



Regione Sardegna



Provincia di Sassari



Comune di Sassari

REALIZZAZIONE IMPIANTO AGRIVOLTAICO.

**PRODUZIONE AGRICOLA DA IMPIANTO INTENSIVO DI MELOGRANI E
PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA CONVERSIONE SOLARE
FOTOVOLTAICA E OPERE DI CONNESSIONE SITO IN SASSARI – POTENZA
46.175 MWdc
(Immissione in rete 39MWac)**

AU27 – RELAZIONE GENERALE

Committente:				
VERDE 7 SRL – Via Cino del Duca, 5 20122 Milano (MI)				
Il Tecnico		Revisioni	DATA	
				
				Protocollo Iter Autorizzativo
Descrizione	Relazione Descrittiva			
Commessa	Sassari – Due Mari			

Sommario

1.	TITOLO DEL PROGETTO	4
1.1	Dati Generali.....	4
1.1.1	Dati del Proponente	4
1.1.2	Località di realizzazione dell'intervento	4
1.1.3	Destinazione d'uso	4
1.1.4	Dati catastali	4
1.1.5	Connessione	5
2	DESCRIZIONE DELLA FONTE UTILIZZATA	6
2.1	Risparmio di combustibile	8
2.2	Emissioni evitate in atmosfera di sostanze nocive	8
2.3	Stima Produzione Impianto Fotovoltaico	8
3	LOCALIZZAZIONE DEL PROGETTO.....	20
3.1	Inquadramento Geografico e Territoriale.....	20
3.2	Inquadramento Geologico e Geomorfologico.....	27
3.3	Inquadramento Idrografico e Idrogeologico.....	27
3.4	Inquadramento paesaggistico.....	28
4	DESCRIZIONE GENERALE	30
5	DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO	32
6	FASI E TEMPI DI ESECUZIONE	33
7	OPERE CIVILI	34
7.1	Recinzione e cancello di ingresso	34
7.2	Viabilità Interna a carattere agricolo.....	36
7.3	Impianto Video Sorveglianza e Sistema Antintrusione.....	37
7.4	Mitigazione Perimetrale	38
7.5	Cabine di Conversione Inverter (Power Station).....	39
7.6	Moduli Fotovoltaici	43
7.7	Strutture di Supporto.....	44
7.8	Cavidotti.....	46
7.9	Sistema di regimentazione delle acque.....	54
7.10	Trattamento del suolo	54
7.11	Trasporto di materiali	55
7.12	Uso di risorse.....	56
8	OPERE ELETTROMECCANICHE	56
8.1	Dati Generali (Tipologico Configurazione)	56
8.2	Inverter	59
8.3	Protezioni	61
8.4	Illuminazione	62
8.5	Stazione Elettrica MT/AT dell'impianto agrivoltaico.....	62

9. INTERFERENZE	63
9.1 Interferenze opere di progetto (CAVIDOTTO CONNESSIONE).....	63
9.1.1 Attraversamento con la tecnica della trivellazione orizzontale controllata (T.O.C.).....	66
9.2 INTERFERENZE CON LINEE AEREE	70
10 MANUTENZIONE.....	70
11 AGRICOLTURA IN SARDEGNA.....	71
11.1 Coltivazioni in Sardegna	72
11.2 Analisi dello stato di fatto	73
11.3 Coltivare il melograno (Punica granatum): quadro generale.....	73
11.4 Preparazione del sito	74
11.5 Considerazioni irrigue	75
11.6 Combinazione coltura del melograno e fotovoltaico	77
11.7 Proposta migliorativa: inerbimento sotto i trackers	78
11.8 Proposta migliorativa: siepe perimetrale	80
11.9 Fascia perimetrale di mitigazione.....	81
11.10 Piano di monitoraggio delle cure colturali opere a verde.....	83
11.11 Controllo della vegetazione infestante	84
11.12 Sostituzioni fallanze.....	84
11.13 Pratiche di gestione irrigua	84
11.14 Difesa fitosanitaria.....	85
11.15 Potatura di contenimento e di formazione	85
11.16 Pratiche di fertilizzazione.....	86
11.17 Analisi dei costi impianto di melograno.....	86
11.18 Analisi dei costi impianto a fascia di mitigazione	87
12 FORMA DI ALLEVAMENTO	88

1. TITOLO DEL PROGETTO

Il progetto prevede la realizzazione di un impianto agrivoltaico per la produzione di energia della potenza di 46,175 MWp e in immissione di 39 MWac, diviso in due lotti, uno in Località Bazzinitta e uno in località Serra Fenosa nel Comune di Sassari, provincia di Sassari.

1.1 Dati Generali

1.1.1 Dati del Proponente

Ragione Sociale: VERDE 7 SRL

Indirizzo: Milano (MI) – Via Cino del Duca n.5 – CAP 20122

Partita Iva: 02848920902

Indirizzo PEC: verde7srl@pec.buffetti.it

1.1.2 Località di realizzazione dell'intervento

Indirizzo: Località Bazzinitta e uno in località Serra Fenosa nel Comune di Sassari (SS).

1.1.3 Destinazione d'uso

L'area oggetto dell'intervento ha una destinazione d'uso agricolo, come da Certificati di Destinazione Urbanistica allegati alla documentazione di progetto.

1.1.4 Dati catastali

L'impianto agrivoltaico ricade sulle particelle del Comune di Sassari Sez.B al Fg. 78 - p.lle 17, 21, 30, 80, 174, 175, 176, 186, 187 e al Fg. 92 p.lle 32, 33, 99.

Superficie catastale area impianto agrivoltaico: 798.699 mq.

Le linee di connessione elettrica interessano le particelle del Comune di Sassari Sez.B:

- Fg.78 - p.lla 26, strada vicinale e SP18;
- Fg.79 - SP18, strada vicinale, p.lle 79, 80, 76, 152, 59, 30, 97, 35, 36, 9, 46, 51, 244, 47, strada vicinale;
- Fg.92 – p.lle 25, 35, SP65;
- Fg.80 – p.lle 41, SP65;
- Fg.94 – P.lle 91, 96, 89, 51, Strada vicinale Saccheddu.

Le opere di connessione Stazione Utente AT e futura Stazione Elettrica (SE) di Trasformazione RTN 380/150 kV da inserire in entra – esce alla linea 380 kV “Fiumesanto Carbo – Ittiri” interessano le particelle del Comune di Sassari Sez.B Fg.82 p.lle 13, 171 e 172.

1.1.5 Connessione

Il progetto di connessione, associato al codice pratica 202001316 prevede che la centrale venga collegata in antenna a 150 kV sulla sezione a 150 kV di una futura Stazione Elettrica (SE) di Trasformazione RTN 380/150 kV da inserire in entra – esce alla linea 380 kV “Fiumesanto Carbo – Ittiri”.

Nel preventivo di connessione TERNA informa che al fine di razionalizzare l’utilizzo delle strutture di rete sarà necessario condividere lo stallo in stazione con altri impianti di produzione.

Il progetto della Stazione Elettrica MT/AT di impianto quindi prevederà la possibilità e lo spazio per ospitare altri Utenti/Produttori al fine di razionalizzare l’utilizzo delle strutture di rete.

Il preventivo per la connessione è stato accettato in data 02/12/2020.

2 DESCRIZIONE DELLA FONTE UTILIZZATA

Il sole è un'inesauribile fonte di energia che, grazie alle moderne tecnologie, viene utilizzata in maniera sempre più efficiente; le celle fotovoltaiche, infatti, permettono di generare elettricità direttamente dal sole.

Il fotovoltaico è una tecnologia decisamente compatibile con l'ambiente che determina una serie di benefici qui di seguito riassunti:

- assenza di generazione di emissioni inquinanti;
- assenza di rumore;
- non utilizzo di risorse legate al futuro del territorio;
- creazione di una coscienza comune verso un futuro ecologicamente sostenibile.

L'impianto agrivoltaico da installare consentirà di utilizzare una fonte rinnovabile per la produzione di energia elettrica con limitato impatto ambientale: l'impianto non produce emissioni sonore o di sostanze inquinanti. La realizzazione dell'impianto richiede il rilascio delle autorizzazioni e approvazioni urbanistiche ed architettoniche del caso.

I benefici ambientali ottenibili dall'adozione di sistemi FV sono proporzionali alla quantità di energia prodotta, supponendo che questa vada a sostituire dell'energia altrimenti fornita da fonti convenzionali quali petrolio o carbone.

Per produrre un kWh elettrico vengono bruciati mediamente, l'equivalente di 2,56 kWh sotto forma di combustibili fossili e di conseguenza emessi nell'aria circa 0,53 kg di anidride carbonica (CO₂). La CO₂ è il principale responsabile dell'effetto serra, colpevole dei mutamenti climatici quali il riscaldamento del pianeta, la maggior presenza di uragani e l'avanzamento della desertificazione. Ogni kWh prodotto da un sistema fotovoltaico evita l'emissione di 0,53 kg di CO₂. Considerando quindi una produzione media di circa 1.960 kWh/kW(p) ed una vita media utile dell'impianto pari a 30 anni è facile ricavare stima dell'emissione di anidride carbonica evitata:

$CO_2 \text{ (evitata)} = (1.960 * 46.175 * 30 * 0,53) / 1000 = 1.439.000 \text{ tonnellate di } CO_2 \text{ circa.}$

Un impianto fotovoltaico è un impianto elettrico costituito essenzialmente dall'assemblaggio di più moduli fotovoltaici che sfruttano l'energia solare incidente per produrre energia elettrica mediante effetto fotovoltaico, della necessaria componente elettrica (cavi) ed elettronica (inverter) ed eventualmente di sistemi meccanici-automatici ad inseguimento solare.

Gli impianti fotovoltaici sono principalmente suddivisi in 2 categorie:

- impianti "ad isola" (detti anche "stand-alone"): impianti non sono connessi alla rete di distribuzione, per cui sfruttano direttamente sul posto l'energia elettrica prodotta ed accumulata in sistema di Storage di energia (batteria);
- impianti "connessi alla rete" (detti anche grid-connected): sono impianti connessi alla rete elettrica di distribuzione esistente;

L'impianto in oggetto appartiene alla categoria impianti "Connessi alla Rete", cioè che immettono in rete tutta o parte della produzione elettrica risultante dalla produzione dell'impianto agrivoltaico, opportunamente convertita in corrente alternata e sincronizzata a quella della rete, contribuendo

alla cosiddetta generazione distribuita.

I principali componenti di un impianto fotovoltaico connesso alla rete sono:

- campo fotovoltaico, deputato a raccogliere energia mediante moduli fotovoltaici disposti opportunamente a favore del sole;
- i cavi di connessione, che devono presentare adeguate caratteristiche tecniche;
- Stazioni Inverter complete di:
 - quadri di campo in corrente continua a protezione dalle possibili correnti inverse sulle stringhe, completi di scaricatori per le sovratensioni e interruttori magnetotermici e/o fusibili per proteggere i cavi da eventuali sovraccarichi;
 - inverter, deputati a stabilizzare l'energia raccolta, a convertirla in corrente alternata e ad iniettarla in rete;
 - Trasformatori per innalzare dalla bassa alla media tensione;
- Cabina di consegna o Stazione Elettrica di elevazione dalla media alla alta tensione completa di quadri di interfaccia e dei componenti necessari all'interfacciamento con la rete elettrica secondo le norme tecniche in vigore.

La promozione e la realizzazione di centrali di produzione elettrica da fonti rinnovabili trova come primo contributo sociale da considerare quello della tutela dell'ambiente e del territorio che si ripercuote a beneficio della salute dell'uomo.

Il contributo ambientale conseguente dalla promozione dell'intervento in questione si può definire secondo due parametri principali:

- Risparmio di combustibile;
- Emissioni evitate in atmosfera di sostanze nocive.
- Consolidamento del sedime agricolo
- Diminuzione dei fenomeni alluvionali

Relativamente ai vantaggi territoriali:

- Consolidamento del sedime agricolo
- Diminuzione dei fenomeni alluvionali

Ad oggi, la produzione di energia elettrica è per la quasi totalità proveniente da impianti termoelettrici che utilizzano combustibili sostanzialmente di origine fossile.

Considerando l'impianto agrivoltaico in progetto, l'energia stimata come produzione del primo anno risulta essere di circa **90.567 MWh**, e, considerando la perdita di efficienza annuale di 0,9%, possiamo considerare quanto segue in termini di attenzione per l'ambiente per il tempo di vita dell'impianto minimo di 20 anni.

2.1 Risparmio di combustibile

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.

Dato il parametro dell'energia prodotta indicata nella premessa del paragrafo, il contributo al risparmio di combustibile relativo all'impianto agrivoltaico in questione può essere valorizzato secondo la seguente tabella:

Risparmio di combustibile	TEP
Fattore di conversione dell'energia elettrica in energia primaria [TEP/MWh]	0,187
TEP risparmiate in un anno	16.936
TEP risparmiate in 20 anni	311.265

Fonte dati: Delibera EEN 3/08, art. 2

2.2 Emissioni evitate in atmosfera di sostanze nocive

L'impianto fotovoltaico consente la riduzione di emissioni in atmosfera delle sostanze che hanno effetto inquinante e di quelle che contribuiscono all'effetto serra.

Dato il parametro dell'energia prodotta indicata nella premessa del paragrafo, il contributo alle emissioni evitate in atmosfera di sostanze nocive, relativo all'impianto agrivoltaico in progetto, può essere valorizzato secondo la seguente tabella:

Emissioni evitate in atmosfera di	CO2	SO2	NOX	Polveri
Emissioni specifiche in atmosfera [g/kWh]	474,0	0,373	0,427	0,014
Emissioni evitate in un anno [kg]	42.928.758	33.781,49	38.672,11	1.267,94
Emissioni evitate in 20 anni [kg]	788.983.671	620.866	710.751	23.303

Fonte dati: Rapporto ambientale ENEL

2.3 Stima Produzione Impianto Fotovoltaico

L'impianto, come detto, sarà installato nel comune di Sassari (SS) avente latitudine compresa tra 40.740885° e 40.703285°, longitudine compresa tra 8.330362° e 8.369830° ed altitudine variabile da 58 m a 80 m s.l.m., località con un irraggiamento medio annuo su superficie del modulo fotovoltaico installato su tracker di circa **2.230 kWh/m²**.

La potenza alle condizioni STC (irraggiamento dei moduli di 1000 W/m² a 25°C di temperatura) risulta

essere:

$$P_{STC} = P_{MODULO} \times N^{\circ}MODULI = 580 \times 79.612 = 46.174,96 \text{ kWp}$$

La simulazione della producibilità del sito a titolo esemplificativo è stata redatta come segue:

PVsyst Report



Version 7.2.2

PVsyst - Simulation report

Grid-Connected System

Project: Sassari

Variant: SAS.tra.580.p5.5

Trackers single array, with backtracking

System power: 46.17 MWp

Sassari - Italy

Author

Arnau Margarit Soler (Spain)



Project: Sassari
Variant: SAS.tra.580.p5.5

PVsyst V7.2.2

VCA, Simulation date:
27/05/21 15:52
with v7.2.2

Project summary

Geographical Site Sassari Italy	Situation Latitude 40.71 °N Longitude 8.36 °E Altitude 60 m Time zone UTC	Project settings Albedo 0.20
Meteo data Sassari Mix Meteonorm, PVGIS, CMSAF - Synthetic		

System summary

Grid-Connected System	Trackers single array, with backtracking		
PV Field Orientation Tracking plane, horizontal N-S axis Axis azimuth 0 °	Near Shadings According to strings Electrical effect 100 %	User's needs Unlimited load (grid)	
System information		Inverters	
PV Array		Nb. of units	10 units
Nb. of modules	79612 units	Pnom total	39.67 MWac
Pnom total	46.17 MWp	Pnom ratio	1.164

Results summary

Produced Energy	90567 MWh/year	Specific production	1961 kWh/kWp/year	Perf. Ratio PR	87.91 %
-----------------	----------------	---------------------	-------------------	----------------	---------

Table of contents

Project and results summary	2
General parameters, PV Array Characteristics, System losses	3
Horizon definition	7
Near shading definition - Iso-shadings diagram	8
Main results	9
Loss diagram	10
Special graphs	11



Project: Sassari
Variant: SAS.tra.580.p5.5

PVsyst V7.2.2

VCA, Simulation date:
27/05/21 15:52
with v7.2.2

General parameters

Grid-Connected System		Trackers single array, with backtracking	
PV Field Orientation		Backtracking strategy	
Orientation		Nb. of trackers	153 units
Tracking plane, horizontal N-S axis		Single array	
Axis azimuth	0 °	Sizes	
		Tracker Spacing	5.50 m
		Collector width	2.43 m
		Ground Cov. Ratio (GCR)	44.2 %
		Left inactive band	0.02 m
		Right inactive band	0.02 m
		Phi min / max	-/+ 55.0 °
		Backtracking limit angle	
		Phi limits	+/- 63.1 °
Horizon		Near Shadings	
Average Height	2.0 °	According to strings	
		Electrical effect	100 %
		User's needs	
		Unlimited load (grid)	
Bifacial system			
Model	2D Calculation unlimited trackers		
Bifacial model geometry		Bifacial model definitions	
Tracker Spacing	5.50 m	Ground albedo	0.25
Tracker width	2.47 m	Bifaciality factor	70 %
Tracking limit angle	8 °	Rear shading factor	5.0 %
GCR	44.9 %	Rear mismatch loss	10.0 %
Axis height above ground	2.10 m	Module transparency	0.0 %

PV Array Characteristics

Array #1 - PV Array		Inverter	
PV module		Manufacturer	
Manufacturer	Jinkosolar	Manufacturer	SMA
Model	JKM580M-7RL4-TV	Model	Sunny Central 4000 UP
(Custom parameters definition)		(Original PVsyst database)	
Unit Nom. Power	580 Wp	Unit Nom. Power	4000 kWac
Number of PV modules	32162 units	Number of inverters	4 units
Nominal (STC)	18.65 MWp	Total power	16000 kWac
Modules	1237 Strings x 26 In series	Operating voltage	880-1325 V
At operating cond. (50°C)		Pnom ratio (DC:AC)	1.17
Pmpp	17.02 MWp		
U mpp	1039 V		
I mpp	16372 A		



PVsyst V7.2.2

VCA, Simulation date:
27/05/21 15:52
with v7.2.2

PV Array Characteristics

Array #2 - Sub-array #2

PV module

Manufacturer Jinkosolar
Model JKM580M-7RL4-TV
(Custom parameters definition)
Unit Nom. Power 580 Wp
Number of PV modules 42120 units
Nominal (STC) 24.43 MWp
Modules 1620 Strings x 26 In series
At operating cond. (50°C)
Pmpp 22.28 MWp
U mpp 1039 V
I mpp 21442 A

Inverter

Manufacturer SMA
Model Sunny Central 4200 UP
(Original PVsyst database)
Unit Nom. Power 4200 kWac
Number of inverters 5 units
Total power 21000 kWac
Operating voltage 921-1325 V
Pnom ratio (DC:AC) 1.16

Array #3 - Sub-array #3

PV module

Manufacturer Jinkosolar
Model JKM580M-7RL4-TV
(Custom parameters definition)
Unit Nom. Power 580 Wp
Number of PV modules 5330 units
Nominal (STC) 3091 kWp
Modules 205 Strings x 26 In series
At operating cond. (50°C)
Pmpp 2820 kWp
U mpp 1039 V
I mpp 2713 A

Inverter

Manufacturer SMA
Model Sunny Central 2660 UP_1.3_prelim
(Custom parameters definition)
Unit Nom. Power 2667 kWac
Number of inverters 1 Unit
Total power 2667 kWac
Operating voltage 880-1325 V
Pnom ratio (DC:AC) 1.16

Total PV power

Nominal (STC) 46175 kWp
Total 79612 modules
Module area 217665 m²
Cell area 205045 m²

Total inverter power

Total power 39667 kWac
Nb. of inverters 10 units
Pnom ratio 1.16



PVsyst V7.2.2

VCA, Simulation date:
27/05/21 15:52
with v7.2.2

Array losses

Array Soiling Losses		Thermal Loss factor		LID - Light Induced Degradation				
Loss Fraction	1.0 %	Module temperature according to irradiance		Loss Fraction	2.0 %			
		Uc (const)	29.0 W/m²K					
		Uv (wind)	0.0 W/m²K/m/s					
Module Quality Loss		Module mismatch losses		Strings Mismatch loss				
Loss Fraction	-0.3 %	Loss Fraction	1.0 % at MPP	Loss Fraction	0.1 %			
IAM loss factor								
Incidence effect (IAM): User defined profile								
0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	1.000	1.000	0.999	0.989	0.964	0.922	0.729	0.000

DC wiring losses

Global wiring resistance	0.42 mΩ		
Loss Fraction	1.5 % at STC		
Array #1 - PV Array		Array #2 - Sub-array #2	
Global array res.	1.0 mΩ	Global array res.	0.80 mΩ
Loss Fraction	1.5 % at STC	Loss Fraction	1.5 % at STC
Array #3 - Sub-array #3			
Global array res.	6.3 mΩ		
Loss Fraction	1.5 % at STC		

System losses

Unavailability of the system		Auxiliaries loss	
Time fraction	1.0 %	Proportionnal to Power	2.0 W/kW
	3.7 days, 2 periods	0.0 kW from Power thresh.	

AC wiring losses

Inv. output line up to MV transfo			
Inverter voltage	600 Vac tri		
Loss Fraction	0.61 % at STC		
Inverter: Sunny Central 4000 UP		Inverter: Sunny Central 4200 UP	
Wire section (4 Inv.)	Copper 4 x 3 x 2500 mm²	Wire section (5 Inv.)	Copper 5 x 3 x 3000 mm²
Average wires length	157 m	Average wires length	0 m
Inverter: Sunny Central 2660 UP_1.3_prelim			
Wire section (1 Inv.)	Copper 1 x 3 x 2000 mm²		
Wires length	0 m		
MV line up to Injection			
MV Voltage	30 kV		
Wires	Copper 3 x 1000 mm²		
Length	8362 m		
Loss Fraction	0.79 % at STC		



PVsyst V7.2.2

VCA, Simulation date:
27/05/21 15:52
with v7.2.2

AC losses in transformers

MV transfo

Grid voltage	30 kV
Operating losses at STC	
Nominal power at STC	45275 kVA
Iron loss (24/24 Connexion)	45.28 kW
Loss Fraction	0.10 % at STC
Coils equivalent resistance	3 x 0.08 mΩ
Loss Fraction	1.00 % at STC



PVsyst V7.2.2
VCA, Simulation date:
27/05/21 15:52
with v7.2.2

Horizon definition

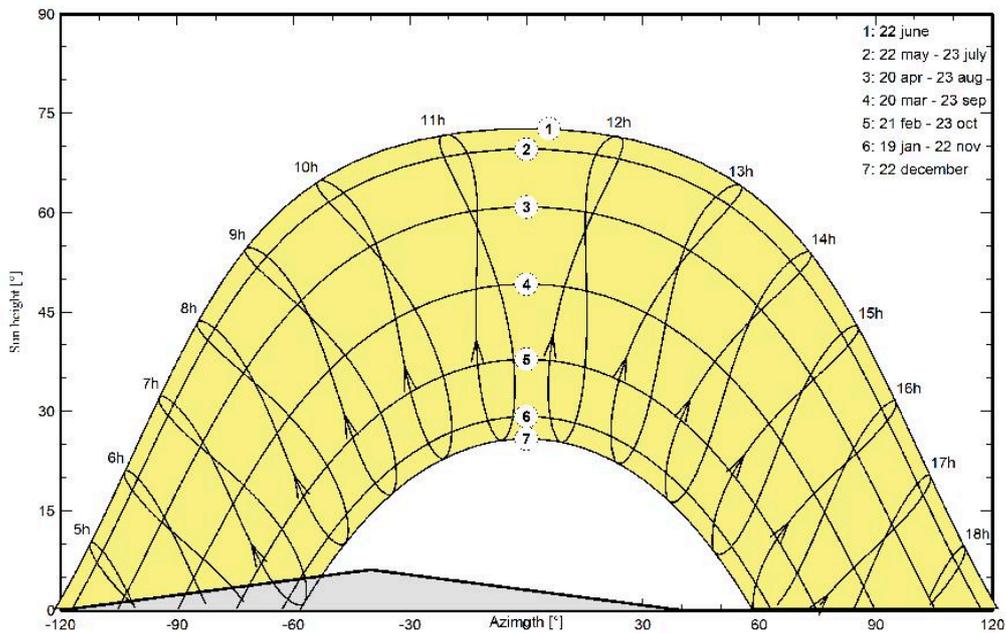
Average Height 2.0 ° Albedo Factor 1.00
Diffuse Factor 1.00 Albedo Fraction 100 %

Horizon profile

Azimuth [°]	-120	-40	40	120
Height [°]	0.0	6.1	0.0	0.0

Sun Paths (Height / Azimuth diagram)

Horizon line at Sassari



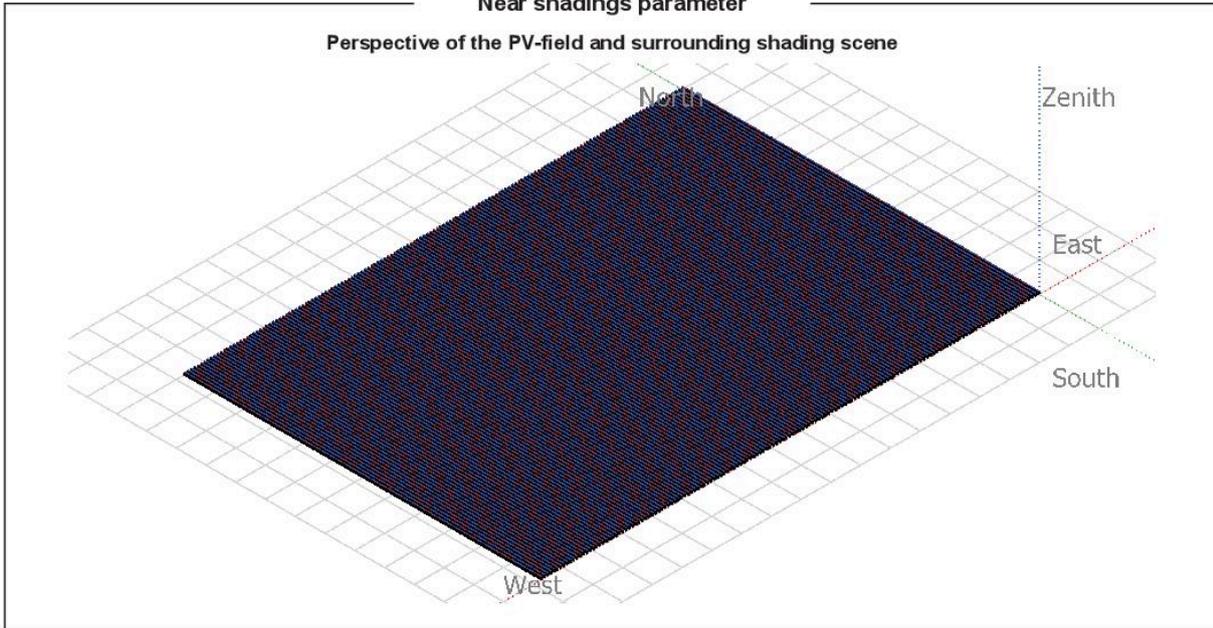


PVsyst V7.2.2

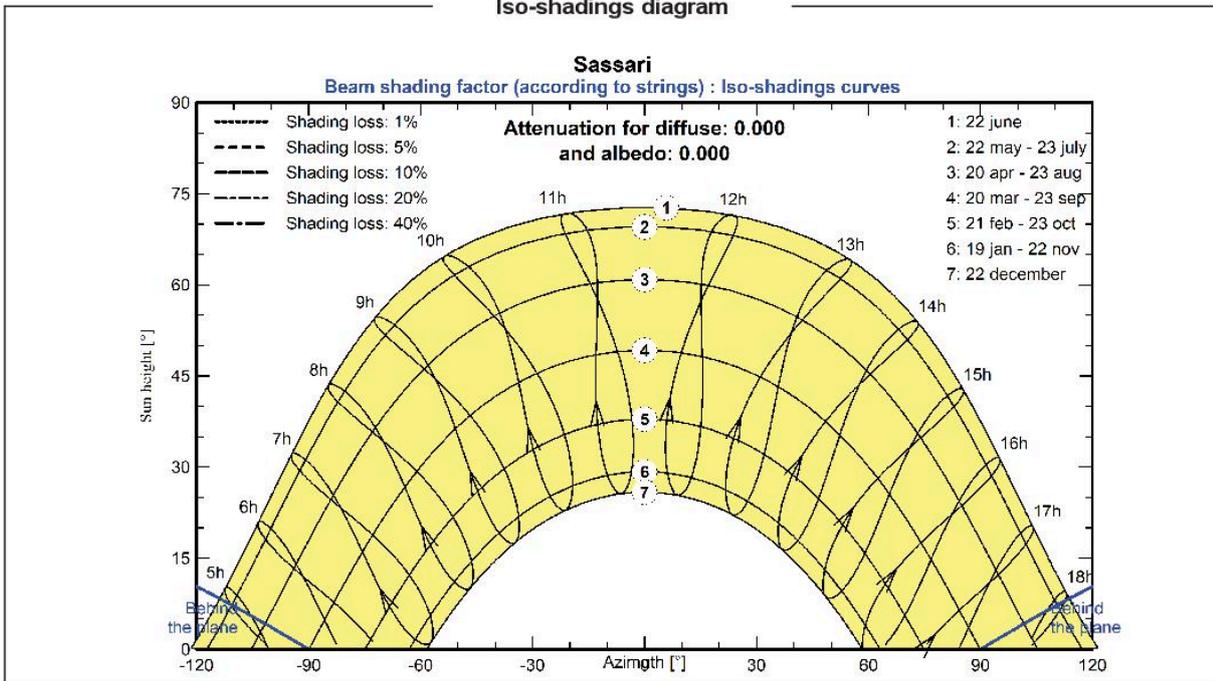
VCA, Simulation date:
27/05/21 15:52
with v7.2.2

Project: Sassari
Variant: SAS.tra.580.p5.5

Near shadings parameter



Iso-shadings diagram





Project: Sassari
Variant: SAS.tra.580.p5.5

PVsyst V7.2.2
VCA, Simulation date:
27/05/21 15:52
with v7.2.2

Main results

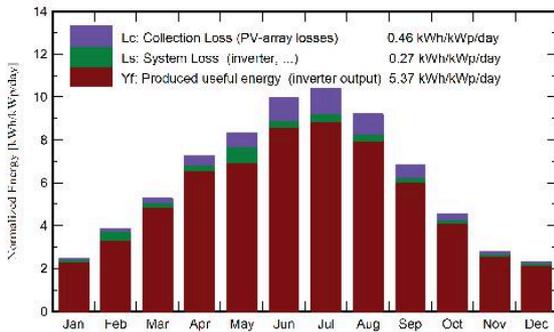
System Production

Produced Energy 90567 MWh/year

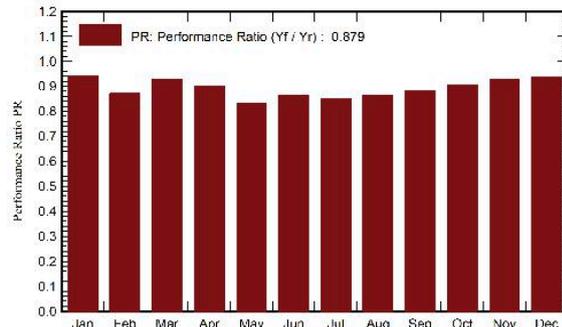
Specific production
Performance Ratio PR

1961 kWh/kWp/year
87.91 %

Normalized productions (per installed kWp)



Performance Ratio PR



Balances and main results

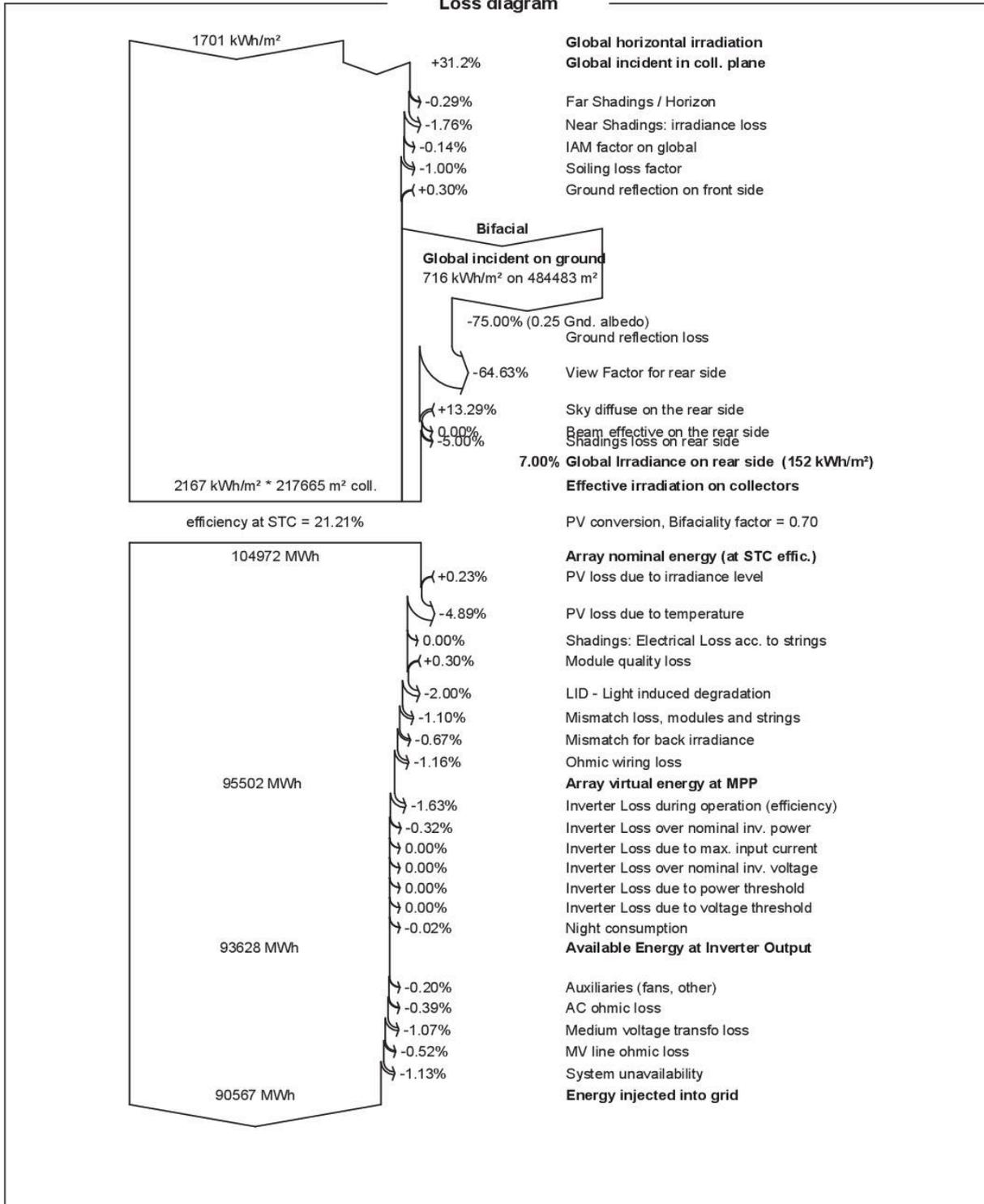
	GlobHor kWh/m ²	DiffHor kWh/m ²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray MWh	E_Grid MWh	PR ratio
January	58.6	29.90	10.27	76.1	72.7	3435	3307	0.940
February	81.7	33.40	10.37	107.0	103.5	4835	4304	0.871
March	126.8	53.80	12.12	163.2	158.0	7256	6989	0.927
April	168.7	62.30	14.24	218.4	212.1	9469	9104	0.903
May	200.4	75.40	17.27	257.7	250.5	11005	9927	0.834
June	229.0	65.40	21.67	298.6	291.0	12366	11878	0.862
July	242.4	58.20	24.36	322.2	314.6	13184	12665	0.851
August	212.3	54.40	24.10	285.5	278.6	11874	11419	0.866
September	154.5	49.90	21.89	205.1	199.4	8665	8339	0.880
October	107.6	42.30	18.82	141.5	137.0	6143	5924	0.906
November	64.8	29.90	14.70	84.3	81.3	3754	3617	0.929
December	54.4	26.70	11.36	71.5	68.4	3214	3094	0.937
Year	1701.2	581.60	16.80	2231.2	2167.1	95200	90567	0.879

Legends

GlobHor	Global horizontal irradiation	EArray	Effective energy at the output of the array
DiffHor	Horizontal diffuse irradiation	E_Grid	Energy injected into grid
T_Amb	Ambient Temperature	PR	Performance Ratio
GlobInc	Global incident in coll. plane		
GlobEff	Effective Global, corr. for IAM and shadings		



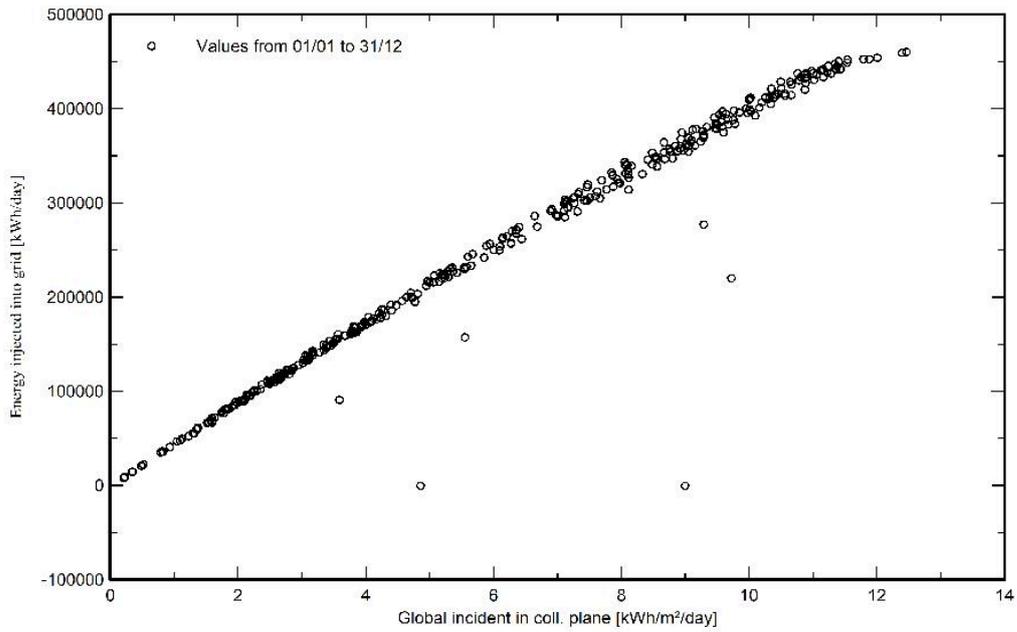
Loss diagram



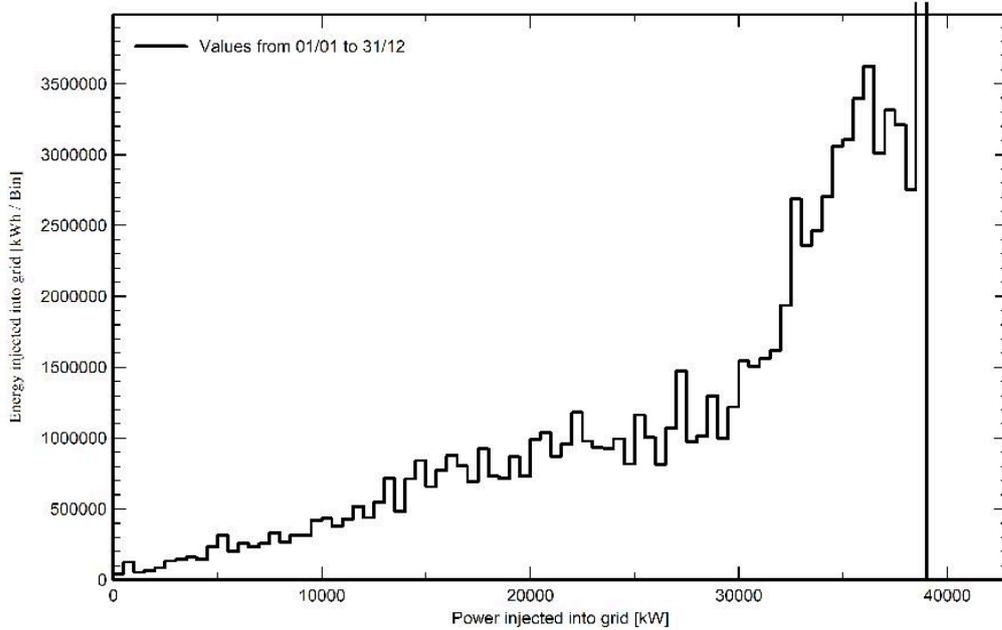


Special graphs

Daily Input/Output diagram



System Output Power Distribution



3 LOCALIZZAZIONE DEL PROGETTO

3.1 Inquadramento Geografico e Territoriale

L'area presa in considerazione nel presente progetto ricade nel territorio comunale di Sassari e si divide in due lotti, uno in località Bazzinitta e l'altro in località Serra Fenosa, posizionati ad una distanza media di circa 17 km in direzione Ovest rispetto al nucleo urbano della città di Sassari, ad una distanza media di circa 2 km in direzione Sud rispetto al nucleo urbano di Campanedda, ad una distanza media di circa 2.3 km in direzione Nord rispetto al nucleo urbano di Rumanedda, la porzione nord dell'impianto è localizzata a Nord-Est rispetto all'incrocio viario tra la SP42 e la SP18 e la porzione Sud dell'impianto confina a Sud con la SP65.

L'area di studio ricade amministrativamente all'interno del territorio di Sassari (SS), ovvero, più in dettaglio, nel settore Ovest del territorio comunale.

Cartograficamente questa area è all'interno delle tavole CTR regionali alla scala 1:10.000 denominate Elemento n. 458080 ed Elemento n. 459050.

L'area interessata dal progetto è raggiungibile grazie ad una fitta rete di strade di vario ordine presenti in zona; tra queste l'arteria di collegamento più importante è costituita dalle Strade Provinciali SP42 e SP65, oltre che da varie strade comunali che collegano le porzioni di campo agrivoltaico oggetto del presente studio.

I due lotti dell'impianto sono rispettivamente a circa 6,4 km (porzione Nord) e 4 km (porzione SUD) in direzione Ovest, distanti in linea aerea dalla Stazione Elettrica Utente SE.

I due lotti verranno collegati tramite un cavidotto interrato della lunghezza di circa 8.650 ml.

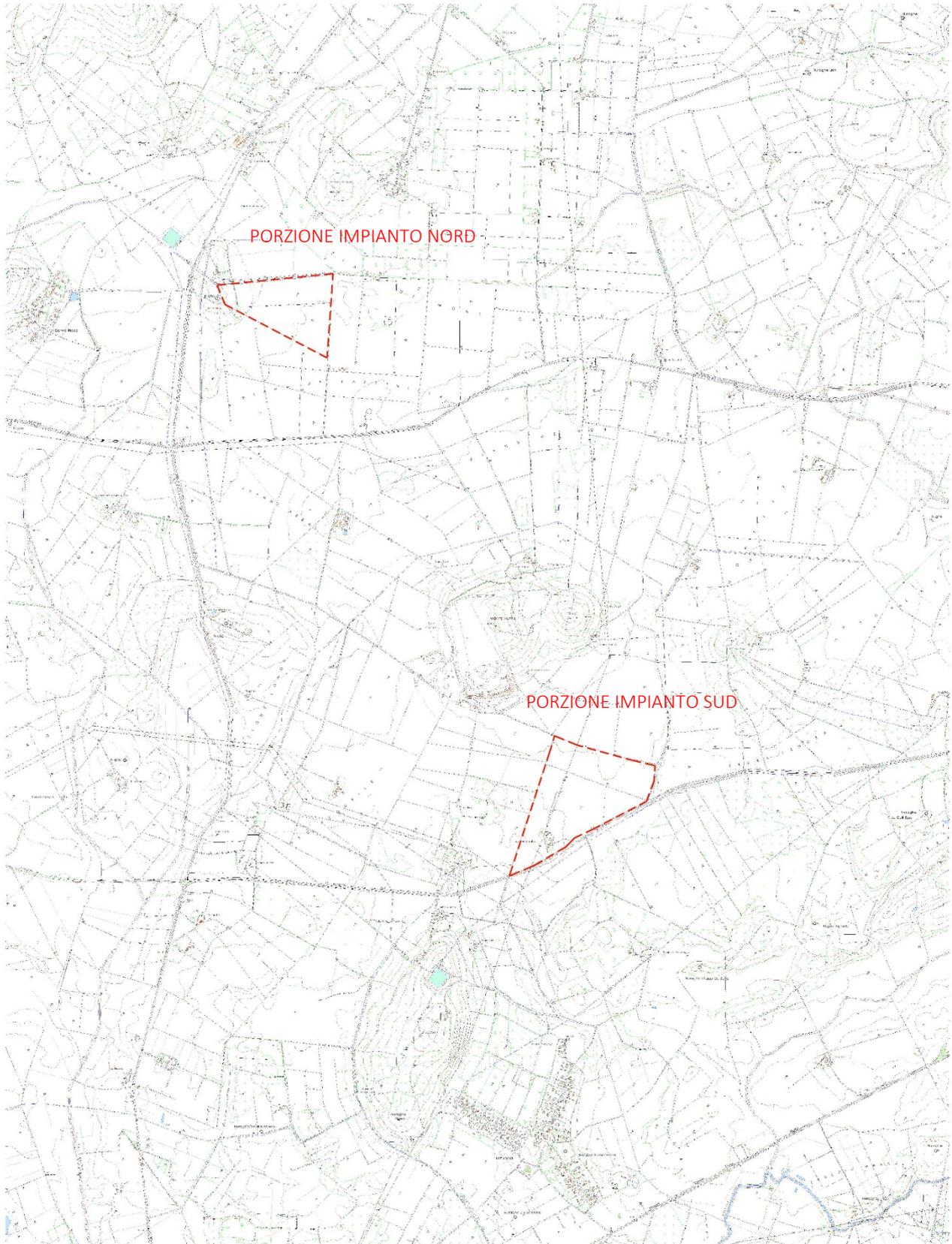
La Stazione Elettrica Utente SE realizzata in adiacenza alla futura Stazione Elettrica di Trasformazione RTN 380/150 kV che verrà inserita in entra – esce alla linea 380 kV "Fiumesanto Carbo – Ittiri".



Inquadramento regionale



Stralcio Ortofoto



Inquadramento area intervento su CTR



Area Impianto - Stralcio Catastale Comune di Sassari Sez. B Fg. 78

L'impianto fotovoltaico ricade sulle particelle del Comune di Sassari Sez.B al Fg. 78 - p.lle 17, 21, 30, 80, 174, 175, 176, 186, 187 e al Fg. 92 p.lle 32, 33, 99.

Secondo il P.R.G. vigente nel comune di Sassari le aree ricadono in zona Agricola del vigente Piano Urbanistico Generale.

L'impianto non insiste all'interno di nessuna area protetta, tantomeno in aree SIC o ZPS.

3.2 Inquadramento Geologico e Geomorfologico

L'area è caratterizzata da rilievi dalle forme generalmente dolci ed arrotondate, fortemente incise da un fitto reticolo idrografico.

Alla meso-scala, dal punto di vista morfologico il sito in esame è caratterizzato da forme dolci sub pianeggianti.

Dal punto di vista geomorfologico, l'area ben si inquadra in un contesto dove prevalgono i fenomeni deposizionali.

Dal Punto di vista litologico, si registra la presenza di Calcari micritici e micriti argillose di piattaforma (Cretacico-Giurassico superiore).

Per quel che concerne la caratterizzazione geomorfologica di dettaglio del lotto oggetto del presente studio geologico-tecnico, è possibile affermare che l'area stessa sia collocata in una zona sub-pianeggiante, caratterizzata dall'assenza di aree a rischio geomorfologico.

L'area oggetto di intervento, infine, rientra nelle competenze dell'Autorità Di Bacino della Regione SARDEGNA.

Detta area rientra risulta esclusa da qualsiasi perimetrazione di Rischio Frana e Alluvione definita dai Piani di Bacino. Il terreno interessato dal Progetto di cui in oggetto risulta quindi stabile, essendo privo di qualunque indizio di disequilibrio passato, in atto o potenziale in seno ai terreni oggetto di intervento.

Per le considerazioni di dettaglio si rimanda alla Relazione Geologica redatta dal Tecnico Specialista.

3.3 Inquadramento Idrografico e Idrogeologico

Lo schema generale della circolazione idrica sotterranea dell'area di studio risulta strettamente controllato dall'assetto strutturale, ereditato dai complessi eventi tettonici che si sono verificati nel corso di milioni di anni.

L'area oggetto di studio è interessato dai Bacini Idrografici Barca e Mannu di Porto Torres.

Per quanto riguarda le caratteristiche idrologiche dell'area oggetto di intervento, l'area d'intervento è collocata ad est rispetto al Mannu di Porto Torres, principale corso d'acqua dell'area.

Lo stesso è interessato da piccoli affluenti minori.

Da un punto di vista idrogeologico, il complesso idrogeologico a cui fare riferimento è quello che comprende le litologie calcareo-marnose della Formazione di Borutta, che presenta un tipo di permeabilità misto, con una porosità primaria di grado medio-basso e una permeabilità per

fessurazione di grado sempre medio-basso. Tuttavia il grado di permeabilità è funzione della presenza dei minerali argillosi che si producono a seguito dell'alterazione meteorica soprattutto nei livelli marnosi; in caso di alterazione molto spinta si può arrivare anche all'impermeabilità.

Dalle prove penetrometriche eseguite in sito non è stata rilevata la presenza di una falda superficiale.

Detta area di intervento risulta esclusa da qualsiasi perimetrazione da RISCHIO ALLUVIONE definita dai Piani di Bacino.

Per le considerazioni di dettaglio si rimanda alla Relazione Geologica redatta dal Tecnico Specialista.

3.4 Inquadramento paesaggistico

L'impianto si inserisce all'interno della pianura della Nurra un'area agricola pianeggiante del nord-ovest della Sardegna, situata nel quadrilatero compreso fra Alghero, Sassari, Porto Torres e Stintino.

L'area ha dato il nome all'omonimo consorzio di bonifica che si è occupò di riqualificare i territori, così come già in epoca fascista per favorire la creazione di Fertilia.

Il suo territorio è stato suddiviso in 2 dagli ambiti di paesaggio presenti nella fase costiera del piano paesaggistico regionale della regione Sardegna: la parte sud cioè dalla torre di Poglina fino alla torre di porto Ferro è stata inclusa nell'ambito 13 denominato Alghero, mentre da porto Ferro fino all'isola dell'Asinara è stata inclusa nell'ambito 14 che prende il nome di golfo dell'Asinara.

Paesaggio Naturale

In larga massima la pianura in cui si colloca l'impianto in progetto si caratterizza per una scarsa bio-permeabilità che si riflette in un paesaggio rurale dove è ancora possibile ritrovare elementi di naturalità concentrati solo nelle fasce ripariali dei corsi d'acqua o, in taluni casi, nei confini poderali o ancora residuali e sporadici sistemi forestali nei tratti più accidentati.

Nel periodo estivo sono predominanti le coltivazioni cerealicole ma è particolarmente estesa anche la coltura dell'olivo ma soprattutto nella zona di Alghero come anche, sempre nel sud, la coltivazione della vite.

Il paesaggio della Nurra oggi appare, generalmente, spoglio, costituito in gran parte da estesi pascoli, da macchia mediterranea e gariga resti delle grandi foreste che un tempo la ricoprivano sino all'Ottocento, quando la regione fu stravolta dalla deforestazione piemontese ed un grave incendio. Dell'antico splendore oggi rimangono solo sparuti residui di foreste a galleria, lungo le valli, del paesaggio forestale di un tempo.

Paesaggio Agrario

L'areale di studio si caratterizza, nell'area a sud e ovest del medio corso del Riu Mannu (di Porto Torres), da una tipologia rurale prevalente legata alle colture seminative caratterizzate da un quasi assente o poco inciso reticolo idrografico.

Assente, l'alto valore della coltura della vite che caratterizza invece la parte a sud e sud ovest dell'ambito che costituisce l'elemento ordinatore di un mosaico in cui si alterna all'oliveto e mostrando pochi elementi di artificializzazione.

Le criticità sono piuttosto differenti da contesto a contesto per quanto resistano vari elementi di naturalità lungo il corso dei fiumi principali il paesaggio rurale è tuttavia alterato nei suoi caratteri tradizionali da un'agricoltura fortemente industrializzata e legata al sistema consorziale ai fini irrigui.

Si percepisce un generalizzato abbandono tanto del patrimonio edilizio rurale, quanto delle biodiversità agricole. Si segnala come la monocoltura abbia ricoperto gran parte di quei territori rurali oggetto della riforma agraria. I cereali determinano comunque una bassa produttività come confermato nell'analisi della tipologia dei suoli ai fini agricoli. Il sistema del consorzio irriguo e quindi la notevole disponibilità d'acqua è l'occasione per l'impianto di colture ad alta redditività che potrebbero, con un opportuno investimento iniziale, instaurare un sistema di biodiversità che sarà senz'altro il volano per l'incremento della diversificazione eco-agropastorale.

Paesaggio Insediativo

Sono presenti importanti testimonianze dell'antica industria mineraria sarda, i villaggi e le miniere dell'Argentiera e Canaglia, sono parte integrante del Parco geominerario storico ed ambientale della Sardegna che si colloca a circa 9 km a ovest dell'impianto. Prima delle opere di bonifica e di colonizzazione agraria effettuate durante il periodo fascista e, successivamente, nel dopoguerra, dall'ETFAS, la Nurra, risultava essere una delle regioni meno densamente popolate d'Italia (con appena 5 ab/km²), nonostante al suo margine fossero localizzati alcuni dei centri urbani più popolosi dell'isola.

La mancanza di presenza antropica in questa regione era indirizzabile principalmente alla presenza della malaria, e, soprattutto, alla penuria di risorse idriche, dovute a fattori idrogeologici, fenomeno che si riscontra, ancora oggi, maggiormente, lungo le alture scistose mesozoiche della Nurra Occidentale. Oggi il territorio conta un discreto numero di abitanti soprattutto apportati da Alghero, Stintino e Porto Torres, a cui si aggiungono quelli localizzati in centri di piccole dimensioni, frazioni del comune di Sassari come Tuttubella, Campanedda, La Corte, Palmadula, l'Argentiera, Canaglia, La Pedraia, Biancareddu.

In particolare Tuttubella (in passato Rumanedda dall'omonimo nuraghe presente nella zona) che dista circa 1.500 metri a Sud dell'impianto in progetto, è una borgata del comune di Sassari situata in prossimità della strada statale 291 e si trova in posizione equidistante dai centri di Sassari e Alghero, dai quali dista circa 20 chilometri. La borgata conta circa 500 abitanti ed è sorta alla fine degli anni Cinquanta con la riforma agraria dell'allora ministro dell'Agricoltura Antonio Segni oggi mette in luce un grande attaccamento al centro urbano da parte dei suoi abitanti che ha messo insieme famiglie provenienti da diverse zone della Sardegna e che si riflette sulle abitazioni linde, ordinatissime e curate in ogni particolare.

L'area individua un paesaggio acerbo nei suoi caratteri naturali ed antropici ma molto ben strutturata e, occasionalmente, di notevole interesse seppur da considerarsi come emergenze spesso puntuali e localizzate dal punto di vista storico e archeologico.

Si deve sottolineare comunque che l'installazione dell'impianto è prevista in aree libere da vincoli o fasce di rispetto così come sono state individuate dalla normativa regionale.

4 DESCRIZIONE GENERALE

La superficie catastale delle particelle occupate dall'impianto agrivoltaico è pari a 798.699 mq e la realizzazione dell'impianto occupa un'area di circa 68,2 ettari al fine di evitare le aree di rispetto soggette a prescrizioni ambientali e servitù.

Si prevede l'installazione di 79.612 moduli fotovoltaici per ottenere una potenza installabile di 46,175 MWp ed una potenza di immissione in rete di 39 MWac.

L'intervento non comporta trasformazioni del territorio e la morfologia dei luoghi rimarrà inalterata.

I moduli fotovoltaici saranno installati su tracker mono-assiali disposti lungo l'asse geografico nord-sud in funzione delle tolleranze di installazione delle strutture di supporto tipologiche ammissibili variabili tra il 5% al 15%.

All'interno del campo solare, prima di effettuare la posa dei pannelli mediante infissione dei Tracker verranno eseguiti dei piccoli livellamenti superficiali per rendere più omogeneo possibile il campo solare. I livellamenti interesseranno solo lo strato areato e superficiale presente così come evidenziato nella Relazione Geologica. Le eventuali porzioni di terreno asportate verranno comunque impiegati sempre all'interno dell'area dell'impianto.

Non saranno effettuati movimenti di terreno profondi, ed eventuali trasporti in discariche autorizzate seguiranno le indicazioni del Piano delle Terre Rocce da Scavo.

Le aree interessate dall'intervento sono idonee all'installazione dei tracker e la caratterizzazione delle pendenze delle aree riporta valori compatibili con le tolleranze ammesse dall'installazione delle strutture di supporto dei moduli fotovoltaici, per definire una ottimale posizione dei moduli minimizzando i movimenti di terreno.

Le condizioni morfologiche garantiscono una totale esposizione dei moduli ai raggi solari durante le ore del giorno e queste costituiscono le premesse della progettazione definitiva per ottenere la migliore producibilità nell'arco dell'anno.

Non sono interessati corpi idrici pubblici e non saranno modificate le eventuali linee di impluvio presenti all'interno della aree.

Durante la costruzione e l'esercizio sarà previsto l'utilizzo della sola risorsa suolo legata all'occupazione di superficie.

La superficie sottratta interessa suoli attualmente destinati a seminativi a bassa valenza ecologica. Le superfici sottratte saranno quella strettamente necessarie alle opere di gestione e manutenzione dell'impianto.

Non è previsto lo stoccaggio, il trasporto, l'utilizzo, la movimentazione o la produzione di sostanze e materiali nocivi. La realizzazione e la gestione dell'impianto agrivoltaico non richiede né genera sostanze nocive. È prevista la produzione di rifiuti solo durante la fase di cantiere, molti dei quali potranno essere avviati a riutilizzo/riciclaggio. Durante la fase di esercizio la produzione di rifiuti è legata alle sole operazioni di manutenzione dell'impianto.

In fase di dismissione le componenti dell'impianto verranno avviate principalmente a centri di recupero e riciclo altamente specializzati e certificati.

L'adozione per il campo agrivoltaico del sistema di fondazioni costituito da pali in acciaio infissi al suolo azzerà la produzione di rifiuti connessi a questa fase.

In ogni caso i rifiuti, prodotti principalmente durante la fase di cantiere, saranno gestiti secondo quanto previsto dalla normativa vigente.

L'impianto agrivoltaico è privo di scarichi sul suolo e nelle acque pertanto non sussistono rischi di contaminazione del terreno e delle acque superficiali e profonde.

La regolarità del layout, oltre a dare un'immagine ordinata dell'insieme, consente rapidità di montaggio in fase di cantiere. I moduli fotovoltaici verranno installati su supporti metallici dimensionati secondo le normative vigenti in materia.

5 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

Durante la fase di cantiere si eseguiranno le seguenti operazioni:

- movimentazioni di terra per la realizzazione delle fondazioni per le apparecchiature elettromeccaniche, delle carpenterie in sottostazione, del TRAF0 AT/MT, dei basamenti prefabbricati per le Unità di Conversione Inverter che saranno della tipologia Skid outdoor, della cabina in Sottostazione, dei cavidotti MT e bt e del cavidotto per la linea di connessione AT;
- esecuzione delle opere civili ed impiantistiche.

Nella realizzazione del campo agrivoltaico si procederà alla compattazione in sito delle sole superfici adiacenti le cabine elettriche ospitanti quadri, inverter e trasformatori, lasciando indisturbate le rimanenti aree, salvo la regolarizzazione dello strato superficiale di suolo propedeutico all'infissione delle strutture metalliche di sostegno dei pannelli e della recinzione perimetrale.

Lungo il perimetro degli impianti sarà realizzata una fascia a verde con messa a dimora di una siepe a mitigazione e a schermatura visiva in prossimità delle aree esterne.

La realizzazione del sistema di illuminazione e antintrusione perimetrale, che entra in funzione solo in caso di intrusioni o di attività di manutenzione, consiste nell'installazione di lampioni (circa 90), ogni 50/70 m circa. Allo scopo sarà necessario realizzare 90 fondazioni in c.a, 1mx1mx1m, per un volume complessivo di circa 45/60 mc.

Le cabine elettriche di conversione (Power Station) saranno posate su plinti in cemento armato posizionati puntualmente sotto i piedi di appoggio dei container. Le maggiori opere in c.a. dovute alla realizzazione del campo agrivoltaico, saranno superficiali e di dimensioni ridotte e saranno facilmente asportabili alla fine del ciclo di vita dell'impianto.

La realizzazione della viabilità interna a carattere agricolo, concepita a servizio delle attività di esercizio e manutenzione dell'impianto agrivoltaico occupa una superficie di circa 19.900 mq e sarà realizzata con materiali misto di cava stabilizzato facilmente asportabile a fine vita dell'impianto.

Le superfici occupate saranno quelle strettamente necessarie alla gestione dell'impianto e non pregiudicheranno lo svolgimento delle pratiche agricole che potranno continuare indisturbate sulle aree contigue a quelle interessate dall'intervento.

I cavidotti saranno interrati e lì dove attraversano i campi e le aree esterne alla recinzione dell'impianto avranno profondità di non inferiore a 1,2m dal piano campagna senza pregiudicare l'esecuzione delle arature profonde.

La produzione di rifiuti sarà minima e legata alla sola manutenzione dell'impianto. Gli eventuali rifiuti prodotti saranno gestiti secondo quanto previsto dalla normativa vigente.

Non si registrano scarichi ed emissioni solide, liquide e gassose di alcun tipo, e quindi contaminazione del suolo, del sottosuolo, dell'aria e delle acque superficiali e profonde.

L'impianto andrà ad insistere su terreni da sempre destinati ad uso agricolo sui quali non si svolgono attività che possano contaminare i terreni.

I volumi di scavo verranno utilizzati interamente in sito per il ripristino della viabilità e delle piazzole di cantiere, il rinterro delle fondazioni superficiali, la riprofilatura dell'intera area di cantiere ed il raccordo con il terreno esistente.

I volumi di terra, prima di essere totalmente riutilizzati per le modalità precedentemente descritte, verranno accantonati localmente nei pressi dell'area d'intervento.

6 FASI E TEMPI DI ESECUZIONE

Il programma di esecuzione del progetto può essere stimato di 12 mesi.

I lavori di costruzione saranno organizzati per raggiungere i seguenti obiettivi:

- Garantire procedure efficienti durante le fasi di costruzione;
- Ottimizzare le distanze di trasporto e l'utilizzo delle attrezzature da costruzione.
- Garantire che i carichi di lavoro richiesti per la gestione delle attività lavorative siano coperti dalla forza lavoro pertinente espressa in mezzi e personale.

Durante i 12 mesi verranno eseguite le seguenti attività in cui alcune fasi si potranno accavallare nei tempi di esecuzione:

- | | |
|---|-----------------------|
| • Preparazione dell'area di cantiere: | 15 giorni lavorativi |
| • Preparazione superficiale del terreno: | 25 giorni lavorativi |
| • Installazione della recinzione: | 60 giorni lavorativi |
| • Installazione delle fondazioni dei tracker: | 90 giorni lavorativi |
| • Assemblaggio strutture tracker: | 70 giorni lavorativi |
| • Installazione dei moduli fotovoltaici: | 70 giorni lavorativi |
| • Cavidotti BT / MT: | 40 giorni lavorativi |
| • Preparazione terreno per le apparecchiature di conversione: | 20 giorni lavorativi |
| • Installazione Inverter Stations: | 25 giorni lavorativi |
| • Installazione cavi BT / MV: | 30 giorni lavorativi |
| • Installazione e cablaggi cassette stringa: | 40 giorni lavorativi |
| • Installazione sistema antintrusione: | 30 giorni lavorativi |
| • Costruzione Sottostazione Elettrica di impianto: | 100 giorni lavorativi |
| • Collaudi: | 30 giorni lavorativi |
| • Connessione alla rete: | 15 giorni lavorativi |
| • Pulizia e sistemazione sito: | 15 giorni lavorativi |

7 OPERE CIVILI

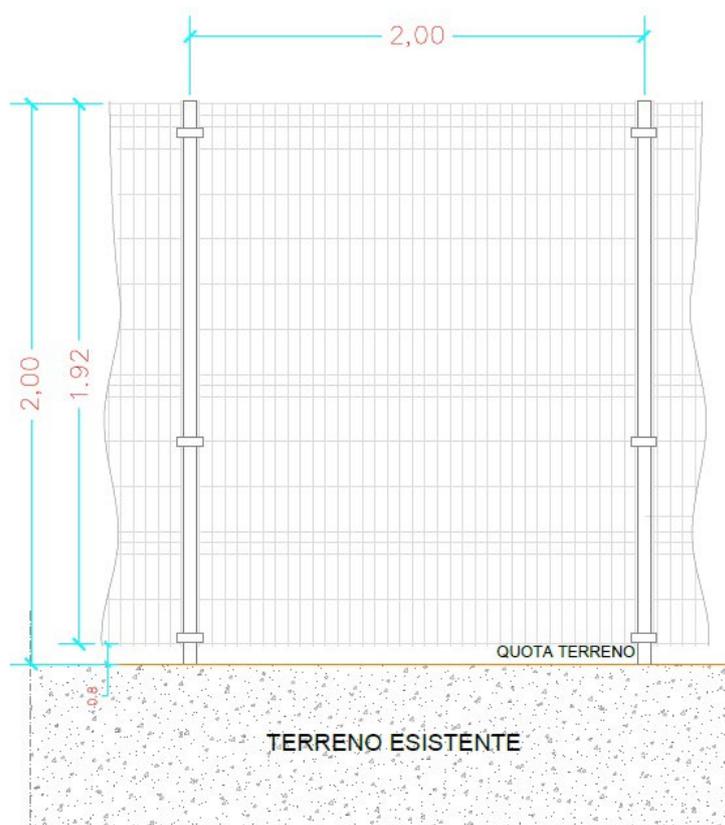
Le opere civili constano in:

- realizzazione della recinzione e sistemazione dell'area, compreso il livellamento del terreno ove ritenuto necessario per agevolare l'installazione delle strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici;
- realizzazione della viabilità interna a carattere agricolo con accessi dalla viabilità esistente;
- posa in opera e installazione delle strutture di supporto inclusi i moduli fotovoltaici;
- realizzazione degli scavi per la posa di condotti e pozzetti interrati per gli impianti elettrici e per la realizzazione degli impianti di terra;
- posa in opera delle cabine elettriche di impianto, comprese le relative fondazioni;
- realizzazione stazione elettrica di connessione 150/30 kV;
- posa in opera del sistema di illuminazione/videosorveglianza, comprese le relative fondazioni;
- posa in opera delle essenze arboree perimetralmente all'area.

7.1 Recinzione e cancello di ingresso

Il progetto prevede la realizzazione di una recinzione perimetrale di lunghezza complessiva di circa 5.350 ml e di altezza pari a 2.00 m, con pannelli in rete elettrosaldata a maglie rettangolari in tonalità RAL 6005 verde muschio da fissare su profili tubolari infissi nel terreno, come meglio specificato nelle tavole che fanno parte integrante del progetto e, in sintesi, nell'immagine che segue.

La superficie recintata di progetto è pari a circa 651.150 mq.



Tipologico recinzione perimetrale

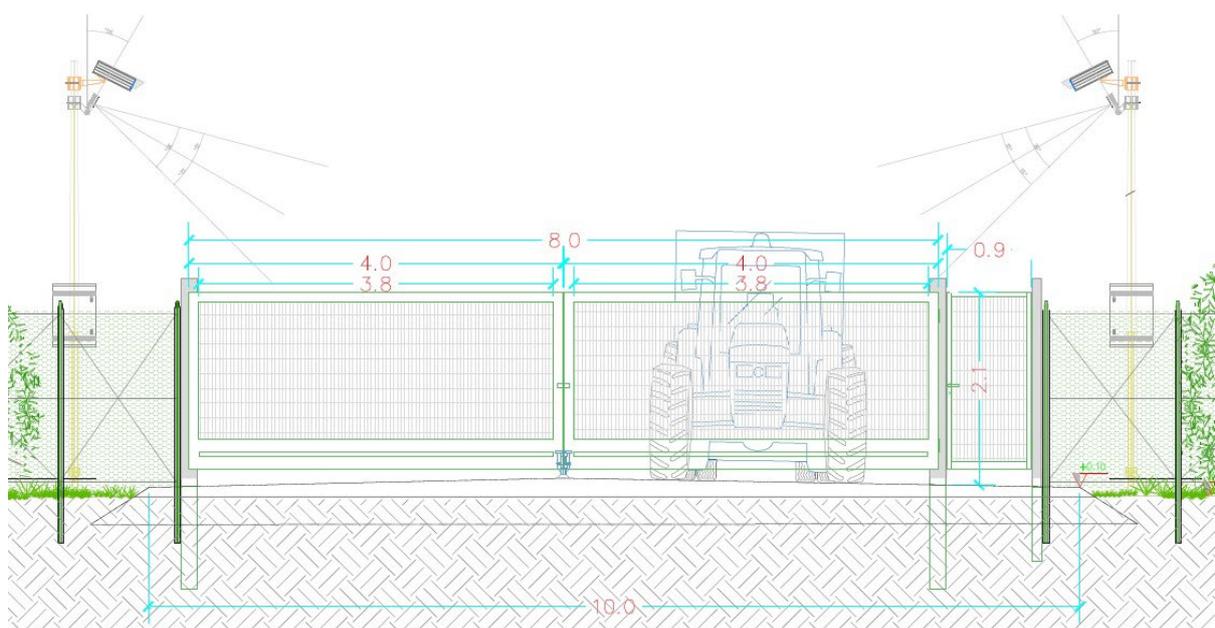


Tipologico sviluppo perimetrale recinzione

Quindi l'area verrà recintata perimetralmente da una rete, alta 200 cm, sostenuta da paletti a T o tubolari in acciaio zincato a fuoco e rete in acciaio griglia zincata a maglia quadrata, rettangolare o romboidale mm 50x50.

I paletti saranno di altezza fuori terra pari a 200 cm, infissi per una profondità variabile tra 60 e 150 cm direttamente nel terreno. L'interasse dei paletti sarà di 150/200 cm. Ogni 8-10 metri circa sulla recinzione saranno previste delle piccole aperture nella parte bassa al fine di permettere il passaggio di fauna di piccola taglia evitando conseguentemente che la recinzione assuma carattere di barriera ecologica. Nel caso fosse necessario potranno essere realizzati dei piccoli getti in cls superficiali per stabilizzare i basamenti dei pali della recinzione.

Gli accessi carrabili previsti sono circa 2.

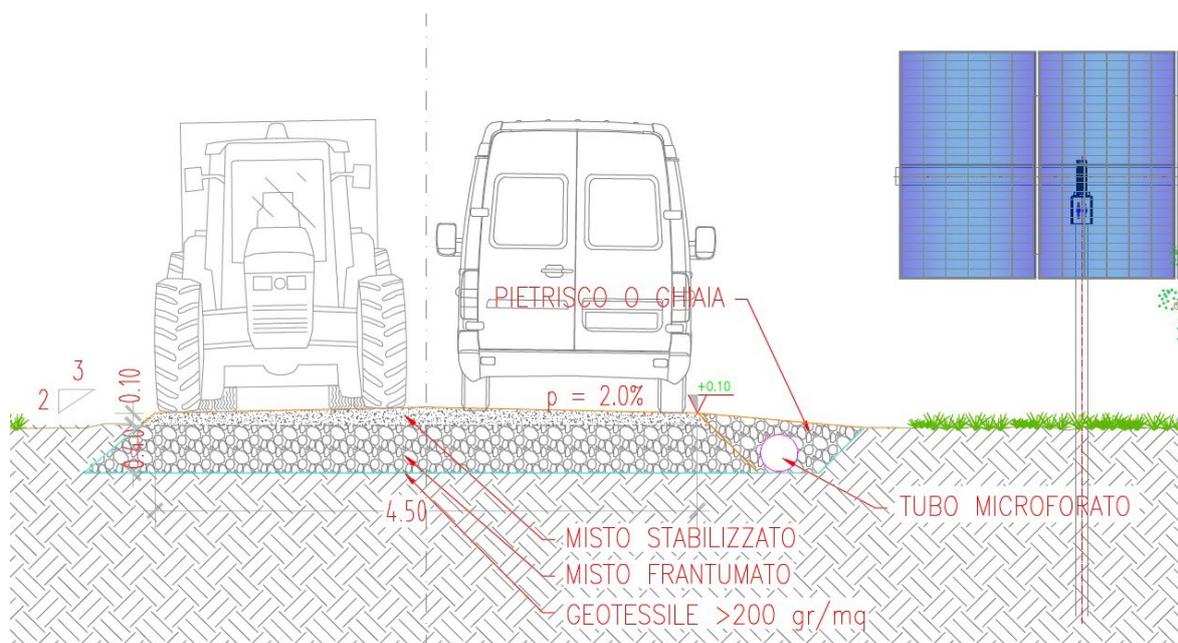
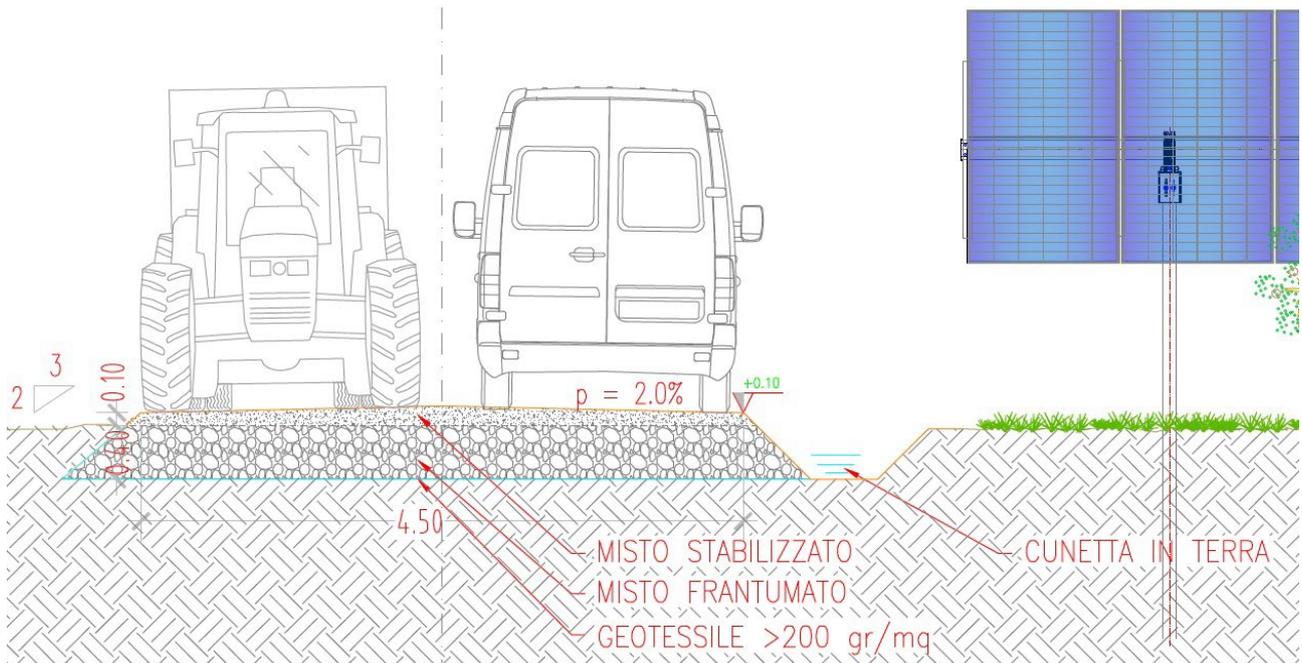


Tipologico cancello di accesso

7.2 Viabilità Interna a carattere agricolo

L'impianto è caratterizzato da accessi su viabilità interpodereale e strade vicinali a servizio dell'impianto agrovoltaiico e della sottostazione elettrica 150/30 kV, e da una viabilità interna a carattere agricolo di servizio, che conduce alle piazzole previste intorno alle unità di trasformazione Inverter, necessaria, sia in fase di realizzazione dell'opera che durante l'esercizio dell'impianto, per l'accesso alle parti funzionali dell'impianto e per le operazioni di controllo e manutenzione. Le viabilità interna sarà di larghezza pari a 4,5 m e avrà un raggio di curvatura interno di 5 m.

La superficie complessiva di progetto di viabilità e piazzole di progetto è di circa 19.900 mq.



Le nuove piazzole e la viabilità a carattere agricolo sarà realizzata, previo opportuno scavo, in battuto di ghiaia dello spessore di 5 cm su sottofondo in misto stabilizzato dello spessore variabile tra 25 e 35 cm, in modo da non artificializzare il terreno e mantenere così inalterata la naturale capacità di assorbimento delle acque meteoriche. Tale sistema non ostacola la permeabilità del terreno e consente di evitare la realizzazione di opere di canalizzazione. Le acque piovane verranno assorbite nel terreno in modo naturale in tutta l'area.

7.3 Impianto Video Sorveglianza e Sistema Antintrusione

Sarà previsto un impianto di video sorveglianza che integrato con l'impianto di antintrusione proteggerà l'impianto agrivoltaico da possibili intrusioni e da furti.

L'impianto di video sorveglianza sarà realizzato con telecamere fisse in grado di operare anche durante le ore notturne.

Le telecamere verranno messe in posizione tale da monitorare i punti più sensibili dell'intero impianto, quali l'ingresso dell'area, le cabine di trasformazione, ecc..

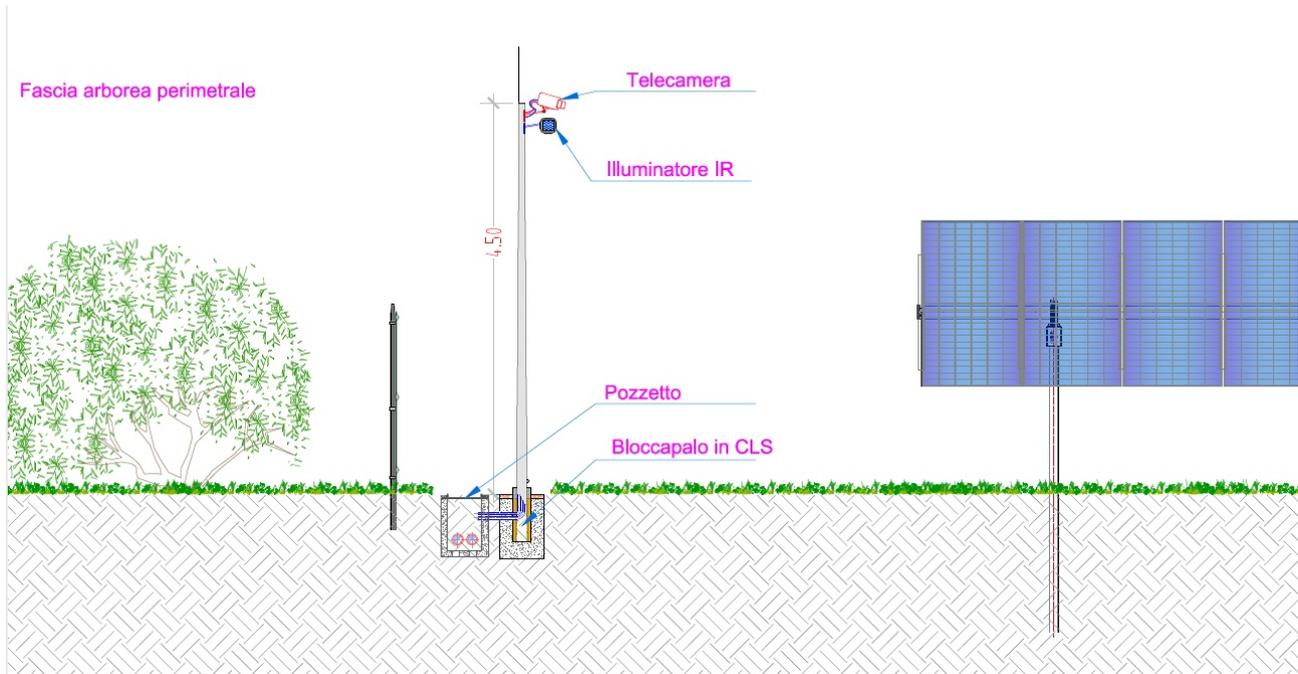
L'impianto di videosorveglianza sarà controllabile e manovrabile da remoto, da un operatore che da una cabina regia potrà controllare l'intera area. Le immagini acquisite dalle telecamere saranno registrate durante le 24h; le telecamere pertanto, saranno corredate di un opportuno software gestionale che consentirà all'operatore di selezionare la telecamera per monitorare la porzione di area di interesse.

L'impianto – ai fini della manutenzione e a garanzia della sicurezza della centrale fotovoltaica – prevede l'installazione di pali ogni 50/70m con altezza pari a 4,5m. Alla sommità di tali pali saranno installate telecamere a infrarossi e illuminatori a tempo, che potranno tuttavia essere attivati, solo quando strettamente necessario, anche durante eventuali manutenzioni notturne necessarie all'esercizio dell'impianto agrivoltaico.

Integrato si potrà prevedere un impianto antintrusione che garantirà una protezione adeguata all'intera area.

L'impianto di antintrusione sarà direttamente collegato con le forze dell'ordine, le quali saranno contattate in caso di effrazione.

L'impianto di antintrusione, inoltre, sarà dotato di commutatore telefonico che in caso di effrazione dell'impianto agrivoltaico contatterà sia le forze dell'ordine che il proprietario dell'impianto e tutte le persone memorizzate nel suo database secondo una priorità assegnata dal committente stesso.

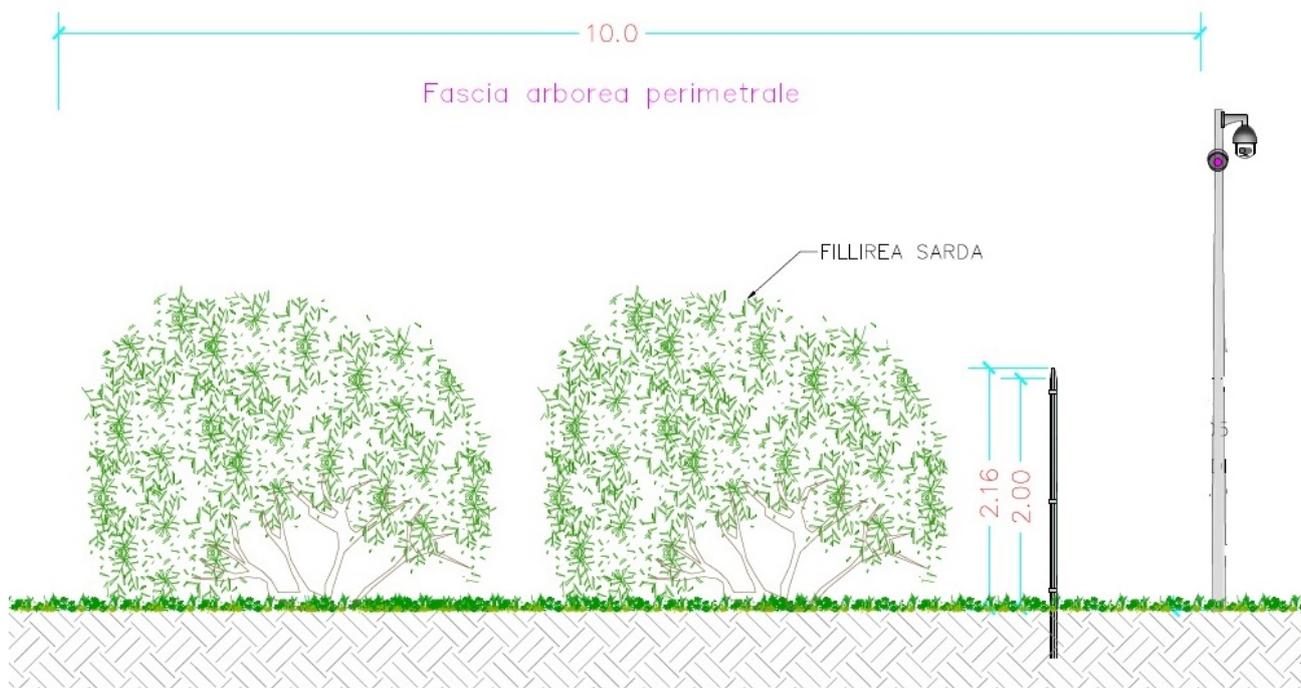


Esempio installazione Videosorveglianza - Tipico

7.4 Mitigazione Perimetrale

Esternamente alla recinzione, è prevista la messa a dimora di una fascia perimetrale di circa 10m di essenze tipiche del luogo all'esterno della recinzione di altezza pari alla stessa. La siepe perimetrale contribuirà a schermare l'impianto e contribuirà all'inserimento paesaggistico e ambientale dell'opera.

La superficie occupata dalla fascia di mitigazione perimetrale di progetto è pari a circa 30.400 mq.



Sezione Fascia Arborea Perimetrale - Tipico

7.5 Cabine di Conversione Inverter (Power Station)

Le cabine di conversione Inverter (Power Station) saranno della tipologia a SKID con i vantaggi tecnici e la flessibilità degli inverter centrali modulari.

Saranno installate 10 cabine di conversione Inverter Station.

In fase di progetto esecutivo il numero e le dimensioni delle Inverter Station potrà variare a seconda di eventuali ottimizzazioni tecniche necessarie.

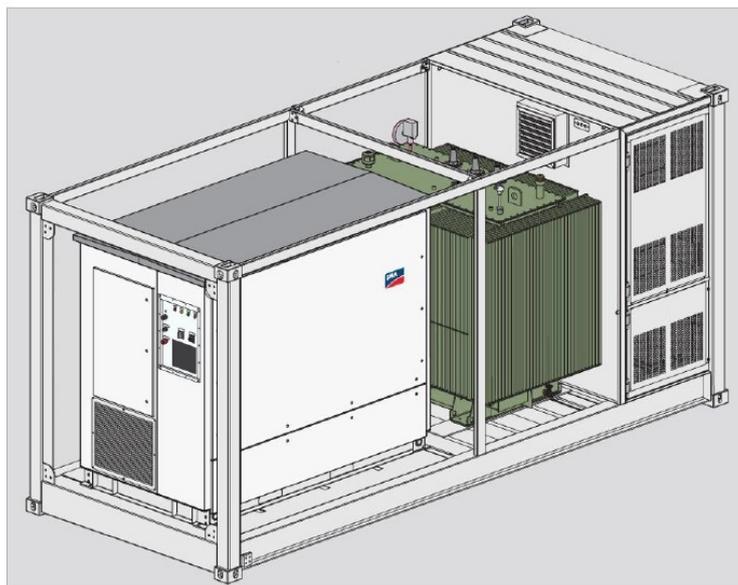
Queste Inverter Station consentono il dimensionamento ottimale degli impianti FV fornendo il minor costo di sistema e la massima resa grazie a una perfetta combinazione di appositi componenti di media tensione è in grado di offrire una densità di potenza ancora maggiore all'interno di un container da 20 piedi che può essere consegnato chiavi in mano in tutto il mondo. Ideale per la nuova generazione di centrali fotovoltaiche da 1500 VCC di tensione, questa soluzione integrata assicura semplicità di trasporto nonché rapidità di montaggio e messa in servizio.

MVPS for SC UP

- **MVPS-4000-S2-10**
- **MVPS-4200-S2-10**
- **MVPS-4400-S2-10**
- **MVPS-4600-S2-10**

MVPS for SC UP-US

- **MVPS-4000-S2-US-10**
- **MVPS-4200-S2-US-10**
- **MVPS-4400-S2-US-10**
- **MVPS-4600-S2-US-10**



MoW-Skid according to IEC 62271-202

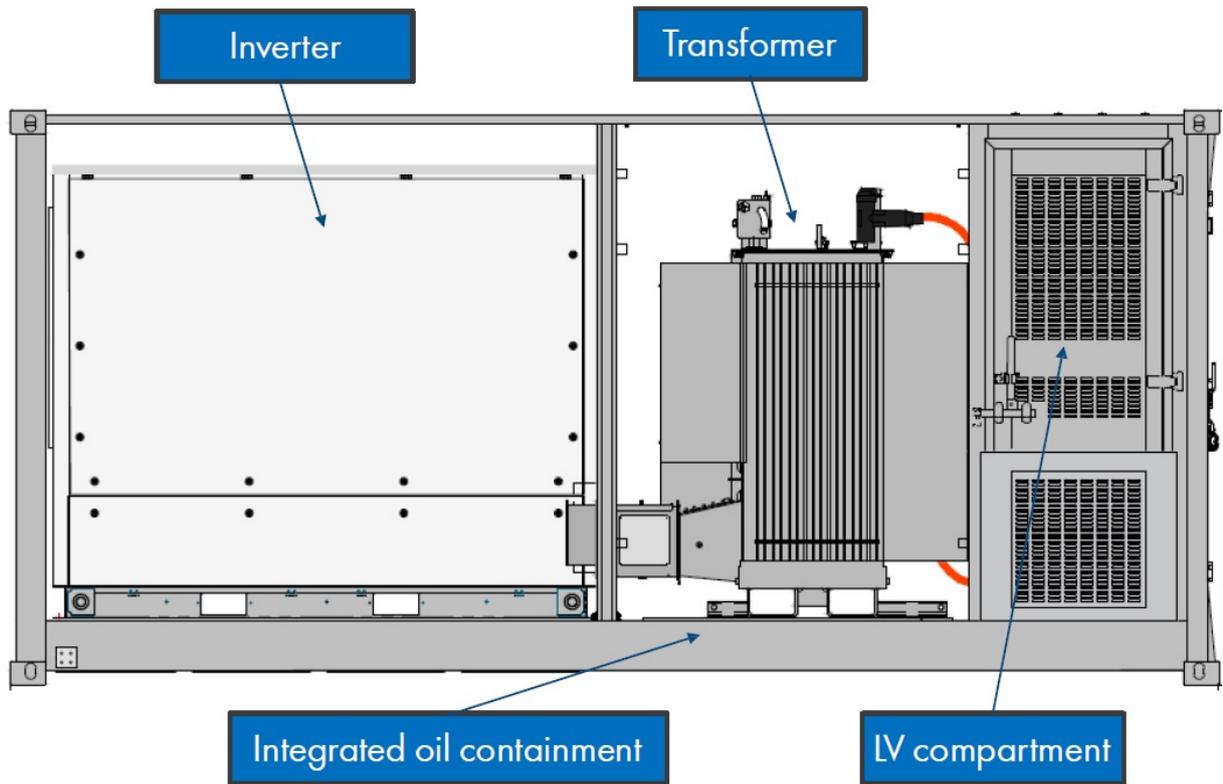
US-Skid according to UL 1741

Layout tipologico Cabina di Conversione

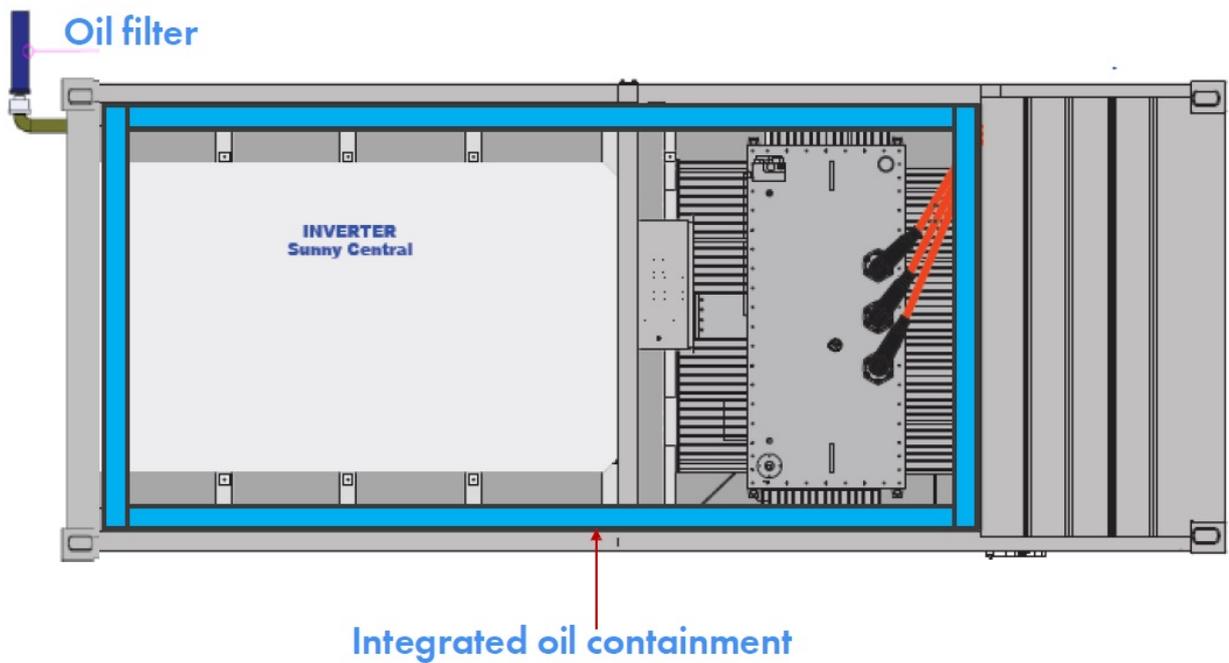
Principali Caratteristiche:

- Per tutte le tensioni di rete delle centrali fotovoltaiche
- Soluzione di piattaforma per una progettazione flessibile delle centrali fotovoltaiche
- Pronta per condizioni ambientali complesse
- Soluzione chiavi in mano
- Container marittimo compatto da 20 piedi
- Componenti testati prefiniti
- Completamente omologato
- 5 anni di garanzia su tutti i componenti

- Efficienza dei costi
- Bassi costi di trasporto
- Costi di installazione minimi

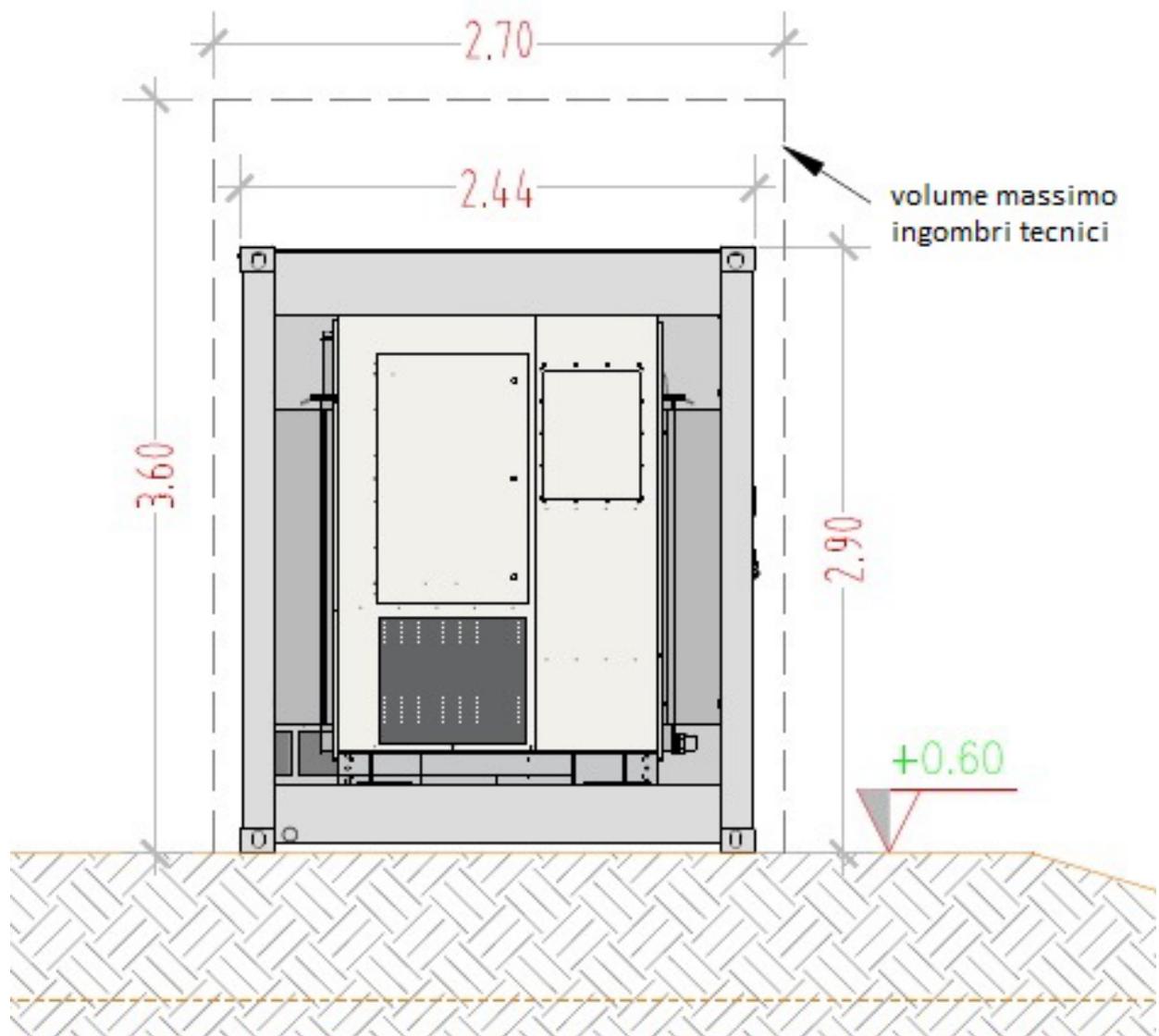


Configurazione Tipologica Cabina di Conversione



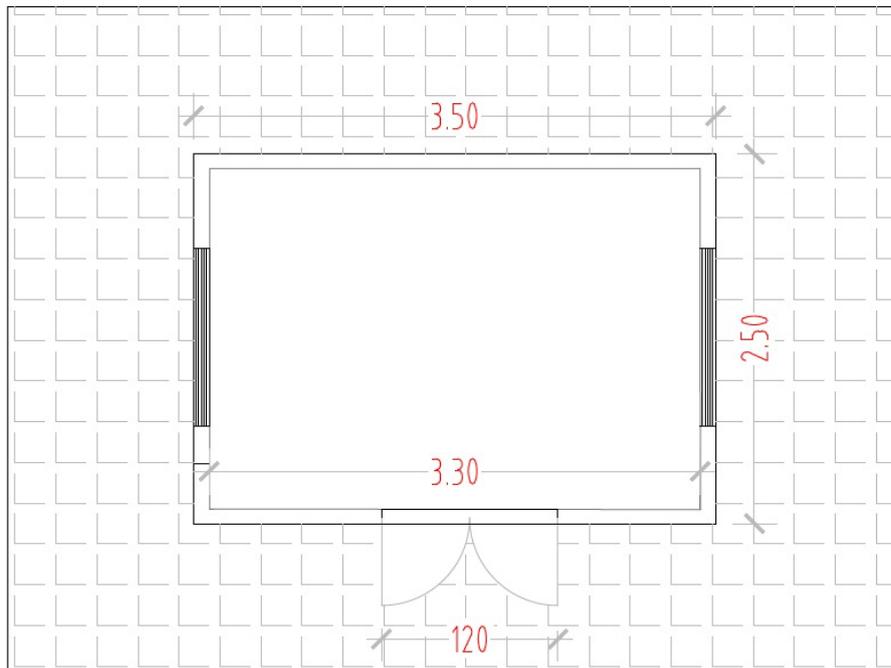


Tipologico ingombro prospetto frontale Cabina Inverter

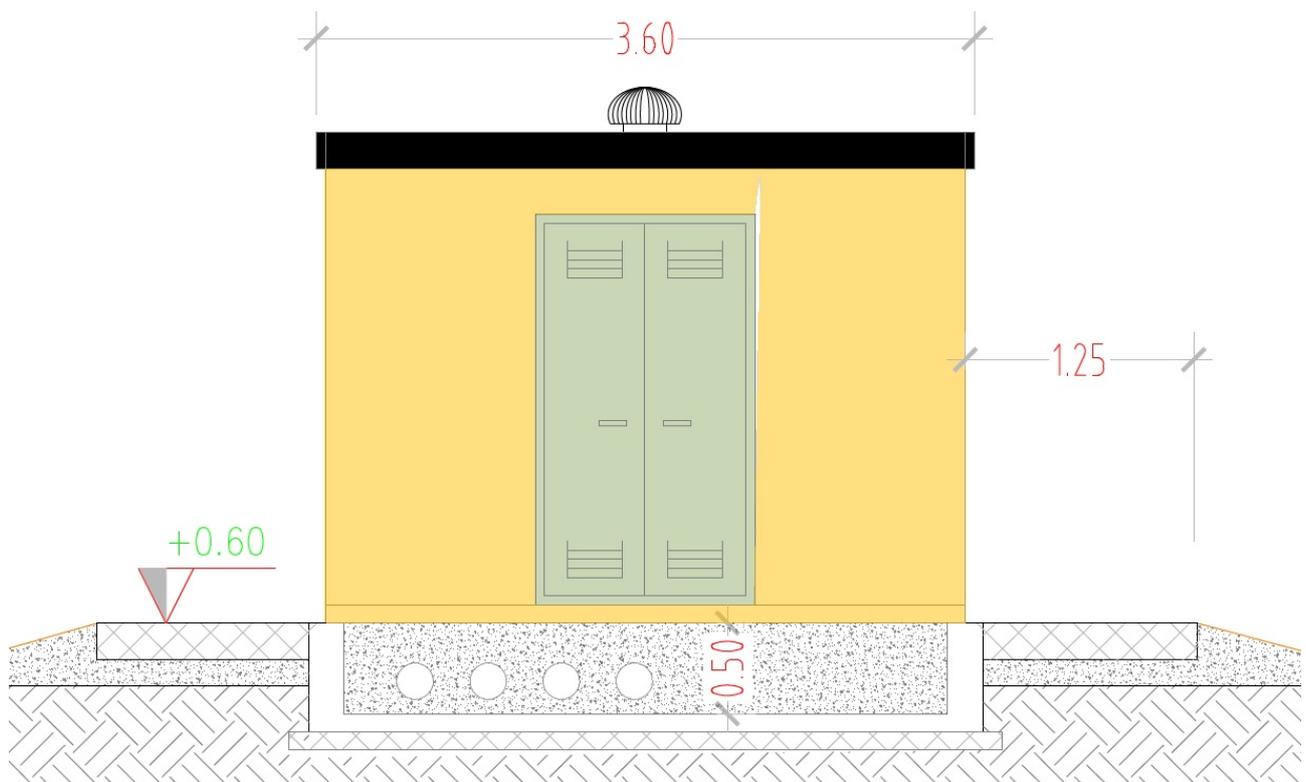


Tipologico ingombro prospetto laterale Cabina Inverter

Per ogni Power Station verrà installata una cabina ausiliaria avente le seguenti caratteristiche dimensionali.



Pianta Cabina Ausiliaria Power Station



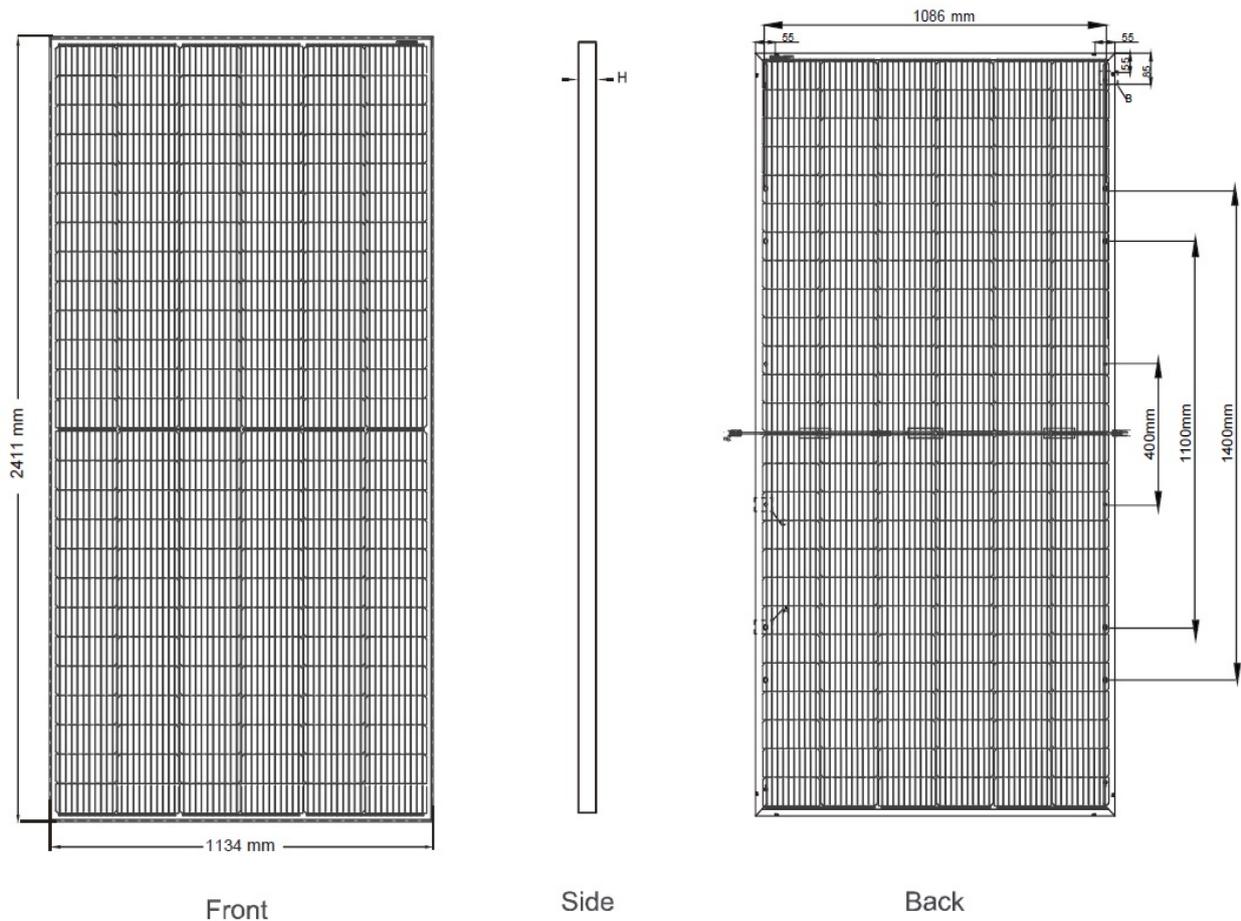
Prospetto Frontale Cabina Ausiliaria Power Station

7.6 Moduli Fotovoltaici

I moduli individuati sono della potenza di 580 Wp, essendo al momento la scelta disponibile sul mercato su una proiezione temporale attendibile, con tensione di sistema a 1500V raccolti in stringhe da 26 moduli con le seguenti caratteristiche tecniche.

La superficie dei moduli fotovoltaici di progetto è pari a circa 217.700 mq.

Le caratteristiche tecniche del modulo fotovoltaico tuttavia potranno cambiare nello stato avanzato della progettazione esecutiva in accordo con le migliori condizioni del mercato.



Caratteristiche dimensionali tipologiche Modulo Fotovoltaico

SPECIFICATIONS

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

BIFACIAL OUTPUT-REAR SIDE POWER GAIN

5%	Maximum Power (Pmax)	588Wp	593Wp	599Wp	604Wp	609Wp
	Module Efficiency STC (%)	21.51%	21.70%	21.89%	22.08%	22.27%
15%	Maximum Power (Pmax)	644Wp	650Wp	656Wp	661Wp	667Wp
	Module Efficiency STC (%)	23.55%	23.76%	23.98%	24.19%	24.40%
25%	Maximum Power (Pmax)	700Wp	706Wp	713Wp	719Wp	725Wp
	Module Efficiency STC (%)	25.60%	25.83%	26.06%	26.29%	26.52%

Caratteristiche Tecniche tipologiche Modulo Fotovoltaico

7.7 Strutture di Supporto

Sulla base delle considerazioni geologiche, geomorfologiche e geotecniche, la fondazione su cui poggeranno le strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici sarà di tipo ad infissione, costituita da tubolari o omega in acciaio zincato (pali), che saranno infissi direttamente nel terreno mediante l'utilizzo di una macchina specifica. Tale tecnologia è utilizzata nell'ambito dell'ingegneria ambientale e dell'eco-edilizia al fine di non alterare le caratteristiche naturali dell'area soggetta all'intervento. Rispetto alle tradizionali fondazioni in cemento armato tale sistema risulta essere meno invasivo e permette una maggiore facilità di rimozione al momento della dismissione dell'impianto.

Le fondazioni, oltre ad assicurare le strutture di sostegno al terreno, assumono anche la funzione di zavorra per opporsi all'azione del vento.

La realizzazione di queste opere sarà eseguita in varie fasi:

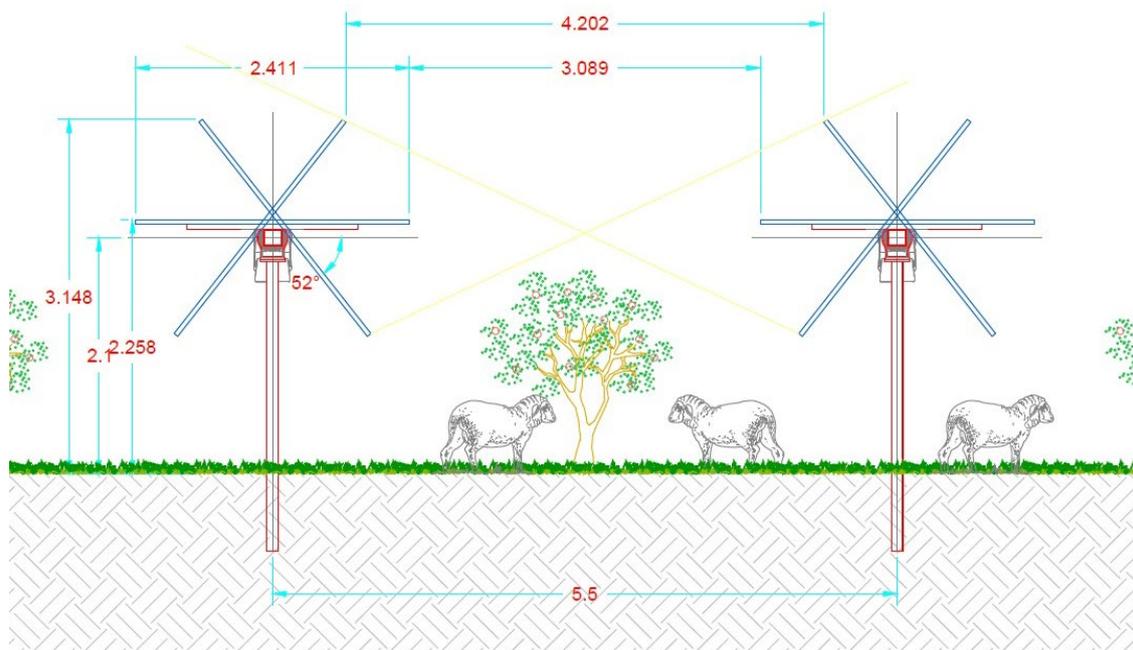
- Rilievo piano - altimetrico e picchettamento dell'area al fine di individuare le aree di posizionamento dei pali;
- Posizionamento della strumentazione atta a eseguire l'infissione tramite opportuna macchina con sistema a compressione;
- Esecuzione dell'infissione;
- Montaggio delle carpenterie metalliche delle strutture porta moduli.

I moduli fotovoltaici verranno installati su strutture di supporto della tipologia Tracker mono-assiale con asse di rotazione in sviluppo longitudinale lungo l'asse Nord-Sud con esposizione dei moduli fotovoltaici variabile da Est ad Ovest.

I filari potranno avere interasse compreso tra i 5 e i 6 metri.

Questa tecnologia consente di produrre circa il 20% in più rispetto alla tradizionale struttura di supporto fissa.

La superficie occupata dalle strutture di supporto di progetto è pari a circa 222.750 mq.



Sezione trasversale tipologica struttura Tracker

Le fondazioni, basi di sostegno delle strutture, saranno profili debitamente dimensionati direttamente infissi al suolo, ad una profondità variabile in funzione dei carichi e delle azioni e parametri normativi di calcolo che verranno elaborati nel progetto esecutivo. I dispositivi saranno proporzionati in funzione della massima azione del vento e del massimo carico applicabile sulla superficie di posa.

Considerazioni ecologiche

Il campo di moduli è disposto in modo da far penetrare nel suolo sottostante luce e umidità a sufficienza. In quest'area si possono così sviluppare una flora ricca di varietà con la rispettiva fauna. In tal modo, la superficie di costruzione del grande impianto agrivoltaico non funge solo da generatore di energia solare, bensì anche da protezione della flora e della fauna.

Altezza ottimale

Poiché la distanza dallo spigolo inferiore del modulo al suolo è di almeno 0,4 m è possibile coltivare e utilizzare la superficie del suolo, anche allevandovi animali. Inoltre, la distanza dal suolo impedisce il danneggiamento o l'insudiciamento da parte degli animali. Tale distanza garantisce inoltre una resistenza sufficiente ad eventuali carichi di neve.

Montaggio rapido

Tutti i componenti sono preassemblati e confezionati conformemente al tipo di modulo scelto. I moduli devono essere soltanto inseriti dall'alto nei punti d'inserimento. Ciò garantisce una maggiore

velocità di installazione.

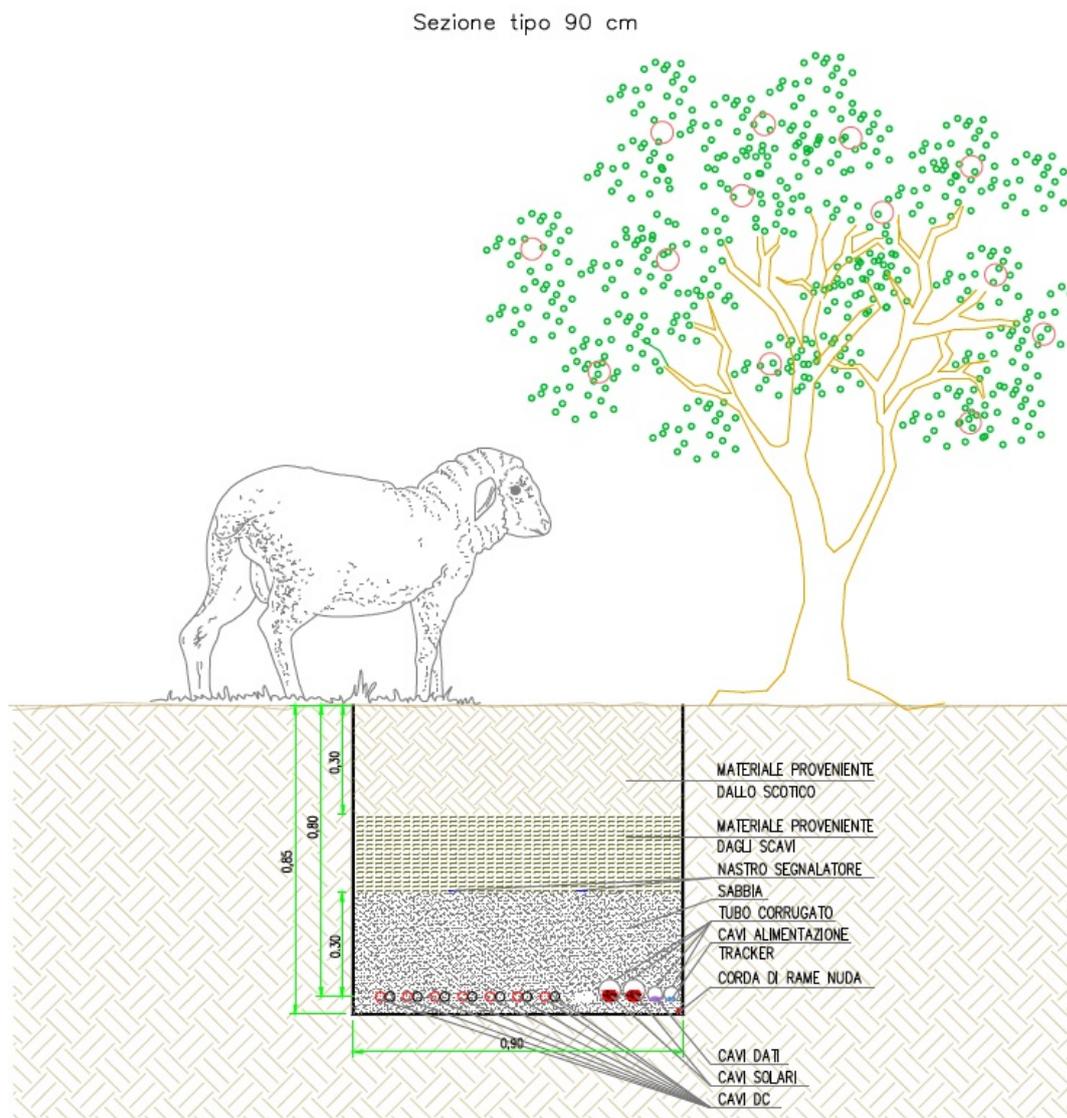
Massima durata

Le strutture sono costruite in acciaio zincato e alluminio mentre la bulloneria è in acciaio inox. L'elevata resistenza alla corrosione garantisce una lunga durata e offre la possibilità di un riutilizzo completo.

7.8 Cavidotti

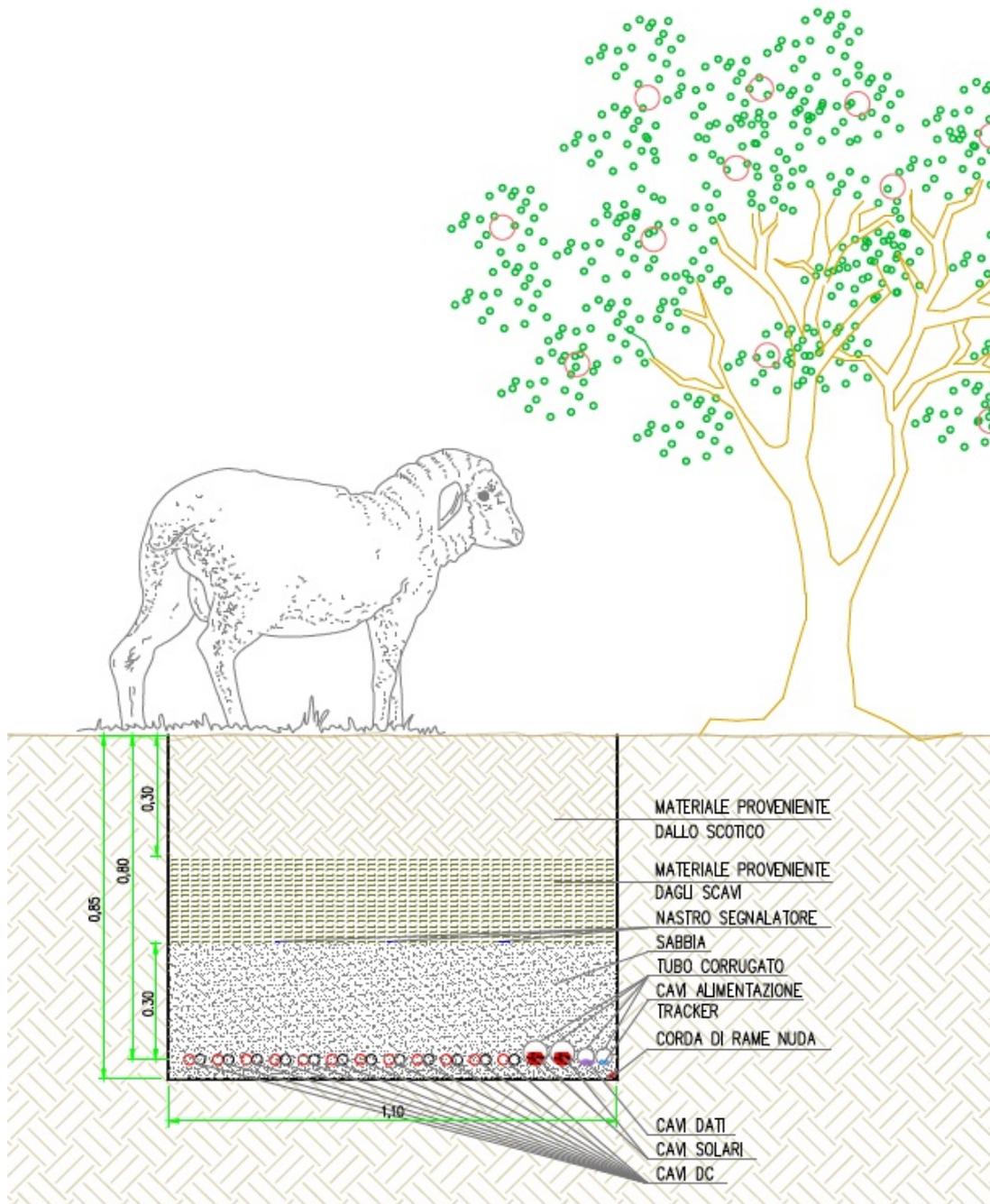
All'interno del campo agrivoltaico verranno realizzati cavidotti per il reticolo dei collegamenti elettrici in bassa tensione utili al collegamento tra le centraline dei tracker, le cassette stringa dei moduli fotovoltaici e i quadri di parallelo Inverter localizzati nello Skid dell'Inverter Station.

Particolari tecnologici cavidotti BT



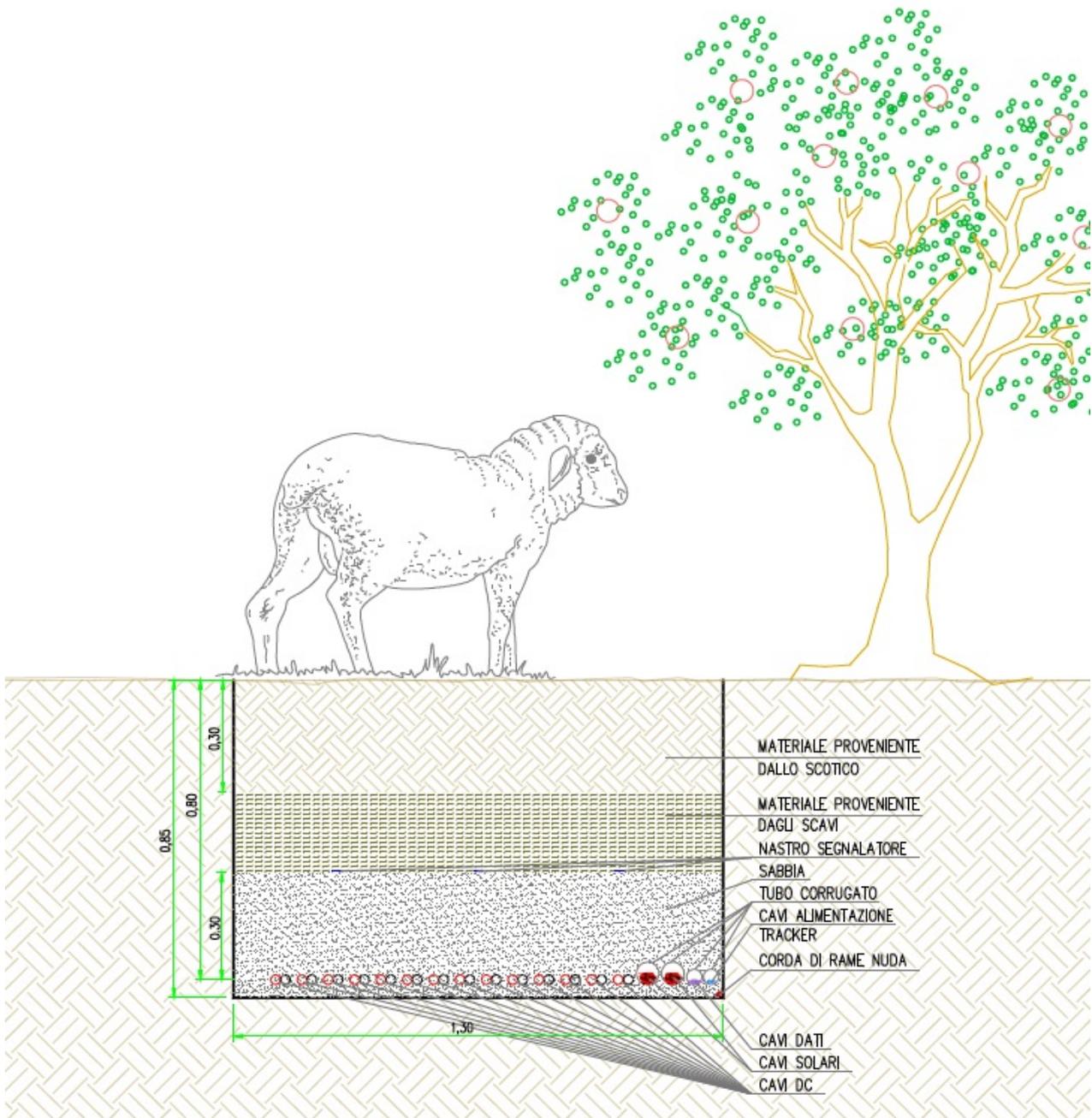
Sezione cavidotto BT

Sezione tipo 110 cm



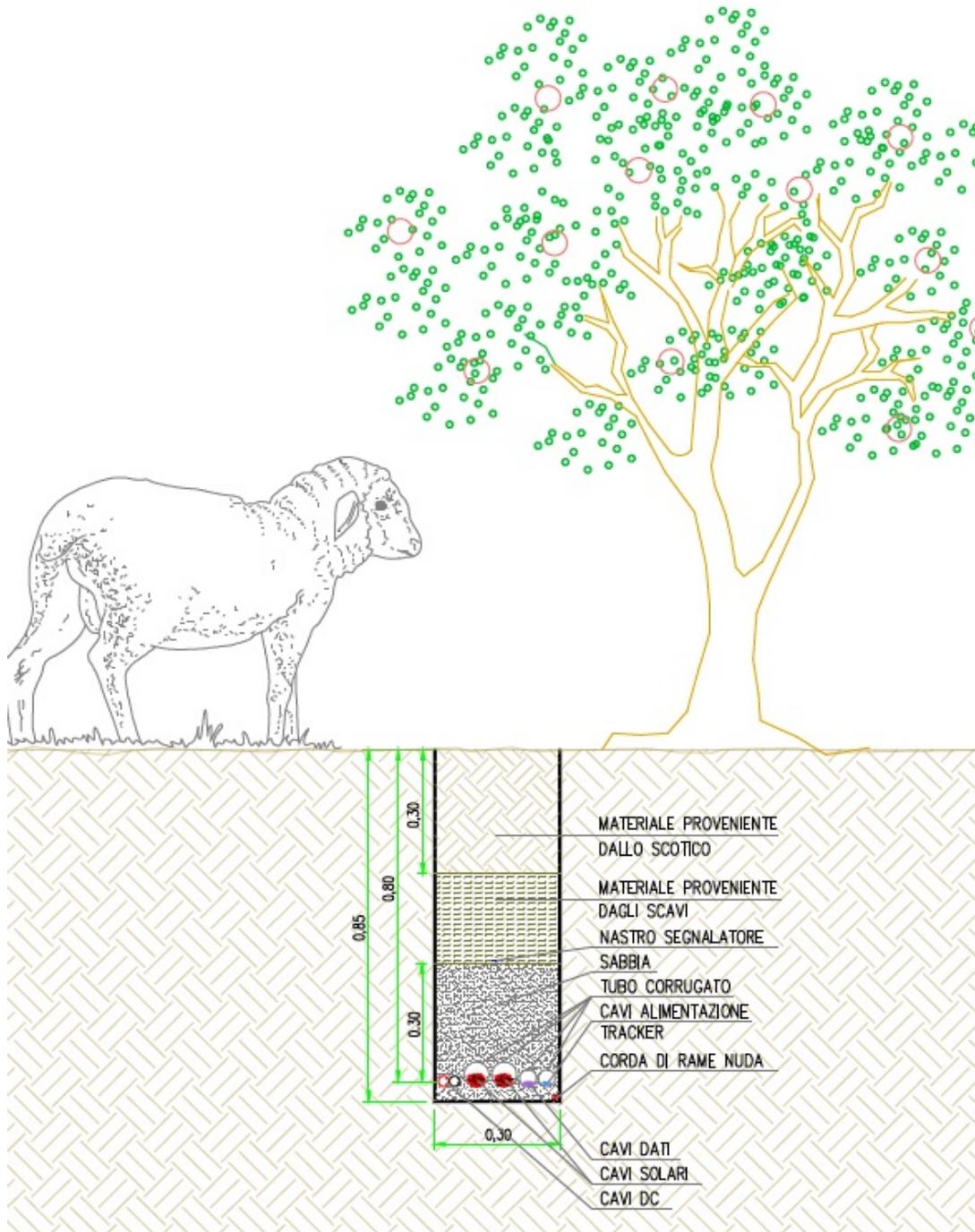
Sezione cavidotto BT

Sezione tipo 130 cm



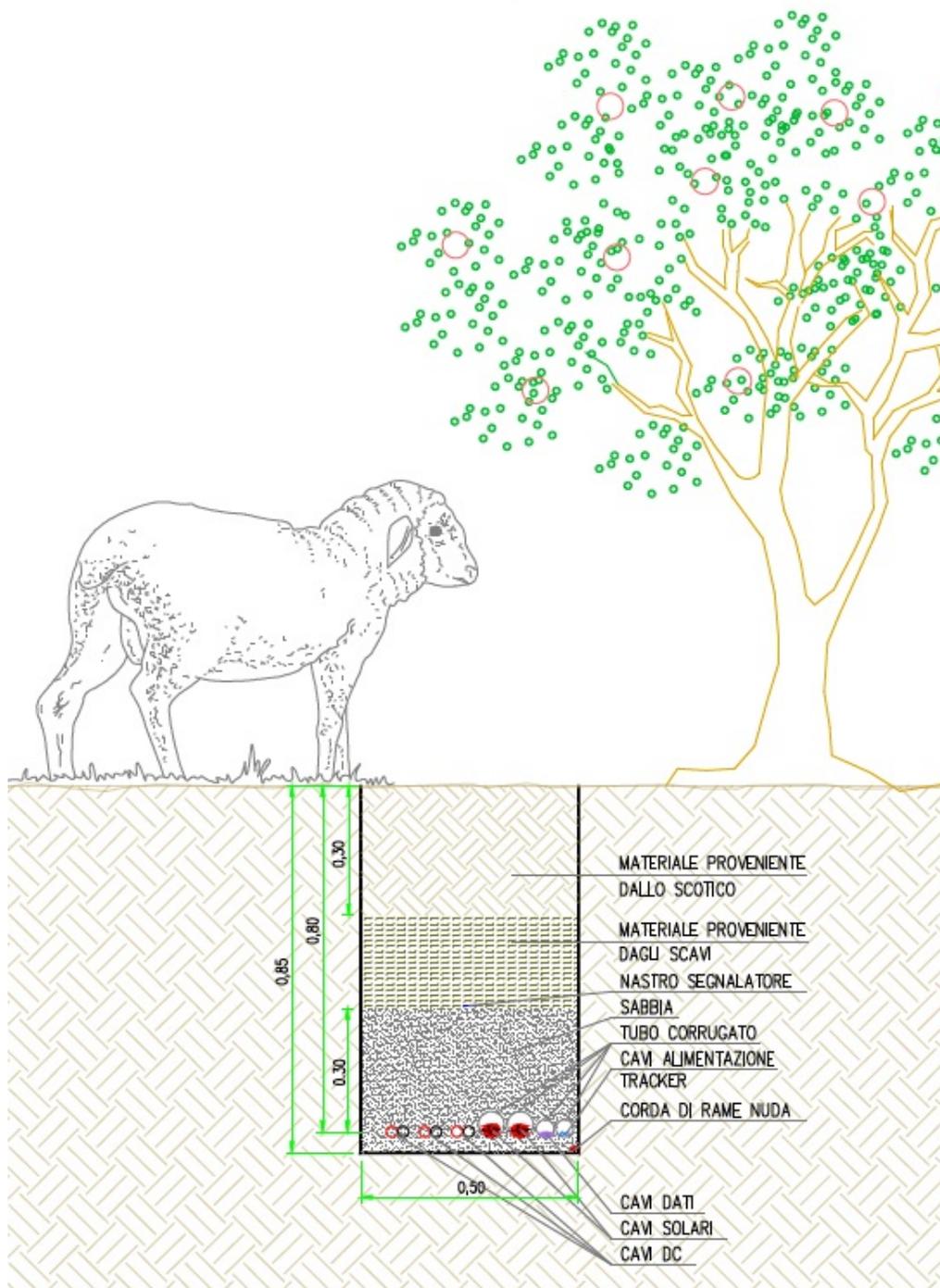
Sezione cavidotto BT

Sezione tipo 30 cm



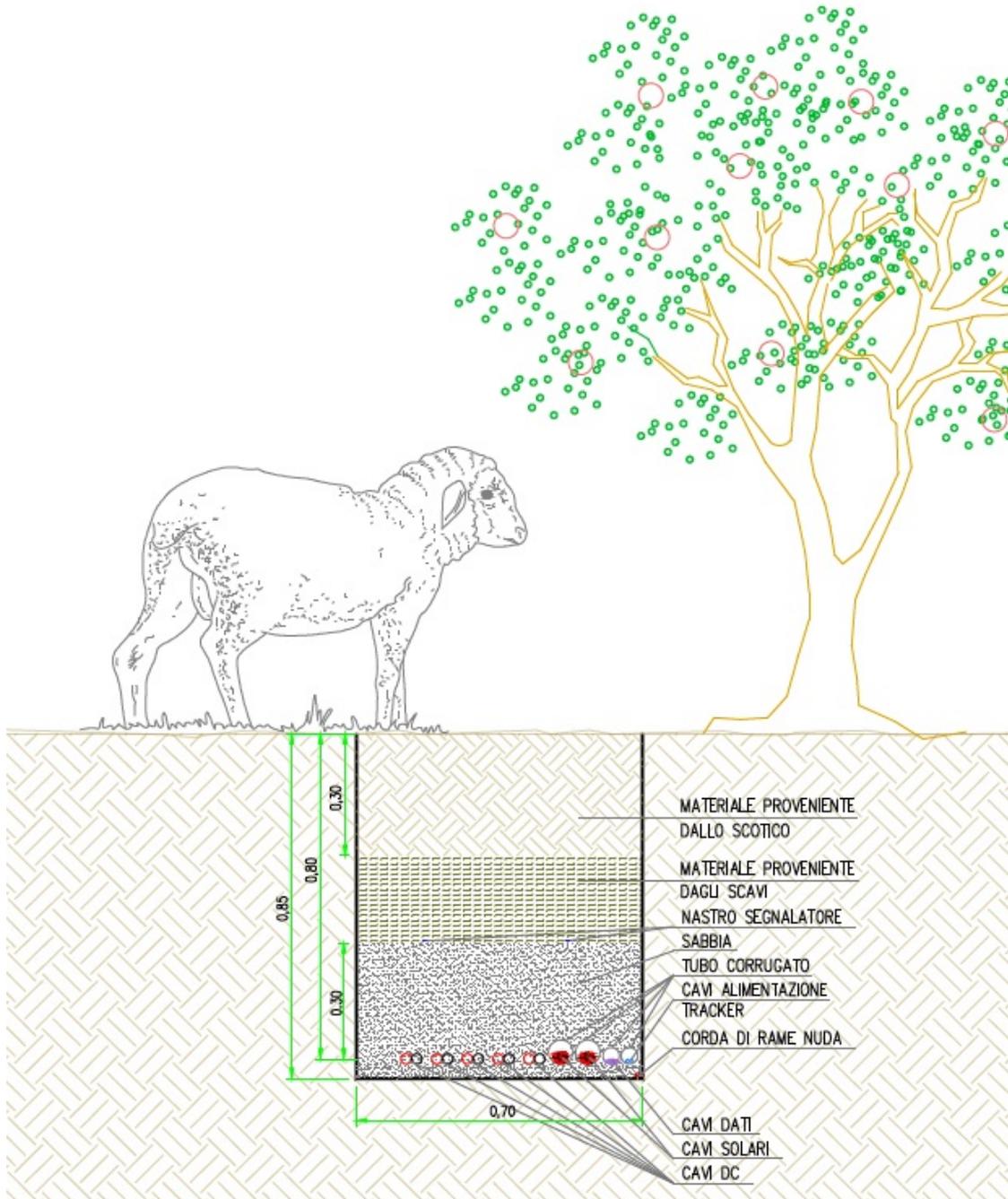
Sezione cavidotto BT

Sezione tipo 50 cm



Sezione cavidotto BT

Sezione tipo 70 cm

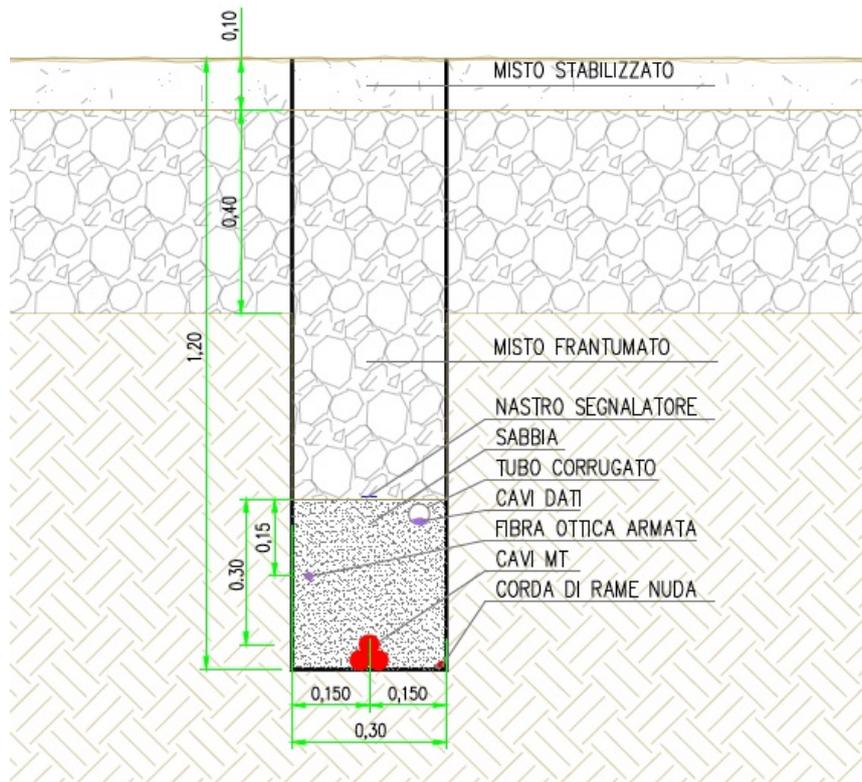


Sezione cavidotto BT

Oltre al reticolo in bassa tensione verranno realizzate le dorsali in media tensione per collegare le Cabine di conversione Inverter (Power Station) alle cabine Ausiliarie MT ed alla cabina MT localizzata nella Stazione Elettrica di impianto MT/AT.

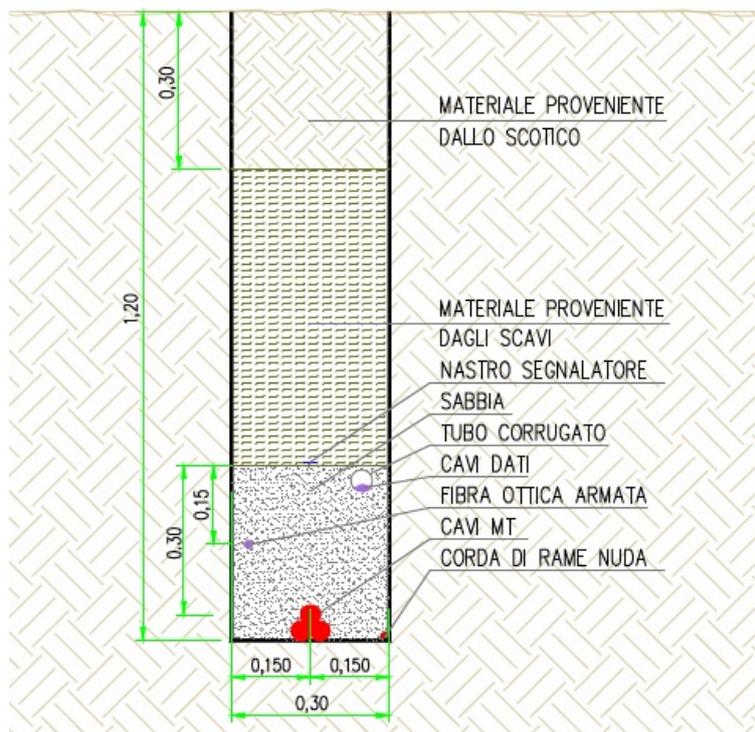
Particolari tecnologici cavidotti MT

Sezione tipo 30 cm "n. 1 terna di cavi MT"



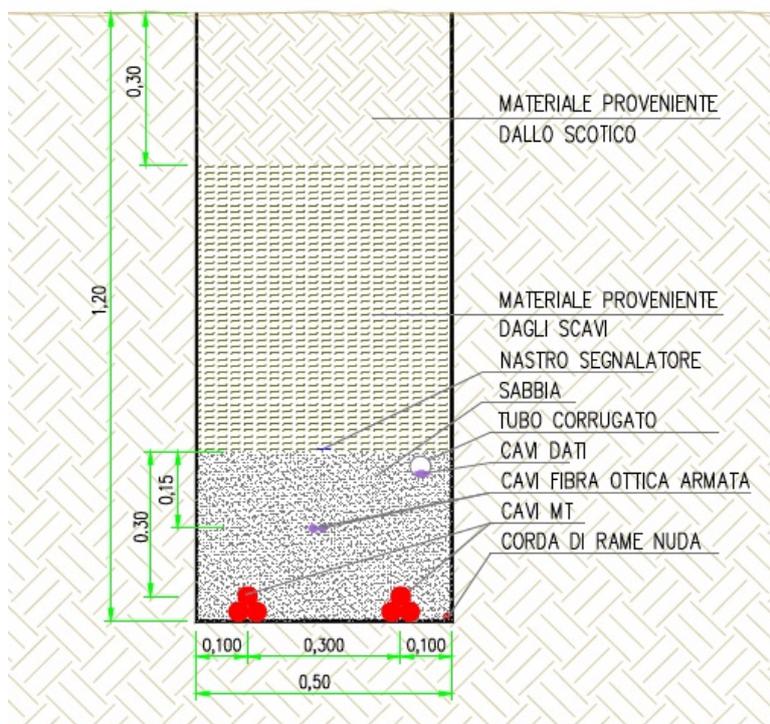
Sezione cavidotto MT

Sezione tipo 30 cm "n. 1 terna di cavi MT"



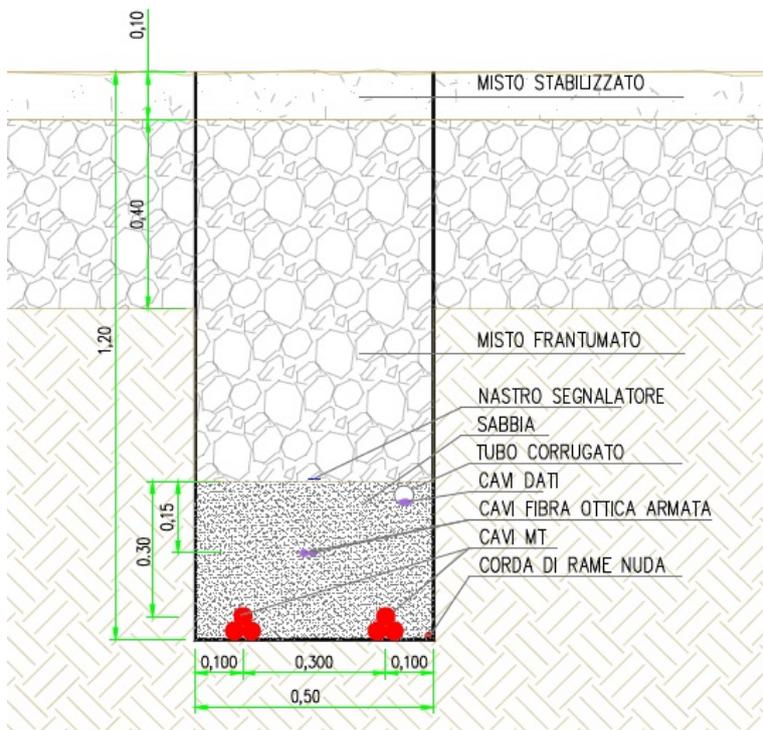
Sezione cavidotto MT

Sezione tipo 50 cm "n. 2 terne di cavi MT"



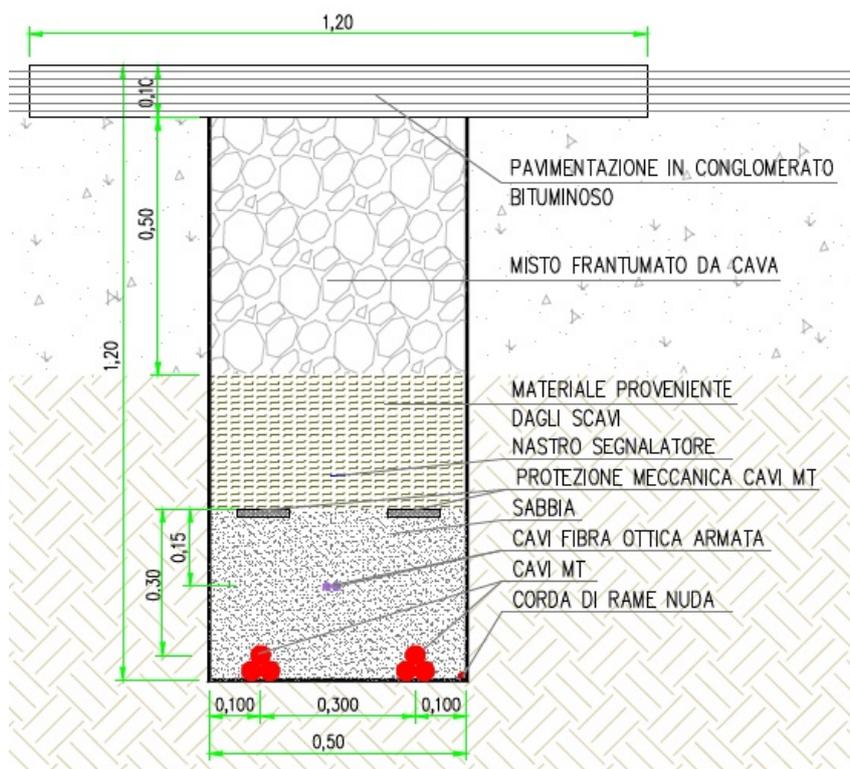
Sezione cavidotto MT

Sezione tipo 50 cm "n. 2 terne di cavi MT"



Sezione cavidotto MT

Sezione tipo 50 cm "n. 2 terne di cavi MT"



Sezione cavidotto MT

7.9 Sistema di regimentazione delle acque

Il progetto dove necessario potrà prevedere la realizzazione di cunette drenanti, per la raccolta e l'allontanamento delle acque superficiali di varia provenienza mediante l'utilizzo di tecniche di ingegneria naturalistica. Tali interventi consentiranno un'azione protettiva del terreno.

7.10 Trattamento del suolo

Al termine dei lavori di installazione dell'impianto seguirà una prima annata agraria in cui verranno solo compensate le irregolarità e i solchi causati dal transito di mezzi pesanti con terreno bagnato, lasciando germinare liberamente tutte le sementi di piante infestanti presenti nel terreno in relazione al succedersi delle stagioni, avendo cura che nessuna specie giunga alla maturazione e allo spargimento ulteriore di semi infestanti, tramite una sistematica trinciatura con trattore e trincia sarmenti nelle interfile e nelle aree libere, con trattorino trincia erba nelle zone intermedie e con il decespugliatore in quelle irraggiungibili con altri mezzi.

Dopo una completa annata agraria, a partire dall'inizio dell'estate verranno eseguite una serie di lavorazioni finalizzate ad ottenere nell'anno successivo una semina estesa per tutta la dimensione del sito e idonea a realizzare un omogeneo manto superficiale vegetato, differenziando le biocenosi erbacee tra le aree in ombra e le aree di interfila e in relazione alla natura fisica del suolo e alle sue caratteristiche pedologiche. Si prevede l'introduzione di essenze erbacee opportunamente scelte tra quelle tipiche e storicamente presenti in questi luoghi prima della diffusione dell'agricoltura intensiva.

Le operazioni colturali inizieranno il dissodamento manuale di tutte le aree perimetrali “di colletto” di qualsiasi palo, basamento, pozzetto o comunque di tutto ciò che emerge dal terreno, badando in particolare a eliminare rizomi e fittoni. Poi si interverrà con una grossa zappatrice semovente per smuovere in profondità il terreno nelle aree adiacenti alle zone di “colletto” suddette e nelle aree dove i pannelli sono più vicini al suolo e dovunque ci siano strutture che possano limitare il passaggio in altezza al di sotto dei due metri. Il passaggio successivo sarà di intervenire con una vangatrice portata da un trattore di medie dimensioni con arco di protezione reclinabile, per ridurre al massimo l’ingombro in altezza, penetrando all’indietro perpendicolarmente all’interfila e tornando all’esterno vangando a brevi strisce parallele tutta la superficie sottostante i pannelli.

Solo a questo punto sarà possibile procedere alla preparazione meccanica del terreno di tutti gli ampi spazi liberi tra le file e delle aree perimetrali, da eseguire con un trattore di maggiore potenza, tramite rippatura seguita da moto vangatura e da diversi passaggi di affinamento, in periodi in cui il terreno sia in idonee condizioni di tempera, per evitare la formazione di zolle persistenti, di difficile gestione in relazione alla germinatura delle sementi più minute.

Dopo che tutto il terreno sarà stato predisposto alla semina, al momento del primo abbassamento di temperatura durante il mese di settembre, si procederà ad una finta semina, cioè alla preparazione di un perfetto letto di semina senza poi effettivamente deporre alcuna semente nel terreno. Nei mesi successivi nasceranno e si svilupperanno tutti i semi presenti nello strato superficiale del terreno, che non riusciranno a raggiungere uno stadio riproduttivo per il sopraggiungere dell’inverno. Verso la fine di gennaio o comunque entro febbraio, non appena la temperatura si comincerà ad alzare per alcuni giorni consecutivi e in condizioni di persistente tempo sereno, si provvederà con un decespugliatore a eliminare le crucifere e altre specie che durante l’inverno avranno raggiunto maggiori dimensioni. Si procederà nuovamente all’affinatura del solo strato superficiale del terreno, compattato dalle piogge invernali, intervenendo necessariamente con piccoli attrezzi muniti di fresa negli spazi sotto ai pannelli e nelle vicinanze delle infrastrutture, mentre negli spazi liberi ad una erpicatura superficiale seguirà una fresatura. Si potrà finalmente procedere alle semine, differenziate tra zone in ombra e spazi liberi, di tutta la superficie dell’impianto.

Le sementi erbacee da utilizzare per la rinaturalizzazione dei siti saranno prevalentemente specie tappezzanti e saranno scelte in base a studi di archeologia botanica appositamente predisposti, raggiungendo il duplice obiettivo di rifertilizzare i terreni mettendoli a riposo e restituendo sostanza organica attraverso la trinciatura di tali essenze, e di risanare la biodiversità, ripristinando la vegetazione naturale potenziale dell’area, tramite la ricostruzione di biocenosi relitte e di ecosistemi paranaturali, riferiti ad una presunta vegetazione climax.

7.11 Trasporto di materiali

Per quanto possibile si farà ricorso a strutture preassemblate e preverniciate, al fine di ridurre al minimo i trasporti e le attività di cantiere.

Per quanto riguarda la posa in opera dei cavidotti interrati è stimabile che siano necessari 6 escavatore per realizzare i cunicoli su cui posare i cavi e circa 8 autocarri per la movimentazione della terra e per il trasporto delle cabine skid che giungeranno già assemblate e predisposte per il collegamento elettrico.

7.12 Uso di risorse

Durante le attività di cantiere l'approvvigionamento elettrico sarà garantito da gruppi elettrogeni. L'approvvigionamento idrico avverrà a mezzo stoccaggio in appositi serbatoi serviti da autobotte.

8 OPERE ELETTROMECCANICHE

Le opere elettromeccaniche constano in:

- posa delle strutture metalliche di sostegno dei moduli;
- posa dei moduli fotovoltaici, compresi i collegamenti elettrici;
- posa delle apparecchiature per la conversione ed il controllo dell'energia fotovoltaica prodotta;
- posa dei quadri di campo;
- posa delle condutture interrate in corrente continua e in corrente alternata, in bassa tensione;
- posa delle apparecchiature di protezione e comando per le cabine elettriche;
- posa degli impianti di terra delle cabine elettriche;
- realizzazione stazione elettrica 150/30 kV.

8.1 Dati Generali (Tipologico Configurazione)

Il sistema di generazione nella sua interezza è composto da 79.612 moduli, ciascuno da 580Wp, per una potenza nominale complessiva di 46.174,96 kWp e da un totale di 10 inverter con potenza nominale in uscita complessiva di 39.000 kVA (a temperatura ambiente di 45°C) suddivisi in 10 unità di conversione DC/AC e trasformazione BT/MT della tipologia a SKID outdoor (Inverter Station).

I complessivi 79.612 moduli FV, saranno disposti in file su tracker in stringhe da 26 moduli FV ciascuna, così come riportato nell'elaborato planimetrico in allegato (Planimetria di progetto). I cablaggi in DC, di sezione opportuna, saranno disposti negli Skid Outdoor. Le linee elettriche di potenza in DC hanno origine dai moduli fotovoltaici, sono di tipo solare (H1Z2Z2-K ex FG21M21) sezione pari a 4/6/10mmq. I moduli saranno collegati in serie in modo da realizzare stringhe che presentino caratteristiche elettriche compatibili con il sistema di conversione. Le disposizioni delle stringhe nel campo agrivoltaico saranno studiate in modo da facilitare i collegamenti e le future ispezioni e manutenzioni. Le suddette stringhe faranno capo a delle string box, installate in numero adeguato, in riferimento agli ingressi DC degli MPPT inverter, e posizionate in modo baricentrico rispetto alle relative stringhe di pertinenza, al fine di mantenere una caduta di tensione contenuta ed equilibrata a livello DC. Le string box avranno caratteristiche assimilabili a:

Max tensione DC 1500V;

Fusibili lato DC da 12 a 20A;

Max corrente in uscita 315A;

Protezione da cortocircuito su entrambi i poli;

Sezionatore di uscita 400A;

Grado di protezione max IP54 e case resistente ai raggi UV.

Gli inverter in progetto, citati nel paragrafo 8.2, avranno tensione di uscita da 550 - 600 e 650V, saranno collegati ai trasformatori BT/MT e saranno installati all'interno delle Power Station citate. Queste saranno disposte in posizione baricentrica rispetto alle stringhe ad esse collegate nella relativa partizione di campo.

Attraverso barraggi di rame di adeguata sezione, comunque previsti dal fornitore di inverter, i convertitori saranno collegati ai trafo step-up BT/MT, elevatori fino a 30kV, che avranno caratteristiche come sotto indicate:

Isolamento in olio/resina;

Tenuta stagna per applicazioni all'aperto ONAF;

Potenza:

- 2660kVA, avente primario 0,6kV e secondario 30kV (POWER STATION 2.66MVA);
- 4000kVA, avente primario 0,6kV e secondario 30kV (POWER STATION 4MVA);
- 4200kVA, avente primario 0,6kV e secondario 30kV (POWER STATION 4.2MVA);

Controlli di livello, pressione, temperatura.

Il quadro di MT presente in ogni Power Station, sarà di tipo modulare, MV trifase concepito per impianti fotovoltaici.

Le principali caratteristiche meccaniche ed elettriche saranno:

Tensione di isolamento 36kV;

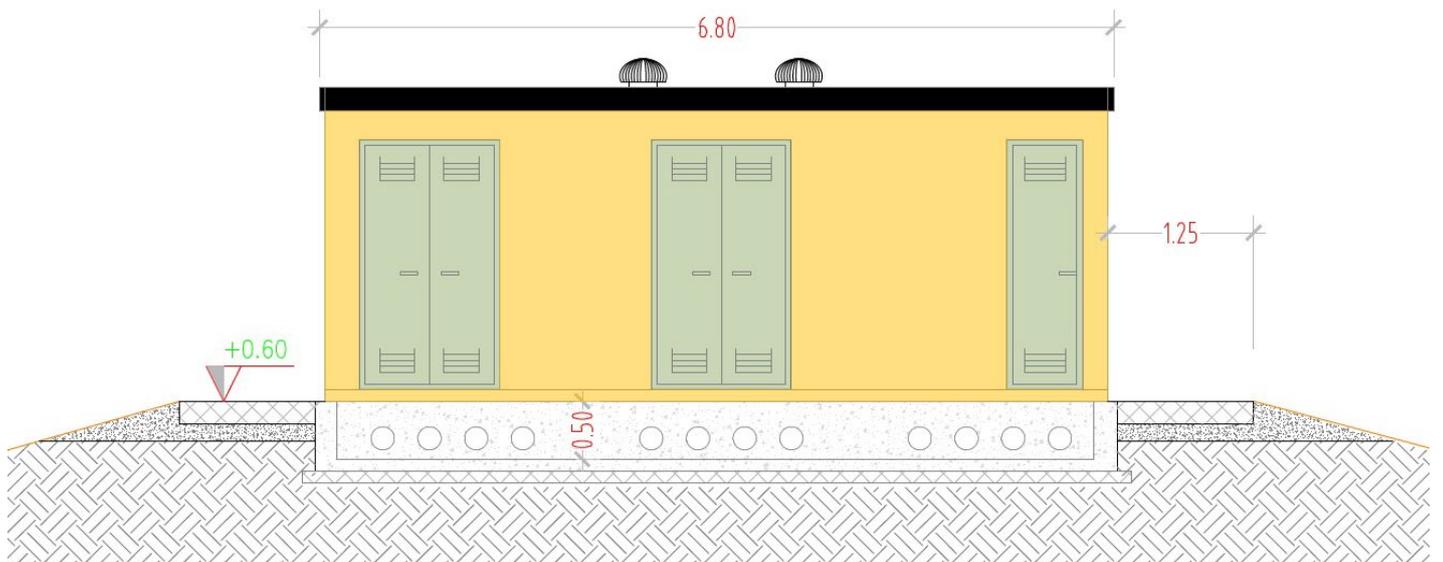
Tensione nominale 30-33kV;

Corrente nominale 630A;

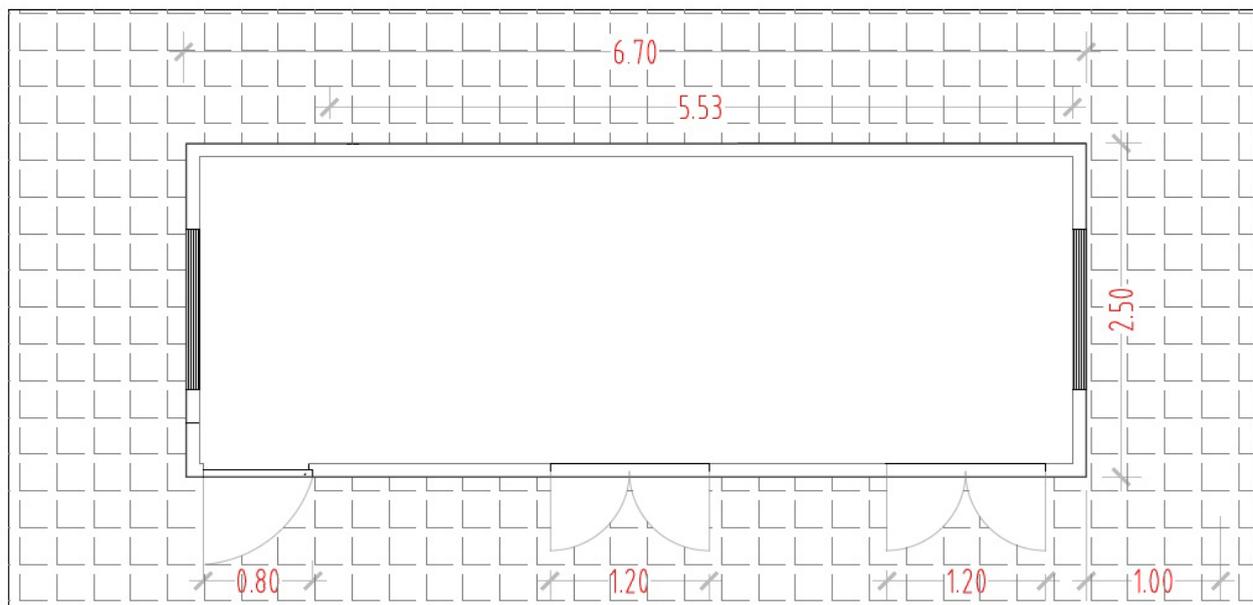
Corrente di breve durata 12,5kA.

All'interno delle Power Station, a livello di Media Tensione, saranno installati i gruppi misura per il monitoraggio della produzione di energia di ogni partizione di impianto riferito alla Power Station.

Essendo l'impianto composto da 2 campi agrivoltaici, le linee di Media Tensione delle Power Station di ogni sottocampo, faranno capo a 2 Cabine Ausiliarie MT, nelle quali saranno posizionati i quadri generali di Media Tensione.



Particolare Prospetto Frontale Cabina Ausiliaria



Particolare Pianta Cabina Ausiliaria

Le linee di Media Tensione a 30kV dalle Power Station di ogni sottocampo si attesteranno alle Cabine Ausiliarie MT. Da qui proseguiranno le linee 30kV generali fino alla cabina elettrica di MT principale, situata nella SSE Step up di elevazione tensione di nuova realizzazione.

Nei locali MT della Cabina Elettrica in SSE verrà posizionato il quadro generale di Media Tensione e sarà equipaggiato con i sistemi di protezione così come previsto dalla normativa vigente in materia CEI 0-16.

Dalla nuova SSE di impianto quindi, dove si prevederà il TRAF0 step-up, 30/150kV ed il relativo stallo

di AT, partirà un collegamento elettrico con cavo in AT in posa interrata che raggiungerà la SE Terna. Si rimanda all'allegato di progetto Schema elettrico unifilare generale, per le ulteriori informazioni di interconnessione apparecchiature.

I cablaggi AC in BT saranno disposti in cavidotti interrati, i cavi in MT saranno anch'essi interrati come da sezioni di scavo indicati nella presente relazione. Ad ogni loro estremità essi sono contrassegnati mediante fascetta identificativa numerata. I colori dei conduttori sono quelli normalizzati UNI. La sezione dei cavi utilizzati varia a seconda delle distanze relative tra le strutture, i quadri di parallelo in DC, gli inverter, i quadri di sottocampo in AC, i trasformatori e la cabina di consegna, sezionamento, misurazione e interfaccia con la rete.

L'impianto sarà altresì dotato di una centrale di comunicazione per il monitoraggio, diagnosi a distanza, memorizzazione e visualizzazione dei dati; essa raccoglie continuamente i dati degli inverter e, come data logger, offre la possibilità di visualizzare i dati e di archivarli per ulteriori elaborazioni. Sono previsti, inoltre, i sensori che permettono, grazie alla cella solare integrata per la misurazione dell'irraggiamento e alla sonda per la misurazione della temperatura dei moduli, di calcolare la potenza nominale e compararla con quella effettivamente misurata degli inverter, verificando lo stato di efficienza dell'impianto. I sensori potranno essere collegati tramite la connessione seriale RS 485 al Data Logger, da cui è possibile trasmettere i dati a un PC per ulteriori analisi.

Per motivi di sicurezza, per il collegamento in parallelo alla rete, l'impianto è provvisto di protezioni particolari che ne impediscano il funzionamento in isola elettrica. I dispositivi prescelti lavoreranno in MT fino alla cabina MT principale di raccolta localizzata, come precedentemente segnalato, presso la nuova Sottostazione Elettrica dove la tensione verrà elevata da 30 kV a 150 kV. Tali dispositivi saranno dotati di blocco per tensione e frequenza fuori dai limiti, garantendo la sconnessione dalla rete e lo spegnimento dell'impianto per valori di tensione e frequenza di rete esterni al range prefissato. Il costruttore dei dispositivi assicura che il proprio dispositivo soddisfa le prescrizioni tecniche del Gestore di rete.

In particolare saranno utilizzati, ai fini della messa in opera dell'impianto, cavi del tipo H1Z2Z2-K sul lato continuo, FG16OR16 lato alternata BT, del tipo ARG7H1RX e/o ARP1H5EX non propaganti l'incendio e la fiamma sul lato in MT.

Le sezioni dei conduttori da impiegare sono tali da non causare una caduta di tensione complessiva superiore al 3%.

L'impianto sarà dotato di protezioni di linea conformi alla normativa e collegato alla rete di terra.

Il quadro di parallelo, protezione, sezionamento, misura e interfaccia con la rete è messo a terra mediante conduttore equipotenziale in rame con guaina giallo-verde attestato alla rete di terra dell'Inverter Station.

La sezione del cavo di protezione è scelta rispettando la Norma CEI 64-8 e la Guida CEI 82-25.

Il sistema di conversione DC/AC costituisce l'interfaccia tra il campo agrivoltaico e la rete di utente in corrente alternata.

8.2 Inverter

Gli inverter di impianto, in totale 10, della potenza nominale come sotto:

- N.1 convertitore CC/CA 2.660 kVA (1 POWER STATION 2.66MVA);

-N. 4 convertitore CC/CA 4.000 kVA (4 POWER STATION 4MVA);

-N. 5 convertitori CC/CA 4.200 kVA (5 POWER STATION 4.2MVA).

e saranno installati, come detto, in 10 Power Station dislocate in modo baricentrico.

Le loro caratteristiche tipologiche principali sono:

Dati Caratteristiche Inverter 2660kVA:

Valori di ingresso

Potenza nominale CC 3667 kW

Range di tensione CC, MPPT UCC 880-1325 V

Corrente max CC I_{max} CC 4750 A;

Numero ingressi in CC: 24.

Valori di uscita

Potenza CA nominale PCA 2566 kVA a 35°;

Corrente CA nominale CA 2566 A a 35°;

Tensione nominale: 600V 3F;

Frequenza f 50Hz (47÷63 Hz);

Fattore di potenza: 0.8.

Dati elettrici

Max. grado di efficienza 98,7 %

Europeo grado di efficienza 98,6 %

Dati Meccanici e Tecnici

Larghezza / Altezza / Profondità [mm] 2815W x 1588D x 2318H

Peso ca. 3400 kg;

Temperatura Ambiente ammessa -25°C + 60 °C

Classe di protezione IP65.

Dati Caratteristiche Inverter 4000kVA:

Valori di ingresso

Potenza nominale CC 4000kVA

Range di tensione CC, MPPT UCC 880 - 1325 V

Corrente max CC I_{max} CC 4750 A;

Numero MPPT: 2;

Numero ingressi in CC: 24.

Valori di uscita

Potenza CA nominale PCA 4000 kVA a 25°;

Corrente CA nominale CA 3850 A a 25°;

Tensione nominale: 600V 3F;

Frequenza f 50Hz (47÷63 Hz);

Fattore di potenza: 0.8

Dati elettrici

Max. grado di efficienza 98,7 %;

Europeo grado di efficienza 98,6 %.

Dati Meccanici e Tecnici

Larghezza / Altezza / Profondità [mm] 2780W x 1588D x 2318H

Peso ca. 4000 kg;
Temperatura Ambiente ammessa -25°C + 60 °C
Classe di protezione IP65.

Dati Caratteristiche Inverter 4200kVA:

Valori di ingresso

Potenza nominale CC 4200kVA
Range di tensione CC, MPPT UCC 921 - 11325 V
Corrente max CC I_{max} CC 4750 A;
Numero MPPT: 2;
Numero ingressi in CC: 24.

Valori di uscita

Potenza CA nominale PCA 4200 kVA a 25°;
Corrente CA nominale CA 3850 A a 25°;
Tensione nominale: 630V 3F;
Frequenza f 50Hz (47÷63 Hz);
Fattore di potenza: 0.8

Dati elettrici

Max. grado di efficienza 98,7 %
Europeo grado di efficienza 98,6 %

Dati Meccanici e Tecnici

Larghezza / Altezza / Profondità [mm] 2780W x 1588D x 2318H
Peso ca. 4000 kg;
Temperatura Ambiente ammessa -25°C + 60 °C
Classe di protezione IP65.

La potenza nominale in uscita complessiva sarà limitata a 39.000 kVA.

8.3 Protezioni

L'impianto è dotato delle protezioni contro l'inversione di polarità all'ingresso dei quadri di parallelo in DC e dell'inverter e contro il ritorno di corrente su una stringa in avaria.

Nei quadri di parallelo in DC e negli ingressi degli inverter sono installati diodi di blocco sulla polarità positiva della stringa e/o dei paralleli stringa.

Contro le sovratensioni, in tutti i quadri di sottocampo e di parallelo in DC sono installati scaricatori di sovratensione del tipo con varistori ad ossido di zinco (SPD – Surge Protective Device – a limitazione di tensione) specifici per impianti agrivoltaici.

Contro il guasto a terra il controllo dell'isolamento verso terra è realizzato dagli inverter che assicurano lo spegnimento automatico e la segnalazione acustica quando l'isolamento tra terra e moduli fotovoltaici è <10 kΩ.

È inoltre prevista la realizzazione di un sistema di terra opportuno, secondo norme CEI 64-8 (lato AC).

I quadri di sottocampo, di parallelo, protezione, sezionamento, misura e interfaccia con la rete sono dimensionati adeguatamente alle caratteristiche elettriche dei moduli, delle stringhe, dei dispositivi di conversione e delle varie morsettiere di collegamento/parallelo costituenti le diverse sezioni dell'impianto.

Le stringhe, in numero adeguato alle caratteristiche di tensione e corrente degli ingressi degli

inverter, saranno collegate in parallelo nei quadri in DC, così da permettere il sezionamento di porzioni di impianto non troppo estese e il rispetto dei limiti di corrente e tensione DC degli ingressi agli inverter. Le uscite dagli inverter in corrente alternata, saranno collegate ai trasformatori elevatori BT/MT scelti in funzione delle tensioni e delle potenze disponibili in ingresso.

A bordo inverter, oltre al dispositivo di parallelo, è presente un interruttore magnetotermico - differenziale tetra polare (DDG) che, oltre ad effettuare la protezione di massima corrente, può essere utilizzato per effettuare il sezionamento degli inverter lato rete AC.

In uscita dall'interruttore magnetotermico – differenziale tetrapolare, si effettua il parallelo degli inverter e si avvia il processo di trasformazione BT/MT (0,55-0,6-0,65kV/30kV).

Il quadro generale, in uscita MT, è provvisto di interruttore automatico che somma le funzioni di Dispositivo Generale Utente e Interfaccia Produttore.

A tale quadro in generale è abbinato un analizzatore di rete per l'indicazione digitale delle misure di V, A, kW, cosφ, kWh (contatore di energia elettrica prodotta ai sensi delle Delibere 28/06, 88/07, 89/07, 90/07 e ARG/elt 74/08 (TISP), ARG/elt 184/08, ARG/elt 1/08, ARG/elt 99/08 (TICA), ARG/elt 179/08, ARG/elt 161/08 e ARG/elt 1/09 dell'Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas), dotato di TA e TV di misura.

L'impianto di generazione sarà stato dotato di idonei apparecchi di connessione, protezione, regolazione e trasformazione, concordati con il gestore di rete, rispondenti alle norme tecniche ed antinfortunistiche.

8.4 Illuminazione

A servizio dell'intera area in cui verrà installato l'impianto agrivoltaico, potrà essere realizzato un impianto di illuminazione notturna, con classe di isolamento II, ed altezza massima dal piano di calpestio pari a 4,5 m.

I corpi illuminanti saranno di tipologia LED ad alta efficienza. Il loro impiego è previsto lungo tutto il perimetro dell'area oggetto di intervento ed in prossimità delle unità di conversione Inverter, per garantire i livelli minimi di illuminamento notturno solo in fase di manutenzione e per garantire condizioni di sicurezza.

Nella scelta del sistema di illuminazione, si dovrà perseguire l'utilizzo di lampade a luce naturale e resa cromatica intorno ai 4000°K, al fine di produrre un basso livello di inquinamento luminoso e garantire la tutela paesaggistica, non alterando la cromia dell'ambiente circostante.

8.5 Stazione Elettrica MT/AT dell'impianto agrivoltaico

La porzione di area ove sarà realizzata la Sottostazione Elettrica MT/AT dell'impianto agrivoltaico sarà ubicata a Est delle aree di impianto, rispettivamente a circa a circa 6,4 km dalla porzione Nord e a circa 4 km dalla porzione SUD.

La nuova sottostazione occuperà una superficie di circa 4.400 (55x80m) e sarà essenzialmente costituita di un edificio elettrico con struttura prefabbricata, un trasformatore 150/30 kV e dispositivi AT.

La SE di Utenza sarà realizzata in adiacenza alla futura Stazione Elettrica di Trasformazione RTN 380/150 kV che verrà inserita in entra – esce alla linea 380 kV "Fiumesanto Carbo – Ittiri", e più

precisamente localizzate nel Comune di Sassari al foglio 82 p.lle 13, 171 e 172.

La linea di connessione AT dalla Stazione Elettrica di Impianto alla Stazione Elettrica RTN di TERNA sarà lunga circa 190 m.

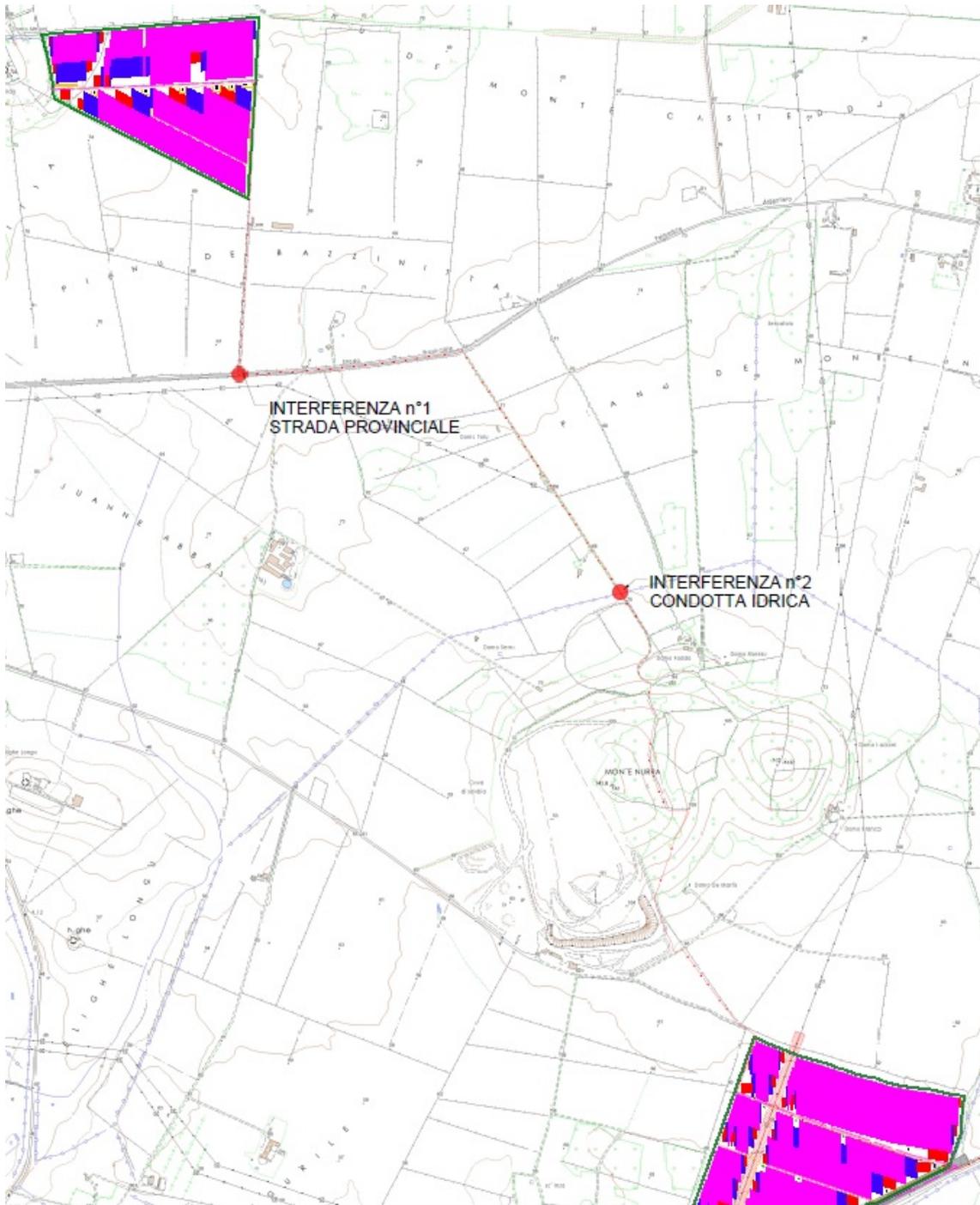
Gli aspetti tecnici specialistici relativi alla realizzazione della Stazione Elettrica di elevazione dell'impianto agrivoltaico in esame sono trattati nella relazione specialistica "AU42_Relazione Opere Connessione".

9. INTERFERENZE

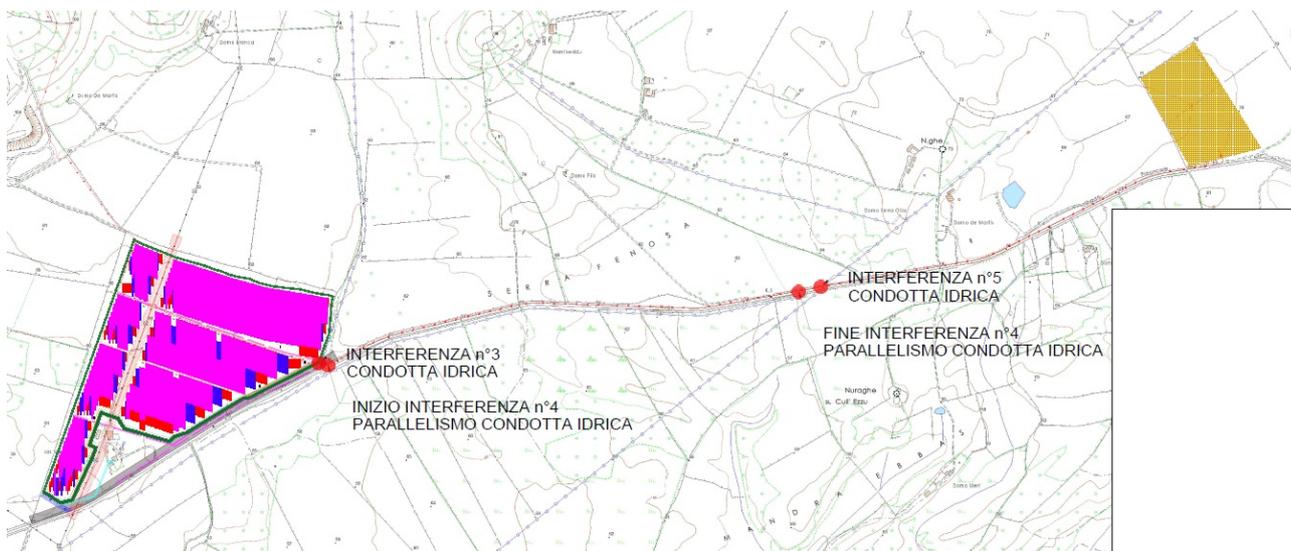
9.1 Interferenze opere di progetto (CAVIDOTTO CONNESSIONE)

Il presente paragrafo è redatto al fine di fornire una descrizione di come verrà effettuata la posa del cavidotto, necessario alla realizzazione della connessione elettrica dell'impianto, nei tratti interessati dall'intersezione dello stesso cavidotto con possibili interferenze.

Il tracciato del cavidotto di MT interessa strade esistenti. In particolare, si sono rilevate, analizzando la cartografia a disposizione e dai sopralluoghi in sito, quattro intersezioni che corrispondono con le strade esistenti.



Inquadramento delle intersezioni del cavidotto di collegamento MT tra i due lotti



Inquadramento delle intersezioni del cavidotto di collegamento MT tra il lotto Sud e la SE Utente

La scelta del tracciato dell'elettrodotta dal parco agrivoltaico al punto di consegna è stata dettata dalle seguenti motivazioni:

- a) privilegiare l'uso della viabilità esistente, al fine di non eseguire operazioni di cantiere invasive e potenzialmente impattanti sulle componenti ambientali e paesaggistiche del contesto locale,
- b) minimizzare l'attraversamento di terreni agricoli, al fine di interessare un numero minimo di proprietari nella procedura espropriativa e ridurre l'impatto sulle componenti naturali presenti nelle aree di intervento,
- c) ottimizzare la lunghezza del tracciato, in funzione della fattibilità tecnica delle operazioni di cantiere previste,
- d) minimizzare le interferenze con i sottoservizi esistenti nelle aree di intervento,
- e) minimizzare le interferenze con gli elementi del reticolo idrografico superficiale, mediante l'adozione della tecnica della perforazione orizzontale teleguidata, la quale consente di non interferire con il naturale deflusso superficiale delle acque e di non compromettere le condizioni statiche dei manufatti idraulici esistenti sui canali e impluvi interessati dal tracciato del cavidotto,
- f) garantire la compatibilità idraulica degli attraversamenti da realizzare, interrando i cavidotti ad una profondità scelta in funzione della potenziale erodibilità degli alvei, assicurando un adeguato franco di sicurezza in corrispondenza dei manufatti idraulici interessati,

Gli aspetti tecnici elencati avvalorano la scelta del percorso del tracciato effettuata, motivando, pertanto, la **non delocalizzabilità** degli interventi previsti per la realizzazione della linea di connessione del parco agrivoltaico alla Rete Elettrica Nazionale.

A supporto di quanto detto, prevedendo, contrariamente a quanto scelto, un tracciato della linea di connessione che si sviluppasse prevalentemente in terreni agricoli, si sarebbero riscontrati i seguenti aspetti:

-
- aumento del numero dei soggetti interessati dalla procedura espropriativa,
 - realizzazione di operazioni di cantiere maggiormente invasive e impattanti sulle componenti ambientali e paesaggistiche del contesto di riferimento
 - maggior numero di interferenze con gli elementi del reticolo idrografico superficiale, con il conseguente aumento dell'onerosità degli interventi necessari per la realizzazione degli attraversamenti e per garantirne la relativa sicurezza idraulica.

Alla luce delle osservazioni e delle valutazioni tecniche sopra esposte, si conclude che il tracciato scelto per l'elettrodotto di connessione del parco agrivoltaico alla Rete Elettrica risulta il più vantaggioso sia dal punto di vista della fattibilità tecnica, che dal punto di vista della compatibilità degli interventi previsti con il contesto ambientale e paesaggistico che caratterizza le aree di intervento, giustificando, quindi la non delocalizzabilità degli stessi interventi.

La scelta della tecnica della trivellazione orizzontale controllata (T.O.C.) per tutti gli attraversamenti, oltre che per motivi di minore interferenza sul regime idraulico e, in generale, minore impatto ambientale, deriva anche dalla impossibilità tecnica di eseguire sistemi alternativi.

In generale, in ogni caso di intersezione degli elettrodotti con il reticolo idrografico, canali idraulici tombati o a cielo aperto, verrà adottata la modalità di risoluzione di tali interferenze adottando la tecnica della trivellazione orizzontale controllata.

9.1.1 [Attraversamento con la tecnica della trivellazione orizzontale controllata \(T.O.C.\)](#)

Nella presente sezione si rappresenta la tecnica della trivellazione orizzontale controllata.

In prossimità delle interferenze il cavidotto elettrico, posto alla profondità di cm 120 dal piano stradale, verrà spinto oltre l'interferenza con la tecnica della trivellazione orizzontale controllata (T.O.C.).

Sistema di posa con perforazione orizzontale controllata



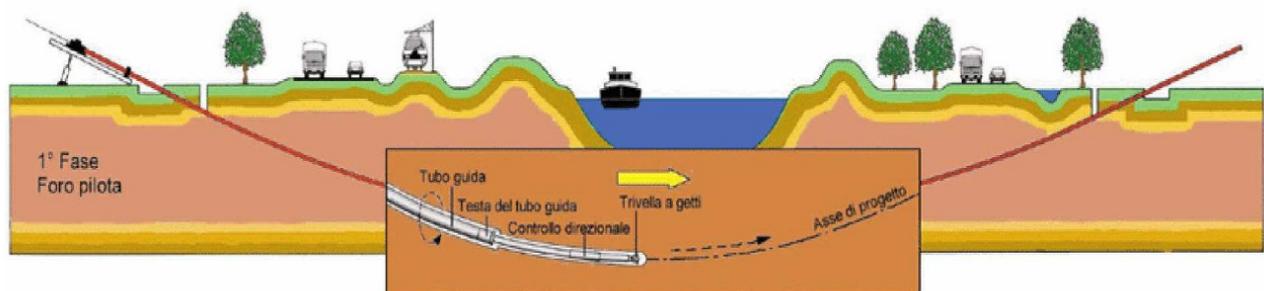
Sistema di trivellazione orizzontale controllata (T.O.C.).

Tale tecnica consente di posare, per mezzo della perforazione orizzontale controllata, linee di servizio sotto ostacoli quali strade, fiumi e torrenti, edifici e autostrade, con scarso o nessun impatto sulla superficie.

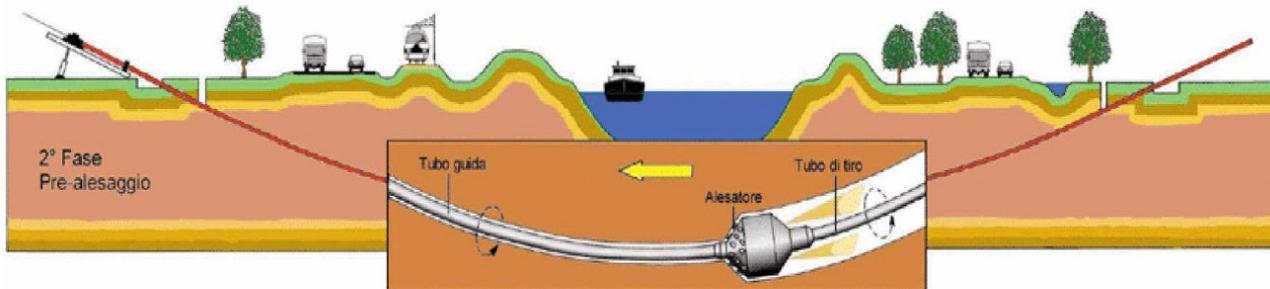
Questo tipo di perforazione consiste essenzialmente nella realizzazione di un cavidotto sotterraneo mediante il radio-controllo del suo andamento plano-altimetrico. Il controllo della perforazione è reso possibile dall'utilizzo di una sonda radio montata in cima alla punta di perforazione, questa sonda dialogando con l'unità operativa esterna permette di controllare il percorso della trivellazione e correggere in tempo reale gli eventuali errori.

L'esecuzione della trivellazione orizzontale controllata (T.O.C.) consta essenzialmente di due fasi di lavoro:

- In una prima fase, dopo aver piazzato la macchina perforatrice, si realizza un foro pilota, infilando nel terreno, mediante spinta e rotazione, una successione di aste che guidate opportunamente dalla testa, crea un percorso sotterraneo che va da un pozzetto di partenza a quello di arrivo;
- nella seconda fase si prevede che il recupero delle aste venga sfruttato per portarsi dietro un alesatore che, opportunamente avvitato al posto della testa, ruotando con le aste genera il foro del diametro voluto ($\phi = 200 \div 500\text{mm}$). Insieme all'alesatore, o successivamente, vengono posati in opera i tubi camicia che ospiteranno il cavidotto. Infine si effettuerà il riempimento delle tubazioni con bentonite.



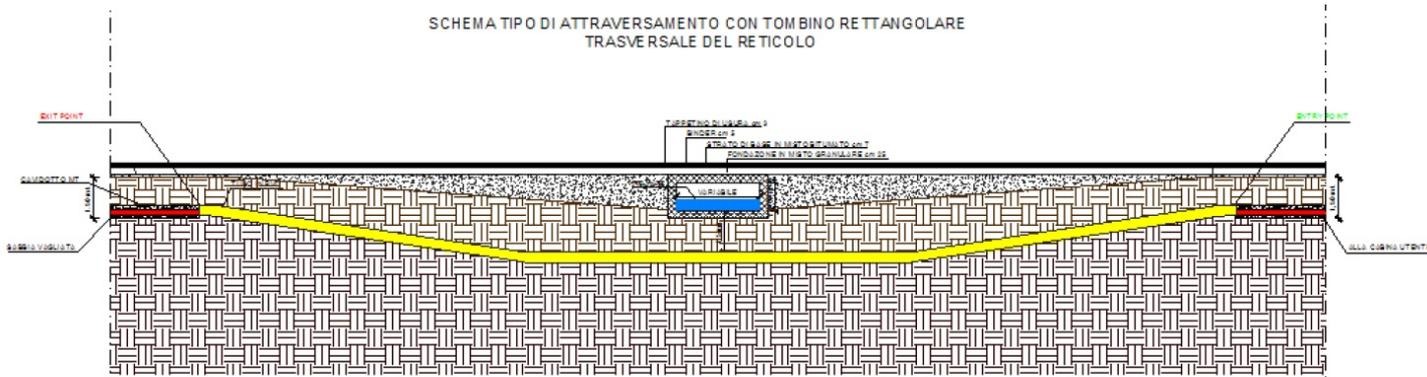
Schema della fase di realizzazione del foro pilota.



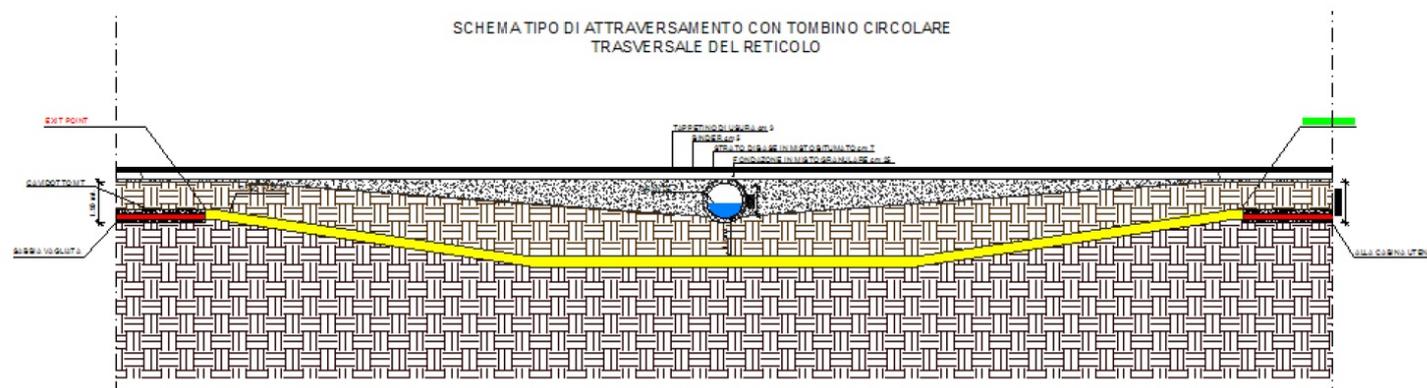
Schema della fase di trivellazione di allargamento del perforo.

Il tracciato realizzato mediante tale tecnica consente in genere, salvo casi particolari, inclinazioni dell'ordine dei 12÷15 gradi. In genere la trivellazione viene eseguita ad una profondità di almeno 1,50 m sotto l'intersezione (cfr. figure seguenti), mentre i pozzetti di ispezione che coincidono con quello di partenza e di arrivo della tubazione di attraversamento vengono realizzati alla quota del terreno.

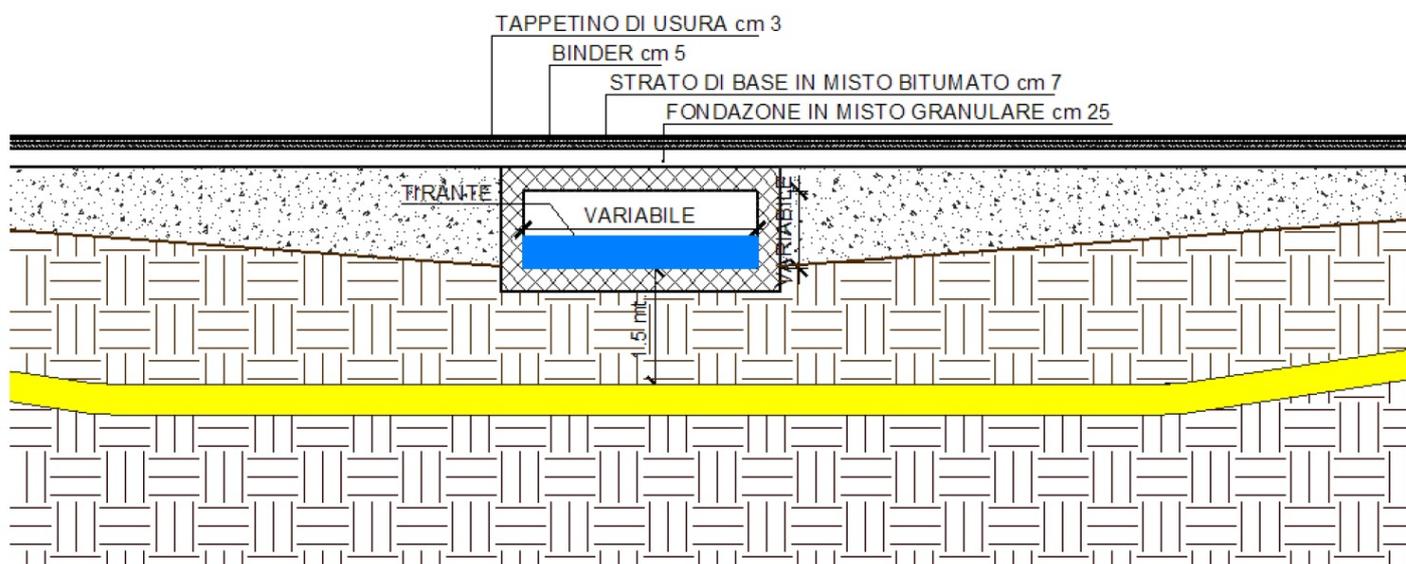
L'intervento verrà eseguito rigorosamente in sicurezza al fine di avere il cavo di MT in posizione di tutta sicurezza rispetto alle possibili interferenze.



Tipologia di attraversamento dell'alveo in caso di tombino rettangolare.



Tipologia di attraversamento dell'alveo in caso di tombino circolare.



Posizione del cavidotto rispetto all'alveo.

In sede di progetto esecutivo si raccomanda di effettuare le opportune indagini geologiche e geognostiche al fine di scongiurare la presenza di trovanti ed altri elementi di disturbo che renderebbero difficoltoso l'utilizzo di tale tecnologia.

Per quanto riguarda le caratteristiche del sito in oggetto, i punti terminali di tale tratta presentano spazi sufficienti sia per il posizionamento e l'orientamento della macchina sia per la posa in opera dei tubi camicia.

9.2 INTERFERENZE CON LINEE AEREE

Il progetto non prevede la realizzazione di infrastrutture aeree e pertanto non si verificheranno interferenze con le infrastrutture aeree esistenti.

In ogni caso le opere di progetto rispettano i vincoli di servitù e le fasce di rispetto dagli elettrodotti aerei esistenti.

I cavidotti di progetto saranno tutti interrati pertanto eventuali intersezioni con linee aeree esistenti non causeranno interferenze.

10 MANUTENZIONE

Gli impianti agrivoltaici connessi in rete devono essere sottoposti a manutenzione periodica, in modo da non determinare perdite di produzione che altrimenti potrebbero compromettere il piano economico e quindi il ritorno dell'investimento.

La manutenzione deve essere svolta da personale qualificato. L'intervento di manutenzione dell'impianto agrivoltaico è da programmare, insieme con le verifiche periodiche, almeno una volta all'anno, meglio all'inizio della primavera, in modo che eventuali difetti non compromettano la produzione del periodo estivo.

La manutenzione consiste nel porre rimedio agli inconvenienti emergenti dall'esame a vista e dalle misure e prove, nell'eseguire le operazioni richieste dal costruttore dell'inverter e nella pulizia dei moduli con acqua (evitare spazzole dure e solventi).

Il progetto deve considerare la disposizione ottimale dei componenti dell'impianto affinché siano facilmente raggiungibili e prevedere gli spazi necessari al personale per la manutenzione. Va quindi garantita l'accessibilità ai moduli, ai quadri e agli inverter, sia per le prove e misure che per eventuali sostituzioni di componenti.

Gli inverter sono dotati di display che indica i principali parametri dell'impianto e quindi consente di avere un'indicazione di massima sulle condizioni complessive dell'impianto stesso ed è accessoriabile con sistemi di monitoraggio.

Infine è opportuno predisporre un registro su cui riportare i risultati delle verifiche, gli interventi di manutenzione, i guasti e le anomalie che hanno interessato l'impianto.

11 AGRICOLTURA IN SARDEGNA

La regione Sardegna si caratterizza per un territorio prevalentemente collinare (68%) con un'altimetria media di 334 metri s.l.m. e una superficie complessiva di 24.100 Km² che la collocano al terzo posto tra le regioni italiane per dimensione, dopo Sicilia e Piemonte. La sua conformazione orografica, ma anche le caratteristiche pedologiche e climatiche, pongono numerosi comuni della Regione in una condizione di particolare svantaggio, soprattutto per quanto riguarda lo sviluppo dell'attività agricola. Il territorio, talvolta impervio, non favorisce il proliferare di attività produttive, acuendo in alcune aree il fenomeno di spopolamento e di "deflusso" della popolazione verso le zone costiere dell'Isola. I dati dell'indagine sulle produzioni agricole, condotta dall'ISTAT nel 2013, tracciano un profondo cambiamento strutturale delle aziende agricole sarde. La trasformazione riguarda soprattutto la diminuzione del numero delle aziende e un conseguente aumento della dotazione fisica di terra per azienda, al netto della superficie agricola destinata agli usi edilizi che negli ultimi anni appare sempre più in crescita. Nel decennio 2013-2003 si evidenzia che il numero di aziende agricole operanti sul territorio sardo si è ridotto del 43,5%, mentre a livello nazionale la diminuzione è inferiore e si attesta al 33,4%. Questa evoluzione è legata al fenomeno di abbandono delle piccole realtà agricole, soprattutto quelle a conduzione strettamente familiare che, a loro volta sono state inglobate dalle medie/grandi imprese agroindustriali. Nel confronto con il dato nazionale la contrazione della SAU totale nell'isola è pari allo 0,8%, decisamente inferiore con quanto registrato sul territorio nazionale (-5,6%). Nel traslare l'analisi sulla distribuzione della numerosità delle aziende per classe di superficie totale, si nota che 11.176 aziende appartengono alla classe con superficie con meno di 1 ettaro. Queste, tuttavia, da sole rappresentano lo 0,7% della SAU totale, mentre le 6.297 aziende, appartenenti alla classe di superficie con 50 ettari e oltre, occupano più della metà della SAU totale (60,3%). Infine, le aziende senza terra sono 150, riconducibili la maggior parte ad aziende specializzate nell'allevamento di suini, polli e api.

11.1 Coltivazioni in Sardegna

L'osservazione dei dati 2016/2015 mostra una situazione diversificata per singola coltura praticata. Tra i cereali si nota una diminuzione di superficie per il mais e il frumento duro, rispettivamente del 37,3 e del 5,7%. Per le restanti tipologie di cereali la variazione è nulla e l'andamento rimane pressoché costante. Le colture foraggere mostrano una contrazione della superficie solo per gli erbai dello 0,8%, mentre aumenta la superficie per i prati (+0,1%) tra le foraggere permanenti, e i prati avvicendati (+5,9%) tra le foraggere temporanee. Le colture oleaginose rivelano una situazione stabile rispetto all'anno precedente; tra i legumi secchi, la fava da granella mostra un trend positivo del 15,6%, mentre, per gli altri legumi l'andamento è stabile rispetto all'anno precedente. La superficie investita ad olivo aumenta del 30% nonostante il calo delle produzioni olivicole riscontrato negli ultimi anni, attribuibile ragionevolmente, alla contrazione della domanda per il perdurare della crisi economica. Prosegue la contrazione degli ettari coltivati a uva da tavola e da vino, rispettivamente del 2,2% e del 2%. Mentre per i primi il calo è dovuto alla complessità riscontrata nella coltivazione e all'eccessiva offerta del prodotto proveniente da mercati extra regionali; per i secondi il calo è dovuto principalmente all'abolizione delle quote vigneto con l'introduzione delle nuove autorizzazioni, determinando di fatto una riorganizzazione del settore. Infatti, l'orientamento riscontrato negli ultimi anni ha come obiettivo elevare la produzione di qualità incoraggiando investimenti in nuovi impianti o reimpianti per il rinnovo di vigneti già esistenti. Tra le colture arboree per frutta fresca e frutta secca, il pero e il melo, sono le colture che nel 2016 hanno segnato un trend positivo in termini di superficie investita, rispettivamente del 18,2% e del 6,7%. Mentre, si segnalano valori negativi per l'albicocco che ha ridotto la superficie del 27,8%, resta stabile il mandorlo. Tra gli ortaggi in pieno campo e in serra, le colture con un aumento consistente di superficie coltivata nell'ultimo anno sono il cocomero e il carciofo in pieno campo, il pomodoro in serra. Si riducono notevolmente le superfici della fragola e del cavolfiore e cavolo broccolo in campo, del finocchio e del cocomero in serra. Infine, per il comparto agrumicolo la situazione resta stabile, rispetto all'anno precedente, per tutte le tipologie produttive (arancio, mandarino, clementino e limone).

11.2 Analisi dello stato di fatto

La vegetazione presente nel sito è costituita da uno strato erbaceo coltivato a cereali con presenza di piante autoctone infestanti di natura spontanea. Le aree a seminativo caratterizzano il paesaggio per la quasi totalità e rappresentano il principale tessuto agricolo della zona. Facendo riferimento all'area che sarà interessata dall'intervento, le specie arboree e arbustive risultano per lo più assenti con qualche presenza isolata e sporadica. Lo strato erbaceo naturale e spontaneo si caratterizza per la presenza di graminaceae, compositae, cruciferae ecc.. La copertura di un tempo è totalmente scomparsa e visivamente il paesaggio agrario ricorda un'area a seminativo in parte abbandonata. I terreni in esame, dal punto di vista della carta del suolo e delle essenze arboree rilevate rientrano tra i "seminativi semplici e colture orticole a pieno campo" (cod. 2121). Su questi terreni si sono verificati, e si verificano anche oggi, degli avvicendamenti fitosociologici e sinfitosociologici, e conseguentemente, delle successioni vegetazionali che sulla base del livello di evoluzione, strettamente correlato al tempo di abbandono, al livello di disturbo antropico (come incendi, disboscamenti e ripristino della coltivazione, ecc..) oggi sono ricoperti da associazioni vegetazionali identificabili, nel loro complesso, come campi incolti, praterie nude, cespugliate e arbustate, gariga, macchia mediterranea, ecc.. Nel complesso, quindi, l'area oggetto di intervento è interessata esclusivamente da campi coltivati da colture cerealicole estensive come frumento e essenze foraggere in genere. Gli interventi di mitigazione previsti per la realizzazione del parco agrivoltaico saranno finalizzati alla minimizzazione delle interferenze ambientali e paesaggistiche delle opere in progetto. Nel caso specifico, considerata la tipologia dell'opera si è ritenuto doveroso provvedere alla realizzazione di macchie arboree al fine di schermare l'impatto visivo.

11.3 Coltivare il melograno (*Punica granatum*): quadro generale

Il melograno (*Punica granatum* L.) è considerato in Italia un "fruttifero minore" in quanto registra una produzione annuale inferiore alle 100.000 ton. Le principali aree di coltivazione nel mondo sono localizzate nei Paesi extraeuropei, con esempi di sistemi produttivi specializzati negli USA e in Israele. In ambito comunitario le uniche aree produttive degne di nota si trovano in Spagna. In Italia la coltivazione del melograno presenta allo stato attuale una limitata diffusione con la presenza di impianti specializzati negli areali centro-mediterranei del Paese. Il melograno è uno dei frutti domesticati più antichi, unitamente a vite, olivo e fico. Il suo nome, *Punica granatum*, deriva dal latino

“malum granatum”, ovvero mela con grano, mentre il nome del genere Punica si riferisce alla colonia fenicia dell’attuale Cartagine in Tunisia. Il melograno è considerato originario dell’Asia centrale, dall’Iran al Turkmenistan, e dell’India settentrionale. Oggi il melograno è coltivato in tutto il mondo, nelle zone tropicali e sub-tropicali, nel bacino del Mediterraneo e dovunque il microclima ne permetta la coltivazione. È un arbusto caducifoglio, con una spiccata tendenza a ramificare dalla base e a produrre polloni: può pertanto presentare uno o più tronchi a seconda della forma di allevamento. Si adatta bene a diversi climi e svariati suoli adattandosi bene anche in zone in cui altri fruttiferi di maggiore importanza non produrrebbero in maniera economicamente sostenibile. È infatti tollerante alla siccità, alla salinità, alle carenze di ferro, ad alti contenuti di carbonato di calcio e riesce a dare performance elevate anche su suoli poveri e pietrosi. Teme gli eccessi di acqua (ristagni idrici) ed è impiegata soprattutto in zona aride e semiaride. Risulta particolarmente sensibile ai venti che causano sfregamenti dei frutti tra loro e con i rami e le spine causando danni alla buccia e quindi un deprezzamento del prodotto finale.

11.4 Preparazione del sito

Il sito scelto deve assicurare una stagione estiva prolungata e calda, con molte ore di luce per assicurare una buona colorazione, anche se è preferibile proteggere i frutti dall’esposizione diretta alla radiazione solare per garantire un’elevata produttività, qualità e regolare maturazione dei frutti. Inoltre, un’elevata e precoce escursione termica tra giorno e notte favorisce un’intensa e uniforme colorazione dei frutti. Prima dell’impianto sarà importante prevedere:

1. analisi chimico-fisiche del suolo in modo tale da avere un riscontro della situazione di partenza del suolo sul quale poter in seguito costruire un efficace ed efficiente piano di fertilizzazione.
2. una buona concimazione organica di fondo lungo il filare che permette di avere una riserva organica a lenta cessione negli anni con un’attenzione particolare sulla fauna microbica del suolo che costituisce la vita e la capacità rigenerativa del suolo. Sarà necessaria una lavorazione profonda del suolo. Ciò è necessario in quanto l’impianto è l’unico momento in cui possiamo intervenire sul terreno essendo una coltivazione pluriennale e visto l’uso della pacciamatura. Attraverso questa operazione si mira a favorire un buon sviluppo dell’apparato radicale, presupposto questo, essenziale per un assorbimento efficiente della risorsa idrica e delle risorse nutrizionali che saranno apportate mediante fertirrigazione e per creare un ambiente adatto ad un adeguato sviluppo della fauna microbica. È fortemente consigliato l’uso della pacciamatura lungo i filari, questa impedirà al disotto

delle piante lo sviluppo delle infestanti e preserverà il contenuto di umidità del terreno. La plastica bicolore bianca in superficie e nera sul lato a contatto con il suolo è preferibile, in quanto impedisce un riscaldamento eccessivo del suolo che inibirebbe l'attività radicale e microbica con effetto, dunque, sulla produttività della pianta. Il bianco inoltre riflettendo la luce la restituisce alla parte bassa della chioma aumentando la luminosità totale dell'impianto. Sarà auspicabile prevedere un inerbimento permanente dell'interfila che oltre ad incrementare la biodiversità del sito e creare un ambiente predisponente un maggiore sviluppo della pedofauna utile, aumenterà la portanza del suolo e lo preserverà dall'erosione che diversamente eserciterebbero le acque meteoriche su un suolo nudo.

11.5 Considerazioni irrigue

Il fabbisogno irriguo del melograno risulta basso nei climi temperati e modesto nei climi aridi o semiaridi e varia oltre che per il clima anche in funzione della natura del terreno. La forma migliore di gestione l'irrigazione nel melograno non è quella di seguire programmi e turnazioni fisse d'irrigazione ma gestire la risorsa idrica in funzione delle necessità effettive delle piante che sono determinate dalle caratteristiche proprie della specie, in relazione al clima e alla natura del suolo.

Per applicare tale metodo è necessario conoscere i periodi critici, ovvero gli stadi fenologici, in cui uno stress idrico può determinare una considerevole riduzione quantitativa o qualitativa della produzione. Un sistema d'irrigazione così concepito, in base a parametri climatici come descritto anteriormente può essere migliorato grazie a strumenti che rilevano l'umidità del suolo (tensiometri) che permettono di monitorare con precisione la quantità di acqua incorporata al sistema suolo-pianta in maniera continua così da ottimizzare gli apporti evitando perdite di acqua per lisciviazione, eccessi o deficit idrici grazie a sistemi di alert che indicano con precisione i livelli di eccesso o deficit idrico. È fondamentale che l'acqua sia disponibile e l'impianto venga predisposto prima della messa a dimora delle piante, in modo tale da poter irrigare immediatamente dopo il trapianto. L'irrigazione a goccia è raccomandata con una o, nella maggior parte dei casi, due ali gocciolanti per fila meglio se autopulenti in quanto saranno posizionate tra la superficie del terreno e la pacciamatura e autocompensante per poter assicurare la stessa quantità di acqua e concimi ad ogni pianta su tutta la superficie. L'irrigazione sovrachioma invece non è consigliata in quanto favorisce la presenza di patogeni fungini ed una produzione inferiore poiché i fiori risultano sensibili agli eccessi di umidità.

La gran parte della nutrizione delle piante viene effettuata mediante fertirrigazione, tecnica che consente la distribuzione dei fertilizzanti insieme all'acqua d'irrigazione.

Il fabbisogno irriguo della coltura allevata con sistema *intensivo* risulta essere il seguente:

1°, 2°, 3° anno 1.500-2.000 m³/ha

Dal 4°anno i poi 2.000-3.000 m³/ha

Tali valori sono da considerarsi generici e possono subire delle variazioni in funzione dell'andamento specifico della stagione irrigua e in funzione soprattutto della natura del terreno, potendo arrivare anche a 5000 m³ ma potendo essere anche inferiori agli standard. Per la fertirrigazione sarà fondamentale conoscere alcuni parametri:

- le esigenze nutrizionali specifiche della coltura;
- il fabbisogno idrico della coltura;
- le esigenze dei diversi nutrienti correlate alle principali fasi vegetative della coltura;
- la fertilità del terreno;
- le caratteristiche chimiche dell'acqua d'irrigazione;
- la tecnica fertirrigua, per poterla gestire ed applicare in modo corretto e razionale.

Gestire la nutrizione delle piante mediante fertirrigazione permette un minor impiego di manodopera, un minore utilizzo delle macchine per la distribuzione, una migliore applicazione dei fertilizzanti perché distribuiti nella porzione di terreno effettivamente esplorato dal sistema radicale delle piante, assenza di perdite di nutrienti e di acqua grazie alla precisa localizzazione vicino all'apparato radicale delle colture, assenza di ruscellamenti e percolazioni verso i fiumi e le falde freatiche, possibilità di effettuare le concimazioni anche in quei momenti in cui la coltura non è accessibile ai mezzi meccanici per la loro distribuzione, assenza di polveri nell'aria durante la distribuzione dei fertilizzanti.

GLI ELEMENTI NUTRITIVI DA SOMMINISTRARE PER PRODUZIONI DI 250-300 QUINTALI DI FRUTTI						
ELEMENTO	Elemento Dose di fertilizzante (kg/ha/anno)					
	Età del frutteto	1	2	3	4	5 +
Azoto (N)		30-40	120-150	150-200	150-200	150-200
Fosforo (P)		20	40	40	50	70-100
Potassio (K)		0	0	150-200	150-200	200-250

prospetto macronutrienti per la coltivazione del melograno

Anche la scelta della tipologia dell'impianto irriguo è di estrema importanza. Occorre conoscere il numero e la portata dei gocciolatoi per unità di superficie. Essi devono consentire una erogazione tale da ottenere una continuità di volume di terreno bagnato lungo tutta la linea distributrice, inoltre

la superficie di terreno umettata deve essere adeguata alle esigenze della coltura. Bisogna dotare l'impianto irriguo di adeguati strumenti di miscelazione, mentre la scelta delle forme chimiche dei concimi saranno scelte in funzione della natura del terreno. Il melograno è una coltura arborea che produce significative quantità di biomassa e richiede elevate quantità di elementi nutritivi a fronte di una produzione di 200-250 quintali di frutti per ettaro. Le quantità di cui sopra fanno riferimento a dati indicativi raccomandati in maniera empirica e possono essere una valida base di partenza, ma ogni caso andrà valutato a sé stante in funzione della natura chimico-fisica del terreno, della qualità delle acque di irrigazione, nonché della solubilità del concime per programmare una nutrizione equilibrata e rapportata all'effettive esigenze specifiche per la coltura e per le fasi fenologiche. In generale il melograno, soprattutto dall'esperienza maturata nell'Italia del Sud, ha manifestato sensibilità a carenze di zinco, magnesio e ferro. Quando ci si avvicinerà alla maturazione dei frutti sarà opportuno ridurre il rapporto azoto/fosforo al minimo, ovvero aumentare il potassio, per assicurare un buono sviluppo del colore e l'accumulo di zuccheri negli arilli.

11.6 Combinazione coltura del melograno e fotovoltaico

In generale si può affermare che i tracker offrono protezione alla coltivazione sottostante. Nel caso specifico di un impianto di melograno i vantaggi sono diversi: i tracker elevandosi al di sopra della coltivazione proteggono i frutti dalla radiazione solare diretta; pertanto, avremo una minore incidenza di scottature sui frutti che commercialmente declassano il prodotto a terza categoria. Grazie all'ombra fornita dai tracker l'evapotraspirazione sarà inferiore e dunque la pianta consumerà meno acqua. Le piante avranno una maggiore protezione dalla grandine e dai forti venti che come sottolineato precedentemente danneggeranno il frutto perché a causa dei venti si produrranno dei graffi dovuti allo sfregamento tra il frutto e i rami o, peggio, tra i frutti e le spine. Lo svantaggio principale della combinazione tra fotovoltaico e melograneto riguarda sostanzialmente l'ombra generata dalla presenza dei tracker che potrebbe tradursi in una produttività inferiore. Tale riduzione della produttività potenziale del frutteto, come anticipato in precedenza, viene compensata da un aumento della qualità commerciale dei frutti in quanto si avrebbe una sensibile riduzione di frutti scottati, graffiati e spaccati e dunque una netta riduzione delle percentuali di frutti appartenenti alla terza categoria o addirittura scarto. Inoltre, per ovviare alla riduzione della produzione dovuta all'ombreggiamento dei tracker sarà previsto un sistema di allevamento diverso che ben si adatterà a tale circostanza in quanto la potatura e l'orientamento della parte aerea permetteranno una

maggior penetrazione della luce. La proposta in esame tiene conto dell'associazione tra la tecnologia fotovoltaica e coltivazione del terreno agrario tra le interfile di pannelli con una predisposizione colturale che prevede la piantumazione centrale di un filare di *Punica granatum* (melograno). Il layout che si propone prevede distanze tra le file di trackers di 5,50 m. Considerato che i tracker nell'arco della giornata si troveranno nella posizione di massima intercettazione della luce, la fascia di suolo agrario utilizzabile, in parte ombreggiata ed in parte soleggiata, sarà pari a circa 3 m. Per calcolare la superficie "utile" di coltivazione è stata stimata l'incidenza dell'ombreggiamento e dell'irraggiamento, dalle ore 7 alle ore 17, in funzione della rotazione dei trackers. La maggior disponibilità di irraggiamento per le colture corrisponde alle ore 12, momento in cui i trackers si trovano in posizione orizzontale rispetto al suolo. Verrà considerata come prima specificato zona "coltivabile" una fascia pari a 3 m mentre la restante parte verrà proposto un inerbimento con un miscuglio "permanente" di essenze graminacee e leguminose.

11.7 Proposta migliorativa: inerbimento sotto i trackers

In base ai risultati dell'analisi pedologia e geologica in merito alle condizioni erosive del suolo a seguito di fenomeni piovosi, dopo un'attenta analisi multidisciplinare e multi-criteriale si è arrivati alla conclusione che un inerbimento nel periodo autunno-invernale consentirebbe di risolvere e/o mitigare il dilavamento del terreno agrario. L'inerbimento consiste nella creazione e nel mantenimento di un prato costituito da vegetazione "naturale" ottenuto mediante l'inserimento di essenze erbacee in blend e/o in miscuglio attraverso la semina di quattro o cinque specie di graminacee e una percentuale variabile di leguminose in consociazione (verranno impiegate essenze mellifere i cui fiori saranno prediletti da insetti impollinatori – api- che spostandosi di pianta in pianta favoriranno l'aumento della biodiversità e contribuiranno ad arricchire l'offerta di nettare per molti animali). La crescita del cotico erboso viene regolata con periodici sfalci e l'erba tagliata finisce per costituire uno strato pacciamante in grado di ridurre le perdite d'acqua dal terreno per evaporazione e di rallentare la ricrescita della vegetazione. La tecnica dell'inerbimento protegge la struttura del suolo dall'azione diretta della pioggia e, grazie agli apparati radicali legati al terreno, riduce la perdita di substrato agrario anche fino a circa il 95% rispetto alle zone oggetto di lavorazione del substrato. Consente una maggior e più rapida infiltrazione dell'acqua piovana ed il conseguente ruscellamento e determina un aumento della portanza del terreno; inoltre riduce le perdite per dilavamento dei nitrati e i rischi di costipamento del suolo dovuto al transito delle macchine operatrici. In definitiva

l'inerbimento difende e migliora le proprietà fisiche, chimiche e biologiche del suolo ovvero la sostanza organica e quindi anche la fertilità del terreno. L'aumento di sostanza organica genera anche il miglioramento dello stato di aggregazione del suolo e della relativa porosità nonché delle condizioni di aerazione negli strati più profondi, favorendo così la penetrazione dell'acqua e la capacità di ritenzione idrica del terreno. L'inerbimento del terreno può essere effettuato in vari periodi dell'anno, ma la riuscita migliore la si ha effettuando interventi durante il periodo autunnale (da metà settembre a fine novembre). La semina deve avvenire a spaglio o alla volata, cioè spargendo il seme in maniera uniforme su tutta la superficie del terreno. Bisogna comunque interrare i semi a 2 cm di profondità tramite un rastrello o apposito rullo. È stato osservato che, nel medio-lungo periodo, un prato misto ben gestito, anche in presenza di coperture che diminuiscano la ventilazione, l'insolazione e con aumenti di temperatura consistenti, non diminuisce la sua capacità di incrementare la produzione di humus e, conseguentemente, di trattenere l'acqua meteorica. L'acqua di pioggia scivolando sulla superficie inclinata dei pannelli fa sì che un'area limitata di suolo sia interessata da una quantità pari a quella che cadrebbe nell'intera superficie sottesa dal pannello (effetto gronda). È possibile che in aree prive di manto erboso l'effetto gronda divenga, nel tempo, causa di erosione superficiale localizzata. È stato però evidenziato che, in aree particolarmente soleggiate, l'effetto ombreggiante dei pannelli permette la crescita di erba più rigogliosa. La naturale diffusione del manto erboso polifita anche negli interspazi (specialmente le graminacee in miscuglio con essenze leguminose) frena l'effetto erosivo. L'inerbimento, comune ed attivo agente antierosivo, può controllare lo scorrimento superficiale sul suolo interferendo sul flusso dell'acqua sul terreno rallentandone la velocità e permettendo quindi all'acqua di infiltrarsi (Hamm, 1964). Un prato fitto, sano e ben insediato (si intende un coticco erboso a 90 giorni dalla semina) assorbe fino a sei volte la quantità di pioggia rispetto ad una uguale superficie coltivata a grano, riducendo lo scorrimento superficiale dell'acqua (Panella A. et al., 2000). L'efficacia di controllo dell'erosione da parte delle coperture erbose (inerbimenti) è la somma di un'elevata densità di culmi e di radici che favoriscono una maggiore stabilizzazione del suolo: l'elevata biomassa aerea e radicale permettono anche di ridurre il flusso superficiale dell'acqua, ritardandone la velocità e riducendo il potenziale erosivo dell'acqua (Beard J.B., 1973). Per opporsi efficacemente all'erosione occorre che il terreno abbia una densità vegetale pari ad almeno il 70% e un buon inerbimento va decisamente incontro a questa condizione. Il più comune agente erosivo, come risulta noto, è rappresentato dall'acqua. L'impatto delle gocce di pioggia sul terreno nudo, per esempio, provoca una dispersione delle particelle consentendo un loro facile trasporto insieme all'acqua. In questo caso la funzione degli inerbimenti,

sfruttando la loro elevata densità, è quella di intercettare (attraverso i culmi e le foglie) queste gocce prima che giungano al suolo trattenendole. Fondamentale e superiore a qualsiasi altro organo vegetale è poi la funzione dell'apparato radicale nel tenere fermo il suolo. Nella fattispecie, l'identificazione della miscela di sementi idonea ad un determinato inerbimento passa dall'unione di piante con sistemi radicali fini, fascicolati ed estesi. Diverse prove di natura scientifica hanno stabilito che circa il 90% del peso della pianta è costituito dalle radici e si calcola che ogni singola pianta sviluppa, in condizioni ottimali nell'arco della propria vita, un apparato radicale avente una lunghezza complessiva di oltre 600 Km (Brown 1979). L'incremento in sostanza organica provocato dalla morte delle radici, tra l'altro, a fine ciclo vitale o a seguito degli sfalci (mulching), contribuisce ad incrementare la permeabilità del suolo diminuendo lo scorrimento superficiale. In ultima analisi si porta all'attenzione il fatto che dal punto di vista del riciclo la funzione svolta dagli inerbimenti è fondamentale: attraverso i meccanismi di evapotraspirazione l'acqua torna all'atmosfera e solo una piccola parte (davvero minima attuando corrette pratiche manutentive) si perde (almeno temporaneamente) con la percolazione in profondità.

11.8 Proposta migliorativa: siepe perimetrale

Le opere a verde previste nell'ambito del presente progetto prevedono l'utilizzo di specie vegetali autoctone. La presenza di specie autoctone permetterà una più veloce rinaturalizzazione delle aree interessate dai lavori del parco agrovoltaiico in maniera da permetterne l'utilizzo da parte della fauna. Il progetto prevedrà la realizzazione di una recinzione che gira attorno al perimetro del parco fotovoltaico (al suo interno): su tale recinzione, a distanza di 50 cm dalla stessa, verrà posizionata una siepe per tutta la sua lunghezza. In pratica si collocheranno in opera delle piante arbustive, altamente resistenti alle condizioni pedo-climatiche del sito che nell'arco di pochi anni andranno a costituire una siepe vera e propria. L'arbusto verrà fatto crescere fino al raggiungimento dell'altezza prefissata che corrisponderà al limite della recinzione di 2,0 m. La siepe percorrerà tutto il perimetro del parco fotovoltaico, sarà cioè lunga diversi km. Le piante, ben formate e rivestite dal colletto all'apice vegetativo, saranno fornite in vaso 20 e avranno un'altezza da 0,60 a 0,80 m, e verranno distanziate tra loro 50 cm (3 piante per ogni metro lineare). L'arbusto che verrà impiegato per la realizzazione della siepe perimetrale sarà la *Phyllirea angustifolia* L. (singole o in associazione con altre piante di macchia mediterranea). La piantumazione delle essenze arbustive per la realizzazione della siepe perimetrale prevedrà una lavorazione superficiale di una fascia di terreno agrario di circa 1 m lungo

tutto il perimetro e l'apertura di piccole buche per la collocazione in sito delle piante. Ogni arbusto, fornito in opera in fitocella, sarà collocato nella propria buca avendo avuto preliminarmente cura di smuovere il terreno per non creare l'effetto vaso; inoltre, alla base della buca, verrà distribuito del concime organico maturo per favorire la fase di attecchimento della pianta stessa dopo il trapianto. Dopo la fase di piantumazione sarà necessario realizzare un impianto di irrigazione a goccia, con singoli punti goccia per ogni pianta: l'impianto irriguo, che seguirà in tutto il suo perimetro il parco fotovoltaico, sarà suddiviso in settori per rendere omogenea l'erogazione della risorsa irrigua senza determinare pressioni di esercizio elevate e dannose. La tubazione principale risulterà costituita in polietilene a bassa densità, di diametro 20 mm. In corrispondenza di ogni pianta vi sarà un foro da cui fuoriuscirà la quantità di acqua nell'intervallo di tempo stabilito necessario alla pianta per l'avviamento dalla propria fase di radicazione nel nuovo substrato agrario. In linea generale un siffatto impianto irriguo potrà erogare, per ogni singolo punto irriguo, fino a 4 litri di acqua per ogni ora. Ogni settore sarà comandato da una elettrovalvola, la quale a sua volta comunicherà con una centralina elettronica su cui saranno predisposti e calendarizzati i vari turni irrigui in funzione, per esempio, della stagionalità e/o dell'intensità luminosa di un determinato periodo. L'intero impianto irriguo sarà così perfettamente

automatizzato. Sull'approvvigionamento idrico, per far fronte all'attecchimento delle nuove colture e per l'utilità a servizio del campo fotovoltaico, è intenzione della società utilizzare le bocchette di approvvigionamento e/o appresamento del consorzio di bonifica che si trovano distribuite in varie zone degli appezzamenti di progetto. Il regolamento irriguo esistente (approvato dal Consiglio dei Delegati con deliberazione n° 11 del 28.04.1995 resa esecutiva dal CO.RE.CO con decisione n° 363 del 16 giugno 1995) prevede che ogni utenza sarà dotata di un gruppo di consegna munito di un limitatore di portata che garantisce l'erogazione del volume assegnato sulla base della superficie irrigabile dell'azienda ed impedisce che venga superato il valore della portata prestabilita, pena la drastica riduzione della pressione nella rete aziendale. Il valore di riferimento in termini di volumi irrigui prelevati non potrà superare i 4.700 mc/ettaro per anno.

11.9 Fascia perimetrale di mitigazione

Il progetto definitivo prevede, come opera di mitigazione degli impatti per un inserimento "armonioso" del parco agrivoltaico nel paesaggio circostante, la realizzazione di una fascia arborea perimetrale. Tale fascia, larga 10 m e lunga tutto il perimetro del parco, sarà debitamente lavorata e

oggetto di piantumazione specifica. Sul terreno con una macchina operatrice pesante sarà effettuata una prima lavorazione meccanica alla profondità di 20-25 cm (fresatura), allo scopo di decompattare lo strato superficiale. In seguito, in funzione delle condizioni termopluviometriche, si provvederà ad effettuare eventualmente altri passaggi meccanici per ottenere il giusto affinamento del substrato che accoglierà le piante arboree. Complesse le operazioni riferite alle lavorazioni del substrato di radicazione si passerà alla piantumazione delle essenze arboree: nella fattispecie l'essenza scelta per tale scopo, in considerazione del suo areale di sviluppo e della sua capacità di adattamento sarà l'*Olea europea* (olivo). Per il sito in oggetto verranno impiegate piante autoradicate di altezza 1,30-150 m, in zolla; il sesto d'impianto adoperato sarà 3m x 4m. Ogni albero piantumato sarà corredato di un opportuno paletto di castagno per aiutare la pianta nelle giornate ventose e consentirne una crescita idonea in altezza in un arco temporale piuttosto ampio. Lo spazio lasciato tra le file consentirà di condurre facilmente le eventuali lavorazioni del terreno agrario. La piantumazione costituisce un momento particolarmente delicato per le essenze: la pianta viene inserita nel contesto che la ospiterà definitivamente ed è quindi necessario utilizzare appropriate e idonee tecniche che permettano all'essenza di superare lo stress e di attecchire nel nuovo substrato. L'impianto vero e proprio sarà preceduto dallo scavo della buca che avrà dimensioni atte ad ospitare la zolla e le radici della pianta (indicativamente larghezza doppia rispetto alla zolla della pianta). Nell'apertura delle buche il terreno lungo le pareti e sul fondo sarà smosso al fine di evitare l'effetto vaso. Alcuni giorni prima della messa a dimora della pianta si effettuerà un parziale riempimento delle buche, prima con materiale drenante (argilla espansa) e poi con terriccio, da completare poi al momento dell'impianto, in modo da creare uno strato drenante ed uno strato di terreno soffice di adeguato spessore (generalmente non inferiore complessivamente ai 40 cm) sul quale verrà appoggiata la zolla. Una volta posizionata la pianta nella buca, verrà ancorata in maniera provvisoria ai pali tutori per poi cominciare a riempire la buca. Per il riempimento delle buche d'impianto sarà impiegato un substrato di coltivazione premiscelato costituito da terreno agrario (70%), sabbia di fiume (20%) e concime organico pellettato (10%). Il terreno in corrispondenza della buca scavata sarà totalmente privo di agenti patogeni e di sostanze tossiche, privo di pietre e parti legnose e conterrà non più del 2% di scheletro ed almeno il 2% di sostanza organica. Ad esso verrà aggiunto un concime organo-minerale a lenta cessione (100 gr/buca). Le pratiche di concimazione gestionali saranno effettuate ricorrendo a fertilizzanti minerali o misto-organici. La colmatatura delle buche sarà effettuata con accurato assestamento e livellamento del terreno, la cui quota finale sarà verificata dopo almeno tre bagnature ed eventualmente ricaricata con materiale idoneo.

11.10 Piano di monitoraggio delle cure colturali opere a verde

I lavori di manutenzione costituiranno una fase fondamentale per lo sviluppo dell'impianto arboreo e arbustivo, lavori che andranno seguiti e controllati in ogni periodo dell'anno per affrontare nel migliore dei modi qualsivoglia emergenza. La mancanza di una adeguata manutenzione o la sua errata od in completa realizzazione, genererebbe un sicuro insuccesso, sia per quanto riguarda la realizzazione della fascia alberata di mitigazione, sia per ciò che concerne le opere di imboschimento. La predisposizione di un tale piano, in conformità al Decreto Legge n.77 del 31 maggio 2021, prevedrà l'utilizzo di soluzioni innovative che consentiranno il proseguimento delle attività agricole mediante l'applicazione di strumenti di agricoltura digitale e di precisione. Gli interventi in esame, approfonditi nel dettaglio nell'Appendice I allegato al presente studio, prevedranno il controllo dell'impatto delle opere sulle colture, sempre e comunque nell'ottica di un sistema virtuoso e sostenibile dal punto di vista ambientale. Il piano manutentivo, in sintesi, considererà una serie di operazioni di natura agronomica nei primi quattro anni (4 stagioni vegetative) successivi all'impianto. In seguito alla messa a dimora di tutte le piante, verranno eseguiti una serie di interventi colturali quali:

- controllo della vegetazione spontanea infestante;
- risarcimento eventuali fallanze;
- pratiche irrigue sia di gestione che di soccorso;
- difesa fitosanitaria;
- potature di contenimento e di formazione;
- pratiche di fertilizzazione.

11.11 Controllo della vegetazione infestante

Per limitare l'antagonismo esercitato dalle malerbe infestanti verranno messe in atto diverse strategie di natura agronomica: in particolare verranno eseguiti, durante i mesi estivi (da maggio a settembre) a partire dall'anno successivo alla realizzazione dell'impianto, il decespugliamento localizzato delle infestanti in prossimità dei trapianti messi a dimora per una superficie di almeno 1 m² con decespugliatore spallato e l'estirpazione manuale delle infestanti nate all'interno della reticella protettiva nel caso delle piante forestali (soprattutto in presenza di malerbe rampicanti come il convolvolo), con successivo accatastamento ordinato in loco del materiale di risulta e smaltimento per un idoneo punto di stoccaggio autorizzato. Per la fascia di mitigazione arborea e per la siepe perimetrale saranno effettuati dei passaggi con macchine operatrici per la trinciatura (trinciasarmenti a catene, coltelli, flagelli o martelli portato da trattore agricolo) e l'amminutamento in loco delle infestanti in modo da limitare il fenomeno della competizione per lo spazio e per i nutrienti. Saranno previsti complessivamente n° 3 interventi per il primo triennio e n°2 interventi al quarto anno per un totale di n°11 interventi di sfalcio in quattro anni. Il quarto anno, in presenza di arbusti potenzialmente competitivi con le piante messe a dimora, si opererà il taglio degli stessi con motosega o altri mezzi idonei. Tali sistemazioni agrarie, comunque, dipenderanno sempre e comunque dalla velocità di crescita delle piante.

11.12 Sostituzioni fallanze

In genere l'impiego di materiale vivaistico di buona qualità e la messa a dimora di giovani piantine con pane di terra, in particolare quelle forestali (in genere di età 1-2 anni), permettono di garantire elevate percentuali di attecchimento. In questi casi tendenzialmente il numero medio di fallanze riscontrabile risulterà sempre inferiore al 5-10%. Tra i primi di ottobre e la fine di marzo del primo e secondo anno successivi alla messa a dimora si dovrà procedere alla sostituzione dei trapianti eventualmente disseccati.

11.13 Pratiche di gestione irrigua

In caso di insorgenza di periodi di siccità prolungata si renderà necessario intervenire con irrigazioni di soccorso, pena il disseccamento dell'impianto e l'insuccesso dell'intervento di mitigazione (ad eccezione della siepe lungo la recinzione dove, invece, l'impianto irriguo consentirà una gestione

continua del fabbisogno in acqua). Il numero di irrigazioni di soccorso, in generale, sarà funzione delle condizioni climatiche nel periodo estivo con maggior frequenza nel primo biennio. Inoltre, sarà fondamentale effettuare diverse irrigazioni, in particolar modo dopo la fase di trapianto e per almeno i due mesi successivi, per favorire la radicazione e quindi l'attecchimento delle giovani piante.

11.14 Difesa fitosanitaria

Normalmente non verranno effettuati trattamenti fitosanitari preventivi. Potranno risultare opportuni solo in pochi casi qualora si verificano attacchi di insetti defogliatori che colpiscono una percentuale cospicua del popolamento (almeno il 30%). In tal caso sarà necessario effettuare trattamenti antiparassitari con distribuzione di opportuni principi attivi registrati e, per esempio, utilizzati in agricoltura biologica, mediante atomizzatore collegato ad una trattatrice. Tali interventi si potranno rendere necessari soprattutto all'inizio della primavera del primo anno del ciclo produttivo, con defogliazioni diffuse su larga scala.

11.15 Potatura di contenimento e di formazione

L'intervento di contenimento sarà realizzato perseguendo diverse finalità e obiettivi:

- sui filari più esterni del popolamento, sia arborei che arbustivi, l'obiettivo principale sarà il controllo dello sviluppo laterale allo scopo di lasciare loro uno spazio di crescita predefinito;
- sui filari interni dell'impianto l'obiettivo sarà di permettere l'ingresso all'interno del popolamento delle macchine dedicate a una serie di varie operazioni agronomiche e/o colturali. La frequenza degli interventi di potatura dei filari sarà valutata e programmata sulla base dello sviluppo della vegetazione dell'impianto e a seconda del protocollo colturale di gestione dello stesso. Per quanto riguarda la fascia alberata di mitigazione, che comprende sia la realizzazione della siepe perimetrale che dei filari arborei, si prevedrà di effettuare nel corso degli anni delle operazioni di potatura di formazione; in particolare si effettueranno delle potature, con attrezzature sia manuali che meccaniche, per la periodica esecuzione dei diradamenti. Lo scopo sarà quello di dare una forma regolare alle siepi, favorendone l'affrancamento, l'accestimento e consentendo loro una crescita laterale e in altezza (fino al limite di 2,5 m della recinzione), per far sviluppare la parte arborea nel modo più naturale possibile, seguendo gli individui vegetali nella crescita e potando cercando di realizzare la forma più stabile possibile (quella cioè con 3 branche principali che si troverebbero a 120° tra loro). Le potature di contenimento e di formazione si effettueranno periodicamente e fino

al raggiungimento di dimensioni tali da dar vita ad una situazione di equilibrio senza una eccessiva concorrenza reciproca.

11.16 Pratiche di fertilizzazione

Con la concimazione ci poniamo l'obiettivo di apportare sostanze nutritive al terreno agrario per migliorarne il grado di fertilità e, conseguentemente, anche la percentuale di attecchimento delle piante. Con l'apertura delle buche per la predisposizione delle opere di piantumazione ammenderemo il terreno allo scopo di creare le condizioni ottimali per lo sviluppo futuro della pianta. In seguito, durante il periodo primaverile dopo il primo anno di impianto, si provvederà ad apportare, a mezzo di concimi misto-organici o minerali, gli elementi nutritivi necessari al corretto sviluppo in modo tale da rafforzare le difese della pianta contro eventuali e possibili stress abiotici.

11.17 Analisi dei costi impianto di melograno

Impianto di un melograno		
<i>Designazione dei lavori</i>	<i>Sup. stimata (ettari)</i>	<i>Stima dei costi (ettaro)</i>
Lavorazione del terreno con mezzo meccanico alla profondità di cm. 80	63	15.000,00-17.000,00
Frangizollatura con erpice a dischi o a denti rigidi da effettuare nell'impianto di fruttiferi in genere		
Leggera sistemazione superficiale di terreni con lama livellatrice portata/trainata da trattore, da effettuare nell'impianto di fruttiferi in genere		
Concimazione di fondo con i fertilizzanti organici, da eseguirsi in preimpianto dell'arboreto o di riordino per reinnesto (agrumeti, oliveti, frutteti, vigneti, ecc.) nella quantità e tipi da specificare in progetto, caso per caso con un piano di concimazione, previa analisi fisico-chimica dell'appezzamento		
Acquisto e trasporto di tutore in canna di bambù per l'allevamento delle piante di fruttiferi, agrumi ed olivo, in forme libere e appoggiate, quale sostegno dell'intera pianta o per l'ausilio nella formazione dell'impalcatura portante, esclusa la messa in opera: sez. mm. 8-10, altezza m. 1,20		
Pacciamatura filare bicolore in plastica		
Impianto di irrigazione a goccia con gocciolatoi autocompensanti, comprensivo di raccorderia, materiale di consumo e tutto ciò che serve per consegnare il lavoro a regola d'arte		
Acquisto di fruttiferi innestati autofertili: —melograni in vaso 5 litri o a radice nuda.		
Messa a dimora di fruttiferi a radice nuda, innestati o autoradicati, compreso trasporto delle piante, squadratura del terreno, formazione buca, messa a dimora (compreso reinterro buca e ammendante organico) e la sostituzione delle fallanze nella misura massima del 5%		
TOTALE DEI COSTI 1° ANNO		

Per ciò che concerne i costi di raccolta quando le piante saranno in una fase tale da consentirla (probabilmente già dal 3° anno dall'impianto) si prevede di effettuare tale pratica manualmente considerata lo spazio esiguo nell'interfila. Un operatore specializzato riesce a raccogliere in una

giornata di lavoro circa 7-8 q.li di melograni. In basso si prospetta un'analisi dei ricavi lordi a partire dal 3° anno fino a piena maturità.

Impianto	Superficie coltivata (900 piante/ha)	Produzione per ettaro (media di 28 kg/pianta)	Prezzo unitario medio	Ricavo lordo totale
Melograneto	63 ettari	250 q.li	0.70 €/kg	1.102.500,00 €

ipotesi del ricavo lordo derivante dalla coltivazione del Melograneto

11.18 Analisi dei costi impianto a fascia di mitigazione

Impianti		
<i>Designazione dei lavori</i>	<i>Sup. stimata</i>	<i>Stima dei costi</i>
Lavorazione del terreno con mezzo meccanico alla profondità di cm. 80 (ripuntatura)	3 ettari	24.000,00
Frangizollatura con erpice a dischi o a denti rigidi da effettuare nell'impianto di fruttiferi in genere		
Leggera sistemazione superficiale di terreni con lama livellatrice portata/trainata da trattore, da effettuare nell'impianto di fruttiferi in genere		
Concimazione di fondo con i fertilizzanti organici, da eseguirsi in preimpianto dell'arboreto o di riordino per reinnesto (agrumeti, oliveti, frutteti, vigneti, ecc.) nella quantità e tipi da specificare in progetto, caso per caso con un piano di concimazione, previa analisi fisico-chimica dell'appezzamento		
Acquisto e trasporto di tutore in canna di bambù per l'allevamento delle piante di fruttiferi, agrumi ed olivo, in forme libere e appoggiate, quale sostegno dell'intera pianta o per l'ausilio nella formazione dell'impalcatura portante, esclusa la messa in opera: sez. mm. 8-10, altezza m. 1,20		
Impianto di irrigazione a goccia con gocciolatoi autocompensanti, comprensivo di raccorderia, materiale di consumo e tutto ciò che serve per consegnare il lavoro a regola d'arte		
Acquisto e messa in opera di fruttiferi innestati autofertili: —olivi innestati a 2 anni o a radice nuda e relativa pacciamatura con telo plastico antialga verde		
Messa a dimora di fruttiferi a radice nuda, innestati o autoradicati, compreso trasporto delle piante, squadratura del terreno, formazione buca, messa a dimora (compreso reinterro buca e ammendante organico) e la sostituzione delle fallanze nella misura massima del 5%		
Fornitura e piantagione di essenze arboree o arbustive, in vasetto o alveolo, compresa l'apertura di buca; collocamento a dimora delle piante; compresa la ricolmatura e la compressione del terreno; fornitura e posa di tutore (bambù); compreso oneri per picchettamento e allineamento, inclusa fornitura e messa in opera di impianto irriguo a goccia.	5000 m	90.000,00
TOTALE DEI COSTI 1° ANNO		114.000,00 €

Impianto	Superficie coltivata (830 piante/ha)	Produzione per ettaro (dal 3°anno)	Prezzo unitario medio	Ricavo lordo totale (olive)
Oliveto	3 ettari	20 q.li	0.40€/kg	2.400,00€

ipotesi del ricavo lordo derivante dalla coltivazione dell'olivo nella fascia di mitigazione

12 FORMA DI ALLEVAMENTO

Il sistema di allevamento più diffuso in Italia è quello israeliano che prevede una struttura ad “Y” trasversale con distanza tra le piante di 3,5 m e tra i filari di 6 m, piante allevate con un solo tronco da cui si diramano 4-6 branche principali disposte a doppia “ala inclinata” o a ombrello rovesciato. Tale forma di allevamento e di struttura si modifica in funzione delle condizioni pedoclimatiche in maniera tale da soddisfare sempre le esigenze del melograno stesso. La forma di allevamento consigliata, nel caso dell’associazione del melograneto con un impianto agrivoltaico, sarà la mezza “Y” con una pianta impalcata a circa 30 cm di altezza con la chioma che si svilupperà su un solo lato in maniera alternata a destra e a sinistra e le branche principali saranno disposte su una sola “ala inclinata”. La pianta verrà impostata dal primo anno attraverso la potatura di allevamento che sarà finalizzata ad ottenere una pianta con metà della chioma allevata su un solo lato della struttura in modo tale da aumentare la penetrazione della luce. Il sesto d’impianto previsto sarà 2 m tra le piante e 5,50 m tra i filari per cui su un ettaro avremo circa 900 piante. Per allevare un albero a monocaule fin dall’impianto occorrerà ridurre ogni pianta a un unico stelo e accorciarlo a circa 30 cm sopra il livello del suolo. Per il primo anno ogni pianta verrà supportata da un tutore sino a circa 1,5 metri dal terreno in modo da ottenere un fusto solido e rigido e, in inverno, poter avere rami robusti da legare direttamente alla struttura. Ai tutori andrà aggiunto un robusto filo orizzontale. Successivamente, attraverso la potatura di allevamento dei primi anni, bisognerà selezionare i germogli della metà scelta del tronco per formare la chioma principale. Questi saranno accorciati o sostituiti a ogni potatura invernale per la formazione di una robusta struttura arborea. La potatura di produzione invece consisterà nella selezione di nuovi rami a frutto, in una piantagione già in fruttificazione, e principalmente nella rimozione dell'eccessivo sovraffollamento di rami secchi e succhioni, mirando a mantenere una quantità adeguata di legno a frutto e la forma di allevamento prevista. Mentre nei primi due anni la potatura di allevamento sarà uguale per tutte le varietà allevate a monocaule, per la potatura di produzione la tecnica cambierà a seconda di diversi fattori (varietà, presenza o meno della struttura di sostegno, dimensioni e sesto di impianto utilizzato). Annualmente dovrà essere effettuata anche una potatura verde, al fine di mantenere aperto l’interno della chioma durante tutta la stagione di crescita, per eliminare i succhioni vigorosi o accorciarne alcuni per anticipare la messa a frutto ed effettuare il diradamento dei frutticini.