

REGIONE PUGLIA
Comune di San Paolo di Civitate
Provincia di Foggia



Ing. Nicola Roselli - Termoli (CB)
email ing.nicolaroselli@gmail.com



PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO PER LA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO NECESSARIO ALLA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE FOTOVOLTAICA E DELLE RELATIVE OPERE ED INFRASTRUTTURE CONNESSE DELLA POTENZA NOMINALE MASSIMA DI 54998 KW E POTENZA IN A.C. DI 50400 KW, SITO NEL COMUNE DI SAN PAOLO DI CIVITATE (FG) CON OPERE DI CONNESSIONE RICADENTI ANCHE NEI COMUNI DI SERRACAPRIOLA (FG) E DI LESINA (FG)

TITOLO TAVOLA
PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

PROGETTAZIONE	PROPONENTE	SPAZIO RISERVATO AGLI ENTI
<p>PROGETTISTI</p> <p>Ing. Nicola ROSELLI</p> <p>Ing. Rocco SALOME</p> <p>PROGETTISTI PARTI ELETTRICHE</p> <p>Per.Ind. Alessandro CORTI</p> <p>CONSULENZE E COLLABORAZIONI</p> <p>Arch. Gianluca DI DONATO Dott. Massimo MACCHIAROLA Ing. Elvio MURETTA Archeol. Gerardo FRATIANNI Geol. Vito PLESCIA</p>	<p>LIMES 4 S.R.L SEDE LEGALE Milano, cap 20121 via Manzoni n.41 P.IVA 10307450964</p>	

4.2.6_8	FILE B4XNJR9_4.2.6_8_PianoMonitorAmbientale	CODICE PROGETTO B4XNJR9	SCALA
----------------	--	-----------------------------------	-------

REVISIONE	DATA	DESCRIZIONE REVISIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
A	26/06/2023	EMISSIONE	MACCHIAROLA	LIMES4	LIMES4
B					
C					
D					
E					
F					

Tutti i diritti sono riservati. E' vietata qualsiasi utilizzazione, totale o parziale, senza previa autorizzazione

Indice generale

1	PREMESSA	3
2	DESCRIZIONE DEL PROGETTO.....	4
2.1	Localizzazione del sito di progetto.....	4
2.2	Dati generali del progetto	6
2.3	Viste d'insieme dell'impianto	13
2.4	Disponibilità aree ed individuazione delle interferenze	18
2.5	Sintesi preliminare sulla fase di cantierizzazione	24
2.5.1	Materiali.....	24
2.5.2	Risorse umane	25
2.5.3	Recinzioni.....	27
2.5.4	Livellamenti	28
2.5.5	Scolo delle acque meteoriche.....	29
2.5.6	Movimentazione terra	29
2.5.7	Dismissione	31
3	PROPOSTA DI MONITORAGGIO.....	33
3.1	Obiettivi generali e requisiti del PMA	33
3.2	Fasi della redazione del PMA	33
3.3	Identificazione delle componenti	33
3.4	Modalità temporale di espletamento delle attività	34
3.5	Atmosfera (in corso d'opera).....	35
3.5.1	Monitoraggio dei parametri chimici (monitoraggio della qualità dell'aria)	35
3.6	Suolo (ante opera e post opera)	38
3.6.1.1	Aspetti metodologici	39
3.6.1.2	Definizioni	40
3.6.1.3	Campionamento	41
3.6.1.4	Localizzazione e numero di campionamento.	41
3.6.1.5	Numero di campionamenti.	42
3.6.1.6	Profondità di prelevamento	43
3.6.1.7	Epoca di campionamento.....	44
3.6.1.8	Verbale di campionamento.....	44
3.6.1.9	Analisi e stato del terreno.....	45
3.6.1.10	Analisi fisico-chimiche	45

3.7	Analisi sui metalli pesanti	46
-----	-----------------------------------	----

Indice delle Figure

Figure 2-1.	Vista d'insieme dell'impianto con collegamento cavo a 36 kV (in rosso)	5
Figure 2-2.	Vista d'insieme del punto di connessione presso la stazione Terna in progetto. ...	6
Figure 2-3.	Schema di funzionamento e foto di una cella fotovoltaica.....	8
Figure 2-4.	Struttura impianto fotovoltaico	9
Figure 2-5.	Particolare esempio di impianto agri-fotovoltaico	13
Figure 2-6.	Vista d'insieme dell'impianto con collegamento cavo a 36 kV (in verde)	14
Figure 2-7.	Modulo fotovoltaico – dimensioni	15
Figure 2-8.	Struttura di supporto vista laterale.....	15
Figure 2-9.	Vista laterale e in pianta di due stringhe fotovoltaiche	16
Figure 2-10.	Immagine dell'inverter con trasformatore – MV POWER STATION 2930 S2 o similare.....	17
Figure 2-11.	Immagine dell'inverter – SUNNY CENTRAL 2930 -S2 o similari.....	17
Figure 2-12.	Schema tecnica "No dig"	17
Figure 2-13.	Schema tecnica "Microtunneling"	17
Figure 2-14.	Area d'interesse – Interferenze rilevate.....	18
Figure 2-15.	Planimetria d'insieme con interferenze	19
Figure 2-16.	Il pallino blu mostra le sorgenti censite nell'area di progetto (www.sit.puglia.it)	23
Figure 2-17.	Tipologia di recinzione utilizzata.....	28

Indice delle tabelle

Tabella 2-1.	Estremi catastali delle particelle interessate dal campo fotovoltaico.....	4
Tabella 2-2.	Volumi di scavo impianto fotovoltaico	29
Tabella 3-1.	Caratterizzazione fisico-chimica del suolo (ante-operam), mentre i parametri asteriscati saranno analizzati in corso d'opera	46
Tabella 3-2.	Concentrazioni di alcuni metalli pesanti in suolo coltivati e naturali	47
Tabella 3-3.	Valori limite accettabili per le sostanze presenti nel suolo e sottosuolo di siti a destinazione "commerciale-industriale"	47

1 PREMESSA

Il presente Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA) fa riferimento alla proposta della Limes 4 s.r.l. con sede legale a Milano (MI) in via Manzoni n. 41 codice fiscale e partita IVA 10307450964 (nel seguito anche SOCIETA'), per la realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica, che sorgerà nella Regione Puglia, Comune di San Paolo di Civitate (Provincia di Foggia) e che, mediante un elettrodotto interrato della lunghezza di circa 23 km uscente dalla cabina d'impianto, sarà allacciato nel comune di Serracapriola (FG), alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) in antenna a 36 kV su una futura Stazione Elettrica (SE) di trasformazione della RTN, quest'ultima da collegare mediante due nuovi elettrodotti a 150 kV ad un futuro ampliamento della SE di trasformazione a 380/150 kV di Rotello (CB).

L'area d'interesse (di seguito "Area") per la realizzazione dell'impianto agrivoltaico con fotovoltaico a terra ad inseguimento mono-assiale, presenta un'estensione complessiva di circa 92 ha di cui circa 78 ha in cui insiste il campo fotovoltaico e la potenza complessiva massima dell'impianto sarà pari a 54,998 MWp con potenza nominale in A.C. di 50,40 MWp e sarà realizzato in un unico lotto.

L'intervento, ai sensi dell'Allegato II alla Parte Seconda del Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 e ss.mm.ii. ricade nel punto 2. "impianti fotovoltaici per la produzione di energia elettrica con potenza complessiva superiore a 10 MW", così come modificato dall'Art. 31 comma 6 del DL 77/2021 con Legge 108 del 29/07/2021 (GURI n. 181 del 30/07/2021).

Vista la compresenza in area vasta di numerosi impianti ad energia rinnovabile, soprattutto per lo sfruttamento del vento, si è deciso di sottoporre direttamente la proposta progettuale al procedimento di Valutazione di Impatto Ambientale anche ai sensi del DM Ambiente 30 marzo 2015.

L'intervento, ai sensi dell'Allegato II alla Parte Seconda del Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 e ss.mm.ii. ricade nel punto 2. "impianti fotovoltaici per la produzione di energia elettrica con potenza complessiva superiore a 10 MW", così come modificato dall'Art. 31 comma 6 del DL 77/2021 con Legge 108 del 29/07/2021 (GURI n. 181 del 30/07/2021).

Per la definizione delle relative metodiche, frequenze delle campagne e le modalità di elaborazione dei dati, inerente a tutti gli interventi proposti in valutazione per le varie matrici ambientali si è fatto riferimento anche alle "Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D.Lgs.152/2006 e s.m.i.; D.Lgs.163/2006 e s.m.i.)" e alle "Linee guida SNPA 28/2020 recanti le "Norme tecniche per la redazione degli studi di impatto ambientale" approvate dal Consiglio SNPA il 9/7/2019".

2 DESCRIZIONE DEL PROGETTO

2.1 Localizzazione del sito di progetto

L'area d'interesse (di seguito "Area") per la realizzazione dell'impianto agrivoltaico con fotovoltaico a terra ad inseguimento mono-assiale, presenta un'estensione complessiva di circa 92 ha di cui circa 78 ha in cui insiste il campo fotovoltaico e la potenza complessiva massima dell'impianto sarà pari a 54,998 MWp con potenza nominale in A.C. di 50,40 MWp e sarà realizzato in un unico lotto.

L'Area è ubicata Regione Puglia, nel Comune di San Paolo di Civitate (Provincia di Foggia) ad una quota altimetrica di circa 80 m s.l.m., in c/da "Difensola" presso la Masseria "Faugno Nuovo" e non risulta acclive ma piuttosto pianeggiante.

L'Area oggetto dell'intervento è ubicata geograficamente a Nord- Est del centro abitato del San Paolo di Civitate e le coordinate geografiche del sito sono: Lat. 41,769583°, Long. 15,316412°. L'intera area ricade in zona agricola "E" - "verde agricolo".

Le aree interessate dall'attraversamento dell'elettrodotto interrato e dalle opere di connessione ricadono nei comuni di San Paolo di Civitate (FG), Lesina (FG) e Serracapriola (FG).

L'intera area ricade in zona agricola, la destinazione d'uso è "produttiva agricola".

Nello specifico l'Area totale d'intervento (campo fotovoltaico e linea elettrica di connessione a 36 kV alla RTN) riguarderà i seguenti comuni:

- Comune di San Paolo di Civitate (FG) – campo fotovoltaico – estensione complessiva dell'area circa mq 920.345,00mq – estensione complessiva dell'intervento mq 780.000,00;
- Comuni di San Paolo di Civitate (FG), Lesina (FG) e Serracapriola (FG) – Linea elettrica interrata di connessione della lunghezza complessiva di circa 23 km;
- Comune di Serracapriola (FG) – Ampliamento Sottostazione Terna- connessione.

Si riporta, nel seguito, il dettaglio catastale con l'elenco delle particelle dell'area in cui ricade il campo agrivoltaico.

Tabella 2-1. Estremi catastali delle particelle interessate dal campo fotovoltaico.

COMUNE DI SAN PAOLO DI CIVITATE				
N	Foglio	Particella	Estensione (mq)	Destinazione urbanistica
1	11	12	AA 152660 AB 94429	Seminativo Seminativo irriguo
2	11	16	29010	Seminativo irriguo
3	11	144	AA 12000 AB 685	Seminativo irriguo Seminativo
4	11	321	66927	Seminativo irriguo
5	11	322	AA 3766	Seminativo

			AB 32538	Seminativo irriguo
6	11	323	AA 305423 AB 131	Seminativo irriguo Uliveto
7	11	324	197936	Seminativo irriguo
8	11	325	18854	Seminativo irriguo
9	11	326	AA 1293 AB 4693	Seminativo Seminativo irriguo
TOTALE			920345	



Figure 2-1. Vista d'insieme dell'impianto con collegamento cavo a 36 kV (in rosso)

Per quanto riguarda l'elettrodotto interrato di collegamento del campo fotovoltaico alla sottostazione Terna, questo avrà una lunghezza di circa 23 km e percorrerà gran parte della viabilità esistente, per poi raggiungere la zona in cui è ubicata la sottostazione.

Le strade esistenti che saranno percorse dall'elettrodotto interrato sono le seguenti:

- Strada Comunale Contrada Defensuola per circa 1300 m per lo più asfaltata;
- Strada Vicinale Serracapirola – Apricena per circa 3100 m per alcuni tratti sterrata;
- Strada interpodereale per circa 700 m non asfaltata;
- Strada Provinciale 31 per circa 9200 m;
- Strada Provinciale 41b per circa 5800 m;
- Strada interpodereale non asfaltata fino al raggiungimento della futura sottostazione Terna per circa 3500 m.

Il parco agrivoltaico, mediante un cavidotto interrato della lunghezza di circa 23 km, uscente dalla cabina elettrica generale di campo, sarà collegato a 36 kV alla futura sottostazione Terna nel Comune di Serracapirola (FG).

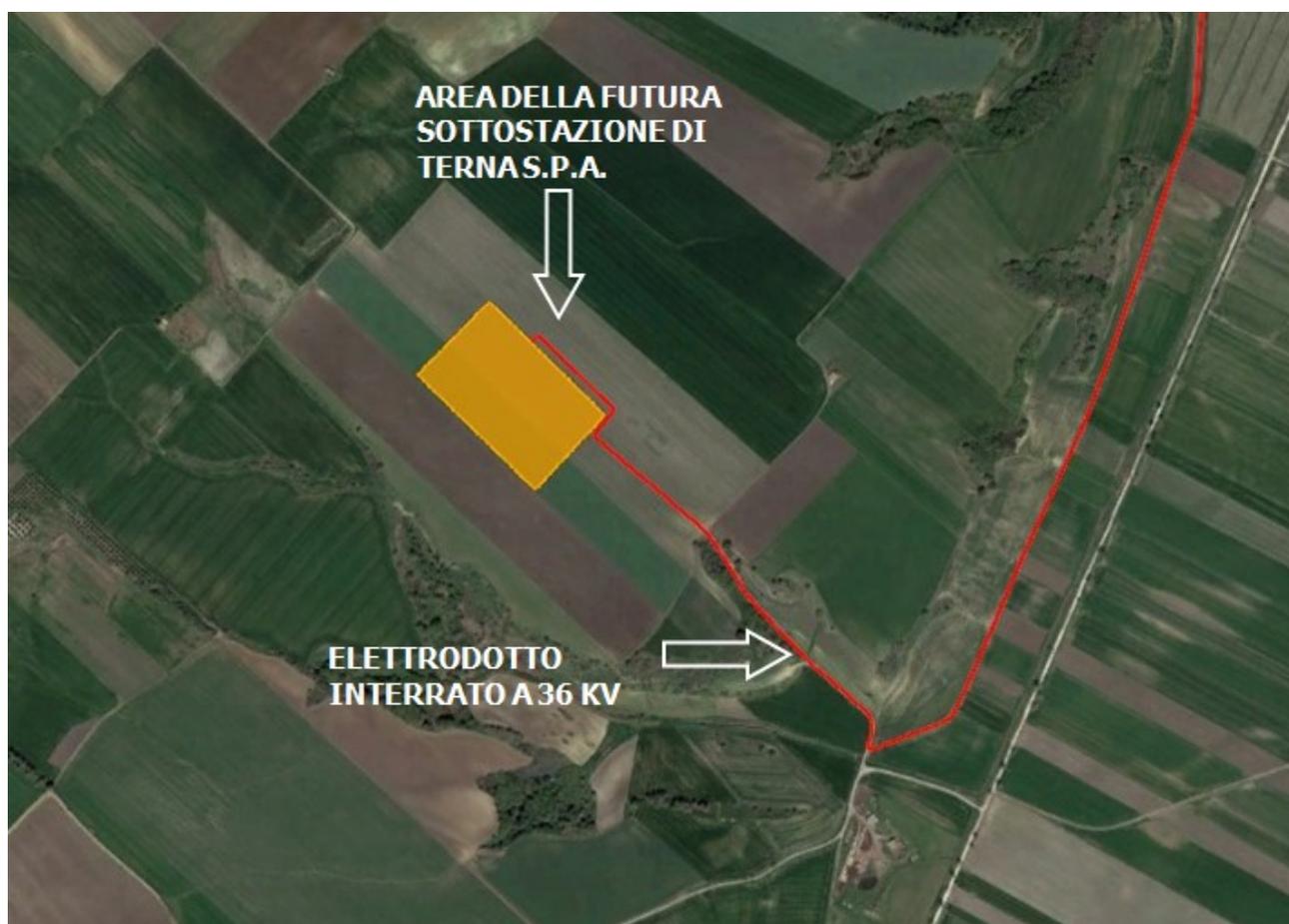


Figure 2-2. Vista d'insieme del punto di connessione presso la stazione Terna in progetto.

2.2 Dati generali del progetto

L'impianto agrivoltaico di cui la presente sorgerà nella Regione Puglia, Comune di San Paolo di Civitate (Provincia di Foggia) ad una quota altimetrica di circa 80 m s.l.m., ., in c/da "Difensola" presso la Masseria "Faugno Nuovo" e non risulta acclive ma piuttosto pianeggiante.

L'estensione complessiva sarà pari a circa 92 ha di cui circa 78 ha in cui insiste il campo fotovoltaico, e la potenza complessiva massima dell'impianto sarà pari a 54,998 MWp con potenza nominale in A.C. di 50,400 MWp, sarà realizzato in un unico lotto.

L'utilizzo delle energie rinnovabili rappresenta un'esigenza crescente sia per i paesi industrializzati che per quelli in via di sviluppo.

I primi necessitano, nel breve periodo, di un uso più sostenibile delle risorse, di una riduzione delle emissioni di gas serra e dell'inquinamento atmosferico, di una diversificazione del mercato energetico e di una sicurezza di approvvigionamento. Per i paesi in via di sviluppo le energie rinnovabili rappresentano una concreta opportunità di sviluppo sostenibile e di sfruttamento dell'energia in aree remote.

In particolar modo l'Unione Europea mira ad aumentare l'uso delle risorse rinnovabili per limitare la dipendenza dalle fonti fossili convenzionali e allo stesso tempo far fronte ai pressanti problemi di carattere ambientale che sono generati dal loro utilizzo.

Il Decreto Legislativo del 29 dicembre 2003 n. 387 recepisce la direttiva 2001/77/CE e introduce una serie di misure volte a superare i problemi connessi al mercato delle diverse fonti di energia rinnovabile.

Gli impegni assunti dall'Italia in ambito internazionale impongono al nostro paese di attuare degli interventi urgenti al fine di ridurre le emissioni di CO₂ e di incentivare al contempo l'uso di fonti energetiche rinnovabili, tra cui anche il solare fotovoltaico.

Il progetto di un impianto fotovoltaico (FV) per la produzione di energia elettrica ha degli evidenti effetti positivi sull'ambiente e sulla riduzione delle emissioni di CO₂ se si suppone che questa sostituisca la generazione da fonti energetiche convenzionali.

Sono infatti impianti modulari che sfruttano l'energia solare convertendola direttamente in energia elettrica.

Il fotovoltaico è una tecnologia che capta e trasforma l'energia solare direttamente in energia elettrica, sfruttando il cosiddetto effetto fotovoltaico. Questo si basa sulla proprietà che hanno alcuni materiali semiconduttori opportunamente trattati (fra cui il silicio, elemento molto diffuso in natura), di generare elettricità quando vengono colpiti dalla radiazione solare, senza l'uso di alcun combustibile.

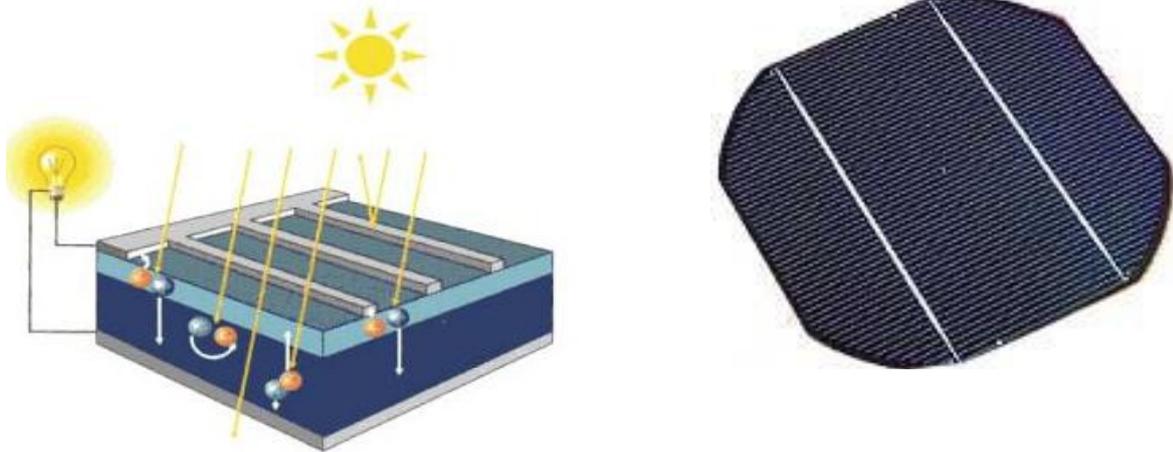


Figure 2-3. Schema di funzionamento e foto di una cella fotovoltaica

Il dispositivo più elementare capace di operare la conversione dell'energia solare in energia elettrica è la cella fotovoltaica, una lastra di materiale semiconduttore (generalmente silicio) di forma quadrata e superficie di 100 cm² che genera una piccola differenza di potenziale tra la superficie superiore (-) e inferiore (+) e che tipicamente eroga 1-1,5 W di potenza quando è investita da una radiazione di 1000 W/mq (condizioni standard di irraggiamento). La radiazione solare incidente sulla cella è in grado di mettere in movimento gli elettroni interni al materiale, che quindi si spostano dalla faccia negativa a quella positiva, generando una corrente continua. Un dispositivo, l'inverter, trasforma la corrente continua in alternata.

Le celle sono connesse tra loro e raggruppate in elementi commerciali unitari strutturati in maniera da formare delle superfici più grandi, chiamati moduli, costituiti generalmente da 60-72 celle.

L'insieme di moduli collegati prima in serie (stringhe) e poi in parallelo costituiscono il campo o generatore FV che, insieme ad altri componenti come i circuiti elettrici di convogliamento, consente di realizzare i sistemi FV.

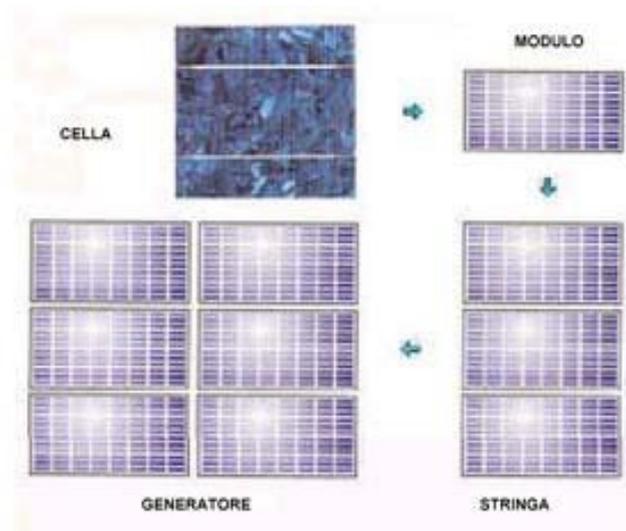


Figure 2-4. Struttura impianto fotovoltaico

La struttura del sistema fotovoltaico può essere molto varia a seconda del tipo di applicazione. Una prima distinzione può essere fatta tra sistemi isolati (stand-alone) e sistemi collegati alla rete (grid-connected); questi ultimi a loro volta si dividono in centrali fotovoltaiche e sistemi integrati negli edifici.

Nei sistemi fotovoltaici isolati l'immagazzinamento dell'energia avviene, in genere, mediante degli accumulatori elettrochimici (tipo le batterie delle automobili). Nei sistemi grid-connected invece tutta la potenza prodotta viene immessa in rete.

I vantaggi dei sistemi fotovoltaici sono la modularità, le esigenze di manutenzione ridotte, la semplicità d'utilizzo, e, soprattutto, un impatto ambientale estremamente basso. In particolare, durante la fase di esercizio, l'unico vero impatto ambientale è rappresentato dall'occupazione di superficie. Tali caratteristiche rendono la tecnologia fotovoltaica particolarmente adatta all'integrazione negli edifici in ambiente urbano e industriale o all'utilizzo di aree rurali con assenza di elementi di particolar pregio e/o già compromesse dalla presenza di manufatti con caratteristiche di non ruralità e già ampiamente antropizzate. I benefici ambientali ottenibili dall'adozione di sistemi FV sono proporzionali alla quantità di energia prodotta, supponendo che questa vada a sostituire l'energia altrimenti fornita da fonti convenzionali.

Gli impianti fotovoltaici sono inoltre esenti da vibrazioni ed emissioni sonore e se ben integrati, non deturpano l'ambiente ma consentono di riutilizzare e recuperare superfici e spazi altrimenti inutilizzati.

Inoltre la produzione massima si ha nelle ore diurne, quando c'è maggiore richiesta di energia, alleggerendo la criticità del sistema elettrico.

Gli impianti fotovoltaici si distinguono inoltre in sistemi fissi e ad inseguimento. In un impianto fotovoltaico fisso i moduli vengono installati direttamente su tetti e coperture di edifici

mediante ancoraggi oppure al suolo su apposite strutture. Gli impianti fotovoltaici ad inseguimento sono la risposta più innovativa alla richiesta di ottimizzazione della resa di un impianto fotovoltaico.

Poiché la radiazione solare varia nelle diverse ore della giornata e nel corso delle stagioni, gli inseguitori solari sono strutture che seguono i movimenti del sole, orientando i moduli per ottenere sempre la migliore esposizione e beneficiare della massima captazione solare.

Attualmente esistono in commercio due differenti tipologie di inseguitori:

inseguitori ad un asse: il sole viene "inseguito" esclusivamente o nel suo movimento giornaliero (est/ovest, azimut) o nel suo movimento stagionale (nord/sud, tilt). Rispetto a un impianto fisso realizzato con gli stessi componenti e nello stesso sito, l'incremento della produttività del sistema su scala annua si può stimare dal +5% (in caso di movimentazione sul tilt) al +25% (in caso di movimentazione sull'azimut);

inseguitori a due assi: qui l'inseguimento del Sole avviene sia sull'asse orizzontale in direzione est-ovest (azimut) sia su quello verticale in direzione nord-sud (tilt). Rispetto alla realizzazione su strutture fisse l'incremento di produttività è del 35-40% su scala annua, con picchi che possono raggiungere il 45-50% con le condizioni ottimali del periodo estivo, ma con costi di realizzazione e gestione ancora piuttosto alti.

L'energia solare è dunque una risorsa pulita e rinnovabile con numerosi vantaggi derivanti dal suo sfruttamento attraverso impianti fotovoltaici di diverso tipo (ambientali, sociali, economici, etc) e possono riassumersi in:

- assenza di qualsiasi tipo di emissioni inquinanti;
- risparmio di combustibili fossili;
- affidabilità degli impianti;
- costi di esercizio e manutenzione ridotti;
- modularità del sistema.

L'impianto in oggetto è di tipo a terra ad inseguimento solare mono-assiale, non integrato, da connettere alla rete (grid-connected) in modalità trifase a 36 kV.

Si tratta di impianti a inseguimento solare con moduli fotovoltaici in silicio monocristallino, di tipo bi-facciali, montati in configurazione bifilare su strutture metalliche (tracker) aventi un asse rotante (mozzo) per permettere l'inseguimento solare.

Inoltre, l'impianto si configura come **agrivoltaico**, cioè integra alla produzione di energia elettrica anche la produzione agronomica conservando quindi l'utilizzo e la funzione attuale del territorio.

Per il progetto dell'impianto agro-fotovoltaico in esame, considerate le dimensioni relativamente ampie dell'interfila tra le strutture, tutte le lavorazioni del suolo, nella parte centrale dell'interfila, possono essere compiute tramite macchine operatrici convenzionali senza

particolari problemi. A ridosso delle strutture di sostegno risulta invece necessario mantenere costantemente il terreno libero da infestanti mediante diserbo meccanico, avvalendosi della fresa interceppo.

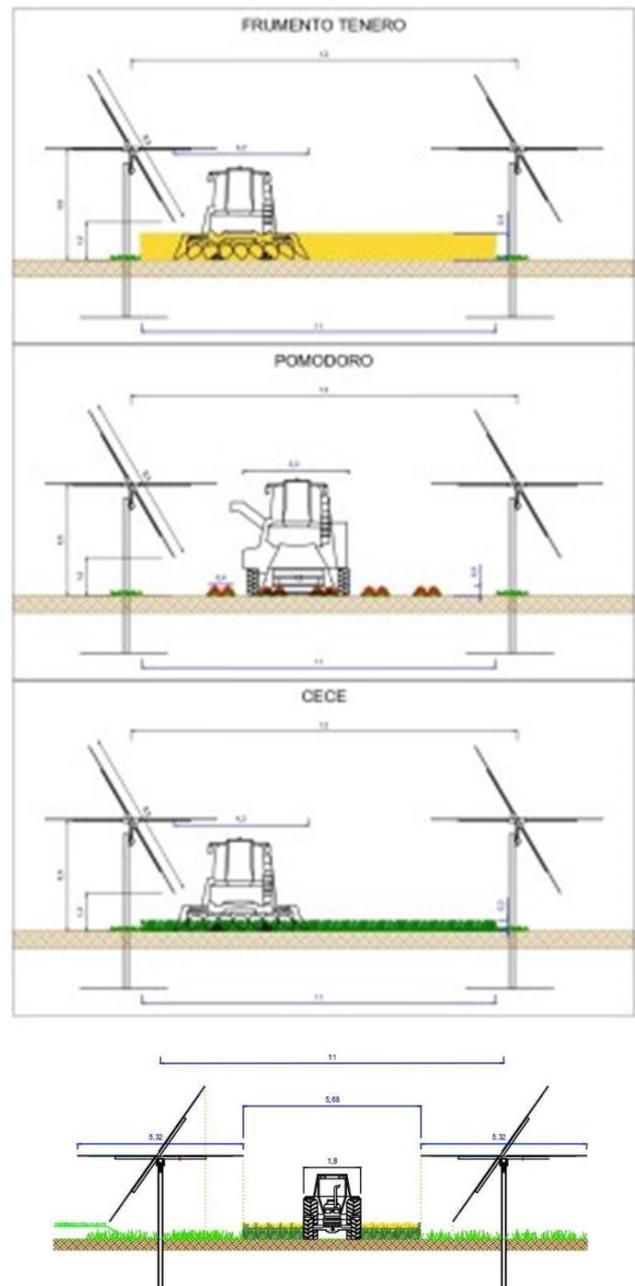
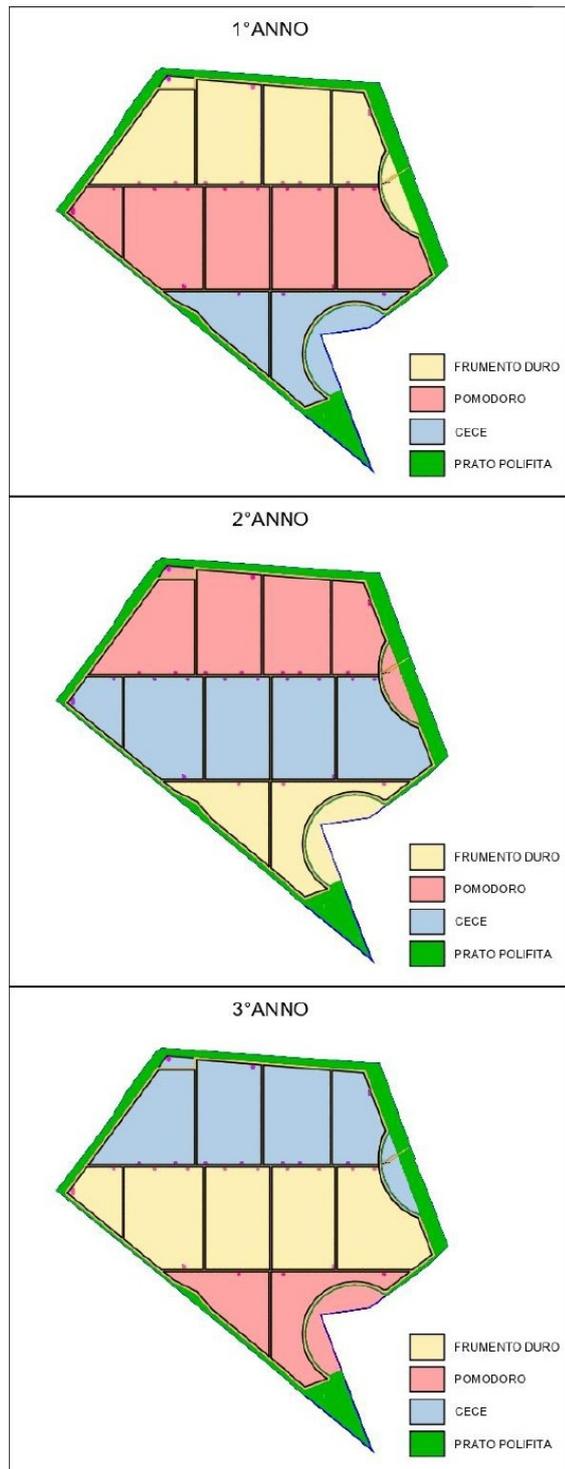
Trattandosi di terreni già regolarmente coltivati e irrigati, non vi sarà la necessità di compiere importanti trasformazioni idauliche e agrarie. Per quanto concerne le lavorazioni periodiche del terreno dell'interfila, quali aratura, erpicatura o rullatura, queste vengono generalmente effettuate con mezzi che presentano un'altezza da terra molto ridotta, pertanto potranno essere utilizzate varie macchine operatrici presenti in commercio senza particolari difficoltà, in quanto ne esistono di tutte le larghezze e per tutte le potenze meccaniche.

L'esposizione diretta ai raggi del sole è fondamentale per la buona riuscita di qualsiasi produzione agricola. L'impianto in progetto, ad inseguimento, di fatto mantiene l'orientamento dei moduli in posizione perpendicolare a quella dei raggi solari, proiettando delle ombre sull'interfila che saranno tanto più ampie quanto più basso sarà il sole all'orizzonte. È bene però considerare che l'ombreggiamento creato dai moduli fotovoltaici non crea soltanto svantaggi alle colture: si rivela infatti eccellente per quanto riguarda la riduzione dell'evapotraspirazione, considerando che nei periodi più caldi dell'anno le precipitazioni avranno una maggiore efficacia.

La presenza dei cavi interrati nell'area dell'impianto fotovoltaico non rappresenta una problematica per l'effettuazione delle lavorazioni periodiche del terreno durante la fase di esercizio dell'impianto fotovoltaico. Infatti queste lavorazioni non raggiungono mai profondità superiori a 40 cm, mentre i cavi interrati saranno posati ad una profondità minima di 80 cm.

E' stata condotta una valutazione preliminare su quali colture impiantare all'interno del parco fotovoltaico. Si è scelto un set di colture che fosse adatto alla coltivazione nell'areale del sito d'impianto e che avesse uno stretto legame con il territorio. La scelta è quindi ricaduta su piante erbacee spontanee della flora italiana e già coltivate in zona, quali frumento duro, pomodoro da industria, cece e prato polifita, quest'ultimo coltivato nelle aree perimetrali e destinato alla produzione di foraggio. Le quattro colture verranno piantumate tra le file dei moduli fotovoltaici e seguiranno un sistema di rotazione annuale per limitare al minimo il fenomeno della stanchezza del terreno.

Si riporta di seguito una schematizzazione dell'impianto:



L'utilizzo di colture non destinate alla raccolta, viene impiegato per migliorare la fertilità del suolo e mitigare gli impatti ambientali agricoli. I vantaggi di questa tecnica agronomica inoltre includono incremento della sostanza organica, miglioramento della biodiversità ambientale e microbiologica e miglioramento della struttura del suolo grazie alla maggiore stabilità degli

aggregati e al migliore equilibrio tra macro e micro porosità del suolo.



Figure 2-5. Particolare esempio di impianto agri-fotovoltaico

Per quanto riguarda i dettagli della coltivazione agricola, si rimanda all'apposita relazione specialistica.

Nella progettazione agronomica è stata prevista anche la presenza di una fascia di mitigazione costituita da specie autoctone arboree ed arbustive sempreverdi la cui gestione non prevede l'impiego di prodotti fitosanitari. Tale fascia di essenze tipiche del luogo verrà sistemata lungo il perimetro dell'impianto ad un'altezza pari a quella della recinzione perimetrale in modo da schermare l'impianto stesso e contribuire all'inserimento paesaggistico e ambientale dell'opera.

2.3 Viste d'insieme dell'impianto

L'impianto fotovoltaico installato su terreno agricolo presenta anche il vantaggio di poter sfruttare la capacità del suolo per la coltivazione di diverse colture agricole riducendo i consumi di acqua; un impianto agro-fotovoltaico permette di ottimizzare i rendimenti di energia e agricoltura, come dimostrato da recenti studi, in quanto in grado di migliorare la percentuale di efficienza di utilizzo del terreno. Inoltre il sistema combinato influenza anche la distribuzione dell'acqua durante le precipitazioni e la temperatura del suolo; infatti in primavera e in estate la temperatura risulta inferiore rispetto ad un campo fotovoltaico e le condizioni di ombreggiamento parziali permettono alle colture di affrontare meglio le condizioni calde e secche.

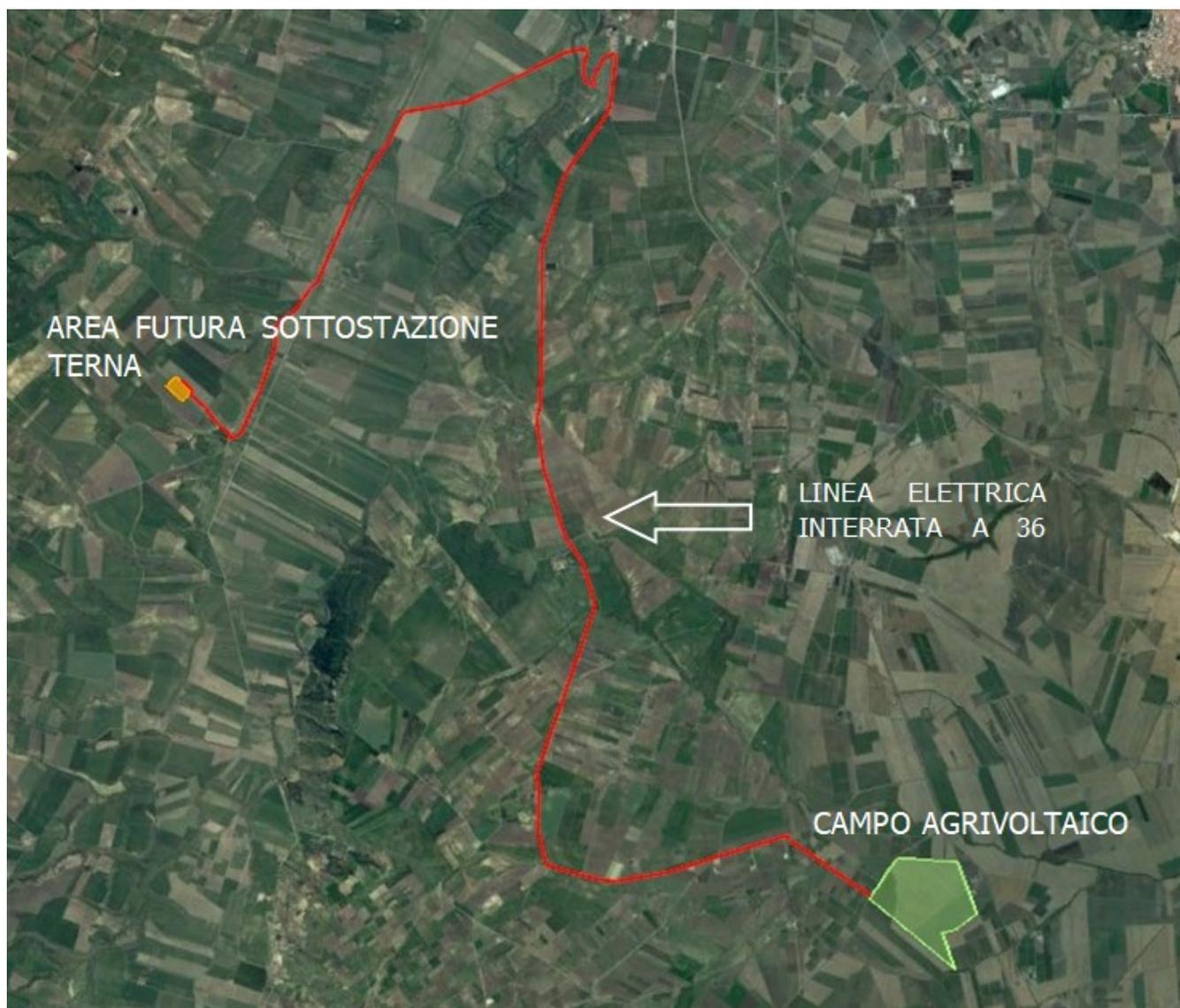


Figure 2-6. Vista d'insieme dell'impianto con collegamento cavo a 36 kV (in verde)

Il parco agrivoltaico, mediante un cavidotto interrato della lunghezza di circa 23 km, uscente dalla cabina elettrica generale di campo, sarà collegato a 36 kV alla futura sottostazione Terna nel Comune di Serracapriola (FG).

Il dimensionamento del parco fotovoltaico è stato realizzato con un modulo fotovoltaico, bifacciale, composto da celle fotovoltaiche in silicio monocristallino ad alta efficienza e connesse elettricamente in serie, per una potenza complessiva del singolo pannello di 580 Wp.

L'impianto in oggetto, di potenza massima di picco di 54,998 MWp, produrrà circa 99974 MWh/anno di energia.

I moduli fotovoltaici saranno montati su strutture con inseguitore mono assiale dotati di una tecnologia elettromeccanica per seguire ogni giorno l'esposizione solare Est-Ovest su un asse di rotazione orizzontale Nord-Sud, posizionando così i pannelli sempre con la perfetta angolazione.

Le strutture di supporto dei moduli fotovoltaici saranno costituite da struttura metallica

(tracker) mono-assiali ad inseguimento solare del tipo "Convert TRJ" o equivalente, un sistema innovativo che sta trovando impiego in molte progettazioni; i moduli fotovoltaici in progetto saranno posizionati in modalità 2 x "portrait" e l'interasse delle stesse strutture sarà pari a ml 11,00.

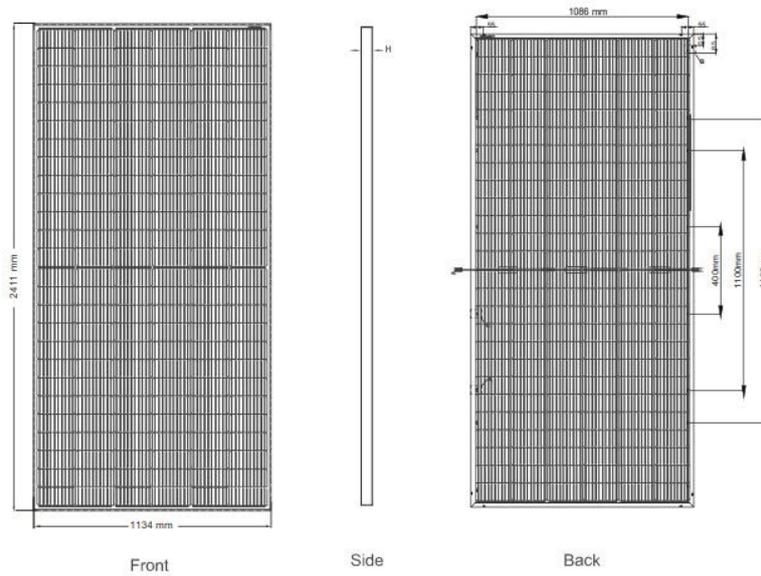


Figure 2-7. Modulo fotovoltaico – dimensioni

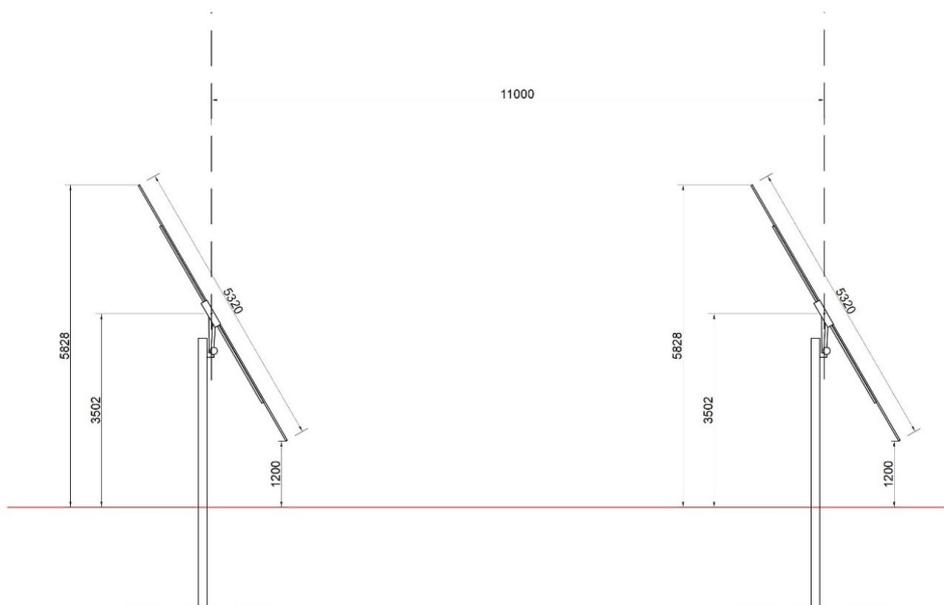


Figure 2-8. Struttura di supporto vista laterale



Figure 2-9. Vista laterale e in pianta di due stringhe fotovoltaiche

Ciascun modulo fotovoltaico sarà dotato di diodi di by-pass, così da escludere la parte di modulo contenente una o più celle guaste/ombreggiate al fine di evitarne la contro alimentazione e conseguente danneggiamento (tali diodi saranno inclusi nella scatola di giunzione abbinata al modulo fotovoltaico stesso).

Le cabine previste nel campo fotovoltaico saranno del tipo:

- Cabina elettrica di campo (semplicemente cabina elettrica o cabina di campo);
- Cabina generale di campo di raccolta delle linee provenienti dalle cabine di campo.

Le cabine elettriche di campo svolgono la funzione di locali tecnici per la posa dei quadri, del trasformatore, delle apparecchiature di telecontrollo, di consegna e misura. In esse verranno convogliate le linee provenienti dagli inverter di stringa.

Esse saranno assemblate direttamente dalla ditta fornitrice degli inverter e saranno realizzate con struttura metallica leggera con zattera inferiore, anch'essa in metallo, predisposta con forature prestabilite per il passaggio dei cavi MT/BT.

Sono previste 16 cabine elettriche di campo dotate di trasformatore di potenza.

Le cabine elettriche, situate all'interno del campo fotovoltaico come da planimetrie allegate, saranno di tipo modulare e saranno costituiti dai seguenti elementi:

- Due/tre moduli per il trasformatore MT/BT;
- Un modulo locale distribuzione BT/MT con tutti gli apparati elettrici completo di porta metallica.

La superficie complessiva occupata da tale cabina sarà di circa 15,25 mq (6,10 ml x 2,50 ml) per un'altezza complessiva di circa 2,90 ml e sarà sistemata su una base di cemento di poco superiore alle dimensioni in pianta della cabina elettrica.

Ogni cabina elettrica viene fornita completa di impianto elettrico di illuminazione, impianto di terra interno, kit di dispositivi di protezione individuale.

L'accesso alle cabine elettriche di trasformazione avviene tramite la viabilità interna.



Figure 2-10. Immagine dell'inverter con trasformatore – MV POWER STATION 2930 S2 o similare



Figure 2-11. Immagine dell'inverter – SUNNY CENTRAL 2930 -S2 o similari

Ogni cabina elettrica viene fornita completa di impianto elettrico di illuminazione, impianto di terra interno, kit di dispositivi di protezione individuale.

L'accesso alle cabine elettriche di trasformazione avviene tramite la viabilità interna.

La ripartizione dei vari moduli su ognuno degli inverter utilizzati sarà effettuata sulla base delle caratteristiche tecniche sotto riportate.

I criteri e le modalità per la connessione alla Rete AT saranno conformi a quanto prescritto dalle normative CEI 11-20, CEI 0-16, CEI 82-25 e dalle prescrizioni TERNA (TICA), per clienti produttori dotati di generatori che entrano in parallelo continuativo con la rete elettrica.

Il parco fotovoltaico su indicazione del documento preventivo di connessione di Terna che riporta la soluzione tecnica minima generale (STMG) per la connessione dell'impianto in oggetto alla rete di trasmissione nazionale, prevede, la realizzazione di un cavidotto a 36 kV, che allaccerà il parco fotovoltaico alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) a 36 kV con una nuova Sottostazione Elettrica (SE) della RTN (prevista nel comune di Serracapriola).

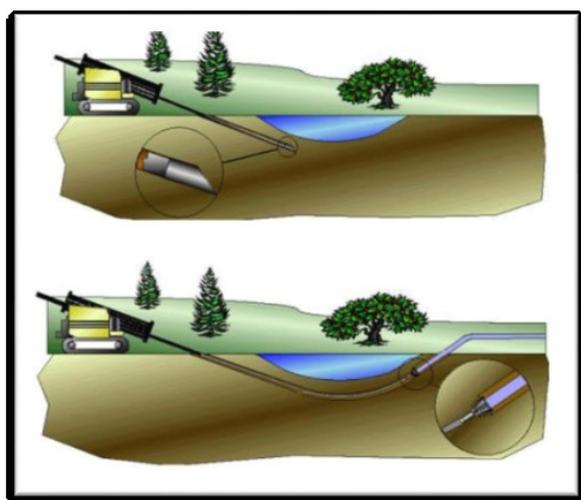


Figure 2-12. Schema tecnica "No dig"



Figure 2-13. Schema tecnica "Microtunneling"

2.4 Disponibilità aree ed individuazione delle interferenze

La disponibilità delle aree è assicurata attraverso la stipula di un contratto preliminare di costituzione del diritto di superficie sottoscritto tra il soggetto proponente l'intervento in oggetto (Limes 4 s.r.l.) e i proprietari delle aree (concedenti) interessate dallo stesso intervento, comunque allegato al progetto.

Sull'area relativa al campo agrivoltaico sono state rilevate interferenze dovute alla presenza del corso d'acqua Vallone Fontanelle, dalla Masseria Faugno Nuovo (bene storico culturale) e dall'eventuale realizzazione di una pala eolica in fase di autorizzazione come di seguito rappresentate:



Figure 2-14. Area d'interesse – Interferenze rilevate

Per le interferenze rappresentate dal corso d'acqua Vallone Fontanelle e dalla Masseria "Faugno Nuovo" il progetto prevede una fascia di rispetto di 150 m; per quanto riguarda la pala eolica da realizzare il progetto prevede la realizzazione dell'impianto agrivoltaico a debita distanza.

L'elettrodotto interrato a 36 kV di collegamento del parco agrivoltaico con l'ampliamento della sottostazione utente, ubicata in corrispondenza del punto di connessione alla RTN, presenta le seguenti interferenze:

- Attraversamento del Vallone del Rovello in prossimità del campo agrivoltaico;

- Attraversamento del Vallone Carapelle;
- Attraversamento di canali e ponticelli stradali;
- Attraversamento del Fiume Fortore;
- Attraversamento del Vallone S. Maria dell'Ischia;
- Eventuale presenza di linee elettriche interrato di altri produttori.

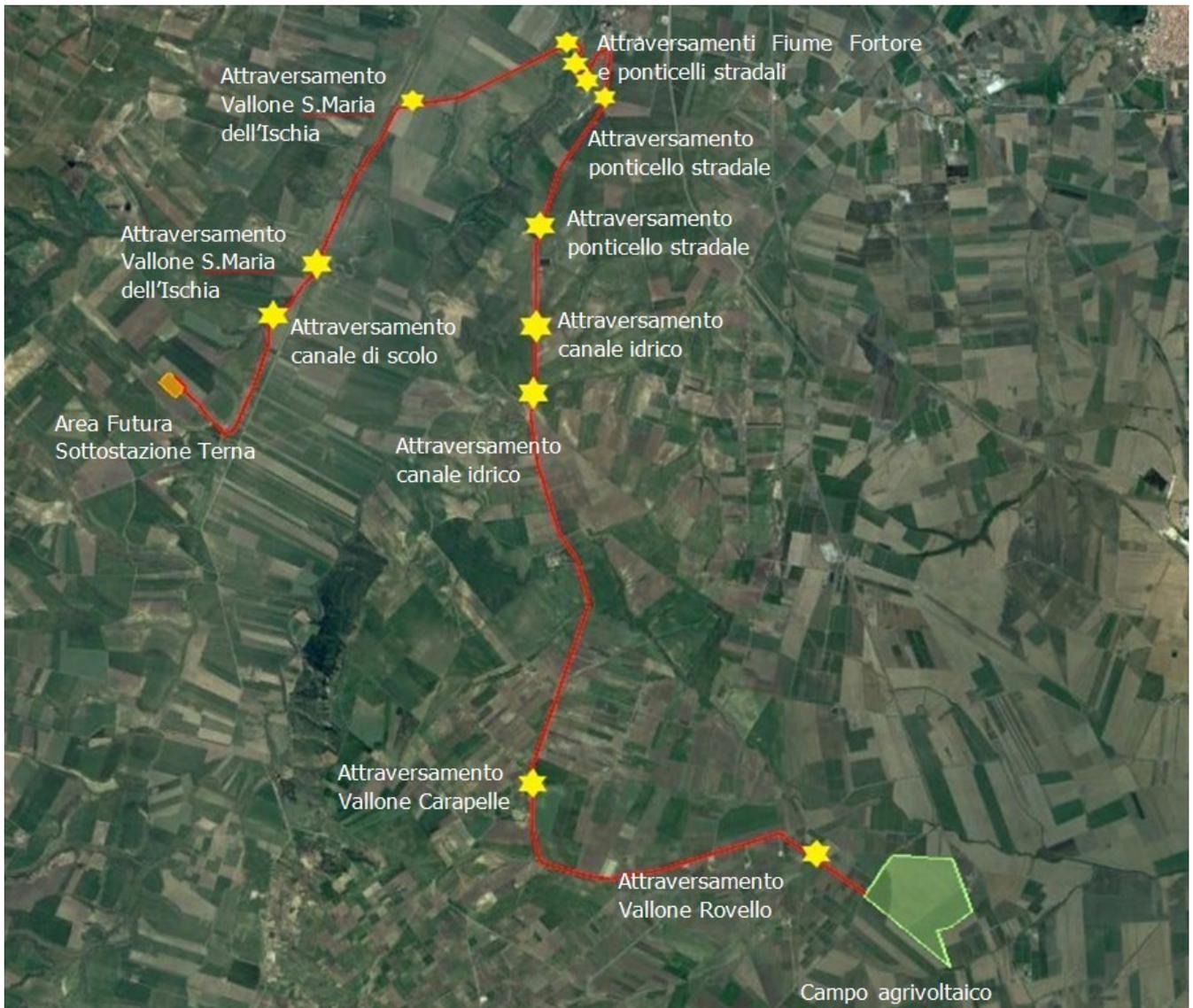


Figure 2-15. Planimetria d'insieme con interferenze

Nel seguito le rappresentazioni grafiche di tali presenze.



Attraversamento Vallone del Rovello



Attraversamento Vallone Carapelle



Attraversamento canale idrico



Attraversamento canale idrico



Attraversamento ponticello stradale



Attraversamento ponticello stradale



Attraversamento ponticello stradale



Attraversamento ponticello stradale



Attraversamento Fiume Fortore



Attraversamento Vallone S.Maria dell'Ischia



Attraversamento Vallone S.Maria dell'Ischia



Attraversamento canale di scolo

Le modalità di esecuzione degli attraversamenti e delle interferenze riscontrate, nonché le modalità proposte per la gestione di altre possibili interferenze, saranno realizzate, in sovrappasso o in sottopasso, in accordo alle Norme Tecniche applicabili e comunque secondo le indicazioni degli Enti proprietari dei sottoservizi, sono possibili in linea generale le seguenti interferenze (trasversale e/o longitudinali):

- 1) con condotte metalliche (acquedotto, condotte di irrigazione, etc.);

- 2) con linee elettriche interrate MT e BT;
- 3) con linee di telecomunicazioni;
- 4) con condotte del gas;
- 5) attraversamenti stradali, di corsi d'acqua e di tombini idraulici.

Relativamente agli attraversamenti stradali, di corsi d'acqua e di tombini idraulici, questi saranno utilizzate le tecniche del "NO DIG" e di "MICROTUNNELING". Il directional drilling rappresenta sicuramente la più diffusa tra le tecnologie No-Dig. Altri termini possono essere usati come TOC (trivellazione orizzontale controllata). Questa tecnologia permette di effettuare la posa di cavi con un sistema di aste teleguidate che perforano il sottosuolo creando lo spazio necessario alla posa. Essa può essere impiegata sia per sottoattraversamenti di tombini idraulici che di condotte idriche o cavidotti elettrici presenti lungo il tracciato dell'elettrodotto in progetto. La tecnica prevede una perforazione eseguita mediante una portasonda teleguidata ancorata a delle aste metalliche. L'avanzamento avviene per la spinta esercitata a forti pressioni di acqua o miscele di acqua e polimeri totalmente biodegradabili; per effetto della spinta il terreno è compresso lungo le pareti del foro. L'acqua è utilizzata anche per raffreddare l'utensile. Questo sistema non comporta alcuno scavo preliminare, ma eventualmente necessita effettuare solo delle buche di partenza e di arrivo; non comporta quindi, la demolizione prima e il ripristino dopo di eventuali sovrastrutture esistenti. Di tale tecnica, comunque, se ne parlerà più diffusamente nelle relazioni specialistiche allegate alla presente.

Il directional drilling rappresenta sicuramente la più diffusa tra le tecnologie No-Dig. Altri termini possono essere usati come TOC (trivellazione orizzontale controllata). Questa tecnologia permette di effettuare la posa di cavi con un sistema di aste teleguidate che perforano il sottosuolo creando lo spazio necessario alla posa. Essa può essere impiegata sia per sottoattraversamenti di tombini idraulici che di canali esistenti presenti lungo il tracciato dell'elettrodotto in progetto.

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

Le condotte idriche interrate e le bocchette superiori presenti all'interno del campo agrivoltaico e a servizio esclusivamente dell'area interessata dall'intervento, saranno delocalizzate lungo la viabilità interna.

Parallelismi ed interferenze tra cavi elettrici e condotte metalliche verranno realizzati secondo quanto previsto dalla Norma CEI 11-17 o, comunque, secondo le modalità indicate dagli enti proprietari.

2.5 Sintesi preliminare sulla fase di cantierizzazione

La realizzazione dell'impianto sarà divisa in varie fasi.

Ogni fase potrà prevedere il noleggio di uno o più macchinari (muletti, escavatrici, gru per la posa della cabina prefabbricata, ecc.)

Nessuna nuova viabilità esterna sarà realizzata essendo l'area già servita da infrastrutture viarie, benché le strade adiacenti all'impianto dovranno essere adeguate per consentire il transito di mezzi idonei ad effettuare sia il montaggio che la manutenzione dell'impianto.

Le restanti aree del lotto (aree tra le stringhe e sotto le strutture di supporto) saranno piantumate con erba.

2.5.1 Materiali

È previsto complessivamente un numero di viaggi al cantiere da parte di mezzi pesanti per trasporto materiale inferiore a 200 (per una media di circa 3 viaggi alla settimana).

La tabella seguente fornisce una panoramica di tipo e quantità dei trasporti previsti.

Materiale di trasporto	N. Camion	N. Furgoni
Moduli fotovoltaici	50	
Inverters	10	
Strutture a profilato per pannelli – Tracker ad asse orizzontale	40	
Bobine di cavo	10	
Canalette per cavi e acqua	10	
Cabine prefabbricate	10	
Recinzione		10
Pali	10	
Impianti tecnologici (telecamere, ecc.)		5
Lampade e armature pali		10
Trasformatori	5	
Quadri MT	5	
Quadri BT	5	
Ghiaia – misto granulometrico per strade	10	
Asporto finale residui di cantiere	5	

TOTALE CAMION TRASPORTO MATERIALE	170	25
AUTOBETONIERE PER CALCESTRUZZO	5	
ASPORTO TERRA IN ECCEDEXZA	5	

Oltre ai veicoli per il normale trasporto giornaliero del personale di cantiere, saranno presenti in cantiere 1 autogru per la posa delle cabine e degli inverter, 1 o 2 muletti per lo scarico e il trasporto interno del materiale, 1 escavatore a benna ed 1 escavatore a pala.

2.5.2 Risorse umane

È previsto l'intervento di squadre di operai differenziate a seconda del tipo di lavoro da svolgere.

È previsto l'intervento minimo di 2 squadre per fase di esecuzione.

Verranno impiegati in prima analisi i seguenti tipi di squadre:

Manovali edili;

Elettricisti;

Montatori meccanici

Ditte specializzate.

Si riporta di seguito una tabella con le fasi principali previste. Accanto ad ogni fase è specificato il tempo di esecuzione stimato e il tipo di squadra coinvolta:

FASE	OPERATORE	TEMPO (gg lav.)
Recinzione provvisoria dell'area	Manovali edili	5
Sistemazione del terreno	Ditta Specializzata	5
Pulizia del terreno	Ditta Specializzata	5
Sbancamento per le piazzole di cabina	Manovali Edili	5
Esecuzione scavi perimetrali	Manovali Edili	10
Tracciamento delle strade interne	Manovali Edili	5
Tracciamento dei punti come da progetto	Manovali Edili	5
Realizzazione dei canali per la raccolta delle acque meteoriche	Manovali Edili	10
Posa della recinzione definitiva	Manovali Edili	10
Posa delle cabine	Ditta Specializzata	10
Infissione delle strutture di sostegno e livellamenti necessari	Ditta Specializzata	50

Infissione e collegamento dei dispersori dell'impianto di terra	Elettricisti	10
Esecuzione scavi per canalette	Manovali edili	10
Installazione delle palificazioni	Manovali Edili	10
Installazione e cablaggio corpi illuminanti	Elettricisti	10
Installazione sistemi di sicurezza	Ditta Specializzata	10
Posa delle canalette	Manovali Edili	15
Posa degli inverter	Ditta Specializzata	15
Montaggio dei tracker e delle strutture di	Montatori	60
Posa dei moduli fotovoltaici sulle	Elettricisti	90
Installazione dei quadri di campo esterni	Elettricisti	10
Esecuzione dell'impianto di terra e collegamento conduttori di protezione	Elettricisti	10
Posa dei cavi di energia nelle canalette	Elettricisti	20
Posa di cavi di segnale in corrugato	Elettricisti	15
Cablaggi nei cestelli e raccordi alle canalette	Elettricisti	15
Chiusura di tutte le canalette	Elettricisti	5
Cablaggi delle apparecchiature elettriche	Elettricisti	10
Cablaggi in cabina	Elettricisti	15
Rinterro intorno le cabine	Manovali edili	5
Cablaggio dei moduli fotovoltaici	Elettricisti	60
Posa e cablaggio dei cancelli	Manovali Edili	5
Esecuzione degli scavi per la posa della linea elettrica interrata a 36kV	Manovali Edili	30
Posa dei cavidotti negli scavi per la linea a 36kV	Manovali Edili	10
Posa delle linee elettriche interrate	Elettricisti	15
Rinterri	Manovali Edili	10
Esecuzione delle opere di attraversamento con tecnica dello "spingi-tubo"	Ditta Specializzata	10
Impianto agricolo costituito da oliveto	Ditta Specializzata	120

Verifiche sull'impianto di terra	Elettricisti	3
Collaudo degli impianti tecnologici e di servizi ausiliari	Ditta Specializzata	2
Primo collaudo funzionale e di sicurezza (prove in bianco)	Direzione Lavori	2
Prova di produzione	Direzione Lavori	2
Installazione dei gruppi di misura	Terna	1
Collaudo finale e messa in esercizio	Direzione Lavori	1

La realizzazione dell'opera durerà indicativamente circa 716 gg.

Da considerare che durante le fasi di cantiere, alcune lavorazioni sopra indicate potranno essere compiute in sovrapposizione con altre andando a diminuire i giorni della seconda fase che potranno essere ragionevolmente calcolati in circa 1 anno.

2.5.3 Recinzioni

Per garantire la sicurezza dell'impianto, l'area di pertinenza sarà delimitata da una recinzione con rete metallica integrata da un impianto di allarme antintrusione e di videosorveglianza.

Tale recinzione non presenterà cordoli di fondazione posti alla base, ma si procederà solo con la sola infissione dei pali a sostegno, ad eccezione delle zone di accesso in cui sono presenti dei pilastrini a sostegno delle cancellate d'ingresso.

La recinzione verrà arretrata, nelle zone in cui insistono fasce di rispetto stradale e/o di vincolo, per permettere l'inserimento di essenze floreali e/o alberature di schermatura tali da mitigare gli effetti visivi.

In questo modo si potrà perseguire l'obiettivo di costituire una barriera visiva per un miglior inserimento paesaggistico dell'impianto.

Come sostegni alla recinzione verranno utilizzati pali sagomati in legno di castagno, che garantiscono una maggiore integrazione con l'ambiente circostante.

I pali, alti 2,20 ml, verranno conficcati nel terreno per una profondità compatibile alle caratteristiche geologiche del sito. Questi presenteranno giunti di fissaggio laterale della rete sul palo e giunti in metallo per il fissaggio di angoli retti e ottusi. La rete metallica che verrà utilizzata sarà di tipo "a maglia romboidale".

Il tipo di recinzione sopra descritto è rappresentato nella foto seguente:



Figure 2-17. Tipologia di recinzione utilizzata

Al fine di permettere alla piccola fauna presente nella zona di utilizzare l'area di impianto, sono previsti dei ponti ecologici consistenti in cunicoli delle dimensioni di 100x20 cm sotto la rete metallica, posizionati ogni 100 metri circa.

La recinzione presenta le seguenti caratteristiche tecniche:

PANNELLI

Zincati a caldo, elettrosaldati con rivestimento protettivo plastificato verde.

Larghezza mm 1500/2000.

Diametro dei fili mm 5/6.

PALI

In castagno infissi nel terreno.

Diametro cm. 10/12.

CANCELLI

Cancelli autoportanti e cancelli scorrevoli.

Cancelli a battente carrai e pedonali.

La recinzione potrà essere mitigata con delle siepi di idonea altezza costituite da essenze arboree-arbustive autoctone.

2.5.4 Livellamenti

Sarà necessaria una pulizia propedeutica del terreno dalle graminacee e dalle piante

preesistenti nelle zone d'intervento.

L'adozione della soluzione a palo infisso senza fondazioni ridurrà praticamente a zero la necessità di livellamenti localizzati, necessari invece in caso di soluzioni a plinto.

Saranno necessari degli sbancamenti localizzati nelle sole aree previste per la posa delle "Cabine di raccolta inverter", della cabina principale e delle cabine adibite a vani tecnici.

La posa della recinzione sarà effettuata in modo da seguire l'andamento del terreno.

La posa dei canali portacavi non necessiterà in generale di interventi di livellamento.

Il profilo generale del terreno non sarà comunque modificato né saranno necessarie opere di contenimento del terreno.

In generale gli interventi di spianamento e di livellamento, dovendo essere ridotti al minimo, saranno ottimizzati in fase di direzione lavori.

2.5.5 Scolo delle acque meteoriche

Si prevede un sistema di raccolta e incanalamento delle acque piovane verso i canali naturali esistenti. Tale sistema avrà il solo scopo di far confluire le acque meteoriche all'esterno del campo, seguendo la pendenza naturale del terreno, in modo da prevenire possibili allagamenti.

2.5.6 Movimentazione terra

Di seguito si riporta un quadro di sintesi delle voci di scavo con relativi volumi di terra movimentata per ciò che attiene al campo fotovoltaico e alla linea di connessione a 36 kV.

Tabella 2-2. Volumi di scavo impianto fotovoltaico

IMPIANTO AGRIVOLTAICO			
Fondazioni cancello d'ingresso			
Lungh. X Largh. X Profondità (ml)	Volume cad. (mc)	N.	Volume tot. (mc)
5.00 x 0.60 x 0.90	2.70	2	5.40
Platea cabina inverter			
Lungh. X Largh. X Profondità (ml)	Volume cad. (mc)	N.	Volume tot. (mc)
6.9 x 3.25 x 0.40	8.97	12	107.64
Platea cabina elettrica generale di campo			
Lungh. X Largh. X Profondità (ml)	Volume cad. (mc)	N.	Volume tot. (mc)
19.40 x 7.00 x 0.40	54.32	1	54.32
Platea vano tecnico			
Lungh. X Largh. X Profondità (ml)	Volume cad. (mc)	N.	Volume tot. (mc)
12.30 x 2.80 x 0.40	13.78	4	55.10
Plinti pali			

Lungh. X Largh. X Profondità (ml)	Volume cad. (mc)	N.	Volume tot. (mc)
0.60 x 0.60 x 0.60	0.22	88	19.36
TOTALE MC			246.54
Scavi per stesure linee elettriche			
Lungh. X Largh. X Profondità (ml)	Volume cad. (mc)	N.	Volume tot. (mc)
24000x 0.9 x 3.20	69120	1	69120
A detrarre attraversamento no dig 1160 x 0.9 x 3.20	-3340.8	1	-3340.8
Perforazioni tecnica no dig 1160 x 3.14 x 0.4 x 0.4	582.78	1	582.78
TOTALE MC			66361.98

Considerando che la terra movimentata per gli scavi necessari per la posa delle linee elettriche viene riutilizzata al 70% per ricoprire gli stessi scavi (solo per quanto riguarda lo scavo a cielo libero), la quantità di terra in eccesso risultante dagli interventi di scavo del terreno necessari per la realizzazione della linea elettrica di connessione è pari a circa 20316.54 mc [582.78 + 30% di (69120-3340.80)].

Totale stima della terra in eccesso : 2479.32 + 20316.54 = 22795.86 mc

Fermo restando le analisi e i campionamenti, per smaltire la terra in eccesso (totale pari a circa 22796 mc) risultante dalle attività di scavo e sbancamento, si potrà procedere in uno dei seguenti modi:

1. spargimento sul terreno in modo omogeneo del volume accumulato (realizzabile a seconda dell'andamento dell'organizzazione di cantiere realizzabile a seconda dell'andamento dell'organizzazione di cantiere e fatta salva la verifica del materiale scavato per poter essere idoneo al successivo riutilizzo); in questo caso, considerando l'intera superficie a disposizione (pari a circa 92 ha), lo strato superficiale aggiunto avrebbe un'altezza media di circa 2.5 cm. Oppure:

2. smaltimento del terreno mediante autocarri (tramite ditta specializzata in riciclaggio materiali edili).

Nella seconda ipotesi, considerando una densità di riferimento media per il terreno vegetale di 1,8 t/mc e una quantità orientativa di terreno da smaltire di 22796 mc, si ottiene una prima stima in peso di circa 41033 tonnellate da smaltire.

Supponendo l'utilizzo di autocarri della portata di 35 t ciascuno, si può calcolare in prima approssimazione un numero di viaggi intorno a 1172 (ogni viaggio si intende come "andata" e "ritorno").

In fase di cantiere si può tuttavia optare per una soluzione ibrida tra le due sopra esposte oppure, visto i valori contenuti del materiale depositato in sito, si può tranquillamente optare per la prima soluzione.

Supponendo di utilizzare una soluzione ibrida tra le due proposte e considerando che di questo volume di terreno scavato circa il 75% (valore medio) sarà sistemato nell'ambito delle aree interessate, si avrà che il volume eccedente che sarà inviata a discarica autorizzata come rifiuto sarà pari a circa 58700 mc (0.25 x 22796 mc).

Per ulteriori dettagli si rimanda alla relazione specialistica "Piano Gestione Terre e Rocce da Scavo".

2.5.7 Dismissione

Si prevede una vita utile dell'impianto non inferiore ai 20 anni.

A fine vita dell'impianto è previsto l'intervento sulle opere non più funzionali attraverso uno dei modi seguenti:

totale o parziale sostituzione dei componenti elettrici principali (moduli, inverter, trasformatori, ecc.), oppure:

smantellamento integrale del campo e riutilizzazione del terreno per altri scopi.

In caso di smantellamento dell'impianto, i materiali tecnologici elettrici ed elettronici verranno smaltiti secondo la direttiva 2012/19/UE - WEEE (Waste Electrical and Electronic Equipment) – direttiva RAEE – recepita in Italia con il Dlgs n. 49 del 14.03.2014.

Le fasi principali del piano di dismissione sono riassumibili in:

1. Sezionamento impianto lato DC e lato CA (Dispositivo di generatore)
2. Scollegamento serie moduli fotovoltaici mediante connettori tipo multicontact
3. Scollegamento cavi lato c.c. e lato c.a.
4. Smontaggio moduli fotovoltaici dalla struttura di sostegno
5. Impacchettamento moduli mediante contenitori di sostegno
6. Smontaggio sistema di illuminazione
7. Smontaggio sistema di videosorveglianza
8. Rimozione cavi elettrici e canalette
9. Rimozione pozzetti di ispezione
10. Rimozione parti elettriche ed elettromeccaniche dai prefabbricati per alloggiamento inverter
11. Smontaggio struttura metallica
12. Rimozione del fissaggio al suolo
13. Rimozione parti elettriche dalle cabine di trasformazione

14. Rimozione manufatti prefabbricati
15. Rimozione recinzione
16. Rimozione ghiaia dalle strade

Il prodotto più tecnologicamente sviluppato e maggiormente presente in peso nel campo è il modulo fotovoltaico: è stata istituita, già da parecchio tempo, un'associazione/progetto di produttori di celle e moduli fotovoltaici, chiamata PV-Cycle, in continuo sviluppo e ammodernamento. Fondata nel 2012 come controllata dell'Associazione PV CYCLE – il primo programma mondiale per il riciclo e il ritiro collettivi dei moduli FV – PV CYCLE è oggi attiva in Italia con il suo sistema collettivo Consorzio PV CYCLE Italia e la società di gestione dei rifiuti PV CYCLE Italia Service s.r.l. che si occupa oltre allo smaltimento dei pannelli fotovoltaici, anche di inverter, batterie, ecc. Allo stato attuale la gestione dei rifiuti FV Professionali è finanziata dai "Produttori" – come definito nell'art. 4, comma 1, lettera g) del D.Lgs. 49/2014 – se il modulo FV da smaltire è classificato come nuovo, ovvero è stato immesso nel mercato dopo l'entrata in vigore della Normativa nazionale RAEE (12 aprile 2014).

Per le ragioni esposte lo smaltimento/riciclaggio dei moduli non rappresenterà un futuro problema.

Prodotti quali gli inverter, il trasformatore, ecc., verranno ritirati e smaltiti a cura del produttore.

Essendo prevista la completa sfilabilità dei cavi, a fine vita ne verrà recuperato il rame e smaltiti i rivestimenti in mescole di gomme e plastiche.

Le opere metalliche quali i pali di sostegno delle strutture, la recinzione, i pali perimetrali e le strutture in acciaio e Fe zincato verranno recuperate. Le strutture in Al saranno riciclabili al 100%.

I materiali edili (i plinti di pali perimetrali, la muratura delle cabine) in calcestruzzo, verranno frantumati e i detriti verranno e riciclati come inerti da ditte specializzate.

Per ulteriori dettagli sul piano di smaltimento dell'impianto si veda il documento allegato "Piano di dimissione e smaltimento".

Per i dettagli sul piano di smaltimento dell'impianto si veda il documento allegato "Piano di dimissione e ripristino".

3 PROPOSTA DI MONITORAGGIO

3.1 Obiettivi generali e requisiti del PMA

Il Piano di Monitoraggio Ambientale relativo all'impianto agrivoltaico "**in Progetto**" persegue i seguenti obiettivi generali:

- verificare la conformità alle previsioni di impatto ambientale individuate nel SIA (fase di costruzione e di esercizio);
- correlare gli stati ante-operam, in corso d'opera e post-operam, al fine di valutare l'evolversi della situazione;
- garantire, durante la costruzione, il pieno controllo della situazione ambientale;
- verificare l'efficacia delle misure di mitigazione;
- fornire gli elementi di verifica necessari per la corretta esecuzione delle procedure di monitoraggio;
- effettuare, nelle fasi di costruzione e di esercizio, gli opportuni controlli sull'esatto adempimento dei contenuti e delle eventuali prescrizioni e raccomandazioni formulate nel provvedimento di compatibilità ambientale.

Tali obiettivi verranno raggiunti attraverso il monitoraggio dei parametri chimico-fisici e microbiologici del suolo (tessitura, pH, calcare totale, calcare attivo, sostanza organica, CSC, N totale, P assimilabile, conduttività elettrica, Ca scambiabile, K scambiabile, Mg scambiabile, rapporto Mg/K, Carbonio e Azoto della biomassa microbica) che descriva metodi di analisi, ubicazione dei punti di misura e frequenza delle rilevazioni durante la vita utile dell'impianto, e il monitoraggio del rumore prodotto nella fase di cantiere ed esercizio.

3.2 Fasi della redazione del PMA

Per la corretta redazione del PMA relativo all'impianto agrivoltaico in progetto (condotta in riferimento alla documentazione relativa al Progetto Definitivo e allo Studio di Impatto Ambientale) si è proceduti a:

- analisi dei documenti di riferimento e definizione del quadro informativo esistente;
- identificazione ed aggiornamento dei riferimenti normativi e bibliografici;
- scelta delle componenti ambientali;
- scelta delle aree da monitorare;

3.3 Identificazione delle componenti

Le componenti ed i fattori ambientali ritenuti significativi, che sono stati analizzati all'interno della presente relazione sulla base dei risultati dello Studio di Impatto Ambientale, sono così intesi ed articolati:

- atmosfera: qualità dell'aria e caratterizzazione meteorologica;

- suolo: inteso sotto il profilo geologico, geomorfologico e pedologico, nel quadro dell'ambiente in esame ed anche come risorsa non rinnovabile;

La documentazione sarà standardizzata in modo da rendere immediatamente confrontabili le tre fasi di monitoraggio ante - operam, in corso d'opera e post - operam.

A tal fine il PMA è pianificato in modo da poter garantire:

- il controllo e la validazione dei dati;
- l'archiviazione dei dati e l'aggiornamento degli stessi;
- confronti, simulazioni e comparazioni;
- le restituzioni tematiche;

3.4 Modalità temporale di espletamento delle attività

Il Progetto di Monitoraggio Ambientale si articola in tre fasi temporali di seguito illustrate.

Monitoraggio ante-operam (AO)

Sulla base dei dati dello SIA, che dovranno essere aggiornati in relazione all'effettiva situazione ambientale che precede l'avvio dei lavori, il PMA dovrà prevedere:

- l'analisi delle caratteristiche climatiche e meteo diffuse dell'area di studio tramite la raccolta e organizzazione dei dati meteorologici disponibili per verificare l'influenza delle caratteristiche meteorologiche locali sulla diffusione e sul trasporto degli inquinanti;
- l'eventuale predisposizione dei dati di ingresso ai modelli di dispersione atmosferica a partire da dati sperimentali o da output di preprocessori meteorologici (qualora si intenda affrontare il monitoraggio della qualità dell'aria con un approccio integrato (strumentale e modellistico);

Monitoraggio in corso d'opera (CO)

Il monitoraggio in corso d'opera riguarda il periodo di realizzazione dell'infrastruttura, dall'apertura dei cantieri fino al loro completo smantellamento ed al ripristino dei siti. Questa fase è quella che presenta la maggiore variabilità, poiché è strettamente legata all'avanzamento dei lavori e perché è influenzata dalle eventuali modifiche nella localizzazione ed organizzazione dei cantieri apportate dalle imprese aggiudicatrici dei lavori. Pertanto, il monitoraggio in corso d'opera sarà condotto per fasi successive, articolate in modo da seguire l'andamento dei lavori. Preliminarmente sarà definito un piano volto all'individuazione, per le aree di impatto da monitorare, delle fasi critiche della realizzazione dell'opera per le quali si ritiene necessario effettuare la verifica durante i lavori. Le indagini saranno condotte per tutta la durata dei lavori con intervalli definiti e distinti in funzione della componente ambientale indagata.

Le fasi individuate in via preliminare saranno aggiornate in corso d'opera sulla base dell'andamento dei lavori.

Monitoraggio post-operam (PO)

Il monitoraggio post – operam comprende le fasi di pre-esercizio ed esercizio dell'opera, e deve iniziare tassativamente non prima del completo smantellamento e ripristino delle aree di cantiere.

Fase	Descrizione
ANTE-OPERAM (AO)	Periodo che precede l'avvio delle attività di cantiere e che quindi può essere avviato nelle fasi autorizzative successive all'emanazione del provvedimento di VIA.
IN CORSO D'OPERA (CO)	Periodo che comprende le attività di cantiere per la realizzazione dell'opera quali l'allestimento del cantiere, le specifiche lavorazioni per la realizzazione dell'opera, lo smantellamento del cantiere, il ripristino dei luoghi.
POST-OPERAM (PO)	Periodo che comprende le fasi di esercizio e di eventuale dismissione dell'opera, riferibile quindi: <ul style="list-style-type: none"> • al periodo che precede l'entrata in esercizio dell'opera nel suo assetto funzionale definitivo (pre-esercizio), • all' esercizio dell'opera, eventualmente articolato a sua volta in diversi scenari temporali di breve/medio/lungo periodo, • alle attività di cantiere per la dismissione dell'opera alla fine del suo ciclo di vita

3.5 Atmosfera (in corso d'opera)

3.5.1 Monitoraggio dei parametri chimici (monitoraggio della qualità dell'aria)

A seguito della caratterizzazione meteorologica dell'area, il monitoraggio è finalizzato a determinare lo stato di qualità dell'aria per il sito in esame, verificando gli eventuali incrementi nel livello di concentrazione degli inquinanti e le eventuali conseguenze sull'ambiente.

Il rilievo dei dati di monitoraggio è previsto prioritariamente mediante campagne di misura appositamente predisposte, integrando i dati eventualmente disponibili presso gli enti che gestiscono reti di monitoraggio esistenti.

I potenziali impatti sulla componente atmosfera durante la fase di realizzazione dell'opera sono sostanzialmente riconducibili a:

- sollevamento e dispersione di polveri legate alla movimentazione di inerti o al transito di mezzi d'opera su piste di cantiere;
- inquinanti da traffico emessi dai mezzi d'opera.

Il monitoraggio in fase di cantiere è finalizzato a determinare la riduzione della qualità dell'aria per effetto delle suddette attività, esso si basa sulla metodologia basata sulla raccolta di dati relativi alla concentrazione delle polveri sospese o aerodisperse, con particolare attenzione alla frazione respirabile PM10 ed al PM2,5.

Stante il numero di viaggi giorno e per prolungati periodi di tempo sarà necessario misurare anche la concentrazione dei principali inquinanti emessi dai mezzi di trasporto dei materiali sulle piste di cantiere e sulla viabilità ordinaria (NOx, CO, Benzene).

Il monitoraggio della qualità dell'aria sarà così effettuato:

monitoraggio dei livelli di concentrazione degli inquinanti emessi durante la fase di realizzazione dell'opera (in particolare PM10 e PM2,5), in prossimità dei cantieri operativi che si realizzeranno per la messa in opera dell'impianto e lungo il tragitto percorso dai mezzi in prossimità di nuclei abitati.

I parametri da rilevare durante il piano di monitoraggio saranno:

A) polveri aerodisperse:

- PTS
- PM10
- PM2,5

B) emissioni da traffico veicolare:

- NOx
- CO
- Benzene
- NO2
- SO2
- O3
- Metalli pesanti

La programmazione dei monitoraggi sarà effettuata adottando gli opportuni criteri atti a garantire un'efficace sorveglianza ambientale spazio-temporale in relazione agli andamenti delle attività dei cantieri.

La localizzazione su microscala delle stazioni di campionamento (altezza dal suolo, distanza dagli ostacoli, posizionamento in funzione delle caratteristiche meteorologiche del luogo, ecc.) sarà effettuata nel rispetto delle prescrizioni indicate dalla normativa vigente (D.Lgs. 155/10).

In particolare si avrà cura di:

- posizionare la sonda ad un'altezza dal piano campagna compresa tra 1,5 ÷ 4 m;
- scegliere punti di campionamento a meno di 2 metri da ostacoli (muri, supporti, superfici polverose);
- assicurare almeno 270° di campo di vento libero, angolo che dovrà contenere la

- direzione di vento più probabile durante il periodo previsto di maggiore inquinamento;
- evitare il posizionamento dell'ingresso della sonda proprio in concomitanza con fonti di inquinamento, al fine di evitare l'aspirazione diretta di emissioni non miscelate.

Al termine di ciascuna campagna di misura sarà fornito un rapporto riassuntivo contenente:

- la descrizione della postazione di misura con posizionamento su estratto dalla Carta Tecnica Regionale in scala 1:5.000 e coordinate UTM;
- i dati meteorologici relativi ai giorni di campionamento (temperatura min., med. e max., umidità relativa, andamento orario della velocità e direzione del vento, eventuali eventi atmosferici);
- una descrizione delle modalità di campionamento ed analisi per ogni parametro, con indicazione dei riferimenti alle metodiche standard utilizzate e descrizione di eventuali scostamenti da queste;
- i risultati delle attività di campionamento ed analisi;
- le schede di monitoraggio;
- la documentazione fotografica;
- il confronto con i limiti di legge previsti o le prescrizioni impartite dalle autorità.

Gli interventi di mitigazione saranno finalizzati a ridurre il carico emissivo, intervenendo con sistemi di controllo "attivi" e preventivi sulle sorgenti di emissione non eliminabili.

La gestione di cantiere e la programmazione dei lavori sarà inoltre finalizzata a contenere la durata delle fasi di attività di massimo impatto.

In caso di accertato superamento del PM10 dovuto al cantiere, si provvederà a far attuare tutti gli interventi di mitigazione riassunti nella tabella seguente, in modo da ridurre e/o eliminare i superamenti e valutare l'efficacia degli interventi di mitigazione nei giorni di misura successivi.

FENOMENO	INTERVENTI DI MITIGAZIONE
Sollevamento di polveri dai depositi temporanei di materiali di scavo e di costruzione	<ul style="list-style-type: none"> - riduzione dei tempi in cui il materiale stoccato rimane esposto al vento, - localizzazione delle aree di deposito in zone non esposte a fenomeni di turbolenza, - copertura dei depositi con stuoie o teli; - bagnatura del materiale sciolto stoccato.
Sollevamento di polveri dovuto alla movimentazione di terra nel cantiere	<ul style="list-style-type: none"> - movimentazione da scarse altezze di getto e con basse velocità di uscita, - copertura dei carichi di inerti fini che possono essere dispersi in fase di trasporto, - riduzione dei lavori di riunione del materiale sciolto, - bagnatura del materiale.
Sollevamento di polveri dovuto alla circolazione di mezzi all'interno del cantiere	<ul style="list-style-type: none"> - bagnatura del terreno, intensificata nelle stagioni più calde e durante i periodi più ventosi. È possibile interrompere l'intervento in seguito ad eventi piovosi. È inoltre consigliabile intensificare la bagnatura sulle aree maggiormente interessate dal traffico dei mezzi, individuando preventivamente delle piste di transito all'interno del cantiere, - bassa velocità di circolazione dei mezzi, - copertura dei mezzi di trasporto, - realizzazione dell'eventuale pavimentazione all'interno dei cantieri, già tra le prime fasi operative.
Sollevamento di polveri dovuto alla circolazione di mezzi su strade non pavimentate	<ul style="list-style-type: none"> - bagnatura del terreno, - bassa velocità di circolazione dei mezzi, - copertura dei mezzi di trasporto.
Sollevamento di polveri dovuto alla circolazione di mezzi su strade pavimentate	<ul style="list-style-type: none"> - interventi di pulizia delle ruote, - bassa velocità di circolazione dei mezzi, - copertura dei mezzi di trasporto.

3.6 Suolo (ante opera e post opera)

Il suolo è una matrice ambientale che si sviluppa dalla superficie fino ad una profondità di 1 metro circa. Il monitoraggio di questa componente ha l'obiettivo di verificare l'eventuale presenza e l'entità di fattori di interferenza della neocostruenda opera sulle caratteristiche pedologiche dei terreni, in particolare quelle dovute alle attività di cantiere. Il concetto di "qualità" si riferisce alla fertilità (compattazione dei terreni, modificazioni delle caratteristiche di drenaggio, rimescolamento degli strati, infiltrazioni, ecc.) e dunque alla capacità agroproduttiva, ma anche a tutte le altre funzioni utili, tra cui principalmente quella di protezione.

In un campo agrivoltaico, le caratteristiche del suolo che si intende monitorare sono quelle che influiscono sulla stabilità della copertura pedologica, *accentuando o mitigando* i processi di degradazione che maggiormente minacciano i suoli delle nostre regioni (cfr. Thematic Strategy for Soil Protection, COM (2006) 231), fra i quali la diminuzione della sostanza organica, l'erosione, la compattazione, la perdita di biodiversità, oltre alla presenza di metalli pesanti che potrebbero essere rilasciati dai moduli stessi.

Più in generale si misura la capacità del suolo di favorire la crescita delle piante, di proteggere la struttura idrografica, di regolare le infiltrazioni ed impedire il conseguente

inquinamento delle acque. Le alterazioni della qualità dei suoli possono essere riassunte in tre generiche tipologie:

- alterazioni fisiche;
- alterazione chimiche;
- alterazione biotiche.

Vanno individuate le principali categorie di suolo che si potrebbero incontrare, quali ad esempio:

- suoli soggetti ad erosione;
- suoli con accumulo di carbonati e sali solubili;
- suoli ricchi in ossidi di ferro e accumuli argillosi;
- suoli alluvionali;
- suoli su ceneri vulcaniche, (o altre categorie di suolo)

Poi vanno studiati i principali processi di degradazione del suolo in atto, quali erosione da parte dell'acqua, competizione tra uso agricolo e non agricolo del suolo, fenomeni di salinizzazione, movimenti di masse, scarso contenuto in sostanza organica, ecc.

Infine, vanno rilevati i diversi usi del suolo, quali: uso seminativo, uso irriguo, tipologie di coltivazioni, areaa vegetazione boschiva ed arbustiva, ecc..

3.6.1.1 Aspetti metodologici

Le caratteristiche del suolo che si intendono monitorare in un campo agrivoltaico sono quelle che influiscono sulla stabilità della copertura pedologica, accentuando o mitigando i processi di degradazione che maggiormente minacciano i suoli delle nostre regioni, fra i quali la diminuzione della sostanza organica, l'erosione, la compattazione, la perdita di biodiversità. In particolare verrà indagata la presenza di metalli pesanti, sia ante-operam che a cadenze regolari di due anni, per i primi cinque anni, e successivamente ogni cinque.

Per tali ragioni è stato prodotto un protocollo di monitoraggio che valuti nel tempo l'impatto sul suolo. Di seguito viene illustrata la metodologia utilizzata facendo riferimento alle seguenti fonti:

- Metodi di analisi chimica del suolo approvati dal Ministero delle Politiche Agricole e Forestali (D.M.13.09.99 "Metodi Ufficiali di analisi chimica del suolo") e dal DM 471/99.
- "Linee guida per il campionamento dei suoli e per l'elaborazione del piano di concimazione aziendale" della Regione Sicilia;
- "Linee guida per il monitoraggio del suolo su superfici agricole destinate ad Impianti fotovoltaici a terra" della Regione Piemonte;
- IRSA-CNR Quaderno 64 Parte IIIa (relativo al campionamento dei metalli pesanti);
- MIPAF Osservatorio Nazionale Pedologico "Analisi Microbiologica del Suolo" Ed. 2002.

Il protocollo di monitoraggio si attua in due fasi:

- La prima fase del monitoraggio precede la realizzazione dell'impianto agrivoltaico e consiste nella **caratterizzazione stazionale e pedologica dell'appezzamento**, tramite una scala cartografica di dettaglio, osservazioni in campo e una caratterizzazione del suolo.
- La seconda fase del monitoraggio, invece, prevede la valutazione di alcune caratteristiche del suolo ad intervalli temporali prestabiliti (dopo 1-3-5-10-15-20-25-30 anni dall'impianto) attraverso il prelievo di campioni.

Tali intervalli sembrano essere sufficienti per rilevare le eventuali modifiche dei parametri del suolo. Tuttavia, verrebbero aumentati all'emergere di valori critici dei parametri monitorati.

Al fine di rendere rappresentative le analisi da effettuare rispetto all'area di intervento, il numero di campioni da prelevare sarà determinato in funzione della superficie occupata dai pannelli fotovoltaici e dalle caratteristiche dell'area (omogeneità od eterogeneità) ed estensione dell'area da campionare.

I punti di campionamento dovranno ricadere su almeno due siti dell'appezzamento, uno in posizione ombreggiata al di sotto del pannello agrivoltaico, l'altro nelle aree di controllo meno disturbate dalla presenza dei pannelli. I campioni di suolo prelevati dovranno essere distanti almeno 200 metri dal successivo.

Tali punti dovranno essere geo referenziati in modo tale da rimanere costanti per tutta la durata del protocollo di monitoraggio.

In tutte e due le fasi del monitoraggio deve essere effettuata un'analisi stazionale, con le analisi di laboratorio dei campioni di suolo.

Saranno poi oggetto di monitoraggio nella seconda fase solo quelle caratteristiche e proprietà che si ritiene possano essere influenzate dalla presenza del campo agrivoltaico.

3.6.1.2 Definizioni

Di seguito vengono riportate alcune definizioni che inserite nel decreto DM 471/99 Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo.

Analisi di caratterizzazione: insieme di determinazioni che contribuiscono a definire le proprietà fisiche e/o chimiche di un campione di suolo.

Zona di campionamento: area di terreno omogenea sottoposta a campionamento e suddivisa in più unità di campionamento.

Unità di campionamento: estensione definita di suolo, dotata di limiti fisici o ipotetici.

Campione elementare o subcampione: quantità di suolo prelevata in una sola volta in una unità di campionamento.

Campione globale: campione ottenuto dalla riunificazione dei campioni elementari prelevati nelle diverse unità di campionamento.

Campione finale: parte rappresentativa del campione globale, ottenuta mediante eventuale riduzione della quantità di quest'ultimo

3.6.1.3 Campionamento

Le modalità da seguire per il campionamento sono riportate:

- nell'Allegato 2 Parte Quarta del D.Lgs 152/2006
- nel capitolo 2 del Manuale APAT 43/2006
- nel "Manuale per le indagini ambientali nei siti contaminati", D.M. n. 471/1999 "Regolamento recante criteri, procedure e modalità per la messa in sicurezza, la bonifica e il ripristino ambientale dei siti inquinati, ai sensi dell'articolo 17 del decreto legislativo 5 febbraio 1997, n. 22, e successive modificazioni e integrazioni"

Secondo le normative su esposte, per il progetto in essere, occorre predisporre un idoneo Piano di Campionamento (PdC) che dovrà riportare almeno le seguenti informazioni:

- Località di indagine
- N° campionamenti
- Posizione dei punti di campionamento su planimetria del sito investigato
- Epoca di campionamento
- Tipologia di campionamento
- Modalità di esecuzione dei sondaggi

Ai fini di un corretto campionamento occorrerà definire:

- I composti da ricercare: Vengono identificati in base alle informazioni
- I punti di campionamento secondo le seguenti possibilità:
- Ubicazione ragionata (se sono disponibili informazioni approfondite sul sito che consentano di prevedere la localizzazione delle aree più vulnerabili e delle più probabili fonti di contaminazione)
- Ubicazione Sistemica (a griglia, casuale, statistico)
- La profondità di campionamento: Idealmente il sottosuolo viene suddiviso in zone sovrapposte denominate, a partire dalla superficie: (suolo superficiale (top soil), zona insatura, frangia capillare, zona satura)
- Il metodo di campionamento: attraverso metodi di scavo manuale o meccanizzato: (scavo per mezzo di utensili manuali, scavo per mezzo di trivella o carotatore manuale, scavo per mezzo di pala meccanica, sistemi di perforazione a rotazione o a percussione)

3.6.1.4 Localizzazione e numero di campionamento.

Nell'ambito dell'area di progetto, l'individuazione di una porzione omogenea rappresenta il passaggio cruciale per la conseguente scelta della zona di campionamento, poiché da ciò dipende la rappresentatività del campione e, di conseguenza, la concreta applicabilità delle

informazioni desunte dalle analisi.

Al fine di verificare l'omogeneità del sito, la modalità più corretta di procedere consiste nel:

- Identificare la categoria nella quale ricade l'impianto mediante la Carta di Uso del Suolo della Regione Puglia
- Elaborare carte tematiche (pendenze e dislivelli) mediante la carta DEM (Digital Elevation Model)
- Esecuzione di un sopralluogo per confermare il risultato delle elaborazioni ai punti precedenti.

Dopo aver accuratamente determinato **l'omogeneità** delle caratteristiche del sito, si procede nel determinare il numero dei campioni e la loro geolocalizzazione.

In tal senso, saranno impiegate le seguenti regole:

- la distribuzione dei siti di campionamento deve essere sufficientemente omogenea sul territorio agricolo in modo da evitare buchi o eccessive concentrazioni; qualora vi siano delle zone evidentemente diverse per qualche caratteristica, come contenuto di scheletro, tessitura, drenaggio, pendenza, esposizione, queste vanno eliminate dal campionamento ed eventualmente campionate a parte. Allo stesso modo sono da eliminare i bordi dell'area per almeno 5 metri da fossi, cumuli di deiezioni o altri prodotti, e altre zone rimaneggiate.
- il numero dei siti deve essere statisticamente significativo a contenere la variabilità intrinseca del terreno per certe caratteristiche;
- i punti di campionamento dovranno essere eseguiti su almeno due punti dell'intera area, uno in posizione ombreggiata al di sotto dei moduli fotovoltaici, l'altro nelle aree di controllo meno disturbate dalla presenza dei pannelli;
- i campioni di suolo prelevati dovranno essere distanti almeno 200 metri dal successivo;
- tali punti dovranno essere geo referenziati in modo tale da rimanere costanti per tutta la durata del protocollo di monitoraggio.

3.6.1.5 Numero di campionamenti.

Come esposto precedentemente i punti di campionamento dovranno essere su almeno due aree distinte dell'appezzamento, uno in posizione ombreggiata al di sotto del pannello agrivoltaico l'altro nelle aree di controllo meno disturbate dalla presenza dei pannelli. I campioni di suolo prelevati dovranno essere distanti al meno 200 metri dal successivo.

Il Dlgs 152/2006, diversamente dal DM 471/99, non riporta indicazioni circa il Numero di sondaggi da effettuare, questo, infatti, definisce impossibile indicare un valore predefinito del rapporto fra campione e superficie di prelievo poiché questo dipende dal grado di uniformità ed omogeneità della zona di campionamento, dalle finalità del campionamento e delle relative

analisi. Alcune regioni, nelle loro "Linee guida per il campionamento dei suoli e per l'elaborazione del piano di concimazione aziendale" adotta 1 campione per 3-5 ettari, in presenza di condizioni di forte omogeneità pedologica e colturale, e nell'ottica di un contenimento dei costi un campione può essere ritenuto rappresentativo per circa 10 ettari.

Pertanto, considerato quanto esposto in precedenza, verificata la condizione di forte omogeneità dell'area oggetto dell'intervento si è ritenuto di utilizzare come campionamento n°1 campione ogni 10 ettari di terreno utilizzato, che complessivamente corrispondono a n°10 campioni, visto che la superficie totale dell'area che ospiterà il campo agrivoltaico è pari a circa 100 ettari di terreno.

Per assolvere all'obiettivo di uno in posizione ombreggiata al di sotto del pannello agrivoltaico, l'altro nelle aree di controllo meno disturbate dalla presenza dei pannelli. Si è deciso di arrivare ad un totale di 5 punti di campionamento di cui 3 sotto i pannelli fotovoltaici e 2 esterni come punti di controllo.

3.6.1.6 Profondità di prelevamento

Solitamente il prelievo di suolo destinato ad analisi microbiologiche e biochimiche si esegue alla profondità di 0-15 cm poiché, di norma, è questo lo strato di suolo maggiormente colonizzato dai microrganismi. Questo approccio non sempre risulta valido dal momento che la distribuzione della biomassa microbica lungo il profilo di un suolo è regolata da molteplici fattori e differisce anche in base al tipo di gestione da parte dell'uomo. A parità di tipo di suolo, infatti, un prato naturale polifita ed un campo arato devono essere campionati in modo differente; nel primo si avrà in linea di massima una biomassa localizzata nei primi 5 cm di profondità, nel secondo sarà necessario campionare anche gli strati più profondi. Avviene infatti che nei suoli agrari i microrganismi risultino distribuiti piuttosto uniformemente. Pertanto, è bene seguire le seguenti regole generali:

- nei suoli arativi soggetti a rovesciamento o rimescolamento, occorre prelevare il campione alla massima profondità di lavorazione del suolo ed eventualmente, distinguendo i due campioni, anche lo strato immediatamente sottostante al limite di lavorazione;
- nei suoli a prato da sfalcio è necessario prima eliminare attentamente la cotica erbosa, e successivamente campionare lo strato interessato dagli apparati radicali delle specie erbacee. In generale, per le analisi biochimiche è comunque sufficiente campionare a profondità di 0 -10 o 0 - 20 cm.

Per l'area in oggetto, le analisi saranno eseguite nei primi 20 cm di profondità.

Per le analisi nell'area in oggetto e per ogni campione, saranno prelevati 5 sub-campioni per campione, per un totale di 30 sub-campioni.

In sede di monitoraggio bisognerà fare attenzione al controllo del mantenimento delle

caratteristiche strutturali dei suoli nelle aree di cantiere, spesso utilizzate anche come siti di deposito temporaneo.

La contaminazione, sicuramente più probabile nelle aree di cantiere (per questo scelte come sedi dei punti di controllo), può essere tenuta sotto controllo.

Normalmente gli sversamenti accidentali, per lo più dovuti ai mezzi di trasporto e di movimentazione, sono vistosamente evidenti e pertanto si può correre ai ripari in tempi veloci garantendo un margine elevato di sicurezza. Nel caso dovessero verificarsi contaminazioni accidentali, si prevedranno delle indagini extra e specifiche, in modo da assicurare una soluzione tempestiva del problema, in contemporanea a controlli sulle acque superficiali e sotterranee. Si precisa che, ad ogni modo, tali circostanze sono estremamente remote nel caso di cantieri per la costruzione di impianti fotovoltaici.

3.6.1.7 Epoca di campionamento

Generalmente, l'epoca di campionamento di un suolo coltivato segue le lavorazioni principali e le concimazioni, al fine di poterne stimare i fabbisogni di fertilizzanti per una specifica coltura.

Il suolo su cui insisterà l'impianto agrivoltaico, essendo interessato da un seminativo non irriguo, rimarrà coperto da vegetazione erbacea, pertanto:

- per le analisi sulla microflora si dovrà far riferimento alle oscillazioni quali-quantitative ambientali, temperature, precipitazioni, umidità, ecc
- per quanto riguarda le analisi biochimiche, è anche possibile lavorare su suolo essiccato all'aria e successivamente condizionato in laboratorio. Pertanto è sufficiente evitare i periodi in cui i suoli da campionare sono intrisi di acqua o quando sono troppo asciutti.

Converrà quindi riferirsi ad una situazione media o comunque non estrema. Si eviterà di campionare dopo un periodo di particolare siccità o piovosità evitando i mesi estivi (luglio-agosto) e invernali (novembre - gennaio), in accordo con il laboratorio di analisi.

3.6.1.8 Verbale di campionamento

Dato che nel corso del tempo il soggetto che esegue i campionamenti potrebbe cambiare, è buona norma avere cura di allegare al campione una breve scheda di campagna che riassume le osservazioni di campo ed i dati essenziali relativi allo stesso prelievo di suolo.

Per ogni campione, il tecnico che provvederà al prelievo dei campioni di terreno dovrà stilare il "Verbale di campionamento del suolo" e certificazione di avvenuto prelievo da parte del laboratorio.

Nel rapporto di analisi, oltre ai parametri chimico fisici, dovranno essere contenuti una stima dell'incertezza associata alla misura, il valore dell'umidità relativa, l'analisi della granulometria e la georeferenziazione dei 5 punti di prelievo che costituiscono il singolo campione. Il prelievo e l'analisi devono essere eseguiti da laboratori accreditati secondo la norma UNI CEI EN

ISO/IEC 17025 o da laboratori di analisi degli organi tecnici della Regione Puglia.

3.6.1.9 Analisi e stato del terreno

Al fine di monitorare lo stato del suolo in fase ante-operam e in corso d'opera saranno previste le seguenti analisi:

- Analisi fisico-chimiche
- Analisi microbiologiche

3.6.1.10 Analisi fisico-chimiche

Si distinguono in analisi di base o di caratterizzazione e analisi di controllo.

- **analisi di base** o di **caratterizzazione** sono necessarie per conoscere le caratteristiche fondamentali e la sua dotazione in elementi nutritivi e permettono di misurare alcune caratteristiche del terreno quali: scheletro e tessitura, reazione (pH), carbonati totali, calcare attivo, capacità di scambio cationico e conduttività elettrica, che si mantengono praticamente stabili nel tempo, oppure si modificano molto lentamente e sono poco influenzabili. Pertanto verranno effettuate una volta in fase ante-operam.
- **analisi di controllo** si effettuano su parametri che potrebbero variare nel tempo, pertanto verranno effettuate in corso d'opera. Rispetto alle analisi di base comprendono un minor numero di determinazioni analitiche e, quindi, consentono una riduzione dei costi e tempi di realizzazione più brevi. Nella fase post- operam, si ripeteranno le analisi microbiologiche e dei metalli pesanti, mentre per le analisi fisico-chimico le analisi di base saranno ripetute solo i seguenti parametri: Scheletro, PAS, pH, Conducibilità 1:2, Conducibilità in pasta satura, Sostanza organica, Azoto totale, CSC, Calcio scambiabile, Magnesio scamb, Sodio scamb.).
- Nel rapporto di analisi, oltre ai parametri chimico fisici, dovranno essere contenuti una stima dell'incertezza associata alla misura, il valore dell'umidità relativa, l'analisi della granulometria e la georeferenziazione dei 5 punti di prelievo che costituiscono il singolo campione.

Tabella 3-1. Caratterizzazione fisico-chimica del suolo (ante-operam), mentre i parametri asteriscati saranno analizzati in corso d'opera

ANALISI CHIMICO-FISICHE DEL SUOLO		
Parametro	Unità di misura	Metodo
Tessitura (sabbia, limo e argilla)	g /kg	D.M 13/09/99 Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo G.U. 248/1999
(*) Scheletro	g /kg	
(*) PAS		
(*) pH	Unità pH g/Kg S.S. CaCO ₃ g/Kg	
Cloruri		
(*) Sostanza organica	g/Kg S.S. C	
(*) CSC	meq/100 g. S.S.	
(*) Azoto totale	g/Kg S.S.N	
Fosforo assimilabile	Mg/Kg S.S.P	
(*) Conduttività elettrica 1:2	(S/m)	
(*) Conducibilità in pasta satura	mS/cm	
(*) Calcio scambiabile	meq/100 g. S.S.	
Potassio scambiabile	meq/100 g. S.S.	
(*) Magnesio scambiabile	meq/100 g. S.S.	
(*) Sodio scambiabile	meq/100 g. S.S.	
Microelementi (ferro-manganese, rame, zinco assimilabili)	mg/Kg	

3.7 Analisi sui metalli pesanti

I metalli pesanti al di sopra di determinate soglie sono tossici per gli organismi animali e/o vegetali. La presenza eccessiva di metalli pesanti nel suolo è in grado di influire negativamente sulle attività microbiologiche, sulla qualità delle acque di percolazione, sulla composizione delle soluzioni circostanti, nonché alterare lo stato nutritivo delle piante, modificandolo sino ad impedire la crescita ed influire sugli utilizzatori primari e secondari.

I metalli che generalmente vengono rilevati negli impianti industriali e considerati più pericolosi per la fertilità del suolo sono: arsenico, cadmio, cromo, mercurio, nichel, piombo, rame e zinco. Nei suoli esistono dei valori di fondo, cioè concentrazioni naturali di metalli pesanti, diverse per l'orizzonte superficiale e quello profondo, talvolta con concentrazioni superiori a quelle fissate dalla legge.

Secondo il decreto ministeriale del 13/09/1999 "Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo", e il Testo Unico sull'Ambiente 152/06 e s.m.i., i valori di concentrazione di alcuni metalli pesanti accertati in suoli coltivati e naturali sono presenti nella Tabella 3-2, mentre in Tabella 3-3 sono riportati i valori limite accettabili per le sostanze presenti nel suolo e sottosuolo di siti a destinazione "commerciale- industriale".

Tabella 3-2. Concentrazioni di alcuni metalli pesanti in suolo coltivati e naturali

Elemento	Concentrazione (mg kg ⁻¹)
Cadmio	0,1- 5
Cobalto	1-20
Cromo	10-150
Manganese	750-1000
Nichel	5-120
** Piombo	5-120
* Rame	10-120
* Zinco	10-150

* Le concentrazioni più elevate di Rame e Zinco sono caratteristiche di molti suoli utilizzate per la viticoltura

** Gli elevati livelli di Piombo (sicuramente non naturali) tengono conto dei valori che spesso si riscontrano nei suoli ubicati nelle vicinanze di vie di comunicazione ed in suoli in cui le colture hanno reso necessario l'intervento con antiparassitari a base di arseniato di piombo

Tabella 3-3. Valori limite accettabili per le sostanze presenti nel suolo e sottosuolo di siti a destinazione "commerciale-industriale"

Elemento	Siti ad uso commerciale e industriale (mg kg ⁻¹) espressi come s.s.
Cadmio	15
Cromo totale	800
Nichel	500
Piombo	1000
Rame	600
Stagno	350
Zinco	1500