

Sommario

1	INFORMAZIONI GENERALI E INQUADRAMENTO DELL'AREA DI INTERVENTO.....	3
1.1	Soggetto proponente e disponibilità delle aree.....	3
1.2	Inquadramento generale del progetto.....	3
1.3	Inquadramento territoriale	3
1.4	Inquadramento catastale	5
2	DESCRIZIONE DEL PROGETTO AGRIPHOTOVOLTAIC (APV)	7
2.1	Il progetto agrivoltaico.....	7
2.1.1	<i>Linee guida e requisiti</i>	7
2.1.2	<i>Inquadramento dell'azienda agricola</i>	8
2.1.3	<i>Effetti dell'associazione tra i moduli fotovoltaici e le coltivazioni</i>	9
2.1.4	<i>Soluzioni</i>	9
2.1.5	<i>Monitoraggio della sperimentazione</i>	14
2.1.6	<i>Benefici attesi dalla realizzazione dell'impianto APV e impatti ambientali</i>	14
2.1.7	<i>Caratteristiche e requisiti degli impianti agrivoltaici</i>	15
2.2	Impianto fotovoltaico e opere connesse	17
2.2.1	<i>Layout impianto fotovoltaico</i>	17
2.2.2	<i>Caratteristiche tecniche dell'impianto fotovoltaico</i>	18
2.2.2.1	Cabine elettriche.....	21
2.2.2.2	Strade di accesso e finiture	22
2.2.3	<i>Cavidotti</i>	23
2.2.3.1	Profondità e sistema di posa cavi	23
2.2.4	<i>Stazione Elettrica di trasformazione Utente (SEU)</i>	24
2.2.4.1	Impianto di terra	25
2.2.4.2	Fabbricati	26
2.2.4.3	Viabilità interna e finiture	26
2.2.5	<i>Opere elettriche per la connessione</i>	26
2.2.6	<i>Terre e rocce da scavo</i>	27
2.2.7	<i>Cronoprogramma</i>	28
2.2.8	<i>Gestione dell'impianto</i>	29
2.2.9	<i>Dismissione dell'impianto</i>	29
2.2.9.1	Gestione dei moduli fotovoltaici.....	29
2.2.9.2	Gestione strutture di sostegno	30
2.2.9.3	Gestione materiali ed apparati elettrici ed elettronici	30
2.2.9.4	Cabine elettriche, pozzetti prefabbricati, piste e piazzole.....	30
2.2.9.5	Stima dei tempi necessari per la dismissione	30
2.2.10	<i>Interferenze</i>	31
2.2.11	<i>Rischio incidenti e salute degli operatori</i>	34
3	PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE.....	35
3.1	Obiettivi generali e requisiti del Piano di monitoraggio ambientale (PMA)	35

3.2	Fasi della redazione del PMA.....	35
3.3	Identificazione delle componenti	35
3.4	Gestione dei dati di monitoraggio	37
3.5	Modalità temporale di espletamento delle attività	37
4	COMPONENTI AMBIENTALI	39
4.1	Suolo e sottosuolo	39
4.1.1	<i>Identificazione dei parametri da monitorare.....</i>	<i>40</i>
4.1.2	<i>Aspetti metodologici.....</i>	<i>42</i>
4.2	Sistema agrovoltivo.....	44
4.2.1	<i>Identificazione dei parametri da monitorare.....</i>	<i>44</i>
4.2.2	<i>Aspetti metodologici.....</i>	<i>44</i>
4.3	Aspetti meteo-climatici.....	44
4.3.1	<i>Identificazione dei parametri da monitorare.....</i>	<i>45</i>
4.3.2	<i>Aspetti metodologici.....</i>	<i>46</i>
4.4	Rumore	48
4.4.1	<i>Identificazione dei parametri da monitorare.....</i>	<i>49</i>
4.4.2	<i>Aspetti metodologici.....</i>	<i>50</i>
4.5	Elettromagnetismo	54
4.5.1	<i>Identificazione dei parametri da monitorare.....</i>	<i>54</i>
4.5.2	<i>Aspetti metodologici.....</i>	<i>54</i>
5	EFFICACIA DELLE MISURE DI MITIGAZIONE PER LE OPERE DI INSERIMENTO AMBIENTALE	56
5.1	Monitoraggio delle opere a verde post impianto	57
5.1.1	<i>Identificazione dei parametri da monitorare.....</i>	<i>58</i>
5.1.2	<i>Aspetti metodologici.....</i>	<i>58</i>
5.2	Monitoraggio delle opere a verde di lungo periodo.....	59

Allegato 1 – Localizzazione dei punti di monitoraggio

Allegato 2 – Scheda di rilevamento della componente 'suolo'

* § *

Nota

Dove non espressamente indicato, i dati e le fonti utilizzate nel presente documento fanno riferimento a dati di pubblico dominio (conformemente alla Dir. 2006/116/EC) o, in alternativa, a materiale rilasciato sotto licenza Creative Commons (vedi www.creativecommons.it per informazioni e per la licenza) nelle versioni CC BY, CC BY-SA, CC BY-ND, CC BY-NC, CC BY-NC-SA e CC BY-NC-ND. In questo secondo caso, come previsto dai termini generali della licenza Creative Commons, viene menzionata la paternità dell'opera e, laddove consentito ed eventualmente eseguite, vengono indicate le modifiche effettuate sul dato originario.

* § *

1 INFORMAZIONI GENERALI E INQUADRAMENTO DELL'AREA DI INTERVENTO

1.1 Soggetto proponente e disponibilità delle aree

Il proponente del progetto è AGRIVOLT MUSIGNANO S.r.l. che ha sede in Via della Conciliazione 30, 00193, Roma (RM).

Le aree di progetto si estendono sui terreni dell'Azienda Agricola Di Musignano censiti nel territorio del Comune di Canino (VT) loc. Case Riminino alle particelle n. 7, 8, 9 (foglio 3) particella n. 2 (foglio 31), particella n. 80 (foglio 2) e particella n.42 (foglio 20), per un'estensione complessiva pari a 95,3 ha.

È stato sottoscritto un contratto preliminare per la costituzione di diritto di superficie e di servitù delle aree oggetto di intervento.

1.2 Inquadramento generale del progetto

Il progetto oggetto di valutazione riguarda la realizzazione di:

- Un progetto Agrovoltivo denominato 'Parco Agrovoltivo di Musignano', da realizzarsi nel territorio del comune di Canino (VT)
- Un tratto di cavidotto interrato in MT, di collegamento fra i vari lotti di progetto e da realizzarsi nel territorio del comune di Canino (VT), di lunghezza circa 7.7km
- Un tratto di cavidotto interrato in MT (di lunghezza circa 10km), di collegamento fra l'impianto e la RTN e da realizzarsi nel territorio Canino (VT) e Manciano (GR)
- Stazione elettrica utente (SEU), da ubicarsi in prossimità della SE Terna di Manciano, in cui avverranno la trasformazione in AT e la consegna

Il progetto di produzione di energia elettrica da fonte solare prevede di installare tecnologia a monocristallino, con potenza di picco pari a 605 Wp. Il generatore fotovoltaico sarà costituito da un totale di n.118260 moduli ($P_{DC}=71547,30$ kWp), di cui n.38820 nel Settore A ($P_{DC,A}=23486,10$ kWp), n.56520 nel Settore B ($P_{DC,B}=34194,60$ kWp), e n.22920 nel Settore C ($P_{DC,C}=13866,60$ kWp), distribuiti elettricamente su stringhe costituite da n.30 moduli fotovoltaici in serie, connesse a n.70 inverter centralizzati di potenza nominale pari a 951 kW ciascuno ($P_{AC}=66570,00$ kW), di cui n.23 nel Settore A ($P_{AC,A}=21873,00$ kW), n.34 nel Settore B ($P_{AC,B}=32334,00$ kW) e n.13 nel Settore C ($P_{AC,C}=12363,00$ kW).

Il generatore fotovoltaico verrà ancorato su n.3688 tracker ad inseguimento monoassiale da 30 moduli e su n.508 inseguitori da 15 moduli, con passo est-ovest pari a 5 m e passo nord-sud pari a 1,5 m.

1.3 Inquadramento territoriale

Il progetto, che prevede l'installazione di pannelli fotovoltaici per la produzione di energia da fonte rinnovabile insieme al progetto agrovoltivo, ricade nella porzione nord-ovest del comune di Canino (VT) a circa 1,3 km dal confine con la regione Toscana, in prossimità della località Musignano, all'interno della proprietà dell'Azienda Agricola Di Musignano. L'area di progetto si localizza in un territorio morfologicamente irregolare e ampiamente diversificato posta a nord-ovest della SP106 Doganella.

Ad ovest della SP106 si ha una natura sostanzialmente pianeggiante: si hanno quote che oscillano tra i 100 m s.l.m. e i 225 m s.l.m. raggiunti sulla sommità del Monte Fumaiolo, piccola collina che si erge all'interno della pianura. Ad est della SP106 al contrario, si ha una prevalenza collinare-montuosa caratterizzata da quattro rilievi principali indicati in cartografia come Monte Doganella (circa 430 m s.l.m.), Monte Canino (circa 520 m s.l.m.), Poggio Olivastro (circa 400 m. s.l.m.) e il colle localmente denominato Monte della Pineta (circa 433 s.l.m.).

L'area di impianto si estende per circa 95,3 ettari ed è suddivisa in 3 lotti diversi, per assecondare la morfologia del terreno ed i vincoli sovraordinati.

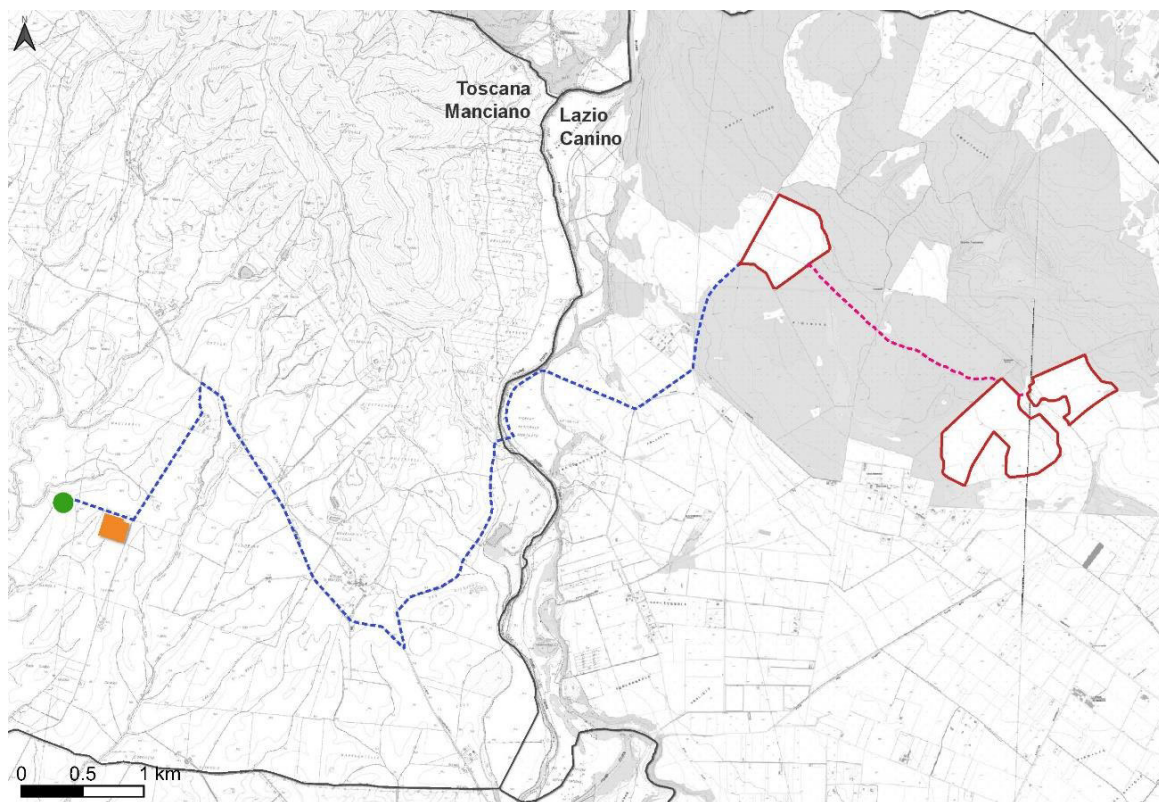
Il centro abitato più prossimo è Canino, posto relativamente a 6 km circa di distanza in direzione est dell'area di progetto.

L'area vasta è prevalentemente agricola, coltivata principalmente con seminativi semplici, e boschiva (latifoglie, cespuglieti ed arbusti), suddivisa in sezioni ed unità di pascolo ad uso zootecnico. La maggior parte delle strutture ed infrastrutture presenti nell'area sono principalmente a servizio dell'attività agricola e zootecnica ed utilizzate nel contempo anche per le attività forestali. L'area è servita da una buona viabilità primaria e permanente.

Il cavidotto che dall'area di impianto si collega alla RTN, scende verso sud-ovest per un'estensione di circa 10km ed interessa sia il comune di Canino (VT) che di Manciano (GR). Il cavidotto si estende prevalentemente su strade esistenti, asfaltate e non, ad eccezione di una breve tratto. Le aree che attraversa sono pressoché agricole e boscate.

Infine, la SE Terna in fase di approvazione e la SEU da definire tramite TT Terna, ricadono nel comune di Manciano (GR) in aree agricole, lungo una strada rurale non asfaltata.

Figura 1. Carta di inquadramento territoriale.



LEGENDA

□ Ambiti amministrativi

Progetto impianto fotovoltaico "Agrivolt Musignano"

— Area FV

--- Cavidotto MT esterno

--- Cavidotto MT interno

■ SE Terna in fase di approvazione

● SE Utente da definire mediante TT Terna

1.4 Inquadramento catastale

Consultando il Catasto dell'Agenzia delle Entrate, si osserva che l'area di impianto ricade nel:

- al foglio di mappa n.3 particelle n. 7, 8, 9;
- al foglio di mappa n.31 particella n. 2;
- al foglio di mappa n.2 particella n. 80;
- al foglio di mappa n.20 particella n.42.

Si veda la figura seguente per maggiori dettagli.

Figura 2. Carta di inquadramento catastale (settore A).

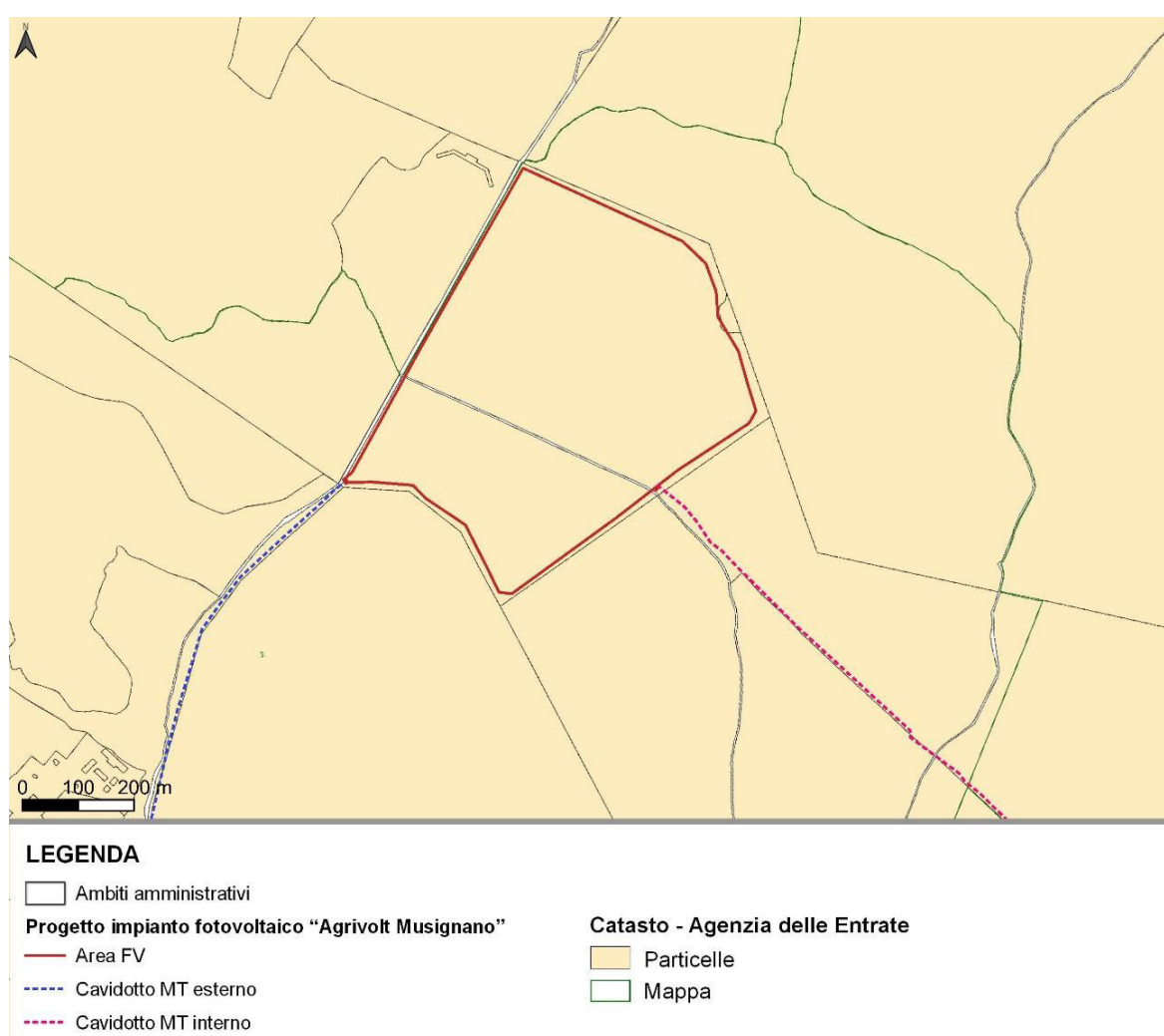
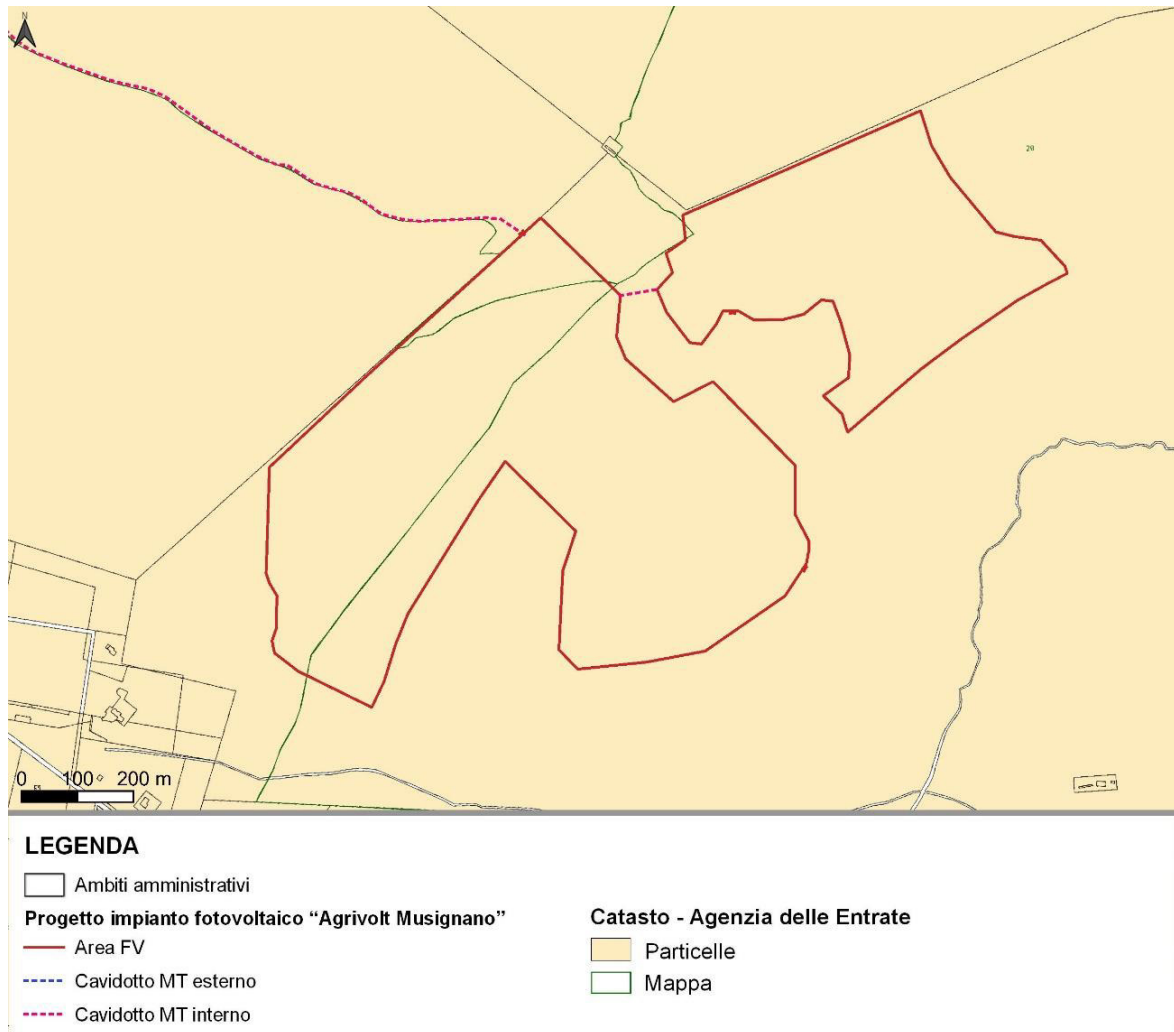


Figura 3. Carta di inquadramento catastale (settore B e C).



2 DESCRIZIONE DEL PROGETTO AGRIPHOTOVOLTAIC (APV)

L'iniziativa proposta da AGRIVOLT MUSIGNANO S.r.l. oggetto di valutazione è un progetto AgriPhotoVoltaic (APV) caratterizzato da un utilizzo "ibrido" dei terreni aziendali per la produzione agricola e la produzione di energia.

I sistemi agrivoltaici costituiscono un approccio strategico e innovativo per combinare il solare agrivoltaico (PV) con la produzione agricola e il recupero delle aree marginali. La sinergia tra modelli di Agricoltura 4.0 e l'installazione di pannelli fotovoltaici di ultima generazione all'interno dell'azienda agricola, infatti, garantisce diversi vantaggi tra cui l'ottimizzazione del raccolto in termini quali-quantitativi (con conseguente aumento di redditività e occupazione) e la produzione di energia rinnovabile in maniera sostenibile e in armonia con l'ambiente.

Di seguito si riporta una sintesi del progetto agricolo e dell'impianto solare rimandando alla documentazione di progetto per ulteriori approfondimenti.

2.1 Il progetto agrivoltaico

Nella presente sezione si riporta una sintesi del progetto agrivoltaico contenuta nel documento "AgroPhotoVoltaic Multi-uso e aspetti di mitigazione" (cod. elab. FV_MUS01-F-00) al quale si rimanda per approfondimenti.

2.1.1 Linee guida e requisiti

Le nuove *Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici*¹ (D.M. 27 giugno 2022) definiscono aspetti e requisiti che i sistemi agrivoltaici devono rispettare al fine di rispondere alle finalità generali per cui sono realizzati.

I requisiti definiti sono i seguenti:

- *Requisito A*: Il sistema è progettato e realizzato in modo da adottare una configurazione spaziale ed opportune scelte tecnologiche, tali da consentire l'integrazione fra attività agricola e produzione elettrica e valorizzare il potenziale produttivo di entrambi i sottosistemi;
- *Requisito B*: Il sistema agrivoltaico è esercito, nel corso della vita tecnica, in maniera da garantire la produzione sinergica di energia elettrica e prodotti agricoli e non compromettere la continuità dell'attività agricola e pastorale;
- *Requisito C*: L'impianto agrivoltaico adotta soluzioni integrate innovative con moduli elevati da terra, volte a ottimizzare le prestazioni del sistema agrivoltaico sia in termini energetici che agricoli;
- *Requisito D*: Il sistema agrivoltaico è dotato di un sistema di monitoraggio che consenta di verificare l'impatto sulle colture, il risparmio idrico, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture e la continuità delle attività delle aziende agricole interessate;
- *Requisito E*: Il sistema agrivoltaico è dotato di un sistema di monitoraggio che, oltre a rispettare il requisito D, consenta di verificare il recupero della fertilità del suolo, il microclima, la resilienza ai cambiamenti climatici.

Il rispetto dei requisiti A e B è necessario per definire un impianto fotovoltaico realizzato in area agricola come "agrivoltaico". Per tali impianti dovrebbe inoltre previsto il rispetto del requisito D.2.

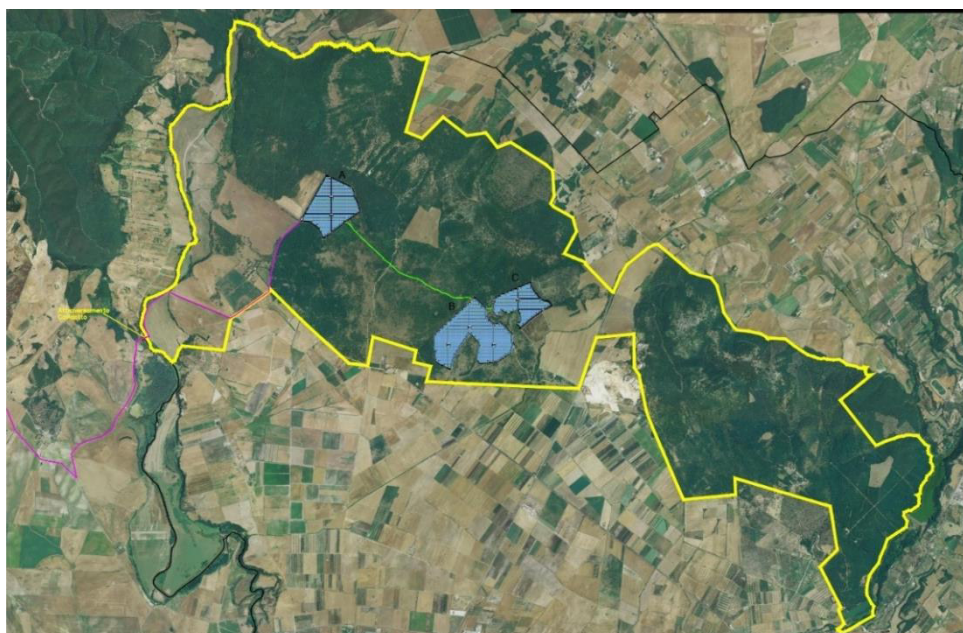
¹ Prodotte nell'ambito di un gruppo di lavoro coordinato dal Ministero della Transizione ecologica - Dipartimento per l'Energia, pubblicate nel mese di giugno 2022.

2.1.2 Inquadramento dell'azienda agricola

L'Azienda Agricola di Musignano S.r.l. ha sede in loc. Musignano nel comune di Canino (VT).

L'azienda si estende dalla Strada Regionale Castrense (a est) fino al fiume Fiora (a ovest). La proprietà è costituita da due corpi di forma irregolare, la cui dimensione maggiore è disposta in direzione nord ovest – sud est. L'azienda è divisa in due parti dalla Strada Provinciale Doganella e le due porzioni presentano orografie tra loro nettamente distinte: il corpo ovest ("Piano") è pianeggiante mentre quello est ("Monti") è prevalentemente collinare. I seminativi sono concentrati quasi unicamente nel corpo pianeggiante, mentre i boschi sono localizzati su entrambi.

Figura 4. Azienda Agricola di Musignano Srl (in giallo) e impianto solare (in viola).



La gran parte della superficie in proprietà è interessata dalla presenza di boschi, quasi unicamente cedui quercini e misti. La restante parte della proprietà è destinata ad attività agricole (seminativi e pascoli). All'interno della proprietà sono posti il Centro Aziendale di Riminino e quello di Musignano dove sono localizzate le strutture e i fabbricati ad uso aziendale e residenziale. L'azienda alleva bovini ed equini di razza Maremmana in purezza allo stato brado. L'allevamento è reso possibile dall'ampia disponibilità di foraggi provenienti da prati, pascoli e boschi, che vengono razionalmente utilizzati dal bestiame allevato allo stato brado, a cui si affiancano integrazioni alimentari nei periodi più critici.

L'azienda conduce i propri terreni e l'allevamento in regime di "agricoltura biologica" ai sensi delle vigenti normative nazionali e comunitarie.

La ripartizione della superficie aziendale secondo quanto riscontrato sul Portale SIAN, e secondo le misurazioni GIS eseguite da AGEA al fine dell'erogazione di contributi pubblici, è la seguente:

Tabella 1. Ripartizione della superficie aziendale secondo i macrousi riscontrati (Fonte: Fascicolo Aziendale-SIAN).

Livelli - Macrouso - Occupazione	Superficie [ha]
Seminativo	478.62.19
Olivo	02.54.22
Prato polifita	54.28.07

Livelli - Macrouso - Occupazione	Superficie [ha]
Prato pascolo	21.00.00
Pascolo arborato - cespugliato tara 20%	291.32.44
Pascolo arborato - tara 50%	670.07.14
Bosco	804.53.64
Manufatto non dettagliato	04.86.30
Altro	00.08.87
Uso non agricolo - altro	13.94.60
Uso non agricolo - tare	12.11.32
Totale	2332.39.00

2.1.3 Effetti dell'associazione tra i moduli fotovoltaici e le coltivazioni

La presenza dei trackers dell'impianto APV determina alcune alterazioni a livello di disponibilità di radiazione, temperatura e umidità del suolo che caratterizzano il microclima delle piante coltivate.

L'impatto è variabile e dipende dalle specifiche esigenze delle specie prese in considerazione. In particolare:

- la presenza di un tracker tende a ridurre la percentuale di radiazione diretta (con intensità variabile in funzione della distanza dal pannello, del momento del giorno e del periodo dell'anno) e ad aumentare la quantità di radiazione diffusa. Tuttavia, la moderna tipologia di trackers ad inseguimento mono-assiale e l'ampia distanza tra questi, consentono alle piante coltivate di sfruttare sia la radiazione riflessa che quella diffusa dai pannelli stessi;
- la temperatura dell'aria, essendo in stretta correlazione con la radiazione solare, tende a variare nell'area sottostante l'impianto andando a ridursi anche di 3-4 °C e aumentando la propria umidità;
- a causa degli impatti agricoli dovuti ai cambiamenti climatici, oggi, si tende ad ombreggiare le colture con siepi, alberature e reti ombreggianti, per cercare di mitigare fenomeni di stress termici, scottature e carenze idriche. A tal fine l'impianto agrivoltaico può rappresentare un servizio analogo. Così come le piante microterme (aventi modeste esigenze termiche) trarrebbero certamente vantaggio dalla condizione di ombreggiamento parziale, anche le macroterme (che necessitano di temperature mediamente più elevate) ne sarebbero avvantaggiate per la riduzione dei picchi di temperatura estivi e per la riduzione dell'evapotraspirazione. Inoltre, il parziale ombreggiamento dell'impianto andrebbe ad influire anche sulla temperatura del suolo che nel periodo estivo tenderebbe a diminuire e nel periodo invernale, grazie al riflesso delle radiazioni emesse dalla terra durante il raffreddamento notturno e trattenute dai pannelli, tenderebbe ad aumentare;
- l'evapotraspirazione definisce la quantità d'acqua che effettivamente evapora dalla superficie del terreno e traspira attraverso gli apparati fogliari delle piante, in determinate condizioni di temperatura. La condizione di ombreggiamento, intervenendo sulla radiazione solare, sulla temperatura dell'aria e infine, sulla temperatura del suolo, tende a ridurre la traspirazione fogliare e, in maggior misura, l'evapotraspirazione del terreno, determinando un aumento dell'efficienza d'uso delle riserve idriche del suolo con conseguente riduzione degli apporti idrici necessari.

2.1.4 Soluzioni

La scelta delle specie da utilizzare per l'agrivoltaico è vincolata alle caratteristiche pedoclimatiche del sito, alla larghezza delle fasce coltivabili tra i pannelli ed all'altezza dei moduli fotovoltaici da terra. In particolare, la disponibilità di spazio coltivabile tra i moduli limita fortemente la possibilità di meccanizzare le colture, orientando la scelta verso specie che richiedono pochi interventi di gestione e con piccoli macchinari. L'altezza dei pannelli da terra, inoltre, risulta forse il vincolo maggiormente condizionante in quanto restringe

la scelta a quelle specie e/o varietà che hanno un *habitus* adatto alla coltivazione al disotto dei moduli, con altezze non superiori ai 120-150 cm. In modo da non creare problemi di ombreggiamento per i pannelli fotovoltaici e di meccanizzazione per l'impianto.

In base a questi dati, si è deciso quindi di puntare in primo luogo su colture che avessero un *habitus* adatto alla tipologia d'impianto APV. Successivamente, tra queste, si è scelto un set di colture che fosse adatto all'areale del sito d'impianto ed all'assetto dell'azienda agricola. L'azienda alleva bovini ed equini di razza Maremmana in purezza allo stato brado. L'allevamento è reso possibile dall'ampia disponibilità di foraggi provenienti da prati, pascoli e boschi aziendali, che vengono razionalmente utilizzati dal bestiame allevato allo stato brado, a cui si affiancano integrazioni alimentari nei periodi più critici.

La scelta, quindi, è ricaduta su piante erbacee annuali e autoctone ideate in un sistema di rotazione annuale (avvicendamento) per limitare al minimo il fenomeno della stanchezza del terreno. In particolare, si è optato per piante da reddito annuali già coltivate in zona quali, *Vicia faba var. minor* (favino), *Avena sativa* (avena), *Hordeum vulgare* (orzo) ed infine un Erbaio costituito da *Avena sativa* (avena) e *Trifolium squarrosum* (Trifoglio squaroso).

Ciclo I: 4 anni (1+1+1+1) con <i>Vicia faba var. minor</i> , <i>Avena sativa</i> , <i>Hordeum vulgare</i> e Erbaio.

Tutti gli impianti hanno durata annuale. Il favino, l'avena e l'orzo verranno coltivati per la produzione di granella a fini zootecnici, mentre l'erbaio verrà sfalcato per produrre fieno. Tutti i prodotti dell'impianto agrivoltaico verranno impiegati all'interno dell'azienda per il mantenimento dei capi di bestiame. Inoltre, essendo il favino una leguminosa, questo contribuirà anche ad incrementare il contenuto di azoto e di sostanza organica nel terreno tra una coltura e l'altra.

Tabella 2. Superfici colturali in avvicendamento.

<i>SAT TOTALE</i>				
COLTURA	SUP. Colture	Sup.non Colt.	Tare-stradoni	SAT
ERBAIO	22,0034	4,1911	4,6254	30,82
AVENA	21,4031	4,0768	6,4167	45,12
FAVINO	11,1117	2,1165		
ORZO	13,1342	2,5018	3,7556	19,39
TOT	67,6524	12,8862	14,7977	95,3363
%	71,0	13,5	15,5	100,0

Considerando il progetto APV, in termini di occupazione di suolo aziendale, si evidenzia quindi quanto segue:

- 13,5 % Superficie Pannelli;
- 71 % Superficie Agricola;
- 15,5 % Superficie Tare e stradoni.

In Figura 5 si riporta l'avvicendamento tra le quattro colture proposte.

In Figura 7 viene riportato un prospetto frontale delle colture agrarie inserite all'interno dell'impianto agrivoltaico. Come è possibile desumere dall'immagine, dati i sestri e le altezze dei trackers, è consentita una meccanizzazione agevole delle varie operazioni colturali e vengono garantiti il raggio di sterzata e la movimentazione dei macchinari all'interno dell'APV (Figura 8).

Figura 5. Avvicendamento culturale proposto 1° e 2° anno (Ciclo I).

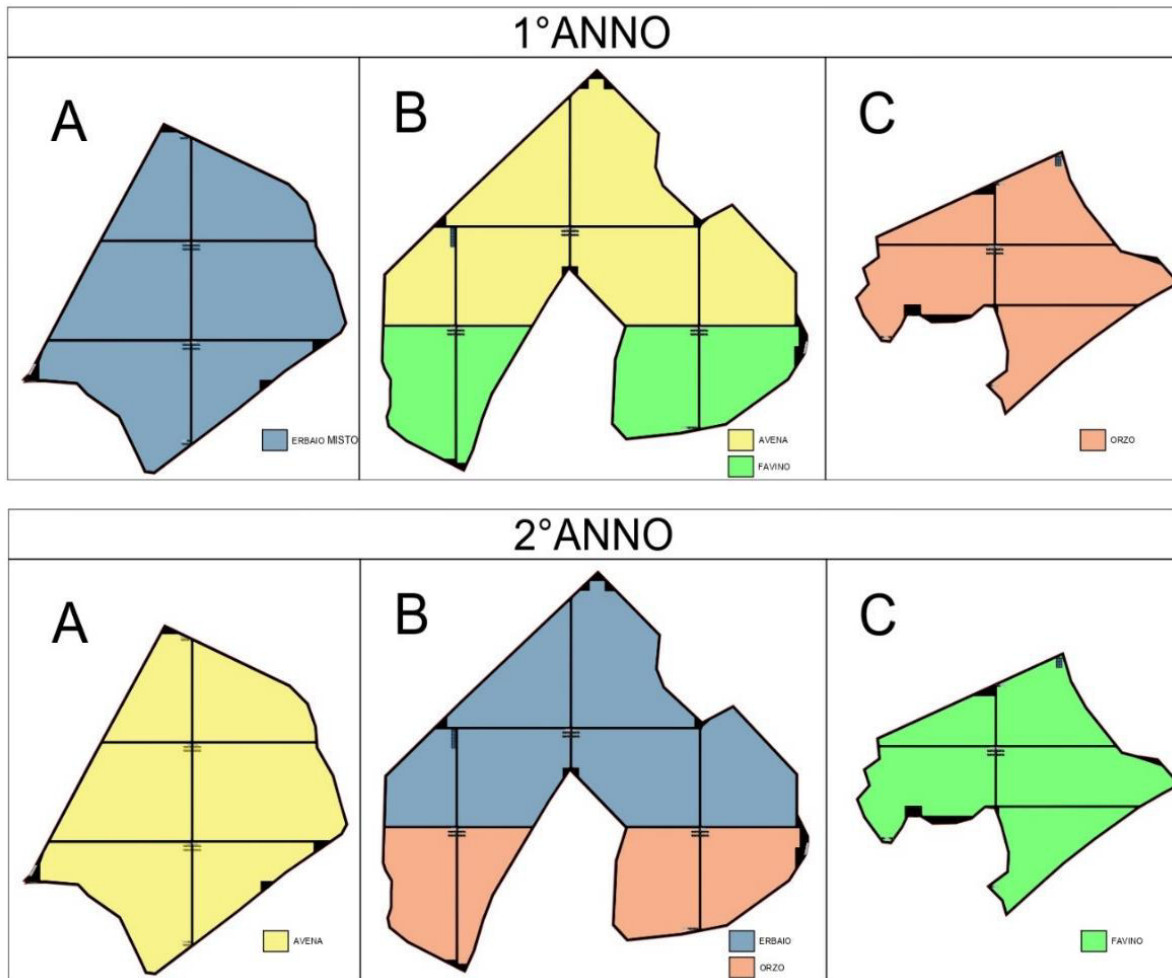


Figura 6. Avvicendamento culturale proposto 3° e 4° anno (Ciclo I).

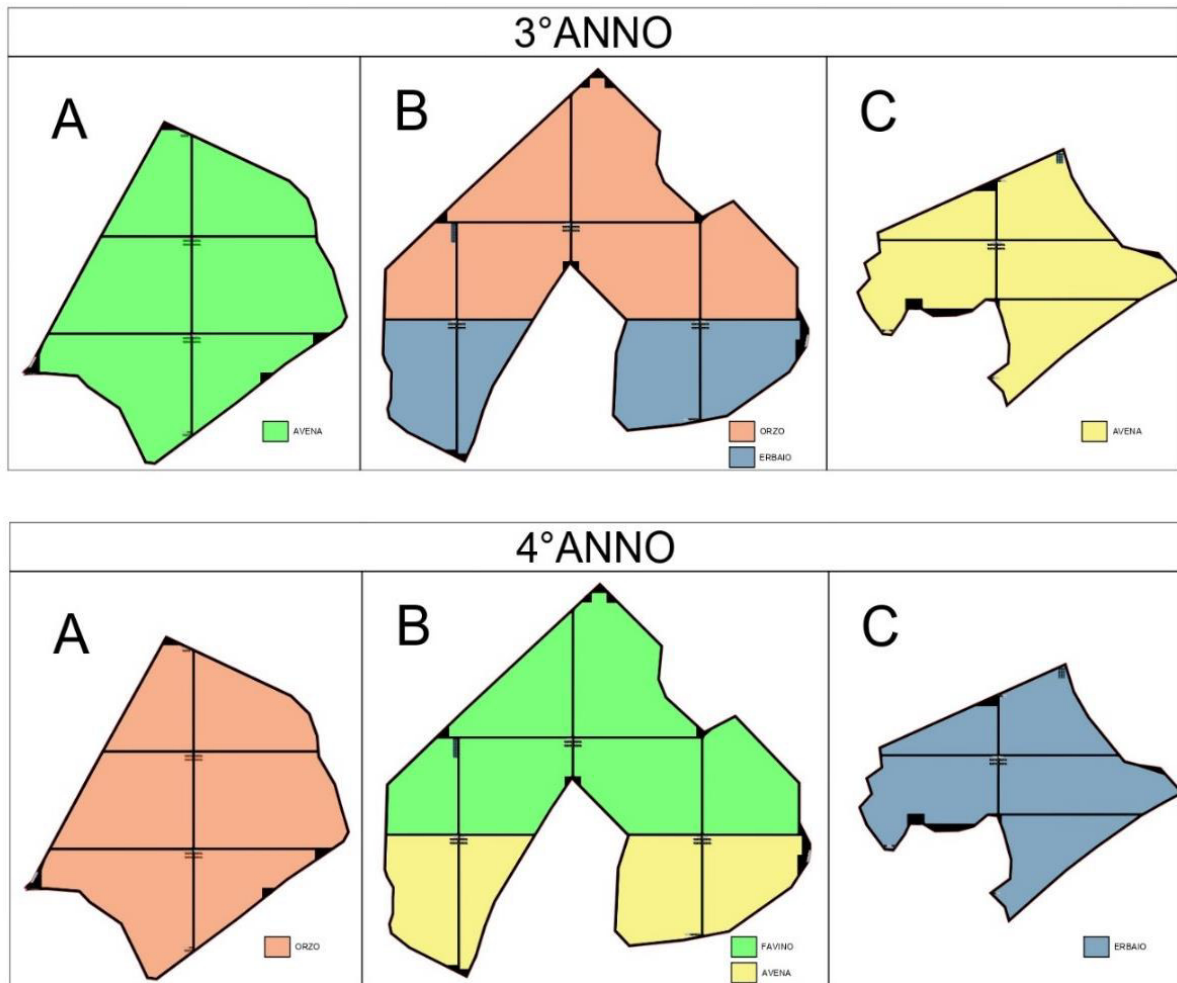


Figura 7. Rappresentazione del prospetto frontale delle colture favino, avena, orzo ed erbaio.

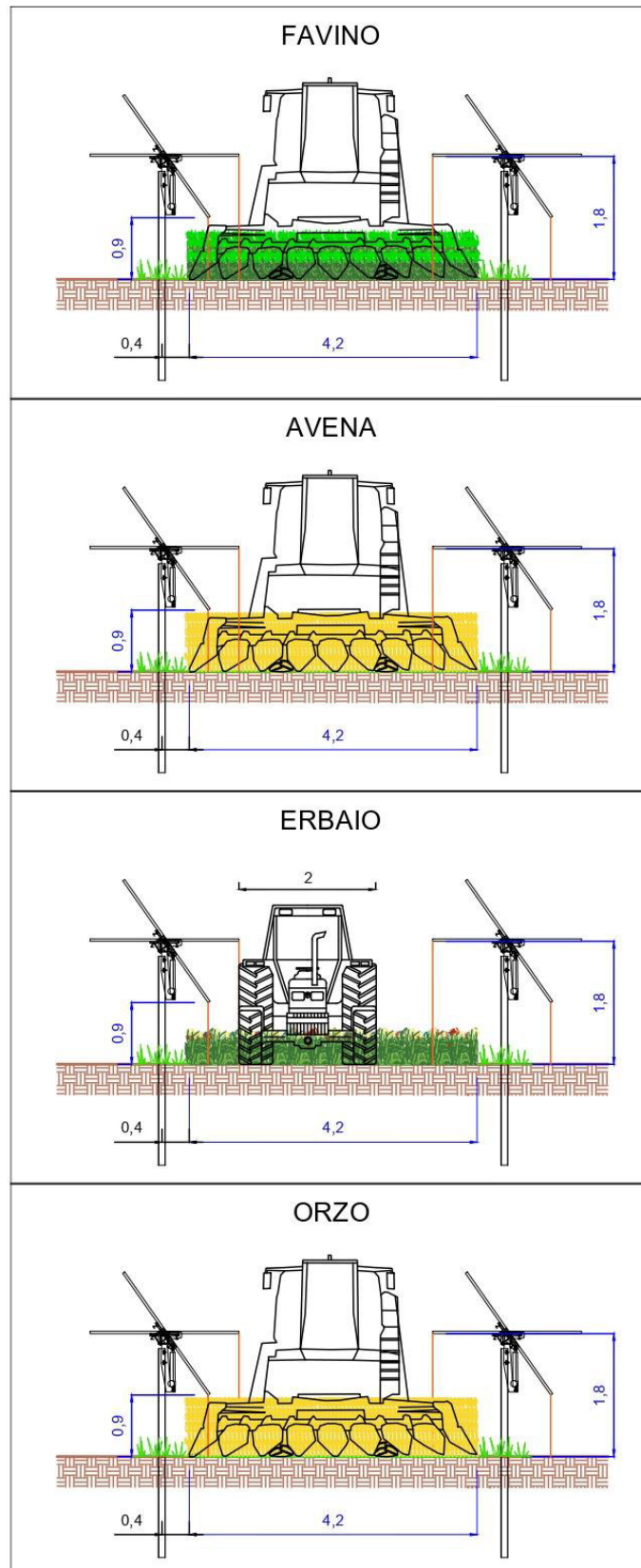
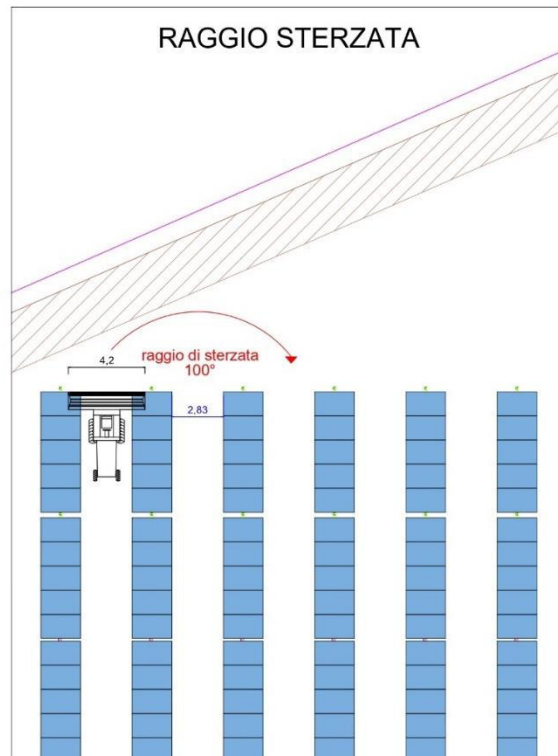


Figura 8. Rappresentazione del raggio di sterzata del macchinario per le operazioni colturali.



2.1.5 Monitoraggio della sperimentazione

Come richiesto dalle *Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici*, si prevede lo svolgimento di misurazioni per il monitoraggio dell'impatto sulle colture, il risparmio idrico, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture e la continuità delle attività delle aziende agricole interessate.

In particolare, si prevede di monitorare:

- consumo d'acqua;
- consumo energetico per unità di prodotto (applicazione LCA);
- misurazione dell'albedo;
- valutazione dell'ombreggiatura;
- evapotraspirazione, umidità del terreno, temperatura, anemometria ed incremento S.O.

Tali misurazioni verranno eseguite sia mediante valutazioni di campo sia mediante l'installazione di apposite centraline munite dei sensori necessari e verranno condotte sia al di sotto dei pannelli sia in pieno campo.

2.1.6 Benefici attesi dalla realizzazione dell'impianto APV e impatti ambientali

Uno dei maggiori problemi degli impianti fotovoltaici a terra è il consumo di suolo in relazione all'impossibilità di svolgere attività agricole in corrispondenza dei terreni interessati con effetti negativi sul fenomeno della desertificazione dei terreni e conseguente perdita di produttività dei suoli. Per questo motivo il sistema APV offre un'importante e valida alternativa rendendo possibile la contemporanea coltivazione dei terreni e produzione di energia.

Il sistema di APV proposto consente di apportare molteplici benefici, sia in termini economici che ambientali, rispetto al tradizionale sistema di agricoltura impiegato nell'areale di interesse.

Nello specifico i benefici apportati sono:

- suddivisione del rischio d'impresa impiegando differenti specie agrarie. Questo sistema consente di suddividere il rischio dato da fattori meteorologici e dall'oscillazione dei prezzi delle produzioni agricole, diversamente da quanto può avvenire in un sistema di coltivazione tradizionale locale dove a prevalere è una sola specie colturale, come ad esempio il frumento;
- impiego di colture facilmente meccanizzabili, con la possibilità dunque di ottimizzazione delle produzioni dal punto di vista quali-quantitativo;
- contrasto alla desertificazione e alla perdita di fertilità dei suoli grazie all'impiego di cover crops (colture di copertura) e all'ombreggiamento dato dai pannelli. Si attenua così l'impatto negativo dato dalla radiazione solare e dai fenomeni erosivi, determinando una minor perdita di sostanza organica nel terreno;
- incremento della biodiversità dato dall'impiego di differenti specie agrarie, con conseguente minor pressione da parte dei patogeni;
- riduzione di input chimici grazie ad un corretto avvicendamento delle colture e all'impiego di colture miglioratrici (leguminose). L'avvicendamento è uno dei fattori che incide maggiormente sul mantenimento e sull'incremento della fertilità dei suoli, consentendo la riduzione e, in alcuni casi, l'eliminazione di fertilizzanti chimici di sintesi. Difatti, la rotazione tra una coltura depauperante e una miglioratrice contrasta il verificarsi del così detto fenomeno della "stanchezza del terreno" che si verifica generalmente dove viene praticata la monocoltura.

In aggiunta, è essenziale evidenziare anche le seguenti ricadute positive del progetto:

- ombreggiamento: la minore radiazione impattante al suolo limita la perdita di sostanza organica del terreno, strategia per il contrasto alla desertificazione;
- leguminose: le specie leguminose sono definite colture miglioratrici, capaci di migliorare sia la fertilità sia la struttura fisica del terreno;
- fascia vegetazionale di mitigazione esterna del parco agrivoltaico: ha lo scopo di schermare l'impianto e contribuire all'inserimento paesaggistico e ambientale dell'opera.

2.1.7 Caratteristiche e requisiti degli impianti agrivoltaici

Si evidenzia che il progetto APV proposto rispetta i requisiti che un impianto fotovoltaico dovrebbe possedere per essere definito agrivoltaico ai sensi delle Linee Guida nazionali in materia di Impianti Agrivoltaici. In particolare, può essere definito come "impianto agrivoltaico" in quanto vengono rispettati i requisiti A, B, e D2, come meglio descritto nel documento "AgroPhotoVoltaic Multi-uso e aspetti di mitigazione" (cod. elab. FV_MUS01-F-00) al quale si rimanda per approfondimenti.

In Tabella 3 si riporta una sintesi dei requisiti identificati e la relativa coerenza del progetto proposto.

Tabella 3. Verifica dei requisiti del progetto rispetto alle Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici.

Requisito	Verifica	Risultato
<i>A.1. Superficie minima per l'attività agricola.</i> Si deve garantire che almeno il 70% della superficie totale del sistema agrivoltaico sia destinata all'attività agricola, nel rispetto delle Buone Pratiche Agricole (BPA)	Dagli elaborati di progetto risulta: Superficie agricola $S_{agri} = 67,6$ ha Superficie del sistema agrivoltaico (S_{tot}) = 95,3 ha $S_{agri} / S_{tot} = 67,6 / 95,3 = 0,71 \geq 0,70$	VERIFICATO
<i>A.2. Percentuale di superficie complessiva coperta dai moduli (LAOR).</i>	Il suo valore è dunque, per l'impianto in oggetto: LAOR = 34,95 ha/95,34 ha = 37% < 40%	VERIFICATO

Requisito	Verifica	Risultato
<p>Il LAOR (<i>Land Area Occupation Ratio</i>) è il rapporto tra la superficie dell'impianto fotovoltaico (Spv) e la superficie totale occupata dal sistema agrivoltaico (Stot). Si ritiene opportuno adottare un limite massimo di LAOR del 40 %</p>		
<p>B.1.a Continuità dell'attività agricola Al fine di valutare la continuità dell'attività agricola verrà predisposta una zona di controllo per il monitoraggio della biomassa prodotta sia nell'area a pieno campo sia nell'area ombreggiata.</p>	Tali dati verranno elaborati nella relazione agronomica annuale	DA VERIFICARE
<p>B.1.b Mantenimento dell'indirizzo produttivo Il valore economico dell'indirizzo produttivo è stato calcolato in base ai valori RICA della regione Lazio del 2017. Il modello di coltivazione attuale prevede l'avvicendamento tra: leguminose da granella e foraggio, graminacee da granella ed erbaio polifita.</p>	Il nuovo ordinamento colturale non prevede nessuna variazione sostanziale, in quanto la totalità delle materie prime prodotte in azienda vengono reimpiegate per il sostentamento dell'allevamento bovino ed equino aziendale. Dalla tabella data la riduzione della SAU, la produzione standard risulta leggermente superiore nell'ante-impianto, dati RICA (Lazio 2017)	VERIFICATO
<p>B.2 Producibilità elettrica minima Si confronta la producibilità elettrica dell'impianto agrivoltaico a progetto (FV_{agri}) con la producibilità elettrica di un impianto fotovoltaico di riferimento (FV_{standard}), caratterizzato da moduli con efficienza 20% su supporti fissi orientati a Sud e inclinati con un angolo pari alla latitudine meno 10 gradi, collocato nello stesso sito dell'impianto agrivoltaico.</p>	Dai calcoli eseguiti risulta: -Producibilità elettrica annua Impianto Standard [kWh/kWp/anno]: 1471 -Producibilità elettrica annua Impianto Agrivoltaico [kWh/kWp/anno]: 1611 -Superficie utile (effettivamente utilizzabile per l'alloggiamento di un impianto fotovoltaico, al netto quindi di possibili restrizioni): 95,3 ha -FV agri = Potenza nominale*Producibilità elettrica/ Superficie totale [GW/ha/anno] -FV standard = Densità di potenza*Superficie utile*Producibilità elettrica/ Superficie totale [GW/ha/anno] FV _{agri} [GWh/ha/anno] = 1,21 FV _{standard} [GWh/ha/anno] = 1,47 FV agri / FV standard = 0,82 > 0,60	VERIFICATO
<p>D.2 Monitoraggio della continuità dell'attività agricola La rilevazione dei parametri agro-climatici, nelle due differenti aree di coltivazione, consentirà una precisa ed accurata valutazione dell'effetto sulle colture agricole dell'impianto APV, particolare attenzione verrà prestata al rilevamento dei parametri inerenti il consumo idrico della coltura</p>	Il monitoraggio sarà effettuato sulla base dei parametri identificati nel § 12.3 del documento "AgroPhotoVoltaic Multi-uso e aspetti di mitigazione" (cod. elab. FV_MUS01-F-00)	VERIFICATO

2.2 Impianto fotovoltaico e opere connesse

2.2.1 Layout impianto fotovoltaico

Il progetto per il quale si richiede la connessione in rete è un impianto di produzione di energia elettrica da fonte solare che prevede di installare 118.270 moduli fotovoltaici in silicio monocristallino da 605 Wp ciascuno, su strutture ad inseguimento monoassiale in acciaio zincato a caldo ancorate al terreno mediante infissione.

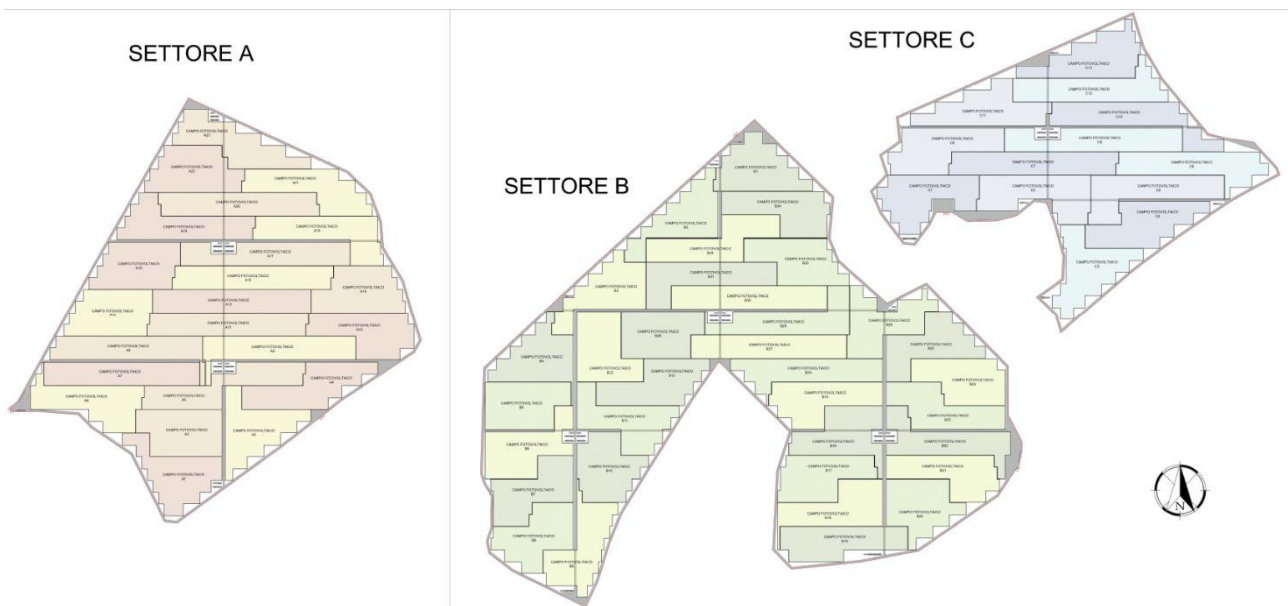
L'impianto fotovoltaico sarà costituito complessivamente da 70 campi fotovoltaici suddivisi in tre settori come di seguito indicato (Figura 9):

- n° 23 campi nel Settore A, costituiti da 38.820 moduli distribuiti elettricamente su 1.294 stringhe connesse a 23 inverter e con una potenza nominale pari a 23.486,10 kWp;
- n° 34 campi nel Settore B, costituiti da 56.520 moduli distribuiti elettricamente su 1.884 stringhe connesse a 34 inverter e con una potenza nominale pari a 34.194,60 kWp;
- n° 13 campi nel Settore C, costituiti da 22.920 moduli distribuiti elettricamente su 764 stringhe connesse a 13 inverter e con una potenza nominale pari a 13.866,60 kWp;

Ogni campo fotovoltaico sarà dotato di una cabina di conversione e trasformazione all'interno della quale verranno installati n.1 inverter per la conversione dell'energia elettrica DC/AC e n°1 trasformatore BT/MT 0,61/20 kV per elevare il livello di tensione dell'energia prodotta dai moduli fotovoltaici. La tensione MT interna al campo fotovoltaico sarà pari a 20 kV.

Le cabine di trasformazione di ciascun campo convoglieranno il flusso di potenza generato verso una cabina di raccolta della distribuzione in media tensione, detta cabina di parallelo di settore, mediante un collegamento a semplice anello e conformemente allo schema elettrico unifilare. I cavidotti interrati in MT uscenti dalle cabine di parallelo di ciascun settore saranno, a loro volta, raccolti presso una cabina denominata cabina di parallelo generale. Da quest'ultima, ubicata all'interno del Settore A, partirà il cavidotto esterno in MT che andrà verso la Stazione Elettrica di trasformazione Utente MT/AT (SEU), dove è prevista l'elevazione della tensione da 20 kV a 132 kV per effettuare, tramite cavo interrato AT 132 kV, la connessione allo stallo 132 kV situato all'interno della Stazione Elettrica (SE) di Terna 380/132 kV che verrà realizzata nel Comune di Manciano e inserita in entra – esce all'esistente linea RTN a 380 kV "Montalto – Suvereto".

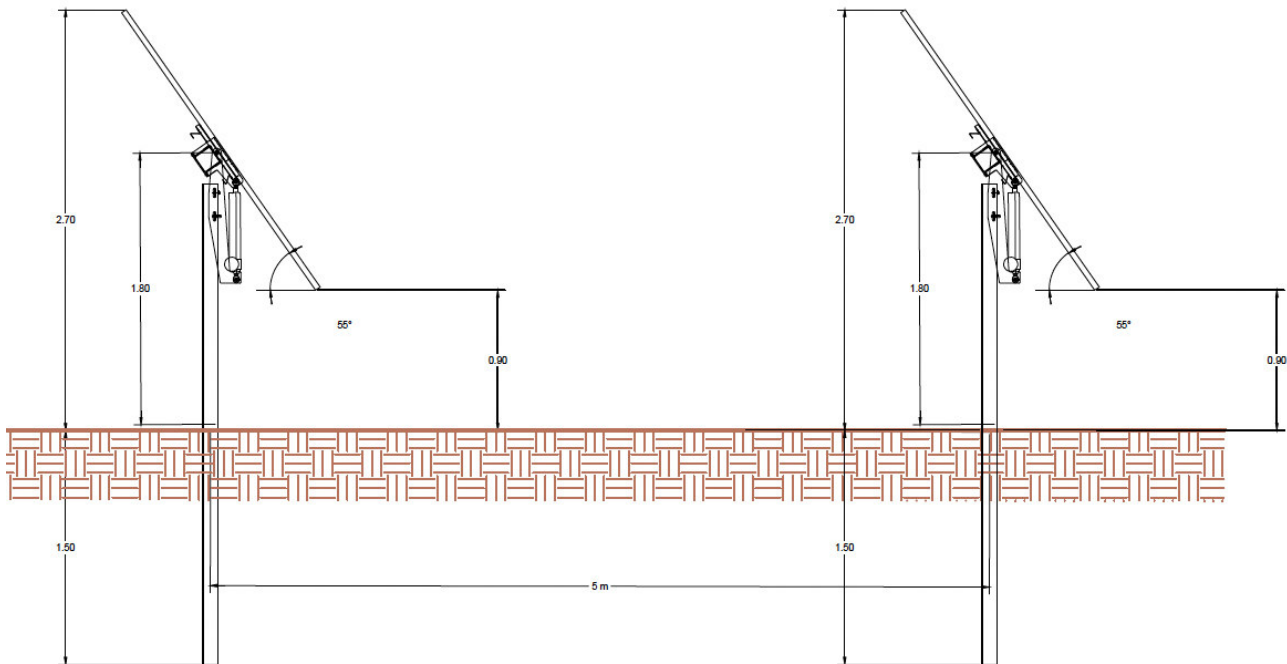
Figura 9. Layout impianto fotovoltaico, Settori A, B e C.



2.2.2 Caratteristiche tecniche dell'impianto fotovoltaico

Il generatore fotovoltaico presenta una potenza nominale di 71.547,3 kWp ed è costituito da 118.260 moduli fotovoltaici in silicio monocristallino con potenza unitaria pari a 605 Wp. Tali moduli verranno installati su strutture di supporto ad inseguimento monoassiale in configurazione "singolo portrait" (n.3688 tracker da 30 moduli e n.508 tracker da 15 moduli) caratterizzate da un asse di rotazione disposto in direzione N-S, con angolo di tilt pari a 0°, e saranno ancorati al terreno con tecnologia a battipalo con modalità tale da garantire l'adattamento alle eventuali irregolarità del terreno, nonché il rispetto dei vincoli geometrici imposti dal costruttore degli inseguitori. L'altezza massima delle strutture sarà pari a circa 2,7 m dal suolo.

Figura 10. Sezione delle strutture di supporto.



Impianto d'interesse

Il generatore fotovoltaico è costituito da:

- 118.260 moduli da 605 Wp/cad;
- 3.942 stringhe;
- 30 moduli per stringa;
- potenza pari a 71.547,3 kWp.

Il generatore fotovoltaico è suddiviso in 70 campi di differenti tipologie. In particolare, sarà costituito da:

- N° 6 Campi fotovoltaici, nel Settore A, aventi le seguenti caratteristiche:
 - a. 1.710 moduli da 605 Wp/cad;
 - b. 57 stringhe;
 - c. 30 moduli per stringa;
 - d. potenza del campo pari a 1.034,55 Wp;
 - e. una cabina di conversione e trasformazione con 1 inverter di potenza nominale pari a 951 kW, quadri BT, MT e 1 trasformatore BT/MT da 1250 kVA.
- N° 31 Campi fotovoltaici, di cui 17 nel Settore A e 14 nel Settore B, aventi le seguenti caratteristiche:
 - a. 1.680 moduli da 605 Wp/cad;
 - b. 56 stringhe;
 - c. 30 moduli per stringa;
 - d. potenza del campo pari a 1.016,40 Wp;
 - e. una cabina di conversione e trasformazione con 1 inverter di potenza nominale pari a a 951 kW, quadri BT, MT e 1 trasformatore BT/MT da 1250 kVA.

- N° 20 Campi fotovoltaici, nel Settore B, aventi le seguenti caratteristiche:
 - a. 1.650 moduli da 605 Wp/cad;
 - b. 55 stringhe;
 - c. 30 moduli per stringa;
 - d. potenza del campo pari a 998,25 Wp;
 - e. una cabina di conversione e trasformazione con 1 inverter di potenza nominale pari a a 951 kW, quadri BT, MT e 1 trasformatore BT/MT da 1250 kVA.

- N° 10 Campi fotovoltaici, nel Settore C, aventi le seguenti caratteristiche:
 - a. 1.770 moduli da 605 Wp/cad;
 - b. 59 stringhe;
 - c. 30 moduli per stringa;
 - d. potenza del campo pari a 1.070,85 Wp;
 - e. una cabina di conversione e trasformazione con 1 inverter di potenza nominale pari a a 951 kW, quadri BT, MT e 1 trasformatore BT/MT da 1250 kVA.

- N° 3 Campi fotovoltaici, nel Settore C, aventi le seguenti caratteristiche:
 - a. 1.740 moduli da 605 Wp/cad;
 - b. 58 stringhe;
 - c. 30 moduli per stringa;
 - d. potenza del campo pari a 1.052,70 Wp;
 - e. una cabina di conversione e trasformazione con 1 inverter di potenza nominale pari a a 951 kW, quadri BT, MT e 1 trasformatore BT/MT da 1250 kVA.

Da ciascuna stringa di moduli FV partirà un cavidotto in BT atto a convogliare l'energia elettrica prodotta al corrispondente quadro di parallelo DC installato in campo (detto stringbox). Da ciascun quadro di parallelo DC, analogamente, partirà un cavidotto in BT che raggiungerà la relativa cabina di conversione e trasformazione, all'interno della quale è prevista l'installazione di un inverter per la conversione DC/AC e di un trasformatore BT/MT 0,61/20 kV per elevare il livello di tensione dell'energia prodotta dai moduli fotovoltaici. La tensione MT interna al campo fotovoltaico sarà quindi pari a 20 kV.

Le cabine di trasformazione di ciascun campo convoglieranno il flusso di potenza generato verso una cabina di raccolta della distribuzione in media tensione, detta cabina di parallelo di settore, mediante un collegamento a semplice anello e conformemente allo schema elettrico unifilare. I cavidotti interrati in MT uscenti dalle cabine di parallelo di ciascun settore saranno, a loro volta, raccolti presso una cabina denominata cabina di parallelo generale. Da quest'ultima, ubicata all'interno del Settore A, partirà il cavidotto esterno in MT che andrà verso la Stazione Elettrica di trasformazione Utente MT/AT (SEU), dove è prevista l'elevazione della tensione da 20 kV a 132 kV per effettuare, tramite cavo interrato AT 132 kV, la connessione allo stallo 132 kV situato all'interno della Stazione Elettrica (SE) di Terna 380/132 kV che verrà realizzata nel Comune di Manciano e inserita in entra – esce all'esistente linea RTN a 380 kV "Montalto – Suvereto".

2.2.2.1 Cabine elettriche

All'interno delle aree di impianto è previsto il posizionamento di locali tecnici necessari per effettuare la conversione DC/AC, i paralleli d'impianto, la trasformazione in media tensione nonché per l'ubicazione dei servizi ausiliari. Nello specifico:

- nel Settore A sono previste n. 23 cabine di conversione e trasformazione, n. 2 di parallelo e n. 9 ausiliarie;
- nel Settore B sono previste n. 34 cabine di conversione e trasformazione, n. 1 di parallelo e n. 15 ausiliarie;
- nel Settore C sono previste n. 13 cabine di conversione e trasformazione, n. 1 di parallelo e n. 10 ausiliarie.

Cabine elettriche di conversione e trasformazione

Le cabine elettriche di trasformazione, prefabbricate in calcestruzzo armato vibrato, avranno dimensioni L/P/H pari a 8,0/2,5/2,7 m e disporranno di due locali, di cui uno adibito all'installazione dell'inverter e dei quadri BT e MT, mentre l'altro sarà dedicato all'ubicazione del trasformatore.

Esse verranno posate su vasche in cls prefabbricato poggiate direttamente sullo strato superficiale di terreno naturale previa rimozione dello strato vegetale con scavo di splateamento della profondità di 0,50 m e posa di uno strato di materiale stabilizzato debitamente compattato per rendere i piani livellati e drenanti rispetto alle acque meteoriche.

Il pavimento sarà dimensionato per sopportare un carico concentrato di 50 kN/m² ed un carico uniformemente distribuito non inferiore a 5 kN/m², e saranno predisposte apposite finestrate per il passaggio dei cavi, complete di botola di accesso al vano cavi. Le pareti sia interne che esterne, di spessore non inferiore a 7-8 cm, saranno trattate con intonaco murale plastico. Il tetto di spessore non inferiore a 6-7 cm, sarà a corpo unico con il resto della struttura e impermeabilizzato con guaina bituminosa elastomerica applicata a caldo per uno spessore non inferiore a 4 mm, successivamente protetta. Le porte saranno dotate di griglie d'aerazione di tipo standard. I materiali utilizzati, ignifughi ed autoestinguenti, saranno in vetroresina stampata o in lamiera zincata (norma CEI 11-1 e DPR 547/55 art. 340).

Le cabine saranno consegnate dal fornitore con relativi calcoli strutturali eseguiti nel rispetto normativa vigente.

Figura 11. Tipologico delle cabine di conversione e trasformazione.



Cabine elettriche di parallelo

Le cabine elettriche di parallelo saranno realizzate con le stesse modalità delle cabine di trasformazione, avranno dimensioni L/P/H pari a 8,0/2,5/2,7 m e disporranno di due locali: un locale misure e l'altro adibito all'installazione dei quadri MT.

Cabine dei servizi ausiliari

All'interno di ciascun settore dell'impianto saranno presenti cabine di servizio realizzate in cemento armato vibrato in monobox di tipo monolitico o mediante il montaggio in opera di pareti e solette prefabbricate.

2.2.2.2 Strade di accesso e finiture

L'accesso ai Settori dell'impianto sarà garantito tramite la Strada Provinciale 106 per mezzo della viabilità locale, la quale presenta adeguate caratteristiche tecniche per le esigenze di cantiere e di esercizio dell'impianto.

Per ogni Settore è prevista l'installazione di un cancello con struttura e pannelli in acciaio zincato e di una recinzione metallica zincata a maglia rombica di colore verde per una lunghezza complessiva di 8.000 metri circa (2.250 m per il Settore A, 3.520 m per il Settore B e 2.230 m per il Settore C), le cui caratteristiche dimensionali sono riportate negli allegati progettuali. Essa sarà posta in opera su paletti pali di sostegno alti 2 m, infissi per battitura nel terreno per una profondità massima pari a 1 m. Per consentire il passaggio della fauna selvatica sono previsti dei passaggi di dimensioni 0,2 x 1 m, ogni 100 m di recinzione.

La viabilità sia interna che esterna, in ragione della ridotta intensità di traffico a frequenza saltuaria e della moderata velocità dei vettori percorrenti le strade, varierà tra 5 e 7 metri di larghezza e sarà realizzata in battuto e ghiaia.

L'impianto sarà dotato di un sistema a circuito chiuso e controllo remoto, nonché di un sistema anti intrusione perimetrale. Il sistema di illuminazione e videosorveglianza sarà costituito da pali in acciaio zincato fissati al suolo, con plinti di fondazione in calcestruzzo armato ed altezza massima pari a 6 m fuori terra.

2.2.3 Cavidotti

I cavidotti avranno le lunghezze più brevi possibili nel rispetto dei vincoli tecnici imposti dal corretto ed efficiente funzionamento dell'impianto.

I cavidotti interrati in BT interni all'impianto fotovoltaico, che collegano le stringhe di moduli fotovoltaici alle relative cabine di conversione e trasformazione MT/BT, avranno una lunghezza complessiva di 7.440 m mentre quelli interni in MT che si sviluppano tra le cabine di trasformazione MT/BT e le cabine di parallelo avranno una lunghezza complessiva di 7.720 m.

Il cavidotto MT di collegamento tra la cabina di parallelo del Settore C e quella del Settore B sarà realizzato in doppia terna, mentre quello che si sviluppa tra la cabina di parallelo del Settore B e quella del Settore A avrà cinque terne di cavi.

Il cavidotto esterno in MT, che si sviluppa tra la cabina di parallelo generale ubicata nel Settore A dell'impianto e la Stazione Elettrica di trasformazione Utente (SEU), avrà una lunghezza complessiva di circa 10 km e un percorso prevalentemente su strade esistenti, asfaltate e non, ad eccezione di una breve tratto in corrispondenza del Fiume Fiora. Esso interesserà sia il comune di Canino (VT) che di Manciano (GR).

2.2.3.1 Profondità e sistema di posa cavi

In generale, i cavidotti saranno posati in conformità alla norma CEI 11-17 posando più linee nella stessa trincea, assicurando la facilità di posa dei cavi e contemporaneamente riducendo al minimo il numero di scavi necessario. Il materiale di risulta dagli scavi sarà utilizzato per il rinterro.

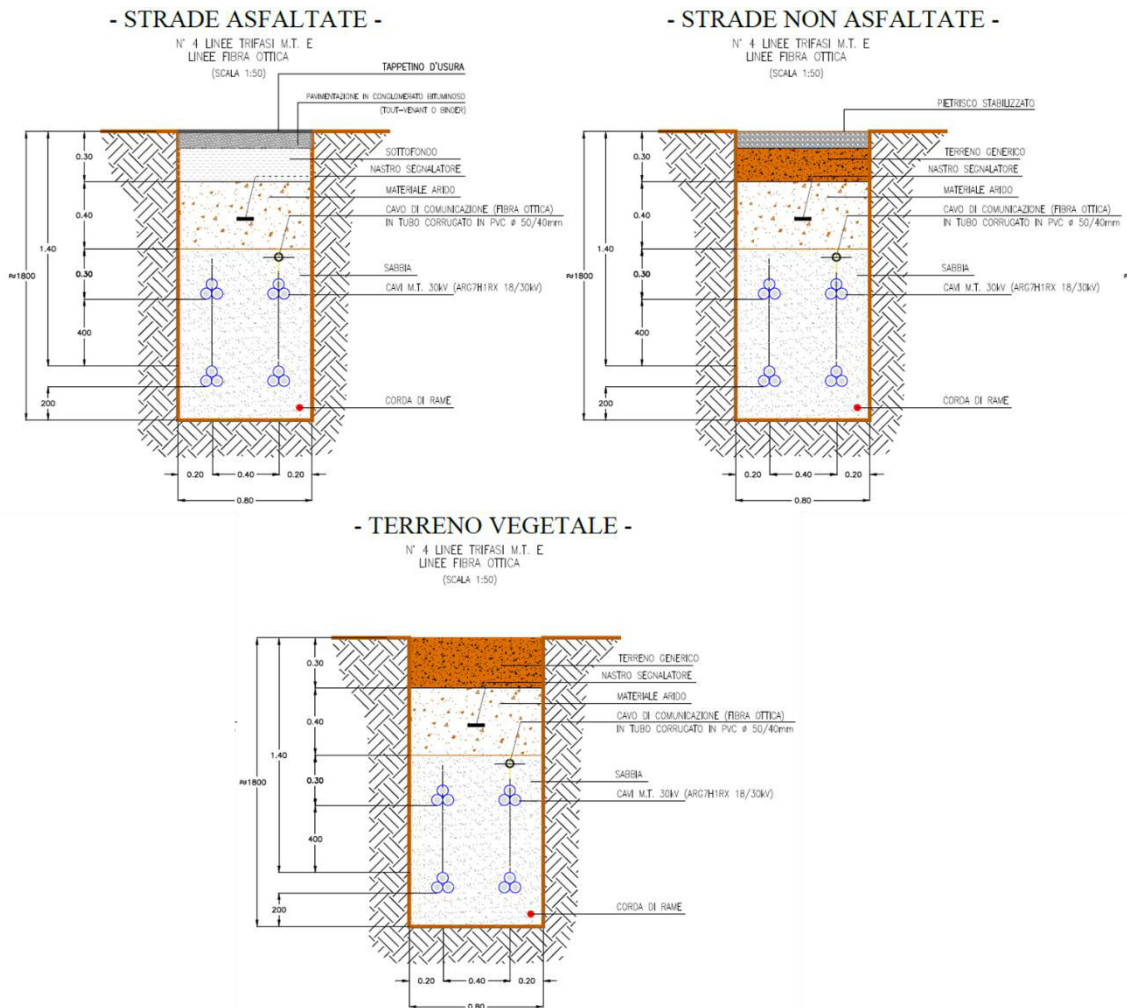
Saranno eseguiti scavi a sezione ridotta e obbligata di profondità variabile da 80 a 180 cm in funzione del numero di conduttori da porre in opera.

In particolare, lo scavo del cavidotto MT tra la cabina di parallelo del Settore C e quella del Settore B, previsto in doppia terna, avrà una profondità di 0,80 m mentre quello che si sviluppa tra la cabina di parallelo del Settore B e quella del Settore A, previsto in cinque terne di cavi, avrà una profondità di 1,20 m.

Lo scavo previsto per il cavidotto esterno in MT, che si sviluppa tra la cabina di parallelo generale ubicata nel Settore A dell'impianto e la Stazione Elettrica di trasformazione Utente (SEU), avrà una profondità di 1,80 m (Figura 12). Tale cavidotto verrà realizzato tramite una quadrupla terna di cavi Al del tipo ARG7H1R di sezione pari a 500 mm².

Per assicurare una maggiore protezione meccanica i cavi saranno posati in con tubazioni in PVC. In caso di particolari attraversamenti o di risoluzione puntuale di interferenze, le modalità di posa saranno modificate in conformità a quanto previsto dalla norma CEI 11-17 e dagli eventuali regolamenti vigenti relativi alle opere interferite, mantenendo comunque un grado di protezione delle linee non inferiore a quanto garantito dalle normali condizioni di posa.

Figura 12. Schemi di posa del cavidotto esterno in MT su strada asfaltata, strada sterrata e terreno agricolo.

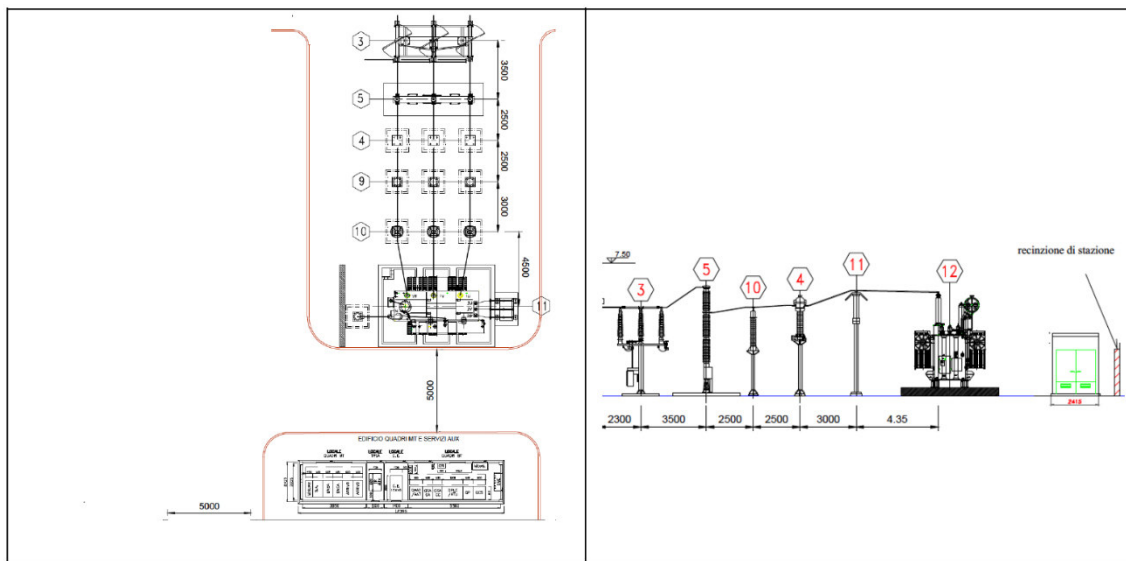


2.2.4 Stazione Elettrica di trasformazione Utente (SEU)

La Stazione Elettrica di trasformazione Utente riceve l'energia proveniente dall'impianto fotovoltaico ad una tensione pari a 20 kV e mediante un trasformatore elevatore MT/AT eleva la tensione al livello della RTN pari a 132 kV. Essa sarà costituita da uno stallo trasformatore AT composto dalle seguenti apparecchiature:

- Un trasformatore elevatore di tensione (20/132kV) per il trasferimento in AT della potenza generata dalla centrale fotovoltaica;
- Un sezionatore di montante linea con lame di terra
- Apparecchiature di protezione (scaricatori, interruttore);
- Apparecchiature di misura fiscale (TV, TA);

Figura 13. Stazione di trasformazione MT/AT 20/132 Kv.



L'impianto è stato progettato in modo da sopportare in sicurezza le sollecitazioni meccaniche e termiche derivanti da correnti di corto circuito pari a 31,5 kA. Per quanto riguarda gli interruttori si ha un livello di tenuta al cortocircuito di 31,5 kA o di 40 kA in funzione del tipo di nodo.

Le distanze adottate dal progetto tengono conto delle normali esigenze di esercizio e manutenzione e sono le seguenti:

- distanza fra le fasi per le sbarre, le apparecchiature e i conduttori: 2,20 m;
- larghezza degli stalli: 11 m;
- distanza minima dei conduttori da terra: 4,5 m;
- quota asse sbarre: 7,50 m.

2.2.4.1 Impianto di terra

La rete di terra di ciascuna stazione interesserà l'area recintata dell'impianto. Il dispersore dell'impianto ed i collegamenti dello stesso alle apparecchiature, saranno realizzati secondo l'unificazione del Gestore e quindi dimensionati termicamente per una corrente di guasto di 31,5 kA per 0,5 sec (i valori della corrente di guasto verranno successivamente confermati dal Gestore).

Esso sarà costituito da una maglia realizzata in corda di rame da 63 mm² interrata ad una profondità di circa 0,7 m composta da maglie regolari di lato adeguato. Il lato della maglia sarà scelto in modo da limitare le tensioni di passo e di contatto a valori non pericolosi, secondo quanto previsto dalle norme CEI EN 50522:2011 e CEI EN 61936-1:2011.

Nei punti sottoposti ad un maggiore gradiente di potenziale, le dimensioni delle maglie saranno opportunamente infittite, come pure saranno infittite le maglie nella zona apparecchiature per limitare i problemi di compatibilità elettromagnetica.

Tutte le apparecchiature saranno collegate al dispersore mediante quattro corde di rame con sezione di 125 mm².

Al fine di contenere i gradienti in prossimità dei bordi dell'impianto di terra, le maglie periferiche presenteranno dimensioni opportunamente ridotte e bordi arrotondati.

2.2.4.2 Fabbricati

All'interno della stazione di trasformazione sarà presente un manufatto, denominato generalmente edificio quadri" destinato a contenere i locali tecnici di servizio dell'utente. Il manufatto sarà del tipo, forma e dimensioni tali, da risultare idoneo al contenimento di tutte le apparecchiature tecniche ausiliarie costituenti il lato BT e/o MT. In particolare, il locale misure fiscali sarà posizionato nell'area utente ma sarà predisposto un collegamento per la telemisurazione da parte del Gestore-

2.2.4.3 Viabilità interna e finiture

Le fondazioni delle varie apparecchiature saranno realizzate in conglomerato cementizio armato. Le aree in cui verranno posizionate le apparecchiature elettriche saranno riempite con materiale drenante (tipo ghiaia), al cui contorno saranno posizionati i cordoli di delimitazione in cls armato prefabbricato. Tutte le restanti superfici, carrabili e non, verranno asfaltate mediante un primo strato di binder ed un tappetino di usura e si troveranno a quota inferiore rispetto al piano di installazione delle apparecchiature elettriche.

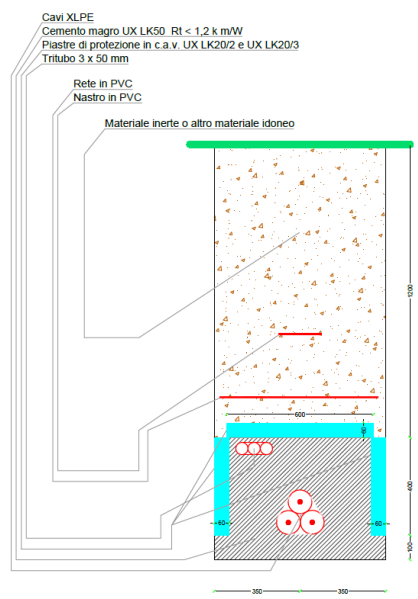
Per la raccolta e lo smaltimento delle acque meteoriche si provvederà a realizzare il piazzale con pendenze tali da permettere il naturale scolo delle stesse verso l'apposito impianto di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche. L'impianto sarà protetto e delimitato da una recinzione perimetrale, costituita da muro di base in cemento armato di altezza variabile (max. 2,0 m) e da elementi prefabbricati nella parte superiore fino ad ottenere un'altezza complessiva del recinto pari a 2,5 m.

2.2.5 Opere elettriche per la connessione

La connessione dell'impianto fotovoltaico oggetto di valutazione alla RTN è prevista mediante collegamento in antenna a 132 kV sullo stallo in linea AT presente all'interno della Stazione Elettrica (SE) di Terna 380/132 kV che verrà realizzata nel Comune di Manciano e inserita in entra – esce all'esistente linea RTN a 380 kV "Montalto – Suvereto"

La linea interrata in AT che si sviluppa tra la Stazione Elettrica Utente (SEU) e la Stazione Elettrica Terna 380/132 kV sarà posata in conformità alle norme CEI 11-17 e in conformità all'Allegato A1 della prescrizione tecnica TERNA UX LK401. Il cavidotto in AT avrà una lunghezza di circa 800 e verrà posato all'interno di uno scavo di profondità pari a 1,70 m e larghezza 70 cm (Figura 14).

Figura 14. Sezione del cavidotto interrato in AT.



Per i volumi eventualmente eccedenti si prevede di realizzare lo spandimento, con spessori risultanti limitati a pochi centimetri, su tutta la superficie senza apportare alcuna modifica all'attuale assetto morfologico naturale.

Il criterio di gestione del materiale scavato prevede il suo deposito temporaneo presso l'area di cantiere e successivamente il suo utilizzo per il riempimento degli scavi e per il livellamento del terreno alla quota finale di progetto, previo accertamento durante la fase esecutiva, dell'idoneità di detto materiale per il riutilizzo in sito. Nel caso in cui i campionamenti eseguiti forniscano un esito negativo, il materiale scavato sarà destinato ad idonea discarica, con le modalità previste dalla normativa vigente e il riempimento verrà effettuato con materiale inerte di idonee caratteristiche.

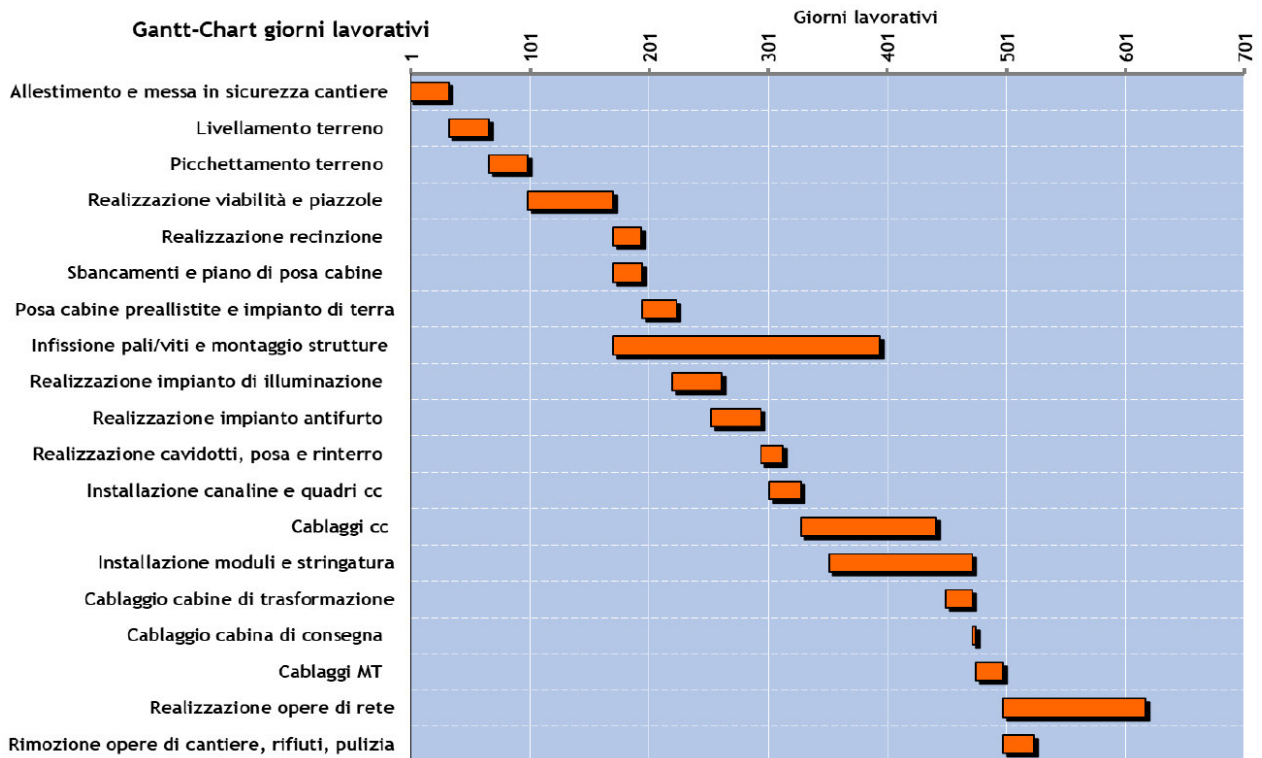
2.2.7 Cronoprogramma

Per la stima del numero di giorni lavorativi necessari per la realizzazione dell'impianto fotovoltaico sono stati ipotizzati due scenari: quello "standard", che si ritiene essere quello più probabilmente aderente a quello che sarà l'andamento reale dei lavori, e quello "accelerato", in cui sono effettuate in parallelo il maggior numero possibile di attività al fine di comprimere i tempi realizzativi.

La durata del cantiere attesa nello scenario "standard" è pari a 618 giorni lavorativi (Figura 16). Per "durata di cantiere" si intende l'esecuzione di tutte le attività fino allo smantellamento delle attrezzature ed alla pulizia delle aree temporanee. Nello scenario "accelerato" la durata del cantiere è stata stimata in 515 giorni lavorativi.

Per l'intervento si presume l'impiego di massimo 138 operai contemporaneamente in cantiere per un totale di 26.335 uomini giorno.

Figura 16. Cronoprogramma per la realizzazione dell'impianto fotovoltaico nello scenario standard.



2.2.8 Gestione dell'impianto

La centrale viene tenuta sotto controllo mediante un sistema di supervisione che permette di rilevare le condizioni di funzionamento con continuità e da posizione remota.

A fronte di situazioni rilevate dal sistema di monitoraggio, di controllo e di sicurezza, è prevista l'attivazione di interventi da parte di personale tecnico addetto alla gestione e conduzione dell'impianto, le cui principali funzioni possono riassumersi nelle seguenti attività:

- servizio di guardia;
- conduzione impianto, in conformità a procedure stabilite, di liste di controllo e verifica programmata;
- manutenzione preventiva ed ordinaria, programmate in conformità a procedure stabilite per garantire
- efficienza e regolarità di funzionamento;
- segnalazione di anomalie di funzionamento con richiesta di intervento di riparazione e/o manutenzione straordinaria da parte di ditte esterne specializzate ed autorizzate dai produttori delle macchine ed apparecchiature;
- predisposizione di rapporti periodici sulle condizioni di funzionamento dell'impianto e sull'energia elettrica prodotta.

2.2.9 Dismissione dell'impianto

2.2.9.1 Gestione dei moduli fotovoltaici

I moduli fotovoltaici verranno gestiti in conformità al D. Lgs. 25 luglio 2005, n. 151 relativo alla gestione dei rifiuti speciali apparecchiature ed apparati elettronici nei quali essi sono compresi (CER: 200136).

In ogni caso, oltre la componentistica elettrica ed elettronica, anche i moduli fotovoltaici rientrano nell'ambito di applicazione dei RAEE (Rifiuti da Apparecchiature Elettriche ed Elettroniche) la cui gestione è disciplinata dalla Direttiva 2012/19/EU.

Si è costituita a livello europeo l'Associazione "PV Cycle", costituita da principali operatori del settore, per la gestione dei moduli fotovoltaici a fine vita, e risultano già operativi alcuni impianti per lo smaltimento, soprattutto in Germania, ma anche in Italia le imprese del settore hanno mosso i primi passi.

Per le diverse tipologie di pannelli (c-Si, p-Si, a-Si, CdTe, CIS), si sta mettendo a punto la migliore tecnologia per il recupero e riciclaggio dei materiali, con particolare riferimento al silicio di grado solare ed ai metalli pregiati.

Come è noto, i moduli fotovoltaici sono costituiti da materiali non pericolosi: il Silicio a costituire le celle, il vetro per la protezione frontale, i fogli di materiale plastico EVA a protezione della parte posteriore e l'alluminio per la cornice.

La composizione in peso di un modulo fotovoltaico in Si cristallino è la seguente:

- vetro (CER 170202): 74,16% (recupero 90%);
- alluminio (cornici) (CER 170402): 10,30% (recupero 90%);
- silicio (celle) (CER 10059) c-Si: 3,48% (recupero 90%);
- EVA (cfr. Tedlar) (CER 200139): 10,75% (recupero 0%);
- altro (ribbon) (CER 170407): 2,91% (recupero 95%).

Il recupero complessivo in peso supera l'85%.

I soli strati sottili dei moduli rappresentano il 50-60 per cento del valore dei materiali dell'intera unità.

2.2.9.2 Gestione strutture di sostegno

Le strutture di sostegno ad inseguimento monoassiale verranno smontate rimuovendo integralmente le giunzioni meccaniche, dopo di che si procederà con l'estrazione dei pali di supporto infissi nel terreno. Tutti i materiali di risulta (ferro e acciaio CER 170405, e/o metalli misti 170407) saranno avviati a recupero secondo la normativa vigente.

2.2.9.3 Gestione materiali ed apparati elettrici ed elettronici

Le linee elettriche, i quadri di campo e gli apparati e le strumentazioni elettroniche (inverter, trasformatori, ecc.) delle cabine, gli eventuali impianti di illuminazione e di videosorveglianza saranno rimossi ed avviate al recupero presso società specializzate autorizzate.

La strumentazione e i macchinari ancora funzionanti verranno riutilizzati in altra sede ed i materiali non riutilizzabili, gestiti come rifiuti, saranno anch'essi inviati al recupero presso aziende specializzate, con recupero principalmente di ferro, materiale plastico e rame.

I materiali appartengono a diverse categorie dei codici CER: rottami elettrici ed elettronici quali apparati elettrici ed elettronici (CER: 200136), cavi di rame ricoperti (CER: 170401).

Il recupero è stimato in misura non inferiore all'80%, con valori sensibilmente più elevati per i cavi elettrici.

2.2.9.4 Cabine elettriche, pozzetti prefabbricati, piste e piazzole

Le strutture prefabbricate delle cabine e dei pozzetti dei cavidotti, degli eventuali plinti dei pali di illuminazione e di sostegno dei paletti di recinzione e del cancello di ingresso, saranno rimosse, così come il rilevato costituito dai materiali inerti delle piste e piazzole e dell'area di accesso.

Tutti i materiali di risulta verranno avviati a recupero presso ditte esterne specializzate, saranno prodotti principalmente i seguenti rifiuti:

- materiali edili (170101, 170102, 170103, 170107)
- ferro e acciaio (170405).

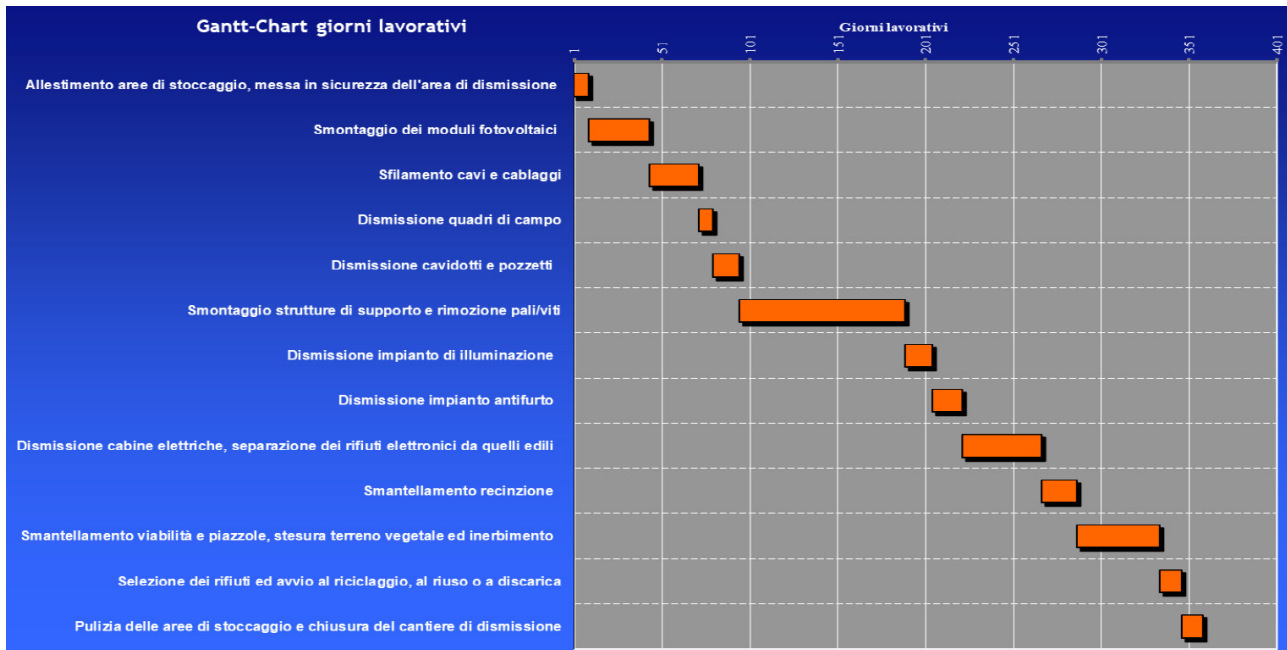
La rete di recinzione in maglia metallica, ove prevista, i paletti di sostegno e il cancello di accesso, i pali di illuminazione trattandosi di strutture totalmente amovibili, saranno rimosse ripristinando lo stato originario dei luoghi.

Anche questi materiali verranno avviati a recupero presso ditte esterne specializzate, saranno prodotti rottami ferrosi (cancello, recinzione, pali di sostegno rete recinzione e pali illuminazione) (CER 170405).

2.2.9.5 Stima dei tempi necessari per la dismissione

Si prevede che le operazioni di dismissione dell'impianto fotovoltaico a fine vita richiederanno circa 359 giorni lavorativi, come illustrato in Figura 17. La durata delle operazioni di dismissione tiene conto di tutte le attività di smantellamento da eseguire, fino alla pulizia delle aree temporanee di stoccaggio ed al completo ripristino dei luoghi.

Figura 17. Cronoprogramma per la dismissione dell'impianto fotovoltaico.



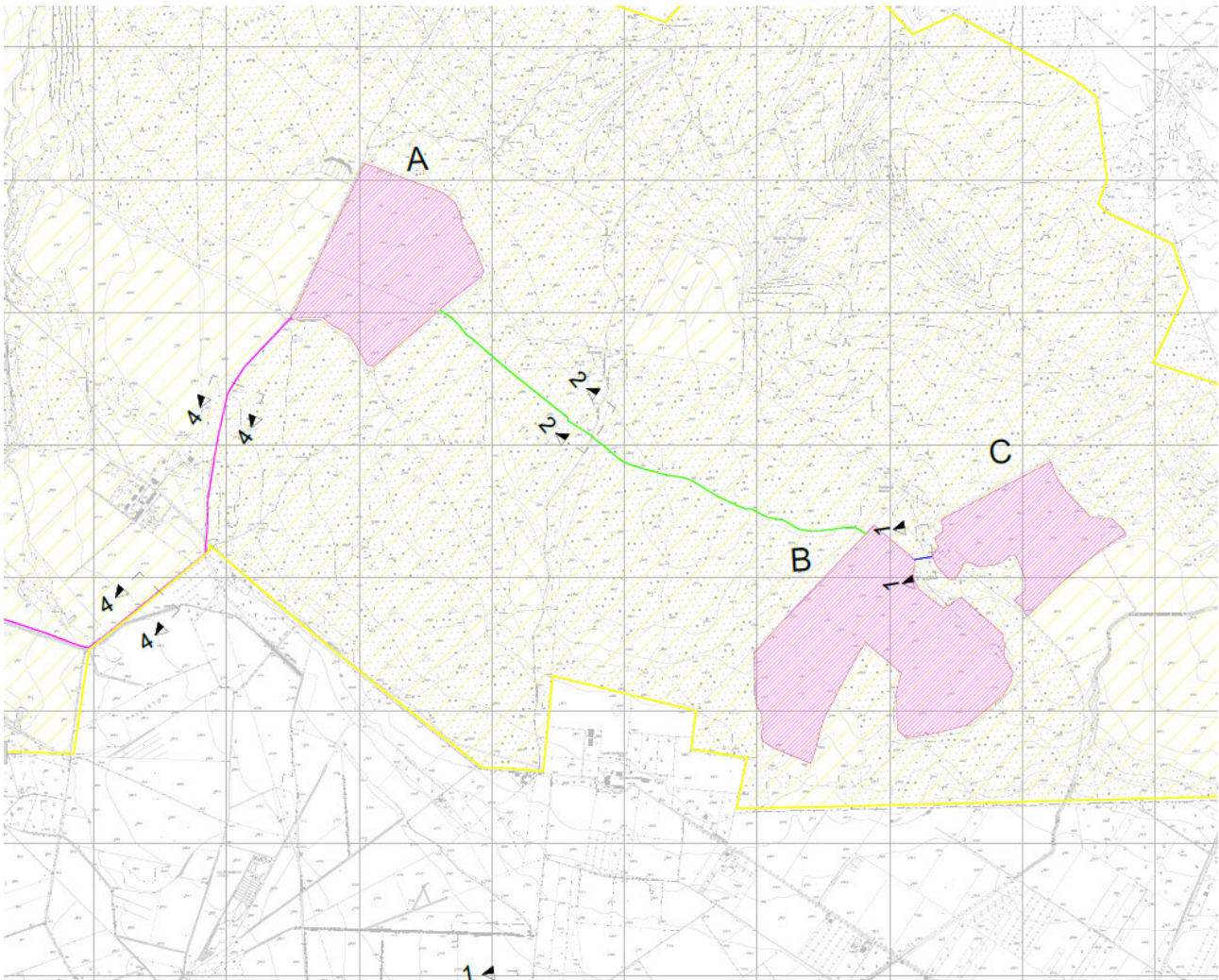
2.2.10 Interferenze

Nel presente paragrafo sono esaminate le interferenze dell'impianto fotovoltaico e delle relative opere di rete con i servizi di rete esterni alle aree in progetto e il reticolo idrografico.

Area impianto fotovoltaico

In Figura 18 è possibile osservare che le aree dell'impianto fotovoltaico oggetto di valutazione e il cavidotto interrato in MT che collega i Settori B e C al Settore A non presentano interferenze con elementi esterni.

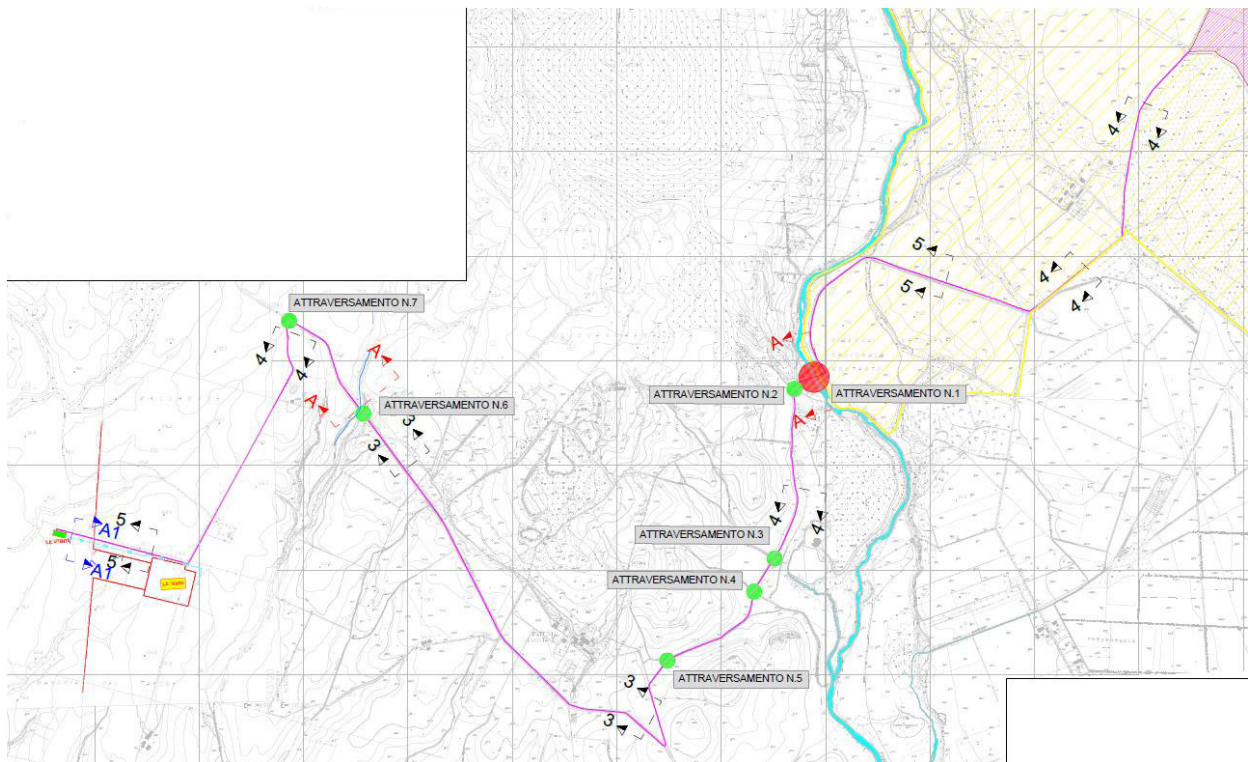
Figura 18. Interferenze presenti nella zona dell'impianto fotovoltaico



Cavidotto in MT

Lungo il percorso del cavidotto interrato in MT (Figura 19) sono state identificate 7 interferenze con il reticolo idrografico: una con il Fiume Fiora, in corrispondenza del confine tra Lazio e Toscana, due lungo la SP 67 Campigliola (Fosso dei Lavinacci e Botro dell'Acqua Bianca) e altre quattro con elementi idrografici minori presenti tra il fiume Fiora e la SP 67.

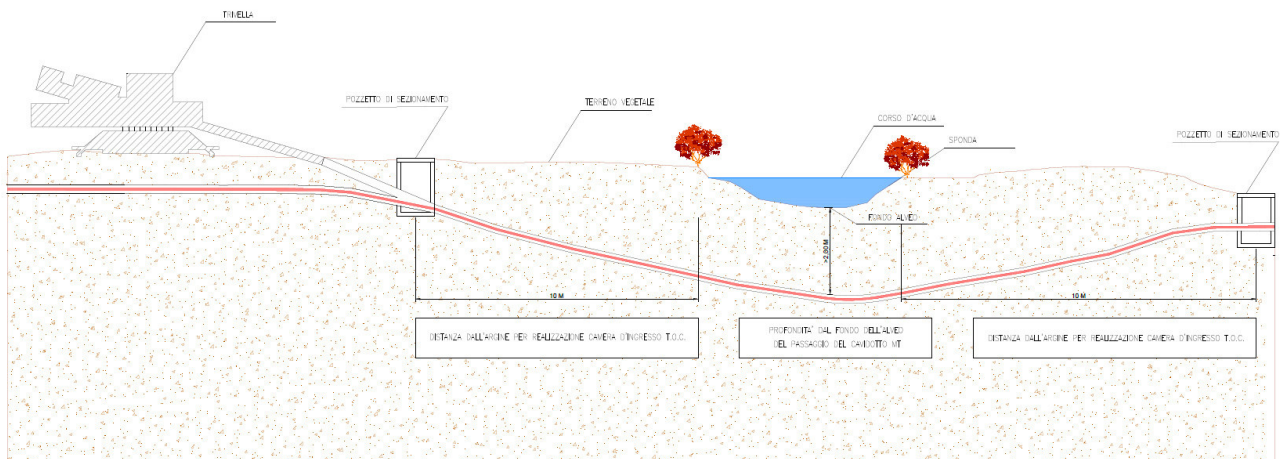
Figura 19. Interferenze del cavidotto interrato in MT



Le interferenze del cavidotto interrato in MT con il reticolo idrografico verranno superate mediante trivellazione orizzontale controllata (T.O.C.), al fine di non alterare la sezione di deflusso e perturbare il regime idraulico del corso d'acqua attraversato (Figura 20). La trivellazione verrà realizzata ad una distanza di almeno 10 m dalle sponde del corso d'acqua.

Il cavidotto verrà posizionato ad almeno 2,0 metri di profondità dal fondo del Fiume Fiora, considerato corso d'acqua di sezione significativa, e ad almeno 1,0 metri di profondità dal fondo degli altri corsi d'acqua, caratterizzati da sezioni d'alveo di dimensioni ridotte.

Figura 20. Attraversamenti del reticolo idrografico mediante Trivellazione Orizzontale Controllata (T.O.C.).



2.2.11 Rischio incidenti e salute degli operatori

Il rischio di incidenti è quello di un normale cantiere a cielo aperto assimilabile ad un cantiere edile con presenza di mezzi meccanici a funzionamento idraulico e quindi generanti impatti non significativi. Le aree interessate dalla realizzazione dell'impianto e della sottostazione, non prevedendo lo stoccaggio di sostanze e/o materiali pericolosi, non risultano potenzialmente soggette a rischio di incidenti implicanti esplosioni, incendi o rilasci eccezionali di sostanze tossiche.

I rischi potenzialmente esistenti nell'area sono legati allo sversamento accidentale di carburante o di olio lubrificante dai mezzi d'opera. In tal caso si adotteranno le normali misure di protezione ambientale previste in caso di sversamenti accidentali.

3 PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

3.1 Obiettivi generali e requisiti del Piano di monitoraggio ambientale (PMA)

Il Piano di Monitoraggio Ambientale relativo all'impianto fotovoltaico denominato "Agrivolt Musignano" 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.

3.2 Fasi della redazione del PMA

La redazione del PMA relativo all'impianto fotovoltaico "Agrivolt Musignano" è stata condotta sulla base dei contenuti presenti nel Progetto Definitivo, nello Studio di Impatto Ambientale e degli approfondimenti specialistici elaborati per l'avvio della procedura di VIA.

Nello specifico sono state condotte le seguenti attività:

- 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;
- definizione della struttura delle informazioni (contenuti e formato).

3.3 Identificazione delle componenti

Le componenti ed i fattori ambientali ritenuti significativi, che sono stati analizzati all'interno della presente relazione, sono così intesi ed articolati:

- suolo: inteso sotto il profilo geologico, geomorfologico e pedologico, nel quadro dell'ambiente in esame ed anche come risorsa non rinnovabile;
- sistema agrolvoltaico, al fine di verificarne le prestazioni e la continuità dell'attività agricola;
- atmosfera: caratterizzazione meteorologica;
- complessi di componenti e fattori fisici, chimici e biologici tra loro interagenti ed interdipendenti;
- rumore, considerato in rapporto all'ambiente umano;
- campi elettromagnetici, considerati in rapporto all'ambiente umano.

Rispetto alle componenti, invece, si osserva quanto segue.

Il PMA relativo alla componente "acque superficiali e sotterranee" è finalizzato a valutare, in relazione alla costruzione e all'esercizio dell'opera, le eventuali variazioni, rispetto alla situazione ante operam, di tutti i

parametri e/o indicatori utilizzati per definire le caratteristiche qualitative e quantitative dei corpi idrici potenzialmente interessati dalle azioni di progetto.

Il PMA deve essere contestualizzato nell'ambito della normativa di settore rappresentata a livello comunitario dalla Direttiva Quadro sulle Acque 2000/60/CE (DQA) e a livello regionale dal Piano di Tutela delle Acque della Regione Toscana e dal Piano di Gestione Acque.

Nell'ambito dello Studio di Impatto Ambientale si è avuto modo di riportare che l'area dell'impianto fotovoltaico – intesa come la porzione di impianto in cui saranno installati i pannelli- non interferisce con nessun corso d'acqua. Sono state identificate invece alcune interferenze lungo il tracciato del cavidotto interrato in MT. Al fine di limitare gli impatti sul reticolo, il progetto prevede che tali interferenze vengano superate mediante trivellazione orizzontale controllata (TOC).

In fase di cantiere gli impatti sulle acque potranno riguardare esclusivamente potenziali interazioni con la falda o con il reticolo idrico superficiale. I principali rischi per le acque sotterranee connessi alle attività di cantiere sono legati alla possibilità dell'ingresso nelle falde acquifere di sostanze inquinanti (oli, carburante mezzi, etc.), con conseguenze per gli impieghi ad uso idropotabile delle stesse e per l'equilibrio degli ecosistemi. Tale evento è comunque da considerarsi remoto e saranno previste procedure di cantiere per la riduzione del rischio di interazione con le acque di falda.

L'interazione con le acque di falda è comunque limitata anche in relazione alla ridotta profondità di scavo relativa sia all'appoggio delle fondazioni delle cabine, sia di infissione dei pali di sostegno dei moduli fotovoltaici che non vanno oltre i -1.5 mt dal p.c., evitando così di perforare la copertura superficiale impermeabile che funge da elemento di protezione dell'acquifero sottostante. L'intervento nel suo complesso si ritiene dunque ininfluenza sull'attuale equilibrio idrogeologico.

Alla luce delle limitate interazioni con il reticolo idrografico e con la remota possibilità di impatti sulle acque sotterranee si ritiene non necessario effettuare il monitoraggio sulla componente ambientale "acque superficiali e sotterranee".

Con riferimento alla qualità dell'aria, si prevede che i ricettori maggiormente impattati dalle lavorazioni di cantiere ubicati a distanze inferiori a 150 m dal perimetro delle aree d'impianto. Dal censimento dei ricettori riportato nello "Studio previsionale di impatto acustico" (cod. elab. FV_MUS01_V10) si evince che tutti i ricettori presenti nell'intorno delle aree d'impianto distano oltre 200 m dal perimetro. In particolare, l'edificio residenziale più vicino (ricettore sensibile) dista circa 249 m dal Settore B dell'impianto in progetto (ID 62). Per quanto riguarda la SEU il recettore più vicino dista circa 200 m (ID 39), mentre lungo il cavidotto sono stati identificati due abitazioni a distanza inferiore a 150 m.

Sulla base delle considerazioni sopra riportate si ritiene opportuno non effettuare un monitoraggio delle polveri (PM10) in prossimità dei ricettori posti in prossimità delle aree di intervento. Per quanto riguarda le altre sorgenti emissive (inquinanti emessi dai mezzi di cantiere), sulla base delle valutazioni condotte nello Studio di Impatto Ambientale, si ritiene che gli impatti siano trascurabili e pertanto non saranno effettuati rilievi per i parametri NOx, CO e BTEX.

Per quanto riguarda la componente "flora e la vegetazione", il principale impatto su flora e vegetazione consiste nella trasformazione di lungo periodo dell'uso agricolo dell'area interessata dal progetto in esame. Poiché l'impianto fotovoltaico oggetto di valutazione verrà realizzato in area agricola come "agrivoltaico" la trasformazione interesserà solo una quota limitata dell'impianto pari al 35,33%² della superficie totale dell'impianto, pari a circa 95,3 ha.

² Tale percentuale è pari al rapporto tra la superficie totale occupata dai moduli fotovoltaici e dalle cabine (di trasformazione, parallelo, ausiliarie e raccolta), pari circa 33,68 ha, e quella complessiva dell'impianto (95,3 ha).

Tale trasformazione interesserà, per il progetto in valutazione, una superficie agricola estensiva pari a ca. 110 ha. Considerando che le aree di progetto si inseriscono in una zona caratterizzata da un uso del suolo pressoché esclusivamente rurale a prevalente composizione di seminativi estensivi non irrigui, dotata di un basso livello di diversità floristica, e che il sistema agrovoltico sarà oggetto di monitoraggio (§4.2), si ritiene che la componente ambientale "*flora e vegetazione*" non debba essere oggetto di specifico monitoraggio.

Con riferimento alla "*fauna*" si osserva che le attività di cantiere previste interesseranno, seppur con intensità differente, tutte le componenti faunistiche presenti le quali, anche in considerazione della ridotta durata del cantiere (ca. 618 giorni lavorativi), potranno recuperare lo stato e la presenza attuale nel breve termine. In fase di esercizio e dismissione gli impatti sulla fauna saranno non rilevanti.

Si può concludere che sulla base delle valutazioni riportate nello Studio di Impatto Ambientale in nessuna delle fasi di progetto debba essere eseguito uno specifico monitoraggio sulla componente fauna.

3.4 Gestione dei dati di monitoraggio

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;
- le informazioni ai cittadini.

In definitiva, ciascuna componente ambientale (matrice) trattata nei successivi paragrafi, seguirà uno schema-tipo articolato in linea generale in:

- obiettivi specifici del monitoraggio;
- localizzazione delle aree di indagine e delle stazioni/punti di monitoraggio, parametri analitici,
- frequenza e durata del monitoraggio,
- metodologie di riferimento (campionamento, analisi, elaborazione dati),
- valori limite normativi e/o standard di riferimento.

3.5 Modalità temporale di espletamento delle attività

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

1. Monitoraggio ante-operam (AO). Tale monitoraggio rappresenta le condizioni ambientali iniziali dell'area d'imposta dell'impianto su cui andrà ad impattare l'opera; tale "monitoraggio" rappresenta le condizioni ambientali iniziali delle varie matrici ambientali sulle quali si andrà a verificare l'impatto indotto dall'impianto da realizzare. Tale "analisi iniziale", definita anche come "momento zero" ha, sostanzialmente, la funzione di essere presa come riferimento di base rispetto all'influenza ed alle variazioni che l'impianto indurrà.
2. Monitoraggio in corso d'opera (CO). Il monitoraggio in corso d'opera riguarda il periodo di realizzazione dell'impianto fotovoltaico, 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 nel layout 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.

3. 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. La durata del monitoraggio per le opere in oggetto è stata fissata pari alla vita utile dell'impianto. La durata del monitoraggio per le opere in oggetto è stata fissata pari alla vita utile dell'impianto. Infatti, in questa fase, considerando l'estensione della durata dell'efficacia dell'impianto (da 30 anni) il piano di monitoraggio dovrà prevedere controlli periodici e programmati per la verifica, anche rispetto al "momento zero", delle condizioni quali-quantitative delle varie matrici ambientali considerate. Il monitoraggio post-operam include poi la fase di dismissione dell'impianto fotovoltaico: tale fase costituisce, in particolare, il reintegro dell'area d'impianto alle condizioni ante-operam oltre alle fasi di recupero ed eventualmente ripristino, sia delle varie componenti strutturali dell'impianto che, per il "ripristino", quelle naturali dei terreni d'imposta.

4 COMPONENTI AMBIENTALI

4.1 Suolo e sottosuolo

Premesso che, come descritto nello Studio di Impatto Ambientale (cod. elab. FV_MUS01_V2), il progetto non interferisce con il sottosuolo né si prevedono attività che possano determinarne la contaminazione, nell'ambito del PMA si prevede di monitorare esclusivamente la componente 'suolo', matrice ambientale che si sviluppa dal piano campagna fino ad una profondità di ca. 1 m.

Il monitoraggio del suolo ha l'obiettivo di verificare in termini quali-quantitativi le potenziali modificazioni indotte dalla realizzazione delle opere sulle caratteristiche pedologiche dei terreni con particolare riferimento all'importanza che queste rivestono nella distribuzione e nella coltivazione delle piante agrarie e, più in generale, del soprassuolo vegetale.

I principali possibili impatti determinati dalla realizzazione di un impianto fotovoltaico sul suolo sono quelli che influiscono sulla stabilità della copertura pedologica e, più in generale, sulla sua capacità di sostenere lo sviluppo del soprassuolo vegetale e proteggere la struttura idrologica, accentuando o mitigando i processi di degradazione che maggiormente minacciano i suoli delle nostre regioni³, fra i quali le seguenti forme di degradazione:

- *fisica* cui conseguono fenomeni di impermeabilizzazione e/o asfissia dovuta a compattazione, indurimento, formazione di croste, ecc. Il rischio di compattazioni si considera di scarsa entità in quanto, al netto della viabilità interna costituita da stabilizzato, tale fenomeno è attribuibile soltanto alle attività di cantiere. Peraltro in fase di cantiere i mezzi percorreranno la viabilità interna realizzata già in fase di approntamento evitando quindi di interessare le aree più interne; in tutti i casi, anche qualora transitassero nelle aree diverse dalla viabilità, si tratterebbe di una circostanza assimilabile al transito dei mezzi agricoli che finora hanno interessato l'area per la coltivazione. Tale forma di degradazione sarà monitorata valutando la *struttura* del terreno.
- *chimica* cui consegue la perdita di capacità di produrre biomassa. È dovuta principalmente ad eccessi di sostanze inquinanti di origine. Durante la costruzione dell'impianto fotovoltaico il rischio di inquinamento del suolo dovuto alla realizzazione delle opere è estremamente ridotto e legato ad eventi accidentali di sversamento o spandimento accidentale da macchinari e mezzi di cantiere. Gli effetti legati al verificarsi di eventi di questo tipo sono la contaminazione del suolo e, successivamente, delle acque sotterranee a seguito della migrazione degli inquinanti nel sottosuolo. Si evidenzia che la probabilità di tali eventi risulta molto bassa per impianti fotovoltaici ma, qualora si verificasse, si prevedranno indagini suppletive specifiche in modo da assicurare una soluzione tempestiva del problema, in contemporanea a controlli sulle acque superficiali e sotterranee. L'area di cantiere sarà adeguatamente attrezzata ed il personale istruito per l'esecuzione di procedure di emergenza nel caso in cui si verificassero tali eventi accidentali. Gli eventuali sversamenti saranno immediatamente assorbiti con appositi materiali assorbenti che andranno comunque, al termine delle operazioni di pulizia, raccolti ed inviati a smaltimento con le stesse modalità di raccolta degli oli esausti. L'immediata rimozione della sorgente di contaminazione e dell'eventuale volume di suolo contaminato consentirebbe il rapido ripristino delle condizioni iniziali. Tale forma di degradazione sarà monitorata attraverso *analisi chimiche* del terreno;
- *biologica* cui consegue diminuzione di microflora e microfauna dovuta a perdita di sostanza organica causata da modificazione dei processi di decomposizione/mineralizzazione e da riduzione degli apporti per cause naturali o antropiche.
- *per erosione* cui consegue asportazione dello strato più superficiale del terreno, compattazione e perdita di nutrienti. Tale forma di degradazione sarà monitorata in particolare attraverso la

³ Thematic Strategy for Soil Protection, COM (2006) 231.

determinazione della *granulometria* e la *lettura del profilo pedologico* con particolare riferimento alla verifica delle modificazioni quali-quantitative dei relativi orizzonti pedologici.

4.1.1 Identificazione dei parametri da monitorare

Preliminarmente alle attività di monitoraggio vero e proprio delle alterazioni pedologiche del suolo interessato dalla realizzazione dell'impianto fotovoltaico si rende necessario individuare alcuni importanti *parametri stazionali* che, oltre a consentire una precisa individuazione dei singoli punti di indagine, forniscono informazioni indispensabile ad una corretta interpretazione dei risultati analitici delle attività di monitoraggio.

I parametri stazionali dovranno essere valutati in particolare nella fase di *ante operam* (ossia nella determinazione del "momento zero") in quanto consentono di caratterizzare i punti di indagine prima della realizzazione delle opere in modo tale da fornire gli elementi per una lettura critica dei risultati nelle successive fasi del monitoraggio.

- I *parametri stazionali* che s'intende monitorare sono i seguenti: pendenza, esposizione, materiale di partenza (*soil parent material*), litologia, morfologia dell'ambiente, pietrosità superficiale, rocciosità affiorante, uso del suolo, erosione e deposizione, altri aspetti superficiali (microrilievi, fessure, livellamenti, compattazione superficiale, incrostamenti, solchi, ecc.), gestione delle acque (i.e. irrigazione, drenaggio, sistemazioni idrauliche di versante, ecc.), inondabilità, temperatura dell'aria.

Nelle successive fasi di monitoraggio (corso d'opera e *post operam* – esercizio e dismissione), per la valutazione delle alterazioni pedologiche del suolo determinate dalla fase di cantiere, esercizio e dismissione dell'impianto fotovoltaico, invece, si prevedranno le seguenti tipologie di analisi:

- *analisi del profilo pedologico*: individuazione degli orizzonti, profondità degli orizzonti, caratteristiche degli orizzonti, umidità, colore matrice;
- *analisi della struttura*: granulometria (tessitura di campagna, caratteri dello scheletro se presenti, struttura (dimensione e forma, grado), fessure e macropori, presenza di radici e relative dimensioni, radicabilità (percentuale dell'orizzonte esplorabile dalle radici), consistenza (resistenza, cementazione, adesività, plasticità), pH di campagna, effervescenza al HCl, presenza e quantità di pellicole;
- *caratteri del suolo*: profondità utile alle radici, limitazioni all'approfondimento radicale, disponibilità di ossigeno, drenaggio, permeabilità, runoff, stima dell'AWC (riserva idrica, ossia stima della quantità di acque che le piante possono estrarre dal suolo), profondità della falda (se nota), suscettibilità all'incrostamento, interferenza con le lavorazioni, tempo di attesa (possibilità di percorrere e lavorare il suolo senza danneggiare la struttura dopo una pioggia che lo satura), temperatura del suolo, classificazione USDA (tessitura), rappresentatività dell'osservazione.

Il set di analiti per le *analisi chimiche e fisiche* dei suoli che si prevede di impiegare nel monitoraggio è stato determinato basandosi sui due seguenti riferimenti scientifici:

- *Procedure tecniche metodologiche per la realizzazione di rilevamento pedologico in campagna e per la realizzazione di Unità di Paesaggio (UDP), di Unità Cartografiche (UC) e di Unità e Sottounità Tipologiche di suolo (UTS e STS) per la Banca dati dei Suoli della Regione Toscana*, a cura di Regione Toscana e Consorzio Lamma (marzo 2015), considerate un riferimento nazionale in materia di caratterizzazione pedologica;

- *Linee guida per il monitoraggio del suolo su superfici agricole destinate ad impianti fotovoltaici a terra*, a cura della Direzione Agricoltura della Regione Piemonte e dell'IPLA – istituto per le Piante da Legno e l'Ambiente.

Di seguito si riporta una tabella di sintesi del set di analiti per le analisi di laboratorio da eseguire sui campioni di terreno ed i relativi standard analitici adottati.

Tabella 4. Determinazione dei parametri analitici per le analisi chimico-fisiche del suolo in fase di monitoraggio

Determinazione	Standard
Determinazione dell'umidità residua	MACS(*)
Determinazione della granulometria per setacciatura ad umido e sedimentazione. Le frazioni granulometriche devono essere espresse secondo la classificazione USDA, determinando tutte le cinque frazioni sabbiose e le due frazioni limose (limo grosso da 50 a 20 micron e limo fine da 20 a 2 micron)	MACS
Determinazione del grado di reazione (pH in acqua e in soluzione di CaCl ₂)	MACS
Determinazione della conducibilità elettrica sull' "estratto 1:2,5"	MACS
Determinazione del calcare totale	MACS
Determinazione del calcare attivo	MACS
Determinazione del carbonio organico	MACS
Determinazione dell'azoto totale	MACS
Determinazione del fosforo assimilabile	MACS
Determinazione della capacità di scambio cationico con ammonio acetato	MACS
Determinazione della capacità di scambio cationico con bario cloruro	MACS
Determinazione delle basi di scambio (potassio, magnesio, calcio e sodio) con ammonio acetato	MACS
Determinazione delle basi di scambio (potassio, magnesio, calcio e sodio) con bario cloruro	MACS
Determinazione della massa volumica	MASF(**)

Tabella 5. Standard analitici adottati per le analisi chimico-fisiche del suolo

Standard	Riferimento	Applicazione
(*) MACS	"Metodi di Analisi Chimica del suolo" (MACS, 2000) del Ministero per le Politiche Agricole – Osservatorio Nazionale Pedologico, coordinatore Pietro Violante, Codice ISBN 8846422406, 536 pp.	Analisi chimiche del suolo
(**) MAFS	"Metodi di Analisi Fisica del Suolo" (MAFS, 1998) del Ministero per le Politiche Agricole – Osservatorio Nazionale Pedologico, coordinatore Marcello Pagliai, codice ISBN 8846404262, 400 pp.	Analisi fisiche del suolo

Le determinazioni dal numero 1 al numero 13 andranno eseguite sulla totalità dei campioni di suolo, tranne per le seguenti analisi alternative tra di loro o da realizzarsi previa verifica delle condizioni di seguito riportate:

- a) i metodi numero 10 e 12 (in alternativa ai metodi 11 e 13) vanno applicati quanto:
- la reazione pH del suolo è ≤ a 6,6
 - nei profili lisciviati qualora la parte superficiale del profilo presenti valori di reazione ≤ a 6,6 il metodo va applicato all'intero profilo. Nel caso fossero presenti orizzonti contenenti carbonato di calcio quest'ultimo va calcolato come differenza tra la C.S.C. e le altre basi.

- b) quando non incorrano le condizioni previste nel punto precedente si applicano i metodi 11 e 13 in alternativa ai metodi 10 e 11.

4.1.2 Aspetti metodologici

Facendo riferimento alle "Linee guida per il monitoraggio del suolo su superfici agricole destinate ad impianti fotovoltaici a terra" della Regione Piemonte, il protocollo di monitoraggio si attua in due fasi:

1. La prima fase del monitoraggio riguarda la fase di AO, precede la realizzazione dell'impianto fotovoltaico e consiste nella caratterizzazione stazionale e pedologica dell'appezzamento tramite una scala cartografica di dettaglio (scala 1:10.000), osservazioni in campo e una caratterizzazione del suolo.
2. La seconda fase del monitoraggio, invece, prevede indagini delle caratteristiche del suolo ad intervalli temporali prestabiliti in CO e PO (esercizio e dismissione) attraverso l'esecuzione per ciascun punto di monitoraggio di una trivellata ad una profondità pari a ca. 1 m dal piano campagna per lo studio del profilo pedologico e il prelievo di campioni per le determinazioni analitiche. L'esecuzione dei campionamenti del suolo negli orizzonti superficiale e sottosuperficiale saranno eseguiti indicativamente alle profondità 0-30 e 30-60 centimetri dal piano campagna.

In termini di frequenza si evidenzia che il monitoraggio AO avverrà in un qualsiasi momento prima dell'apertura del cantiere al fine caratterizzare il "momento zero".

I monitoraggi in CO, anche in considerazione della breve durata del cantiere, saranno eseguiti una volta soltanto nel corso della realizzazione dell'impianto fotovoltaico. In fase di PO - esercizio, invece, considerata una vita utile dell'impianto pari a 30 anni, si prevede di ripetere le indagini ogni 5 anni per un totale di 6 analisi complessive. Tali intervalli sembrano essere sufficienti per rilevare le eventuali modifiche dei parametri del suolo che, in linea generale, hanno tempistiche abbastanza lunghe. Tuttavia potranno essere aumentati all'emergere di valori critici dei parametri monitorati. Nella fase di PO – dismissione si prevede di eseguire un monitoraggio ad un anno dalla dismissione e ripristino dell'impianto al fine di verificare l'efficacia delle misure di ripristino adottate.

Al fine di rendere rappresentative le analisi da effettuare rispetto all'area d'intervento, il numero di campioni da prelevare è stato determinato in funzione della superficie occupata dai pannelli fotovoltaici e dalle caratteristiche dell'area (omogeneità od eterogeneità) nonché dell'estensione dell'area da campionare. I punti di campionamento sono stati previsti in zone dell'appezzamento aventi caratteristiche differenti (in posizione ombreggiata al di sotto delle stringhe fotovoltaiche, in aree di controllo non disturbate dalla presenza dei pannelli, in prossimità dei pannelli ma al di fuori della proiezione al suolo). In considerazione dell'estensione dell'area, nel posizionamento dei punti di indagine sono stati presi in considerazione anche criteri di migliore praticabilità delle aree.

I punti di indagine sono stati posizionati come rappresentato nella tavola allegata (Allegato 1) e sono stati georeferenziati in modo tale da rimanere costanti per tutta la durata del protocollo di monitoraggio.

Per ciascun punto d'indagine i campioni devono essere prelevati in conformità a quanto previsto nell'allegato 1 del Decreto Ministeriale 13/09/1999, pubblicato in Gazzetta Ufficiale Suppl. Ordin. n° 248 del 21/10/1999 (Approvazione dei "Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo"). In tutte e due le fasi del monitoraggio deve essere effettuata un'analisi stazionale, con le analisi di laboratorio dei campioni di suolo.

In Tabella 7 sono riportati i dati di sintesi per il monitoraggio della componente 'suolo'. Come precedentemente menzionato, i campionamenti saranno eseguito in accordo con le "Linee guida per il monitoraggio del suolo su superfici agricole destinate ad impianti fotovoltaici a terra" e con i contenuti del Decreto Ministeriale 13/09/1999- Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo. Per la localizzazione dei punti di campionamento si rimanda alla Tavola 1 allegata al presente piano di monitoraggio.

A livello operativo i monitoraggi saranno eseguiti mediante l'impiego di una *Scheda di monitoraggio della componente 'suolo'* (Allegato 2) sintetizzata sulla base della pubblicazione "Capacità d'uso dei suoli – Manuale di campagna per il rilevamento e la descrizione dei suoli" a cura dell'Istituto per le Piante da legno e l'Ambiente (IPLA, 2010).

Tabella 6. Sintesi dei monitoraggi per la matrice 'suolo'

	Ante-operam (AO)	Corso d'opera (CO)	Post-operam (PO)	
			Fase di esercizio (PO-esercizio)	Fase di dismissione (PO-dismissione)
Obiettivi specifici del monitoraggio	Verifica della copertura pedologica	Verifica della copertura pedologica	Verifica della copertura pedologica	Verifica della copertura pedologica
Localizzazione delle aree di indagine e delle stazioni/punti di monitoraggio	Punti di campionamento S1÷S20	Punti di campionamento S1÷S20	Punti di campionamento S1÷S20	Punti di campionamento S1÷S20
Parametri⁴	<ul style="list-style-type: none"> • profilo pedologico • struttura • caratteri del suolo • analisi chimiche e fisiche 	<ul style="list-style-type: none"> • profilo pedologico • struttura • caratteri del suolo • analisi chimiche e fisiche 	<ul style="list-style-type: none"> • profilo pedologico • struttura • caratteri del suolo • analisi chimiche e fisiche 	<ul style="list-style-type: none"> • profilo pedologico • struttura • caratteri del suolo • analisi chimiche e fisiche
Frequenza e durata del monitoraggio	n. 1 prima dell'apertura del cantiere	n. 1 durante l'esecuzione dei lavori	Ogni 5 anni	N. 1 ad un anno dal termine delle attività di dismissione e ripristino
Metodologie di riferimento (campionamento, analisi, elaborazione dati)	Procedure tecniche metodologiche per la realizzazione di rilevamento pedologico in campagna e per la realizzazione di Unità di Paesaggio (UDP), di Unità Cartografiche (UC) e di Unità e Sottounità Tipologiche di suolo (UTS e STS) per la Banca dati dei Suoli della Regione Toscana, a cura di Regione Toscana e Consorzio Lamma (marzo 2015) Linee guida per il monitoraggio del suolo su superfici agricole destinate ad impianti fotovoltaici a terra, a cura della Direzione Agricoltura della Regione Piemonte e dell'IPLA – Istituto per le Piante da Legno e l'Ambiente. Decreto Ministeriale 13/09/1999- Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo			
Valori limite normativi standard di riferimento	n/a	n/a	n/a	n/a

⁴ I singoli parametri analizzati sono riportati nel § 4.1.1 e nella *Scheda di rilevamento pedologico* di campo allegata (Allegato 2).

4.2 Sistema agrovoltaiico

Come indicato dalle *Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici*⁵, due requisiti che i sistemi agrovoltaici devono rispettare al fine di rispondere alla finalità generale per cui sono realizzati richiedono l'adozione di un sistema di monitoraggio che sia in grado di:

- verificare il risparmio idrico e la continuità dell'attività agricola, ovvero l'impatto sulle colture, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture e la continuità delle attività dell'azienda agricola interessata (Requisito D);
- verificare il recupero della fertilità del suolo, il microclima, la resilienza ai cambiamenti climatici (Requisito E).

4.2.1 Identificazione dei parametri da monitorare

Al fine di soddisfare i Requisiti D ed E precedentemente esposti si prevede di monitorare:

- *consumo d'acqua;*
- *consumo energetico per unità di prodotto (applicazione LCA);*
- *albedo;*
- *valutazione dell'ombreggiatura;*
- *evapotraspirazione;*
- *umidità del terreno;*
- *incremento di sostanza organica.*
- *temperatura;*
- *umidità dell'aria;*
- *velocità del vento;*

4.2.2 Aspetti metodologici

Tali misurazioni verranno eseguite sia mediante valutazioni di campo sia mediante l'installazione di apposite centraline munite dei sensori necessari e verranno condotte sia al di sotto dei pannelli sia in pieno campo. Per la localizzazione delle postazioni di monitoraggio (S2, S3, S4 nel Settore A; S15, S16, S19, S20 nel Settore B; S8, S9 nel Settore C) si rimanda alla Tavola 1 allegata al presente piano di monitoraggio.

4.3 Aspetti meteo-climatici

Il PMA prevede solo l'analisi delle caratteristiche climatiche e meteo diffuse dell'area di studio, tramite la raccolta e l'organizzazione dei dati meteorologici disponibili, per verificare l'influenza delle caratteristiche meteorologiche locali sulla diffusione e sul trasporto degli inquinanti (in corso d'opera) e le condizioni meteo finalizzate all'irraggiamento e/o, per l'analisi anemometrica per la stabilità delle varie stringhe costituenti l'impianto (fase di esercizio).

⁵ Il documento è stato pubblicato nel Giugno 2022 ed è elaborato dal Gruppo di lavoro coordinato dal MITE a cui hanno partecipato: CREA - Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria, ENEA - Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile, GSE - Gestore dei servizi energetici S.p.A. ed RSE - Ricerca sul sistema energetico S.p.A. Il documento è consultabile al seguente link: https://www.mite.gov.it/sites/default/files/archivio/allegati/PNRR/linee_guida_impianti_agrivoltaici.pdf

4.3.1 Identificazione dei parametri da monitorare

Il monitoraggio degli aspetti meteo-climatici ha lo scopo di valutare i seguenti parametri:

- *temperatura*
- *umidità*
- *velocità e direzione del vento*
- *pressione atmosferica*
- *precipitazione*
- *radiazione solare*

Temperatura dell'aria

La temperatura dell'aria è influenzata da vari fattori, tra cui la latitudine, l'altitudine, l'alternarsi del dì e della notte e delle stagioni, la vicinanza del mare; essa, a sua volta, influisce sulla densità dell'aria e ciò è alla base di importanti processi atmosferici. La temperatura dell'aria verrà misurata tramite sensori di temperatura dell'aria per applicazioni meteorologiche montati in schermi antiradianti (a ventilazione naturale o forzata) ad alta efficienza.

Umidità

L'umidità è una misura della quantità di vapor acqueo presente nell'aria. La massima quantità di vapor d'acqua che una massa d'aria può contenere è tanto maggiore quanto più elevata è la sua temperatura. Pertanto le elaborazioni non sono espresse in umidità assoluta, bensì la in umidità relativa, che è il rapporto tra la quantità di vapor d'acqua effettivamente presente nella massa d'aria e la quantità massima che essa può contenere a quella temperatura. Nel periodo estivo, valori pari al 100% di umidità relativa corrispondono a condensazione, ovvero ad eventi di pioggia. La componente umidità verrà misurata e monitorata tramite termoigrometri specificatamente disegnati per applicazioni meteorologiche dove possono essere richieste misure in presenza di forti gradienti termici ed igrometrici, considerato che il clima della regione e del sito di installazione hanno valori percentuali di umidità specie nei periodi estivi molto elevati.

Velocità e direzione del vento

In meteorologia il vento è il movimento di una massa d'aria atmosferica da un'area con alta pressione (anticiclonica) a un'area con bassa pressione (ciclonica). In genere con tale termine si fa riferimento alle correnti aeree di tipo orizzontale, mentre per quelle verticali si usa generalmente il termine correnti convettive che si originano invece per instabilità atmosferica verticale. Le misurazioni saranno effettuate tramite sensori combinati di velocità e direzione del vento, con anemometri a coppe e banderuola e ultrasonici, per l'installazione dei dispositivi di misurazione si sceglieranno dei punti idonei in modo tale da reperire in maniera coerente sia la velocità massima- minima e media e soprattutto la direzione prevalente del vento.

Pressione atmosferica

La pressione atmosferica normale o standard è quella misurata alla latitudine di 45°, al livello del mare e ad una temperatura di 0 °C su una superficie unitaria di 1 cm², che corrisponde alla pressione di una colonna di mercurio di 760 mm che corrisponde a 1013,25 hPa (ettopascal) o mbar (millibar). La pressione atmosferica è influenzata dalla temperatura dell'aria e dall'umidità che, al loro aumentare, generano una diminuzione di pressione.

Gli spostamenti di masse d'aria fredda e calda generano importanti variazioni di pressione. Infatti non è tanto il valore assoluto di pressione che deve interessare, ma la sua variazione nel tempo. Nelle giornate di alta pressione, l'umidità e gli inquinanti contenuti nell'atmosfera vengono "premuti" verso il basso e costretti a rimanere concentrati in prossimità del suolo, generando inevitabilmente un peggioramento della qualità dell'aria. Tra le sostanze principali che "subiscono" questo meccanismo di accumulo vi sono senz'altro il biossido di azoto, l'ozono e le polveri sottili. La pressione atmosferica verrà rilevata attraverso appositi sensori barometrici.

Precipitazioni

Quando l'aria umida, riscaldata dalla radiazione solare si innalza, si espande e si raffredda fino a condensarsi (l'aria fredda può contenere meno vapore acqueo rispetto a quella calda e viceversa) e forma una nube, costituita da microscopiche goccioline d'acqua diffuse dell'ordine dei micron. Queste gocce, unendosi (coalescenza), diventando più grosse e pesanti, cadono a terra sotto forma di pioggia, neve, grandine. Le precipitazioni vengono in genere misurate utilizzando due tipi di strumenti: pluviometro e pluviografo. Il primo strumento consiste in un piccolo recipiente, in genere di forma cilindrica, e dalle dimensioni standardizzate che ha il compito di raccogliere e conservare la pioggia che si è verificata in un certo intervallo di tempo, generalmente un giorno, sul territorio dove è installato. In questo modo è possibile ottenere una misura giornaliera delle precipitazioni in una data località. Diversamente il pluviografo è uno strumento che ha il compito di registrare la pioggia verificatasi a una scala temporale inferiore al giorno, attualmente sono disponibili pluviografi digitali con risoluzione temporale dell'ordine di qualche minuto. Convenzionalmente in Italia la pioggia viene misurata in millimetri (misura indipendente dalla superficie).

Radiazione solare

La radiazione solare globale, espressa in W/m^2 , è ottenuta dalla somma della radiazione solare diretta e della radiazione globale diffusa ricevuta dall'unità di superficie orizzontale.

La radiazione solare verrà misurata tramite un piranometro che è un radiometro per la misura dell'irraggiamento solare secondo la normativa ISO 9060 e WMO N. 8.

Questi sensori sono classificati come Standard Secondario ISO9060, con un'incertezza giornaliera totale di solo il 2%, tempi di risposta rapidi, sensori ideali per gli utenti che richiedono accuratezza e affidabilità di alto livello.

4.3.2 Aspetti metodologici

La WMO è l'agenzia tecnica dell'ONU che coordina la meteorologia, la climatologia e l'idrologia operativa su tutto il pianeta. Una delle sue principali missioni è la promozione della standardizzazione delle misurazioni meteorologiche. Questo tema viene definito nella "Guide to Instruments and Methods of Observation" WMO-No.8 - 2018, Vol. 1 "Measurement of Meteorological Variables"; il documento è noto anche come CIMO5 Guide (WMO, 2018).

In sintesi, la WMO definisce i quattro criteri necessari per ottenere delle misurazioni di qualità:

- utilizzare stazioni meteorologiche automatiche;
- utilizzare sensori di qualità elevata;
- installare i sensori in siti idonei, con una corretta altezza dal suolo ed esposizione;
- garantire un elevato standard di supervisione (manutenzione, ispezione e calibrazione dei sensori).

Oltre alle linee guida WMO, esistono altre due norme specifiche che riguardano le stazioni e le reti meteorologiche:

- la norma ISO 19289, 2015 "Air quality - Meteorology - Siting classifications for surface observing stations on land" che riprende in toto il "Siting Classifications for Surface Observing Stations on Land" (WMO-No. 8, 2018), Volume I, Capitolo 1, Allegato 1D, illustrato più avanti in questo testo;
- la norma UNI EN 17277:2020 "Idrometria - Requisiti di misurazione e classificazione degli strumenti pluviometrici per la misura dell'intensità di precipitazione", che considera il parametro precipitazione e definisce le procedure e la strumentazione per eseguire prove in laboratorio e in campo, in condizioni stazionarie, a fini di taratura, verifica e conferma metrologica degli strumenti di misura, arrivando a classificare i pluviometri sulla base delle loro prestazioni in laboratorio.

In Tabella 7 sono riportati i dati di sintesi per il monitoraggio riferito agli aspetti meteo-climatici. Come centralina meteo-climatica verrà presa a riferimento la vicina stazione "Canino-Pianacce" appartenente alla rete del Servizio Integrato Agrometeorologico delle Regione Lazio, la quale dista circa 1,9 km in direzione SO dal Settore B dell'impianto fotovoltaico e risulta dotata della strumentazione necessaria per misurare i parametri da monitorare.

Per la localizzazione della postazione di monitoraggio (M1) si rimanda alla tavola allegata al presente piano di monitoraggio (Allegato 1).

Tabella 7. Sintesi dei monitoraggi per gli aspetti meteo-climatici.

	Ante-operam (AO)	Corso d'opera (CO)	Post-operam (PO)	
			Fase di esercizio (PO-esercizio)	Fase di dismissione (PO-dismissione)
Obiettivi specifici del monitoraggio	Analisi delle caratteristiche climatiche e meteo diffuse dell'area di studio	Analisi delle caratteristiche climatiche e meteo diffuse dell'area di studio	Analisi delle caratteristiche climatiche e meteo diffuse dell'area di studio	n/a
Localizzazione delle aree di indagine e delle stazioni/punti di monitoraggio	Stazione meteo-climatica e qualità dell'aria M1	Stazione meteo-climatica e qualità dell'aria M1	Stazione meteo-climatica e qualità dell'aria M1	n/a
Parametri	Temperatura, umidità, velocità e direzione del vento, pressione atmosferica, precipitazione, radiazione solare	Temperatura, umidità, velocità e direzione del vento, pressione atmosferica, precipitazione, radiazione solare	Temperatura, umidità, velocità e direzione del vento, pressione atmosferica, precipitazione, radiazione solare	n/a
Frequenza e durata del monitoraggio	Monitoraggio in continuo per 1 anno prima dell'avvio della fase CO	Monitoraggio in continuo per l'intera durata del cantiere	Monitoraggio in continuo per l'intera durata della fase di esercizio	n/a
Metodologie di riferimento (campionamento,	Standard World Meteorological Organization (WMO)	Standard World Meteorological Organization (WMO)	Standard World Meteorological Organization (WMO)	n/a

analisi, elaborazione dati)				
Valori limite normativi e/o standard di riferimento	n/a	n/a	n/a	n/a

4.4 Rumore

Il monitoraggio del clima acustico è realizzato allo scopo di caratterizzare l'ambito territoriale interessato dalla realizzazione dell'impianto fotovoltaico in progetto ed ha lo scopo di esaminare le eventuali variazioni che intervengono nell'ambiente a seguito della costruzione dell'opera, risalendo alle loro cause. Il monitoraggio dello stato ambientale, eseguito prima, durante e dopo la realizzazione dell'opera consentirà di:

- verificare l'effettivo manifestarsi delle previsioni d'impatto;
- verificare l'efficacia dei sistemi di mitigazione posti in essere;
- garantire la gestione delle problematiche ambientali che possono manifestarsi nelle fasi di costruzione e di esercizio dell'infrastruttura stradale;
- rilevare tempestivamente emergenze ambientali imprevedute per potere intervenire con adeguati provvedimenti.

Nell'ambito di tali fasi operative si procederà, rispettivamente, alla rilevazione dei livelli sonori attuali (assunti come "momento zero" di riferimento), alla misurazione del clima acustico nella fase di realizzazione dell'impianto fotovoltaico e delle attività di cantiere e alla rilevazione dei livelli sonori nella fase post operam.

In particolare, il monitoraggio della fase ante-operam è finalizzato ai seguenti obiettivi:

- testimoniare lo stato dei luoghi e le caratteristiche dell'ambiente naturale ed antropico esistenti precedentemente all'apertura dei cantieri ed all'esercizio dell'infrastruttura di progetto;
- quantificare un adeguato scenario di indicatori ambientali tali da rappresentare, per le posizioni più significative, il "momento zero" a cui riferire l'esito dei successivi rilevamenti atti a descrivere gli effetti indotti dalla realizzazione e dall'esercizio dell'opera; consentire un'agevole valutazione degli accertamenti effettuati, al fine di evidenziare specifiche esigenze ambientali ed orientare opportunamente gli eventuali interventi di mitigazione previsti nel progetto acustico.

Le finalità del monitoraggio della fase di corso d'opera sono le seguenti:

- documentare l'eventuale alterazione dei livelli sonori rilevati nello stato ante-operam dovuta allo svolgimento delle fasi di realizzazione dell'infrastruttura di progetto;
- individuare eventuali situazioni critiche che si dovessero verificare nella fase di realizzazione delle opere, allo scopo di prevedere delle modifiche alla gestione delle attività del cantiere e/o al fine di realizzare degli adeguati interventi di mitigazione, di tipo temporaneo.

Il monitoraggio della fase post-operam è finalizzato ai seguenti aspetti:

- confronto degli indicatori definiti nel "momento zero" con quanto rilevato in corso di esercizio dell'opera e con quanto rilevato nella fase di esercizio dell'impianto;
- controllo ed efficacia degli eventuali interventi di mitigazione realizzati (collaudo, ecc.).

L'individuazione dei punti di misura deve essere effettuata in conformità a criteri legati alle caratteristiche territoriali dell'ambito di studio, alle tipologie costruttive previste per l'opera di cui si tratta, alle caratteristiche dei recettori individuati nelle attività di censimento, oltre che a quanto prescritto dalla normativa vigente (L. 447/95, DM 16/03/98 e s.m.i.).

4.4.1 Identificazione dei parametri da monitorare

La campagna di monitoraggio acustico ha lo scopo di definire i livelli sonori relativi alla situazione attuale, di verificare gli incrementi indotti dalla realizzazione dell'infrastruttura di progetto (corso d'opera) rispetto all'ante-operam (assunta come "momento zero" di riferimento) e gli eventuali incrementi indotti nella fase post-operam. Nel corso delle campagne di monitoraggio nelle 3 fasi temporali devono essere rilevate le seguenti categorie di parametri:

- parametri acustici;
- parametri meteorologici;
- parametri di inquadramento territoriale.

Tali dati vanno raccolti in schede riepilogative per ciascuna zona acustica di indagine con le modalità che verranno di seguito indicate.

Per quanto riguarda i descrittori acustici, si deve rilevare il livello equivalente (Leq) ponderato "A" espresso in decibel. Oltre il Leq è opportuno acquisire i livelli statistici L1, L10, L50, L90, L99 che rappresentano i livelli sonori superati per l'1, il 10, il 50, il 95 e il 99% del tempo di rilevamento.

Essi rappresentano la rumorosità di picco (L1), di cresta (L10), media (L50) e di fondo (L90 e, maggiormente, L99).

Nel corso della campagna di monitoraggio possono essere rilevati i seguenti parametri meteorologici:

- temperatura;
- velocità e direzione del vento;
- presenza/assenza di precipitazioni atmosferiche;
- umidità.

Le misurazioni di tali parametri saranno effettuate allo scopo di determinare le principali condizioni climatiche e di verificare il rispetto delle prescrizioni che sottolineano di non effettuare rilevazioni fonometriche nelle seguenti condizioni meteorologiche:

- velocità del vento > 5 m/s;
- temperatura dell'aria < 5°C
- presenza di pioggia e di neve

Nell'ambito del monitoraggio è anche prevista l'individuazione di una serie di parametri che consentono di indicare l'esatta localizzazione sul territorio delle aree di studio e dei relativi punti di misura. In corrispondenza di ciascun punto di misura saranno riportate le seguenti indicazioni:

- Toponimo;
- Comune con relativo codice ISTAT;
- Stralcio planimetrico in scala 1:5000;
- Zonizzazione acustica secondo Piano Comunale di Classificazione Acustica (PCCA) del Comune di Canino;
- Ubicazione precisa dei recettori;
- Destinazione urbanistica;
- Presenza di altre sorgenti inquinanti;
- Caratterizzazione acustica di tali sorgenti, riportando ad esempio i flussi e le tipologie di traffico stradale presente sulle arterie viarie, etc.;
- Documentazione fotografica;

- Descrizione delle principali caratteristiche del territorio: copertura vegetale, tipologia dell'edificio.

4.4.2 Aspetti metodologici

Il clima acustico in fase ante-operam è già stato studiato nell'ambito dello Studio di Impatto Ambientale. In particolare, i risultati dei rilievi ante-operam sono riportati nell'elaborato "Studio previsionale di impatto acustico" (cod. elab. FV_MUS01_V10).

Le aree dell'impianto fotovoltaico oggetto di studio e parte del cavidotto interrato in MT interessano una porzione di territorio del Comune di Canino (VT), il quale risulta dotato di Piano di Classificazione Acustica dei propri territori di cui, tuttavia, non sono disponibili informazioni né cartografia.

In assenza di informazioni i ricettori appartenenti al Comune di Canino potenzialmente impattati dalle attività di cantiere, esercizio e dismissione dell'impianto fotovoltaico e del cavidotto interrato sono stati considerati nella classe più cautelativa, classe I.

La restante parte di cavidotto interrato in MT e l'area della SEU sono ubicate nel territorio del Comune di Manciano (GR), il quale risulta dotato di Piano di Classificazione Acustica Comunale approvato con Atto comunale di approvazione n. 9 del 10 marzo 2005. Dalla cartografia del PCCA si evince che la SEU ricade in classe acustica III, mentre il cavidotto in MT attraversa prevalentemente la classe acustica III⁶ e, nel tratto compreso tra il confine regionale e la SP 67 Campigliola, la classe acustica II (Figura 21).

Tabella 8. Limiti assoluti e differenziali di immissione previsti per le classi acustiche.

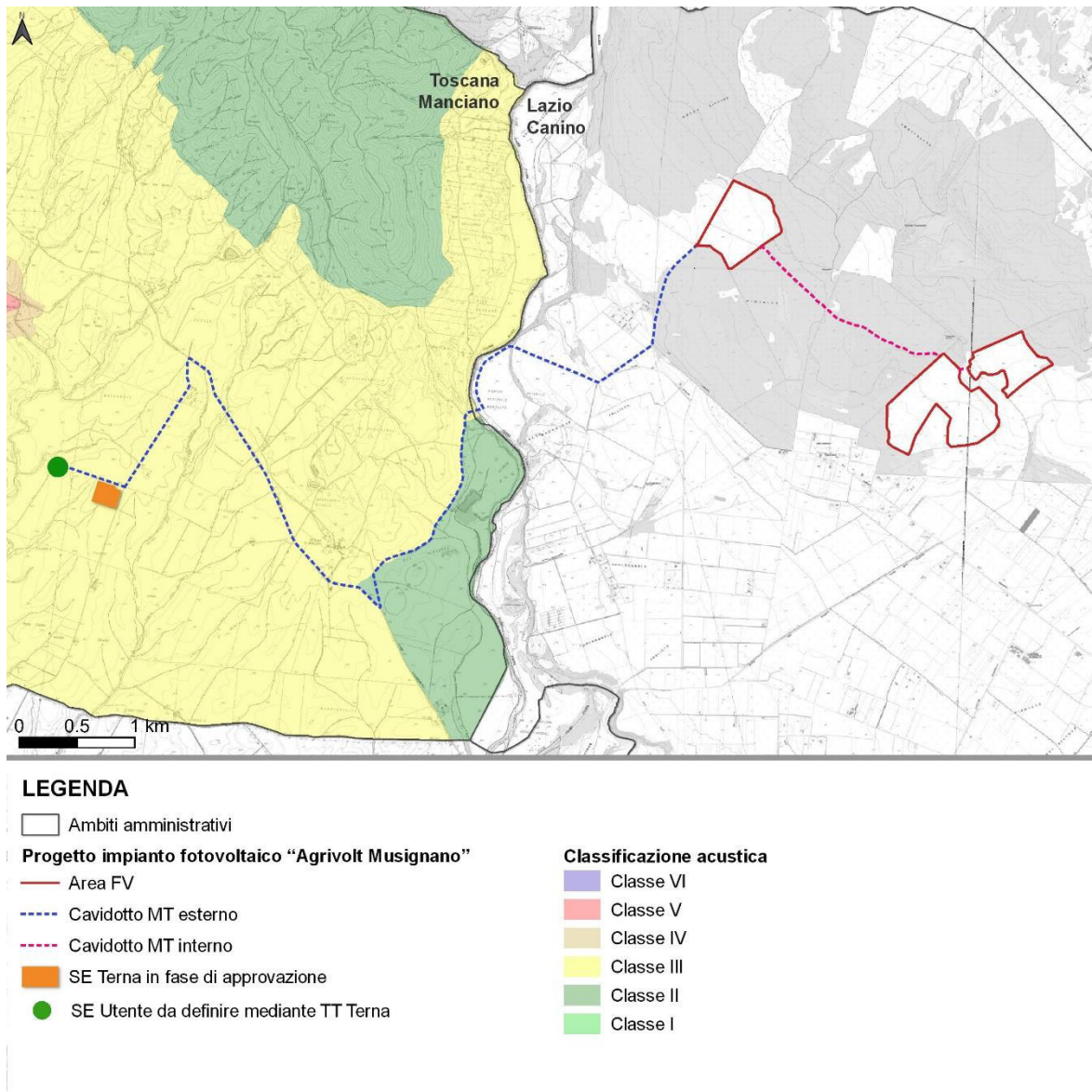
Classe	Limiti Assoluti di Immissione [dBA]		Limiti Differenziali di Immissione [dBA]	
	Night	Day	Night	Day
I - aree particolarmente protette	40	50	3	5
II - aree prevalentemente residenziali	45	55	3	5
III - aree di tipo misto	50	60	3	5
IV - aree di intensa attività umana	55	65	3	5
V - aree prevalentemente industriali	60	70	3	5
VI - aree esclusivamente industriali	70	70	-	-

⁶ In accordo con il DPCM 14/11/1997 le porzioni di territorio che ricadono in classe III sono così descritte: "Classe III - Di tipo misto: rientrano in questa classe le aree urbane interessate da traffico veicolare locale o di attraversamento, con media densità di popolazione con presenza di attività commerciali, uffici, con limitata presenza di attività artigianali e con assenza di attività industriali; aree rurali interessate da attività che impiegano macchine operatrici".

Tabella 9. Limiti assoluti e differenziali di immissione previsti per le classi acustiche.

Classe	Limiti di Emissione [dBA]	
	Night	Day
I - aree particolarmente protette	35	45
II - aree prevalentemente residenziali	40	50
III - aree di tipo misto	45	55
IV - aree di intensa attività umana	50	60
V - aree prevalentemente industriali	55	65
VI - aree esclusivamente industriali	65	65

Figura 21. Piano di Classificazione Acustica del Comune di Manciano nell'area di intervento.



Le aree dell'impianto fotovoltaico e le relative opere di connessione (cavidotto in MT e SEU) si inseriscono in una zona prettamente agricola, caratterizzata dalla presenza di un edificato sparso destinato principalmente ad uso residenziale, agricolo e rimessa.

Per quanto riguarda il monitoraggio ante-operam, al fine di confermare il clima acustico dell'area definito nello "Studio previsionale di impatto acustico", si ritiene che debbano essere eseguite delle misure prima dell'inizio del cantiere.

Per quanto riguarda il monitoraggio in corso d'opera (CO), in fase di cantiere la produzione di rumore sarà provocata esclusivamente dai macchinari utilizzati per la realizzazione dell'impianto e opere di rete.

Sulla base delle valutazioni condotte sono stati rilevati alcuni superamenti dei limiti assoluti (emissione ed immissione) di zona definiti dal PCCA comunale sia del criterio differenziale di immissione preso diversi ricettori presenti intorno alle aree dell'impianto fotovoltaico e della SEU. Al fine di mitigare gli impatti saranno installate delle barriere acustiche mobili ad altezza pari a 2 m, costituite da pannelli fonoassorbenti/fonoisolanti accostati tra loro con soluzione di continuità, nelle fasi di lavorazione svolte nelle immediate vicinanze dei ricettori, e dovrà essere richiesta apposita deroga per l'attività di cantiere.

Sulla base delle considerazioni sopra riportate e le evidenze emerse nell'ambito dell'analisi previsionale riportata nello "Studio previsionale di impatto acustico" si ritiene pertanto che i rilievi fonometrici dovranno essere condotti in corso d'opera installando due postazioni di misura: una presso il recettore ID62, che rappresenta il recettore sensibile più vicino alle aree d'impianto e l'altra in corrispondenza del recettore ID 39, ubicato a circa 200 m dalla SEU.

Per quanto riguarda il monitoraggio post-operam si prevede di eseguire le misure in fase di esercizio al fine di verificare le valutazioni previsionali riportate nello "Studio previsionale di impatto acustico". La valutazione previsionale di impatto acustico ha rilevato che i limiti di emissione, immissione e i livelli differenziale sono rispettati, pertanto sarà eseguita una sola campagna di rilievo in prossimità dei ricettori ID 39 e 62 al fine di verificare la correttezza delle valutazioni previsionali.

Per quanto riguarda il monitoraggio post-operam in fase di dismissione, analogamente a quanto previsto per la fase di costruzione, sono previsti locali modifiche al clima acustico dei luoghi legate alle lavorazioni necessarie per la rimozione delle strutture installate. Analogamente a quanto individuato per la fase di costruzione la produzione di rumore sarà provocata esclusivamente dai macchinari dagli automezzi per l'allontanamento dei pannelli. Si può tuttavia ritenere che le pressioni sonore saranno minori rispetto alla fase di esercizio in quanto non sarà utilizzata la macchina battipalo che presenta pressioni sonore molto più elevate rispetto agli altri macchinari. Analoghe considerazioni possono essere fatte per la dismissione del cavidotto.

In Tabella 10 sono riportati i dati di sintesi per il monitoraggio del clima acustico. È prevista l'installazione di una centralina in prossimità dell'abitazione posta al limite Sud-Ovest del Settore B dell'impianto (ricettore ID 62) e una presso il recettore ID 39 posto a circa 200 m dall'area della SEU. Per la localizzazione delle postazioni di monitoraggio del rumore si rimanda alla Tavola 1 allegata al presente piano di monitoraggio.

Tabella 10. Sintesi dei monitoraggi per il clima acustico.

	Ante-operam (AO)	Corso d'opera (CO)	Post-operam (PO)	
			Fase di esercizio (PO-esercizio)	Fase di dismissione (PO-dismissione)
Obiettivi specifici del monitoraggio	Determinazione dei livelli acustici in assenza del progetto	Determinazione dei livelli acustici durante la realizzazione delle opere (impianto fotovoltaico e cavidotto)	Determinazione dei livelli acustici durante la fase di esercizio	Determinazione dei livelli acustici durante la fase di dismissione
Localizzazione delle aree di indagine e delle stazioni/punti di monitoraggio	Postazione fonometrica R1, R2	Postazione fonometrica R1, R2	Postazione fonometrica R1, R2	Postazione fonometrica R1, R2
Parametri	parametri acustici (LeqA; L1, L10, L50, L90, L99) parametri meteorologici (T, velocità e dir. Vento, precipitazioni, umidità) parametri di inquadramento territoriale.	parametri acustici (LeqA; L1, L10, L50, L90, L99) parametri meteorologici (T, velocità e dir. Vento, precipitazioni, umidità) parametri di inquadramento territoriale.	parametri acustici (LeqA; L1, L10, L50, L90, L99) parametri meteorologici (T, velocità e dir. Vento, precipitazioni, umidità) parametri di inquadramento territoriale.	parametri acustici (LeqA; L1, L10, L50, L90, L99) parametri meteorologici (T, velocità e dir. Vento, precipitazioni, umidità) parametri di inquadramento territoriale.
Frequenza e durata del monitoraggio	1 rilievo (>15 min)	Almeno 2 rilievi (1 ogni 6 mesi) in periodo diurno	1 rilievo in periodo diurno	Almeno 2 rilievi (1 ogni 6 mesi) in periodo diurno
Metodologie di riferimento (campionamento, analisi, elaborazione dati)	L. 447/95, DM 16/03/98 e s.m.i.).	L. 447/95, DM 16/03/98 e s.m.i.).	L. 447/95, DM 16/03/98 e s.m.i.).	L. 447/95, DM 16/03/98 e s.m.i.).
Valori limite normativi e/o standard di riferimento	PCCA Canino per aree impianto; PCCA Manciano per area SEU	PCCA Canino per aree impianto; PCCA Manciano per area SEU	PCCA Canino per aree impianto; PCCA Manciano per area SEU	PCCA Canino per aree impianto; PCCA Manciano per area SEU

4.5 Elettromagnetismo

4.5.1 Identificazione dei parametri da monitorare

I parametri monitorati saranno le tre componenti di induzione magnetica nello spazio (B_x , B_y e B_z) da cui sarà ricavato il valore del campo risultante (B).

4.5.2 Aspetti metodologici

Gli interventi di monitoraggio riguardano la Sottostazione Elettrica di trasformazione Utente (SEU). L'area della SEU si inserisce in una zona prettamente agricola, caratterizzata dalla presenza di un edificio sparsa destinato principalmente ad uso residenziale, agricolo e rimessa. Nell'intorno di 500 m dal perimetro della SEU è stato identificato un solo ricettore (indicato con l'ID 39 nello "Studio previsionale di impatto acustico") ad uso residenziale.

Si prevede quindi di effettuare il monitoraggio in un punto posto in prossimità della SEU, indicato nella Tavola 1 allagata al presente documento, in cui verranno effettuate misure:

- ante-operam, per la verifica dei livelli di campo elettromagnetico preesistenti alla realizzazione delle opere in progetto;
- post-operam, per la verifica dei livelli di campo elettromagnetico conseguenti alla realizzazione delle opere in progetto.

Le misure di induzione magnetica verranno effettuate in accordo con la norma CEI 211-67 e con il DM 29/05/2008⁸.

I rilievi verranno effettuati con misuratori a sonda isotropa. Gli strumenti misurano le tre componenti di induzione magnetica nello spazio (B_x , B_y e B_z) e ne ricavano il valore del campo risultante (B). Gli strumenti sono sottoposti a verifica periodica di taratura secondo quanto prescritto dalla Norma CEI 211-6. Allo scopo di valutare le condizioni di esposizione su un periodo di tempo rappresentativo, il monitoraggio dell'induzione magnetica verrà protratto per un periodo di almeno 24 ore registrando i valori dell'induzione magnetica ogni minuto. I punti di installazione degli strumenti di misura saranno individuati nelle pertinenze di ciascun ricettore in posizione tale che la distanza dall'elettrodotto in progetto sia minima. Nel posizionamento degli strumenti si avrà cura di collocare il punto di misura lontano da sorgenti locali di campo magnetico eventualmente presenti.

In Tabella 11 sono riportati i dati di sintesi per il monitoraggio dei campi elettromagnetici. È prevista l'installazione di una centralina in prossimità della SSEU e dell'area comune. Per la localizzazione della postazione di monitoraggio del rumore si rimanda alla Tavola 1 allagata al presente piano di monitoraggio.

⁷ Norma Tecnica CEI n° 211-6 del 01/01/2001: "Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz - 10 kHz, con riferimento all'esposizione umana".

⁸ Decreto Ministeriale del 29/05/2008: "Approvazione delle procedure di misura e valutazione dell'induzione magnetica.", pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale Italiana n° 153 del 2 luglio 2008

Tabella 11. Sintesi dei monitoraggi dei campi elettromagnetici.

	Ante-operam (AO)	Corso d'opera (CO)	Post-operam (PO)	
			Fase di esercizio (PO-esercizio)	Fase di dismissione (PO-dismissione)
Obiettivi specifici del monitoraggio	Determinazione del campo elettromagnetico in assenza del progetto	n/a	Determinazione del campo elettromagnetico durante la fase di esercizio	n/a
Localizzazione delle aree di indagine e delle stazioni/punti di monitoraggio	Postazione di misura E1	n/a	Postazione di misura E1	n/a
Parametri	tre componenti di induzione magnetica nello spazio (Bx, By e Bz).	n/a	tre componenti di induzione magnetica nello spazio (Bx, By e Bz)	n/a
Frequenza e durata del monitoraggio	1 rilievo	n/a	1 rilievo	n/a
Metodologie di riferimento (campionamento, analisi, elaborazione dati)	DPCM 8 luglio 2003 Obiettivo di qualità < 3 µT	n/a	DPCM 8 luglio 2003 Obiettivo di qualità < 3 µT	n/a
Valori limite normativi e/o standard di riferimento		n/a		n/a

5 EFFICACIA DELLE MISURE DI MITIGAZIONE PER LE OPERE DI INSERIMENTO AMBIENTALE

Tra gli obiettivi del Piano di Monitoraggio Ambientale vi è anche la verifica dell'efficacia delle opere di mitigazione realizzate al fine di migliorare l'inserimento delle aree d'impianto nel contesto ambientale e paesaggistico d'intervento.

Il progetto, in particolare, prevede la messa a dimora lungo lo sviluppo del fosso *Forma della Doganella*, non lontano dalla SP106 Doganella, di una siepe arboreo-arbustiva campestre costituita da elementi della rete ecologica locale, in modo tale da riproporre formazioni il più possibile naturaliformi che evitino l'effetto barriera e che contribuiscano ad incrementare la rete locale di connettività ecologica. Gli arbusti prevedranno alcune specie sempreverdi riconducibili alla macchia mediterranea per garantire un'adeguata copertura visiva dall'esterno, alternata a specie a foglia caduca in modo tale da consentire contemporaneamente la diversificazione specifica e la mitigazione percettiva dell'impianto oltre che allo scopo di creare un effetto il più naturale possibile.

Di seguito si riporta una tabella contenente le specie che si prevede di mettere a dimora nell'ambito della realizzazione della siepe di mitigazione, la densità di impianto e le caratteristiche del materiale vivaistico.

Tabella 12. Specie e densità di impianto della siepe di mitigazione dell'impianto.

Piano Arboreo						
densità media di impianto: 1 p.ta/10 mq						
Nome specifico	Nome volgare	%	N. piante per 120 mq	Età	Altezza (cm)	Contenitore
<i>Quercus pubescens</i>	Roverella	40%	5	2+0	100-180	7 l
<i>Ulmus minor</i>	Olmo campestre	30%	3,5	2+0	100-180	7 l
<i>Fraxinus angustifolia</i>	Frassino meridionale	30%	3,5	2+0	100-180	7 l
Totale specie arboree per 120 mq		100%	12			

Piano Arbustivo						
densità media di impianto: 1 p.ta/1 mq						
Nome specifico	Nome volgare	%	N. piante per 120 mq	Età	Altezza (cm)	Contenitore
<i>Prunus spinosa</i>	Prugnolo	25%	30	-	60-80	0.75 l
<i>Paliurus spina christi</i>	Marruca	25%	30	-	60-80	0.75 l
<i>Cornus sanguinea</i>	Sanguinello	25%	30	-	60-80	0.75 l
<i>Pistacia lentiscus</i>	Lentisco	25%	30	-	60-80	0.75 l
Totale specie arbustive per 120 mq		100%	120			

Al fine di garantire una migliore occupazione dello spazio epigeo ed ipogeo, ridurre l'artificialità di un sesto geometrico tipico degli interventi a carattere antropico e comunque tenuto conto della funzione di mitigazione dell'impianto rivestita dalla siepe arborata, per la messa a dimora della vegetazione si prevede di adottare un modello sinusoidale fondato sulla creazione di file con andamento debolmente curvilineo, con braccio dall'asse di 0,5 m e periodo di 20 m. L'impianto lungo le file avverrà con collocazione sfalsata e, quindi, con sesto irregolare.

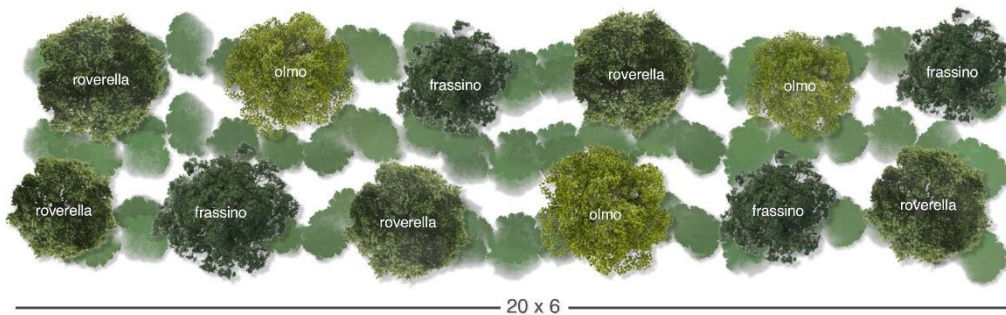
Onde evitare che con lo sviluppo di specie infestanti pioniere lo strato arbustivo ed i piani di vegetazione superiori vengano soffocati e quindi le specie di maggiore pregio non riescano ad attecchire correttamente,

l'impianto delle specie arbustive avrà densità d'impianto pari a 1 pianta/mq mentre per il piano arboreo la densità sarà pari a 1 p.ta/10 mq.

La necessità di utilizzare il sesto d'impianto sopradescritto nasce dall'esigenza di creare una naturalità diffusa nella siepe arborata che dovrà somigliare quanto più possibile alle siepi campestri spontanee presenti in loco. Le specie messe a dimora saranno distribuite in modo randomizzato affinché non si percepisca la natura antropica del popolamento vegetale.

Alla dismissione dell'impianto, la siepe campestre potrà essere mantenuta in qualità di elemento della rete ecologica locale.

Figura 22. Schema d'impianto della siepe arborata.



L'attecchimento e sviluppo vegetativo delle specie messe a dimora dovranno essere verificati durante tutta la fase di corso d'opera.

In particolare, tenuto conto delle finalità dell'impianto, il monitoraggio sarà articolato in due fasi:

- monitoraggio opere a verde *post impianto* (della durata di ca. 3 anni dalla messa a dimora della vegetazione);
- monitoraggio opere a verde *di lungo periodo* (della durata di ca. 27 anni, dall'anno 4 all'anno 30, fine vita utile dell'impianto).

Preliminarmente alla descrizione delle attività di monitoraggio da svolgere, preme evidenziare l'importanza della presenza di esperti botanici e/o tecnici agronomi/forestali per la verifica puntuale dell'attecchimento dell'impianto, del vigore delle specie piantate e per valutare la necessità di specifiche azioni finalizzate al mantenimento della funzionalità della fascia vegetata.

5.1 Monitoraggio delle opere a verde post impianto

Nella presente sezione s'illustra il piano di monitoraggio post impianto necessario a garantire la funzionalità degli interventi realizzati tenendo conto delle finalità tecniche dell'impianto, delle destinazioni finali delle aree e della fitoconsociazione che si vuole conseguire e mantenere.

In particolare, stanti le finalità dell'impianto, il monitoraggio della siepe arborata di mitigazione è orientato a garantire la corretta formazione di una fascia vegetale per l'inserimento ambientale e paesaggistico dell'impianto fotovoltaico (limitandone la percepibilità dall'intorno territoriale) e per il miglioramento della dotazione ecologica locale dell'area.

Per tale ragione, il piano di monitoraggio post impianto che si propone ha una durata pari a 3 anni dopo i quali si prevede che, per tutta la vita utile dell'impianto, vengano attuate soltanto verifiche di lungo periodo finalizzate alla corretta gestione delle formazioni vegetali insediate.

5.1.1 Identificazione dei parametri da monitorare

Preliminarmente all'illustrazione degli indici per valutare il grado di attecchimento della vegetazione e, conseguentemente, la buona riuscita dell'impianto, preme evidenziare che la messa a dimora di specie arboree vede solitamente una percentuale fisiologica di mancato attecchimento con valori normali intorno al 25 – 30%, *range* che può essere utilmente ridotto mediante la selezione di materiale vivaistico di buona qualità e l'esecuzione d'interventi di trapianto secondo buone norme tecnico – operative e nelle corrette epoche vegetative.

L'*indice di attecchimento*, espresso come percentuale di radicamento del materiale di propagazione messo a dimora, dovrà essere valutato da tecnico agronomo/forestale e rappresenta un indicatore fondamentale per la programmazione degli interventi post impianto. In particolare, la valutazione di tale indice consente di programmare gli interventi di sostituzione delle fallanze o, dove necessario, gli interventi colturali per migliorare l'impianto. Inoltre l'applicazione di tale indice consente di valutare la presenza e la diffusione di eventuali specie esotiche invasive allo scopo di delineare tempestivi ed efficaci interventi di gestione/contenimento.

Un indice di attecchimento (e quindi di copertura) omogeneo e continuo, infatti, è fondamentale soprattutto per garantire che all'interno dell'impianto possano succedersi le diverse fasi evolutive del popolamento in modo tale che ciascun piano di vegetazione (dominante, dominato, ecc.) abbia modo di svilupparsi correttamente contribuendo alla ricreazione dell'ecosistema desiderato.

Oltre all'indice di attecchimento, in fase post impianto saranno altresì verificati la presenza e consistenza di:

- disseccamenti o altri segnali di stress idrico;
- vegetazione infestante (specie e %di copertura del suolo);
- stato di pali tutori e/o legature;
- fitopatie.

5.1.2 Aspetti metodologici

Il monitoraggio post impianto avverrà percorrendo l'intero sviluppo della siepe arborata lineare e verificando mano a mano l'attecchimento della vegetazione, la presenza e consistenza di disseccamenti legati allo stress idrico, la presenza e consistenza di specie infestanti o di fitopatie e l'efficacia di pali tutori e/o legature.

Per la localizzazione del transetto di analisi si rimanda alla tavola in Allegato 1.

In particolare si dovranno verificare le seguenti condizioni: la siepe arborata dovrà essere pari, in quantità e specie, a quanto previsto in progetto; dovrà essere sana, dotata di portamento corretto e ben sviluppata, esente da attacchi di insetti, malattie crittogamiche, virus o altre patologie; l'impianto non dovrà presentare specie infestanti, in particolare alloctone. Le piante dovranno essere esenti da deformazioni, capitozzature, ferite, grosse cicatrici o segni conseguenti a urti, legature, o altro tipo di scortecciamento. La chioma dovrà essere correttamente ramificata, uniforme ed equilibrata per simmetria e distribuzione delle branche principali e secondarie. I pali tutori ed i legacci dovranno essere efficienti e garantire un corretto portamento di ciascun esemplare.

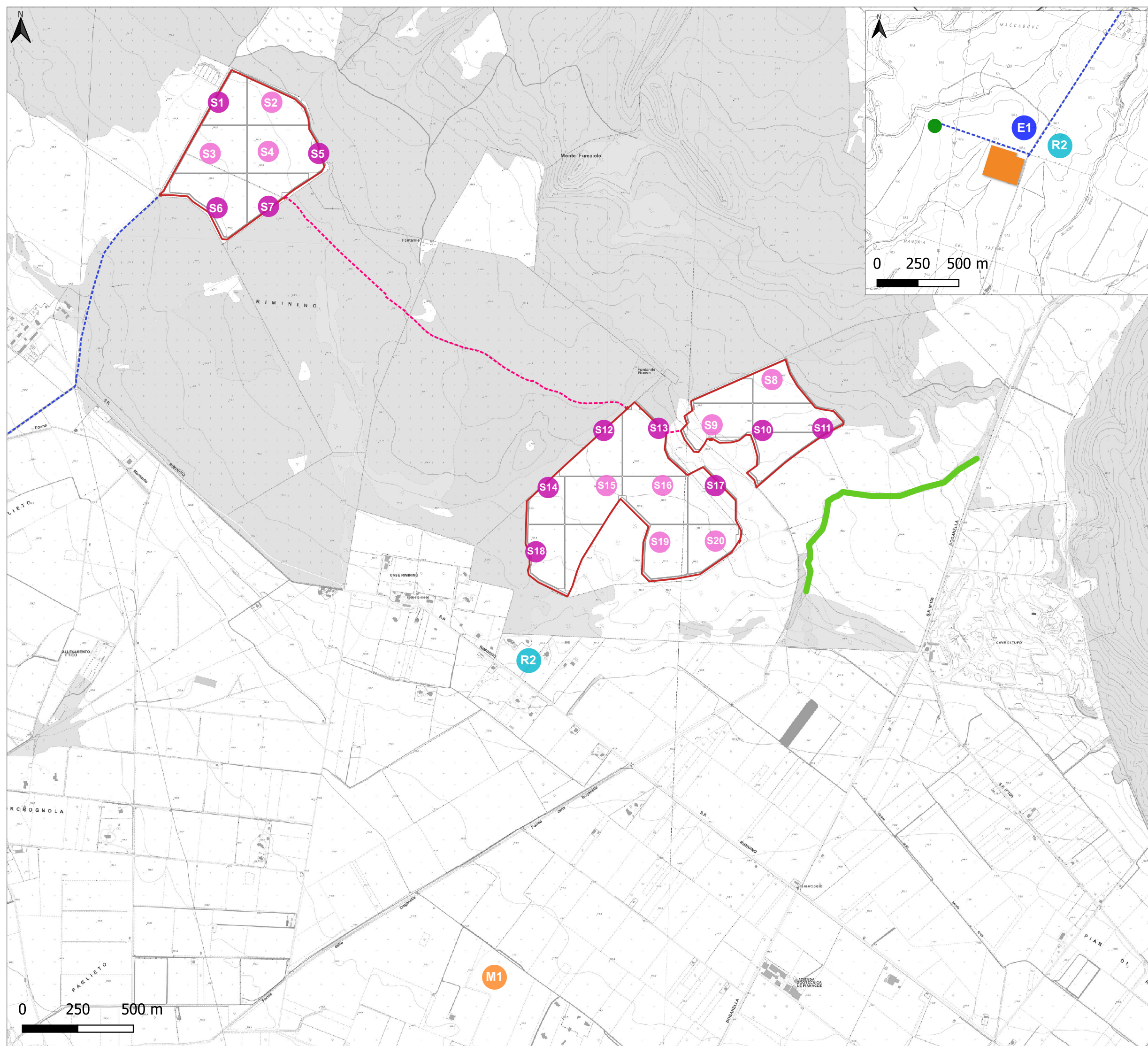
Inoltre, in conseguenza del corretto sviluppo della vegetazione, si dovrà verificare anche la progressiva efficacia della mitigazione, ossia la capacità dell'impianto di limitare la percepibilità dell'impianto dall'esterno.

In fase post impianto le attività di monitoraggio dovranno essere svolte almeno una volta per stagione per n.3 anni, ad eccezione del periodo invernale (da ottobre a marzo).

5.2 Monitoraggio delle opere a verde di lungo periodo

Analogo in termini di parametri da monitorare e di aspetti metodologici, il monitoraggio delle opere a verde di lungo periodo ha una durata di ca. 27 anni (ossia per tutta la vita utile dell'impianto dal termine della fase in post impianto alla dismissione) e dovrà essere svolto con una frequenza annuale, preferibilmente in primavera o autunno.

ALLEGATO 1
Localizzazione dei punti di monitoraggio



LEGENDA

- Ambiti amministrativi
- Progetto impianto fotovoltaico "Agrivolt Musignano"**
- Area FV
- Cavidotto MT esterno
- Cavidotto MT interno
- SE Terna in fase di approvazione
- SE Utente da definire mediante TT Terna
- Viabilità interna all'impianto
- Punti di monitoraggio delle componenti ambientali**
- Punto di monitoraggio per il meteo-clima
- Punto di monitoraggio per i campi elettromagnetici
- Punto di monitoraggio per il rumore
- Punto di monitoraggio per il suolo
- Punto di monitoraggio per il suolo (agrivoltaico)
- Transetto di monitoraggio delle opere a verde di mitigazione

ALLEGATO 2
Scheda di rilevamento della componente 'suolo'

CARATTERI STAZIONALI

UBICAZIONE	
Località	
Comune	
Provincia	

CODICE OSSERVAZIONE	
Codice sito di monitoraggio	
Codice campione	

TIPO OSSERVAZIONE		
Tipo di osservazione	<input type="checkbox"/>	Profilo (P)
	<input type="checkbox"/>	Trivellata (T)
	<input type="checkbox"/>	Minipit (M)

COORDINATE UTM	
UTM Est (X)	
UTM Ovest (Y)	

DATA E ORA	
Data	
Ora	

RILEVATORE	
Rilevatore	

PENDENZA		
Grado (da 0° a 60°)		
Tipo di pendenza (L: lineare; V: convesso; C: concavo)	<input type="checkbox"/>	
	<input type="checkbox"/>	
	<input type="checkbox"/>	
	<input type="checkbox"/>	
	<input type="checkbox"/>	
	<input type="checkbox"/>	
	<input type="checkbox"/>	
	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>		

ESPOSIZIONE (tramite bussola GPS)	
Grado (da 0° a 359°)	
0°	Esposizione Nord
90°	Esposizione Est
180°	Esposizione Sud
270°	Esposizione Ovest

PARENTAL MATERIAL		
<i>Materiale di partenza</i>	<input type="checkbox"/>	Fluviale, alluvionale
	<input type="checkbox"/>	Alluvionale endovallivo
	<input type="checkbox"/>	Colluviale, pedemontano
	<input type="checkbox"/>	Franoso, movimento di massa
	<input type="checkbox"/>	Valanghivo
	<input type="checkbox"/>	Lacustre
	<input type="checkbox"/>	Glaciale
	<input type="checkbox"/>	Fluvioglaciale
	<input type="checkbox"/>	Eolico
	<input type="checkbox"/>	Loess
	<input type="checkbox"/>	Materiale organico
	<input type="checkbox"/>	In situ

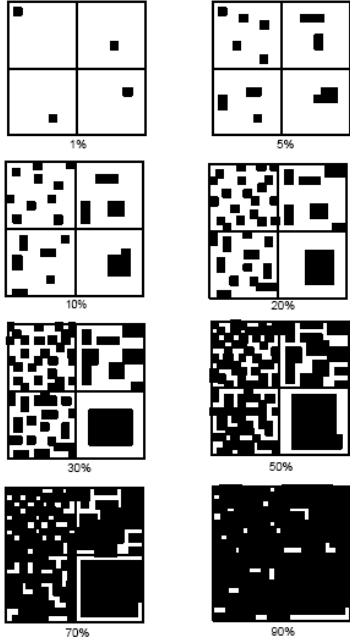
LITOLOGIA		
<i>Litologia</i>	<input type="checkbox"/>	Blocchi (> 500 mm)
	<input type="checkbox"/>	Blocchi calcarei
	<input type="checkbox"/>	Pietre (500-250 mm)
	<input type="checkbox"/>	Pietre calcaree
	<input type="checkbox"/>	Ciottoli (250-75 mm)
	<input type="checkbox"/>	Ciottoli calcarei
	<input type="checkbox"/>	Ghiaie (75-20 mm)
	<input type="checkbox"/>	Ghiaie calcaree
	<input type="checkbox"/>	Granuli (20-2 mm)
	<input type="checkbox"/>	Granuli calcarei
	<input type="checkbox"/>	Sabbie (2-0.05 mm)
	<input type="checkbox"/>	Sabbie calcaree
	<input type="checkbox"/>	Limi (0.05-0.002 mm)
	<input type="checkbox"/>	Limi calcarei
	<input type="checkbox"/>	Argille (< 0.002 mm)
	<input type="checkbox"/>	Argille calcaree
	<input type="checkbox"/>	Torba

MORFOLOGIA	
Ambiente (area vasta)	
<i>Forma</i>	<input type="checkbox"/> Altopiano
	<input type="checkbox"/> Collina
	<input type="checkbox"/> Fiume
	<input type="checkbox"/> Litorale, lago
	<input type="checkbox"/> Montagna
	<input type="checkbox"/> Pianura
	<input type="checkbox"/> Raccordo (piana versante)
	<input type="checkbox"/> Terrazzo
	<input type="checkbox"/> Antropico
	<input type="checkbox"/> Valle
Elemento	
<input type="checkbox"/> Versante con forme calanchive	<input type="checkbox"/> scarpata di terrazzo antico
<input type="checkbox"/> Rilievi o dossi montonati	<input type="checkbox"/> terrazzo antico ondulato
<input type="checkbox"/> Circo glaciale	<input type="checkbox"/> terrazzo alluvionale recente
<input type="checkbox"/> Pietraie e macereti	<input type="checkbox"/> Pianoro su versante con contropendenza
<input type="checkbox"/> Impluvio su versante	<input type="checkbox"/> Pianoro su versante senza contropendenza
<input type="checkbox"/> Versante complesso con salti di roccia	<input type="checkbox"/> Pianura intramorenica
<input type="checkbox"/> Versante complesso con impluvi ed incisioni	<input type="checkbox"/> Pianura uniforme
<input type="checkbox"/> Deformazione gravitativa profonda	<input type="checkbox"/> Pianura ondulata
<input type="checkbox"/> cima o crinale arrotondato	<input type="checkbox"/> Pianura con paleoalvei e/o meandri
<input type="checkbox"/> cresta o crinale affilato	<input type="checkbox"/> Pianura lievemente ondulata
<input type="checkbox"/> versante con erosione diffusa	<input type="checkbox"/> duna
<input type="checkbox"/> versante con erosione incanalata	<input type="checkbox"/> Interduna
<input type="checkbox"/> versante con movimenti di massa	<input type="checkbox"/> Pianura di fondovalle
<input type="checkbox"/> Colluvio o detrito di falda	<input type="checkbox"/> Spiaggia
<input type="checkbox"/> cono di deiezione	<input type="checkbox"/> duna litoranea
<input type="checkbox"/> frana o paleofrana	<input type="checkbox"/> depressione interdunale
<input type="checkbox"/> canale di valanga	<input type="checkbox"/> Palude costiera
<input type="checkbox"/> Glacis	<input type="checkbox"/> Falesia
<input type="checkbox"/> Calanco	<input type="checkbox"/> alveo fluviale in erosione
<input type="checkbox"/> affioramento roccioso	<input type="checkbox"/> alveo alluvionale
<input type="checkbox"/> forme moreniche	<input type="checkbox"/> alveo meandriforme
<input type="checkbox"/> valle glaciale sospesa	<input type="checkbox"/> Paleoalveo
<input type="checkbox"/> vallecchia di scaricatore glaciale	<input type="checkbox"/> Argine
<input type="checkbox"/> valle secca carsica	<input type="checkbox"/> Palude
<input type="checkbox"/> Caverna carsica	<input type="checkbox"/> depressione con torbiera
<input type="checkbox"/> valle intracollinare	<input type="checkbox"/> argine fluviale
<input type="checkbox"/> valle fluviale	<input type="checkbox"/> area golenale
<input type="checkbox"/> valle nivale	<input type="checkbox"/> lago colmato
<input type="checkbox"/> altopiano uniforme	<input type="checkbox"/> Spianamento
<input type="checkbox"/> altopiano ondulato	<input type="checkbox"/> terrazzamento su versante
<input type="checkbox"/> altopiano con incisioni	<input type="checkbox"/> argine artificiale
<input type="checkbox"/> Terrazzo antico uniforme	<input type="checkbox"/> Bonifiche
<input type="checkbox"/> Terrazzo antico con incisioni	
<i>Posizione</i>	<input type="checkbox"/> Nella parte alta della forma
	<input type="checkbox"/> Al centro della forma
	<input type="checkbox"/> Nella parte bassa della forma
	<input type="checkbox"/> Sul margine della forma
	<input type="checkbox"/> Nella zona di transizione con altre superfici

MORFOLOGIA

Sito (dettaglio)	
Forma (classificazione come sopra)	
Elemento (classificazione come sopra)	
Posizione (classificazione come sopra)	

PIETROSITÀ SUPERFICIALE

Pietrosità (Stima percentuale, vedi tavola sotto)	
	

ROCCIOSITÀ

Rocciosità (Stima percentuale, vedi tavola sotto)	
--	--

USO DEL SUOLO			
<i>Uso del suolo</i>			
<input type="checkbox"/>	Colture foraggere permanenti	<input type="checkbox"/>	Appena utilizzati
<input type="checkbox"/>	Prati permanenti asciutti	<input type="checkbox"/>	Bosco di ripa
<input type="checkbox"/>	Prati permanenti irrigui	<input type="checkbox"/>	Fustaie
<input type="checkbox"/>	Seminativi avvicendati	<input type="checkbox"/>	Fustaie latifoglie senza ceduo dominato
<input type="checkbox"/>	Frumento, orzo, avena etc.	<input type="checkbox"/>	Fustaie conifere senza ceduo dominato
<input type="checkbox"/>	Mais, sorgo	<input type="checkbox"/>	Fustaie miste senza ceduo
<input type="checkbox"/>	Risaia	<input type="checkbox"/>	Rimboschimenti
<input type="checkbox"/>	Colture orticole in campo	<input type="checkbox"/>	Rinnovazione naturale
<input type="checkbox"/>	Barbabietola da zucchero	<input type="checkbox"/>	Aree appena tagliate (a raso)
<input type="checkbox"/>	Soja	<input type="checkbox"/>	Fustaie latifoglie con ceduo dominato
<input type="checkbox"/>	Prati avvicendati a seminativi	<input type="checkbox"/>	Fustaie conifere con ceduo dominato
<input type="checkbox"/>	Erbai	<input type="checkbox"/>	Boschi misti
<input type="checkbox"/>	Seminativi arborati	<input type="checkbox"/>	Cedui composti
<input type="checkbox"/>	Colture agrarie legnose	<input type="checkbox"/>	Cedui coniferati
<input type="checkbox"/>	Vigneti	<input type="checkbox"/>	Cedui composti e coniferati
<input type="checkbox"/>	Pomacee	<input type="checkbox"/>	Boschi degradati (copertura < 20%)
<input type="checkbox"/>	Drupacee	<input type="checkbox"/>	Arbusteto
<input type="checkbox"/>	Castagneti da frutto	<input type="checkbox"/>	Pascoli
<input type="checkbox"/>	Noccioleti	<input type="checkbox"/>	Pascoli arborati e/o cespugliati
<input type="checkbox"/>	Piccoli frutti	<input type="checkbox"/>	Prati-pascoli
<input type="checkbox"/>	Oliveti	<input type="checkbox"/>	Vegetazione palustre
<input type="checkbox"/>	Altre	<input type="checkbox"/>	Praterie rupicole
<input type="checkbox"/>	Kiwi	<input type="checkbox"/>	Altre utilizzazioni
<input type="checkbox"/>	Colture arboree forestali	<input type="checkbox"/>	Suolo nudo
<input type="checkbox"/>	Pioppeti	<input type="checkbox"/>	Coltivi abbandonati
<input type="checkbox"/>	Conifere	<input type="checkbox"/>	Incolti improduttivi (set-aside)
<input type="checkbox"/>	Latifoglie	<input type="checkbox"/>	Vivai e semenzai
<input type="checkbox"/>	Boschi cedui	<input type="checkbox"/>	Verde attrezzato
<input type="checkbox"/>	Latifoglie caducifoglie	<input type="checkbox"/>	Casa in costruzione
<input type="checkbox"/>	Latifoglie sempreverdi	<input type="checkbox"/>	Cava
<input type="checkbox"/>	Invecchiati e/o degradati	<input type="checkbox"/>	Urbano

EROSIONE E DEPOSIZIONE		
<i>Erosione e deposizione</i>	<input type="checkbox"/>	Assente (Z)
	<input type="checkbox"/>	Erosione idrica diffusa
	<input type="checkbox"/>	Erosione idrica incanalata moderata
	<input type="checkbox"/>	Erosione idrica incanalata forte
	<input type="checkbox"/>	Erosione eolica moderata
	<input type="checkbox"/>	Erosione eolica forte
	<input type="checkbox"/>	Movimento di massa
	<input type="checkbox"/>	Deposizione da parte delle acque
	<input type="checkbox"/>	Deposizione da parte del vento
	<input type="checkbox"/>	Deposizione da parte di gravità ed acqua

ASPETTI SUPERFICIALI			
<i>Aspetti Superficiali 1</i>			
<input type="checkbox"/>	Assenti	<input type="checkbox"/>	Compattazione artificiale con macchine
<input type="checkbox"/>	Microrilievo di espansione delle argille	<input type="checkbox"/>	Presenza in superficie di S.O. (letame, liquami), calce ed altri apporti artificiali
<input type="checkbox"/>	Fessure di retrazione delle argille espandibili	<input type="checkbox"/>	Compattazione dovuta ad animali
<input type="checkbox"/>	Microrilievo di animali scavatori	<input type="checkbox"/>	Incrostamenti
<input type="checkbox"/>	Microrilievo per fenomeni crionivali	<input type="checkbox"/>	Solchi evidenti con zolle di grosse dimensioni
<input type="checkbox"/>	Efflorescenze saline(arrotondamento)	<input type="checkbox"/>	Disgregazione parziale delle zolle per effetto della pioggia o del gelo/disgelo e relativo modellamento della superficie
<input type="checkbox"/>	Microrilievo per erosione sotterranea (tunnelling)	<input type="checkbox"/>	Appiattimento della superficie per effetto della distruzione delle zolle e della obliterazione dei solchi da parte delle piogge e del gelo
<input type="checkbox"/>	Arato	<input type="checkbox"/>	Self-mulching
<input type="checkbox"/>	Livellato e/o spianato	<input type="checkbox"/>	Fortemente risistemato (troncatura del profilo)
<input type="checkbox"/>	Sminuzzato con mezzi meccanici	<input type="checkbox"/>	Spietrato
<i>Aspetti Superficiali 2</i> (vedi tabella sopra)			

GESTIONE ACQUE TIPO	
<i>Gestione acque tipo</i>	<input type="checkbox"/> Nessuna pratica di gestione delle acque o sconosciuta
	<input type="checkbox"/> Irrigazione per scorrimento o sommersione
	<input type="checkbox"/> Irrigazione a pioggia
	<input type="checkbox"/> Irrigazione a goccia
	<input type="checkbox"/> Drenaggio con fossi
	<input type="checkbox"/> Drenaggio con tubi interrati
	<input type="checkbox"/> Scasso profondo o rippatura
	<input type="checkbox"/> Baulatura
	<input type="checkbox"/> fossetti in traverso e fossetti di guardia (solo su versante)
	<input type="checkbox"/> Sistemazioni idraulico forestali di versante
	<input type="checkbox"/> Paravalanghe
	<input type="checkbox"/> sistemazioni idrauliche di fondo e/o di sponda(solo su corsi d'acqua)
	<input type="checkbox"/> sistemazioni idrauliche di ripristino ambientale

GESTIONE ACQUE SCOPO	
<i>Gestione acque scopo</i>	<input type="checkbox"/> Diminuire ristagno
	<input type="checkbox"/> Diminuire stress idrico
	<input type="checkbox"/> Diminuire sia stress idrico che ristagno
	<input type="checkbox"/> Limitare erosione idrica superficiale
	<input type="checkbox"/> Limitare movimenti di massa su versante
	<input type="checkbox"/> Limitare erosione di fondo e sponda

INONDABILITÀ		
<i>Inondabilità</i>	<input type="checkbox"/> assente	Nessuna possibilità ragionevole
	<input type="checkbox"/> molto poco freq.	TdR di 60-100 anni
	<input type="checkbox"/> poco freq.	TdR di 20-60 anni
	<input type="checkbox"/> freq.	TdR di 6-20 anni
	<input type="checkbox"/> molto freq.	TdR di 1-5 anni

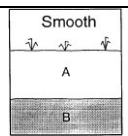
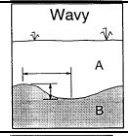
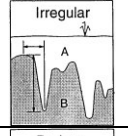
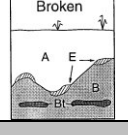
TEMPERATURA DELL'ARIA	
<i>Temperatura dell'aria</i>	

FOTOGRAFIA	
<i>Fotografia dell'area (progressivo foto)</i>	

CARATTERI DEGLI ORIZZONTI

DENOMINAZIONE ORIZZONTE		
Orizzonte 1		
<i>Orizzonte dominante</i>	<input type="checkbox"/> O	Orizzonte organico prevalentemente sviluppatosi in aree umide a drenaggio rallentato o influenzate dalla presenza di una falda superficiale o sottosuperficiale per un significativo periodo durante l'anno
	<input type="checkbox"/> A	Orizzonte minerale caratterizzato da accumulo di sostanza organica (humus) e perdita di Fe, Al, argilla
	<input type="checkbox"/> E	Orizzonte minerale caratterizzato da perdita di Si, Fe, Al, argilla e sostanza organica
	<input type="checkbox"/> AB o EB <input type="checkbox"/> AC <input type="checkbox"/> BA o BE	Orizzonti di transizione da A o E a B, o da A a C
	<input type="checkbox"/> B	Orizzonte minerale sottosuperficiale caratterizzato da presenza di struttura e/o da accumulo di argilla, Fe, Al, Si, humus, CaCO ₃ , CaSO ₄ , sesquiossidi e/o da perdita di CaCO ₃
	<input type="checkbox"/> BC o CB	Orizzonti di transizione da Ba C
	<input type="checkbox"/> C	Orizzonte minerale caratterizzato da alterazione pedogenetica scarsa o nulla e/o da materiale roccioso non consolidato
	<input type="checkbox"/> R	Orizzonte minerale di roccia dura e continua
<i>Suffisso degli orizzonti</i>	<input type="checkbox"/> a	Materia organica altamente decomposta
	<input type="checkbox"/> b	Orizzonte genetico sepolto (non utilizzato per il C)
	<input type="checkbox"/> c	Concrezioni o noduli
	<input type="checkbox"/> d	Materiale densico
	<input type="checkbox"/> e	Materia organica moderatamente decomposta
	<input type="checkbox"/> f	Suolo gelato (permafrost)
	<input type="checkbox"/> g	Gley
	<input type="checkbox"/> h	Accumulo di materia organica illuviale
	<input type="checkbox"/> i	Materia organica scarsamente decomposta
	<input type="checkbox"/> j	Presenza di jarosite
	<input type="checkbox"/> jj	Evidenza di crioperturbazione
	<input type="checkbox"/> k	Accumulo di carbonati
	<input type="checkbox"/> m	Forte cementazione
	<input type="checkbox"/> n	Accumulo di sodio scambiabile
	<input type="checkbox"/> o	Accumulo di sesquiossidi residuali
	<input type="checkbox"/> p	Evidenza di disturbo da lavorazioni
	<input type="checkbox"/> q	Accumulo di silice
	<input type="checkbox"/> r	Roccia alterata
	<input type="checkbox"/> s	Accumulo di sesquiossidi illuviali
	<input type="checkbox"/> ss	Slickensides
	<input type="checkbox"/> t	Accumulo illuviale di argilla
<input type="checkbox"/> v	Plinthite	
<input type="checkbox"/> w	Struttura e colori di alterazione dell'orizzonte B	
<input type="checkbox"/> x	Fragipan	
<input type="checkbox"/> y	Accumulo di gesso	
<input type="checkbox"/> z	Accumulo di sali solubili	
Orizzonti successivi al primo		
	<i>Dominante</i>	<i>Suffisso</i>
<i>Secondo</i>		
<i>Terzo</i>		
<i>Quarto</i>		
<i>Quinto</i>		

PROFONDITÀ ORIZZONTE	
Orizzonte 1	
Profondità orizzonte (da liv. sup. a liv. inf.)	
Orizzonti successivi al primo (come sopra)	
Secondo	
Terzo	
Quarto	
Quinto	

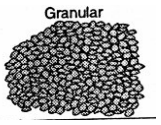
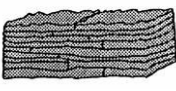
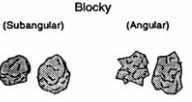
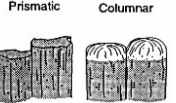
CARATTERISTICHE LIMITE INFERIORE ORIZZONTE		
Orizzonte 1		
Tipo limite inferiore	<input type="checkbox"/>	Netto (< 0,5 cm)
	<input type="checkbox"/>	Abrupto (0,5 – 2,5 cm)
	<input type="checkbox"/>	Chiaro ((2,6 – 6 cm)
	<input type="checkbox"/>	Graduale (6,1 – 12,5 cm)
	<input type="checkbox"/>	Diffuso (> 12,5 cm)
Andamento limite inferiore	<input type="checkbox"/>	 Lineare, senza ondulazioni
	<input type="checkbox"/>	 Ondulato (ondulazioni più larghe che profonde)
	<input type="checkbox"/>	 Ondulato (ondulazioni più profonde che larghe)
	<input type="checkbox"/>	 Discontinuo (limite interrotto)
Orizzonti successivi al primo		
	<i>Tipo limite</i>	<i>Andamento limite</i>
Secondo		
Terzo		
Quarto		
Quinto		

UMIDITÀ	
Orizzonte 1	
Umidità	<input type="checkbox"/> Secco
	<input type="checkbox"/> Umido
	<input type="checkbox"/> Bagnato
	<input type="checkbox"/> Saturo
Orizzonti successivi al primo (come sopra)	
Secondo	
Terzo	
Quarto	
Quinto	

COLORE MATRICE
Prelevare per ciascun livello un campione da avviare a laboratorio per la classificazione colorimetrica secondo le tavole di Munsell

GRANULOMETRIA		
Orizzonte 1		
Tessitura di campagna, terreni fini	<input type="checkbox"/> S	Sabbioso
	<input type="checkbox"/> SF	Sabbioso franco
	<input type="checkbox"/> L	Limoso
	<input type="checkbox"/> FS	Franco sabbioso
	<input type="checkbox"/> F	Franco
	<input type="checkbox"/> FL	Franco limoso
	<input type="checkbox"/> FSA	Franco sabbioso argilloso
	<input type="checkbox"/> FA	Franco argilloso
	<input type="checkbox"/> FLA	Franco limoso argilloso
	<input type="checkbox"/> AS	Argilloso sabbioso
	<input type="checkbox"/> AL	Argilloso limoso
<input type="checkbox"/> A	Argilloso	
PROCEDURA PER LA VALUTAZIONE AL TATTO DELLA TESSITURA		
<i>(1) Prendere un cucchiaino pieno di suolo ed inumidirlo con acqua. Manipolare fino allo stadio di massima plasticità e viscosità. Di tanto in tanto sarà necessario aggiungere acqua per poter mantenere la massima plasticità. Effettuare i seguenti tests:</i>		
(2) Qual'è la sensazione predominante che vi dà il suolo?		
- Granuloso Andate al (3)		
- Setoso o pastoso Andate al (5)		
- Appiccicoso Andate al (9)		
- Nessuna di queste Andate al (3)		
(3) Cercare di fare una pallina di suolo rotolandola tra i palmi delle mani (senza modellare tra le dita):		
- Ciò è impossibile SABBIOSO		
- Lo si può fare solo con grande attenzione SABBIOSO FRANCO		
- Ci si riesce facilmente Andate al (4)		
(4) Cercare di schiacciare la pallina tra il pollice e l'indice:		
- La pallina si sbriciola FRANCO SABBIOSO		
- La pallina si appiattisce Andate al (5)		
(5) Rifare una pallina con il terreno e cercare poi di farne un cilindretto allungato prima più grande (circa 1 cm di diametro) e poi più sottile (circa 0,5 cm di diametro):		
- Non si forma nemmeno un cilindretto di diametro più grande SABBIOSO FRANCO		
- Si può formare solo il cilindretto di diametro più grande FRANCO SABBIOSO		
- Si possono formare cilindretti sia di grande sia di piccolo diametro Andate al (6)		
(6) Cercare di piegare il cilindretto a forma di ferro di cavallo:		
- Il cilindretto si rompe Andate al (7)		
- Il cilindretto non si rompe Andate al (8)		
(7) Manipolare il suolo tra le dita e sentire qual'è la sensazione:		
- Il suolo è ruvido e granuloso FRANCO		
- Il suolo è abbastanza setoso FRANCO LIMOSO		
- Il suolo è molto setoso LIMOSO		
- Il suolo è appiccicoso, ruvido e granuloso Andate al (8)		
(8) Rimpastare e fare un sottile cilindretto di suolo (circa 0,3 cm di diametro), quindi, piegandolo fino a farne coincidere le estremità, provare a formare un cerchio di circa 2,5 cm di diametro:		
- Si può fare senza provocare rotture Andate al (9)		
- Non si può fare Andate al (11)		
(9) Modellare il terreno a forma di pallina e strofinarla tra l'indice ed il pollice fino a produrre una sottile superficie liscia:		
- La superficie è regolare ma sporgono piccole particelle granulose ARGILLOSO SABBIOSO		
- La superficie liscia si presenta solamente con qualche irregolarità Andate al (11)		
- La superficie è regolare con pochissime o nessuna irregolarità Andate al (10)		
(10) Manipolare il suolo tra le dita e giudicarlo al tatto:		
- Il suolo è liscio come sapone ed ha lucentezza ARGILLOSO		
- Il suolo è setoso ed opaco ARGILLOSO LIMOSO		
(11) Formare una nuova pallina e manipolarla, quali sono le sensazioni al tatto?		
- Il suolo risulta molto ruvido FRANCO SABBIOSO ARGILLOSO		
- Il suolo risulta abbastanza ruvido FRANCO ARGILLOSO		
- Il suolo risulta pastoso e liscio FRANCO LIMOSO ARGILLOSO		
Caratteri dello scheletro (compilare solo se presenti)		
Quantità (percentuale), da stimare secondo la tavola della pietrosità – scheda 1		
Forma	<input type="checkbox"/>	Arrotondati
	<input type="checkbox"/>	Subarrotondati
	<input type="checkbox"/>	Angolari
	<input type="checkbox"/>	Irregolari
	<input type="checkbox"/>	Piatti
Dimensioni medie (mm)		

GRANULOMETRIA				
Orizzonti successivi al primo				
	Tessitura di campagna	Caratteri dello scheletro		
		Quantità	Forma	Dim. medie
Secondo				
Terzo				
Quarto				
Quinto				

STRUTTURA		
Orizzonte 1		
Dimensione e forma		
Dimensione		Forma
<input type="checkbox"/>	 <p>Granular</p>	Granulare <input type="checkbox"/> Fine (< 2 mm) <input type="checkbox"/> Media (2-5 mm) <input type="checkbox"/> Grossolana (6-10 mm) <input type="checkbox"/> Molto grossolana (> 10 mm)
<input type="checkbox"/>	 <p>Platy</p>	Lamellare <input type="checkbox"/> Fine (< 2 mm) <input type="checkbox"/> Media (2-5 mm) <input type="checkbox"/> Grossolana (6-10 mm) <input type="checkbox"/> Molto grossolana (> 10 mm)
<input type="checkbox"/>	 <p>Blocky (Subangular) (Angular)</p>	Poliedrica <input type="checkbox"/> angolare <input type="checkbox"/> subangolare <input type="checkbox"/> Fine (< 10 mm) <input type="checkbox"/> Media (10-20 mm) <input type="checkbox"/> Grossolana (21-50 mm) <input type="checkbox"/> Molto grossolana (> 50 mm)
<input type="checkbox"/>	 <p>Prismatic Columnar</p>	<input type="checkbox"/> Prismatica <input type="checkbox"/> Colonnare <input type="checkbox"/> Fine (< 20 mm) <input type="checkbox"/> Media (20-50 mm) <input type="checkbox"/> Grossolana (51-100 mm) <input type="checkbox"/> Molto grossolana (> 100 mm)
Grado		
Grado	<input type="checkbox"/> A zolle	Aggregazione irregolare provocata da lavorazioni o compattazione
	<input type="checkbox"/> Incoerente	Privo di aggregazione; si separa in particelle elementari
	<input type="checkbox"/> Massivo	Privo di aggregazione; si spezza in masse facilmente sbriciolabili
	<input type="checkbox"/> Debole	aggregati poco evidenti, osservabili a fatica in posto
	<input type="checkbox"/> Moderato	aggregati evidenti, poco durevoli, non distinguibili in suolo indisturbato
<input type="checkbox"/> Forte	aggregati ben evidenti, durevoli, distinguibili in suolo indisturbato	
Orizzonti successivi al primo		
	Dimensione e forma	Grado
Secondo		
Terzo		
Quarto		
Quinto		

FESSURE E MACROPORI (non compilare se carattere assente)**Orizzonte 1****Fessure**

Tipo	<input type="checkbox"/>	Fessure da croste superficiali, reversibili
	<input type="checkbox"/>	Fessure da croste superficiali, irreversibili
	<input type="checkbox"/>	Profonde che attraversano più orizzonti, reversibili
	<input type="checkbox"/>	Profonde che attraversano più orizzonti, irreversibili
Dimensione (stimato, in mm)		

Macropori

Dimensioni	<input type="checkbox"/>	Fini (< 1 mm)
	<input type="checkbox"/>	Medi (1-5 mm)
	<input type="checkbox"/>	Grandi (> 5 mm)
Quantità	<input type="checkbox"/>	Scarsi (< 0,1 %)
	<input type="checkbox"/>	Comuni (0,1-0,4 %)
	<input type="checkbox"/>	Abbondanti (>0,4 %)

Orizzonti successivi al primo

	Fessure	Macropori
Secondo		
Terzo		
Quarto		
Quinto		

RADICI (non compilare se carattere assente)**Orizzonte 1**

Quantità (n. radici stimato per 100 cm ²)		
Dimensioni medie (mm)		
Dimensioni massime (mm)		
Orientamento	<input type="checkbox"/> Nessuno	Orientate in tutte le direzioni
	<input type="checkbox"/> Obliquo	Orientate in piani obliqui
	<input type="checkbox"/> Orizzontale	Orientate in piani orizzontali
	<input type="checkbox"/> Verticale	Orientate in piani verticali

Orizzonti successivi al primo

	Quantità	Dim. medie	Dim. max	Orientamento
Secondo				
Terzo				
Quarto				
Quinto				

RADICABILITÀ**Orizzonte 1**

Radicabilità (valore percentuale dell'orizzonte esplorabile dalle radici)	
--	--

Orizzonti successivi al primo (come sopra)

Secondo	
Terzo	
Quarto	
Quinto	

CONSISTENZA				
Orizzonte 1				
Resistenza	<input type="checkbox"/> Incoerente	Campione non ottenibile		
	<input type="checkbox"/> Debole	Si rompe con una piccola pressione applicata lentamente fra l'indice e il pollice		
	<input type="checkbox"/> Mod. Resist.	Si rompe con una moderata pressione applicata lentamente fra l'indice e il pollice		
	<input type="checkbox"/> Resistente	Si rompe con una forte pressione applicata lentamente fra l'indice e il pollice (può essere applicata al massimo una forza di 80 N)		
	<input type="checkbox"/> Molto Resist.	Può essere sbriciolato tra le mani o sotto il piede su una superficie non resistente		
	<input type="checkbox"/> Estrem. Resist.	Si rompe con il piede sotto la forza applicata lentamente con tutto il corpo da un uomo di circa 80 Kg		
	<input type="checkbox"/> Rigido	Si sbriciola sotto un colpo di 3 J		
	<input type="checkbox"/> Molto Rigido	Non può essere sbriciolato da un colpo di 3 J		
Cementazione	<input type="checkbox"/> Molto debole	Può essere sbriciolato tra l'indice e il pollice distesi		
	<input type="checkbox"/> Debole	Non può essere sbriciolato tra l'indice e il pollice distesi ma cede quando è pressato sotto il piede su una superficie dura da un uomo di peso medio		
	<input type="checkbox"/> Forte	Regge il peso di un uomo medio ma si rompe se colpito da un'energia di 3 J		
	<input type="checkbox"/> Molto forte	Non si rompe quando colpito con l'energia di 3 J		
Adesività	<input type="checkbox"/> Non adesivo	Dopo distaccate le dita nessuna particella di suolo aderisce		
	<input type="checkbox"/> Debolm. ades.	Dopo distaccate le dita, il suolo aderisce percettibilmente sia al pollice che all'indice; ma quando le dita si separano esso tende a staccarsi dall'una o dall'altra nettamente e non si estende apprezzabilmente		
	<input type="checkbox"/> Moder. ades.	Dopo distaccate le dita il suolo aderisce sia al pollice che all'indice e tende ad estendersi ed a staccarsi da una sola parte anziché da ambedue		
	<input type="checkbox"/> Molto ades.	Dopo distaccate le dita il suolo aderisce così fortemente sia al pollice che all'indice che decisamente si allunga quando essi si separano e finalmente si rompe rimanendo in parte sul pollice ed in parte sull'indice		
Plasticità	<input type="checkbox"/> Non plastico	Un cilindretto di 4 cm di lunghezza e 6 mm di spessore non si forma		
	<input type="checkbox"/> Debolm. plas.	Un cilindretto di 4 cm di lunghezza e 6 mm di spessore si forma e sopporta il proprio peso ma uno di 4 mm di spessore non lo sopporta		
	<input type="checkbox"/> Moder. plas.	Un cilindretto di 4 cm di lunghezza e 4 mm di spessore si può formare e sopporta il proprio peso ma uno di 2 mm di spessore non lo sopporta		
	<input type="checkbox"/> Molto plas.	Un cilindretto di 4 cm di lunghezza e 2 mm di spessore può formarsi e sopporta il proprio peso		
Orizzonti successivi al primo				
	<i>Resistenza</i>	<i>Cementazione</i>	<i>Adesività</i>	<i>Plasticità</i>
<i>Secondo</i>				
<i>Terzo</i>				
<i>Quarto</i>				
<i>Quinto</i>				

pH DI CAMPAGNA	
Orizzonte 1	
pH	
Orizzonti successivi al primo (come sopra)	
<i>Secondo</i>	
<i>Terzo</i>	
<i>Quarto</i>	
<i>Quinto</i>	

EFFERVESCENTIA HCI		
Orizzonte 1		
Effervescenza	<input type="checkbox"/> assente	Udito: nessun effetto Vista: nessun effetto Classe: NON CALCAREO
	<input type="checkbox"/> Molto debole	Udito: da indistinto a scarsamente udibile Vista: nessun effetto Classe: MOLTO SCARSAMENTE CALCAREO
	<input type="checkbox"/> Debole	Udito: moderatamente udibile Vista: debole efferv. visibile ad attenta osservazione Classe: SCARSAMENTE CALCAREO
	<input type="checkbox"/> Forte	Udito: facilmente udibile Vista: moderata efferv. con bolle di 3 mm di diametro Classe: CALCAREO
	<input type="checkbox"/> Violenta	Udito: facilmente udibile Vista: forte efferv. presenza di bolle fino a 7 mm di diametro Classe: MOLTO CALCAREO
Orizzonti successivi al primo (come sopra)		
Secondo		
Terzo		
Quarto		
Quinto		

CONCENTRAZIONI

PELLICOLE			
Orizzonte 1			
<i>Tipo</i>	<input type="checkbox"/>	Ponti di argilla (tra i granuli di sabbia)	
	<input type="checkbox"/>	Pellicole di argilla	
	<input type="checkbox"/>	Pellicole di sabbia o limo (skeletans)	
	<input type="checkbox"/>	Pellicole di sesquiossidi	
	<input type="checkbox"/>	Pellicole ferromanganesifere	
	<input type="checkbox"/>	Pellicole di sostanza organica	
	<input type="checkbox"/>	Pellicole di carbonati	
	<input type="checkbox"/>	Pellicole orientate per pressione	
	<input type="checkbox"/>	Pellicole orientate per pressione e scorrimento	
<i>Quantità (in percentuale con le tavole)</i>			
<i>Localizzazione</i>	<input type="checkbox"/>	Nella matrice	
	<input type="checkbox"/>	Sulle facce degli aggregati	
	<input type="checkbox"/>	Sulle pareti dei pori	
	<input type="checkbox"/>	Su noduli e concrezioni	
	<input type="checkbox"/>	Intorno allo scheletro	
Orizzonti successivi al primo			
	<i>Tipo</i>	<i>Quantità</i>	<i>Localizzazione</i>
<i>Secondo</i>			
<i>Terzo</i>			
<i>Quarto</i>			
<i>Quinto</i>			

CARATTERI DEL SUOLO

PROFONDITÀ UTILE ALLE RADICI	
<i>Profondità utile alle radici</i> (se maggiore del profilo inserire ">") È impenetrabile l'orizzonte con radicabilità <30%	

LIMITAZIONI ALL'APPROFONDIMENTO RADICALE	
<i>Limitazioni all'approfondimento radicale</i>	<input type="checkbox"/> Disponibilità di ossigeno
	<input type="checkbox"/> Scheletro
	<input type="checkbox"/> Contatto paralithico
	<input type="checkbox"/> Contatto lithico
	<input type="checkbox"/> Torba
	<input type="checkbox"/> Problemi vertici
	<input type="checkbox"/> Salinità
	<input type="checkbox"/> Sodicità
	<input type="checkbox"/> Strati massivi a tessitura contrastante
	<input type="checkbox"/> Substrato a tessitura grossolana (sabbia)
	<input type="checkbox"/> Fragipan
	<input type="checkbox"/> Orizzonte calcico
	<input type="checkbox"/> Orizzonte petrocalcico
	<input type="checkbox"/> Orizzonte con concrezioni di Fe-Mn
	<input type="checkbox"/> Duripan, Densipan
	<input type="checkbox"/> Forte aggregazione
	<input type="checkbox"/> Falda superficiale
<input type="checkbox"/> Compattazione antropica	
<input type="checkbox"/> Altre	
<input type="checkbox"/> Assente	

DISPONIBILITÀ DI OSSIGENO		
<i>Disponibilità di ossigeno</i>	<input type="checkbox"/> Buona	l'acqua è rimossa dal suolo prontamente, e/o non si verificano durante la stagione di crescita delle piante eccessi di umidità limitanti
	<input type="checkbox"/> Moderata	l'acqua è rimossa lentamente in alcuni periodi. I suoli sono bagnati solo per un breve periodo durante la stagione di crescita delle piante
	<input type="checkbox"/> Imperfetta	l'acqua è rimossa lentamente, cosicché il suolo è bagnato per periodi significativi durante la stagione di crescita delle piante
	<input type="checkbox"/> Scarsa	l'acqua è rimossa così lentamente che il suolo è saturo periodicamente durante la stagione di crescita delle piante
	<input type="checkbox"/> Molto scarsa	l'acqua è rimossa dal suolo così lentamente da permanere in superficie durante la maggior parte del periodo di crescita delle piante

DRENAGGIO		
Drenaggio	<input type="checkbox"/> Rapido	L'acqua è rimossa dal suolo molto rapidamente. I suoli hanno comunemente tessitura grossolana (sabbiosa o sabbioso-franca) e sono molto superficiali o superficiali. Sono suoli generalmente privi di caratteri di idromorfia e con conduttività idraulica molto elevata.
	<input type="checkbox"/> Moderatam. rapido	L'acqua è rimossa dal suolo rapidamente I suoli hanno comunemente tessitura grossolana (sabbioso franca o franco-sabbiosa grossolana) e sono superficiali. Sono suoli soggetti saltuariamente a deficit idrico stagionale, sono generalmente privi di caratteri di idromorfia e con conduttività idraulica elevata
	<input type="checkbox"/> Buono	L'acqua è rimossa dal suolo prontamente ed è disponibile per le piante per la maggior parte della stagione di crescita senza che si verifichino eccessi di umidità limitanti per lo sviluppo vegetale. Suoli generalmente privi di caratteri di idromorfia e con conduttività idraulica moderatamente elevata
	<input type="checkbox"/> Mediocre	L'acqua è rimossa dal suolo lentamente in alcuni periodi dell'anno. I suoli sono bagnati soltanto per un breve periodo durante la stagione di crescita delle piante. Sono presenti caratteri di idromorfia negli orizzonti profondi. Permeabilità moderatamente bassa e/o falda superficiale in alcuni periodi dell'anno.
	<input type="checkbox"/> Lento	L'acqua è rimossa lentamente, cosicché il suolo è bagnato per periodi significativi durante la stagione di crescita delle piante. L'umidità limita lo sviluppo delle colture. Permeabilità bassa e/o falda superficiale in alcuni periodi dell'anno. Elevata presenza di caratteri di idromorfia negli orizzonti profondi e moderata presenza nell'orizzonte superficiale
	<input type="checkbox"/> Molto lento	L'acqua è rimossa così lentamente che il suolo è saturo periodicamente durante la stagione di crescita delle piante o rimane bagnato per lunghi periodi. La falda giunge spesso in superficie o in prossimità di essa. Gli strati sottostanti il franco di coltivazione non sono comunque permanentemente saturi. L'umidità limita notevolmente lo sviluppo delle colture. Abbondante presenza di caratteri di idromorfia anche nello strato superficiale
	<input type="checkbox"/> Impedito	L'acqua è rimossa dal suolo così lentamente da permanere in superficie durante la maggior parte del periodo di crescita delle piante. I suoli sono generalmente posti su superfici depresse, frequentemente impaludate e normalmente presentano la predominanza dei fenomeni di riduzione del ferro su quelli di ossidazione con conseguente colorazione grigiastrea anche nell'orizzonte superficiale

PERMEABILITÀ		
Permeabilità	<input type="checkbox"/> Molto alta	Suoli frammentali o con tessitura sabbiosa, spesso con sabbia grossolana e consistenza sciolta. Pori verticali medi o grossolani
	<input type="checkbox"/> Alta	Tessiture sabbiose, sabbiose frammentali o limoso grossolane, estremamente friabili, soffici o sciolti. Se umidi, presentano struttura granulare o poliedrica di grado da moderato a forte di ogni dimensione. Pori verticali medi o grossolani
	<input type="checkbox"/> Moder. alta	Sabbie non cementate o massive, presenza di argilla in misura del 18-35%. Struttura prismatica moderata o forte o lamellare forte. Pori verticali medi o grossolani
	<input type="checkbox"/> Moderat. bassa	Sabbie cementate o massive, presenza di 18-35% di argilla strutture come la precedente classe. Se si ha presenza di argilla >35% la struttura può essere di grado moderato, eccetto la prismatica e la lamellare grossolana. Pori verticali medi o grossolani
	<input type="checkbox"/> Bassa	Cementazione continua moderata o debole. Presenza di argilla in misura superiore al 35%, struttura di grado debole senza figure verticali o lamellare. presenza di stress cutans o slickensides
	<input type="checkbox"/> Molto Bassa	Cementazione continua indurita, pochissime radici. Presenza di argilla >35% , struttura in genere massiva

RUNOFF				
Runoff	Pendenza (°)	Permeabilità		
		Molto alta Alta Moderatamente alta	Moderatamente bassa Bassa	Molto bassa
	< 3	<input type="checkbox"/> Molto basso	<input type="checkbox"/> Molto basso	<input type="checkbox"/> Basso
	3-6	<input type="checkbox"/> Molto basso	<input type="checkbox"/> Basso	<input type="checkbox"/> Medio
	7-10	<input type="checkbox"/> Basso	<input type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Alto
	> 10	<input type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Molto alto

STIMA DELL'AWC	
<p><i>Stima dell'AWC (in mm) secondo la formula di Salter</i> Calcolo effettuato a seguito di analisi pedologiche di laboratorio</p>	<p>AWC = [1,475 – 0,01x(S) + 0,011x(L) + 0,138 (C)] x H Dove S = % di sabbia grossolana (1 – 2 mm) L = % di limo C = % di carbonio organico H = profondità del profilo in mm</p>

PROFONDITÀ DELLA FALDA	
<p><i>Profondità della falda</i> Se non rilevata inserire ">" della profondità profilo</p>	

SUSCETTIBILITÀ ALL'INCROSTAMENTO		
<p><i>Suscettibilità all'incrostamento</i></p> <p>Indica la possibilità che la superficie del suolo sia interessata dalla formazione di croste</p>	<input type="checkbox"/> Nessuna	Nessuna suscettibilità all'incrostamento
	<input type="checkbox"/> Non osservabile	Si sospetta la formazione di croste ma non si hanno informazioni precise
	<input type="checkbox"/> Moderata	Crosta con spessore inferiore a 5 mm
	<input type="checkbox"/> Forte	Crosta con spessore maggiore o uguale a 5 mm

INTERFERENZA CON LE LAVORAZIONI		
<p><i>Interferenza con le lavorazioni</i></p>	<input type="checkbox"/> Buona	Condizioni ottimali per le lavorazioni. Pietrosità scarsa o assente nel topsoil. La tessitura e la struttura del suolo consentono un drenaggio da rapido a buono
	<input type="checkbox"/> Moderata	Le lavorazioni possono essere eseguite correttamente soltanto in determinate condizioni di umidità del suolo a causa delle caratteristiche tessiturali. Può verificarsi usura degli organi lavoranti a causa dello scheletro presente nel topsoil tali da consigliare la riduzione delle profondità di intervento
	<input type="checkbox"/> Scarsa	Le lavorazioni possono essere eseguite correttamente soltanto con il suolo "in tempera" a causa dell'elevata percentuale di particelle limoso-argillose. Possono essere necessari particolari macchinari adatti ad operare in condizioni di elevata pietrosità: in alcuni casi è consigliabile ridurre le operazioni colturali
	<input type="checkbox"/> Molto scarsa	Le lavorazioni possono essere eseguite soltanto molto parzialmente a causa di pendenze e/o rocciosità e pietrosità elevate

TEMPO DI ATTESA		
<p><i>Tempo di attesa</i></p> <p>Esprime la possibilità di percorrere e lavorare il suolo senza danneggiarne la struttura dopo una pioggia che lo satura in autunno o primavera</p>	<input type="checkbox"/> Breve	Nessuna suscettibilità all'incrostamento
	<input type="checkbox"/> Medio	Si sospetta la formazione di croste ma non si hanno informazioni precise
	<input type="checkbox"/> Lungo	Crosta con spessore inferiore a 5 mm

TEMPERATURA DEL SUOLO	
<i>Temperatura del suolo</i>	

CLASSIFICAZIONE USDA	
<i>Classificazione USDA</i>	Da effettuare in ufficio a seguito di consultazione del Sistema Informativo Regionale dei suoli

RAPPRESENTATIVITÀ DELL'OSSERVAZIONE		
<p><i>Rappresentatività dell'osservazione</i></p>	<input type="checkbox"/> Tipica	L'osservazione risulta del tutto conforme alla naturale variabilità con cui si presenta la serie e si può proporre come rappresentativa del concetto centrale della stessa.
	<input type="checkbox"/> Correlata	L'osservazione, pur presentando un legame più o meno forte con il concetto centrale della serie, se ne discosta per uno o più caratteri. Nei casi più estremi si può scorgere soltanto un legame genetico fra l'osservazione e la serie, ma potrebbe venir meno la coincidenza rigida degli aspetti tassonomici.
	<input type="checkbox"/> Marginale	L'osservazione non ricade o ricade in maniera assolutamente marginale nel campo di variazione della serie

LEGENDA			
<i>Legenda</i>			
<input type="checkbox"/>	Alfisuoli dei terrazzi antichi non idromorfi	<input type="checkbox"/>	Entisuoli di pianura ghiaiosi (skeletal, fragmental, over)
<input type="checkbox"/>	Alfisuoli dei terrazzi antichi idromorfi (regime aquico)	<input type="checkbox"/>	Entisuoli di collina a tessitura grossolana
<input type="checkbox"/>	Alfisuoli di pianura non idromorfi e non ghiaiosi	<input type="checkbox"/>	Entisuoli di collina a tessitura fine
<input type="checkbox"/>	Alfisuoli di pianura idromorfi (regime aquico)	<input type="checkbox"/>	Entisuoli di montagna non calcarei
<input type="checkbox"/>	Alfisuoli di pianura ghiaiosi (skeletal, fragmental, over)	<input type="checkbox"/>	Entisuoli di montagna calcarei
<input type="checkbox"/>	Alfisuoli di collina a tessitura grossolana	<input type="checkbox"/>	Mollisuoli di pianura non idromorfi e non ghiaiosi
<input type="checkbox"/>	Alfisuoli di collina a tessitura fine	<input type="checkbox"/>	Mollisuoli di pianura idromorfi (regime aquico)
<input type="checkbox"/>	Alfisuoli di montagna non calcarei	<input type="checkbox"/>	Mollisuoli di pianura ghiaiosi (skeletal, fragmental, over)
<input type="checkbox"/>	Alfisuoli di montagna calcarei	<input type="checkbox"/>	Mollisuoli di collina a tessitura grossolana
<input type="checkbox"/>	Inceptisuoli di pianura non idromorfi e non ghiaiosi	<input type="checkbox"/>	Mollisuoli di collina a tessitura fine
<input type="checkbox"/>	Inceptisuoli di pianura idromorfi (regime aquico)	<input type="checkbox"/>	Mollisuoli di montagna non calcarei
<input type="checkbox"/>	Inceptisuoli di pianura ghiaiosi (skeletal, fragmental, over)	<input type="checkbox"/>	Mollisuoli di montagna calcarei
<input type="checkbox"/>	Inceptisuoli di collina a tessitura grossolana	<input type="checkbox"/>	Vertisuoli di pianura non idromorfi e non ghiaiosi
<input type="checkbox"/>	Inceptisuoli di collina a tessitura fine	<input type="checkbox"/>	Vertisuoli di pianura idromorfi (regime aquico)
<input type="checkbox"/>	Inceptisuoli di montagna non calcarei	<input type="checkbox"/>	Vertisuoli di collina a tessitura fine
<input type="checkbox"/>	Inceptisuoli di montagna calcarei	<input type="checkbox"/>	Histosuoli di pianura
<input type="checkbox"/>	Entisuoli di pianura non idromorfi e non ghiaiosi	<input type="checkbox"/>	Histosuoli di montagna
<input type="checkbox"/>	Entisuoli di pianura idromorfi (regime aquico)	<input type="checkbox"/>	Spodosuoli di montagna
DESCRIZIONE SUOLI			
Alfisuoli	suoli con orizzonte illuviale argillico poco alterato e poco desaturato. Prevalgono nei climi temperato umidi nei siti meno esposti all'erosione		
Inceptisuoli	suoli immaturi che hanno uno sviluppo del profilo debolmente espresso e che conservano ancora i caratteri della roccia madre. In questo ordine sono compresi quei suoli che per la modesta evidenza dei caratteri diagnostici non possono rientrare negli altri ordini		
Entisuoli	suoli poco evoluti senza orizzonte diagnostico. Sono suoli debolmente sviluppati privi di orizzonti diagnostici a causa di condizioni climatiche o geomorfologiche tendenti a far permanere una sostanziale indifferenziazione del profilo.		
Mollisuoli	suoli a orizzonte mollico tipici delle steppe e delle praterie. Sono suoli presenti in ambienti caldi, ma sufficientemente piovosi, non tanto comunque da provocare un'intensa lisciviazione		
Vertisuoli	suoli con argille rigonfianti che provocano un'autorimescolamento degli orizzonti. Sono suoli poco drenanti di ambienti a clima con andamento stagionale molto variabile e soprattutto con estate molto secca		
Histosuoli	suoli a orizzonte istico. Suoli organici che si sviluppano quando la velocità di mineralizzazione della s.o. è minore di quella con cui viene prodotta e depositata dalla biomassa. Possono essere presenti torbe (s.o. ricca di lignina, povera di cellulosa). Tipicamente asfittici		
Spodosuoli	suoli a orizzonte spodico. Caratteristici di ambienti forestali freddi e piovosi. il processo pedogenetico è la lisciviazione di sostanze umiche solubili		

CAPACITÀ D'USO										
	Classe	Profondità utile (cm)	Pendenza (°)	Pietrosità (%)	Fertilità	Disponibilità di O ₂	Inondabilità	Interferenza con le lavorazioni	Erosione/franosità	Deficit idrico (AWC)
<i>Capacità d'uso</i>	<input type="checkbox"/> I	>100	<5	<5	Buona	Buona	>20 anni	Buona	Assente	Assente
	<input type="checkbox"/> II	76-100	<5	<5	Moderata	Moderata	>20 anni	Moderata	Assente	Assente
	<input type="checkbox"/> III	51-75	5-10	5-15	Scarsa	Imperfetta	>20 anni	Scarsa	Lieve	Lieve
	<input type="checkbox"/> IV	26-50	11-20	16-35	Scarsa	Scarsa	>20 anni	Molto scarsa	Moderato	Moderato
	<input type="checkbox"/> V	26-50	11-20	>35	Scarsa	Scarsa	=20 anni	Molto scarsa	Moderato	Moderato
	<input type="checkbox"/> VI	26-50	21-35	>35	Scarsa	Scarsa	=20 anni	Molto scarsa	Forte	Elevato
	<input type="checkbox"/> VII	10-25	>35	>35	Scarsa	Molto scarsa	=20 anni	Molto scarsa	Forte	Elevato
	<input type="checkbox"/> VIII	<10	>35	>35	Scarsa	Molto scarsa	=20 anni	Molto scarsa	Forte	Elevato

TESSITURA TOPSOIL/SUBSOIL		
<i>Tessitura Top soil subsoil</i>	<input type="checkbox"/> S	Sabbioso
	<input type="checkbox"/> SF	Sabbioso franco
	<input type="checkbox"/> L	Limoso
	<input type="checkbox"/> FS	Franco sabbioso
	<input type="checkbox"/> F	Franco
	<input type="checkbox"/> FL	Franco limoso
	<input type="checkbox"/> FSA	Franco sabbioso argilloso
	<input type="checkbox"/> FA	Franco argilloso
	<input type="checkbox"/> FLA	Franco limoso argilloso
	<input type="checkbox"/> AS	Argilloso sabbioso
	<input type="checkbox"/> AL	Argilloso limoso
<input type="checkbox"/> A	Argilloso	

SCHELETRO TOPSOIL/SUBSOIL		
<i>Scheletro Top soil subsoil</i>	<input type="checkbox"/> Z	Assente
	<input type="checkbox"/> 1-5%	Scarso
	<input type="checkbox"/> 6-15%	Comune
	<input type="checkbox"/> 16-35%	Abbondante
	<input type="checkbox"/> 36-60%	Elevato
	<input type="checkbox"/> >60%	Molto elevato

CARBONATI TOPSOIL/SUBSOIL		
<i>Carbonati Top soil subsoil</i>	<input type="checkbox"/> Assenti	Non calcareo
	<input type="checkbox"/> tracce	Debolmente calcareo
	<input type="checkbox"/> 3-10%	Calcareo
	<input type="checkbox"/> 11-30%	Fortemente calcareo
	<input type="checkbox"/> >30%	Molto fortemente calcareo