

RELAZIONE AGRONOMICA

REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA CONNESSO
ALLA RETE ELETTRICA DI DISTRIBUZIONE UBICATO NEL TERRITORIO
COMUNALE DI TUSCANIA (VT)
CAMPO AGROSOLARE POTENZA NOMINALE 32,510 MWp.

REDATTO PER
ENERCAPITAL POWER ITALIA UNO S.R.L.
*Impianto Fotovoltaico a terra della Potenza Nominale di 32,510 MWp Connesso Alla RTN
Regione Lazio - Provincia di Viterbo - Comune di Tuscania - Loc. Poggio Martino*

COMMITTENTE

FARENTI SRL

Via Don Giuseppe Corda, snc - 03030 - Santopadre (FR)



AUTORE DELLA RELAZIONE DR. AGRONOMO PAOLO GRECO

VIA ALESSANDRO BENETTI 8

00169 ROMA

PAOLOGRECO@PEC.IT

3493712440

www.pgreco.studio

22 04 2022

SOMMARIO

1. PREMESSA.....	1
2. EFFETTI MICROCLIMATICI E SULLE PIANTE NEL SISTEMA AGRI-VOLTAICO	2
2.1 Radiazione solare.....	2
2.2 Temperatura.....	4
2.3 Evapotraspirazione	5
2.4 Esperienze di coltivazione in condizione di ombreggiamento.....	5
2.5 Stato attuale della superficie agricola interessata dall'impianto agri-voltaico.....	6
2.6 Coltivazione futura	7
2.6.1 <i>Coltivazione del prato polifita permanente</i>	7
2.7 Possibile integrazione coltura-fotovoltaico	9
2.8 Scelta delle specie vegetali impiegate come bordure e fasce di mitigazione degli impatti.....	12
3. L'AREA IN ESAME.....	14
3.1 Territorio	14
3.2 Inquadramento di dettaglio dell'area	14
3.3 Produzioni agricole caratteristiche dell'area in esame.....	15
3.4 Il contesto naturale	16
3.5 Analisi fitoclimatica	17
3.5.1 <i>Analisi del clima</i>	17
3.5.2 <i>Caratteristiche della zona fitoclimatica</i>	20
3.6 Caratteristiche vegetazionali.....	27
3.6.1 <i>Il territorio circostante</i>	27
3.6.2 <i>L'area di pertinenza del progetto</i>	28
3.7 Carta dell'uso del suolo.....	28
4. DESCRIZIONE DEL FONDO IN ESAME.....	30
5. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	34

INDICE FIGURE

FIGURA 1 <i>DISPONIBILITÀ DI RADIAZIONE SOLARE DIRETTA IN FUNZIONE DELLA DISTANZA DAL FILARE (VALORI MEDI ANNUI) ESPRESSA COME PERCENTUALE RISPETTO AL PIENO SOLE.</i>	3
FIGURA 2 ORTOFOTO	14
FIGURA 3 INQUADRAMENTO SU MAPPA CATASTALE.....	15
FIGURA 4 ROSA DEI VENTI: DIREZIONE INTENSITÀ E FREQUENZA	20
FIGURA 5 STRALCIO CARTA DEL FITOCLIMA DEL LAZIO (C.BLASI 1994).....	22
FIGURA 6 SCHEMA DI CLASSIFICAZIONE DELLA CAPACITÀ DELLE TERRE	25
FIGURA 7 CORINE LAND COVER	28
FIGURA 8 PROFILO DI ELEVAZIONE E CONFORMAZIONE TERRENO EST OVEST	31
FIGURA 9 PROFILO DI ELEVAZIONE E CONFORMAZIONE TERRENO NORD SUD.....	32

INDICE DELE TABELLE

TABELLA 1 TABELLA CLIMATICA	19
TABELLA 2 SOTTOCLASSI E RELATIVE LIMITAZIONI NELLE CAPACITÀ DELLE TERRE	25
TABELLA 3 DIVISIONE DELLE CLASSI DI LAVORABILITÀ DEL TERRENO.....	26
TABELLA 4 PIANO COLTURALE	30

1. PREMESSA

Il sottoscritto Dottore Agronomo Paolo Greco, su incarico, della Farenti srl ha redatto la presente relazione tecnica descrittiva in merito alle caratteristiche agronomiche e pedologiche di un fondo rustico che insiste nel Comune di Tuscania (VT), località Poggio Martino, sita a circa 13 km dal centro abitato di Tuscania.

Lo scopo è quello di completare la documentazione progettuale relativa al *Campo Agrosolare Tuscania* (32,510 MWp max), da realizzarsi nel Comune di Tuscania.

I lotti agricoli sono accessibili mediante la Strada Provinciale SP4 "Dogana" la quale garantisce il collegamento tra Tuscania e Marufana.

L'aeroporto di Viterbo "Tommaso Fabbri" dista circa 30 km. L'area di interesse rispetto ad esso si trova in direzione Sud-ovest. Sono rispettate le disposizioni di legge relative all'Air Port Reference (distanza pari o inferiore ai 6 km).

Il cavidotto di connessione parte dai lotti di progetto ed arriva, tramite un percorso stradale di circa 9 km, alla Stazione Terna di Tuscania in località Campo Villano, sita a circa 10 mt dalla SP4.

Inoltre, il sottoscritto ha verificato la destinazione urbanistica dei fondi e il rispetto della normativa regionale vigente con riferimento agli aspetti agronomici.

2. EFFETTI MICROCLIMATICI E SULLE PIANTE NEL SISTEMA AGRI-VOLTAICO

La presenza dei pannelli fotovoltaici determina alcune modificazioni microclimatiche riferibili alla disponibilità di radiazione, alla temperatura e all'umidità del suolo, che possono avere effetti positivi, nulli o negativi, in funzione delle specifiche esigenze della specie coltivata.

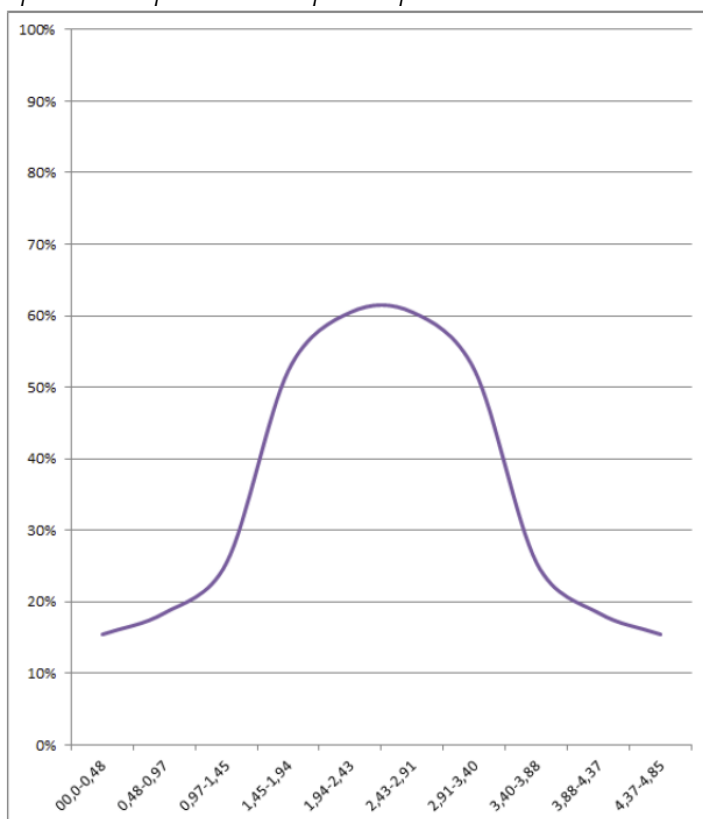
2.1 Radiazione solare

La radiazione solare è un fattore essenziale per le piante, garantendo lo svolgimento della fotosintesi clorofilliana, l'accrescimento e la produzione dei prodotti agricoli. Le piante tuttavia, utilizzano solo una minima parte della radiazione solare, dal 2 al 5%, ed in particolare possono impiegare per la fotosintesi solo la frazione visibile, definita PAR (radiazione fotosinteticamente attiva), compresa tra 400 e 700 nm di lunghezza d'onda, che è pari a circa il 40% della radiazione globale. Le piante, peraltro, riflettono alla superficie delle foglie il 25% della radiazione globale, pari al 10% della radiazione visibile PAR. Va sottolineato che in condizioni normali di pieno sole, la radiazione globale che raggiunge la superficie del terreno si compone per metà di radiazione diretta e per metà di radiazione diffusa priva di direzione prevalente.

La presenza del pannello fotovoltaico riduce la percentuale di radiazione diretta, ovvero quella che raggiunge direttamente il suolo, con intensità variabile in funzione della distanza dal filare fotovoltaico, del momento del giorno e del periodo dell'anno, mentre si prevede un aumento della quantità di radiazione diffusa.

Nel presente impianto si stima che la riduzione **media annua** della **radiazione diretta** sia dell'80% nelle zone immediatamente adiacenti al filare (fino a circa 1 m di distanza), mentre nella zona centrale sia solamente del 35-40%. In realtà, queste riduzioni devono considerarsi meno marcate nel periodo primaverile-estivo durante il quale si realizza lo sviluppo delle maggior parte delle piante coltivate, essendone soddisfatte le esigenze termiche per effetto del maggior angolo di elevazione solare. Inoltre, la tipologia mobile del pannello fotovoltaico adottata in progetto, per effetto di riflessione, consente alle piante coltivate di sfruttare la radiazione sia riflessa che diffusa dai pannelli stessi.

Figura 1 Disponibilità di radiazione solare diretta in funzione della distanza dal filare (valori medi annui) espressa come percentuale rispetto al pieno sole.



Per quanto riguarda il livello di saturazione per l'intensità luminosa, le piante vengono classificate in eliofile e sciafile. Le prime richiedono una elevata quantità di radiazione, mentre le sciafile soffrono per un eccesso di illuminazione, anche se la maggior parte delle piante coltivate devono essere considerate sciafile facoltative in quanto nelle normali condizioni di coltivazione l'elevata fittezza di semina comporta sempre l'instaurarsi di un ambiente sub-ottimale per l'illuminazione. In generale, si considerano piante con elevate esigenze di intensità di radiazione i cereali, le piante da zucchero, le specie oleaginose, da fiore e da frutto. Sono invece considerate sciafile, con basse esigenze luminose, le specie da fibra, le piante foraggere e alcune piante orticole per le quali l'elevata fittezza di semina e l'ombreggiamento sono realizzati agronomicamente per accentuare l'allungamento dei fusti e quindi la produzione di fibra, foraggio e foglie, per effetto della maggiore presenza dell'ormone della crescita (auxina) che è foto-labile. Nell'insalata, ad esempio, un leggero ombreggiamento aumenta lo sviluppo fogliare e riduce lo spessore delle foglie, rendendo il prodotto anche di migliore qualità commerciale.

2.2 Temperatura

In riferimento alla temperatura dell'aria, questa rappresenta la diretta conseguenza della radiazione solare. Sebbene sia lecito attendersi una riduzione dei valori termici dell'atmosfera in zone ombreggiate rispetto alle zone in pieno sole, anche di 3-4 °C, l'ombreggiamento determina generalmente uno sfasamento termico, con un ritardo termico al mattino in fase di riscaldamento dell'atmosfera e un rallentamento del raffreddamento pomeridiano-serale (Panozzo et al., 2019).

Al di sotto dell'impianto fotovoltaico, inoltre, è lecito attendersi una maggiore umidità relativa dell'aria al mattino e minore nel tardo pomeriggio-sera rispetto a zone in pieno sole.

L'ombreggiamento delle colture è una pratica agricola molto utilizzata, ad esempio nelle serre per ridurre le temperature nel periodo estivo tramite reti ombreggianti (dal 30 al 50% di ombreggiamento), altrimenti lo stesso effetto potrebbe essere analogamente reso da pannelli fotovoltaici. L'ombreggiamento riduce la percentuale di nicotina nel tabacco e nelle serre serve per favorire la colorazione rossa del pomodoro che sarebbe ostacolata da temperature troppo elevate.

Ogni specie vegetale necessita di una specifica temperatura minima per accrescere, il cosiddetto zero di vegetazione. Oltre questa base termica, l'accrescimento accelera all'aumentare della temperatura fino ad una temperatura ottimale, specifica per ciascun stadio di sviluppo, oltre la quale l'accrescimento rallenta fino ad arrestarsi (temperatura massima). Le elevate temperature estive, oltre la temperatura massima, possono quindi danneggiare l'accrescimento delle piante, condizione che si sta progressivamente accentuando in pieno sole a causa del cambiamento climatico. Per mitigare questi effetti, numerosi studi scientifici oggi sono concordi nel suggerire l'introduzione nei sistemi agricoli di filari alberati e siepi a distanza regolare, proprio per attenuare l'impatto negativo delle elevate temperature e della carenza idrica estive. Un servizio analogo potrebbe essere offerto dall'impianto agri-voltaico.

In funzione delle esigenze termiche, le piante vengono raggruppate in microterme, generalmente a ciclo autunno-primaverile, aventi modeste esigenze termiche; e macroterme, piante estive che necessitano di temperature mediamente più elevate. I cereali microtermi (frumento, orzo, avena, segale) e molte specie foraggere graminacee (erba mazzolina in particolare, ma anche loiessa, loietto inglese, poa, festuca arundinacea, coda di topo, etc.) che hanno zero di vegetazione molto bassi e vicini a 1-2 °C, trarrebbero vantaggio dalla condizione di parziale ombreggiamento che si realizza in un impianto agri-voltaico (Mercier et al., 2020). Ne sarebbero comunque avvantaggiate anche le specie macroterme per la riduzione dei picchi di temperatura estivi e per la

riduzione dell'evapotraspirazione, consentendo peraltro una riduzione dell'apporto irriguo artificiale.

Il parziale ombreggiamento del suolo riduce il riscaldamento estivo del suolo stesso con effetti positivi sull'accrescimento delle radici, che possiedono un ottimo di temperatura per l'accrescimento inferiore rispetto alla parte aerea della pianta (16°C in molti cereali autunno-primaverili). In tali condizioni le radici accrescono maggiormente anche grazie alla maggiore umidità e minore tenacità del terreno. Nel periodo invernale, invece, ci si attende che la presenza del fotovoltaico, mantenga la temperatura del suolo leggermente più elevata rispetto al pieno sole poiché le ali fotovoltaiche riflettono le radiazioni infrarosse (raggi caloriferi) emesse dalla terra durante il raffreddamento notturno, e questo permette un sensibile accrescimento delle piante microterme anche nei periodi più freddi dell'anno. Ne trarrebbero vantaggio in particolare le piante foraggere microterme.

2.3 Evapotraspirazione

L'evapotraspirazione è definita dalla somma delle perdite di acqua per evaporazione dal terreno e di traspirazione fogliare. Delle due, solo la perdita dalla pianta è utile all'accrescimento delle stesse poiché mantiene gli stomi aperti, e quindi consente gli scambi gassosi utili alla fotosintesi (ingresso di anidride carbonica nella foglia). In condizioni di ombreggiamento è lecito attendersi una riduzione della traspirazione fogliare e, in modo più marcato, una riduzione dell'evaporazione dal terreno, determinando un aumento dell'efficienza d'uso delle riserve idriche del suolo.

Per il frumento è stato stimato che al 50% di ombreggiamento si verifichi una riduzione del 30-35% dell'evapotraspirazione (Marrou et al., 2013a), con un risparmio di circa 200 mm di acqua rispetto ai 600 mm normalmente richiesti dalla coltura in pieno sole nei territori della Pianura Padana. Poiché in Italia, la carenza idrica in fase di riempimento della granella ha conseguenze negative marcate sulla resa e sulla qualità ("stretta del grano"), il parziale ombreggiamento che si realizza nel sistema agri-voltaico deve essere considerato positivamente per questa coltura.

2.4 Esperienze di coltivazione in condizione di ombreggiamento

Allo stato attuale esistono limitate informazioni in merito agli effetti dell'ombreggiamento per la maggior parte delle piante erbacee coltivate. I dati disponibili derivano da studi di consociazioni di specie erbacee con piante arboree organizzate in filari e da pochi e giovani impianti agri-voltaici.

Le colture meno penalizzate dalla presenza del fotovoltaico sono quelle microterme e sciafile. Il frumento può fornire rese simili o leggermente inferiori (-20% circa; Dupraz et al., 2011) a quelle ottenibili in pieno sole, subendo un ritardo dell'epoca di maturazione (Marrou et al., 2013b). Invece il mais, alle normali densità di semina, riduce notevolmente lo sviluppo della pianta sia in diametro che in altezza, a discapito della resa (Dupraz et al., 2011).

Con una percentuale di riduzione della radiazione del 50%, comparabile a quella che si realizzerà nell'impianto agri-voltaico in oggetto, sono state rilevate produttività uguali o addirittura superiori a pieno sole in specie graminacee foraggere microterme, ed una moderata riduzione, dell'ordine del 20-30%, in specie macroterme foraggere sia graminacee (es. mais, sorgo, panico, setaria, etc.) che leguminose (es. trifoglio bianco, trifoglio violetto, erba medica, etc.), e in lattuga (Lin et al., 1998; Mercier et al., 2020).

Questi risultati sono in linea con gli studi italiani (Amaducci et al., 2018) che hanno simulato in un analogo impianto agri-voltaico a Piacenza, sulla base dei dati climatici storici degli ultimi 40 anni, rese di granella di frumento analoghe o superiori rispetto al pieno sole. Tali risultati vanno ascritti alle migliori condizioni microclimatiche nel periodo di maturazione del frumento, tra cui una maggiore umidità del terreno, una minore evapotraspirazione e l'effetto frangivento che riduce l'allettamento della coltura. Va ritenuto interessante anche il parziale effetto antigrandine dovuto alla copertura fotovoltaica.

Risultati produttivi interessanti in condizioni di ombreggiamento elevato sono stati ottenuti con il pomodoro che sembrerebbe non risentire di riduzione della radiazione anche del 60% (Callejòn-Ferre et al., 2009).

2.5 Stato attuale della superficie agricola interessata dall'impianto agri-voltaico

Attualmente l'area in progetto è coltivata a colture cerealicole e foraggere in forma estensiva facendo ricorso alle tecniche convenzionali di coltivazione. Senza entrare nei dettagli di ogni coltura, variabili da caso a caso, nella sua generalità questo tipo di coltivazioni è caratterizzata da:

- medio bassa potenzialità produttiva, tipica del territorio della media pianura Viterbese;
- limitato utilizzo di manodopera, in conseguenza della totale meccanizzazione;

- ricorso ad aratura profonda (30-40 cm), e lavorazioni meccaniche di erpicatura che, pur se utili a massimizzare la produttività, causano un impoverimento progressivo della sostanza organica del terreno per effetto dell'ossigenazione del terreno;
- utilizzo di concimi (in particolare azotati), ammendanti e antiparassitari che, dilavati parzialmente dalle piogge, contribuiscono all'inquinamento delle acque superficiali e di falda, e alla contaminazione dei prodotti alimentari;
- utilizzo abbondante di carburanti fossili per il funzionamento delle trattrici agricole convenzionali.

2.6 Coltivazione futura

Il sistema agri-voltaico proposto rappresenta un piano di miglioramento e modernizzazione aziendale inquadrabile come Agricoltura 5.0. Il progetto prevede di installare inseguitori solari mono-assiali nei quali, contrariamente a quanto avviene con il fotovoltaico tradizionale (pannelli fissi rivolti verso sud) che presenta una zona d'ombra concentrata in corrispondenza dell'area coperta dai pannelli stessi, vi è una fascia d'ombra che si sposta con gradualità durante il giorno da ovest a est sull'intera superficie del terreno. Come conseguenza non si vengono a creare zone costantemente ombreggiate o costantemente soleggiate.

Date le premesse su esposte in merito alla risposta delle piante all'ombreggiamento, nell'impianto agri-voltaico in oggetto si prevede di coltivare un prato polifita permanente destinato alla produzione di foraggio. Tale scelta incontra un elevato livello di naturalità e di rispetto ambientale per effetto del limitatissimo impiego di input colturali, consente di attirare e dare protezione alla fauna e all'entomofauna selvatica, in particolare le api, e rappresenta la migliore soluzione per coltivare l'intera superficie di terreno e ottenere produzioni analoghe a quelle che si raggiungerebbero in pieno sole. Va evidenziato, infatti, che negli impianti agri-voltaici ad inseguimento solare esistenti viene coltivata solamente la fascia centrale, corrispondente al 70% della superficie, mentre vengono mantenute inerbite le fasce di rispetto immediatamente adiacenti al filare.

2.6.1 Coltivazione del prato polifita permanente

La coltivazione scelta è quella della **produzione di foraggio con prato permanente (detto anche prato stabile)**.

La produzione foraggera può essere realizzata in vario modo, con prati monofiti (formati da una sola essenza foraggera), prati oligofiti (formati da due o tre foraggere) e prati polifiti, che prevedono la coltivazione contemporanea di molte

specie foraggere. In base alla durata si distinguono: erbai, di durata inferiore all'anno; prati avvicendati, di durata pluriennale, solitamente 2-4 anni; permanenti, di durata di alcuni decenni o illimitata. Per garantirne una durata prolungata, la stabilità della composizione floristica e una elevata produttività, i prati permanenti possono essere periodicamente traseminati nel periodo autunnale senza alcun intervento di lavorazione del terreno (semina diretta).

Il prato polifita permanente, ritenuto la miglior scelta per l'impianto agrivoltaico, si caratterizza per la presenza sinergica di molte specie foraggere, generalmente appartenenti alle due famiglie botaniche più importanti, graminacee e leguminose, permettendo così la massima espressione di biodiversità vegetale a cui si unisce la biodiversità microbica e della mesofauna del terreno e quella della fauna selvatica che trova rifugio nel prato (anitre, fagiani, lepri, etc.). Molte leguminose foraggere, come il trifoglio pratense, il trifoglio bianco ed il trifoglio incarnato, ed il ginestrino, sono anche piante mellifere, potendo fornire un ambiente edafico e di protezione idoneo alle api selvatiche e all'ape domestica. In merito al potere mellifero, il trifoglio pratense è classificato come specie di classe III, mentre il ginestrino di classe II, potendo fornire rispettivamente da 51 a 100 kg miele e da 25 a 50 kg di miele per ettaro.

Il prato polifita permanente non necessita di alcuna rotazione e quindi non deve essere annualmente lavorato come avviene negli altri seminativi, condizione che favorisce la stabilità del biota e la conservazione/aumento della sostanza organica del terreno e allo stesso tempo la produzione e la raccolta del foraggio. Diversamente da quello che si potrebbe pensare, questa condizione mantiene un ecosistema strutturato e solido del cotico erboso con conseguente arricchimento sia in termini di biodiversità, che di quantità della biofase del terreno. Il cotico erboso permanente consente anche un agevole passaggio dei mezzi meccanici utilizzati per la pulizia periodica dei pannelli fotovoltaici anche con terreno in condizioni di elevata umidità.

Le piante che costituiscono il prato permanente variano in base al tipo di terreno e alle condizioni climatiche e saranno individuate dopo un'accurata analisi pedologica e biochimica. In generale, si può dire che verrà impiegato un miscuglio di graminacee e di leguminose:

- le graminacee, a rapido accrescimento dopo lo sfalcio, sono ricche di energia e di fibra;
- le leguminose sono molto importanti perché fissano l'azoto atmosferico, in parte cedendolo alle graminacee e fornendo un'ottimale concimazione azotata del terreno, offrendo un foraggio di elevato valore nutritivo grazie all'abbondante presenza di proteine.

Per massimizzare la produzione e l'adattamento del prato alle condizioni di parziale ombreggiamento sarà opportuno impiegare due diversi miscugli, uno per la zona centrale dell'interfilare e uno, più adatto alla maggior riduzione di radiazione solare, per le fasce adiacenti il filare fotovoltaico. Pur tuttavia, l'impiego di un unico miscuglio con un elevato numero di specie favorirà la selezione naturale di quelle più adatte a diverse distanze dal filare fotovoltaico in funzione del gradiente di soleggiamento/ombreggiamento.

I prati stabili di pianura gestiti in regime non irriguo possono fornire 2-3 sfalci all'anno con produzioni medie pari a 8-10 tonnellate per ettaro di fieno, derivanti principalmente dal primo sfalcio, e fino a 4-5 sfalci, con una produzione complessiva di 12-14 tonnellate, in irriguo. Tradizionalmente gli sfalci vengono denominati, in ordine cronologico, maggengo, agostano, terzuolo e quartiolo. Il maggengo, come detto, è il primo e viene ottenuto nella prima metà del mese di maggio. Gli altri cadono a intervallo variabile dai 35-40 giorni per i prati irrigui e fino a 50-60 giorni per quelli asciutti, anche in funzione dell'andamento pluviometrico. Il primo e l'ultimo sfalcio forniscono un foraggio ricco di graminacee (microterme), mentre le leguminose (macroterme) prevalgono nei mesi estivi.

Il fieno ricavato verrà utilizzato prevalentemente per l'alimentazione dei bovini, ma potrà essere usato anche in allevamenti ovini, equini e cunicoli. Date le parziali condizioni di ombreggiamento, per accelerare il processo di essiccazione del foraggio si prevede di utilizzare la fienagione in due tempi, con appassimento dell'erba in campo e completamento dell'essiccazione in fienile con un sistema di ventilazione forzata che sfrutta l'energia elettrica prodotta dal fotovoltaico. Tale sistema riduce notevolmente le perdite meccaniche durante le operazioni di rivoltamento e di raccolta e fornisce un prodotto di qualità superiore, in particolare più ricco di proteine per effetto della limitata perdita di foglie, rispetto alla fienagione tradizionale.

I prati stabili presentano una varietà di specie molto più elevata rispetto ai prati avvicendati, nei quali in genere si coltiva erba medica, i trifogli e il loietto. Per questo motivo i prati stabili sono diventati e divengono oggetto di tutela normativa dopo 5 anni di permanenza continuativa, allo scopo di proteggerne la biodiversità floristica e faunistica

2.7 Possibile integrazione coltura-fotovoltaico

L'impianto di pannelli fotovoltaici si integra perfettamente nella coltivazione del prato stabile come sopra evidenziato, potendo far aumentare la resa in foraggio grazie agli effetti di schermo e protezione con parziale ombreggiamento nelle ore più assolate delle giornate estive ed il mantenimento di condizioni ottimali di

umidità del terreno per un tempo più prolungato. Questa condizione è particolarmente interessante dopo lo sfalcio, quando l'assenza di copertura vegetale causerebbe un rapido essiccamento del terreno nel periodo estivo, a discapito della capacità di ricaccio delle essenze foraggere.

L'interesse tra i filari fotovoltaici unitamente alla possibilità di reclinare completamente i pannelli con appositi automatismi, consente l'accesso a qualsiasi tipo di mezzo meccanico comunemente impiegato nella fienagione, che consistono in trattrici di potenza medio-bassa, e piccole e medie attrezzature agricole (barre falcianti, spandi-voltafieno, giro-andanatori, rotoimballatrici).

Va inoltre ribadito che la combinazione tra fotovoltaico ad inseguimento monoassiale e prato polifita permanente consente l'utilizzo dell'intera superficie al suolo per scopi agricoli.

Nell'analisi dell'interazione coltura-sistema fotovoltaico vanno considerati i seguenti elementi:

- i filari fotovoltaici consentono un agevole accesso per le lavorazioni agricole ai mezzi meccanici utilizzati per la coltivazione, lo sfalcio e la raccolta del foraggio;
- è prevista la posizione di blocco dei pannelli in totale rotazione ovest o est, in questo modo è agevole lavorare il terreno per la semina del prato fino a ridosso dei sostegni;
- l'assenza di elettrodotti interrati (con esclusione di quelli concentrati sul lato sud, dalle cassette stringhe alla cabina elettrica) consente eventuali lavorazioni di ripuntatura/scarificazione, e arieggiamento del terreno;
- i supporti sono costituiti da pali in acciaio infissi nel terreno e di facile rimozione a fine vita operativa;
- il prato polifita permanente arricchisce progressivamente di sostanza organica e di biodiversità il terreno, mantiene un ecosistema strutturato e solido del cotico erboso, le leguminose presenti nel miscuglio fissano l'azoto atmosferico fornendo una ottimale concimazione azotata del terreno, e offrono un foraggio di elevato valore nutritivo ricco di proteine;
- a fine vita operativa, ad impianto dismesso, il suolo così rigenerato sarà ideale anche per coltivazioni agricole di pregio (es. orticole, frutteto, vigneto).
- i pali dei Tracker sono semplicemente infissi nel terreno per battitura e possono essere rimossi con facilità per semplice estrazione.

L'impatto del sistema fotovoltaico sul suolo è ritenuto minimo, in quanto non interessato in modo significativo da infrastrutture inamovibili:

- i cavidotti sono minimi e saranno localizzati unicamente al margine sud-est e sud-ovest, in vicinanza della recinzione, e anch'essi sono facilmente rimovibili a fine vita operativa dell'impianto fotovoltaico;
- le linee di bassa tensione in corrente continua saranno posate su canaline esterne, fissate alle strutture stesse dei tracker, senza interessare il terreno con numerosi cavidotti.
- il prato permanente è una coltura pluriennale la cui durata è dell'ordine di decenni e più e, offrendo una copertura vegetale verde costante, anche nel periodo invernale, mitiga efficacemente l'impatto paesaggistico del sistema fotovoltaico;
- le attività di impianto del prato polifita, che consistono in aratura, erpicatura e semina, non interferiscono con il Fotovoltaico in quanto sono attività un tantum propedeutiche e preliminari all'installazione dell'impianto stesso;
- l'attività di manutenzione del fotovoltaico, che consiste in sostanza nell'annuale lavaggio dei pannelli, avviene con mezzi leggeri che non arrecano danno al prato, al contrario, vi è un impatto positivo del prato sulla transitabilità del terreno;
- il lavaggio dei pannelli avviene con l'uso di roto-spazzoloni, utilizzando acqua pura, senza alcun detergente che possa inquinare la coltivazione e le falde;
- le attività di manutenzione delle siepi perimetrali presenti, assimilabili per tipologia alle attività agricole, rappresenteranno un'importante integrazione al reddito del personale impiegato, e attenuano l'impatto visivo dell'intero impianto.

Relativamente all'impatto paesaggistico e la gestione del sistema agri-voltaico, si evidenziano i seguenti punti di forza del sistema agri-voltaico:

- il prato permanente è una coltura pluriennale la cui durata è dell'ordine di decenni e più e, offrendo una copertura vegetale verde costante, anche nel periodo invernale, mitiga efficacemente l'impatto paesaggistico del sistema fotovoltaico;
- le attività di impianto del prato polifita, che consistono in aratura, erpicatura e semina, non interferiscono con il fotovoltaico in quanto sono attività un tantum propedeutiche e preliminari all'installazione dell'impianto stesso;

- l'attività di manutenzione del fotovoltaico, che consiste in sostanza nell'annuale lavaggio dei pannelli, avviene con mezzi leggeri che non arrecano danno al prato, al contrario, vi è un impatto positivo del prato sulla transitabilità del terreno;
- il lavaggio dei pannelli avviene con l'uso di roto-spazzoloni, utilizzando acqua pura, senza alcun detergente che possa inquinare la coltivazione e le falde;
- le attività di manutenzione delle siepi perimetrali presenti, assimilabili per tipologia alle attività agricole, rappresenteranno un'importante integrazione al reddito del personale impiegato, e attenuano l'impatto visivo dell'intero impianto.

2.8 Scelta delle specie vegetali impiegate come bordure e fasce di mitigazione degli impatti

La scelta delle specie erbacee da impiegare come bordure e fasce di mitigazione degli impatti dell'impianto fotovoltaico in progetto è stata effettuata sulla base dei seguenti criteri:

- studio della flora erbacea locale;
- conservazione, recupero e riqualificazione delle essenze arboree ed arbustive presenti nell'area;
- specie erbacee autoriseminanti;
- buona resistenza alla siccità;
- equilibrata composizione floristica tra leguminose e graminacee;
- apparato radicale profondo;
- adattamento ai terreni alcalini.

Le specie erbacee da utilizzare sono state individuate in: trifoglio rosso, loglio rigido ed italico, festuche. La quantità di seme da impiegare sarà pari a kg 50 per ettaro.

La scelta delle specie da impiegare nel progetto di rinaturalizzazione è stata fatta con i seguenti criteri:

- buona resistenza alla siccità;

- creazione di una cenosi pluristratificata con equilibrata composizione floristica tra specie erbacee arbustive ed arboree;
- apparato radicale profondo;
- studio della flora locale;
- adattamento ai terreni sub acidi;
- produzione di frutti;
- capacità di creare habitat favorevoli alla nidificazione della fauna stanziale, fornendo riparo e cibo all'avifauna migratoria.

Le specie da utilizzare sono state individuate nelle formazioni tipiche del viterbese e la scelta della copertura vegetale nelle aree di compluvio non differirà dalle cenosi riscontrate nelle principali aste fluviali del comune, con l'utilizzo di ad esempio di olmo, salici e pioppo.

3. L'AREA IN ESAME

3.1 Territorio

Il **Comune di Tuscania** si estende per circa 209 kmq, con un numero di abitanti di 8.370 ed una densità di 40,11 ab/Km², l'altitudine è di circa 180 m s.l.m., nella classificazione sismica dell'Italia è in zona 2B (sismicità media)

Tuscania, come molti dei comuni limitrofi e come tipico di questa zona del viterbese, sorge su alcuni (in questo caso, sette) promontori di roccia tufacea posti tra i fiumi Marta e Capecchio che dominano, permettendone il controllo, la valle del Marta (ovvero un'importante via di comunicazione e transumanza che univa, fin dalla preistoria, il lago di Bolsena con il mar Tirreno, nei pressi dell'attuale Tarquinia).

3.2 Inquadramento di dettaglio dell'area

L'area interessata dal progetto è identificata al catasto dei terreni al:

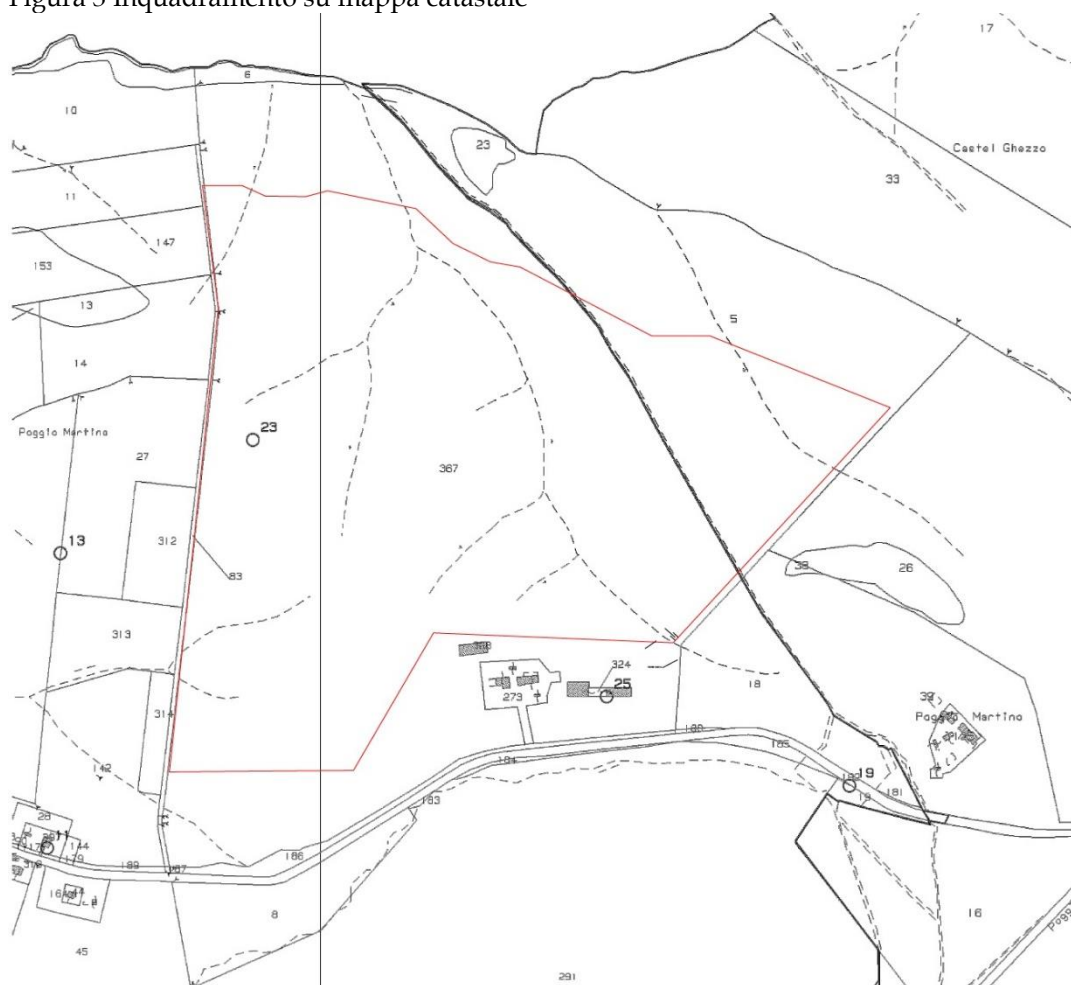
- Foglio 133 particella 367 e al Foglio 122 particella 5

Le coordinate geografiche sono: 42.35 ° N 11.72° E - Altitudine 98 m s.l.m.

Figura 2 Ortofoto



Figura 3 Inquadramento su mappa catastale



3.3 Produzioni agricole caratteristiche dell'area in esame

Il comune di Tuscania ricade all'interno dell'area di molte produzioni e denominazioni tutelate dalle norme nazionali e comunitarie.

In funzione del tipo di filiera del prodotto tutelato, avremo materie prime che possono essere trasformate al di fuori del territorio (IGP) e produzioni trasformate nello stesso territorio di origine (D.O.P.) come ad esempio per la filiere olearia.

Le produzioni di qualità riconosciute a livello nazionale e comunitario sono:

CARNI

- Abbacchio Romano Agnello del Centro Italia;
- Vitellone Bianco dell'appennino centrale;

ORTOFRUTTA

- Carciofo Romanesco;
- Castagna di Vallerano;
- Nocciola Romana;

OLII E GRASSI

- Olio extra vergine di oliva Canino;
- Olio di oliva "Tuscia";

PRODOTTI A BASE DI CARNE

- Mortadella di Bologna;
- Salamini Italiani alla Cacciatora;

FORMAGGI

- Pecorino Romano;
- Pecorino Toscano;
- Rcotta Romana;

VINI

- Colli Etruschi Viterbesi o Tuscia DOC;
- Tarquinia DOC;
- Lazio IGT;

Gran parte delle filiere produttive delle denominazioni su indicate possono interessare il fondo oggetto di analisi che può essere parte di queste filiere anche con la realizzazione dall'agrivoltaico: ad esempio il foraggio per le filiere delle carni, etc.

3.4 Il contesto naturale

L'area vasta di cui fa parte la proprietà interessata dal piano è inserita nel tessuto agricolo costituito da coltivazioni estensive diffuse con produzione di cereali, superfici limitate a legnose agrarie (viti, olivi), vi è la presenza diffusa e riunita

in agglomerati di abitazioni ed edifici ad uso prevalentemente residenziale ed agricolo funzionale all'attività di coltivazione dei campi o allevamento animale.

La struttura del sistema naturale e della vegetazione autoctona è stato oramai compromesso da decenni dalle edificazioni e dalle attività antropiche prettamente agricole. Tuttavia dei lacerti di vegetazione spontanea ed autoctona sono sopravvissuti nelle aree non coltivabili e caratterizzate da pendenza o rocciosità. La serie vegetale appartiene alla serie MESOMEDITERRANEO INFERIORE (Blasi et Paura 1993) querceti con roverella, leccio e sughera, cerreti con farnetto, macchia mediterranea. Potenzialità per boschi con farnia e *Fraxinus oxycarpa* (forre e depressioni costiere). (Blasi et Paura 1993).

Le frazioni di suolo non interessate da coltivazioni permanenti di colture erbacee, sono interessate da vegetazione incolta prevalentemente erbacea a gramigna ascrivibile a *Diplotaxio tenuifolii Agropyretumrepentis* (Philippi et al 1969).

3.5 Analisi fitoclimatica

I riferimenti fitoclimatici, precedendo lo studio della vegetazione presente nel sito in oggetto, raccolgono in un unico sistema logico considerazioni di tipo strutturale, floristico e corologico ed esprimono la potenzialità di una intera area, a prescindere dalle alterazioni apportate dall'uomo.

Nella presente relazione, oltre ai rilevamenti in campo, si è fatto riferimento anche alla letteratura scientifica ed in modo particolare alla carta fitoclimatica del Lazio (Titolo Fitoclimatologia del Lazio autore: Carlo Blasi pubblicazione: Università "La Sapienza" di Roma Dipartimento di Biologia Vegetale, Regione Lazio – Assessorato Agricoltura Foreste Caccia e Pesca, Usi Civici).

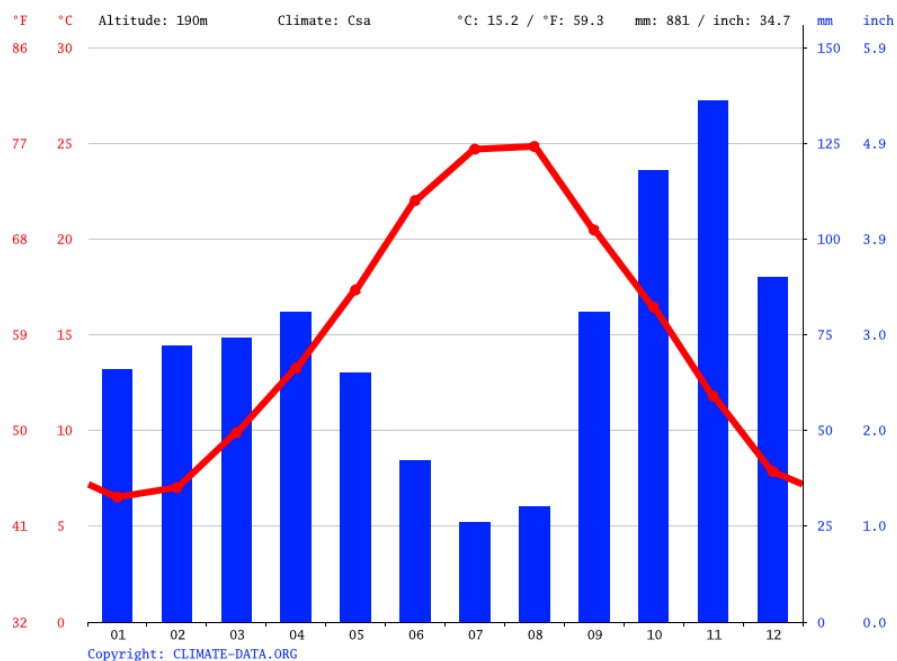
La carta evidenzia le stazioni di riferimento dalle quali sono stati presi i dati termo-pluviometrici dell'intera regione, unendo questi dati ai campionamenti vegetali effettuati in diversi siti ed ai conseguenti studi fitosociologici, si è realizzata la carta del fitoclima, attraverso la quale si evidenziano le diverse associazioni vegetazionali della Regione Lazio, con le rispettive piante guida.

3.5.1 Analisi del clima

Il comune di Tuscania è classificato dal punto di vista climatico in zona D, 1654 GR/G.

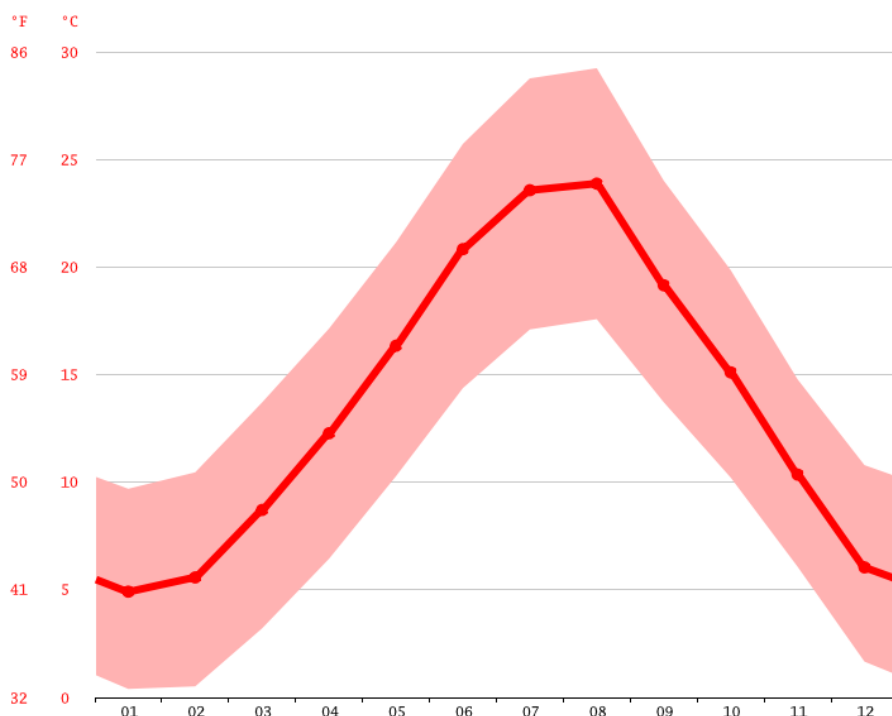
Il clima è caldo e temperato in Tuscania. Esiste maggiore piovosità in inverno che in estate. Il clima è stato classificato come CSA in accordo con Köppen e Geiger. La temperatura media annuale di Tuscania è 15.2 °C. Si ha una piovosità media annuale di 881 mm.

Foto 1 Andamento delle temperature e precipitazioni



La differenza di Pioggia tra il mese più secco e quello più piovoso è 121 mm.

Foto 2 Andamento delle temperature



Agosto è il mese più caldo dell'anno con una temperatura media di 23.9 °C. La temperatura media in gennaio, è di 4.9 °C. Si tratta della temperatura media più bassa di tutto l'anno.

Tabella 1 Tabella climatica

	Gennaio	Febbrai	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settemb	Ottobre	Novemb	Dicembr
Medie Temperatura (°C)	6.5	7	9.9	13.3	17.3	22	24.7	24.8	20.5	16.4	11.8	7.9
Temperatura minima (°C)	3.2	3.3	5.7	8.6	12.5	16.7	19.3	19.8	16.5	13	8.8	4.8
Temperatura massima (°C)	10.3	11.2	14.4	17.9	22	27	29.9	30.1	25	20.5	15.3	11.3
Precipitazioni (mm)	66	72	74	81	65	42	26	30	81	118	136	90
Umidità(%)	81%	77%	76%	74%	71%	64%	59%	61%	69%	78%	82%	81%
Giorni di pioggia (g.)	7	6	7	8	7	5	3	4	7	8	9	8

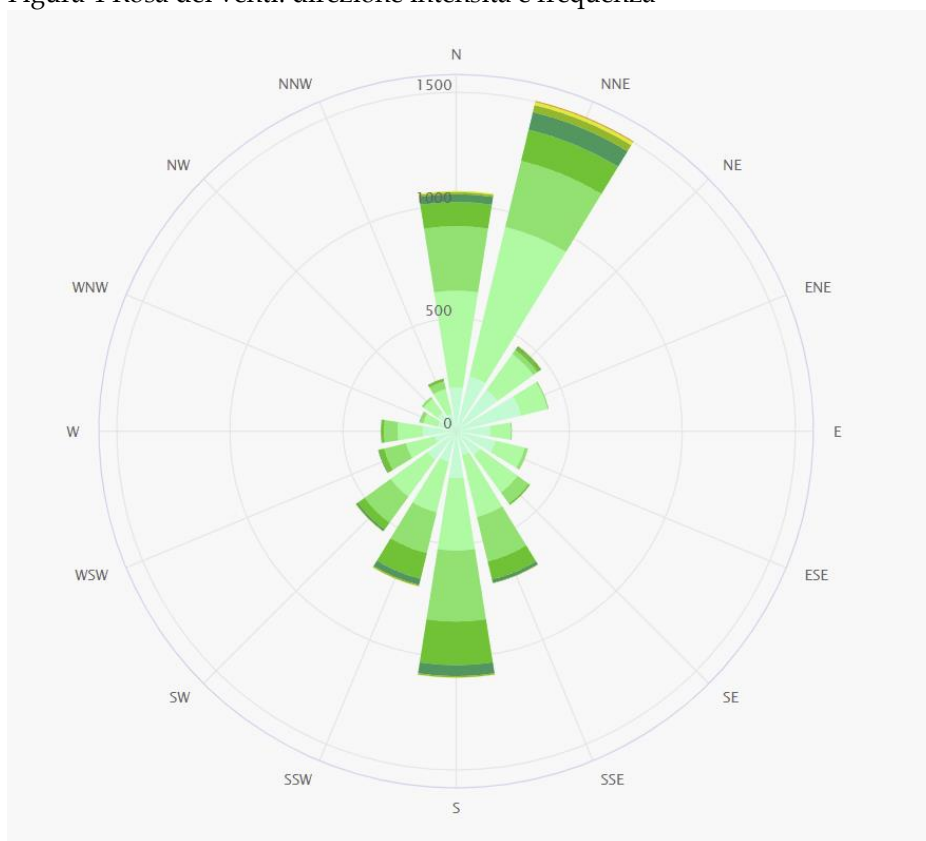
110 mm è la differenza di Pioggia tra il mese più secco e quello più piovoso. 18.3 °C è la variazione delle temperature medie durante l'anno.

Se compariamo il mese più secco con quello più piovoso verifichiamo che esiste una differenza di Pioggia di 110 mm. Durante l'anno le temperature medie variano di 18.3 °C.

Il valore più basso per l'umidità relativa viene misurato ad Luglio (59.23 %). L'umidità relativa è più alta a Novembre (81.59 %).

In media, il minor numero di giorni di pioggia si registra ad Luglio (giorni: 4.30 days). Il mese con i giorni più piovosi è Novembre (giorni: 12.03).

Figura 4 Rosa dei venti: direzione intensità e frequenza



La rosa dei venti per Toscana mostra che i venti dominanti per intensità, direzione e frequenza soffiando in direzione NNE.

3.5.2 Caratteristiche della zona fitoclimatica

I riferimenti fitoclimatici, precedendo lo studio della vegetazione presente nel sito in oggetto, raccolgono in un unico sistema logico considerazioni di tipo strutturale, floristico e corologico ed esprimono la potenzialità di una intera area, a prescindere dalle alterazioni apportate dall'uomo.

Nella presente relazione, si è fatto riferimento alla letteratura scientifica ed in modo particolare alla carta fitoclimatica del Lazio (Titolo Fitoclimatologia del Lazio autore: Carlo Blasi pubblicazione: Università "La Sapienza" di Roma Dipartimento di Biologia Vegetale, Regione Lazio Assessorato Agricoltura Foreste Caccia e Pesca, Usi Civici). La carta evidenzia le stazioni di riferimento dalle quali sono stati presi i dati termopluviometrici dell'intera regione, unendo questi dati ai campionamenti vegetali effettuati in diversi siti ed ai conseguenti studi fitosociologici, si è realizzata la carta del fitoclimate, attraverso la quale si evidenziano le diverse associazioni vegetazionali della Regione Lazio, identificandone le rispettive piante guida.

La carta inquadra la zona ove si colloca il sito in oggetto nella "Regione Xeroterica" indicata come:

TERMOTIPO MESOMEDITERRANEO INFERIORE OMBROTIPO SECCO SUPERIORE/ SUBUMIDO INFERIORE

REGIONE XEROTERICA (sottoregione termomediterranea / mesomediterranea)

P scarsa (593÷811 mm); **Pest** da 53 a 71 mm; **T** da 15 a 16.4 °C con **Tm** <10°C per 2-3 mesi; **t** da 3.7 a 6.8 °C. Aridità intensa da maggio a agosto con valori non elevati a aprile (**SDS** 159÷194; **YDS** 194÷240). Stress da freddo non intenso da dicembre a marzo spesso presente anche a novembre e prile (**YCS** 79÷210; **WCS** 66÷141).

MORFOLOGIA E LITOLOGIA: pianure litoranee. Argille plioceniche; depositi fluvio-lacustri; sabbie.

LOCALITA': litorale e colline retrostanti della provincia di Viterbo e litorale della provincia di Roma.

VEGETAZIONE FORESTALE PREVALENTE: querceti con roverella, leccio e sughera, cerreti con farnetto, macchia mediterranea. Potenzialità per boschi con farnia e *Fraxinus oxycarpa* (forre e depressioni costiere).

Serie del cerro (fragm.): *Teucrio siculi* - *Quercion cerris*.

Serie della roverella e del cerro: *Lonicero* - *Quercion pubescentis*; *Ostryo* - *Carpinion orientalis*.

Serie del leccio e della sugera (fragm.): *Quercion ilicis*.

Serie della macchia: *Quercion ilicis*; *Oleo* - *Ceratonion* (fragm.).

Serie del frassino meridionale (fragm.): *Alno* - *Ulmion*.

Serie dell'ontano nero, dei sslici e dei pioppi (fragm.): *Alno* - *Ulmion*; *Salicion albae*.

Alberi guida (bosco): *Quercus cerris*, *Q. pubescens* s.l., *Q. ilex*, *Q. suber*, *Juniperus oxycedrus* subsp. *macrocarpa*, *Acer campestre*, *A. monspessulanum*, *Mespilus germanica*, *Fraxinus ornus*, *F. oxycarpa*, *Ulmus minor*, *Salix alba*.

Arbusti guida (mantello e cespugli): *Clematis flammula*, *Lonicera etrusca*, *Phillyrea latifolia*, *P. angustifolia*, *Pistacia lentiscus*, *Rhamnus alaternus*, *Cistus incanus*, *Osyris*

alba, *Paliurus spina-christi*, *Daphne gnidium*, *Spartium junceum*, *Atriplex halimus* (saline di Tarquinia), *Vitex agnus - castus* (Civitavecchia).

P - precipitazione annuale

T - temperatura media annuale

t - temperatura media delle minime del mese più freddo

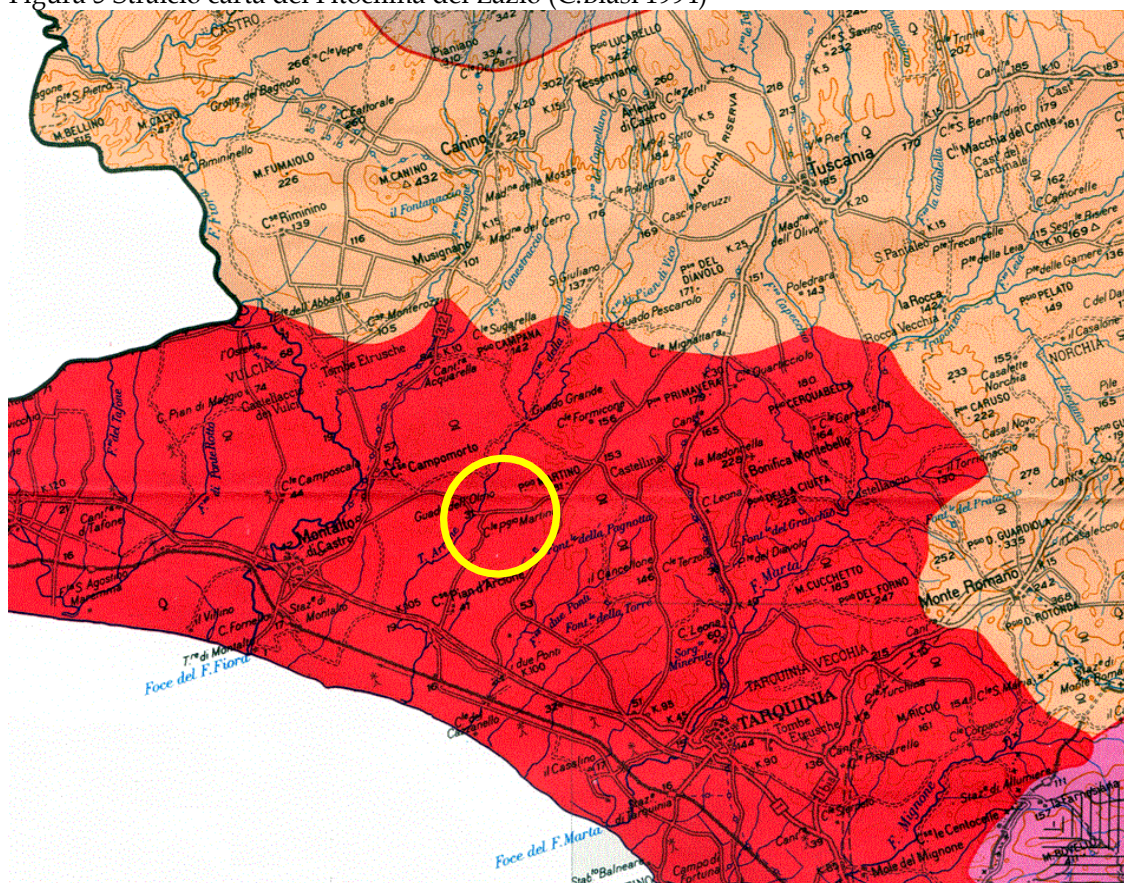
Tm - temperatura media mensile

Pest - precipitazione estiva

WCS - stress da freddo (invernale) YCS - stress da freddo (annuale) SDS - stress da aridità (estivo) YDS - stress da aridità (annuale) It - indice di termicità

Q - coefficiente di Emberger

Figura 5 Stralcio carta del Fitoclima del Lazio (C.Biasi 1994)



Come precisato nella Deliberazione di Giunta Regionale n° 2649 del 18/05/1999, la quale specifica nel punto 4 lettera c) che l'indagine vegetazionale deve essere

comprensiva di uno studio agropedologico, è stata redatta una Carta della Classificazione agronomica dei terreni in scala 1:10.000 (uniformemente alla Carta Tecnica Regionale in scala 1:10.000), al fine di valutare le potenzialità dei terreni dal punto di vista agricolo ed il grado di limitazione d'uso riferito alla Land Capability Classification U.S.D.A.,1961.

La scala con cui viene rappresentata la classificazione agronomica dei suoli, che tende ad avvicinarsi ad discreto livello di dettaglio, consente quindi di orientare le varie sperimentazioni e prove nel comparto agricolo, in funzione della variabilità della componente "suolo". Inoltre, permette di predisporre dei criteri di lettura dei risultati delle prove ottenute e di mettere a punto dei modelli di gestione e di tecniche colturali, sia in chiave conservativa che produttiva del suolo, differenziati per le varie tipologie pedologiche rappresentate.

Nel rilevamento è stato evidenziato il tipo di tessitura del suolo riscontrato, particolarmente importante nel caso di agricoltura intensiva, per la determinazione dei turni e dei volumi di adacquamento, onde tener conto dei fenomeni di risalita capillare.

Il dato della risalita capillare è importante, a livello gestionale, per l'applicazione del Codice di Buona Pratica Agricola, di cui al Decreto del Ministero delle Politiche Agricole n° 86 del 19/4/1999 (in S.O.G.U. n° 102 del 4/5/1999), al fine di limitare i rischi di inquinamento derivante da nitrati originati dalla percolazione su suoli agricoli.

L'esigenza di conoscere la Classificazione agronomica del terreno per le aree interessate dallo strumento urbanistico, deriva dalla volontà di comprendere quale sia la "capacità delle terre" ("land capability"), affinché possano esserne valutate le potenzialità produttive per le utilizzazioni agro – silvo – pastorali, sulla base di una gestione della risorsa suolo di tipo "conservativo", o più precisamente "sostenibile".

In definitiva, lo scopo della Carta della Classificazione agronomica dei terreni, è quello di fornire un documento di facile lettura, che suddivida il territorio in aree a diversa difficoltà di gestione a fini agricoli generici.

Vi è da rilevare che questa classificazione utilizza altre caratteristiche non strettamente riferite al suolo, quindi il concetto principale del metodo della Land Capability, è quello della "limitazione", ossia di una caratteristica fisica che è sfavorevole, in senso lato, all'uso agricolo.

Le limitazioni prese in considerazione sono quelle permanenti e non quelle temporanee, eventualmente risolvibili grazie ad appropriati interventi di

miglioramento come i drenaggi, le concimazioni, le sistemazioni superficiali e così via.

I criteri fondamentali della capacità di uso dei suoli e che risultano di grande ausilio alla determinazione della Classificazione agronomica dei terreni sono:

- comprendere nel termine "difficoltà di gestione" tutte quelle pratiche conservative e sistematorie necessarie affinché, in ogni caso, l'uso non determini perdita di fertilità o di degradazione del suolo; o la capacità di produzione di biomassa vegetale; o la possibilità di adottare le specie vegetali normalmente presenti in sito od adattabili; o riferirsi al complesso di colture praticabili nel territorio in questione e non ad una coltura in particolare;
- essere in relazione alle limitazioni fisiche permanenti, escludendo le valutazioni dei fattori socio-economici; considerare un livello di conduzione abbastanza elevato, ma allo stesso tempo accessibile alla maggioranza degli operatori agricoli.

Il metodo più utilizzato per la classificazione agronomica dei suoli è quello che fa riferimento a Klingebiel e Montgomery (1961), conosciuto come Land Capability Classification (abbreviata in LCC) o classificazione della capacità delle terre. Alla base di tale metodo vi era la gestione razionale delle aziende agricole sia dal punto di vista imprenditoriale, in senso stretto, che della conservazione della fertilità del suolo.

Le terre sono classificate in otto "classi", identificate con numeri romani, con la classe I, quella migliore, e le restanti classi con gradi di limitazione sempre più ampi. Come si può osservare nella tabella seguente, soltanto la seconda e la terza classe prevedono delle sottoclassi in relazione alla tipologia di limitazioni accertate (vedere tabelle e schemi successivi).

La motivazione va ricercata nel fatto che la prima classe, non avendo limitazioni particolari o rilevanti, non necessita di ulteriori aggiunte di sottoclassi. Le classi che vanno dalla 4 alla 8, viceversa, comprendono già la spiegazione delle gravi limitazioni che permettono la loro individuazione.

In sintesi: le prime 4 classi sono compatibili con l'uso sia agricolo che forestale e zootecnico; le classi che vanno dalla 5 alla 7 escludono l'uso agricolo intensivo, mentre nelle aree appartenenti alla classe 8 non è possibile alcuna forma di utilizzazione produttiva.

Figura 6 Schema di classificazione della capacità delle terre

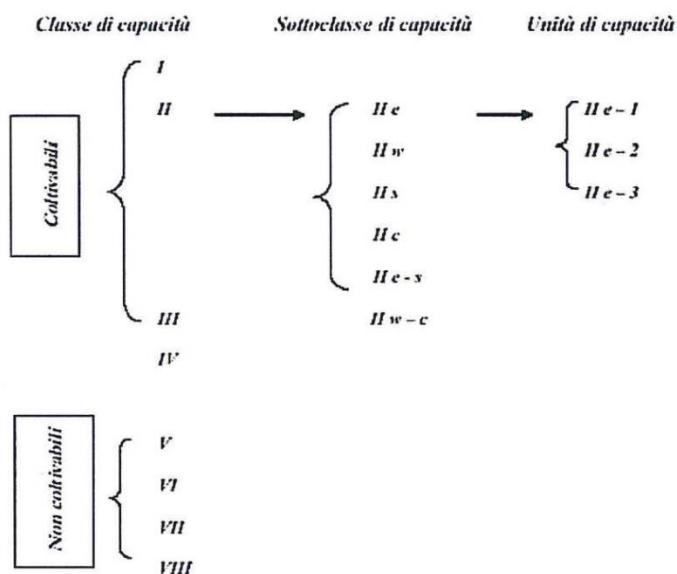


Tabella 2 Sottoclassi e relative limitazioni nelle capacità delle terre.

Sottoclasse	Tipo di limitazione
S	Deficienza o problemi di tipo chimico - fisici nella parte esplorabile dalle radici (salinità, pH, scarsa potenza, bassa capacità di ritenzione idrica, scheletro abbondante, fessurazioni, scarsa C.S. C, pendenza eccessiva, scarsafertilità)
W	Limitazioni correlate al drenaggio
F	Suoli con severe limitazioni. che non presentano rischi di erosione e che generalmente sono utilizzati ai fini pascolivi, foraggicoltura, selvicoltura od a mantenimento dell'ambiente naturale
C	Clima non del tutto favorevole o carenza idrica
E	Processi erosivi in alto o rischio di erosione

È importante sottolineare che nella classificazione delle terre non sono inseriti riferimenti alla scienza estimativa, però viene considerata l'ordinarietà dell'azienda e della coltura agricola.

Nell'elaborare la carta allegata, per le finalità per cui è stata richiesta, ci si è fermati a ripartire il suolo a livello di classe di capacità; e le procedure utilizzate sono le seguenti:

- sopralluoghi in campo;

- consultazione del volo aerofotogrammetrico;

Sono state quindi definite le unità pedologiche con lo standard F.A.O. e con la classificazione U.S.D.A.. Non è stato possibile applicare la Land Capability Classification fino al livello più dettagliato, a causa della mancata disponibilità di dati pedologici esaustivi e di elementi dettagliati riguardanti le produzioni delle principali colture dei vari suoli e le relative difficoltà di coltivazione.

Per quanto concerne il regime di umidità dei suoli e il relativo drenaggio, viene utilizzata questadicitura:

- eccessivo se nel profilo di controllo lo sgrondo dell'acqua è troppo rapido;
- leggermente eccessivo se l'allontanamento avviene in modo rapido;
- normale se il terreno ritiene la quantità d'acqua non limitativa alla crescita della pianta;
- moderatamente buono se il terreno è umido per brevi periodi ma importanti per la vita delle piante;
- imperfetto se il terreno è umido per periodi lunghi e importanti per la vita delle piante;
- lento se resta bagnato per molto tempo;
- molto lento se l'acquifero è superficiale.

Tabella 3 Divisione delle Classi di lavorabilità del terreno

I	CLASSE SENZA O CON MODESTISSIME LIMITAZIONI D'USO PARTICOLARE
II	CLASSE SE SI È IN PRESENZA DI ALCUNE LIMITAZIONI D'USO CHE
III	CLASSE SE SI È IN PRESENZA DI SUOLI CON NOTEVOLI LIMITAZIONI CHE RIDUCONO LA SCELTA COLTURALE O CHE RICHIEDONO PARTICOLARI PRATICHE DI CONSERVAZIONE, O ENTRAMBE
IV	CLASSE SE SI HANNO SUOLI CON LIMITAZIONI MOLTO FORTI CHE RISTRINGONO LA SCELTA DELLE PIANTE, RICHIEDONO UNA GESTIONE ACCURATA, O ENTRAMBE;
V	CLASSE SE SI HANNO SUOLI CON LIMITAZIONI NON ELIMINABILI CHE LIMITANO IL LORO USO IN GRAN PARTE AL PRATO - PASCOLO, PASCOLO O BOSCO
VI	CLASSE SE SI HANNO SUOLI CON LIMITAZIONI MOLTO FORTI CON UTILIZZO A PRATO PASCOLO, PASCOLO O BOSCO QUASI IN VIA ESCLUSIVA
VII	CLASSE SE SI HANNO SUOLI CON LIMITAZIONI MOLTO FORTI, INADATTI A COLTURE ECONOMICAMENTE VANTAGGIOSE ED USO ESCLUSIVO A PASCOLO O BOSCO
VIII	CLASSE SE SI HANNO SUOLI DEL TUTTO INADATTI AD ATTIVITÀ ECONOMICAMENTE VANTAGGIOSE

E' stata anche analizzata la "Carta della Classificazione dei Terreni" redatta dall'Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante di Roma (E. Romano, G. Macella e P. Scandella), pubblicata nel 1979 dalla Regione Lazio (Assessorato Agricoltura e Foreste).

In definitiva l'area di intervento viene identificata nelle classi **1 e 2** con sotto tipologie come la 2.2 corrispondente alla tipologia 2 tgl, che indica una tipologia rispettivamente di "terreni senza o con modeste limitazioni" e di "terreni coltivabili con limitazioni di media entità" dovute a difetti del suolo generalmente per la presenza di scheletro o a causa della topografia, rientra comunque nelle zone a pendenza compresa entro il 5%.

Ciò evidenzia la facilità di lavorazione dei terreni dal punto di vista meccanico delle principali lavorazioni agricole, le difficoltà di operare sono spesso dovute alla presenza nel suolo di ciottoli che ostacolano le

lavorazioni spesso per alcuni anni. I casi con maggiori difficoltà sono relegati nelle zone a pendenza maggiore dove le lavorazioni del terreno sono possibili solamente con motocoltivatori.

Nel caso specifico dato che la coltivazione delle terre avviene da diversi decenni, i difetti dovuti a rocciosità o pietrosità sono scemate nel tempo in seguito alle lavorazioni successive. Pertanto attualmente la classificazione si potrebbe ridurre alla classe 2, presenza di alcune limitazioni d'uso che riducono la scelta colturale o che richiedono particolari pratiche di conservazione, o entrambe;

3.6 Caratteristiche vegetazionali

3.6.1 Il territorio circostante

Nell'area circostante alla proprietà in oggetto, è presente vegetazione allo stato arboreo-arbustivo solo nelle bordure o nei terreni abbandonati, nei quali la prevalenza è per le specie arbustive, mentre gli alberi autoctoni sono frequenti lungo i torrenti. Quando presenti questi ultimi sono rappresentati in prevalenza da specie quercine caducifoglie quali cerro e roverella (*Quercus cerris*, *Q. pubescens*) che sono diffusi come individui singoli o piccoli gruppi, vi è presenza anche del leccio (*Quercus ilex*) e dall'olmo (*Ulmus minor*), quest'ultimo frequente in condizioni di elevata pendenza o nelle scoline divisorie tra i fondi.

Nei tratti non coltivati e non coperti da vegetazione arborea si rinvencono saltuariamente specie ubiquitarie quali la *Phragmites australis*, *Arundo donax*, *Spartium junceum*, *Sambucus nigra*, *Ficus carica*, *Rubus ulmifolium*, *Laurus nobilis*.

vi è una prevalenza di colture agricole quali: oliveti, viti, seminativi da granello (grano, orzo, etc), pascolo e foraggi.

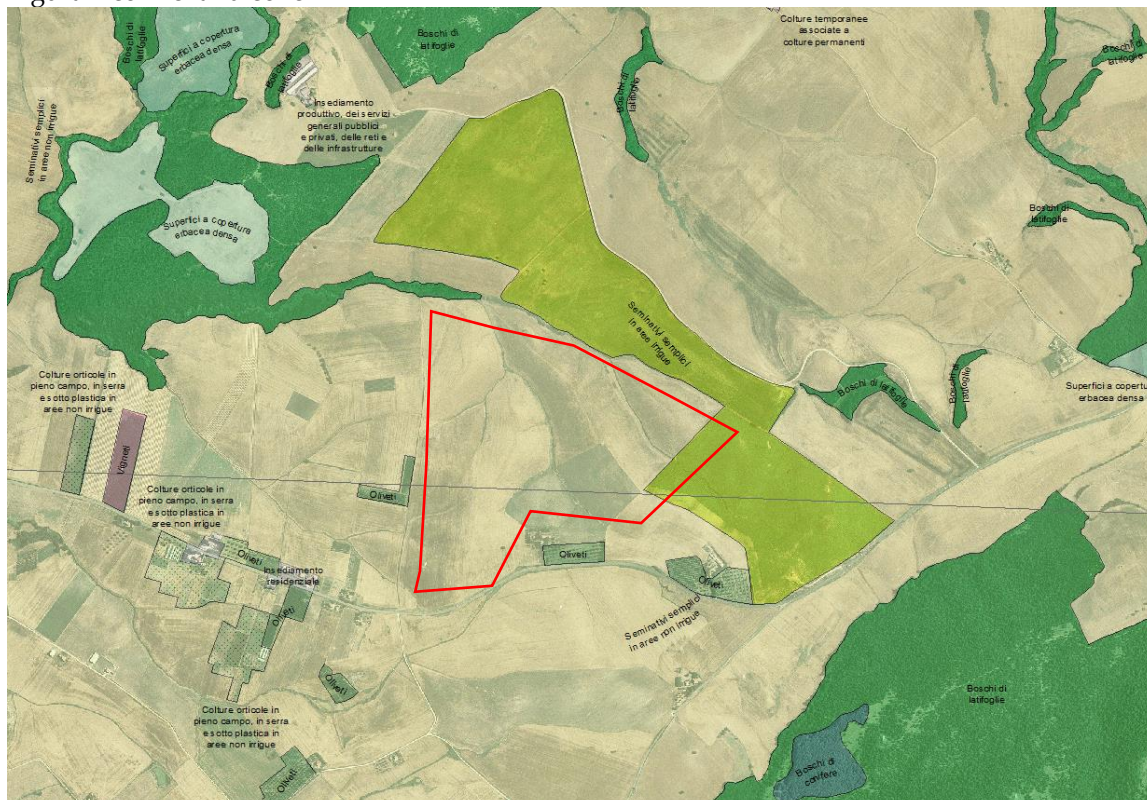
3.6.2 L'area di pertinenza del progetto

La vegetazione spontanea è costituita esclusivamente da specie erbacee non di particolare pregio naturalistico e prive di elementi meritevoli di conservazione particolare. Tra le specie più frequenti si annoverano le seguenti: *Rumex sp.*, *Borrago officinalis*, *Cardus nutans*, *Centaurea spp*, *Bellis perennis*, *Chicorium inthibus*, *Verbascum sp.*, *Chenopodium album*, *Beta vulgaris*, *Inula viscosa*, *Cynodon dactylon*, *Agropyrum repens*, *Papaver rhoeas*, *Malva alcea*, *Medicago sativa*, *Phoeniculum vulgare*, *Borrago officinalis*, *Cinodon dactylon*, *Phalaris sp.*, *Dactylis glomerata*, *Poa annua*, *Poa pratensis*, *Festuca rubra*, *Festuca arundinacea*, *Briza maxima*, *Daucus carota*, *Trifolium incarbatum*, *Trifolium repens*, *Trifolium stellatum*, *Tarassacum officinalis*.

3.7 Carta dell'uso del suolo

Nella carta dell'uso del suolo allegata si evidenzia la semplicità di classificazione delle tipologie.

Figura 7 corine land cover



In rosso perimero area interessata dall'impianto agrivoltaico

E' stata redatta una carta dell'Uso del suolo con base Land Corine Cover con riferimento la stessa carta del Lazio (Cus) che scende nel dettaglio maggiore, ed una carta dell'uso del suolo secondo le categorie richieste dalla presente normativa. Si hanno difatti solo tre tipi di uso:

Legnose agrarie, con una copertura del suolo compresa nella classe >70%, comprende zone coltivate a frutteti vari, in prevalenza vite. Area agricole eterogenee, avente una copertura del suolo compresa nella classe 4° ,4- 70%, costituite da superfici ospitanti piccoli appezzamenti con differenti colture: legnose, ortive, seminativi, foraggiere ecc. Le zone specifiche principalmente sono menzionate come seminativi in aree non irrigue.

4. DESCRIZIONE DEL FONDO IN ESAME

I fondi, oggetto della relazione, costituiscono più corpi fondiari e sono riportati dal catasto terreni nel comune di Tuscania (VT) al foglio 133 part. 367 e foglio 122 part. 5, con superficie catastale complessiva di 77 ettari a disposizione del proponente, loc. poggio Martino, sita a circa 15 km dal centro abitato di Tuscania.

Il terreno presenta una giacitura da pianeggiante a leggermente acclive, con natura di medio impasto tendenzialmente argilloso e un franco di coltivazione mediamente profondo (circa 40 - 45 cm). Inoltre si stima un modesto livello di fertilità apparente e un discreto livello di pietrosità;

La SAU (Superficie Agricola Utilizzata) dei fondi è utilizzata integralmente come seminativo. L'ordinamento colturale cerealicolo foraggero è quello tipico della zona dei seminativi non irrigui e cioè lavorazioni con aratura in piena estate, affinamento del terreno e semina della foraggera prima dell'inizio dell'autunno (1/2 settembre), pascolamento in inverno e sfalcio in primavera, mentre nell'anno in cui si semina il cereale (frumento) si eseguono più interventi di erpicatura per impedire alle erbacce di nascere poi in inverno (novembre) si semina il frumento per raccogliarlo a giugno luglio. Annualmente sullo stesso appezzamento si avvicendano cereali - colture foraggere quindi si verifica la classica rotazione colturale biennale, con lo scopo di lasciare inalterati i livelli di fertilità del suolo (che altrimenti con il ringrano verrebbero compromessi) nonché la struttura dello stesso.

Tabella 4 Piano colturale

G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	
Frumento																						Frumento		
							Trifoglio/Erbaio misto																	

La SAU è intervallata da piccole tare improduttive (cespuglieti, siepi, filari ecc.).

Area dell'impianto effettiva è di circa 77 Ha

Figura 8 Profilo di elevazione e conformazione terreno Est Ovest

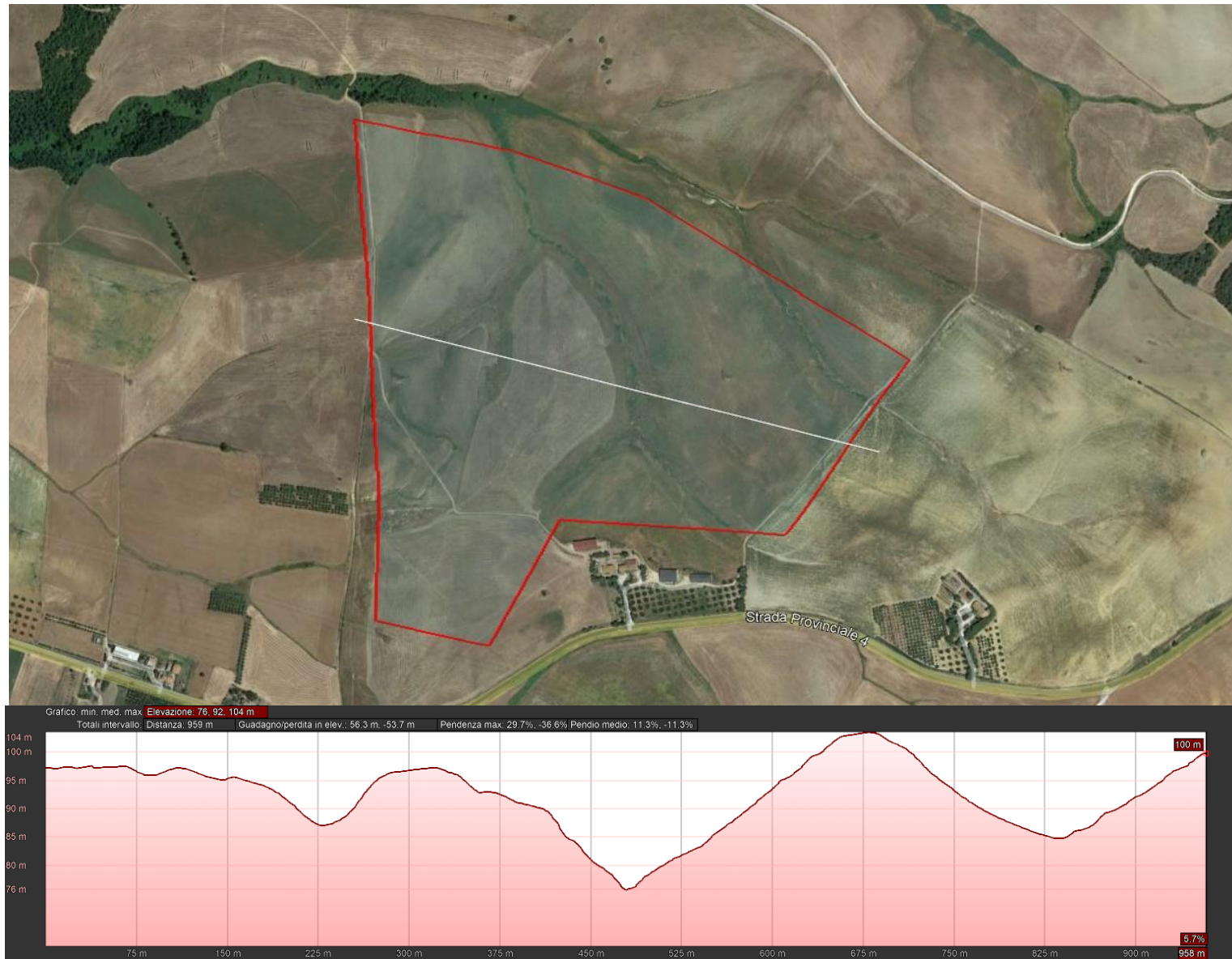
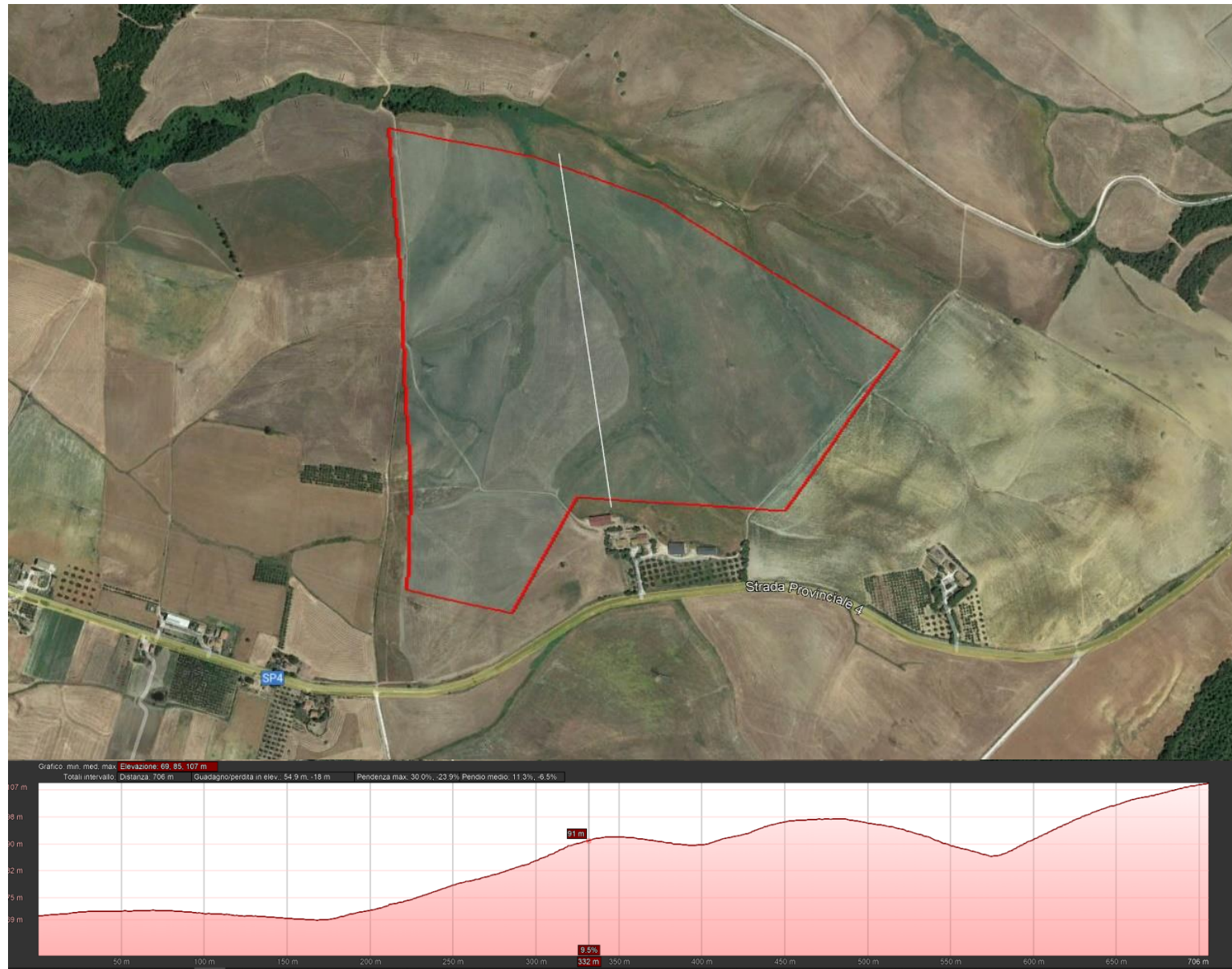


Figura 9 Profilo di elevazione e conformazione terreno Nord SUD



Aprile 2022

Per le specifiche tecniche-progettuali e l'allestimento del cantiere si rimanda alle tavole e relazioni a firma dei progettisti.

Il fondo in esame appartiene alla classe 2 e alla sottoclasse "s". Quindi il terreno è adatto all'attività agricola ma trova delle limitazioni, che in questo caso risiedono in una moderata fertilità, così come confermato dall'inquadramento sulla carta pedologica che pone il suolo in esame tra quelli misti.

5. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

L'esigenza di produrre energia rinnovabile è oggi quanto mai sentita per ridurre gli effetti negativi dell'inquinamento e del cambiamento climatico legati all'utilizzo di energie fossili. L'associazione tra impianto fotovoltaico di nuova generazione (ad inseguimento solare) e l'attività agricola rappresenta una soluzione innovativa dell'impiego del territorio che trova giustificazione nel maggiore output energetico (LER, Land Equivalent Ratio) complessivamente ottenuto dai due sistemi combinati rispetto alla loro realizzazione individuale.

Attraverso la scelta di una idonea coltura, tollerante al parziale ombreggiamento generato dai pannelli fotovoltaici, è possibile migliorare la produttività agricola e la conseguente marginalità e sfruttare tutta la superficie del suolo sotto ai pannelli solari per scopi agricoli. A differenza delle coltivazioni cerealicole, e di cereali microtermi in particolare (es. frumento), che sono possibili solo nella zona centrale dell'interfilare fotovoltaico, la scelta di coltivare specie foraggere all'interno di un miscuglio di prato polifita consente di sfruttare l'intera superficie del terreno. La presenza inoltre di molte specie nel miscuglio foraggero, garantisce un perfetto equilibrio e adattamento del prato alle specifiche e variabili condizioni di illuminamento, favorendo l'una o l'altra essenza foraggera in funzione delle variabili condizioni microclimatiche che si vengono a realizzare a diverse distanze dal filare fotovoltaico.

Sebbene siano diverse le colture realizzabili all'interno di un impianto agrivoltaico, e con marginalità spesso comparabile, come frumento, orzo, insalata, pomodoro, pisello, etc., la scelta del prato polifita permanente consente di raggiungere contemporaneamente più obiettivi, oltre alla convenienza economica: conservazione della qualità dei corpi idrici, aumento della sostanza organica dei terreni, minor inquinamento ambientale da fitofarmaci, minor consumo di carburanti fossili, aumento della biodiversità vegetale e animale, creando, in particolare, un ambiente idoneo alla protezione delle api, raggiungendosi così il massimo dei benefici.

Non esistono tipologie di vegetazione fragili ne specie protette dalla legislazione nazionale regionale. Si consiglia comunque di prestare attenzione alla vegetazione forestale limitrofa all'area di progetto, anche se non interessata da impatti, evitando di danneggiarla nelle fasi di cantiere.

Nel dettaglio da quanto elaborato e rilevato:

- Il terreno non si distingue per una particolare vocazione agricola o per eccellenti caratteristiche agropedologiche del suolo, come confermato dalla

classificazione LCC (Land Capability Classification), che lo colloca nella classe 2s.

- Nessuna delle colture presenti, può essere classificata come “**di pregio**” essendo frutto unicamente della espansione agro-antropica dell’uomo con colture tipicamente ed unicamente cerealicole industriali.
- Il carattere vegetazionale appare altrettanto di basso pregio, per la forte limitazione dovuta all’attività di cui sopra, che ne ha fortemente ridotto la diffusione, e per la geomorfologia e climatologia che ne avrebbe potenzialmente influenzato la crescita in fitocenosi tipicamente comuni alla fascia temperato-mediterranea.
- L’importanza degli interventi di mitigazione/ottimizzazione del progetto :
 - piantumazione perimetrale, che è costituita da una siepe (lauroceraso\ fotinia) e il filare di alberi (ulivi di altezze contenute fino a 3\4 mt), alloro, essenze tipiche dell’ambiente mediterraneo;
 - lasciare inalterata la vegetazione presente, in particolare gli alberi isolati (elementi del paesaggio);
 - non modificare l’assetto geomorfologico e idrogeologico del suolo;

In relazione ai dati su esposti e alle tecniche di coltivazione esposte per l’impianto integrato proposto, si ritiene che lo stesso sia agronomicamente, economicamente compatibile con le esigenze di maggiore conservazione dell’uso agricolo del suolo.

Ha redatto la presente relazione agronomica il Dott. Agr. Paolo Greco, iscritto all’Ordine dei Dottori Agronomi e Forestali di Roma al N. 1780, polizza assicurativa INSURANCE COMPANY SE N.IT00024030EO20A.

Roma 22 aprile 2022

dr. Agr. Paolo Greco