



COMUNE DI BRINDISI



Realizzazione di un impianto Agrovoltaico della potenza in DC di 14,989 MW e AC di 12,48 MW, denominato “DEPALMA”, in località Casignano nel comune di Brindisi e delle relative opere di connessione alla Rete di Trasmissione dell’energia elettrica Nazionale (RTN), nell’ambito del procedimento P.U.A. ai sensi dell’art. 27 del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.

ELABORATO: Relazione tecnico descrittiva NOME DOCUMENTO: DEP_24_Relazione tecnico descrittiva	Relazione tecnico descrittiva del progetto	DATA: Agosto 2021
		POTENZA DC 14,989 MW POTENZA AC 12,480 MW
		SCALA :

TIMBRO E FIRMA 	TECNICO: Ing. Alessandro Massaro	SVILUPPATORE  enne. pi. studio s.r.l. 70132 Bari - Lungomare IX Maggio, 38 Tel. + 39.080.5346068 e-mail: pietro.novielli@ennepistudio.it
-------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

02					
01	Rev.2				
00		Seconda emissione	Ing. Alessandro Massaro	Ing. Alessandro Massaro	DEPALMA SRL
N.	DATA	DESCRIZIONE	ELABORATO	VERIFICATO	APPROVATO



DEPALMA SRL

PEC: depalma.srl@pec.it T: +39 02 45440820

SOMMARIO

1. PREMESSA	4
2. MOTIVAZIONI DELL'INTERVENTO	5
3. ANALISI DELLE RICADUTE SOCIALI, OCCUPAZIONALI ED ECONOMICHE A LIVELLO LOCALE	7
4. IL PROGETTO AGROVOLTAICO	9
5. SITO DI INSTALLAZIONE E DATI GENERALI	10
5.1 DATI GENERALI DELL' IMPIANTO AGROVOLTAICO: CARATTERISTICHE DELLE PRINCIPALI APPARECCHIATURE DELL'IMPIANTO ED ELEMENTI PROGETTUALI	12
6. QUADRO NORMATIVO GENERALE DI RIFERIMENTO	16
7. ELEMENTI PROGETTUALI	17
7.1 STRUTTURE DI SUPPORTO E PANNELLI FOTOVOLTAICI	17
7.2 CABINE DI CAMPO	20
7.3 LAYOUT STAZIONE DI ELEVAZIONE E SMISTAMENTO TERNA	30
7.4 FASI DI CANTIERE	33
COSTRUZIONE	33
DISMISSIONE	33
7.5 OPERE CIVILI	33
VIABILITÀ, ACCESSI E RECINZIONE	33
CABINE DI CAMPO	34
MODALITA' DI POSA DEI CAVI	36
SISTEMA DI MONITORAGGIO DELL' IMPIANTO	37
IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE EMERGENZA E VIDEOSORVEGLIANZA	37
8. PROGETTO DEL SISTEMA DI EQUILIBRIO IDRICO	39
9. ANALISI PRODUCIBILITA' ELETTRICA E CALCOLO DELLA CO2 EVITATA	42
9.1.1 CRITERI PROGETTUALI PER LA MASSIMA EFFICIENZA	44
10. CRONOPROGRAMMI DELLE ATTIVITÀ	45
11. GESTIONE DEI RIFIUTI	47
12. COSTI REALIZZAZIONE E DISMISSIONE	49
13. PRIME INDICAZIONI SULLA SICUREZZA	49

INDICE DELLE FIGURE

Figura 2-1 Immagine centrale Cerano–Immagine impianto agrovoltaiico. Due modi di produrre energia	6
Figura 3-1 Indicatori occupazionali (grafici – fonte: GSE e GREENPEACE)	8
Figura 4-1 Geolocalizzazione del sito di interesse da immagine satellitare.....	11
Figura 4-2 Geolocalizzazione del sito di interesse da immagine satellitare con indicazione dell' elettrodotto di connessione alla rete AT (SE "Pignicelle").	11
Figura 5-3 Diagramma solare attinente al sito "DEPALMA".	12
Tabella 5-4: Dati generali del sito di installazione.	12
Tabella 5-5: Dati dell'impianto agrovoltaiico.	13
Tabella 5-6: Dati cabine di campo e dimensionamento cavi.	14
Tabella 5-7: Tabella dei cavi (profondità di sicurezza interrimento).....	14
Tabella 5-8: Tabella dati di impianto di messa a terra e dispersori.	14
Tabella 5-9: Tabella dati del circuito idrico di equilibrio deflusso acque meteoriche.....	14
Tabella 5-10: Dati progetto agrovoltaiico come da layout di progetto.	14
Figura 5-11 Layout del progetto definitivo dell' impianto agrovoltaiico "DEPALMA" su base CTR e ortofoto.....	15
Figura 7-1 Esempio di sezione di impianto agrovoltaiico.....	17
Figura 7-2 Particolare struttura di supporto stringa.	18
Figura 7-3 Vista 3D struttura di supporto stringa.	18
Figura 7-4 Vista 3D struttura di supporto stringa.	19
Figura 7-5 Vista frontale vele.	19
Figura 7-6 Particolare di disposizione di 84 pannelli e connessione in serie dei moduli.....	19
Figura 7-7 Dati tecnici tipici di un trasformatore MT idoneo all' inverter SG2500HV	20
Figura 7-8 Specifica tecnica della cabina inverter SG2500HV	21
Figura 7-9 Diagramma circuitale dell'inverter SUNGROW mod. SG2500HV	22
Figura 7-10 Schema dimensionale della cabina inverter SUNGROW mod. SG2500HV	22
Figura 7-11 Specifica tecnica del cavo in DC utilizzato per creare le stringhe.....	23
Figura 7-12 Specifica tecnica dei connettori MC4 per connessione delle stringhe.	24
Figura 7-13 Specifica tecnica delle string-box.	25
Figura 7-14 Specifica tecnica dei cavi per la connessione della string-box all' inverter. ...	26
Figura 7-15 Specifica tecnica dei cavi MT per il collegamento delle cabine inverter alla cabina di consegna.....	27
Figura 7-16 Specifica tecnica dei moduli FV.....	28
Figura 7-17 Specifica tecnica dei moduli FV.....	29
Figura 7-18 definitivo della nuova stazione di trasformazione 30/150 kV.	30
Figura 7-19 Layout definitivo della nuova stazione di smistamento da realizzare per la connessione dell'impianto alla RTN di TERNA	31
Figura 7-20 confronto opere a realizzarsi.....	32
Figura 7-21 Stratigrafia sez. tipo del manto di tipo MacAdam.....	34
Figura 7-22 Dettaglio costruttivo della recinzione.....	34
Figura 7-23 Particolare del cavidotto di collegamento cabina di campo.....	36
Figura 7-24 Layout di allocazione dei pali illuminazione/videosorveglianza (23 pali).	38
Figura 7-25 Particolare dei pali di illuminazione emergenza/videosorveglianza.....	38
Figura 7-26 Particolare delle fondazioni dei pali di illuminazione/videosorveglianza.....	39
Figura 8-1: parametri geometrici delle scoline.	40
Figura 8-2: Layout delle scoline perimetrali e dei canali di rete idrica naturale.	41
Figura 8-3: Particolare della scolina da particolare di sezione del lato nord.....	41
Figura 8-4: Soluzioni di Layout del sistema idrico naturale	42
Figura 9-1: Andamento delle traiettorie solari per il luogo in questione.	43
Tabella 10-1: Tabella cronoprogramma realizzazione	46
Tabella 10-2: Tabella cronoprogramma dismissione	47

Tabella 11-1: Tabella sintetica dei rifiuti rinvenuti dallo smantellamento dell'impianto agrovoltaico. 48

1. PREMESSA

La seguente *Relazione Descrittiva* è relativa al progetto di un impianto agrovoltaico, della potenza nominale in DC di 14,989 MW e potenza in AC di 12,48 MW denominato “DEPALMA” in località Casignano nel Comune Brindisi e delle relative opere di connessione alla Rete di Trasmissione dell’energia elettrica Nazionale (RTN) necessarie per la cessione dell’energia prodotta.

La cessione dell’energia prodotta dall’impianto agrovoltaico alla Rete di Trasmissione dell’energia elettrica Nazionale (RTN) avverrà attraverso il collegamento dello stesso alla Stazione Elettrica Terna esistente denominata “Brindisi Pignicelle”. Tale collegamento prevedrà la realizzazione di un cavidotto interrato in MT che dall’impianto agrovoltaico arriverà su una nuova Stazione Elettrica di Trasformazione Utente 30/150kV collegata alla Stazione Elettrica esistente “Brindisi Pignicelle” mediante una nuova Stazione di Smistamento 150 kV. La nuova Stazione Elettrica di Trasformazione Utente 30/150 kV e la nuova Stazione di Smistamento 150 kV saranno ubicate in terreno limitrofo alla Stazione Elettrica “Brindisi Pignicelle” nella disponibilità del proponente.

La *Depalma Srl* intende produrre energia elettrica e immetterla nel sistema elettrico nazionale grazie alla realizzazione dell’impianto agrovoltaico da 14.989 kW, denominato “DEPALMA”, presso un terreno agricolo coltivato saltuariamente a “seminativo”, nello specifico grano duro, ubicato nel Comune di BRINDISI (BR) in località Contrada Casignano - censito al catasto del Comune di Brindisi al Foglio 99 p.lle 41-42-43-44-45-46-47-48-49-50-64-66.

L’energia prodotta dall’impianto sarà ceduta alla rete di trasmissione nazionale RTN, secondo le condizioni definite dall’Autorità di Regolazione per l’Energia Reti e Ambiente (ARERA).

Benché in Italia, attualmente, la diffusione su vasta scala degli impianti fotovoltaici abbia subito un rallentamento negli anni, ultimamente si stanno riscontrando due fattori incoraggianti: da un lato la maggiore attenzione verso le fonti di energia rinnovabile con conseguente avvio di programmi di incentivazione e supporto finanziario; dall’altro un crescente interesse alle problematiche ambientali da parte dell’opinione pubblica, la quale propende sempre più per un maggiore coinvolgimento in merito all’utilizzo della fonte solare per la produzione di energia elettrica.

In generale, l’applicazione della tecnologia fotovoltaica consente:

- produzione di energia elettrica senza alcuna emissione di sostanze inquinanti;
- il risparmio di combustibile fossile;
- bassissimo inquinamento acustico;
- soluzioni di progettazione del sistema con mitigazione dell’impatto visivo.

Al fine di proporre una infrastruttura energetica che punti a definire standard di qualità territoriale e paesaggistica compatibile con il territorio e con il paesaggio, il progetto vuole cogliere la sfida di “pensare all’energia anche come tema centrale di un processo di riqualificazione della città, come occasione per convertire risorse nel miglioramento delle aree produttive, delle periferie, della campagna urbanizzata creando le giuste sinergie tra crescita del settore energetico, valorizzazione del paesaggi e salvaguardia dei suoi caratteri identitari.” (PPTR; elab. 4.4.1; Linee guida energie rinnovabili; parte 1; p.8)

Ispirandosi al PPTR, agli obiettivi di qualità in esso definiti, e condividendo i contenuti delle Linee guida per le energie rinnovabili, si punta a elaborare un progetto che renda esplicito il rapporto tra lo spazio della produzione, il paesaggio in cui è collocato e l’agricoltura.

In primo luogo si intende dunque collocare il progetto di impianto agrovoltaico all'interno di un più ampio progetto di nuovo paesaggio della produzione, esito cioè della integrazione tra il paesaggio della produzione rurale e il paesaggio della produzione energetica.

La presente relazione è illustrativa degli elementi tecnici di progetto. Ulteriori verifiche e dimensionamenti dovranno essere effettuate in fase di progettazione esecutiva, che comporterà una validazione o un cambiamento a quanto detto in questa relazione. Il progetto proposto contiene elementi nuovi rispetto ad una prima versione redatta per conto del committente.

2. MOTIVAZIONI DELL'INTERVENTO

Nella presente relazione sono descritti gli elementi di progetto e le motivazioni assunte dal proponente nella definizione dello stesso, le motivazioni tecniche alla base delle scelte progettuali, le misure, i provvedimenti e gli interventi, anche non strettamente riferibili al progetto, che il proponente ritiene opportuno adottare ai fini del migliore inserimento dell'opera nell'ambiente.

Le caratteristiche dell'opera vengono precisate con particolare riferimento a:

- natura dei beni e/o servizi offerti;
- articolazione delle attività necessarie alla realizzazione dell'opera in fase di cantiere, di esercizio e di dismissione;
- previsione delle trasformazioni territoriali di breve e lungo periodo conseguenti alla localizzazione dell'intervento, delle infrastrutture di servizio e dell'eventuale indotto.

Il beneficio ambientale derivante dalla sostituzione con produzione fotovoltaica di altrettanta energia prodotta da combustibili fossili può essere valutato come mancata emissione, ogni anno, di rilevanti quantità di inquinanti.

Tra le principali emissioni associate alla generazione elettrica da combustibili tradizionali vanno ricordati:

- CO₂ (anidride carbonica);
- SO_x (anidride solforosa);
- NO_x (ossidi di azoto).

Tra i gas sopra elencati l'anidride carbonica o biossido di carbonio merita particolare attenzione, infatti, il suo progressivo incremento in atmosfera contribuisce significativamente all'effetto serra causando rilevanti cambiamenti climatici.

Altri benefici del fotovoltaico sono: la riduzione della dipendenza dall'estero, la diversificazione delle fonti energetiche, la regionalizzazione della produzione.

Risulta quindi evidente il contributo che l'energia da fotovoltaico è in grado di offrire al contenimento delle emissioni delle specie gassose che causano effetto serra, piogge acide o che contribuiscono alla distruzione della fascia di ozono.

Vista l'assenza di processi di combustione, la mancanza totale di emissioni aeriformi e l'assenza di emissioni termiche apprezzabili, l'inserimento ed il funzionamento di un impianto solare non è in grado di influenzare le variabili microclimatiche dell'ambiente circostante.

Si può affermare che la produzione di energia tramite l'impianto in progetto non interferirà con il microclima della zona.

I progetti delle energie rinnovabili da fotovoltaico di grande generazione in Italia rappresentano oggi un grande vantaggio per la popolazione. La realizzazione di un impianto agrovoltaico garantisce la produzione di energia elettrica in modo pulito, ma soprattutto ad un basso costo ed impatto ambientale rispetto ai metodi di produzione convenzionali di energia elettrica, come per esempio le centrali a carbone.

Le scelte progettuali, di mitigazione e compensazione che il proponente ha adottato, sono frutto di esperienze acquisite su impianti analoghi oltre che sintesi di best practices, di studi autorevoli, pubblicazioni e ricerche sugli effetti benefici che si possono generare su qualità terreni, biodiversità, carbon footprint e carbonsink.

Il territorio di **Brindisi** ha la grande opportunità di trasformarsi in un territorio “green” e di dare un grande esempio all’Italia intera di come la totale conversione energetica alle fonti rinnovabili a basso costo sia l’unica scelta in futuro possibile.



Figura 2-1 Immagine centrale Cerano–Immagine impianto agrovoltaico. Due modi di produrre energia

I vantaggi dell’energia solare sono diventati ormai noti a chiunque. L’obiettivo della strategia energetica nazionale SEN del 2017 è quello di rendere al contempo il paese energeticamente indipendente, facendo risparmiare ai consumatori oltre il 90% di quello che pagano in bolletta, contribuendo alla sostenibilità ambientale, prospettando un futuro migliore per le prossime generazioni a venire. Inoltre, si ritrovano **vantaggi a livello locale** su quelle che sono le ricadute occupazionali e per il tessuto socio-economico territoriale. Ricadute che ricoprono l’arco di tempo che va dalla fase di progettazione e sviluppo, fase di esecuzione, fase di esercizio e manutenzione e la fase ultima di dismissione. Le ricadute a livello locale possono essere riassunte dai seguenti punti:

- Aumento degli introiti nelle casse comunali, in quanto i Comuni che ospitano all’interno dei loro terreni demaniali, ottengono una remunerazione una tantum e flussi derivanti dall’imposta comunale sugli immobili che il più delle volte consente un aumento considerevole del bilancio del Comune stesso.
- Incremento delle possibilità occupazionali dovuto agli interventi manutentivi che dovessero risultare necessari.
- Maggiore indotto, durante le fasi lavorative, per le attività presenti sul territorio (fornitori di materiale, attività ricettive alberghiere, manodopera).
- Possibilità di avvicinare la gente alle fonti rinnovabili di energia per permettere la nascita di una maggiore consapevolezza dei problemi energetici e un maggiore rispetto per la natura;
- Possibilità di generare, con metodologie eco-compatibili, energia elettrica in zone che sono generalmente in forte deficit energetico rispetto alla rete elettrica nazionale.
- Sviluppo di un progetto agricolo su area non occupata direttamente da impianto, che considera una coltivazione di specie agrarie erbacee di pregio, oltre a delle aree destinate alla

coltivazione di specie arbustive ed arboree che andranno a migliorare sia il contesto paesaggistico rurale che l'habitat per pronubi e fauna selvatica stanziale e migratoria.

3. ANALISI DELLE RICADUTE SOCIALI, OCCUPAZIONALI ED ECONOMICHE A LIVELLO LOCALE

La realizzazione e messa in esercizio di un impianto agrovoltaiico, oltre a benefiche ricadute di ambito globale dovute al minore inquinamento per produrre energia elettrica, introduce una serie di ricadute in ambito "locale" positive per il tessuto socio-economico-territoriale; tra queste si possono sicuramente annoverare:

- Aumento degli introiti nelle casse comunali in quanto i Comuni, che ospitano impianti all'interno dei loro terreni demaniali, ottengono una remunerazione una tantum e flussi derivanti dall'imposta comunale sugli immobili che il più delle volte consente un aumento considerevole del bilancio del Comune stesso.
- Incremento delle possibilità occupazionali dovuto agli interventi manutentivi che dovessero risultare necessari
- Maggiore indotto, durante le fasi lavorative, per le attività presenti sul territorio (fornitori di materiale, attività alberghiere, ristoratori...)
- Possibilità di avvicinare la gente alle fonti rinnovabili di energia per permettere la nascita di una maggiore consapevolezza nei problemi energetici e un maggiore rispetto per la natura.
- Possibilità di generare, con metodologie eco-compatibili, energia elettrica in zone che sono generalmente in forte deficit energetico rispetto alla rete elettrica nazionale.
- Sviluppo di un progetto agricolo su area non occupata direttamente da impianto, che considera una coltivazione di specie agrarie erbacee di pregio, oltre a delle aree destinate alla coltivazione di specie arbustive ed arboree che andranno a migliorare sia il contesto paesaggistico rurale che l'habitat per pronubi e fauna selvatica stanziale e migratoria.

Si possono poi distinguere: Ricadute occupazionali dirette, Ricadute occupazionali indirette, occupazioni permanenti e occupazioni temporanee.

RICADUTE OCCUPAZIONALI DIRETTE

Sono date dal numero di addetti direttamente impiegati nel settore oggetto di analisi (es: fasi di progettazione degli impianti, costruzione, installazione, O&M).

RICADUTE OCCUPAZIONALI INDIRETTE

Sono date dal numero di addetti indirettamente correlati alla produzione di un bene o servizio e includono gli addetti nei settori "fornitori" della filiera sia a valle sia a monte.

OCCUPAZIONE PERMANENTE

L'occupazione permanente si riferisce agli addetti impiegati per tutta la durata del ciclo di vita del bene (es: fase di esercizio e manutenzione degli impianti).

OCCUPAZIONE TEMPORANEA

L'occupazione temporanea indica gli occupati nelle attività di realizzazione di un certo bene, che rispetto all'intero ciclo di vita del bene hanno una durata limitata (es. fase di installazione degli impianti).

Come si può desumere dai grafici sotto riportati (fonte GSE e Greenpeace) il fotovoltaico è la tecnologia con il valore più alto in termini occupazionali sia a livello storico che statistico.

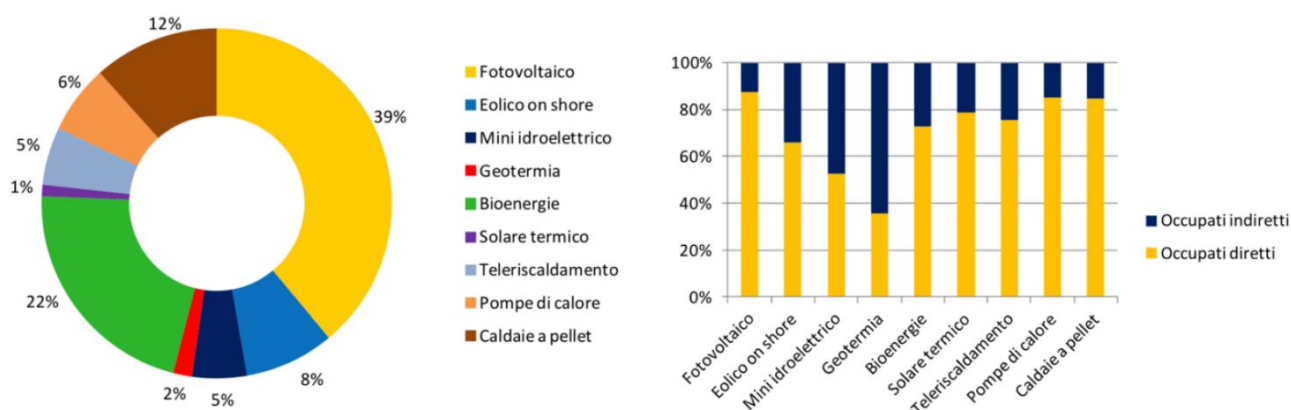


Figura 3-1 Indicatori occupazionali (grafici – fonte: GSE e GREENPEACE)

Nel caso specifico del progetto, saranno valorizzate maestranze e imprese locali per appalti nelle zone interessate dal progetto, tanto nella fase di progettazione e sviluppo che nella costruzione oltre che nelle operazioni di gestione, manutenzione e infine dismissione.

FASE DI PROGETTAZIONE. E SVILUPPO:

- Mediazione immobiliare
- Rilevazioni topografiche
- Ingegneria e permitting
- Consulenze specialistiche (acustica, agronomica, avi faunistica)
- Consulenza legale
- Notarizzazione

FASE DI ESECUZIONE:

Le lavorazioni previste sono

- Rilevazioni topografiche
- Movimentazione di terra
- Montaggio di strutture metalliche in acciaio e lega leggera
- Posa in opera di pannelli fotovoltaici
- Realizzazione di cavidotti e pozzetti
- Connessioni elettriche e cablaggi
- Realizzazione di edifici in cls prefabbricato e muratura
- Realizzazione di cabine elettriche
- Realizzazioni di strade bianche e asfaltate
- Sistemazione delle aree a verde e delle fasce di mitigazione
- Sistemazione e preparazione delle aree adibite a progetto agricolo

Le professionalità richieste ed impiegate saranno pertanto:

- Operai edili (muratori, carpentieri, addetti a macchine movimento terra, addetti manutenzione strade)
- Topografi
- Elettricisti generici e specializzati
- Geometri/Ingegneri/Architetti

- Agronomi/Geologi/Tecnici competenti in acustica
- Personale di sorveglianza
- Operai agricoli
- Piccoli trasportatori locali

E' indubbio che saranno coinvolte indirettamente anche realtà al contorno come ad esempio B&B, alberghi, ristoranti, bar.

FASE DI ESERCIZIO E MANUTENZIONE

Durante il periodo di esercizio dell'impianto, saranno impiegate maestranze per la manutenzione, la gestione e supervisione dell'impianto, oltre che per la sorveglianza dello stesso. Alcune di queste figure professionali saranno impiegate in modo continuativo, come ad esempio il personale di gestione/supervisione tecnica e di sorveglianza (O&M). Altre figure verranno impiegate occasionalmente al momento del bisogno, ovvero quando si presenta la necessità di manutenzioni ordinarie o straordinarie dell'impianto. La tipologia di figure professionali richieste in questa fase sono, oltre ai tecnici della supervisione dell'impianto e al personale di sorveglianza, elettricisti, operai edili, artigiani e operai agricoli/giardinieri per la manutenzione del terreno di pertinenza dell'impianto (taglio dell'erba, sistemazione delle aree a verde ecc.). Nell'intervento è inoltre prevista la realizzazione di una importante area di progetto agricolo per la quale è già in fase di definizione un accordo con una realtà agricola locale.

FASE DI ESERCIZIO E MANUTENZIONE

Per la dismissione saranno coinvolte le medesime figure tecniche e I manovalanze che erano state previste per la realizzazione.

4. IL PROGETTO AGROVOLTAICO

Il livello raggiunto della proposta progettuale è il risultato di una attenta analisi del territorio, delle realtà locali e del mercato agricolo regionale e nazionale nonché sintesi delle best practices legate alla realizzazione di impianti fotovoltaici a terra, sia sul territorio nazionale che estero, che così proposte e integrate in un progetto agricolo costituiscono un unicum.

In nessun progetto di impianti a terra ad oggi ci si è mai spinti a questa attenzione verso il trattamento dei terreni, le mitigazioni nonché le compensazioni, allo studio dei materiali oltre che agli inserimenti nel paesaggio. Sono almeno 10 anni che si parla di "agrovoltaico" e molto spesso si vedono soluzioni progettuali che di agricolo hanno solo il "claim" e che mirano ad essere una scorciatoia per l'ottenimento delle tanto ambite autorizzazioni.

Il concetto sviluppato non è solo un impianto fotovoltaico, né solo un progetto agricolo, ma la sintesi efficace e punto di convergenza reale e sostenibile di due realtà sino ad oggi contrapposte.

Il progetto agricolo di SKI, partendo dal know how di aziende agricole gestite dal management aziendale, nonché da consulenze e collaborazioni attive con agronomi, ricercatori e tecnici qualificati sarà inoltre un'esperienza di agricoltura sostenibile, che genererà meccanismi virtuosi di coinvolgimento di realtà locali e territoriali; realtà con le quali SKI intende dialogare per definire modalità di gestione e uso delle aree nonché per eventuali progetti di ricollocamento di realtà fragili e disagiate e che portino ad una agricoltura dolce, sostenibile e non intensiva, socialmente giusta e utile e ad un'agricoltura fautrice di un miglioramento nella percezione paesaggistica ed identitaria. Attualmente si sta cercando un dialogo per trovare la sinergia e la formula corretta e individuare le realtà che potrebbero essere coinvolte concretamente.

Le realtà e le prospettive offerte dalle esperienze di agricoltura sostenibile intersecano molteplici obiettivi: tutelare l'ambiente, sviluppare sistemi alimentari alternativi, realizzare progetti socio-ambientali innovativi, valorizzare il lavoro agricolo (con eque retribuzioni), stimolare processi di partecipazione volti a promuovere la tutela dei beni comuni, valorizzare le capacità di persone svantaggiate, valorizzare le capacità di attività agricole locali.

Il tema della tutela dell'ambiente è un interesse che riguarda non solo la comunità in un determinato luogo e tempo ma anche le generazioni future.

Rispetto a ciò, un'importante base giuridica è insita nella Costituzione, in particolare negli articoli 9 (tutela del paesaggio) e 32 (diritto alla salute). La tutela dell'ambiente non è quindi un diritto di nicchia ma punta al benessere e alla salvaguardia dei beni comuni.

L'agrovoltaico è quindi una pratica che lega tra loro mondi fin'ora rimasti distinti e separati: quello agricolo, quello sostenibile e l'energia e che SKI intende promuovere con questo progetto innovativo per le caratteristiche e la connotazione oltre che per l'approccio ad un tipo di coltivazione maggiormente bio, intesa non solo come tecnica di coltivazione, ma nelle sue più ampie sfaccettature di risparmio energetico, di consumo consapevole e più in generale uno stile di vita sostenibile.

Tutte le aree saranno trattate nel rispetto dei terreni, senza ausilio di mezzi invasivi, con la riscoperta dei tempi lenti della campagna e senza uso di prodotti chimici, tipici di quella agricoltura intensiva che ha deturpato la bontà e la qualità dei terreni. Un'attività agricola che non genererà interferenze con la fauna e avifauna, con l'uomo e la città, ma che convive in equilibrio.

I metodi di coltivazione che verranno adottati permettono di mitigare i danni ambientali creati dall'uomo e tipici dell'agricoltura convenzionale e intensiva (ridurre il rischio idrogeologico, i cambiamenti climatici, la tutela dell'ecosistema, ecc.) e che necessitano di maggiore manodopera (quindi «creano» più posti di lavoro).

L'agricoltura ha due facce molto diverse tra loro ed è su quella positiva che punta con una nuova declinazione in chiave energy.



5. SITO DI INSTALLAZIONE E DATI GENERALI

L'area investigata, ubicata nel del Comune Brindisi (BR) (vedi dati catastali: foglio 99, particelle 41-42-43-44-45-46-47-48-49-50-64-66) è di circa 11,85 ettari ed è prevalentemente circondata da terreni agricoli. Tale area di interesse è compresa fra la strada provinciale n. 44 e la strada provinciale n. 43, e, ad essa si accede attraverso una strada interpodereale. La strada più vicina è la Strada Comunale 21, la quale si affaccia al lato nord del campo. Nelle figure seguenti si riporta la geolocalizzazione da immagine satellitare del sito "DEPALMA" delimitato da un poligono rosso, e la geolocalizzazione dell'elettrodotto.

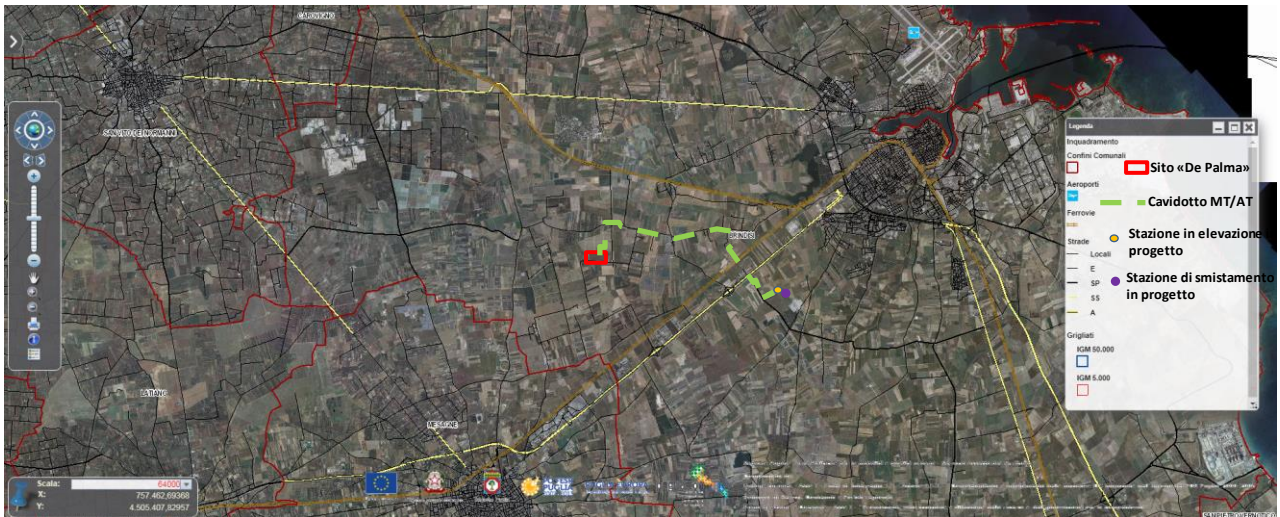
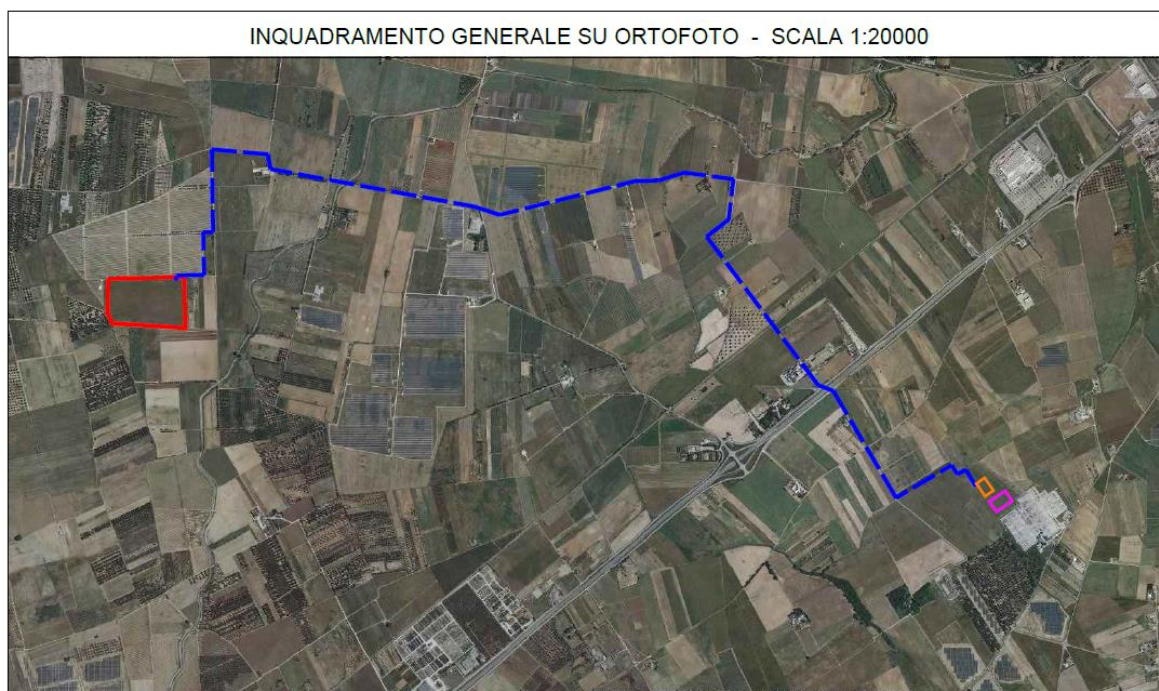


Figura 4-1 Geolocalizzazione del sito di interesse da immagine satellitare.



LEGENDA	
	Cavidotto MT da realizzare
	Area Impianto FV in progetto
	Stazione di elevazione in progetto
	Stazione di smistamento in progetto

Figura 4-2 Geolocalizzazione del sito di interesse da immagine satellitare con indicazione dell'elettrodotto di connessione alla rete AT (SE "Pignicelle").

Il sito è caratterizzato dal seguente diagramma solare:

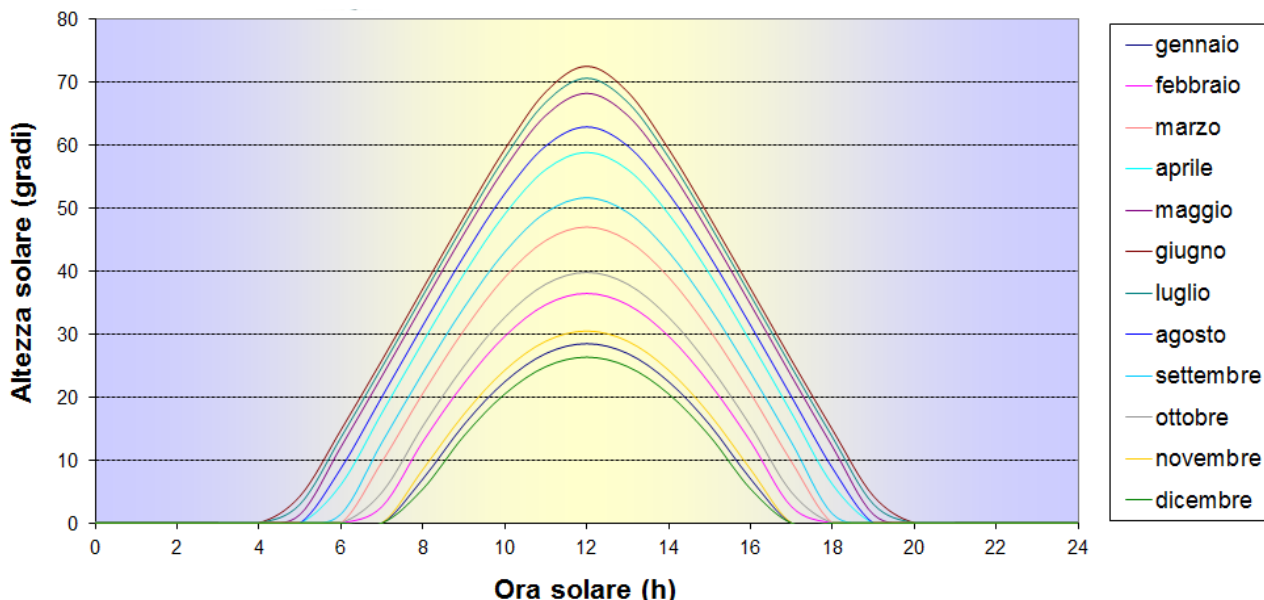


Figura 5-3 Diagramma solare attinente al sito "DEPALMA".

Si riportano in forma tabellare i dati generali:

Denominazione sito:	"DEPALMA"
Località:	"Contrada Casignano"
Provincia:	Brindisi
Localizzazione geografica:	Latitudine: 40° 36' 47.84" N; Longitudine: 17° 50' 35.03" E.
Dati catastali dell' area di intervento:	Foglio 99 p.lle: 41-42-43-44-45-46-47-48-49-50-64-66
Zonizzazione:	E (agricola)
Metri sul livello del mare (mslm)	41-46 m
Estensione area acquisita:	11,85 ettari
Area cintata:	11,03 ettari
Vincoli sito	no
Opere di mitigazione del verde:	si
Società committente	Depalma srl

Tabella 5-4: Dati generali del sito di installazione.

5.1 DATI GENERALI DELL' IMPIANTO AGROVOLTAICO: CARATTERISTICHE DELLE PRINCIPALI APPARECCHIATURE DELL'IMPIANTO ED ELEMENTI PROGETTUALI

L'impianto Agrovoltaiico "DEPALMA", è caratterizzato dalle seguenti specifiche tecniche riportate nella relazione *Informazioni Identificative*:

Potenza di picco DC:	14,989 MW
Potenza AC:	12,48 MW
Trasformazione MT/AT (cabina di elevazione):	30/150 KV
Numero totale trasformatori di campo (da 2500 kVA):	5
Numero totale inverter (da 2500 kVA):	5
Suddivisione in circuiti:	2 macrocircuiti
Suddivisione dei macrocircuiti:	Ogni macrocircuito seziona/protegge 2 cabine di campo
Suddivisione circuiti cabina di campo (ciascuna fila è connessa ad una string box):	Campo 1: 12 circuiti di fila; Campo 2: 12 circuiti di fila;

	Campo 3: 17 circuiti di fila; Campo 4: 9 circuiti di fila; Campo 5: 9 circuiti di fila
Tipologia di interruttori di protezione:	Magnetotermici
Tensione di ingresso inverter:	1500 V
Raggruppamento connessione moduli in serie:	20÷30 moduli
Potenza pannelli PV:	440Wp
Numero di inverter (2500 KVA):	5
Vie di servizio:	Perimetrale e per accesso alle cabine di campo
Larghezza via di servizio perimetrale:	3 m
Larghezza vie di attraversamento:	3 m
Distanza da linea di confine per installazione:	almeno 11,6 m
Localizzazione della cabina di impianto:	in prossimità del cancello
Inclinazione vele (angolo di tilt):	15°
Recinzioni e cancello:	lungo tutto il perimetro in prossimità del cancello
Illuminazione e videosorveglianza:	Su 23 pali disposti lungo il perimetro ogni 60m
String box:	1 per ogni fila di campo
Comunicazione dati:	Si
Monitoraggio parametri ambientali:	Si
Strutture cabinati:	Prefabbricate
Protezione quadri:	Interruttore generale interfaccia, interruttori macro-circuiti, interruttori di quadro di campo, interruttori linea a valle dei trasformatori

Tabella 5-5: Dati dell'impianto agrovoltico.

Grandezza	Valore
Tensione di esercizio servizi ausiliari:	400/230 V
c.d.t. massima totale di caduta circuito di campo:	4%
Norma di calcolo:	CEI 64-8
C.d.t. calcolata con:	I _b (corrente di impiego)
Norma posa dei cavi di riferimento:	CEI UNEL 35024-35026
Tipo di posa cavi:	interrata
Potenza trasformatori:	2500 kVA
Dimensioni morsetti quadro (magnetotermico):	110 mm
Lunghezza cablaggio interno quadro:	1 m
Sezione di fase interno a quadro:	3 barre // 160 x 10
Sezione di neutro interno a quadro:	2 barre // 160 x 10
Caduta massima conduttura interrata:	3 %
c.d.t. effettiva conduttura interrata:	0.17 %
Tipo di cavo interrato circuiti terminali:	CU unipolare in guaina interrato a 1.2 m
Profondità di interramento cavi MT:	>=1.1 m
Tipo di isolante:	PVC
Sezione di fase F (mm²):	7//240
Sezione Neutro N (mm²):	35
Sezione PE (mm²):	240
Corrente nominale magnetotermici di fila:	1250 A
Potere di interruzione magnetotermici di fila:	100 kA totale (valore selettività)
Regolazione termica:	a corrente nominale I _n
Distanza DPA cabina di campo:	4m

Tubazioni protettive isolanti:	Per ogni circuito Stringa/cabina di campo e cabina di campo/cabina di impianto
---------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------

Tabella 5-6: Dati cabine di campo e dimensionamento cavi.

Tipologia cavidotto:	Sezione caratteristica del cavo	Profondità di sicurezza (in base alla conducibilità del terreno)
Collegamento quadro fila-cabina di campo:	240 mm ²	>=0-8
Collegamento trasformatore-cabina di impianto:	400 mm ²	>=1.1 m
Collegamento cabina di impianto a cabina MT/AT:	630 mm ²	>=1.1 m

Tabella 5-7: Tabella dei cavi (profondità di sicurezza interrimento).

Impianto di messa a terra:	Corda in rame da 35 mmq
Disposizione corda rame:	A maglia (20 m x 20 m)
Profondità corda interrata:	0,5 m
Barra di messa a terra:	Per ogni cabina
Picchetto in acciaio zincato (puntazza):	Per ogni cabina in apposito pozzetto con chiusino
Dispersori LPS antifulmini:	aste di captazione
Dispositivi di protezione SPD (Surge Protection Device):	Si (trasformatori/inverter)

Tabella 5-8: Tabella dati di impianto di messa a terra e dispersori.

Scoline:	Lungo il perimetro del layout
Canalizzazioni naturali interne:	A maglia: 8 canali orizzontali e 4 canali naturali di larghezza pari a 0.2 m e profondità pari 0.5 m

Tabella 5-9: Tabella dati del circuito idrico di equilibrio deflusso acque meteoriche.

Leguminose autoriseminanti:	7,71 Ha
Strisce di impollinazione:	0,76 Ha
Siepi e arbusti alternati in doppio filare:	0,48 Ha
Coltivazione a carciofo brindisino IGP:	2,2795 Ha
Arnie api nomadiche:	84
Sassaie per rettili e anfibi:	13
Stalli per volatili:	23

Tabella 5-10: Dati progetto agrovoltico come da layout di progetto.

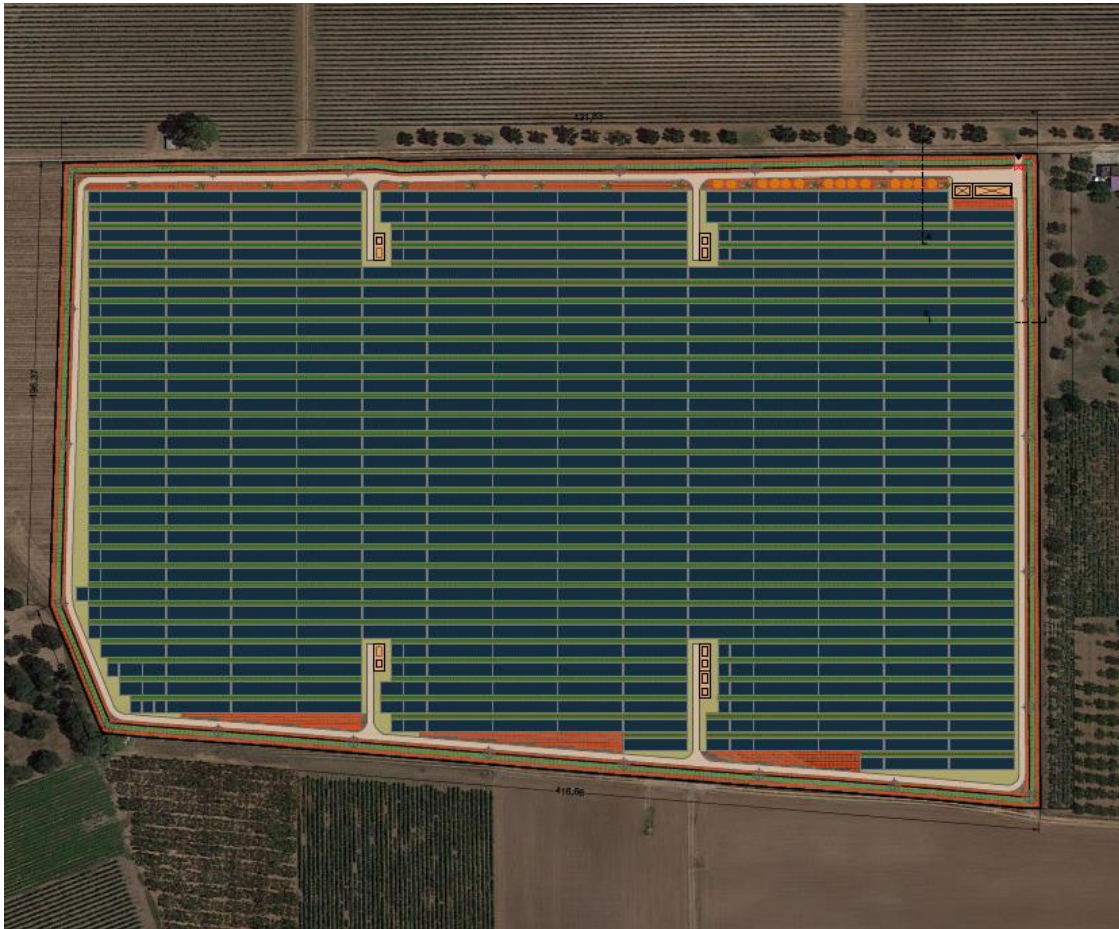
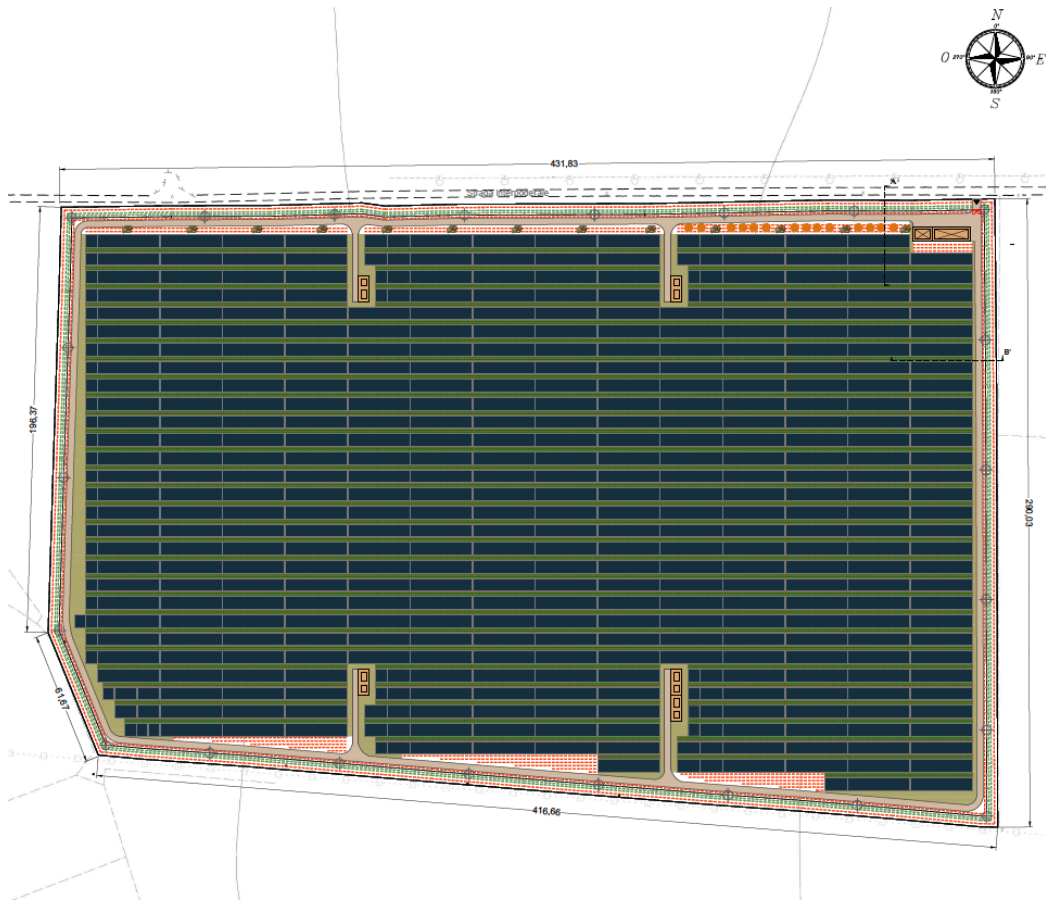


Figura 5-11 Layout del progetto definitivo dell' impianto agrovoltaico "DEPALMA" su base CTR e ortofoto.

6. QUADRO NORMATIVO GENERALE DI RIFERIMENTO

La normativa e le leggi di riferimento da rispettare per la progettazione e realizzazione degli impianti fotovoltaici sono:

- Delibera dell'Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente **ARG/elt 99/08**;
- **CEI 64-8**: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua;
- **CEI 11-20**: Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria;
- **CEI 64-50**: guida per l'integrazione degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione delle infrastrutture per gli impianti di comunicazioni e impianti elettronici negli edifici- criteri generali.
- **CEI EN 60904-1**: Dispositivi fotovoltaici Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche tensione corrente;
- **CEI EN 60904-2**: Dispositivi fotovoltaici - Parte 2: Prescrizione per le celle fotovoltaiche di riferimento;
- **CEI EN 60904-3**: Dispositivi fotovoltaici - Parte 3: Principi di misura per sistemi solari fotovoltaici per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento;
- CEI EN 61727**: Sistemi fotovoltaici (FV) - Caratteristiche dell'interfaccia di raccordo con la rete;
- **CEI EN 61215**: Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo;
- **CEI EN 61000-3-2**: Compatibilità elettromagnetica (EMC) - Parte 3: Limiti Sezione 2: Limiti per le emissioni di corrente armonica;
- **CEI EN 60904-6**: Dispositivi fotovoltaici- Requisiti dei moduli solari di riferimento;
- **CEI EN 61725**: Espressione analitica dell'andamento giornaliero dell'irraggiamento solare;
- **CEI EN 61829**: Schiere di moduli FV in silicio cristallino-Misura sul campo della caratteristica I-V
- **CEI EN 50081-1-2**: Compatibilità elettromagnetica. Norma generica sull'emissione.
- **CEI 23-25**: Tubi per installazioni elettriche.
- **DM 22/1/08 n. 37**: Regolamento concernente l'attuazione dell'art. 11 della Legge 2/12/05 (Riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti ex legge n° 46 del 5/3/1990 e relativo regolamento di attuazione);
- **Legge n° 186 del 1/3/1968**: Impianti elettrici.
- **DL 9/4/2008 n. 81** : Tutela della salute e sicurezza nei luoghi di lavoro.
- **DM 37/2008**: Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005.
- Allegato A alla delibera ARG/elt – Versione Integrata e modificata dalle deliberazioni ARG/elt 179/08, 205/08, 130/09, 125/10 Testo integrato delle condizioni tecniche ed economiche per la connessione alle reti con obbligo di connessioni di terzi degli impianti di produzione (testo integrato delle connessioni attive – **TICA**);
- **CEI 0-16**: Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT e MT delle imprese distributrici di energia elettrica;
- **CEI 82-25**: Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica e collegati alle reti elettriche di Media e Bassa Tensione;
- **Norme UNI/ISO** per le strutture meccaniche di supporto e di ancoraggio dei moduli fotovoltaici;
- Delibera **AEEG n. 188/05**, per le modalità per l'erogazione delle tariffe incentivanti;
- Delibera **AEEG n. 281/05** e s.m.i. Delibere **AEEG n.28/06** e **n.100/06**, Condizioni per

l'erogazione del servizio di connessione alle reti elettriche con tensione nominale superiore ad 1 kV i cui gestori hanno l'obbligo di connessione di terzi;

- **Delibera AEEG n. 40/06, per integrare la deliberazione n. 188/05;**
- **Delibera AEEG n. 88/07,** Disposizioni in materia di misura dell'energia elettrica prodotta da impianti di generazione;
- **Delibera AEEG n. 89/07:** condizioni tecnico economiche per la connessione degli impianti di produzione di energia elettrica alle reti elettriche con obbligo di connessione di terzi a tensione nominale minore o uguale ad 1 kV;
- **Delibera AEEG n. 90/07,** Attuazione del decreto del ministro dello sviluppo economico, di concerto con il ministro dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare 19 Febbraio 2007;
- **Direttive ENEL** (Guida per le connessioni alla rete elettrica di ENEL distribuzione);
- **Delibera ARG/elt 99/08 dell'AEG Allegato A** (Condizioni tecniche ed economiche per la connessione alle reti elettriche con obbligo di connessione di terzi degli impianti di produzione di energia elettrica TICA);
- **IEC 62305-3:** messa a terra impianti fotovoltaici;
- **CEI 81- 1:** protezione contro fulmini LPS (Ligthning Protection System);
- Quanto altro previsto dalla vigente normativa di legge, ove applicabile.

7. ELEMENTI PROGETTUALI

7.1 STRUTTURE DI SUPPORTO E PANNELLI FOTOVOLTAICI

Le strutture di supporto sono costituite da pochi componenti in modo da ridurre il tempo di installazione. L'inserimento nel terreno dei profili in acciaio verrà realizzato da ditte specializzate. A seguito di test preliminari che si definirà la profondità di fissaggio dei pali che saranno con perforazione senza estrazione del terreno con sistema di vibro-infissione

La struttura risulta sollevata da terra per una altezza di 80 cm circa, e raggiunge altezza massima di 240,9 cm. Di seguito si riportano delle rappresentazioni della struttura di supporto. Le strutture di supporto sono distanziate di 2.506 m. I moduli fotovoltaici saranno imbullonati alla barella di sostegno tramite bulloni in acciaio inox delle dimensioni opportune. Le barelle ed i telai saranno distribuiti uniformemente sul terreno in modo da non creare impatto visivo. Tra i moduli è consentito il passaggio dell'acqua in quanto le strutture non sono a tenuta d'acqua. E' previsto il sistema di infissione mediante fissaggio in vibro infissione. Nelle figure seguenti vengono riportate sezioni, vista laterale e frontale delle vele. I moduli saranno connessi in gruppi di 15-30-84 pannelli connessi in serie come da illustrato nella figura che segue. Ogni serie da 20-30 sarà connessa alla string box di fila.

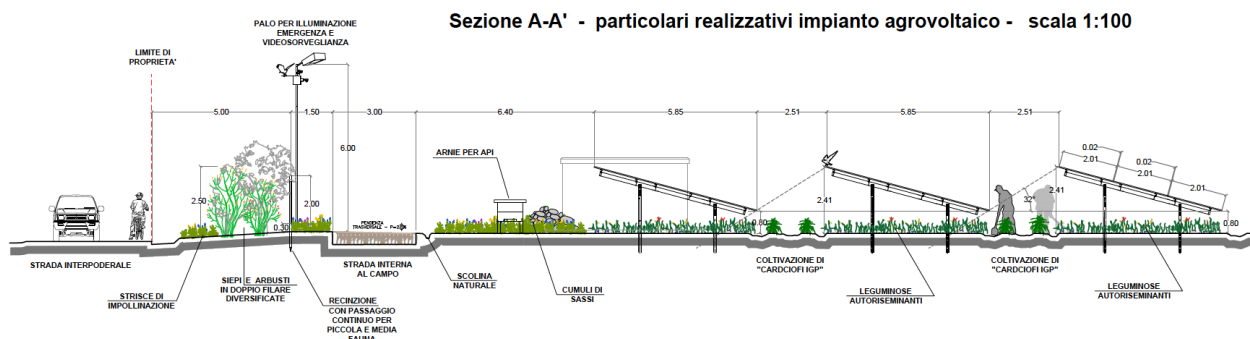


Figura 7-1 Esempio di sezione di impianto agrovoltaico

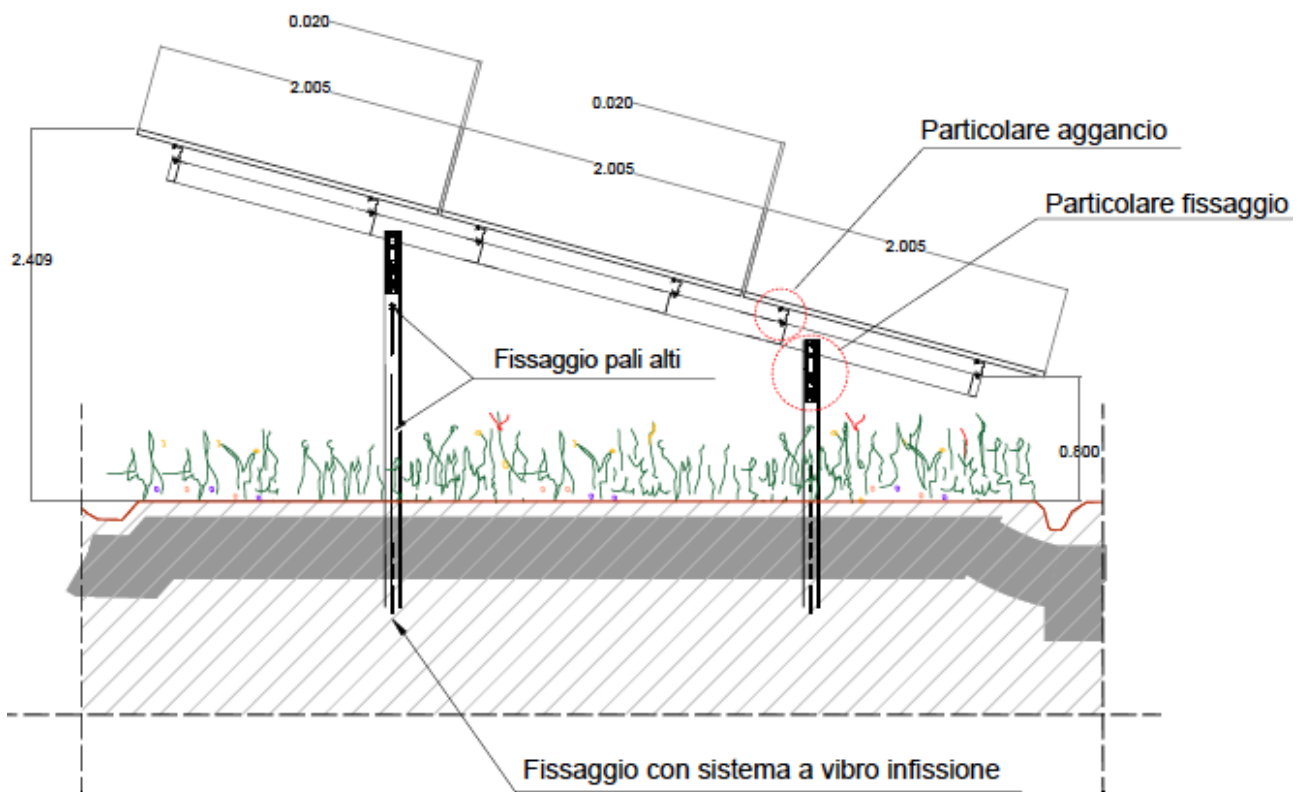


Figura 7-2 Particolare struttura di supporto stringa.

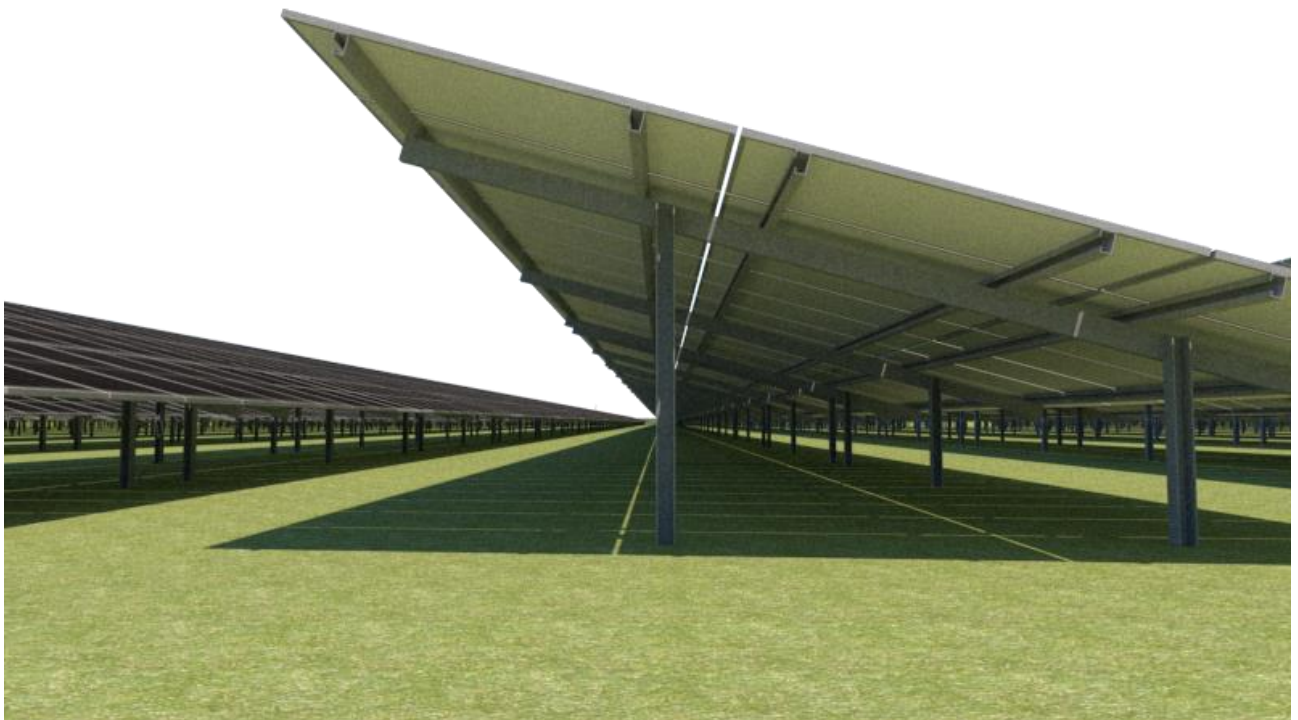


Figura 7-3 Vista 3D struttura di supporto stringa.

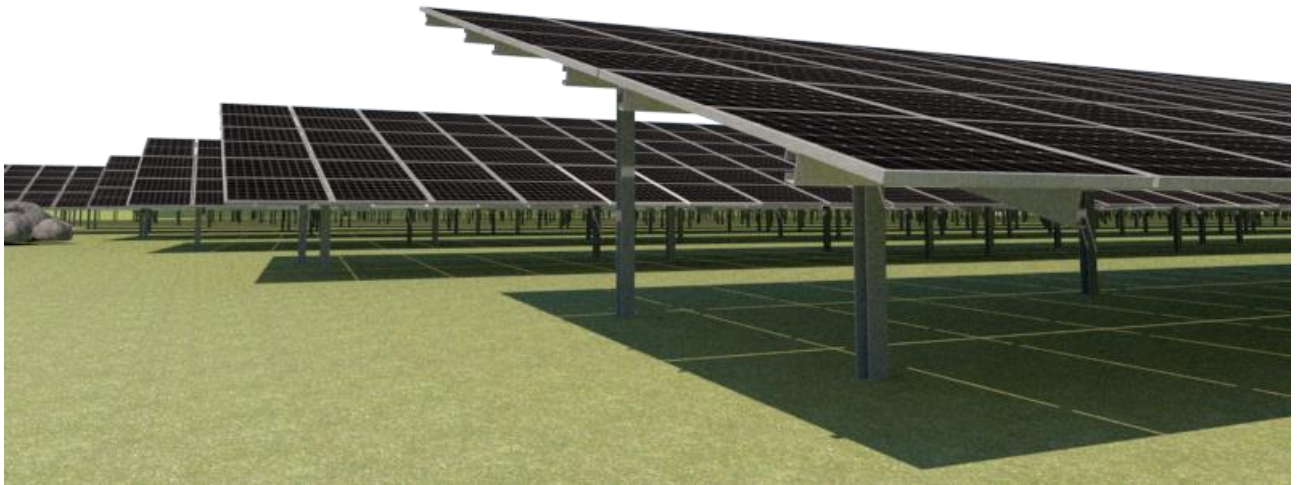


Figura 7-4 Vista 3D struttura di supporto stringa.

Sezione B-B' - Particolare vela da 84 pannelli e particolari impianto agrovoltaico - scala 1:100

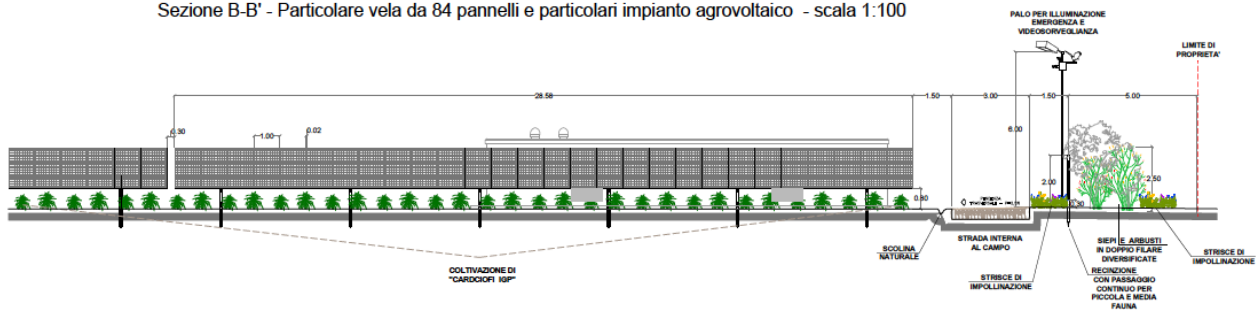
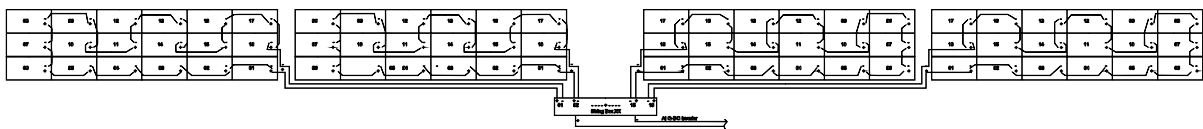


Figura 7-5 Vista frontale vele.

Esempio di collegamento a string box



Collegamento di stringa a 20 pannelli

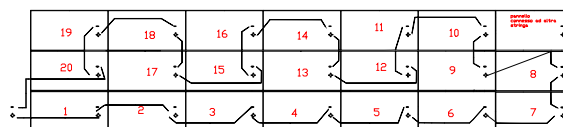
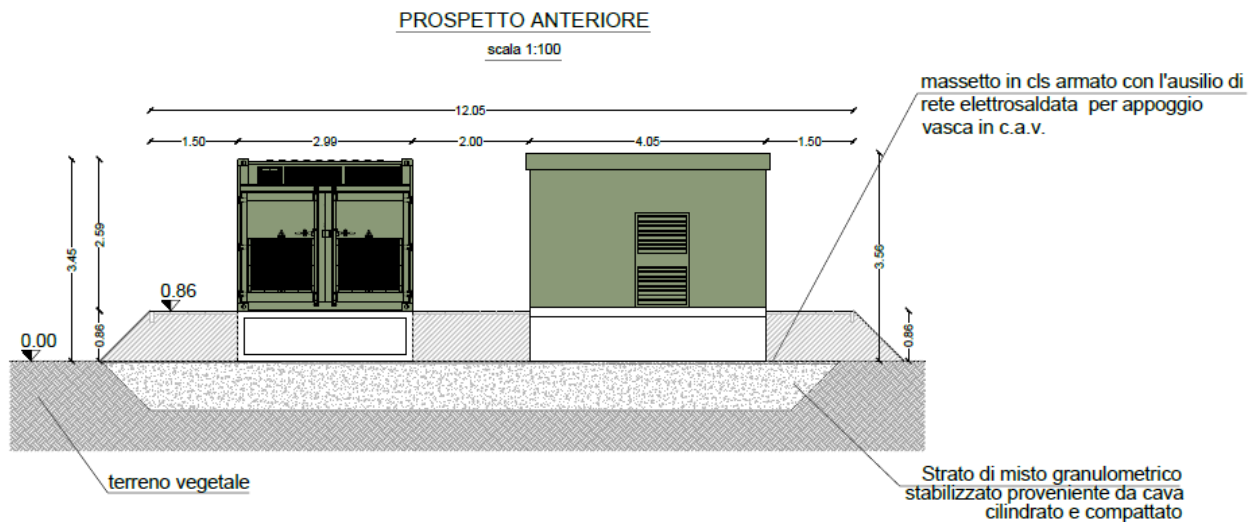


Figura 7-6 Particolare di disposizione di 84 pannelli e connessione in serie dei moduli.

Maggiori dettagli sulle strutture di supporto dei pannelli sono riportati nella tavola "Elaborato grafico strutture sostegno moduli".

7.2 CABINE DI CAMPO

Saranno realizzate delle opere di fondazioni per le cabine. Le costruzioni saranno di tipo prefabbricato (struttura portante costituita da pilastri prefabbricati in c.a.v., pannelli di tamponamento prefabbricati in c.a., finitura esterna con intonaci al quarzo). La copertura a tetto piano, sarà opportunamente coibentata ed impermeabilizzata. Gli infissi saranno realizzati in alluminio anodizzato naturale. Particolare cura sarà osservata ai fini dell'isolamento termico impiegando materiali isolanti idonei in funzione della zona climatica e dei valori minimi e massimi dei coefficienti volumici globali di dispersione termica. Nella Figura seguente, viene riportato un esempio di cabina di campo. Si adotteranno soluzioni cromatiche compatibili con la realtà del manufatto e delle sue relazioni con l'intorno evitando forti contrasti, privilegiando i colori prevalenti nei luoghi, utilizzando preferibilmente pigmenti naturali.



Di seguito si riportano i dati caratteristici di un possibile trasformatore idoneo ad essere accoppiato elettricamente con l'inverter SUNGROW del tipo SG2500HV

Transformer

Transformer rated power	3125 kVA
Transformer max. power	3593 kVA
LV / MV voltage	0.6 kV / 10 – 35 kV
Transformer vector	Dy11
Transformer cooling type	ONAN (Oil Natural Air Natural)
Oil type	Mineral oil (PCB free) or degradable oil on request

Figura 7-7 Dati tecnici tipici di un trasformatore MT idoneo all' inverter SG2500HV

Si riportano di seguito il diagramma circuitale della cabina inverter comprensiva di dimensioni, scelta per il campo agrolvoltaico.

CABINA INVERTER SG2500HV-20

Input (DC)	SG2500HV-20
Max. PV input voltage	1500V
Min. PV input voltage / Startup input voltage	800 V / 840 V
MPP voltage range for nominal power	800 – 1300 V
No. of independent MPP inputs	1
No. of DC inputs	18 – 24
Max. PV input current	3508 A
Max. DC short-circuit current	4210 A
PV array configuration	Negative grounding or floating
Output (AC)	
Max. AC output power	2750 kVA@ 45 °C / 2500 kVA@ 50 °C
Max. AC output current	2886 A
Nominal AC voltage	550 V
AC voltage range	485 – 605 V
Nominal grid frequency / Grid frequency range	50 Hz / 45 – 55 Hz, 60 Hz / 55 – 65 Hz
THD	< 3 % (at nominal power)
DC current injection	< 0.5 % In
Power factor at nominal power / Adjustable power factor	> 0.99 / 0.8 leading – 0.8 lagging
Feed-in phases / Connection phases	3 / 3
Efficiency	
Max. efficiency / Euro. efficiency	99.0 % / 98.7 %
Protection	
DC input protection	Load break switch + fuse
AC output protection	Circuit breaker
Overvoltage protection	DC Type I + II / AC Type II
Grid monitoring / Ground fault monitoring	Yes / Yes
Insulation monitoring	Yes
Overheat protection	Yes
Q at night function	Yes
Anti-PID function	Optional
General Data	
Dimensions (W*H*D)	2991*2591*2438 mm
Weight	6.5 T
Isolation method	Transformerless
Degree of protection	IP54
Auxiliary power supply	Optional: Max. 40 kVA
Operating ambient temperature range	-35 to 60 °C (> 50 °C derating)
Allowable relative humidity range (non-condensing)	0 – 95 %
Cooling method	Temperature controlled forced air cooling
Max. operating altitude	4000 m (> 2000 m derating)
Display	Touch screen
Communication	Standard: RS485, Ethernet; Optional: optical fiber
Compliance	CE, IEC 62109, IEC 61727, IEC 62116
Grid support	Q at night function, L/HVRT, active & reactive power control and power ramp rate control
Type designation	SG2500HV-20

Figura 7-8 Specifica tecnica della cabina inverter SG2500HV

Circuit Diagram

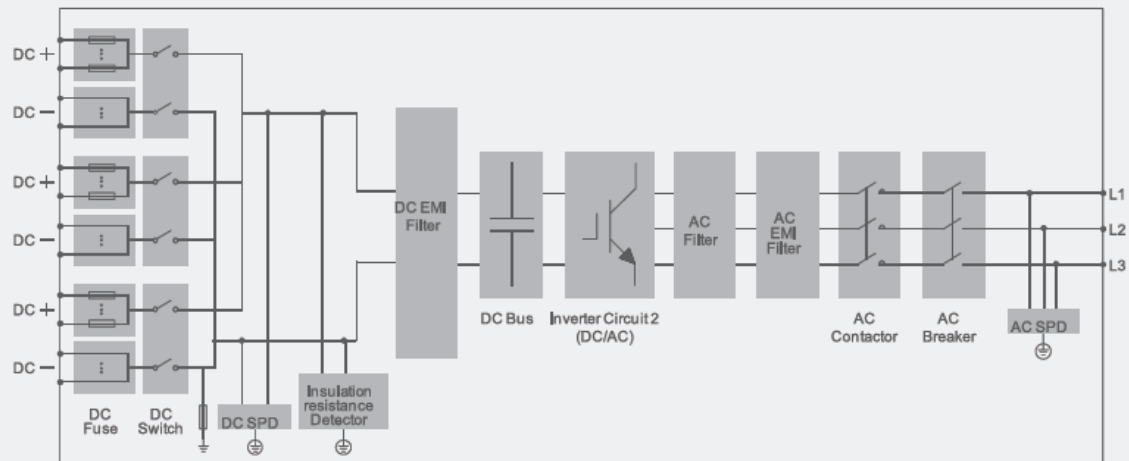


Figura 7-9 Diagramma circuitale dell'inverter SUNGROW mod. SG2500HV

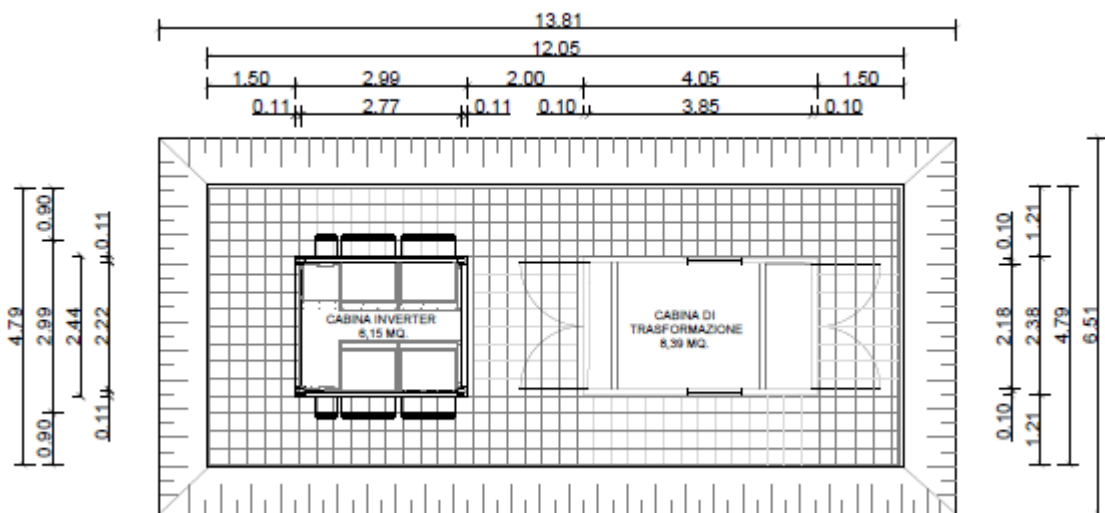


Figura 7-10 Schema dimensionale della cabina inverter SUNGROW mod. SG2500HV

A seguire si riportano le schede tecniche dei cavi (DC) utilizzati per creare le stringhe, connettori moduli, string-box, cavi (DC) per connettere le string-box agli inverter, cavi per connettere gli inverter alla cabina di consegna.

H1Z2Z2-K



Marcatura: CE 0987 SPECIALCAVI BALDASSARI H1Z2Z2-K <formazione> IEMMEQU HAR <lotta> <anno> ECA



CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE

Anima:

Conduttore in rame stagnato flessibile, classe 5

Isolamento:

Mescola LSZH a base di gomma reticolata

Guaina esterna:

Mescola LSZH a base di gomma reticolata speciale, resistente ai raggi UV

Colori:

Colore anima:

Bianco

Colore guaina esterna:

Nero o Rosso (basato su RAL 9005 o 3000)

CARATTERISTICHE ELETTRICHE

Tensione di esercizio anime:

Tensione nominale di esercizio:

1.0kV C.A. - 1.5kV C.C. (anche verso terra)

Massima tensione di esercizio:

1.2kV C.A. - 1.8kV C.C. (anche verso terra)

Tensione di esercizio guaina:

Tensione nominale di esercizio:

1.0kV C.A. - 1.5kV C.C. (anche verso terra)

Massima tensione di esercizio:

1.2kV C.A. - 1.8kV C.C. (anche verso terra)

Tensione di prova: 15 kV C.C.

RIFERIMENTI NORMATIVI

EN 50618
EN 60228 EN 50395
EN 50618
EN 50618 EN 50395 EN 62230
EN 50618 EN 50396 EN 60228
EN 60811-401 EN 50618
EN 60811-504 EN 60811-505 EN 60811-506 EN 50618
EN 60811-403 EN 50396 EN 50618
EN 50618 EN 50289-4-17 metodo A
EN 50618
EN 60068-2-78
EN 60811-503
EN 60332-1-2
EN 61034-2 (LT \geq 60%)
EN 50525-1
EN 50618 EN 60216-1 EN 60216-2

CLASSE DI REAZIONE AL FUOCO

EN 50575:2016 E_{ca}

TEMPERATURE

Temperatura minima di esercizio: -40°C

Temperatura massima di esercizio: +90°C

Temperatura massima di cortocircuito: +250°C

CONDIZIONI DI POSA



Temperatura minima di posa: -25°C



Raggio minimo di posa d4



Max. sforzo di tiro: 15N/mm² sezione su rame posa fissa, 30N/mm² installazione



Posa fissa



In aria libera



In tubo o canalina in aria



In canale interrato



Interrato con protezione



In tubo interrato



Directamente interrato

Figura 7-11 Specifica tecnica del cavo in DC utilizzato per creare le stringhe.

CONNETTORI MC4 PER IMPIANTI FOTOVOLTAICI



Prodotti per garantire affidabilità e resistenza alle intemperie, questi connettori MC4 sono certificati a norma TÜV e garantiscono una connessione water-proof (IP-65). Disponibili in tre diversi modelli per il collegamento in sicurezza di tutte le sezioni del vostro impianto fotovoltaico (dai pannelli all'inverter).

CARATTERISTICHE

Il modello Volante (MC4C) permette il collegamento in sicurezza tra i cavi del quadro con i fusibili posteriore e il resto dell'impianto. Per il collegamento in parallelo sono disponibili le coppie di parallelamento a Y (dette T-Branch, MC4T). La connessione finale tra il gruppo fotovoltaico e l'inverter e' permesso con gli speciali connettori Pannello (MC4P). Compatibili per le diverse sezioni dei cavi speciali a norma TÜV (2,5 - 4 - 6 mm²).

APPLICAZIONI

L'elevata qualità e resistenza alle intemperie li rendono adatti ad ogni tipo di impianto fotovoltaico ad isola, dai piccoli impianti fino a quelli di grandi dimensioni. Sono stati applicati con successo in ogni tipo di situazione e per ogni tipo di necessita: Camper, Roulotte, Baite, Ponti Radio, Stazioni Metereologiche, Sistemi di allarme isolati, Kit Solari per ricaricare dispositivi elettronici, Impianti Fotovoltaici ad isola.

CERTIFICAZIONI



SCHEDA TECNICA

Modelli	MC4P	MC4T	MC4C
Resistenza (mΩ)	< 0,3	< 5	< 0,3
Corrente nominale (A)	16	30	25
Composizione conduttore	Rame stagnato		
Tensione (Vcc)	1000		
Temperatura di lavoro (°C)	Da -40 a +85		
Sezioni nominali (mm ²)	2,5 / 4 / 6		
Flame Retardant Grade	UL94-V0		
Materiale isolante	PPO		
Sicurezza	Classe II		
Resistenza all'acqua	IP 65		


Vectron S.r.l. - P.I. 02481280378 - Via Ghisiliera 21/C - 40131 Bologna - Italy - Tel. 051-8493405 Fax 0515280315 - info@vectronenergy.it

Figura 7-12 Specifica tecnica dei connettori MC4 per connessione delle stringhe.

SUNBOX™ PVS-16M-DB


PV combiner box for 1000 Vdc system






Efficient and Safe

- PV specific application fuses, both positive and negative polarity
- PV specific application SPD with failure alarm function
- PV string current and voltage abnormal alarm
- Specific application combiner busbar parts with shield
- Main load breaker switch state monitoring (need optional accessory)



Flexible

- IP65 protection
- Self supplied power with SPD
- Output cable sectional area range 120 - 400 mm² (max. 400 mm² Al cable)



Reliable

- Highly optimize the system wiring
- Modular design for easy and quick maintenance
- CE



Parameters	PVS-16M-DB
Max. PV string voltage	1000 V
Max. PV string parallel inputs	16 * 2
Rated fuse current for each string (replaceable)	30 A
Input terminal type	6 mm ²
Output terminal type	120 – 400 mm ²
Protection class	IP65
Environment temperature	-40 °C to 60 °C
Enironment humidity (non-condensing)	0 – 95 %
Dimensions (W*H*D)	720*680*180 mm
Weight	41 kg
Material of enclosure	Steel

Standard Accessories	
DC main output load switch	Yes
PV specific application SPD	Yes
PV SPD failure monitoring	Yes
PV self power supply for internal loads	Yes
Communication port	Yes
Current and voltage monitoring for each string	Yes

Optional Accessories	
Monitoring for load break switch state	Optional

Figura 7-13 Specifica tecnica delle string-box.



Conduttore flessibile di rame rosso ricotto classe 5.
Isolamento in HEPR di qualità G16
Riempitivo in materiale non fibroso e non igroscopico
Guaina in miscela termoplastica tipo R16

Class 5 flexible copper conductor.
Elastomeric mixture insulation (G16 quality).
Not fibrous and not hygroscopic filler
Outer Sheath PVC R16 type.

<i>Tensione nominale U0</i>	600V(AC) 1800V(DC)	<i>Nominal voltage U0</i>
<i>Tensione nominale U</i>	1000V(AC) 1800V(DC)	<i>Nominal voltage U</i>
<i>Tensione di prova</i>	4000 V	<i>Test voltage</i>
<i>Tensione massima Um</i>	1200V(AC) 1800V(DC)	<i>Maximun voltage Um</i>
<i>Temperatura massima di esercizio</i>	90	<i>Maximun operating temperature</i>
<i>Temperatura massima di corto circuito per sezioni fino a 240mm²</i>	250	<i>Maximun short circuit temperature for sections up to 240mm²</i>
<i>Temperatura massima di corto circuito per sezioni oltre 240mm²</i>	220	<i>Maximun short circuit temperature for sections over 240mm²</i>
<i>Temperatura minima di esercizio (senza shock meccanico)</i>	-15°C	<i>Min. operating temperature (without mechanical shocks)</i>
<i>Temperatura minima di installazione e maneggio</i>	0°C	<i>Minimum installation and use temperature</i>

Condizioni di impiego piu comuni

Adatti per L'alimentazione elettrica in costruzioni ed altre opere di Ingegneria civile con l'obbiettivo di limitare la produzione e la diffusione di fuoco e fumo, conformi al Regolamento CPR. Per trasporto di energia e trasmissione segnali in ambienti interni o esterni anche bagnati. Per posa fissa in aria libera, in tubo o canaletta, su muratura e strutture metalliche o sospesa. Adatti anche per posa interrata diretta o indiretta. Non indicato per sringhe di collegamento con pannelli fotovoltaici. Per trasporto di energia e trasmissione segnali in ambienti esterni anche bagnati AD7. Caratteristiche particolari buona resistenza agli oli e ai grassi industriali. Caratteristiche Particolari, buon comportamento alle basse temperature a resistente ai raggi UV.

Common features

For electrical power system in constructions and other civil engineering bulgnings, in order to limit fire and smoke production and spread in accordance with the CPR. Power and control use outdoor and indoor applications, even wet. Suitable for fixed installations at open air, in tube or canals, masonry, metals structures, overhead wire and for direct or indirect underground wiring. Not indicated for connection with photovoltaic panels. Power and control use outdoor applications, even wet AD7. Special features good resistance to industrial oils and greases. Good behavior at low temperatures. UV resistant.

Condizioni di posa

Raggio minimo di curvatura per diametro D (in mm):

energia = 4 D / segnalazione e comandi = 6 D

Sforzo massimo di tiro:

50 N/mm²

Imballo

Matasse da 100m in involucri termoretraibili fino alla sezione 5x6mm² se richiesto. Bobina con metrature da definire in fase di ordine.

Colori anime

Unipolare: nero

Bipolare: blu-marrone

Tripolare: marrone-nero-grigio o G/V-blu-marrone

Quadripolare: blu-marrone-nero-grigio (o G/V al posto del blu)

Pentapolare: G/V-blu-marrone-nero-grigio (senza G/V 2 neri)

Multipli per segnalazioni: neri numerati

Colori guaina

Grigio chiaro RAL7035

Marcatura ad inchiostro

GENERALCAVI - Cca-s3,d1,a3 - IEMMEQU EFP - anno - FG16(O)R16 - 0,6/1 kV - form x sez. - ordine lavoro interno - metratura progressiva

Employment

Minimum bending radius per D cable diameter (in mm):

Power cables = 4 D / Control cables = 6 D

Maximum pulling stress:

50 N/mm²

Packing

100m rings in thermoplastic film up to section 5x6mm². Drums to agree.

Core colours

Single core: black

Two cores: blue-brown

Three cores: brown-black-gray (or blue-brown-Y/G)

Four cores: blue-brown-black-gray (or Y/G instead blue)

Five cores: Y/G-blue-brown-black-gray (or black instead Y/G)

Multicores: black with numbers

Sheath colour

Light grey RAL 7035

Ink marking

GENERALCAVI - Cca-s3,d1,a3 - IEMMEQU EFP - year - FG16(O)R16-0,61kV - form x sect. - inner work order - progressive length

Figura 7-14 Specifica tecnica dei cavi per la connessione della string-box all' inverter.

Norme di riferimento

Standards

HD 620 CEI 20-13pqa, IEC 60502pqa
EN 50575:2014 + EN 50575/A1:2016



Conduttore rigido di rame rosso ricotto. Classe 2.
Semiconduttore interno elastomerico estruso
Isolamento in HEPR di qualità G18
Semiconduttore esterno elastomerico estruso pelabile a freddo per il grado 1,8/3kV solo su richiesta
Schermo costituito a fili di rame rosso
Guaina in PVC qualità R12

Rigid class 2 red copper conductor.
Inner semi-conducting layer
Elastomeric mixture insulation (G18 quality).
Outer semi-conducting layer special high module hepr for 1.8 / 3 kV only on request
Red copper wire shield.
Outer Sheath PVC R12 type.

<i>Tensione nominale U0</i>	da 1,8kV a 18kV	<i>Nominal voltage U0</i>
<i>Tensione nominale U</i>	da 3kV a 30kV	<i>Nominal voltage U</i>
<i>Temperatura massima di esercizio</i>	+90°C	<i>Maximum operating temperature</i>
<i>Temperatura massima di corto circuito</i>	+250°C	<i>Maximum short circuit temperature</i>
<i>Temperatura minima di esercizio (senza shock meccanico)</i>	-15°C	<i>Min. operating temperature (without mechanical shocks)</i>
<i>Temperatura minima di installazione e maneggio</i>	0°C	<i>Minimum installation and use temperature</i>

Condizioni di impiego piu comuni

Adatti per il trasporto di energia tra le cabine di trasformazione e le grandi utenze. Adatti per l'alimentazione elettrica in costruzioni ed altre opere di Ingegneria civile con l'obiettivo di limitare la produzione e la diffusione di fuoco e fumo, conformi al Regolamento CPR. Per posa in aria libera, in tubo o canale. Ammessa la posa interrata anche non protetta.

Common features

Suitable for the transport of energy between the substations and large users. For electrical power system in constructions and other civil engineering bulginings, in order to limit fire and smoke production and spread, in accordance with the CPR. For free-hanging, pipe or channel. Laying underground also not protected.

Condizioni di posa

Raggio minimo di curvatura per diametro D (in mm):
12 D
Sforzo massimo di tiro:
60 N/mm

Employment

Minimum bending radius per D cable diameter (in mm):
12 D
Maximum pulling stress:
60 N/mm

Imballo

Imballo e quantitativi minimi da definire in sede d'ordine

Packing

Packaging and minimal quantity to agree

Colori anime

Unipolare: rosa
Tripolare: rosa

Core colours

Single core: pink
Three cores: pink

Colori guaina

Rosso

Sheath colour

Red

Note

Nei cavi con tensione nominale di isolamento U0 verso terra inferiore o uguale a 3,6 kV è ammessa l'omissione degli strati semiconduttori.

Note

In cables with a rated voltage of U0 insulation to lower ground or equal to 3.6 kV is allowed the omission of the semiconductor layers.

Figura 7-15 Specifica tecnica dei cavi MT per il collegamento delle cabine inverter alla cabina di consegna

Cheetah HC 72M-V

420-440 Watt

MONO PERC HALF CELL MODULE

Positive power tolerance of 0~+3%

- Half Cell
- Mono PERC 72 Cell



PERC





KEY FEATURES



5 Busbar Solar Cell

5 busbar solar cell adopts new technology to improve the efficiency of modules, offers a better aesthetic appearance, making it perfect for rooftop installation.



High Voltage

UL and IEC 1500V certified; lowers BOS costs and yields better LCOE

Riduci documento in scala



High Efficiency

Higher module conversion efficiency (up to 19.88%) benefit from half cell structure (low resistance characteristic).



PID Resistance

Excellent Anti-PID performance guarantee limited power degradation for mass production.



Low-light Performance

Advanced glass and solar cell surface texturing allow for excellent performance in low-light environment.



Severe Weather Resilience

Certified to withstand: wind load (2400 Pascal) and snow load (5400 Pascal).



Durability Against Extreme Environmental Conditions

High salt mist and ammonia resistance certified by TUV NORD.

LINEAR PERFORMANCE WARRANTY

10 Year Product Warranty • 25 Year Linear Power Warranty



- ISO9001:2008, ISO14001:2004, OHSAS18001 certified factory
- IEC61215, IEC61730, UL1703 certified product

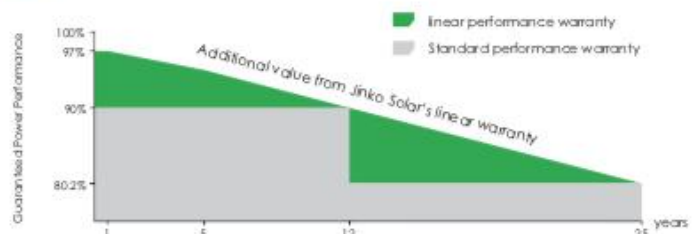
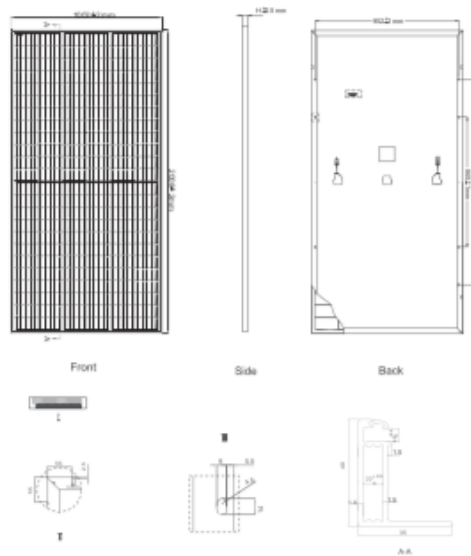


Figura 7-16 Specifica tecnica dei moduli FV

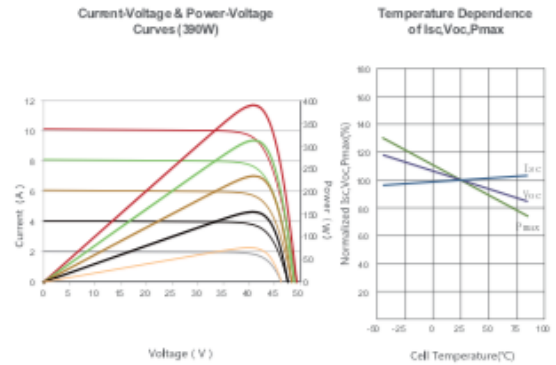
Engineering Drawings



Packaging Configuration

(Two pallets = One stack)
 26pcs/pallet , 52pcs/stack, 572pcs/40'HQ Container

Electrical Performance & Temperature Dependence



Mechanical Characteristics

Cell Type	Mono PERC 158.75×158.75mm
No. of Half-cells	144 (6×24)
Dimensions	2008×1002×40mm (79.06×39.45×1.57 inch)
Weight	22.5 kg (49.6 lbs)
Front Glass	3.2mm, Anti-Reflection Coating, High Transmission, Low Iron, Tempered Glass
Frame	Anodized Aluminium Alloy
Junction Box	IP67 Rated
Output Cables	TUV 1x4.0mm ² , Anode 290mm, Cathode 145mm or Customized Length

SPECIFICATIONS

Module Type	JKM420M-72H-V		JKM425M-72H-V		JKM430M-72H-V		JKM435M-72H-V		JKM440M-72H-V	
	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Maximum Power (Pmax)	420Wp	318Wp	425Wp	322Wp	430Wp	326Wp	435Wp	330Wp	440Wp	334Wp
Maximum Power Voltage (Vmp)	42.9V	40.5V	43.2V	40.8V	43.5V	41.0V	43.8V	41.3V	44.7V	41.5V
Maximum Power Current (Imp)	9.79A	7.85A	9.84A	7.89A	9.89A	7.95A	9.93A	7.99A	9.98A	8.05A
Open-circuit Voltage (Voc)	50.6V	49.5V	50.8V	49.7V	51.0V	50.0V	51.2V	50.2V	51.4V	50.5V
Short-circuit Current (Isc)	10.88A	8.44A	11.01A	8.51A	11.14A	8.58A	11.27A	8.65A	11.40A	8.72A
Module Efficiency STC (%)	20.87%		21.12%		21.36%		21.61%		21.86%	
Operating Temperature (°C)	-40°C~+85°C									
Maximum System Voltage	1500VDC (IEC)									
Maximum Series Fuse Rating	20A									
Power Tolerance	0~+3%									
Temperature Coefficients of Pmax	-0.37%/°C									
Temperature Coefficients of Voc	-0.29%/°C									
Temperature Coefficients of Isc	0.048%/°C									
Nominal Operating Cell Temperature (NOCT)	45±2°C									

STC: ☀ Irradiance 1000W/m² 📏 Cell Temperature 25°C ☁ AM=1.5

NOCT: ☀ Irradiance 800W/m² 📏 Ambient Temperature 20°C ☁ AM=1.5 🌬 Wind Speed 1m/s

* Power measurement tolerance: ± 3%

The company reserves the final right for explanation on any of the information presented hereby. EN-JKM-PERC-440M-72H-V_v1.0_rev2019

Figura 7-17 Specifica tecnica dei moduli FV

7.3 LAYOUT STAZIONE DI ELEVAZIONE E SMISTAMENTO TERNA

Le figure che seguono riportano i lay-out delle suddette stazioni di trasformazione 30/150 kV e smistamento (Stralci di progetto redatto da terzi; per approfondimenti e chiarimenti si rinvia all'analisi di tali elaborati).

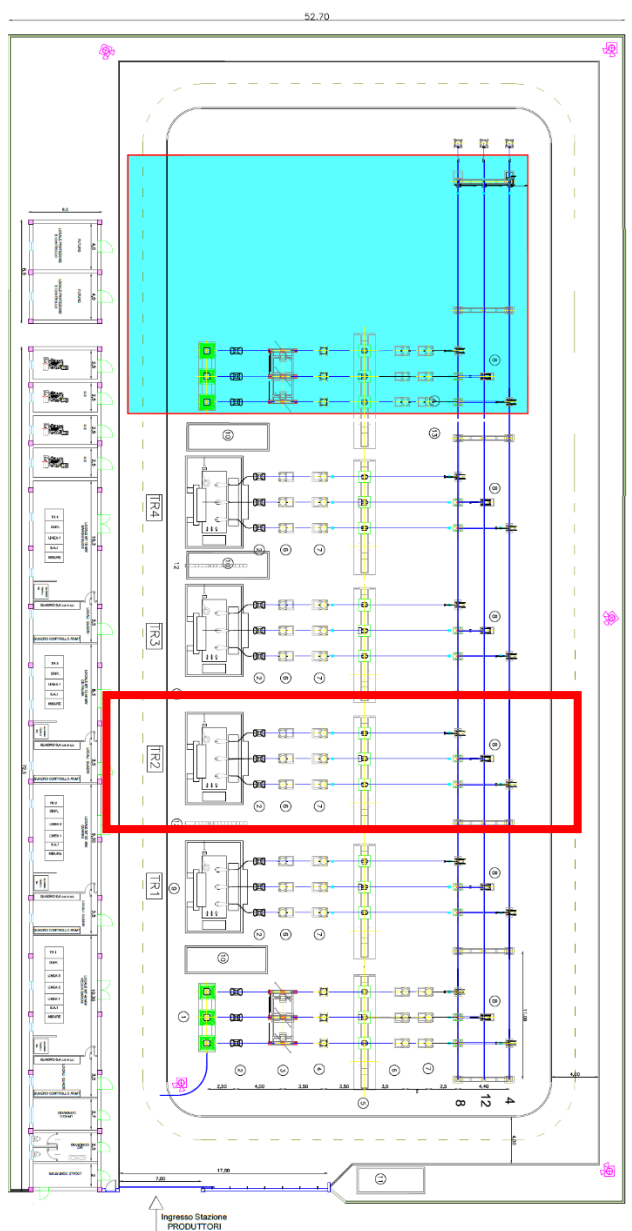


Figura 7-18 definitivo della nuova stazione di trasformazione 30/150 kV.

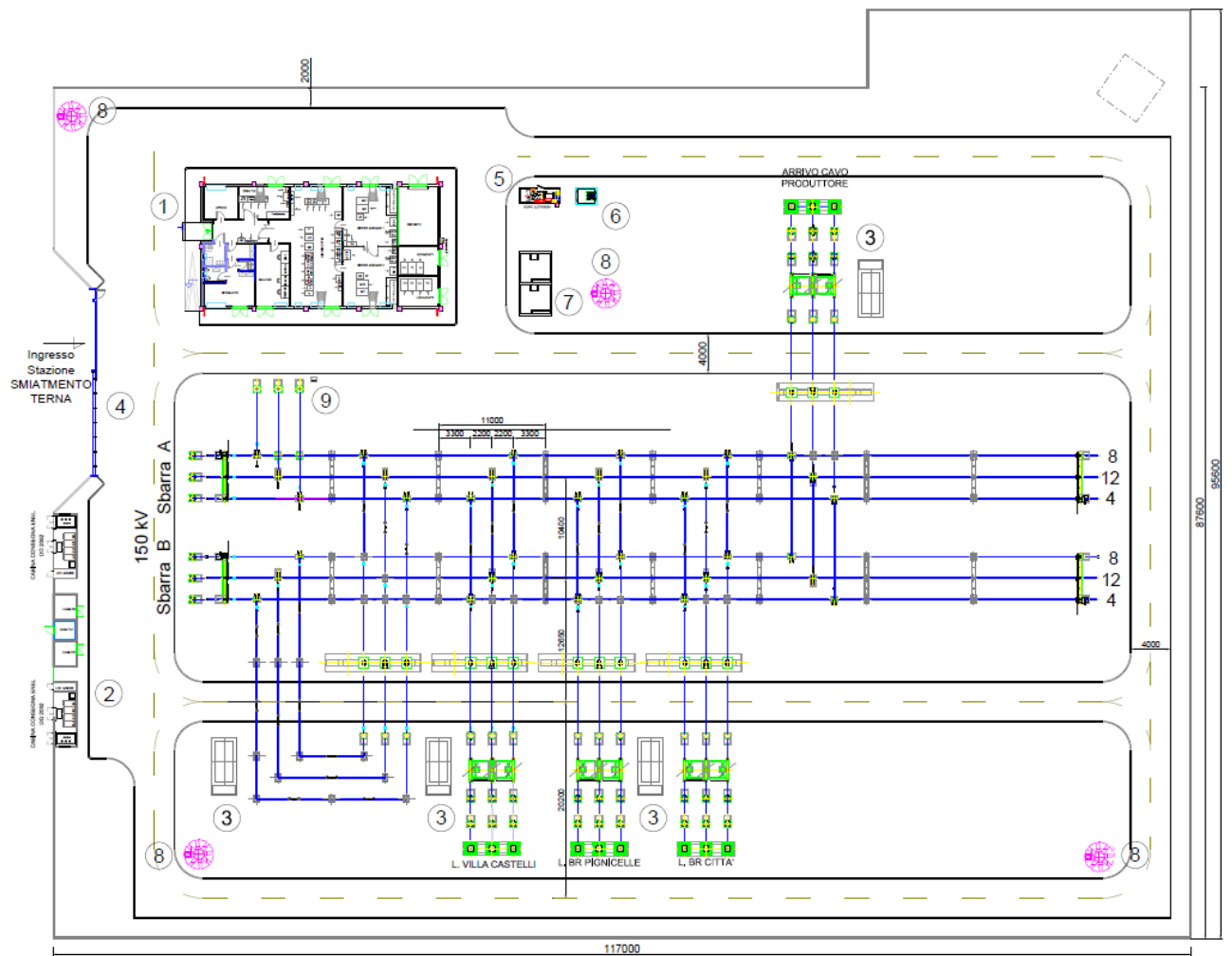


Figura 7-19 Layout definitivo della nuova stazione di smistamento da realizzare per la connessione dell'impianto alla RTN di TERNA

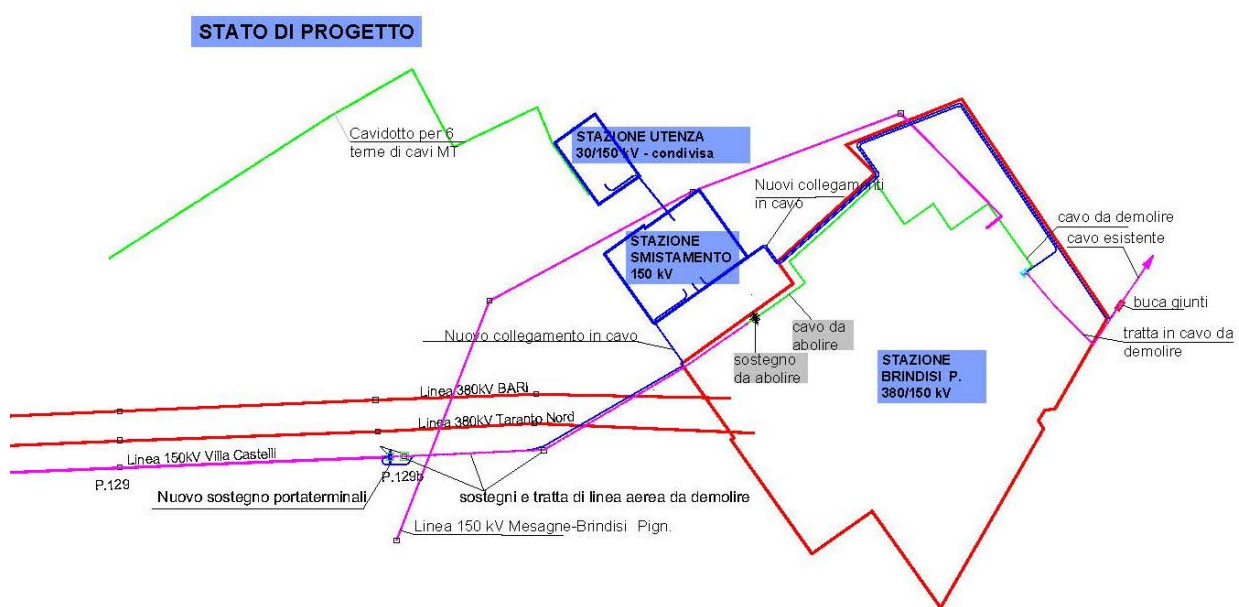
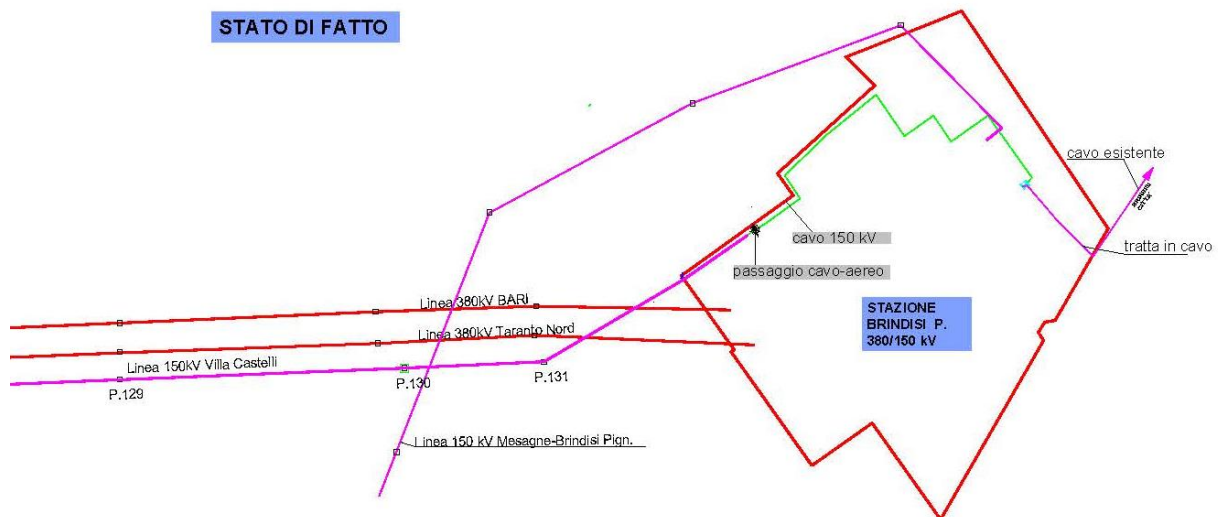


Figura 7-20 confronto opere a realizzarsi

7.4 FASI DI CANTIERE

COSTRUZIONE

La costruzione dell'impianto verrà avviata solo a valle del rilascio dell'Autorizzazione Unica e una volta ultimata la progettazione esecutiva di dettaglio dell'intero progetto (che comprenderà il dimensionamento di tutti i sottosistemi previsti, nonché le modalità operative e le attività/lavorazioni adottate). In base al cronoprogramma preliminare elaborato, si stima una durata complessiva di installazione di dell'impianto pari a circa 6 mesi. Per i dettagli si rimanda al "*Cronoprogramma di costruzione*" presente in calce alla presente relazione.

DISMISSIONE

In genere, la vita utile di un impianto fotovoltaico si aggira intorno ai 30 anni dall'entrata in esercizio. Dopo questi 30 anni, si valuterà lo stato di efficienza e le condizioni dell'impianto e rispetto a tali condizioni si deciderà se dismetterlo o meno.

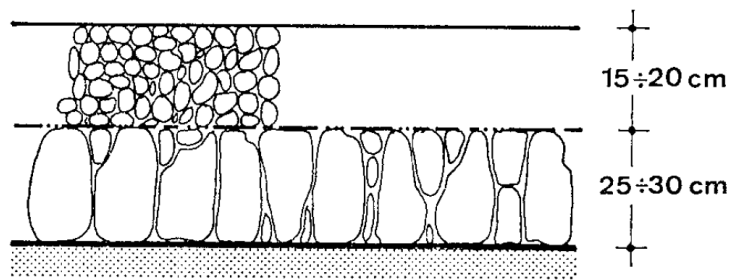
Nel caso si dovesse procedere con la dismissione, tutta la componentistica verrà smantellata secondo le normative di settore e le aree verranno ripristinate, senza nessuna contaminazione o alterazione dei luoghi. È stata stimata una durata complessiva delle operazioni di smantellamento pari a circa 28 settimane.

Si rimanda sia al "*Cronoprogramma di dismissione*" in allegato alla presente relazione per maggiori dettagli.

7.5 OPERE CIVILI

VIABILITÀ, ACCESSI E RECINZIONE

Per quanto riguarda l'accessibilità al sito è prevista la realizzazione di una nuova viabilità, interna alla recinzione all'interno dell'area occupata dai pannelli, costituita da uno strato di sottofondo e uno strato superficiale in granulare stabilizzato, per una larghezza indicativa che varia dai 3 ai 6 m circa. Per minimizzare l'impatto sulla permeabilità delle superfici, tale viabilità è stata progettata per il solo collegamento fra gli accessi alle aree e i vari cabinati e al solo fine di raggiungere solo quelle sezioni d'impianto particolarmente distanti rispetto agli ingressi previsti. La tipologia di manto prevista per la viabilità è del tipo MacAdam, costituita da spezzato di pietra calcarea di cava, di varia granulometria, compattato e stabilizzato mediante bagnatura e spianato con un rullo compressore. Lo stabilizzato è posto su una fondazione, costituita da pietre più grosse e squadrate, per uno spessore di circa 25/30 cm. La varia granulometria dello spezzato di cava fa sì che i vuoti formati fra i componenti a granulometria più grossa vengano colmati da quelli a granulometria più fine per rendere il fondo più compatto e stabile.



Stratigrafia del sistema *MacAdam classico all'acqua*

Figura 7-21 Stratigrafia sez. tipo del manto di tipo MacAdam.

Si precisa, infine, che tale viabilità è stata pensata in rilevato al fine di garantire un accesso agevole ai cabinati anche in caso di intense precipitazioni. Per i dettagli si rimanda alla tavola di dettaglio.

A delimitazione delle aree di installazione è prevista la realizzazione di una recinzione perimetrale costituita da rete metallica di colore verde, a pali infissi nel terreno di 3,8 mm e costituita da pannelli rigidi in rete elettrosaldata (di altezza pari a 2m). A reggere il sistema sono previsti dei montanti in acciaio di 48 mm di diametro mentre tra il piano di appoggio e l'inizio della rete, è previsto uno spazio per permettere il passaggio della piccola fauna.

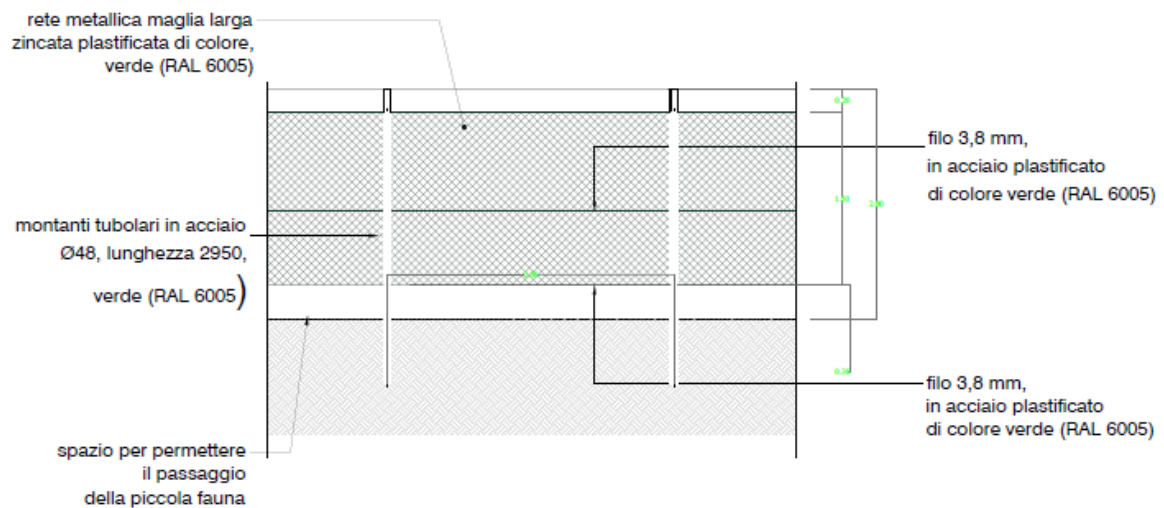
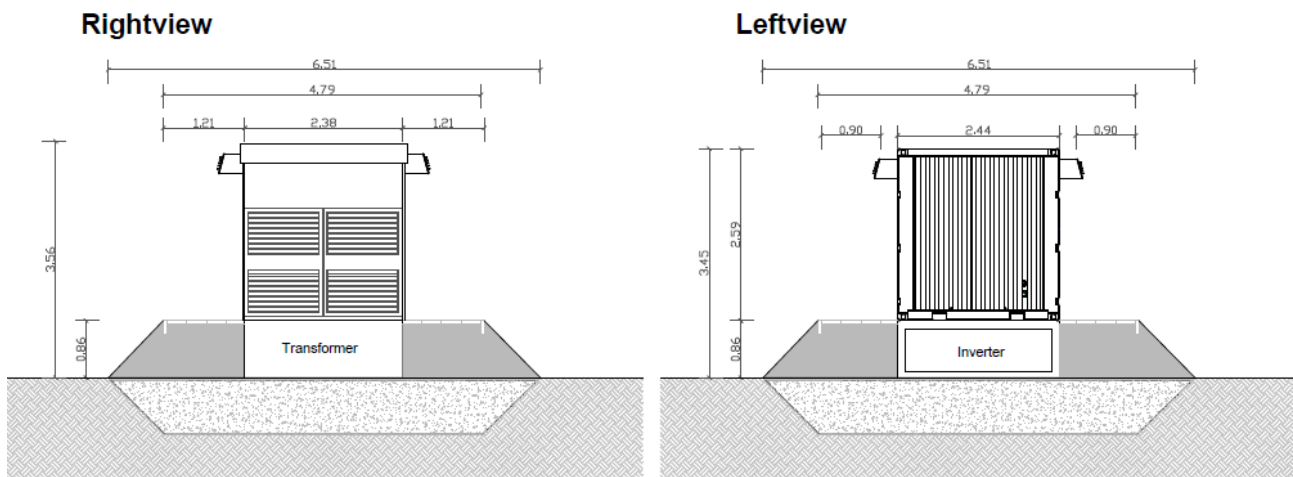


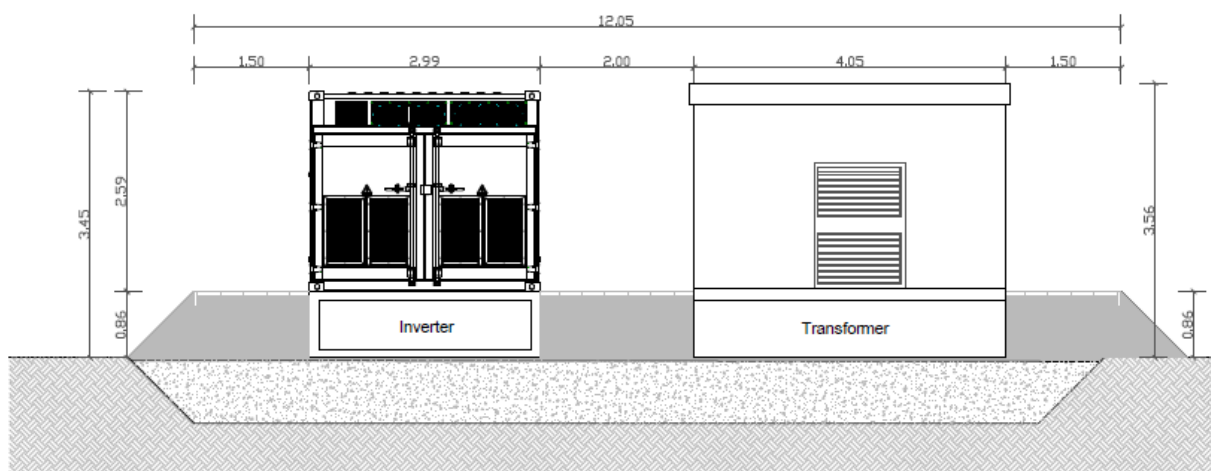
Figura 7-22 Dettaglio costruttivo della recinzione

CABINE DI CAMPO

Le cabine di campo verranno realizzate con struttura prefabbricata con vasca di fondazione.



Front- /Backview



Particolare della cabina di campo: visione fronte/retro e lato destro/sinistro.

La cabina di campo sarà protetta da un dispositivo generale di protezione generale (corrente nominale 630 A) al quale è connesso un dispositivo di interfaccia (corrente nominale 630 A), disposti nella cabina di campo. Le cabine di campo saranno quindi costituite da

- vani inverter
- vani trasformatori con allocazione del quadro di campo

MODALITA' DI POSA DEI CAVI

Tutte le linee elettriche oggetto della presente committenza saranno posate in cavidotti direttamente interrati anche per ridurre l'impatto visivo dell'intero impianto.

I cavi elettrici, rispetto alla quota del piano di campagna, saranno posati negli scavi alla profondità ≥ 1.1 m secondo le valutazioni effettuate circa la distanza di prima approssimazione (DPA).

La posa dei conduttori si articolerà quindi essenzialmente nelle seguenti attività:

- scavo a sezione obbligata della larghezza sufficiente da contenere i cavi unipolari con guaina con relativa sezione, e della profondità come indicata nel documento di progetto;
- posa dei conduttori.
- reinterro parziale con sabbia vagliata;
- reinterro con terreno di scavo;
- inserimento nastro per segnalazione tracciato.

Riportiamo di seguito un esempio di configurazioni di interramento effettuabili (connessione trasformatori a cabina di impianto):

PARTICOLARE DEL CAVIDOTTO (SEZIONE A-A' - SCALA 1:10)

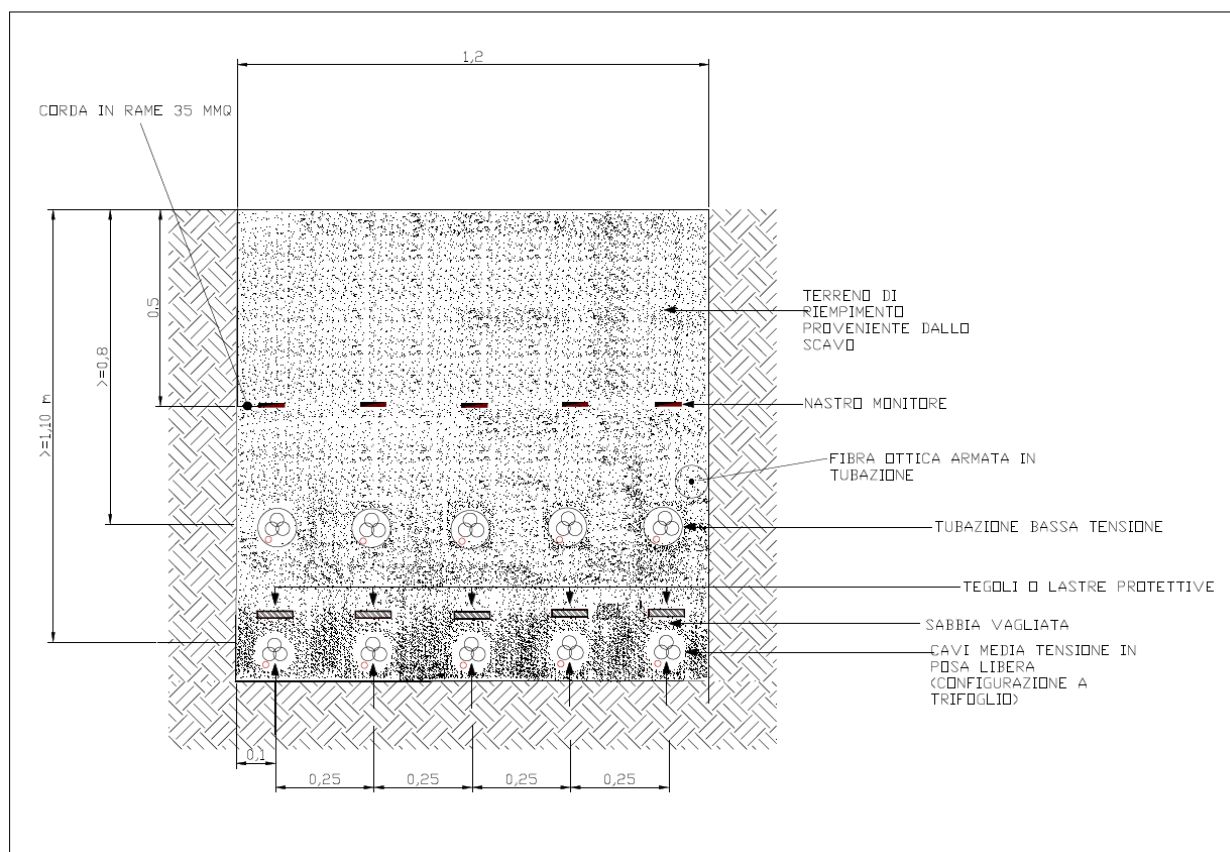


Figura 7-23 Particolare del cavidotto di collegamento cabina di campo.

La posa nel canale portacavi non necessiterà in generale di interventi di livellamento.

Per quanto concerne la disposizione di cavi unipolari con guaina in parallelo, i cavi di una stessa fase dovranno essere disposti in modo il più possibile simmetrico rispetto al centro ideale del fascio di cavi.

Riportiamo di seguito una tabella riassuntiva della sezione dei cavi con indicazioni delle profondità di sicurezza:

Tipologia cavidotto	Sezione caratteristica del cavo	Profondità di sicurezza (variabili con la conducibilità elettrica del terreno)
Collegamento quadro fila-cabina di campo (DC)	240 mm ²	>=0.8
Collegamento trasformatore-cabina di impianto (MT)	400 mm ²	>=1.1 m
Collegamento cabina di impianto a cabina MT/AT	630 mm ²	>=1.1 m

Si osserva che per la connessione dei moduli si può optare anche per l'utilizzo dei cavi solari opportunamente canalizzati in aria.

SISTEMA DI MONITORAGGIO DELL' IMPIANTO

L'impianto fotovoltaico non richiederà, di per sé, il presidio da parte di personale preposto. La centrale, infatti, verrà esercita, a regime, mediante il sistema di supervisione che consentirà di rilevare le condizioni di funzionamento da remoto, o, in caso di necessità, di rilevare eventi che richiedano l'intervento di squadre specialistiche. Il sistema di controllo dell'impianto avverrà tramite due tipologie di controllo: controllo locale e controllo remoto.

- Controllo locale: monitoraggi tramite PC centrale, posto in prossimità dell'impianto, tramite software apposito in grado di monitorare e controllare gli inverter;
- Controllo remoto: gestione a distanza dell'impianto tramite modem GPRS con scheda di rete Data-Logger montata a bordo degli inverter.

Il sistema di controllo con software dedicato, permetterà l'interrogazione in ogni istante dell'impianto, al fine di verificare la funzionalità degli inverter installati, con la possibilità di visionare le funzioni di stato, comprese le eventuali anomalie di funzionamento.

Le principali grandezze controllate dal sistema saranno:

- Potenze dell'inverter;
- Tensione di campo dell'inverter;
- Corrente di campo dell'inverter;
- Letture dell'energia attiva e reattiva prodotte.

La connessione tra gli inverter e il PC avverrà tramite un box acquisizione (convertitore USB/RS485 MODBUS).

IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE EMERGENZA E VIDEOSORVEGLIANZA

Saranno installate telecamere TVCC tipo fisso Day-Night, per visione diurna e notturna, con illuminatore a IR, ogni 60 m circa lungo il perimetro dell'area. L'illuminazione avverrà solo in caso di allarme per furto. Le telecamere saranno in grado di registrare oggetti in movimento all'interno del campo, anche di notte; inviando i dati ad un server esterno (in connessione 4G).

In Fig. 7-25 viene riportato il layout di allocazione dei 23 pali di illuminazione/videosorveglianza.

In Fig. 7-26 riportiamo uno schema di montaggio della telecamera e della relativa componentistica composta da:

- Pannelletto fotovoltaico per l'alimentazione della telecamera;
- Alimentazione alternativa da linea elettrica ausiliaria;
- Box per il vano batterie e per la circuiteria di trasmissione.

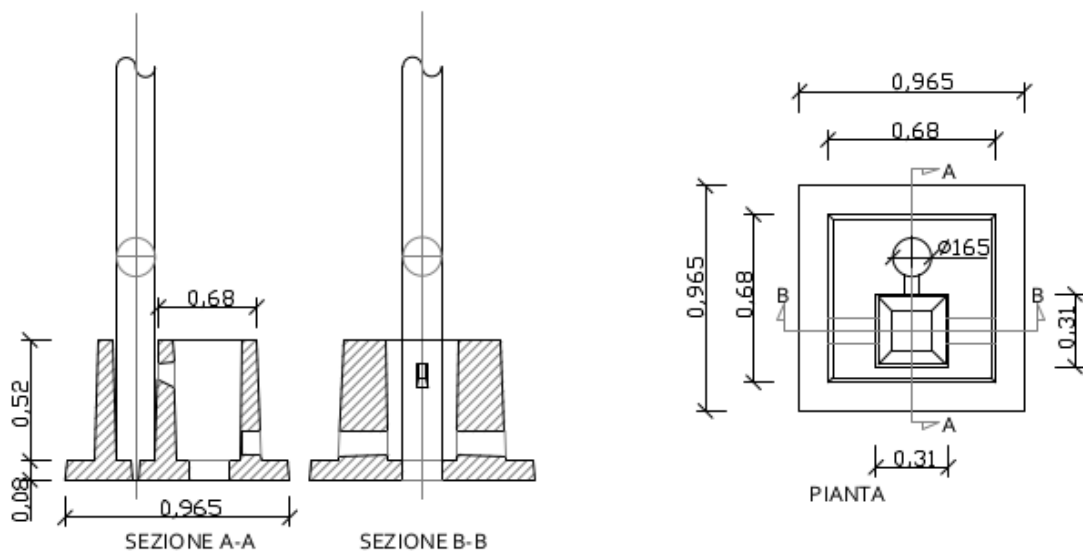


Figura 7-26 Particolare delle fondazioni dei pali di illuminazione/videosorveglianza.

L'impianto di illuminazione e videosorveglianza sarà alimentato da un apposito trasformatore ausiliario allocato in prossimità della cabina di impianto

8. PROGETTO DEL SISTEMA DI EQUILIBRIO IDRICO

A seguito di ulteriori osservazioni che saranno fatte prima di attivare le operazioni di cantiere, sia per l'installazione che per la dismissione dell'impianto, si valuterà la migliore geometria delle scoline. Infatti gli eccessi idrici sul suolo potrebbero causare erosione, ristagni sul suolo pianeggiante dovuti a flussi troppo lenti, e problemi per le future colture. Generalmente per difendersi dal ristagno vengono utilizzate le seguenti metodologie:

- Aumento permeabilità e aumento della riserva utile (RU) del suolo;
- Aumento deflusso superficiale verso le scoline;
- Aumento deflusso sotterraneo verso le scoline;
- Aumento capacità di invaso di rete scolante;

Le scoline si realizzano aprendo fosse in grado di scaricare direttamente in un corso d'acqua naturale o artificiali. I parametri che caratterizzano le scoline sono:

- volume d'invaso (m^3/ha)
- distanza (m)
- pendenza (%)
- sezione

i parametri geometrici invece son:

- pr=profondità;
- a=apertura (bocca);
- f=fondo;
- c=ciglio;
- s:pr=scarpa;

- pa=parete

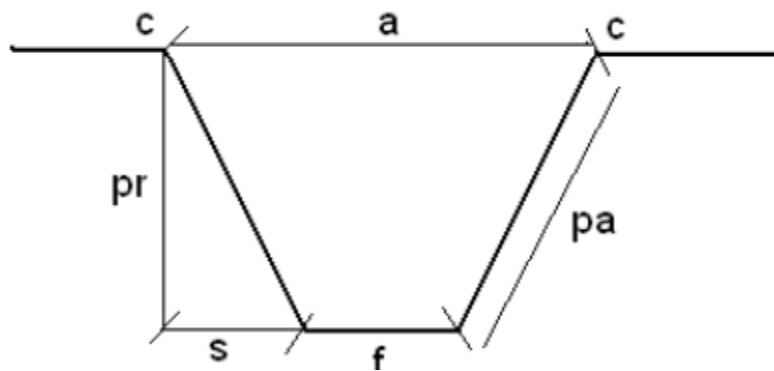


Figura 8-1: parametri geometrici delle scoline.

dove,

- Profondità (pr): mediamente di 50 cm
- Scarpa (s:pr): da scegliere in base alla tendenza del terreno a smottare, in terreni di media coesione l'optimum è 1:3; in terreni più coesivi può salire a 1:5. L'inerbimento contribuisce a consolidare le pareti evitando smottamenti.

Valori ordinari delle sezioni indicativi per l'Italia sono:

- minimo: 0.2-0.3 m²;
- media: 0.5 m²;
- massimo: 0.8-0.9 m².

Attraverso la realizzazione di canali naturali e attraverso possibili scoline, si svilupperà la funzione principale del ripristino idraulico, che consiste essenzialmente nel favorire il consolidamento delle coltri superficiali attraverso la regimazione delle acque, evitando il ruscellamento diffuso e favorendo la ricrescita del manto erboso. A partire dalle considerazioni sopra fatte si prevede di realizzare un sistema naturale a maglia di raccolta e incanalamento delle acque piovane verso i canali naturali esistenti mediante scoline strutturate lungo il perimetro del campo. Tale sistema avrà il solo scopo di far confluire le acque meteoriche all'esterno del campo, seguendo la leggera pendenza naturale del terreno, in modo da prevenire possibili allagamenti. Lo smaltimento di acqua avverrà dunque attraverso il naturale assorbimento del terreno e dell'eventuale sistema di drenaggio e di smaltimento delle acque piovane eccedenti a quelle assorbite: si farà in modo che l'acqua piovana che ricadrà sulle aree, venga raccolta attraverso un reticolo di canaline drenanti predisposte nel terreno. Inoltre le strade di servizio, necessarie alla manutenzione dei campi, saranno lievemente sopraelevate rispetto al suolo in modo da permettere il naturale deflusso delle acque meteoriche verso le canalizzazioni. Il layout di Fig. 7-2 è costituito da scoline principali lungo il perimetro del campo (linea perimetrale tratteggiata di colore blu) di profondità di 0.7 m, e dei piccoli canali strutturati in canali comunicanti in maglia di spessore < 0.7 m e variabile in base alla pendenza locale del campo. Tale struttura garantirà anche una irrorazione delle aree coperte dai pannelli, irrorando le leguminose e le fasce di impollinazione. In Fig. 9-2 si osserva una sezione della scolina perimetrale del lato nord.

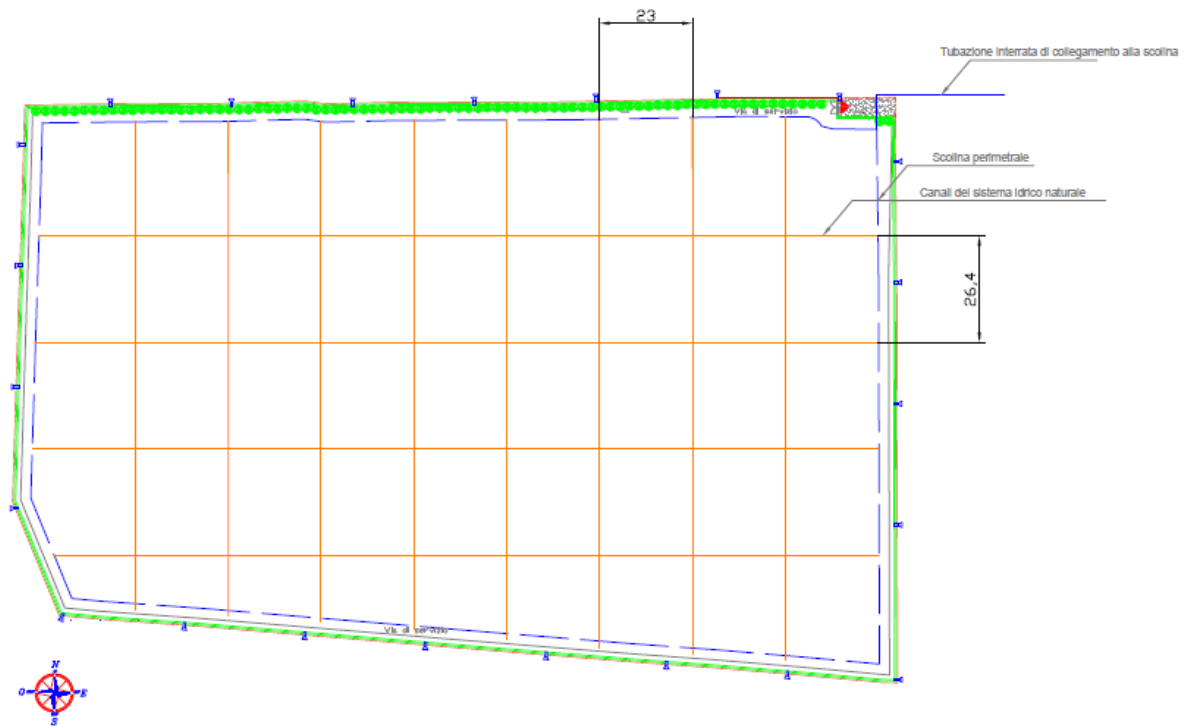


Figura 8-2: Layout delle scoline perimetrali e dei canali di rete idrica naturale.

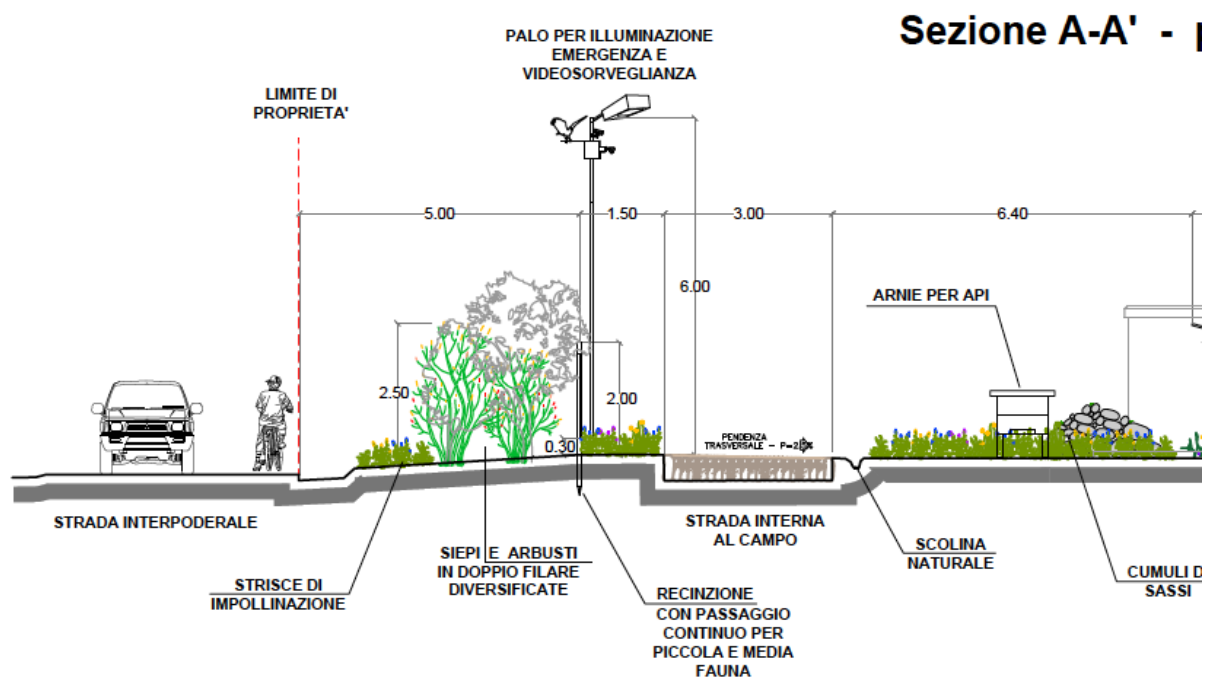


Figura 8-3: Particolare della scolina da particolare di sezione del lato nord.

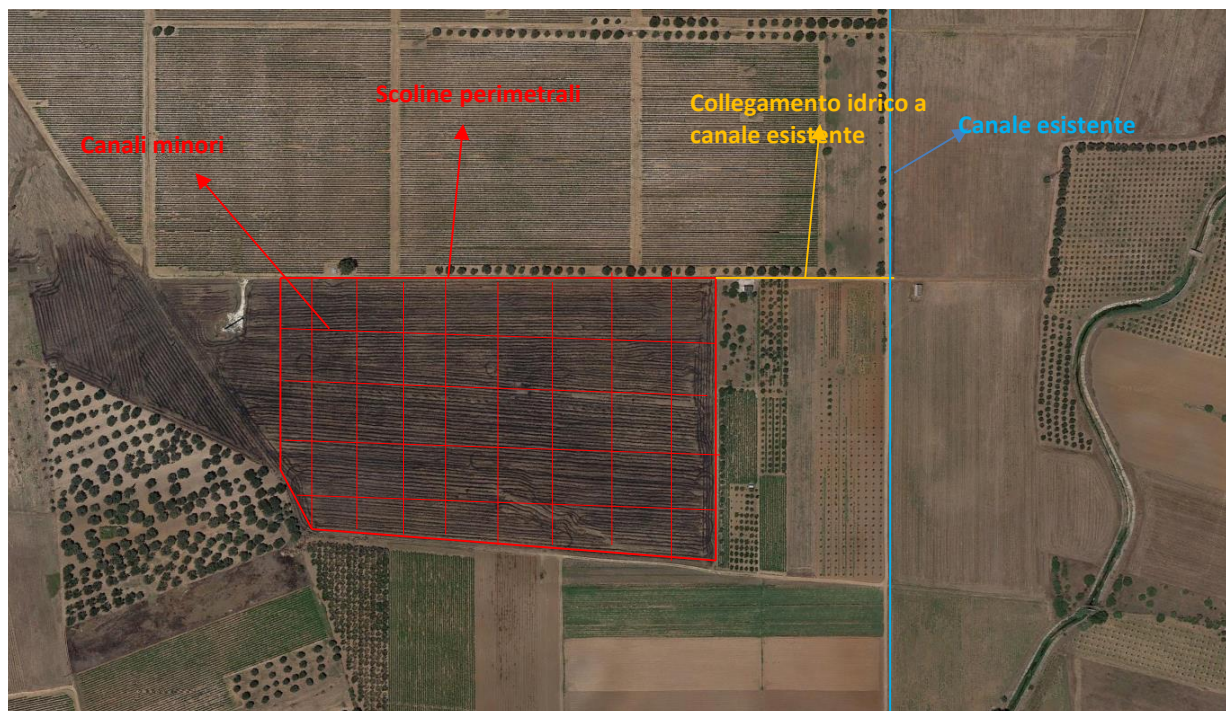


Figura 8-4: Soluzioni di Layout del sistema idrico naturale

9. ANALISI PRODUCIBILITA' ELETTRICA E CALCOLO DELLA CO2 EVITATA

Il calcolo della radiazione solare incidente sui pannelli fotovoltaici è effettuato utilizzando i dati radiometrici di progetto DB ENEA e la norma UNI 8477 che ne illustra il metodo di calcolo.

- Località: Brindisi (BR)
- Latitudine: 40°38'18" N
- Longitudine: 17°56'45" E
- Fattore di Albedo: 0,2

Si riportano le traiettorie solari per ogni falda:

- Angolo di azimuth: -° gradi SUD
- Angolo di tilt: 20°

I risultati dell'elaborazione sono i seguenti:

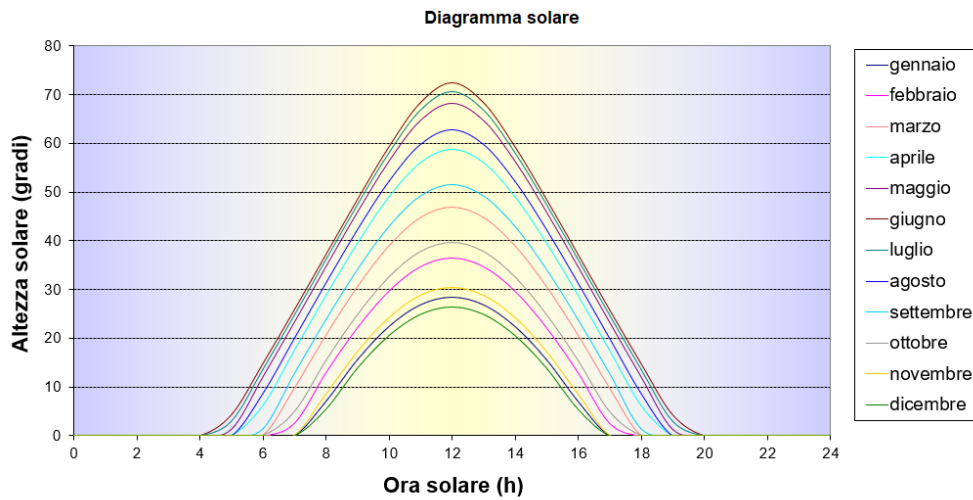
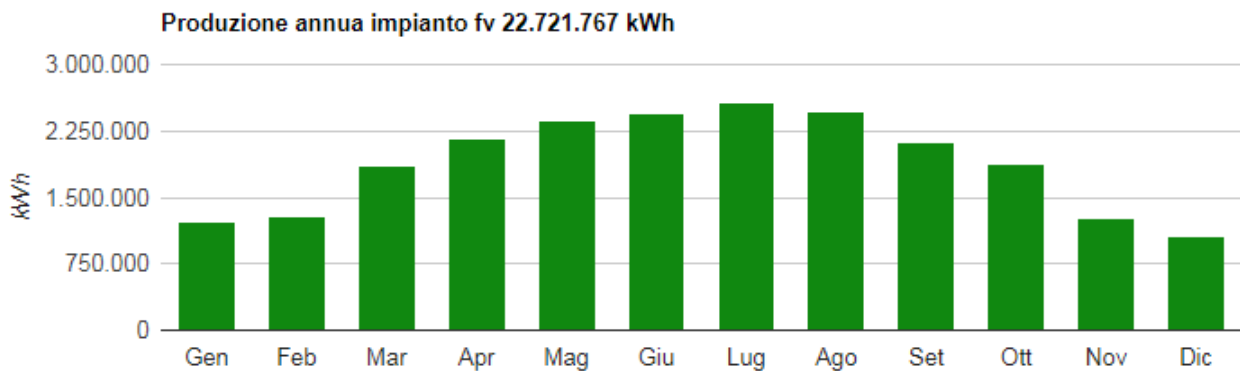


Figura 9-1: Andamento delle traiettorie solari per il luogo in questione.

L'indicatore di "carbon footprint" è un parametro che viene utilizzato per stimare le emissioni gas serra espresse generalmente in tonnellate di CO₂ equivalente. In conformità al Protocollo di Kyoto, i gas ad effetto serra da includere sono: anidride carbonica (CO₂), metano (CH₄), protossido d'azoto (N₂O), idrofluorocarburi (HFCs), esafluoruro di zolfo (SF₆) e perfluorocarburi (PFCs). La tCO₂e (tonnellate di CO₂ equivalente) permette di esprimere l'effetto serra prodotto da questi gas in riferimento all'effetto serra prodotto dalla CO₂, considerato pari a 1 (ad esempio il metano ha un potenziale serra 25 volte superiore rispetto alla CO₂, e per questo una tonnellata di metano viene contabilizzata come 25 tonnellate di CO₂ equivalente). Per avere una stima si utilizza il dato "fattore di emissione del mix elettrico" che rappresenta il valore medio di emissioni di CO₂ dovuto alla produzione dell'energia elettrica utilizzata in Italia. Il dato è reso pubblico dal Ministero dell'Ambiente e quello aggiornato ad oggi è 0,531Kg di CO₂/kWh all'anno.

Dal calcolo dunque della potenziale produzione annua che riportiamo di seguito



si stima che si potrà evitare l'immissione in atmosfera di circa **12.065.258,28 kg di CO₂** all'anno.

Si osserva inoltre che nel caso specifico il campo "DEPALMA" è di circa 11,85 ettari ma, a parità di estensione, produce un quantitativo di energia superiore se confrontato con un campo con pannelli tradizionali. Ciò è dovuto all'utilizzo di pannelli di ultima generazione che, con superficie attiva pari a quella dei tradizionali pannelli, produce circa 440 W a pannello. In questo modo si bilancia il rapporto di Kg di CO₂ evitati/ ettari di suolo naturale. Non essendoci inoltre nel sito di interesse alberi e/o piante non vi è localmente capacità di sequestro naturale della CO₂.

9.1.1 CRITERI PROGETTUALI PER LA MASSIMA EFFICIENZA

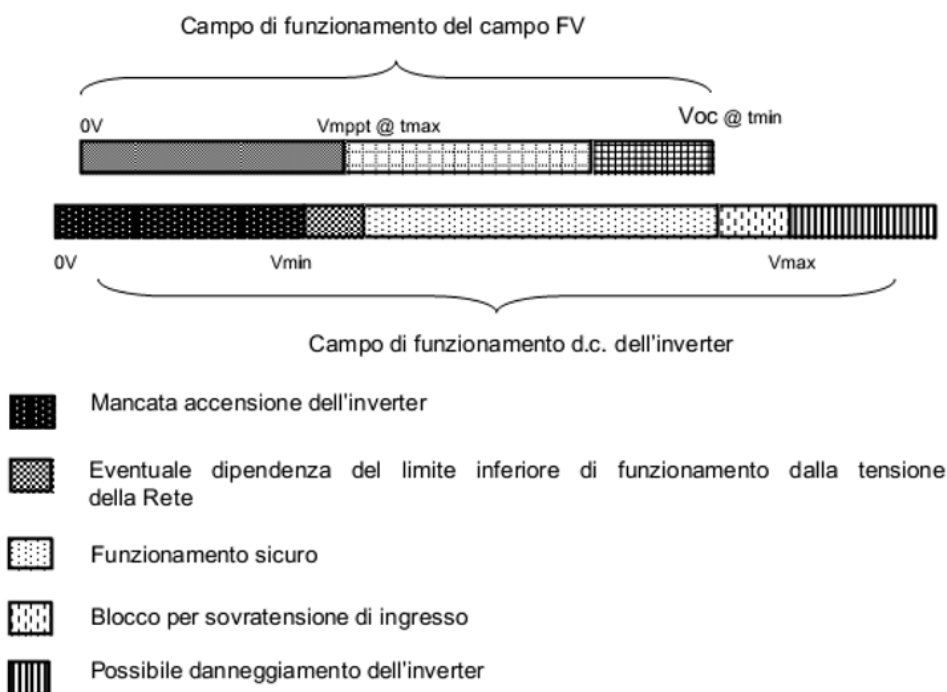
Nella progettazione dell'impianto sono stati adottati i seguenti accorgimenti:

- Collocamento dei moduli FV verso il Sud geografico (0° SUD) con una inclinazione rispetto al piano orizzontale di 15° , al fine di massimizzare la ricezione della radiazione solare e;
- Disposizione ottimale dei moduli in modo da ottimizzare il cono d'ombra;
- Utilizzo di moduli fotovoltaici di 440 W e di gruppi di conversione ad alto rendimento al fine di ottenere una efficienza operativa media del campo fotovoltaico superiore all'85% e un'efficienza operativa media dell'impianto superiore al 75%;
- Utilizzo di moduli fotovoltaici ad alta tensione con potenza di resa garantita per tutto il ciclo di vita dell'impianto;
- Configurazione ottimale delle stringhe di moduli allo scopo di minimizzare le perdite per mismatching;
- Configurazione elettrica impiantistica tale da garantire il corretto funzionamento dell'impianto fotovoltaico;
- Predisposizione di un sistema per la misura da remoto dell'energia elettrica generata dall'impianto fotovoltaico;
- Utilizzo di cavi per il trasporto dell'energia che presentino un'ottima resistenza alla corrosione, all'acqua, all'abrasione, agli agenti chimici, ed un buon comportamento in caso di incendio.

Riportiamo di seguito alcune considerazioni utili per la massimizzazione dell'efficienza lato inverter.

Dal diagramma di accoppiamento sotto riportato, si evince pertanto che le tre condizioni da verificare, affinché le stringhe dei moduli fotovoltaici siano compatibili con le caratteristiche dell'inverter sono le seguenti:

1. $V_{oc}(T_{min}) < V_{max}$
2. $V_M(T_{max}) > V_{MPPT\ min}$
3. $V_M(T_{min}) > V_{MPPT\ max}$



La prima delle tre condizioni stabilisce che la tensione massima di stringa a circuito aperto non deve mai superare la tensione massima ammissibile all'ingresso dell'inverter. La seconda e la terza assicurano invece

che la tensione di stringa nel punto MPPT di massima potenza non esca al di fuori dei limiti operativi richiesti dall'operatore MPPT. Le condizioni operative estreme sono riferite alla temperatura minima e massima che si può ipotizzare sui moduli fotovoltaici tenuto conto della località in cui verranno installati gli stessi e della tipologia di integrazione sulla copertura.

10. CRONOPROGRAMMI DELLE ATTIVITÀ

Riportiamo di seguito i cronoprogrammi stimati per le operazioni di cantiere attinenti a:

- Gantt di realizzazione del campo agrovoltaico (prima tabella);
- Gantt delle opere di dismissione e ripristino dell'area (seconda tabella dove si è indicata con la lettera M il Mese di attività);

Le opere di dismissione sono ritenute obbligatorie rispetto a quelle di ripristino. La pianificazione di eventuali opere di ripristino ad ogni modo sarà rivalutata durante la fase di esercizio dell'impianto e, durante la fase di dismissione. La fase di dismissione sarà di rilevante importanza per la rivalutazione dei parametri del suolo e del relativo comportamento idrico.

Nel diagramma di Gantt della prima tabella sono riportate le seguenti lavorazioni:

1. Allestimento del cantiere, picchettamento e sondaggi sul terreno, e preparazione preliminare del terreno;
2. Realizzazione della recinzione e dei varchi di accesso;
3. Trasporto strutture di sostegno moduli e accantonamento in aree dedicate all'interno dell'area del sito;
4. Realizzazione degli scavi per cavidotti e basamenti cabine e realizzazione fondazioni pali;
5. Montaggio strutture di sostegno moduli;
6. Trasporto dei moduli fotovoltaici;
7. Installazione dei moduli fotovoltaici;
8. Trasporto e montaggio cabine elettriche;
9. Trasporto e montaggio inverters, trasformatori e quadri elettrici;
10. Posa cavidotti, cablaggio stringhe, collegamenti a sotto-campi, collegamenti ad inverters, trasformatori e quadri di controllo;
11. Allaccio alla rete elettrica nazionale;
12. Test, collaudi e messa in servizio.

Nel Diagramma di Gantt della seconda tabella sono riportate le attività di dismissione dell'impianto e di ripristino dell'area.

Lavorazioni	Settimane di lavorazione																																																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42										
1																																																				
2																																																				
3																																																				
4																																																				
5																																																				
6																																																				
7																																																				
8																																																				
9																																																				
10																																																				
11																																																				
12																																																				

Tabella 10-1: Tabella cronoprogramma realizzazione

<i>Attività lavorative (in rosso le attività di dismissione, in arancio le attività di ripristino)</i>	M 1	M 2	M 3	M 4	M 5	M 6	M 7	M 8	M 9	M 10	M 11	M 12	M 13	M 14	M 15
SMONTAGGIO DEI PANNELLI															
SMONTAGGIO DELLE STRUTTURE DI SUPPORTO															
SFILAGGIO DELLE FONDAZIONI															
DEMOLIZIONE DEI MANUFATTI CABINE DI TRASFORMAZIONE															
DEMOLIZIONE DEL MANUFATTO CABINA DI CAMPO															
TRASPORTO A DISCARICA DEL MATERIALE DI RISULTA DELLE CABINE															
SCOLLEGAMENTO ELETTRICO															
SFILAGGIO CAVI															
OPERE LIVELLAMENTO/COMPATTAME NTO															
TRASPORTO A DISCARICA DEL MATERIALE DI RISULTA															
RIVALUTAZIONE DEI PARAMETRI E DEL COMPORTAMENTO IDRICO DEL SUOLO															
RIMODELLAMENTO E STESA DI TERRENO DA COLTIVAZIONE															
SISTEMAZIONI IDRAULICO AGRARIE															
INERBIMENTO CON PIANTUMANZIONE DI ARBUSTI E SEMINA DI PIANTE ERBACEE															

Tabella 10-2: Tabella cronoprogramma dismissione

11.GESTIONE DEI RIFIUTI

L'art. 184 del D.Lgs. 152/2006, definisce che i rifiuti sono classificati, secondo l'origine, in rifiuti urbani e rifiuti speciali e, secondo le caratteristiche di pericolosità, in rifiuti pericolosi e non pericolosi.

Sono rifiuti pericolosi, quelli che recano le caratteristiche di cui all'allegato I della Parte Quarta del TUA, tenendo in considerazione l'origine, la composizione e, se necessario, i valori limite di concentrazione delle sostanze pericolose contenute nei rifiuti.

La pericolosità di un rifiuto, quando non la si può determinare dalla schede di sicurezza dei prodotti che lo costituiscono, la si determina tramite analisi in laboratori con prove accreditate, secondo le norme tecniche di riferimento, volte a determinare l'eventuale superamento di valori di soglia individuati dalle Direttive sulla classificazione, l'etichettatura e l'imballaggio delle sostanze pericolose.

Una volta classificato il rifiuto, è necessario provvedere alla sua identificazione attraverso l'attribuzione di un codice a sei cifre, volte ad identificare un rifiuto, di norma, in base al processo produttivo da cui è originato.

Difatti tutti i rifiuti devono essere codificati in base al vigente "Elenco Europeo dei Rifiuti - EER", riportato all'interno dell'Allegato D del D.Lgs. 152/2006, nonché all'interno dell'Elenco dei rifiuti istituito dall'Unione Europea con la Decisione 2000/532/CE (entrato in vigore il 1° gennaio 2002, così come modificato ed integrato dalla Decisione 2001/118/CE, 2001/119/CE e 2001/573/CE)ed aggiornato alla decisione 2014/955/CE.

Con il D.Lgs. 116/2020, che recepisce la Direttiva Europea sui rifiuti UE 2018/851, è stato aggiornato l'elenco dei Codici CER, introducendo all'Allegato D della Parte Quarta del D.Lgs. 152/2006, introducendo alcuni nuovi codici.

Dunque, nell'ambito di riferimento del presente progetto, in base alla classificazione secondo l'origine, i rifiuti derivanti dalla dismissione di un impianto agrovoltaiico rientrano tra quelli speciali:

- rifiuti derivanti dalle attività di demolizione, costruzione, nonché i rifiuti pericolosi che derivano dalle attività di scavo;
- i macchinari e le apparecchiature deteriorati ed obsoleti.

Il codice CER dei materiali costituenti un impianto agrovoltaiico sono essenzialmente i seguenti:

Codice CER	Descrizione	Rifiuto corrispondente alla componente d'impianto FV
20 01 36	Apparecchiature elettriche ed elettroniche fuori uso	inverter, quadri elettrici, trasformatori, moduli fotovoltaici
17 01 01	Cemento	derivante dalla demolizione dei fabbricati che alloggiavano apparecchiature elettriche
17 02 03	Plastica	derivante dalla demolizione delle strutture di sostegno dei moduli fotovoltaico
17 04 05	Ferro e acciaio	derivante dalla demolizione delle strutture di sostegno dei moduli fotovoltaico
17 04 11	Cavi, diversi da quelli di cui alla voce 17.04.01	derivante dalla rimozione dei collegamenti tra le cabine
17 05 08	Pietrisco	derivante dalla rimozione della ghiaia gettata per realizzare la viabilità

Tabella 11-1: Tabella sintetica dei rifiuti rinvenuti dallo smantellamento dell'impianto agrovoltaiico.

In particolare, riguardo alla rottamazione di apparecchiature elettriche ed elettroniche (RAEE), la Norma EN 50419 indica l'appartenenza del prodotto alla categoria RAEE, per cui tutti i prodotti a fine vita che riportano tale simbolo non potranno essere conferiti nei rifiuti generici, ma seguire l'iter dello smaltimento. Il mancato recupero dei RAEE non permette lo sfruttamento delle risorse presenti all'interno del rifiuto stesso come plastiche e metalli riciclabili.

Lo Stato italiano dispone che si realizzi il trasporto dei RAEE presso gli impianti autorizzati indicati dai

produttori di AEE professionali. All'art. 7 del decreto n. 65 del 2010 si rende noto che si applica il ritiro di RAEE professionali effettuato dai gestori dei centri di assistenza tecnica di AEE formalmente incaricati dai produttori di tali apparecchiature, provvedendo al ritiro nell'ambito dell'organizzazione di un sistema di raccolta di cui all'articolo 6, comma 3, del decreto legislativo n. 151 del 2005.

È comunque da far notare che le celle fotovoltaiche, sebbene garantite 20 anni contro la diminuzione dell'efficienza di produzione, essendo costituite da materiale inerte, quale il silicio, garantiscono cicli di vita ben superiori alla durata ventennale (sono infatti presenti impianti di prova installati negli anni 70 ancora funzionanti).

I moduli fotovoltaici risentono solo di un calo di prestazione dovuto alla degradazione dei materiali che compongono la stratigrafia del modulo, quali il vetro (che ingiallisce), i fogli di EVA (acetato di vinile) e il Tedlar (film di polivinilcloruro). Del modulo fotovoltaico potranno essere recuperati il vetro di protezione, le celle al silicio, la cornice in alluminio e il rame dei cavi, quindi circa il 95% del suo peso.

L'inverter, altro elemento "ricco" di materiali pregiati (componentistica elettronica) costituisce il secondo elemento di un impianto fotovoltaico che in fase di smaltimento dovrà essere debitamente curato.

Tutti i cavi in rame potranno essere recuperati, così come tutto il metallo delle strutture di sostegno.

L'impianto fotovoltaico è da considerarsi l'impianto di produzione di energia elettrica che più di ogni altro adotta materiali riciclabili e che durante il suo periodo di funzionamento minimizza l'inquinamento del sito di installazione, in termini di inquinamento atmosferico (nullo non generando fumi), di falda (nullo non generando scarichi) o sonoro (nullo non avendo parti in movimento).

Negli ultimi anni sono nate procedure analitiche per la valutazione del ciclo di vita (LCA) degli impianti fotovoltaici. Tali procedure sono riportate nelle ISO 14040-41-42-43.

12.COSTI REALIZZAZIONE E DISMISSIONE

Si rimanda ai computi metrici di realizzazione e di dismissione oltre che ai quadri economici per un esploso delle voci di costo (DEP_57_Computo metrico estimativo realizzazione, DEP_58_Computo metrico estimativo dismissione, DEP_59_Quadri economici). Il conteggi dei computi sono indicativi, e potranno essere significativamente diversi da quelli del progetto esecutivo (computo finale effettivo di riferimento).

13.PRIME INDICAZIONI SULLA SICUREZZA

Per la costruzione degli Impianti è previsto l'allestimento di un'unica area di cantiere all' interno del sito oggetto interessato. Nello specifico:

1. area destinata ai baraccamenti, presso la quale verranno installati diversi moduli prefabbricati ad uso esclusivo degli operatori coinvolti nel cantiere (e.g. uffici Committente/Direzione Lavori, spogliatoi, refettorio e locale ricovero, servizi igienico assistenziali);
2. area di deposito/stoccaggio dei materiali (la quantità del materiale di cantiere che verrà stoccata sarà strettamente necessaria alle lavorazioni giornaliere previste) e deposito temporaneo dei rifiuti.

Le aree sopracitate (i.e. area baraccamenti, quella di deposito materiale e quella per il deposito temporaneo dei rifiuti) saranno opportunamente recintate.

Le aree destinate all'allestimento dei componenti e all'esecuzione delle lavorazioni/attività propedeutiche alle diverse fasi del cantiere saranno stabilite dall'Appaltatore in fase di progettazione esecutiva in base al cronoprogramma di costruzione elaborato.

L'accesso al cantiere avverrà utilizzando la viabilità esistente, a cui è possibile accedere tramite la strada provinciale SP43. È previsto che i mezzi di cantiere debbano procedere con prudenza e, comunque, non superare un limite di velocità di 5 km/h all'interno dell'area adibita ai servizi di cui sopra.

L'intera area coinvolta dalle operazioni di cantiere, in particolare in corrispondenza degli accessi e delle aree sensibili, sarà equipaggiata con apposita segnaletica di cantiere (e.g. punti di raccolta, limiti di velocità, mezzi di movimentazione previsti, etc.). Per quanto riguarda il rischio antincendio, si precisa che in tutta l'area oggetto di intervento, non saranno presenti materiali di natura infiammabile e comunque tutti i componenti di natura elettrica utilizzati quali cavi ed apparati elettronici, sono particolarmente adatti a limitare la produzione e la diffusione di fuoco e del fumo, ai sensi di quanto previsto dal vigente Regolamento C.P.R. Tutti gli operatori delle imprese esecutrici saranno equipaggiati con idonei dispositivi di protezione individuale ('DPI') ai sensi della specifica lavorazione prevista in conformità con quanto indicato del Piano di Sicurezza e Coordinamento ('PSC') del progetto, nonché dello specifico Piano Operativo per la Sicurezza ('POS'). Tutte le attività di cantiere saranno comunque effettuate in conformità a quanto prescritto in sede di Autorizzazione Unica. Dovrà essere redatto nella progettazione esecutiva un piano di sicurezza di dettaglio.

Gli oneri per la sicurezza (comprensivi anche di quelli richiamati nella fase di dismissione) sono stati stimati in 261.734,68 €.