

REGIONE PIEMONTE

Provincia di Biella
Comune di Masserano

FATTORIA SOLARE DEL PRINCIPE

Valutazione Impatto Ambientale ai sensi
dell'art.23 del D. Lgs. 152/2006

COORDINAMENTO GENERALE



REN Solar srl
Renewable ENergy

REN SOLAR ONE SRL
P.IVA 09897240967

PROGETTISTA



Arch. Luca Menci
mail: lucamenci@studiomenci.com

PROPONENTE

REN 190 SRL

Salita Santa Caterina 2/1 - 16123 Genova
mail: ren190@pec.it
P.IVA: 02686880994

TITOLO ELABORATO
**M_11.2_MAS_SIA_0 - Definizione e descrizione dell'opera
(Quadro progettuale)**

ELABORATO
11.2 Definizione e descrizione dell'opera (Quadro progettuale)

REDATTO DA
VIRGILLI

DATA
09/05/2022

TIMBRI E FIRME

Progettista



Consulenza Ambientale



Proponente

REN.190 S.r.l.,
Marco Tassara
(Firmato digitalmente)

INDICE

1	PREMESSA	1
2	SCOPO DEL DOCUMENTO	1
2.1	LOCALIZZAZIONE	2
2.2	L'IMPIANTO FOTOVOLTAICO	3
2.3	TERMINOLOGIA	6
3	PROGETTAZIONE DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO	8
3.1	ARCHITETTURA GENERALE DELL'IMPIANTO	8
3.2	CONFIGURAZIONE DEL GENERATORE FOTOVOLTAICO	8
3.3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	9
3.4	DATI TECNICI DI PROGETTO	10
3.5	ANALISI DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO	11
4	SPECIFICHE TECNICHE DEI COMPONENTI	11
4.1	MODULI FOTOVOLTAICI	11
4.2	GRUPPO DI CONVERSIONE – INVERTER	14
4.3	COMBINER BOX	18
4.4	DISPOSITIVI DI PROTEZIONE SUL COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA	18
4.4.1	DISPOSITIVO DEL GENERATORE	19
4.4.2	DISPOSITIVO DI INTERFACCIA	19
4.4.3	DISPOSITIVO GENERALE	19
4.5	OPERE CIVILI	19
4.5.1	CAVIDOTTI	19
4.5.2	RETE ELETTRICA DI TRASMISSIONE BT CC E CA	20
4.5.3	RETE DI AT	20
4.5.4	CAVI ELETTRICI E DI CABLAGGIO	20
4.5.5	RECINZIONE, PARCHEGGI, AREE DI CANTIERE, ZONE DI TRANSITO	21
4.5.6	STRUTTURE DI SUPPORTO (TRACKER)	21
4.5.7	CABINE PREFABBRICATE	21
4.6	SICUREZZA DELL'IMPIANTO	22
4.6.1	PROTEZIONE DA CORTI CIRCUITI SUL LATO CC DELL'IMPIANTO	22
4.6.2	PROTEZIONE DA CONTATTI ACCIDENTALI LATO CC	23
4.6.3	PROTEZIONE DALLE FULMINAZIONI	23
4.6.4	SICUREZZE SUL LATO CA DELL'IMPIANTO	23
4.6.5	PREVENZIONE FUNZIONAMENTO IN ISOLA	23
4.6.6	DISPOSITIVI DI PROTEZIONE SUL COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA	23
4.6.7	ANTINCENDIO, ANTINTRUSIONE, SORVEGLIANZA ED ILLUMINAZIONE	24
4.6.8	SISTEMA DI CONTROLLO E MONITORAGGIO	24

5	INDICAZIONE DELLA PRODUTTIVITÀ E DELLE EMISSIONI DI CO ₂ EVITATE	25
6	OPERE DI MITIGAZIONE E COMPENSAZIONE PAESAGGISTICO-AMBIENTALE	34
6.1	SIEPI ARBUSTIVE PERIMETRALI E INTERNE ALL'IMPIANTO	34
6.2	INTERVENTI DI COMPENSAZIONE AMBIENTALE	35
6.2.2	NUCLEI BOSCATI.....	38
6.2.3	AREE A PRATO POLIFITA	39
6.2.4	FILARE ARBOREO-ARBUSTIVO LUNGO LA S.P. N. 317	39
6.3	INSERIMENTO PAESAGGISTICO – AMBIENTALE DELL'IMPIANTO DI UTENZA PER LA CONNESSIONE ALLA RETE	40
6.3.1	SIEPE DI CARPINO BIANCO LUNGO IL LATO SETTENTRIONALE	40
6.3.2	SIEPE DI NOCCIOLO LUNGO IL LATO ORIENTALE.....	41
6.3.3	FILARE ARBOREO-ARBUSTIVO LUNGO I LATI OCCIDENTALE E MERIDIONALE	41
6.4	SPECIFICHE TECNICHE PER LA REALIZZAZIONE DELLE OPERE A VERDE	42
6.5	SPECIFICHE TECNICHE PER LA MANUTENZIONE DELLE OPERE A VERDE	43

1 PREMESSA

La proponente REN 190 S.r.l. nasce come società di scopo della controllante Renergetica SpA, società operativa da oltre dieci anni nel mondo delle FER e specializzata nello sviluppo di impianti a fonte rinnovabile e di soluzioni per l'integrazione e il controllo delle reti ibride.

Dal 2011 Renergetica opera a livello internazionale: a partire dal 2014 apre proprie filiali in Chile (Renergetica Chile S.p.A.), Colombia (Renergetica LATAM Corp.) e Stati Uniti (Renergetica USA Corp.) e a partire dall'agosto 2018, con la quotazione all'Aim di Borsa Italiana, conferma il proprio ruolo primario nel campo della green economy, entrando in una nuova fase di espansione, sia nazionale sia internazionale, ed esportando il proprio modello di sviluppo in quei paesi che credono in un futuro sostenibile fondato sulle energie rinnovabili.

Ogni azione dell'azienda è caratterizzata dal forte impegno per lo sviluppo sostenibile: valorizzare le persone, contribuire allo sviluppo e al benessere delle comunità nelle quali opera, rispettare l'ambiente, perseguire l'efficienza energetica e l'innovazione tecnologica quali strumenti di un modello di business che contribuisce a mitigare i rischi del cambiamento climatico.

2 SCOPO DEL DOCUMENTO

Questa relazione ha lo scopo di fornire una descrizione tecnica-illustrativa generale di progetto per la realizzazione di un impianto di generazione elettrica con utilizzo della fonte rinnovabile solare attraverso la conversione fotovoltaica.

Il progetto definitivo prevede la realizzazione di un impianto fotovoltaico della potenza di **27.499 kWp in corrente continua e 26.400 KVA in corrente alternata** da installarsi su un'area a forte connotazione agricola nei pressi del Comune di Masserano (BI).

L'applicazione della tecnologia fotovoltaica consente:

- la produzione di energia elettrica senza emissione di alcuna sostanza inquinante;
- il risparmio di combustibile fossile;
- nessun inquinamento acustico;
- disponibilità dell'energia anche in località disagiate o lontane dalle grandi dorsali elettriche.

Al fine di ottenere i massimi vantaggi possibili, sia in termini economici che di impatto ambientale, gli impianti sono progettati per essere realizzati con materiali di eccellente qualità, in grado di ottenere elevate prestazioni, minimi ingombri, riciclabilità dei componenti, durata illimitata, bassi costi di gestione e manutenzione. In quest'ottica i moduli da utilizzare saranno in silicio monocristallino ad alta efficienza, le strutture di sostegno in materiale resiliente nel tempo e, inoltre, gli impianti dovranno essere divisi in più sottocampi, associati a più gruppi di conversione in modo tale da permettere un buon equilibrio tra ingombri, efficienza, continuità del servizio e possibilità di monitoraggio delle singole parti dell'impianto.

I vantaggi dei sistemi fotovoltaici sono: la modularità, le esigenze di manutenzione ridotte (dovute all'assenza di parti in movimento o alla semplicità di esse), la semplicità d'utilizzo, e un impatto ambientale estremamente basso. L'unico vero impatto ambientale durante la fase di esercizio, è rappresentato dall'occupazione di superficie. Gli impianti fotovoltaici sono, inoltre, esenti da vibrazioni ed emissioni sonore e se ben integrati, non deturpano l'ambiente ma consentono di riutilizzare e recuperare superfici e spazi altrimenti inutilizzati.

Il progetto si inserisce nel quadro degli interventi finalizzati alla riduzione dell'inquinamento atmosferico e al risparmio energetico.

Dalla realizzazione del progetto deriveranno benefici di tipo energetico, ambientale e socio-economico, così brevemente riassunti:

- miglioramento della situazione ambientale;
- abbattimento delle emissioni inquinanti e risparmio di combustibili fossili;
- bassi costi di esercizio e manutenzione;
- nessun inquinamento acustico;
- miglioramento dell'efficienza economica attraverso il contenimento dei costi energetici, per il tempo di vita dell'impianto, stimato in 30 anni;
- possibilità di sviluppo di impiego nel settore degli installatori e manutentori a scala locale.

2.1 LOCALIZZAZIONE

Il sito scelto per la realizzazione dell'impianto fotovoltaico si trova nel Comune di Masserano (BI).

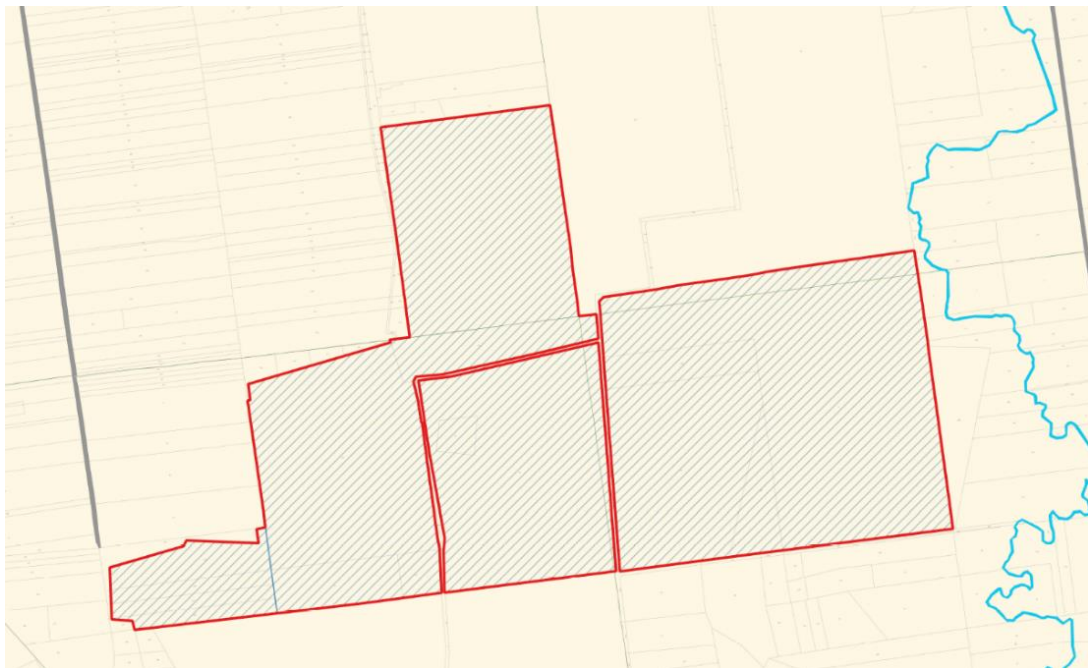
Le coordinate geografiche sono le seguenti:

- Latitudine: **45°32'41.52"N**
- Longitudine: **8°15'34.85"E**
- Altitudine: **233 m s.l.m.**

Superficie catastale: **47,12 ha**

Il sito dell'Area è censito presso il catasto terreni del Comune di Masserano:

- Foglio 62, Particelle 120;
- Foglio 63, Particelle 88;
- Foglio 65, Particelle 253, 254, 10, 19, 226, 228, 230, 232, 107, 30, 182;
- Foglio 66, Particelle 1; 356, 358, 357, 200, 203.



Planimetria Catastale

Le opere impiantistiche si inseriscono all'interno di aree agricole, nello specifico in aree a risaia e in aree a incolto produttivo.

Il Comune di Masserano (1939 abitanti, al 31/12/2020), si trova in Piemonte, ha come localizzazione amministrativa la Provincia di Biella, e dista circa 23 chilometri dal capoluogo.

Il territorio comunale si estende tra i Comuni di Brusnengo (BI), Buronzo (VC), Casapinta (BI), Castelletto Cervo (BI), Curino (BI), Lessona (BI), Rovasenda (VC), per una superficie di 27,07 kmq con una densità abitativa di 71,63 abitanti per chilometro quadrato. Masserano ha una frazione, denominata San Giacomo del Bosco.

Le strade che attraversano il territorio di Masserano sono: la SP142 "Del Biellese"; la SP142 var., la SP233 "Masserano-Brusnengo"; la SP315 "Torino-Svizzera"; la SP317 "San Giacomo-Rovasenda". Nel territorio comunale non sono presenti reti ferroviarie. La rete di mobilità è interamente strutturata sul trasporto su gomma, sia in riferimento alle persone che alle merci.

La porzione settentrionale collinare risulta limitata ad Ovest della valle del Rio Osterla, mentre verso oriente il limite è il corso del torrente Bisingana. Per quanto riguarda la porzione meridionale del territorio, pianeggiante e sviluppatasi a Sud-Est dell'abitato di San Giacomo del Bosco, essa è fisicamente definita ad Ovest dal corso del Torrente Ostola, mentre nelle altre direzioni non vi è soluzione di continuità con l'ambiente baraggivo dei comuni contermini.

Sotto l'aspetto altitudinale il territorio comunale è compreso tra i 213 m al confine meridionale con il Comune di Buronzo e i 451 m della culminazione del rilievo della Madonna degli Angeli a settentrione.

Il territorio comunale è attraversato da corsi d'acqua che hanno prevalente sviluppo da Nord verso Sud, tutti compresi nel bacino del Torrente Cervo. Il maggiore è dato dal Torrente Ostola la cui valle taglia la parte centrale del settore collinare ed a cui confluiscono in particolare in sinistra il Torrente Bisingana e in destra il rio Osterla. La parte più orientale della piana baraggiva è invece attraversata dal torrente Guarabione, che ha origine poco a monte.

Il territorio comunale è costituito da un cospicuo indice di boscosità che si riscontra soprattutto con la presenza di copertura forestale sul versante collinare, prevalentemente costituita da robinieti, quercu-carpineti, querceti di rovere e Castagneti. Alcune porzioni d'area interferiscono con tali aree boscate.

2.2 L'IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Le energie rinnovabili sono un settore in forte sviluppo, oltre che una grande opportunità di crescita. Tali energie rispondono al crescente fabbisogno di energia pulita, contribuendo in modo concreto alle dinamiche evolutive delle fonti disponibili.

L'impianto fotovoltaico in progetto, denominato "Fattoria solare del Principe" sarà di tipo montato a terra, connesso alla rete (grid-connected) in modalità trifase in alta tensione (AT) e avrà una superficie sfruttabile di **34,20** ha e sarà composto da **39.284** moduli fotovoltaici da **700 Wp** per una potenza totale prevista di **27.499 kWp** in corrente continua.

L'impianto sarà facilmente raggiungibile dalla SP317 e dalla strada interpodereale ad essa collegata.

Per quanto riguarda invece l'area interna dell'impianto e la relativa viabilità, si fa riferimento alla tavola M_3.10_MAS_DO_0 – "Planimetria e particolare viabilità interna al campo e accessi".

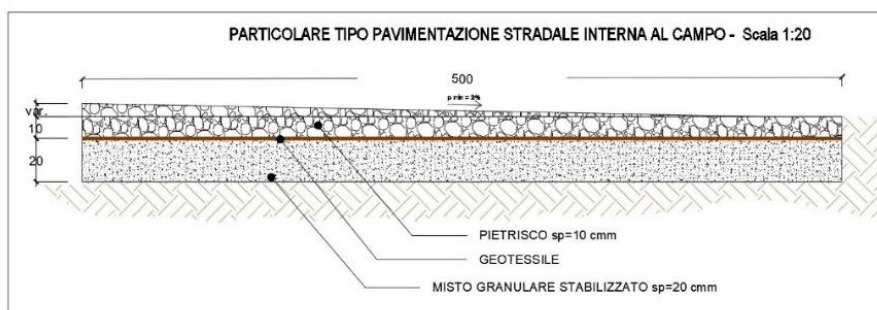
Si tratta di un impianto ad inseguimento mono-assiale a doppia fila di moduli bifacciali (2 Landscape) disposti orizzontalmente con asse di rotazione dell'inseguitore orientato Nord - Sud. L'area dell'impianto sarà delimitata da una recinzione perimetrale costituita da rete a maglia sciolta a maglie rettangolari sorretta da pali infissi a terra per un'altezza massima di circa 2 m. La distanza tra i vari pali sarà di circa 2 m.

Le recinzioni oltre alla funzione di sicurezza del campo fotovoltaico, saranno progettate anche per consentire il passaggio della piccola fauna del limitrofo "corridoio dei mammiferi" segnalato dalla Rete Ecologica Regionale del Piemonte, evitando anche le possibili intrusioni e ipotetici danni da fauna di media e grossa taglia. Per questo motivo la recinzione sarà posta a 20 cm dal piano campagna lungo tutta la sua lunghezza.

Per i dettagli vedere la tavola M_6.5_MAS_DP_0 – "Particolari costruttivi recinzioni e cancelli" e la tavola M_7.3_MAS_OMA_0 – "Particolari opere passaggio fauna".

L'accesso al parco fotovoltaico sarà consentito attraverso 7 ingressi in cui saranno collocati cancelli carrabili aventi larghezza pari a 5 m. Ogni ingresso sarà segnalato adeguatamente mediante cartellonistica dedicata visibile dalle strade principali di accesso al campo. Per consentire la movimentazione degli automezzi all'interno del parco fotovoltaico saranno realizzate delle strade interne aventi una larghezza pari a 3,5 m. Tali strade presenteranno una sezione di circa 30 cm, con 10 cm di pietrisco, uno strato di tessuto non tessuto (geotessile) e 20 cm di materiale misto granulare stabilizzato.

Si riporta di seguito un esempio tipo.



Particolare tipo di pavimentazione

All'interno del campo sono presenti dei canali artificiali che preserveremo con le relative fasce di rispetto.

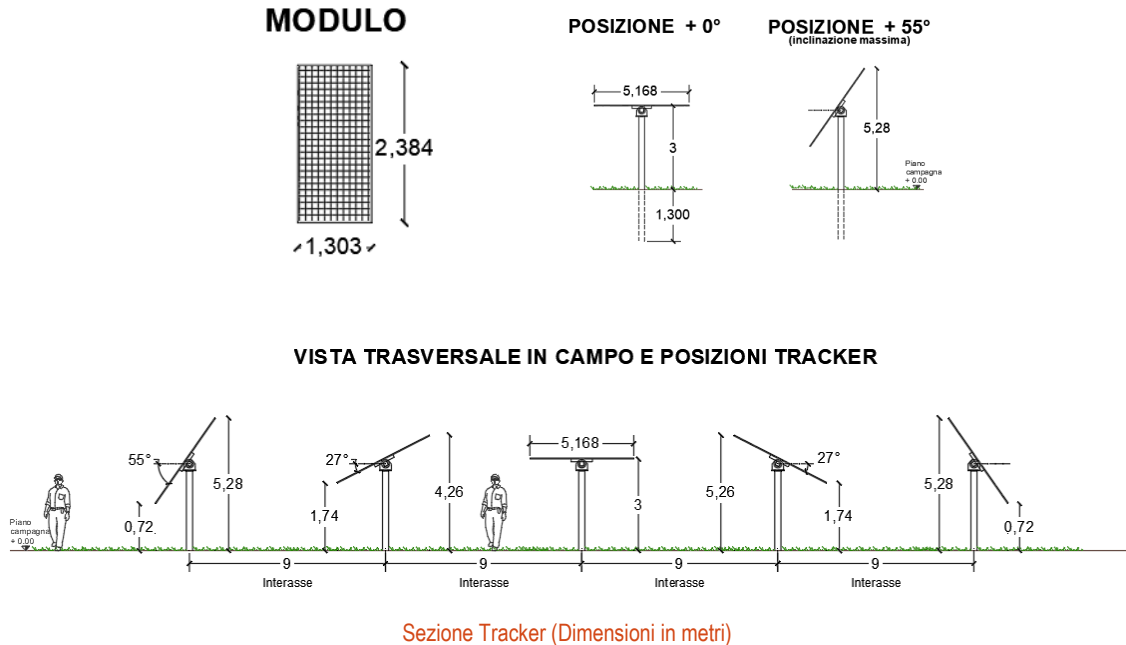
Lungo il perimetro del campo saranno installati il sistema di illuminazione e il sistema di telesorveglianza, utili per la gestione della sicurezza del campo. Per i dettagli vedere paragrafo 4.6.7 – "ANTINCENDIO, ANTINTRUSIONE, SORVEGLIANZA ED ILLUMINAZIONE" e la tavola M_3.11_MAS_DO_0 – "Planimetria e particolare illuminazione e telesorveglianza".

I moduli fotovoltaici saranno del tipo silicio monocristallino della **Jolywood** mod. **JW-HD132N-700**, con una vita utile stimata di oltre **30 anni** e con una degradazione della produzione dovuta ad invecchiamento dello **0,4 %** annuo circa (ad eccezione del primo anno dove la degradazione si attesta al **1%**). Il modulo ha dimensioni pari a 2384mm*1303mm*35mm.

Per garantire una maggiore producibilità dell'impianto si è scelto di utilizzare dei moduli bifacciali in quanto essi, presentando celle attive sia frontalmente che posteriormente, sono in grado di sfruttare anche la luce incidente sulla sua parte posteriore. Per maggiori dettagli vedere la tavola 6.2 – "Particolari costruttivi moduli".

Una stringa sarà costituita da **28** moduli fotovoltaici. Questo valore è ottenuto a seguito del dimensionamento elettrico come descritto nel paragrafo 3.2 – "CONFIGURAZIONE DEL GENERATORE FOTOVOLTAICO", che verrà posta in senso orizzontale in un'unica fila sulla struttura ad inseguimento (tracker), la cui altezza è di **5,28 m** nel punto di massima inclinazione (55°), e di **3 m** quando l'inclinazione è nulla (0°). Quest'ultimo sarà del tipo SunHunter 18AB della Comal

Impianti S.r.l e si riporta di seguito una loro vista trasversale. Per maggiori dettagli vedere la tavola M_6.1_MAS_DP_0 – “Particolari costruttivi tracker”.



Il tracker sarà costituito da travi scatolate a sezione quadrata, sorretti da pali con profilo a Z ed incernierate nella parte centrale dell'inseguitore al gruppo di riduzione/motore; i supporti dei moduli saranno ancorati alle travi, con profilo omega e zeta. I moduli verranno fissati con bulloni e almeno uno di essi sarà dotato di un dado antifurto. La struttura sarà infissa a terra mediante battitura e sarà perfettamente removibile una volta terminata la “vita” dell'impianto senza comportare cambiamenti rispetto allo stato ante-operam. L'interasse (Pitch) tra le file di pannelli sarà di **9 m**, con lo scopo di evitare l'auto-ombreggiamento dei pannelli stessi e, al tempo stesso, di consentire il passaggio di mezzi necessari alla manutenzione ordinaria e straordinaria del campo fotovoltaico.

Il piano dei moduli sarà inclinato rispetto all'orizzontale di un angolo variabile tra 0 e 55°, che permetterà l'inseguimento solare da Est a Ovest. L'orientamento azimutale sarà -7° rispetto al Sud. I moduli fotovoltaici saranno collegati tramite cavi del tipo H1Z2Z2-K (1500 V dc) fino ad arrivare ai quadri di stringa e da questi ultimi alle **6** Cabine di Inverter, di dimensioni complessive 6,056x2,437x2,895 m, nelle quali saranno integrati gli inverter centralizzati SMA UP, i trasformatori BT/MT e le apparecchiature in MT, gli inverter utilizzati saranno idonei al trasferimento della potenza dal campo fotovoltaico alla SSE utente in AT con una potenza di 36 KV. La nuova SSE trasformerà la tensione con un rapporto di trasformazione 132 KV/36 KV, tale rapporto di trasformazione risulta essere necessario per il collegamento alla linea 132KV Masserano - Gattinara di TERNA. Per tale collegamento sarà necessario sostituire il conduttore ACSR esistente con uno nuovo ad alta temperatura attraverso il riutilizzo integrale dei sostegni esistenti.

Le Cabine di Inverter saranno collegate alla cabina utente che sarà, così come la cabina di controllo (control room), di tipo prefabbricato e trasportate su camion in un unico blocco già assemblate e scaricate nel punto scelto per l'installazione in corrispondenza dei basamenti in calcestruzzo. Le cabine saranno già dotate di apparecchiature elettromeccaniche, cablate ed assemblate in fabbrica. La cabina prefabbricata sarà realizzata con conglomerato cementizio armato, avente classe C20/25 Kg/cm² additivato con superfluidificanti ed impermeabilizzanti, tali da garantire un'adeguata protezione

contro le infiltrazioni d'acqua per capillarità. L'ossatura della cabina sarà costituita da una armatura metallica in rete elettrosaldata e ferro nervato, ad aderenza migliorata, entrambi in B450C maglia 100x100x6 controllato a stabilimento. Tale armatura, unita mediante saldatura, realizzerà una maglia equipotenziale di terra omogenea su tutta la struttura della cabina elettrica (gabbia di Faraday) che collegata all'impianto di terra proteggerà le apparecchiature interne da sovratensioni atmosferiche e limiterà verso valori trascurabili gli effetti delle tensioni di passo e contatto.

Le pareti interne, sono tinteggiate al quarzo di colore bianco. Le pareti esterne, saranno rifinite ad intonaco tradizionale e tinteggiate con pittura ad acqua.

Il colore standard è definito nella scala RAL - F2.

- Pareti interne: RAL 9010 bianco
- Pareti esterne: RAL 6025 verde felce
- Copertura: RAL 7001 grigio argento

2.3 TERMINOLOGIA

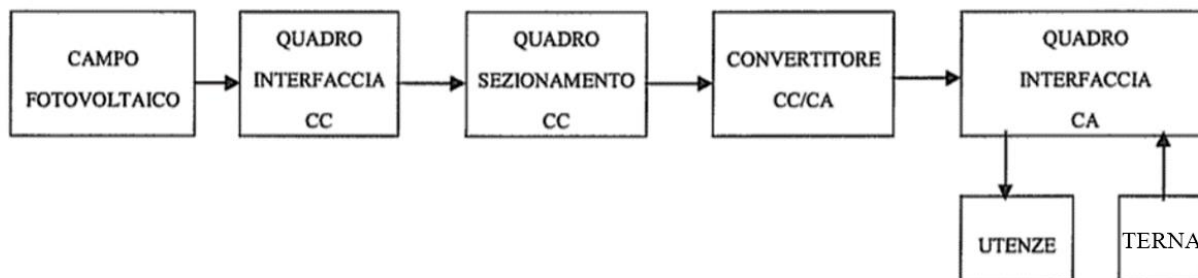
- **Cella fotovoltaica:** Dispositivo semiconduttore che genererà elettricità quando esposto alla luce solare; è l'unità di base della generazione fotovoltaica
- **Modulo fotovoltaico:** assieme di celle fotovoltaiche elettricamente collegate e incapsulate in materiale protettivo e isolante; è la più piccola unità rimpiazzabile in un campo fotovoltaico
- **Tensione a Circuito aperto (Voc):** tensione massima prodotta da un dispositivo fotovoltaico
- Caratteristica corrente - tensione di un modulo: grafico della caratteristica di corrente in funzione della tensione per determinati valori di tensione e radiazione solare
- **MPPT (Maximum Power Point Tracker):** circuito elettronico che permette di mantenere il punto di lavoro del campo fotovoltaico nel punto di picco della curva corrente - tensione in qualsiasi condizione di temperatura ed irraggiamento
- **Condizioni standard di funzionamento (STC):** temperatura di 25 °C, radiazione solare di 1.000 W/m², distribuzione spettrale della radiazione solare standard (AM = 1,5)
- **Potenza di picco:** potenza massima erogata da un dispositivo fotovoltaico alle condizioni standard di funzionamento (STC)
- **Angolo di Azimut:** posizione della superficie rispetto all'asse Nord - Sud; vale 0° se la superficie è rivolta a Sud, -90° se è rivolta ad Est
- **Angolo di Tilt:** angolo formato tra la superficie del modulo fotovoltaico e la superficie orizzontale
- **Inseguitore solare (Tracker):** dispositivo meccanico-automatico atto ad orientare favorevolmente rispetto ai raggi del Sole un pannello fotovoltaico, aumentando la potenza dell'energia solare captata e dunque la resa effettiva del dispositivo energetico
- **Pitch:** Interasse tra gli inseguitori solari
- **Efficienza di conversione di un modulo (espresso in %):** rapporto tra la potenza massima del modulo ed il prodotto tra la radiazione solare incidente e la sua superficie
- **Stringa:** insieme di moduli fotovoltaici elettricamente connessi alla rete
- **Generatore fotovoltaico:** insieme dei moduli fotovoltaici, collegati in serie/parallelo per ottenere la tensione/corrente desiderata
- **Gruppo di conversione:** insieme di apparecchiature elettroniche per la conversione della corrente continua, fornita dal generatore fotovoltaico, in corrente alternata

- **Impianto fotovoltaico:** sistema di produzione di energia elettrica mediante conversione diretta della luce, cioè della radiazione solare, in elettricità (effetto fotovoltaico); esso è essenzialmente costituito dal generatore fotovoltaico e dal gruppo di conversione
- **Potenza nominale** (o massima, o di picco, o di targa) del generatore fotovoltaico: potenza determinata dalla somma delle singole potenze nominali (o massime, o di picco, o di targa) di ciascun modulo fotovoltaico costituente il generatore, misurate nelle condizioni standard di riferimento STC
- **Quadro di consegna:** sistema elettrico di interfaccia tra il gruppo di conversione e la rete del distributore
- **Distributore:** soggetto che presta il servizio di distribuzione e vendita dell'energia elettrica agli utenti

3 PROGETTAZIONE DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO

3.1 ARCHITETTURA GENERALE DELL'IMPIANTO

Si riporta lo schema a blocchi dell'impianto:



3.2 CONFIGURAZIONE DEL GENERATORE FOTOVOLTAICO

L'impianto oggetto della presente relazione tecnica avrà una potenza nominale di **27.499 kWp**, suddiviso in **6** sottocampi. Ogni sottocampo prevederà l'utilizzo di inverter centralizzati del tipo SMA SUNNY CENTRAL UP, le cui taglie varieranno a seconda della potenza in DC del singolo sottocampo. L'impianto sarà quindi suddiviso e struttura come indicato dalla seguente tabella:

Descrizione sottocampo	Potenza di picco [kWp]	Inverter	
		Modello	Potenza [kVA]
Sottocampo 1	4606	SMA Sunny Central 4400 UP	4400
Sottocampo 2	4606	SMA Sunny Central 4400 UP	4400
Sottocampo 3	4606	SMA Sunny Central 4400 UP	4400
Sottocampo 4	4606	SMA Sunny Central 4400 UP	4400
Sottocampo 5	4566	SMA Sunny Central 4400 UP	4400
Sottocampo 6	4508	SMA Sunny Central 4400 UP	4400

La potenza totale installata in corrente alternata sarà dunque **29.440,00 kVA**.

L'impianto sarà suddiviso in sottocampi, per ognuno dei quali si dovrà realizzare un locale di conversione e trasformazione, all'interno del quale sarà installato l'inverter, i quadri elettrici di bassa tensione, il trasformatore BT/MT, i dispositivi di protezione dei montanti di media tensione dei trasformatori, un interruttore generale di media tensione e gli eventuali gruppi di misura dell'energia prodotta.

Definito il layout di impianto, che è stato progettato tenendo conto della superficie utile disponibile, del pitch tra filari di moduli per evitare fenomeni di auto-ombreggiamento e degli spazi necessari per l'installazione dei locali di conversione e trasformazione, di consegna e ricezione, il numero di moduli della stringa e il numero di stringhe da collegare in parallelo, sono stati determinati coordinando opportunamente le caratteristiche dei moduli fotovoltaici con quelle degli inverter scelti rispettando le seguenti condizioni:

- la massima tensione del generatore fotovoltaico deve essere inferiore alla massima tensione di ingresso dell'inverter;
- la massima tensione nel punto di massima potenza del generatore fotovoltaico non deve essere superiore alla massima tensione del sistema MPPT dell'inverter;
- la minima tensione nel punto di massima potenza del generatore fotovoltaico non deve essere inferiore alla minima tensione del sistema MPPT dell'inverter;
- la massima corrente del generatore fotovoltaico non deve essere superiore alla massima corrente in ingresso all'inverter.

Ad ogni inverter saranno collegate un numero variabile di stringhe, dipendente dalla potenza di picco del sottocampo, e queste saranno costituite da **28 moduli** fotovoltaici in serie.

Le stringhe fotovoltaiche saranno collegate in parallelo tra loro attraverso appositi quadri di parallelo stringhe, alloggiati direttamente nei pressi delle strutture di supporto dei moduli fotovoltaici. Da ciascun quadro di parallelo, partirà una linea in CC che si collegherà al locale inverter dove avverrà conversione e trasformazione.

Ciascun inverter verrà collegato al relativo trasformatore attraverso un quadro elettrico di bassa tensione equipaggiato con dispositivi di generatore (interruttori automatici di tipo magnetotermico-differenziale) e un interruttore automatico generale di tipo magnetotermico, attraverso il quale verrà realizzato il collegamento con l'avvolgimento BT del trasformatore stesso.

Ogni trasformatore verrà alloggiato nella medesima cabina dell'inverter ad esso collegato. Queste cabine saranno disposte ove possibile in posizione baricentrica rispetto ai generatori, e lungo dorsali, in modo tale da ridurre le perdite per effetto Joule sulle linee di bassa tensione in corrente continua e sulla linea in media tensione in corrente alternata.

All'interno di ciascun locale di "conversione e trasformazione" sarà predisposto un quadro elettrico di alta tensione, contenente interruttori di manovra-sezionatore combinati con fusibili per la protezione dei montanti di alta tensione dei trasformatori, un sezionatore di linea sotto-carico interbloccato con un sezionatore di terra.

Da ciascun quadro di alta tensione del locale cabina di trasformazione, partirà una linea elettrica in cavo interrato elettrificata che andrà ad attestarsi, eventualmente passando in entra - esce da altri quadri di alta tensione di altre cabine inverter, sulla corrispondente "cella partenza linea" del quadro elettrico di alta tensione installato all'interno della cabina utente.

Gli impianti saranno connessi dalla cabina utente alla SE attraverso dei cavidotti interrati.

La superficie totale occupata dai pannelli fotovoltaici in pianta è di **34,20 ha** sui **47,12 ha** disponibili nell'intero lotto. Da ciò si evince che il grado di copertura del terreno (Ground Coverage Ratio, GCR) è pari a circa il **53,4 %**.

3.3 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le principali normative e leggi di riferimento per la progettazione dell'impianto fotovoltaico sono le seguenti:

- conto energia 2011 DM 6 agosto 2010 pubblicato sulla G.U. n.197;
- norme CEI/IEC per la parte elettrica convenzionale;
- conformità al marchio CE per i componenti dell'impianto;
- norme CEI/IEC e/o JRC/ESTI per i moduli fotovoltaici;
- norme UNI/ISO per la parte meccanico/strutturale;

- Legge 123/07 e regolamenti attuativi per la prevenzione infortuni sul lavoro;
- regolamento attuazione DECRETO 22 gennaio 2008 n. 3721 per la sicurezza elettrica;
- Norma CEI 0-16 “Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica”;
- Norma CEI EN 61936-1 “Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a Parte 1: Prescrizioni comuni”;
- Norma CEI EN 50522 “Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a.”;
- Norma CEI 11-17 “Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica Linee in cavo”;
- Norma CEI 11-32 “Impianti di produzione di energia elettrica connessi a sistemi di III categoria”;
- Norma CEI UNI 70029 “Strutture sotterranee polifunzionali per la coesistenza di servizi a rete diversi Progettazione, costruzione, gestione e utilizzo – Criteri generali e di sicurezza”;
- Norma CEI UNI 70030 “Impianti tecnologici sotterranei – Criteri generali di posa”;
- Norma CEI 103-6 “Protezione delle linee di telecomunicazione dagli effetti dell’induzione elettromagnetica provocata dalle linee elettriche vicine in caso di guasto”;
- Norma CEI EN 61386-24 “Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche Parte 24: Prescrizioni particolari - Sistemi di tubi interrati”;
- D.M. MIN. INFRASTRUTTURE 14 gennaio 2008 Nuove Norme Tecniche Per Le Costruzioni (GU n.29 del 04-02-2008) e CIRC. C.S. LL.PP. 02 febbraio 2009, n. 617 Istruzioni per l'applicazione delle “nuove norme tecniche per la costruzioni” di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008 (GU n.47 del 26-2-2009 –Suppl. Ordinario n.27) relativo al calcolo dei carichi da vento e da neve sulle strutture.

L'elenco normativo è riportato soltanto a titolo di promemoria informativo; esso non è esaustivo per cui eventuali leggi o norme applicabili, anche se non citate, vanno comunque applicate.

Le opere e installazioni saranno eseguite a regola d'arte in conformità alle Norme applicabili CEI, IEC, UNI, ISO vigenti, anche se non espressamente richiamate nel seguito.

3.4 DATI TECNICI DI PROGETTO

Di seguito si riporta l'insieme degli elementi costituenti l'impianto di utente:

Di seguito si riporta l'insieme degli elementi costituenti l'impianto di utente:

- Fornitura in opera di **39284** moduli fotovoltaici in silicio monocristallino;
- Fornitura in opera di **1403** stringhe fotovoltaiche costituite da 28 moduli in serie;
- Fornitura in opera di **1403** tracker da **28** moduli;
- Fornitura in opera di cavi elettrici H1Z2Z2-K (1500 V dc) che dalla stringa arrivano al quadro di parallelo stringhe;
- Fornitura in opera di cavi elettrici H1Z2Z2-K (1500 V dc) che dai quadri parallelo stringhe arrivano agli inverter;
- Fornitura in opera di **6** cabine inverter containerizzate, di dimensioni complessive 6,056x2,437x2,895 m, nelle quali sono integrati gli inverter centralizzati SMA UP, i trasformatori BT/MT e le apparecchiature in AT;
- Fornitura in opera di linee di alta tensione in cavo interrato realizzate in cavo tripolare;
- Fornitura in opera di **6** cabine di dimensioni 12,192 x 2,438 x 2,896 m come volume tecnico;
- Realizzazione di **1** cabina con locale utente AT a 36 kV con struttura monoblocco prefabbricato in cemento armato vibrato, di dimensioni complessive 12,192 x 2,438 x 2,896 m, nella quale sarà collocato il quadro elettrico generale di AT a 36 kV
- Realizzazione di **1** cabina uso “control room”

3.5 ANALISI DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Nel seguente paragrafo saranno descritti gli impianti ed i cavidotti destinati ad ospitare le linee elettriche per il trasporto di energia tra i vari fabbricati destinati ad ospitare apparecchiature all'interno di un campo fotovoltaico.

Gli impianti da realizzare saranno:

- Fornitura in opera di linee elettriche di distribuzione in CC;
- Fornitura in opera di cabinet di connessione del cablaggio delle linee in CC;
- Fornitura in opera di linee elettriche di distribuzione in corrente continua in cavidotto interrato;
- Fornitura in opera di Inverter di trasformazione da corrente continua a corrente alternata;
- Realizzazione di cabine di campo MT/BT e di locali tecnici accessori;
- Realizzazione di cabina di ricezione AT.

4 SPECIFICHE TECNICHE DEI COMPONENTI

4.1 MODULI FOTOVOLTAICI

I moduli fotovoltaici di progetto avranno le seguenti caratteristiche tecniche:

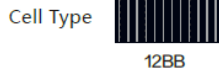


NTOPCon Technology

JW-HD132N

N-type
Bifacial Double Glass Mono Module

675-700W



700W

Maximum Power Output

22.53%

Maximum Module Efficiency

0~+5W

Power Output Tolerance



10-30% Additional Power Generation Gain
30 years lifespan brings 10-30% additional power generation comparing with conventional product



Better Weak Illumination Response
Wide spectral response, higher power output even under low-light settings like smog or cloudy days



ZERO LID (Light Induced Degradation)
N-type solar cell has no LID naturally, can increase power generation



Better Temperature Coefficient
Higher power generation under working conditions, thanks to passivating contact cell technology



Lower LCOE
High bifaciality, high power output, saving BOS cost

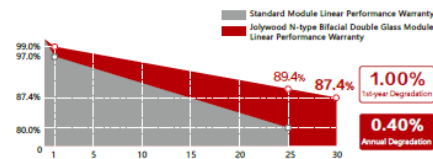


Wider Applicability
BIPV, vertical installation, snowfield, high-humid area, windy and dusty area

Jolywood Delivers Reliable Performance Over Time

- Leader of N-type bifacial technology
- Fully automatic facility and world-class technology
- Long term reliability tests passed
- BNEF Tier One

Linear Performance Warranty



12 Years Product Material & Workmanship 30 Years Linear Performance Warranty



Version 2021.10 ©Jolywood (Taizhou) Solar Technology Co., Ltd. All rights reserved.



JW-HD132N Series | N-type Bifacial Double Glass Mono Module

Electrical Properties | STC*

Testing Condition	Front Side	Front Side	Front Side	Front Side	Front Side	Front Side
Peak Power (Pmax) (W)	675	680	685	690	695	700
MPP Voltage (Vmp) (V)	38.6	38.8	39.0	39.2	39.4	39.5
MPP Current (Imp) (A)	17.50	17.54	17.58	17.62	17.66	17.73
Open Circuit Voltage (Voc) (V)	46.2	46.4	46.6	46.8	47.0	47.1
Short Circuit Current (Isc) (A)	18.57	18.62	18.67	18.72	18.76	18.82
Module Efficiency (%)	21.73	21.89	22.05	22.21	22.37	22.53

*STC: Irradiance 1000 W/m², Cell Temperature 25°C, AM1.5
The data above is for reference only and the actual data is in accordance with the practical testing
Power Measurement Tolerance ±3%

Electrical Properties | NOCT*

Testing Condition	Front Side	Front Side	Front Side	Front Side	Front Side	Front Side
Peak Power (Pmax) (W)	511	514	518	522	526	530
MPP Voltage (Vmp) (V)	36.2	36.4	36.6	36.7	36.9	37.0
MPP Current (Imp) (A)	14.11	14.14	14.17	14.21	14.24	14.29
Open Circuit Voltage (Voc) (V)	44.2	44.3	44.5	44.7	44.9	45.0
Short Circuit Current (Isc) (A)	14.97	15.01	15.05	15.09	15.13	15.17

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

Operating Properties

Operating Temperature (°C)	-40°C~+85°C
Maximum System Voltage (V)	1500V (IEC)
Maximum Series Fuse Rating (A)	30
Power Tolerance	0~+5W
Bifaciality*	75%

*Bifaciality=Pmaxrear (STC) /Pmaxfront (STC) , Bifaciality tolerance:±5%

Temperature Coefficient

Temperature Coefficient of Pmax*	-0.320%/°C
Temperature Coefficient of Voc	-0.260%/°C
Temperature Coefficient of Isc	+0.046%/°C
Nominal Operating Cell Temperature (NOCT)	42±2°C

*Temperature Coefficient of Pmax±0.03%/°C

Mechanical Properties

Cell Type	210.00mm*105.00mm
Number of Cells	132pcs(12*11)
Dimension	2384mm*1303mm*35mm
Weight	38kg
Front / Rear Glass*	2.0mm/2.0mm
Frame	Anodized Aluminium
Junction Box	IP68 (3 diodes)
Length of Cable*	4.0mm ² , +300mm/-180mm
Connector	MCA Compatible

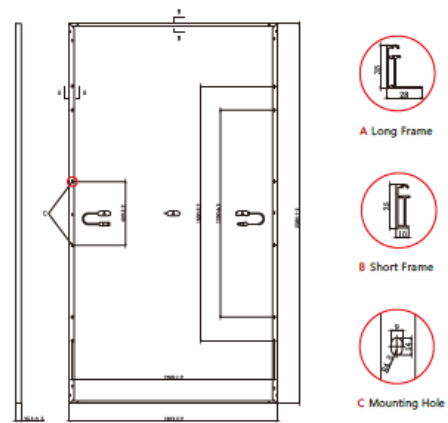
*Heat strengthened glass

*Cable length can be customized

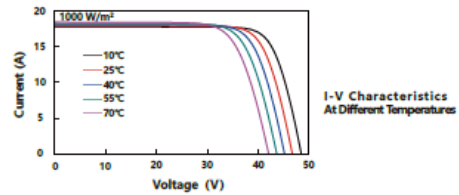
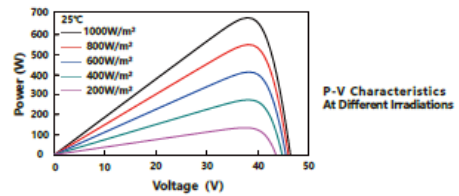
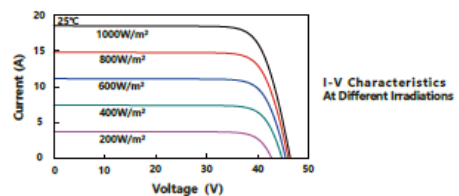
With Different Power Generation Gain (regarding 680W as an example)

Power Gain (%)	Peak Power (Pmax) (W)	MPP Voltage (Vmp) (V)	MPP Current (Imp) (A)	Open Circuit Voltage (Voc) (V)	Short Circuit Current (Isc) (A)
10	734	38.8	18.93	46.4	20.09
15	762	38.8	19.62	46.4	20.83
20	789	38.8	20.31	46.4	21.56
25	816	38.8	21.00	46.4	22.30
30	843	38.9	21.70	46.5	23.03

Engineering Drawing (unit: mm)



Characteristic Curves | HD132N-680



Packaging Configuration

Packing Type	40'HQ
Piece/Pallet	31
Pallet/Container	18
Piece/Container	558

*The specification and key features described in this datasheet may deviate slightly and are not guaranteed. Due to ongoing innovation, R&D enhancement, Jolywood (Taizhou) Solar Technology Co., Ltd. reserves the right to make any adjustment to the information described herein at any time without notice. Please always obtain the most recent version of the datasheet which shall be duly incorporated into the binding contract made by the parties governing all transactions related to the purchase and sale of the products described herein.



Add: No.6 Kaiyang Rd., Jiangyan Economic Development Zone,
Taizhou, Jiangsu Province, China, 225500
TEL: +86 523 80612799
Email: mkt@jolywood.cn

www.jolywood.cn



I valori di tensione alle varie temperature di funzionamento (minima, massima e d'esercizio) rientreranno nel range di accettabilità ammesso dall'inverter. Ogni serie di moduli sarà munita di diodo di blocco per isolare ogni stringa dalle altre in caso di accidentali ombreggiamenti, guasti etc.

La linea elettrica proveniente dai moduli fotovoltaici sarà messa a terra mediante appositi scaricatori di sovratensione con indicazione ottica di fuori servizio, al fine di garantire la protezione dalle scariche di origine atmosferica. I moduli fotovoltaici presenteranno le caratteristiche tecniche riportate nella tabella (calcolate a STC):

Voc [V]	47,10
Vmpp [V]	39,50
Impp [A]	17,73
Isc [A]	18,82

STC: *Standard Testing Condition*; Irradianza: 1000W/m²; Temperatura Cella: 25°C; Massa d'Aria: AM 1,5

4.2 GRUPPO DI CONVERSIONE – INVERTER

Il convertitore CC/CA utilizzato è idoneo al trasferimento della potenza dal campo fotovoltaico alla rete del distributore, in conformità ai requisiti normativi tecnici e di sicurezza applicabili. I valori della tensione e della corrente di ingresso di questa apparecchiatura sono compatibili con quelli del rispettivo campo fotovoltaico, mentre i valori della tensione e della frequenza in uscita sono compatibili con quelli della rete alla quale viene connesso l'impianto.

Le caratteristiche principali del gruppo di conversione saranno:

- inverter a commutazione forzata con tecnica PWM (Pulse-Width Modulation), senza clock e/o riferimenti interni di tensione o di corrente e dotato di funzione MPPT (inseguimento della massima potenza);
- ingresso lato CC da generatore fotovoltaico gestibile con poli non connessi a terra, ovvero con sistema IT;
- rispondenza alle norme generali su EMC e limitazione delle emissioni RF: conformità norme CEI EN 55011, CEI EN IEC 61000-6-2;
- protezioni per la sconnessione dalla rete per valori fuori soglia di tensione e frequenza della rete e per sovracorrente di guasto in conformità alle prescrizioni delle norme CEI 0-16 ed a quelle specificate dal distributore elettrico locale. Reset automatico delle protezioni per predisposizione ad avviamento automatico;
- conformità marchio CE;
- grado di protezione adeguato all'ubicazione in prossimità del campo fotovoltaico (IP65);
- dichiarazione di conformità del prodotto alle normative tecniche applicabili, rilasciato dal costruttore, con riferimento a prove di tipo effettuate sul componente presso un organismo di certificazione abilitato e riconosciuto;
- campo di tensione di ingresso adeguato alla tensione di uscita del generatore fotovoltaico;
- efficienza massima superiore 90 % al 70% della potenza nominale.

Il gruppo di conversione sarà composto da **6** inverter, e di seguito si riportano le specifiche tecniche.

SUNNY CENTRAL UP



SC 4000 UP / SC 4200 UP / SC 4400 UP / SC 4600 UP

Efficient

- Up to 4 inverters can be transported in one standard shipping container
- Overdimensioning up to 150% is possible
- Full power at ambient temperatures of up to 35°C

Robust

- Intelligent air cooling system OptiCool for efficient cooling
- Suitable for outdoor use in all climatic ambient conditions worldwide

Flexible

- One device for all applications
- PV application, optionally available with DC-coupled storage system

Easy to Use

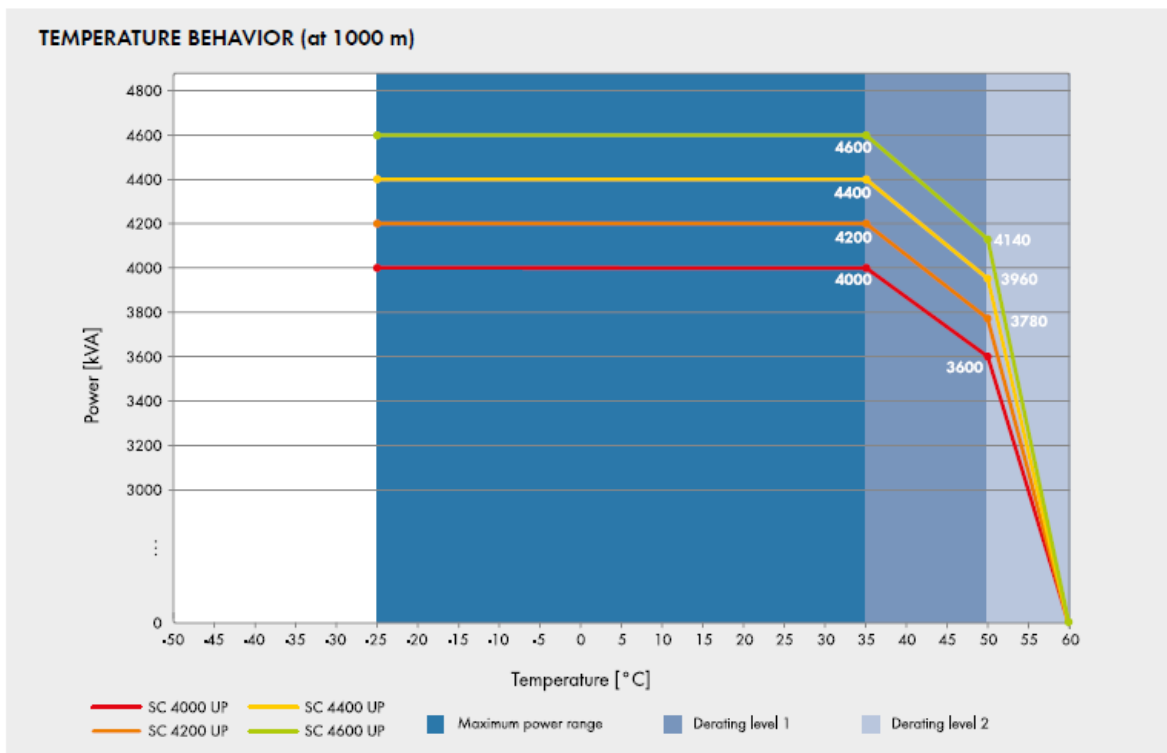
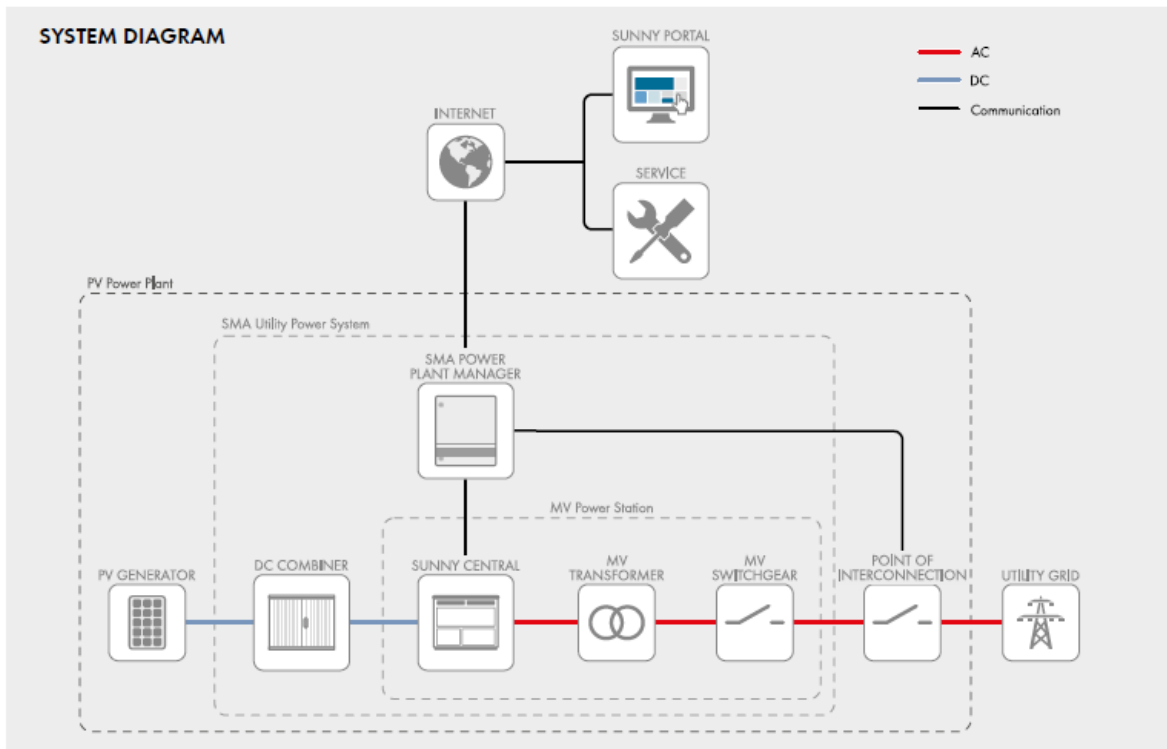
- Improved DC connection area
- Connection area for customer equipment
- Integrated voltage support for internal and external loads

SUNNY CENTRAL UP

The new Sunny Central: more power per cubic meter

With an output of up to 4600 kVA and system voltages of 1500 V DC, the SMA central inverter allows for more efficient system design and a reduction in specific costs for PV and battery power plants. A separate voltage supply and additional space are available for the installation of customer equipment. True 1500 V technology and the intelligent cooling system OptiCool ensure smooth operation even in extreme ambient temperature as well as a long service life of 25 years.

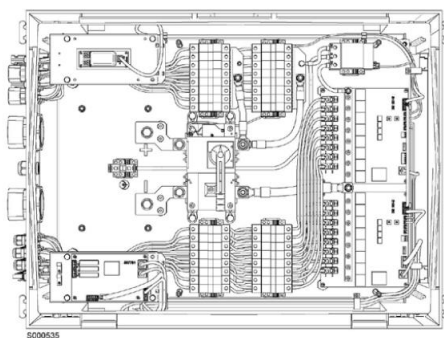
Technical Data	SC 4400 UP	SC 4600 UP
DC side		
MPP voltage range V_{DC} (at 25 °C / at 50 °C)	962 to 1325 V / 1000 V	1003 to 1325 V / 1040 V
Min. DC voltage $V_{DC, min}$ / Start voltage $V_{DC, start}$	934 V / 1112 V	976 V / 1153 V
Max. DC voltage $V_{DC, max}$	1500 V	1500 V
Max. DC current $I_{DC, max}$	4750 A	4750 A
Max. short-circuit current $I_{DC, SC}$	8400 A	8400 A
Number of DC inputs	Busbar with 26 connections per terminal, 24 double pole fused (32 single pole fused)	
Number of DC inputs with optional DC coupled storage	18 double pole fused (36 single pole fused) for PV and 6 double pole fused for batteries	
Max. number of DC cables per DC input (for each polarity)	2 x 800 kcmil, 2 x 400 mm ²	
Integrated zone monitoring	○	
Available PV fuse sizes (per input)	200 A, 250 A, 315 A, 350 A, 400 A, 450 A, 500 A	
Available battery fuse size (per input)	750 A	
AC side		
Nominal AC power at $\cos \varphi = 1$ (at 35 °C / at 50 °C)	4400 kVA ⁽³⁾ / 3960 kVA	4600 kVA ⁽⁴⁾ / 4140 kVA
Nominal AC active power at $\cos \varphi = 0.8$ (at 35 °C / at 50 °C)	3520 kW ⁽³⁾ / 3168 kW	3680 kW ⁽⁴⁾ / 3312 kW
Nominal AC current $I_{AC, nom}$ (at 35 °C / at 50 °C)	3850 A / 3465 A	3850 A / 3465 A
Max. total harmonic distortion	< 3% at nominal power	
Nominal AC voltage / nominal AC voltage range ^{(1) (6)}	660 V / 528 V to 759 V	690 V / 552 V to 759 V
AC power frequency / range	50 Hz / 47 Hz to 53 Hz 60 Hz / 57 Hz to 63 Hz > 2	
Min. short-circuit ratio at the AC terminals ⁽⁹⁾	● 1 / 0.8 overexcited to 0.8 underexcited	
Power factor at rated power / displacement power factor adjustable ^{(8) (10)}	● 1 / 0.8 overexcited to 0.8 underexcited	
Efficiency		
Max. efficiency ⁽²⁾ / European efficiency ⁽²⁾ / CEC efficiency ⁽²⁾	98.8% / 98.7% / 98.5%	98.9% / 98.7% / 98.5%
Protective Devices		
Input-side disconnection point	DC load break switch	
Output-side disconnection point	AC circuit breaker	
DC overvoltage protection	Surge arrester, type I & II	
AC overvoltage protection (optional)	Surge arrester, class I & II	
Lightning protection (according to IEC 62305-1)	Lightning Protection Level III	
Ground-fault monitoring / remote ground-fault monitoring	○ / ○	
Insulation monitoring	○	
Degree of protection: electronics / air duct / connection area (as per IEC 60529)	IP54 / IP34 / IP34	
General Data		
Dimensions (W / H / D)	2815 / 2318 / 1588 mm (110.8 / 91.3 / 62.5 inch)	
Weight	< 3700 kg / < 8158 lb	
Self-consumption (max. ⁽⁴⁾ / partial load ⁽⁵⁾ / average ⁽⁶⁾)	< 8100 W / < 1800 W / < 2000 W	
Self-consumption (standby)	< 370 W	
Internal auxiliary power supply	○ Integrated 8.4 kVA transformer	
Operating temperature range ⁽⁶⁾	-25 °C to 60 °C / -13 °F to 140 °F	
Noise emission ⁽⁷⁾	63.0 dB(A)*	
Temperature range (standby)	-40 °C to 60 °C / -40 °F to 140 °F	
Temperature range (storage)	-40 °C to 70 °C / -40 °F to 158 °F	
Max. permissible value for relative humidity (condensing / non-condensing)	95% to 100% (2 month/year) / 0% to 95%	
Maximum operating altitude above MSL ⁽⁶⁾ 1000 m / 2000 m ⁽¹¹⁾ / 3000 m ⁽¹¹⁾	● / ○ / -	
Fresh air consumption	6500 m ³ /h	
Features		
DC connection	Terminal lug on each input (without fuse)	
AC connection	With busbar system (three busbars, one per line conductor)	
Communication	Ethernet, Modbus Master, Modbus Slave	
Enclosure / roof color	RAL 9016 / RAL 7004	
Supply for external loads	○ (2.5 kVA)	
Standards and directives complied with	CE, IEC / EN 62109-1, IEC / EN 62109-2, AR-N 41 10, IEEE1547, UL 840 Cat. IV, Arrêté du 23/04/08	
EMC standards	IEC 55011, IEC 61000-6-2, FCC Part 15 Class A	
Quality standards and directives complied with	VDI/VDE 2862 page 2, DIN EN ISO 9001	
● Standard features ○ Optional – not available * preliminary		
Type designation	SC 4400 UP	SC 4600 UP



4.3 COMBINER BOX

Il Combiner Box è una scatola combinata progettata per un funzionamento ottimale e la massima sicurezza ossia è una stringa esterna di monitoraggio e disconnessione. Il Combiner Box ti consente di godere di un elevato livello di prestazioni del sistema monitoraggio, fornendo al contempo un'eccezionale sicurezza del sistema. Di seguito sono elencate le principali funzioni integrate di serie per COMBINER BOX

- Possibilità di connettere fino a 24 stringhe.
- Misura della corrente di ogni singola stringa.
- Rilevazione del mismatch.
- Allarmi di apertura stringa e rilevamento di scarsa prestazione.
- Due misure ambientali di irraggiamento e temperatura.
- Fusibili su entrambi i poli (fusibili non inclusi).
- Sezionatore DC sotto carico.
- Dispositivi per la protezione da sovratensioni, SPD.
- Rilevazione dello stato del sezionatore DC.
- Rilevazione dello stato del dispositivo SPD.
- Connettori PV ad innesto rapido.
- Cassetta in poliestere rinforzato fibra di vetro autoestinguente e resistente ai raggi UV.
- Grado di protezione IP65.
- Sistema di comunicazione seriale completamente integrato con il sistema di Telecontrollo di Elettronica Santerno, con segnalazione di allarme in caso di perdita di comunicazione e Autodiagnostica avanzata.



Combiner Box

4.4 DISPOSITIVI DI PROTEZIONE SUL COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA

La protezione del sistema di generazione fotovoltaica nei confronti sia della rete autoproduttore che da quella di distribuzione pubblica sarà realizzata in conformità a quanto previsto dalla norma CEI 0-16.

Eventuali modifiche all'architettura finale del sistema di connessione, protezione e regolazione saranno concordate con il gestore di rete come richiesto nella Delibera 188/05 dell'Autorità dell'energia elettrica ed il gas.

L'impianto verrà equipaggiato con un sistema di protezione che si articola su tre livelli:

- dispositivo del generatore;
- dispositivo di interfaccia;
- dispositivo generale.

4.4.1 DISPOSITIVO DEL GENERATORE

Ciascun inverter sarà protetto in uscita da un interruttore automatico con sganciatore di apertura collegato al pannello del dispositivo di interfaccia in modo da agire come dispositivo di ricalzo all'interfaccia.

L'inverter sarà anche dotato di dispositivi contro le sovratensioni generate in condizioni anomale lato CA.

4.4.2 DISPOSITIVO DI INTERFACCIA

Il dispositivo di interfaccia (DDI) gestirà la disconnessione automatica dell'impianto di generazione in caso di mancanza di tensione sulla rete di distribuzione. Questo fenomeno, detto funzionamento in isola, dovrà essere assolutamente evitato, soprattutto perché potrà tradursi in condizioni di pericolo per il personale addetto alla ricerca e alla riparazione dei guasti. Il dispositivo di interfaccia sarà costituito da un interruttore in BT con bobina di sgancio a mancanza di tensione. A protezione della rete di distribuzione pubblica, come richiesto dalla CEI 0-16, sarà presente il dispositivo di interfaccia della Thytronic del tipo NV10P (o equivalente), che assicurerà protezioni 59, 27, 59N, 81O, 81U conforme alla norma CEI 0-16.

4.4.3 DISPOSITIVO GENERALE

Il dispositivo generale (DG) avrà la funzione di salvaguardare il funzionamento della rete nei confronti di guasti nel sistema di generazione elettrica. Il dispositivo generale sarà costituito dai seguenti componenti:

- sezionatore generale, posto immediatamente a valle di ciascun punto di connessione e destinato a sezionare l'impianto di utenza per la connessione dalla rete;
- interruttore generale, posto immediatamente a valle del sezionatore generale e in grado di escludere dall'impianto di rete per la connessione l'intero impianto di utenza.

4.5 OPERE CIVILI

4.5.1 CAVIDOTTI

I cavidotti, di lunghezza pari a **8700 m**, saranno del tipo corrugato con doppia parete liscia internamente in polietilene alta densità (PEAD) e dovranno contenere il filo guida in rame isolato per un eventuale reinfilaggio dei cavi, filo che rimarrà anche dopo la posa dei conduttori di alimentazione.

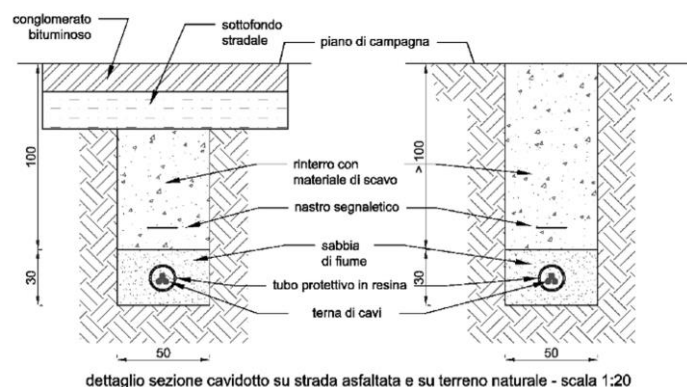
La posa delle linee in cavo in cavidotto è classificata come posa tipo 61 nella norma CEI 64-8.

Le caratteristiche sono:

- temperatura di posa: -30/+60 °C

- resistenza allo schiacciamento: ≥ 750 N
- resistenza dielettrica: > 800 kV/cm
- resistenza d'isolamento: > 100 M Ω

Gli scavi a sezione ristretta, necessari per la posa dei cavi elettrici avranno ampiezza massima di **1 m** e profondità massima di **1,5 m**. La larghezza dello scavo potrà variare in relazione al numero di linee elettriche (terne di cavi) che dovranno essere posati. Gli scavi, effettuati con mezzi meccanici, saranno realizzati evitando scoscendimenti, franamenti, ed in modo tale che le acque scorrenti alla superficie del terreno non abbiano a riversarsi nei cavi. I materiali rinvenuti dagli scavi a sezione ristretta, realizzati per la posa dei cavi, saranno momentaneamente depositati in prossimità degli scavi stessi o in altri siti individuati nel cantiere. Successivamente lo stesso materiale sarà riutilizzato per il rinterro. Quanto in eccesso sarà utilizzato per il rimodellamento dell'orografia generale del sito.



4.5.2 RETE ELETTRICA DI TRASMISSIONE BT CC E CA

Il trasporto dell'energia generata dai pannelli fotovoltaici agli inverter avverrà per mezzo di cavi tipo H1Z2Z2-K (1500 Vcc a norma CEI EN 50618. Hanno delle caratteristiche particolari essendo adatti ad essere esposti per lungo tempo al sole e funzionare ad alta temperatura) posati all'interno dei cavidotti sopraccitati.

Il collegamento tra stringhe ed inverter avverrà mediante di COMBINER BOX cassette di parallelo stringhe da **24** ingressi.

Il collegamento tra gli inverter ed i trasformatori, in corrente alternata, avrà invece la minima lunghezza possibile, necessaria solo al trasporto di energia dalla zona inverter al locale trasformazione all'interno della cabina di campo. Le stringhe saranno costituite dalla serie di singoli moduli fotovoltaici e singolarmente sezionabili, provviste di diodo di blocco e di protezioni contro le sovratensioni. È stata inoltre prevista la separazione galvanica tra la parte in corrente continua dell'impianto e la rete.

4.5.3 RETE DI AT

La rete di AT a 36 kV di tutto il campo fotovoltaico sarà formata da rami che collegheranno le **2** cabine di inverter alla cabina con locale utente AT a 36 kV. I molteplici rami sono giustificati dal fatto che le cabine di campo sono distanti tra loro. Cabine inverter e cabine di consegna dove sono inserite le relative protezioni, interruttori di manovra e sezionatori oltre che la protezione generale e d'interfaccia in conformità ai criteri d'allaccio CEI 0-16.

4.5.4 CAVI ELETTRICI E DI CABLAGGIO

Il cablaggio delle apparecchiature elettroniche in media tensione sarà realizzato con conduttori in alluminio.

Il trasporto di energia avverrà a mezzo di cavi tipo ARE4H5E o similare in modo da contenere la caduta di potenziale entro il 2% come da Guida Tecnica CEI 82-24. Per non compromettere la sicurezza di chi opera sull'impianto durante la verifica o l'adeguamento o la manutenzione, i conduttori avranno la seguente colorazione:

- conduttori di protezione: giallo-verde (obbligatorio);
- conduttore di neutro: blu chiaro (obbligatorio);
- conduttore di fase: grigio / marrone;
- conduttore per circuiti in corrente continua: chiaramente siglato con indicazione del positivo con “+” e del negativo con “-“. In caso di utilizzo di sistema di messa a terra tipo TN-C il conduttore PEN avente funzione congiunta di neutro e di protezione potrà essere giallo verde con fascetta blu chiaro o blu chiaro con fascetta giallo verde.

4.5.5 RECINZIONE, PARCHEGGI, AREE DI CANTIERE, ZONE DI TRANSITO

La distanza della recinzione dalle strade e dai confini di proprietà è determinata nel rispetto delle disposizioni del codice della strada e dello strumento urbanistico vigente nel comune interessato (PRGC Masserano).

Inoltre, per impedire la visuale dall'esterno si procederà alla realizzazione di opere di mitigazione, vedere tavola M_7.2_MAS_OMA_0 – “Particolari sestri di impianto opere di mitigazione ambientale”.

Saranno realizzate aree provvisorie di cantiere per lo stoccaggio dei pannelli, del materiale elettrico, dei manufatti in carpenteria metallica, parcheggi e zone di transito.

Maggiori dettagli sono presenti nell'elaborato M_3.12_MAS_DO_0 - “Planimetria di cantierizzazione – fasi di lavoro” e nel relativo allegato M_3.12.1_MAS_DO_0 – “Programma di attuazione e cantierizzazione”.

4.5.6 STRUTTURE DI SUPPORTO (TRACKER)

Il particolare profilo dei pali Z consente una efficace penetrazione in differenti tipologie di terreni ed un'ottima tenuta alle sollecitazioni dovute alla movimentazione della struttura e carichi di vento. Entrambe le tipologie di pali presentano delle asolature per il successivo fissaggio delle teste palo. La presenza di asole consente una più accurata regolazione dell'allineamento della struttura e la compensazione di eventuali errori in fase di infissione.

Sul palo centrale sono imbullonate due piastre ad L per l'ancoraggio del gruppo motore (definite teste motore) e su queste viene fissato il gruppo motore stesso, al quale vengono successivamente accoppiate le prime due travi centrali.

Analogamente per ogni palo Z sono presenti delle piastre a T (definite teste palo), sulle quali sono fissati i cuscinetti per la rotazione della struttura.

Nella parte centrale della struttura sono presenti il motore e il gruppo di riduzione. Le travi sono l'elemento portante dell'intera struttura. Queste sono ancorate al motore e passanti all'interno dei cuscinetti. Le travi attraverso opportuni giunti sono collegate in serie, andando a formare un'unica struttura.

Sulle travi verranno installati i moduli fotovoltaici. Specifici supporti con profilo omega (zeta quelli terminali) verranno fissati alle travi e grazie alla presenza di fori di dimensioni compatibili con quelli presenti sui moduli sarà possibile l'ancoraggio del generatore fotovoltaico all'inseguitore.

4.5.7 CABINE PREFABBRICATE

Di seguito si riportano i componenti della struttura prefabbricata per le cabine.

Pareti

Le pareti verticali formano una struttura con superficie interna liscia senza nervature, contenenti le sedi di posizionamento e fissaggio dei relativi infissi di ingresso e griglie di aereazione per il vano trasformatore.

Solette di copertura

La soletta di copertura, realizzata in conglomerato cementizio armato, è dimensionata in modo da sopportare sovraccarichi accidentali fino a 400 kg/m². Il collegamento di unione tra la struttura scatolare monolitica e la soletta di copertura, oltre a particolari sedi di incastro, è garantito da adeguata bulloneria in acciaio sbullonabile solo dall'interno della cabina.

Pavimenti

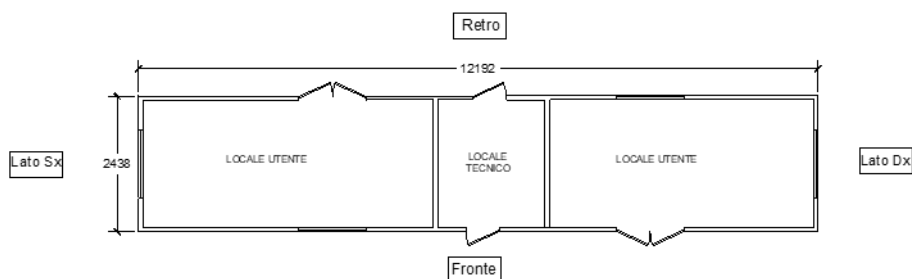
Il pavimento monoblocco con le pareti è realizzato da una soletta piana resistente alle infiltrazioni d'acqua, ed è dimensionato per sostenere il carico trasmesso dalle apparecchiature elettromeccaniche, fissate allo stesso, a mezzo di appositi inserti metallici filettati e risponde alle seguenti caratteristiche:

- carico permanente, uniformemente distribuito di 500 kg/m²;
- carico mobile, tale da poter posizionare ovunque un carico di 3000 kg localizzati, comunque distribuito su quattro appoggi situati ai vertici di un quadrato di lato 1 m.

Lo stesso è provvisto di appositi cavedi per il passaggio dei cavi MT e AT in entrata ed in uscita dalla cabina stessa. Nessuna limitazione è data per quanto riguarda la loro dimensione, disposizione, destinazione dei locali e posizionamento dei serramenti. Le cabine presentano una notevole resistenza agli agenti atmosferici.

Il tetto è stato impermeabilizzato con guaina catramata, saldata al tetto e verniciata con pittura bituminosa di colore alluminio. La ventilazione naturale all'interno dei box avviene tramite finestre di aerazione che consentono l'eliminazione dei fenomeni di condensa. Per maggiori dettagli vedere tavola M_6.4_MAS_DP_0 – "Schema tipologico cabine in campo".

- PLANIMETRIA -



Planimetria cabina utente

4.6 SICUREZZA DELL'IMPIANTO

4.6.1 PROTEZIONE DA CORTI CIRCUITI SUL LATO CC DELL'IMPIANTO

Gli impianti fotovoltaici sono realizzati attraverso il collegamento in serie/parallelo di un determinato numero di moduli, a loro volta realizzati attraverso il collegamento in serie/parallelo di celle inglobate e sigillate in un unico pannello d'insieme. Pertanto gli impianti fotovoltaici di qualsiasi dimensione conservano le caratteristiche elettriche della singola cella, semplicemente a livelli di tensione e correnti superiori, a seconda del numero di celle connesse in serie (per ottenere tensioni maggiori) oppure in parallelo (per ottenere correnti maggiori). Negli impianti fotovoltaici la corrente di corto circuito dell'impianto non può superare la somma delle correnti di corto circuito delle singole stringhe.

4.6.2 PROTEZIONE DA CONTATTI ACCIDENTALI LATO CC

Le tensioni continue sono particolarmente dannose per la salute. Il contatto accidentale con una tensione di oltre 500 V in corrente continua, che è la tensione tipica delle stringhe, può avere conseguenze letali. Per ridurre il rischio di contatti pericolosi il campo fotovoltaico lato corrente continua è assimilabile ad un sistema IT cioè flottante da terra. La separazione galvanica tra il lato corrente continua e il lato corrente alternata è garantita dalla presenza del trasformatore BT/MT. In tal modo, perché un contatto accidentale sia realmente pericoloso occorre che si entri in contatto contemporaneamente con entrambe le polarità del campo. Il contatto accidentale con una sola delle polarità non ha praticamente conseguenze, a meno che una delle polarità del campo non sia casualmente a contatto con la massa. Per prevenire tale eventualità gli inverter sono muniti di un opportuno dispositivo di rivelazione degli squilibri verso massa, che ne provoca l'immediato spegnimento e l'emissione di una segnalazione di allarme.

4.6.3 PROTEZIONE DALLE FULMINAZIONI

Un campo fotovoltaico correttamente collegato a massa, non altera in alcun modo l'indice ceraunico della località di montaggio, e quindi la probabilità di essere colpito da un fulmine. I moduli fotovoltaici sono in alto grado insensibili alle sovratensioni atmosferiche, che invece possono risultare pericolose per le apparecchiature elettroniche di condizionamento della potenza. Per ridurre i danni dovuti ad eventuali sovratensioni i quadri di parallelo sottocampi sono muniti di varistori su entrambe le polarità dei cavi d'uscita. I varistori, per prevenire eventuali incendi, saranno segregati in appositi scomparti antideflagranti. In caso di sovratensioni i varistori collegano una od entrambe le polarità dei cavi a massa e provocano l'immediato spegnimento degli inverter e l'emissione di un segnale d'allarme.

4.6.4 SICUREZZE SUL LATO CA DELL'IMPIANTO

La limitazione delle correnti del campo fotovoltaico comporta analogia limitazione anche nelle correnti in uscita dagli inverter. Corti circuiti sul lato alternata dell'impianto sono tuttavia pericolosi perché possono provocare ritorni da rete di intensità non limitata. L'interruttore MT di tipo SF6 è equipaggiato con una protezione generale di massima corrente e una protezione contro i guasti a terra.

4.6.5 PREVENZIONE FUNZIONAMENTO IN ISOLA

In accordo a quanto prescritto dalla normativa italiana sarà previsto, incorporato nell'inverter, un dispositivo per prevenire il funzionamento in isola dell'impianto, come descritto nel paragrafo 4.4 – "DISPOSITIVI DI PROTEZIONE SUL COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA".

4.6.6 DISPOSITIVI DI PROTEZIONE SUL COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA

All'interno del campo fotovoltaico sarà realizzata una rete di terra costituita da dispersori in acciaio zincato del tipo per posa nel terreno e da un conduttore di terra in rame da 35 mm². A tale rete saranno collegate tutte le strutture metalliche di supporto dei moduli e la recinzione. L'impianto di terra sarà rispondente alle normative vigenti specificate in paragrafo 3.3 - "NORMATIVA DI RIFERIMENTO", in particolare alla Norma CEI EN 50522 "Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a." e la Norma CEI 99-5 "Guida per l'esecuzione degli impianti di terra delle utenze attive e passive connesse ai sistemi di distribuzione con tensione superiore a 1 kV in c.a.".

Prima della messa in servizio dell'impianto, saranno effettuate le verifiche dell'impianto di terra previste dal D.P.R. 22 ottobre 2001 n. 462.

4.6.7 ANTINCENDIO, ANTINTRUSIONE, SORVEGLIANZA ED ILLUMINAZIONE

Per quanto riguarda l'antincendio si specifica che l'attività di costruzione ed esercizio dell'impianto fotovoltaico non è soggetta al controllo preventivo dei Vigili del Fuoco, in quanto non rientra fra le attività soggette ai controlli di prevenzione incendi ai sensi del D.P.R. 1° agosto 2011 n. 151. Saranno svolte le normali procedure antincendio previste dalle normative di sicurezza sul lavoro vigenti (D. Lgs. 81/08): in particolare i locali tecnici saranno muniti di estintori ad anidride carbonica e a polvere. L'impianto sarà provvisto di sistema anti-intrusione costituito da un insieme di sensori volumetrici per esterno multi tecnologia.

Il sistema di illuminazione del perimetro del lotto sarà collegato al sistema di anti-intrusione, collegato con gli organi di sicurezza locali e/o con agenzie private di vigilanza in modo tale che, qualsiasi forma di allerta interessi la recinzione perimetrale, provocherà l'accensione delle luci. L'impianto inoltre sarà munito di un sistema di sorveglianza composto da telecamere night & day a infrarossi posizionate con un interasse pari a **45 m**.

L'illuminazione sarà alloggiata su carpenterie snelle ed il fascio luminoso sarà rivolto verso il basso (tavola di progetto M_3.11_MAS_DO_0 - "Planimetria e particolare illuminazione e telesorveglianza") e sarà conforme a quanto previsto dalla legge regionale 24 marzo 2000, n. 31 *"Disposizioni per la prevenzione e lotta all'inquinamento luminoso e per il corretto impiego delle risorse energetiche"*.

4.6.8 SISTEMA DI CONTROLLO E MONITORAGGIO

Il sistema di controllo dell'impianto avverrà tramite: controllo locale e controllo remoto.

Controllo locale: monitoraggio con PC, posto in prossimità dell'impianto, tramite software apposito in grado di monitorare e controllare gli inverter e le altre sezioni di impianto.

Controllo remoto: gestione a distanza dell'impianto tramite modem GPRS con scheda di rete e Data-Logger per l'acquisizione dei dati relativi agli inverter, quadri di campo, dispositivi di protezione in MT e contatori di energia. Esso avviene da centrale (servizio assistenza) con il medesimo software del controllo locale.

Le grandezze controllate dal sistema sono:

- potenze dell'inverter;
- tensione di campo dell'inverter;
- corrente di campo dell'inverter;
- radiazioni solari;
- temperatura ambiente;
- velocità del vento;
- letture dell'energia attiva e reattiva prodotte.

La connessione tra gli inverter e il PC avviene tramite un box acquisizione (convertitore USB/RS485 MODBUS). Sullo stesso BUS si inserisce la scheda di acquisizione ambientale per la misura della temperatura ambiente, dell'irraggiamento e della velocità del vento.

5 INDICAZIONE DELLA PRODUTTIVITÀ E DELLE EMISSIONI DI CO₂ EVITATE

L'analisi di producibilità dell'impianto fotovoltaico "Masserano" è stata realizzata tramite software PVSyst.

Dopo aver inserito tutti i dati di input descritti in relazione (paragrafo 2.2 – "L'IMPIANTO FOTOVOLTAICO") come:

- dati meteorologici;
- tipologia impianto;
- tipo e numero di moduli;
- tipo e numero di inverter;
- parametri di perdita;
- modello 3D dell'impianto fotovoltaico.

Il software fornisce, dopo la valutazione delle ombre, in output un insieme di dati, tra i quali la producibilità annua ed il rendimento PR (Performance Ratio). Si riporta di seguito il report generato dalla simulazione con il suddetto software.

PVSYST V6.88	Rensolar one srl (Italy)		11/04/22	Pagina 1/8
Sistema connesso in rete: Parametri di simulazione				
Progetto :	Masserano			
Luogo geografico	Filatura Fontanella Spa	Paese	Italia	
Ubicazione	Latitudine	45.55° N	Longitudine	8.26° E
Ora definita come	Ora legale	Fuso orario TU+1	Altitudine	232 m
	Albedo	0.20		
Dati meteo:	Filatura Fontanella Spa	PVGIS api TMY - TMY		
Variante di simulazione : Calculation version n° 17 of 08/04/2022				
	Data di simulazione	11/04/22 13h36		
Parametri di simulazione	Tipo di sistema	Sistema inseguitori con indetreggiamento (backtracking)		
Piano a inseguimento, asse inclinato	Inclinazione asse	0°	Azimut asse	-7°
Limitazioni di rotazione	Phi minimo	-55°	Phi massimo	55°
	Tracking algorithm	Astronomic calculation		
Strategia Backtracking	N. di eliostati	1403	Campo (array) identico	
	Distanza eliostati	9.00 m	Larghezza collettori	4.81 m
Angolo limite indetreggiamento	Limiti phi	+/- 57.6°	Fattore di occupazione (GCR)	53.4 %
Modelli utilizzati	Trasposizione	Perez	Diffuso	Importato
Orizzonte	Altezza media	1.3°		
Ombre vicine	Ombre lineari			
Bisogni dell'utente :	Carico illimitato (rete)			
Caratteristiche campo FV				
Modulo FV	Si-mono	Modello	JW-HD132N-700	
definizione customizzata dei parametri	Costruttore	Jolywood		
Numero di moduli FV	In serie	28 moduli	In parallelo	1403 stringhe
Numero totale di moduli FV	N. di moduli	39284	Potenza nom. unit.	700 Wp
Potenza globale campo	Nominale (STC)	27499 kWp	In cond. di funz.	25317 kWp (50°C)
Caratt. di funzionamento campo FV (50°C)	U mpp	1004 V	I mpp	25211 A
Superficie totale	Superficie modulo	122030 m²	Superficie cella	114340 m²
Inverter	Modello	Sunny Central 4400 UP		
definizione customizzata dei parametri	Costruttore	SMA		
Caratteristiche	Tensione di funzionamento	962-1325 V	Potenza nom. unit.	4400 kWac
Gruppo di inverter	N. di inverter	6 unità	Potenza totale	26400 kWac
			Rapporto Pnom	1.04
Fattori di perdita campo FV				
Perdite per sporco campo			Fraz. perdite	2.0 %
Fatt. di perdita termica	Uc (cost)	29.0 W/m²K	Uv (vento)	0.0 W/m²K / m/s
Perdita ohmica di cablaggio	Res. globale campo	0.65 mOhm	Fraz. perdite	1.5 % a STC
Perdita diodo di serie	Caduta di tensione	0.7 V	Fraz. perdite	0.1 % a STC
LID - Light Induced Degradation			Fraz. perdite	2.0 %
Perdita di qualità moduli			Fraz. perdite	-0.2 %
Perdite per "mismatch" moduli			Fraz. perdite	0.3 % a MPP
Perdita disadattamento Stringhe			Fraz. perdite	0.10 %

PVSYST V6.88	Rensolar one srl (Italy)						11/04/22	Pagina 2/8	
Sistema connesso in rete: Parametri di simulazione									
Effetto d'incidenza, profilo definito utente (IAM): Vetro Fresnel antiriflesso, nVetro=1.526, n(AR)=1.290									
0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°	
1.000	0.999	0.987	0.962	0.892	0.816	0.681	0.440	0.000	
Fattori di perdita sistema									
Trasformatore esterno		Perdita ferro (connesso 24h)		27058 W		Fraz. perdite		0.1 % a STC	
		Perdite resistive/induttive		0.161 mOhm		Fraz. perdite		1.0 % a STC	

PVSYST V6.88	Rensolar one srl (Italy)	11/04/22	Pagina 3/8
--------------	--------------------------	----------	------------

Sistema connesso in rete: Definizione orizzonte

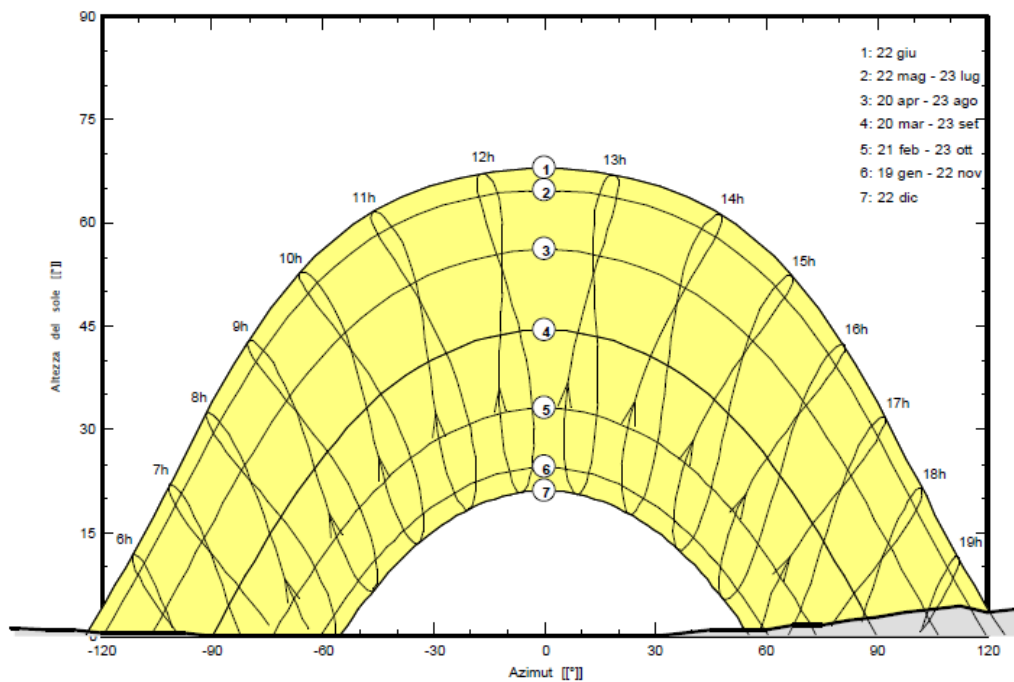
Progetto : Masserano
Variante di simulazione : Calculation version n° 17 of 08/04/2022

Parametri principali del sistema	Tipo di sistema	Sistema inseguitori con indetreggiamento (backtracking)		
Orizzonte	Altezza media	1.3°		
Ombre vicine	Ombre lineari			
Orientamento inseguitori, asse inclinato, Inclinazione asse		0°	Azimet asse	-7°
Moduli FV	Modello	JW-HD132N-700	Pnom	700 Wp
Campo FV	Numero di moduli	39284	Pnom totale	27499 kWp
Inverter	Modello	Sunny Central 4400 UP	Pnom	4400 kW ac
Gruppo di inverter	Numero di unità	6.0	Pnom totale	26400 kW ac
Bisogni dell'utente	Carico illimitato (rete)			

Orizzonte	Altezza media	1.3°	Fattore su diffuso	0.98
	Fattore su albedo	100 %	Frazione albedo	0.89

Altezza [°]	2.3	2.3	1.5	1.5	1.1	1.1	0.8	0.8	0.4	0.4	0.0
Azimet [°]	-180	-173	-165	-158	-150	-143	-135	-128	-120	-98	-90
Altezza [°]	0.0	0.4	0.8	0.8	1.5	1.5	2.3	2.7	3.4	3.8	4.2
Azimet [°]	30	38	45	60	68	75	83	90	98	105	113
Altezza [°]	3.4	3.8	4.2	4.2	3.8	3.8	3.1	2.7	2.3		
Azimet [°]	120	128	135	143	150	158	165	173	180		

Horizon from PVGIS website API, Lat=45°32'42', Long=8°15'38', Alt=232m



PVsynt Licensed to: Rensolar one srl (Italy)

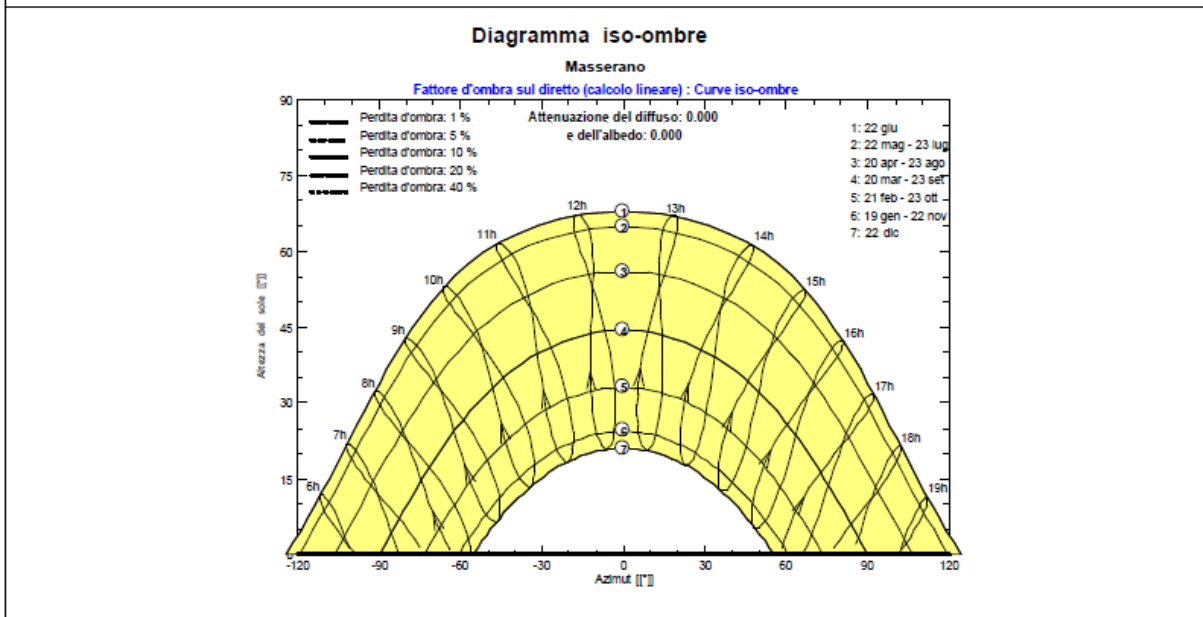
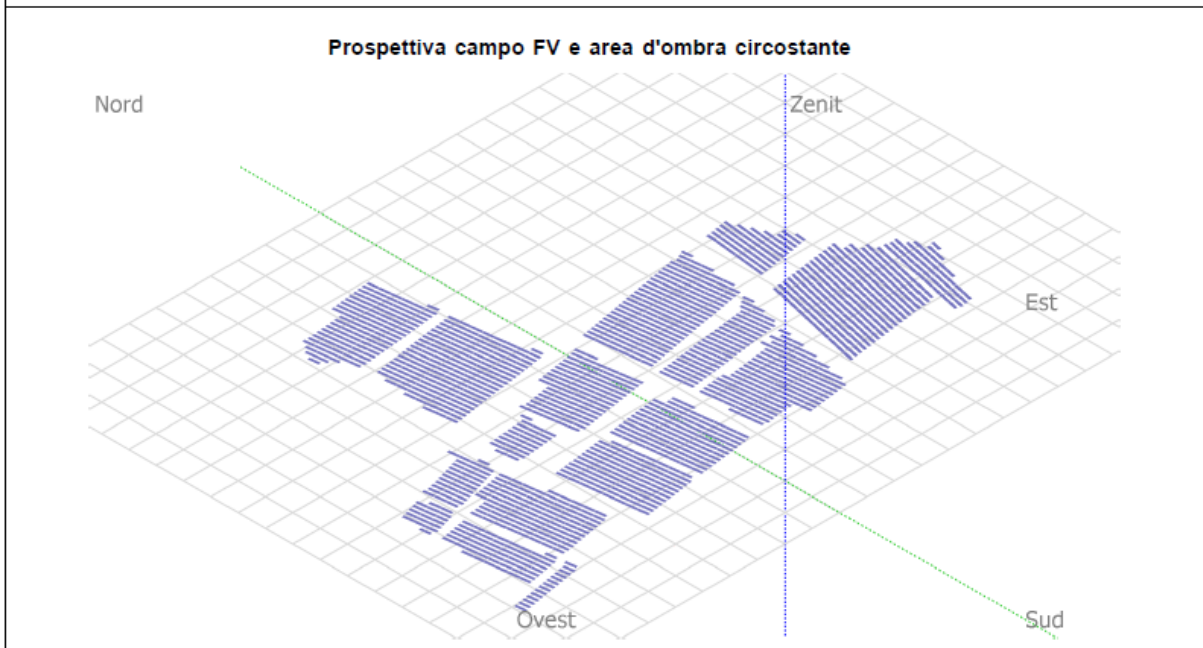
Traduzione senza garanzia, Solo il testo inglese fa fede.

PVSYST V6.88	Rensolar one srl (Italy)	11/04/22	Pagina 4/8
--------------	--------------------------	----------	------------

Sistema connesso in rete: Definizione ombre vicine

Progetto : Masserano
Variante di simulazione : Calculation version n° 17 of 08/04/2022

Parametri principali del sistema	Tipo di sistema	Sistema inseguitori con indetreggiamento (backtracking)	
Orizzonte	Altezza media	1.3°	
Ombre vicine	Ombre lineari		
Orientamento orizzontale , asse inclinato, inclinazione asse	Modello	JW-HD132N-700	Azimut asse -7°
Moduli FV	Numero di moduli	39284	Pnom totale 27499 kWp
Campo FV	Modello	Sunny Central 4400 UP	Pnom 4400 kW ac
Inverter	Numero di unità	6.0	Pnom totale 26400 kW ac
Gruppo di inverter	Carico illimitato (rete)		
Bisogni dell'utente			



PV Syst Licensed to Rensolar one srl (Italy)

Traduzione senza garanzia. Solo il testo inglese fa fede.

PVSYST V6.88	Rensolar one srl (Italy)	11/04/22	Pagina 5/8
--------------	--------------------------	----------	------------

Sistema connesso in rete: Risultati principali

Progetto : Masserano

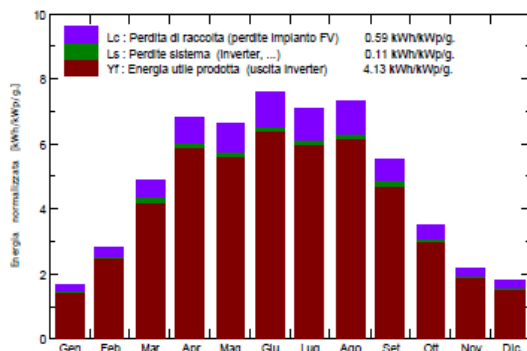
Variante di simulazione : Calculation version n° 17 of 08/04/2022

Parametri principali del sistema	Tipo di sistema	Sistema inseguitori con indetreggiamento (backtracking)	
Orizzonte	Altezza media	1.3°	
Ombre vicine	Ombre lineari		
Orientamento	0°	Azimut asse	-7°
Moduli FV	Modello	JW-HD132N-700	Pnom 700 Wp
Campo FV	Numero di moduli	39284	Pnom totale 27499 kWp
Inverter	Modello	Sunny Central 4400 UP	Pnom 4400 kW ac
Gruppo di inverter	Numero di unità	6.0	Pnom totale 26400 kW ac
Bisogni dell'utente	Carico illimitato (rete)		

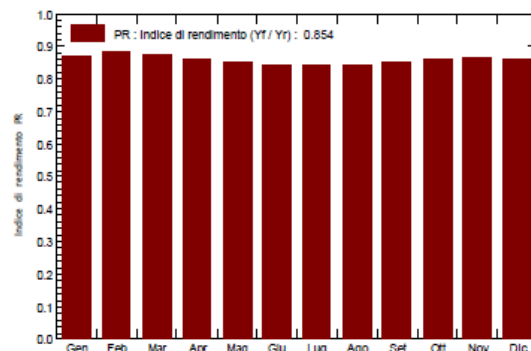
Risultati principali di simulazione

Produzione sistema	Energia prodotta	41403 MWh/anno	Prod. spec.	1506 kWh/kWp/anno
	Indice di rendimento PR	85.41 %		

Produzione normalizzata (per kWp installato): Potenza nominale 27499 kWp



Indice di rendimento PR



Calculation version n° 17 of 08/04/2022

Bilanci e risultati principali

	GlobHor kWh/m ²	DiffHor kWh/m ²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray MWh	E_Grid MWh	PR
Gennaio	41.1	20.44	3.58	51.9	47.2	1288	1243	0.870
Febbraio	61.9	25.26	3.50	78.9	73.2	1979	1921	0.885
Marzo	117.8	45.45	8.10	150.3	140.8	3711	3615	0.875
Aprile	160.8	53.89	12.74	204.7	193.3	4979	4853	0.862
Maggio	169.8	71.13	15.53	205.2	193.1	4925	4799	0.850
Giugno	187.9	71.38	20.01	227.6	214.9	5395	5263	0.841
Luglio	182.6	78.10	20.98	220.7	207.8	5220	5091	0.839
Agosto	180.2	63.54	21.06	227.5	214.8	5399	5268	0.842
Settembre	133.1	51.42	17.96	166.3	156.4	4001	3902	0.853
Ottobre	86.3	39.07	13.85	108.9	101.3	2653	2582	0.862
Novembre	51.0	22.51	8.45	65.5	59.9	1609	1559	0.866
Dicembre	41.7	17.75	4.39	55.1	49.5	1353	1308	0.863
Anno	1414.3	559.94	12.56	1762.7	1652.0	42510	41403	0.854

Legenda:	GlobHor	Irraggiamento orizz. globale	GlobEff	Globale "effettivo", corr. per IAM e ombre
	DiffHor	Irraggiamento diffuso orizz.	EArray	Energia effettiva in uscita campo
	T_Amb	T amb.	E_Grid	Energia iniettata nella rete
	GlobInc	Globale incidente piano coll.	PR	Indice di rendimento

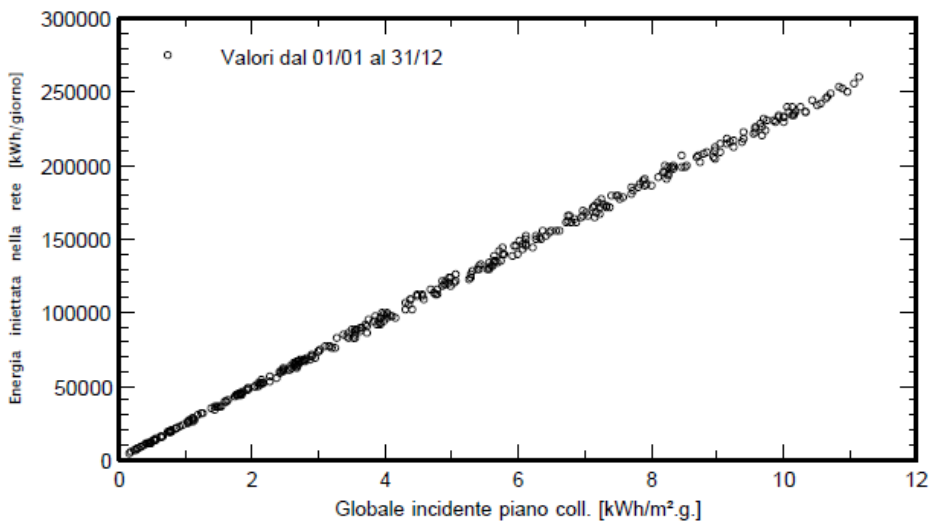
PVSYST V6.88	Rensolar one srl (Italy)	11/04/22	Pagina 6/8
--------------	--------------------------	----------	------------

Sistema connesso in rete: Grafici speciali

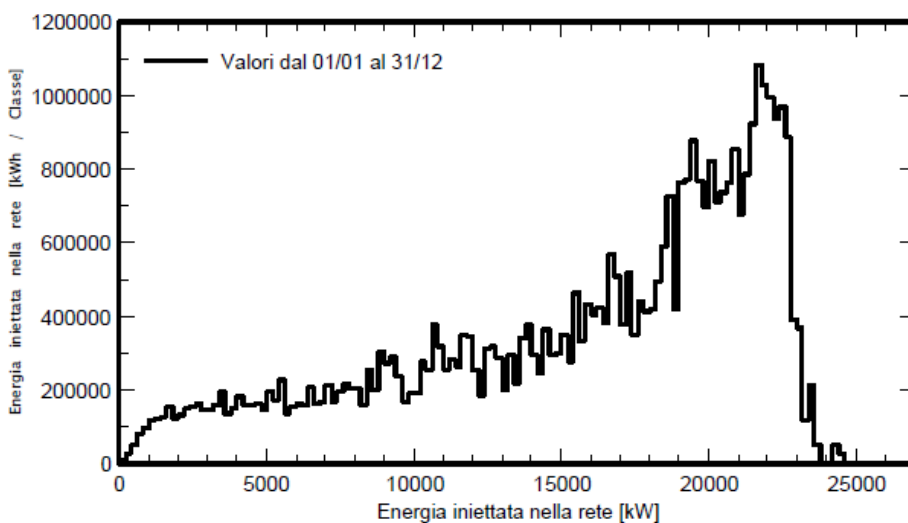
Progetto : Masserano
Variante di simulazione : Calculation version n° 17 of 08/04/2022

Parametri principali del sistema	Tipo di sistema	Sistema inseguitori con indetreggiamento (backtracking)	
Orizzonte	Altezza media	1.3°	
Ombre vicine	Ombre lineari		
Orientamento in campo FV, asse inclinato, Azimut asse	Inclinazione asse	0°	Azimut asse -7°
Moduli FV	Modello	JW-HD132N-700	Pnom 700 Wp
Campo FV	Numero di moduli	39284	Pnom totale 27499 kWp
Inverter	Modello	Sunny Central 4400 UP	Pnom 4400 kW ac
Gruppo di inverter	Numero di unità	6.0	Pnom totale 26400 kW ac
Bisogni dell'utente	Carico illimitato (rete)		

Daily Input/Output diagram



System Output Power Distribution



PVsystem Licensed to Rensolar one srl (Italy)

Traduzione senza garanzia. Solo il testo inglese fa fede.

PVSYST V6.88	Rensolar one srl (Italy)	11/04/22	Pagina 7/8
--------------	--------------------------	----------	------------

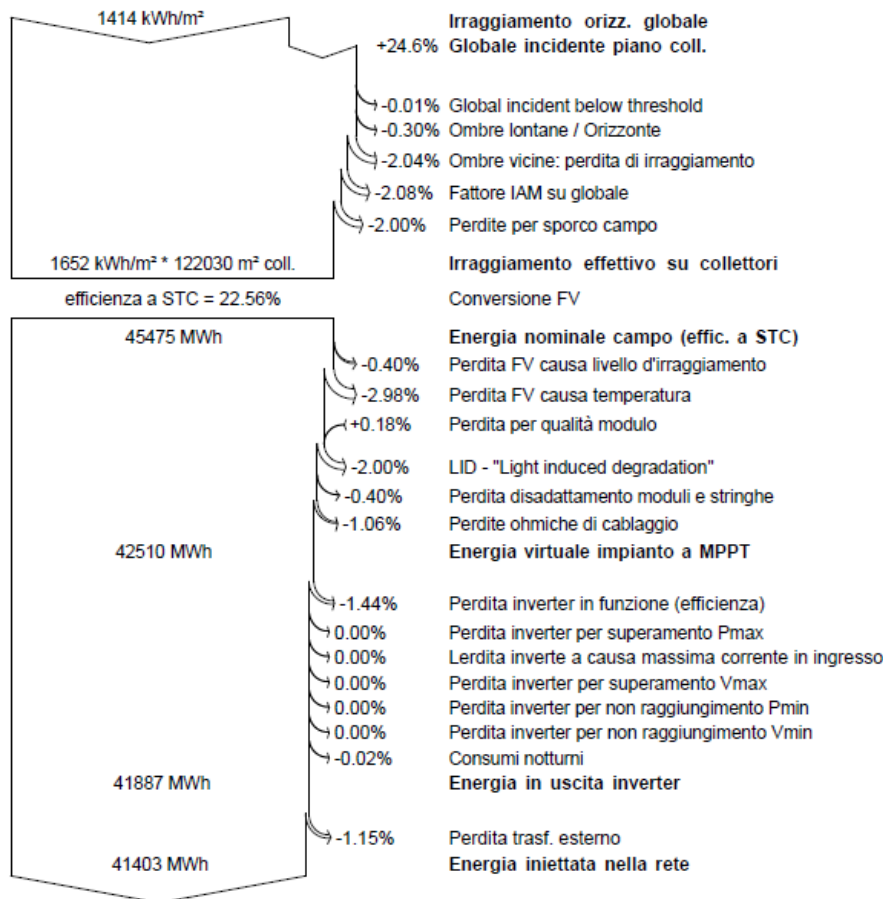
Sistema connesso in rete: Diagramma perdite

Progetto : Masserano

Variante di simulazione : Calculation version n° 17 of 08/04/2022

Parametri principali del sistema	Tipo di sistema	Sistema inseguitori con indetreggiamento (backtracking)	
Orizzonte	Altezza media	1.3°	
Ombre vicine	Ombre lineari		
Orientamento o asse di inseguimento, asse inclinato, inclinazione asse	Inclinazione asse	0°	Azimut asse -7°
Moduli FV	Modello	JW-HD132N-700	Pnom 700 Wp
Campo FV	Numero di moduli	39284	Pnom totale 27499 kWp
Inverter	Modello	Sunny Central 4400 UP	Pnom 4400 kW ac
Gruppo di inverter	Numero di unità	6.0	Pnom totale 26400 kW ac
Bisogni dell'utente	Carico illimitato (rete)		

Diagramma perdite sull'anno intero



PVSYST V6.88	Rensolar one srl (Italy)	11/04/22	Pagina 8/8
Sistema connesso in rete: CO2 Balance			
Progetto : Masserano			
Variante di simulazione : Calculation version n° 17 of 08/04/2022			
Parametri principali del sistema	Tipo di sistema	Sistema inseguitori con indetreggiamento (backtracking)	
Orizzonte	Altezza media	1.3°	
Ombre vicine	Ombre lineari		
Orientamento inseguitori, asse inclinato, Inclinazione asse		0°	Azimet asse -7°
Moduli FV	Modello	JW-HD132N-700	Pnom 700 Wp
Campo FV	Numero di moduli	39284	Pnom totale 27499 kWp
Inverter	Modello	Sunny Central 4400 UP	Pnom 4400 kW ac
Gruppo di inverter	Numero di unità	6.0	Pnom totale 26400 kW ac
Bisogni dell'utente	Carico illimitato (rete)		
Produced Emissions	Total:	55927.37 tCO2	
	Source:	Detailed calculation from table below	
Replaced Emissions	Total:	525403.0 tCO2	
	System production:	41402.91 MWh/a	Lifetime: 30 years
			Annual Degradation: 0.6 %
	Grid Lifecycle Emissions:	423 gCO2/kWh	
	Source:	IEA List	Country: Italy
CO2 Emission Balance	Total:	426224.8 tCO2	
System Lifecycle Emissions Details:			
Item	Modules	Supports	
LCE	1407 kgCO2/kWp	2.82 kgCO2/kg	
Quantity	34773 kWp	2483750 kg	
Subtotal [kgCO2]	48919694	7007677	
<p>The graph shows a linear relationship between time (Anno) and saved CO2 emissions (Balance [tCO2]). The x-axis ranges from 0 to 30 years, and the y-axis ranges from -100,000 to 500,000 tCO2. A green line starts at (0,0) and reaches approximately 400,000 tCO2 at 30 years.</p>			

PVsyyst Licensed to Rensolar one srl (Italy)

Traduzione senza garanzia, Solo il testo inglese fa fede.

Inseriti i dati del mixer energetico nazionale dalla simulazione si evince che l'impianto fotovoltaico potrà far risparmiare **426224,8 tonnellate** di CO₂ durante il suo ciclo di vita.

6 OPERE DI MITIGAZIONE E COMPENSAZIONE PAESAGGISTICO-AMBIENTALE

Nel presente capitolo si riporta la descrizione degli interventi che saranno realizzati per migliorare l'inserimento paesaggistico-ambientale delle opere in progetto, suddividendoli tra interventi di mitigazione paesaggistico-ambientale e interventi di compensazione ambientale.

Gli interventi di mitigazione paesaggistico-ambientale hanno come scopo principale quello di mitigare la percezione visiva dell'impianto in progetto nei confronti delle aree contermini, ampliando allo stesso tempo gli elementi della rete ecologica esistente, con evidenti benefici nei confronti delle componenti vegetazionali e faunistiche presenti.

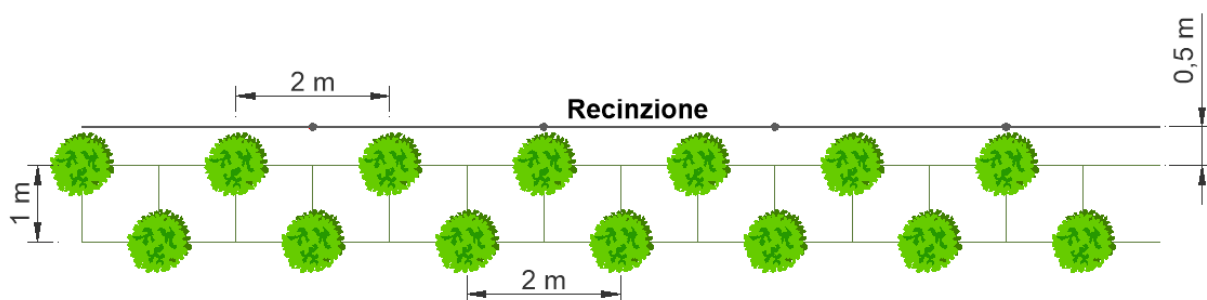
Gli interventi di compensazione ambientale prevedono invece una riduzione dell'ingombro effettivo del parco fotovoltaico in progetto rispetto all'area potenzialmente utilizzabile (aree in proprietà), favorendo nello specifico la presenza di una maggiore variabilità ambientale e la ricostituzione di habitat caratteristici della zona di intervento tra cui l'ecosistema baraggivo.

Di seguito si riporta la descrizione delle caratteristiche qualitative e quantitative degli interventi in progetto, mentre per la visualizzazione grafica degli interventi in progetto si rimanda alla Tavola M-7.1-MAS-OMA-0 "Opere di mitigazione e compensazione ambientale" e alla Tavola M-7.2-MAS-OMA-0 "Particolari sestri di impianto - opere di mitigazione e compensazione ambientale".

6.1 SIEPI ARBUSTIVE PERIMETRALI E INTERNE ALL'IMPIANTO

Perimetralmente all'impianto fotovoltaico sarà realizzata una siepe arbustiva che avrà lo scopo principale di mitigare l'impatto visivo che l'intervento in progetto potrà determinare nei confronti delle aree contermini.

La siepe in progetto sarà realizzata a circa 0,5 metri dalla recinzione perimetrale e sarà costituita da due file arbustive distanziate e sfalsate tra loro di circa 1 metro al fine di massimizzare l'effetto di mascheramento visivo; all'interno di ogni fila, ogni esemplare arbustivo sarà invece distanziato di circa 2 metri (vedi Figura seguente).



Schema d'impianto della siepe arbustiva perimetrale alla recinzione

Le siepi sopra descritte saranno inoltre realizzate anche all'interno delle aree occupate dall'impianto fotovoltaico, in modo tale da rompere il rigido impianto planimetrico determinato dalle file parallele dei pannelli fotovoltaici e rafforzare ulteriormente la connettività ambientale dell'area, nel rispetto, ove possibile, dell'attuale mosaico paesaggistico determinato dal disegno delle vasche risicole.

Tutte le specie utilizzate saranno di origine autoctona al fine di promuovere la tutela e la diffusione delle specie forestali autoctone e indigene del territorio regionale; saranno inoltre adatte alle caratteristiche pedo-climatiche dell'area e caratterizzate da abbondanti fioriture e da un'elevata produzione baccifera.

Complessivamente, la siepe in progetto presenterà una lunghezza pari a circa 8,16 km lineari e saranno messi a dimora 8.162 esemplari arbustivi, così suddivisi:

Specie	n. esemplari/modulo	n. totale
Sanguinello (<i>Cornus sanguinea</i>)	2	1.166
Nocciolo (<i>Corylus avellana</i>)	2	1.166
Biancospino (<i>Crataegus monogyna</i>)	2	1.166
Fusaggine (<i>Euonymus europaeus</i>)	2	1.166
Frangola (<i>Frangula alnus</i>)	2	1.166
Ligustro (<i>Ligustrum vulgare</i>)	2	1.166
Prugnolo (<i>Prunus spinosa</i>)	2	1.166
Totale	14	8.162

Gli esemplari arbustivi messi a dimora saranno governati al fine di limitare il più possibile eventuali ombreggiamenti nei confronti dell'adiacente impianto fotovoltaico, prevedendo potature periodiche che tuttavia non dovranno pregiudicare la forma e il portamento tipico delle diverse specie impiegate, limitando pertanto i potenziali aspetti di artificialità derivanti dalla presenza di barriere vegetali lineari.

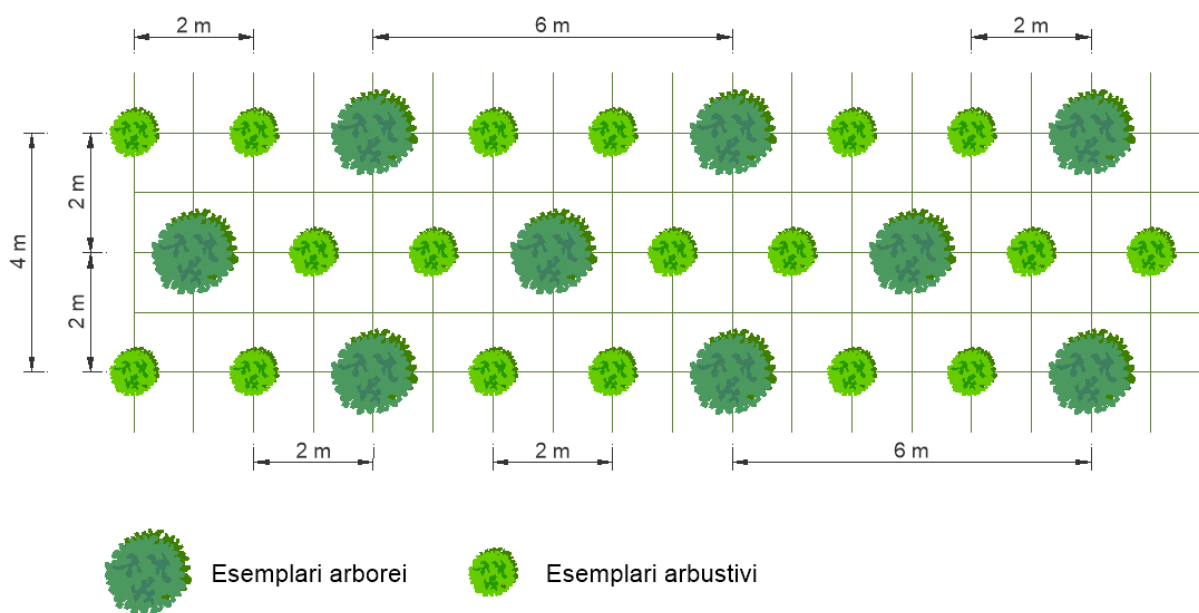
Si specifica infine che, in corrispondenza dei canali demaniali presenti nell'area, le siepi in progetto saranno realizzate ad una distanza non inferiore ai 4 metri dagli stessi, così come previsto dall'art. 96 del R.D. 503/1904.

6.2 INTERVENTI DI COMPENSAZIONE AMBIENTALE

6.2.1.1 SIEPI ARBOREO-ARBUSTIVE DI CONNESSIONE ECOLOGICA

Allo scopo di incrementare il livello di connettività ecologica dell'area e, in particolare, collegare gli 8 km di siepe perimetrale e interna all'impianto (vedi paragrafo precedente) con le limitrofe aree interne alla Riserva Naturale delle Baragge e al Sito ZSC IT1120004 "Baraggia di Rovasenda", all'interno delle aree in proprietà (vedi Tavola M-7.1-MAS-OMA-0) saranno realizzate numerose siepi arboreo-arbustive che raggiungeranno un'estensione complessiva pari a circa 1,5 km lineari (1.490 metri).

Il sesto d'impianto adottato, rappresentato nella Figura seguente, prevede la realizzazione di 3 file distanziate di circa 2 metri; lungo le file, ogni esemplare arboreo sarà distanziato di circa 6 metri l'uno dall'altro, mentre tra ogni esemplare arbustivo, o tra un esemplare arboreo ed uno arbustivo, sarà mantenuta una distanza d'impianto di circa 2 metri.



Schema d'impianto delle siepi arboreo-arbustive di connessione ecologica.

Tutte le specie saranno di origine autoctona e adatte alle caratteristiche pedo-climatiche dell'area; in particolare, per quanto riguarda le specie arboree, saranno utilizzate le specie caratteristiche del querceto-carpinetto (Farnia e Carpino bianco), ampiamente presenti all'interno della Riserva Naturale delle Baragge.

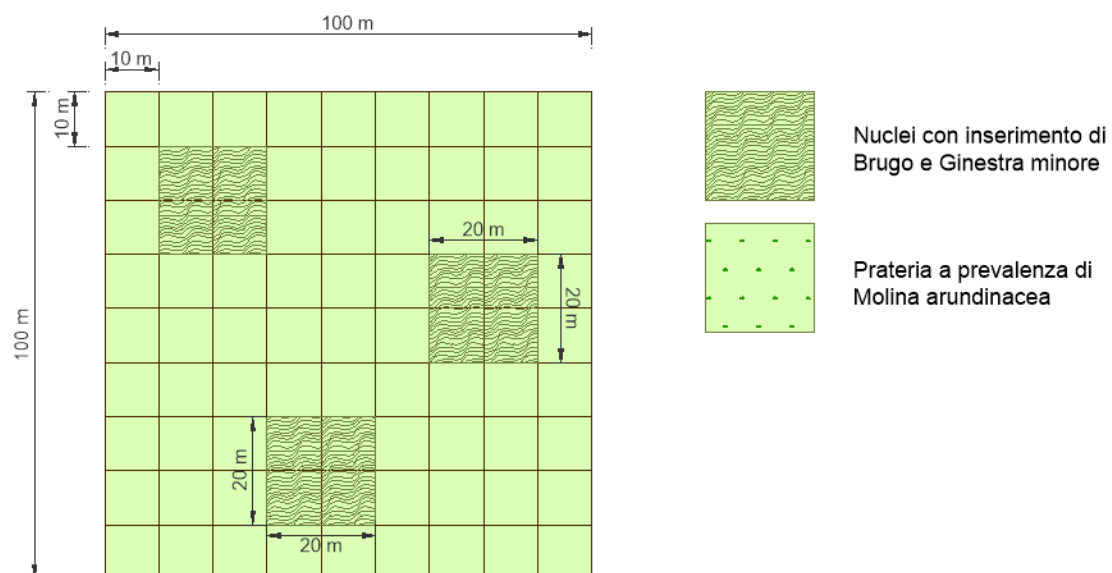
Complessivamente saranno messi a dimora 745 esemplari arborei e 1.490 esemplari arbustivi, così suddivisi:

Specie	n. esemplari/modulo	n. totale
Arboree		
Acero campestre (<i>Acer campestre</i>)	3	249
Carpino bianco (<i>Carpinus betulus</i>)	3	248
Farnia (<i>Quercus robur</i>)	3	248
Arbustive		
Sanguinello (<i>Cornus sanguinea</i>)	3	331
Nocciolo (<i>Corylus avellana</i>)	3	248
Biancospino (<i>Crataegus monogyna</i>)	3	332
Ligustro (<i>Ligustrum vulgare</i>)	3	248
Prugnolo (<i>Prunus spinosa</i>)	3	331
Totale	27	2.235

6.2.1.2 RICOSTITUZIONE ECOSISTEMA BARAGGIOVO

Obiettivo dell'intervento è quello di ricostituire degli ambienti riconducibili a quello delle praterie baraggive e all'habitat di interesse comunitario cod. 4060 "Lande a brughiera"; si tratta sostanzialmente di praterie costituite in prevalenza da *Molinia arundinacea* e, in secondo luogo, da *Festuca tenuifolia*, *Danthonia decumbens* e *Agrostis tenuis*. In alcune zone queste praterie sono accompagnate da macchie basso arbustive in cui è possibile rinvenire il brugo (*Calluna vulgaris*) e altre specie tra cui la ginestra spinosa (*Genista germanica*), la ginestra minore (*Genista tinctoria*), la frangola (*Frangula alnus*), e la ginestra dei carbonai (*Cytisus scoparius*).

L'intervento in esame, che si estenderà su una superficie pari a circa 9,58 ettari, consisterà nella realizzazione di praterie erbacee incolte costituite in prevalenza da *Molinia arundinacea*, specie target dell'habitat, all'interno del quale saranno inseriti nuclei basso arbustivi le cui specie principali saranno il brugo (*Calluna vulgaris*) e la ginestra minore (*Genista tinctoria*); i nuclei arbustivi presenteranno dimensioni indicative pari a circa 400 m² e occuperanno una circa il 12% dell'intera superficie destinata alla ricostituzione dell'ecosistema baraggivo (vedi schema rappresentato nella Figura seguente)



Schema d'impianto per la ricostituzione dell'ecosistema baraggivo.

Allo scopo di realizzare in modo corretto gli interventi previsti, si ritiene tuttavia opportuno in fase esecutiva concordare le modalità operative dell'intervento, ad esempio nel reperimento delle sementi idonee che potranno anche eventualmente essere raccolte da siti indicati dall'Ente stesso.

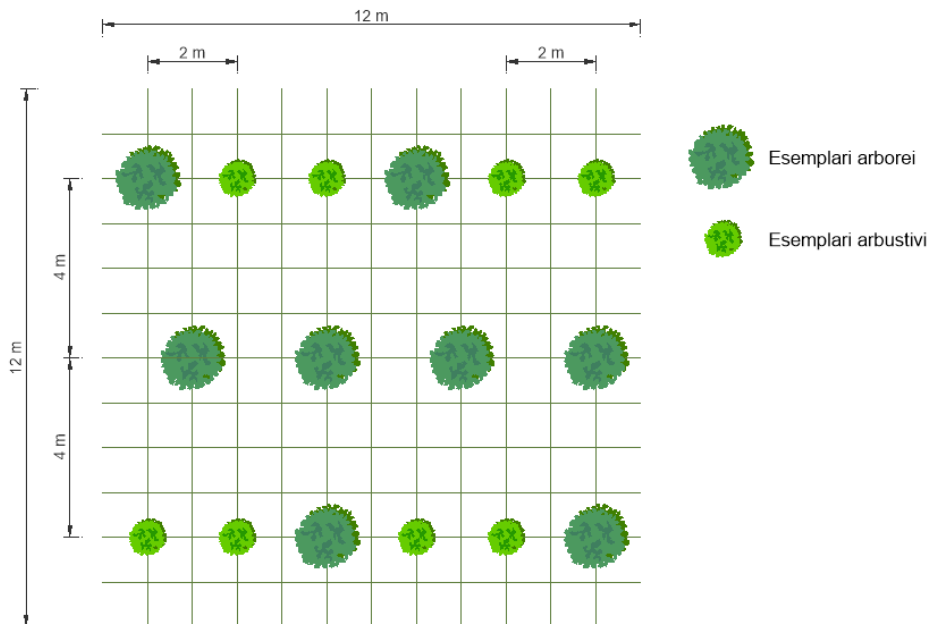
Per quanto riguarda infine le modalità di gestione degli ecosistemi baraggivi che si propone di ricostituire, si dovrà prevedere di effettuare uno sfalcio annuale in epoca tardiva per non interferire con la fioritura delle specie vegetali in esso presenti, prevedendo inoltre regolari controlli finalizzati ad evitare l'eventuale ingresso di specie arboree ed arbustive (ad es. Betulla, ecc.).

6.2.2 NUCLEI BOSCATI

Nel settore meridionale dell'impianto saranno realizzati due nuclei boscati che avranno lo scopo di diversificare ulteriormente le tipologie ambientali e le nicchie ecologiche previste in corrispondenza dell'impianto in progetto; sarà pertanto creata un'alternanza tra ambienti prativi e nuclei boscati di limitate dimensioni, a cui si affiancherà il capillare sistema di siepi arbustive e d arboreo-arbustive.

Per la realizzazione dei nuclei boscati in progetto si è fatto riferimento ad una delle principali tipologie forestali nella zona in esame, nello specifico il Quercio-carpineto, ampiamente diffuso all'interno della Riserva naturale delle Baragge.

Il modulo d'impianto prevede la realizzazione di file di alberi e arbusti distanziate di 4 metri l'una dall'altra in modo tale da permettere le corrette operazioni di manutenzione nei primi anni successivi all'impianto; lungo le file, la distanza d'impianto sarà pari a 2 metri tra arbusto-arbusto e arbusto-albero, mentre tra albero-albero la distanza di impianto sarà pari a 3 metri.



Schema d'impianto delle fasce boscate in progetto.

Complessivamente, i nuclei boscati in progetto si estenderanno su una superficie pari a circa 3.930 m²; le caratteristiche qualitative e quantitative dell'intervento sono invece riportate nella seguente tabella.

Specie arborea	n. esemplari/modulo	n. totale
Carpino bianco (<i>Carpinus betulus</i>)	2	55
Pioppo tremolo (<i>Populus tremula</i>)	2	54
Ciliegio selvatico (<i>Prunus avium</i>)	2	54
Farnia (<i>Quercus robur</i>)	2	55

Specie arbustive		
Sanguinello (<i>Cornus sanguinea</i>)	2	55
Nocciolo (<i>Corylus avellana</i>)	2	54
Biancospino (<i>Crataegus monogyna</i>)	2	55
Sambuco nero (<i>Sambucus nigra</i>)	2	54
Totale		437

6.2.3 AREE A PRATO POLIFITA

In seguito alla cantierizzazione dell'opera, le aree situate al di sotto dei pannelli fotovoltaici saranno prive o parzialmente prive di copertura erbacea; si procederà pertanto ad effettuare in tali aree la semina di miscugli di specie erbacee annuali, perenni o perennanti allo scopo di accelerare il naturale processo di colonizzazione da parte di specie erbacee caratteristiche del prato polifita.

Tale intervento avrà lo scopo di favorire l'instaurarsi di un prato polifita, che consentirà la presenza di una ricca entomofauna che si trova alla base della catena alimentare per molte specie (ad es. uccelli e mammiferi).

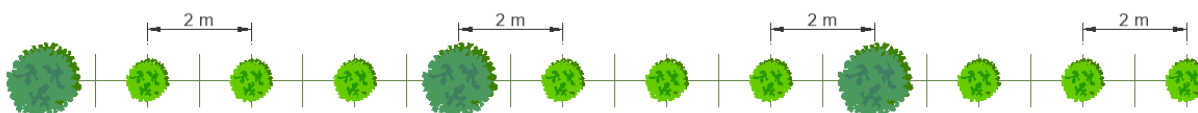
L'inerbimento sarà effettuato tramite semina a spaglio utilizzando un miscuglio costituito per l'80% da graminacee (*Lolium perenne*, *Festuca arundinacea*, *Festuca rubra*, *Dactylis glomerata* e *Poa pratensis*) e per il 20% da leguminose (*Trifolium repens* e *Lotus corniculatus*); tale miscuglio potrà essere eventualmente integrato da una piccola percentuale (ca 10%) di varie specie di dicotiledoni a valenza ecologica (entomofauna) ed estetica (fioritura).

Così come indicato graficamente nell'elaborato M-7.1-MAS-OMA-0 "Opere di mitigazione e compensazione ambientale", anche esternamente alle aree occupate dall'impianto saranno previste alcune zone in cui ricreare il prato polifita, ricreando pertanto ambienti idonei al ciclo riproduttivo di diverse specie appartenenti all'entomofauna locale.

6.2.4 FILARE ARBOREO-ARBUSTIVO LUNGO LA S.P. N. 317

Lungo la strada Provinciale n. 317 "San Giacomo-Rovasenda" sarà realizzato un filare arboreo-arbustivo che consentirà di collegare le siepi e le aree forestali attualmente presenti (vedi Tavola M-7.1-MAS-OMA-0), migliorando pertanto la connettività ecologica a livello locale dell'area.

Il filare, il cui sesto d'impianto è rappresentato graficamente nella figura seguente, sarà realizzato ad una distanza non inferiore ai 6 metri dal confine stradale.



Schema d'impianto del filare arboreo-arbustivo.

Tutte le specie utilizzate saranno di origine autoctona e adatte alle caratteristiche pedo-climatiche dell'area.

Complessivamente, il filare in progetto presenterà una lunghezza pari a circa 200 m lineari e saranno messi a dimora messi a dimora 25 esemplari arborei e 75 esemplari arbustivi, così suddivisi:

Specie	n. esemplari/modulo	n. totale
Arboree		
Acero campestre (<i>Acer campestre</i>)	1	9
Carpino bianco (<i>Carpinus betulus</i>)	1	8
Farnia (<i>Quercus robur</i>)	1	8
Arbustive		
Sanguinello (<i>Cornus sanguinea</i>)	3	25
Biancospino (<i>Crataegus monogyna</i>)	3	25
Prugnolo (<i>Prunus spinosa</i>)	3	25
Totale	9	100

6.3 INSERIMENTO PAESAGGISTICO – AMBIENTALE DELL'IMPIANTO DI UTENZA PER LA CONNESSIONE ALLA RETE

Nel presente capitolo si riporta la descrizione degli interventi che saranno realizzati per migliorare l'inserimento paesaggistico-ambientale delle opere in progetto.

Tali interventi hanno un duplice scopo: da una parte mitigare la percezione visiva dell'impianto in progetto nei confronti delle aree contermini, dall'altra migliorare ed ampliare gli elementi della rete ecologica esistente, con evidenti benefici nei confronti delle componenti vegetazionali e faunistiche presenti.

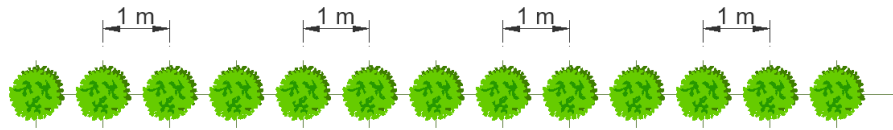
Di seguito si riporta la descrizione delle caratteristiche qualitative e quantitative degli interventi in progetto, mentre per la visualizzazione grafica degli interventi in progetto si rimanda alla Tavola R-7.5-ROA-OMA-0 "Particolari sestri di impianto delle opere di mitigazione ambientale - SSE".

6.3.1 SIEPE DI CARPINO BIANCO LUNGO IL LATO SETTENTRIONALE

Lungo il confine settentrionale dell'impianto, ad una distanza di circa 0,5 m dalla recinzione di progetto, sarà realizzata una siepe arbustiva di Carpino bianco (*Carpinus betulus*).

Il Carpino bianco costituisce un'alternativa autoctona alle specie sempreverdi in quanto è un albero deciduo che d'inverno mantiene le foglie secche sui rami fino all'emissione del nuovo fogliame primaverile; garantisce così una schermatura (visuale, rumore, polveri) per tutto il corso dell'anno. La caratteristica ornamentale del Carpino bianco è attribuibile al colore della chioma, che dal verde intenso durante la stagione vegetativa passa al giallo autunnale fino al marrone invernale che precede il verde delle nuove foglie primaverili.

Il sesto d'impianto è rappresentato graficamente nella figura seguente.



Schema d'impianto della siepe di carpino bianco.

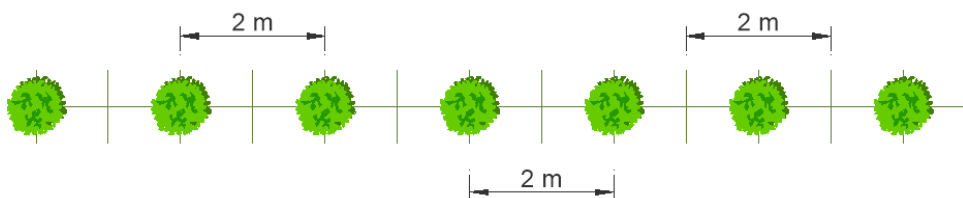
Complessivamente, la siepe in progetto presenterà una lunghezza pari a circa 118 m lineari e saranno messi a dimora 118 esemplari di Carpino bianco (*Carpinus betulus*); al momento della messa a dimora, gli esemplari arbustivi dovranno presentare altezze comprese tra 1 e 1,5 m.

6.3.2 SIEPE DI NOCCIOLO LUNGO IL LATO ORIENTALE

Lungo il confine settentrionale dell'impianto sarà realizzata una siepe arbustiva di Nocciolo (*Corylus avellana*), specie che presenta le seguenti caratteristiche:

- altezza a maturità: fino a 7 metri
- portamento policornico, che comporta la presenza di una chioma densa e fitta ramificata sin dalla base, aumentando in questo modo l'effetto schermante nei confronti delle aree contermini
- ampiezza chioma: fino a 4 metri;
- velocità di accrescimento elevata.

La siepe in oggetto sarà realizzata ad una distanza di circa 0,5 metri dalla recinzione perimetrale all'impianto; il modulo di impianto sarà costituito da un filare arbustivo con individui distanziati di circa 2 metri (vedi Figura seguente).

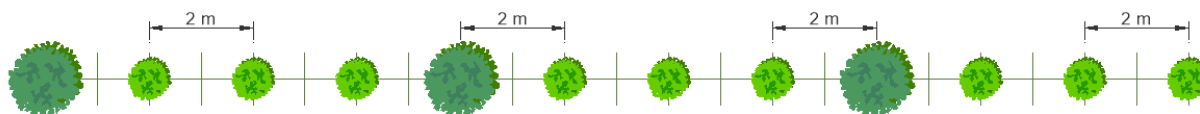


Schema d'impianto della siepe di nocciolo.

Complessivamente, la siepe in progetto presenterà una lunghezza pari a circa 152 m lineari e saranno messi a dimora 76 esemplari di Nocciolo (*Corylus avellana*); al momento della messa a dimora, gli esemplari arbustivi dovranno presentare altezze comprese tra 1 e 1,5 m.

6.3.3 FILARE ARBOREO-ARBUSTIVO LUNGO I LATI OCCIDENTALE E MERIDIONALE

Lungo i confini occidentali e meridionale dell'impianto sarà realizzato un filare arboreo-arbustivo che presenterà il sesto d'impianto rappresentato graficamente nella figura seguente.



Schema d'impianto del filare arboreo-arbustivo.

Tutte le specie utilizzate saranno di origine autoctona e adatte alle caratteristiche pedo-climatiche dell'area.

Complessivamente, il filare in progetto presenterà una lunghezza pari a circa 296 m lineari e saranno messi a dimora messi a dimora 37 esemplari arborei e 111 esemplari arbustivi, così suddivisi:

Specie	n. esemplari/modulo	n. totale
Arboree		
Acer campestre (<i>Acer campestre</i>)	1	13
Carpino bianco (<i>Carpinus betulus</i>)	1	12
Farnia (<i>Quercus robur</i>)	1	12
Arbustive		
Sanguinello (<i>Cornus sanguinea</i>)	3	37
Biancospino (<i>Crataegus monogyna</i>)	3	37
Prugnolo (<i>Prunus spinosa</i>)	3	37
Totale	9	148

6.4 SPECIFICHE TECNICHE PER LA REALIZZAZIONE DELLE OPERE A VERDE

Di seguito si riportano le preliminari indicazioni per la corretta realizzazione degli interventi di piantumazione previsti dal progetto, al fine di raggiungere nel più breve tempo possibile gli obiettivi di mitigazione paesaggistico-ambientale prefissati. Tali indicazioni sono inoltre finalizzate al controllo e al contenimento del diffondersi di specie infestanti nei luoghi destinati alla messa a dimora di nuove essenze arboreo-arbustive.

Per quanto riguarda le lavorazioni preliminari del terreno, finalizzate alla preparazione del substrato idoneo alle piantumazioni previste, dovranno essere effettuate le operazioni di seguito riportate:

- lavorazione del terreno fino alla profondità massima di 0,5 m;
- fornitura e spandimento di ammendante organico, ove ritenuto necessario;
- affinamento del letto di semina mediante le adeguate operazioni su terreno precedentemente lavorato.

Successivamente alla realizzazione degli interventi di preparazione del terreno superficiale, si procederà alla messa a dimora del materiale vegetale previsto dal progetto.

Tale materiale (alberi, arbusti, sementi, ecc.), dovrà essere di provenienza esclusivamente autoctona e provenire da vivai autorizzati ai sensi delle Leggi dello Stato nn. 987/31, 269/73 con le successive modificazioni e integrazioni, e ai sensi dell'art 19 del D.Lgs 214/2005.

Il materiale vegetale dovrà essere fornito sano e ben lignificato; il fusto e le branche principali dovranno essere esenti da deformazioni, ferite, grosse cicatrici conseguenti ad urti, grandine, scortecciamenti, legature e ustioni da sole, capitozzature, monconi di rami tagliati male, danni meccanici in genere; dovranno inoltre essere esenti da attacchi (in corso o passati) di insetti, di funghi, malattie crittogamiche o virus.

Tutte le essenze arboree e arbustive impiegate in corrispondenza dell'impianto dovranno essere fornite in vaso o in zolla e presentare, a seconda delle specie e della disponibilità dei vivai di provenienza, altezze minime comprese tra 40-80 cm; per quanto riguarda il filare arboreo-arbustivo situato lungo la S.P. n. 317, le essenze arboree dovranno presentare altezze di circa 2-2,5 metri, mentre le essenze arbustive altezze minime comprese tra 40-80 cm.

La messa a dimora delle piante dovrà essere eseguita nel periodo di riposo vegetativo, dalla fine dall'autunno all'inizio della primavera, evitando in ogni modo i periodi in cui le gelate risultano statisticamente più probabili.

Durante la messa a dimora delle piante si ricorrerà all'apertura di buche, manualmente o con adeguato mezzo meccanico, con dimensioni che dovranno essere più ampie possibili in rapporto alla grandezza delle piante da mettere a dimora. In generale le buche dovranno avere larghezza almeno pari a una volta e mezzo rispetto a quelle del pane di terra, e una profondità corrispondente alle dimensioni della zolla.

A riempimento della buca ultimato, per ogni singolo esemplare arbustivo messo a dimora si prevede inoltre:

- l'impiego di cannette in bamboo o simili, ancorate alla piantina con un legaccio elastico, per sostegno e individuazione durante le operazioni di manutenzione;
- l'utilizzo di telo pacciamante in materiale biodegradabile, ancorato al suolo con idonei picchetti metallici, al fine di limitare la crescita di specie erbacee infestanti e mantenere l'umidità negli strati superficiali del suolo;
- l'impiego di "shelter" in materiale biodegradabile, al fine di evitare che gli animali possano arrecare danni e compromettere così la sopravvivenza delle piante appena messe a dimora.

Al termine delle operazioni, le piante dovranno presentarsi perfettamente verticali, non inclinate, non presentare affioramenti radicali e con il colletto ben visibile e non interrato.

La ricostituzione del cotico erboso all'interno dell'impianto sarà effettuata mediante semina a spaglio, e sarà realizzato di norma nei periodi primaverile e tardo estivo-autunnale, evitando i periodi molto caldi e asciutti. Il materiale da semina sarà contenuto in imballaggi che dovranno riportare in modo chiaro e leggibile sul cartellino: la o le specie di appartenenza, le caratteristiche di terminabilità e di purezza e quando richiesto il numero di partita E.N.S.E. (Ente Nazionale delle Sementi Elette).

Per quanto riguarda la composizione specifica del miscuglio, la miscela dovrà essere composta da graminacee (ad azione radicale superficiale) e da leguminose (ad azione radicale profonda e con capacità di arricchimento del terreno in azoto).

6.5 SPECIFICHE TECNICHE PER LA MANUTENZIONE DELLE OPERE A VERDE

Allo scopo di mantenere nel tempo l'effettiva funzionalità delle opere a verde realizzate, la manutenzione degli impianti vegetazionali avrà inizio immediatamente dopo la messa a dimora (o la semina) di ogni singola pianta e di ogni parte di prato e prolungarsi per almeno 3 anni.

Ogni nuova piantagione sarà infatti mantenuta con particolare attenzione fino a quando non sarà evidente che le piante, superato lo stress da trapianto (o il periodo di germinazione per le semine), siano ben attecchite e siano in buone condizioni vegetative.

A tale scopo, le attività di manutenzione dei nuovi impianti messi a dimora dovranno comprendere le seguenti operazioni:

- irrigazione, mediante periodico controllo delle esigenze idriche delle piante, prevedendo regolari apporti idrici da effettuarsi con autobotte nei periodi estivi e/o maggiormente siccitosi;
- ripristino conche e ricalzo, al fine di ricostituire se necessario la conchetta per le irrigazioni alla base delle piantine;
- controllo periodico riguardo la presenza di parassiti e fitopatie, prevedendo, se necessario, interventi con prodotti fitosanitari;
- operazioni di difesa dalla vegetazione infestante, da realizzarsi almeno 3 volte l'anno nei primi anni successivi all'impianto; tale intervento, che potrà avvenire sia manualmente che con opportuni mezzi meccanici, prevede l'eliminazione della vegetazione infestante lungo e tra le file dei nuovi impianti;
- potature di allevamento e contenimento, al fine di evitare il potenziale ombreggiamento nei confronti del limitrofo impianto fotovoltaico;
- controllo degli ancoraggi e ripristino della verticalità delle piante, da effettuarsi periodicamente negli anni successivi all'impianto;
- rimozione e sostituzione fallanze, con altro materiale avente le stesse caratteristiche, da realizzarsi nei primi 3 anni al termine della stagione vegetativa;
- rimozione protezioni e strutture di ancoraggio, da realizzarsi una volta verificato il corretto affrancamento di ogni singolo esemplare messo a dimora.