

# REGIONE SICILIA

PROVINCIA DI PALERMO

## COMUNE DI CASTRONOVO DI SICILIA

LOCALITÀ GROTTICELLI

Oggetto:

**PROGETTO DEFINITIVO PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO AVENTE POTENZA DI PICCO PARI A 15,48 MWp E POTENZA NOMINALE PARI A 14,42 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE**

Sezione:

**SEZIONE A - RELAZIONI GENERALI**

Elaborato:

**RELAZIONE TECNICA GENERALE**

Nome file stampa:

**FV.CST01.PD.A.01.2.pdf**

Codifica Regionale:

RS12REL0002A0\_RelazioneTecnica

Scala:

Formato di stampa:

**A4**

Nome elaborato:

**FV.CST01.PD.A.01.2**

Tipologia:

**R**

Proponente:

**E-WAY 5 S.r.l.**

Piazza di San Lorenzo in Lucina, 4

00186 ROMA (RM)

P.IVA. 16647371000



**E-WAY 5 S.R.L.**  
P.zza di San Lorenzo in Lucina, 4  
00186 - Roma  
C.F./P.Iva 16647371000  
PEC: e-way5srl@legalmail.it

Progettista:

**E-WAY 5 S.r.l.**

Piazza di San Lorenzo in Lucina, 4

00186 ROMA (RM)

P.IVA. 16647371000



CODICE	REV. n.	DATA REV.	REDAZIONE	VERIFICA	VALIDAZIONE
FV.CST01.PD.A.01.2	00	07/2022	M.Gargione/S.Ierardi	A.Bottone	A.Bottone

E-WAY 5 S.r.l.

Sede legale  
Piazza di San Lorenzo in Lucina, 4  
00186 ROMA (RM)  
PEC: e-way5srl@legalmail.it tel. +39 0694414500



## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA.....</b>	<b>10</b>
<b>2</b>	<b>INTRODUZIONE .....</b>	<b>11</b>
2.1	Generalità.....	11
2.2	Obiettivi.....	12
<b>3</b>	<b>DESCRIZIONE ED UBICAZIONE DELL'IMPIANTO.....</b>	<b>13</b>
3.1	Inquadramento territoriale e catastale .....	13
3.2	Layout d'impianto .....	15
3.3	Caratteristiche tecniche e soluzione di connessione alla RTN .....	17
3.4	Definizione del piano colturale .....	18
3.5	Opere di mitigazione .....	18
3.6	Viabilità di avvicinamento al sito .....	19
3.7	Analisi delle interferenze con il reticolo idrografico .....	20
<b>4</b>	<b>CONFORMITÀ VINCOLISTICA DELLE OPERE DI PROGETTO .....</b>	<b>22</b>
<b>4.1</b>	<b>Normativa regionale vigente in materia di pianificazione energetica.....</b>	<b>22</b>
4.1.1	Piano Energetico Ambientale Regionale (PEARS) .....	22
4.1.2	Piano Paesaggistico Territoriale Regionale (PPTR) .....	23
4.1.3	Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale di Palermo (PTCP).....	23
4.1.4	Piano Regolatore Generale del Comune di Castronovo di Sicilia (PA) .....	24
<b>4.2</b>	<b>Compatibilità specifiche .....</b>	<b>25</b>
4.2.1	Compatibilità naturalistico-ecologica .....	25
4.2.2	Compatibilità paesaggistico-culturale.....	26
4.2.3	Compatibilità geomorfologica-idrogeologica .....	28
4.2.4	Ulteriori compatibilità specifiche.....	30
<b>5</b>	<b>PROGETTAZIONE DELL'IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO.....</b>	<b>33</b>
<b>5.1</b>	<b>Criteri progettuali.....</b>	<b>33</b>

<b>5.2</b>	<b>Particolari relativi al layout d'impianto .....</b>	<b>34</b>
<b>5.3</b>	<b>Producibilità dell'impianto .....</b>	<b>35</b>
5.3.1	Dati climatici .....	36
5.3.2	Risultati .....	38
<b>5.4</b>	<b>Calcolo dei proventi annui .....</b>	<b>38</b>
<b>5.5</b>	<b>Stima della vita utile dell'impianto.....</b>	<b>39</b>
<b>5.6</b>	<b>Ricadute ambientali di progetto.....</b>	<b>39</b>
<b>6</b>	<b><i>CARATTERISTICHE TECNICHE DELL'IMPIANTO .....</i></b>	<b>40</b>
<b>6.1</b>	<b>Sintesi della configurazione dell'impianto .....</b>	<b>40</b>
<b>6.2</b>	<b>Elementi tecnici costituenti l'impianto agrofotovoltaico .....</b>	<b>42</b>
6.2.1	Modulo FV.....	42
6.2.2	Tracker mono-assiale .....	44
6.2.3	Quadro di stringa .....	46
6.2.4	Inverter centralizzato .....	46
6.2.5	Power Station.....	47
<b>6.3</b>	<b>Opere civili.....</b>	<b>48</b>
6.3.1	Pali tracker .....	49
6.3.2	Fondazione Power Station .....	50
6.3.3	Cavidotti interrati.....	52
6.3.4	Cabina di raccolta MT e control room .....	53
6.3.5	Opere a contorno: recinzione, cancelli e piantumazione perimetrale .....	54
6.3.6	Scavi .....	54
<b>6.4</b>	<b>Opere impiantistiche .....</b>	<b>55</b>
6.4.1	Installazione moduli FV .....	55
6.4.2	Installazione Inverter nelle Power Station .....	57
6.4.3	Cavi DC .....	58
6.4.4	Cavidotto a 36 kV .....	60
6.4.5	Impianto di illuminazione e videosorveglianza .....	63
6.4.6	Cabina di raccolta MT .....	65
6.4.7	Control room - Sistema di monitoraggio .....	65



## RELAZIONE TECNICA GENERALE

CODICE	FV.CST01.PD.A.01.2
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	07/2022
PAGINA	4 di 88

<b>7</b>	<b>DISMISSIONE.....</b>	<b>67</b>
<b>7.1</b>	<b>Descrizione e quantificazione delle operazioni di dismissione .....</b>	<b>68</b>
7.1.1	Rimozione della recinzione perimetrale e dell'impianto di videosorveglianza .....	69
7.1.2	Rimozione e smaltimento dei moduli fotovoltaici .....	69
7.1.3	Rimozione tracker monoassiali (strutture di sostegno) .....	72
7.1.4	Rimozione Power Station .....	72
7.1.5	Rimozione cavi .....	73
7.1.6	Rimozione cabina di raccolta e misura .....	73
7.1.7	Rimozione siepe perimetrale .....	74
7.1.8	Ripristino viabilità interna al sito .....	74
<b>7.2</b>	<b>Ripristino ambientale del sito .....</b>	<b>75</b>
<b>7.3</b>	<b>Cronoprogramma .....</b>	<b>76</b>
<b>8</b>	<b>STUDIO DI FATTIBILITÀ AGRONOMICA.....</b>	<b>77</b>
<b>8.1</b>	<b>Descrizione del territorio e del paesaggio.....</b>	<b>78</b>
<b>8.2</b>	<b>Definizione del piano colturale .....</b>	<b>78</b>
<b>8.3</b>	<b>Opere di mitigazione .....</b>	<b>79</b>
<b>8.4</b>	<b>Considerazioni economiche .....</b>	<b>81</b>
<b>9</b>	<b>IL FOTOVOLTAICO NELLA TRANSIZIONE ENERGETICA NAZIONALE : PIANO NAZIONALE ENERGETICO INTEGRATO DELL'ENERGIA E DEL CLIMA "PNIEC".....</b>	<b>82</b>
<b>9.1</b>	<b>Impatto macroeconomico.....</b>	<b>86</b>



## RELAZIONE TECNICA GENERALE

CODICE	FV.CST01.PD.A.01.2
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	07/2022
PAGINA	5 di 88

## INDICE DELLE FIGURE

<i>Figura 1 - Inquadramento del layout di progetto su ortofoto (Rif. FV.CST01.PD.B.02).....</i>	<i>13</i>
<i>Figura 2 - Inquadramento delle opere di progetto su carta IGM 1:25000 (Rif. FV.CST01.PD.B.01).....</i>	<i>14</i>
<i>Figura 3 - Inquadramento catastale dell'area di impianto .....</i>	<i>15</i>
<i>Figura 4 - Immagine rappresentativa del layout d'impianto .....</i>	<i>16</i>
<i>Figura 5 - Assetto colturale foraggiere e inerbimento spontaneo – Attività di sfalcio .....</i>	<i>17</i>
<i>Figura 6 - Assetto colturale ortive/leguminose – Attività di raccolta .....</i>	<i>17</i>
<i>Figura 7 - Esempi di specie coltivabili .....</i>	<i>18</i>
<i>Figura 8 – Analisi dell'area vasta per l'individuazione della migliore soluzione di accessibilità al sito (Fonte: Google Earth) .....</i>	<i>19</i>
<i>Figura 9 – Soluzione di accessibilità al sito scelta .....</i>	<i>20</i>
<i>Figura 10 - Inquadramento dell'area di impianto ed opere connesse rispetto agli schemi regionali e relazioni di contesto – Sistema naturalistico-ambientale del PTP .....</i>	<i>24</i>
<i>Figura 11 - Inquadramento dell'area di impianto ed opere connesse rispetto agli elementi di costruzione della rete ecologica provinciale del PTP.....</i>	<i>24</i>
<i>Figura 12 - Inquadramento dell'area di impianto ed opere connesse rispetto alle previsioni dello schema di massima per il territorio dei Sicani del PTP .....</i>	<i>24</i>
<i>Figura 13 - Distanza rispetto alle aree protette [Rif. Elaborato FV.CST01.PD.C.02] .....</i>	<i>25</i>
<i>Figura 14 - Inquadramento dell'area di impianto ed opere connesse rispetto ai beni paesaggistici tutelati ai sensi dell'art. 142 del D. Lgs n. 42/2004 .....</i>	<i>26</i>
<i>Figura 15 - Inquadramento dell'area di impianto ed opere connesse rispetto ai siti archeologici (Fonte: SITR Regione Sicilia).....</i>	<i>27</i>
<i>Figura 16 - Inquadramento dell'area di impianto ed opere connesse rispetto ai beni isolati (Fonte: SITR Regione Sicilia) .....</i>	<i>27</i>
<i>Figura 17 - Inquadramento dell'area di impianto rispetto al vincolo idrogeologico (Fonte: SITR Regione Sicilia) .....</i>	<i>28</i>
<i>Figura 18 - Inquadramento dell'area di impianto ed opere connesse rispetto al PAI .....</i>	<i>29</i>
<i>Figura 19 - Inquadramento dell'area di impianto ed opere connesse rispetto alla perimetrazione delle aree percorse dal fuoco dal 2012 al 2021 (Fonte: SIF) .....</i>	<i>30</i>
<i>Figura 20 - Inquadramento dell'area di impianto ed opere connesse rispetto alle fasce forestali regolamentate dalla LR n. 16/1996.....</i>	<i>31</i>
<i>Figura 21 - Inquadramento delle opere di progetto sulla Carta delle aree sensibili alla Desertificazione in scala 1:25000 .....</i>	<i>31</i>
<i>Figura 22 - Schema funzionale backtracking .....</i>	<i>36</i>
<i>Figura 23 - Meteo per Castronovo di Sicilia - Typical Metereological Year.....</i>	<i>37</i>

<i>Figura 24 - Tracker 2P - Vista longitudinale in condizione di riposo .....</i>	<i>45</i>
<i>Figura 25 - Tracker 2P con moduli FV - Vista longitudinale .....</i>	<i>45</i>
<i>Figura 26 - Esempio di disposizione dei pali di fondazione delle strutture .....</i>	<i>49</i>
<i>Figura 27 - Indicazioni minime degli spessori del basamento, valori forniti dalla casa produttrice .....</i>	<i>50</i>
<i>Figura 28 - Soluzione di installazione su pali in caso di necessità .....</i>	<i>51</i>
<i>Figura 29 - Sezione del cavidotto singola Terna su terreno .....</i>	<i>52</i>
<i>Figura 30 - Sezione del cavidotto singola Terna su strada asfaltata .....</i>	<i>53</i>
<i>Figura 31 - Particolari delle recinzioni, cancelli e piantumazione perimetrale (Rif. FV.CST01.PD.F.02).....</i>	<i>54</i>
<i>Figura 32 - Cavo solare H1Z2Z2-K.....</i>	<i>58</i>
<i>Figura 33 - Cavo BT ARG16R16 0,6/1 kV.....</i>	<i>59</i>
<i>Figura 34 - Collegamento entra-esce PS sottocampo A e sottocampo B.....</i>	<i>61</i>
<i>Figura 35 - Collegamento entra-esce PS sottocampo D e sottocampo C.....</i>	<i>61</i>
<i>Figura 36 - Immagine indicativa del tipo di Cavo.....</i>	<i>62</i>
<i>Figura 37 - Particolari videosorveglianza.....</i>	<i>64</i>
<i>Figura 38 - - Zoom della planimetria su CTR con particolare all'area di cantiere .....</i>	<i>68</i>
<i>Figura 39 - Processo Deutsche Solar .....</i>	<i>70</i>
<i>Figura 40 - Esempi di specie coltivabili (leguminose e ortive).....</i>	<i>79</i>
<i>Figura 41 - Fascia di mitigazione di 10 m lungo il perimetro .....</i>	<i>80</i>
<i>Figura 42 -Evoluzione del consumo interno lordo negli scenari BASE e PNIEC [Fonte: RSE] - Figura 64 del PNIEC.....</i>	<i>83</i>
<i>Figura 43 - Evoluzione dell'intensità energetica . al 2040 – Figura 65 del PNIEC .....</i>	<i>84</i>
<i>Figura 44 -Mix del fabbisogno primario al 2030 - Figura 66 del PNIEC .....</i>	<i>84</i>
<i>Figura 45 - Evoluzione della generazione elettrica 46 al 2040 [Fonte: RSE] - Figura 67 del PNIEC.....</i>	<i>85</i>



**RELAZIONE TECNICA GENERALE**

CODICE	FV.CST01.PD.A.01.2
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	07/2022
PAGINA	8 di 88

## INDICE DELLE TABELLE

<i>Tabella 1 – Coordinate del parco agro-fotovoltaico di progetto (Rif. FV.CST01.PD.B.01) .....</i>	<i>13</i>
<i>Tabella 2 - Riferimenti catastali del layout d'impianto.....</i>	<i>14</i>
<i>Tabella 3 - Interferenze tra il cavidotto interno e il reticolo idrografico esistente.....</i>	<i>21</i>
<i>Tabella 4 - Interferenze tra il tracciato del cavidotto a 36 kV interrato e il reticolo idrografico esistente .....</i>	<i>21</i>
<i>Tabella 5 - Dati meteorologici di irraggiamento per il sito di progetto .....</i>	<i>37</i>
<i>Tabella 6 - Principali caratteristiche di potenza installata ed energia prodotta.....</i>	<i>38</i>
<i>Tabella 7 - Mancate emissioni di inquinanti (riferite alla P50) .....</i>	<i>39</i>
<i>Tabella 8 - Sintesi Impianto agrofotovoltaico.....</i>	<i>41</i>
<i>Tabella 9 - Modulo FV.....</i>	<i>43</i>
<i>Tabella 10 - Tracker/Stringa .....</i>	<i>44</i>
<i>Tabella 11 - Quadri di stringa .....</i>	<i>46</i>
<i>Tabella 12 - Inverter interni alle Power Station (PS).....</i>	<i>47</i>
<i>Tabella 13 - Power Station.....</i>	<i>48</i>
<i>Tabella 14 - Dimensioni basamento Power Station .....</i>	<i>50</i>
<i>Tabella 15 - Condizioni ambientali di riferimento per l'inverter .....</i>	<i>57</i>
<i>Tabella 16 - Dati cavo H1Z2Z2-K scelto.....</i>	<i>59</i>
<i>Tabella 17 - Dati cavo ARG16R16 scelto .....</i>	<i>60</i>
<i>Tabella 18 - Dimensionamento cavi.....</i>	<i>63</i>
<i>Tabella 19 - Codici CER dei rifiuti derivanti dalla rimozione della recinzione perimetrale e dell'impianto di videosorveglianza .....</i>	<i>69</i>
<i>Tabella 20 - Recupero/riciclaggio moduli FV .....</i>	<i>71</i>
<i>Tabella 21 - Cronoprogramma per la dismissione .....</i>	<i>76</i>
<i>Tabella 22 - Consumo di energia primaria e finale (per ciascun settore), proiezioni 2020-2040 nello scenario PNIEC (ktep) [Fonte: RSE] – Tabella 66 del PNIEC.....</i>	<i>83</i>
<i>Tabella 23 -Impatto netto degli investimenti aggiuntivi previsti dallo scenario Obiettivo. Media annua 2017-2030 [Fonte: ENEA] – Tabella 75 del PNIEC .....</i>	<i>88</i>
<i>Tabella 24 -Dati estratti da Tabella 25 per i soli impianti fotovoltaici.....</i>	<i>88</i>



## RELAZIONE TECNICA GENERALE

CODICE	FV.CST01.PD.A.01.2
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	07/2022
PAGINA	10 di 88

### 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, sito in agro di Castronovo di Sicilia (PA), località Grotticelli.

In particolare, l'impianto in progetto ha una potenza di picco pari a 15,48 MWp e una potenza nominale di 14,42 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 solare mono-assiali (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 Futura Stazione Elettrica (SE) 380/150/36 kV.

Titolare dell'iniziativa proposta è la società E-Way 5 S.R.L., avente sede legale in Piazza di San Lorenzo in Lucina, 4 - 00186 Roma (RM), P.IVA 16647371000.

## 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 Castronovo di Sicilia (PA), 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 energetico si utilizzerà la tecnologia del fotovoltaico su tracker mono-assiale con direttrice nord-sud e pannelli orientabili nel piano est-ovest, opportunamente sollevati da terra, in modo da lasciare libera la superficie coltivabile sotto e tra le file di tracker 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.

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<sub>x</sub> e SO<sub>x</sub> 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



## RELAZIONE TECNICA GENERALE

CODICE	FV.CST01.PD.A.01.2
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	07/2022
PAGINA	12 di 88

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 Obiettivi

La presente relazione tecnica generale si pone l'obiettivo di fornire una visione generale del progetto, con la premura di:

- descrivere nel dettaglio l'impianto agro-fotovoltaico e i suoi componenti;
- fornire una stima di producibilità dell'impianto e il calcolo dei proventi annui derivanti dalla valorizzazione dell'energia prodotta;
- descrivere i tempi e le modalità esecutive;
- descrivere le modalità di dismissione delle opere ed il successivo ripristino dello stato dei luoghi;
- analizzare le possibili ricadute sociali, occupazionali ed economiche dell'intervento a livello locale.

### 3 DESCRIZIONE ED UBICAZIONE DELL'IMPIANTO

#### 3.1 Inquadramento territoriale e catastale

L'impianto di progetto è localizzato in Sicilia, nel Comune di Castronovo di Sicilia (PA). Il terreno in esame è un terreno di tipo E - Agricolo, ai sensi dello strumento urbanistico vigente PRG.

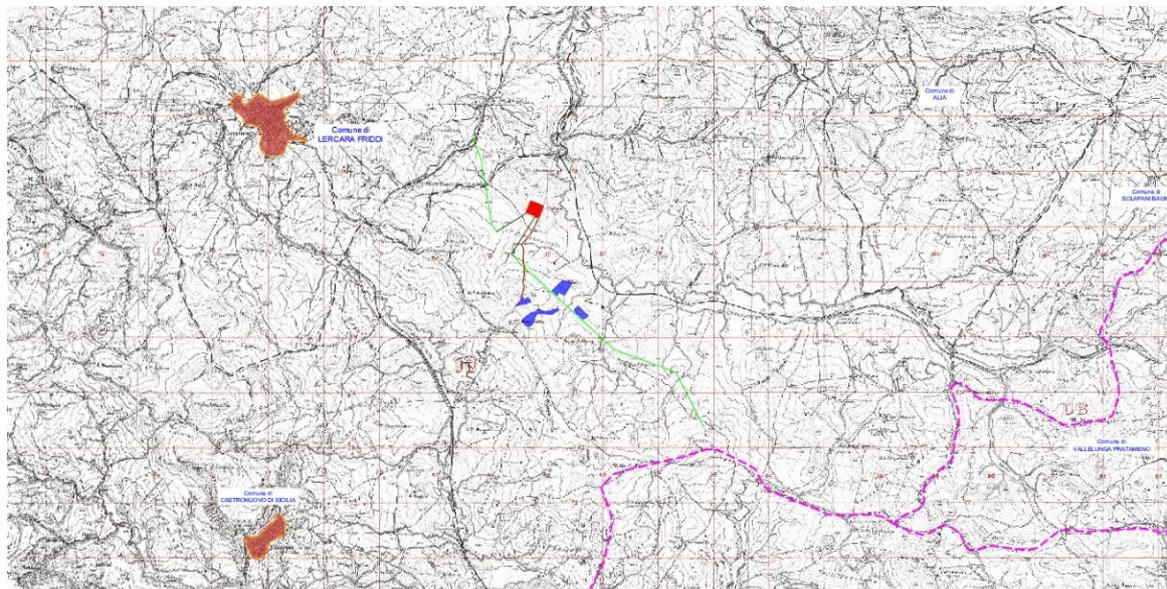


**Figura 1 - Inquadramento del layout di progetto su ortofoto (Rif. FV.CST01.PD.B.02)**

Coordinate Parco Agrovoltaico di progetto - Comune di CASTRONUOVO DI SICILIA							
ID PARCO	UTM-WGS84 (m) – FUSO 33		UTM-ED 50 (m) – FUSO 33		GAUSS BOAGA (m)		Quote altimetriche (s.l.m.m.)
	EST	NORD	EST	NORD	EST	NORD	
	382026,08	4175450,7	382094,08	4175642,7	2402034,1	4175456,7	490

**Tabella 1 – Coordinate del parco agro-fotovoltaico di progetto (Rif. FV.CST01.PD.B.01)**

Tutte le opere previste dal progetto sono situate nei confini comunali di Castronovo di Sicilia (PA).



**Figura 2 - Inquadramento delle opere di progetto su carta IGM 1:25000 (Rif. FV.CST01.PD.B.01)**

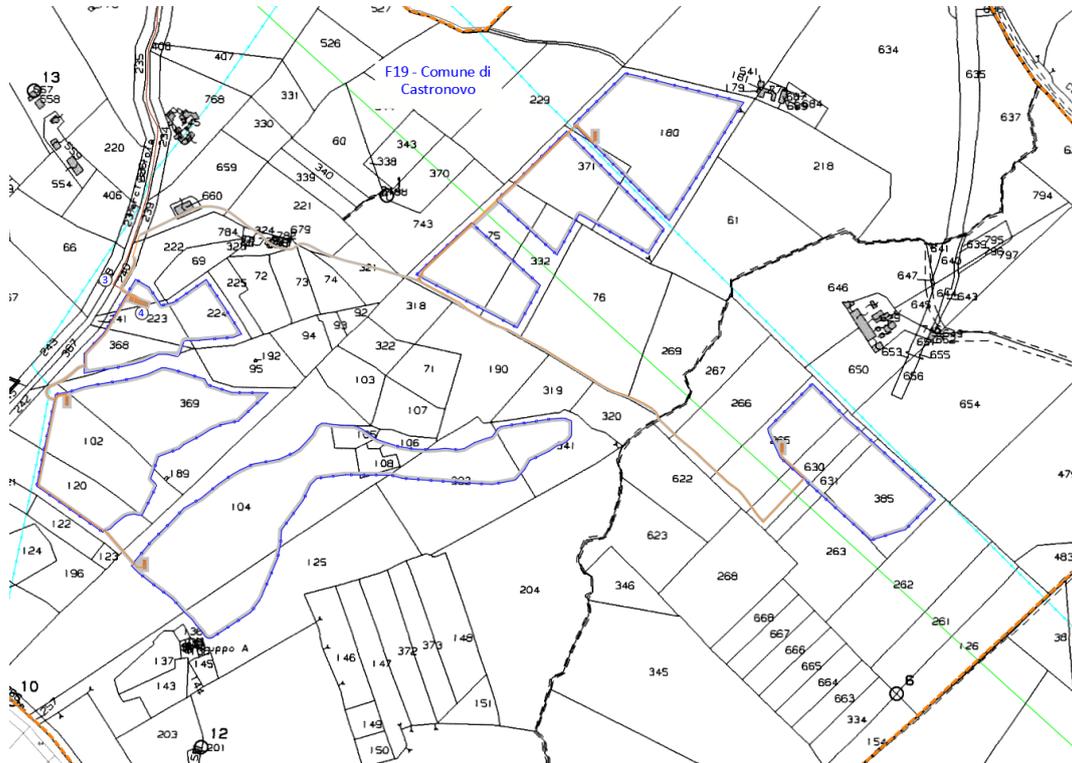
L'area di impianto è stata suddivisa in quattro differenti "sottocampi", per ognuno dei quali è prevista l'installazione di una Power Station con i relativi inverter centralizzati all'interno. Le diverse Power Station sono collegate alla cabina di raccolta per mezzo di un cavidotto "interno". Il cavidotto interno previsto dal progetto è interrato in media tensione a 36 kV e segue perlopiù il tracciato stradale esistente.

Per quanto concerne l'inquadramento su base catastale, le particelle interessate dalle opere di progetto sono riportate nella tabella seguente.

**Tabella 2 - Riferimenti catastali del layout d'impianto**

ID	COMUNE	FOGLIO	PARTICELLE
AREA LAYOUT	Castronovo di Sicilia	19	368-223-224-104-125-105-108-382-106-341-75-332-371-180-365-630-631-385-120-102-369

L'elenco completo delle particelle interessate dalle opere e delle relative fasce di asservimento è riportato nell'elaborato "FV.CST01.PD.L.05 - Piano particellare di asservimento di esproprio grafico e descrittivo" allegato al progetto, negli ulteriori allegati è possibile individuare anche l'insieme delle coordinate dell'impianto di progetto. L'inquadramento catastale dell'area di impianto è riportato nella filui gura seguente.



**Figura 3 - Inquadramento catastale dell'area di impianto**

### 3.2 Layout d'impianto

Il layout d'impianto si costituisce di una serie di elementi frutto delle considerazioni appena fatte, in particolare di:

1. strutture tracker sulle quali sono posizionati i moduli fotovoltaici;
2. power station;
3. cabina di raccolta e misura;
4. cavidotto in media tensione (MT);
5. fascia di mitigazione con piante e alberi;
6. strade bianche di progetto;
7. recinzione perimetrale.



*Figura 4 - Immagine rappresentativa del layout d'impianto*

La localizzazione dell'impianto è il frutto di un'analisi legata sia alle caratteristiche di irraggiamento solare dell'area che a quelle antropiche ed ambientali del territorio. Per i tecnici è stato prioritario porre la massima attenzione verso il rispetto dei criteri di inserimento paesaggistico dell'impianto, allo scopo di armonizzare l'installazione con la valorizzazione ambientale e sociale del territorio che la ospiterà.

L'ottimizzazione del layout è stata anzitutto condotta allo scopo di massimizzare la produzione energetica del campo FV di progetto e al contempo assicurare la prosecuzione delle coltivazioni. Un criterio di buona progettazione per impianti fotovoltaici, infatti, consiste nel disporre le file di tracker (o strutture fotovoltaiche) con un'interlinea tale da evitare fenomeni di auto-ombreggiamento (che andrebbero a discapito della produzione energetica) ed assicurare gli spazi utili necessari per le attività di manutenzione. La distanza scelta tra le strutture dei tracker (pitch) è stata posta pari a 9,8 m, tale estensione permette ampiamente il passaggio di mezzi agricoli per le attività agricole. Si tenga in considerazione che il terreno sottostante i moduli sarà soggetto ad attività di sfalcio del manto erboso, oltre alle attività di raccolta delle specie vegetali ipotizzate nel piano colturale.

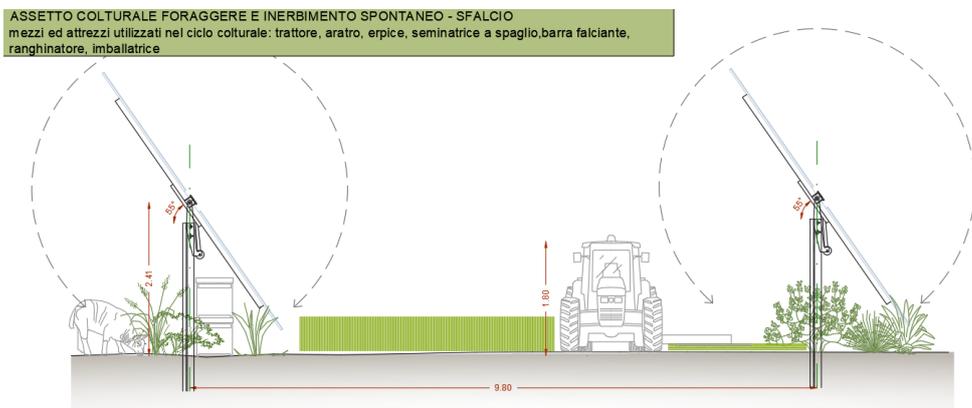


Figura 5 - Assetto colturale foraggere e inerbimento spontaneo – Attività di sfalcio

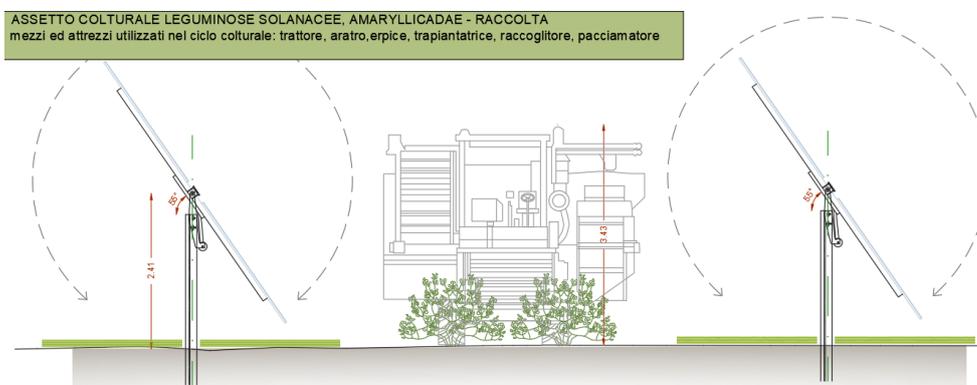


Figura 6 - Assetto colturale ortive/leguminose – Attività di raccolta

### 3.3 Caratteristiche tecniche e soluzione di connessione alla RTN

Il parco fotovoltaico di progetto avrà una potenza di 15,48 MWp, ottenuta dall'installazione di 28140 moduli FV bifacciali della Longi Hi-MO5m LR5 72HPH 550M (o simili) su inseguitori solari (o tracker) mono-assiali N-S della Convert.

L'Autorità per l'energia elettrica, il gas e rete idrica (AEEG) con la delibera ARG/elt99/08 (TICA) e ss.mm.ii., stabilisce le condizioni per l'erogazione del servizio di connessione alle reti elettriche con obbligo di connessione di terzi per gli impianti di produzione di energia elettrica. Il campo di applicazione è relativo anche ad impianti di produzione e si prefigge di individuare il punto di inserimento e la relativa connessione, dove per inserimento s'intende l'attività d'individuazione del punto nel quale l'impianto può essere collegato, e per connessione s'intende l'attività di determinazione dei circuiti e dell'impiantistica necessaria al collegamento.

La Soluzione Tecnica Minima Generale di connessione alla RTN, **Codice Pratica 202001734**, prevede che l'impianto venga *collegato in antenna a 36 kV con la sezione a 36 kV di una nuova stazione elettrica di*

*trasformazione (SE) 380/150/36 kV della RTN, da inserire in entra – esce sul futuro elettrodotto RTN a 380 kV della RTN “Chiaramonte Gulfi – Ciminna”, previsto nel Piano di Sviluppo Terna, e da ricollegare alla linea 150 kV compresa tra le stazioni RTN di Ciminna e Cammarata.*

### **3.4 Definizione del piano colturale**

La definizione del piano colturale prevede l’identificazione delle tipologie di colture potenzialmente coltivabili. Per ciascuna soluzione sono stati analizzati i pro e i contro, identificando le soluzioni che saranno effettivamente praticate tra le interfile e le essenze arboree e arbustive da impiantare lungo la fascia perimetrale. Il progetto agronomico ha previsto di utilizzare colture ad elevato grado di meccanizzazione o del tutto meccanizzate, quali: copertura con manto erboso, leguminose da granella, ortive. Le specie impiegate rappresentano un utile strumento per la lotta alla desertificazione, grazie all’azione fornita dall’apparato radicale delle stesse.



*Figura 7 - Esempi di specie coltivabili*

### **3.5 Opere di mitigazione**

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, sarà prevista una fascia perimetrale di mitigazione con specie arboree e arbustive. 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. Tale aspetto sarà meglio approfondito nel paragrafo 8.3.

### 3.6 Viabilità di avvicinamento al sito

L'analisi di viabilità di avvicinamento al sito ha previsto l'individuazione, entro un raggio di circa 50 km, delle grandi realtà territoriali che possono essere di riferimento per l'approvvigionamento locale. Le realtà territoriali individuate sono Palermo, Termini Imerese e Agrigento. Probabilmente la maggior parte degli approvvigionamenti prenderanno origine da Palermo, vista la disponibilità del porto commerciale.



Figura 8 – Analisi dell'area vasta per l'individuazione della migliore soluzione di accessibilità al sito (Fonte: Google Earth)

La viabilità ipotizzata prevede di passare per le seguenti tratte:

- SS 121 per 59 km;
- SS 189 fino all'uscita Castronovo di Sicilia per ulteriori 13,3 km;
- SP 79 per 0,240 km;
- SP 78 per 3,2 km in salita;
- SC per 0,750 km fino all'area di cantiere.

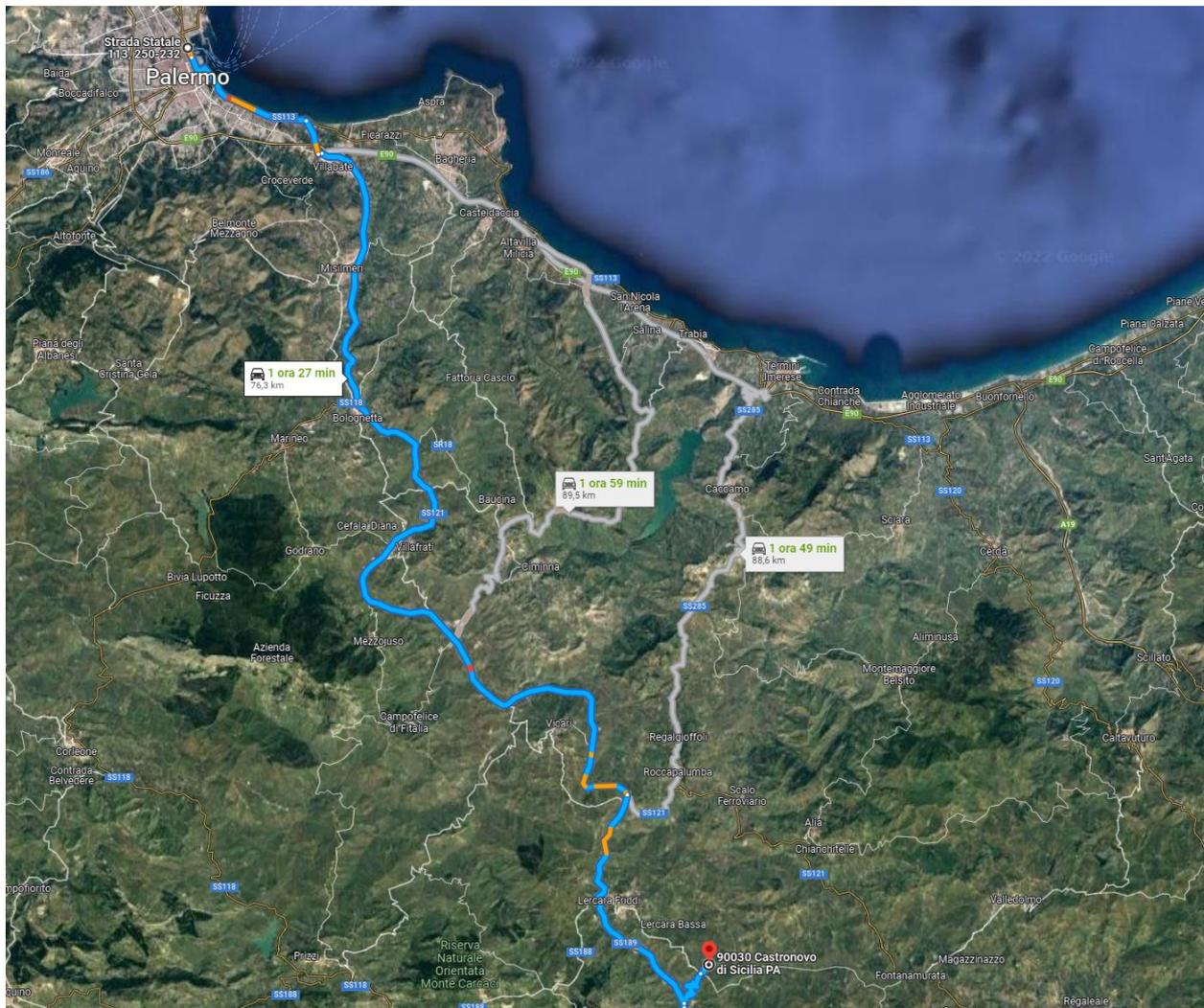


Figura 9 – Soluzione di accessibilità al sito scelta

Si rimanda alla relazione “FV.CST01.PD.A.11 – Relazione ed allegati grafici sulla viabilità di accesso al cantiere” per maggiori ed ulteriori dettagli. Si conclude, comunque, sostenendo che la tipologia di trasporto prevista non richiede alcun ricorso a interventi di adeguamento di quanto esistente poiché non afferente trasporti eccezionali per dimensione e/o peso.

### 3.7 Analisi delle interferenze con il reticolo idrografico

All’interno del layout di impianto sono state individuate due interferenze con il reticolo idrografico esistente, afferente al Fiume Torto e i suoi affluenti. Le due interferenze sono relative all’intersezione delle strade di progetto interne al sito con due differenti affluenti, un principale e un secondario.

**Tabella 3 - Interferenze tra il cavidotto interno e il reticolo idrografico esistente**

Interferenza	Tipologia d'alveo	Denominazione	Opera interferente	Area di tutela interessata
I.IDR.02	Corso d'acqua rinvenuto da carta C.T.R. 1:10000	Affluente del Fiume Torto	Strada di progetto	Corso d'acqua gestito dall'Autorità di Bacino del Distretto Idrografico della Sicilia
I.IDR.03	Corso d'acqua rinvenuto da foto satellitare	Affluente secondario del fiume Torto	Strada di progetto	Corso d'acqua gestito dall'Autorità di Bacino del Distretto Idrografico della Sicilia

Oltre alle interferenze direttamente legate al layout d'impianto, sono state analizzate anche le interferenze relative al cavidotto esterno a 36 kV. Lo scopo in fase di progettazione è di minimizzare le intersezioni con il reticolo idrografico oppure di individuare delle soluzioni atte a risolvere tali interferenze.

**Tabella 4 - Interferenze tra il tracciato del cavidotto a 36 kV interrato e il reticolo idrografico esistente**

Interferenza	Tipologia d'alveo	Denominazione	Opera interferente	Area di tutela interessata
I.IDR.01	Corso d'acqua rinvenuto da carta C.T.R. 1:10000	Affluente del Fiume Torto	Cavidotto	Corso d'acqua gestito dall'Autorità di Bacino del Distretto Idrografico della Sicilia
I.IDR.02	Corso d'acqua rinvenuto da carta C.T.R. 1:10000	Affluente del Fiume Torto	Cavidotto	Corso d'acqua gestito dall'Autorità di Bacino del Distretto Idrografico della Sicilia
I.IDR.03	Corso d'acqua rinvenuto da carta C.T.R. 1:10000	Affluente secondario del Fiume Torto	Cavidotto	Corso d'acqua gestito dall'Autorità di Bacino del Distretto Idrografico della Sicilia

Le interferenze puntuali potranno essere risolte applicando le alternative progettuali di seguito esplicitate, tutte allo scopo di garantire il mantenimento delle condizioni idrauliche ante-operam.

- Scavo in trincea al di sotto del reticolo idrografico esistente;
- Staffaggio del cavidotto alla parete dell'attraversamento esistente;
- Trivellazione Orizzontale Controllata (T.O.C.).

La metodologia di scelta della risoluzione dipende da una serie di considerazioni, legata principalmente alle aree potenzialmente allagabili. Le aree che risultano allagabili con delle piogge intense (con  $T_r=200$  anni) sono state risolte mediante TOC. Nel caso in cui invece le aree inondabili sono modeste l'interferenza viene risolta o con staffaggio o con scavo in trincea.

## 4 CONFORMITÀ VINCOLISTICA DELLE OPERE DI PROGETTO

Nel presente capitolo è riportata una sintesi dei principali strumenti di pianificazione, programmazione e tutela vigenti nelle aree interessate dalle opere di progetto, ai fini dell'analisi di compatibilità vincolistica delle opere. Lo studio approfondito della compatibilità del progetto con i vari strumenti di pianificazione è descritto nell'elaborato "FV.CST01.PD.SIA.01".

### 4.1 Normativa regionale vigente in materia di pianificazione energetica

#### 4.1.1 Piano Energetico Ambientale Regionale (PEARS)

La Regione Siciliana con DPR n. 13 del 2009, confermato l'art. 105 della LR 11/2010, ha adottato il Piano Energetico Ambientale. Gli obiettivi del Piano prevedevano differenti traguardi temporali, fino al 2020. In vista della scadenza dello scenario di piano del PEARS, il Dipartimento dell'Energia dell'Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità ha formulato una proposta di aggiornamento del PEARS. Tale aggiornamento definisce gli obiettivi al 2020-2030 attraverso una pianificazione mirata a seguire a governare lo sviluppo energetico del suo territorio sostenendo e promuovendo la filiera energetica e allo stesso tempo tutelando l'ambiente per costruire un futuro sostenibile.

Per il settore fotovoltaico si ipotizza di raggiungere un valore di produzione pari a 5.95 TWh, attraverso:

- revamping e repowering;
- nuove installazioni di impianti fotovoltaici.

Facendo riferimento alle nuove installazioni, sarà possibile produrre 2320 MW, tra cui 1100 MW da installare a terra, i cui siti preferenziali risultano: cave e miniere esaurite, siti di interesse nazionale, discariche esaurite e aree industriali (ex-ASI). Tra gli altri siti a disposizione, sarà data precedenza ai terreni agricoli degradati (non più produttivi).

Il progetto di costruzione di un impianto agro-fotovoltaico può considerarsi in linea con gli obiettivi strategici della politica energetica regionale, in quanto si pone come obiettivo lo sviluppo sostenibile e l'incremento della quota di energia rinnovabile, contribuendo a ridurre le emissioni di gas effetto serra e la dipendenza da combustibili fossili.

#### 4.1.2 Piano Paesaggistico Territoriale Regionale (PPTR)

Il PTPR investe l'intero territorio regionale con effetti differenziati, in relazione alle caratteristiche ed allo stato effettivo dei luoghi, alla loro situazione giuridica ed all'articolazione normativa del piano stesso. I paesaggi della Sicilia sono fortemente condizionati dalla morfologia che, per la estrema variabilità che la caratterizza, crea accesi contrasti. Partendo da tale considerazione il PTPR articola il territorio regionale in 18 ambiti, per ognuno dei quali l'ente competente in materia di pianificazione paesistica è la Soprintendenza. Le aree nelle quali saranno realizzati l'impianto agro-fotovoltaico e il cavidotto sono interamente comprese nel comune di Castronovo di Sicilia, provincia di Palermo, precisamente ricadrebbero nell'Ambito 5.

Non risultando ancora in vigore il **Piano Paesaggistico d'Ambito della Provincia di Palermo**, per la compatibilità paesaggistica delle opere di progetto si rimanda alla sezione di compatibilità con le previsioni di tutela del Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio, in particolare al paragrafo 4.2.2, che illustra la compatibilità delle opere prima con i beni paesaggistici e poi con i beni culturali.

#### 4.1.3 Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale di Palermo (PTCP)

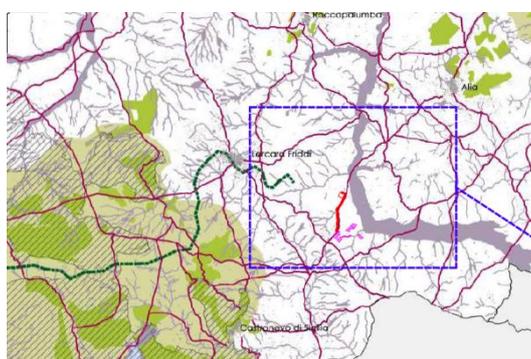
Il Piano Territoriale Provinciale (PTP) nasce con l'obiettivo di definire la politica di governo del territorio provinciale e si pone come strumento di congiunzione tra la normativa di riferimento a livello regionale, la pianificazione urbanistica comunale e tutti gli altri strumenti programmatori che interessano le trasformazioni sul territorio. Tra i suoi vari obiettivi, primaria è la tutela e valorizzazione delle risorse naturali e culturali presenti sul territorio, basata sui principi di sostenibilità ambientale e di cooperazione tra tutte le forze sociali ed economiche in gioco.

Gli aspetti valutati nel progetto fanno riferimento allo Schema di massima del PTP della Provincia di Palermo, e riguardano:

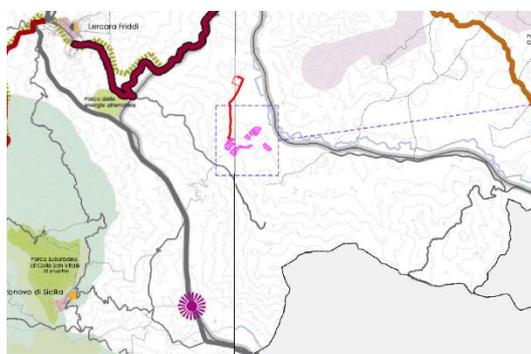
1. gli schemi regionali e relazioni di contesto in riferimento al sistema naturalistico-ambientale;
2. gli elementi di costruzione della rete ecologica provinciale;
3. l'accessibilità e gli interscambi.



**Figura 10 - Inquadramento dell'area di impianto ed opere connesse rispetto agli schemi regionali e relazioni di contesto – Sistema naturalistico-ambientale del PTP**



**Figura 11 - Inquadramento dell'area di impianto ed opere connesse rispetto agli elementi di costruzione della rete ecologica provinciale del PTP**



**Figura 12 - Inquadramento dell'area di impianto ed opere connesse rispetto alle previsioni dello schema di massima per il territorio dei Sicani del PTP**

L'area di impianto e le opere connesse sono completamente compatibili con lo strumento di pianificazione provinciale vigente.

#### **4.1.4 Piano Regolatore Generale del Comune di Castronovo di Sicilia (PA)**

Il Piano Regolatore del Comune di Castronovo di Sicilia è stato approvato con Decreto Assessoriale n. 531 del 23 dicembre 1999, cui si sono susseguite alcune varianti, tra cui le modifiche approvate con Decreto Assessoriale n. 19 del 14 aprile 2006 e il Decreto Assessoriale n. 28 del 22 giugno 2007.

Ai sensi dell'art. 33 della NTA relative al PRG vigente nel comune di Castronovo di Sicilia le particelle in esame hanno come destinazione urbanistica "Zona territoriale omogenea E". Il progetto in studio non presenta elementi di contrasto con le indicazioni del PRG del Comune di Castronovo di Sicilia e risulta conforme alle prescrizioni dello strumento urbanistico vigente in quanto collocato in aree che ricadono in zona "agricola E" del PRG.

## 4.2 Compatibilità specifiche

### 4.2.1 Compatibilità naturalistico-ecologica

L'inquadramento di area vasta permette di individuare la più vicina area protetta a 5 km di distanza dall'area oggetto di impianto. In particolare, si tratta di una ZSC il cui Codice è ITA020011, anche denominata come "Rocche di Castronuovo, Pizzolupo, Gurghi di S. Andrea". Si tratta di un'area di rilevante pregio naturalistico-ambientale e paesaggistico, con un paesaggio vegetale assai articolato e vario e differenti specie di vertebrati rare e/o minacciate. Oltre alla succitata area protetta, nel territorio circostante si rileva la presenza di ulteriori aree di pregio ambientale, quali: la ITA04011 "La Montagnola e Acqua Fitusa", la IA 020022 "Calanchi, lembi boschivi e praterie di Rienà". Tutte le aree protette, riconosciute dalla Rete Natura 2000, si trovano a più di 7 km di distanza dall'area di impianto.

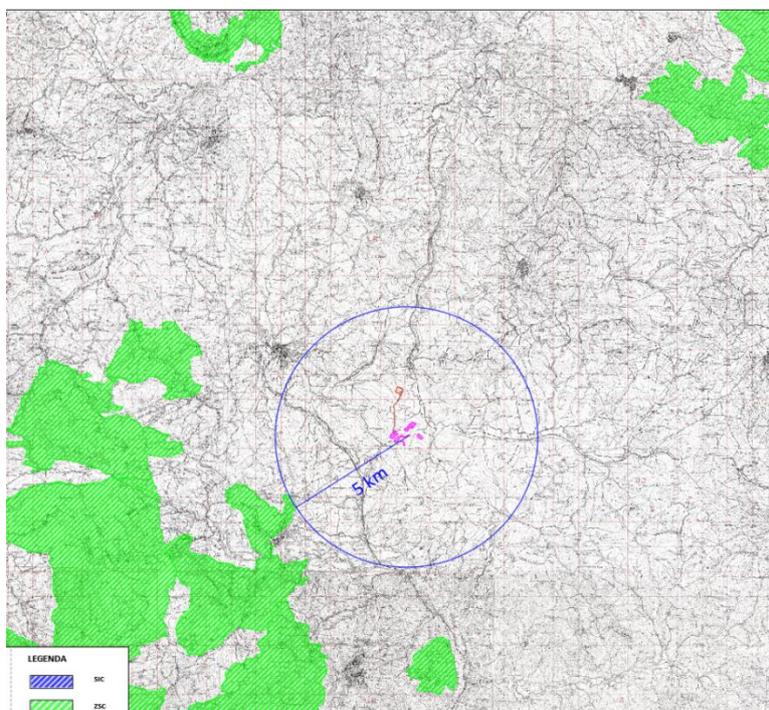
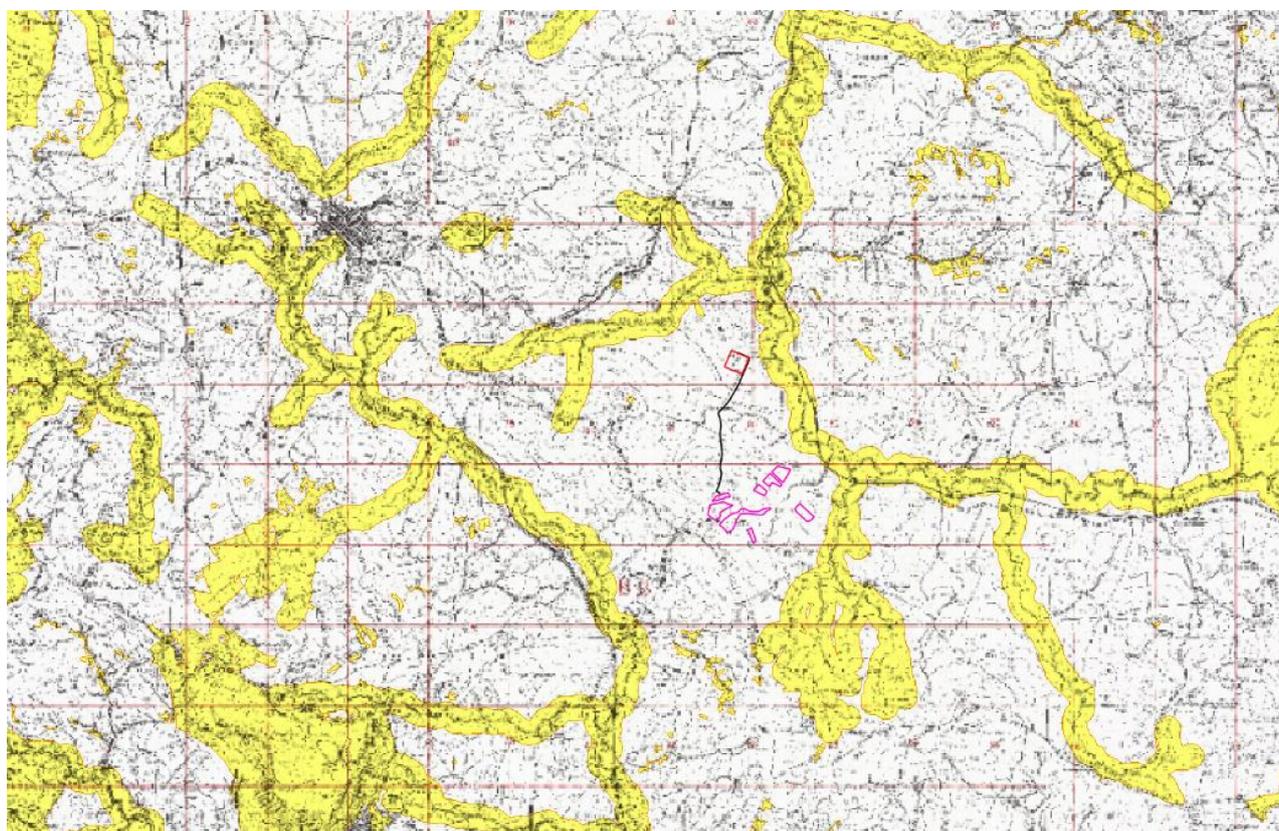


Figura 13 - Distanza rispetto alle aree protette [Rif. Elaborato FV.CST01.PD.C.02]

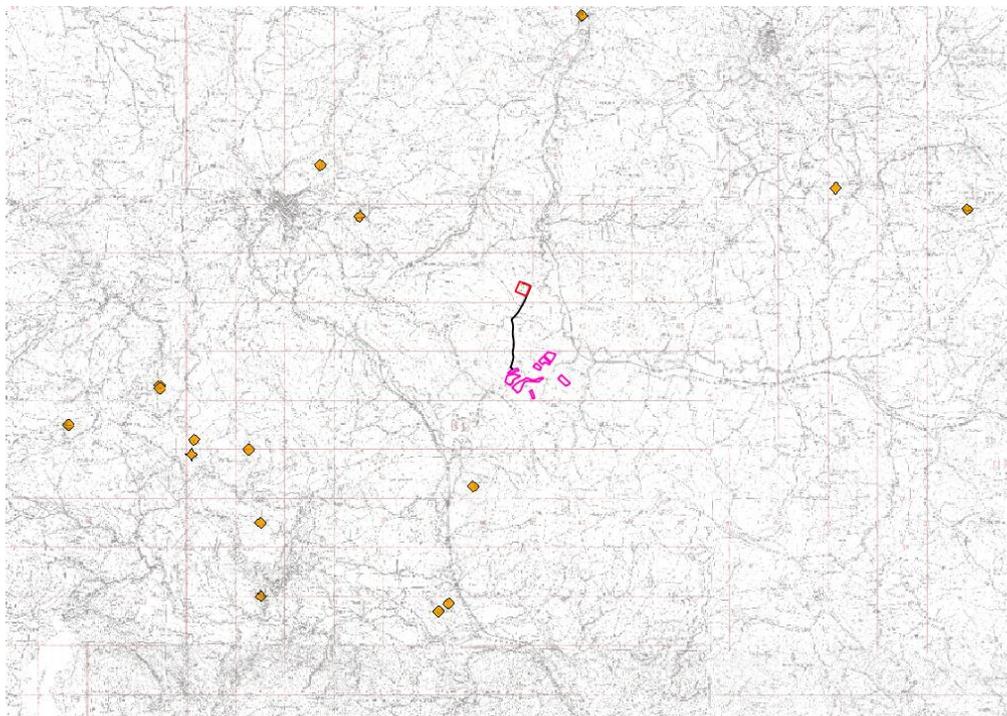
#### 4.2.2 Compatibilità paesaggistico-culturale

Il patrimonio culturale è regolamentato dal Codice dei beni culturali e del paesaggio (D. Lgs. n. 42/2004) nella Parte Seconda per i beni culturali e nella Parte Terza per i beni paesaggistici. L'individuazione dei beni riconosciuti dal Codice avviene mediante precise norme fissate, che prevedono le modalità relative alla loro conservazione, tutela, fruizione, circolazione in ambito internazionale e nazionale, ai ritrovamenti e alle scoperte di beni. I beni culturali sono definiti all'interno dell'art. 10 della Parte Seconda del Codice, i beni paesaggistici sono regolamentati dagli artt. 135 e 143 della Parte Terza del Codice.

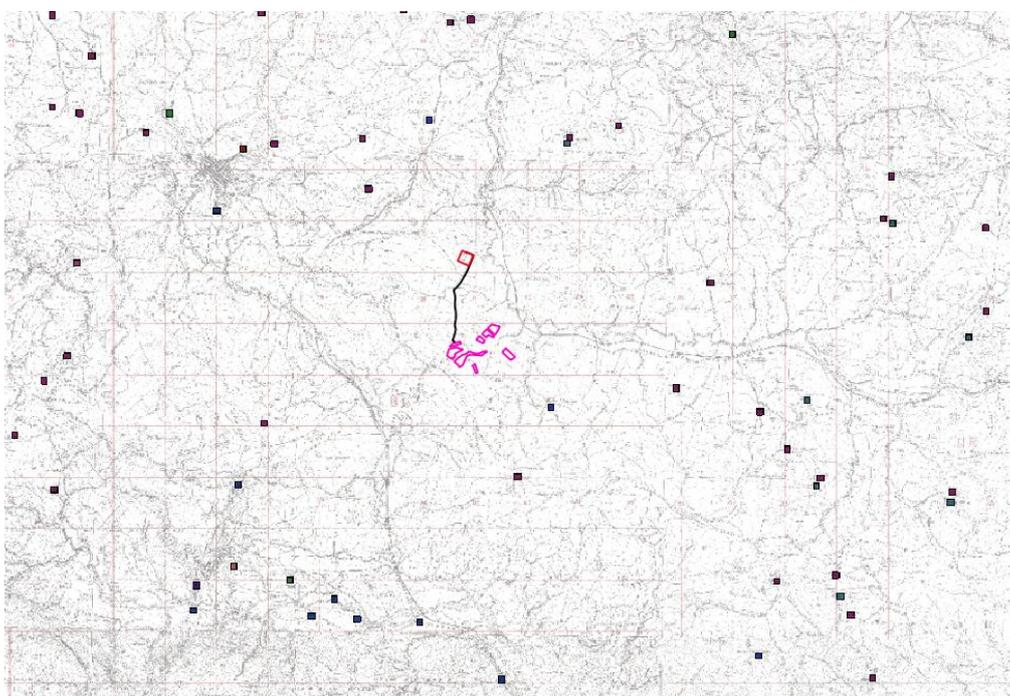


*Figura 14 - Inquadramento dell'area di impianto ed opere connesse rispetto ai beni paesaggistici tutelati ai sensi dell'art. 142 del D. Lgs n. 42/2004*

Come si può evincere dalla figura, l'area di progetto e le opere connesse non interferiscono con i beni paesaggistici regolamentati dall'art. 142 del D. Lgs. n. 42/2004.



**Figura 15 - Inquadramento dell'area di impianto ed opere connesse rispetto ai siti archeologici (Fonte: SITR Regione Sicilia)**

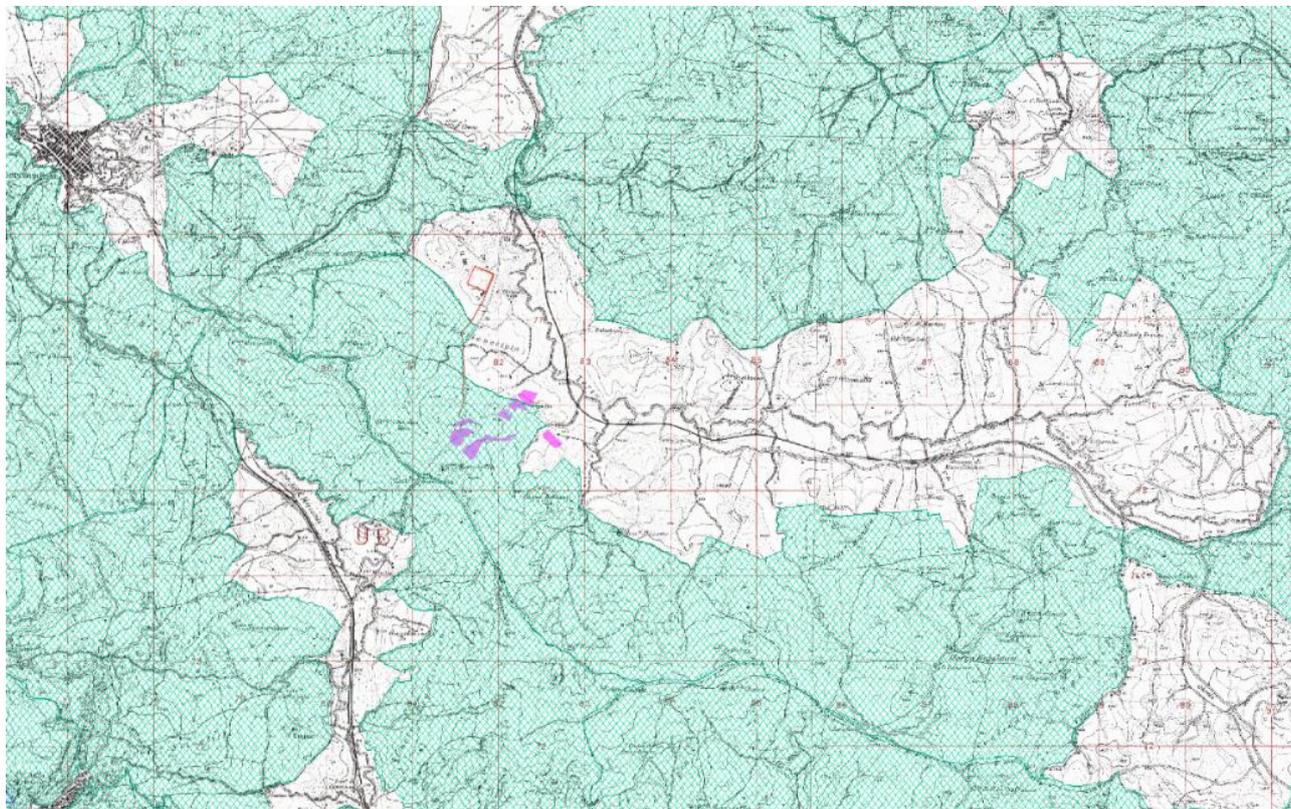


**Figura 16 - Inquadramento dell'area di impianto ed opere connesse rispetto ai beni isolati (Fonte: SITR Regione Sicilia)**

Dalle figure sopra riportate risulta che l'area di impianto e le opere connesse non interferiscono con beni paesaggistici e beni tutelati ai sensi del D. Lgs n. 42/2004.

#### 4.2.3 Compatibilità geomorfologica-idrogeologica

##### 4.2.3.1 Vincolo idrogeologico



*Figura 17 - Inquadramento dell'area di impianto rispetto al vincolo idrogeologico (Fonte: SITR Regione Sicilia)*

L'area di impianto ricade parzialmente in area soggetta a vincolo idrogeologico ai sensi del R.D. n. 3267/1923, ciò implica la richiesta del parere/nulla osta dagli organi istituzionali competenti. All'interno della richiesta di nulla osta saranno descritti gli interventi finalizzati a:

- a. ridurre al minimo indispensabile gli scavi e i movimenti di terra;
- b. evitare modifiche plano-altimetriche dell'area;
- c. evitare di modificare il naturale deflusso delle acque meteoriche in tutte le fasi (di cantiere, di esercizio e dismissione), così da non compromettere la stabilità del terreno.

#### 4.2.3.2 PAI (Piano per l'Assetto Idrogeologico)

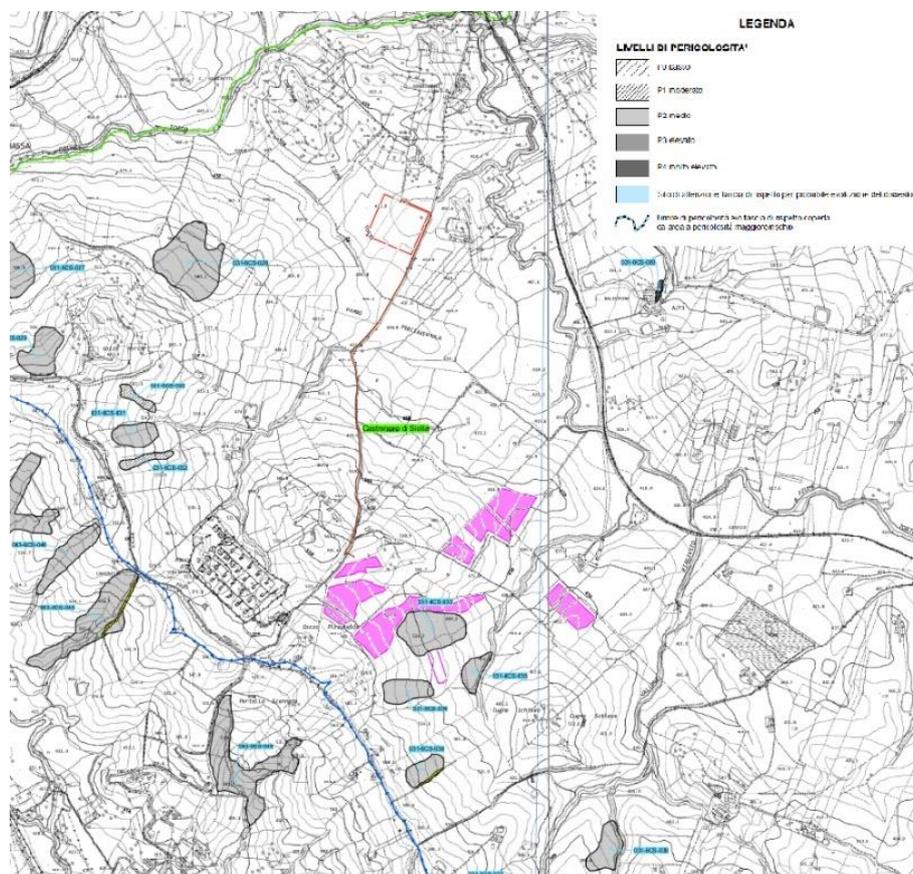


Figura 18 - Inquadramento dell'area di impianto ed opere connesse rispetto al PAI

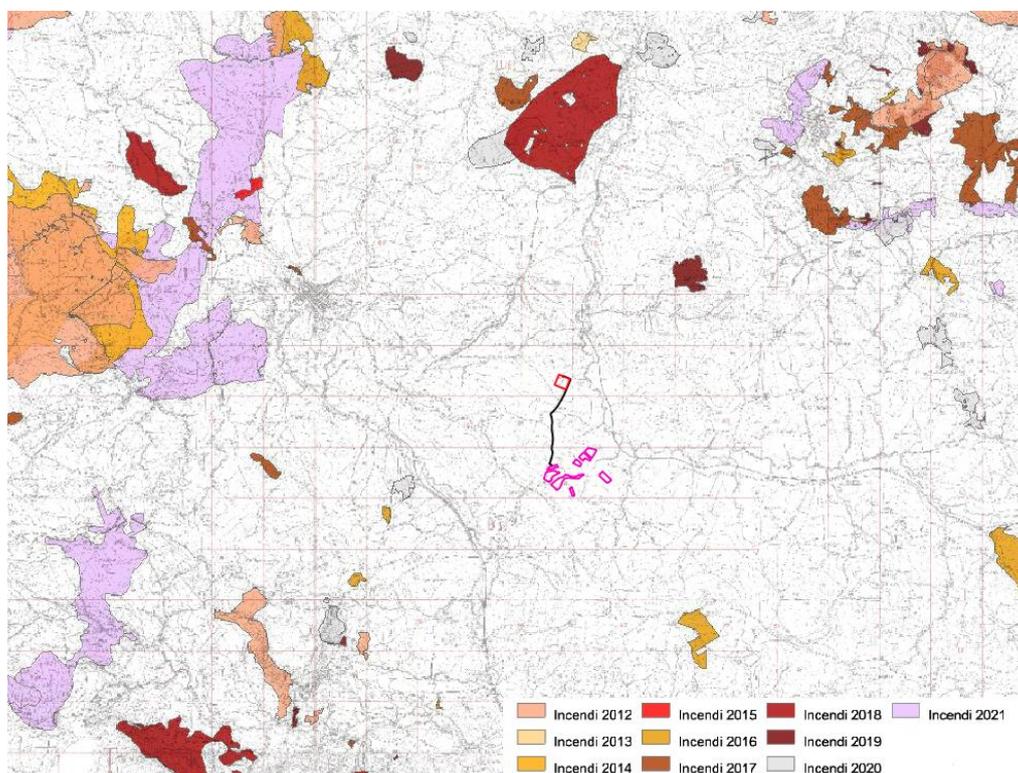
La Figura 18 mostra che né l'area di impianto né il cavidotto interessano direttamente aree soggette a pericolosità geomorfologica. Bisogna rivolgere attenzione al fatto che a sud dell'area di impianto vi è una zona a "Pericolosità media P2" che confina con l'area dei pannelli. A tal proposito, facendo riferimento alle Norme Tecniche di Attuazione dei PAI (aggiornate con GURS 21/05/2021), all'art. 22 sono definite le prescrizioni per le zone a pericolosità geomorfologica P2. In particolare, al punto 22.1 si riporta "Nelle aree a pericolosità media (P2) oltre agli interventi di cui all'art. 21, è consentita, previa verifica di compatibilità, l'attuazione delle previsioni degli strumenti urbanistici, generali, attuativi, e di settore, sia per gli elementi esistenti sia per quelli di nuova realizzazione, purché corredati da indagini geologiche e geotecniche effettuate ai sensi della normativa vigente ed estese ad un ambito morfologico o ad un tratto di versante significativi, individuabili nel contesto del bacino idrografico di ordine inferiore in cui ricade l'intervento". Sarà cura del proponente realizzare le opere di progetto in modo tale da non alterare le condizioni di stabilità dei versanti confinanti con l'area, prevedendo un opportuno sistema di regimentazione delle acque meteoriche.

#### 4.2.4 Ulteriori compatibilità specifiche

L'analisi vincolistica ha previsto anche di analizzare ulteriori compatibilità specifiche, nella presente relazione saranno mostrate solo alcune di esse, ritenute più significative rispetto alle altre, ossia:

- Piano Regionale per la programmazione delle attività di previsione, prevenzione e lotta attiva per la difesa della vegetazione contro gli incendi boschivi;
- Piano Forestale Regionale (PFR);
- Carta della sensibilità alla desertificazione in Sicilia.

##### 4.2.4.1 Piano Regionale per la programmazione delle attività di previsione, prevenzione e lotta attiva per la difesa della vegetazione contro gli incendi boschivi



**Figura 19 - Inquadramento dell'area di impianto ed opere connesse rispetto alla perimetrazione delle aree percorse dal fuoco dal 2012 al 2021 (Fonte: SIF)**

Dalle carte tematiche del Sistema Informativo Forestale (SIF) della Regione Sicilia è emerso che nessuna area percorsa dal fuoco dal 2012 al 2021 ricade all'interno dell'area di impianto, pertanto, si può confermare che il progetto risulta compatibile con il Piano per la programmazione delle attività di previsione, prevenzione e lotta attiva per la difesa della vegetazione contro gli incendi boschivi.

#### 4.2.4.2 Piano Forestale Regionale (PFR)

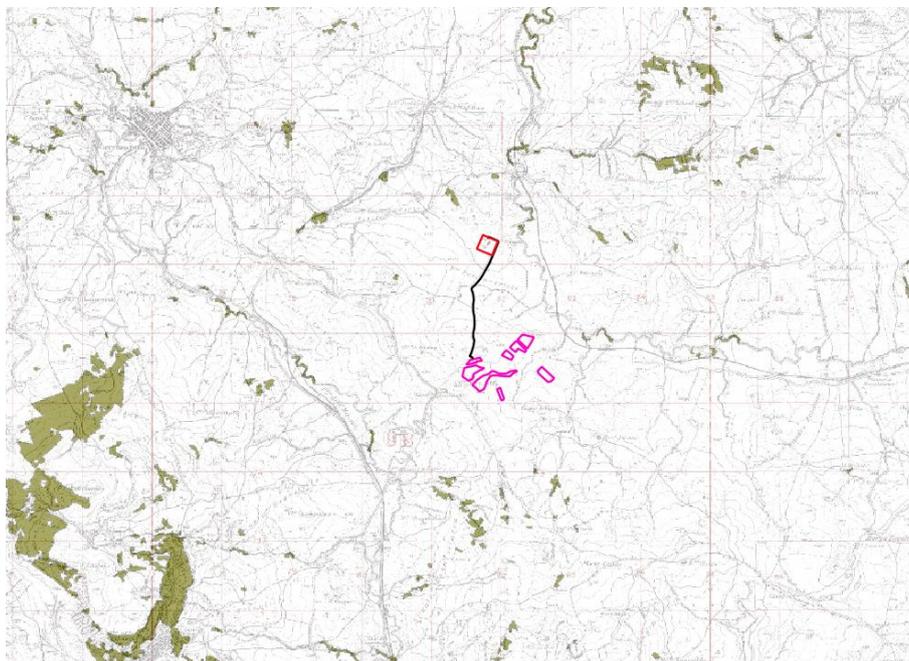


Figura 20 - Inquadramento dell'area di impianto ed opere connesse rispetto alle fasce forestali regolamentate dalla LR n. 16/1996

Come si può evincere dalla figura né l'area di progetto né le opere connesse ricadono all'interno delle aree boscate disciplinate dalla normativa vigente.

#### 4.2.4.3 Carta della sensibilità alla desertificazione in Sicilia

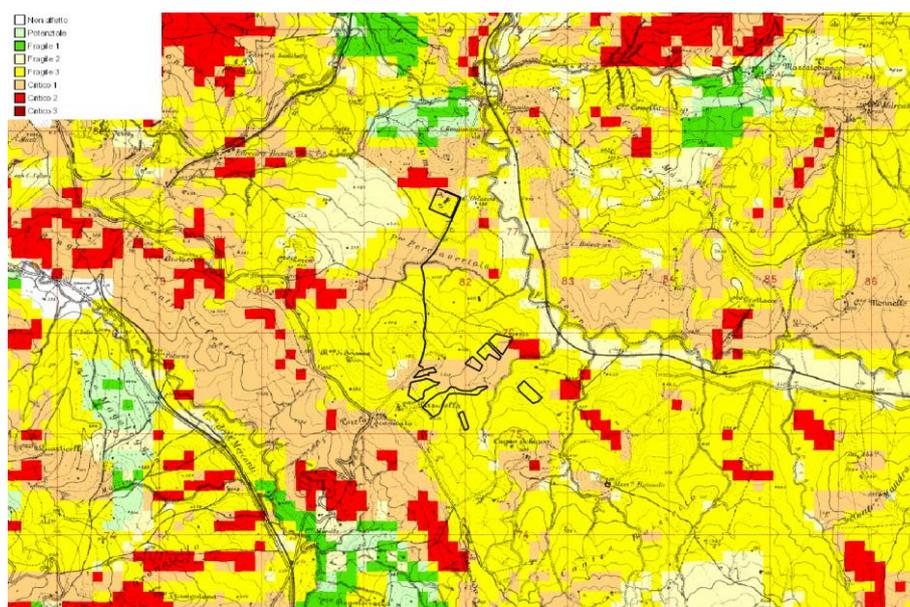


Figura 21 - Inquadramento delle opere di progetto sulla Carta delle aree sensibili alla Desertificazione in scala 1:25000



## RELAZIONE TECNICA GENERALE

CODICE	FV.CST01.PD.A.01.2
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	07/2022
PAGINA	32 di 88

Come si evince dalla figura, le opere di progetto ricadono quasi interamente in aree di categoria “Fragile 2”, definite come “aree dove qualsiasi cambiamento del delicato equilibrio dei fattori naturali o delle attività umane molto probabilmente porterà alla desertificazione. Per esempio, l’impatto del previsto cambiamento climatico causato dall’effetto serra probabilmente determinerà una riduzione del potenziale biologico causata dalla siccità, provocando la perdita della copertura vegetale in molte aree, che saranno soggette ad una maggiore erosione, e diventeranno aree critiche”.

Nonostante tale condizione di fragilità, si può confermare che l’impianto agro-fotovoltaico rappresenta un’opportunità per il recupero dei terreni agricoli, poiché contribuisce alla necessità di invertire il trend attuale, che vede la perdita di oltre 100 mila ettari di superficie agricola all’anno a causa della desertificazione. Il sistema progettato è, infatti, una sinergia tra colture agricole e pannelli fotovoltaici, che va:

- a ridurre i consumi idrici grazie all’ombreggiamento dei moduli;
- garantire una degradazione dei suoli più bassa e favorire le rese agricole;
- ridurre l’evapotraspirazione dei terreni e recuperare le acque meteoriche;
- proteggere le colture da eventi climatici estremi.

## 5 PROGETTAZIONE DELL'IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO

### 5.1 Criteri progettuali

Il progetto di questo impianto costituisce la sintesi del lavoro di un team di ingegneri, architetti, paesaggisti, geometri, agronomi ed esperti ambientali che, mettendo insieme le differenti competenze, hanno contribuito alla realizzazione del progetto in esame. Fermo restando l'adesione alle norme vigenti in materia di tutela paesaggistica e ambientale, la proposta progettuale indaga e approfondisce i seguenti aspetti:

- le caratteristiche orografiche e geomorfologiche del sito, con particolare riguardo ad aspetti come l'acqua, la vegetazione, l'uso del suolo, la viabilità carrabile e i percorsi pedonali, la conformazione del terreno, o ancora i colori del paesaggio;
- l'inserimento del campo agro-fotovoltaico nel paesaggio, lo studio della sua percezione e dell'impatto visivo rispetto a punti di vista prioritari (insediamenti concentrati o isolati), a visioni in movimento (strade);
- le caratteristiche delle strutture, dei moduli fotovoltaici, con indicazioni riguardanti materiali, colori, forma, ecc. e con particolare attenzione alla manutenzione e durabilità;
- la qualità del paesaggio, i caratteri del territorio e le trasformazioni proposte (interventi di rimodellazione dei terreni, di ingegneria naturalistica, di inserimento delle nuove strade e strutture secondarie, ecc.), la gestione delle aree e degli impianti, i collegamenti tra le strutture;
- le indicazioni per l'uso di materiali nella realizzazione dei diversi interventi previsti dal progetto (percorsi e aree fruibili, strutture), degli impianti arborei e vegetazionali (con indicazione delle specie autoctone contemplate) ove previsti, ed eventuali illuminazioni delle aree e delle strutture per la loro valorizzazione nel paesaggio.

Con riferimento agli obiettivi e ai criteri di valutazione suddetti si richiamano alcuni criteri di base utilizzati nella scelta della soluzione individuata, al fine di migliorare l'inserimento dell'infrastruttura nel territorio senza tuttavia trascurare i criteri di rendimento energetico determinati dalle migliori condizioni di irraggiamento:

- rispetto dell'orografia del terreno (limitazione delle opere di scavo/riporto) prediligendo l'ubicazione delle opere su aree a minor pendenze in modo da limitare le alterazioni morfologiche;
- massimo riutilizzo della viabilità esistente;

- realizzazione della nuova viabilità rispettando l'orografia del terreno e secondo la tipologia esistente in zona o attraverso modalità di realizzazione che tengono conto delle caratteristiche percettive generali del sito;
- impiego di materiali che favoriscano l'integrazione con il paesaggio dell'area per tutti gli interventi che riguardino manufatti (strade, cabine, muri di contenimento, ecc.) e sistema vegetazionale;
- attenzione alle condizioni determinate dai cantieri e ripristino della situazione "ante operam" con particolare riguardo alla reversibilità e rinaturalizzazione o imboschimento delle aree occupate temporaneamente da camion nella fase di montaggio;
- disposizioni delle strutture fotovoltaiche ad inseguimento solare per massima captazione dell'irraggiamento disposte con un'interlinea (pitch) tale da garantire la coltivazione e la lavorazione del terreno sottostante.

Si sottolinea che l'impianto si definisce agro-fotovoltaico in quanto la salvaguardia delle culture rappresenta un obiettivo da conseguire al pari della produzione energetica da fonte rinnovabile. Si richiamerà l'argomento successivamente ma si rimanda alla relazione "FV.CST01.PD.AGRO.01 – Relazione Pedo-Agronomica".

A tutto questo vanno aggiunte alcune considerazioni più generali legate alla natura stessa dell'incidenza solare e alla conseguente caratterizzazione dei siti idonei per lo sfruttamento di energia solare.

## **5.2 Particolari relativi al layout d'impianto**

La localizzazione dell'impianto è il frutto di un'analisi multi-criteriale, legata sia alle caratteristiche di irraggiamento solare dell'area che a quelle antropiche ed ambientali del territorio. Per i tecnici è stato prioritario porre la massima attenzione verso il rispetto dei criteri di inserimento paesaggistico dell'impianto, allo scopo di armonizzare l'installazione con la valorizzazione ambientale e sociale del territorio che la ospiterà.

L'ottimizzazione del layout è stata anzitutto condotta allo scopo di massimizzare la produzione energetica del campo FV di progetto e al contempo assicurare la prosecuzione delle coltivazioni. Un criterio di buona progettazione per impianti fotovoltaici, infatti, consiste nel disporre le file di tracker (o strutture fotovoltaiche) con un'interlinea tale da evitare fenomeni di auto-ombreggiamento (che andrebbero a discapito della produzione energetica) ed assicurare gli spazi utili necessari per le attività di manutenzione. Tuttavia, la volontà di condurre una progettazione integrata con la produzione agricola, ha determinato un

pitch superiore all'ottimo energetico, con la conseguente riduzione di potenza installabile, al fine di garantire fasce di terreno sufficientemente ampie per:

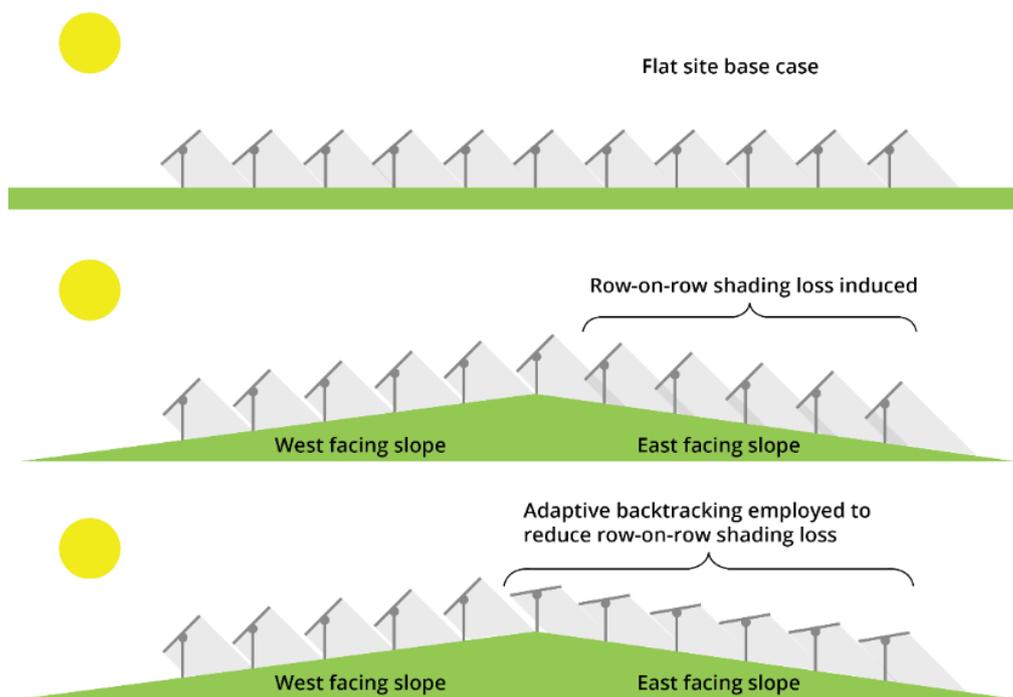
- mantenere elevati i livelli produttivi delle coltivazioni proposte;
- assicurare il corretto apporto di luce solare;
- garantire il libero passaggio di mezzi agricoli.

Si riportano di seguito diversi schemi di dettaglio utilizzati per l'identificazione del corretto pitch agro-fotovoltaico (Rif. Tavola FV.CST01.PD.F.03 – Risoluzione Interferenze Tecniche – Agronomiche). Definito il pitch di 9,8 m, sono stati scelti i moduli FV in maniera tale da ottimizzare la produzione energetica. La disposizione delle strutture fotovoltaiche sul terreno, inoltre, è funzione anche di tutti i fattori legati alla presenza di vincoli ostativi, alla natura del sito, all'orografia, alla viabilità esistente, alla presenza di fabbricati/recettori e allo sviluppo di limiti catastali. Non meno importanti sono tutte le considerazioni relative all'impatto paesaggistico dell'impianto nel suo insieme.

### **5.3 Producibilità dell'impianto**

La stima di producibilità è stata ottenuta caratterizzando l'impianto all'interno del software per sistemi fotovoltaici "PVSystem".

Si vuole evidenziare il ricorso ad un sistema di efficientamento produttivo del campo fotovoltaico: il sistema di Backtracking, il quale consente di ridurre le perdite per auto-ombreggiamento, cioè le perdite da ombreggiamento indotto dai tracker stessi alle file retrostanti. Ciò avviene per mezzo di un sistema logico-adattivo che gestisce contemporaneamente piccoli gruppi di tracker, al fine di ottimizzare dunque le prestazioni del campo FV.



**Figura 22 - Schema funzionale backtracking**

### 5.3.1 Dati climatici

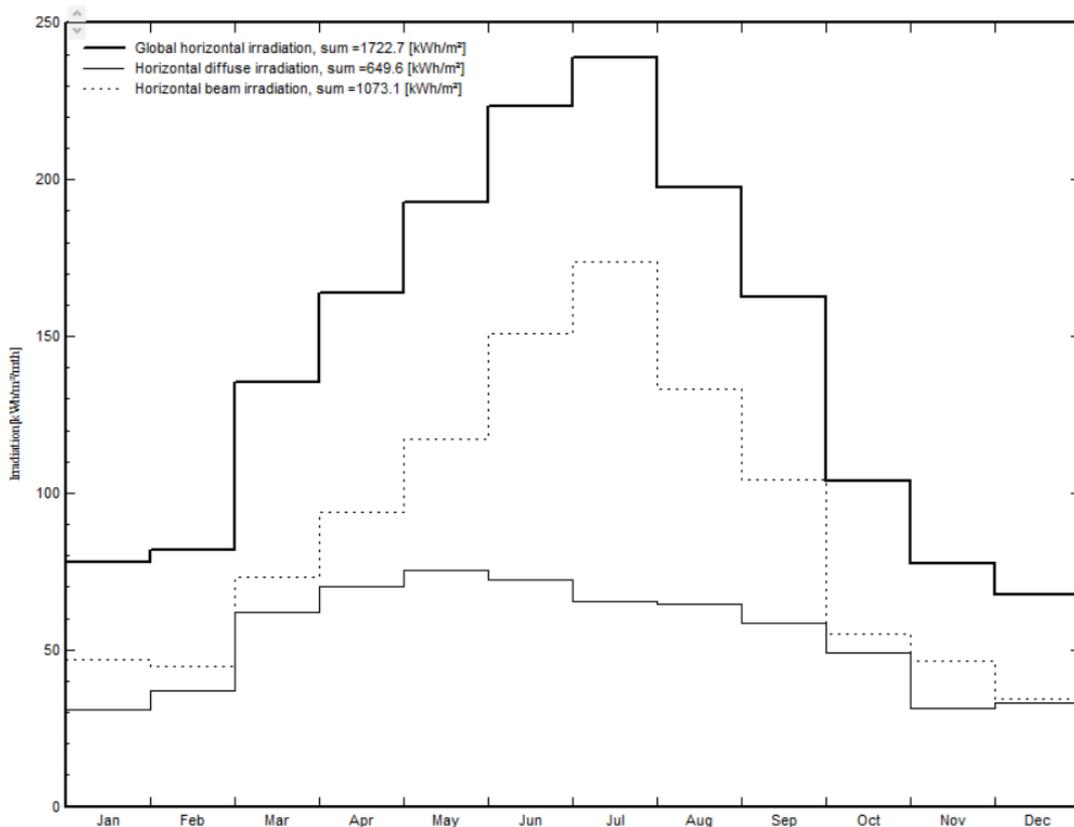
Il PVGIS – PhotoVoltaic Geographical Information System è un sistema sviluppato dal JRC (Joint Research Centre) della Commissione Europea a partire dal 2001. Ad oggi la copertura territoriale dei database PVGIS riguarda la totalità dell’Europa e dell’Africa e gran parte dell’Asia e dell’America. Il PVGIS consente un accesso libero e gratuito ad una grande serie di dati:

- potenziale fotovoltaico per diverse tecnologie e configurazioni di impianto, sia questo un impianto stand-alone che connesso alla rete.
- dati di temperatura e radiazione solare, sia in forma di medie mensili che di profili giornalieri
- serie storiche dei valori orari di radiazione solare e performance FV
- dati TMY – Typical Meteorological Year per nove differenti parametri climatici
- mappe stampabili dell’irraggiamento solare e della potenzialità fotovoltaica

L’attendibilità dei dati PVGIS è internazionalmente riconosciuta, questi possono essere dunque utilizzati per l’elaborazione statistica della stima di radiazione solare del sito in progetto. Si riportano di seguito i dati meteorologici assunti:

**Tabella 5 - Dati meteorologici di irraggiamento per il sito di progetto**

	<b>GlobHor</b> kWh/m <sup>2</sup>	<b>DiffHor</b> kWh/m <sup>2</sup>	<b>T_Amb</b> °C	<b>GlobInc</b> kWh/m <sup>2</sup>	<b>GlobEff</b> kWh/m <sup>2</sup>
<b>January</b>	77.9	31.07	8.50	98.3	91.1
<b>February</b>	81.7	36.89	8.27	100.7	94.8
<b>March</b>	135.3	62.01	8.94	166.0	157.6
<b>April</b>	163.9	70.09	12.25	200.6	191.2
<b>May</b>	192.6	75.47	16.05	239.3	229.1
<b>June</b>	223.4	72.53	20.52	280.2	268.8
<b>July</b>	239.0	65.23	25.10	307.3	294.8
<b>August</b>	197.7	64.64	24.17	252.6	241.0
<b>September</b>	162.5	58.35	20.99	205.2	194.9
<b>October</b>	103.9	48.84	15.73	127.3	120.0
<b>November</b>	77.5	31.17	12.89	97.3	90.6
<b>December</b>	67.5	33.28	8.92	82.1	75.9
<b>Year</b>	1722.7	649.57	15.23	2156.9	2049.9



**Figura 23 - Meteo per Castronovo di Sicilia - Typical Meteorological Year**

### 5.3.2 Risultati

I risultati completi delle analisi di producibilità svolte sono mostrati nei report allegati alla presente relazione.

Si riportano qui, brevemente, i risultati complessivi di produzione dell'impianto:

*Tabella 6 - Principali caratteristiche di potenza installata ed energia prodotta*

POTENZA DI PICCO (MW <sub>p</sub> )	15,48
POTENZA AC (MW <sub>ac</sub> )	14,42
ENERGIA PRODOTTA P50 (MWh/anno)	27'580
PRODUZIONE SPECIFICA P50 (kWh/kW <sub>p</sub> /anno)	1782
ENERGIA PRODOTTA P90 (MWh/anno)	26'950
PRODUZIONE SPECIFICA P90 (kWh/kW <sub>p</sub> /anno)	1741

In base ai parametri impostati per le relative perdite di impianto, i componenti scelti e alle condizioni meteorologiche del sito in esame, l'impianto agro-fotovoltaico proposto presenta un indice di rendimento (PR – Performance Ratio) pari a **82,63 %**.

### 5.4 Calcolo dei proventi annui

Data la producibilità dell'impianto di progetto, si propone un calcolo dei proventi annui derivanti dalla valorizzazione dell'energia prodotta.

Il PUN (aggiornato a Maggio 2022) è 228 €/MWh<sup>1</sup>. Per calcolare i ricavi dell'impianto in questione, è stata effettuata un'analisi di mercato e si è giunti alle conclusioni esposte in seguito. Un possibile contratto potrebbe avere durata di 3-5 anni, ed una tariffa che si aggira indicativamente sui 200€/MWh. In considerazione di un'energia prodotta di 26 GWh/anno, i ricavi si aggirerebbero intorno ai 5'200'000,00 €/anno. Negli anni successivi al quinto, vista la situazione attuale, è molto difficile prevedere quale potrebbe essere il prezzo e la durata di un possibile ulteriore PPA (Power Purchase Agreement) a medio/lungo termine. Un'altra possibilità è di iscrivere l'impianto all'asta; difatti il **DM del 4 luglio 2019** prevede, per gli impianti di potenza superiore a 1 MW, l'iscrizione all'asta.

---

<sup>1</sup>PUN Index secondo il GME <http://www.mercatoelettrico.org/It/default.aspx>

## 5.5 Stima della vita utile dell'impianto

La vita utile, ovvero il periodo entro il quale si considera che possa funzionare a pieno regime l'impianto agrofotovoltaico, è determinata dalla durata entro la quale i suoi componenti, le strutture e le apparecchiature, ne garantiscano il funzionamento e quindi la producibilità. In dettaglio, i moduli fotovoltaici bifacciali hanno una vita utile di 25-30 anni, al termine dei quali vanno dismessi o eventualmente sostituiti con interventi di repowering. L'intera progettazione elettrica è stata eseguita non portando in conto la variabile tempo; pertanto, essa può essere considerata come eseguita per un tempo  $t$  infinito; tutte le componenti elettriche non risentono di effetti di deterioramento della loro funzionalità con il passare del tempo, anzi la loro prestazione resta pressoché costante al passare degli anni. L'intera componentistica elettrica, inoltre, utilizza modelli di apparecchiature di nuova generazione e possono certamente godere, se correttamente mantenute, di una vita utile pari o superiore ad anni 30. In definitiva, considerando il funzionamento dei moduli fotovoltaici, la vita utile d'impianto può essere stimata pari a **25 anni**.

## 5.6 Ricadute ambientali di 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 emissioni<sup>2</sup> di CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> e SO<sub>x</sub>, stimate secondo i parametri mostrati in Tabella 7:

**Tabella 7 - Mancate emissioni di inquinanti (riferite alla P50)**

Inquinante	Fattore di emissione specifico	Mancate Emissioni
<b>CO<sub>2</sub> (Anidride Carbonica)</b>	266,33 t <sub>eq</sub> /GWh	7'345,380 t <sub>eq</sub> /anno
<b>NO<sub>x</sub> (Ossidi di Azoto)</b>	0,2107 t/GWh	5,81 t/anno
<b>SO<sub>x</sub> (Ossidi di Zolfo)</b>	0,0481 t/GWh	1,32 t/anno
<b>Combustibile<sup>3</sup></b>	0,000187 TEP/kWh	5'147,46 TEP/anno

<sup>2</sup> <https://www.isprambiente.gov.it/files2021/pubblicazioni/rapporti/r343-2021.pdf>

<sup>3</sup> Delibera EEN 3/2008 - ARERA

## 6 CARATTERISTICHE TECNICHE DELL'IMPIANTO

### 6.1 Sintesi della configurazione dell'impianto

L'impianto agro-fotovoltaico di progetto è realizzato con 1005 tracker, su ognuno dei quali sono montati 28 moduli fotovoltaici da 550 Wp l'uno. In considerazione di una potenza di 15,4 kWp per tracker, la potenza globale d'impianto è di 15,48 MWp.

Nel dettaglio, il progetto prevede la realizzazione/installazione di:

- 1005 tracker;
- 28'140 moduli fotovoltaici;
- 85 quadri di stringa (QdS);
- 4 Power Station (PS);
- 10 Inverter Centralizzati distribuiti fra le 4 PS;
- 1 Cabina di Raccolta;
- nuova viabilità;
- viabilità esistente interna all'impianto da adeguare per garantire, ove necessario, una larghezza minima di 4,0 m, i raggi di curvatura e la dovuta consistenza del fondo viario;
- interventi puntuali di adeguamento della viabilità esistente esterna al parco;
- un cavidotto interrato interno a 36 kV per il collegamento tra le PS (lunghezza cavidotto complessivamente di circa 3 km);
- un cavidotto interrato esterno a 36 kV per il collegamento del campo agro-fotovoltaico alla sezione a 36 kV della Futura Stazione Elettrica (SE) 380/150/36 kV (lunghezza cavidotto complessivamente di circa 2,5 km);
- dismissione a fine cantiere di tutte le opere temporanee ed interventi di ripristino e rinaturalizzazione delle aree non necessarie alla gestione dell'impianto.

L'energia elettrica è prodotta in DC dai moduli FV montati in serie sul tracker e viene convogliata in Quadri di Stringa per mezzo di cavi solari H1Z2Z2-K (norma CEI EN 50618). Dal QdS, cavi in DC interrati si connettono agli inverter delle Power Station, attraverso i quali c'è la prima trasformazione DC/AC. Successivamente, per mezzo dei trasformatori montati nelle PS, la tensione viene elevata a 36 kV. Le Power Station sono connesse fra loro in "entra-esce" per mezzo del cavidotto interno, per convogliare poi nella Cabina di Raccolta. Tramite il cavidotto esterno, si prevede di raggiungere la Futura Stazione Elettrica (SE) 380/150/36 kV.

Si riporta di seguito una sintesi tecnica dell'impianto per ogni sottocampo:

**Tabella 8 - Sintesi Impianto agrofotovoltaico**

	Sottocampo A	Sottocampo B	Sottocampo C	Sottocampo D
Tipologia di Pannelli	Hi-MO5m LR5 72HBD 550M			
N° Pannelli x Stringa	28			
Applicazione	Agro FV			
N° Tracker/Stringhe	132	307	279	287
Totale Tracker/Stringhe	<b>1005</b>			
N° Pannelli	3696	8596	7812	8036
Totale Pannelli	<b>28140</b>			
N° QdS	11	26	24	24
Totale QdS	<b>85</b>			
Potenza [kWp]	2032,8	4727,8	4296,6	4419,8
Potenza Totale [MWp]	<b>15,48</b>			
Tipologia Inverter	1800TL B690	1400TL B578	1400TL B690	1400TL B690
N° Inverter x PS	1	3	3	3
N° Power Station (PS)	<b>4</b>			
Potenza [kWac] a $\cos \varphi = 0,95$ .	1703,35	4727,8	4296,6	4419,8
Sovraccaricabilità [%] a $\cos \varphi = 0,95$	119%	118%	107%	111%
Potenza Totale [MWac] $\cos \varphi = 0,95$	<b>13,70</b>			
Potenza [kWac] a $\cos \varphi = 1$	1793	4209	4209	4209
Sovraccaricabilità [%] a $\cos \varphi = 1$	113%	112%	102%	105%
Potenza Totale [MWac] $\cos \varphi = 1$	<b>14,42</b>			

Per la realizzazione dell'impianto sono previste le seguenti opere ed infrastrutture:

- Opere civili:
  - Installazione dei pali tracker;
  - realizzazione della fondazione delle Power Station;
  - adeguamento della rete viaria esistente e realizzazione della viabilità interna all'impianto;
  - realizzazione dei cavidotti interrati per la posa dei cavi elettrici;
  - realizzazione della cabina di raccolta e control room;

- realizzazione di opere a contorno, come recinzione, cancelli e piantumazione perimetrale;
- realizzazione degli scavi.
- Opere impiantistiche:
  - Installazione dei moduli FV su tracker;
  - installazione degli inverter centralizzati nelle Power Station;
  - esecuzione dei collegamenti elettrici in DC e a 36 kV;
  - realizzazione dell'impianto di illuminazione e videosorveglianza;
  - realizzazione delle opere elettriche ed elettromeccaniche per la cabina di raccolta;
  - realizzazione del sistema di monitoraggio nella control room;

## 6.2 Elementi tecnici costituenti l'impianto agrofotovoltaico

La tecnologia relativa alle opere previste in progetto (pannelli, tracker, inverter ecc.) e adottate per il dimensionamento del campo agrofotovoltaico sono da intendersi come indicative e tipologiche. In fase esecutiva potranno di fatto essere adottati elementi tecnologici di fornitori differenti da quelli indicati, con caratteristiche comunque non dissimili a quelle proposte.

### 6.2.1 Modulo FV

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 fotovoltaico<sup>4</sup>. 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 bifacciali.

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, "bi-faccialità": un fenomeno reso possibile, in fisica, dal cosiddetto Fattore di albedo della superficie su cui i moduli vengono installati.

---

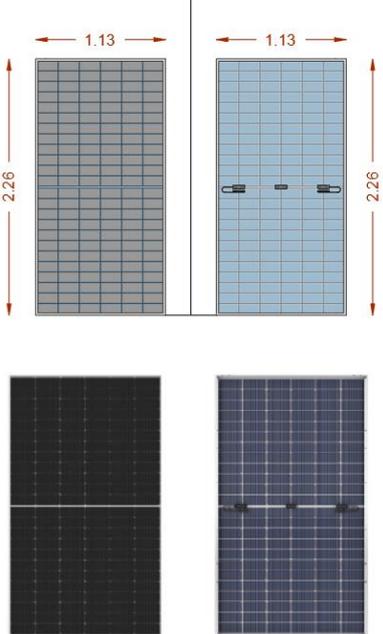
<sup>4</sup> In fisica dello stato solido, l'effetto fotovoltaico è il fenomeno fisico di interazione radiazione-materia che si realizza quando un elettrone presente nella banda di valenza di un materiale (generalmente semiconduttore) passa alla banda di conduzione a causa dell'assorbimento di un fotone sufficientemente energetico incidente sul materiale.

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

Ritornando alla tecnologia progettuale, nelle seguenti tabelle si riportano le principali caratteristiche dei moduli FV ipotizzati:

**Tabella 9 - Modulo FV**

Brand / Modello	Longi / Hi-MO5m LR5 72HBD 550M	
Potenza [Wp]	550	
Tensione $V_{mp}$ @ 25°C [V]	41,95	
Tensione $V_{oc}$ @ 25°C [V]	49,8	
Corrente $I_{mp}$ [A]	13,12	
Corrente $I_{sc}$ [A]	13,99	
Coefficiente di Temperatura $V_{oc}$ [%/°C]	-0,27	
Coefficiente di Temperatura $V_{mp}$ [%/°C]	-0,34	
Rendimento [%]	23,17	
Dimensione maggiore [mm]	2256	
Dimensione minore [mm]	1133	
Spessore [mm]	35	
Peso [kg]	32,3	

L'impianto proposto prevede l'impiego di 28'140 moduli FV. 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.

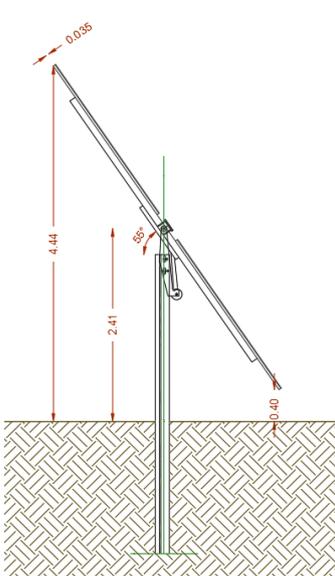
La linea elettrica proveniente dai moduli fotovoltaici sarà messa a terra mediante appositi scaricatori di sovratensione con indicazione ottica di fuori servizio, al fine di garantire la protezione dalle scariche di origine atmosferica.

### 6.2.2 Tracker mono-assiale

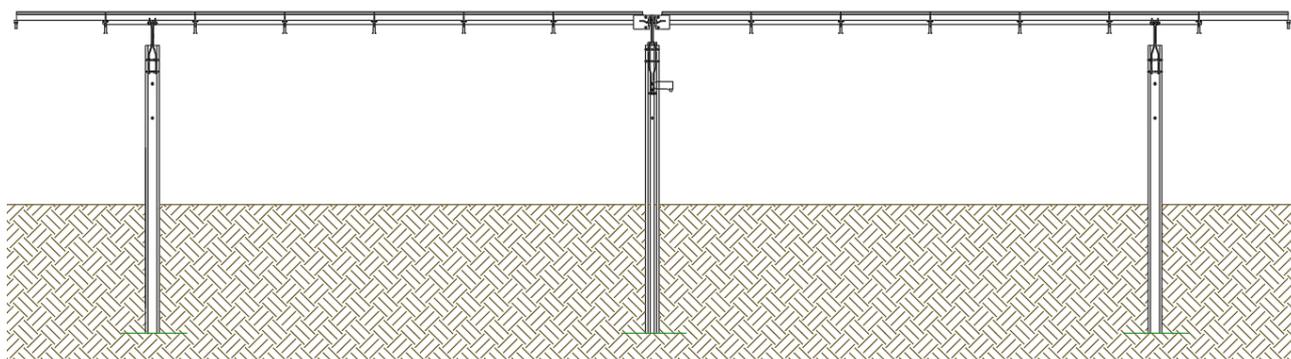
L'impianto verrà realizzato su strutture ad inseguimento solare monoassiali dette "tracker". I tracker consentono l'inseguimento della posizione ottimale per la captazione dei raggi solari per mezzo di dispositivi elettromeccanici.

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 file 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, si riportano le caratteristiche riepilogative della struttura e un disegno preliminare:

**Tabella 10 - Tracker/Stringa**

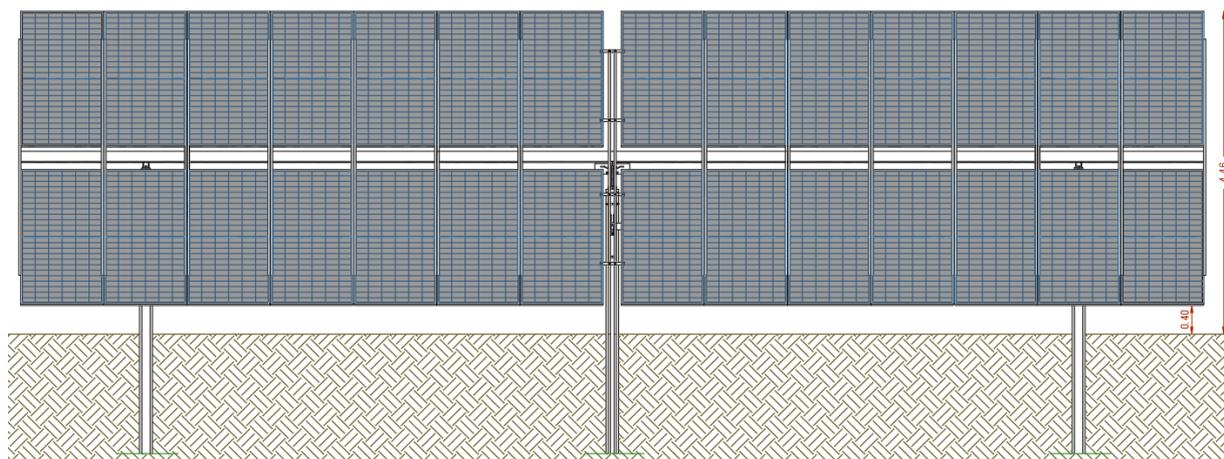
<i>Brand / Modello</i>	Convert / TRJ	
<i>Tipologia</i>	2 Portrait (2P)	
<i>Tecnologia</i>	Mono-assiale con backtracking	
<i>Angolo di Rotazione</i>	$\pm 55^\circ$	
<i>Massima inclinazione terreno N-S</i>	15% (8° ca)	
<i>Numero di moduli per Tracker/Stringa</i>	2x14	
<i>Lunghezza Tracker [m]</i>	16,29	
<i>Larghezza [m]</i>	4,91	
<i>Altezza del fulcro dal suolo [m]</i>	2,412	
<i>Pitch [m]</i>	9,8	

Si riportano alcuni dettagli della tavola "FV.CST01.PD.F.01 - Particolari costruttivi tracker e pannelli FV Pianta, prospetti e sezione":



**Figura 24 - Tracker 2P - Vista longitudinale in condizione di riposo**

Il sistema "tracker + moduli FV" avrà quest'aspetto:



**Figura 25 - Tracker 2P con moduli FV - Vista longitudinale**

Nel progetto presentato sono state utilizzate 1005 strutture tracker.

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.

### 6.2.3 Quadro di stringa

I cavi DC in uscita dai tracker verranno indirizzati 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. Nel caso progettuale in esame, sono stati previsti 85 quadri di stringa.

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:

**Tabella 11 - Quadri di stringa**

Brand / Modello	INGETEAM / INGECON SUN StringBox 12B
N° max di input FV	12
Corrente di corto-circuito $I_{sc}$ [A]	13,98
Corrente di impiego $I_{mp}$ [A]	13,12
Corrente max di corto-circuito [A]	167
Tensione max [V]	1500
Fusibile	Uno per polo
Scaricatore	Tipo I e II
Sezionatore DC	250 A, 2 poli
Peso [kg]	40
Dimensioni (L x A x P) [mm]	930 x 730 x 260



### 6.2.4 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. Si riportano di seguito le caratteristiche principali dei due modelli utilizzati in fase di dimensionamento preliminare:

**Tabella 12 - Inverter interni alle Power Station (PS)**

Brand / Modello	INGETEAM / 1400TL B540	INGETEAM / 1800TL B690
Potenza Nominale in Input da Stringa FV [kWp]	1389	1775
Potenza Massima in Input da Stringa FV [kWp]	1824	2330
V <sub>mpp</sub> min [V]	769	977
V <sub>mpp</sub> max [V]	1300	
Tensione Massima [V]	1500	
Massima corrente [A]	1870	
Potenza di uscita [kVA] @ 30°C	1403	1793
Tensione di uscita [V]	540 (Sistema IT)	690 (Sistema IT)



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

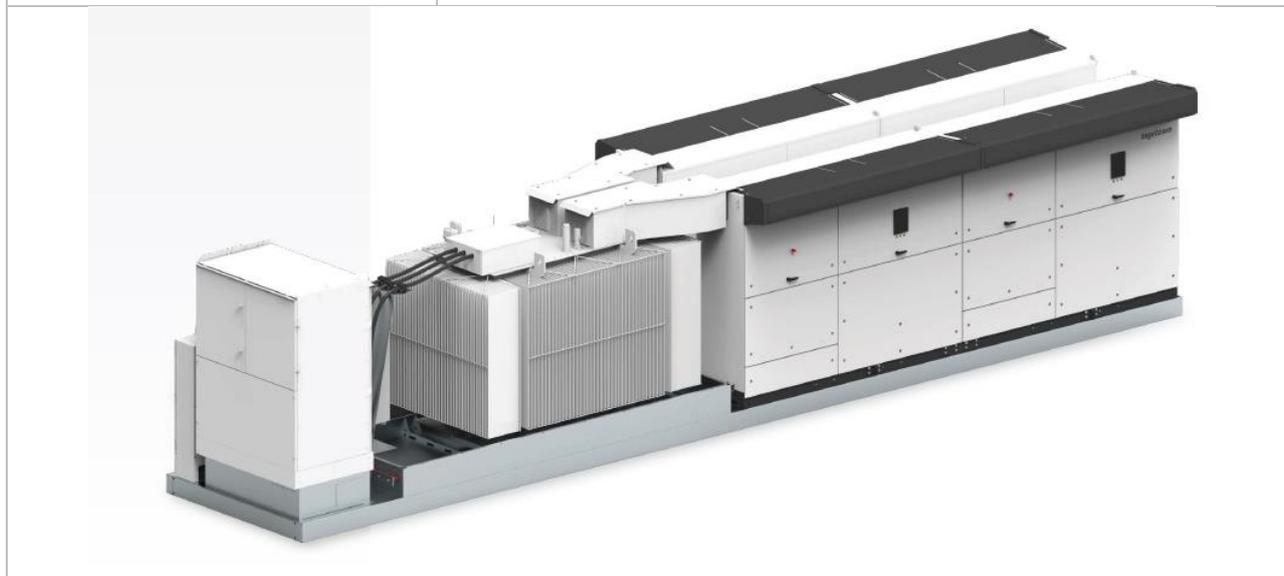
### 6.2.5 Power Station

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.

**Tabella 13 - Power Station**

<i>Brand / Modello</i>	INGECON / SUN FSK	
<i>Tipo</i>	1800 B SERIES	4200 B SERIES
<i>N° Inverter</i>	1	3
<i>Potenza Output [kVA] @30°C</i>	1793	4209
<i>Tensione Trafo lato BT [V]</i>	690	540
<i>Tensione Trafo lato MT [V]</i>	36	



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 quattro Power Station.

### 6.3 Opere civili

Per la realizzazione dell'impianto, come già detto, sono da prevedersi:

- installazione pali tracker;
- realizzazione della fondazione per le Power Station;
- adeguamento della rete viaria esistente e realizzazione della viabilità interna all'impianto;
- realizzazione dei cavidotti interrati per la posa dei cavi elettrici;

- realizzazione della cabina di raccolta e control room;
- realizzazione di opere a contorno, come recinzione, cancelli e piantumazione perimetrale;
- realizzazione scavi.

Si rimanda alla Relazione “FV.CST01.PD.A.08 – Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici” per dettagli più approfonditi.

### 6.3.1 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 geotecniche approfondite sui terreni in sito.



*Figura 26 - Esempio di disposizione dei pali di fondazione delle strutture*

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 un’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.

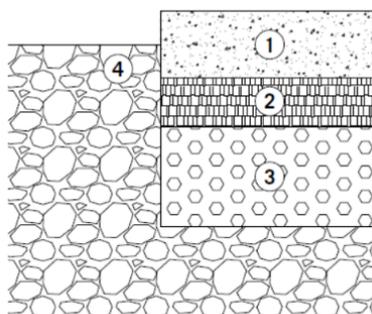
### 6.3.2 Fondazione Power Station

Quando il posizionamento delle Power Station all'interno del layout di impianto è stato definito si può procedere alla pianificazione delle attività necessarie all'installazione della struttura. Per garantire il corretto montaggio della Power Station bisogna seguire delle precise linee guida fornite dalla casa produttrice.

La Power Station deve essere installata su un basamento piano e stabile. La tipologia strutturale di appoggio varia, idealmente, in funzione delle caratteristiche locali del sito di installazione, generalmente si fa riferimento a solette di calcestruzzo o a vere e proprie fondazioni in calcestruzzo armato. Poiché le tre soluzioni tecnico-commerciali di power station sono estremamente simili tra loro dal punto di vista strutturale e dimensionale, confrontando anche i disegni tecnici forniti da Ingeteam, le dimensioni del basamento saranno ipotizzate identiche per tutte, come segue:

**Tabella 14 - Dimensioni basamento Power Station**

Lunghezza [m]	Larghezza [m]	Altezza [m]
13,0	4,0	0,60



1. Soletta di cemento armato, spessore minimo di 250mm
2. Strato di magrone, spessore minimo di 100mm
3. Sottostrato di materiale granulare, compattato al 98% (Prova Proctor), spessore minimo di 300mm
4. Terreno

**Figura 27 - Indicazioni minime degli spessori del basamento, valori forniti dalla casa produttrice**

CODICE	FV.CST01.PD.A.01.2
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	07/2022
PAGINA	51 di 88

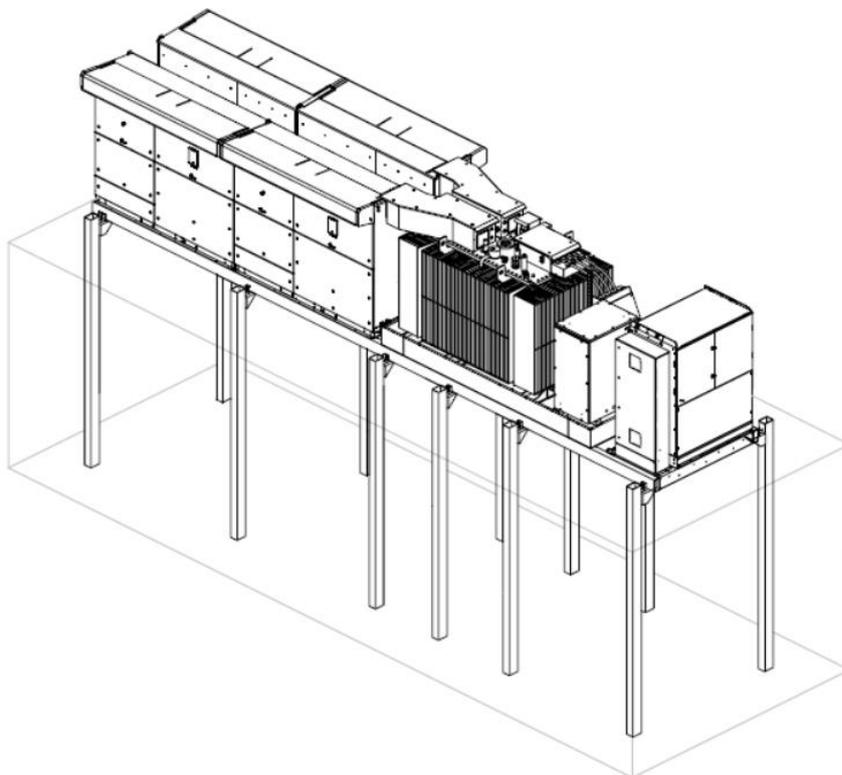
Alla luce di quanto mostrato in Figura 27, in questa fase progettuale si è deciso di assumere come stratigrafia di progetto, per tutte le Power Station previste, i seguenti valori:

1. soletta di c.a. dello spessore di 300 mm, di cui 150 mm fuori terra;
2. strato di magrone dello spessore di 120 mm;
3. sotto-strato di materiale granulare compattato dello spessore di 300 mm.

Si specifica che tali valori potranno essere soggetti a modifiche a seguito di indagini geotecniche più approfondite e a valle di valutazioni specifiche dei punti di installazione finale. Qualora le caratteristiche geotecniche del sito risultassero essere troppo scarse, si farà ricorso ad una fondazione su pali. Soluzione già prevista dalla casa produttrice, come mostrato in Figura 28.

Ulteriori accorgimenti forniti dal produttore:

- i tubi con i cavi di ingresso alla Power Station devono essere posizionati prima dell'installazione della stessa.
- lo strato di appoggio deve essere posizionato il più vicino possibile alla superficie.



**Figura 28 - Soluzione di installazione su pali in caso di necessità**

### 6.3.3 Cavidotti interrati

Il tracciato del cavidotto, che segue la viabilità prima definita, è realizzato nel seguente modo:

- scavo a sezione ristretta obbligata (trincea) con dimensioni variabili;
- letto di sabbia di circa 10 cm, per la posa delle linee MT avvolte ad elica;
- rinfiando e copertura dei cavi MT con sabbia per almeno 10 cm;
- corda nuda in rame (o in alluminio) per la protezione di terra (avente, come previsto da norma CEI EN 61936-1, una sezione maggiore o uguale di 16 mm<sup>2</sup> per il rame e 35 mm<sup>2</sup> nel caso di alluminio), e tubazioni PVC per il contenimento dei cavi di segnale e della fibra ottica, posati direttamente sulla sabbia, all'interno dello scavo;
- riempimento per almeno 20 cm con sabbia;
- inserimento per tutta la lunghezza dello scavo, e in corrispondenza dei cavi, delle tegole protettive in plastica rossa per la protezione e individuazione del cavo stesso;
- nastro in PVC di segnalazione;
- rinterro con materiale proveniente dallo scavo o con materiale inerte.

In figura, si riporta una sezione generica del cavidotto:

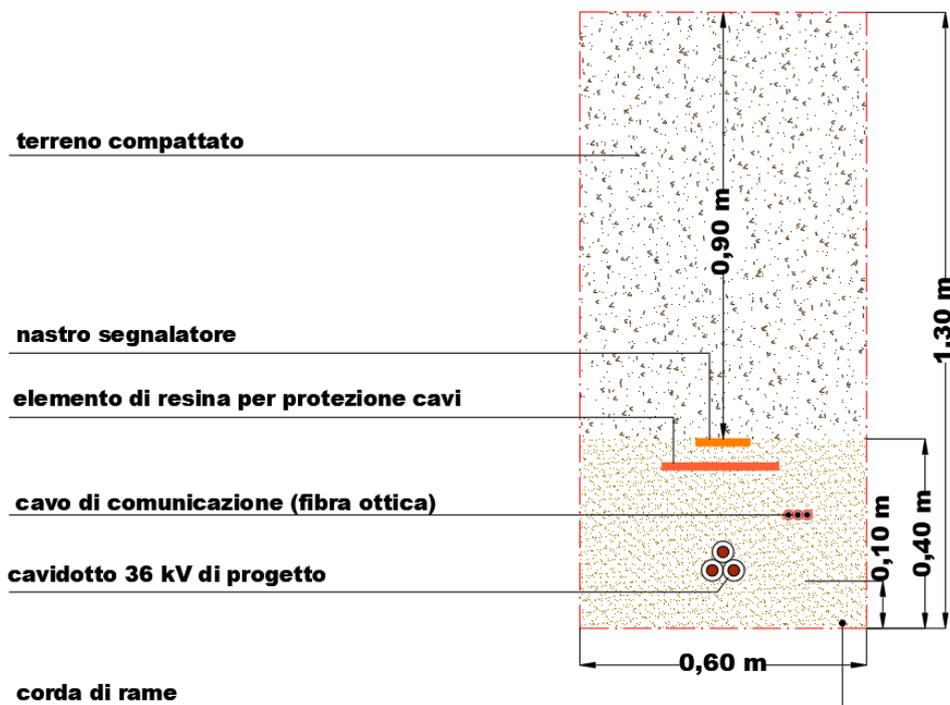
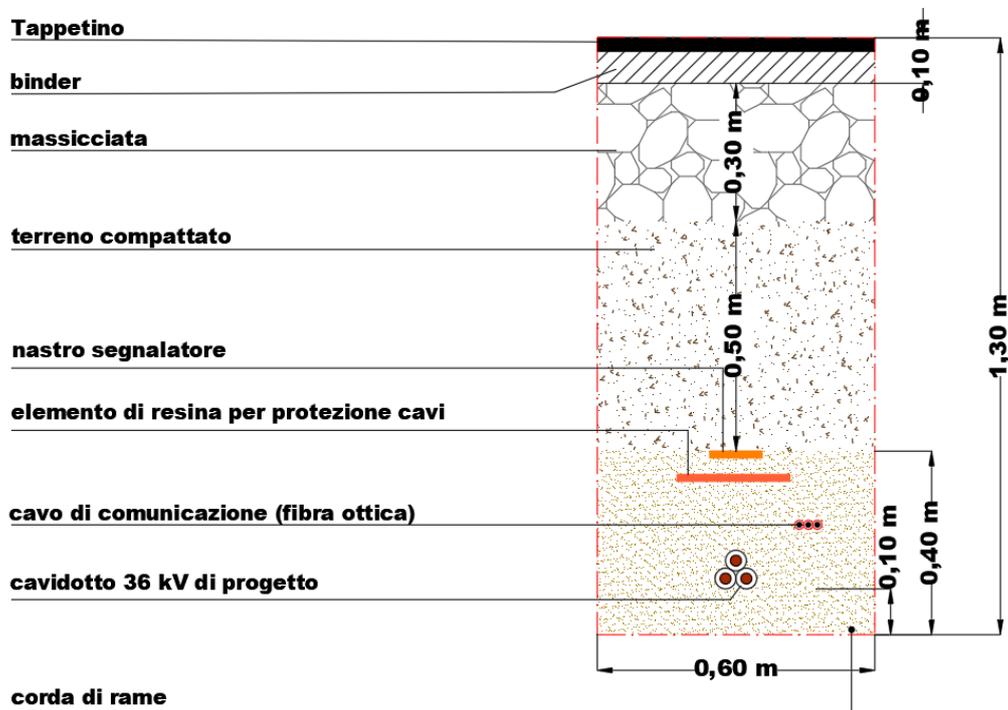


Figura 29 - Sezione del cavidotto singola Terna su terreno



*Figura 30 - Sezione del cavidotto singola Terna su strada asfaltata*

Si rimanda alla Tavola "FV.CST01.PD.E.01 – Layout di progetto su CTR in fase di cantiere" per ulteriori dettagli.

#### 6.3.4 Cabina di raccolta MT e control room

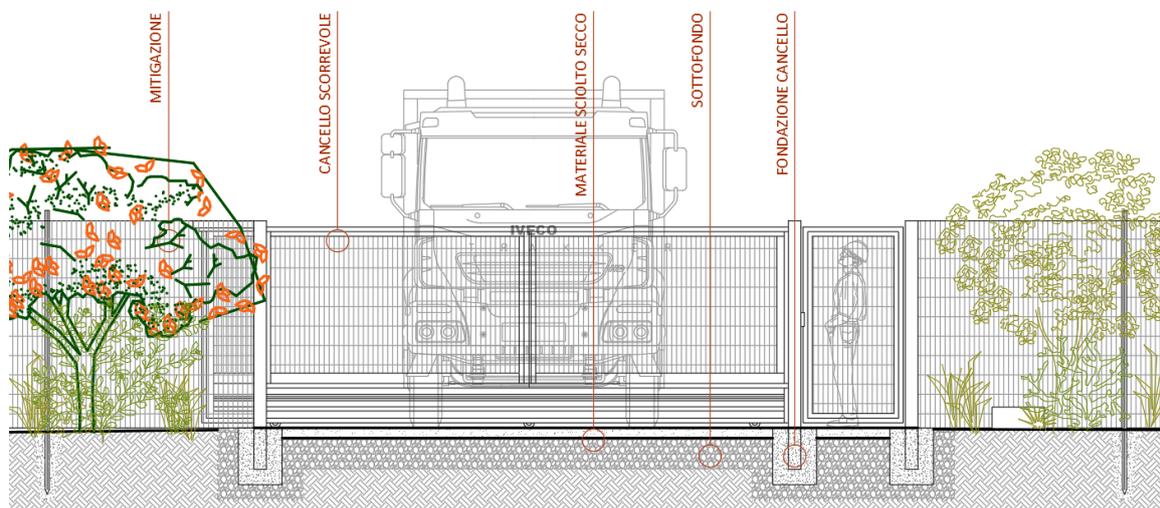
La realizzazione degli involucri sarà in calcestruzzo, metallo o materiali sintetici; tale scelta verrà fatta in fase esecutiva e sarà legata all'analisi delle condizioni ambientali per la durata di vita prevista ed alle raccomandazioni del produttore. Tali materiali devono, inoltre, fornire un livello 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 a 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 esterni 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.

### 6.3.5 Opere a contorno: 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 e delle successive opere di manutenzione e pratica agronomica.



**Figura 31 - Particolari delle recinzioni, cancelli e piantumazione perimetrale (Rif. FV.CST01.PD.F.02)**

Il progetto prevede, inoltre, di realizzare una piantumazione perimetrale da utilizzare come fascia di mitigazione, nella quale saranno impiegate 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.

### 6.3.6 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.CST01.PD.A.03 - Piano Preliminare di utilizzo terre e rocce da scavo" per ulteriori dettagli.

## **6.4 Opere impiantistiche**

Per la realizzazione dell'impianto, come già detto, sono da prevedersi:

- installazione moduli FV su tracker;
- installazione degli Inverter nelle Power Station;
- esecuzione dei collegamenti elettrici in DC e a 36 kV;
- realizzazione impianto di illuminazione e videosorveglianza;
- realizzazione delle opere elettriche ed elettromeccaniche per la cabina di raccolta;
- realizzazione sistema di monitoraggio nella control room.

### **6.4.1 Installazione moduli FV**

Per eseguire la corretta installazione dei moduli fotovoltaici è necessario seguire quanto descritto dal manuale descrittivo del modulo stesso. In fase esecutiva, confermata la scelta del fornitore dei moduli



## RELAZIONE TECNICA GENERALE

CODICE	FV.CST01.PD.A.01.2
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	07/2022
PAGINA	56 di 88

fotovoltaici, potranno esserci delle variazioni dovute ad indicazioni specifiche della società produttrice e/o al possibile passaggio a soluzioni commerciali aggiornate e maggiormente performanti.

Si riportano di seguito alcuni passaggi chiave necessari per loro corretta installazione:

1. i moduli scelti sono qualificati per la **Classe di sicurezza II**, cioè progettati in modo da non richiedere la connessione della messa a terra; la classificazione antincendio è assicurata esclusivamente in caso di corretta installazione, come specificato nelle istruzioni di montaggio meccanico.
2. i moduli andranno installati in un ambiente con temperatura compresa tra -40 °C e + 40 °C.
3. i moduli saranno cablati in serie per aumentare la tensione o in parallelo per aumentare la corrente.
4. Si andranno a disporre in serie un numero di moduli tale da rientrare nelle specifiche tecniche di tensione degli inverter utilizzati nell'impianto.
5. è possibile collegare in parallelo un massimo di due stringhe (serie di moduli) senza utilizzare un dispositivo di protezione da sovracorrente (fusibili, ecc.) incorporato in serie all'interno di ciascuna stringa. È possibile collegare in parallelo tre o più stringhe se all'interno di ciascuna stringa è installato in serie un opportuno e certificato dispositivo di protezione dalle sovracorrenti. Inoltre, nella progettazione dell'impianto fotovoltaico deve essere assicurato che la corrente inversa di una stringa particolare sia inferiore al valore massimo del fusibile del modulo in qualsiasi circostanza.
6. i moduli devono essere fissati in modo sicuro per sopportare tutti i carichi previsti, inclusi i carichi di vento e neve.
7. è necessaria una distanza minima di 6,5 mm tra i moduli per consentire l'espansione termica dei telai.
8. è necessario uno spazio sufficiente (almeno 102 mm) tra il telaio del modulo e la superficie di montaggio per consentire la circolazione dell'aria di raffreddamento intorno al retro del modulo; ciò è garantito dall'altezza di oltre 2 metri del tracker rispetto all'asse centrale.
9. quando i moduli sono stati preinstallati, ma il sistema non è stato ancora connesso alla rete, ogni stringa di moduli deve essere mantenuta in condizioni di circuito aperto e devono essere intraprese le azioni appropriate per evitare la penetrazione di polvere e umidità all'interno dei connettori.
10. verranno utilizzati solo cavi solari dedicati e connettori che soddisfino le normative antincendio, edilizie ed elettriche.
11. i cavi sono fissati al sistema di montaggio utilizzando fascette per cavi resistenti ai raggi UV, inoltre, sarà necessario adottare tutte le precauzioni appropriate per la loro protezione e manutenzione (ad

es. posizionandoli all'interno di una canalina metallica come un condotto EMT). Va evitata l'esposizione alla luce solare diretta.

12. il modulo è considerato conforme a UL 61730 e IEC 61215 solo quando è montato nel modo specificato dalle istruzioni di montaggio, indicazioni che saranno incluse nel manuale di installazione redatto in fase esecutiva.

#### 6.4.2 Installazione Inverter nelle Power Station

Si riportano alcune direttive da seguire per la corretta installazione:

1. collocare le unità in un luogo accessibile per le operazioni di installazione e manutenzione, che permetta l'utilizzo della tastiera e la lettura dei led di segnalazione frontali.
2. le prese d'aria e parte del modulo di alimentazione possono raggiungere temperature elevate. Non collocare nelle vicinanze alcun materiale sensibile alle alte temperature dell'aria.
3. evitare ambienti corrosivi che possono compromettere il corretto funzionamento dell'inverter.
4. non posizionare mai alcun oggetto sopra l'unità.
5. le condizioni ambientali devono essere prese in considerazione quando si sceglie la posizione dell'unità.

**Tabella 15 - Condizioni ambientali di riferimento per l'inverter**

Temperatura minima <sup>5</sup>	-20 °C
Temperatura minima dell'aria circostante	-20°C
Temperatura massima di esercizio <sup>6</sup>	60 °C
Umidità relativa massima senza condensa	100%
Altitudine <sup>7</sup>	4500 m

Una volta che l'unità è stata montata nella sua posizione finale ed è stata fissata saldamente, i collegamenti elettrici possono essere schematizzati nel seguente ordine:

1. connessione a terra;

\_\_\_\_\_

<sup>5</sup> Se si utilizza l'apposito kit per funzionamento a basse temperature si può scendere fino a -40°C.

<sup>6</sup> Il funzionamento dell'inverter a temperature superiori a 50°C dovrebbe avvenire solo occasionalmente e non in modo permanente.

<sup>7</sup> Per installazione a quote superiori i 1000m vanno approfonditi i dettagli tecnici con la casa produttrice.

2. connessione elementi in corrente continua;
3. connessione ai servizi ausiliari;
4. collegamento degli elementi per la comunicazione;
5. collegamento degli elementi per la sincronizzazione;
6. connessione elementi in corrente alternata.

### 6.4.3 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.

#### 6.4.3.1 Cavo solare *H1Z2Z2-K*

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



**Figura 32 - Cavo solare *H1Z2Z2-K***

Questi cavi unipolari flessibili stagnati 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 esterne. 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. Si riportano i dati dei cavi scelti per il dimensionamento e si rimanda alla "FV.CST01.PD.H.05 – Relazioni di Calcolo Preliminari sugli Impianti" per ulteriori dettagli:

**Tabella 16 - Dati cavo H1Z2Z2-K scelto**

Sezione [ $mm^2$ ]	4
Resistenza [ $\Omega/km$ ] @ 90°C	5,79
Portata $I_0$ [A]	44
Corrente effettiva $I_z$ [A]	19,8

#### 6.4.3.2 Cavo BT (DC) ARG16R16

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



**Figura 33 - 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 simili.

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;

Si riportano i dati dei cavi scelti per il dimensionamento e si rimanda alla "FV.CST01.PD.H.05 – Relazioni di Calcolo Preliminari sugli Impianti" per ulteriori dettagli:

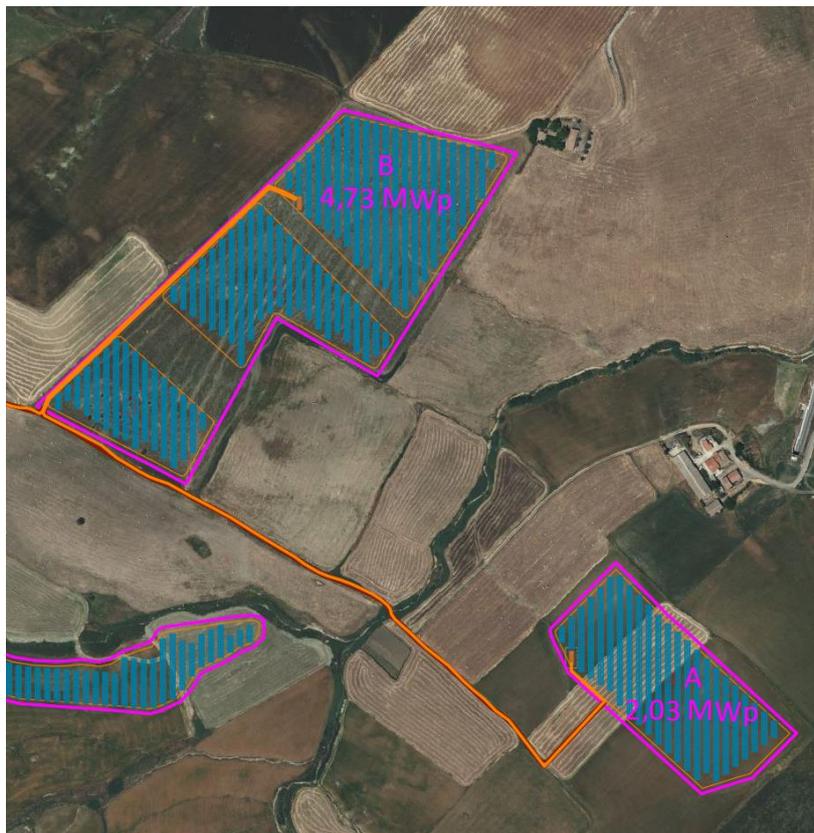
*Tabella 17 - Dati cavo ARG16R16 scelto*

Sezione [ $mm^2$ ]	300
Cavi in parallelo	1
Resistenza [ $\Omega/km$ ] @ 20°C	0,16
Portata $I_0$ [A]	370
Corrente effettiva $I_z$ [A]	231

#### 6.4.4 Cavidotto a 36 kV

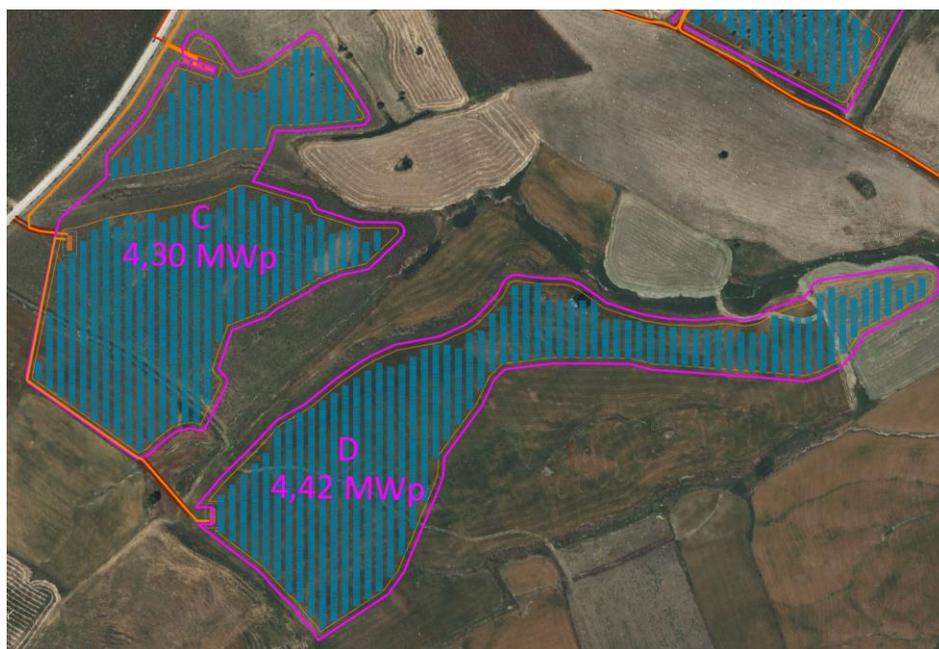
Il "cavidotto interno" realizza la connessione elettrica interna al campo FV a 36 kV tra le Power Station, in collegamento "entra-esce", e tra le Power Station e la Cabina di Raccolta.

Nella Figura 34, 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 34 - Collegamento entra-esce PS sottocampo A e sottocampo B*

In Figura 35, 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:

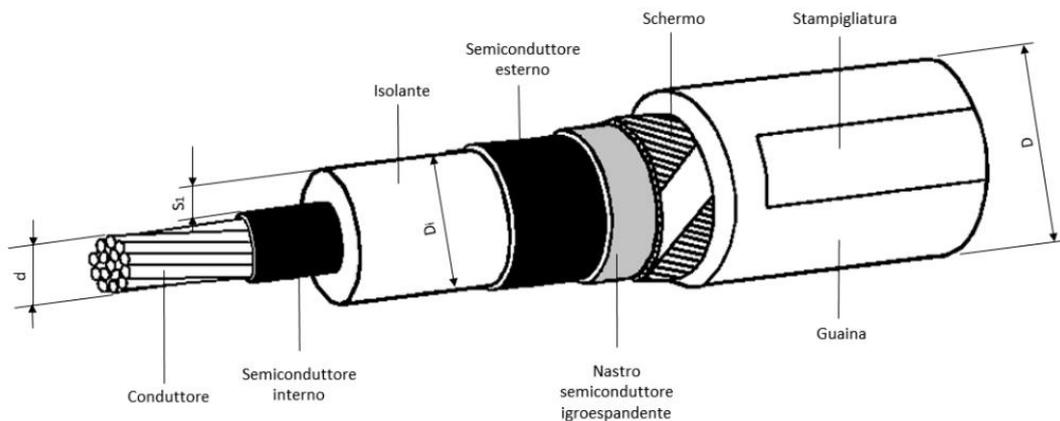


*Figura 35 - Collegamento entra-esce PS sottocampo D e sottocampo C*

Il “cavidotto esterno” collega l’impianto agro-fotovoltaico alla futura Stazione Elettrica 36/150/380 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.



**Figura 36 - Immagine indicativa del tipo di Cavo**

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.

Si riportano per il dimensionamento delle varie tratte del cavidotto interno e del cavidotto esterno, dove con la prima lettera indichiamo il sottocampo di partenza e con la seconda lettera indichiamo il punto di arrivo,

che può essere sia un Sottocampo che la Cabina di Raccolta (CR) e si rimanda alla “FV.CST01.PD.H.05 – Relazioni di Calcolo Preliminari sugli Impianti” per ulteriori dettagli:

*Tabella 18 - Dimensionamento cavi*

Tratta	A-B	B-CR	D-C	C-CR	Cavidotto
Sezione Cavo [mm <sup>2</sup> ]	185	185	185	185	185
Cavi in Parallelo	1	1	1	1	1
Portata Cavo $I_0$ [A] <sup>8</sup>	321,00	321,00	321,00	321,00	321,00
Portata effettiva $I_z$ [A]	279,98	279,98	279,98	279,98	279,98

#### 6.4.5 Impianto 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. Gli standard funzionali minimi da garantire sono i seguenti:

- Grado di protezione minimo IP66;
- Grado di protezione minimo IK08;
- Capacità di lavorare all’esterno (-20/40 °C);
- Un’efficienza luminosa che consenta di ridurre i consumi elettrici, valore di riferimento minimo 120 lmn/W;
- Durata minima in ore pari a 50000 h.

Per quanto riguarda il sistema di videosorveglianza, 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 da utilizzare dovranno presentare le seguenti caratteristiche minime:

- risoluzione 4K;
- capacità di acquisire immagini in alta risoluzione anche in difficili condizioni di illuminazione, compresa la completa oscurità;

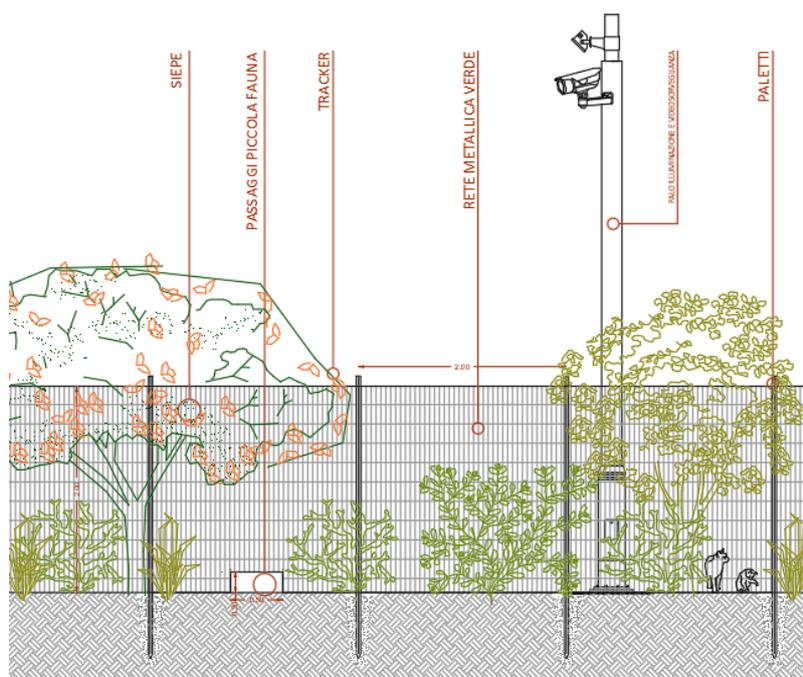
---

<sup>8</sup> Trifoglio, direttamente interrato, a  $\rho = 1,5 K m / W$

- grado di protezione minimo IP66;
- grado di protezione minimo IK08;
- capacità di lavorare all'esterno (-20 / 60°C);
- controllo da remoto, con possibilità di zoom.

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.CST01.PD.F.02 – Particolari costruttivi recinzioni, cancelli, sistemi di videosorveglianza e illuminazione".



**Figura 37 - Particolari videosorveglianza**

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.

Qualora, dunque, si ritenga necessario un intervento in tale direzione, si può far riferimento ad un rilevatore di movimento wireless, bidirezionale a tenda da esterno, che ha un campo di rilevamento regolabile fino a 30 metri, grazie all'utilizzo di due lenti montate su lati opposti del dispositivo. Il dispositivo deve essere fornito di una protezione anti-mascheramento e deve essere in grado di ignorare gli animali, una volta impostato e installato correttamente.

Si vuole evidenziare che l'implementazione di questa strategia non altera o modifica in alcun modo l'impianto di video-sorveglianza, in quanto quest'ultimo prevede l'utilizzo di videocamere capaci di lavorare in assenza di illuminazione esterna, come esplicito precedentemente.

#### **6.4.6 Cabina di raccolta MT**

Il sistema sarà costituito da tutte le apparecchiature necessarie per l'interconnessione delle Power Station dell'impianto agro-fotovoltaico e il loro controllo.

In particolare, il sistema sarà costituito da:

- cavi MT tra Power Station ed il quadro MT a 36 kV;
- due scomparti con interruttore automatico e sezionatore a protezione delle Power Station, collegate fra loro in modalità "entra-esce";
- uno scomparto con interruttore automatico e sezionatore a protezione della rete a 36 kV del campo agro-fotovoltaico;
- uno scomparto con interruttore automatico e sezionatore di scorta;
- uno scomparto con IMS e fusibili a protezione del trasformatore di alimentazione dei servizi ausiliari di impianto;
- uno scomparto misura con IMS, fusibili e TV in MT.

All'interno del prefabbricato saranno installati inoltre gli apparati di misura, comando, controllo e protezione necessari per la corretta funzionalità dell'impianto.

#### **6.4.7 Control room - 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 del campo solare;



## RELAZIONE TECNICA GENERALE

CODICE	FV.CST01.PD.A.01.2
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	07/2022
PAGINA	66 di 88

- di produzione degli 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 saranno 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 auto-diagnosi e auto-tuning. I dati ambientali monitorati saranno:

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

## 7 DISMISSIONE

La normativa in materia di gestione e smaltimento dei rifiuti per il FV in Italia è:

- D. Lgs. n. 118/2020 – “Attuazione degli articoli 2 e 3 della Direttiva UE 2018/849). Successivi emendamenti normativi sui R.A.E.E. sono il D.M. 185/07, il D.M. 65/2010 e il D.M. 121/2016;
- D. Lgs. n. 49/2014 – “Attuazione della direttiva 2012/19/UE sui rifiuti di apparecchiature elettriche ed elettroniche (RAEE)”;
- D. Lgs. n. 152/2006 – “Norme in materia ambientale” e s. m. i., in particolare al Titolo IV che disciplina la gestione dei rifiuti;

Secondo tali normative, il soggetto autorizzato proprietario dell’impianto è tenuto a dismettere le opere al termine del loro ciclo produttivo e seguendo il progetto approvato. Per un parco fotovoltaico, le fasi previste per la dismissione sono le seguenti:

- approntamento dell’area di cantiere e allestimento di eventuali zone di deposito temporaneo materiali e attrezzature e transito dei mezzi di trasporto;
- rimozione delle recinzioni, dei cancelli e delle opere di videosorveglianza;
- scollegamento dei componenti elettrici e messa in sicurezza dell’area;
- rimozione e smaltimento dei moduli fotovoltaici;
- rimozione e smaltimento delle strutture di sostegno;
- rimozione e smaltimento dei cavi e di tutto il materiale elettrico;
- rimozione e smaltimento delle power station e cabina di raccolta;
- rimozione delle opere di fondazione e del materiale di riporto;
- pulizia e ripristino ambientale delle aree mediante rimodellamento del terreno e ripristino della coltre vegetale;
- ispezione finale con la proprietà e riconsegna delle aree con chiusura del cantiere;
- comunicazione agli uffici regionali competenti la conclusione delle operazioni.

Si riporteranno di seguito le opere di dismissioni necessarie per il progetto in analisi ma si rimanda alla Relazione “FV.CST01.PD.A.05 – Progetto di Dismissione” per ulteriori dettagli.

### 7.1 Descrizione e quantificazione delle operazioni di dismissione

Le operazioni di dismissione saranno condotte in ottemperanza alla normativa vigente, sia per quanto riguarda le demolizioni e rimozioni delle opere che per la gestione, il recupero e lo smaltimento dei rifiuti. Dal momento che non è stata presa in considerazione l'ipotesi di revamping e repowering dell'impianto al termine del suo ciclo di vita, lo scopo della fase di dismissione è quello di garantire il completo ripristino delle condizioni *ante operam* nei terreni sui quali l'impianto è stato progettato.

Le fasi saranno condotte applicando le migliori e meno impattanti tecnologie a disposizione, procedendo in maniera sequenziale sia per lo smantellamento che per la raccolta e lo smaltimento dei vari materiali. Ogni fase della dismissione, come specificato nel cronoprogramma relativo, sarà portata a termine sempre garantendo idonee condizioni per la fase successiva.

Le zone adibite al deposito temporaneo e allo stoccaggio delle opere rimosse durante la fase di dismissione saranno allestite in un'area di facile accesso per i mezzi di trasporto e che consenta la suddivisione dei rifiuti secondo i criteri stabiliti dalla legge (Parte IV del D. Lgs. 152/2006).

Una possibile area adibita a tali fini è quella prevista per l'allestimento del cantiere.



Figura 38 - - Zoom della planimetria su CTR con particolare all'area di cantiere

La dismissione completa dell'impianto si prevede venga realizzata in differenti fasi lavorative, con un ammontare totale del lavoro pari a circa quarantadue settimane.

### 7.1.1 Rimozione della recinzione perimetrale e dell'impianto di videosorveglianza

Lo smontaggio sarà effettuato con i mezzi ritenuti più idonei (es. escavatori muniti di frantumatori e martelli pneumatici) e secondo i seguenti step:

- smontaggio della rete;
- rimozione dei paletti in acciaio;
- rimozione dell'impianto di illuminazione e videosorveglianza;
- differenziazione dei rifiuti per categorie, deposito temporaneo e avvio a recupero/smaltimento.

Le operazioni di dismissione dovranno essere condotte avendo cura di separare le varie categorie di rifiuto, in vista dei diversi conferimenti.

**Tabella 19 - Codici CER dei rifiuti derivanti dalla rimozione della recinzione perimetrale e dell'impianto di videosorveglianza**

Materiale	CER	Possibilità di recupero/riciclaggio
Impianto illuminazione	160213*/200121*	Riciclo in impianti RAEE specializzati.
Impianto videosorveglianza	160214	Riciclo in impianti RAEE specializzati.
Alluminio e acciaio	17.04.02 17.04.05	Riciclo in impianti di recupero specializzati.

Il costo di dismissione della recinzione perimetrale è stato computato mediante un'analisi prezzi, considerando i costi della manodopera, il noleggio di escavatori per lo smonto e degli autocarri per il trasporto, e il costo di smaltimento dell'alluminio (CER 170402) presso impianti di recupero specializzati.

### 7.1.2 Rimozione e smaltimento dei moduli fotovoltaici

La rimozione dei moduli dalle strutture di sostegno avviene mediante le seguenti operazioni:

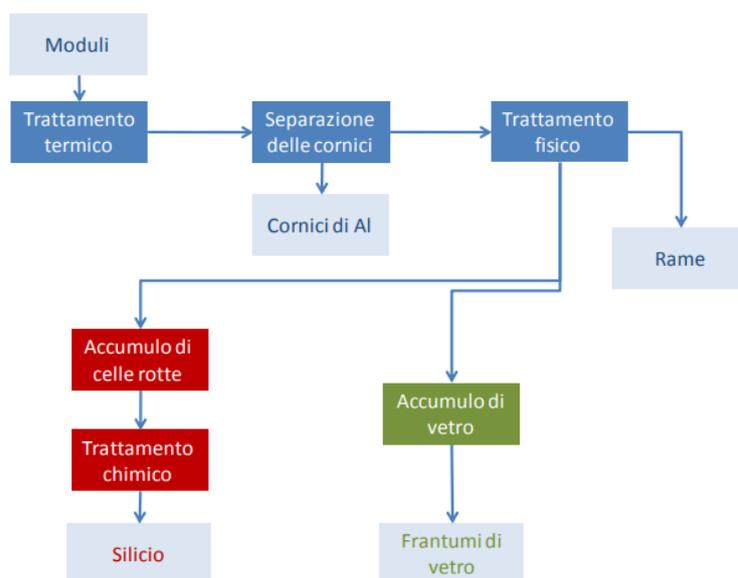
- interruzione dei collegamenti alla rete;
- isolamento delle stringhe e disconnessione dei cablaggi;
- eliminazione dei sistemi di ancoraggio dei moduli;
- smontaggio dei moduli dai sostegni;
- rimozione dei sostegni;
- accatastamento in sito per successivo prelievo e conferimento presso impianti autorizzati.

Complessivamente si prevede di smaltire 28140 moduli FV per un peso complessivo di circa 908 tonnellate.

Si tratta di rifiuti speciali non pericolosi per cui è necessario lo smaltimento presso impianti autorizzati di raccolta, recupero, trattamento e riciclaggio delle materie prime costituenti. I cablaggi, essendo cavi conduttori in rame rivestiti con resina isolante saranno inviati direttamente a recupero.

Le possibilità di gestione dei pannelli fotovoltaici al termine del loro ciclo di vita (End Of Waste) sono molteplici e riguardano tutte le fasi di gerarchia del rifiuto previste dalla normativa vigente (Riuso – Riciclo – Recupero di energia – Smaltimento).

Numerosi sono i processi industriali (molti ancora in fase di sperimentazione) che consentono il recupero dei costituenti il modulo fotovoltaico in percentuali molto elevate. Un processo operativo è quello Deutsche Solar che consente il riciclo del 95% del modulo mediante trattamenti di tipo termico, meccanico, fisico e chimico:



**Figura 39 - Processo Deutsche Solar**

In tabella seguente sono riportate alcune possibilità di recupero/riciclaggio dei materiali derivanti da tali processi di recupero (silicio, vetro, alluminio, metalli etc.)<sup>9</sup>:

<sup>9</sup> Federazione Italiana per l'uso razionale dell'Energia – “Guida al fine vita degli impianti fotovoltaici” <https://fire-italia.org/prova/wp-content/uploads/2014/03/Guida-al-fine-vita-degli-impianti-fotovoltaici.pdf>

**Tabella 20 - Recupero/riciclaggio moduli FV**

Materiale	Possibilità di recupero/riciclaggio
<b>Silicio</b>	Riutilizzo nella stessa filiera dell'industria solare (wafer di silicio recuperato ad elevata purezza da trasformare in nuove celle) o in industria elettronica (es. film sottili o leghe). Discorso analogo vale per i semiconduttori nel caso di moduli thin film.
<b>Vetro</b>	Industria del vetro: riciclo per la produzione di nuovo vetro cavo e piano, con elevati risparmi di energia e materie prima e riduzione delle emissioni inquinanti dei forni fusori. Percentuali di riutilizzo intorno all'80%. Riutilizzo nelle costruzioni: materiale inerte isolante.
<b>Alluminio</b>	Riciclo come alluminio secondario presso il produttore: l'alluminio separato manualmente o meccanicamente nei processi di recupero dei moduli fotovoltaici viene sottoposto a rifusione per produzione di nuove cornici in lega di alluminio. L'alluminio di rifusione è molto impiegato perché più economico e comunque di alta qualità.
<b>Metalli (es. rame)</b>	Riciclo in impianti di recupero specializzati.
<b>Componenti elettronici</b>	Es. cadmio: processo di incapsulamento e cementazione per stoccaggio del materiale e riutilizzo futuro nella filiera dell'industria solare.

Lo smaltimento dei componenti elettronici dei moduli FV richiede particolare attenzione in quanto essi possono contenere materiali pericolosi quali cadmio, bromurati, cromo esavalente, tellurio, selenio etc., dannosi per la salute umana e per l'ambiente. Per tali componenti è necessario prevedere ove possibile il massimo riciclo/recupero e assicurare una sicura e corretta gestione delle quantità da inviare a smaltimento.

In generale, il recupero dei materiali costituenti i moduli fotovoltaici non comporta, se non in quantità irrisorie, emissioni di gas serra in termini energetici; pertanto, è altamente compatibile con l'ambiente e competitivo come costo sul mercato. Le tecnologie sono molto avanzate sia a livello nazionale che europeo e le percentuali di recupero molto elevate (si stima che circa il 90-95% del peso del pannello possa essere recuperato).

Nel caso in esame, si prevede di affidare le operazioni di rimozione e successivo trasporto a recupero/smaltimento a ditte autorizzate e certificate presenti sul territorio provinciale, in ottemperanza alla normativa di legge in vigore al momento della dismissione dell'impianto. In molti casi, le stesse aziende fornitrici dei moduli fotovoltaici provvedono a stipulare con l'acquirente dei contratti di riciclo, fornendo assistenza in ogni fase della dismissione e rilasciando al termine delle stesse un certificato attestante la corretta esecuzione delle operazioni. In Italia sono attivi diversi consorzi di raccolta, tra cui ECO-PV, COBAT e il consorzio collettivo PV CYCLE. Si tratta di un consorzio europeo di produttori fondato nel 2007 che

racchiude quasi la totalità del mercato europeo di moduli fotovoltaici. L'associazione offre agli aderenti servizi di gestione e conformità normativa per il fine vita dei moduli fotovoltaici in numerosi punti di raccolta localizzati su tutto il territorio europeo.

Da analisi di mercato (si faccia riferimento al Consorzio ECOEM), si prevede il ritiro dei pannelli fotovoltaici attraverso bilico centellinato per la consegna al centro di smaltimento situato nel comune di Pontecagnano (SA), nel quale è previsto il complessivo processo di trattamento dei moduli dismessi.

### 7.1.3 Rimozione tracker monoassiali (strutture di sostegno)

Le pensiline di sostegno in alluminio verranno smontate meccanicamente o manualmente, ridotte in porzioni e accantonate nell'area di impianto, in attesa di essere movimentate con forche o bracci idraulici (escavatori muniti di cesoie idrauliche) per il trasporto ad impianto autorizzato al recupero metalli e materiali ferrosi.

I pali di fondazione, dello stesso materiale delle strutture di sostegno, ad infissione diretta saranno rimossi mediante semplice estrazione dal terreno, senza necessità di operare bonifiche o interventi di ripristino vista l'assenza di elementi in calcestruzzo gettati in opera. Il terreno sarà integralmente riportato alle sue condizioni *ante operam*.

Durante la rimozione delle strutture di sostegno è necessario anche lo smontaggio del motore elettrico che governa la rotazione dei tracker mono-assiali. Esso verrà separato dai rottami di ferro ed alluminio e gestito insieme a tutti gli altri rifiuti di tipo elettrico dell'impianto.

Una soluzione alternativa allo smontaggio potrebbe essere quella di mantenere le strutture di sostegno anche dopo la rimozione dei moduli, nel caso in cui il terreno post dismissione venisse impiegato per le coltivazioni in serra.

Il costo di dismissione delle strutture di sostegno è stato computato mediante analisi dei prezzi nella quale sono state prese in considerazione le voci di costo riguardanti la rimozione, il trasporto e il conferimento in discarica delle strutture, al netto dei costi recuperati dallo smaltimento.

### 7.1.4 Rimozione Power Station

La dismissione delle power station (PS) a servizio del parco agro-fotovoltaico comprende tre operazioni principali:

- rimozione dei componenti (inverter, trasformatori, telaio di base etc.) da destinare ad impianti autorizzati al riciclo e/o allo smaltimento;

- rimozione del basamento di fondazione (sia della parte fuori terra che di quella interrata);
- rinterro delle aree di scavo allo scopo di ripristinare le condizioni *ante operam* dei suoli.

Per la rimozione e la gestione dei singoli componenti delle power station di progetto è stata condotta un'indagine di mercato, in particolare rivolgendosi ad aziende di settore che si occupano, oltre che del trasporto, anche del riciclo e dello smaltimento. A carico del proprietario resta lo smontaggio delle singole parti e l'accantonamento ordinato e idoneo alle tempistiche e alle modalità di ritiro in loro. Nel prezzo di trattamento è compreso il riciclaggio di alcune parti come le componenti elettriche, le parti in acciaio, i metalli e il rame degli avvolgimenti. Come si evince anche da ricerche di letteratura, la valorizzazione dei componenti elettrici e dei metalli assume un ruolo di primaria importanza nella dismissione delle opere.

Successivamente alla rimozione dei componenti di ognuna delle power station, sarà necessario rimuovere i basamenti di appoggio mediante mezzi di scavo, per poi procedere al ripristino del sito.

La demolizione dei manufatti di fondazione è stata computata considerando un costo in €/mc di materiale desunta da prezzario regionale. Le dimensioni del basamento suddette, considerate sia per la costruzione che per la dismissione, potranno subire modifiche a seguito di indagini geotecniche maggiormente approfondite; in tal caso i costi computati nel computo metrico subiranno i necessari aggiornamenti.

Una volta rimossi i basamenti delle power station, si provvederà al rinterro delle aree scavate mediante l'utilizzo di materiali di risulta dello scavo stesso e al ripristino delle aree ricoperte da terreno vegetale mediante operazioni di costipamento.

#### **7.1.5 Rimozione cavi**

La rimozione dei cavi è prevista attraverso lo scavo a sezione ristretta in modo da conseguire lo sfilamento degli stessi, i quali verranno nuovamente riempiti con materiale di risulta. Si procede in seguito alla rimozione e demolizione dei pozzetti di sezionamento o raccordo, e alla conseguente chiusura degli scavi di ripristino dei luoghi. Infine, si procede con il recupero dell'alluminio e del rame dei cavi. Gran parte dei materiali può essere riciclato, come il rame degli avvolgimenti e dei cavi elettrici, così come le parti metalliche, le quali verranno inviate ad aziende specializzate nel loro recupero e riciclaggio. Le guaine sono invece recuperate in mescole di gomme e plastiche.

#### **7.1.6 Rimozione cabina di raccolta e misura**

Le operazioni di dismissione della cabina di raccolta prevedono anzitutto la rimozione di tutte le apparecchiature installate al suo interno (locali linea input, locali misure e locali linea output) e

successivamente la rimozione dei singoli mono-box prefabbricati (la cabina ha dimensioni complessive 12x2,50x2,60 m) dal piano di appoggio mediante bilico e camion con gru/autogrù. L'ultima fase prevederà la rimozione del basamento di fondazione, che in via preliminare si prevede di realizzare in calcestruzzo dosato e armato con doppia rete elettrosaldata. La tipologia di basamento e l'altezza precisa dello stesso saranno valutati nella fase esecutiva del progetto.

La tipologia di materiale costituente gli involucri della cabina di raccolta sarà definita solo nella fase di progettazione esecutiva; pertanto, non è possibile effettuare una stima dettagliata del costo di smaltimento e/o riciclaggio di tali componenti. In ogni caso possibili materiali da utilizzare saranno calcestruzzo, metallo o materiali sintetici: la scelta dipenderà dalle condizioni ambientali del sito e dalla necessità di garantire un'adeguata tenuta antincendio. Al termine di tali interventi si procederà alla rimozione dei collegamenti di messa a terra e del getto di basamento in calcestruzzo con rete elettrosaldata (in via preliminare di altezza fissata pari a 0,50 m), in maniera analoga alle fondazioni delle power station e prevedendo al termine il ripristino del sito. Al termine del ciclo di vita dell'impianto fotovoltaico di progetto, ci si riserva anche la possibilità di non rimuovere la cabina di raccolta del parco fotovoltaico nel caso in cui si decida, al termine del ciclo di vita utile dell'impianto, di riconvertire l'edificio ad altra destinazione d'uso compatibile con le norme urbanistiche vigenti.

#### **7.1.7 Rimozione siepe perimetrale**

La vegetazione perimetrale dell'impianto potrà essere mantenuta in sito, ceduta ad appositi vivai del territorio per il reimpiego oppure smaltita come rifiuto. La scelta di tale destinazione finale dipenderà dalle esigenze future del proprietario dell'impianto e dallo stato di vita delle singole piante costituenti.

#### **7.1.8 Ripristino viabilità interna al sito**

Il ripristino della viabilità interna al sito riguarderà tutte le aree per le quali sono stati realizzati scavi di sbancamento, pulizia o scotico, mediante:

- rinterro con materiali esistenti prelevati nell'ambito dell'area di cantiere, da prelevarsi entro 100 m dal sito di impiego;
- ripristino morfologico con terreno vegetale delle strade di accesso;
- recupero materiali inerti (sottofondo stradale con massicciata di pietrisco misto di cava) da smantellamento strade.

## 7.2 Ripristino ambientale del sito

Successivamente alla dismissione completa del sito saranno previste molteplici azioni volte al ripristino del manto erboso e della vegetazione arborea di sito, allo scopo di garantire il ripristino dei luoghi allo stato originario e come previsto dal comma 4 dell'art. 12 del D. Lgs. n. 387/2003. Il ripristino sarà messo in atto seguendo le pendenze orografiche del territorio e consentendo il rinverdimento e la piantumazione. Obiettivi principali del ripristino ambientale del sito sono:

- riabilitare, mediante attenti criteri ambientali, le zone soggette ai lavori che hanno subito una modifica rispetto alle condizioni pregresse;
- consentire una migliore integrazione paesaggistica dell'area interessata dalle modifiche.

Le operazioni necessarie per l'attuazione di tali obiettivi sono le seguenti:

- trattamento dei suoli, mediante stesura della terra vegetale, preparazione e scarificazione del suolo secondo le tecniche classiche. I mezzi impiegati sono tipicamente pale meccaniche e camion a basso carico, o rulli fresatori se le condizioni del terreno lo consentono;
- semina di specie erbacee con elevate capacità radicanti allo scopo di fissare il suolo (es. idrosemina).

Per garantire un elevato attecchimento delle specie sarà necessario delimitare con precisione le aree di semina e assicurare il divieto di accesso e controllo di automezzi e personale. Gli interventi di rivestimento garantiscono un'azione coprente e protettiva del terreno. L'impiego di un gran numero di piante, semi e parti vegetali per unità di superficie, permette la protezione della superficie del terreno dall'effetto dannoso delle forze meccaniche. Inoltre, sarà consentito un miglioramento del bilancio dell'umidità e del calore, favorendo lo sviluppo delle specie digitali. Per tali tipi di impianto il restauro ambientale risulta poco oneroso essendo l'impatto che esercita l'opera sull'ambiente circostante poco oneroso ed essendo escluse fasi di erosioni superficiali. Inoltre, la natura dell'opera di progetto prevede l'adozione del fotovoltaico volto ad assicurare la fruibilità del fondo ai fini agricoli durante l'intera fase di esercizio dell'impianto, per cui la tecnica di ancoraggio delle strutture di sostegno dei moduli al terreno, delle recinzioni perimetrali e delle opere accessorie, fanno sì che lo stato dei luoghi a seguito della dismissione dell'impianto non risulterà particolarmente alterato rispetto alla configurazione ante-operam, non si prevedono quindi particolari opere onerose di ripristino delle aree. Si prevede in generale che le opere di smantellamento e dismissione dell'impianto agro-fotovoltaico, nonché ripristino delle aree, avranno una durata complessiva non superiore a undici mesi.



## RELAZIONE TECNICA GENERALE

CODICE	FV.CST01.PD.A.01.2
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	07/2022
PAGINA	76 di 88

### 7.3 Cronoprogramma

Si riporta di seguito il cronoprogramma per la dismissione dell'impianto:

**Tabella 21 - Cronoprogramma per la dismissione**

Crono programma _ Fase di dismissione impianto agro-fotovoltaico																																																		
Attività Fasi Lavorative	Mese 1				Mese 2				Mese 3				Mese 4				Mese 5				Mese 6				Mese 7				Mese 8				Mese 9				Mese 10				Mese 11									
	Settimane	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44					
Approntamento area di cantiere	■	■	■	■																																														
Rimozione recinzione perimetrale					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Rimozione pannelli fotovoltaici						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Rimozione strutture di sostegno																																																		
Rimozione power station e cabina raccolta																																																		
Dismissione cavidotto interrato interno al campo																																																		
Ripristino ambientale di sito																																																		

## 8 STUDIO DI FATTIBILITÀ AGRONOMICA

Il presente studio analizza le caratteristiche progettuali dell'impianto fotovoltaico proposto, collocandolo nel contesto territoriale oggetto di intervento e valutandone la fattibilità agronomica attraverso lo studio delle componenti tecniche meccanico-strutturali, riportando le relative implicazioni di natura agronomica, economica ed ambientale.

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 specie miglioratrici, messa a riposo dei terreni) sia dal punto di vista ambientale, aumentando la permeabilità del suolo attraverso l'inserimento di specie arbustive ed arboree autoctone e favorendo lo sviluppo delle specie e delle pratiche agronomiche e zootecniche locali su tutte le superfici di impianto, tra le interfile e sotto i tracker, nonché nelle aree esterne alle recinzioni e pertinenziali all'intervento.

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 e 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.

Sulla base di quanto asserito, la realizzazione dell'impianto fotovoltaico risulta compatibile con la salvaguardia dell'ambiente; infatti, può contribuire alla creazione di meccanismi virtuosi di sostenibilità.

## 8.1 Descrizione del territorio e del paesaggio

Le opere di progetto ricadono nel territorio comunale di Castronovo di Sicilia, in provincia di Palermo, la cui estensione territoriale è al terzo posto dopo Monreale e Corleone. La morfologia del sito di intervento risulta di tipo collinare, in cui i morbidi profili presentano pendenze variabili sia come inclinazione, sia come direzione, per tutta l'estensione del parco. L'area presenta un'altitudine variabile da 436 m a 555 m, con una esposizione di tipo nord, nord-est. Gli appezzamenti sono di forma irregolare, attualmente lavorati per la coltivazione di seminativi, in particolare essenze foraggere tipicamente impiegate nel territorio (sulla, erbaio misto di leguminose e graminacee) e cereali. Al momento del sopralluogo alcuni appezzamenti in tutto il territorio risultano incolti a causa delle precipitazioni intense che hanno ristretto l'intervallo temporale utile per la semina. Una parte dell'area oggetto di intervento risulta attraversata dagli affluenti del fiume Torto.

## 8.2 Definizione del piano colturale

Nella definizione del piano colturale sono state considerate diverse tipologie di colture potenzialmente coltivabili, distinguendo le aree tra le strutture di sostegno dell'impianto fotovoltaico (interfile) e la fascia perimetrale. Per ciascuna soluzione sono stati analizzati i pro e i contro, identificando le soluzioni che saranno effettivamente praticate tra le interfile e le essenze arboree e arbustive da impiantare lungo la fascia perimetrale. La valutazione preliminare ha tenuto conto delle esigenze specifiche delle singole specie, per garantire un opportuno orientamento colturale. Le colture ortive e/o floreali risultano essere poco adatte per essere coltivate tra le interfile dell'impianto fotovoltaico in quanto:

- necessitano di molte ore di esposizione diretta alla luce;
- richiedono l'impiego di molta manodopera specializzata;
- hanno un fabbisogno idrico elevato;
- la gestione della difesa fitosanitaria è molto complessa.

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

- a) copertura con manto erboso;
- b) leguminose da granella;
- c) ortive.

Le specie impiegate per la realizzazione, meglio rappresentate nelle tavole "FV.CST01.PD.AGRO.03-Tavola agronomica delle essenze (Parte 1 di 2)" e "FV.CST01.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.



**Figura 40 - Esempi di specie coltivabili (leguminose e ortive)**

### 8.3 Opere di mitigazione

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 coinvolte nella mitigazione saranno distribuite su una fascia di 10 metri, allocate in doppio filare, con sesto sfalsato in pianta ed in altezza 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.

Le specie impiegate, quindi, dovranno rispondere non solo ad esigenze funzionali, ma anche ecologiche e di reperibilità.

Sulla base delle precedenti considerazioni sarà realizzato uno strato arboreo più alto costituito da specie come *Celtis australis L.* e *Ostrya carpinifolia Scop.* ed uno strato arbustivo più basso costituito da *Phillyrea latifolia*, *Pistacia terebinthus* e *Rhamnus alaternus*, in modo da massimizzare l'effetto coprente della recinzione e dell'impianto.

Tali aspetti sono rappresentati nel dettaglio nell'elaborato "FV.CST01.PD.AGRO.02 – Layout delle aree verdi produttive e di mitigazione", e spiegati nel dettaglio nella "FV.CST01.PD.AGRO.01 – Relazione pedo-agronomica".

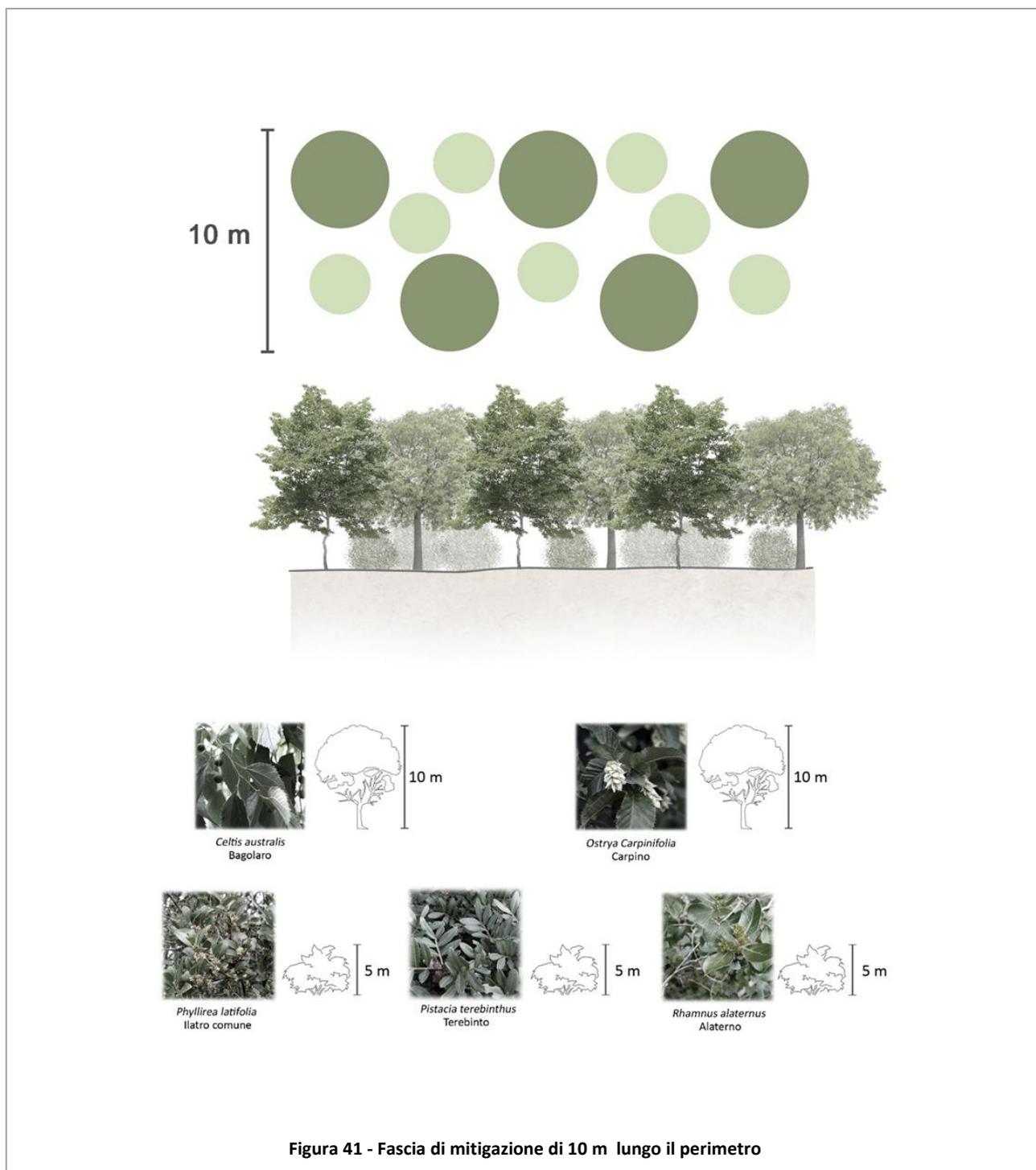


Figura 41 - Fascia di mitigazione di 10 m lungo il perimetro



## RELAZIONE TECNICA GENERALE

CODICE	FV.CST01.PD.A.01.2
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	07/2022
PAGINA	81 di 88

Il materiale vegetale impiegato per la realizzazione della fascia perimetrale di mitigazione sarà prelevato esclusivamente da vivai forestali autorizzati, in conformità al D. Lgs. n. 386/2003 (Attuazione della direttiva 1999/105/CE relativa alla commercializzazione dei materiali forestali di moltiplicazione) e al D. Lgs n. 214/2005 (Attuazione della direttiva 2002/89/CE concernente le misure di protezione contro l'introduzione e la diffusione nella Comunità di organismi nocivi ai vegetali o ai prodotti vegetali), nonché corredato, nei casi previsti dalla già menzionata normativa, da:

- a) certificato principale di identità, ai sensi dell'art. 6 del D. Lgs. n. 386/2003;
- b) passaporto delle piante dell'Unione europea sullo stato fitosanitario del materiale di propagazione.

### 8.4 Considerazioni economiche

Le attività svolte per la realizzazione dell'opera sono reversibili e non invasive e non alterano in alcun modo la natura del terreno. Lo sviluppo delle fonti energetiche rinnovabili comporta dei vantaggi economici per la comunità locale, in seguito al miglioramento del proprio tenore di vita e del proprio reddito. Infatti, le attività di cantiere, di manutenzione degli impianti fotovoltaici e delle relative opere di connessione prevedono il coinvolgimento della popolazione locale, creando quindi nuovi posti di lavoro. La realizzazione dell'impianto non determina alcun effetto negativo sul comparto agroalimentare e turistico, considerata l'estrema sicurezza dell'impianto sotto il profilo ambientale ed igienico-sanitario. Sulla base delle considerazioni suddette, la realizzazione e l'esercizio degli impianti provocherà un impatto economico più che positivo.

## 9 IL FOTOVOLTAICO NELLA TRANSIZIONE ENERGETICA NAZIONALE : PIANO NAZIONALE ENERGETICO INTEGRATO DELL'ENERGIA E DEL CLIMA "PNIEC"

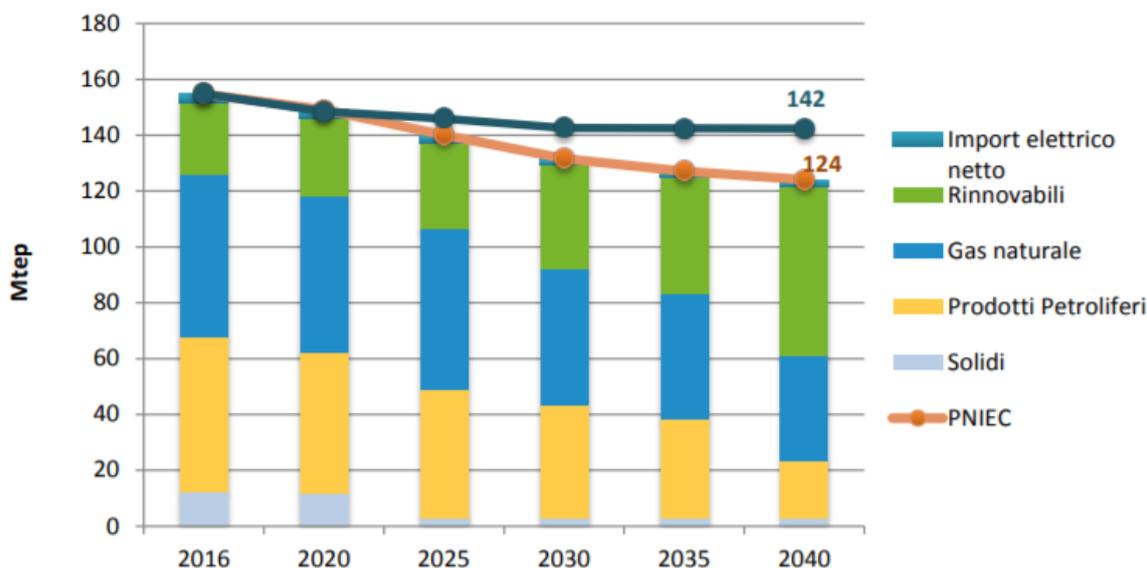
Per l'inquadramento del progetto all'interno delle strategie nazionali energetiche, dettate dall'attuale condizione ambientale mondiale, si riporta fedelmente un estratto del Piano Nazionale Integrato dell'Energia e del Clima, pubblicato dal MISE il 21 gennaio 2020.

### Capitolo 5 "Valutazione di impatto delle politiche e delle misure previste"

**Paragrafo 5.1** "Impatto delle politiche e delle misure previste, di cui alla sezione 3, sul sistema energetico e sulle emissioni e gli assorbimenti di gas a effetto serra, ivi incluso un confronto con le proiezioni con politiche e misure vigenti"

*"La spinta verso un 2050 a emissioni nette pari a zero, in linea con la Long Term Strategy, innescherà una completa trasformazione del sistema energetico e necessiterà di nuove misure e politiche abilitanti dopo il 2030. La sfida climatica pone problemi complessi che riguardano sia il tema dell'approvvigionamento, della dipendenza e della sicurezza, che quello dei costi dell'energia e, in primis, quello della decarbonizzazione dell'intero sistema energetico, non solo nell'immediato futuro ma anche in un'ottica di lungo periodo.*

*Come evidenziato nel capitolo 2, il Piano energia e clima produce un efficientamento che trasforma il sistema energetico e riguarda la sostituzione delle fonti fossili con rinnovabili, de-carbonizzando il sistema produttivo nazionale. Nel grafico e nella tabella che seguono si riportano i risultati delle proiezioni fino al 2040 dello scenario PNIEC e un confronto con le previsioni dello scenario BASE.*



**Figura 42 -Evoluzione del consumo interno lordo negli scenari BASE e PNIEC [Fonte: RSE] - Figura 64 del PNIEC**

Scenario PNIEC	2020	2025	2030	2040
<b>Consumo interno lordo</b>	<b>149.111</b>	<b>140.071</b>	<b>131.640</b>	<b>124.069</b>
Solidi	11.640	2.966	2.812	2.729
Prodotti petroliferi	50.711	45.802	40.546	20.689
Gas naturale	55.838	57.796	48.913	37.709
Energia elettrica	3.162	2.812	2.451	2.653
Rinnovabili	27.760	30.695	36.918	60.288
<b>Consumi energetici primari*</b>	<b>142.441</b>	<b>133.291</b>	<b>124.690</b>	<b>116.359</b>
<b>Consumi energetici finali</b>	<b>116.393</b>	<b>109.746</b>	<b>103.750</b>	<b>94.789</b>
<b>dettaglio per settore</b>				
Industria	26.536	26.054	25.049	25.083
Residenziale	31.974	29.218	27.176	23.275
Terziario	15.700	14.648	13.275	14.184
Trasporti	39.240	37.024	35.357	29.433
Agricoltura	2.942	2.803	2.893	2.814
<b>dettaglio per fonte</b>				
Solidi	2.013	1.928	1.919	1.802
Prodotti petroliferi	42.405	37.578	32.244	15.611
Gas naturale	33.516	30.705	28.331	23.841
Energia elettrica	25.209	25.300	26.037	30.803
Calore derivato	4.127	4.530	4.735	4.615
Rinnovabili	9.122	9.705	10.485	18.116
<b>Consumi finali non energetici</b>	<b>6.670</b>	<b>6.780</b>	<b>6.950</b>	<b>7.710</b>

\*I consumi primari non comprendono gli usi non energetici, inclusi nel Consumo interno lordo.

**Tabella 22 - Consumo di energia primaria e finale (per ciascun settore), proiezioni 2020-2040 nello scenario PNIEC (ktep) [Fonte: RSE] – Tabella 66 del PNIEC**

La contrazione del consumo interno lordo non è dovuta alla riduzione del PIL o dei livelli di attività settoriali ma è principalmente il risultato di cambiamenti tecnologici e di cambio di combustibile dal lato della domanda e dell'offerta. Proseguirà, infatti, la sostituzione dei combustibili fossili con fonti rinnovabili, accelerando dopo il 2030 verso il percorso di completa decarbonizzazione. L'incremento dell'efficienza energetica, risultante dall'effetto combinato di tutte le politiche, è uno dei principali fattori determinanti la riduzione dell'intensità emissiva nel lungo periodo, come si evince dalla intensità energetica delle attività economiche in continua contrazione fino al 2040.

CODICE	FV.CST01.PD.A.01.2
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	07/2022
PAGINA	84 di 88

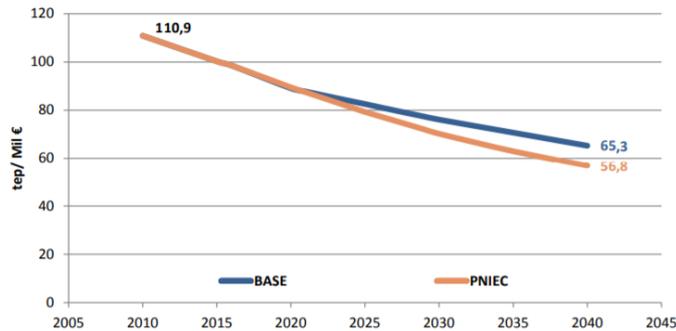


Figura 43 - Evoluzione dell'intensità energetica<sup>10</sup> al 2040 – Figura 65 del PNIEC

Lo scenario BASE è già caratterizzato da miglioramenti dell'efficienza energetica che compensano l'aumento dei consumi trainato dalla crescita economica fino al 2040, ma che non sono sufficienti a mantenere lo stesso tasso di contrazione dei consumi primari del periodo 2010-2020. Le politiche e misure del Piano energia e clima, invece, innescano una riduzione ancora più rapida dell'intensità energetica con riduzioni medie annue del 2,3% nel periodo 2020-40, tali da consentire il proseguimento del trend di contrazione dei consumi primari.

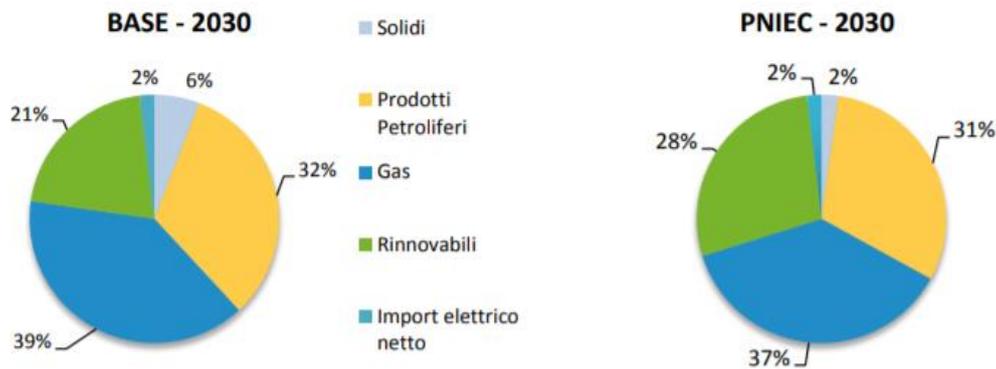


Figura 44 - Mix del fabbisogno primario al 2030 - Figura 66 del PNIEC

Le fonti rinnovabili sostituiscono progressivamente il consumo di combustibili fossili passando dal 16.7% del fabbisogno primario al 2016 a circa il 28% al 2030 nello scenario PNIEC. I prodotti petroliferi dopo il 2030 continuano a essere utilizzati nei trasporti passeggeri e merci su lunghe distanze, ma il loro utilizzo è significativamente inferiore al 2040 (circa 17% del mix primario) per accompagnare la trasformazione del sistema energetico verso un 2050 a zero emissioni. Il loro declino è maggiormente significativo negli ultimi anni della proiezione dello scenario quando il petrolio nel trasporto è sostituito cospicuamente da

<sup>10</sup> Esclusa produzione elettrica da pompaggi – nota 46 del PNIEC

biocarburanti, idrogeno e veicoli ad alimentazione elettrica, sia per il trasporto passeggeri che merci. Nello scenario BASE, il consumo di gas naturale è abbastanza stabile fino al 2030, contribuendo al 39% della domanda di energia primaria. Nella proiezione PNEC nel lungo periodo la competizione con le FER e l'efficiamento di processi e edifici portano a una contrazione del ricorso al gas naturale fossile (passando dal 37% del 2030 a poco più del 30% al 2040). Con riferimento alla sicurezza energetica, le proiezioni al 2040 indicano una netta riduzione della dipendenza energetica, per l'effetto combinato dell'incremento delle risorse rinnovabili nazionali e della contrazione delle importazioni, in particolare di combustibili fossili.

A crescere in maniera rilevante sono le fonti rinnovabili non programmabili, principalmente solare ed eolico, la cui espansione prosegue anche dopo il 2030, e sarà gestita anche attraverso l'impiego di rilevanti quantità di sistemi di accumulo, sia su rete (accumuli elettrochimici e pompaggi) sia associate agli impianti di generazione stessi (accumuli elettrochimici). La forte presenza di fonti rinnovabili non programmabili dal 2040 comporterà un elevato aumento delle ore di overgeneration e tale sovrapproduzione non sarà soltanto accumulata ma dovrà essere sfruttata per la produzione di vettori energetici alternativi e a zero emissioni come idrogeno, biometano, ed e-fuels in generale, utilizzabili per favorire la decarbonizzazione in settori più difficilmente elettrificabili come industria e trasporti.”

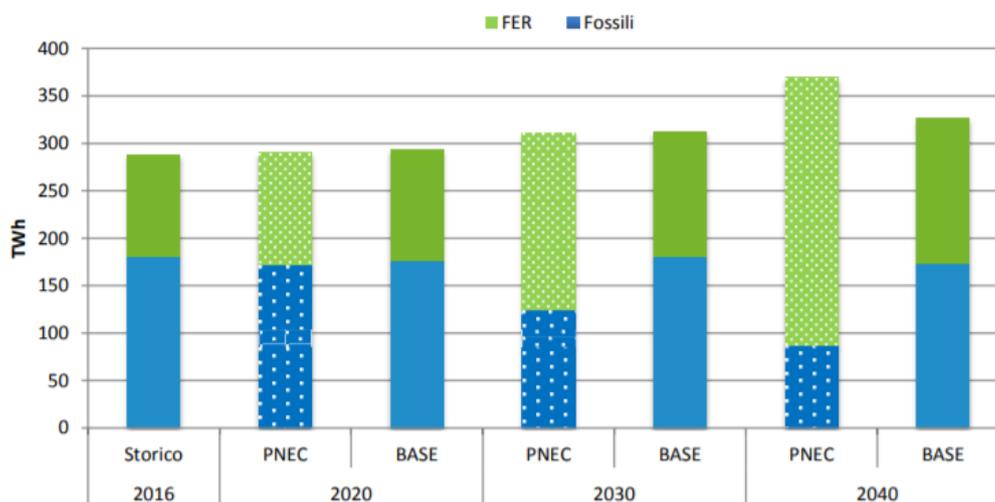


Figura 45 - Evoluzione della generazione elettrica 46 al 2040 [Fonte: RSE] - Figura 67 del PNEC

**Questo è lo scenario descritto dal Ministero dello Sviluppo Economico, in concomitanza con il Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio e del mare e il Ministero delle Infrastrutture e Trasporti. Agli impianti FER, soprattutto di natura eolica e fotovoltaica, è assegnato il grande ruolo di trascinatori della transizione energetica da affrontare.**

L'iniziativa proposta si inserisce, dunque, a pieno titolo all'interno delle manovre previste per raggiungere il target di decarbonizzazione del sistema energetico nazionale.

## 9.1 Impatto macroeconomico

Per una corretta, affidabile ed esaustiva valutazione dell'impatto economico dell'iniziativa proposta si fa riferimento, nuovamente, agli studi condotti dal MISE presenti all'interno del PNIEC.

### Capitolo 5 "Valutazione di impatto delle politiche e delle misure previste"

**Paragrafo 5.2** *"Impatto macroeconomico e, nella misura del possibile, sulla salute, l'ambiente, l'occupazione e l'istruzione, sulle competenze e a livello sociale compresi gli aspetti della transizione equa (in termini di costi e benefici nonché di rapporto costi/efficacia) delle politiche e delle misure previste, di cui alla sezione 3, almeno fino all'ultimo anno del periodo contemplato dal piano, incluso un confronto con le proiezioni con politiche e misure vigenti"*

*Lo scenario PNIEC può essere analizzato dal punto di vista dei suoi impatti macroeconomici rispetto allo scenario a politiche correnti (o BASE).*

#### **L'analisi secondo la matrice di contabilità sociale (SAM)**

*La Matrice di Contabilità Sociale formalmente si presenta come una matrice quadrata, che registra in termini quantitativi i rapporti di scambio che intercorrono in un sistema economico. Le colonne della matrice indicano gli impieghi del reddito di ciascun settore produttivo o istituzionale, le righe evidenziano le fonti di reddito di ciascun settore. La struttura della SAM include al suo interno la matrice input-output (I/O) degli scambi intermedi tra settori produttivi, ma a essa aggiunge i conti intestati alle istituzioni (famiglie, imprese, governo), ai fattori della produzione (lavoro e capitale), alla formazione di capitale e al resto del mondo. In questo modo, la SAM permette di cogliere tutto l'insieme di relazioni che caratterizzano un sistema economico nelle varie fasi del processo di produzione, distribuzione, utilizzazione e accumulazione del reddito. La SAM è uno strumento che può rendere evidente l'adattamento che il sistema economico deve effettuare per sostenere una variazione di uno dei vettori di equilibrio. Lo strumento può valutare gli effetti a livello di sistema di una misura di incentivazione fiscale, di un investimento aggiuntivo, di una variazione della spesa da parte di una delle istituzioni coinvolte.*

*Per queste analisi di impatto è stata utilizzata la SAM stimata per l'anno 2010 dal CEIS - Tor Vergata con la seguente disaggregazione: - 58 settori produttivi (25 servizi, 29 industria, 1 edilizia, 3 agricoltura); - 2 fattori*

della produzione (lavoro e capitale); - 4 istituzioni (famiglie, imprese, governo, formazione di capitale); - Resto del mondo. La tabella che segue mostra un quadro sintetico delle stime di impatto effettuate con la SAM. La tabella esamina esclusivamente l'impatto degli investimenti (non scontati)<sup>11</sup>. La prima colonna riporta gli investimenti addizionali previsti dallo scenario PNIEC. Gli investimenti sono calcolati per il periodo 2017-2030, raggruppati per categorie omogenee di tecnologie/interventi ed espressi in mld€/anno. Per alcune tipologie, lo scenario PNIEC prevede livelli di investimento inferiori allo scenario a politiche correnti. In tali situazioni l'investimento ha segno negativo così come l'impatto sulle grandezze macroeconomiche e sull'occupazione. Le colonne successive rappresentano l'impatto degli investimenti aggiuntivi al netto del controfattuale. L'impatto occupazionale in termini di Unità di Lavoro (ULA) tiene conto di tre componenti:

- occupazione diretta, ricavata moltiplicando il vettore delle spese di investimento per i coefficienti di fabbisogno di lavoro di ciascun settore produttivo direttamente attivato;
- occupazione indiretta, che dipende dalla catena di approvvigionamento dei settori attivati dall'investimento;
- occupazione indotta, che dipende dalla fase di redistribuzione dei redditi ai fattori produttivi, i quali riattivano a loro volta la domanda finale di beni e servizi.

---

<sup>11</sup>Sono esaminate soltanto le ricadute temporanee riguardo all'occupazione temporalmente limitata alla fase di progettazione, sviluppo, installazione e realizzazione del bene. Nota 48 del PNIEC.

	Media annua 2017-2030 (mld€/anno)	Valore Aggiunto (mln€/anno)	Imposte dirette (mln€/anno)	Imposte indirette nette (mln€/anno)	ULA (numero medio di occupati full-time/anno)
Centrali elettriche a fonti fossili	-0,2	-212	-58	-27	-2.188
Fotovoltaico	2,0	542	163	21	6.441
Altre FER	0,9	686	189	79	7.271
Industria	0,4	417	117	47	4.931
Usi elettrici e pdc residenziale	1,6	137	94	-147	5.052
Riscaldamento e usi cucina settore residenziale	-0,2	-24	-13	14	-743
Riqualficazione edifici residenziale	3,1	1.093	384	-157	13.341
Usi elettrici e pdc terziario	0,9	777	219	79	8.857
Riqualficazione edifici terziario	1,7	2.111	559	300	20.120
Riscaldamento terziario	-0,1	-56	-16	-6	-659
Trasporti famiglie	1,3	428	156	-89	4.701
Trasporti merci e bus	0,6	846	226	110	7.809
<b>Totale</b>	<b>12,1</b>	<b>6.745</b>	<b>2.022</b>	<b>224</b>	<b>74.935</b>

**Tabella 23 -Impatto netto degli investimenti aggiuntivi previsti dallo scenario Obiettivo. Media annua 2017-2030 [Fonte: ENEA] – Tabella 75 del PNIEC**

Dalla tabella precedente appare evidente come l’impatto degli investimenti aggiuntivi previsti nello scenario PNIEC sia sempre maggiore dell’impatto dello scenario controfattuale in termini occupazionali, di incremento del valore aggiunto e di incremento delle entrate da imposte dirette. Le imposte indirette nette in alcuni casi, ad esempio gli interventi nel settore residenziale o l’acquisto di autoveicoli, sono lievemente negative (perché nello scenario di intervento vengono attivati prevalentemente settori che ricevono contributi o che hanno aliquote IVA ridotte rispetto a quanto avviene nel controfattuale). Complessivamente, l’insieme degli interventi valutati (11,6 mld €/anno di investimenti) potrebbe avere impatti netti positivi: 6,7 mld €/anno in più di valore aggiunto, un innalzamento della base occupazionale di quasi 75.000 unità di lavoro/anno nell’arco del periodo in esame, e un incremento di gettito di circa 2,2 mld€/anno.”

Lo studio presentato dal PNIEC mostra dunque i risvolti macroeconomici indotti dalle iniziative fotovoltaiche nei prossimi anni, tra cui l’impatto occupazionale. I valori mostrati in Tabella 23 evidenziano chiaramente la centralità e la leadership, in tale ambito, degli impianti fotovoltaici all’interno del settore di produzione energetica.

	Media annua 2017-2030 (mld€/anno)	Valore Aggiunto (mln€/anno)	Imposte dirette (mln€/anno)	Imposte indirette nette (mln€/anno)	ULA (numero medio di occupati full-time/anno)
Fotovoltaico	2,0	542	163	21	6.441

**Tabella 24 -Dati estratti da Tabella 25 per i soli impianti fotovoltaici**