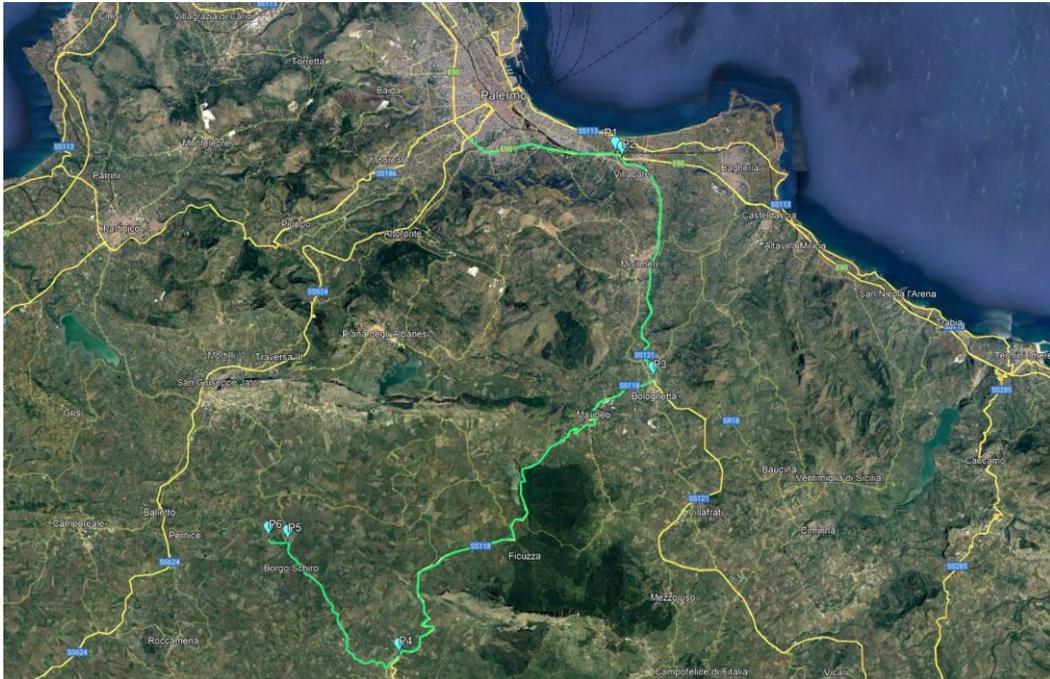


Figura 4 - Tracciato relativo all'accessibilità del sito

2.6 Stima della producibilità dell'impianto

Il database internazionale PVGIS rende disponibili i dati meteorologici per la località di Monreale (PA), località Pietralunga; l'attendibilità dei dati contenuti nel database è internazionalmente riconosciuta, questi possono dunque essere usati per l'elaborazione statistica della stima di radiazione solare per il sito.

Sulla scorta di tutte le considerazioni effettuate nei paragrafi precedenti, è stato effettuato il calcolo della producibilità del sistema, partendo dal modello dell'impianto implementato nel software di calcolo PVsyst.

Una ricapitolazione dei dati estrapolati dal software è:

Potenza [MWp]	16,09
Potenza AC [MW]	15,64
Energia prodotta P50 [GWh/anno]	30
Produzione Specifica P50 [kWh/kWp/anno]	1865
Energia prodotta P90 [GWh/anno]	29,3
Produzione Specifica P90 [kWh/kWp/anno]	1821
Performance Ratio (PR) [%]	83,07

Tabella 5 - Principali caratteristiche di potenza installata ed energia prodotta

2.7 Ricadute ambientali del progetto

Un utile indicatore per definire il risparmio di combustibile derivante dall'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili è il fattore di conversione dell'energia elettrica in energia primaria [TEP/MWh]. Questo coefficiente individua le T.E.P. (Tonnellate Equivalenti di Petrolio) necessarie per la realizzazione di 1 MWh di energia, ovvero le TEP risparmiate con l'adozione di tecnologie fotovoltaiche per la produzione di energia elettrica.

Le ulteriori ricadute ambientali del progetto possono essere analizzate in termini in inquinamento atmosferico mancato per la produzione di energia elettrica da fonti fossili, nello specifico si può far riferimento alle mancate emissioni¹ di CO₂, NO_x e SO_x, stimate secondo i parametri mostrati in Tabella 6:

Inquinante	Fattore di emissione specifico	Mancate Emissioni
CO ₂ (Anidride Carbonica)	266,33 t _{eq} /GWh	7'989,00 t _{eq} /anno
NO _x (Ossidi di Azoto)	0,2107 t/GWh	6,321 t/anno
SO _x (Ossidi di Zolfo)	0,0481 t/GWh	1,443 t/anno
Combustibile ²	0,000187 TEP/kWh	5'610,00 TEP/anno

Tabella 6 - Mancate emissioni di inquinanti

¹ <https://www.isprambiente.gov.it/files2021/pubblicazioni/rapporti/r343-2021.pdf>

² Delibera EEN 3/2008 - ARERA

3 DESCRIZIONE DEGLI ELEMENTI TECNICI

3.1 Moduli Fotovoltaici

I moduli fotovoltaici (o pannelli solari) sono costituiti da celle solari (o celle fotovoltaiche), semiconduttori che convertono l'energia della luce solare incidente in elettricità tramite l'effetto fotovoltaico³. Si tratta di una tipologia di cellula fotoelettrica, le cui caratteristiche elettriche, cioè corrente, tensione e resistenza, possono variare quando è esposta alla luce. Il progetto prevede l'utilizzo di moduli FV bifacciale.

Il modulo fotovoltaico bifacciale è un particolare tipo di pannello che riesce a generare energia da entrambi i lati della cella fotovoltaica, aumentando in tal modo la produzione di energia rispetto a un modulo fotovoltaico standard. Il termine che indica la capacità della cella fotovoltaica di sfruttare la luce sia frontalmente che posteriormente viene definito, appunto, "bifaccialità": un fenomeno reso possibile, in fisica, dal cosiddetto Fattore di Albedo della superficie su cui i moduli vengono installati.

L'albedo è l'unità di misura che indica la capacità riflettente di un oggetto o di una superficie. Solitamente viene espressa con un valore da 0 a 1, che può variare a seconda dei singoli casi. Ad esempio:

- neve e ghiaccio hanno un alto potere riflettente, quindi un Fattore di Albedo pari a 0,75;
- superfici chiare di edifici (in mattoni o vernici chiare) possono raggiungere anche lo 0,6;
- superfici scure di edifici (in mattoni o vernici scure) vedono un dato più ridotto (attorno allo 0,27).

Maggiore è l'albedo di una superficie, maggiore è la quantità di luce che è in grado di riflettere: di conseguenza, anche la produzione di energia dei pannelli fotovoltaici bifacciali sarà più o meno elevata.

I moduli, catturando la luce riflessa sulla parte posteriore, garantiscono un incremento di produzione che può oscillare tra il 10 e il 25% in più rispetto a un modulo mono-facciale a seconda dell'albedo. Proprio per questi motivi i moduli bifacciali si candidano a rivestire un ruolo di primo piano nei prossimi anni. L'appeal di questi prodotti li rende versatili per diversi tipi di installazioni: grandi tetti piani con superfici riflettenti, pensiline

³ In fisica dello stato solido, l'effetto fotovoltaico è il fenomeno fisico di interazione radiazione-materia che si realizza quando un elettrone presente nella banda di valenza di un materiale (generalmente semiconduttore) passa alla banda di conduzione a causa dell'assorbimento di un fotone sufficientemente energetico incidente sul materiale.

fotovoltaiche per il ricovero e la ricarica dei veicoli elettrici, installazioni agro-voltaiche, impianti galleggianti o integrati nelle facciate degli edifici sono alcuni esempi.

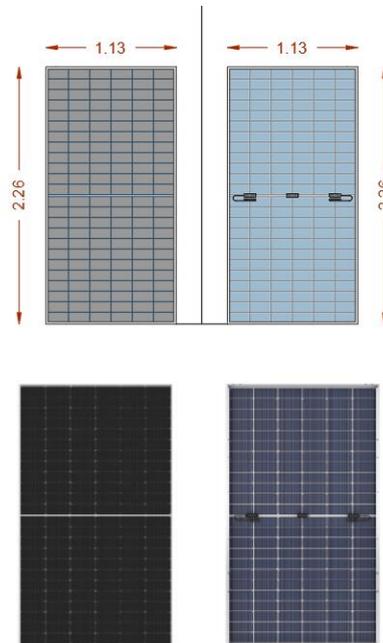


Figura 5 - Moduli FV scelti

Per il progetto in esame sono stati scelti dei moduli FV da 550 Wp. Ogni modulo dispone di diodi di by-pass alloggiati in una cassetta IP68 e posti in antiparallelo alle celle così da salvaguardare il modulo in caso di contro-polarizzazione di una o più celle dovuta ad ombreggiamenti o danneggiamenti.

Ogni stringa di moduli sarà munita di apposito diodo per isolare ogni stringa dalle altre in caso di accidentali ombreggiamenti, guasti etc.

La linea elettrica proveniente dai moduli fotovoltaici sarà messa a terra mediante appositi scaricatori di sovratensione con indicazione ottica di fuori servizio, al fine di garantire la protezione dalle scariche di origine atmosferica.

3.2 Tracker

L'impianto verrà realizzato su strutture ad inseguimento solare mono-assiali dette "tracker". I tracker consentono l'inseguimento della posizione ottimale per la captazione dei raggi solari per mezzo di dispositivi elettromeccanici.

I tracker utilizzati in questa fase progettuale appartengono alla famiglia dei TRJ della casa produttrice CONVERT, tra i leader mondiali nel mercato attuale. Le strutture adottate prevedono due fila da 14 pannelli FV al loro interno, secondo la disposizione tecnicamente riconosciuta come “2 Portrait”, per una potenza totale di 15,4 kWp per singola struttura:

Il sistema “tracker + moduli FV” avrà quest’aspetto:

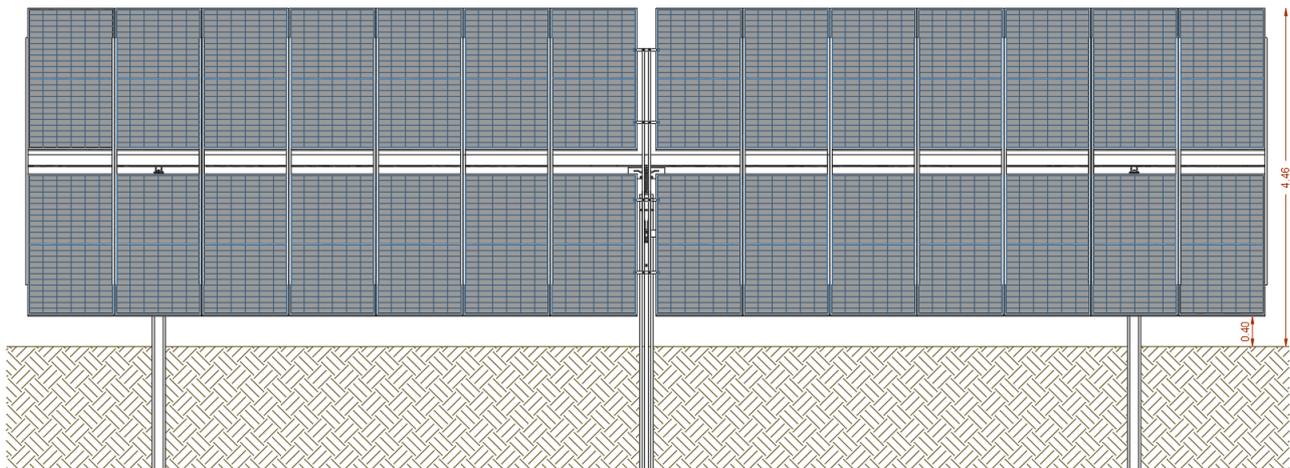


Figura 6 - Tracker 2P con Moduli FV - Vista Longitudinale

Si sottolinea che essendo il mercato dei tracker molto dinamico e le soluzioni tecniche in continuo sviluppo, il fornitore e le dimensioni delle strutture potrebbero variare in fase esecutiva; ad esempio, potranno essere utilizzati anche altri brand come Soltigua, Next Tracker ecc. I tracker sono muniti, inoltre, di un sistema di protezione per evitare danni, alla struttura o ai moduli FV installati, a causa dell’azione del vento troppo elevata. I valori di velocità del vento minimi per l’attivazione di tale protezione verranno identificati in fase esecutiva tenendo conto delle più dettagliate specifiche strutturali.

3.3 Quadro di stringa

I cavi DC in uscita dai tracker verranno indirizzato ad appositi quadri di stringa: ogni quadro di stringa avrà a disposizione un numero di input limitato ove verranno collegati i cavi in uscita dalle varie stringhe.

Disponibile in modelli da 8 a 24 ingressi e con una tensione massima DC di 1500 V, è stato scelto il quadro di stringa prodotto da INGETEAM, gli INGECON SUN 12B. I quadri della serie INGECON SUN sono inoltre caratterizzati dalla presenza all’interno di portafusibili in DC, fusibili in DC, scaricatori di sovratensione DC indotti da fulmini e interruttore sezionatore sotto carico:



Figura 7 - Quadro di Stringa

3.4 Inverter Centralizzato

In fase progettuale si è cercato di uniformare la tecnologia inverter da utilizzare a vantaggio dell'economicità e in modo da facilitare la manutenzione.



Figura 8 - Inverter interni alle Power Station (PS)

Per il progetto in esame, sono stati ipotizzati 2 inverter 1170TL in 1 PS e 8 inverter da 1665TL in 3 PS

3.5 Power Station

I quadri di stringa, per mezzo di cavi interrati in DC, si collegano agli inverter delle Power Station (PS), per una conversione DC/AC a 50 Hz. Internamente alla PS è montato un trasformatore per innalzare la tensione in MT a 36 kV.

Le power station utilizzate in fase progettuale sono INGETEAM, della serie INGECON SUN FSK B. Ogni Power Station effettua una trasformazione continua/alternata in BT per mezzo degli inverter prima indicati e, successivamente, con l'ausilio di trasformatori BT/MT eleva la tensione a 36 kV.



Figura 9 - Power Station

I componenti esterni sono montati su un telaio di base, realizzato in acciaio zincato a caldo. Tutti i componenti compresi gli inverter sono integrati sul telaio di base, completamente cablati e testati in fabbrica, mentre il trasformatore MT viene fornito preassemblato per una connessione veloce in loco.

Tali strutture sono fornite commercialmente in assetti da quattro slot inverter o due slot inverter, a seconda dell'esigenza richiesta dal progetto. Nel caso progettuale proposto, si avranno otto Power Station.

3.6 Cavi DC

Come descritto già, l'utilizzo di moduli FV prevede necessariamente la circolazione di energia in DC interna al campo Agro-FV, prima di poter essere trasformata in BT ed elevata successivamente in MT in Power Station dedicate. In considerazione delle connessioni progettate e dimensionate, si andranno ad utilizzare due tipologie di cavi in condizioni di posa differenti:

- *H1Z2Z2-K*: Cavo solare "in aria" per la connessione fisica fra i moduli FV e il Quadro di Stringa dedicato;
- *ARG16R16*: Cavo BT (DC) "interrato" per la connessione fra il Quadro di Stringa e gli Inverter Centralizzati disposti internamente alle Power Station.

3.6.1 Cavo Solare H1Z2Z2-K

Si riporta di seguito un'immagine caratteristica del cavo in esame:



Figura 10 - Cavo Solare, H1Z2Z2-K

Questi cavi unipolari flessibili stagnato si adoperano per l'interconnessione di elementi di impianti fotovoltaici in quanto, oltre ad una tensione massima di 1800 V in continua, hanno un'elevata adattabilità alle condizioni ambientali esterni. Infatti, sono adatti sia per l'installazione fissa all'esterno che all'interno, entro tubazioni in vista o incassate o in sistemi chiusi similari; sono adatti sia per la posa direttamente interrata che entro tubo interrato e possono essere utilizzati con apparecchiature di classe II. Sono caratterizzati da proprietà meccaniche ottimali in un intervallo di temperatura di esercizio da - 40 a + 90 °C, elevata resistenza all'abrasione, alla lacerazione, ai raggi UV, all'ozono, all'acqua, non propagazione della fiamma, basso sviluppo di fumi, assenza di alogeni, resistenza agli agenti atmosferici che ne permette una durata almeno pari alla vita dell'impianto fotovoltaico

Le loro caratteristiche sono di seguito riportate:

- Conduttore: Rame stagnato ricotto, classe 5;
- Isolante e Guaina esterna: miscela LSOH (Low Smoke Zero Halogen) di gomma reticolata speciale di qualità conforme alla norma EN 50617, non propagante la fiamma, qualità Z2;
- Colore anime: nero;
- Colore guaina: blu, rosso, nero

I cavi tra i moduli a formare le stringhe saranno opportunamente fissati alla struttura tramite fascette, e comunque canalizzati in modo da essere a vista. Discorso analogo vale per il collegamento tra tali cavi e i quadri di stringa.

3.6.2 Cavo BT (DC) ARG16R16

Si riporta di seguito un'immagine caratteristica del cavo in esame:



Figura 11 - Cavo BT, ARG16R16 0,6/1 kV

Tali cavi sono stati impiegati poiché adatti per il trasporto di energia nell'industria, nei cantieri, nell'edilizia residenziale; inoltre ammettono la posa interrata anche se non protetta. Essi sono impiegati per installazione fissa all'interno e all'esterno, su murature e strutture metalliche, su passerelle, tubazioni, canalette e sistemi similari.

Date le proprietà di limitare lo sviluppo del fuoco e l'emissione di calore, il cavo è adatto per l'alimentazione di energia elettrica nelle costruzioni ed altre opere di ingegneria civile. Essi hanno le seguenti caratteristiche costruttive:

- Conduttore: in alluminio, in corda rigida rotonda compatta, classe 2;
- Isolamento: in gomma, qualità G16;
- Cordatura Totale: i conduttori isolati sono cordati insieme;
- Guaina Riempitiva: in materiale termoplastico;
- Guaina Esterna: in PVC (Polivinilcloruro), qualità R16;

3.7 Cavidotto a 36 kV

Il "cavidotto interno" realizza la connessione elettrica interna al campo FV a 36 kV tra le Power Station, in collegamento "entra-esce", e tra le Power Station e la Cabina di Raccolta.

Nella Figura 12, si riporta il collegamento in "entra-esce" fra le PS dei Sottocampi A e B, da cui parte un nuovo cavidotto a 36 kV interrato per la Cabina di Raccolta.



Figura 12 - Collegamento entra-esce PS Sottocampo A e Sottocampo B

In Figura 13, invece, si riporta il collegamento in “entra-esce” fra le PS dei Sottocampi D e C, da cui parte un nuovo cavidotto a 36 kV interrato per la Cabina di Raccolta:

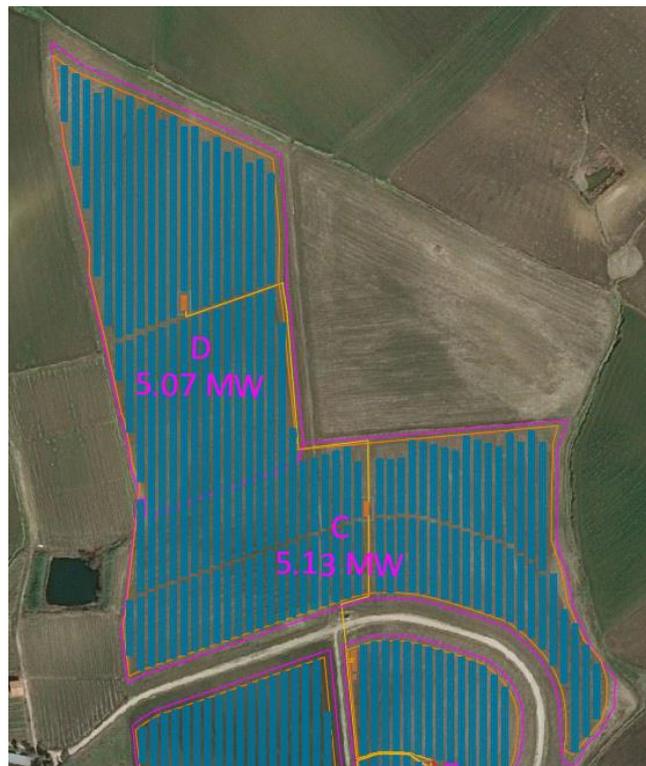


Figura 13 - Collegamento entra-esce PS Sottocampo D e Sottocampo C

Il “cavidotto esterno” collega l’impianto agro-fotovoltaico alla Stazione Elettrica 36/220 kV.

Per il collegamento elettrico a 36 kV, si prevede l'utilizzo di cavi unipolari di tipo ARE4H5E-20,8/36 kV, aventi le seguenti caratteristiche:

- Anima realizzata con conduttore a corda rotonda compatta di alluminio;
- Semiconduttore interno a mescola estrusa;
- Isolante in mescola di polietilene reticolato per temperature a 85°C XLPE;
- Semiconduttore esterno a mescola estrusa;
- Rivestimento protettivo realizzato con nastro semiconduttore igroespandente;
- Schermo a nastro in alluminio avvolto a cilindro longitudinale $R_{max} = 3 \Omega/km$;
- Guaina in polietilene, colore rosso.

Il cavo rispetta le prescrizioni delle norme HD 620 per quanto riguarda l'isolante; per tutte le altre caratteristiche rispetta la IEC 60502-2.

Il cavidotto a 36 kV che interessa il collegamento tra il campo agro-fotovoltaico, la cabina di raccolta e la Stazione Elettrica seguirà le modalità di posa riportate nella norma CEI 11-17. Sarà costituito da cavi unipolari direttamente interrati (modalità di posa tipo M), ad eccezione degli attraversamenti di opere stradali e/o fluviali richieste dagli enti concessionari, per i quali sarà utilizzata una tipologia di posa che prevede i cavi unipolari in tubo interrato (modalità di posa N). La posa verrà eseguita ad una profondità di 1,25 m.

La c.d.t. totale dell'impianto stimata è inferiore alle specifiche di progetto (4%).

Per quanto riguarda la potenza dissipata, rientriamo in un valore inferiore al 2%.

3.8 Sistema di monitoraggio

Verrà installato un sistema di monitoraggio e controllo basato su architettura SCADA in conformità alle specifiche della piramide CIM, al fine di garantire una resa ottimale dell'impianto fotovoltaico in tutte le situazioni.

Il sistema sarà connesso a diversi sistemi e riceverà informazioni:

- di produzione dal campo solare;
- di produzione dagli apparati di conversione;
- di produzione e scambio dai sistemi di misura;

- di tipo climatico ambientale dalle stazioni di rilevamento dati meteo;
- di allarme da tutti gli interruttori e sistemi di protezione.

Il sistema di monitoraggio ambientale avrà il compito di misurare dati climatici e dati di irraggiamento sul campo fotovoltaico.

I parametri rilevati puntualmente dalla stazione di monitoraggio ambientale saranno inviati al sistema di monitoraggio SCADA e, abbinati alle specifiche tecniche del campo FV, contribuiranno alla valutazione della producibilità teorica, parametro determinante per il calcolo delle performance dell'impianto FV.

I dati monitorati verranno gestiti e archiviati da un sistema di monitoraggio SCADA.

Il sistema nel suo complesso avrà ottime capacità di precisione di misura, robusta insensibilità ai disturbi, capacità di autodiagnosi e autotuning.

I dati ambientali monitorati saranno:

- dati di irraggiamento;
- dati ambientali;
- temperature moduli.

3.9 Sistema di illuminazione e videosorveglianza

L'impianto di illuminazione prevede l'installazione di pali lungo lo sviluppo della recinzione, che fungano da sostegno per il montaggio di fari a LED, atti a garantire la completa illuminazione della fascia perimetrale dell'impianto.

Per quanto riguarda il sistema di video-sorveglianza, questo sarà costituito da telecamere di ultima generazione collegate ad un sistema DVR (Digital Video Recorder) con capacità di stoccaggio delle immagini di 24h, collegato su rete internet.

Le telecamere saranno montate sugli stessi pali di sostegno dell'impianto di illuminazione.

I punti di installazione e ulteriori dettagli tecnici riguardanti la strumentazione suddetta sono mostrati nell'apposito elaborato grafico "FV.MNR02.PD.F.02 – Particolari costruttivi recinzioni, cancelli, sistemi di videosorveglianza e illuminazione".

CODICE	FV.MNR02.PD.A.01.1
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	04/2022
PAGINA	29 di 39

In via preliminare, si può ipotizzare come misura di mitigazione dell’impatto luminoso dell’impianto di illuminazione, il ricorso a sistemi basati su sensori di movimento (RIP) o di temperatura, da installare, con opportuno passo, lungo la recinzione dell’impianto. I sensori di movimento, o rilevatori di movimento, fanno in modo che le luci posizionate su palo lungo il perimetro si accendano automaticamente ogni volta che il sensore rileva un “idoneo” movimento. Della famiglia fanno parte anche tipologie di dispositivi dotati di sensore crepuscolare, o funzioni di risparmio energetico, che fanno sì che le luci si accendano, al rilevarsi di un movimento, solo quando la luce naturale scende al di sotto della soglia di Lux impostata.

4 OPERE EDILI

4.1 Recinzione, Cancelli e Piantumazione Perimetrale

Il progetto prevede la realizzazione di una recinzione perimetrale a delimitazione dell'area di installazione dell'impianto. Tale recinzione sarà formata da rete metallica a pali infissi, di sezione 40 x 40 mm, con passo di 2 m e altezza fuori terra pari a 2 m.

Ad integrazione della recinzione è prevista l'installazione di cancelli carrabili e pedonali, in acciaio zincato, sorretti da pilastri in scatolare metallico basati su plinti in calcestruzzo. Le dimensioni del cancello saranno tali da consentire agevolmente il passaggio dei mezzi atti alla consegna e all'installazione di tutte le componenti tecniche dell'impianto.

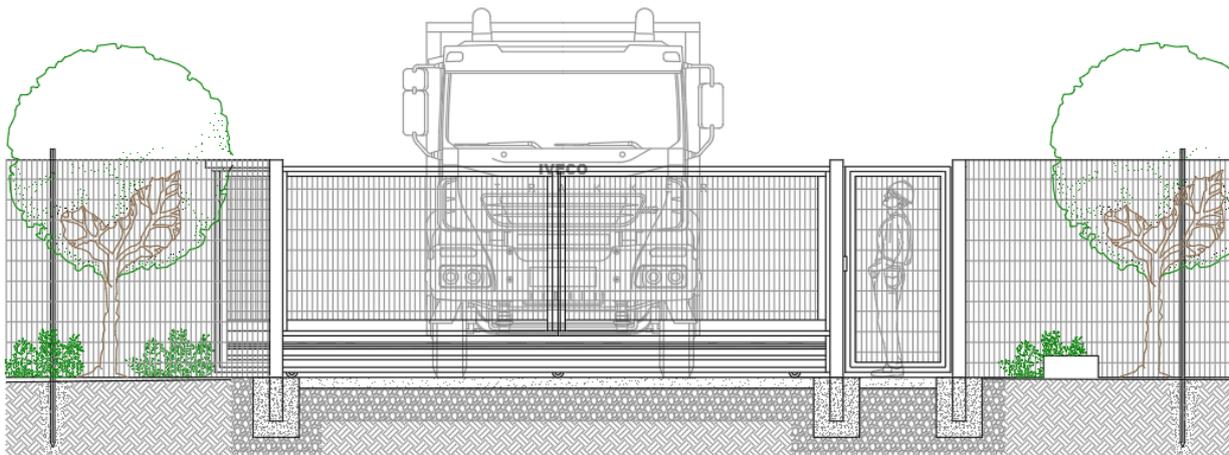


Figura 14 - Particolari Recinzioni, Cancelli e Piantumazione Perimetrale

Il progetto prevede, inoltre, di realizzare una fascia arborea perimetrale da utilizzare come fascia di mitigazione, nella quale saranno piantate specie arboree e arbustive su una fascia di 10 m. Tali specie saranno allocate in doppio filare in modo da fornire un effetto coprente della recinzione dell'impianto.

Per favorire il passaggio della fauna lungo la recinzione sono previste, ad intervalli regolari, delle asole sufficienti al transito di animali di piccola taglia soprattutto da e per le zone di mitigazione poste a margine dei corsi d'acqua superficiali ove si concentrerà la naturalizzazione più elevata.

4.2 Cabine prefabbricate

La realizzazione degli involucri sarà in calcestruzzo, metallo o materiali sintetici; tale scelta verrà fatta in fase esecutiva e sarà legata all'analisi delle condizioni ambientali per la durata di vita prevista ed alle raccomandazioni del produttore. Tali materiali devono, inoltre, fornire un livello adeguato di tenuta antincendio, sia che questo si sviluppi all'interno che all'esterno delle cabine, oltre che una robustezza meccanica sufficiente per resistere a carichi e impatti prestabiliti sul tetto, sull'involucro e sulle porte e pannelli.

Il produttore dovrà fornire tutte le istruzioni riguardanti il trasporto, lo stoccaggio, il montaggio, il funzionamento e la manutenzione della sottostazione prefabbricata. Oltre ciò, il produttore, fornirà anche le informazioni necessarie per consentire il completamento della preparazione del sito, come i necessari lavori civili di scavo, i terminali di messa a terra esteri e la posizione dei punti di accesso ai cavi.

Analogo discorso vale per la Control Room presente nell'impianto FV per le attività di monitoraggio.

4.3 Scavi

Per l'esecuzione dei lavori di riporto devono essere seguite le norme legislative in vigore nel paese dove si svolgono i lavori. In particolare, per lavori in Italia si deve far riferimento alle prescrizioni del D.M. dei LL.PP. 11/3/1988 "Norme Tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione". Sono considerati scavi le lavorazioni occorrenti per:

- scotico;
- livellazione superfici;
- scavi e riporti di regolarizzazione;
- apertura della sede stradale e dei piazzali e delle eventuali pertinenze secondo i disegni di progetto e le particolari prescrizioni che può dare la Direzione Lavori in sede esecutiva;
- formazione dei cassonetti, per far luogo alla pavimentazione del sottofondo stradale;
- scavi di predisposizione fondazioni;
- scavi per realizzazione sistemi di drenaggio.

Inoltre, sono considerati scavi di sbancamento, anche tutti i tagli a larga sezione agevolmente accessibili, mediante rampa, sia ai mezzi di scavo, sia a quelli di trasporto delle materie, a pieno carico.

Non sono ammessi scavi nella sezione esterna all'area di impianto, eccezion fatta al tracciato dove è prevista la realizzazione della linea MT di collegamento alla Stazione Elettrica.

Si rimanda alla Relazione "FV.MNR02.PD.A.03 - Piano Preliminare di utilizzo terre e rocce da scavo" per ulteriori dettagli.

4.4 Pali Tracker

I moduli fotovoltaici sono sostenuti da strutture metalliche fondate su un sistema di pali infissi, per almeno 1,65 m, costituiti da profili metallici omega in acciaio zincato. La tecnica di installazione (battitura, vibro-infissione, micro-trivellazione) dei pali sarà valutata in fase esecutiva a seguito di indagini approfondite sui terreni in sito.

Le schiere dovranno essere realizzate in modo da assicurare una reciproca distanza tale da rispettare i criteri progettuali sia di natura produttiva che agronomica:

- annullare i fenomeni di ombreggiamento reciproco;
- assicurare una adeguata ventilazione dei moduli;
- mantenere elevati i livelli produttivi delle coltivazioni proposte;
- assicurare il corretto apporto di luce solare;
- garantire il libero passaggio di mezzi agricoli.

La struttura di testa può essere installata direttamente sui pali di fondazione guidati senza saldatura in loco. Nel rispetto dei più stringenti vincoli ambientali, questa soluzione elimina la necessità di fondazioni in calcestruzzo, riducendo anche i tempi di costruzione.

L'utilizzo di profili in acciaio zincato consente di poter disporre di un prodotto reperibile ovunque, di ottime prestazioni meccaniche in relazione al peso. Inoltre, essi risultano facilmente trasportabili ed il loro montaggio non necessita di mezzi di sollevamento o di lavori su strutture in elevazione.

Le modalità di installazione previste saranno tali da contrastare il momento di ribaltamento e le sollecitazioni esercitate dal vento.

5 PRESCRIZIONI ANTINCENDIO

Con riferimento alla progettazione antincendio, le opere progettate sono conformi a quanto previsto da:

- **DPR n. 151 del 1/08/2011** - "Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione incendi, a norma dell'articolo 49 comma 4 - quater, decreto legge 31 maggio 2010, n. 78, convertito con modificazioni, dalla legge 30 luglio 2010, n. 122"
- **lettera 1324 del 7 febbraio 2012** Guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici;
- **lettera di chiarimenti** diramata in data **4 maggio 2012** dalla Direzione centrale per la prevenzione e la sicurezza tecnica del corpo dei Vigili del Fuoco.

Inoltre, è stato valutato il pericolo di elettrocuzione cui può essere esposto l'operatore dei Vigili del Fuoco per la presenza di elementi circuitali in tensione all'interno dell'area d'impianto.

Si evidenzia che sia in fase di cantiere che in fase di O&M dell'impianto si dovranno rispettare anche tutti i requisiti richiesti ai sensi del D. Lgs 81/2008 e s.m.i.

Al fine di ridurre al minimo il rischio di propagazione di un incendio dai generatori fotovoltaici agli ambienti sottostanti, gli impianti saranno installati su strutture incombustibili (Classe O secondo il DM 26/06/1984 oppure Classe A1 secondo il DM 10/03/2005).

Sono previsti sistemi ad estintore in ogni cabina presente e alcuni estintori aggiuntivi per eventuali focolai esterni alle cabine (sterpaglia, erba secca, ecc.).

Saranno installati sistemi di rilevazione fumo e fiamma e in fase di ingegneria di dettaglio si farà un'analisi di rischio per verificare l'eventuale necessità di installare sistemi antincendio automatici all'interno delle cabine.

L'area in cui è ubicato il generatore fotovoltaico ed i suoi accessori non sarà accessibile se non agli addetti alle manutenzioni che dovranno essere adeguatamente formati/informati sui rischi e sulle specifiche procedure operative da seguire per effettuare ogni manovra in sicurezza, e forniti degli adeguati DPI.

I dispositivi di sezionamento di emergenza dovranno essere individuati con la segnaletica di sicurezza di cui al titolo V del D. Lgs 81/08 e s.m.i.

6 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

6.1 Premessa

La progettazione degli impianti oggetto della presente relazione è in accordo alle vigenti disposizioni di legge in materia, norme tecniche CEI e regolamentazioni con particolare riferimento a quanto di seguito riportato. Le suddette dovranno essere osservate anche in fase di esecuzione dei lavori: gli impianti dovranno essere realizzati a regola d'arte, secondo i criteri della buona tecnica professionale, con l'impiego di componenti e materiali di qualità e dovranno essere conformi, in generale:

- alle prescrizioni dei Vigili del fuoco;
- alle prescrizioni ed indicazioni del Distributore dell'energia elettrica;
- alle norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro;
- alle norme e raccomandazioni dell'Ispettorato del Lavoro e dell'ISPESL;
- alle prescrizioni fornite dal committente.

Il rispetto delle norme indicate è inteso nel senso più restrittivo, sarà cioè rispondente alle norme non solo la realizzazione dell'impianto ma anche ogni singolo componente dell'impianto.

Dovranno essere inoltre rispettate tutte le leggi in materia fiscale ed in materia di edilizia e realizzazione di strutture.

Nel caso di emissione di nuove normative l'impresa esecutrice dovrà adeguarsi a quest'ultime.

6.2 Legislazione e normativa nazionale in ambito elettrico

- ✓ **D. Lgs 9/04/2008 n. 81 e s.m.i.** Attuazione dell'articolo 1 della Legge 3/08/2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro;
- ✓ **CEI EN 50110-1** Esercizio degli impianti elettrici;
- ✓ **CEI 11-27** Lavori su impianti elettrici;
- ✓ **CEI 0-10** Guida alla manutenzione degli impianti elettrici;
- ✓ **CEI UNI EN ISO/IEC 17025:** Requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova e di taratura
CEI 0-2 Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici;
- ✓ **CEI EN 60445 (CEI 16-2)** Principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura e identificazione - Identificazione dei morsetti degli apparecchi e delle estremità dei conduttori.

6.3 Sicurezza elettrica

- ✓ **CEI 0-16** Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica;
- ✓ **CEI 11-27** Lavori su impianti elettrici;
- ✓ **CEI 64-8** Impianti utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua;
- ✓ **CEI 64-8/7 (Sez. 712)** Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua - Parte 7: Ambienti ed applicazioni Particolari;
- ✓ **CEI 64-12** Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario;
- ✓ **CEI 64-14** Guida alla verifica degli impianti elettrici utilizzatori;
- ✓ **IEC/TS 60479-1** Effects of current on human beings and livestock - Part 1: General aspects;
- ✓ **IEC 60364-7-712** Electrical installations of buildings- Part 7-712: Requirements for special installations or locations - Solar photovoltaic (PV) power supply systems;
- ✓ **CEI EN 61140 (CEI 0-13)** Protezione contro i contatti elettrici - Aspetti comuni per gli impianti e le apparecchiature.

6.4 Normativa fotovoltaica

- ✓ **ANSI/UL 1703:2002** Flat-Plate Photovoltaic Modules and Panels;
- ✓ **IEC/TS 61836** Solar photovoltaic energy systems - Terms, definitions and symbols;
- ✓ **CEI 82-25** "Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa Tensione";
- ✓ **CEI EN 50461 (CEI 82-26)** Celle solari - Fogli informativi e dati di prodotto per celle solari al silicio cristallino;
- ✓ **CEI EN 50521(82- 31)** Connettori per sistemi fotovoltaici – Prescrizioni di sicurezza e prove;
- ✓ **CEI EN 60891 (CEI 82-5)** Caratteristiche 1 -V di dispositivi fotovoltaici in Silicio cristallino - Procedure di riporto dei valori misurati in funzione di temperatura e irraggiamento;
- ✓ **CEI EN 60904-1 (CEI 82-1)** Dispositivi fotovoltaici - Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche corrente-tensione;
- ✓ **CEI EN 60904-2 (CEI 82-2)** Dispositivi fotovoltaici – Parte 2: Prescrizione per i dispositivi solari di riferimento;

- ✓ **CEI EN 60904-3 (CEI 82-3)** Dispositivi fotovoltaici - Parte 3: Principi di misura dei sistemi solari fotovoltaici (PV) per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento;
- ✓ **CEI EN 60904-4 (82-32)** Dispositivi fotovoltaici - Parte 4: Dispositivi solari di riferimento - Procedura per stabilire la tracciabilità della taratura;
- ✓ **CEI EN 60904- 5 (82-10)** Dispositivi fotovoltaici - Parte 5: Determinazione della temperatura equivalente di cella (ETC) dei dispositivi solari fotovoltaici (PV) attraverso il metodo della tensione a circuito aperto;
- ✓ **CEI EN 60904-7 (82-13)** Dispositivi fotovoltaici - Parte 7: Calcolo della correzione dell'errore di disadattamento fra le risposte spettrali nelle misure di dispositivi fotovoltaici;
- ✓ **CEI EN 60904- 8 (82-19)** Dispositivi fotovoltaici - Parte 8: Misura della risposta spettrale di un dispositivo fotovoltaico;
- ✓ **CEI EN 60904-9 (82-29)** Dispositivi fotovoltaici - Parte 9: Requisiti prestazionali dei simulatori solari;
- ✓ **CEI EN 60068-2 -21 (91-40)** Prove ambientali - Parte 2-21 Prove - Prova U: Robustezza dei terminali e dell'interconnessione dei componenti sulla scheda;
- ✓ **CEI EN 61 173 (CEI 82-4)** Protezione contro le sovratensioni dei sistemi fotovoltaici (FV) per la produzione di energia – Guida;
- ✓ **CEI EN 61215 (CEI 82-8)** Moduli fotovoltaici (FV) in Silicio cristallino per applicazioni terrestri - Qualifica del progetto e omologazione del tipo;
- ✓ **CEI EN 61646 (CEI 82-12)** Moduli fotovoltaici (FV) in Silicio cristallino per applicazioni terrestri - Qualifica del progetto e omologazione del tipo;
- ✓ **CEI EN 61277 (CEI 82-17)** Sistemi fotovoltaici (FV) di uso terrestre per la generazione di energia elettrica - Generalità e guida
- ✓ **CEI EN 61345 (CEI 82- 14)** Prova all'UV dei moduli fotovoltaici (FV);
- ✓ **CEI EN 616 83 (CEI 82-20)** Sistemi fotovoltaici – Condizionatori di potenza – Procedure per misurare l'efficienza;
- ✓ **CEI EN 61701 (CEI 82-18)** Prova di corrosione da nebbia salina dei moduli fotovoltaici (FV);
- ✓ **CEI EN 61724 (CEI 82-15)** Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici – Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati;
- ✓ **CEI EN 61727 (CEI 82-9)** Sistemi fotovoltaici (FV) - Caratteristiche dell'interfaccia di raccordo alla rete;
- ✓ **CEI EN 61730-1 (CEI 82-27)** Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) Parte 1: Prescrizioni per la costruzione;

- ✓ **CEI EN 61730-2 (CEI 82-28)** Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) Parte 2: Prescrizioni per le prove;
- ✓ **UNI 10349** Per il dimensionamento del generatore fotovoltaico;
- ✓ **CEI EN 61829 (CEI 82-16)** Schiere di moduli fotovoltaici (FV) in Silicio cristallino - Misura sul campo delle caratteristiche I-V;
- ✓ **CEI EN 62093 (CEI 82-24)** Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali;
- ✓ **NORME UNI/ISO** per le strutture metalliche di supporto e di ancoraggio dei moduli fotovoltaici e per le opere civili;
- ✓ **CEI EN 62108 (82-30)** Moduli e sistemi fotovoltaici a concentrazione (CPV) - Qualifica del progetto e approvazione di tipo.

6.5 Quadri elettrici

- ✓ **CEI EN 61439-1 (CEI 17-13/1)** Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 1: Apparecchiature soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature parzialmente soggette a prove di tipo (ANS);
- ✓ **CEI EN 61439-3 (CEI 17-13/3)** Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 3: Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra destinate ad essere installate in luoghi dove personale non addestrato ha accesso al loro uso - Quadri di distribuzione ASD;
- ✓ **CEI 23-51** Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare.

6.6 Rete elettrica del distributore e allacciamento agli impianti

- ✓ **CEI 11-1** Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata;
- ✓ **CEI 11-17** Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo;
- ✓ **CEI 11-20** Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria;
- ✓ **CEI 11-20, V1** Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria – Variante;

- ✓ **CEI 11-20, V** Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati alle reti di I e II categoria - Allegato C - Prove per la verifica delle funzioni di interfaccia con la rete elettrica per i micro-generatori;
- ✓ **CEI EN 50 110- 1 (CEI 11-48)** Esercizio degli impianti elettrici;
- ✓ **CEI EN 50160 (CEI 8-9)** Caratteristiche della tensione fornita dalle reti pubbliche di distribuzione dell'energia elettrica;
- ✓ **CEI 99-3** per le sezioni MT ed AT e per il collegamento alla rete pubblica;
- ✓ **CEI 81-10** normativa per la parte elettrica convenzionale;
- ✓ **CEI 0-16** Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica;
- ✓ **CEI 0-21** Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica.

6.7 Cavi, cavidotti e accessori

- ✓ **CEI 20-13** Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV;
- ✓ **CEI 20-14** Cavi isolati con polivinilcloruro per tensioni nominali da 1 a 3 kV;
- ✓ **CEI- UNEL 35 024-1** Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua - Portate di corrente in regime permanente per posa in aria;
- ✓ **CEI - UNEL 35026** Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali di 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa interrata;
- ✓ **CEI 20-40** Guida per l'uso di cavi a bassa tensione;
- ✓ **CEI 20-65** Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico, termoplastico e isolante minerale per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua - Metodi di verifica termica (portata) per cavi raggruppati in fascia contenente conduttori di sezione differente
- ✓ **CEI 20-67** Guida per l'uso dei cavi 0,6/ 1 kV;
- ✓ **CEI 20-91** Cavi elettrici con isolamento e guaina elastomerici senza alogeni non propaganti la fiamma con tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua per applicazioni in impianti fotovoltaici;

- ✓ **CEI EN 50086-1 (CEI 23-39)** Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche - Parte 1: Prescrizioni generali;
- ✓ **CEI EN 50086-2 -4 (CEI 23-46)** Sistemi di canalizzazione per cavi - Sistemi di tubi Parte 2-4: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi interrati;
- ✓ **CEI EN 50262 (CEI 20-57)** Pressacavo metrici per installazioni elettriche;
- ✓ **CEI EN 60423 (CEI 23-26)** Tubi per installazioni elettriche - Diametri esterni dei tubi per installazioni elettriche e filettature per tubi e accessori;
- ✓ **CEI EN 61386-1 (CEI 23-80)** Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche Parte 1: Prescrizioni generali;
- ✓ **CEI EN 61386-21 (CEI 23-81)** Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche Parte 21: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi rigidi e accessori;
- ✓ **CEI EN 61386-22 (CEI 23-82)** Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche Parte 22: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi pieghevoli e accessori;
- ✓ **CEI EN 61386-23 (CEI 23-83)** Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche Parte 23: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi flessibili e accessori.

6.8 Scariche atmosferiche e sovratensioni

- ✓ **CEI EN 50164-1 (CEI 8 1-5)** Componenti per la protezione contro i fulmini (LPC) – Parte 1: Prescrizioni per i componenti di connessione;
- ✓ **CEI EN 61643-11 (CEI 37-8)** Limitatori di sovratensioni di bassa tensione - Parte 11: Limitatori di sovratensioni connessi a sistemi di bassa tensione - Prescrizioni e prove;
- ✓ **CEI EN 62305-1 (CEI 81- 10/1)** Protezione contro i fulmini- Parte 1: Principi generali;
- ✓ **CEI EN 62305-2 (CEI 81- 10/2)** Protezione contro i fulmini - Parte 2: Valutazione del rischio;
- ✓ **CEI EN 62305-3 (CEI 81- 10/3)** Protezione contro i fulmini - Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone;
- ✓ **CEI EN 62305-4 (CEI 81- 10/4)** Protezione contro i fulmini – Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture.