



REGIONE PUGLIA



PROVINCIA di FOGGIA



COMUNE di MANFREDONIA

Ente proponente:



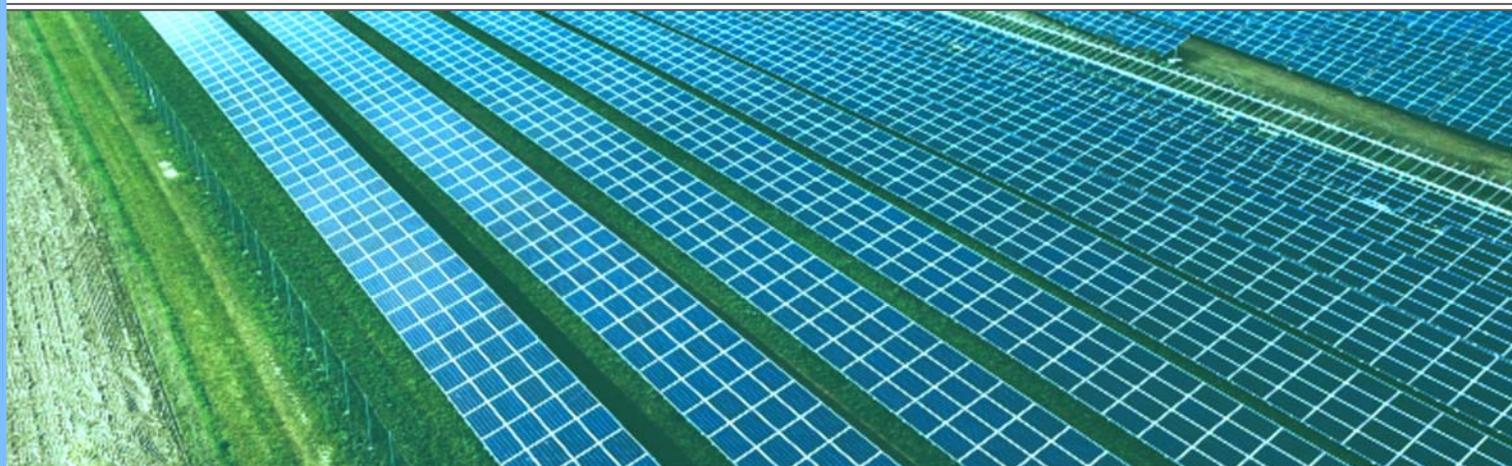
**PV IT Quattro srl**

Via Napoli, 116 CATANIA (CT) - CAP 95127  
Codice Fiscale / P. IVA 05732990873  
pvitquattrosrl@pec.it

## PROGETTO DEFINITIVO

**Progetto per la realizzazione di un impianto fotovoltaico denominato "Fonterosa" per la produzione di energia solare della potenza nominale complessiva di 28.800 kW sito nel Comune di Manfredonia in località "Borgo Fonterosa" e relative opere di connessione alla S.E. ubicate nel Comune di Manfredonia, località "Macchia Rotonda"**

*Decreto Legislativo 29 dicembre 2003 n° 387- Attuazione della direttiva 2001/77/CE - Promozione dell'energia elettrica da fonti rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità*



ELABORATO

**S.I.A.\_Quadro Progettuale**

FORMATO

SCALA

CODICE DOCUMENTO

NOME FILE

A4

-

SOC.

AMB.

DISC.

TIPO DOC.

PROG.

REV.

PVIT4

AMB

AMB

REL

002

a

S.I.A.\_QProgettuale

Progettazione e Studio Paesaggistico:



**Studio Tecnico Associato**  
ing. G. Bruno - arch. G. Farinola  
Viale Europa, 62/a Foggia (FG)  
Tel. 0881373998 - 3356013949  
E-mail: ingbruno@tiscali.it

Studio Geologico e Consulenza Ambientale:

**Geol. Francesco Ferrante**  
Studio di Geologia Tecnica e Ambientale  
Via Attilio Benvenuto, 76 - Foggia (FG)  
Tel. 0881742216 - 3385654577  
E-mail: ferrantegeo@gmail.com

Studio Agronomico e naturalistico:

**Dott. Agr. Giuseppe Caputo**  
Via Mazzini, 350 - 71010 Carpino (FG)  
Tel. 3479213603  
E-mail: giuseppecpt92@gmail.com

Studio Elettrico:



**Sciacca & Partners S.r.l.**  
C.so Vittorio Emanuele III, 51  
96015 Francoforte (SR)  
E-mail: nol@sclaccaepartners.it

Studio Archeologico:



**Dott. Antonio Mesisca**  
Via Aldo Moro, B5 82021 Apice (BN)  
Tel. 3271616306  
E-mail: mesisca.antonio@virgilio.it

Studio Idraulico:

**Ing. Antonella Laura Giordano**  
Viale Michelangelo, 68/B 71121 Foggia  
Tel. 3466330966  
E-mail: lauragiordano.ing@gmail.com

Rev.	Data	Oggetto della revisione	Elaborazione	Verifica	Approvazione

<b>1. Premessa .....</b>	<b>3</b>
<b>2. Localizzazione dell'intervento .....</b>	<b>3</b>
2.1 Inquadramento Catastale .....	3
2.2 Connessione e cavidotti .....	3
2.3 Dati tecnici impianto .....	5
2.4 Morfologia, viabilità, opere interne e accessibilità .....	7
2.5 Cabine di impianto .....	10
2.6 Aree di stoccaggio .....	11
2.7 Sistemi ausiliari .....	12
2.8 Caratteristiche fisiche del sito oggetto d'intervento .....	12
<b>3. Elementi tecnici dell'impianto e delle opere .....</b>	<b>13</b>
3.1 Disponibilità della fonte solare ed irradiazione giornaliera media mensile .....	14
3.2 Produzione elettrica .....	14
3.3 Moduli fotovoltaici .....	15
3.4 Quadri di campo .....	17
3.5 Strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici (Tracker) .....	18
3.6 Opere elettriche .....	19
3.6.1 Cavidotto interrato .....	19
3.6.2 Cavi BT .....	19
3.6.3 Cavi MT .....	19
3.6.4 Cablaggio elettrico interno all'impianto .....	20
3.7 Cabine di impianto .....	20
3.8 Impianto di protezione contro i fulmini .....	20
3.8.1 Protezione dai contatti diretti .....	21
3.8.2 Protezione dai contatti indiretti .....	21
3.8.3 Impianto di terra .....	21
<b>4. Dismissione .....</b>	<b>21</b>
4.1 Operazioni di recupero/smaltimento .....	22
4.1.1 Recupero/Smaltimento dei pannelli fotovoltaici .....	22
4.1.2 Recupero/Smaltimento delle strutture di sostegno .....	23
4.1.3 Recupero/Smaltimento linee ed apparecchiature elettriche .....	23
4.1.4 Recupero/Smaltimento locali prefabbricati, cabine di trasformazione e cabina di impianto .....	23
4.1.5 Recupero/Smaltimento recinzione area .....	23
4.1.6 Recupero/Smaltimento viabilità interna .....	23
4.1.7 Recupero/Smaltimento siepe perimetrale .....	23
4.1.8 Dettagli riguardanti lo smaltimento dei componenti .....	24
4.1.9 Conferimento del materiale di risulta agli impianti di settore per lo smaltimento/recupero .....	24
<b>5. Ripristino dello stato dei luoghi e i relativi costi .....</b>	<b>24</b>
5.1 Interventi necessari al ripristino vegetazionale .....	24
5.2 Trattamento dei suoli .....	25
5.3 Semina .....	26
5.4 Piantagione di arbusti .....	26
5.5 Criteri di scelta delle specie .....	26
5.6 Metodiche di intervento .....	27
5.7 Manutenzione .....	28
5.8 Computo metrico delle operazioni di dismissione .....	28
<b>6. Cronoprogramma delle fasi di dismissione .....</b>	<b>30</b>
<b>7. Conclusioni .....</b>	<b>30</b>

## 1. Premessa

Su incarico della società **PV IT QUATTRO S.r.l.**, con sede in Catania (CT) alla Via Napoli, 116 - 95127, è stata redatta la seguente relazione inerente la *componente progettuale* dello Studio d'Impatto Ambientale (S.I.A.), denominata **QProgettuale**, prevista dall'Allegato VII, alla parte seconda del DLgs 152/2006 - così come sostituito dall'art. 22 del DLgs. n. 104 del 2017 e s.m.i. - e in ottemperanza alle Linee guida per la predisposizione degli elaborati relative all'art. 22, comma 4 dell'Allegato VII.

Lo studio è relativo alla proposta di realizzazione di un parco fotovoltaico e relative opere di connessione, denominato "Fonterosa", da realizzarsi in agro del Comune di Manfredonia (Fg) con opere di collegamento (cavidotto interrato e SSE) interessanti il medesimo agro comunale di Manfredonia (Fg), di potenza nominale complessiva pari a 28.800 kW.

La presente componente dello studio d'impatto ambientale è stato redatto sulla base di quanto previsto dall'Allegato VII, alla parte seconda del DLgs 152/2006 - così come sostituito dall'art. 22 del DLgs n. 104 del 2017. Lo Studio di Impatto Ambientale (S.I.A.), conformemente al Codice Ambiente Nazionale (D. Lgs. 152/2006 così come modificato ed integrato dal D. Lgs. 284/2006, dal D. Lgs. 4/2008 e dal D.Lgs. 128/2010), è stato condotto in considerazione dei seguenti tre principali quadri di riferimento: *Progettuale*.

Nella presente relazione, relativa al *Quadro di riferimento progettuale*, vengono descritte le opere di progetto e le loro caratteristiche fisiche e tecniche.

## 2. Localizzazione dell'intervento

### 2.1 Inquadramento Catastale

L'impianto denominato "Fonterosa" è un impianto di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile di tipo fotovoltaico localizzato nel Comune di Manfredonia in provincia di Foggia in località "Borgo Fonterosa", inquadrabile nelle seguenti coordinate di area progettuale:

Latitudine Nord	41,45206
Latitudine Sud	41,44637
Longitudine Est	15,80199
Longitudine Ovest	15,79191

Le opere sono collocate nel foglio 409 "Zapponeta" della Cartografia IGM 1:50.000, nei fogli 409102, 409103, 409141 e 409144 della Cartografia Tecnica Regionale della Puglia. L'impianto e le opere di connessione sono inquadrate nel NCT ai fogli **125, 126, 127, 128, 101 e 129** del Comune di Manfredonia (FG). Essi interessano terreni privati, strade pubbliche ed enti urbani. In particolare l'impianto fotovoltaico interessa le particelle 53, 54, 55 del foglio e 54 del foglio 126 del Comune di Manfredonia ed è composto da 51.492 moduli da 670 Wp per una potenza complessiva di 34.499,64 kWp (28.800 kW nominale).

### 2.2 Connessione e cavidotti

La soluzione di connessione elaborata da **Terna Rete Italia S.p.A.** nel preventivo avente codice identificativo **202002387** prevede il collegamento in antenna a 36 kV su un futuro ampliamento della stazione elettrica di trasformazione (SE) 380/150 kV denominata "Manfredonia".

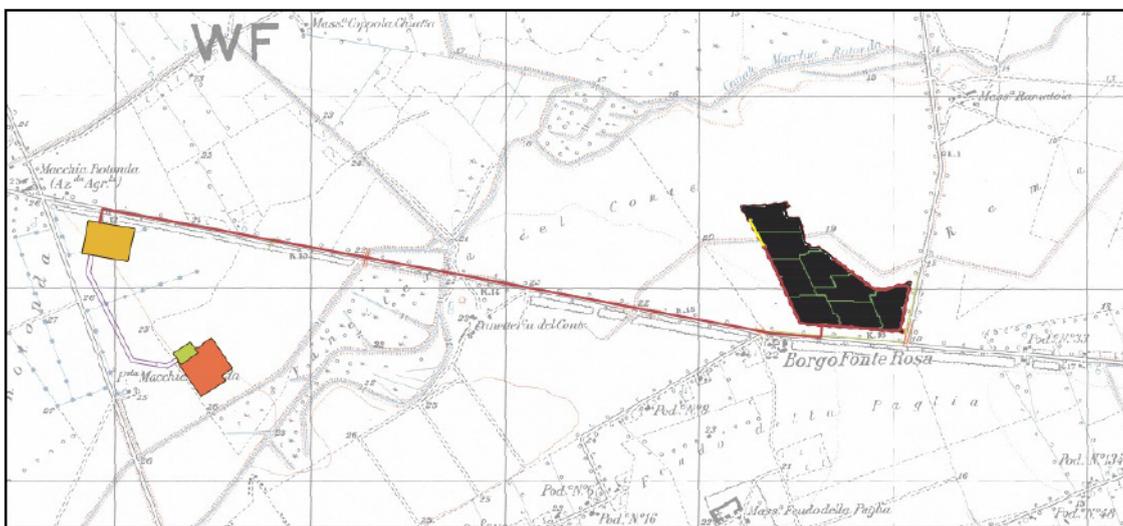


**Cavidotto esterno**



Opera	Lunghezza (mt)
Cavidotto interno	1.817
Cavidotto esterno	3.908
<b>Cavidotti totali</b>	<b>5.725</b>

**Cavidotto interno**



**Quadro IGM delle opere di vettoriamento.**



**Dettaglio soluzione STMG\_Terna**

Il cavidotto esterno di utenza convoglia l'energia prodotta dalla cabina di smistamento/utenza allo stallo RTN a 36 kV posto all'interno dell'edificio quadri della sezione a 36 kV della stazione.

Esso è lungo circa 3.908 mt con modalità di posa descritte nell'elaborato grafico: "PVIT-SPEC-ELE-DIS-25D: Opere utenza per la connessione – cavidotto di utenza AT – sezioni tipo".

Le aree di occupazione temporanea sono costituite da una fascia di 5 mt. Le aree di servitù di 6 mt.

Opera	
Cavidotto Esterno_Aree di occupazione temporanea	19.225 mq
Cavidotto Esterno_Aree di servitù	23.176 mq

Considerato l'elevato numero d'iniziative FER nell'area si rende necessario la realizzazione di una nuova stazione elettrica di trasformazione 380/36 kV denominata "Manfredonia 36" collegata alla stazione esistente mediante 2 raccordi a 380 kV.

### 2.3 Dati tecnici impianto

Il vettoriamento dell'energia elettrica dai pannelli alla rete di distribuzione avverrà mediante:

1. cavi solari in corrente continua;
2. inverter di stringa;
3. cavi bt in corrente alternata;
4. cabine di trasformazione BT/AT;
5. rete interna in AT;
6. cabina di utenza in AT;
7. cavidotto di utenza in AT;
8. nuova stazione elettrica 380/36 kV;
9. raccordi a 380 kV;
10. stazione elettrica 380/150 kV.

Gli inverter sono di marca Huawei modello SUN2000-215 KTL-H3. In base alle predette specifiche tecniche ed ai criteri di dimensionamento ed accoppiamento descritti nell'elaborato "PIVT-SPEC-ELE-REL-05-Impianto fotovoltaico ed opere utenza connessione - Relazione dimensionamento preliminare impianti" si avrà la seguente disposizione:

numero di moduli per stringa	28
potenza di stringa Pst	18,76 kWp
numero di stringhe per mppt	1 - 2
numero di stringhe per inverter	13 – 12
numero di moduli per inverter	364 – 336
potenza di picco per inverter	243,88 – 225,12 kWp; 144
numero complessivo di inverter (sottocampi)	28
numero sottocampi tipo1 (243,88 kWp) numero sottocampi tipo2 (225,12 kWp)	111
numero sottocampi tipo2 (225,12 kWp)	33
potenza di picco dell'impianto	34.499,64 kWp

**Le opere dai punti 1 a 7** saranno di utenza e pertanto saranno possedute e gestite dalla società PV IT Quattro S.r.l. titolare dell'impianto, mentre le opere da 8 a 10 saranno parte integrante della rete di trasmissione nazionale (RTN) e pertanto possedute e gestite da Terna Rete Italia S.p.A. . Oggetto della presente relazione è la descrizione delle opere elencate dai punti 1 a 5.

**Per le opere da 6 a 7** si rimanda al documento "PIVT-SPEC-ELE-REL-02D: *Opere utenza per la connessione Relazione tecnica*".

**Per le opere da 8 a 10** si rimanda al relativo *Piano Tecnico delle Opere*.

In base alle prescrizioni degli enti, in funzione dell'evoluzione tecnologica e ad eventuali parametri che saranno definitivi in fase di progettazione esecutiva potranno essere scelti componenti aventi caratteristiche analoghe o migliori.

Il modulo è di marca Canadian Solar modello CS7N-670MS in silicio monocristallino le cui specifiche tecniche dei moduli sono riportate nella seguente tabella

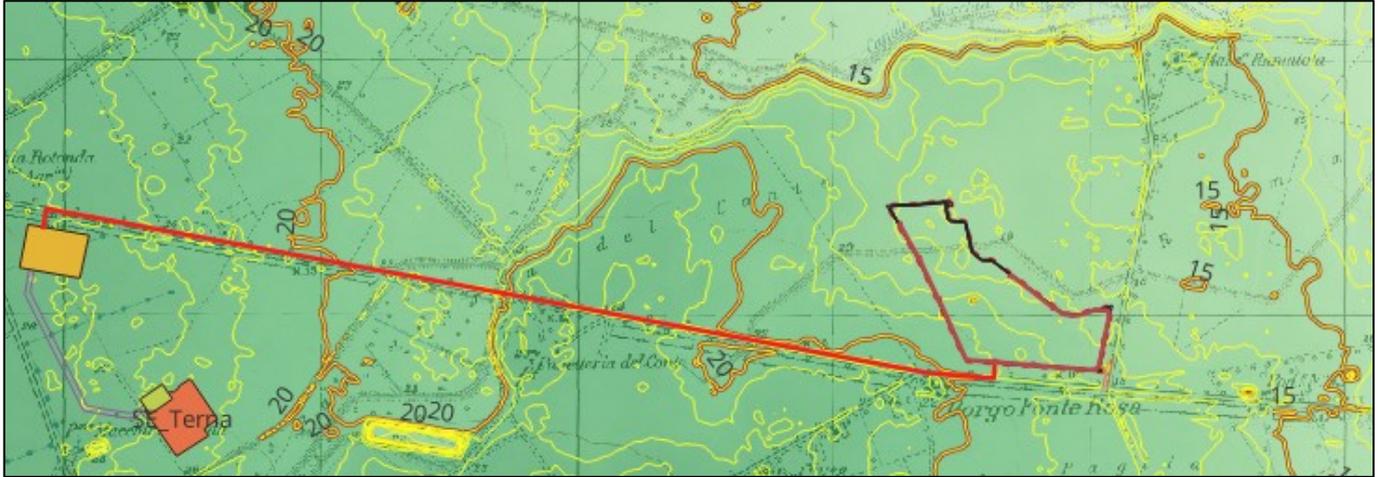
#### Specifiche tecniche dei moduli

Lunghezza [mm]	2.384
Larghezza [mm]	1.303
Altezza [mm]	35
Potenza di picco Pmpp [Wp]	670
Corrente di cortocircuito Isc [A]	18,55
Tensione a circuito aperto Voc [V]	45,8
Corrente massima In,mod [A]	17,32
Tensione massima Vn,mod [V]	38,7
Efficienza $\eta$	$\geq 21,6\%$
Temperature coefficient Kisc [%/K]	+0,05
Temperature coefficient Kvoc [%/K]	-0,26
Temperature coefficient Kp [%/K]	-0,34
NOCT [°C]	41 $\pm$ 3

I moduli saranno agganciati su strutture fisse con fondazioni su pali battuti o trivellati. Ogni struttura ospiterà 3 file di moduli disposti verticalmente.

## 2.4 Morfologia, viabilità, opere interne e accessibilità

Il terreno individuato per la realizzazione dell'impianto è caratterizzato da una conformazione molto regolare e nello specifico risulta essere:



Quadro DTM e quote

- ✓ regolarmente pianeggiante in tutta la sua estensione, con quote decrescenti verso NE e SE, da 19 a 15 mt *s.l.m.*, condizione quest'ultima che garantisce la massima esposizione solare durante tutto l'arco della giornata;
- ✓ accessibile dal punto di vista viario attraverso le esistenti **S.P. n. 70 e 71**.



Accessibilità: SP70 e 71

L'impianto è accessibile dalla S.P. n. 71 mediante realizzazione di un nuovo raccordo largo circa 8 m con raggi di curvatura di 10 m al fine di agevolare l'ingresso dei mezzi pesanti.  
In corrispondenza dell'ingresso vi è un cancello scorrevole motorizzato largo 6,5 m ed alto 2,5 m.



*Pianta di accesso all'impianto*

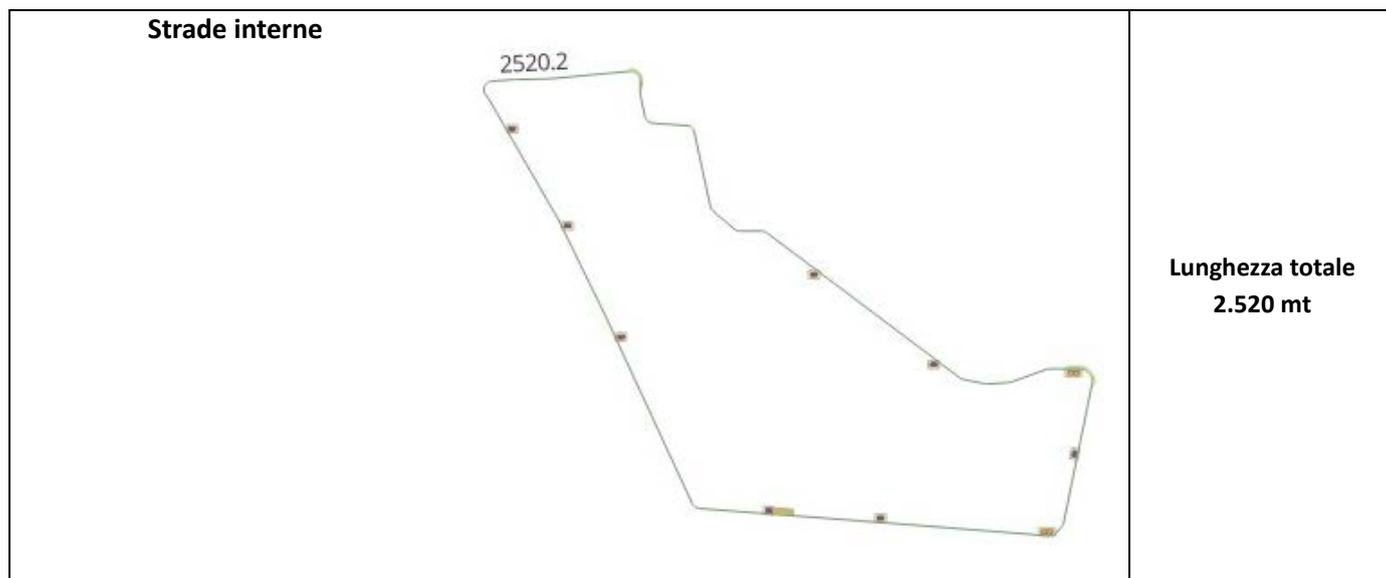
Il contesto quindi facilita la fruizione dell'area d'impianto senza comportare alcuna modifica della viabilità esistente per la realizzazione e l'esercizio dell'impianto stesso.



Inoltre:

- ✓ il sito non risulta attraversato da linee elettriche, linee gasdotti o acquedotti;
- ✓ si colloca ad una distanza di circa 15,0 km dall'abitato del comune di Manfredonia (Fg) rispetto al quale si colloca a S-SW.

La viabilità di impianto è rappresentata dalle strade perimetrali che costeggiano la recinzione, larghe 4 m con raggi di curvatura interno 10 mt ed esterno 14 mt.



Le strade interne sono realizzate mediante strato di misto granulometrico largo 4 m, mentre il raccordo di ingresso è asfaltato per i primi 4 m lungo tutta la sua larghezza.



Recinzione	Lunghezza totale
	2.660 mt

La recinzione perimetrale è collocata tra la fascia arborea e la strada.

E' costituita da una rete metallica quadrata elettrosaldata plastificata sostenuta da paletti.

## 2.5 Cabine di impianto

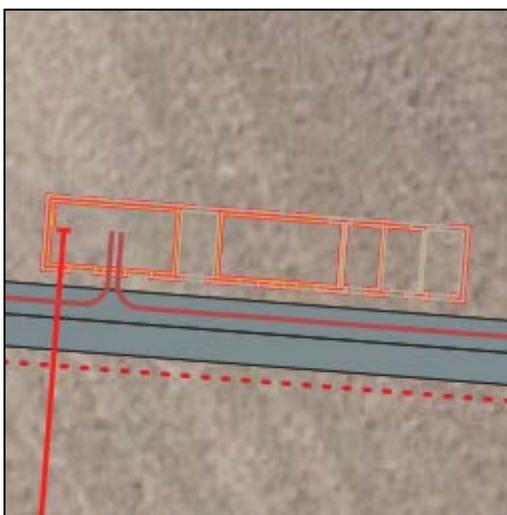


L'impianto prevede la collocazione di n. 8 Cabine TR di 26.2 mq (209.6 mq tot.).

Saranno realizzate con un'apposita struttura prefabbricata; tali strutture, vengono considerate come interventi di nuova costruzione come indicato all'art.3 lett. e) del DPR 380/01 s.m.i. e, pertanto, in sede di conferenza di servizi il comune si esprimerà attraverso permesso di costruire (atto di assenso che confluisce nella procedura di AU).

Per i dettagli costruttivi delle cabine si rimanda agli elaborati tecnici specifici. Le opere elettriche di connessione saranno effettuate rispettando le norme del T.I.C.A.

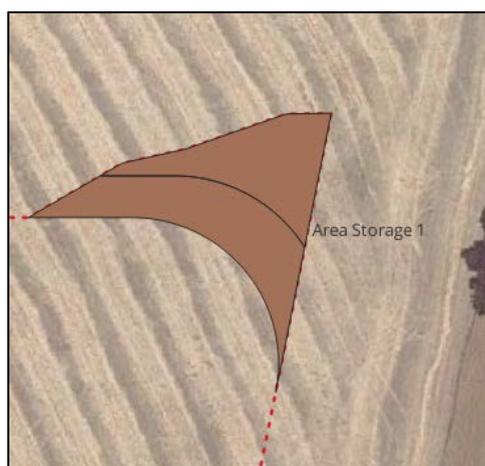
L'impianto prevede la realizzazione di un edificio utenza da cui parte il cavidotto esterno di vettoriamento esterno dell'energia prodotta:



**Edificio Utenza**

## 2.6 Aree di stoccaggio

L'impianto prevede n. 2 aree di stoccaggio interne alla recinzione prevista, per un totale di occupazione del suolo di **976 mq**, interni alla rete di recinzione.



Aree di stoccaggio	Superfici (mq)
Area 1	534
Area 2	442

## 2.7 Sistemi ausiliari

I sistemi ausiliari sono rappresentati principalmente da:

- a. impianto di illuminazione esterna;
- b. impianto di videosorveglianza ed antintrusione.

L'impianto di illuminazione esterna sarà realizzato con proiettori orientabili aventi grado di protezione IP 65 muniti di lampada LED installati su pali rastremati alti 4 m in acciaio zincato. I pali saranno inseriti all'interno di fondazioni interrato in cemento opportunamente dimensionate e bloccati al loro interno mediante sabbia costipata. Alla base di ogni palo saranno presenti i vari pozzetti di derivazione delle linee di alimentazione e trasmissione dati.

Essi saranno posti lungo la recinzione ad ogni cambio di direzione e nei tratti rettilinei a distanza di 25 m. Al fine di garantire continuità di esercizio dell'impianto in caso di guasto e di manomissione le linee di alimentazione partiranno dalla cabina di trasformazione più vicina.

Su ciascun palo saranno montate anche le telecamere perimetrali di videosorveglianza di tipo dome day/night brandeggiabili.

## 2.8 Caratteristiche fisiche del sito oggetto d'intervento

Vengono riportate in forma tabellare alcune informazioni specifiche relative alle caratteristiche fisiche del sito e alle condizioni eventualmente riscontrabili in funzione del tipo di terreno, al fine di disporre di un quadro maggiormente dettagliato del sito di installazione.

Morfologia del terreno	pianeggiante
Presenza polvere	Si (da terreno)
Presenza di sostanze liquide	No
Esposizione alla pioggia	Si
Possibile formazione di condensa	No
Raggiungibilità del sito	Agevole
Disponibilità forza motrice	Si
Disponibilità acqua per il cantiere	Si
Disponibilità acqua potabile	Si
Locali ricovero materiali da cantiere	Si
Strutture preesistenti	No

La scelta del sito di installazione nell'ambito della realizzazione di un impianto fotovoltaico è sempre legata e determinata a diversi fattori.

Al fine di poter procedere al corretto dimensionamento energetico dell'impianto fotovoltaico connesso alla rete del distributore, è necessario tenere conto, oltre che della disponibilità economica, di altri fattori molto importanti quali:

1. disponibilità di spazi sui quali installare l'impianto fotovoltaico;
2. disponibilità della fonte solare,;
3. fattori morfologici e ambientali (ombreggiamento e albedo);
4. fattori geomorfologici e vincolistici (impluvi, fasce di rispetto, ecc.).

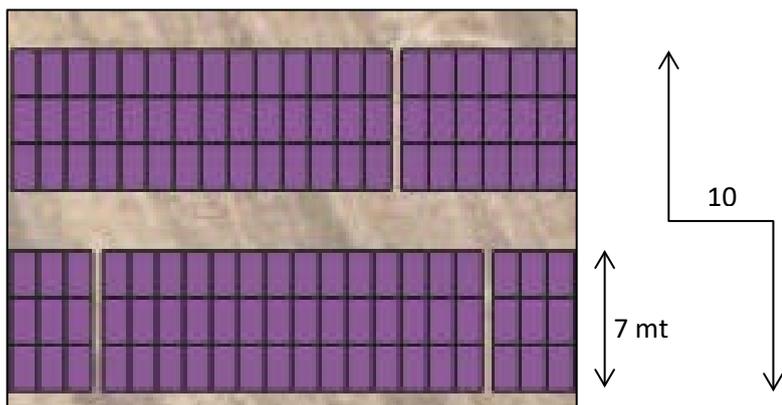
Le valutazioni inerenti la candidabilità del sito a area di progetto sono state determinate in relazione alle componenti ambientali, soluzioni tecniche, socio-economiche, di producibilità/investimento e remunerazione, di sostenibilità dell'intervento e delle possibili alternative valutate.

### 3. Elementi tecnici dell'impianto e delle opere

L'impianto da realizzare è classificato come "impianto non integrato", di tipo grid-connected con modalità di connessione definita come "trifase in media tensione". L'impianto è costituito da un sistema di pannelli fotovoltaici di potenza pari a  $670 \text{ Wp}$  disposti a stringhe all'interno di un'area delimitata da apposita recinzione e da un sistema di vie di accesso e di comunicazione interna nelle quali verranno interrati i cavi interni all'impianto, interrati.

Le strutture alle quali vengono ancorati i moduli fotovoltaici sono di tipo "fisso" con asse disposto in direzione nord-sud, ancorate al terreno tramite infissione di pali. Su ciascuna delle strutture vengono fissate tre file di moduli di numero variabile, nello specifico si utilizzano configurazioni differenti al fine di adeguarsi alle esigenze impiantistiche e di vincolo esistenti. Il campo fotovoltaico è progettato con un orientamento azimutale a  $0^\circ$  rispetto al sud, al fine di massimizzare l'energia producibile e avrà un'inclinazione rispetto all'orizzontale fissa e pari a  $18^\circ$  (*angolo di tilt*).

Dai calcoli effettuati, in funzione della dimensione dei moduli fotovoltaici, dell'ingombro degli stessi e dell'altezza massima dei portrait, è stata valutata come ottimale una distanza tra l'interasse di ciascuna struttura pari a 9,5 m, quindi una distanza netta di 3,00 m circa tra le file di moduli alloggiati su strutture diverse, tale da annullare il mutuo effetto ombra e consentire il passaggio di personale per la manutenzione con eventuali mezzi meccanici.



Il Coefficiente di Ombreggiamento, determinato in funzione della morfologia del luogo, è stato definito con un valore pari a  $0.99$ , con la garanzia che le perdite di energia derivanti da ombreggiamento non siano superiori all' $1\%$  su base annua.

Gli elementi tecnici che si andranno a descrivere nella presente relazione sono:

- a) Moduli fotovoltaici;
- b) Quadri di campo;
- c) Power Station;
- d) Strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici;
- e) Cavi BT, cavi MT;
- f) Impianto di messa a terra;
- g) Cabine di impianto;
- h) Cavidotto di collegamento alla linea elettrica;
- i) Cabina di consegna.

### 3.1 Disponibilità della fonte solare ed irradiazione giornaliera media mensile

	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
Medie Temperatura (°C)	8,9	9,1	11,3	14,1	18,3	22,7	25,4	25,5	21,6	17,8	14	10,3
Temperatura minima (°C)	6,6	6,5	8,4	10,9	14,7	19,1	21,7	22	18,6	15,2	11,5	8
Temperatura massima (°C)	11,4	11,8	14,5	17,4	21,8	26	28,7	29	24,6	20,7	18,5	12,5
Precipitazioni (mm)	63	62	60	57	39	27	23	21	57	67	78	68
Umidità(%)	75%	73%	72%	72%	69%	64%	61%	63%	70%	77%	77%	76%
Giorni di pioggia (g.)	8	7	7	7	5	3	3	4	6	6	7	8
Ore di sole (ore)	6,2	6,9	8,6	10,1	11,8	12,9	12,9	12,0	9,9	7,8	6,7	6,1

*Dati meteo-climatici del Comune di Conversano (fonte Climate-Data.ORG)eo-climatici*

### 3.2 Produzione elettrica

L'energia elettrica che un impianto può produrre dipende da:

- ✓ Radiazione solare disponibile;
- ✓ Orientamento ed inclinazione dei moduli;
- ✓ Rendimento dell'impianto fotovoltaico.

La radiazione solare è l'energia che l'unità di superficie riceve dal sole, in un determinato intervallo di tempo. Può essere espressa in kWh/mq oppure in MJ/mq.

Essa dipende dall'ubicazione del sito, dall'orientamento ed inclinazione dei moduli, dalla presenza di ostacoli, I valori della radiazione solare media annua si possono desumere dal modello di calcolo sul sito dell'ENEA basato sulla correlazione Enea – Solterm in base alla quale:

- ✓  $H_{glob}$  : radiazione globale (diretta e diffusa) al suolo sul piano orizzontale
- ✓  $H_o$  : radiazione extra atmosferica sul piano orizzontale;
- ✓  $K_T$  coefficiente di trasmissione al suolo;
- ✓  $H_{diff}$  radiazione diffusa al suolo sul piano orizzontale;
- ✓  $K$  : frazione della radiazione diffusa rispetto alla globale  $H_{diff} / H_{glob}$  pari a:

$$K = 1 - 1,165 \cdot (0,0695 + 0,8114 K_T)$$

Mese	$E_{lg}$ [kWh/m <sup>2</sup> ]
Gennaio	2,33
Febbraio	3,16
Marzo	4,16
Aprile	5,27
Maggio	6,02
Giugno	6,51
Luglio	6,74
Agosto	6,27
Settembre	4,81
Ottobre	3,61
Novembre	2,51
Dicembre	2,14

Impostando il valore di albedo pari alla frazione di radiazione incidente che viene riflessa uguale a 0,25 in assenza di ostacoli con tilt 18° e azimut 0° si ottengono i seguenti valori medi mensili

Radiazione solare globale giornaliera media mensile su superficie inclinata (tilt 18° ed azimut 0°)

La radiazione annua sarà di 1.632 kWh/mq.

Considerato che la potenza nominale di un impianto è riferita alle condizioni standard di 1000 W/mq, si ottiene la seguente energia lorda:

$$E_l = 34.499,64 \cdot 1.632/1000 = 56.254,91 \text{ MWh}$$

✓ Perdite per temperatura:	12%;
✓ Perdite per dissimmetria prestazioni:	3%;
✓ Perdite ombreggiamento e bassa radiazioni:	2%;
✓ Perdite per riflessione:	2%;
✓ Perdite cavi stringa:	0,3%;
✓ Rendimento inverter:	98,6%;
✓ Perdite cavi bt:	0,47%;
✓ Rendimento trasformatore:	99%;
✓ Perdite cavi AT:	0,61%;
✓ Indisponibilità annua:	2%;
✓ Consumi ausiliari:	0,5%.

Ne consegue un rendimento di impianto pari a:  $\eta = 0,764$ , per cui l'energia netta dell'impianto è:

$$E_n = 56.254,91 \cdot 0,764 = 43.031,28 \text{ MWh}$$

### 3.3 Moduli fotovoltaici

I moduli fotovoltaici scelti per l'intero parco fotovoltaico sono della ditta Canadian Solar modello "CS7N-670MS" e sono composti da celle in silicio mono-cristallino con una vita utile stimata di oltre 25 anni senza degrado significativo delle prestazioni. Le caratteristiche del generatore fotovoltaico sono di seguito riportate in forma tabellare.

<i>Lunghezza [mm]</i>	2384
<i>Larghezza [mm]</i>	1303
<i>Altezza [mm]</i>	35
<i>Potenza di picco P<sub>mpp</sub> [Wp]</i>	670
<i>Corrente di cortocircuito I<sub>sc</sub> [A]</i>	18,55
<i>Tensione a circuito aperto V<sub>oc</sub> [V]</i>	45,8
<i>Corrente massima I<sub>n,mod</sub> [A]</i>	17,32
<i>Tensione massima V<sub>n,mod</sub> [V]</i>	38,7
<i>Efficienza <math>\eta</math></i>	$\geq 21,6\%$
<i>Temperature coefficient K<sub>isc</sub> [%/K]</i>	+0,05
<i>Temperature coefficient K<sub>voc</sub> [%/K]</i>	-0,26
<i>Temperature coefficient K<sub>p</sub> [%/K]</i>	-0,34
<i>NOCT [°C]</i>	41±3

**Caratteristiche tecniche dei moduli fotovoltaici**

I valori di tensione alle varie temperature di funzionamento (minima, massima e d'esercizio) rientrano nel range di accettabilità ammesso dall'inverter. Ogni serie di moduli è inoltre munita di diodo di blocco per isolare ogni stringa alle 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. I moduli verranno orientati in direzione nord-sud, con un'inclinazione fissa (18°).

Per completezza delle informazioni si riporta di seguito la scheda tecnica dei moduli fotovoltaici utilizzati.

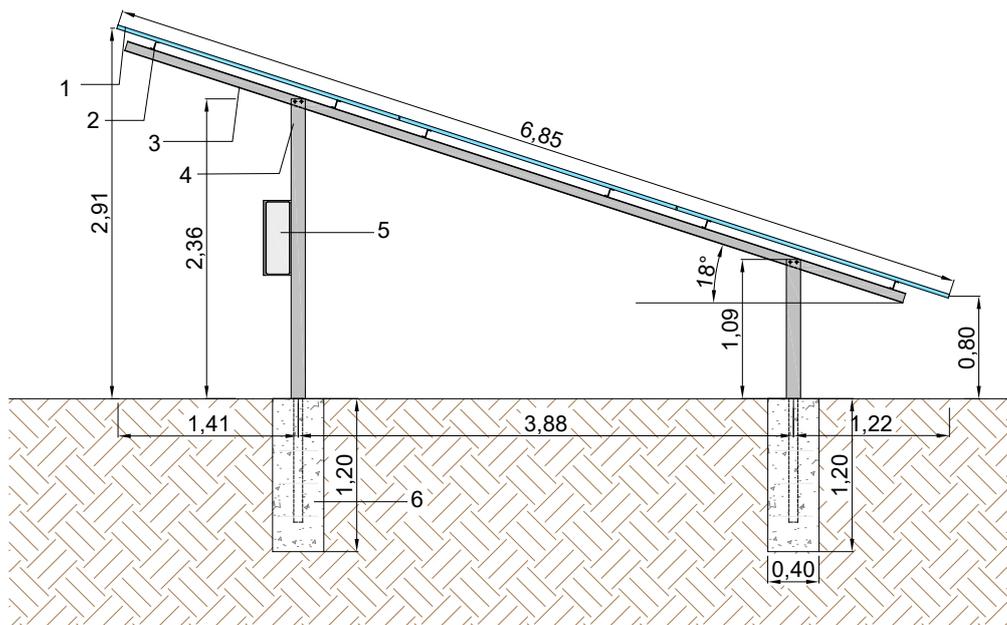


### 3.4 Quadri di campo

I quadri di campo sono di marca Huawei modello SUN2000-215 KTL-H3. L'inverter è dotato di 3 MPPT, sistema di controllo di stringa, sistema di diagnosi della curva di tensione e protezione IP66. Di seguito si riportano le caratteristiche principali, rimandando agli elaborati specifici per ulteriori dettagli

Numero Modello	SUN2000-215KTL-H3
<b>Ingresso Dati (CC)</b>	
Max. CC Tensione	1500 V
Tensione Nominale CC	1080 V
Min. CC Tensione per iniziare Alimentazione	550 V
Max. CC Corrente	300 A
Campo di Tensione MPP(T)	500-1500 V
Numero di MPPT trackers	3
Ingresso CC	14
Connettori	MC4
<b>Uscita Dati (CA)</b>	
Max. AC Potenza	215 kW
Potenza Nominale CA	200 kW
Tensione Nominale CA	800 V
Max. AC Corrente	155,2 A
Frequenza	50, 60 Hz
Fattore di potenza (cosφ)	0,8
Distorsione armonica (THD)	< 1 %
Efficienza massima	99 %
Efficienza Euro	98,8 %
<b>Informazioni Generali</b>	
Dimensioni (A/L/P)	700x1035x365 mm
Peso	86 kg
Temperatura Ambiente di Funzionamento	-25 - +60 °C
Trasformatori	Senza Trasformatore
Classe di Protezione	IP66
Umidità	0-100 %
Raffreddamento	Ventilatore
Max. Altitudine	4000 m
Interfaccia	WLAN
Display	LED
<b>Caratteristiche di Protezione</b>	
Caratteristiche di Protezione	Protezione Anti Isola (ENS), Protezione da Sovracorrente, Dispositivo a Corrente Residua (RCD), Protezione Inversione di Polarità, Protezioni contro le Sovratensioni, Guasto a Terra

#### Scheda tecnica dei quadri di campo

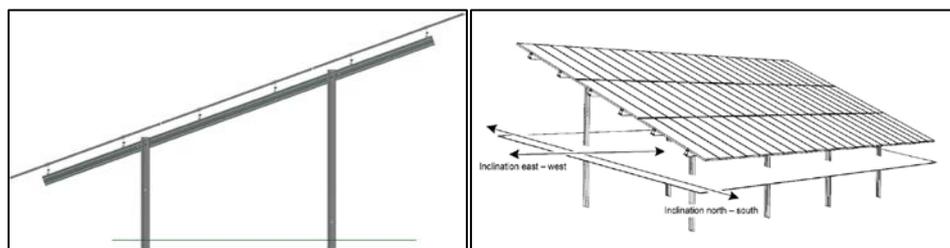


LEGENDA	
1	MODULO FOTOVOLTAICO
2	PROFILI AD S PORTAMODULI
3	PROFILATO A SEZIONE APERTA a "C"
4	PROFILATO A SEZIONE APERTA a "C" irrigidito
5	QUADRO DI CAMPO
6	FONDAZIONE IN CLS Ø 40 CM.

F10\_Alloggiamento quadri di campo sulle strutture

### 3.5 Strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici (Tracker)

I moduli fotovoltaici sono fissati sul terreno per mezzo di apposite strutture, composte da vele in grado di consentire il montaggio e lo smontaggio, per ciascuna struttura, in modo rapido e indipendente dalla presenza o meno di strutture contigue. Tali strutture possono essere in alluminio o in acciaio zincato. Lo schema tipo è costituito da 2 ritti di altezza diversa, in modo da consentire l'inclinazione del piano di appoggio dei pannelli, fissati al suolo a mezzo di un getto in cls in un foro del diametro di 40 cm, per una altezza di circa 1.20 mt. l'impalcato di appoggio risulta formato da un graticcio di elementi a C ed ad S, che costituiscono il piano di appoggio dei pannelli .



F11\_Prospetto laterale

F12\_Schema di orientamento

Data la natura del terreno (lapideo), l'infissione dei pali avviene a mezzo di una trivellazione meccanica del diametro di circa 40 cm per una profondità di 1.20 mt.. Segue il fissaggio ad umido del ritto a mezzo di getto di completamento in cls.

### 3.6 Opere elettriche

#### 3.6.1 Cavidotto interrato

L'intero cavidotto interrato è collocato al di sotto di strade già esistenti, e precisamente, S.P. 70.

Per ulteriori dettagli fare riferimento all'elaborato "Opere elettriche\_Piano particellare".

#### 3.6.2 Cavi BT

Per il collegamento delle stringhe ai quadri di campo e da questi alla power station vengono utilizzati cavi BT conformi CPR FG16OR16 0,6/1kV o equivalenti. Si riportano a seguire le caratteristiche principali dei cavi.

<p><b>Descrizione</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conduttore: rame rosso, formazione flessibile, classe 5</li> <li>• Isolamento: gomma, qualità G16</li> <li>• Riempitivo: termoplastico, penetrante tra le anime (solo nei cavi multipolar)</li> <li>• Guaina: PVC, qualità R16</li> <li>• Colore: grigio</li> </ul> <p><b>Caratteristiche funzionali</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tensione nominale U<sub>0/U</sub>: 600/1000 V c.a. 1500 V c.c.</li> <li>• Tensione massima U<sub>m</sub>: 1200 V c.a. 1800 V c.c. anche verso terra</li> <li>• Tensione di prova industriale: 4000 V</li> <li>• Temperatura massima di esercizio: 90°C</li> <li>• Temperatura minima di esercizio: -15°C (in assenza di sollecitazioni meccaniche)</li> <li>• Temperatura massima di corto circuito: 250°C</li> </ul> <p><b>Caratteristiche particolari</b></p> <p>Buona resistenza agli oli e ai grassi industriali. Buon comportamento alle basse temperature. Resistente ai raggi UV.</p> <p><b>Colori delle anime</b></p> <p>UNIPOLARE </p> <p>BIPOLARE </p> <p>TRIPOLARE  oppure </p> <p>QUADRIPOLORE  oppure </p> <p>PENTAPOLARE  oppure </p> <p>Le anime nei cavi multipli per segnalamento e comando sono nere numerate con o senza conduttore G/V.</p> <p><b>Marcatura</b></p> <p>LA TRIVENETA CAVI FG16(O)R16 0,6/1 kV [form.] Cca-s3,d1,a3 IEMMEQU EFP [anno] [ordine] [metrica]</p>	<p><b>Condizioni di posa</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperatura minima di posa: 0°C</li> <li>• Raggio minimo di curvatura consigliato: 4 volte il diametro del cavo</li> <li>• Massimo sforzo di trazione consigliato: 50 N/mm<sup>2</sup> di sezione del rame</li> </ul> <p><b>Impiego e tipo di posa</b></p> <p>Riferimento Guida CEI 20-67 per quanto applicabile: Il cavo è adatto per l'alimentazione di energia nell'industria, nei cantieri, nell'edilizia residenziale. Per posa fissa all'interno e all'esterno, anche in ambienti bagnati; per posa interrata diretta e indiretta. Adatto all'installazione all'aria aperta, su murature e strutture metalliche, su passarelle, tubazioni, canalette e sistemi similari.</p> <p>Riferimento Regolamento Prodotti da Costruzione 305/2011 EU e Norma EN 50575: 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.</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

#### 3.6.3 Cavi MT

**ARE4H5E(X) 12/20kV / F<sub>ca</sub>**  
ARE4H5EX 12/20kV 3x1x95 RO-M

Contatto  
General Information  
nexans.cavi@nexans.com

---

Rif. Nexans: 10546523

Cavi conformi ai requisiti previsti dal Regolamento Prodotti da Costruzione "CPR (EU) n° 305/2011"

**DESCRIZIONE**

Cavo unipolare o tre cavi unipolari riuniti a spirale visibile, con conduttore in alluminio, isolamento in polietilene reticolato (XLPE) a spessore ridotto - schermo a nastro di alluminio e guaina in polietilene (PE). Cavo dotato di barriera radiale e longitudinale all'acqua.

Cavi conformi ai requisiti previsti dal Regolamento Prodotti da Costruzione "CPR (EU) n° 305/2011"

Classe di reazione al fuoco: F<sub>ca</sub>

**Applicazioni:**

Cavo adatto per posa fissa, in interno o esterno, in aria o indirettamente interrato, anche in ambiente umido.

**Costruzione:**

- Conduttore: corda rotonda, rigida, compatta di alluminio - Cl. 2(CEI EN 60228)
- Semiconduttore interno: miscela semiconduttiva estrusa
- Isolamento: miscela estrusa di polietilene reticolato (XLPE)
- Semiconduttore esterno: miscela semiconduttiva estrusa - pelabile a freddo
- Barriera longitudinale: nastro semiconduttivo "water blocking"
- Schermo e barriera radiale: nastro di alluminio con applicazione longitudinale (spessore nominale: 0,3 mm)
- Guaina: miscela di Polietilene estruso - Colore: rosso.

**Caratteristiche funzionali:**

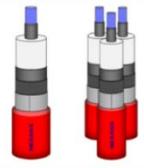
- Tensione nominale U<sub>0/U</sub>: 12/20 kV
- Temperatura max. di esercizio del conduttore: 90°C
- Temperatura max. di cortocircuito del conduttore: 250°C (max 5s)
- Temperatura max. di cortocircuito dello schermo: 150°C
- Temperatura min. di posa: -25°C
- Sforzo max. di trazione sul conduttore durante l'installazione: 50 N/mm<sup>2</sup>
- Raggio min. di curvatura durante l'installazione (unipolare): 14D<sub>ext</sub>
- Raggio min. di curvatura durante l'installazione (multipolare): 21D<sub>ext</sub>

**DICHIARAZIONE DI PRESTAZIONE**

F<sub>ca</sub>

**NORME**

Nazionale GSC001

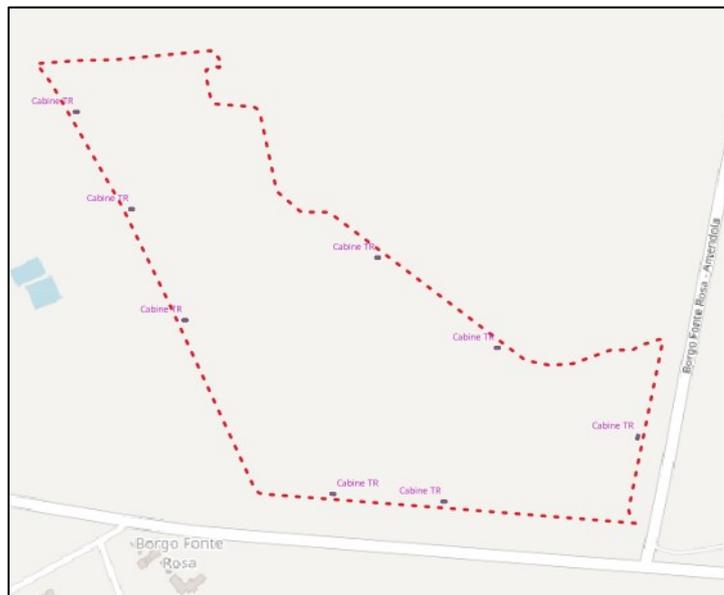


Per il collegamento della power station alla Cabina di Consegna vengono utilizzati cavi MT conformi ARE4H5EX 3x1x95 - 12/20 kV o equivalenti. Si riportano a seguire le caratteristiche principali dei cavi.

### 3.6.4 Cablaggio elettrico interno all'impianto

Le sezioni dei cavi per i vari collegamenti sono tali da assicurare una durata di vita soddisfacente dei conduttori e degli isolamenti sottoposti agli effetti termici causati dal passaggio della corrente elettrica per periodi prolungati e in condizioni ordinarie di esercizio. Il calcolo delle sezioni dei cavi in corrente continua, corrente alternata e di media tensione è esplicitato nella relativa relazione tecnica sui calcoli preliminari di impianto.

### 3.7 Cabine di impianto



L'impianto sarà dotato di cabine di varie dimensioni costruite con un'apposita struttura prefabbricata; tali strutture, vengono considerate come interventi di nuova costruzione come indicato all'art.3 lett. e) del DPR 380/01 s.m.i. e, pertanto, in sede di conferenza di servizi il comune si esprimerà attraverso permesso di costruire (atto di assenso che confluisce nella procedura di AU).

Per i dettagli costruttivi delle cabine si rimanda agli elaborati tecnici specifici. Tutte le opere elettriche di allaccio in MT saranno effettuate rispettando le norme del T.I.C.A.

Il totale dell'occupazione areale interna è pari a **113,84 m<sup>2</sup>**.

### 3.8 Impianto di protezione contro i fulmini

L'impianto di protezione contro i fulmini ha lo scopo di proteggere l'impianto sia dalle fulminazioni dirette che da quelle indirette. Nel primo caso colpisce direttamente la struttura, nel secondo caso colpisce le linee di energia e di segnale entranti nella struttura, oppure cadere in prossimità della struttura stessa.

I danni che il fulmine può provocare sono dovuti a 3 cause:

- ✓ tensioni di contatto e di passo con conseguente morte di persone ed animali;
- ✓ scariche pericolose con conseguenti danni fisici (incendi, esplosioni, rotture meccaniche, etc...);
- ✓ sovratensioni con conseguenti avarie di apparecchiature elettriche ed elettroniche.

Secondo la destinazione della struttura rappresentata in questo caso dall' impianto fotovoltaico si considerano solo il rischio di perdita di vite umane R1 e le perdite economiche R4.

Nel caso di impianti fotovoltaici a terra la fulminazione diretta dell'impianto fotovoltaico è nullo e l'unico pericolo per le persone è costituito dalle tensioni di contatto e di passo. Se la resistenza di terra dell'elettrodo di prova (costruito da una piastra di 400 cm<sup>2</sup> premuta sul suolo con una forza di 500 N) è maggiore o uguale di 100 kΩ in un intorno di 3 m, non occorre adottare alcun provvedimento.

In corrispondenza delle cabine la presenza di uno spessore di ghiaia (piazze e strade di accesso) di spessore superiore a 15 cm soddisfa la condizione precedentemente descritta. Nel caso dei pannelli posti in corrispondenza dei terreni agricoli la condizione precedentemente descritta potrebbe non essere soddisfatta e pertanto la valutazione del rischio deve essere fatta.

La fulminazione indiretta può avvenire tramite accoppiamento resistivo dovuta alla corrente di fulmine che entra nella struttura tramite una linea elettrica che entra nella struttura. La corrente del fulmine è impulsiva, pertanto genera nello spazio circostante un campo elettromagnetico variabile, che produce tensioni indotte sui circuiti di un impianto elettrico (sovratensioni).

La protezione dalle sovratensioni può essere ottenuta mediante:

- ✓ schermatura dei cavi (in assenza di schermi possono essere posti all'interno di tubi e/o canalette);
- ✓ conduttori intrecciati;
- ✓ riduzione della distanza tra i conduttori di protezione ed i conduttori di energia;
- ✓ utilizzo di scaricatori di sovratensione tra i conduttori e terra ai morsetti dell'inverter; Tali condizioni sono rispettate. Gli inverter prescelti sono dotati di scaricatori di tipo II.

### 3.8.1 Protezione dai contatti diretti

Per contatto diretto si intende il contatto tra la persona e le parti degli impianti che sono normalmente in tensione (conduttori nudi, etc.... ), mentre si considerano contatti indiretti quelli con parti che non sono normalmente in tensione, ma possono diventarlo a causa di un cedimento dell'isolamento. Per quanto riguarda la protezione dai contatti diretti solo il trasformatore MT/BT ha i terminali che non sono isolati. Esso pertanto dovrà essere protetto con involucri o barriere tali da assicurare un grado di protezione minimo IPXXB (inaccessibilità al dito di prova). Le superfici orizzontali delle barriere o degli involucri che sono a portata di mano devono avere grado di protezione minimo IPXXD (inaccessibilità al filo di prova). La rimozione di involucri o barriere deve essere possibile solo con l'uso di una chiave o di un attrezzo oppure mediante sezionamento delle parti attive interbloccate con la portella di accesso.

### 3.8.2 Protezione dai contatti indiretti

I moduli ed i cavi di stringa sono da considerare componenti con doppio isolamento. L'inverter è dotato di sistema di controllo dell'isolamento, che per poter funzionare necessita di collegamento a terra dei moduli. L'inverter è privo di trasformatore di isolamento, quindi considerando la presenza di un trasformatore MT/bt con avvolgimenti in bassa tensione collegati a stella con neutro isolato (Gruppo Dy11) tutto il lato bassa tensione (dc ed ac) dell'impianto è un sistema IT. La sicurezza del sistema IT è garantita attraverso:

- ✓ collegamento di tutte le masse a terra;
- ✓ sistema di monitoraggio dell'isolamento;
- ✓ impossibilità per la corrente di primo guasto a terra di generare tensioni inferiori a 50 V.

### 3.8.3 Impianto di terra

Tutte le apparecchiature all'interno delle cabine di trasformazione, del locale SCADA e del locale magazzino saranno connesse ad un collettore di terra ed al dispersore di terra costituito da un anello con conduttore di rame da 35 mm<sup>2</sup>, posto a profondità 0,5 m e da dispersori a picchetto profondi circa 1,60 m.

Al fine di consentire la funzione di controllo dell'isolamento dell'inverter anche le strutture saranno collegate a terra. Ulteriori punti di messa terra saranno in corrispondenza dei morsetti degli inverter (crf. elaborato R05A\_Relazione dimensionamento impianti). Qualora dai calcoli in fase di progettazione esecutiva o dalle misure sul campo, la resistenza di terra dell'impianto dovesse essere superiore al valore limite calcolato, saranno adottati i provvedimenti - punto M - descritti nella norma CEI 99-3.

## 4. Dismissione

Per il parco in esame si stima una vita media di venticinque anni, al termine dei quali si procederà al suo completo smantellamento con conseguente ripristino del sito nelle condizioni ante-operam.

L'area interessata dalle operazioni di dismissione si estende su una superficie agricola di circa 6,48 ha. L'accessibilità al sito è buona e garantita dalla S.P. n. 70.

Lo smantellamento dell'impianto alla fine della sua vita utile avverrà nel rispetto delle norme di sicurezza presenti e future, attraverso una sequenza di fasi operative che sinteticamente sono riportate di seguito:

- ✓ disconnessione dell'intero impianto dalla rete elettrica;
- ✓ messa in sicurezza dei generatori PV;
- ✓ smontaggio delle apparecchiature elettriche in campo;
- ✓ smontaggio dei quadri di parallelo, delle cabine di trasformazione e della cabina di campo;

smontaggio dei moduli PV nell'ordine seguente:

- ✓ smontaggio dei pannelli;
- ✓ smontaggio delle strutture di supporto e delle viti di fondazione;
- ✓ recupero dei cavi elettrici BT ed MT di collegamento tra i moduli, i quadri parallelo stringa e la cabina di campo;
- ✓ demolizione delle eventuali platee in cls a servizio dell'impianto;
- ✓ ripristino dell'area generatori PV – piazzole – piste – cavidotto.

La viabilità a servizio dell'impianto sarà smantellata e rinaturalizzata solo limitatamente in quanto essa in parte è costituita da strade già esistenti ed in parte da nuove strade che potranno costituire una rete di tracciati a servizio dell'attività agricola che normalmente si svolge.

#### **4.1 Operazioni di recupero/smaltimento**

Le azioni da intraprendersi sono le seguenti:

##### *4.1.1 Recupero/Smaltimento dei pannelli fotovoltaici*

Per quanto riguarda lo smaltimento dei pannelli fotovoltaici montati sulle strutture fuori terra l'obiettivo è quello di riciclare pressoché totalmente i materiali impiegati. Infatti circa il 90 – 95 % del peso del modulo è composto da materiali che possono essere riciclati attraverso operazioni di separazione e lavaggio; i principali componenti di un pannello fotovoltaico sono:

- Silicio;
- Componenti elettrici;
- Metalli;
- Vetro.

Le operazioni previste per la demolizione e successivo recupero/smaltimento dei pannelli fotovoltaici consisteranno nello smontaggio dei moduli ed invio degli stessi ad idonea piattaforma che effettuerà le seguenti operazioni di recupero:

- recupero cornice di alluminio;
- recupero vetro;
- recupero integrale della cella di silicio o recupero del solo wafer;
- invio a discarica delle modeste quantità di polimero di rivestimento della cella.

La tecnologia per il recupero e riciclo dei materiali, valida per i pannelli a silicio cristallino è una realtà industriale che va consolidandosi sempre più. A titolo di esempio l'Associazione PV CYCLE, che raccoglie il 70% dei produttori europei di moduli fotovoltaici (circa 40 aziende) ha un programma per il recupero dei moduli e prevede di attivare un impianto di riciclo entro il 2015, i produttori First Solar e Solar World hanno già in funzione due impianti per il trattamento dei moduli con recupero del 90% dei materiali e IBM ha già messo a punto e sperimentato una tecnologia per il recupero del silicio dai moduli difettosi.

#### *4.1.2 Recupero/Smaltimento delle strutture di sostegno.*

Le strutture di sostegno dei pannelli saranno rimosse tramite smontaggio meccanico, per quanto riguarda la parte aerea, e tramite estrazione dal terreno dei pali di fondazione infissi.

I materiali ferrosi ricavati verranno inviati ad appositi centri di recupero e riciclaggio istituiti a norma di legge. Per quanto attiene al ripristino del terreno non sarà necessario procedere a nessuna demolizione di fondazioni in quanto non si utilizzano elementi in calcestruzzo gettati in opera.

#### *4.1.3 Recupero/Smaltimento linee ed apparecchiature elettriche*

Le linee elettriche e gli apparati elettrici e meccanici delle cabine di trasformazione MT/BT saranno rimosse, conferendo il materiale di risulta agli impianti all'uopo deputati dalla normativa di settore. Per gli inverter e i trasformatori è previsto il ritiro e smaltimento a cura del produttore.

Il rame degli avvolgimenti e dei cavi elettrici e le parti metalliche verranno inviati ad aziende specializzate nel loro recupero e riciclaggio mentre le guaine verranno recuperate in mescole di gomme e plastiche.

Le polifere ed i pozzetti elettrici verranno rimossi tramite scavo a sezione obbligata che verrà poi nuovamente riempito con il materiale di risulta.

Le colonnine prefabbricate di distribuzione elettrica saranno smantellate ed inviate anch'esse ad aziende specializzate nel loro recupero e riciclaggio.

#### *4.1.4 Recupero/Smaltimento locali prefabbricati, cabine di trasformazione e cabina di impianto*

Per quanto attiene alle strutture prefabbricate alloggianti le cabine elettriche si procederà alla demolizione ed allo smaltimento dei materiali presso impianti di recupero e riciclaggio inerti da demolizione (rifiuti speciali non pericolosi).

Per le platee delle cabine elettriche previste in calcestruzzo si prevede la loro frantumazione, con asportazione e conferimento dei detriti a ditte specializzate per il recupero degli inerti.

#### *4.1.5 Recupero/Smaltimento recinzione area*

La recinzione in maglia metallica di perimetrazione del sito, compresi i paletti di sostegno ed il cancello di accesso, sarà rimossa tramite smontaggio ed inviata a centri di recupero per il riciclaggio delle componenti metalliche.

I pilastri in c.a. di supporto dei cancelli verranno demoliti ed inviati presso impianti di recupero e riciclaggio inerti da demolizione (rifiuti speciali non pericolosi).

#### *4.1.6 Recupero/Smaltimento viabilità interna*

La pavimentazione stradale permeabile (materiale stabilizzato) verrà rimossa per uno spessore di qualche decina di centimetri tramite scavo e successivo smaltimento del materiale rimosso presso impianti di recupero e riciclaggio inerti da demolizione.

#### *4.1.7 Recupero/Smaltimento siepe perimetrale*

Al momento della dismissione, in funzione delle future esigenze e dello stato di vita delle singole piante della siepe perimetrale, esse potranno essere smaltite come sfalci, oppure mantenute in sito o cedute ad appositi vivai della zona per il riutilizzo.

#### 4.1.8 Dettagli riguardanti lo smaltimento dei componenti

Nell'ambito del presente progetto lo smaltimento dei componenti verrà gestito secondo i seguenti dettagli:

<b>Materiale</b>	<b>Destinazione finale</b>
Acciaio	Riciclo in appositi impianti
Materiali ferrosi	Riciclo in appositi impianti
Rame	Riciclo e vendita
Inerti da costruzione	Conferimento a discarica
Materiali provenienti dalla demolizione delle strade	Conferimento a discarica
Materiali compositi in fibre di vetro	Riciclo
Materiali elettrici e componenti elettromeccanici	Separazione dei materiali pregiati da quelli meno pregiati. Ciascun materiale verrà riciclato/venduto in funzione delle esigenze del mercato alla data di dismissione del parco

#### 4.1.9 Conferimento del materiale di risulta agli impianti di settore per lo smaltimento/recupero

Nell'ambito territoriale afferente le opere di progetto è stata condotta un'indagine mirata ad individuare i possibili siti di cava e di discarica autorizzata utilizzabili per la realizzazione del campo fotovoltaico. Per quanto riguarda le discariche e gli impianti di recupero degli inerti si è fatto riferimento all'elenco degli impianti autorizzati dalla Provincia di Bari e compresi nel Piano Provinciale per la Gestione dei Rifiuti.

### 5. Ripristino dello stato dei luoghi e i relativi costi

Si riporta l'insieme delle azioni previste ai fini del ripristino dello stato dei luoghi (*determinate dal monitoraggio ante-operam*) e la stima dei relativi impegni economici.

Gli impegni vengono sottesi sia nelle autodichiarazioni previste dalla documentazione amministrativa di progetto sia negli accordi contrattuali sottoscritti con i proprietari dei terreni interessati.

#### 5.1 Interventi necessari al ripristino vegetazionale.

La dismissione dell'impianto potrebbe provocare fasi di erosioni superficiali e di squilibrio di coltri detritiche; questi inconvenienti saranno prevenuti mediante l'utilizzo di tecniche di ingegneria naturalistica abbinate ad una buona conoscenza delle pratiche di intervento, da sempre attuate, nel territorio di intervento.

Gli obiettivi principali delle azioni di ripristino sono i seguenti:

- ✓ 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.

Per l'attuazione degli obiettivi sopra citati il programma dovrà contemplare i seguenti punti:

- ✓ si dovrà prestare particolare attenzione durante la fase di adagiamento della terra vegetale, facendo prima un'adeguata sistemazione del suolo che dovrà riceverla;
- ✓ effettuare una attenta e mirata selezione delle specie erbacee, arbustive ed arboree maggiormente adatte alle differenti situazioni. Inoltre, particolare cura si dovrà porre nella scelta delle tecniche di semina e di piantumazione, con riferimento alle condizioni edafiche ed ecologiche del suolo che si intende ripristinare;

- ✓ si dovrà procedere alla selezione di personale tecnico specializzato per l'intera fase di manutenzione necessaria durante il periodo dei lavori di ripristino.

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

- ✓ trattamento dei suoli: le soluzioni da adottare riguardano la stesura della terra vegetale, la preparazione e scarificazione del suolo secondo le tecniche classiche.

Il carico e la distribuzione della terra si realizza generalmente con una pala meccanica e con camion da basso carico, che la scaricheranno nelle zone d'uso. Quando le condizioni del terreno lo consentiranno si effettueranno passaggi con un rullo prima della semina. Queste operazioni si rendono necessarie per sgretolare eventuali ammassi di suolo e per prepararlo alle fasi successive.

- ✓ Opere di semina di specie erbacee: una volta terminati i lavori di trattamento del suolo, si procede alla semina di specie erbacee con elevate capacità radicanti in maniera tale da poter fissare il suolo. In questa fase è consigliata, per la semina delle specie erbacee, la tecnica dell'idrosemina. In particolare, è consigliabile l'adozione di un manto di sostanza organica triturata (torba e paglia), spruzzata insieme ad un legante bituminoso ed ai semi; tale sistema consente un'immediata protezione dei terreni ancor prima della crescita delle specie seminate ed un rapido accrescimento delle stesse. Questa fase risulta di particolare importanza ai fini di:

- a) mantenere una adeguata continuità della copertura vegetale circostante;
- b) proteggere la superficie, resa particolarmente più sensibile dai lavori di cantiere, dall'erosione;
- c) consentire una continuità dei processi pedogenetici, in maniera tale che si venga ricolonizzazione naturale senza l'intervento dell'uomo.

L'evoluzione naturale verso forme più evolute di vegetazione (arbustive e successivamente arboree) può avvenire in tempi medio-lunghi a beneficio della flora autoctona.

Per questo motivo le specie erbacee selezionate saranno caratterizzate da una crescita rapida, una capacità di rigenerazione elevata, "rusticità" elevata e adattabilità a suoli poco profondi e di scarsa evoluzione pedogenetica, sistema radicale potente e profondo ed alta proliferazione.

Per realizzare una alta percentuale di attecchimento delle specie, dovranno essere adottate misure particolarmente rigorose quali la delimitazione delle aree di semina ed il divieto di accesso e/o controllo di automezzi e personale. La scelta delle specie da adottare per la semina, dovrà comunque essere indirizzata verso le essenze autoctone già presenti nell'area di studio.

## 5.2 Trattamento dei suoli

In funzione dei condizionamenti descritti, le soluzioni generali che si adotteranno durante l'esecuzione dell'opera e secondo quanto stipulato nel Programma di Vigilanza Ambientale per il trattamento dei suoli o terra vegetale, saranno:

- ✓ formazione di cumuli di terra recuperata, scavata selettivamente e seminata, per la protezione delle loro superfici nei confronti dell'erosione, fino al momento della loro ricollocazione sulle aree manomesse;
- ✓ stesura di terra vegetale, proveniente dagli stesi cumuli;
- ✓ preparazione e compattazione del suolo, secondo tecniche classiche.

La terra vegetale sarà depositata, separata adeguatamente e libera da pietre e resti vegetali grossolani, come pezzi di legno e rami, per la sua utilizzazione successiva nelle superfici da ripopolare.

Quando le condizioni del terreno lo permettano, si realizzerà un passaggio di rullo prima della semina. Questo è un altro lavoro che prevede lo sminuzzamento dello strato superficiale (rottura delle zolle), il

livellamento e la leggera compattazione del terreno.

Il rullaggio prima della semina è indispensabile per mettere la terra in contatto stretto con il seme e favorire il flusso di acqua intorno ad essa. Sarà importante realizzare queste due operazioni con criterio, ossia in funzione delle condizioni del suolo, delle coltivazioni e del clima, per aumentare le possibilità di accrescimento delle specie proposte.

### 5.3 Semina

Una volta terminati i lavori di trattamento del suolo, la semina di specie erbacee si realizzerà mediante la tecnica di idrosemina senza pressione. La semina svolge la funzione di rigenerare il suolo, costituendo un substrato umido che possa permettere la successiva colonizzazione naturale senza manutenzione.

L'obiettivo ottimale è quello di ottenere una copertura erbacea del 50-60%; inoltre, la zona interessata si arricchirà celermente con i semi provenienti dalle zone limitrofe e l'evoluzione naturale farà scomparire più o meno rapidamente alcune specie della miscela seminata a vantaggio della flora autoctona.

Le specie erbacee selezionate dovranno possedere le seguenti caratteristiche:

- ✓ attecchimento rapido, poiché, non essendo interrate, potrebbero essere sottoposte a dilavamento;
- ✓ poliannuali, per dare il tempo di entrata a quelle spontanee;
- ✓ rusticità elevata ed adattabilità su suoli accidentati e compatti;
- ✓ sistema radicale forte e profondo per l'attecchimento e la resistenza alla siccità.

### 5.4 Piantagione di arbusti

Lo scopo delle piantagioni di arbusti è quello di riprodurre, sulle nuove superfici, le caratteristiche visive del terreno circostante, lasciando inalterata la sua funzionalità ecologica e di protezione idrogeologica.

Come già ribadito, per la scelta delle specie dovranno utilizzarsi i seguenti criteri:

- ✓ carattere autoctono;
- ✓ rusticità o ridotte richieste in quanto a suolo, acqua e semina;
- ✓ presenza nei vivai.

Inoltre si dovrà porre cura a che:

- ✓ le specie selezionate non abbiano esigenze particolari, in modo che non risulti gravosa la manutenzione;
- ✓ la distribuzione degli esemplari deve essere tale che una unità di arbusto occupi da 0,3 a 0,9 m<sup>2</sup>;
- ✓ in tutte le piantagioni si eviti l'allineamento di piante, distribuendole invece secondo uno schema a macchia.

### 5.5 Criteri di scelta delle specie

Per la scelta delle tecniche e delle specie da adottare sono stati seguiti i seguenti tre criteri:

- ✓ obiettivo primario degli interventi;
- ✓ ecologia delle specie presenti;
- ✓ ecologia delle specie da inserire e provenienza (biogeografia) delle stesse.

L'analisi delle specie presenti è stata dedotta dallo studio delle associazioni vegetali presenti nell'area (*cf. il quadro di riferimento ambientale e analisi delle essenze/studi agronomici e naturalistici*) presenti in allegato alla documentazione specialistica prevista.

È infatti chiaro come l'ecologia delle specie presenti sia espressione delle condizioni stazionali. Poiché, nelle opere di sistemazione previste, dovranno essere impiegate unicamente specie vegetali autoctone, la scelta sulle specie da adottare è possibile soltanto previa l'analisi sulla vegetazione. Le associazioni individuate

nell'area soggetta ad indagine mostrano una certa variabilità nei gradienti ecologici, che pone la progettazione del verde di fronte a scelte che mirino a obiettivi polifunzionali.

L'ecologia delle specie da inserire dovrà essere molto simile a quella delle specie già presenti. Non saranno dunque ammissibili scelte di specie con le seguenti caratteristiche:

- ✓ specie invasive con forti capacità di espansione in aree degradate;
- ✓ specie alloctone con forte capacità di modifica dei gradienti ecologici;
- ✓ specie autoctone ma non proprie dell'ambiente indagato.

Inoltre, poiché si lavorerà su aree prodotte artificialmente e/o su aree fortemente modificate dall'uomo, sprovviste spesso di uno strato umifero superficiale e dunque povero di sostanze nutritive, è chiaro che in tali condizioni sia consigliabile utilizzare solo associazioni pioniere, compatibili dal punto di vista ecologico.

Tali associazioni dovranno rispondere inoltre alle seguenti caratteristiche:

- ✓ larga amplitudine ecologica;
- ✓ facoltà di colonizzare terreni grezzi di origine antropogenica e capacità edificatrici;
- ✓ resistenza alla sollecitazione meccanica;
- ✓ azione consolidante del terreno.

In relazione a quanto fin qui riportato e alla zona fitoclimatica di appartenenza delle aree oggetto di intervento, il Lauretum, sottozona media, per la messa a dimora delle specie si farà ricorso, in linea di massima, alle essenze del tipo di seguito riportate (*in fase esecutiva si determinerà il dettaglio con apposito esoperto naturalista*):

### **Specie erbacee**

Trifolium incarnatum; Trifolium rubens; Trifolium pratense; Trifolium hybridum, Petasites hybridus; Petasites .albus; Petasite paradoxus; Calamagrostis varia Calamagrostis villosa;  
Calamagrostis arundinacea; Calamagrostis lanceolata.

### **Specie arbustive**

Crataegus monogyna	biancospino
Spartium junceum	ginestra odorosa
Prunus spinosa	prugnolo Pyrus amygdaliformis pero mandorlino Phillyrea latifolia fillirea Paliurus spina-christi spinacristi

## **5.6 Metodiche di intervento**

Nella scelta delle metodiche da adoperare si è dunque dovuto far fronte a tutte le esigenze sopra riportate. Per tale motivo, e seguendo la sistematica introdotta da Schiechl (1973) che prevede quattro differenti tecniche costruttive (interventi di rivestimento, stabilizzanti, combinati, complementari), sono stati scelti interventi di rivestimento in grado di proteggere rapidamente il terreno dall'erosione superficiale mediante la loro azione di copertura esercitata sull'intera superficie.

L'utilizzo di interventi di rivestimento permetterà un'azione coprente e protettiva del terreno. In questo caso, l'impiego di un gran numero di piante, di semi, o di parti vegetali per unità di superficie, permette la protezione della superficie del terreno dall'effetto dannoso delle forze meccaniche. Inoltre, tali interventi, consentiranno un miglioramento del bilancio dell'umidità e del calore favorendo dunque lo sviluppo delle

specie vegetali. Tali interventi sono inoltre mirati ad una rapida protezione delle superfici spoglie.

Per l'esecuzione di tali operazioni è stata scelta la metodica dell'idrosemina.

Infatti, nei terreni particolarmente poveri di sostanze nutritive e facilmente erodibili dalle acque meteoriche, l'idrosemina, adottata in periodi umidi (autunno), si rivela un'ottima metodica per la protezione di tali aree.

Il materiale da utilizzare è un prodotto in miscuglio pronto composto da semente, concimi, sostanze di miglioramento del terreno, agglomerati e acqua. La miscela prevede differenti dosi per ettaro che verranno adeguatamente scelte in fase di realizzazione delle opere di rinverdimento.

Qualora si osservi una crescita troppo lenta, rada o nulla si dovrà procedere ad un nuovo trattamento in modo da evitare una eccessiva presenza delle aree di radura.

L'area non necessita di stabilizzazione di versanti.

## 5.7 Manutenzione

Le operazioni di manutenzione e conservazione devono conseguire i seguenti obiettivi funzionali ed estetici:

- ✓ mantenere uno strato vegetale più o meno continuo, capace di controllare l'erosione dei pendii;
- ✓ limitare il rischio di incendi e la loro propagazione;
- ✓ controllare la vegetazione pregiudizievole per le colture agricole adiacenti ;

Per la manutenzione si realizzeranno i seguenti lavori:

- ✓ irrigazione: si considera la necessità di effettuare annaffiature degli arbusti;
- ✓ concimazioni: saranno effettuate le analisi chimiche dei nutrienti presenti nel terreno, in modo da evidenziare quali sono le carenze ed eventualmente effettuare una concimazione con gli elementi di cui si è verificata la carenza;
- ✓ taglio: per ragioni estetiche, di pulizia e di sicurezza nei confronti di incendi, il *Programma di manutenzione* include potature e spalcatore degli arbusti , con successiva ripulitura della biomassa tagliata;
- ✓ rimpiazzo degli esemplari morti: il rimpiazzo degli esemplari morti si effettuerà l'anno seguente all'intervento, al termine dei lavori di rivegetazione .

## 5.8 Computo metrico delle operazioni di dismissione

La stima dei costi per la dismissione e lo smaltimento di seguito riportati sono riferiti ad un impianto fotovoltaico della potenza di circa 1 MW. Tali costi possono essere calcolati come di seguito:

Dettaglio Attività	Dettaglio Fasi	Costo
Smontaggio e smaltimento pannelli:	Lavaggio vetri	1000
	Smontaggio: 160 ore operai a 30€/h + 80 ore autocarro con operatore a 45€/ora	8400
	Smaltimento	0 (1) (2)

<b>Smontaggio e smaltimento inseguitori e relativi ancoraggi</b>	Smontaggio inseguitori: 80 ore di operai a 30€/h + 80 ore autocarro con operatore a 45€/h + 80 ore di escavatore con operatore a 50 €/h	10000
	Smontaggio ancoraggi: 80 ore autocarro con operatore a 45€/h + 80 ore di escavatore con operatore a 50 €/h	7600
	smaltimento	0 (2)
<b>Smontaggio e smaltimento parti elettriche</b>	Smontaggio: 24 ore di operai a 30€/h + 40 ore autocarro con operatore a 45€/h + 40 ore di escavatore con operatore a 50 €/h	4520
	smaltimento	0 (2)
<b>Demolizione e smaltimento cabine c.a.</b>	Demolizione: 8 ore autocarro con operatore a 45€/h + 8 ore di escavatore con operatore a 50 €/h	760
	smaltimento di 50 t di cemento armato contenente fino al 10% di impurità (metallo, plastica, ecc) a 20€/t	1000
<b>Smantellamento recinzione, impianto di illuminazione e videosorveglianza e relativo smaltimento</b>	Smontaggio: 24 ore autocarro con operatore a 45€/h + 24 ore di escavatore con operatore a 50 €/h	2280
	smaltimento di 10 t di cemento armato contenente fino al 10% di impurità (metallo, plastica, ecc) a 20€/t.	200
	Smaltimento di altri materiali oltre al cemento armato	0 (2)
<b>Smantellamento e recupero stabilizzato utilizzato per le strade interne all'impianto</b>	Smantellamento: 24 ore autocarro con operatore a 60€/h + 24 ore di escavatore con operatore a 50 €/h	3520
	Smaltimento in discarica per 750 t di stabilizzato utilizzato per le strade interne all'impianto. Costo unitario 10€/t.	3750
<b>Aratura terreno e parziale sostituzione</b>	A corpo	5000
<b>Costo Totale Smaltimento (euro)</b>		<b>48030</b>

## Note

- 1) da un indagine di mercato è emerso che se il vetro è pulito viene ritirato senza alcun costo così come i materiali elettrici;
- 2) Si ritiene che gli oneri per lo smaltimento, siano coperti dai ricavi della vendita dei seguenti materiali per i quali il recuperatore paga:
  - 1,50-200€/t per l'alluminio;
  - 130 €/h per i materiali ferrosi;
  - 3000 €/t per cavi in rame scoperti e 1000 €/t per cavi in rame ricoperti.

In conclusione il costo finale per la dismissione e successivo smaltimento delle componenti costituenti un impianto fotovoltaico della potenza di circa 1 MW è di circa € 48.000, rivalutabile con gli indici ISTAT; tale valore è tuttavia suscettibile di diminuzione a seguito di raccolte organizzate su larga scala, come sembra essere procinto di realizzarsi a livello europeo. Comunque nel caso in oggetto, dato che l'impianto ha una potenza di circa 28,8 MW, il costo totale della dismissione è di circa € 1.382.000 €.

## 6. Cronoprogramma delle fasi di dismissione

Si riporta di seguito il cronoprogramma delle fasi attuative di dismissione:

Attività lavorative	OPERAZIONI DI DISMISSIONE										
	0,5 mese	1 mese	1,5 mese	2 mese	2,5 mese	3 mese	3,5 mese	4 mese	4,5 mese	5 mese	
Smontaggio dei pannelli	■	■	■	■	■	■	■				
Smontaggio delle strutture di supporto				■	■	■	■	■			
Sfilaggio delle fondazioni					■	■	■	■	■		
Demolizione dei manufatti (Cabine trasf. e platee)					■	■	■				
Demolizione del manufatto (Cabine di campo e platea)						■	■				
Trasporto in discarica (Mat. Cabine)							■				
Sfilaggio cavi	■	■	■	■	■						
Opere stradali (Smantellamento della viabilità interna)					■	■	■	■	■	■	
Trasporto a discarica del materiale di risulta							■	■	■	■	■
Rimodellamento e stesa di terreno da coltivo							■	■	■	■	■
Inerbimento con semina di piante erbacee										■	■

## 7. Conclusioni

Per quanto attiene alla presente sezione dello Studio d'Impatto Ambientale (*Quadro Progettuale*) gli approfondimenti presentati non evidenziano alcun significativo elemento di impatto irreversibile. Per le mitigazioni previste e la definizione quali-quantitative degli impatti si rimanda al Quadro ambientale del S.I.A. redatto.

Catania, 08/02/2024

### I Tecnici incaricati

Ing. G. Bruno  
Arch. G. Farinola  
Geol. F. Ferrante  
Ing. Sciacca & Partners