

Comune di Manciano,
Provincia di Grosseto, Regione Toscana

ARNG SOLAR VI S.R.L.

Viale Giorgio Ribotta 21, Eurosky Tower Interno 0B3

ROMA (RM), 00144

PEC: arngsolar6@pec.it

Impianto Agrivoltaico "MANCIANO 24.48"

PD01_02 - RELAZIONE TECNICA IMPIANTO AGRIVOLTAICO

PROGETTISTI		IL PROPONENTE
Coordinamento tecnico di progetto		<u>ARNG SOLAR VI S.R.L.</u> Sede legale: Viale Giorgio Ribotta 21 ROMA (RM), 00144 PEC: arngsolar6@pec.it Numero REA RM - 1688886 P.IVA 02352340687
Michele Di stefano Ordine Ingegneri della Provincia di Chieti - n. 1463 mdistefano@nrgplus.global 		
RESPONSABILE TECNICO NRG+		
Maurizio DE DONNO Ordine Ingegneri della Provincia di Torino - n. 10258 H mdedonno@nrgplus.global 		
MAGGIO 2023		

ARNG SOLAR VI S.R.L. Viale Giorgio Ribotta 21 00144 - Roma (RM) C.F e P.IVA: 02352340687 PEC: arngsolar6@pec.it	IMPIANTO AGRIVOLTAICO MANCIANO 24.48		
PROGETTO DEFINITIVO	MANCIANO, GROSSETO, TOSCANA	IN-GE-02 Rev. 0	Pag. 2 di 82

INDICE

1.	PREMESSA.....	4
2.	DATI DI PROGETTO	9
2.1	DATI IDENTIFICATIVI GENERALI DEL PROGETTO	9
2.2	SITO DI INSTALLAZIONE	10
3.	DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO.....	11
3.1	DESCRIZIONE SINTETICA DELL'IMPIANTO	11
3.2	ELENCO CARATTERISTICHE TECNICHE DELL'IMPIANTO.....	14
3.3	CONFIGURAZIONE ELETTRICA.....	18
3.4	ELEMENTI COSTITUENTI L'IMPIANTO FOTOVOLTAICO	18
4.	COMPONENTI E OPERE ELETTROMECCANICHE	20
4.1	MODULI FOTOVOLTAICI	20
4.2	INSEGUITORI SOLARI (TRACKER).....	21
4.3	INVERTER.....	24
4.4	CABINE DI TRASFORMAZIONE AT/BT	27
4.5	CABINE DI RICEZIONE E CONTROLLO	30
4.6	CABINE DI STOCCAGGIO MATERIALE	31
4.7	CAVI ELETTRICI	32
4.8	CANALIZZAZIONI	36
4.9	TERMINALI E DERIVAZIONI.....	37
4.10	IMPIANTO DI TERRA	38
5.	COMPONENTI E OPERE CIVILI	40
5.1	RECINZIONE PERIMETRALE.....	40
5.2	VIABILITÀ INTERNA	42
5.3	VIABILITÀ ESTERNA.....	42
5.4	MOVIMENTAZIONE TERRA	43
5.5	SCAVI	43
5.6	TRINCEE	44
5.7	CABINATI	47
5.8	BASAMENTI E OPERE IN CALCESTRUZZO	51

ARNG SOLAR VI S.R.L. Viale Giorgio Ribotta 21 00144 - Roma (RM) C.F e P.IVA: 02352340687 PEC: arngsolar6@pec.it	IMPIANTO AGRIVOLTAICO MANCIANO 24.48		
PROGETTO DEFINITIVO	MANCIANO, GROSSETO, TOSCANA	IN-GE-02 Rev. 0	Pag. 3 di 82

5.9	POZZETTI E CAMERETTE.....	51
5.10	DRENAGGI E REGIMENTAZIONE DELLE ACQUE METEORICHE.....	52
5.11	OPERE DI VERDE	52
6.	COMPONENTI E OPERE SERVIZI AUSILIARI.....	53
6.1	SISTEMA DI MONITORAGGIO	53
6.2	SISTEMA ANTINTRUSIONE (VIDEOSORVEGLIANZA, ALLARME E GESTIONE ACCESSI).....	54
6.3	SISTEMA DI ILLUMINAZIONE	56
6.4	SISTEMA IDRICO.....	57
7.	FONTE ENERGETICA. PRODUCIBILITÀ E BENEFICI AMBIENTALI	58
7.1	DESCRIZIONE FONTE ENERGETICA UTILIZZATA E MODALITÀ APPROVVIGIONAMENTO	58
7.2	PRODUCIBILITÀ ATTESA.....	61
7.3	BENEFICI AMBIENTALI	69
8.	RIFERIMENTI LEGISLATIVI E NORMATIVO	71
9.	ALLEGATI DI CALCOLO.....	81
9.1	TABELLE QUANTITÀ MOVIMENTAZIONE TERRA	81
9.2	TABELLE QUANTITÀ OPERE IN CALCESTRUZZO.....	82

ARNG SOLAR VI S.R.L. Viale Giorgio Ribotta 21 00144 - Roma (RM) C.F e P.IVA: 02352340687 PEC: arngsolar6@pec.it	IMPIANTO AGRIVOLTAICO MANCIANO 24.48		
PROGETTO DEFINITIVO	MANCIANO, GROSSETO, TOSCANA	IN-GE-02 Rev. 0	Pag. 4 di 82

1. PREMESSA

La presente Relazione Tecnica dell’Impianto Agrivoltaico descrive le caratteristiche tecniche e prestazionali degli elementi che compongono il sistema fotovoltaico, specificandone i relativi criteri di scelta dimensionali, le misure adottate per la protezione e le prescrizioni tecniche generali, in riferimento all’impianto denominato “*Impianto Agrivoltaico Manciano 24.48*” della potenza di 27.550,32 kWp, in agro di Manciano nella Provincia di Grosseto, realizzato con moduli fotovoltaici ad eterogiunzione, con una potenza di picco di 690Wp.

La Società Proponente intende realizzare un impianto “agrivoltaico” nel Comune di Manciano (GR), ponendosi come obiettivo la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile coerentemente agli indirizzi stabiliti in ambito nazionale e internazionale volti alla riduzione delle emissioni dei gas serra ed alla promozione di un maggior contributo delle fonti energetiche rinnovabili alla produzione di elettricità nel relativo mercato italiano e comunitario e adottare anche soluzioni volte a preservare la continuità delle attività agricola e pastorale sul sito di installazione.

La vendita dell’energia prodotta dall’impianto fotovoltaico sarà regolata da criteri di “market parity”, ossia avrà gli stessi costi, se non più bassi, dell’energia prodotta dalle fonti tradizionali (petrolio, gas, carbone).

Ai sensi dell’art. 12 del D.Lgs. n. 387/2003 l’opera, rientrante negli “impianti per la produzione di energia da fonti rinnovabili”, autorizzata tramite VIA statale e procedimento unico regionale, è dichiarata di pubblica utilità, indifferibile ed urgente.

Tutta la progettazione è stata sviluppata utilizzando tecnologie ad oggi disponibili sul mercato europeo; considerando che la tecnologia fotovoltaica è in rapido sviluppo, dal momento della progettazione definitiva alla realizzazione potranno cambiare le tecnologie e le caratteristiche delle componenti principali (moduli fotovoltaici, inverter, inseguitori solari), ma resteranno invariate le caratteristiche complessive e principali dell’intero impianto in termini di potenza massima di produzione, occupazione del suolo e fabbricati.

Tutti i calcoli di seguito riportati e la relativa scelta di materiali, sezioni e dimensioni andranno verificati in sede di progettazione esecutiva e potranno pertanto subire variazioni anche sostanziali per mantenere i necessari livelli di sicurezza.

ARNG SOLAR VI S.R.L. Viale Giorgio Ribotta 21 00144 - Roma (RM) C.F e P.IVA: 02352340687 PEC: arngsolar6@pec.it	IMPIANTO AGRIVOLTAICO MANCIANO 24.48		
PROGETTO DEFINITIVO	MANCIANO, GROSSETO, TOSCANA	IN-GE-02 Rev. 0	Pag. 5 di 82

Cos'è l'agrivoltaico?

Gli impianti “agrivoltaici” sono sostanzialmente degli impianti fotovoltaici che consentono di preservare la continuità dell’attività agricola/zootecnica sul sito di installazione, garantendo, al contempo, una buona produzione energetica da fonti rinnovabili.

Oltre a dare un contributo importante all’energia futura pulita, i parchi solari possono infatti fornire un rifugio per piante e animali. In contesti di abbandono e impoverimento delle terre i parchi solari possono avere un positivo impatto sulla diversità biologica. Sebbene i progetti di costruzione comportino un temporaneo disturbo della flora e della fauna esistenti, con gli impianti agrivoltaici c'è la possibilità di migliorare la qualità degli habitat per varie specie animali e vegetali e persino di crearne di nuovi.

In particolare, sono stati esaminati alcuni recenti studi americani che analizzano gli impatti dell'installazione di un impianto fotovoltaico sulle capacità di rigenerazione e di sviluppo dello strato di vegetazione presente al suolo.

L’obiettivo della società Proponente è quello di rendere fattibile e realistico il binomio tra energia rinnovabile e produzione agricola-zootecnica e quindi di valorizzazione del terreno individuato.

I punti focali del progetto “agrivoltaico” sono:

- 1) Mitigazione dell’impianto con una fascia perimetrale produttiva (oliveto)
- 2) Produzione di miele;
- 3) Allevamento di ovini;
- 4) Realizzazione di un prato pascolo permanente in asciutto.

ARNG SOLAR VI S.R.L. Viale Giorgio Ribotta 21 00144 - Roma (RM) C.F e P.IVA: 02352340687 PEC: arngsolar6@pec.it	IMPIANTO AGRIVOLTAICO MANCIANO 24.48		
PROGETTO DEFINITIVO	MANCIANO, GROSSETO, TOSCANA		IN-GE-02 Rev. 0 Pag. 6 di 82

Di seguito vengono riportate le immagini esemplificative di tali proposte:



Fig. 1 – Mitigazione dell’impianto con oliveto

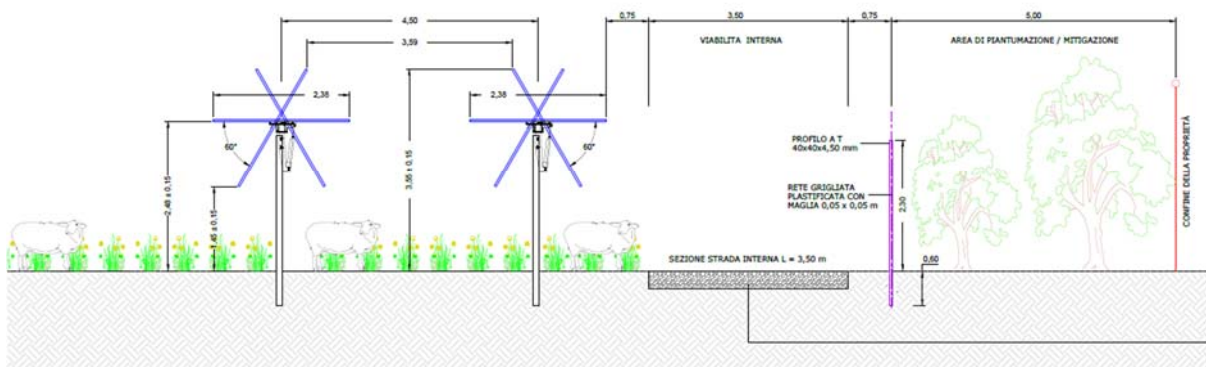


Fig. 2 – Piantumazione tra le file di tracker (vista frontale)

ARNG SOLAR VI S.R.L. Viale Giorgio Ribotta 21 00144 - Roma (RM) C.F e P.IVA: 02352340687 PEC: arngsolar6@pec.it	IMPIANTO AGRIVOLTAICO MANCIANO 24.48		
PROGETTO DEFINITIVO	MANCIANO, GROSSETO, TOSCANA	IN-GE-02 Rev. 0	Pag. 7 di 82

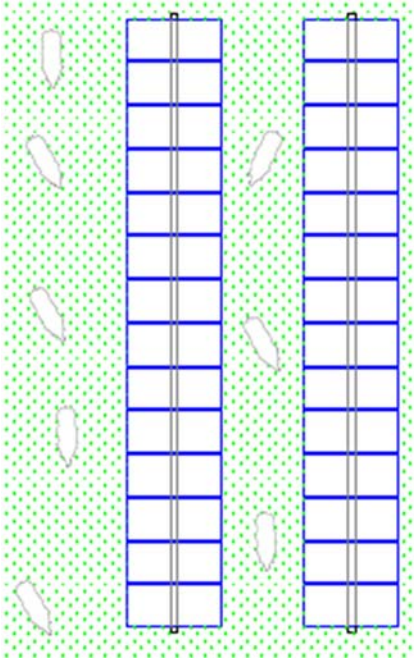


Fig. 3 – Piantumazione tra le file di tracker (vista dall’alto)

ARNG SOLAR VI S.R.L. Viale Giorgio Ribotta 21 00144 - Roma (RM) C.F e P.IVA: 02352340687 PEC: arngsolar6@pec.it	IMPIANTO AGRIVOLTAICO MANCIANO 24.48		
PROGETTO DEFINITIVO	MANCIANO, GROSSETO, TOSCANA		IN-GE-02 Rev. 0 Pag. 8 di 82



Fig. 4 – Esempio di “area di impianto” agrivoltaico



Fig. 5 – Esempio di agrivoltaico

ARNG SOLAR VI S.R.L. Viale Giorgio Ribotta 21 00144 - Roma (RM) C.F e P.IVA: 02352340687 PEC: arngsolar6@pec.it	IMPIANTO AGRIVOLTAICO MANCIANO 24.48		
PROGETTO DEFINITIVO	MANCIANO, GROSSETO, TOSCANA	IN-GE-02 Rev. 0	Pag. 9 di 82

2. DATI DI PROGETTO

2.1 DATI IDENTIFICATIVI GENERALI DEL PROGETTO

SITO

Ubicazione	Manciano (GR)
Uso	Terreno agricolo
Dati catastali	Part. 1-2-3-9-10-18-50-70-75-105-106-107-108-111-112 foglio 226 Part. 14-166-167-168-169-173-182 foglio 263
Inclinazione superficie	Orizzontale
Fenomeni di ombreggiamento	Assenza di ombreggiamenti rilevanti
Altitudine	129 m slm
Latitudine – Longitudine	Latitudine Nord: 42°27'56.08" Longitudine Est: 11°35'29.39"
Dati relativi al vento	Circolare 4/7/1996;
Carico neve	Circolare 4/7/1996;
Condizioni ambientali speciali	NO
Tipo di intervento richiesto:	
- Nuovo impianto	SI
- Trasformazione	NO
- Ampliamento	NO

DATI TECNICI GENERALI ELETTRICI

Potenza nominale totale dell'impianto	27.550,32 kWp
Potenza nominale disponibile (immissione in rete)	24.480,00 kW
Potenza apparente (@ 40°C)	28.500,00 kVA
Produzione annua stimata	43.899 MWh
Punto di Consegna	Sezione a 36kV della futura SE RTN da inserire in entra-esce sulle linea RTN a 380 kV "Montalto - Suvereto"
Dati del collegamento elettrico di connessione	
- Descrizione della rete di collegamento	Connessione in AT
- Tensione nominale (Un)	36.000 V
- Vincoli da rispettare	Standard TERNA

ARNG SOLAR VI S.R.L. Viale Giorgio Ribotta 21 00144 - Roma (RM) C.F e P.IVA: 02352340687 PEC: arngsolar6@pec.it	IMPIANTO AGRIVOLTAICO MANCIANO 24.48		
PROGETTO DEFINITIVO	MANCIANO, GROSSETO, TOSCANA	IN-GE-02 Rev. 0	Pag. 10 di 82

Range tensione in corrente alternata in uscita al 36.000 V
gruppo di trasformazione (cabine di
trasformazione AT/BT)
Range tensione in corrente alternata in uscita al <1000 V
gruppo di conversione (inverter)
Range di tensione in corrente continua in <1500 V
ingresso al gruppo di conversione

DATI TECNICI GENERALI

Dati generali

Superficie particelle catastali (disponibilità superficie):	63,8 ettari
Superficie area recinzione:	51,5 ettari
Superficie occupata parco AV:	17,2 ettari
Viabilità interna al campo:	9.800 mq
Moduli FV (superficie netta al suolo):	127.756 mq
Cabinati:	629 mq
Basamenti (pali ill., videosorveglianza):	52 mq
Drenaggi:	2.843 mq
Superficie mitigazione produttiva perimetrale (oliveto):	~30.526 mq
Numero moduli FV da installare:	39.928
Lunghezza viabilità interna campo:	2.800 ml
Lunghezza totale cavi unipolari AT interni al campo:	11.700 ml
Numero di accessi al campo AV:	8

Parametri sistema agrivoltaico

Superficie destinata all'attività agricola (Sagri):	53,0 ettari
Superficie totale del sistema agrivoltaico (Stot):	59,3 ettari
Rapporto conformità criterio A1 (Sagri/Stot):	89,32%
Percentuali di superficie complessiva coperta dai moduli (LAOR):	20,91%
Rapporto conformità criterio B2 (producibilità elettrica):	91,87%

2.2 SITO DI INSTALLAZIONE

L'impianto agrivoltaico ricopre una superficie di circa 59,3 ettari ed è diviso su quattro principali siti di installazione, avente raggio di circa 800 metri; i campi agrivoltaici risultano accessibili dalla viabilità locale, costituita da strade interpoderali che sono connesse alla Strada Provinciale SP67.

ARNG SOLAR VI S.R.L. Viale Giorgio Ribotta 21 00144 - Roma (RM) C.F e P.IVA: 02352340687 PEC: arngsolar6@pec.it	IMPIANTO AGRIVOLTAICO MANCIANO 24.48		
PROGETTO DEFINITIVO	MANCIANO, GROSSETO, TOSCANA		IN-GE-02 Rev. 0 Pag. 11 di 82

I siti ricadono nel territorio comunale di Manciano, in direzione Nord rispetto al centro abitato (il più vicino dista circa 12 km), in una zona occupata da terreni agricoli.



Fig. 6 – Individuazione dell’area di intervento su foto satellitare

3. DESCRIZIONE DELL’IMPIANTO FOTOVOLTAICO

3.1 DESCRIZIONE SINTETICA DELL’IMPIANTO

L’impianto fotovoltaico in oggetto, di potenza in DC di 27.550,32 kWp e potenza di immissione massima pari a 24.480,00 kW, è costituito da 8 sottocampi (8 cabine di trasformazione AT/BT) divisi su quattro principali siti di installazione localizzati nei pressi della medesima area avente raggio di circa 800 metri, come riportato nell’immagine sottostante.

ARNG SOLAR VI S.R.L. Viale Giorgio Ribotta 21 00144 - Roma (RM) C.F e P.IVA: 02352340687 PEC: arngsolar6@pec.it	IMPIANTO AGRIVOLTAICO MANCIANO 24.48		
PROGETTO DEFINITIVO	MANCIANO, GROSSETO, TOSCANA		IN-GE-02 Rev. 0 Pag. 12 di 82

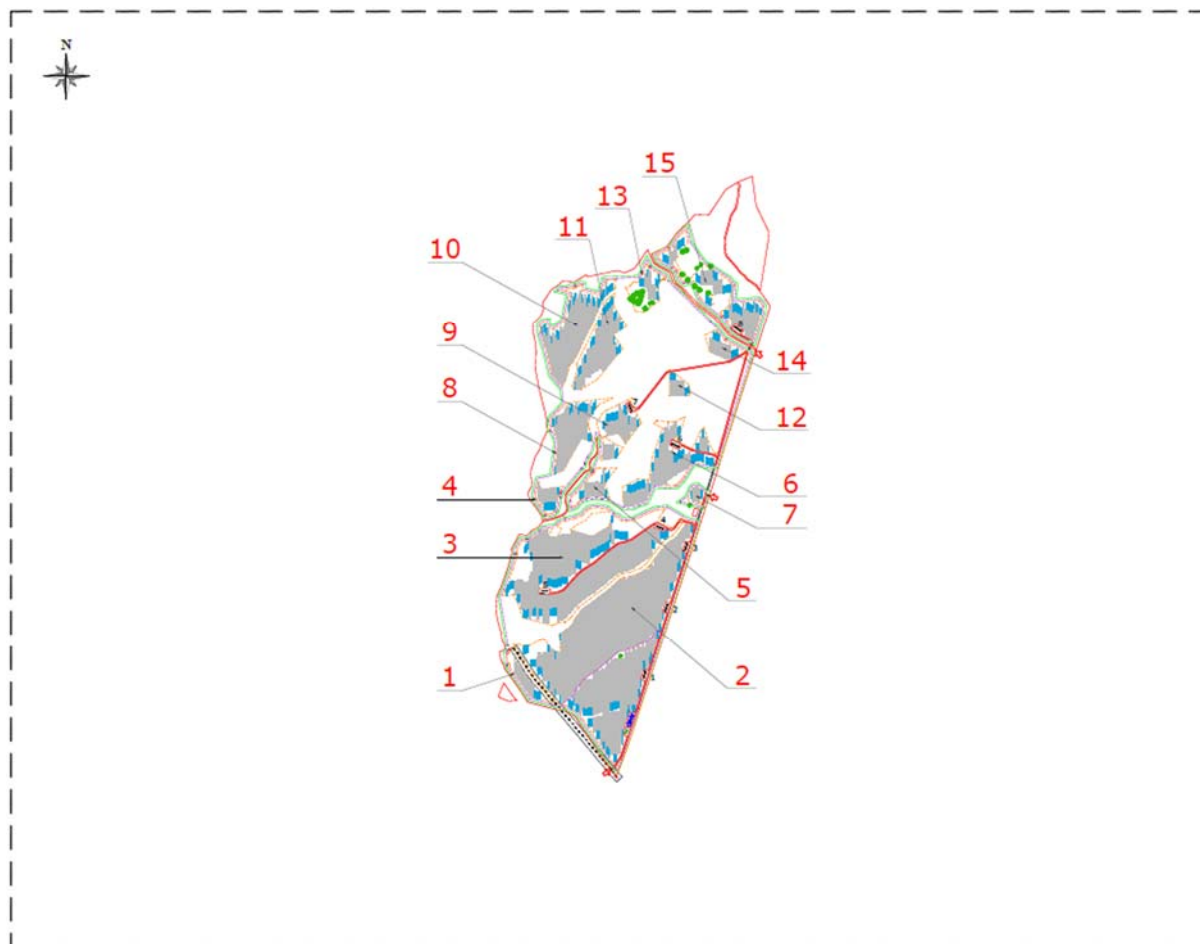


Fig. 7 - Layout di impianto

L'impianto sarà realizzato con 1.260 strutture (tracker) in configurazione 1x28 e 332 strutture (tracker) in configurazione 1x14 moduli in verticale con pitch=4,50 m. In totale saranno installati 39.928 moduli fotovoltaici ad eterogiunzione della potenza di 690 W.

Il progetto prevede l'utilizzo di moduli fotovoltaici del tipo Risen RSM 132-8-690BHDG con potenza nominale di 690 Wp con celle fotovoltaiche heterojunction, i quali, tra le tecnologie attualmente disponibili in commercio presentano rendimenti di conversione più elevati. I moduli fotovoltaici sono posizionati su tracker, con l'asse di rotazione disposta in direzione nord-sud, distanziati di 4,50 m (rispetto all'asse di rotazione) l'uno dall'altro.

I tracker saranno fissati al terreno tramite pali infissi direttamente "battuti" nel terreno. Questa tipologia di struttura evita in generale l'esecuzione di opere di calcestruzzo e faciliterà enormemente sia la costruzione che la

ARNG SOLAR VI S.R.L. Viale Giorgio Ribotta 21 00144 - Roma (RM) C.F e P.IVA: 02352340687 PEC: arngsolar6@pec.it	IMPIANTO AGRIVOLTAICO MANCIANO 24.48		
PROGETTO DEFINITIVO	MANCIANO, GROSSETO, TOSCANA		IN-GE-02 Rev. 0 Pag. 13 di 82

dismissione dell'impianto a fine vita, diminuendo drasticamente le modifiche subite dal suolo.

Le stringhe fotovoltaiche, derivanti dal collegamento dei moduli, saranno da 28 moduli; il collegamento elettrico tra i vari moduli avverrà direttamente sotto le strutture con cavi esterni graffettati alle stesse. Le stringhe saranno disposte secondo file parallele e collegate direttamente a ciascun ingresso degli inverter distribuiti multistringa del tipo HUAWEI – SUN2000-330KTL-H1.

Gli inverter, con potenza nominale di 330kVA (300kW @40°C), sono collocati in posizione baricentrica rispetto ai generatori, in modo tale da ridurre le perdite per effetto Joule sulle linee di bassa tensione in corrente continua, e sono caratterizzati dalle seguenti caratteristiche: elevata resa (6 MPPT con efficienza massima 99%, funzione anti-PID integrata, compatibilità con moduli bifacciali), gestione intelligente (funzione scansione curva IV e diagnosi, tecnologia senza fusibili con monitoraggio intelligente delle correnti di stringa), elevata sicurezza (protezione IP66, SPD tipo II sia per CC che CA, conforme a norme di sicurezza e codici di rete globali IEC).

L'energia viene convertita negli inverter, trasformando la tensione da 1500Vcc (continua) a 800 Vca (alternata) e, e viene trasportata, con linee indipendenti per ciascun inverter, per mezzo di cavi BT a 800 V direttamente interrati alle cabine di trasformazione BT/AT che innalzano la tensione da 800 V a 36kV.

Ciascun inverter verrà collegato al quadro di parallelo inverter, collocato nello scomparto di bassa tensione nelle cabine di trasformazione nel locale, equipaggiato con dispositivi di generatore (interruttori automatici di tipo magnetotermico o elettronici a controllo di massima corrente e cortocircuito) per ciascuna linea inverter e un interruttore automatico generale di tipo magnetotermico per mezzo del quale verrà effettuato il collegamento con l'avvolgimento BT del trasformatore BT/AT.

Le cabine di trasformazione sono della tipologia plug-and-play, pre-assemblate in fabbrica, trasportabile in sito pronte per essere installate e rappresentano una soluzione funzionale con un considerevole risparmio di tempo e di costi, dal momento che vengono fornite in campo già assemblate sia meccanicamente che elettricamente, nonché rapidità e facilità nella fase di smontaggio a fine vita utile dell'impianto. Le principali caratteristiche delle cabine di trasformazione sono: trasformatori BT/AT 0,80/36 kV con potenza da 3300-6600 kVA (Vcc% 6%, ONAN, Dy11, IP54), quadro AT da 40,5kV 20kA conformi alla norma IEC 62271 isolati in gas sigillato ermeticamente a semplice manutenzione, quadro BT con interruttori e fusibili di protezione.

ARNG SOLAR VI S.R.L. Viale Giorgio Ribotta 21 00144 - Roma (RM) C.F e P.IVA: 02352340687 PEC: arngsolar6@pec.it	IMPIANTO AGRIVOLTAICO MANCIANO 24.48		
PROGETTO DEFINITIVO	MANCIANO, GROSSETO, TOSCANA		IN-GE-02 Rev. 0 Pag. 14 di 82

All'interno di ciascuna cabina di trasformazione è predisposto un quadro elettrico di alta tensione, cella di arrivo linea e cella di protezione con un interruttore automatico con protezione 50, 51 e 51N per la protezione dei montanti di alta tensione di alimentazione dei trasformatori, un sezionatore di linea sottocarico interbloccato con un sezionatore di terra, eventuali gruppi di misura dell'energia prodotta, un trasformatore per i servizi ausiliari.

Sarà realizzato un impianto di terra per la protezione dai contatti indiretti e sovratensione impulsiva al quale saranno collegate tutte le strutture metalliche di sostegno e le armature dei prefabbricati oltre che tutte le masse dei componenti elettrici di classe I. L'impianto fotovoltaico così descritto sarà dotato di sistema di monitoraggio e controllo dell'impianto, impianto di illuminazione perimetrale e area cabine, impianto antintrusione (videosorveglianza, allarme e gestione accessi).

Le varie cabine di trasformazione BT/AT saranno raggruppate in dorsali AT che confluiranno nella cabina di ricezione di campo, per mezzo di linee elettriche in cavo interrato elettrificate a 36 kV.

La STMG (C.P. 202203063) prevede che l'impianto verrà collegato in antenna a 36 kV sulla sezione a 36 kV di una nuova stazione elettrica (SE) di trasformazione della RTN da inserire in entra-esce sulla linea RTN a 380 kV "Montalto – Suvereto".

3.2 ELENCO CARATTERISTICHE TECNICHE DELL'IMPIANTO

Dati caratteristiche tecniche generali:

La centrale fotovoltaica avrà le seguenti caratteristiche generali:

- potenza fotovoltaica di 27.550,32 kWp
- potenza apparente inverter prevista (@ 40°C) di 28.500,00 kVA
- potenza nominale disponibile (immiss. in rete) pari a 24.480,00 kW
- produzione annua stimata: 43.899 MWh
- superficie totale sito (area recinzione): 51,5 ettari
- superficie occupata dall'impianto FV: 17,2 ettari
 - viabilità interna al campo: 9.800 mq
 - moduli FV (superficie netta): 127.756 mq
 - cabine: 629 mq
 - basamenti (pali ill. e videosorveglianza): 52 mq
 - drenaggi: 2.843 mq
 - superficie di mitigazione produttiva a verde (oliveto): ~30.526 mq

ARNG SOLAR VI S.R.L. Viale Giorgio Ribotta 21 00144 - Roma (RM) C.F e P.IVA: 02352340687 PEC: arngsolar6@pec.it	IMPIANTO AGRIVOLTAICO MANCIANO 24.48		
PROGETTO DEFINITIVO	MANCIANO, GROSSETO, TOSCANA	IN-GE-02 Rev. 0	Pag. 15 di 82

Dati caratteristiche tecniche elettromeccaniche:

Il generatore fotovoltaico nella sua totalità tra i due siti sarà costituito da:

- n. 39.928 moduli fotovoltaici Risen RSM 132-8-690BHDG da 690 Wp;
- n.1.260 tracker da 1x28 e n.332 tracker da 1x14 moduli in verticale con le seguenti caratteristiche dimensionali:
 - ancoraggio a terra con pali infissi direttamente "battuti" nel terreno;
 - altezza minima da terra dei moduli $1,45 \pm 0,15$ m;
 - altezza massima da terra dei moduli $3,55 \pm 0,15$ m;
 - pitch 4,50 m
 - tilt $\pm 60^\circ$
 - azimuth 0°
- n. 95 inverter HUAWEI SUN2000-330KTL che possono lavorare in conformità alle prescrizioni presenti del Codice di Rete.

Nell'impianto saranno inoltre presenti complessivamente:

- n. 8 cabine di trasformazione: trattasi di cabine prefabbricate, oppure container delle stesse dimensioni, ciascuna con volumetria lorda complessiva pari a 19200x2900x2440 mm (W x H x D), così composte:
 - vano quadri BT;
 - vano trasformatore BT/BT per i servizi ausiliari 5-50 kVA;
 - trasformatore AT/BT (installato all'aperto);
 - vano quadri AT.
- n. 1 cabina di ricezione AT sezionamento e controllo: cabina prefabbricata avente volumetria lorda complessiva pari a 33000x4000x6500 mm (W x H x D), al loro interno saranno installati:
 - Locale Distribuzione con quadro di distribuzione di alta tensione, trasformatore ausiliario AT/BT e quadro per i servizi ausiliari della centrale;
 - Locale Monitoraggio e Controllo con la componentistica dei sistemi ausiliari e monitoraggio.
- n. 1 cabine di stoccaggio materiale: cabina prefabbricata avente volumetria lorda complessiva pari a 12200x2440x2600 mm (W x H x D).
- rete elettrica interna in alta tensione 36 kV per il collegamento tra le varie cabine di trasformazione e le cabine di ricezione
- rete elettrica interna a 1500V tra i moduli fotovoltaici e gli inverter;
- rete elettrica interna a 800V tra gli inverter e le cabine di trasformazione;

ARNG SOLAR VI S.R.L. Viale Giorgio Ribotta 21 00144 - Roma (RM) C.F e P.IVA: 02352340687 PEC: arngsolar6@pec.it	IMPIANTO AGRIVOLTAICO MANCIANO 24.48		
PROGETTO DEFINITIVO	MANCIANO, GROSSETO, TOSCANA	IN-GE-02 Rev. 0	Pag. 16 di 82

- impianto di terra (posizionato lungo le trincee dei cavi di potenza) e maglia di terra delle cabine.

Dati caratteristiche tecniche civili:

Tutte le opere civili necessarie alla corretta collocazione degli elementi dell'impianto e al fine di garantire la fruibilità in termini di operazione e mantenimento dell'impianto nell'arco della sua vita utile:

- recinzione perimetrale a maglia metallica plastificata di altezza pari a ca. 2,25 ml dal terreno interrata di 25 cm per scoraggiare i predatori, con pali a T infissi 60 cm;
- viabilità interna al parco larghezza di 3,5 metri realizzata con un materiale misto cava di cava o riciclato spessore ca. 30-50cm;
- minima regolarizzazione del piano di posa dei componenti dell'impianto fotovoltaico (strutture e cabinati) in ogni caso con quote non superiori a 1,5 metri, al fine di non introdurre alterazioni significative della naturale pendenza del terreno;
- scavi a sezione ampia per la realizzazione della fondazione delle cabine elettriche e della viabilità interna e a sezione ristretta per la realizzazione delle trincee dei cavidotti AT, BT e ausiliari, in ogni caso fino a 1,3 metri all'interno delle aree recintate;
- canalizzazioni all'ingresso delle cabine, cavi inverter e cabine, cavi perimetrali per i sistemi ausiliari;
- basamenti dei cabinati (cabine di trasformazione BT/AT e cabine di ricezione) e plinti di fondazione delle palificazioni per illuminazione, videosorveglianza perimetrale e recinzione;
- pozzetti per le canalizzazioni perimetrali e gli accessi nelle cabine di trasformazione;
- realizzazione di un prato-pascolo polifita permanente asciutto per il pascolo degli ovini, fascia arborea di protezione e separazione e apicoltura;
- eventuali drenaggi in canali aperti a sezione ristretta, a protezione della viabilità interna e delle cabine, nel caso si riscontrassero basse capacità drenanti delle aree della viabilità interna o delle aree di installazione delle cabine.

ARNG SOLAR VI S.R.L. Viale Giorgio Ribotta 21 00144 - Roma (RM) C.F e P.IVA: 02352340687 PEC: arngsolar6@pec.it	IMPIANTO AGRIVOLTAICO MANCIANO 24.48		
PROGETTO DEFINITIVO	MANCIANO, GROSSETO, TOSCANA	IN-GE-02 Rev. 0	Pag. 17 di 82

Dati caratteristiche tecniche sistemi ausiliari:

I sistemi ausiliari che saranno realizzati sono:

- sistema di controllo e monitoraggio impianto agrivoltaico e del microclima;
- sistema antintrusione lungo l'anello perimetrale ed in prossimità dei punti di accesso e cabine, costituito da un sistema di videosorveglianza con telecamere fisse poste su pali in acciaio, da un sistema di allarme a barriere microonde (RX-TX di circa 60 m) con centralina di gestione degli accessi;
- sistema di illuminazione con fari LED 50W con riflettore con ottica antinquinamento luminoso posti su pali in acciaio, altezza 3-5 m, lungo l'anello perimetrale ed in prossimità dei punti di accesso e cabine;
- rete elettrica interna a bassa tensione per l'alimentazione dei servizi ausiliari di centrale (illuminazione perimetrale, controllo, etc.).
- rete telematica interna per la trasmissione dei dati del campo fotovoltaico;
- rete idrica per l'irrigazione della fascia produttiva di mitigazione perimetrale.

ARNG SOLAR VI S.R.L. Viale Giorgio Ribotta 21 00144 - Roma (RM) C.F e P.IVA: 02352340687 PEC: arngsolar6@pec.it	IMPIANTO AGRIVOLTAICO MANCIANO 24.48		
PROGETTO DEFINITIVO	MANCIANO, GROSSETO, TOSCANA		IN-GE-02 Rev. 0 Pag. 18 di 82

3.3 CONFIGURAZIONE ELETTRICA

La configurazione dell'impianto sarà la seguente:

CONFIGURAZIONE ELETTRICA - MANCIANO 24.48											
MANCIANO 24.48											
Nome Cabina Trasformazione AT/BT	N. Inverter	N. Stringhe	N. Mod/stringa	Tot. Stringhe	Tot. Moduli	Potenza DC	Tot. Potenza DC	Potenza attiva max [40°C]	Potenza trasformatore AT/BT	Nome Linea AT	Nome Cabina Ricezione
	[n.]	[n.]	[n.]	[n.]	[n.]	[kWp]	[kWp]	[kW]	[kVA]		
1	10	18	28	180	5.040	3.478	3.806	3.000	3.300	Linea CR-1	CR
	1	17	28	17	476	328		300			
2	10	18	28	180	5.040	3.478	3.806	3.000	3.300	Linea 1-2	
	1	17	28	17	476	328		300			
3	10	18	28	180	5.040	3.478	3.806	3.000	3.300	Linea CR-3	
	1	17	28	17	476	328		300			
4	10	14	28	140	3.920	2.705	2.995	3.000	3.300	Linea 2-4	
	1	15	28	15	420	290		300			
5	9	14	28	126	3.528	2.434	3.014	2.700	3.300	Linea 4-5	
	2	15	28	30	840	580		600			
6	10	13	28	130	3.640	2.512	2.512	3.000	3.300	Linea 3-6	
	20	13	28	260	7.280	5.023		6.000			
7	2	14	28	28	784	541	5.564	600	6.600	Linea 8-7	
	6	13	28	78	2.184	1.507		1.800			
8	2	14	28	28	784	541	2.048	600	3.300	Linea 6-8	
	95	230	28	1.426	39.928	27.550		28.500			
8										8	1

Tabella I – Configurazione elettrica dell'impianto

3.4 ELEMENTI COSTITUENTI L'IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Gli elementi principali dell'impianto fotovoltaico, in termini di componenti e opere, possono essere così riassunti e verranno dettagliati nei successivi paragrafi.

Componenti e opere elettromeccaniche:

- moduli fotovoltaici;
- struttura di fissaggio moduli (tracker) e inverter;
- inverter;
- cabine di trasformazione AT/BT (con i trasformatori e quadri di protezione e distribuzione);
- cabina di ricezione (con quadri di protezione, distribuzione e misura AT dell'impianto) e controllo;
- cabine di stoccaggio materiale
- cavi elettrici e canalizzazioni di collegamento;
- terminali e le derivazioni di collegamento;
- impianto di terra;

Componenti e opere civili:

- recinzione perimetrale;
- viabilità interna (e esterna ove presente);
- movimentazione di terra;
- scavi e trincee;
- cabinati;
- basamenti e opere in calcestruzzo;
- pozzetti e camerette;

ARNG SOLAR VI S.R.L. Viale Giorgio Ribotta 21 00144 - Roma (RM) C.F e P.IVA: 02352340687 PEC: arngsolar6@pec.it	IMPIANTO AGRIVOLTAICO MANCIANO 24.48		
PROGETTO DEFINITIVO	MANCIANO, GROSSETO, TOSCANA		IN-GE-02 Rev. 0 Pag. 19 di 82

- drenaggi e regimazione delle acque meteoriche;
- opere di verde .

Componenti e opere servizi ausiliari:

- sistema di monitoraggio;
- sistema antintrusione (videosorveglianza, allarme e gestione accessi);
- sistema di illuminazione;
- sistema idrico.

ARNG SOLAR VI S.R.L. Viale Giorgio Ribotta 21 00144 - Roma (RM) C.F e P.IVA: 02352340687 PEC: arngsolar6@pec.it	IMPIANTO AGRIVOLTAICO MANCIANO 24.48		
PROGETTO DEFINITIVO	MANCIANO, GROSSETO, TOSCANA	IN-GE-02 Rev. 0	Pag. 20 di 82

4. COMPONENTI E OPERE Elettromeccaniche

4.1 MODULI FOTOVOLTAICI

La scelta dei moduli deve garantire il grado di assoluta affidabilità, durabilità e rendimento anche in funzione delle temperature medie del sito di intervento. Selezione di fornitura moduli attuata tra fornitori con rating Tier-1.

I moduli saranno con celle ad eterogiunzione con composizione vetro-tedlar con cornice, J-box sul retro con impiego di vetro temperato, resine EVA, strati impermeabili e cornice in alluminio. La scatola di giunzione, avente grado di protezione IP68, contiene i diodi di by-pass che garantiscono la protezione delle celle dal fenomeno di hotspot.

I cavi forniti a corredo saranno del tipo precablati sez min 4 mm² completi di connettori preinnestati tipo PV-SY02 o similari. Ogni modulo sarà corredato di diodi bypass per minimizzare la perdita di potenza per fenomeni di ombreggiamento.

I moduli fotovoltaici saranno dotati di un'etichetta segnaletica contenente nome del fabbricante, numero del modello, potenza in Wp e numero di serie. Devono essere certificati secondo IEC 61215 e IEC 61730 rilasciate da laboratori accreditati secondo la norma ISO/IEC 17025 e avere Classe di isolamento Safety Class II e della Direttiva CEE 89/392.

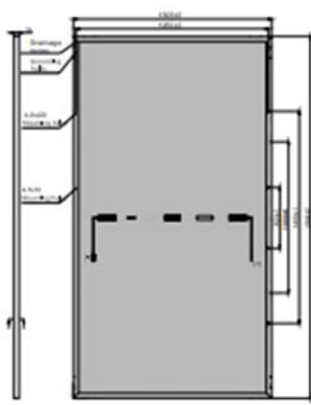
Il collegamento meccanico tra i vari moduli e tra questi e le strutture metalliche secondarie di sostegno, verranno effettuati mediante profili in alluminio anodizzato con bulloneria in acciaio inossidabile o zincato.

La consistenza dei singoli campi elettrici, quindi numero dei moduli collegati in serie per costituire le singole stringhe e numero di stringhe collegate in parallelo all'interno dei rispettivi inverter, sono riportati negli elaborati grafici.

Il modulo fotovoltaico previsto è il modello della Risen tipo RSM132-8-690BHDG bifacciale con potenza nominale di 690 Wp o similari (in funzione della disponibilità del mercato) di dimensioni pari a 2384×1303×35 mm e caratteristiche simili a quelle riportate nella seguente specifica tecnica:

ARNG SOLAR VI S.R.L. Viale Giorgio Ribotta 21 00144 - Roma (RM) C.F e P.IVA: 02352340687 PEC: arngsolar6@pec.it	IMPIANTO AGRIVOLTAICO MANCIANO 24.48		
PROGETTO DEFINITIVO	MANCIANO, GROSSETO, TOSCANA	IN-GE-02 Rev. 0	Pag. 21 di 82

Dimensions of PV Module



ELECTRICAL DATA (STC)

Model Number	RSM132-8-675HDG	RSM132-8-680HDG	RSM132-8-685HDG	RSM132-8-690HDG	RSM132-8-695HDG	RSM132-8-700HDG
Rated Power (Watts-Pmax(Wp))	675	680	685	690	695	700
Open Circuit Voltage-Voc(V)	49.38	49.47	49.56	49.65	49.74	49.83
Short Circuit Current-Isc(A)	17.40	17.48	17.56	17.66	17.74	17.82
Maximum Power Voltage-Vmpp(V)	41.41	41.48	41.56	41.63	41.71	41.78
Maximum Power Current-Imp(A)	16.32	16.41	16.50	16.60	16.68	16.77
Module Efficiency (%)	21.7	21.9	22.1	22.2	22.4	22.5

STC: Irradiance 1000 W/m², Cell Temperature 25°C, Air Mass AM 1.5 according to IEC 60904-3.
Bifacial factor: 80% (typical) → Module Efficiency (%): Round-off to the nearest number

Electrical characteristics with 10% rear side power gain

Model Number	RSM132-8-675HDG	RSM132-8-680HDG	RSM132-8-685HDG	RSM132-8-690HDG	RSM132-8-695HDG	RSM132-8-700HDG
Total Equivalent power-Pmax(Wp)	743	748	754	759	765	770
Open Circuit Voltage-Voc(V)	49.38	49.47	49.56	49.65	49.74	49.83
Short Circuit Current-Isc(A)	19.14	19.23	19.32	19.43	19.51	19.60
Maximum Power Voltage-Vmpp(V)	41.41	41.48	41.56	41.63	41.71	41.78
Maximum Power Current-Imp(A)	17.95	18.05	18.15	18.26	18.35	18.44

Rear side power gain: The additional gain from the rear side compared to the power of the front side at the standard test condition. It depends on mounting (structure, height, tilt angle etc.) and albedo of the ground.

ELECTRICAL DATA (NMOT)

Model Number	RSM132-8-675HDG	RSM132-8-680HDG	RSM132-8-685HDG	RSM132-8-690HDG	RSM132-8-695HDG	RSM132-8-700HDG
Maximum Power-Pmax (Wp)	515.6	519.3	523.0	527.2	530.9	534.5
Open Circuit Voltage-Voc (V)	46.27	46.35	46.44	46.52	46.61	46.69
Short Circuit Current-Isc (A)	14.27	14.34	14.40	14.48	14.55	14.61
Maximum Power Voltage-Vmpp (V)	38.71	38.78	38.85	38.93	39.00	39.07
Maximum Power Current-Imp (A)	13.32	13.39	13.46	13.54	13.61	13.68

NMOT: Irradiance at 800 W/m², Ambient Temperature 20°C, Wind Speed 1 m/s.

MECHANICAL DATA

Solar cells	Heterojunction cell
Cell configuration	132 cells (6×11+6×11)
Module dimensions	2384×1303×35mm
Weight	41kg
Superstrate	High Transmission, AR Coated Heat Strengthened Glass
Substrate	Heat Strengthened Glass
Frame	High strength alloy steel
J-Box	Potted, IP68, 1500VDC, TÜV&UL Certified
Cables	4.0mm² (12AWG), Positive(+)-350mm, Negative(-)-230mm (Connector included)
Connector	Risen Twinsel PV-SY02, IP68

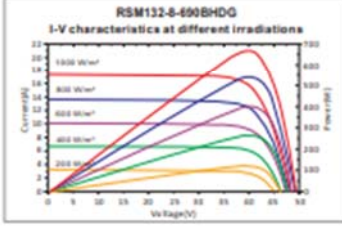
TEMPERATURE & MAXIMUM RATINGS

Nominal Module Operating Temperature (NMOT)	43°C±2°C
Temperature Coefficient of Voc	-0.22%/°C
Temperature Coefficient of Isc	0.047%/°C
Temperature Coefficient of Pmax	-0.24%/°C
Operational Temperature	-40°C~+85°C
Maximum System Voltage	1500VDC
Max Series Fuse Rating	35A
Limiting Reverse Current	35A

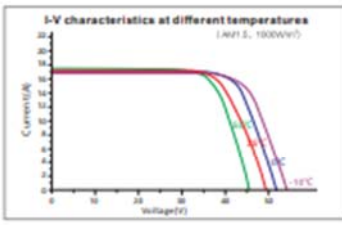
PACKAGING CONFIGURATION

	40ft(HQ)
Number of modules per container	558
Number of modules per pallet	31
Number of pallets per container	18
Packaging box dimensions (LxWxH) in mm	1320×1120×2520
Box gross weight[kg]	1315

I-V characteristics at different irradiances



I-V characteristics at different temperatures



Our Partners:



Fig. 8 - Dimensioni, specifiche tecniche e prestazionali pannelli fotovoltaici Risen

4.2 INSEGUITORI SOLARI (TRACKER)

Le strutture di supporto dei moduli fotovoltaici saranno costituite da inseguitori solari monoassiali "Tracker". I moduli fotovoltaici saranno

ARNG SOLAR VI S.R.L. Viale Giorgio Ribotta 21 00144 - Roma (RM) C.F e P.IVA: 02352340687 PEC: arngsolar6@pec.it	IMPIANTO AGRIVOLTAICO MANCIANO 24.48		
PROGETTO DEFINITIVO	MANCIANO, GROSSETO, TOSCANA		IN-GE-02 Rev. 0 Pag. 22 di 82

installati su singola fila in configurazione portrait (verticale) rispetto all'asse di rotazione del tracker; ciascun tracker singola fila si muove in maniera indipendente rispetto agli altri poiché ognuno è dotato di un proprio motore. L'asse di rotazione (asse principale del tracker) è in linea generale orientato nella direzione nord-sud, ma nel caso particolare oggetto di questo studio, avrà una inclinazione (azimut) di 0° per tutto l'impianto. Piccole rotazioni sono possibili in relazione alla conformazione del terreno. Il range di rotazione completo del tracker è pari a 120° (-60°/+60°). La movimentazione dei tracker nell'impianto fotovoltaico è controllata da un software che include un algoritmo di backtracking per evitare ombre reciproche tra file adiacenti. Quando l'altezza del sole è bassa, i pannelli ruotano dalla loro posizione ideale di inseguimento per evitare l'ombreggiamento reciproco, che ridurrebbe la potenza elettrica delle stringhe. L'inclinazione non ideale riduce la radiazione solare disponibile ai pannelli fotovoltaici, ma aumenta l'output complessivo dell'impianto, in quanto globalmente le stringhe fotovoltaiche sono esposte in maniera più uniforme all'irraggiamento solare.

Da un punto di vista strutturale il tracker è realizzato in acciaio da costruzione in conformità all'Eurocodici, con maggior parte dei componenti zincati a caldo. I tracker possono resistere fino a velocità del vento di 55 km/h, ed avviano la procedura di sicurezza (ruotando fin all'angolo di sicurezza) quando le raffiche di vento hanno velocità superiore a 50 km/h. L'angolo di sicurezza non è zero (posizione orizzontale) ma un angolo diverso da zero, per evitare instabilità dinamico ovvero particolari oscillazioni che potrebbero danneggiare i moduli ed il tracker stesso.

Per quanto attiene le fondazioni i tracker saranno fissati al terreno tramite pali infissi direttamente "battuti" nel terreno. La profondità standard di infissione varia da 1,3 a 1,7 m, tuttavia in fase esecutiva in base alle caratteristiche del terreno ed ai calcoli strutturali tale valore potrebbe subire anche modifiche non trascurabili. La scelta di questo tipo di inseguitore, evita l'utilizzo di cemento e minimizza i movimenti terra per la loro installazione.

La scelta dei tracker è ricaduta sul modello SkyLine, della ARCTECH SOLAR, in configurazione 1Vx28 e 1Vx14. I tracker presentano le seguenti caratteristiche:

ARNG SOLAR VI S.R.L. Viale Giorgio Ribotta 21 00144 - Roma (RM) C.F e P.IVA: 02352340687 PEC: arngsolar6@pec.it	IMPIANTO AGRIVOLTAICO MANCIANO 24.48		
PROGETTO DEFINITIVO	MANCIANO, GROSSETO, TOSCANA	IN-GE-02 Rev. 0	Pag. 23 di 82



SKYLINE TRACKER SPECIFICATIONS

Tracking Type	Independent horizontal single-axis tracker
Tracking Range	$\pm 60^\circ$
Driving System	Slew drive, 28VDC motor
Tracker N-S Length Limitation	$\leq 105\text{m}$
System Voltage	1,000 V or 1,500 V
Ground Coverage Ratio	Typical $\geq 25\%$
Foundation Options	All foundation types
Terrain Adaption	Up to 20% N-S slope
Structure Material	Hot dipped galvanized/Pre-galvanized steel/Mg-Al-Zn
Power Consumption	Typical 0.02kWh/day
Daily Energy Consumption	Powered by PV strings, back-up Li-ion battery
Standard Design Wind Speed	105mph (47m/s) per ASCE7-10, higher wind load available
Module Supported	All commercially available modules
Operation Temperature	-20°C to 60°C (-30°C to 60°C Optional)

ELECTRONIC CONTROLLER SPECIFICATIONS

Control System	1 controller per tracker
Control Algorithm	Astronomical algorithms + Tilt sensor close loop+AI algorithms
Tracking Accuracy	$\leq 2^\circ$
String-Powered	Yes
Backtracking	Yes
Communication Options	LoRa wireless /RS 485 cable
Night Position	Yes
Flood Mode	Optional
Snow Mode	Optional
Wind Protection Mode	Yes



sales@arctechsolar.com

www.arctechsolar.com

Contents subject to change without prior notice.

Fig. 9 – Datasheet tracker SkyLine (ARCTECH)

Saranno installati in totale:

- 1.260 strutture con configurazione 1Vx28

ARNG SOLAR VI S.R.L. Viale Giorgio Ribotta 21 00144 - Roma (RM) C.F e P.IVA: 02352340687 PEC: arngsolar6@pec.it	IMPIANTO AGRIVOLTAICO MANCIANO 24.48		
PROGETTO DEFINITIVO	MANCIANO, GROSSETO, TOSCANA	IN-GE-02 Rev. 0	Pag. 24 di 82

- 332 strutture con configurazione 1Vx14.
Per la collocazione degli inverter saranno utilizzate delle strutture a palo infisso in acciaio zincato a caldo, dotate di tettuccio parasole:

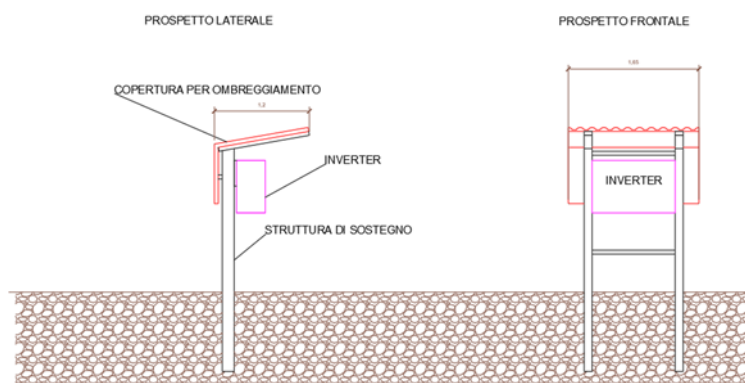


Fig. 10 - Tipico struttura supporto inverter

4.3 INVERTER

L'inverter è sostanzialmente il gruppo di conversione è idoneo al trasferimento della potenza dal generatore fotovoltaico alla rete, in conformità ai requisiti normativi tecnici e di sicurezza applicabili. I valori della tensione e della corrente di ingresso del gruppo di conversione sono compatibili con quelli del generatore fotovoltaico, mentre i valori della tensione e della frequenza in uscita sono compatibili con quelli della rete alla quale viene connesso l'impianto.

La soluzione inverter è del tipo Distribuito, per cui gli ingressi sono costituiti dalle stringhe dei moduli fotovoltaici che sono direttamente connesse all'inverter, mentre le uscite sono direttamente inviate nella cabina di trasformazione dove sono collocati i quadri di parallelo in bassa tensione.

L'impianto è connesso sulla rete AT per cui il dispositivo di interfaccia è gestito sul lato AT e quindi la programmazione dei dispositivi di interfaccia dei singoli inverter devono permettere regolazioni più ampie rispetto a quelle imposte sul dispositivo di interfaccia generale. Il firmware con le rispettive regolazioni sarà "uploadato" nelle macchine in fase di messa in servizio e deve essere lo stesso per tutte le macchine.

L'inverter non necessariamente dotato di display avrà la comunicazione ad onde convogliate o in cavo per l'interfacciamento con il sistema scada di controllo delle prestazioni, al fine di visualizzare energia prodotta, parametri caratteristici elettrici, ore di funzionamento e allarmi.

Verranno utilizzati 95 inverter Huawei SUN2000-330KTL-H1.

ARNG SOLAR VI S.R.L. Viale Giorgio Ribotta 21 00144 - Roma (RM) C.F e P.IVA: 02352340687 PEC: arngsolar6@pec.it	IMPIANTO AGRIVOLTAICO MANCIANO 24.48		
PROGETTO DEFINITIVO	MANCIANO, GROSSETO, TOSCANA	IN-GE-02 Rev. 0	Pag. 25 di 82

Il gruppo di conversione è previsto il modello HUAWEI SUN2000-330KTL-H1; le caratteristiche tecniche sono riportate nella tabella riportata di seguito:



Fig. 11 - Inverter SUN2000-330KTL-H1

Efficiency	
Max. Efficiency	≥99.0%
European Efficiency	≥98.8%
Input	
Max. Input Voltage	1,500 V
Number of MPP Trackers	6
Max. Current per MPPT	65 A
Max. Short Circuit Current per MPPT	115 A
Max. PV Inputs per MPPT	4/5/5/4/5/5
Start Voltage	550 V
MPPT Operating Voltage Range	500 V ~ 1,500 V
Nominal Input Voltage	1,080 V
Output	
Nominal AC Active Power	300,000 W
Max. AC Apparent Power	330,000 VA
Max. AC Active Power (cosφ=1)	330,000 W
Nominal Output Voltage	800 V, 3W + PE
Rated AC Grid Frequency	50 Hz / 60 Hz
Nominal Output Current	216.6 A
Max. Output Current	238.2 A
Adjustable Power Factor Range	0.8 LG ~ 0.8 LD
Total Harmonic Distortion	< 1%
Protection	
Smart String-Level Disconnect(SSLD)	Yes
Anti-islanding Protection	Yes
AC Overcurrent Protection	Yes
DC Reverse-polarity Protection	Yes
PV-array String Fault Monitoring	Yes
DC Surge Arrester	Type II
AC Surge Arrester	Type II
DC Insulation Resistance Detection	Yes
AC Grounding Fault Protection	Yes
Residual Current Monitoring Unit	Yes

Fig. 12 - Specifiche tecniche dell’inverter

Il sistema di conversione e controllo di ciascun inverter è costituito essenzialmente dalle seguenti parti:

ARNG SOLAR VI S.R.L. Viale Giorgio Ribotta 21 00144 - Roma (RM) C.F e P.IVA: 02352340687 PEC: arngsolar6@pec.it	IMPIANTO AGRIVOLTAICO MANCIANO 24.48		
PROGETTO DEFINITIVO	MANCIANO, GROSSETO, TOSCANA	IN-GE-02 Rev. 0	Pag. 26 di 82

- filtro lato corrente continua
- ponte a semiconduttori (IGBT)
- unità di controllo
- filtro di uscita
- sistema di acquisizione dati (DAS)

Il convertitore statico DC/AC è un inverter PWM di tipo full digital a commutazione forzata, che, funzionando in parallelo alla rete elettrica di distribuzione, erogherà nella rete stessa l'energia generata dal campo fotovoltaico inseguendo il punto di massima potenza. L'inverter è fornito di filtri per il contenimento delle armoniche verso rete secondo la vigente normativa; il fattore di potenza può essere regolato tra 0.8 in ritardo e 0.8 in anticipo. L'unità convertitore comprende un filtro per ridurre il ripple di corrente lato corrente continua e garantire che la corrente fluisca continuativamente in tutte le condizioni operative mantenendo il ripple di corrente entro qualche per cento. Il ponte a semiconduttori (IGBT) a commutazione forzata consente di trasferire l'energia del campo fotovoltaico verso il trasformatore AT/BT a 36.000 V. Il convertitore sarà galvanicamente isolato dalla rete e dotato di opportuni sistemi di protezione contro le sovratensioni di commutazione, i cortocircuiti e le sovratemperature. L'unità di controllo è costituita da:

- schede di pilotaggio del convertitore
- circuiti di regolazione
- logiche e limiti convertitore
- alimentatore servizi interni
- protezioni
- circuiti ausiliari di interazione
- controllo MPPT (maximum power point tracking) e gestione di sistema.

L'inverter si attiverà automaticamente quando l'irraggiamento supera una soglia predeterminata regolabile e si disattiverà quando la potenza scende al di sotto del 10% del valore nominale.

L'inverter si disattiverà inoltre in caso di malfunzionamenti e di corto circuito.

Il controllo del $\cos\phi$ dell'inverter è settato su $\cos\phi=1$; tuttavia esso regola continuamente il $\cos\phi$ mantenendolo nel range di funzionamento previsto. Nella seguente tabella sono riportate le principali caratteristiche tecniche dell'inverter.

ARNG SOLAR VI S.R.L. Viale Giorgio Ribotta 21 00144 - Roma (RM) C.F e P.IVA: 02352340687 PEC: arngsolar6@pec.it	IMPIANTO AGRIVOLTAICO MANCIANO 24.48		
PROGETTO DEFINITIVO	MANCIANO, GROSSETO, TOSCANA	IN-GE-02 Rev. 0	Pag. 27 di 82

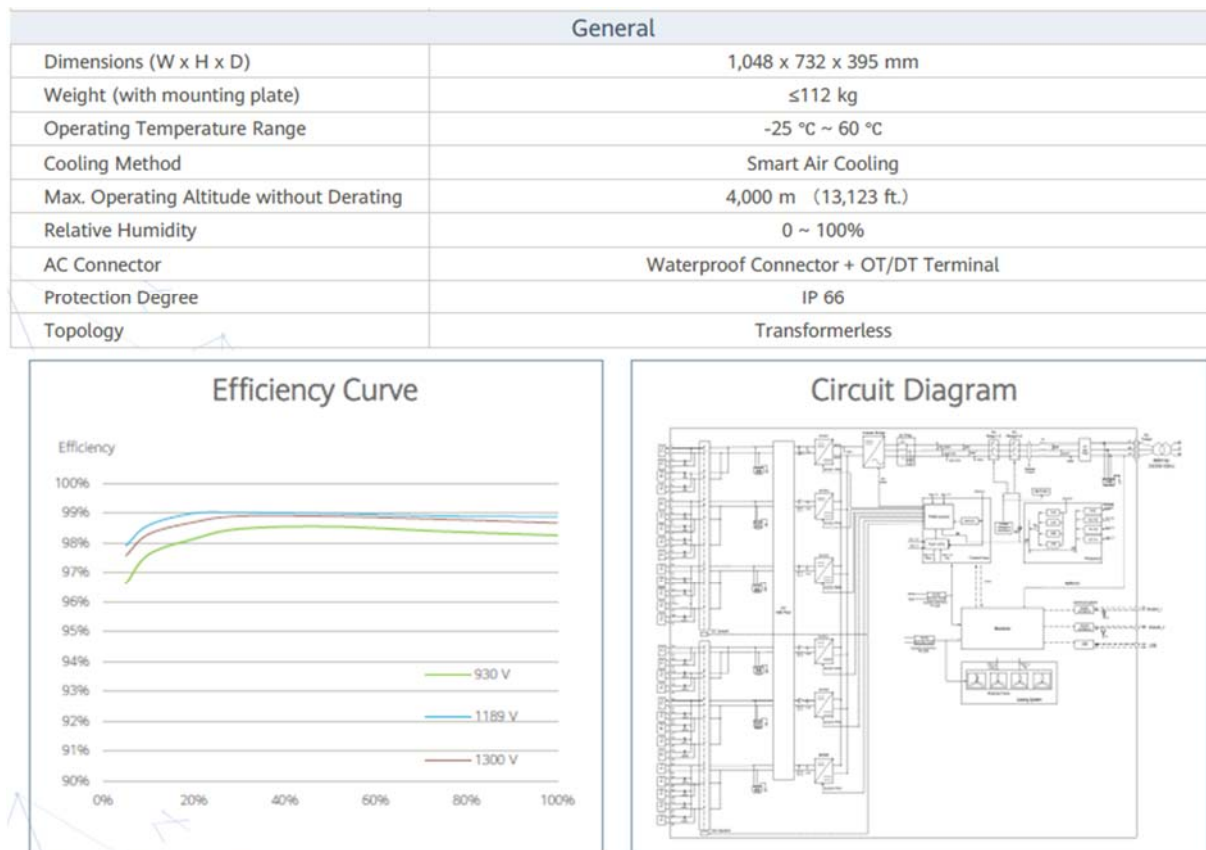


Fig. 13 - Dimensioni, specifiche tecniche e prestazionali dell'inverter

4.4 CABINE DI TRASFORMAZIONE AT/BT

Come cabine di trasformazione AT/BT saranno adottate delle soluzioni cabinate a container oppure prefabbricate progettate secondo le vigenti normative impiantistiche, di quanto richiesto dalla legge nr. 186 del 1968 inerente alla costruzione a "regola d'arte" e dalle norme antinfortunistiche vigenti.

È prevista l'installazione di 8 cabine di trasformazione, ciascuna con volumetria lorda complessiva pari a 19200x2900x2440 mm (W x H x D), così composte:

- vano quadri BT;
- vano trasformatore BT/BT per i servizi ausiliari 5-50 kVA;
- trasformatore AT/BT (installato all'aperto);
- vano quadri AT.

ARNG SOLAR VI S.R.L. Viale Giorgio Ribotta 21 00144 - Roma (RM) C.F e P.IVA: 02352340687 PEC: arngsolar6@pec.it	IMPIANTO AGRIVOLTAICO MANCIANO 24.48		
PROGETTO DEFINITIVO	MANCIANO, GROSSETO, TOSCANA	IN-GE-02 Rev. 0	Pag. 28 di 82

Trasformatore AT/BT

Per poter immettere l'energia elettrica erogata dagli inverter sulla rete di elettrica è necessario innalzare il livello della tensione del generatore fotovoltaico a 36kV.

Per conseguire questo obiettivo si dovranno utilizzare appositi trasformatori elevatori AT/BT.

Verranno installati n.7 trasformatori di elevazione AT/BT della potenza di 3300 kVA e n.1 trasformatore di elevazione da 6600 kVA.

Tutti i trasformatori AT/BT elevatori saranno a singolo secondario con tensione di 800V ed avranno una tensione al primario di 36 kV e avranno le caratteristiche indicate di seguito:

- tipo in OLIO
- frequenza nominale 50 Hz
- campo di regolazione tensione maggiore $\pm 2 \times 2,5\%$
- livello di isolamento secondario 3 kV
- livello di isolamento primario 40,5kV
- simbolo di collegamento Dy 11
- collegamento secondario stella
- collegamento primario triangolo
- installazione esterna
- grado protezione dell'involucro esterno IP54
- tipo raffreddamento olio minerale
- altitudine sul livello del mare $\leq 1000\text{m}$
- impedenza di corto circuito a 75°C 6%
- livello scariche parziali $\leq 10 \text{ pC}$.

Quadro AT

Si prevede l'impiego di quadri AT 40,5kV 20kA di tipo protetto (METAL ENCLOSED), i quadri di progetto sono di tipo modulare in modo da formare quadri di distribuzione e trasformazione per quanto in progetto. Opportuni dispositivi di interblocco meccanico e blocchi a chiave fra gli apparecchi impediranno errate manovre, garantendo comunque la sicurezza per il personale. Il quadro elettrico di alta tensione, di tipo protetto, sarà costituito dai seguenti scomparti:

- scomparto di arrivo linea, che conterrà il sezionatore generale di linea interbloccato con il sezionatore di terra;
- scomparto di protezione del trasformatore AT/BT;
- scomparto di protezione con interruttore generale sulla ripartenza linea;
- scomparto di misura (ove previsto).

ARNG SOLAR VI S.R.L. Viale Giorgio Ribotta 21 00144 - Roma (RM) C.F e P.IVA: 02352340687 PEC: arngsolar6@pec.it	IMPIANTO AGRIVOLTAICO MANCIANO 24.48		
PROGETTO DEFINITIVO	MANCIANO, GROSSETO, TOSCANA		IN-GE-02 Rev. 0 Pag. 29 di 82

Gli scomparti di protezione saranno dotati di protezione sovracorrenti, costituito da un interruttore tripolare e da un sezionatore di linea, corredato da relè di protezione in corrente (50 e 51, 51N).

Quadro BT

Le linee in corrente alternata alimentate dagli inverter di uno stesso sottocampo, saranno collegate ad un quadro elettrico di bassa tensione installato all'interno del locale di conversione ed equipaggiato con dispositivi di generatore, uno per ogni inverter, e un interruttore automatico generale di tipo magnetotermico. Generalmente si utilizzano interruttori automatici per usi domestici e simili conformi alla norma CEI 23-3 se la corrente di impiego del circuito da proteggere è inferiore a 125 A. Se la corrente del circuito da proteggere è superiore a 125 A si utilizzano interruttori automatici per usi industriali, conformi alla norma CEI 17-5. Se richiesto dal sistema di protezione contro i contatti indiretti, gli interruttori hanno anche un relè differenziale (di tipo AC se l'inverter è dotato di trasformatore di isolamento, in caso contrario di tipo B) la cui corrente differenziale nominale di intervento è coordinata con la resistenza di terra dell'impianto di terra.

Trasformatore ausiliario BT/BT e quadro per i servizi ausiliari

Sono previsti, inoltre, degli scomparti servizi ausiliari in ciascuna cabina di trasformazione AT/BT, all'interno di ognuno dei quali verrà installato un trasformatore ausiliario BT/BT 800/400V da 5-50 kVA con il relativo quadro di bassa tensione per l'alimentazione dei seguenti servizi ausiliari di cabina:

- relè di protezione;
- sganciatori degli interruttori AT;
- relè ausiliari per la segnalazione delle avarie;
- ventilatori;
- datalogger.

Il primario del trasformatore servizi ausiliari sarà protetto da un fusibile abbinato ad un interruttore di manovra sezionatore, mentre per la protezione delle linee di bassa tensione attraverso le quali verranno alimentati i servizi ausiliari, si utilizzeranno interruttori automatici di tipo magnetotermico differenziale, installati in un apposito quadro di bassa tensione denominato "quadro elettrico servizi ausiliari".

ARNG SOLAR VI S.R.L. Viale Giorgio Ribotta 21 00144 - Roma (RM) C.F e P.IVA: 02352340687 PEC: arngsolar6@pec.it	IMPIANTO AGRIVOLTAICO MANCIANO 24.48		
PROGETTO DEFINITIVO	MANCIANO, GROSSETO, TOSCANA	IN-GE-02 Rev. 0	Pag. 30 di 82

4.5 CABINE DI RICEZIONE E CONTROLLO

Per la cabina di ricezione sarà adottata una soluzione cabinata a container, oppure prefabbricata, progettata secondo le vigenti normative impiantistiche, di quanto richiesto dalla legge nr. 186 del 1968 inerente alla costruzione a "regola d'arte" e dalle norme antinfortunistiche vigenti.

È prevista l'installazione di una cabina di ricezione con volumetria lorda complessiva pari a 33000x6500x4000 mm, costituita da più vani e saranno costituite dai seguenti elementi:

- quadro di distribuzione di alta tensione;
- reattanza shunt di compensazione arrivo linea;
- trasformatore ausiliario AT/BT e quadro per i servizi ausiliari della centrale;
- il dispositivo generale (DG), costituito da un interruttore tripolare, dotato del sistema di protezione generale (SPG) con relè di protezione in corrente, tensione e frequenza (con 50 e 51, 27, 59, 59N, 81<, 81>);
- reattanza shunt di compensazione interna;
- generatore ausiliario 15kVA

Quadri di distribuzione AT

Si prevede l'impiego di quadri AT di tipo protetto (METAL ENCLOSED), i quadri di progetto sono di tipo modulare in modo da formare quadri di distribuzione per quanto in progetto, la tensione nominale dei quadri AT sarà 40,5 kV. Opportuni dispositivi di interblocco meccanico e blocchi a chiave fra gli apparecchi impediranno errate manovre, garantendo comunque la sicurezza per il personale. Il quadro elettrico di alta tensione, di tipo protetto, sarà costituito dai seguenti scomparti:

- scomparto di arrivo linea;
- scomparto shunt di compensazione arrivo linea;
- scomparto protezione generale;
- scomparto di misura (ove previsto);
- scomparti partenza linee;
- scomparto servizi ausiliari.

Lo scomparto di protezione generale conterrà un dispositivo di protezione contro le sovracorrenti, costituito da un interruttore tripolare e da un sezionatore di linea, corredato da relè di protezione in corrente. Da ciascuno scomparto linea, partirà una linea di alta tensione in cavo interrato che andrà ad attestarsi sul quadro elettrico di alta tensione installato all'interno

ARNG SOLAR VI S.R.L. Viale Giorgio Ribotta 21 00144 - Roma (RM) C.F e P.IVA: 02352340687 PEC: arngsolar6@pec.it	IMPIANTO AGRIVOLTAICO MANCIANO 24.48		
PROGETTO DEFINITIVO	MANCIANO, GROSSETO, TOSCANA		IN-GE-02 Rev. 0 Pag. 31 di 82

della corrispondente cabina di trasformazione (nel caso delle cabine di ricezione di campo) o di ricezione di campo.

Gli scomparti verranno predisposti completi di bandella in piatto di rame interna ed esterna per il collegamento equipotenziale all'impianto di terra. Saranno protetti da scaricatori contro le scariche atmosferiche.

Trasformatore ausiliario AT/BT e quadro per i servizi ausiliari

È previsto installare nello scomparto servizi ausiliari in ciascuna cabina di ricezione, un trasformatore AT/BT da 100kVA con il relativo quadro di bassa tensione per l'alimentazione dei seguenti servizi ausiliari di centrale:

- relè di protezione;
- sganciatori degli interruttori AT;
- relè ausiliari per la segnalazione delle avarie;
- impianto illuminazione perimetrale;
- impianto di videosorveglianza;
- dispositivo di monitoraggio delle performance;
- dispositivi di comunicazione e dati.

Il primario del trasformatore servizi ausiliari sarà protetto da un fusibile abbinato ad un interruttore di manovra sezionatore, mentre per la protezione delle linee di bassa tensione attraverso le quali verranno alimentati i servizi ausiliari, si utilizzeranno interruttori automatici di tipo magnetotermico differenziale, installati in un apposito quadro di bassa tensione denominato "quadro elettrico servizi ausiliari".

Le cabine di ricezione saranno dotate di locale controllo e monitoraggio, contenente al loro interne le seguenti apparecchiature principali:

- quadro di bassa tensione dei sistemi ausiliari
- rack sistema di videosorveglianza
- rack sistema informatico per comunicazione dati
- postazione operatore
- climatizzatore.
- UPS.

4.6 CABINE DI STOCCAGGIO MATERIALE

Per le cabine di stoccaggio sarà adottata una soluzione cabinata a container, oppure prefabbricata, progettata secondo le vigenti normative impiantistiche, di quanto richiesto dalla legge nr. 186 del 1968 inerente alla costruzione a "regola d'arte" e dalle norme antinfortunistiche vigenti.

ARNG SOLAR VI S.R.L. Viale Giorgio Ribotta 21 00144 - Roma (RM) C.F e P.IVA: 02352340687 PEC: arngsolar6@pec.it	IMPIANTO AGRIVOLTAICO MANCIANO 24.48		
PROGETTO DEFINITIVO	MANCIANO, GROSSETO, TOSCANA		IN-GE-02 Rev. 0 Pag. 32 di 82

È prevista l'installazione di una tipologia con volumetria lorda complessiva pari a 12200x2440x2600 mm (W x H x D), costituita da un singolo o più vani interni dove verranno alloggiati all'interno armadi per lo stoccaggio del materiale.



Fig. 14 – Vista interna cabina di stoccaggio materiale

4.7 CAVI ELETTRICI

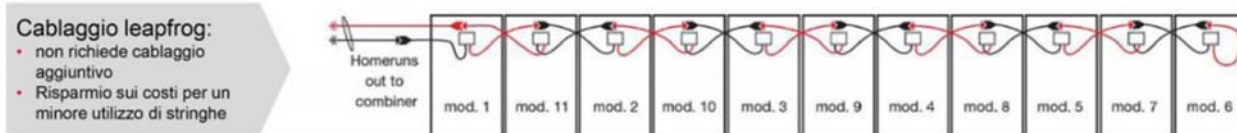
Le caratteristiche dimensionali ed i percorsi sono riportati nel documento specifico "Calcoli Preliminari degli impianti" e nei planimetrici di progetto.

Cavi elettrici lato c.c.

Cavi elettrici lato c.c. – Tipologie

Per il collegamento elettrico "serie" dei moduli necessari per realizzare le singole stringhe previste dal presente progetto, si utilizzeranno i cavi elettrici posti a corredo dei moduli stessi. Per le connessioni "entra/esci" verranno utilizzati connettori preintestati tipo PV-SY02 o similari.

Per le connessioni, fermo restando che le lunghezze dei moduli lo consentano, si utilizzerà la connessione leap-frog (vedi schema) al fine di ridurre al minimo le lunghezze dei cavi dc e le relative perdite:



La lunghezza dei cavi elettrici posti a corredo dei moduli e la conformazione delle corrispettive stringhe installate sulle strutture in progetto è ritenuta sufficiente per effettuare i collegamenti serie e quindi non sono previsti ulteriori giunti o nuovi cavi elettrici. Per quanto riguarda il bloccaggio dei cavi, questi saranno ancorati alla struttura metallica secondaria prevista dal

ARNG SOLAR VI S.R.L. Viale Giorgio Ribotta 21 00144 - Roma (RM) C.F e P.IVA: 02352340687 PEC: arngsolar6@pec.it	IMPIANTO AGRIVOLTAICO MANCIANO 24.48		
PROGETTO DEFINITIVO	MANCIANO, GROSSETO, TOSCANA	IN-GE-02 Rev. 0	Pag. 33 di 82

progetto mediante fascette plastificate in materiale adatto per la posa all'esterno e resistente alla radiazione UV. L'intero cablaggio non sarà visibile dall'esterno in quanto protetto dai moduli stesi.

Per il cablaggio dei moduli e per il collegamento tra le stringhe e gli inverter sono previsti conduttori di tipo solare unipolare flessibile stagnato in doppio isolamento o equivalenti appositamente progettati per l'impiego in campi FV per la produzione di energia.

Caratteristiche tecniche:

- conduttore: corda flessibile di rame stagnato o in alluminio, classe 5
- isolante: miscela LS0H di gomma reticolata speciale di qualità G21 LS0H = Low Smoke Zero Halogen
- max. tensione di funzionamento 1800 Vc.c.
- temperatura ambiente: da -40°C fino a +90°C per installazione fissa e flessibile
- temperatura di corto circuito: 200° C al conduttore max 5 sec
- raggio minimo di curvatura: 4xD (D=Diametro totale del cavo)
- durata di vita attesa pari a 30 anni
- verifica del comportamento a lungo termine conforme alla Norma IEC 60216
- resistenza alla corrosione
- ampio intervallo di temperatura di utilizzo;
- resistenza ad abrasione;
- ottimo comportamento del cavo in caso di incendio: bassa emissione di fumi, gas tossici e corrosivi;
- resistenza ad agenti chimici;
- facilità di assemblaggio;
- compatibilità ambientale e facilità di smaltimento.

Sezioni tipiche in funzione delle distanze tra i dispositivi:

- S = 6 mm² Iz (60 C°)
- S = 10 mm² Iz (60 C°)
- S = 16 mm² Iz (60 C°)

Cavi elettrici lato a.c.

Cavi elettrici lato a.c. – Tipologie

Il collegamento elettrico, lato corrente alternata, tra l'inverter e il quadro di parallelo BT delle cabine di trasformazione, verrà effettuato mediante cavi elettrici in alluminio tipo ARG16R16 0,6/1 kV o equivalente le seguenti specifiche principali che il cavo deve soddisfare:

ARNG SOLAR VI S.R.L. Viale Giorgio Ribotta 21 00144 - Roma (RM) C.F e P.IVA: 02352340687 PEC: arngsolar6@pec.it	IMPIANTO AGRIVOLTAICO MANCIANO 24.48		
PROGETTO DEFINITIVO	MANCIANO, GROSSETO, TOSCANA		IN-GE-02 Rev. 0 Pag. 34 di 82

- Conduttore in alluminio;
- Tipo e qualità di isolamento: Mescola di gomma HEPR etilenpropilenica ad alto modulo a 90°C (G16);
- Guaina (rivestimento non metallico): Composto di PVC, qualità R16;
- Nel caso in cui i cavi siano esposti al sole, devono essere protetti tramite condotti o devono essere resistenti ai raggi UV.

Il collegamento elettrico, lato corrente alternata, tra quadro ausiliario e circuiti ausiliari, verrà effettuato mediante cavi elettrici in alluminio tipo FG17 o equivalente.

Per il collegamento elettrico, lato alta tensione, tra cabine di conversione all'interno del campo fotovoltaico fino alla cabina di consegna saranno utilizzati cavi tipo NA2XS(FL)2Y. Nel caso in cui vengano scelti altri tipi di cavo, queste le specifiche che occorre rispettare:

- Conduttore in alluminio;
- Conduttore rigido a trefoli (compattato).
- Tipo e qualità di isolamento:
 - Mescola di gomma etilenpropilenica ad alto modulo a 90°C (G7);
 - Mescola di polietilene reticolato a 85°C (XLPE), se il cavo è fatto con un nastro legante non igroscopico;
 - Mescola di elastomero termoplastico (tipo HPTE).
- Schermo e conduttori concentrici:
 - Nastro di rame, filo piatto o schermo di filo;
 - Nastro di alluminio laminato longitudinalmente.
- Guaina (rivestimento non metallico)
- Composto termoplastico, tipo Ez

Nel caso in cui la resistività termica del terreno sia inaccettabile (es. terreno roccioso con valori superiori a 2,5 k m/W), il riempimento della trincea deve essere scelto in modo da ridurla a valori normali (< 2 k m/W) e in sede di progetto esecutivo occorrerà considerare l'esatta resistività termica del terreno e utilizzare il relativo fattore di correzione (secondo i criteri di dimensionamento dei cavi).

In presenza di cavi non armati, si rende necessaria l'installazione di una protezione meccanica in materiale inerte o coppi di cemento o altro materiale idoneo con un'elevata resistenza meccanica.

Il collegamento elettrico delle connessioni equipotenziali delle strutture di fissaggio dei moduli fotovoltaici, il progetto prevede cavi N07V-K con sezione minima pari a 6mmq.

ARNG SOLAR VI S.R.L. Viale Giorgio Ribotta 21 00144 - Roma (RM) C.F e P.IVA: 02352340687 PEC: arngsolar6@pec.it	IMPIANTO AGRIVOLTAICO MANCIANO 24.48		
PROGETTO DEFINITIVO	MANCIANO, GROSSETO, TOSCANA		IN-GE-02 Rev. 0 Pag. 35 di 82

Cavi di segnale e comando

Cavi di segnale e comando – tipologie

A seconda del segnale, sarà installato il tipo di cavo appropriato come descritto di seguito:

- Comando: Cavo multipolare tipo FG17 sezione minima del nucleo 1,5 mm²;
- Segnali digitali: Cavo multipolare tipo FG7HO2R sezione minima del nucleo 1,5 mm²;
- Segnali analogici: Cavo multipolare tipo FG7HO2R sezione minima del nucleo 0,5 mm²;
- Segnali BUS RS485: Cavo a coppie ritorte e schermato a 4 fili Belden Code 3106A;
- Segnali Ethernet: cavo Ethernet Cat.6a F/UTP o STP;
- Segnali ottici: Fibra ottica mono o multi con numero di fibre pari a 12 o 24, a seconda delle distanze.

Cavi di segnale – specifiche

Tutti i cavi utilizzati per le connessioni dei dati, sicurezza e comando di segnale saranno di tipo schermato con schermo coprente al 100%, possono essere armati e potranno essere interrati direttamente, oppure non armati e dovranno essere posati in apposite condutture PVC o HDPE e meccanicamente protetti.

I cavi dei segnali, da installare fuori dalle cabine di controllo, da preferire con caratteristiche anti-roditori, qualora esista la necessità e non siano installati dispositivi dissuasori, e resistenti alle radiazioni ultraviolette in grado di assicurare una durata di vita garantita durata di vita garantita di almeno 25 anni.

Fibra ottica – Specifiche

I colori delle fibre ottiche devono essere stabili durante i cicli di temperatura e non devono essere soggetti a sbiadimento o sbiadire o sbavare l'uno sull'altro o nel materiale di riempimento gel. I colori non devono far aderire le fibre tra di loro. Tutte le fibre ottiche devono essere sufficientemente prive di imperfezioni e inclusioni superficiali per soddisfare i requisiti ottici, meccanici e ambientali della presente specifica, meccaniche e ambientali di questa specifica.

Il cavo non deve contenere elementi metallici (dielettrici) a meno che non sia richiesta l'armatura.

Le giunzioni di fibre ottiche all'interno di singole lunghezze di cavo non sono permesse.

ARNG SOLAR VI S.R.L. Viale Giorgio Ribotta 21 00144 - Roma (RM) C.F e P.IVA: 02352340687 PEC: arngsolar6@pec.it	IMPIANTO AGRIVOLTAICO MANCIANO 24.48		
PROGETTO DEFINITIVO	MANCIANO, GROSSETO, TOSCANA		IN-GE-02 Rev. 0 Pag. 36 di 82

Le condutture devono essere sigillate con un gel non igroscopico, non nutritivo per i funghi, elettricamente non conduttivo, con gel omogeneo privo di sporcizia e materiale estraneo, facile da rimuovere con solventi convenzionali non tossici.

Specifiche meccaniche per le fibre ottiche:

- Raggio minimo di curvatura (mm): ≤ 150 mm
- Resistenza allo schiacciamento: ≥ 2500 N
- Resistenza all'impatto: $\geq 10 \times 2$ Nm

4.8 CANALIZZAZIONI

Le caratteristiche dimensionali ed i percorsi sono riportati negli schemi allegati e planimetrici di progetto.

Canalizzazioni - Tipologie

I cavi elettrici con connettori tipo PV-SY02 o simili preassemblati sui moduli fotovoltaici saranno posati a vista utilizzando le strutture metalliche di supporto ai moduli stessi ed ancorati alla struttura con opportune fascette in materiale plastico resistente alla radiazione UV.

I cavi, lato corrente continua, utilizzati per il collegamento delle stringhe del campo elettrico fotovoltaico agli inverter saranno posti longitudinalmente alla struttura di supporto moduli e ancorandoli alla medesima struttura, nei tratti ove disponibile, e/o posti all'interno di opportuni cavidotti interrati realizzati con tubazioni plastiche in PVC o HDPE, nei tratti di collegamento trasversale tra una fila di moduli e l'altra.

I cavi, lato corrente alternata di bassa tensione, utilizzati per il collegamento tra l'uscita degli inverter e il quadro di parallelo BT inverter posto nella cabina di trasformazione, saranno posti direttamente interrati o in cavidotti tubo a doppia parete corrugato esternamente - liscia internamente, in polietilene tipo medio, con resistenza allo schiacciamento pari a 450N. Si utilizzeranno cavidotti all'ingresso delle cabine di trasformazione.

I cavi, lato corrente alternata tra il quadro di parallelo ed il trasformatore sono integrati nella cabina di trasformazione posti all'interno di canalizzazioni all'interno del box apparecchiature elettriche.

I cavi, lato corrente alternata di alta tensione, tra il quadro di alta tensione della cabina di trasformazione ed il quadro di alta tensione della cabina di ricezione saranno posti in cavidotti tubo a doppia parete corrugato esternamente - liscia internamente, protetti meccanicamente da uno strato di materiale inerte.

I cavi elettrici utilizzati per gli impianti ausiliari, quali illuminazione perimetrale, antifurto, etc. saranno posati in opera in cavidotti con tubazioni plastiche in PVC o HDPE con canalizzazioni separate tra linea dati e linee di

ARNG SOLAR VI S.R.L. Viale Giorgio Ribotta 21 00144 - Roma (RM) C.F e P.IVA: 02352340687 PEC: arngsolar6@pec.it	IMPIANTO AGRIVOLTAICO MANCIANO 24.48		
PROGETTO DEFINITIVO	MANCIANO, GROSSETO, TOSCANA	IN-GE-02 Rev. 0	Pag. 37 di 82

potenza. Tali tubazioni possono essere condutture per cavi, canaline per cavi, canalizzazioni o pozzi scavati nella struttura di un edificio ecc. L'uscita del cavo dal canale in pvc attraverso il punto di ingresso nelle scatole deve essere protetta meccanicamente con adeguato pressacavo, nel caso di cavo singolo, o da una adeguata guaina semirigida, nel caso di più cavi. Se non diversamente stabilito, le canaline provenienti dal piano di calpestio, saranno protetti alla base da un adeguato collo di protezione.

I cavi all'interno dei locali avranno la possibilità di essere infilati e sfilati dalle tubazioni con facilità e nei punti di derivazione dove risulti problematico l'infilaggio, saranno installate scatole di derivazione, in metallo o in PVC a seconda del tipo di tubazioni, complete di coperchio fissato mediante viti filettate.

4.9 TERMINALI E DERIVAZIONI

Tutte le terminazioni devono essere effettuate secondo le migliori pratiche utilizzando guaine termo restringenti.

Occorrerà garantire il corretto abbinamento dei cavi in alluminio e rame per evitare qualsiasi problema che possono sorgere a causa dei diversi metalli, utilizzando connettori bimetallici in rame/alluminio.

In caso di utilizzo di cavi in alluminio non compatibili con le apparecchiature installate (in termini di rigidità, sezione, ecc) occorrerà fornire scatole di interfaccia per adattare cavi e apparecchiature.

Tutte derivazioni dei vari circuiti devono essere eseguite esclusivamente entro cassette di derivazione e mediante morsetti trasparenti in materiale isolante ed autoestinguente, con serraggio dei cavi tramite vite unica in conformità alle norme CEI.

Le cassette di derivazione impiegate potranno essere:

- Cassette da esterno a doppio isolamento in materiale isolante autoestinguente (resistente fino a 650°C alla prova del filo incandescente CEI 23-19), con marchio di qualità, in esecuzione IP65, posate a vista a parete/pavimento;
- Cassette da esterno a doppio isolamento in vetroresina, di forma ottagonale, in esecuzione IP54 posate a vista in aree esterne alla cabina.

Tutte le cassette disporranno di coperchio rimovibile soltanto mediante l'uso di attrezzo. Le cassette saranno del tipo modulare, con altezza e metodo di fissaggio uniformi. Per tutte le connessioni verranno impiegati morsetti da trafilato o morsetti volanti a cappuccio con vite isolati.

ARNG SOLAR VI S.R.L. Viale Giorgio Ribotta 21 00144 - Roma (RM) C.F e P.IVA: 02352340687 PEC: arngsolar6@pec.it	IMPIANTO AGRIVOLTAICO MANCIANO 24.48		
PROGETTO DEFINITIVO	MANCIANO, GROSSETO, TOSCANA		IN-GE-02 Rev. 0 Pag. 38 di 82

4.10 IMPIANTO DI TERRA

L'impianto di terra è unico per lato di bassa e alta tensione e sarà conforme alle prescrizioni della norma CEI 99-3 e dimensionato sulla base della corrente di guasto a terra sulla rete AT di alimentazione e del tempo di eliminazione del guasto a terra da parte dei dispositivi di protezioni AT.

I conduttori di terra e di protezione avranno sezione adeguata a sopportare le eventuali sollecitazioni meccaniche alle quali potrebbero essere sottoposti in caso di guasti, calcolata e/o dimensionata secondo quanto stabilito dalle norme CEI. La sezione dei conduttori sarà tale che la massima corrente di guasto non provocherà sovratemperature inammissibili per essi.

Rete di terra

All'interno del campo fotovoltaico sarà realizzata una rete di terra costituita da conduttori nudi di rame o in acciaio zincato del tipo per posa nel terreno e dispersori in rame in prossimità delle cabine elettriche, a cui saranno collegati, mediante conduttori e sbarre equipotenziali in rame. La rete di terra sarà interrata ad una profondità di almeno 0,5m lungo le trincee dei cavi ac. e la sezione del conduttore di protezione principale rimarrà invariata per tutta la sua lunghezza.

A tale rete saranno collegate tutte le strutture metalliche di supporto dei moduli e tutte le masse estranee (recinzione, etc) e le armature dei prefabbricati oltre che tutte le masse dei componenti elettrici di classe I. Le giunzioni fra elementi del dispersore saranno protette contro le corrosioni.

Rete di terra cabine

L'impianto di terra delle cabine sarà costituito, conformemente alle prescrizioni della Norma CEI EN 50522 ed alle prescrizioni della Guida CEI 11-37, da una maglia di terra realizzata con conduttori nudi in rame elettrolitico di sezione non inferiori a 35 mm² o equivalenti in piattina in acciaio zincato, interrati ad una profondità di almeno 0,7 m, collegati a dispersori in rame infissi al suolo in prossimità degli angoli della rete di terra delle cabine.

Messa a Terra di cabina

Le cabine di trasformazione avranno collegati alla rete di terra della cabina i seguenti elementi:

- il centro stella dell'avvolgimento secondario (neutro);
- le carpenterie metalliche;
- le carcasse dei trasformatori;

ARNG SOLAR VI S.R.L. Viale Giorgio Ribotta 21 00144 - Roma (RM) C.F e P.IVA: 02352340687 PEC: arngsolar6@pec.it	IMPIANTO AGRIVOLTAICO MANCIANO 24.48		
PROGETTO DEFINITIVO	MANCIANO, GROSSETO, TOSCANA		IN-GE-02 Rev. 0 Pag. 39 di 82

- le manopole dei sezionatori;
- i comandi degli interruttori automatici;
- i telai delle finestre e delle porte metalliche;
- i cassoni di contenimento delle apparecchiature.

I suddetti collegamenti faranno capo singolarmente ad un collettore di terra posizionato all'interno della cabina di trasformazione, allo scopo di eseguire le necessarie misurazioni. Saranno montate su bulloni zincati, verniciate in giallo e le connessioni fra le stesse saranno realizzate con saldatura a castorin. L'intero sistema di terra soddisferà alle corrispondenti norme C.E.I. (11-1) con particolare riguardo alle tensioni di passo e di contatto.

Collegamenti equipotenziali

I conduttori di protezione, per i collegamenti ai nodi di terra delle masse metalliche di tutte le apparecchiature e condutture elettriche in AC e di tutte le eventuali masse metalliche estranee accessibili, saranno costituiti da corda di rame flessibile, isolata in PVC giallo-verde, di tipo non propagante l'incendio a Norme CEI 20-22. Saranno costituiti da cavi unipolari facenti parte della stessa conduttura dei conduttori attivi e da anime di cavi multipolari.

Tutti i conduttori di protezione equipotenziale avranno colorazione giallo-verde e la loro destinazione sarà identificata, nei punti principali di connessione, mediante targhette. Detti conduttori in parte saranno contenuti all'interno dei cavi multipolari impiegati per l'alimentazione delle varie utenze, in parte costituiranno dorsali indipendenti comuni a più circuiti.

I morsetti di collegamento alle masse metalliche avranno caratteristiche tali da assicurare un contatto sicuro nel tempo.

Conduttori di terra – Sezioni

La sezione del conduttore di protezione principale rimarrà invariata per tutta la sua lunghezza e la sezione sarà adeguata a sopportare le eventuali sollecitazioni meccaniche alle quali potrebbero essere sottoposti in caso di guasti, calcolata e/o dimensionata secondo quanto stabilito dalle norme CEI, tale che la massima corrente di guasto non provocherà sovratemperature inammissibili per essi.

La sezione dei collegamenti equipotenziali avrà sezione variabile non inferiore a quella indicata dall'art. 543.1.1 della norma CEI 64-8 che esprime il relativo calcolo nella seguente relazione:

ARNG SOLAR VI S.R.L. Viale Giorgio Ribotta 21 00144 - Roma (RM) C.F e P.IVA: 02352340687 PEC: arngsolar6@pec.it	IMPIANTO AGRIVOLTAICO MANCIANO 24.48		
PROGETTO DEFINITIVO	MANCIANO, GROSSETO, TOSCANA	IN-GE-02 Rev. 0	Pag. 40 di 82

$$S_p = \text{RADQ} (I_2 t) / K$$

dove:

- S_p sezione del conduttore di protezione (mm²),
- I valore efficace della corrente di guasto che può percorrere il conduttore di protezione per un guasto di impedenza trascurabile (A);
- t il tempo di intervento del dispositivo di protezione (s);
- K fattore il cui valore dipende dal materiale del conduttore di protezione, dell'isolamento e di altre parti e dalle temperature iniziali e finali.

La Norma CEI EN 60439-1 definisce un metodo che permette di stabilire la sezione del conduttore di protezione in funzione della sezione dei conduttori attivi, a condizione che sia utilizzato lo stesso materiale dei conduttori attivi.

Sezione dei conduttori attivi (mmq)	Sezione minima del PE (mmq)
$S \leq 16$	S
$16 \leq S < 35$	16
$35 \leq S \leq 400$	S/2
$400 \leq S \leq 800$	200
$S \leq 800$	S/4

I conduttori impiegati per collegamenti equipotenziali nelle cabine avranno sezione minima pari alla metà della sez. del conduttore di protezione principale dell'impianto e per le connessioni agli armadi verranno impiegati conduttori di sezione anche superiore.

5. COMPONENTI E OPERE CIVILI

Le opere civili necessarie per la realizzazione della centrale fotovoltaica consistono nei seguenti tipi di intervento:

5.1 RECINZIONE PERIMETRALE

L'area su cui sorgerà l'impianto fotovoltaico sarà completamente recintata con una recinzione di altezza pari a ca. 2,25 ml dal terreno interrata di circa 25 cm per scoraggiare i predatori.

ARNG SOLAR VI S.R.L. Viale Giorgio Ribotta 21 00144 - Roma (RM) C.F e P.IVA: 02352340687 PEC: arngsolar6@pec.it	IMPIANTO AGRIVOLTAICO MANCIANO 24.48		
PROGETTO DEFINITIVO	MANCIANO, GROSSETO, TOSCANA		IN-GE-02 Rev. 0 Pag. 41 di 82

La recinzione sarà realizzata in rete a maglia metallica plastificata 5 x 5 cm con filo con diametro 2,5 mm, con vivagni di rinforzo in filo di ferro zincato e sarà fissata al terreno con pali verticali di supporto in acciaio zincati, realizzati a sezione a T 40x40x4.5 cm, infissi nel suolo a 60cm con rinforzi in cls distanti gli uni dagli altri 2.5 ml.

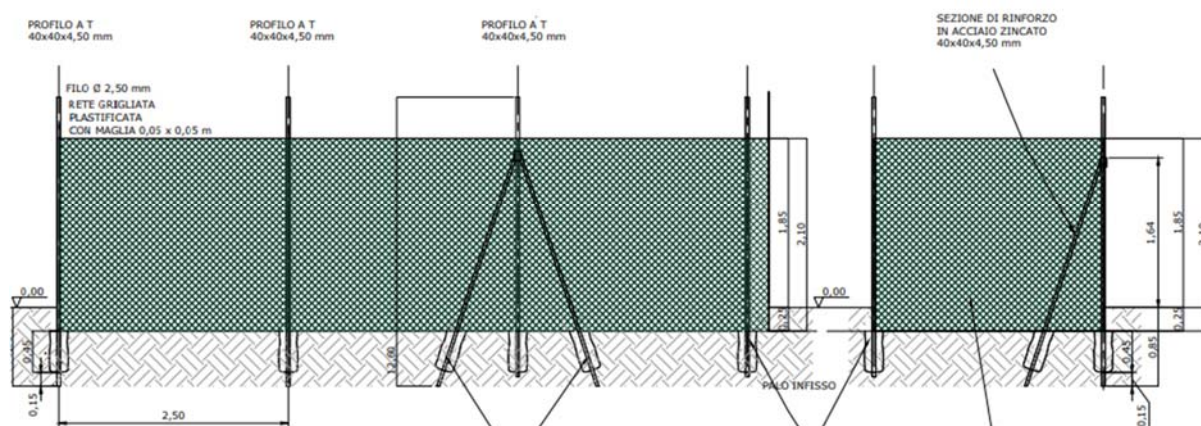


Fig. 15 – Recinzione perimetrale

L'accesso all'area sarà garantito attraverso un cancello a doppia anta a battente di larghezza pari a 5 m, idoneo al passaggio dei mezzi pesanti. Il cancello sarà realizzato in acciaio zincato a caldo con supporti in acciaio 15 x 15 cm e fissato su trave di fondazione in cemento armato.

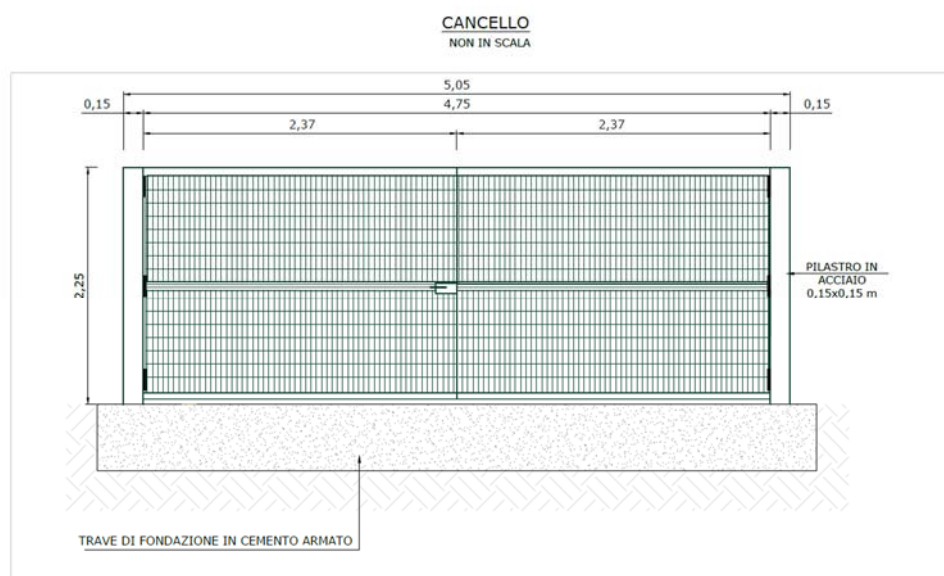


Fig. 16 – Cannello a doppia anta

ARNG SOLAR VI S.R.L. Viale Giorgio Ribotta 21 00144 - Roma (RM) C.F e P.IVA: 02352340687 PEC: arngsolar6@pec.it	IMPIANTO AGRIVOLTAICO MANCIANO 24.48		
PROGETTO DEFINITIVO	MANCIANO, GROSSETO, TOSCANA	IN-GE-02 Rev. 0	Pag. 42 di 82

5.2 VIABILITÀ INTERNA

La circolazione dei mezzi all'interno dell'area sarà garantita dalla presenza di una apposita viabilità per il collegamento delle cabine AT/BT, disposte all'interno dell'area sulla quale sorgerà la centrale fotovoltaica al fine di garantire la fruibilità ad esse, e strade per poter accedere alle vele fotovoltaiche per la manutenzione ordinaria e straordinaria.

Per la esecuzione di questa viabilità sarà effettuato uno sbancamento di 30-50 cm, ed il successivo riempimento con un materiale misto cava di cava o riciclato. Le strade avranno una larghezza variabile da 3,5 a 5 metri e avranno una pendenza trasversale del 3% per permettere un corretto deflusso delle acque piovane. Il raggio delle strade interne sarà adeguato al trasporto di tutti i materiali durante la fase di costruzione e durante le fasi di O&M.

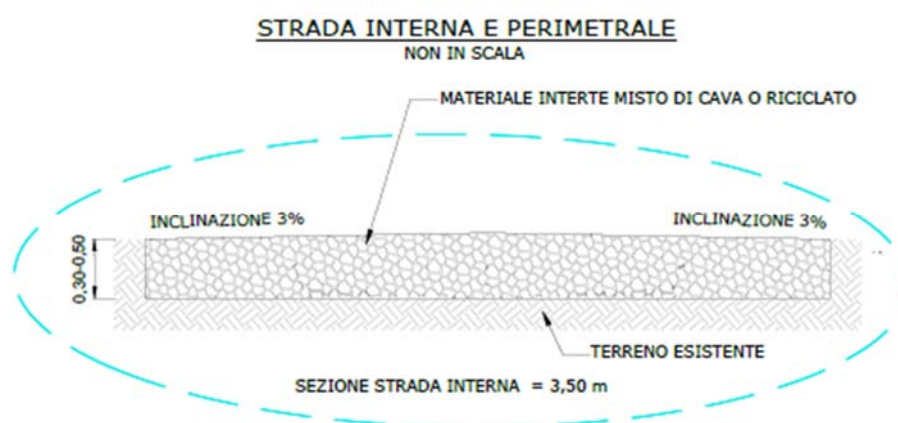


Fig. 17 – Viabilità interna

La fondazione stradale sarà eseguita con tout-venant di cava, costituiti da materiali rispondenti alle norme CNR UNI 10006 e relativo costipamento 95% della densità AASHO modificata.

5.3 VIABILITÀ ESTERNA

L'area risulta ben servita dalla viabilità pubblica principale; i campi agrivoltaici risultano accessibili dalla viabilità locale, costituita da strade statali, comunali ed interpoderali che sono connesse alle Strada Provinciale SP67.

ARNG SOLAR VI S.R.L. Viale Giorgio Ribotta 21 00144 - Roma (RM) C.F e P.IVA: 02352340687 PEC: arngsolar6@pec.it	IMPIANTO AGRIVOLTAICO MANCIANO 24.48		
PROGETTO DEFINITIVO	MANCIANO, GROSSETO, TOSCANA	IN-GE-02 Rev. 0	Pag. 43 di 82

5.4 MOVIMENTAZIONE TERRA

Non sono previsti sbancamenti e terrazzamenti, al fine di non alterare il naturale deflusso delle acque. La tipologia di struttura di fissaggio moduli proposta è perfettamente in grado di adeguarsi alle pendenze naturali del terreno.

Se si renderà necessaria una minima regolarizzazione del piano di posa dei componenti dell'impianto fotovoltaico che verrà eseguita con mezzi meccanici, utilizzando materiale idoneo proveniente dagli scavi, ovvero da cave di prestito, opportunamente costipato al fine di raccordare le pendenze più spigolose (prevalentemente su asse nord-sud), e che in ogni caso non introdurrà differenze di quote superiore a un metro e mezzo.

In allegato la tabella riassuntiva della movimentazione terra della regolarizzazione del piano di posa.

5.5 SCAVI

Saranno eseguite due tipologie di scavi:

- gli scavi a sezione ampia per la realizzazione della fondazione delle cabine elettriche e della viabilità interna;
- gli scavi a sezione ristretta per la realizzazione delle trincee dei cavidotti AT, BT e ausiliari.

Entrambe le tipologie saranno eseguite con mezzi meccanici o, qualora particolari condizioni lo richiedano, a mano, evitando scoscendimenti e franamenti e, per gli scavi dei cavidotti, evitando che le acque scorrenti sulla superficie del terreno si riversino nei cavi.

In particolare:

- gli scavi per la realizzazione della fondazione delle cabine si estenderanno fino ad una profondità di ca. 80 cm;
- gli scavi quelli per la realizzazione della viabilità interna saranno eseguiti mediante scotico del terreno fino alla profondità di ca. 30-50 cm.
- gli scavi per la realizzazione dei cavidotti avranno profondità variabile in genere tra 0,50 m e 1,40 m;

Il rinterro dei cavi e cavidotti, a seguito della posa degli stessi, avverrà su un letto di materiale permeabile arido (sabbia o pietrisco minuto) su fondo perfettamente spianato e privo di sassi e spuntoni di roccia, e riempimento con materiale permeabile arido o terra proveniente da scavi o da cava, con

ARNG SOLAR VI S.R.L. Viale Giorgio Ribotta 21 00144 - Roma (RM) C.F e P.IVA: 02352340687 PEC: arngsolar6@pec.it	IMPIANTO AGRIVOLTAICO MANCIANO 24.48		
PROGETTO DEFINITIVO	MANCIANO, GROSSETO, TOSCANA		IN-GE-02 Rev. 0 Pag. 44 di 82

elementi di pezzatura non superiori a 30 mm, eseguito per strati successivi di circa 30 cm accuratamente costipati.

In allegato la tabella riassuntiva della movimentazione terra necessaria per gli scavi a sezione ampia e ristretta.

5.6 TRINCEE

La profondità minime di posa dei cavi interrati, in accordo con Norma CEI 11-17 che le prescrive sono rispettivamente di:

- 0,5 m per cavi con tensione fino a 1500 V in corrente continua;
- 0,8 m per i cavi con tensione fino a 1000 V in corrente alternata (tale profondità può essere ridotta a 0,6 m a seconda del tipo, sezione e percorso del cavo)
- 1,3 m per cavi con tensione pari a 36kV (su suolo privato tale profondità può essere ridotta a 1,2 m).

Nei casi di cavi posati in condutture interrate, le distanze tra tubi adiacenti saranno poste ad almeno la metà ($\frac{1}{2}$) del diametro esterno del tubo.

Lo strato finale di riempimento della trincea sarà compattato utilizzando compattatori leggeri o utilizzando autocarri leggeri per evitare qualsiasi danno ai cavi.

Le condutture coinvolte da attraversamento di strade, canali di drenaggio o attraversamenti di servizi sotterranei devono essere protetti meccanicamente con opportuna protezione.

In caso di attraversamenti sia longitudinali che trasversali di strade pubbliche con occupazione della carreggiata devono essere applicate in generale le prescrizioni dell'art. 66 del Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo Codice della Strada (DPR 16/12/92, n. 945) e, se emanate, le disposizioni dell'Ente proprietario della strada.

Canalizzazioni ad altezza ridotta su strada pubblica sono ammesse soltanto previa accordo con l'Ente proprietario della strada ed a seguito di comprovate necessità di eseguire incroci e/o parallelismi con altri servizi che non possano essere realizzati aumentando la profondità di posa dei cavi.

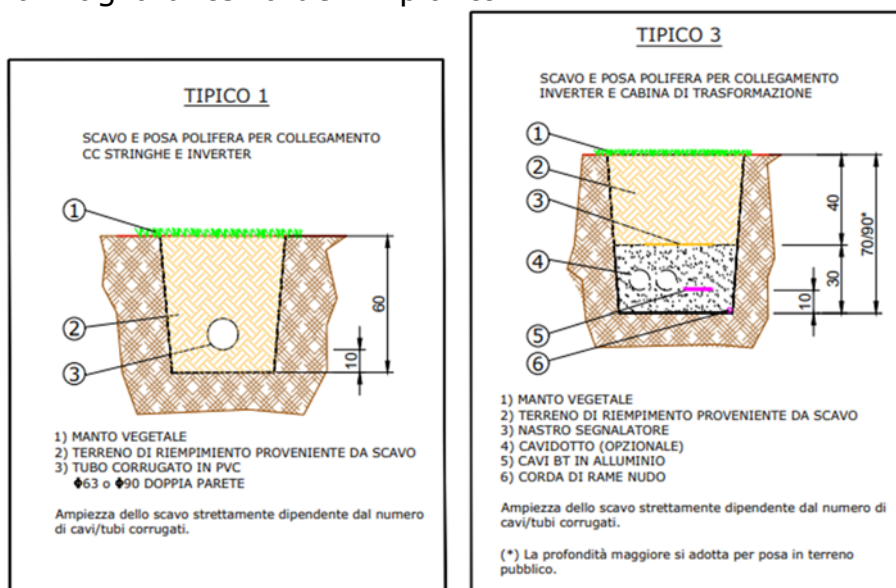
In base alle precedenti considerazioni, si giustificano le sezioni adottate per gli scavi, rappresentate nelle Tavole allegate. Le sezioni di scavo rappresentate con sezioni tipiche includono tutte le tipologie di trincee che si rendono necessarie:

- trincee per passaggio cavi AT;
- trincee per cavi BT per trasmissione di potenza dagli inverter;

ARNG SOLAR VI S.R.L. Viale Giorgio Ribotta 21 00144 - Roma (RM) C.F e P.IVA: 02352340687 PEC: arngsolar6@pec.it	IMPIANTO AGRIVOLTAICO MANCIANO 24.48		
PROGETTO DEFINITIVO	MANCIANO, GROSSETO, TOSCANA		IN-GE-02 Rev. 0 Pag. 45 di 82

- trincee per cavi DC per collegamento di condutture per stringhe dai moduli agli inverter;
- trincee per cavi BT e dati che contengono condutture per il passaggio cavi di alimentazione e comunicazione dei circuiti ausiliari e perimetrali.

Le trincee dei circuiti di potenza conterranno anche la corda o piattina che costituirà la maglia di terra dell'impianto.



ARNG SOLAR VI S.R.L. Viale Giorgio Ribotta 21 00144 - Roma (RM) C.F e P.IVA: 02352340687 PEC: arngsolar6@pec.it	IMPIANTO AGRIVOLTAICO MANCIANO 24.48		
PROGETTO DEFINITIVO	MANCIANO, GROSSETO, TOSCANA		IN-GE-02 Rev. 0 Pag. 46 di 82

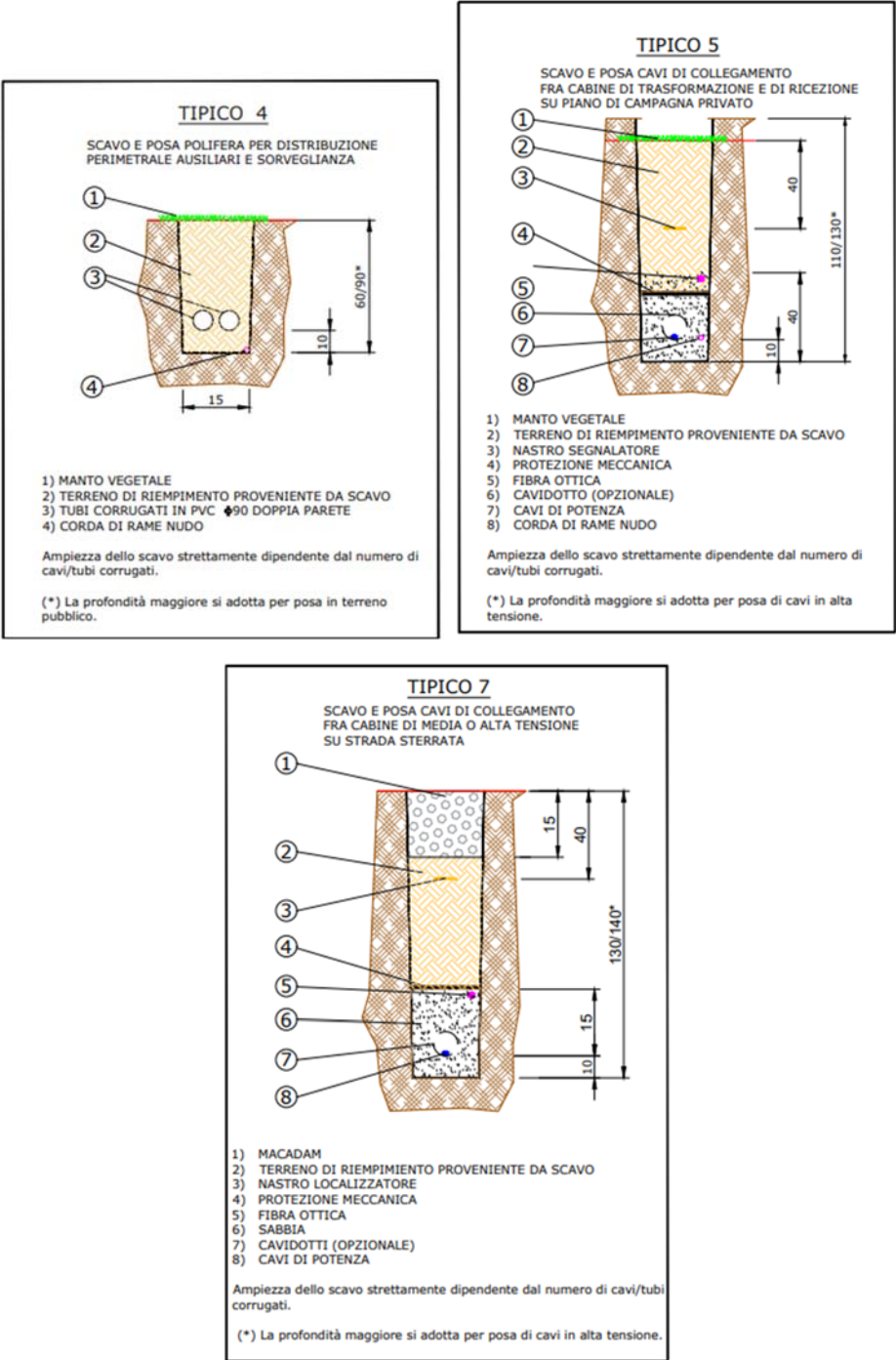


Fig. 18 – Tipici scavi e posa cavi

ARNG SOLAR VI S.R.L. Viale Giorgio Ribotta 21 00144 - Roma (RM) C.F e P.IVA: 02352340687 PEC: arngsolar6@pec.it	IMPIANTO AGRIVOLTAICO MANCIANO 24.48		
PROGETTO DEFINITIVO	MANCIANO, GROSSETO, TOSCANA		IN-GE-02 Rev. 0 Pag. 47 di 82

Segnalazione cavi elettrici c.a. interrati

All'interno dello scavo e a circa 30-40 cm al di sopra delle linee, il passaggio cavo sarà segnalato e identificato mediante l'utilizzo di nastri di 100 mm di larghezza, disposti per tutta la lunghezza del percorso con colori diversi a seconda del tipo di servizio e recanti la dicitura specifica come descritto di seguito:

- Per linee BT: Nastro verde o giallo con avviso di presenza cavo elettrico;
- Per linee AT: Nastro rosso con avviso di presenza cavo elettrico di alta tensione.

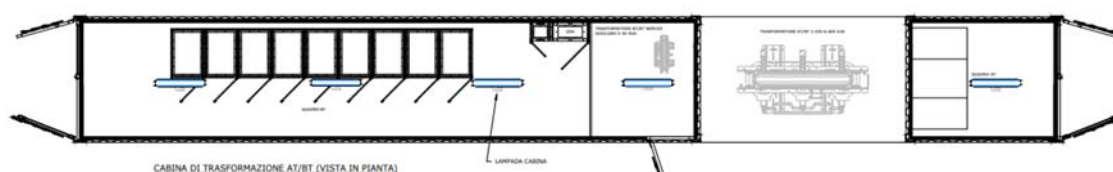
5.7 CABINATI

Saranno installati i seguenti cabinati:

- n. 8 cabine di trasformazione BT/AT (dimensioni W x H x D: 19200x2900x2440 mm): cabinati in container in acciaio o ad elementi prefabbricati;
- n. 1 cabina di ricezione e controllo (dimensioni W x H x D: 33000x4000x6500 mm): cabinato in container in acciaio o ad elementi prefabbricati.
- n. 1 cabine di stoccaggio materiale (dimensioni W x H x D: 12200x2440x2600 mm): cabinato in container in acciaio o ad elementi prefabbricati.

Il dettaglio delle caratteristiche costruttive e degli elementi elettrici inclusi nei cabinati è esplicitato nei paragrafi della relazione tecnica delle opere elettriche.

Di seguito sono riportate le tipologie e dimensioni fisiche degli elementi:



ARNG SOLAR VI S.R.L. Viale Giorgio Ribotta 21 00144 - Roma (RM) C.F e P.IVA: 02352340687 PEC: arngsolar6@pec.it	IMPIANTO AGRIVOLTAICO MANCIANO 24.48		
PROGETTO DEFINITIVO	MANCIANO, GROSSETO, TOSCANA		IN-GE-02 Rev. 0 Pag. 48 di 82

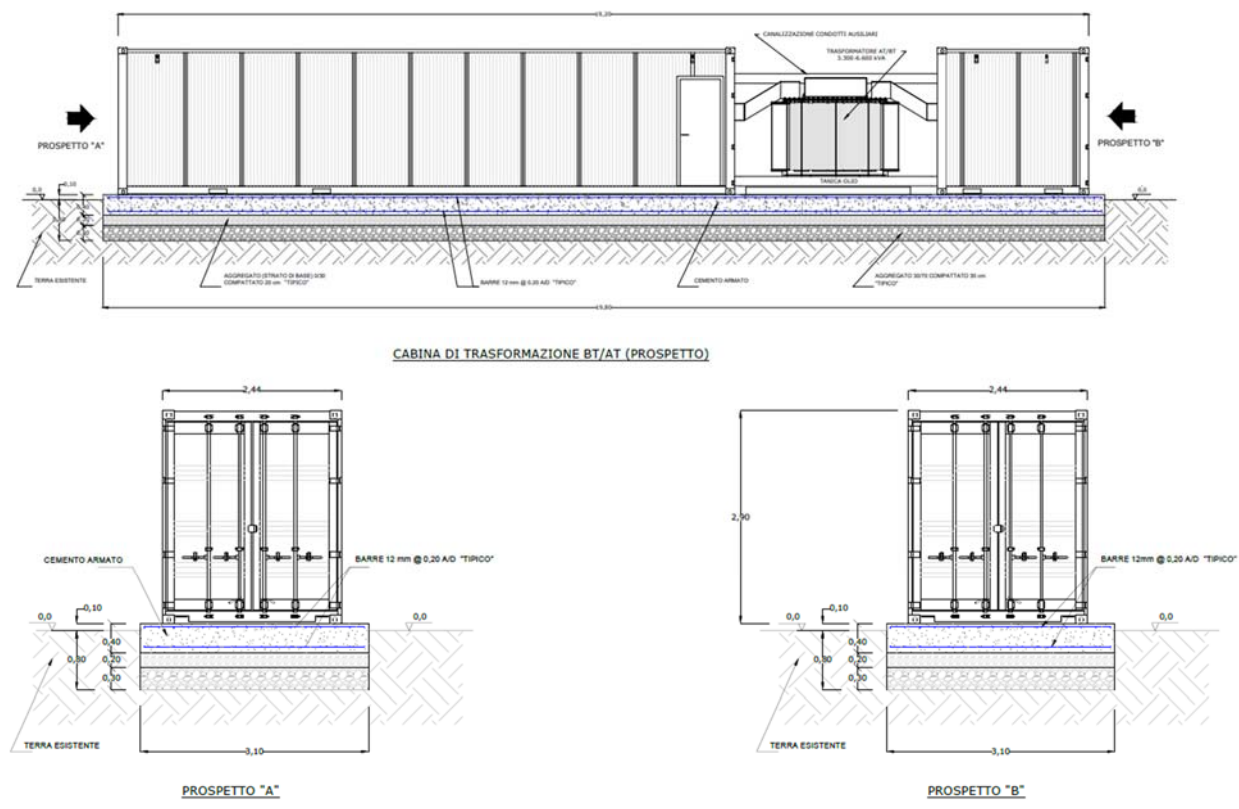


Fig. 19 - Cabina di trasformazione BT / AT

ARNG SOLAR VI S.R.L. Viale Giorgio Ribotta 21 00144 - Roma (RM) C.F e P.IVA: 02352340687 PEC: arngsolar6@pec.it	IMPIANTO AGRIVOLTAICO MANCIANO 24.48		
PROGETTO DEFINITIVO	MANCIANO, GROSSETO, TOSCANA		IN-GE-02 Rev. 0
			Pag. 49 di 82

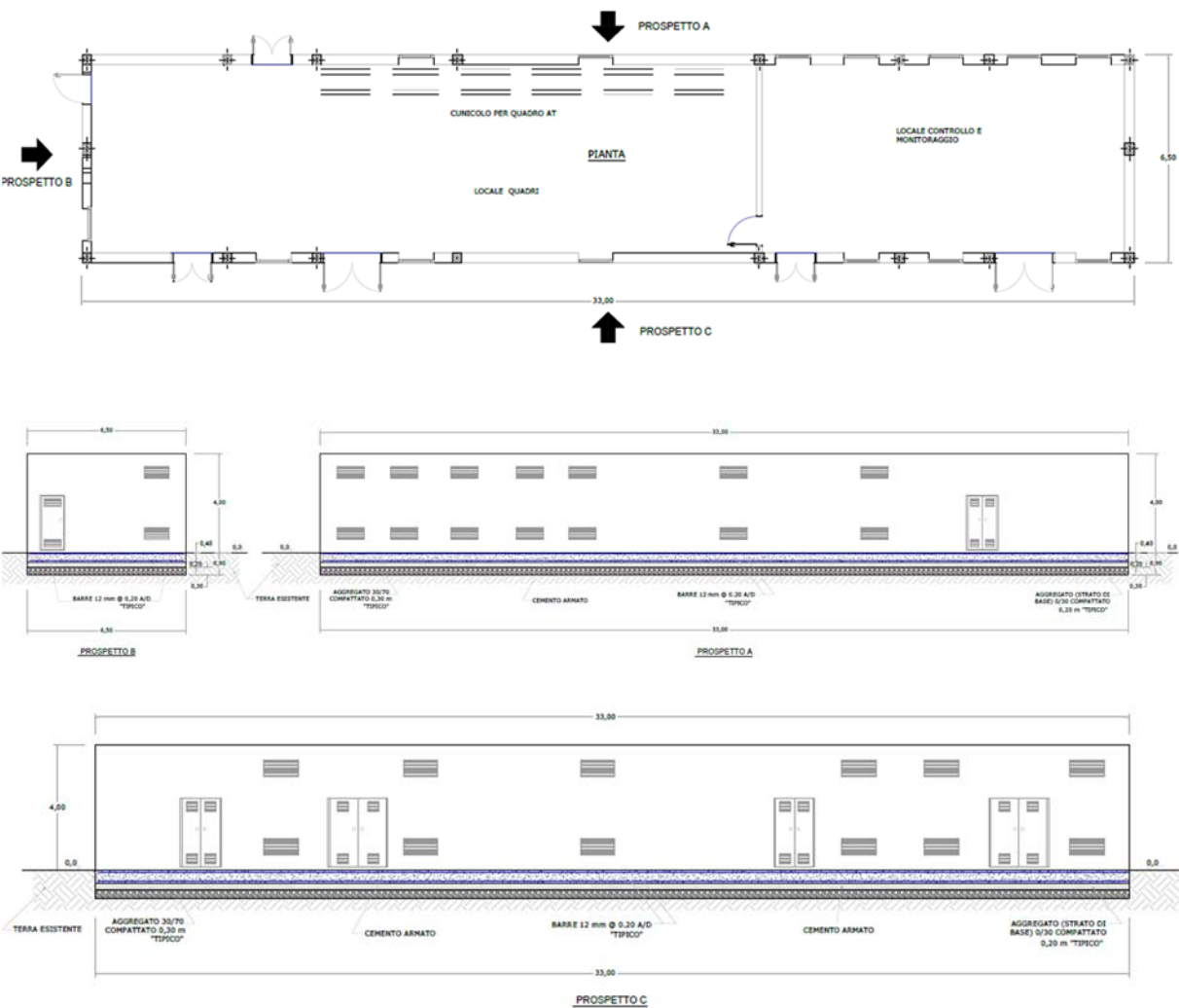


Fig. 20 - Cabina di ricezione

ARNG SOLAR VI S.R.L. Viale Giorgio Ribotta 21 00144 - Roma (RM) C.F e P.IVA: 02352340687 PEC: arngsolar6@pec.it	IMPIANTO AGRIVOLTAICO MANCIANO 24.48		
PROGETTO DEFINITIVO	MANCIANO, GROSSETO, TOSCANA		IN-GE-02 Rev. 0
			Pag. 50 di 82

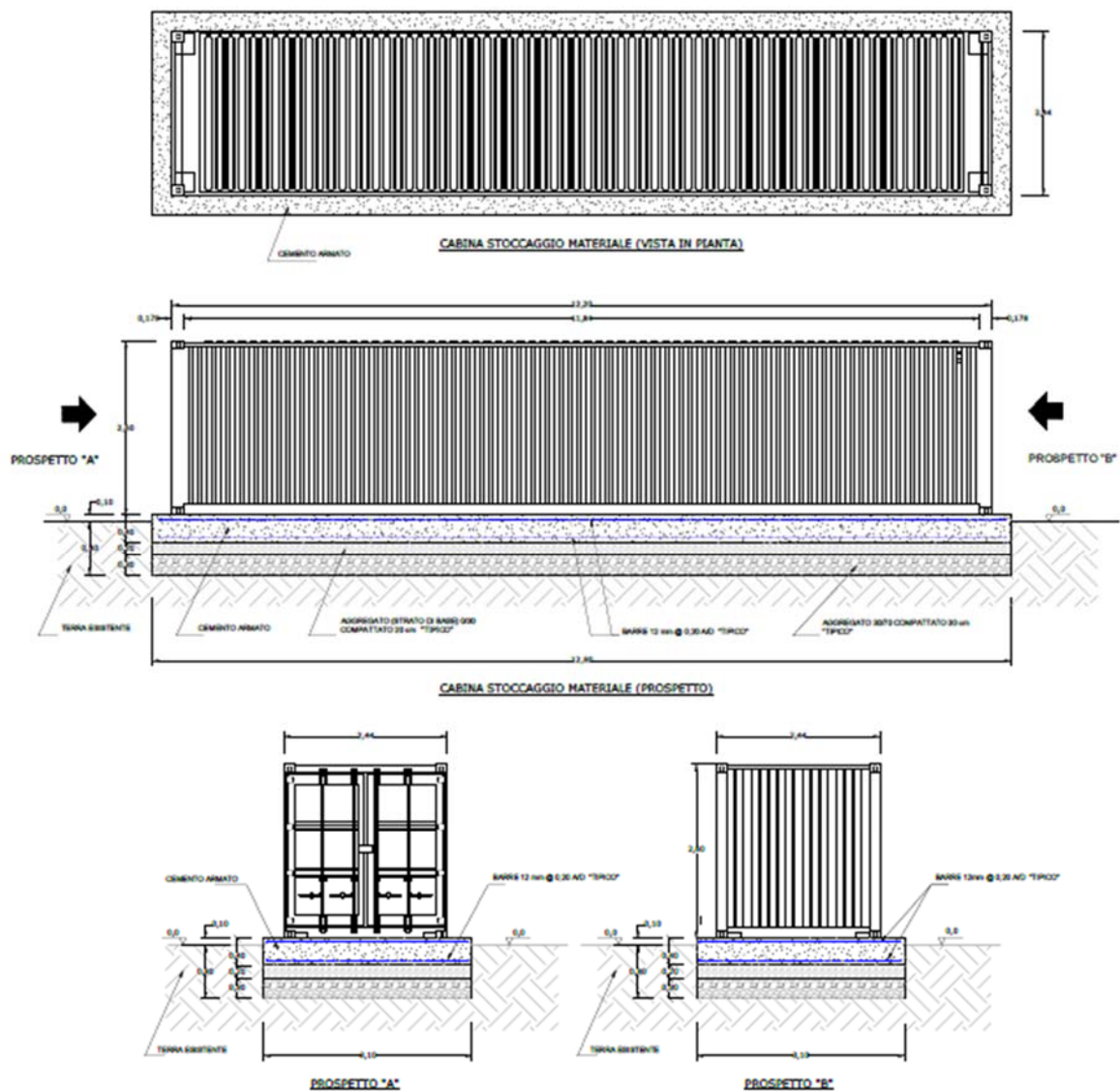


Fig. 21 - Cabina stoccaggio materiale

ARNG SOLAR VI S.R.L. Viale Giorgio Ribotta 21 00144 - Roma (RM) C.F e P.IVA: 02352340687 PEC: arngsolar6@pec.it	IMPIANTO AGRIVOLTAICO MANCIANO 24.48		
PROGETTO DEFINITIVO	MANCIANO, GROSSETO, TOSCANA		IN-GE-02 Rev. 0 Pag. 51 di 82

5.8 BASAMENTI E OPERE IN CALCESTRUZZO

Verranno realizzati dei basamenti in calcestruzzo con scavo di profondità mediamente intorno a 80-90 cm e comunque non superiore a 1,2 m.

I basamenti in calcestruzzo comprenderanno:

- basamenti dei cabinati (cabine di trasformazione BT/AT e cabine di ricezione);
- plinti di fondazione dei pali della illuminazione e videosorveglianza perimetrale: conglomerato cementizio per formazione di 5d blocco di fondazione per pali, con resistenza caratteristica a compressione non inferiore a Rck 20 N/mm²; con formazione di foro centrale (anche mediante tubo di cemento rotocompresso o PVC annegato nel getto) e fori di passaggio dei cavi;
- basamenti di rinforzi dei pali della recinzione perimetrale.

In allegato la tabella riassuntiva del cemento necessario per la realizzazione delle opere di calcestruzzo da realizzarsi in sito.

5.9 POZZETTI E CAMERETTE

L'impiego di pozzetti o camerette sarà limitato ai casi di reale necessità, per facilitare la posa dei cavi lungo percorsi tortuosi o per migliorare ispezionabilità dei giunti; saranno posizionati nei pressi delle cabine per consentire l'accesso dei cavi interrati alle condutture in ingresso alle cabine; saranno altresì posizionati nei pressi dei pali di illuminazione/video sorveglianza al fine di consentire lo smistamento delle condutture ai dispositivi localizzati nelle immediate vicinanze.

I pozzetti saranno realizzati in cemento con resistenza caratteristica a compressione non inferiore a Rck 20 N/mm², con fondo aperto formato con misto granulometrico per uno spessore di 20 cm, al fine di evitare il ristagno dell'acqua all'interno. Le coperture saranno chiusini prefabbricati in cemento armato prefabbricato o materiale di caratteristiche adeguate (policarbonato, acciaio, etc).

In fase di realizzazione dei pozzetti e relativa collocazione dei cavi occorrerà tener presente che:

- si devono potere introdurre ed estrarre i cavi senza recare danneggiamenti alle guaine; quindi, i fori devono essere dotati di adeguati colletti e condutture guida;
- il percorso dei cavi all'interno deve potersi svolgere ordinatamente rispettando i raggi di curvatura.

ARNG SOLAR VI S.R.L. Viale Giorgio Ribotta 21 00144 - Roma (RM) C.F e P.IVA: 02352340687 PEC: arngsolar6@pec.it	IMPIANTO AGRIVOLTAICO MANCIANO 24.48		
PROGETTO DEFINITIVO	MANCIANO, GROSSETO, TOSCANA	IN-GE-02 Rev. 0	Pag. 52 di 82

5.10 DRENAGGI E REGIMENTAZIONE DELLE ACQUE METEORICHE

Non si rileva necessità di un sistema di regimentazione delle acque, in quanto la superficie dell'impianto fotovoltaico sarà quasi totalmente permeabile. Le strutture di fissaggio moduli saranno tali da non ostacolare il normale deflusso delle acque superficiali, e le cabine creeranno un impedimento sostanzialmente minimo. Le strade saranno realizzate in materiale inerte drenante, per cui sarà garantita il normale scorrimento delle acque superficiali.

In ogni caso, nella eventualità in cui le proprietà drenanti della viabilità interna o delle aree di installazione delle cabine non riescano a far fronte a una regimentazione delle acque di fronte ad eventi meteorici di significativa importanza, un sistema di regimentazione può essere integrato al lato della viabilità interna e/ perimetrale e/o in prossimità delle cabine per mezzo della costruzione di cunette drenanti realizzate effettuando uno scavo a sezione ristretta, di tipo aperto o rivestito con geo tessuto e riempito con stabilizzato di piccola pezzatura.

5.11 OPERE DI VERDE

Saranno eseguite le seguenti opere:

- Realizzazione di un prato-pascolo polifita permanente asciutto di leguminose;
- Pascolo ovino di tipo vagante con utilizzo di razze sia per la produzione di latte e sia per la produzione di carne;
- Piantumazione di circa 3.300 piante di olivo (varietà Cipressino) lungo il perimetro dell'impianto, così come riportato sulle tavole di dettaglio;
- Al fine di ottimizzare le operazioni di valorizzazione ambientale ed agricola dell'area a completamento di un indirizzo programmatico gestionale che mira alla conservazione e protezione dell'ambiente nonché all'implementazione delle caratterizzazioni legate alla biodiversità, si intende avviare un allevamento di ovini e di api (300 arnie).

ARNG SOLAR VI S.R.L. Viale Giorgio Ribotta 21 00144 - Roma (RM) C.F e P.IVA: 02352340687 PEC: arngsolar6@pec.it	IMPIANTO AGRIVOLTAICO MANCIANO 24.48		
PROGETTO DEFINITIVO	MANCIANO, GROSSETO, TOSCANA		IN-GE-02 Rev. 0 Pag. 53 di 82

6. COMPONENTI E OPERE SERVIZI AUSILIARI

I servizi ausiliari della centrale fotovoltaica consistono nelle seguenti tipologie:

6.1 SISTEMA DI MONITORAGGIO

Il sistema sarà dotato di un sistema scada di monitoraggio delle prestazioni energetiche e degli allarmi elettrici, installato all'interno dei cabinati, la cui struttura risponda a condizioni di modularità e di rispetto dei blocchi funzionali fondamentali di cui si compone generalmente un sistema di acquisizione dati.

Il sistema è costituito da uno o più datalogger (in funzione del tipo di dispositivo e dal numero di variabili che dovrà acquisire) con moduli di espansione (sistema elettronico di controllo, di acquisizione e trasmissione dati) in grado di acquisire i dati provenienti dalle seguenti apparecchiature:

- la stazione meteo principale;
- la/e stazione/i meteo secondaria/e (eventuale);
- gli inverter;
- i relè degli interruttori AT;
- i contatti binari (ON/OFF) relativo allo stato degli interruttori dei quadri elettrici AT;
- il contatore di energia.

Permette il monitoraggio locale al servizio degli operatori di manutenzione (con tempi di latenza realtime ridottissimi) e la trasmissione via internet a web cloud con tutte le informazioni acquisiti dal campo fotovoltaico come grandezze elettriche cumulative e di dettaglio delle singole unità di produzione.

Il sistema di trasmissione dei dati per l'impianto in oggetto utilizzerà:

- preferibilmente una comunicazione a onde convogliate attraverso i cavi di potenza degli inverter (al fine di limitare la collocazione di linee dati seriale) o in alternativa con classica comunicazione seriale;
- comunicazione seriale tra i sensori e i datalogger;
- comunicazione in fibra ottica tra le cabine di campo e cabine di ricezione.

Il sistema permette di monitorare i parametri necessari negli impianti agrivoltaici avanzati, permettendo di registrare:

- parametri del fabbisogno idrico;
- parametri del microclima locale.

ARNG SOLAR VI S.R.L. Viale Giorgio Ribotta 21 00144 - Roma (RM) C.F e P.IVA: 02352340687 PEC: arngsolar6@pec.it	IMPIANTO AGRIVOLTAICO MANCIANO 24.48		
PROGETTO DEFINITIVO	MANCIANO, GROSSETO, TOSCANA	IN-GE-02 Rev. 0	Pag. 54 di 82

Al fine di monitorare il microclima locale ove viene svolta l'attività agricola saranno installate stazioni meteo secondarie dotate di sensori in grado di rilevare:

- la temperatura ambiente esterno (acquisita ogni minuto e memorizzata ogni 15 minuti) misurata con sensore (PT100) con incertezza inferiore a $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$;
- la temperatura retro-modulo (acquisita ogni minuto e memorizzata ogni 15 minuti) misurata con sensore (PT100) con incertezza inferiore a $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$;
- l'umidità dell'aria retro-modulo e ambiente esterno, misurata con igrometri (acquisita ogni minuto e memorizzata ogni 15 minuti);
- la velocità dell'aria retro-modulo e ambiente esterno, misurata con anemometri.

6.2 SISTEMA ANTINTRUSIONE (VIDEOSORVEGLIANZA, ALLARME E GESTIONE ACCESSI)

L'area di impianto sarà completamente recintata e sorvegliata e dotata di un sistema antintrusione che consente di inviare allarmi via web e/o SMS alla rilevazione di una infrazione, costituito dai seguenti sistemi che funzioneranno in modo integrato:

- sistema di videosorveglianza perimetrale;
- sistema di allarme e antintrusione a barriere a microonde;
- sistema di gestione degli accessi.

Il sistema di videosorveglianza registrerà tutti gli eventi di movimenti interni all'area di progetto e di passaggio nei pressi dell'anello perimetrale. È costituito da:

- telecamere fisse con o senza faretto all'infrarosso che permettono il funzionamento 24h/24h posti su pali a una distanza l'una dall'altra di circa 30 metri;
- server per videosorveglianza, videoregistratore, monitor LCD, armadio rack, cavi rack.

ARNG SOLAR VI S.R.L. Viale Giorgio Ribotta 21 00144 - Roma (RM) C.F e P.IVA: 02352340687 PEC: arngsolar6@pec.it	IMPIANTO AGRIVOLTAICO MANCIANO 24.48		
PROGETTO DEFINITIVO	MANCIANO, GROSSETO, TOSCANA		IN-GE-02 Rev. 0 Pag. 55 di 82

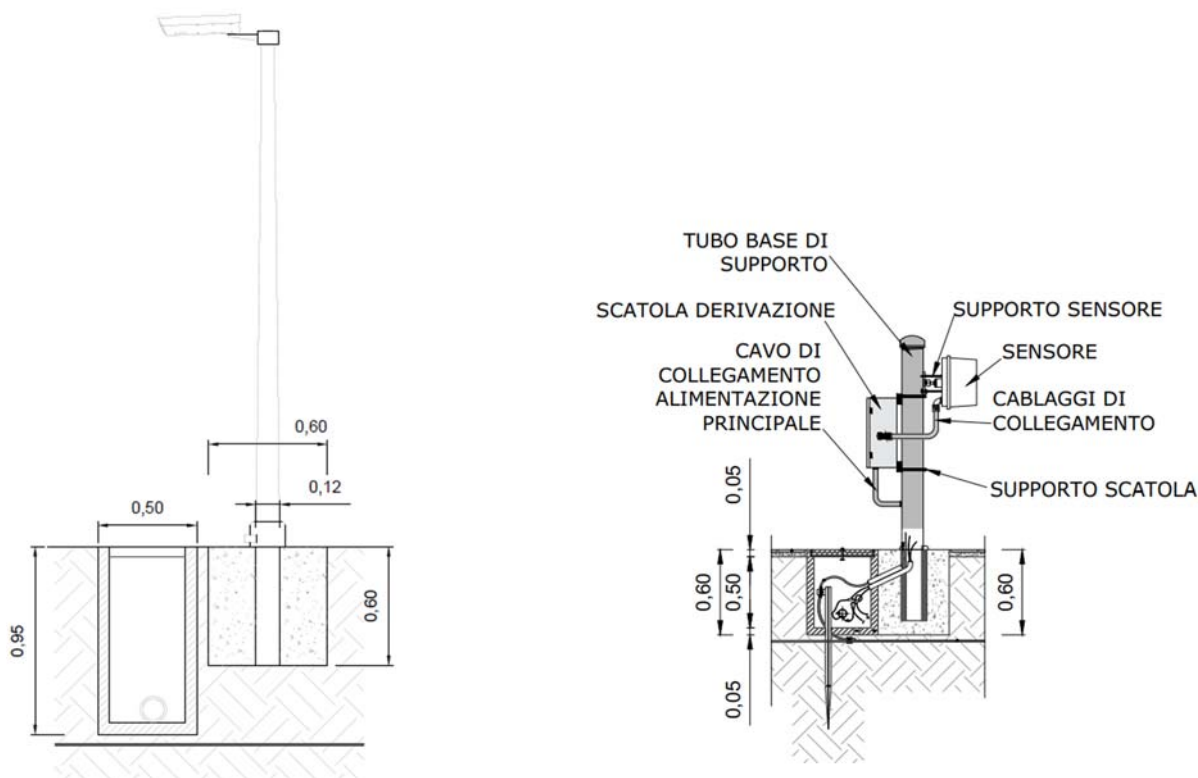


Fig. 22 – Sistema antintrusione

Il sistema di allarme e antintrusione a barriera a microonde rileva l'accesso nell'area dell'impianto ed in prossimità delle cabine.

- barriere a microonde (distanza RX-TX di circa 60 m) da installare lungo l'anello perimetrale ed in prossimità dei punti di accesso e cabine;
- centrale antintrusione, DGP in campo installati in adeguati box su palo, lettore di badge, tastiera di gestione, rivelatori volumetrici, rivelatori volumetrici a doppia tecnologia, contatti magnetici, sirena esterna, rilevatori di fumo, pulsante antincendio, cavi bus (RS485), cavi di allarme, cavi di alimentazione, cavi antincendio, batterie, ups, ecc.

Il sistema di gestione degli accessi monitora gli stati degli ingressi del parco fotovoltaico e alle cabine di controllo e sarà implementato con sensoristica a contatti magnetici sui relativi elementi:

- cancello di ingresso;
- porte della cabina di controllo.

ARNG SOLAR VI S.R.L. Viale Giorgio Ribotta 21 00144 - Roma (RM) C.F e P.IVA: 02352340687 PEC: arngsolar6@pec.it	IMPIANTO AGRIVOLTAICO MANCIANO 24.48		
PROGETTO DEFINITIVO	MANCIANO, GROSSETO, TOSCANA	IN-GE-02 Rev. 0	Pag. 56 di 82

Gli accessi sono gestiti con lettori e schede badge di accesso, al fine di consentire il tracciamento storico degli operatori che hanno accesso e gestiscono nel tempo l'impianto.

I suddetti sistemi di allarme e videosorveglianza potranno essere integrati o sostituiti con altre tecnologie al momento della costruzione.

6.3 SISTEMA DI ILLUMINAZIONE

Il sistema di illuminazione sarà realizzato in prossimità dell'accesso al parco FV, nei pressi delle cabine e lungo la recinzione perimetrale.

La tipologia costruttiva della illuminazione perimetrale è costituita da palo di illuminazione di altezza fuori terra da 3,00 a 5,00 m posizionati all'interno dell'area, mentre per le aree nei pressi delle cabine i corpi illuminanti saranno staffati direttamente sulle cabine.

I corpi illuminanti saranno con lampada a LED 50W 230V-50Hz, con riflettore con ottica antinquinamento luminoso in alluminio e diffusore in cristallo temperato resistente agli shock termici e agli urti, portalampada in ceramica, e ciascuno sarà dotato di propria protezione termica e sezionatore.

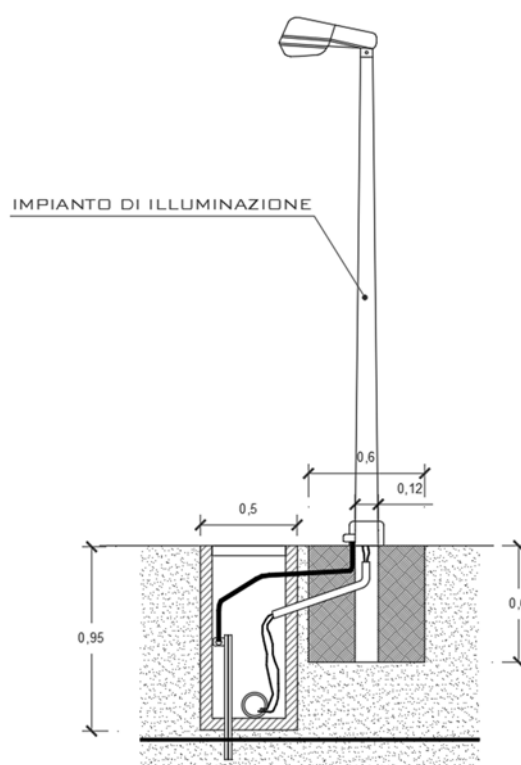


Fig. 23 – Sistema di illuminazione

ARNG SOLAR VI S.R.L. Viale Giorgio Ribotta 21 00144 - Roma (RM) C.F e P.IVA: 02352340687 PEC: arngsolar6@pec.it	IMPIANTO AGRIVOLTAICO MANCIANO 24.48		
PROGETTO DEFINITIVO	MANCIANO, GROSSETO, TOSCANA	IN-GE-02 Rev. 0	Pag. 57 di 82

6.4 SISTEMA IDRICO

Il sistema idrico che sarà installato in campo includerà esclusivamente un impianto di irrigazione della fascia produttiva di mitigazione perimetrale. Comprenderà un sistema di tubazioni in polietilene ad alta densità o polivinile atossico con irrigatori, valvole e innesti rapidi, connesso a pozzi o utilizzando una cisterna mobile munita di sistema di pressurizzazione, dotato di impianto automatizzato e temporizzato al fine di ottimizzare l'uso della risorsa idrica.

Non è prevista l'installazione di un sistema specifico distribuito in campo per l'irrigazione delle piante (che sarà effettuato per i primi anni di esercizio con mezzi specifici) o distribuzione acqua per pulizia dei moduli fotovoltaici.

ARNG SOLAR VI S.R.L. Viale Giorgio Ribotta 21 00144 - Roma (RM) C.F e P.IVA: 02352340687 PEC: arngsolar6@pec.it	IMPIANTO AGRIVOLTAICO MANCIANO 24.48		
PROGETTO DEFINITIVO	MANCIANO, GROSSETO, TOSCANA	IN-GE-02 Rev. 0	Pag. 58 di 82

7. FONTE ENERGETICA. PRODUCIBILITÀ E BENEFICI AMBIENTALI

7.1 DESCRIZIONE FONTE ENERGETICA UTILIZZATA E MODALITÀ APPROVVIGIONAMENTO

Energia Solare

In tempi in cui il fabbisogno di energia elettrica non cessa ad invertire la sua tendenza sempre crescente, la necessità di svincolarsi dalle fonti energetiche tradizionali, legate ad alti costi e problematiche ambientali, risulta di fondamentale importanza.

Con queste premesse, nell'ambito della produzione d'energia pulita, si sta affermando in maniera sempre più consistente la conversione fotovoltaica, ovvero la tecnologia che permette di convertire l'energia presente nella radiazione solare in energia elettrica.

Per energia solare si intende l'energia, termica o elettrica, prodotta sfruttando direttamente l'energia irradiata dal Sole. Come per un qualsiasi impianto ad energia rinnovabile, la fonte primaria risulta aleatoria e quindi solo statisticamente prevedibile.

Quindi si può affermare che il quantitativo di energia che arriva sul suolo terrestre è enorme, potrebbe soddisfare tranquillamente tutta l'energia usata nel mondo, ma nel suo complesso è poco sfruttabile a causa dell'atmosfera che ne attenua l'entità, ed è per questo che servono aree molto vaste per raccoglierne quantitativi soddisfacenti.

L'energia solare però non raggiunge la superficie terrestre in maniera costante, la sua quantità varia durante il giorno, da stagione a stagione e dipende dalla nuvolosità, dall'angolo di incidenza e dalla riflettenza delle superfici.

Si ha quindi una radiazione diretta, propriamente i raggi solari, una radiazione diffusa, per esempio

dovuta alle nuvole e al cielo, e una radiazione riflessa, dipendente dalle superfici circostanti la zona di studio. La radiazione globale è la somma delle tre e, in Italia, in una bella giornata, può raggiungere un'intensità di 1000-1500 W/m². La media annuale degli apporti solari è di 4,7 kWh/giorno/m², ma gli apporti variano molto con le stagioni, si può infatti passare da un valore di 2,0 kWh/giorno/m² in Sicilia nel mese di dicembre, fino a 7,2 kWh/giorno/m² in luglio.

Gli impianti per la produzione di energia elettrica che sfruttano la tecnologia fotovoltaica hanno, come accennato, sì bisogno di vaste aree, ma anche numerosi vantaggi:

- assenza di qualsiasi tipo di emissioni inquinanti;
- risparmio dei combustibili fossili;

ARNG SOLAR VI S.R.L. Viale Giorgio Ribotta 21 00144 - Roma (RM) C.F e P.IVA: 02352340687 PEC: arngsolar6@pec.it	IMPIANTO AGRIVOLTAICO MANCIANO 24.48		
PROGETTO DEFINITIVO	MANCIANO, GROSSETO, TOSCANA		IN-GE-02 Rev. 0 Pag. 59 di 82

- estrema affidabilità (vita utile superiore a 25 anni);
- costi di manutenzione ridotti al minimo;
- modularità del sistema

I benefici ambientali ottenibili dall'adozione di sistemi fotovoltaici sono proporzionali alla quantità di energia prodotta, supponendo che questa vada a sostituire dell'energia altrimenti fornita da fonti convenzionali. 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 0,47 kg di anidride carbonica (CO₂) (fattore di emissione del mix elettrico italiano alla distribuzione).

Si può dire quindi che ogni kWh prodotto dal sistema fotovoltaico evita l'emissione di 0,47 kg di anidride carbonica.

Un impianto fotovoltaico consente la riduzione di emissioni in atmosfera di gas che contribuiscono all'effetto serra e risparmio sul combustibile fossile, argomento già trattato in Premessa nel paragrafo

"Attenzione per l'Ambiente", in cui sono state stimate le quantità di emissioni evitate di questi gas nell'arco di vita dell'impianto, circa 30 anni.

Altri benefici imputabili al fotovoltaico sono: la riduzione della dipendenza dall'estero, la capillarità della produzione, svincolandosi dalle grandi centrali termoelettriche, e la diversificazione delle fonti energetiche.

Quindi si può affermare che un incremento dell'utilizzo delle fonti energetiche rinnovabili per la produzione di energia possa aiutare a colmare il sempre crescente fabbisogno energetico mondiale.

Principio di funzionamento

Il principio che sta alla base di questi impianti è l'effetto fotovoltaico, che si basa sulle proprietà di alcuni materiali semiconduttori (tra cui il silicio, opportunamente trattato) di generare elettricità una volta colpiti dai raggi del sole.

Il dispositivo in grado di convertire l'energia solare è propriamente detto modulo fotovoltaico, il cui elemento costruttivo di base è la cella fotovoltaica, luogo in cui si ha la vera e propria generazione di corrente.

I moduli fotovoltaici possono avere differenti caratteristiche sia dal punto di vista fisico che energetico, possono generare più o meno corrente, secondo il semiconduttore che li costituisce, ed avere rendimenti di conversione più o meno alti a seconda della qualità del materiale costruttivo.

Tale rendimento si attesta generalmente intorno al 20%, ciò sta ad indicare come per 100 unità di energia solare che colpiscono il modulo solo 20 si trasformano in elettricità; per ovviare a questi rendimenti non molto elevati,

ARNG SOLAR VI S.R.L. Viale Giorgio Ribotta 21 00144 - Roma (RM) C.F e P.IVA: 02352340687 PEC: arngsolar6@pec.it	IMPIANTO AGRIVOLTAICO MANCIANO 24.48		
PROGETTO DEFINITIVO	MANCIANO, GROSSETO, TOSCANA		IN-GE-02 Rev. 0 Pag. 60 di 82

grazie alla struttura modulare dei pannelli, è possibile accoppiare più celle così da raggiungere potenze che oggi arrivano a 700 Watt di picco. In altre parole, considerando ad esempio la superficie di ogni modulo fotovoltaico si aggira intorno a 2,3/2,5 m², per soddisfare il fabbisogno di un'utenza di 3 kW, tipico una abitazione italiana standard, si ha la necessità di installare circa 5 moduli corrispondenti ad una superficie captante di circa 12/13 m².

In riferimento alle tecnologie fotovoltaiche per impianti di taglia industriale, nel presente progetto sono state scelte e implementate le migliori tecnologie attualmente disponibili, che consentono al contempo di massimizzare la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile e minimizzare l'occupazione di suolo e l'utilizzo di risorse naturali.

Gli impianti fotovoltaici sono sistemi in grado di captare e trasformare l'energia solare in energia elettrica, impianti connessi ad una rete elettrica di distribuzione (grid-connected): l'energia viene convertita in corrente elettrica alternata e immessa nella rete.

Un impianto fotovoltaico è costituito da un insieme di componenti meccanici, elettrici ed elettronici che captano l'energia solare, la trasformano in energia elettrica, sino a renderla disponibile all'utilizzazione da parte dell'utenza.

Esso sarà quindi costituito dal generatore fotovoltaico e da un sistema di controllo e condizionamento della potenza.

Il rendimento di conversione complessivo di un impianto è il risultato di una serie di rendimenti, che a partire da quello della cella, passando per quello del modulo, del sistema di controllo della potenza e di quello di conversione, ed eventualmente di quello di accumulo, permette di ricavare la percentuale di energia incidente che è possibile trovare all'uscita dell'impianto, sotto forma di energia elettrica, resa al carico utilizzatore.

Nel seguito del paragrafo si descriveranno le tecniche e le tecnologie scelte per l'impianto in oggetto, con indicazioni sulle maggiori prestazioni sia elettriche che ambientali rispetto a quelle tradizionalmente usate nella progettazione di impianti fotovoltaici, nonché sulle soluzioni progettuali e operative adottate per minimizzare le emissioni e il consumo di risorse naturali.

ARNG SOLAR VI S.R.L. Viale Giorgio Ribotta 21 00144 - Roma (RM) C.F e P.IVA: 02352340687 PEC: arngsolar6@pec.it	IMPIANTO AGRIVOLTAICO MANCIANO 24.48		
PROGETTO DEFINITIVO	MANCIANO, GROSSETO, TOSCANA	IN-GE-02 Rev. 0	Pag. 61 di 82

Moduli fotovoltaici

Tra le tecnologie disponibili allo stato attuale per la realizzazione di moduli fotovoltaici per il presente progetto sono stati scelti Moduli in silicio monocristallino.

Il rendimento, o efficienza, di un modulo fotovoltaico è definito come il rapporto espresso in percentuale tra l'energia captata e trasformata in elettricità, rispetto all'energia totale incidente sul modulo stesso.

L'efficienza dei pannelli fotovoltaici è proporzionale al rapporto tra watt erogati e superficie occupata, a parità di tutte le altre condizioni (irraggiamento, radiazione solare, temperatura, spettro della luce solare, risposta spettrale, etc.).

L'efficienza di un pannello fotovoltaico diminuisce costantemente nel tempo, a causa di fenomeni di degradazione sia meccanica che elettrica, a scala macroscopica e microscopica (degradazione delle giunzioni, deriva elettronica, degradazione della struttura cristallina del silicio, etc.). Di fatto, la vita utile di un modulo fotovoltaico viene considerata intorno ai 30 anni, oltre i quali si impone una sostituzione del modulo per via della bassa efficienza raggiunta.

7.2 PRODUCIBILITÀ ATTESA

Quadro Generale

A livello territoriale, la Toscana presenta condizioni di irraggiamento piuttosto favorevoli. Questo vale a maggior ragione nei confronti degli altri paesi del Centro-Nord Europa, in alcuni dei quali peraltro le applicazioni di questa tecnologia sono notevolmente maggiori, nonostante le condizioni ambientali peggiori.

In generale, la radiazione solare si presenta mediamente sulla fascia esterna dell'atmosfera terrestre con una potenza media di 1367 W/m² (costante solare) e con una distribuzione spettrale che spazia dall'ultravioletto all'infrarosso termico. Sulla superficie terrestre invece, a causa della rotazione della terra sul proprio asse e poiché l'asse di rotazione terrestre è inclinato di 23,5° rispetto al piano su cui giace l'orbita di rivoluzione della terra attorno al sole, l'inclinazione dei raggi solari incidenti su un piano posto sulla superficie e parallelo ad essa varia con l'ora del giorno oltre che dal giorno dell'anno. Di conseguenza per una valutazione dettagliata ed affidabile della potenza della radiazione solare complessiva raccolta da un modulo fotovoltaico occorrerà tener conto di molti fattori come: la latitudine, l'inclinazione e l'orientamento dei moduli, i tre

ARNG SOLAR VI S.R.L. Viale Giorgio Ribotta 21 00144 - Roma (RM) C.F e P.IVA: 02352340687 PEC: arngsolar6@pec.it	IMPIANTO AGRIVOLTAICO MANCIANO 24.48		
PROGETTO DEFINITIVO	MANCIANO, GROSSETO, TOSCANA		IN-GE-02 Rev. 0 Pag. 62 di 82

componenti della radiazione solare, diretta, diffusa e di albedo (contributo solare dalla riflessione sul suolo o da ostacoli) oltre all'aleatorietà delle condizioni climatiche.

Al fine di fare stime di producibilità di un impianto fotovoltaico con una accuratezza sufficiente, si può fare riferimento ai dati storici sull'irraggiamento solare e in particolare alle medie mensili giornaliere su base annua di radiazione globale sul piano orizzontale fornite dalla Norma UNI 10349, sulla base della banca di dati di irraggiamento ufficiali rilevati in località sparse sul territorio italiano ed elaborati su medie statistiche, riporta i dati standardizzati di radiazione solare per i 101 capoluoghi di provincia. In particolare, sono disponibili le medie giornaliere mensili di radiazione solare diretta e di radiazione solare diffusa rapportate al piano orizzontale. Da questa andrebbe valutata la radiazione solare incidente su superficie inclinata, sono diversi i metodi di calcolo (tra i quali il più noto è quello di Liu-Jordan).

Tuttavia, questi i dati di radiazione contenuti nelle norme non sono sempre i più aggiornati ed inoltre al fine di modellizzare la producibilità energetica occorrono algoritmi di calcolo via via sempre più complessi e accurati.

Criterio di stima dell'energia prodotta

Al fine di stimare la producibilità energetica annua dell'impianto FV è stato utilizzato il software PVSyst (versione 7), software di riferimento per il settore fotovoltaico implementato dall'Università di Ginevra, diffusamente utilizzato e riconosciuto a livello internazionale come valido strumento per questo genere di simulazioni, su base di dati di irraggiamento del sito resi disponibili da dati Meteonorm.

Nel software PVSyst è stata quindi riprodotta la configurazione d'impianto adottata, inserendo informazioni geometriche relative alla disposizione dei moduli FV sui relativi tracker, nonché le caratteristiche tecniche dei principali componenti d'impianto (moduli FV, inverter, cavi e trasformatori).

Dati Meteo del sito

Per la valutazione energetica del progetto si utilizzano dati meteo Meteonorm in cui sono presenti:

- i dati satellitari accurati di irraggiamento registrati nel periodo 1991-2012
- le temperature ottenute interpolando i dati delle stazioni meteo più vicine al sito.

ARNG SOLAR VI S.R.L. Viale Giorgio Ribotta 21 00144 - Roma (RM) C.F e P.IVA: 02352340687 PEC: arngsolar6@pec.it	IMPIANTO AGRIVOLTAICO MANCIANO 24.48		
PROGETTO DEFINITIVO	MANCIANO, GROSSETO, TOSCANA		IN-GE-02 Rev. 0 Pag. 63 di 82

Il luogo in esame è caratterizzato dai seguenti dati di Irraggiamento diffuso e globale, temperatura, precipitazioni, soleggiamento annuo diffuso e globale.

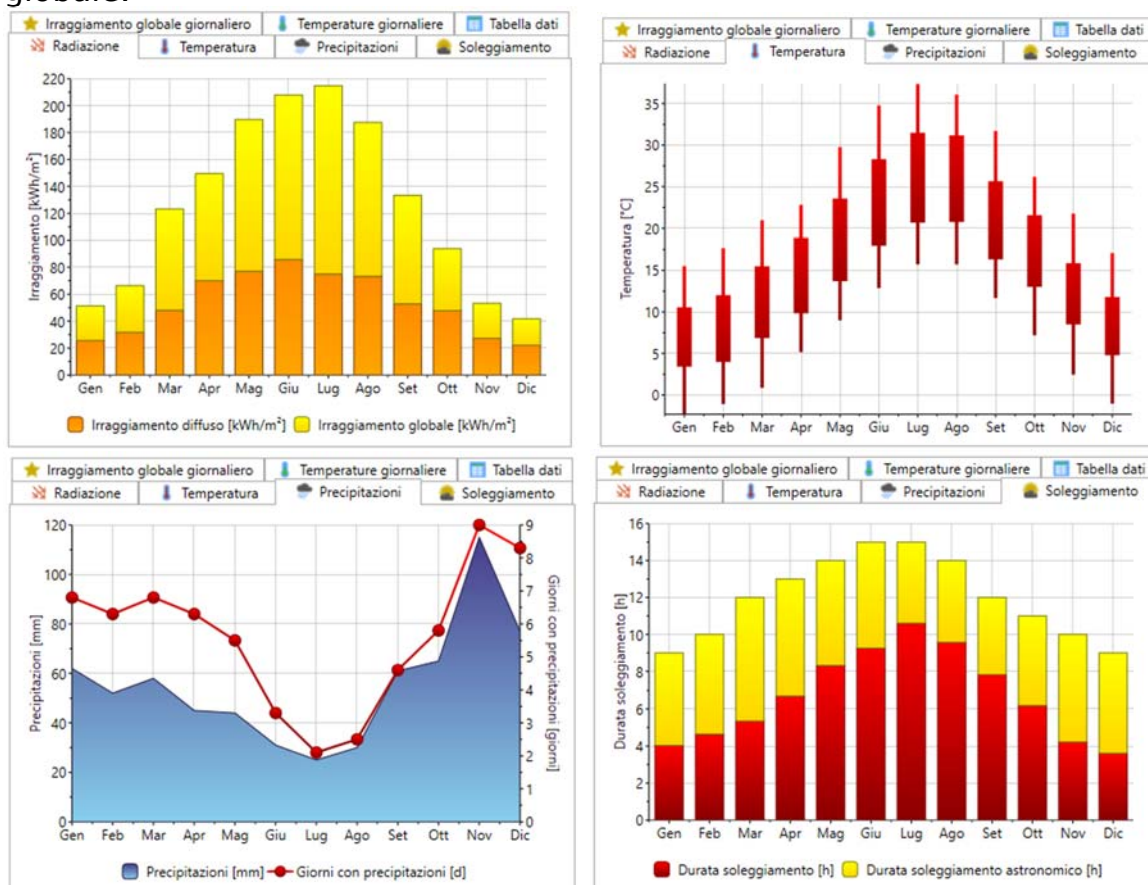


Fig. 24 – Dati di radiazione, temperatura, precipitazioni e soleggiamento (Riferiti al sito di Manciano)

Ombreggiamento

Gli effetti di schermatura da parte di volumi all'orizzonte, dovuti ad elementi naturali (rilievi, alberi) o artificiali (edifici), determinano la riduzione degli apporti solari e il tempo di ritorno dell'investimento.

Il sito in esame non è soggetto a fenomeni di ombreggiamento significativo da parte di edifici, alberi, tralicci o altri elementi di tipo puntuale quali antenne, fili ecc...; dal momento che i moduli fotovoltaici sono posizionati a terra, la sporcizia sui pannelli, dovuta a polvere, terra ed agenti atmosferici ecc., in condizioni ordinarie di manutenzione, avrà un'incidenza non inferiore al 5%. Per cui, si considera un fattore di riduzione per

ARNG SOLAR VI S.R.L. Viale Giorgio Ribotta 21 00144 - Roma (RM) C.F e P.IVA: 02352340687 PEC: arngsolar6@pec.it	IMPIANTO AGRIVOLTAICO MANCIANO 24.48		
PROGETTO DEFINITIVO	MANCIANO, GROSSETO, TOSCANA	IN-GE-02 Rev. 0	Pag. 64 di 82

ombreggiamenti (K) pari a 0,95, che corrisponde ad una perdita di produttività del 5%.

Di seguito il diagramma solare, relativo alla località oggetto dell'intervento. I diagrammi riportano le traiettorie del Sole (in termini di altezza e azimuth solari) nell'arco di una giornata, per più giorni dell'anno. I giorni, uno per mese, sono scelti in modo che la declinazione solare del giorno coincida con quella media del mese. Nel riferimento polare, i raggi uniscono punti di uguale azimuth, mentre le circonferenze concentriche uniscono punti di uguale altezza. Qui le circonferenze sono disegnate con passo di 10° a partire dalla circonferenza più esterna (altezza = 0°) fino al punto centrale (altezza = 90°). Nel riferimento cartesiano, gli angoli azimuthale e dell'altezza solari sono riportati rispettivamente sugli assi delle ascisse e delle ordinate. In entrambi i diagrammi, a tratteggio sono riportate le linee relative all'ora: si tratta dell'ora solare vera, che differisce dal tempo medio scandito dagli usuali orologi.

ARNG SOLAR VI S.R.L. Viale Giorgio Ribotta 21 00144 - Roma (RM) C.F e P.IVA: 02352340687 PEC: arngsolar6@pec.it	IMPIANTO AGRIVOLTAICO MANCIANO 24.48		
PROGETTO DEFINITIVO	MANCIANO, GROSSETO, TOSCANA		IN-GE-02 Rev. 0 Pag. 65 di 82

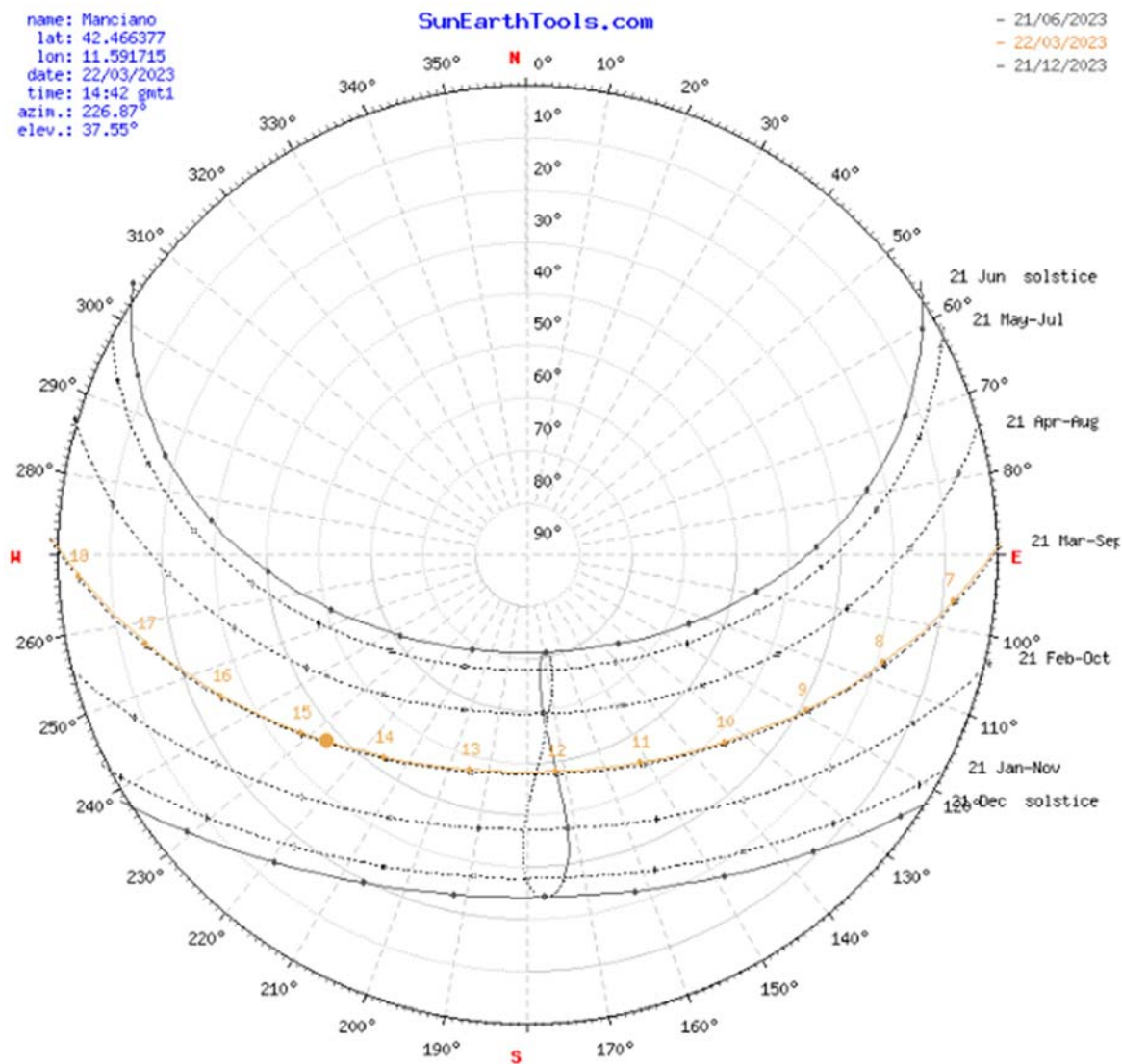


Fig. 25 - Diagramma Solare Polare (Manciano)

ARNG SOLAR VI S.R.L. Viale Giorgio Ribotta 21 00144 - Roma (RM) C.F e P.IVA: 02352340687 PEC: arngsolar6@pec.it	IMPIANTO AGRIVOLTAICO MANCIANO 24.48		
PROGETTO DEFINITIVO	MANCIANO, GROSSETO, TOSCANA		IN-GE-02 Rev. 0 Pag. 66 di 82

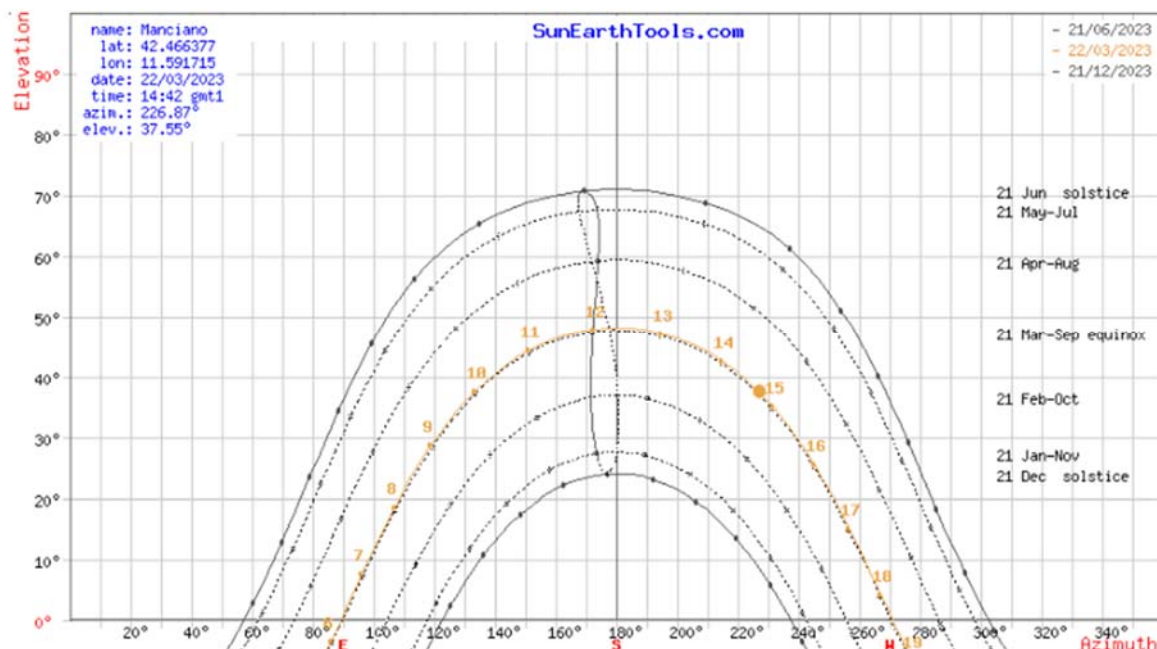


Fig. 26 - Diagramma Solare Polare (Manciano)

Albedo

Bisogna inoltre tener conto del plus di radiazione dovuta alla riflettanza delle superfici (capacità di riflettere parte della luce incidente su una data superficie o materiale) della zona in cui è inserito l'impianto. Vengono pertanto definiti i valori medi mensili di albedo.

Per tenere conto del contributo di radiazione dovuta alla riflettanza delle superfici della zona in cui è inserito l'impianto, si sono individuati i valori medi mensili di albedo, considerando anche i valori presenti nella norma UNI 8477, pari a 0,2 (terreni con vegetazione secca).

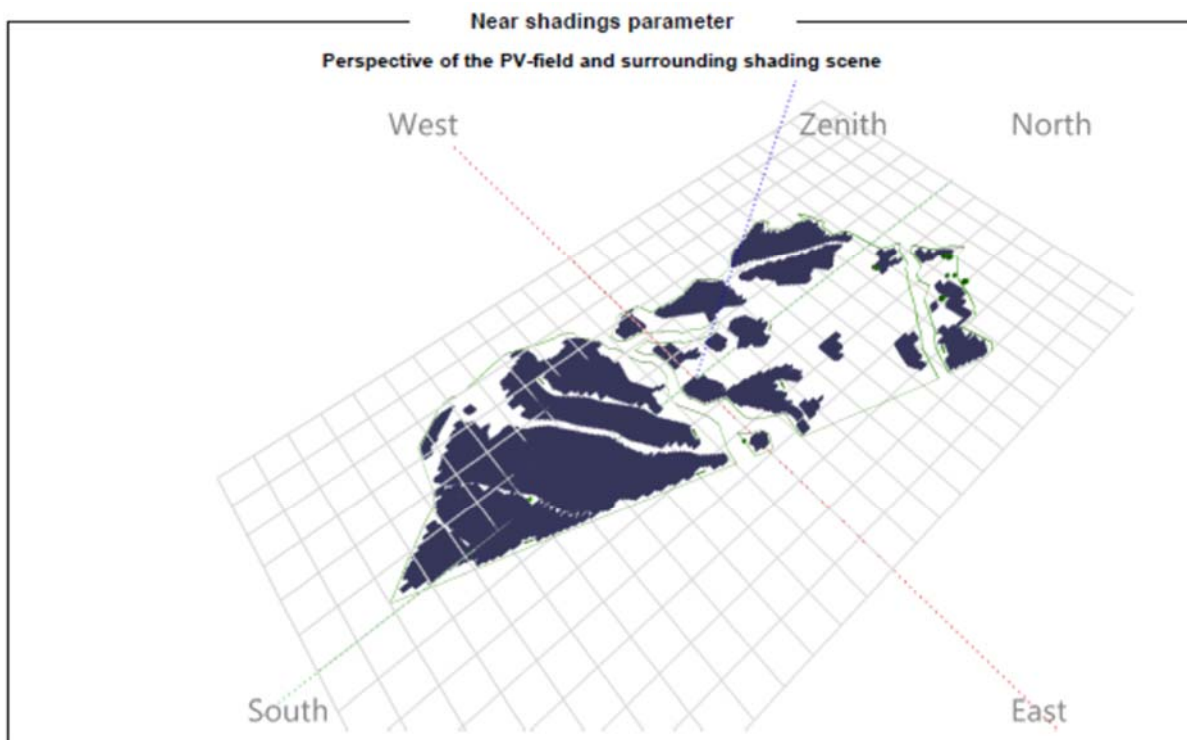
Producibilità attesa in relazione al progetto specifico

La producibilità attesa è modellizzata per mezzo del software PVSYST 7, implementato dall'Università di Ginevra, per mezzo del quale è possibile calcolare la producibilità attesa partendo dai dati meteo e dalle caratteristiche costruttive dell'impianto.

La valutazione di produzione per l'impianto in esame è la seguente:

	TOTALE
Energia immessa in rete [MWh/anno]	43.899

ARNG SOLAR VI S.R.L. Viale Giorgio Ribotta 21 00144 - Roma (RM) C.F e P.IVA: 02352340687 PEC: arngsolar6@pec.it	IMPIANTO AGRIVOLTAICO MANCIANO 24.48		
PROGETTO DEFINITIVO	MANCIANO, GROSSETO, TOSCANA		IN-GE-02 Rev. 0 Pag. 67 di 82



Con il software è inoltre possibile valutare la previsione della probabilità di produzione definendo degli scenari di producibilità annui, definiti come P50, P90 e P99 corrispondenti alla probabilità del 50%, 90%, 99% che quella producibilità possa verificarsi. Qui è presentato lo scenario P50.

ARNG SOLAR VI S.R.L. Viale Giorgio Ribotta 21 00144 - Roma (RM) C.F e P.IVA: 02352340687 PEC: arngsolar6@pec.it	IMPIANTO AGRIVOLTAICO MANCIANO 24.48		
PROGETTO DEFINITIVO	MANCIANO, GROSSETO, TOSCANA	IN-GE-02 Rev. 0	Pag. 68 di 82

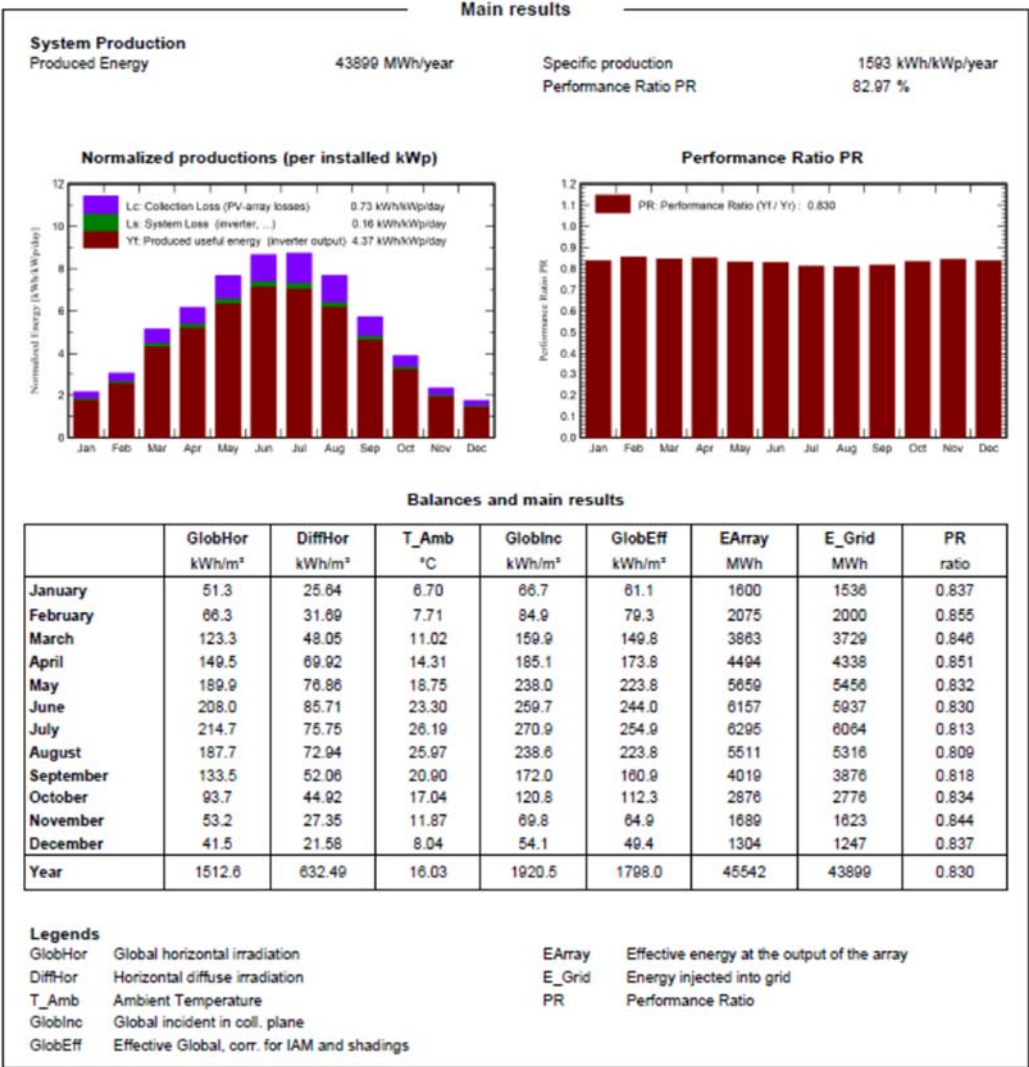


Fig. 27 - Risultati di calcolo (Fonte: PVsyst - Meteonorm)

Si è valutato inoltre la produzione negli anni prendendo in considerazione il decadimento dovuto al degrado dei moduli fotovoltaici.

ARNG SOLAR VI S.R.L. Viale Giorgio Ribotta 21 00144 - Roma (RM) C.F e P.IVA: 02352340687 PEC: arngsolar6@pec.it	IMPIANTO AGRIVOLTAICO MANCIANO 24.48		
PROGETTO DEFINITIVO	MANCIANO, GROSSETO, TOSCANA	IN-GE-02 Rev. 0	Pag. 69 di 82

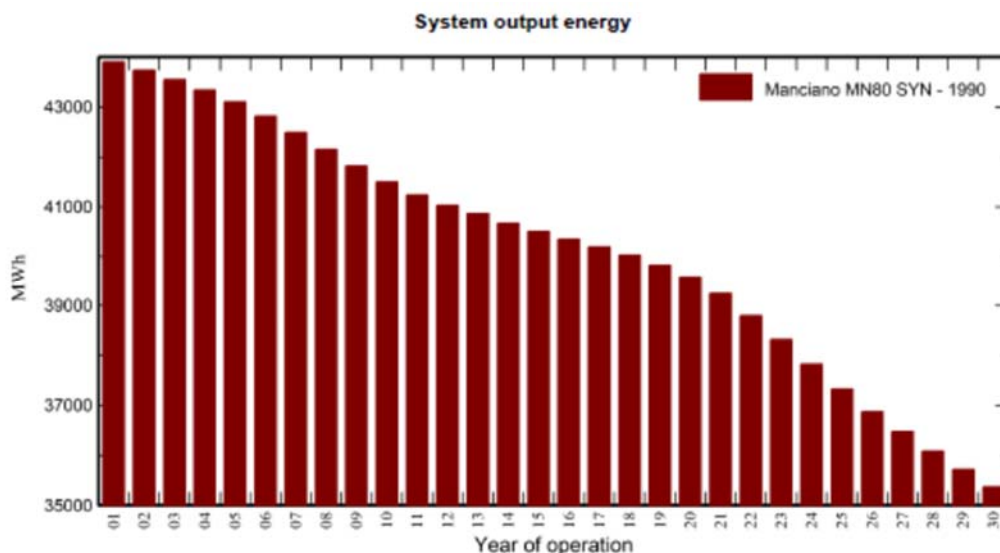


Fig. 28 – Producibilità dell'impianto con degrado moduli (30 anni)

7.3 BENEFICI AMBIENTALI

Attenzione per l'ambiente

Ad oggi la produzione di energia elettrica è per la quasi totalità proveniente da impianti termoelettrici che utilizzano combustibili sostanzialmente di origine fossile. Quindi, considerando l'energia stimata come produzione del primo anno e la perdita di efficienza dello 0,40 % per i successivi, le considerazioni successive valgono per il ciclo di vita dell'impianto pari a 30 anni.

Risparmio sul 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.

Risparmio di combustibile in ENERGIA PRIMARIA	
Fattore di conversione dell'energia elettrica in energia primaria [TEP/MWh]	0,19
TEP risparmiate in un anno	8.209
TEP risparmiate in 30 anni	232.509

Risparmio di combustibile

ARNG SOLAR VI S.R.L. Viale Giorgio Ribotta 21 00144 - Roma (RM) C.F e P.IVA: 02352340687 PEC: arngsolar6@pec.it	IMPIANTO AGRIVOLTAICO MANCIANO 24.48		
PROGETTO DEFINITIVO	MANCIANO, GROSSETO, TOSCANA	IN-GE-02 Rev. 0	Pag. 70 di 82

Emissioni evitate in atmosfera

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

Emissioni evitate in atmosfera di	CO2	SO2	NOX	Polveri
Emissioni specifiche in atmosfera [g/kWh]	474,00	0,373	0,427	0,014
Emissioni evitate in un anno [Ton]	20.808	16,4	18,7	0,6
Emissioni evitate in 30 anni [Ton]	589.354	463,8	530,9	17,4

Emissioni evitate in atmosfera

ARNG SOLAR VI S.R.L. Viale Giorgio Ribotta 21 00144 - Roma (RM) C.F e P.IVA: 02352340687 PEC: arngsolar6@pec.it	IMPIANTO AGRIVOLTAICO MANCIANO 24.48		
PROGETTO DEFINITIVO	MANCIANO, GROSSETO, TOSCANA	IN-GE-02 Rev. 0	Pag. 71 di 82

8. RIFERIMENTI LEGISLATIVI E NORMATIVO

Leggi e decreti

- D.P.R. 27 aprile 1955, n. 547 "Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro".
- Legge 1° marzo 1968, n. 186 "Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici".
- Legge 5 novembre 1971, N. 1086 "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica".
- Legge 2 febbraio 1974, n. 64 "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche".
- Legge 18 ottobre 1977, n. 791 "Attuazione della direttiva del Consiglio delle Comunità europee (n° 73/23/CEE) relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione".
- Legge 5 marzo 1990, n.46 "Norme tecniche per la sicurezza degli impianti". Abrogata dall'entrata in vigore del D.M n.37del 22 /01/2008, ad eccezione degli art. 8, 14 e 16.
- D.P.R. 18 aprile 1994, n. 392 "Regolamento recante disciplina del procedimento di riconoscimento delle imprese ai fini della installazione, ampliamento e trasformazione degli impianti nel rispetto delle norme di sicurezza".
- D.L. 19 settembre 1994, n. 626 e ss.mm.ii "Attuazione delle direttive 89/391/CEE, 89/654/CEE, 89/655/CEE, 89/656/CEE, 90/269/CEE, 90/270/CEE, 90/394/CEE e 90/679/CEE riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro".
- D.M. 16 gennaio 1996 "Norme tecniche relative ai criteri generali per la sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi".
- Circolare ministeriale 4/7/96 n. 156 "Istruzioni per l'applicazione del D.L. 16 gennaio 1996".
- D.L. del Governo n° 242 del 19/03/1996 "Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 19 settembre 1994, n. 626, recante attuazione di direttive comunitarie riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro".
- D.L. 12 novembre 1996, n. 615 "Attuazione della direttiva 89/336/CEE del Consiglio del 3 maggio 1989, in materia di ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative alla compatibilità elettromagnetica, modificata e integrata dalla direttiva 92/31/CEE del Consiglio del 28 aprile 1992, dalla direttiva 93/68/CEE del Consiglio del

ARNG SOLAR VI S.R.L. Viale Giorgio Ribotta 21 00144 - Roma (RM) C.F e P.IVA: 02352340687 PEC: arngsolar6@pec.it	IMPIANTO AGRIVOLTAICO MANCIANO 24.48		
PROGETTO DEFINITIVO	MANCIANO, GROSSETO, TOSCANA		IN-GE-02 Rev. 0 Pag. 72 di 82

22 luglio 1993 e dalla direttiva 93/97/CEE del Consiglio del 29 ottobre 1993".

- D.L. 25 novembre 1996, n. 626 "Attuazione della direttiva 93/68/CEE in materia di marcatura CE del materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro taluni limiti di tensione".
- D.L. 16 marzo 1999, n. 79 "Attuazione della direttiva 96/92/CE recante norme comuni per il mercato interno dell'energia elettrica".
- D.M. 11 novembre 1999 "Direttive per l'attuazione delle norme in materia di energia elettrica da fonti rinnovabili di cui ai commi 1, 2 e 3 dell'articolo 11 del D.lgs. 16 marzo 1999, n. 79".
- Ordinanza PCM 20 marzo 2003, n. 3274 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica".
- D.L. 29 dicembre 2003, n.387 "Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità".
- Legge 23 agosto 2004, n. 239 "Riordino del settore energetico, nonché delega al governo per il riassetto delle disposizioni vigenti in materia d'energia".
- Ordinanza PCM 3431 (03/05/2005) Ulteriori modifiche ed integrazioni all'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, recante «Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica».
- D.M. 14/09/05 "Testo unico norme tecniche per le costruzioni".
- Normativa ASL per la sicurezza e la prevenzione infortuni.
- D.M. 28 luglio 2005 "Criteri per l'incentivazione della produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare".
- D.M. 6 febbraio 2006 "Criteri per l'incentivazione della produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare".
- Decreto interministeriale 19 febbraio 2007 "Criteri e modalità per incentivare la produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare, in attuazione dell'articolo 7 del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n.387".
- Legge 26 febbraio 2007, n. 17 "Norme per la sicurezza degli impianti".
- D.lgs. 22 gennaio 2008, n. 37 "Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici".
- D.lgs. 9 aprile 2008, n. 81 "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro".

ARNG SOLAR VI S.R.L. Viale Giorgio Ribotta 21 00144 - Roma (RM) C.F e P.IVA: 02352340687 PEC: arngsolar6@pec.it	IMPIANTO AGRIVOLTAICO MANCIANO 24.48		
PROGETTO DEFINITIVO	MANCIANO, GROSSETO, TOSCANA		IN-GE-02 Rev. 0 Pag. 73 di 82

Deliberazioni AEEG

- Delibera n. 188/05 - Definizione del soggetto attuatore e delle modalità per l'erogazione delle tariffe incentivanti degli impianti fotovoltaici, in attuazione dell'articolo 9 del decreto del Ministro delle attività produttive, di concerto con il Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio, 28 luglio 2005.
- Delibera 281/05 - Condizioni per l'erogazione del servizio di connessione alle reti elettriche con tensioni nominale superiore a 1KV i cui gestori hanno obbligo di connessione a terzi.
- Delibera n. 40/06 - Modificazione e integrazione alla deliberazione dell'Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas 14 settembre 2005, n. 188/05, in materia di modalità per l'erogazione delle tariffe incentivanti degli impianti fotovoltaici.
- Testo coordinato delle integrazioni e modifiche apportate con deliberazione AEEG 24 febbraio 2006, n. 40/06 alla deliberazione AEEG n. 188/05.
- Delibera n. 182/06 - Intimazione alle imprese distributrici a adempiere alle disposizioni in materia di servizio di misura dell'energia elettrica in corrispondenza dei punti di immissione di cui all'Allegato A alla deliberazione dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas 30 gennaio 2004, n. 5/04.
- Delibera n. 260/06 - Modificazione ed integrazione della deliberazione dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas 14 settembre 2005, n. 188/05 in materia di misura dell'energia elettrica prodotta da impianti fotovoltaici.
- Delibera n. 88/07 - Disposizioni in materia di misura dell'energia elettrica prodotta da impianti di generazione.
- Delibera n. 90/07 - Attuazione del decreto del ministro dello sviluppo economico, di concerto con il ministro dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare 19 febbraio 2007, ai fini dell'incentivazione della produzione di energia elettrica mediante impianti fotovoltaici.
- Delibera n. 280/07 - Modalità e condizioni tecnico-economiche per il ritiro dell'energia elettrica ai sensi dell'articolo 13, commi 3 e 4, del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387/03, e del comma 41 della legge 23 agosto 2004, n. 239/04.
- Delibera ARG/elt 33/08 - Condizioni tecniche per la connessione alle reti di distribuzione dell'energia elettrica a tensione nominale superiore ad 1 kV.
- Delibera ARG/elt 119/08 - Disposizioni inerenti all'applicazione della deliberazione dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas ARG/elt 33/08 e

ARNG SOLAR VI S.R.L. Viale Giorgio Ribotta 21 00144 - Roma (RM) C.F e P.IVA: 02352340687 PEC: arngsolar6@pec.it	IMPIANTO AGRIVOLTAICO MANCIANO 24.48		
PROGETTO DEFINITIVO	MANCIANO, GROSSETO, TOSCANA	IN-GE-02 Rev. 0	Pag. 74 di 82

delle richieste di deroga alla norma CEI 0-16, in materia di connessioni alle reti elettriche di distribuzione con tensione maggiore di 1 kV.

Criteri di progetto e documentazione

- CEI 0-2: "Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici";
- CEI EN 60445: "Principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura e identificazione – Identificazione dei morsetti degli apparecchi e delle estremità di conduttori designati e regole generali per un sistema alfanumerico".

Sicurezza elettrica

- CEI 0-16: "Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT e MT delle imprese distributrici di energia elettrica".
- CEI 64-8: "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua".
- CEI 64-12: "Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario".
- CEI 64-14: "Guida alla verifica degli impianti elettrici utilizzatori".
- IEC TS 60479-1 CORR 1 Effects of current on human beings and livestock – Part 1: General aspects.
- CEI EN 60529 (70-1): "Gradi di protezione degli involucri (codice IP)".
- CEI 64-57: "Edilizia ad uso residenziale e terziario Guida per l'integrazione degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione di impianti ausiliari, telefonici e di trasmissione dati negli edifici Impianti di piccola produzione distribuita".
- CEI EN 61140: "Protezione contro i contatti elettrici - Aspetti comuni per gli impianti e le apparecchiature".

Fotovoltaico

- CEI EN 60891 (82-5) "Caratteristiche I-V di dispositivi fotovoltaici in silicio cristallino – Procedure di riporto dei valori misurati in funzione di temperatura e irraggiamento".
- CEI EN 60904-1 (82-1) "Dispositivi fotovoltaici – Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche corrente-tensione".
- CEI EN 60904-2 (82-1) "Dispositivi fotovoltaici – Parte 2: Prescrizione per le celle solari di riferimento".

ARNG SOLAR VI S.R.L. Viale Giorgio Ribotta 21 00144 - Roma (RM) C.F e P.IVA: 02352340687 PEC: arngsolar6@pec.it	IMPIANTO AGRIVOLTAICO MANCIANO 24.48		
PROGETTO DEFINITIVO	MANCIANO, GROSSETO, TOSCANA		IN-GE-02 Rev. 0 Pag. 75 di 82

- CEI EN 60904-3 (82-3) "Dispositivi fotovoltaici – Parte 1: Principi di misura dei sistemi solari fotovoltaici (PV) per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento".
- CEI EN 61173 (82-4) "Protezione contro le sovratensioni dei sistemi fotovoltaici (FV) per la produzione di energia – Guida".
- CEI EN 61215 (82-8) "Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri – Qualifica del progetto e omologazione del tipo".
- CEI EN 61277 (82-17) "Sistemi fotovoltaici (FV) di uso terrestre per la generazione di energia elettrica – Generalità e guida".
- CEI EN 61345 (82-14) "Prova all'UV dei moduli fotovoltaici (FV)".
- CEI EN 61701 (82-18) "Prova di corrosione da nebbia salina dei moduli fotovoltaici (FV)".
- CEI EN 61724 (82-15) "Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici – Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati".
- CEI EN 61727 (82-9) "Sistemi fotovoltaici (FV) – Caratteristiche dell'interfaccia di raccordo alla rete".
- CEI EN 61730-1 (82-27) "Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) Parte 1: Prescrizioni per la costruzione".
- CEI EN 61730-2 "Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) Parte 2: Prescrizioni per le prove".
- CEI EN 61829 (82-16) "Schiere di moduli fotovoltaici (FV) in silicio cristallino – Misura sul campo delle caratteristiche I-V".
- CEI EN 62093 (82-24) "Componenti di sistema fotovoltaici – moduli esclusi (BOS) – Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali".

Quadri elettrici

- CEI EN 60439-1 (17-13/1) "Apparecchiature soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature parzialmente soggette a prove di tipo (ANS)".
- CEI EN 60439-3 (17-13/3) "Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) – Parte 3: Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra destinate ad essere installate in luoghi dove personale non addestrato ha accesso al loro uso – Quadri di distribuzione ASD".
- CEI 23-51 "Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare".

Rete elettrica ed allacciamenti degli impianti

- CEI 0-16 ed. II "Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica".

ARNG SOLAR VI S.R.L. Viale Giorgio Ribotta 21 00144 - Roma (RM) C.F e P.IVA: 02352340687 PEC: arngsolar6@pec.it	IMPIANTO AGRIVOLTAICO MANCIANO 24.48		
PROGETTO DEFINITIVO	MANCIANO, GROSSETO, TOSCANA		IN-GE-02 Rev. 0 Pag. 76 di 82

- CEI 11-1 "Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata".
- CEI 11-17 "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica – Linee in cavo".
- CEI 11-20 "Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati alla rete di I e II categoria".
- CEI 11-20, V1 "Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati alla rete di I e II categoria - Variante".
- CEI EN 50110-1 (11-40) "Esercizio degli impianti elettrici".
- CEI EN 50160 "Caratteristica della tensione fornita dalle reti pubbliche di distribuzione dell'energia elettrica (2003-03)".

Cavi, cavidotti ed accessori

- CEI 20-19/1 "Cavi con isolamento reticolato con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte 1: Prescrizioni generali".
- CEI 20-19/4 "Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V Parte 4: Cavi flessibili".
- CEI 20-19/10 "Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V Parte 10: Cavi flessibili isolati in EPR e sotto guaina in poliuretano".
- CEI 20-19/11 "Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V Parte 11: Cavi flessibili con isolamento in EVA".
- CEI 20-19/12 "Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V Parte 12: Cavi flessibili isolati in EPR resistenti al calore".
- CEI 20-19/13 "Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V Parte 13: Cavi unipolari e multipolari, con isolante e guaina in miscela reticolata, a bassa emissione di fumi e di gas tossici e corrosivi".
- CEI 20-19/14 "Cavi isolati con isolamento reticolato con tensione nominale non superiore a 450/750 V Parte 14: Cavi per applicazioni con requisiti di alta flessibilità".
- CEI 20-19/16 "Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V Parte 16: Cavi resistenti all'acqua sotto guaina di policloroprene o altro elastomero sintetico equivalente".
- CEI 20-20/1 "Cavi con isolamento termoplastico con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte 1: Prescrizioni generali".
- CEI 20-20/3 "Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte 3: Cavi senza guaina per posa fissa".
- CEI 20-20/4 "Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte 4: Cavi con guaina per posa fissa".

ARNG SOLAR VI S.R.L. Viale Giorgio Ribotta 21 00144 - Roma (RM) C.F e P.IVA: 02352340687 PEC: arngsolar6@pec.it	IMPIANTO AGRIVOLTAICO MANCIANO 24.48		
PROGETTO DEFINITIVO	MANCIANO, GROSSETO, TOSCANA		IN-GE-02 Rev. 0 Pag. 77 di 82

- CEI 20-20/5 "Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte 5: Cavi flessibili".
- CEI 20-20/9 "Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte 9: Cavi senza guaina per installazione a bassa temperatura".
- CEI 20-20/12 "Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte 12: Cavi flessibili resistenti al calore".
- CEI 20-20/14 "Cavi con isolamento termoplastico con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte 14: Cavi flessibili con guaina e isolamento aventi mescole termoplastiche prive di alogeni".
- CEI-UNEL 35024-1 "Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua – Portate di corrente in regime permanente per posa in aria. FASC. 3516".
- CEI-UNEL 35026 "Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali di 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua – Portate di corrente in regime permanente per posa interrata. FASC. 5777".
- CEI 20-40 "Guida per l'uso di cavi a bassa tensione".
- CEI 20-67 "Guida per l'uso dei cavi 0,6/1kV".
- CEI EN 50086-1 "Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche – Parte 1: Prescrizioni generali".
- CEI EN 50086-2-1 "Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche – Parte 2-1: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi rigidi e accessori".
- CEI EN 50086-2-2 "Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche – Parte 2-2: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi pieghevoli e accessori".
- CEI EN 50086-2-3 "Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche – Parte 2-3: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi flessibili e accessori".
- CEI EN 50086-2-4 "Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche – Parte 2-4: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi interrati".
- CEI EN 60423 (23-26) "Tubi per installazioni elettriche – Diametri esterni dei tubi per installazioni elettriche e filettature per tubi e accessori".

Conversione della potenza

- CEI 22-2 "Convertitori elettronici di potenza per applicazioni industriali e di trazione".
- CEI EN 60146-1-1 (22-7) "Convertitori a semiconduttori – Prescrizioni generali e convertitori commutati dalla linea – Parte 1-1: Specifiche per le prescrizioni fondamentali".

ARNG SOLAR VI S.R.L. Viale Giorgio Ribotta 21 00144 - Roma (RM) C.F e P.IVA: 02352340687 PEC: arngsolar6@pec.it	IMPIANTO AGRIVOLTAICO MANCIANO 24.48		
PROGETTO DEFINITIVO	MANCIANO, GROSSETO, TOSCANA	IN-GE-02 Rev. 0	Pag. 78 di 82

- CEI EN 60146-1-3 (22-8) "Convertitori a semiconduttori – Prescrizioni generali e convertitori commutati dalla linea – Parte 1-3: Trasformatori e reattori".
- CEI UNI EN 455510-2-4 "Guida per l'approvvigionamento di apparecchiature destinate a centrali per la produzione di energia elettrica – Parte 2-4: Apparecchiature elettriche – Convertitori statici di potenza".

Scariche atmosferiche e sovratensioni

- CEI 81-3 "Valori medi del numero di fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato nei comuni d'Italia, in ordine alfabetico".
- CEI 81-4 "Protezione delle strutture contro i fulmini – Valutazione del rischio dovuto al fulmine";
- CEI 81-8 "Guida d'applicazione all'utilizzo di limitatori di sovratensione sugli impianti elettrici utilizzatori di bassa tensione".
- CEI 81-10 "Protezione contro i fulmini".
- CEI EN 50164-1 (81-5) "Componenti per la protezione contro i fulmini (LPC) – Parte 1: Prescrizioni per i componenti di connessione".
- CEI EN 61643-11 (37-8) "Limitatori di sovratensione di bassa tensione – Parte 11: Limitatori di sovratensione connessi a sistemi di bassa tensione – Prescrizioni e prove".
- CEI EN 62305-1 (CEI 81-10) "Protezione contro i fulmini – Principi generali".
- CEI EN 62305-2 (CEI 81-10) "Protezione contro i fulmini – Analisi del rischio".
- CEI EN 62305-3 (CEI 81-10) "Protezione contro i fulmini – Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone".
- CEI EN 62305-4 (CEI 81-10) "Protezione contro i fulmini – Impianto elettrici ed elettronici nelle strutture".

Dispositivi di potenza

- CEI EN 60898-1 (23-3/1) "Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari – Parte 1: interruttori automatici per funzionamento in corrente alternata".
- CEI EN 60947-4-1 (17-50) "Apparecchiature di bassa tensione – Parte 4-1: Contattori ed avviatori – Contattori e avviatori elettromeccanici".

Compatibilità elettromagnetica

- CEI 110-26 "Guida alle norme generiche EMC".

ARNG SOLAR VI S.R.L. Viale Giorgio Ribotta 21 00144 - Roma (RM) C.F e P.IVA: 02352340687 PEC: arngsolar6@pec.it	IMPIANTO AGRIVOLTAICO MANCIANO 24.48		
PROGETTO DEFINITIVO	MANCIANO, GROSSETO, TOSCANA	IN-GE-02 Rev. 0	Pag. 79 di 82

- CEI EN 50081-1 (110-7) "Compatibilità elettromagnetica – Norma generica sull'emissione – Parte 1: Ambienti residenziali, commerciali e dell'industria leggera".
- CEI EN 50082-1 (110-8) "Compatibilità elettromagnetica – Norma generica sull'immunità – Parte 1: Ambienti residenziali, commerciali e dell'industria leggera".
- CEI EN 50263 (95-9) "Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Norma di prodotto per i relè di misura e i dispositivi di protezione".
- CEI EN 60555-1 (77-2) "Disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili – Parte 1: Definizioni".
- CEI EN 61000-2-2 (110-10) "Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 2-2: Ambiente – Livelli di compatibilità per i disturbi condotti in bassa frequenza e la trasmissione dei segnali sulle reti pubbliche di alimentazione a bassa tensione".
- CEI EN 61000-3-2 (110-31) "Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 3-2: Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso ≤ 16 A per fase)".
- CEI EN 61000-3-3 (110-28) "Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 3: Limiti – sezione 3: Limitazione delle fluttuazioni di tensione e del flicker in sistemi di alimentazione in bassa tensione per apparecchiature con corrente nominale ≤ 16 A".

Energia solare

- UNI 8477 "Energia solare – Calcolo degli apporti per applicazioni in edilizia – Valutazione dell'energia raggiante ricevuta".
- UNI EN ISO 9488 "Energia solare – Vocabolario".
- UNI 10349 "Riscaldamento e raffrescamento degli edifici – Dati climatici".

Normativa nazionale e Normativa tecnica - Campi elettromagnetici

- Decreto del 29.05.08 "Approvazione delle procedure di misura e valutazione dell'induzione magnetica".
- DM del 29.5.2008 "Approvazione della metodologia di calcolo delle fasce di rispetto per gli elettrodotti".
- Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 08/07/2003 "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti", G.U. 28 agosto 2003, n. 200.

ARNG SOLAR VI S.R.L. Viale Giorgio Ribotta 21 00144 - Roma (RM) C.F e P.IVA: 02352340687 PEC: arngsolar6@pec.it	IMPIANTO AGRIVOLTAICO MANCIANO 24.48		
PROGETTO DEFINITIVO	MANCIANO, GROSSETO, TOSCANA		IN-GE-02 Rev. 0 Pag. 80 di 82

- Legge quadro 22/02/2001, n. 36 "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici", G.U. 7 marzo 2001, n.55.
- Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 28/09/1995 "Norme tecniche procedurali di attuazione del D.P.C.M. 23/04/92 relativamente agli elettrodotti", G.U. 4 ottobre 1995, n. 232 (abrogato da luglio 2003).
- Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 23/04/1992 "Limiti massimi di esposizione ai campi elettrico e magnetico generati alla frequenza industriale nominale (50 Hz) negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno", G.U. 6 maggio 1992, n. 104 (abrogato dal luglio 2003).
- Decreto Interministeriale 16 gennaio 1991, "Aggiornamento delle norme tecniche per la disciplina della costruzione e dell'esercizio di linee aeree esterne" (G.U. Serie Generale del 16/01/1991 n.40)
- Decreto interministeriale 21 marzo 1988, n. 449, "Approvazione nelle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee elettriche aeree esterne".
- CEI 106-12 2006-05 "Guida pratica ai metodi e criteri di riduzione dei campi magnetici prodotti dalle cabine elettriche MT/BT".
- CEI 106-11 2006-02 "Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8/07/2003 (art.6) - Parte I: Linee elettriche aeree in cavo"
- CEI 11-17 1997-07 "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo.
- CEI 211-6 2001-01 "Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz - 10 kHz, con riferimento all'esposizione umana".
- CEI 211-4 1996-12 "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche".
- CEI 11-60 2000-07 "Portata al limite termico delle linee elettriche aeree esterne".

ARNG SOLAR VI S.R.L. Viale Giorgio Ribotta 21 00144 - Roma (RM) C.F e P.IVA: 02352340687 PEC: arngsolar6@pec.it	IMPIANTO AGRIVOLTAICO MANCIANO 24.48		
PROGETTO DEFINITIVO	MANCIANO, GROSSETO, TOSCANA	IN-GE-02 Rev. 0	Pag. 81 di 82

9. ALLEGATI DI CALCOLO

9.1 TABELLE QUANTITÀ MOVIMENTAZIONE TERRA

RIEPILOGO MOVIMENTAZIONE DI TERRA

Totale movimento di terra	0	[mc]
Regolarizzazione del suolo:	1.237	[mc]
Scavi sezione ampia (strade, fondazioni cabine):	5.571	[mc]
Scavi sezione ristretta (cavidotti, drenaggi eventuali):	8.810	[mc]
Formazione di colmate:	-9.872	[mc]
Reinterri cavidotti:	-5.746	[mc]

DETTAGLIO MOVIMENTAZIONE DI TERRA

VOLUMI REGOLARIZZAZIONE PIANO DI POSA

TRATTO	AREA INTERESSATA	AREA TOTALE	PERCENTUALE INTERESSATA	VOLUME SCAVO
	[ha]	[ha]	[%]	[mc]
Regolarizzazione del suolo (Volumi di scavo):				13.035
Regolarizzazione del suolo (Volumi di riempimento):				-11.798
TOT.	32,0	63,9	50%	1.237

VOLUMI DI SCAVO STRADE

TRATTO	AREA	PROFONDITA' SCAVO	VOLUME SCAVO
	[mq]	[m]	[mc]
Scavi per strade interne:	9.100	0,50	4.550
Strade esterne:	700	0,50	350
TOT.			4.900

VOLUMI DI SCAVO FONDAZIONI CABINE

TRATTO	QUANTITA	LUNGHEZZA	LARGHEZZA	PROFONDITA' SCAVO	VOLUME SCAVO
	[n]	[m]	[m]	[m]	[mc]
Cabine di trasformazione AT/BT:	8	19,2	2,4	0,90	442
Cabine di ricezione AT (utente):	1	33,0	6,5	0,90	193
Cabina di stoccaggio:	1	12,8	3,1	0,90	36
TOT.					671

VOLUMI DI SCAVO LINEE ELETTRICHE (interne al campo)

TRATTO	LUNGHEZZA	LARGHEZZA	PROFONDITA' SCAVO	VOLUME SCAVO
	[m]	[m]	[m]	[mc]
Scavi per cavi solari CC (stringhe tra le strutture):	870	0,3	0,60	157
Scavi per cavi di potenza BT:	6.080	0,5	0,70	2.128
Scavi per cavi AT interni al campo:	3.370	0,7	1,30	3.067
Scavi per cavi ausiliari (sistemi ausiliari e security):	11.650	0,3	0,60	2.097
Scavo per raccordo barriera microonde-pozzetto perimetrale	850	0,3	0,60	153
TOT.				7.601

ARNG SOLAR VI S.R.L. Viale Giorgio Ribotta 21 00144 - Roma (RM) C.F e P.IVA: 02352340687 PEC: arngsolar6@pec.it	IMPIANTO AGRIVOLTAICO MANCIANO 24.48		
PROGETTO DEFINITIVO	MANCIANO, GROSSETO, TOSCANA		IN-GE-02 Rev. 0 Pag. 82 di 82

VOLUMI DI SCAVO POZZETTI					
TRATTO	QUANTITA	LUNGHEZZA	LARGHEZZA	PROFONDITA' SCAVO	VOLUME SCAVO
	[n]	[m]	[m]	[m]	[mc]
Scavi per Pozzetti terra cabine:	52	0,4	0,4	0,40	3
Scavi per Pozzetti ingressi cabinati:	24	1,2	1,2	0,80	28
Scavi per Pozzetti linee AT:	37	1,2	1,2	0,80	43
Scavi per Pozzetti linee BT:	206	0,8	0,8	0,60	79
Scavi per Pozzetti pali illuminazione strade:	109	0,5	0,5	0,95	26
Scavi pozzetti barriere microonde:	222	0,5	0,5	0,60	33
TOT.					212

VOLUMI DI SCAVO BASAMENTI					
TRATTO	QUANTITA	LUNGHEZZA	LARGHEZZA	PROFONDITA' SCAVO	VOLUME SCAVO
	[n]	[m]	[m]	[m]	[mc]
Scavi per cancello ingresso:	8	5,4	0,3	0,50	7
Scavi per basamenti pali illuminazione strade (e vide	109	0,6	0,6	0,60	24
TOT.					30

VOLUMI DI SCAVO DRENAGGI					
TRATTO	QUANTITA	LUNGHEZZA	LARGHEZZA	PROFONDITA' SCAVO	VOLUME SCAVO
	[n]	[m]	[m]	[m]	[mc]
Drenaggi:	1	2.370	1,2	0,34	967
TOT.					967

9.2 TABELLE QUANTITÀ OPERE IN CALCESTRUZZO

RIEPILOGO CALCESTRUZZO			
Totale c.l.s. gettato		327	[mc]
Calcestruzzo per fonDazione cabine		298	[mc]
Calcestruzzo per basamenti (cancello, pali ill. e videosorveglianza)		29	[mc]