

Progetto per la costruzione ed esercizio di un Impianto Agrivoltaico a terra e relative Opere di Connessione e alla rete AT di Terna

Grifoni PV [FG02]
[22.855,68 kWp]

Regione Puglia, Provincia di Foggia,
Comune di Ascoli Satriano

Titolo Elaborato
RELAZIONE PEDOLOGICA

Valutazione di Impatto ambientale
(artt. 23 -24 -25 D.Lgs.152/2005)
Commissione Tecnica PNRR - PNIEC
(artt.17 D.Lgs. 77/2021)

PROPONENTE

GRIFONI PV SRL

Via Don Luigi Sturzo, 14 - 52100 Arezzo
P.IVA 02446730513
grifonipv@legalmail.it

PROGETTAZIONE



Solarys I.S. srl

Via Don Luigi Sturzo, 14 - 52100 Arezzo
P.IVA 02326770514
info@solarysnrg.it

Arch. Mariagela Pugliese

Ordine degli Architetti, Provincia di Venezia n.5124 sez A
mariangela.pugliese@solarysis.it

Ing. Andrea Coradeschi

Ordine degli Ingegneri, Provincia di Arezzo n.1741 sez. A
andrea.coradeschi@solarysis.it

CONTRIBUTI
SPECIALISTICI



Ambiente s.p.a.

Via Frassina 21 - 54033 Carrara (MS)
P.IVA 00262540453
home@ambientesc.it



Scala	Formato	Codice Elaborato	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO
-	A4	SOLARYS_VIA_REL_03.1	F. S.	M.I.G.	M.P.

Revisione	Data	Descrizione			
00	22/12/2023	PROGETTO DEFINITIVO			

2023 Disegni, calcoli, specifiche e tutte le altre informazioni contenute nel presente documento sono di proprietà della Solarly I.S. srl
Al ricevimento di questo documento la stessa diffida di riprodurlo, in tutto o in parte, e di rivalerne il contenuto in assenza di esplicita autorizzazione.

Relazione Pedologica

SOMMARIO

1. PREMESSA.....	3
2. LOCALIZZAZIONE DELL'AREA DI STUDIO.....	5
3. MORFOLOGIA E LITOLOGIA.....	6
4. IL CLIMA	7
5. I SUOLI.....	11
5.1 STUDI PEDOLOGICI ESISTENTI	11
5.2 Il rilevamento dei suoli di dettaglio dell'area di studio	13
5.3 LA CARTA DEI SUOLI E LE UNITÀ CARTOGRAFICHE.....	16
UNITÀ CARTOGRAFICA 1- Superfici subpianeggianti del terrazzo alluvionale antico	19
PROFILO N.1.....	21
UNITÀ CARTOGRAFICA 2- Pediment colluviale alla base dei versanti del Tavoliere	24
PROFILO N.2.....	26
UNITÀ CARTOGRAFICA 3- Versanti moderatamente inclinati del Tavoliere	29
PROFILO N.4.....	31
PROFILO N.5.....	34
UNITÀ CARTOGRAFICA 4- Debole depressione del terrazzo alluvionale antico.....	37
PROFILO N.3.....	39
6. Le potenzialità d'uso dei suoli per singole colture.....	42
6.1 Attitudine dei suoli alla coltivazione dell'olivo per la produzione di olio extravergine Dauno DOP (var. Peranzana o Provenzale, Coratina, Ogliarola garganica	44
6.2 Potenzialità d'uso dei suoli alla coltivazione delle cover crop di loiessa e trifoglio	48
7. IL FABBISOGNO IDRICO DELLE COLTURE	51
8. BIBLIOGRAFIA.....	52

Indice delle Figure

<i>Figura 2-1: Localizzazione dell'area di studio nella Regione Puglia (in rosso).....</i>	<i>5</i>
<i>Figura 2-2: Localizzazione dell'area di progetto (in rosso) su cartografia IGM 1:25.000 e rilievo da DEM 20 m.....</i>	<i>6</i>
<i>Figura 3-1: Carta geologica in scala 1:100.000 dell'area di studio.....</i>	<i>7</i>
<i>Figura 4-1: Grafico del bilancio idrologico secondo i dati interpolati sull'area di progetto, con andamento delle precipitazioni (P), Temperatura media (T), Evapotraspirazione potenziale (PE) e reale (AE) oltre ai periodi di deficit (D) e surplus idrico dei suoli (S)</i>	<i>11</i>
<i>Figura 5-1: Estratto della carta ACLA 2, alla scala 1: 100.000, anno 2001.....</i>	<i>12</i>
<i>Figura 5-2: Ubicazione dei 5 profili di suolo eseguiti nell'area di progetto.....</i>	<i>14</i>

Relazione Pedologica

<i>Figura 5-3: Carta dei suoli dell'area di studio in loc. Cianfurro, Ascoli Satriano, scala 1: 2.000</i>	18
<i>Figura 6-1: Flowchart del modello di calcolo per la valutazione attitudinale dei suoli</i>	43
<i>Figura 6-2: Carta della attitudine dei suoli alla coltivazione dell'Olivo da olio extravergine di oliva Dauno DOP</i>	48
<i>Figura 6-3: Carta della potenzialità d'uso dei suoli alla coltivazione di cover crop foraggere</i>	51

Indice delle Tabelle

<i>Tabella 4-1: Valori di temperatura (T), precipitazioni (P), evapotraspirazione potenziale (PE) e reale (AE), deficit idrico (D) e surplus (S), interpolati per l'area di progetto ed elaborati secondo il modello proposto da Thornthwaite e Mather, per un contenuto di acqua disponibile nel suolo di 200 mm. Sono riportati anche i valori di Water vapour pressure, di velocità del vento e di percentuale di rischio di gelate a terra</i>	8
<i>Tabella 4-2: Tipo climatico secondo Thornthwaite con indici di aridità e di umidità riferiti all'area di progetto</i>	9
<i>Tabella 5-1: Unità Cartografiche e tipologie di suolo rilevate nell'area di studio</i>	17
<i>Tabella 6-1: Classificazione di Land Suitability secondo la FAO (modificata)</i>	43
<i>Tabella 6-2: Tabella di riferimento per la valutazione dell'attitudine dei suoli alla coltivazione dell'olivo per la produzione di olio extravergine di oliva Dauno DOP</i>	46
<i>Tabella 6-3: Elaborazioni di potenzialità d'uso dei suoli alla coltura dell'Olivo da olio extravergine di oliva Dauno DOP nell'area di progetto</i>	47
<i>Tabella 6-4: Tabella di riferimento per la valutazione dell'attitudine dei suoli alle cover crops di foraggere</i>	50
<i>Tabella 6-5: Elaborazioni di potenzialità d'uso dei suoli alle cover crop foraggere nell'area di progetto</i>	51

Relazione Pedologica

1. PREMESSA

Scopo di questo report è lo studio della potenzialità d'uso dei suoli (Land Suitability) per alcune colture arboree ed erbacee, in un'area di progetto per un Impianto Ecovoltaico localizzata nel Comune di Ascoli Satriano (Puglia), in località denominata "Cianfurro" e realizzata nel mese di settembre ed ottobre 2023.

Al fine di ottenere dati di dettaglio relativi alla reale distribuzione spaziale dei suoli e ai loro caratteri chimico-fisici qualitativi e quantitativi, necessari ai fini delle elaborazioni di potenzialità d'uso e dei fabbisogni idrici delle colture di progetto, è stata realizzata una cartografia dei suoli di dettaglio, in scala 1: 2.000, mediante un rilevamento dei suoli realizzato nel mese di settembre 2023.

Le finalità della cartografia della distribuzione delle diverse tipologie di suolo e delle successive valutazioni attitudinali per le singole colture sono quelle di fornire strumenti per permettere scelte decisionali agli imprenditori fornendo dati sui suoli e sulla loro fertilità per un uso sostenibile del territorio e finalizzato alla ottimizzazione degli input necessari al processo produttivo, anche in relazione ai cambiamenti climatici in atto.

Queste finalità nascono dalla consapevolezza che negli ultimi anni stanno verificandosi cambiamenti non solo climatici, ma anche ambientali e del sistema agricolo: dove assistiamo sia ad un progressivo intensificarsi dei processi di degradazione del suolo (erosione, compattamento, impermeabilizzazione, consumo di suolo, perdita di sostanza organica e di struttura, salinizzazione, desertificazione, ecc.) dovuti spesso ad una non corretta gestione del territorio, che ad un radicale cambiamento del modo di fare agricoltura. L'agricoltura tradizionale e intensiva sta lasciando il posto ad un'agricoltura multifunzionale il cui scopo primario non è solamente la quantità, ma soprattutto la qualità dei prodotti in un contesto non solo di protezione dell'ambiente, ma di valorizzazione dell'ambiente per divenire una "agricoltura che produce paesaggio".

Il suolo rappresenta quindi l'elemento essenziale sia per la protezione dell'ambiente sia per consentire meglio la multifunzionalità dell'agricoltura, attraverso la pianificazione di un corretto uso del suolo stesso.

La metodologia di valutazione che verrà seguita prevede un approccio metodologico di tipo olistico. Un approccio di tipo tradizionale che prevedrebbe la sovrapposizione di diversi strati informativi con un processo di tipo verticale, ottenendo poligoni indicanti le aree idonee per semplice sovrapposizione informazioni diverse non fornirebbe indicazioni idonee al tipo di progetto. Al contrario, il metodo olistico permette, attraverso la correlazione integrata e multidisciplinare di dati rilevati o derivati relativi al clima, alla morfologia, all'uso del suolo, alle tipologie di suolo, alla fertilità, alle disponibilità irrigue, alla vulnerabilità, alle colture presenti o a quelle oggetto di studio la corretta valutazione del territorio. Il vantaggio indubbio dell'utilizzo di questo metodo è che permette di ottenere, per un determinato territorio, dei modelli interpretativi e simulare scenari di riconversione delle aree agricole o incolte, che tengano conto delle risorse disponibili in stretta relazione alla sostenibilità dell'ambiente, in un quadro di conoscenze integrate.

In particolare, il metodo di valutazione dei suoli applicato per l'area di progetto è un sistema di classificazione che valuta l'uso ottimale in rapporto alle risorse disponibili ed alle eventuali limitazioni d'uso.

Secondo la FAO il termine valutazione dei suoli viene definito come "land evaluation", intendendo il processo attraverso il quale si valutano le prestazioni e le qualità di un tratto di territorio utilizzato per fini specifici, o le potenzialità della stessa per usi diversi (FAO, 1985).

Relazione Pedologica

Le finalità della valutazione dei suoli possono essere le più diverse, prevalentemente, ma non solo, finalizzate all'uso agricolo.

2. LOCALIZZAZIONE DELL'AREA DI STUDIO

L'area di studio, molto frammentata in 11 particelle separate tra loro, è localizzata nella porzione nord-occidentale della regione Puglia, in provincia di Foggia, comune di Ascoli Satriano, in loc. Cianfurro al limite tra la regione dell'Alto Tavoliere e la Valle dell'Ofanto, circa 4.5 Km a sud del centro abitato di Ascoli Satriano, sede comunale.

L'area di progetto ha una estensione complessiva di 45.9 ha, geograficamente facente parte della porzione marginale dell'Alto Tavoliere, al margine delle superfici terrazzate della valle dell'Ofanto, il cui corso d'acqua scorre pochi chilometri a sud.

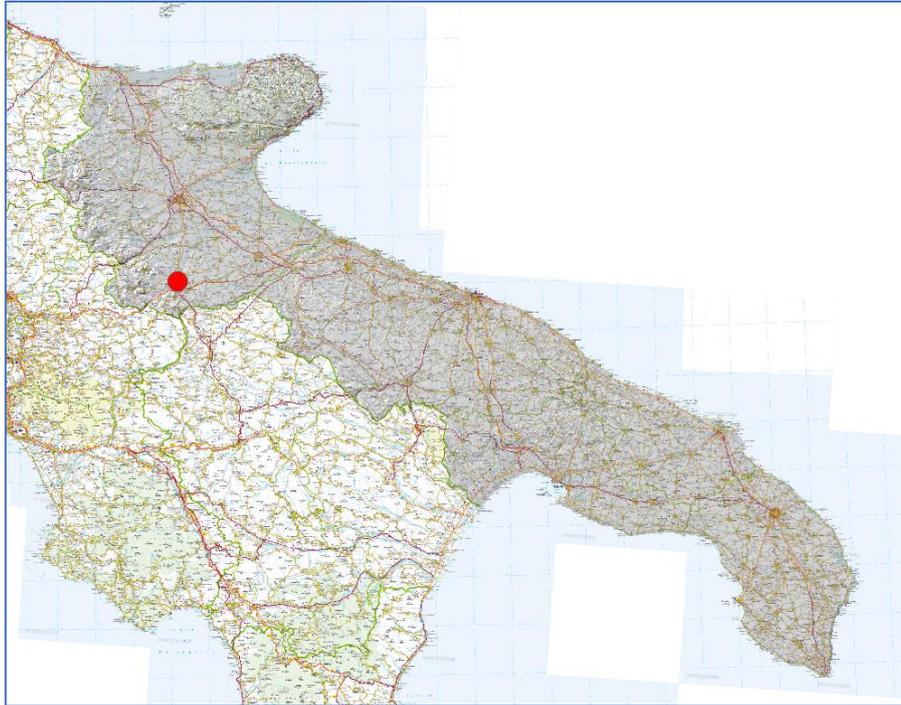


Figura 2-1: Localizzazione dell'area di studio nella Regione Puglia (in rosso)

Le quote sono comprese tra i 280 ed i 300 m di altezza sul livello del mare, con quote medie di circa 85 m slm. La morfologia generale è quella di una superficie di antico terrazzo alluvionale subpianeggiante con deboli colluvi provenienti dai rilievi del tavoliere e brevi versanti verso la valle dell'Ofanto.

Relazione Pedologica

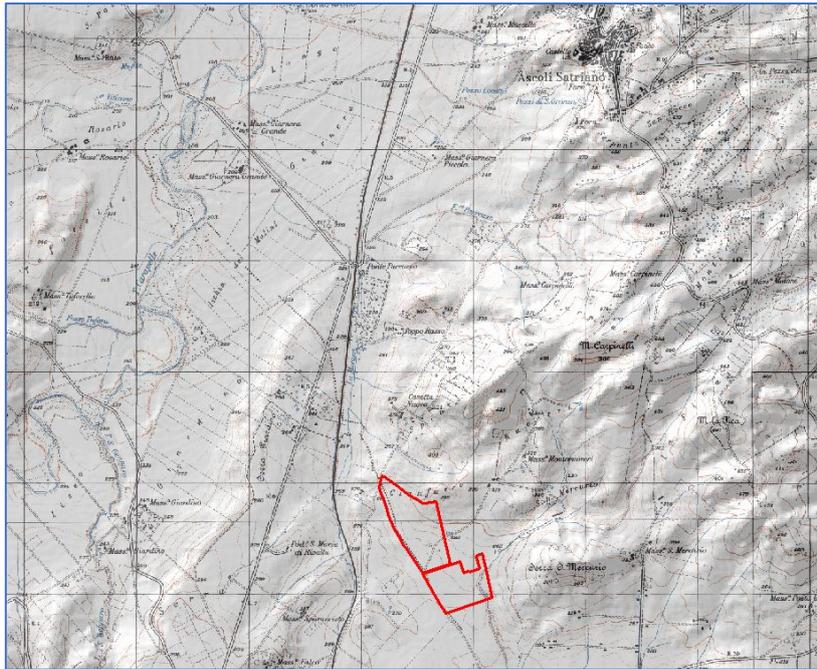


Figura 2-2: Localizzazione dell'area di progetto (in rosso) su cartografia IGM 1:25.000 e rilievo da DEM 20 m

L'utilizzo attuale del suolo è dominato dal seminativo asciutto, con diffusione di cereali autunno vernini (grano).

3. MORFOLOGIA E LITOLOGIA

Come già accennato, l'area di studio, suddivisa in due particelle limitrofe, è localizzata su una superficie alluvionale terrazzata antica dell'Ofanto. A morfologia subpianeggiante o poco inclinata, con apporti colluviali dal soprastante Tavoliere e con brevi versanti erosi che scendono verso la valle dell'Ofanto.

I substrati dell'area di studio, desunti dalla cartografia geologica in scala 1:100.000 fornita da ISPRA, indica la presenza di due formazioni geologiche principali. La porzione pianeggiante del terrazzo alluvionale antico giace su sedimenti Pleistocenici elevati di circa 90-100 m sull'alveo attuale dell'Ofanto con ghiaie ed argille nerastre (Qt1). La porzione di colluvio insiste invece sulle formazioni Plioceniche costituite da sabbie e sabbie argillose a volte con livelli arenacei e lenti ciottolose che costituiscono l'ossatura dell'Alto Tavoliere (PQs).

Relazione Pedologica

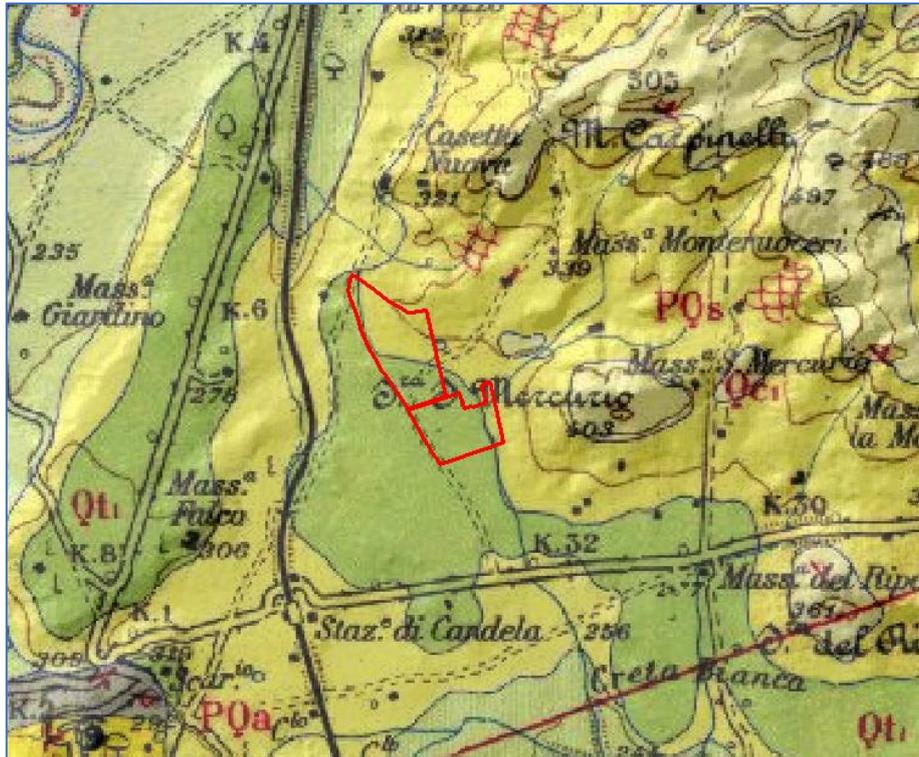


Figura 3-1: Carta geologica in scala 1:100.000 dell'area di studio

4. IL CLIMA

Secondo la classificazione di Koeppen, l'area di progetto ricade nella classe Cfa, che indica un'area con climi temperati ed estati umide, temperature medie del mese più caldo superiori ai 22°C.

Le condizioni climatiche e le risorse idriche di un'area sono due fattori strettamente legati tra loro da relazioni misurabili e stimabili sulla base di dati termopluviometrici disponibili. Infatti utilizzando semplici parametri climatici come le precipitazioni, la temperatura e l'evapotraspirazione si possono determinare sia le quantità di afflussi che entrano nel sistema sia la quantità di acqua che viene perduta dal sistema stesso sotto forma di percolazione ed evapotraspirazione.

Se poi prendiamo in considerazione anche la capacità di immagazzinamento dell'acqua nel suolo, diviene possibile calcolare il regime idrico di un'area. Per quanto riguarda l'area di studio, oggetto della presente relazione, con i dati a disposizione e applicando un sistema di classificazione climatica (C. W. Thornthwaite, 1957) già ampiamente sperimentato è stato possibile stabilire e calcolare i diversi parametri climatici e definire sia il regime idrico dei suoli rilevati, con riferimento sia alla loro sezione di controllo, che al tipo climatico della zona.

Per l'elaborazione delle principali caratteristiche climatiche dell'area di studio, sono stati utilizzati i dati interpolati tra le stazioni limitrofe all'area di progetto, utilizzando il software Newloclim della FAO, per il decennio 2013-2022.

I dati utilizzati, interpolati, si riferiscono alla media dei valori misurati nel periodo 2013-2022 e forniscono un andamento storico abbastanza rappresentativo del clima attuale dell'area, soprattutto in relazione ai recenti cambiamenti climatici, in modo che tali informazioni possano servire per mettere in atto le azioni necessarie a ottimizzare la produzione sulla base del clima dell'area.

Sulla base dei dati di precipitazione P e di temperatura T, riportati in Tab. 1, utilizzando il modello proposto da Thornthwaite, è stato effettuato il calcolo dell'evapotraspirazione potenziale PE e reale AE.

Relazione Pedologica

L'evaporazione, che è la causa determinante dell'aridità di un clima, rappresenta l'acqua che viene ceduta all'atmosfera dalla superficie del suolo e dagli specchi d'acqua, oltre che attraverso l'attività metabolica delle piante (traspirazione). L'insieme di questi due processi viene definito evapotraspirazione, che rappresenta quindi la quantità di acqua totale che viene restituita all'atmosfera.

L'evapotraspirazione reale (AE) rappresenta la quantità di acqua che effettivamente evapora dal suolo e che traspira dalle piante, mentre l'evapotraspirazione potenziale (PE) è invece la quantità di acqua che evaporerebbe se le riserve idriche del suolo fossero costantemente rinnovate. L'evapotraspirazione reale è quindi sempre inferiore a quella potenziale quando le piante non hanno a disposizione tutta l'acqua che sarebbero in grado di traspirare. Il valore di PE è quindi un indice rappresentativo del fabbisogno idrico della vegetazione. Applicando il modello messo a punto da Thornthwaite e Mather è possibile calcolare L'evapotraspirazione potenziale e il bilancio idrico di qualsiasi località della quale si conoscano i valori medi di temperatura, della piovosità e del valore dell'acqua disponibile del suolo (AWC).

L'AWC (Available Water Capacity) rappresenta la quantità di acqua, in mm, che il suolo è in grado di trattenere e che è utilizzabile dalle piante. È un valore che è funzione di alcuni parametri del suolo quali la tessitura ed il tenore di sostanza organica. Per l'area oggetto dell'indagine è stato adottato un valore medio teorico di 200 mm in considerazione dei valori tessiturali dei suoli prevalenti nella zona e del loro contenuto medio in sostanza organica.

Nella tabella 1, oltre ai valori di temperatura (T), di precipitazione (P), di evapotraspirazione reale (AE) e potenziale (PE), sono stati riportati anche i valori del Deficit Idrico (D) e del Surplus Idrico (S). Il valore del deficit (D) è dato dalla differenza tra PE ed AE e fornisce un valore utile a stimare la quantità di acqua necessaria a bilanciare le perdite dovute alla evapotraspirazione potenziale ed è una misura dell'intensità e della durata dell'aridità. Il valore del Surplus (S), tiene conto invece dell'eccesso di precipitazioni rispetto alla evapotraspirazione potenziale, ed indica la quantità di acqua che, una volta saturata la riserva idrica del suolo, va ad alimentare le falde freatiche ed il deflusso superficiale.

Alcune semplici relazioni permettono inoltre di ottenere l'indice di aridità e l'indice di umidità dell'area.

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Anno
Tmean °C	6.8	8.1	10.3	13.1	17.6	21.7	24.2	24.3	20.8	15.8	11.3	7.8	15.2
Tmin °C	3.0	3.5	5.5	8.3	12.1	16.2	19.2	19.3	16.7	12.6	8.6	5.5	10.9
Tmax °C	10.3	12.1	15.1	19.2	24.3	29.0	32.2	31.8	27.7	21.5	16.0	12.6	21.0
P mm	45.0	40.0	43.0	36.0	37.0	36.0	27.0	26.0	46.0	52.0	53.0	56.0	497.0
PE mm	20.1	24.2	38.7	56.0	90.7	123.0	142.7	123.9	78.0	46.6	27.0	19.9	1341.8
AE mm	20.1	24.2	38.7	54.8	81.8	88.1	65.1	38.6	46.1	46.6	27.0	19.9	551.0
WVP(hPa)	7.9	8.1	9.0	10.3	13.2	13.8	16.1	16.5	15.8	13.7	10.4	8.4	11.9
Wind Km/h	10.4	10.4	9.0	9.0	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9	9.0	9.0	8.7
S	24.9	15.8	4.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.4	26.0	36.1	102.8
D	0.0	0.0	0.0	1.2	8.9	34.9	77.6	85.3	31.9	0.0	0.0	0.0	239.8
Gound frost freq. %	20.0	17.0	8.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	8.0	14.0

Tabella 4-1: Valori di temperatura (T), precipitazioni (P), evapotraspirazione potenziale (PE) e reale (AE), deficit idrico (D) e surplus (S), interpolati per l'area di progetto ed elaborati secondo il modello proposto da Thornthwaite e Mather, per un

Relazione Pedologica

contenuto di acqua disponibile nel suolo di 200 mm. Sono riportati anche i valori di Water vapour pressure, di velocità del vento e di percentuale di rischio di gelate a terra

Nella tabella sono stati inoltre riportati dati importanti, utilizzati ai fini della valutazione attitudinale alle singole colture, quali la velocità del vento e il rischio di gelate (Ground Frost frequency).

Nel complesso, dai dati sopra riportati si osserva che le precipitazioni hanno un totale annuale piuttosto basso, tipico delle aree interne del Tavoliere delle Puglie, con un valore medio annuale abbastanza basso, pari a 497.0 mm e massimi di piovosità poco marcati, sia autunnali che primaverili. Da rilevare una certa quantità di precipitazioni che, seppure scarse, sono presenti anche durante il periodo estivo

Il periodo più piovoso risulta essere generalmente concentrato nei mesi autunnali con 207.0 mm totali, pari al 41.6 % delle precipitazioni totali annuali. Il mese più piovoso risulta essere Dicembre con 56.0 mm medi totali.

La stagione meno piovosa è invece sicuramente quella estiva, con un apporto molto ridotto di precipitazioni (89 mm), risulta infatti avere soltanto il 18 % delle precipitazioni medie totali, dove fra l'altro si rileva il mese più secco dell'anno che risulta essere sempre agosto con 26.0 mm medi mensili, quindi con una certa presenza di precipitazioni.

Anche i dati di temperatura, nella loro distribuzione media mensile mostrano una certa tipicità per il Tavoliere interno Pugliese con il mese di agosto che risulta essere sempre quello con temperature medie mensili più alte, pari a 24.3 °C medi mensili.

I valori di temperatura più bassi si rilevano invece nel mese di gennaio, con valori medi mai troppo bassi (6.8 °C), sempre riferendosi al periodo 2013-2022.

Inoltre, come riportato in tabella 2, è stata calcolata la formula climatica utile alla determinazione del tipo climatico secondo Thornthwaite, oltre ai valori degli indici di umidità (Ih), di aridità (Ia) e l'indice di umidità globale (Im).

Formula climatica		
Stazione termopluviometrica di Trapani Fulgatore		
C1 B'4 r a'		
Indice di aridità 17.87	Indice di umidità 7.66	Indice di umidità globale -10.2

Tabella 4-2: Tipo climatico secondo Thornthwaite con indici di aridità e di umidità riferiti all'area di progetto

Con riferimento alla formula climatica riportata in tabella 2, il tipo climatico dell'area di studio, è quindi definito come segue:

- Tipo di clima da Subumido a subarido (C1), con valore dell'indice di umidità globale (Im) compreso tra 0 e -33.3.
- Varietà del clima Quarto mesotermico (B'4) con PE (evapotraspirazione potenziale) compresa tra 997 e 1440 mm annui
- Variazioni stagionali dell'umidità con (r) con moderata deficienza idrica in estate, avendo l'indice di umidità Ih compreso tra 0 e 10
- Valore della concentrazione estiva dell'efficienza termica (a') inferiore al 30 %
- Come si può osservare dalla tabella sopra riportata, i caratteri del clima di una certa località sono riassunti da una formula climatica, costituita da una successione di 4 lettere che

Relazione Pedologica

indicano: il valore di I_m (tipo di clima), quello dell'efficienza termica annua, il tipo di variazione stagionale dell'umidità ed il valore della concentrazione estiva dell'efficienza termica.

L'analisi delle formule climatiche permette di osservare che secondo la classificazione di Thornthwaite il tipo di clima viene definito da subumido a subarido, cioè con valori di I_m (indice di umidità globale negativi e con piovosità media totale intorno ai 500 mm annui.

La varietà del clima, indicata dalla seconda lettera, corrisponde al Quarto mesotermico (B'4), significando una oscillazione della Evapotraspirazione potenziale totale compresa tra i 997 e 1440 mm (1341.8 mm). Tale valore, come quello della concentrazione estiva dell'efficienza termica, serve per poter collegare il clima alla vegetazione, ed esprime l'esigenza delle piante in termini di acqua necessaria per la loro crescita.

Inoltre la variazione stagionale dell'umidità, indicata dalla terza lettera, indica una moderata deficienza idrica in estate. Questo significa che le piante possono avere un elevato stress idrico durante il periodo estivo. Infatti nella tabella 1 si osserva infatti che il surplus idrico inizia solo a metà ottobre e si protrae per un breve periodo, cioè fino a tutto il mese di Marzo. Il deficit idrico inizia invece già ad Aprile, con un deficit totale pari a 239.8 mm ed un picco elevato, pari a 85.0 mm ad Agosto. In Ottobre, con l'inizio delle piogge autunnali, si arriva a ricostituire le riserve idriche fino ad un surplus massimo poco elevato, pari a 36 mm nel mese di Dicembre.

Questi dati sono importanti in quanto permettono di ottimizzare i volumi irrigui in relazione alla distribuzione delle precipitazioni e dalle riserve idriche del suolo durante il periodo culturale.

Il valore della concentrazione estiva dell'efficienza termica, che esprime in percentuale il valore della evapotraspirazione potenziale in mm dei tre mesi estivi ed è indicato dalla quarta lettera della formula climatica, risulta piuttosto basso, inferiore al 30%.

Di seguito, in fig. 3, si riporta il grafico del bilancio idrologico, con l'andamento delle precipitazioni, delle temperature e della evapotraspirazione potenziale medie mensili, del Deficit e del Surplus idrico del suolo.

Da quanto si osserva appare assolutamente necessario l'intervento irriguo per tutte le colture valutate, in quanto il deficit idrico ha una durata superiore ai 6 mesi e con valori elevati, oltre ad avere valori di evapotraspirazione quasi tripli rispetto alle precipitazioni.

La predisposizione di un impianto irriguo localizzato è condizione essenziale per il successo di una qualsiasi coltura, sia questa arborea od erbacea.

Relazione Pedologica

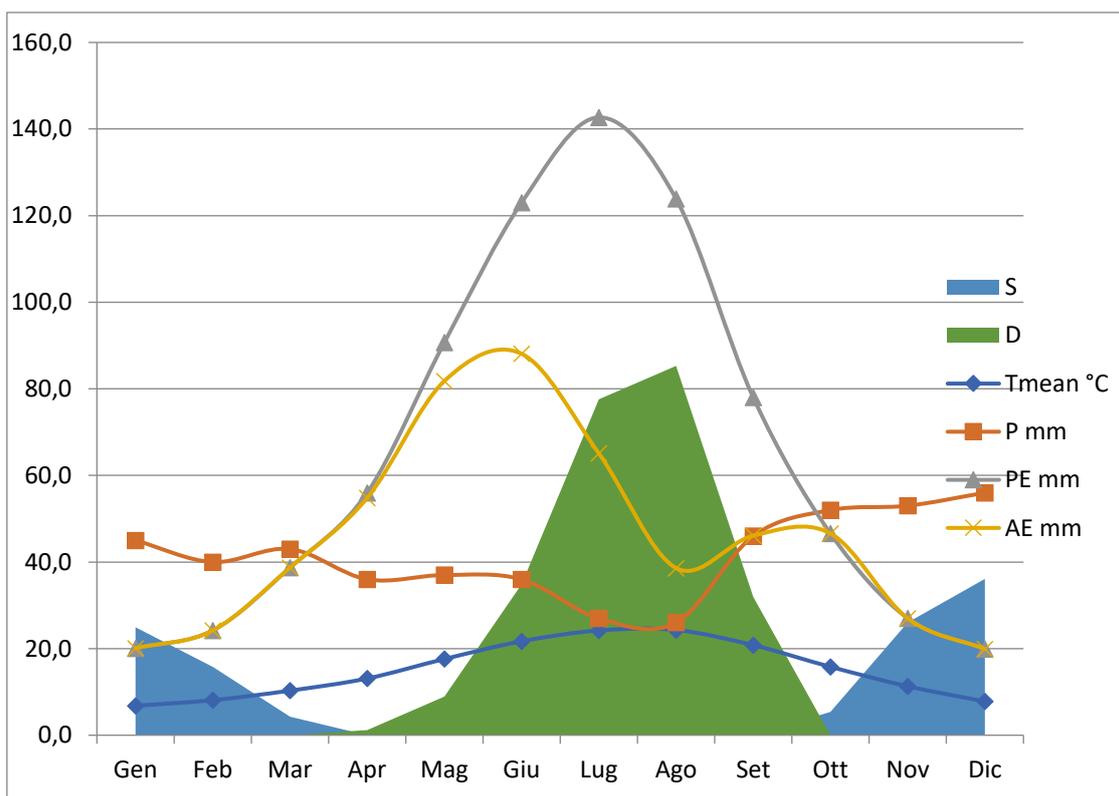


Figura 4-1: Grafico del bilancio idrologico secondo i dati interpolati sull'area di progetto, con andamento delle precipitazioni (P), Temperatura media (T), Evapotraspirazione potenziale (PE) e reale (AE) oltre ai periodi di deficit (D) e surplus idrico dei suoli (S)

5. I SUOLI

5.1 STUDI PEDOLOGICI ESISTENTI

L'area di studio non è stata oggetto di studi pedologici di dettaglio, il solo dato pedologico esistente riguarda la cartografia pedologica di riconoscimento, nominalmente in scala 1: 100.000 dell'intero territorio regionale, realizzata dalla Regione Puglia e dal Ciheam di Bari nell'anno 2001 (progetto ACLA 2 – Caratterizzazione agroecologica della Regione Puglia in funzione della potenzialità produttiva), ma eseguita con un numero esiguo di osservazioni, soprattutto nell'area di progetto.

Relazione Pedologica

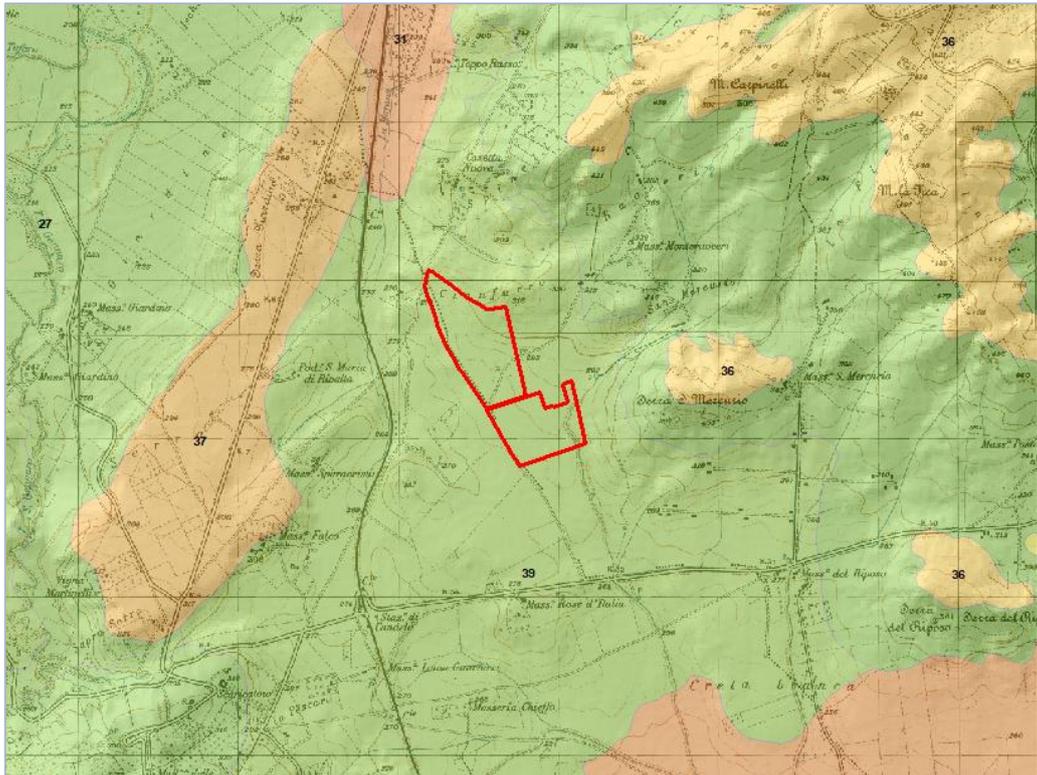


Figura 5-1: Estratto della carta ACLA 2, alla scala 1: 100.000, anno 2001

Secondo la cartografia ACLA 2 l'intera area di progetto ricade nel Sottosistema dell'Alto Tavoliere, interamente nella Unità cartografica 39 descritta come: "Versanti di raccordo tra le scarpate su sabbia e i sottostanti terrazzi alluvionali del fiume Ofanto, caratterizzati da pendenze elevate. Le pendenze vanno da 20 al 30%. Quote da 300 a 220 m s.l.m. Uso del suolo: seminativi." I suoli fanno parte della Unità Tipologica Serrapendino (SER1) e classificati come Calcaric Regosols secondo il sistema tassonomico del World Reference base (WRB). Substrato geolitologico: argille e argille marnose (Pliocene)

Le indagini pedologiche di dettaglio eseguite nell'area hanno evidenziato che sia le morfologie che i suoli non corrispondono a quanto indicato dalla cartografia a piccola scala regionale.

Infatti, i suoli non risultano poco evoluti (Regosols) ma mostrano un profilo fortemente differenziato e sviluppo di orizzonti argilluviali su superfici di terrazzo fluviale antico dell'Ofanto e non su argille e marne del Tavoliere.

È quindi comprensibile come le cartografie finora realizzate, a scala regionale, non forniscano né il dettaglio necessario alla comprensione della reale distribuzione dei suoli all'interno dell'area di studio, né informazioni sufficientemente dettagliate per poter effettuare le valutazioni attitudinali per singole colture. Le informazioni di dettaglio sulla distribuzione e sui caratteri fisico-chimici dei suoli sono imprescindibili e assolutamente necessarie ai fini delle successive fasi progettuali, come è stato dimostrato nel rilevamento di dettaglio eseguito.

Si è proceduto quindi ad un rilevamento dei suoli ex-novo, secondo le modalità e le metodologie che verranno di seguito dettagliate, in modo da individuare la reale distribuzione delle tipologie di suolo, con delimitazione di aree omogenee (Unità Cartografiche), costituite da una sola tipologia di suolo.

Relazione Pedologica

5.2 IL RILEVAMENTO DEI SUOLI DI DETTAGLIO DELL'AREA DI STUDIO

Il suolo è un sistema complesso, definito come un insieme di corpi naturali sulla superficie della terra, modificati in posto o talvolta anche costruiti dall'uomo, contenenti materia vivente e capaci di sostenere gli organismi vegetali come le piante (Soil Survey Division Staff, 1993).

Il suo limite superiore è costituito dall'aria o da sottili livelli di acqua ed il suo limite inferiore è costituito dal non-suolo, la cui definizione è spesso molto difficile. Il suolo include gli orizzonti vicini alla superficie che differiscono dalla roccia sottostante come risultato della interazione, attraverso il tempo, del clima, degli organismi viventi, del substrato (materiale parentale) e della morfologia.

La definizione di "corpo naturale" include tutte le parti del suolo geneticamente correlate tra loro. Un orizzonte indurito, ad esempio, non è idoneo a sostenere una vegetazione, ma è comunque geneticamente correlato al suolo di cui fa parte. Come un deposito alluvionale recente si definisce suolo se è capace di ospitare un qualche tipo di vegetazione.

Ai fini della valutazione, si è proceduto ad un rilevamento di dettaglio, alla scala 1:5.00, della distribuzione dei suoli presenti utilizzando metodologie interpretative, analitiche e di rilevamento che verranno di seguito dettagliate. L'elaborazione della cartografia della distribuzione dei suoli su base GIS, unitamente all'utilizzo di database relazionali per la valutazione dei caratteri qualitativi e quantitativi climatici, stazionali e pedologici, hanno permesso di esprimere una valutazione della potenzialità dei suoli all'uso irriguo e per le singole colture sulla base di una ampia gamma caratteri ambientali estrinseci ed intrinseci (suoli, fertilità clima, morfologia ecc.), attribuendo loro opportuni valori di rating già ampiamente sperimentati nel settore della valutazione dell'attitudine dei suoli. Queste elaborazioni forniscono indicazioni fondamentali soprattutto per la scelta sia del sistema irriguo ottimale sulla base dei bisogni irrigui delle piante coltivate, ma anche e soprattutto della coltura più idonea a quella tipologia di suolo, suggerendo pratiche agronomiche ed irrigue sostenibili anche in ordine ai cambiamenti climatici.

Per la realizzazione della cartografia dei suoli in scala 1:2.000 sono state seguite le indicazioni contenute nelle norme internazionali dell'USDA (United States Dept. Of Agriculture) e della FAO (Food and Agriculture Organization).

Tali norme prevedono la suddivisione del rilevamento e delle sue successive elaborazioni in quattro fasi principali:

- a. Il lavoro di ufficio preliminare: interpretazione preliminare e preparazione del rilevamento
- b. Il lavoro di campagna: esecuzione dei rilievi sul terreno
- c. Il lavoro di ufficio di sintesi: elaborazione ed interpretazione dei dati ai fini attitudinali
- d. Il lavoro di ufficio finale: realizzazione della legenda e delle carte

Per la prima fase, quella preparatoria, sono state effettuate ricerche per verificare l'eventuale esistenza di precedenti documenti che consentissero un primo inquadramento delle principali tematiche fisico-ambientali e riportati in bibliografia. In particolare, sono stati reperiti dati relativi alla cartografia pedologica a scale diverse, ma con dettaglio insufficiente per gli scopi del presente lavoro di valutazione.

Quindi, utilizzando la fotointerpretazione su immagini aeree AGEA RGB dell'anno 2019, è stata realizzata una Carta preliminare delle Unità di Paesaggio in scala 1: 2.000 che è servita come base per impostare le fasi di rilevamento in campagna.

Relazione Pedologica

La carta preliminare delle Unità di Paesaggio ha consentito la suddivisione del territorio in aree omogenee. Tale suddivisione, basata su caratteri fisiografici, morfologici, di uso del suolo e di litologia superficiale, ha individuato una serie di superfici delimitate dove presumibilmente è possibile ritrovare le stesse tipologie di suolo.

Sulla base del lavoro sopra esposto, si è proceduto a formulare delle ipotesi sulla distribuzione dei suoli nell'area da rilevare, e di conseguenza ad impostare la fase di rilevamento in campagna per verificare la coerenza delle ipotesi con la reale distribuzione dei suoli.

Il lavoro in campagna, realizzato nel mese di Settembre 2023, ha previsto una serie di indagini di campo al fine di verificare la corrispondenza tra paesaggi fisici individuati mediante fotointerpretazione e distribuzione dei suoli mediante e l'apertura di sezioni (profili) di suolo per individuare i pedon rappresentativi delle unità di paesaggio e per avere una distribuzione omogenea sul territorio delle osservazioni.

Sono stati realizzati un numero totale di 5 profili, omogeneamente distribuiti nell'area di studio, interamente campionati fino alla profondità di 150 cm o fino al substrato consolidato.

I profili, tutti di nuova realizzazione, sono stati scavati e descritti fino alla profondità del substrato inalterato (roccia o strati cementati) o della falda e comunque fino alla profondità massima di 150 cm dal piano di campagna, salvo la presenza della falda superficiale, e hanno coperto tutte le unità di Unità di Paesaggio presenti nell'area.

Per ogni profilo sono state eseguite tre fotografie (in formato digitale) e tre/quattro del paesaggio ad essi associati.

Il campionamento degli orizzonti ha compreso sempre la totalità degli orizzonti principali individuati durante la descrizione, substrati compresi.



Figura 5-2: Ubicazione dei 5 profili di suolo eseguiti nell'area di progetto

Relazione Pedologica

Sono state eseguite analisi fisico-chimiche complete per tutti gli orizzonti dei 5 profili realizzati, per un totale di 17 campioni.

Le analisi sono state realizzate presso il laboratorio di analisi certificato PEDONLAB srl di Latina, dove si è seguito i metodi ufficiali MUACS (1992) e successive modifiche, relative ai seguenti parametri: tessitura, carbonati totali, pH in H₂O e KCl, carbonio organico, complesso di scambio (CSC, cationi di scambio, TSB) e elementi delle fertilità.

Elenco delle analisi effettuate:

- Preparazione del campione (MUACS, 1992, metodo ufficiale n. 2).
- Determinazione dell'umidità residua (MUACS, 1992, metodo ufficiale n. 3).
- Determinazione della tessitura (MUACS, 1992, metodo ufficiale n.5). Le frazioni granulometriche determinate sono:
 - argilla (diametro < 0.002 mm) - 5 frazioni per l'orizzonte superficiale
 - limo (diametro 0.05 – 0.002 mm)
 - sabbia (diametro 2,0 – 0.05 mm)
- Determinazione della reazione in H₂O (pH) (MUACS, 1992, metodo ufficiale n. 7).
- Determinazione dei carbonati totali % (MUACS, metodo ufficiale n. 9).
- Determinazione del calcare attivo % (MUACS, 1992, metodo n. 10).
- Determinazione del carbonio organico % (MUACS, 1992, metodo n. 15).
- Determinazione della CSC totale con bario cloruro (MUACS, 1992, metodo n. 27) o con ammonio acetato (MUACS, 1992, metodo n. 26) secondo necessità.
- Determinazioni delle basi di scambio (Ca, Mg, K, Na) con bario cloruro (MUACS, 1992, metodo n. 30) o con ammonio acetato (MUACS, 1992, metodo n. 29) secondo necessità.
- Determinazione dell'N totale

Il collegamento tra suolo, profilo e paesaggio viene realizzato attraverso "l'Unità di Paesaggio" che permette di correlare le tipologie di suoli rilevate in un certo ambiente, definito da un sistema e un sottosistema.

Al termine del rilevamento di campagna è stato realizzato il database relazionale con i dati relativi alla scheda di rilevamento e alle analisi chimico-fisiche ed idrologiche dei profili di riferimento di tutte le unità cartografiche che compongono la carta dei suoli. E' stato realizzato inoltre il database geografico, in formato compatibile ARCGIS o QGIS, contenente le coperture della carta dei suoli e della carta dei punti di osservazione.

Tali archivi hanno lo scopo di catalogare tutte le informazioni relative ai pedon ed alle unità cartografiche in modo da rendere più facile e rapida la loro elaborazione statistica ai fini della valutazione di capacità d'uso.

I suoli sono stati inoltre classificati tassonomicamente. L'inquadramento tassonomico assume la sua importanza in quanto attraverso l'attribuzione del "nome del suolo" è possibile una immediata comprensione di alcuni caratteri diagnostici, quali ad esempio, la presenza di idromorfia, il grado di evoluzione ecc.

Per la classificazione dei suoli è stata utilizzata sia il sistema tassonomico della classificazione WRB/FAO 2014.

La Classificazione dei suoli WRB/FAO 2014 è un metodo di classificazione dei suoli sviluppato da una collaborazione internazionale coordinata dall'ISRIC (International Soil Reference and Information Centre); ha sostituito la precedente classificazione dei suoli FAO. Questo metodo è uno fra i più ampiamente utilizzati, perché permette di avere un sistema unico per la classificazione dei

Relazione Pedologica

suoli di tutto il mondo dal momento che è stato sviluppato fin dall'inizio con un'ottica planetaria e non nazionale. Al primo livello viene effettuata una suddivisione in base al principio pedogenetico, che si esprime in una morfologia del suolo; si ottengono così 32 gruppi di suolo, mentre al secondo livello il nome del gruppo viene affiancato da un prefisso qualificatore. Per l'individuazione dei livelli tassonomici inferiori si aggiungono aggettivi dopo il nome del gruppo. Tali livelli gerarchici permettono, alla scala di rilevamento adottata, una discreta caratterizzazione dei principali caratteri e proprietà del suolo, in modo da poter esprimere giudizi a livello gestionale.

5.3 LA CARTA DEI SUOLI E LE UNITÀ CARTOGRAFICHE

La cartografia pedologica, rappresentata in scala 1: 2.000, è suddivisa in 4 unità cartografiche; esse comprendono una serie di delineazioni, cioè di poligoni che rappresentano singoli corpi di suolo riconosciuti in campagna e completamente circoscritti da una linea continua.

Gli standard di rilevamento sono quelli propri di una rappresentazione che fornisca informazioni di tipo gestionale e agronomico a livello aziendale, con almeno un profilo per ogni unità tassonomica di suolo individuata.

Come già detto, ogni unità cartografica comprende porzioni di territorio, costituite da una o più delineazioni, omogenee per quanto riguarda la distribuzione del suolo tipo, o dei suoli tipo se si tratta di una associazione, consociazione o complesso, e che corrispondono alle unità tassonomiche. Nelle consociazioni vi è un suolo dominante associato a suoli simili tassonomicamente, con il suolo dominante che rappresenta almeno la metà della unità cartografica.

Naturalmente, all'interno di ogni unità cartografica esistono variazioni rispetto al profilo tipo o rappresentativo; tuttavia, tali variazioni rimangono entro intervalli specifici, e viene ammessa la presenza di suoli dissimili che possono anche arrivare a rappresentare il 15% dell'unità cartografica, in relazione al grado di purezza della stessa.

Nel paragrafo sono descritte le diverse unità cartografiche che compongono la carta dei suoli dell'area rilevata, dove ogni unità cartografica prende il nome dall'unità tassonomica che la compone, di una nel caso delle consociazioni, di entrambi i suoli predominanti nel caso delle associazioni o dei complessi, seguite da un numero d'ordine che ne indica l'attribuzione ad una fase o meno.

Per ognuna delle unità cartografiche individuate nell'area di rilevamento si riporta la distribuzione dei suoli ed i suoi caratteri qualitativi, espressi in termini di valutazione di limitazioni all'uso: ne scaturisce una scheda che contiene innumerevoli informazioni ambientali e gestionali.

In particolare, ogni "scheda di unità cartografica" è articolata nelle seguenti parti:

- una parte generale, che indica il numero della Unità Cartografica, il tipo di unità cartografica (Consociazione, complesso od associazione) ed il suo inquadramento tassonomico secondo la WRB 2014.
- una descrizione del paesaggio e della distribuzione geografica, morfologica e della sua estensione con riferimenti sia all'ambiente che alla distribuzione dei suoli all'interno dell'area rilevata. Vengono indicati la superficie totale in ettari, l'utilizzo prevalente e l'intervallo di pendenza.
- una breve descrizione sintetica dei principali caratteri qualitativi e quantitativi dei suoli. Si riportano in sintesi i dati analitici e quelli rilevati in campo, in particolare vengono descritti i seguenti parametri: spessore, tessitura, reazione (pH), contenuto in carbonati e calcare attivo. Ogni carattere viene descritto considerando il topsoil (orizzonte lavorato o orizzonte A

Relazione Pedologica

superficiale) ed il subsoil, orizzonte sottostante a quello lavorato o orizzonte diagnostico B). Tali valutazioni includono caratteri che condizionano la crescita delle piante: profondità utile alle radici, rischio di incrostamento superficiale, disponibilità di ossigeno per le piante, drenaggio.

- una valutazione delle limitazioni e dei caratteri nutrizionali e delle fertilità, suddivisi per strato coltivato o superficiale e strato profondo: limitazioni per alcalinità od acidità (reazione), Capacità di Scambio Cationico, dotazione in sostanza organica, limitazioni per calcare attivo, limitazioni per salinità e/o sodicità, N totale, P assimilabile, Mg e K.
- una valutazione di alcune qualità idrologiche dei suoli e che riguardano i seguenti parametri: fessurazioni, rischio di inondazione, stima della conducibilità idraulica satura, l'indice di ruscellamento superficiale, presenza o meno della falda.

Le valutazioni attitudinali dei suoli per le singole colture di progetto, che riguardano l'olivo per la produzione dell'olio extravergine Dauno DOP e una cover crop foraggera, vengono riportate in un paragrafo a parte ed elaborate utilizzando il sistema della Land Suitability FAO (modificata), la cui metodologia viene descritta ampiamente nel paragrafo relativo alla capacità d'uso.

Di seguito si riporta la carta dei Suoli della area di progetto, in scala 1:2.000, la relativa legenda e la descrizione delle 4 Unità Cartografiche di suolo rilevate.

Da un punto di vista generale i suoli mostrano una distribuzione condizionata soprattutto dalla posizione morfologica e dai fenomeni di deposizione e di erosione pregressi ed attuali.

Sulle superfici subpianeggianti del terrazzo alluvionale antico dominano suoli molto evoluti, profondi, con epipedon scuro e sviluppo di orizzonti argilluviali su orizzonti profondi caratterizzati da considerevoli accumuli di carbonati secondari. Una lieve depressione nel terrazzo alluvionale mostra un discreto accumulo di sodio scambiabile.

Procedendo verso i rilievi del tavoliere è presente un sottile pediment con colluvi di materiale tendenzialmente argilloso sabbioso, moderatamente pedogenizzati, con suoli scuri che, in profondità, presentano un aumento significativo del contenuto in carbonati.

I colluvi sfumano verso l'alto con i versanti del tavoliere, caratterizzati modeste pendenze e da suoli sempre molto evoluti ma meno profondi, erosi, su sedimenti argillosi misti a ciottolami e accumuli di carbonati presenti a profondità inferiori al metro.

Le 4 Unità cartografiche individuate sono di seguito sinteticamente descritte:

UC	Descrizione	Classificazione WRB 2014	Superficie ha
1	Superfici subpianeggianti del terrazzo alluvionale antico	Luvic Endocalcic Kastanozems (Clayic)	19,77
2	Pediment colluviale alla base dei versanti del Tavoliere	Endocalcic Kastanozems	6,33
3	Versanti moderatamente inclinati del Tavoliere	Luvic Epicalcic Kastanozems (Clayic, Endosodic)	14,07
4	Debole depressione del terrazzo alluvionale antico	Luvic Endocalcic Kastanozems (Clayic, Sodic)	5,80

Tabella 5-1: Unità Cartografiche e tipologie di suolo rilevate nell'area di studio

Segue la descrizione dettagliate delle 4 Unità cartografiche rilevate nell'area di studio:

Relazione Pedologica

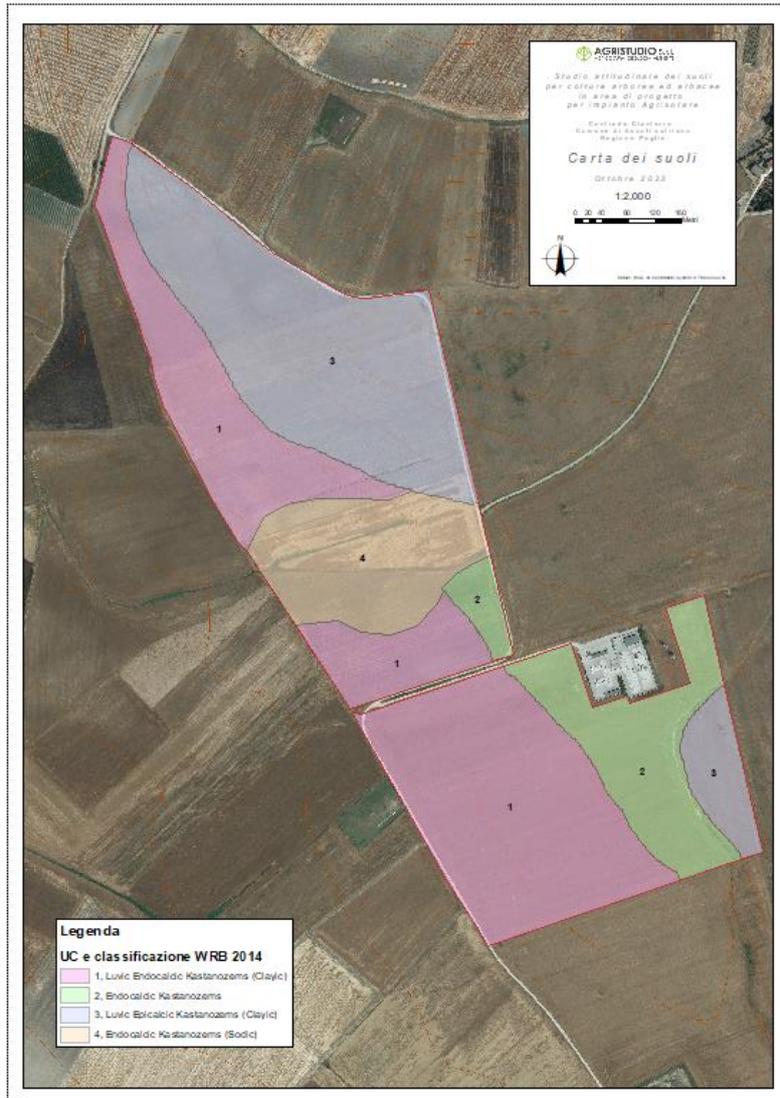


Figura 5-3: Carta dei suoli dell'area di studio in loc. Cianfurro, Ascoli Satriano, scala 1: 2.000

Relazione Pedologica

UNITÀ CARTOGRAFICA 1- SUPERFICI SUBPIANEGGIANTI DEL TERRAZZO ALLUVIONALE ANTICO

Profilo di riferimento: 1

Classificazione WRB 2014: Luvic Endocalcic Kastanozem
(Clayic)

Superficie: ha 19,77

Quota: 282 m slm

Pendenza: da pianeggiante a 2%

**Morfologia, suoli e distribuzione**

Questa Unità Cartografica rappresenta i suoli diffusi sulla superficie del terrazzo alluvionale antico della valle dell'Ofanto e si tratta dei suoli maggiormente diffusi nell'area di progetto. Si ritrovano su morfologie subpianeggianti o comunque non superiori al 2%. I suoli sono molto evoluti, con orizzonti superficiali molto scuri, mollici e orizzonti profondi argilluviali con accumuli di carbonati che aumentano con la profondità, costituendo un limite all'approfondimento radicale per la gran parte delle piante arboree. Suoli molto profondi, con profondità utile alle radici moderatamente elevata per la presenza di accumuli di carbonati entro il metro dalla superficie. Presentano un orizzonte lavorato profondo circa 30 cm, scuro con caratteri mollici, tessiture da moderatamente fini (FAS) a fini (A), scheletro scarso lungo tutto il profilo, talvolta comune oltre i 120 cm. Reazione moderatamente alcalina, da non calcarei a molto calcarei con la profondità, con contenuto in calcare attivo da assente a moderato, CSC alta e permeabilità da moderatamente bassa a bassa con la profondità, salinità assente e sodicità assente, AWC alta fino alla profondità utile alle radici (151.3 mm).

Rocciosità: assente

Pietrosità: Scarsa (2-5%). Lo strato superficiale presenta una pietrosità tale da influenzare gli usi del suolo che tollerano poco la presenza di frammenti pietrosi che, tuttavia, non interferiscono significativamente con le lavorazioni delle colture. La pietrosità può interferire sulla germinazione delle piante.

Profondità utile alle radici: 85-95 cm, moderatamente elevata, Non esistono limitazioni allo sviluppo degli apparati radicali fino a 85-95 cm di profondità; oltre tali profondità la presenza di orizzonti di accumulo di carbonati secondari non presentano caratteri favorevoli all'approfondimento radicale, specie delle piante arboree. Le caratteristiche degli elementi strutturali determinano condizioni favorevoli alla radice della pianta.

Disponibilità di ossigeno per le piante: Imperfetta. L'acqua è rimossa dal suolo in alcuni periodi dell'anno lentamente. L'acqua libera, all'interno del profilo, si ritrova a moderata profondità. I suoli sono bagnati solo per poco tempo entro la profondità radicale durante i periodi di crescita, ma non abbastanza a lungo da influenzare la maggior parte delle colture mesofitiche. I suoli hanno o strati a lenta permeabilità entro il metro, o periodicamente ricevono abbondanti precipitazioni o entrambi. Entra in questa classe la voce relativa al drenaggio interno "moderatamente ben drenato".

Rischio di incrostamento superficiale: (0.9) – Assente - Nessuna interferenza. Il contenuto di argilla determina legami di sufficiente intensità tra le particelle del suolo; la stabilità della struttura è buona.

Relazione Pedologica

Erosione: idrica diffusa laminare moderata

Limitazioni del suolo per caratteri nutrizionali:

<i>Caratteri nutrizionali</i>	<i>Topsoil</i>	<i>Subsoil</i>
Reazione (pH)	lievi	lievi
Tessitura	assenti	lievi
Carbonati	Assenti	lievi
Calcare attivo	Assenti	lievi
Salinità	assenti	assenti
Sodicità	assenti	assenti

Dotazione di elementi della fertilità:

<i>Parametro</i>	<i>Topsoil</i>	<i>Subsoil</i>
CSC	alta	alta
Azoto	media	scarsa
P assimilabile	media	scarsa
Sostanza organica	normale	Scarsa
Ca scambiabile	alta	molto alta
Mg scambiabile	alta	Molto alta
K scambiabile	Molto alta	Molto alta

Lieve limitazione per la reazione alcalina nell'orizzonte superficiale ed in quello profondo. Il calcio ed il magnesio sono abbondanti; anche il molibdeno è disponibile, se presente nella frazione minerale del suolo. Si può determinare una inadeguata disponibilità di ferro, manganese, rame, zinco e, specialmente, di fosforo e boro.

Lieve limitazione per la tessitura argillosa negli orizzonti profondi. Le tessiture argillose determinano condizioni strutturali grossolane o compatte che limitano l'approfondimento radicale.

Lieve limitazione per i carbonati ed il calcare attivo negli orizzonti profondi. Il tenore di calcare attivo, lungo tutto il profilo od in parte di esso, è tale da interferire sulla scelta delle colture arboree normalmente diffuse sul territorio regionale.

Nessuna limitazione per la CSC. La quantità di colloidali organo-minerali è tale da permettere al suolo di trattenere con facilità gli elementi fertilizzanti già presenti e/o apportati con le concimazioni. Il complesso di scambio è saturato in gran parte dagli ioni Ca.

La dotazione in sostanza organica è normale in superficie e scarsa in profondità

Salinità assente. Gli effetti della salinità sulla crescita delle colture agrarie sono trascurabili

Sodicità assente. Non sussistono limitazioni per i fruttiferi e gli agrumi.

Qualità idrologiche dei suoli:

Relazione Pedologica

Fessure: comuni medie, moderatamente profonde nel periodo asciutto

Rischio di inondazione: assente

Permeabilità (Ksat): Topsoil: moderatamente bassa (0.86 - 8.64 cm/day); Subsoil: bassa (< 0.86 cm/day)

Ruscigliamento superficiale: da trascurabile a basso in condizioni di suolo nudo

Falda: assente

Available water capacity (AWC) - Fino alla profondità utile alle radici (85-95 cm) – 151.3-159.6 mm – Alta

Potenzialità d'uso dei suoli per colture specifiche:

Vengono riportate solo le limitazioni più severe

1. Olivo da olio cultivar Peranzana o Provenzale, Coratina, Ogliarola garganica in regime non irriguo:

S2 – Moderatamente adatta, con limitazioni dovute alla reazione alcalina ai contenuti in carbonati oltre 85 cm ed alle tessiture argillose degli orizzonti profondi

2. Cover crops a base di loiessa e trifogli incarnato e persiano in regime irriguo:

S2 – Moderatamente adatta, con limitazioni dovute alle tessiture argillose degli orizzonti profondi

PROFILO N.1

<p>Data rilevamento: 22/09/2023</p> <p>Coordinate: 33T 545746.49m E 4556794.84 N</p> <p>Località: Ascoli Satriano</p> <p>Quota: m slm: 282</p> <p>Pendenza: 2%</p> <p>Uso del suolo: Seminativo</p> <p>Esposizione: 280°N</p> <p>Morfologia: Superficie a bassa pendenza</p> <p>Rocciosità: assente</p>	<p>Pietrosità superficiale: comune ghiaia, scarsi ciottoli</p> <p>Scorrimento superficiale: basso</p> <p>Substrato: depositi continentali terrazzati</p> <p>Profondità utile alle radici: 85 cm</p> <p>Parent Material: colluvio</p> <p>Aspetti superficiali nudo post raccolto</p> <p>Fessure: assenti</p> <p>Erosione: assente</p> <p>Falda: assente</p>

Relazione Pedologica



Orizzonti

Ap	0-30cm; limite chiaro lineare, umido, colore marrone grigiastro molto scuro (10YR 3/2); scheletro scarso, ghiaia grossolana, arrotondato, litologia mista, mediamente alterato; scheletro secondario scarso, ciottoli, arrotondato, litologia mista, mediamente alterato; franco argilloso sabbioso, resistente, fragile, adesivo, plastico; struttura poliedrica subangolare grande forte; conducibilità idraulica moderatamente bassa; pori comuni fini e medi; radici molto fini, comuni, verticali; attività biologica assente, reazione HCl molto debole
Bw	30-80cm; limite chiaro lineare, umido; marrone grigiastro molto scuro (10YR 3/2), scheletro scarso, ghiaia grossolana, arrotondato, litologia mista, mediamente alterato; scheletro secondario scarso, ciottoli, arrotondato, litologia mista, mediamente alterato; franco argilloso sabbioso; molto resistente; fragile; adesivo, plastico; struttura poliedrica subangolare grande forte; conducibilità idraulica moderatamente bassa; pori comuni fini e medi; radici molto fini, poche, subverticali; attività biologica assente, reazione HCl molto debole.
2Btk	80-125cm; limite chiaro lineare, umido; colore marrone (10YR 4/3), scheletro scarso, ghiaia grossolana, arrotondato, litologia mista, mediamente alterato; scheletro secondario scarso, ciottoli, arrotondato, litologia mista, mediamente alterato; argilloso; molto resistente; fragile; adesivo, plastico; struttura poliedrica angolare grande moderata; conducibilità idraulica moderatamente bassa; pendenti di CaCO ₃ , comuni, molto piccoli; pori comuni fini e medi; radici molto fini, poche, subverticali; attività biologica assente, reazione HCl notevole.
2Bck	125-150cm e oltre; limite sconosciuto, umido; colore marrone giallastro (10YR 5/6), scheletro frequente, ghiaia grossolana, arrotondato, litologia mista, mediamente alterato; scheletro secondario comune, ciottoli, arrotondato, litologia mista, mediamente alterato; franco argilloso sabbioso; molto resistente; fragile; adesivo, plastico; struttura poliedrica subangolare grande debole; conducibilità idraulica moderatamente bassa; pendenti di CaCO ₃ , comuni, molto piccoli; pori non osservabili; radici assenti; attività biologica assente, reazione HCl violenta.

Relazione Pedologica

Profilo N. 1				
Orizzonti	Ap	Bw	2Bfk	2BCk
Sabbia totale (%)	47	47	40	52
Limo (0,05 - 0,002 mm) (%)	19	18	12	18
Argilla (<0.002 mm) (%)	34	35	48	30
Classe tessiturale	FAS	FAS	A	FAS
pH (H2O 1:2.5)	7,9	8,0	8,2	8,3
Conducibilità elettrica(1:2.5) mS/cm	0,132	0,133	0,162	0,164
Calcare totale (%)	0,0	0,0	7,9	35,8
Calcare attivo (%)	0,0	0,0	3,1	9,2
Sostanza organica (g/Kg)	15,40	12,10	5,40	2,00
Carbonio organico (g/kg)	8,93	7,02	3,13	1,16
Azoto totale(g/kg)	0,97	0,79	0,39	0,18
Fosforo (mg/kg)	10	10	6	5
Ca (mg/kg)	3600	3700	4900	3200
Mg (mg/kg)	152	202	358	254
K (mg/kg)	490	486	744	420
Na (mg/kg))	16	26	28	28
CSC (meq/100 g)	20,59	21,53	29,50	19,31
Ca (meq/100 g)	18,00	18,50	24,50	16,00
Mg (meq/100 g)	1,27	1,68	2,98	2,12
K (meq/100 g)	1,25	1,24	1,90	1,07
Na (meq/100 g)	0,07	0,11	0,12	0,12
H+ (meq/100 g)	0	0	0	0
Saturazione basica (%)	100,0	100,0	100,0	100,0
Mg/K rapporto	1,02	1,35	1,57	1,98
Ca/K rapporto	14,40	14,92	12,89	14,95
Ca/Mg rapporto	14,17	11,01	8,22	7,55
Rapporto C/N	9,21	8,88	8,03	6,44
Anidride fosforica ass. (mg/kg)	22,90	22,90	13,74	11,45
ESP %	0,34	0,51	0,41	0,62

Relazione Pedologica

UNITÀ CARTOGRAFICA 2- PEDIMENT COLLUVIALE ALLA BASE DEI VERSANTI DEL TAVOLIERE**Profili di riferimento:** 2**Classificazione WRB 2014:** Endocalcic Kastanozems**Superficie:** ha 6,33**Quota:** 288 m slm**Pendenza:** 2-3 %**Morfologia, suoli e distribuzione:**

Questa Unità Cartografica è poco diffusa nell'area di progetto e rappresenta una superficie colluviale presente alla base dei versanti che scendono dalla superficie del Tavoliere e che sfuma gradatamente sulla superficie dei terrazzi alluvionali antichi. Le morfologie sono debolmente concave con pendenze non superiori al 3%. I suoli a causa del ringiovanimento dovuto all'apporto di materiale colluviale sono moderatamente evoluti, sempre con orizzonti superficiali molto scuri, mollici e orizzonti profondi cambici che passano ad orizzonti che, a profondità intorno ai 90-95 cm, presentano moderati accumuli di carbonati secondari, costituendo una lieve limitazione all'approfondimento radicale per le piante arboree. Suoli molto profondi, con profondità utile alle radici moderatamente elevata per la presenza di carbonati secondari entro il metro dalla superficie. Presentano un orizzonte lavorato profondo circa 30 m, scuro con caratteri mollici, tessiture da moderatamente fini (FAS) a grossolane oltre i 95 cm (FS), scheletro scarso lungo tutto il profilo. Reazione moderatamente alcalina, da non calcarei a calcarei con la profondità, con contenuto in calcare attivo da assente a basso, CSC da media ad alta con la profondità e permeabilità da moderatamente bassa ad alta con la profondità, salinità assente e sodicità assente, AWC alta fino alla profondità utile alle radici (162.5 mm).

Rocciosità: assente

Pietrosità: Scarsa (2-5%). Lo strato superficiale presenta una pietrosità tale da influenzare gli usi del suolo che tollerano poco la presenza di frammenti pietrosi che, tuttavia, non interferiscono significativamente con le lavorazioni delle colture. La pietrosità può interferire sulla germinazione delle piante.

Profondità utile alle radici: 95 cm, moderatamente elevata, Non esistono limitazioni allo sviluppo degli apparati radicali fino a 95 cm di profondità; oltre tali profondità la presenza di orizzonti di accumulo di carbonati secondari e le tessiture sabbiose non presentano caratteri favorevoli all'approfondimento radicale, specie delle piante arboree. Le caratteristiche degli elementi strutturali determinano condizioni favorevoli alla radicabilità dell'intero volume di suolo esplorabile dalle radici.

Disponibilità di ossigeno per le piante: Moderata. L'acqua è rimossa dal suolo prontamente, ma non rapidamente. L'acqua libera, all'interno del profilo, si ritrova comunemente in profondità e non inibisce la crescita delle radici per periodi significativi durante la maggior parte della stagione di crescita. Al termine dell'inverno il suolo si prosciuga molto lentamente. Le lavorazioni e le sistemazioni sono necessarie per ottenere una ripresa vegetativa primaverile sufficientemente veloce I suoli sono generalmente privi di screziature e, in ogni caso, la loro presenza è relazione alla presenza di acqua libera. Entra in questa classe la voce relativa al drenaggio interno "ben drenato".



Relazione Pedologica

Rischio di incrostamento superficiale: (0.7) – Assente - Nessuna interferenza. Il contenuto di argilla determina legami di sufficiente intensità tra le particelle del suolo; la stabilità della struttura è buona.

Erosione: idrica diffusa laminare moderata

Limitazioni del suolo per caratteri nutrizionali:

<i>Caratteri nutrizionali</i>	<i>Topsoil</i>	<i>Subsoil</i>
Reazione (pH)	lievi	lievi
Tessitura	assenti	lievi
Carbonati	Assenti	Molto lievi
Calcare attivo	Assenti	assenti
Salinità	assenti	assenti
Sodicità	assenti	assenti

Dotazione di elementi della fertilità:

<i>Parametro</i>	<i>Topsoil</i>	<i>Subsoil</i>
CSC	alta	media
Azoto	buona	scarsa
P assimilabile	media	media
Sostanza organica	buona	scarsa
Ca scambiabile	alta	alta
Mg scambiabile	alta	alta
K scambiabile	Molto alta	Molto alta

Lieve limitazione per la reazione alcalina nell'orizzonte superficiale ed in quello profondo. Il calcio ed il magnesio sono abbondanti; anche il molibdeno è disponibile, se presente nella frazione minerale del suolo. Si può determinare una inadeguata disponibilità di ferro, manganese, rame, zinco e, specialmente, di fosforo e boro.

Lieve limitazione per la tessitura sabbiosa negli orizzonti profondi (oltre il limite di radicazione). Le tessiture sabbiose determinano condizioni strutturali deboli che limitano l'approfondimento radicale.

Molto lieve limitazione per i carbonati negli orizzonti profondi, nessuna limitazione per il calcare attivo. Il tenore di calcare attivo, lungo tutto il profilo od in parte di esso, è tale da non interferire sulla scelta delle colture arboree normalmente diffuse sul territorio regionale.

Nessuna limitazione per la CSC. La quantità di colloidali organo-minerali è tale da permettere al suolo di trattenere con facilità gli elementi fertilizzanti già presenti e/o apportati con le concimazioni. Il complesso di scambio è saturato in gran parte dagli ioni Ca.

La dotazione in sostanza organica è buona in superficie e scarsa in profondità

Salinità assente. Gli effetti della salinità sulla crescita delle colture agrarie sono trascurabili

Relazione Pedologica

Sodicità assente. Non sussistono limitazioni per i fruttiferi e gli agrumi.

Qualità idrologiche dei suoli:

Fessure: assenti

Rischio di inondazione: assente

Permeabilità (Ksat): Topsoil: moderatamente bassa (0.86 - 8.64 cm/day); **Subsoil:** alta (86.4-864 cm/day)

Ruscellamento superficiale: basso in condizioni di suolo nudo

Falda: assente

Available water capacity (AWC) - Fino alla profondità utile alle radici (95 cm) – 162.5 mm – Alta

Potenzialità d'uso dei suoli per colture specifiche:

Vengono riportate solo le limitazioni più severe

1. Olivo da olio cultivar Peranzana o Provenzale, Coratina, Ogliarola garganica in regime non irriguo:

S2 – Moderatamente adatta, con limitazioni dovute alla reazione alcalina ai contenuti in carbonati oltre 95 cm

2. Cover crops a base di loiessa e trifogli (incarnato e persiano) in regime irriguo:

S1 – Adatta, con limitazioni assenti

PROFILO N.2

Data rilevamento: 22/09/2023	Pietrosità superficiale: scarsa ghiaia, scarsi ciottoli
Coordinate: 33T 545910.15m E 4556955.25N	Scorrimento superficiale: basso
Località: Ascoli Satriano	Substrato: depositi continentali terrazzati
Quota: m slm: 288	Profondità utile alle radici: 95cm
Pendenza: 2%	Parent Material: colluvio
Uso del suolo: Seminativo	Aspetti superficiali nudo post raccolto
Esposizione: 280°N	Fessure: assenti
Morfologia: Superficie a bassa pendenza (pediment)	Erosione: assente
Rocciosità: assente	Falda: assente

Relazione Pedologica



Orizzonti

Ap	0-30cm; limite chiaro lineare, umido, colore marrone grigiastro molto scuro (10YR 3/2); scheletro scarso, ghiaia grossolana, arrotondato, litologia mista, mediamente alterato; franco argilloso sabbioso, resistente, fragile, adesivo, plastico; struttura poliedrica subangolare grande forte; conducibilità idraulica moderatamente bassa; pori comuni fini e medi; radici molto fini, comuni, verticali; attività biologica assente, reazione HCl molto debole
Bw	30-95cm; limite chiaro lineare, umido; marrone grigiastro molto scuro (10YR 3/2), scheletro scarso, ghiaia grossolana, arrotondato, litologia mista, mediamente alterato; franco argilloso sabbioso; resistente; fragile; adesivo, plastico; struttura poliedrica subangolare grande forte; conducibilità idraulica moderatamente bassa; pori comuni fini e medi; radici molto fini, poche, subverticali; attività biologica anellidi scarsa, reazione HCl molto debole.
2Bk	95-150cm e oltre; limite sconosciuto, umido; colore marrone giallastro scuro (10YR 4/4), scheletro assente; franco sabbioso; resistente; fragile; debolmente adesivo, debolmente plastico; struttura poliedrica angolare grande moderata; conducibilità idraulica moderatamente alta; pendenti di CaCO ₃ , comuni, molto piccoli; pori comuni fini e medi; radici assenti; attività biologica anellidi scarsa, reazione HCl violenta.

Analisi chimico-fisiche

Profilo n. 2			
Orizzonti	Ap	Bw	2Bk
Sabbia totale (%)	57	58	67
Limo (0,05 - 0,002 mm) (%)	13	14	13
Argilla (<0.002 mm) (%)	30	28	20

Relazione Pedologica

Classe tessiturale	FAS	FAS	FS
pH (H2O 1:2.5)	7,6	7,8	8,3
Conducibilità elettrica(1:2.5) mS/cm	0,152	0,120	0,157
Calcare totale (%)	0,0	0,0	17,4
Calcare attivo (%)	0,0	0,0	4,5
Sostanza organica (g/Kg)	24,8	14,7	2,7
Carbonio organico (g/kg)	14,39	8,53	1,57
Azoto totale(g/kg)	1,49	0,93	0,23
Fosforo (mg/kg)	14	9	6
Ca (mg/kg)	3100	3400	2700
Mg (mg/kg)	158	188	208
K (mg/kg)	556	618	370
Na (mg/kg))	26	38	34
CSC (meq/100 g)	18,35	20,32	16,33
Ca (meq/100 g)	15,50	17,00	13,50
Mg (meq/100 g)	1,32	1,57	1,73
K (meq/100 g)	1,42	1,58	0,95
Na (meq/100 g)	0,11	0,17	0,15
H+ (meq/100 g)	0	0	0
Saturazione basica (%)	100,0	100,0	100,0
Mg/K rapporto	0,93	0,99	1,82
Ca/K rapporto	10,92	10,76	14,21
Ca/Mg rapporto	11,74	10,83	7,80
Rapporto C/N	9,65	9,17	6,81
Anidride fosforica ass. (mg/kg)	32,06	20,61	13,74
ESP %	0,60	0,84	0,92

Relazione Pedologica

UNITÀ CARTOGRAFICA 3- VERSANTI MODERATAMENTE INCLINATI DEL TAVOLIERE

Profili di riferimento: 4, 5

Classificazione WRB 2014: Luvic Epicalcic Kastanozems (Clayic, Endosodic)

Superficie: ha 14,07

Quota: 295-298 m slm

Pendenza: 5 %

Morfologia, suoli e distribuzione

Questa Unità Cartografica è rappresentata dai versanti che scendono dalla superficie del Tavoliere a raccordarsi ai terrazzi alluvionali antichi. Le morfologie sono lineari, con pendenze intorno al 5%. I suoli si presentano molto evoluti ma con evidente erosione degli orizzonti superficiali, con l'orizzonte argilluviale più sottile e orizzonti di accumulo di carbonati secondari più superficiali rispetto ai suoli descritti precedentemente, costituendo una severa limitazione all'approfondimento radicale per le piante arboree. Sono suoli moderatamente profondi, con profondità utile alle radici da scarsa a moderatamente elevata per la presenza di carbonati secondari entro il metro dalla superficie. Presentano un orizzonte lavorato profondo circa 30 m, scuro con caratteri mollici, tessiture da moderatamente fini (AS) a fini (A) con la profondità, scheletro da scarso ad assente con la profondità. Reazione da moderatamente alcalina e fortemente alcalina con la profondità, da moderatamente calcarei a molto calcarei con la profondità, con contenuto in calcare attivo da assente a elevato, CSC alta permeabilità da moderatamente bassa a bassa con la profondità, salinità assente e sodicità da assente ad elevata con la profondità, AWC da moderata ad alta fino alla profondità utile alle radici (101.4-156.7 mm).



Rocciosità: assente

Pietrosità: Scarsa (2-5%). Lo strato superficiale presenta una pietrosità tale da influenzare gli usi del suolo che tollerano poco la presenza di frammenti pietrosi che, tuttavia, non interferiscono significativamente con le lavorazioni delle colture. La pietrosità può interferire sulla germinazione delle piante.

Profondità utile alle radici: da 40 a 85 cm, da scarsa a moderatamente elevata, Non esistono limitazioni allo sviluppo degli apparati radicali fino a 40-85 cm di profondità; oltre tali profondità la presenza di orizzonti di accumulo di carbonati secondari e il contenuto in sodio scambiabile presentano caratteri non favorevoli all'approfondimento radicale, specie delle piante arboree. Le caratteristiche degli elementi strutturali determinano condizioni favorevoli alla radicabilità dell'intero volume di suolo esplorabile dalle radici.

Disponibilità di ossigeno per le piante: Moderata. L'acqua è rimossa dal suolo prontamente, ma non rapidamente. L'acqua libera, all'interno del profilo, si ritrova comunemente in profondità e non inibisce la crescita delle radici per periodi significativi durante la maggior parte della stagione di crescita. Al termine dell'inverno il suolo si prosciuga molto lentamente. Le lavorazioni e le sistemazioni sono necessarie per ottenere una ripresa vegetativa primaverile sufficientemente veloce. I suoli sono generalmente privi di screziature ed, in ogni caso, la loro presenza è relazione alla presenza di acqua libera. Entra in questa classe la voce relativa al drenaggio interno "ben drenato".

Relazione Pedologica

Rischio di incrostamento superficiale: (0.9) – Assente - Nessuna interferenza. Il contenuto di argilla determina legami di sufficiente intensità tra le particelle del suolo; la stabilità della struttura è buona.

Erosione: idrica diffusa laminare moderata

Limitazioni del suolo per caratteri nutrizionali:

<i>Caratteri nutrizionali</i>	<i>Topsoil</i>	<i>Subsoil</i>
Reazione (pH)	lievi	forti
Tessitura	assenti	lievi
Carbonati	Assenti	forti
Calcare attivo	Assenti	forti
Salinità	assenti	assenti
Sodicità	assenti	forti

Dotazione di elementi della fertilità:

<i>Parametro</i>	<i>Topsoil</i>	<i>Subsoil</i>
CSC	alta	alta
Azoto	buona	scarsa
P assimilabile	media	media
Sostanza organica	buona	scarsa
Ca scambiabile	alta	media
Mg scambiabile	Molto alta	Molto alta
K scambiabile	Molto alta	Molto alta

Lieve limitazione per la reazione alcalina nell'orizzonte superficiale. Il calcio ed il magnesio sono abbondanti; anche il molibdeno è disponibile, se presente nella frazione minerale del suolo. Si può determinare una inadeguata disponibilità di ferro, manganese, rame, zinco e, specialmente, di fosforo e boro.

Forte limitazione per la reazione alcalina nell'orizzonte profondo. Le condizioni edafiche sono tali da determinare una inadeguata disponibilità di ferro, manganese, rame, zinco e, specialmente, di fosforo e boro

Lieve limitazione per la tessitura argillosa negli orizzonti profondi (oltre il limite di radicazione). Le tessiture argillose determinano condizioni strutturali grossolane o compatte che limitano l'approfondimento radicale.

Forte limitazione per i carbonati negli orizzonti profondi, forte limitazione per il calcare attivo Il tenore di calcare attivo, lungo tutto il profilo od in parte di esso, è tale da interferire fortemente sulla scelta delle colture arboree normalmente diffuse sul territorio regionale: risulta, pertanto, necessario impiegare adatti portainnesti.

Relazione Pedologica

Nessuna limitazione per la CSC. La quantità di colloidali organo-minerali è tale da permettere al suolo di trattenere con facilità gli elementi fertilizzanti già presenti e/o apportati con le concimazioni. Il complesso di scambio è saturato in gran parte dagli ioni Ca.

La dotazione in sostanza organica è buona in superficie e scarsa in profondità

Salinità assente. Gli effetti della salinità sulla crescita delle colture agrarie sono trascurabili

Sodicità assente in superficie e forte in profondità. È influenzata la crescita di molte colture agrarie, in particolare fruttiferi ed agrumi, con forti riduzioni delle rese.

Qualità idrologiche dei suoli:

Fessure: assenti

Rischio di inondazione: assente

Permeabilità (Ksat): Topsoil: moderatamente bassa (0.86 - 8.64 cm/day); Subsoil: bassa (0,086-0,86 cm/day)

Ruscigliamento superficiale: moderato in condizioni di suolo nudo

Falda: assente

Available water capacity (AWC) - Fino alla profondità utile alle radici (40-85 cm) 101,4 156,7 mm
– Da moderata ad alta

Potenzialità d'uso dei suoli per colture specifiche:

Vengono riportate solo le limitazioni più severe

1. Olivo da olio cultivar Peranzana o Provenzale, Coratina, Ogliarola garganica in regime non irriguo:

S3 – Marginalmente adatta, con limitazioni dovute alla reazione fortemente alcalina, ai contenuti in carbonati ed alla sodicità

2. Cover crops a base di loiessa e trifogli (incarnato e persiano) in regime irriguo:

S3 – Marginalmente adatta, con limitazioni dovute alla profondità utile, alla reazione fortemente alcalina, ai contenuti in carbonati ed alla sodicità

PROFILO N.4

Data rilevamento: 22/09/2023	Pietrosità superficiale: scarsa ghiaia, scarsi ciottoli
Coordinate: 33T 545555.41m E 4557479.40N	Scorrimento superficiale: basso
Località: Ascoli Satriano	Substrato: depositi continentali terrazzati
Quota: m slm: 295	Profondità utile alle radici: 40cm
Pendenza: 5%	Parent Material: colluvio
Uso del suolo: Seminativo	Aspetti superficiali nudo post raccolto
Esposizione: 250°N	

Relazione Pedologica

<p>Morfologia: versante lineare, parte media</p> <p>Rocciosità: assente</p>	<p>Fessure: n. 5, lunghezza 1,0m, larghezza 3mm, prof. 10cm</p> <p>Erosione: erosione idrica diffusa moderata</p> <p>Falda: assente</p>
---	--



Orizzonti

Ap	0-30cm; limite chiaro lineare, umido, colore marrone grigiastro molto scuro (10YR 3/2); scheletro scarso, ghiaia media, arrotondato, litologia mista, mediamente alterato; argilloso sabbioso, resistente, fragile, adesivo, plastico; struttura poliedrica angolare grande forte; conducibilità idraulica moderatamente bassa; pori comuni fini e medi; fessure scarse, medie; radici molto fini, comuni, verticali; attività biologica assente, reazione HCl notevole
Bt	30-40cm; limite chiaro lineare, umido; marrone grigiastro molto scuro (10YR 3/2), scheletro scarso, ghiaia media, arrotondato, litologia mista, mediamente alterato; franco argilloso; molto resistente; fragile; adesivo, plastico; struttura poliedrica angolare grande forte; conducibilità idraulica moderatamente bassa; pori comuni fini e medi; fessure scarse sottili; radici molto fini, poche, subverticali; attività biologica assente, reazione HCl notevole.
Btk	40-90cm; limite abrupto lineare, umido; colore marrone (10YR 4/3), scheletro scarso, ghiaia media, arrotondato, litologia mista, mediamente alterato; argilloso sabbioso; molto resistente; fragile; adesivo, plastico; struttura poliedrica angolare grande forte; conducibilità idraulica moderatamente bassa; noduli di CaCO ₃ , comuni, piccoli; pori comuni fini; radici molto fini, poche, subverticali; attività biologica assente, reazione HCl violenta.
2Ck	90-140cm e oltre; limite sconosciuto, umido; colore marrone giallastro chiaro (2,5Y 6/4); scheletro assente; franco argilloso limoso; molto resistente; fragile; adesivo, plastico;

Relazione Pedologica

massivo; conducibilità idraulica bassa; accumuli soffici di CaCO ₃ , abbondanti, medi; pori comuni molto fini; radici assenti; attività biologica assente, reazione HCl violenta.
--

Analisi chimico fisiche

Profilo N. 4				
Orizzonti	Ap	Bt	Btk	2Ck
Sabbia totale (%)	47	44	48	17
Limo (0,05 - 0,002 mm) (%)	17	16	13	54
Argilla (<0.002 mm) (%)	36	40	39	29
Classe tessiturale	AS	FA	AS	FAL
pH (H ₂ O 1:2.5)	8,3	8,4	8,8	9,0
Conducibilità elettrica(1:2.5) mS/cm	0,286	0,322	0,665	0,578
Calcarea totale (%)	4.5	12.5	28.2	62.5
Calcarea attivo (%)	2.9	5.2	5.4	13.8
Sostanza organica (g/Kg)	24,10	14,10	4,00	1,30
Carbonio organico (g/kg)	13,98	8,18	2,32	0,75
Azoto totale(g/kg)	1,45	0,90	0,31	0,14
Fosforo (mg/kg)	7,0	6,0	4,0	5,0
Ca (mg/kg)	4200	3600	2800	1600
Mg (mg/kg)	284	416	704	532
K (mg/kg)	1026	898	644	254
Na (mg/kg))	354	558	1114	692
CSC (meq/100 g)	27,53	26,20	26,36	16,09
Ca (meq/100 g)	21,00	18,00	14,00	8,00
Mg (meq/100 g)	2,37	3,47	5,87	4,43
K (meq/100 g)	2,62	2,30	1,65	0,65

Relazione Pedologica

Na (meq/100 g)	1,54	2,43	4,84	3,01
H+ (meq/100 g)	0	0	0	0
Saturazione basica (%)	100,0	100,0	100,0	100,0
Mg/K rapporto	0,90	1,51	3,56	6,82
Ca/K rapporto	8,02	7,83	8,48	12,31
Ca/Mg rapporto	8,86	5,19	2,39	1,81
Rapporto C/N	9,64	9,09	7,48	5,39
Anidride fosforica ass. (mg/kg)	16,03	13,74	9,16	11,45
ESP %	5,59	9,27	18,36	18,07

PROFILO N.5

<p>Data rilevamento: 22/09/2023</p> <p>Coordinate: 33T 545253.27m E 4557693.70N</p> <p>Località: Ascoli Satriano</p> <p>Quota: m slm: 288</p> <p>Pendenza: 5%</p> <p>Uso del suolo: Seminativo</p> <p>Esposizione: 240°N</p> <p>Morfologia: versante lineare, parte media</p> <p>Rocciosità: assente</p>	<p>Pietrosità superficiale: scarsa ghiaia, scarsi ciottoli</p> <p>Scorrimento superficiale: basso</p> <p>Substrato: depositi continentali terrazzati</p> <p>Profondità utile alle radici: 85cm</p> <p>Parent Material: colluvio</p> <p>Aspetti superficiali nudo post raccolto</p> <p>Fessure: n. 5, lunghezza 1,0m, larghezza 3mm, prof. 15cm</p> <p>Erosione: erosione idrica diffusa moderata</p> <p>Falda: assente</p>
---	---

Relazione Pedologica



Orizzonti

Ap	0-30cm; limite chiaro lineare, umido, colore marrone grigiastro molto scuro (10YR 3/2); scheletro scarso, ghiaia media, arrotondato, litologia mista, mediamente alterato; franco argilloso, resistente, fragile, adesivo, plastico; struttura poliedrica angolare grande moderata; conducibilità idraulica moderatamente bassa; pori comuni fini e medi; fessure scarse, medie; radici molto fini, comuni, verticali; radici secondarie fini, poche, subverticali; attività biologica assente, reazione HCl notevole
Bt	30-85cm; limite chiaro lineare, umido; marrone grigiastro molto scuro (10YR 3/2), scheletro scarso, ghiaia media, arrotondato, litologia mista, mediamente alterato; argilloso; molto resistente; fragile; adesivo, plastico; struttura poliedrica angolare grande forte; conducibilità idraulica moderatamente bassa; pori comuni fini e medi; radici molto fini, poche, subverticali; radici secondarie medie, poche, subverticali; attività biologica assente, reazione HCl notevole.
2Ck	85-150cm e oltre; limite sconosciuto, umido; colore marrone chiaro (10YR 6/3); scheletro abbondante, ghiaia grossolana, arrotondato, litologia mista, mediamente alterato; scheletro secondario comune, ciottoli, arrotondato, litologia mista, mediamente alterato; franco; resistente; fragile; debolmente adesivo, debolmente plastico; massivo; conducibilità idraulica moderatamente alta; accumuli soffici di CaCO ₃ , comuni, medi; noduli di CaCO ₃ , comuni, piccoli; pori comuni molto fini; radici assenti; attività biologica assente, reazione HCl violenta.

Analisi chimico fisiche

Profilo n. 5			
Orizzonti	Ap	Bt	2Ck
Sabbia totale (%)	42	38	45

Relazione Pedologica

Limo (0,05 - 0,002 mm) (%)	20	15	33
Argilla (<0.002 mm) (%)	38	47	22
Classe tessiturale	FA	A	F
pH (H2O 1:2.5)	8,0	8,3	8,4
Conducibilità elettrica(1:2.5) mS/cm	0,236	0,237	0,198
Calcarea totale (%)	4.2	2.3	65.5
Calcarea attivo (%)	3.4	1.2	10.4
Sostanza organica (g/Kg)	26,10	19,40	12,10
Carbonio organico (g/kg)	15,14	11,25	7,02
Azoto totale(g/kg)	1,56	1,20	0,79
Fosforo (mg/kg)	8.0	5.0	5.0
Ca (mg/kg)	4800	4800	2800
Mg (mg/kg)	162	172	140
K (mg/kg)	996	822	258
Na (mg/kg))	32	160	62
CSC (meq/100 g)	28,04	28,23	16,10
Ca (meq/100 g)	24,00	24,00	14,00
Mg (meq/100 g)	1,35	1,43	1,17
K (meq/100 g)	2,55	2,10	0,66
Na (meq/100 g)	0,14	0,70	0,27
H+ (meq/100 g)	0	0	0
Saturazione basica (%)	100,0	100,0	100,0
Mg/K rapporto	0,53	0,68	1,77
Ca/K rapporto	9,41	11,43	21,21
Ca/Mg rapporto	17,78	16,78	11,97
Rapporto C/N	9,70	9,38	8,88
Anidride fosforica ass. (mg/kg)	18,32	11,45	11,45

Relazione Pedologica

ESP %	0,50	2,47	1,68
-------	------	------	------

UNITÀ CARTOGRAFICA 4- DEBOLE DEPRESSIONE DEL TERRAZZO ALLUVIONALE ANTICO

Profilo di riferimento: 3

Classificazione WRB 2014: Luvic Endocalcic
Kastanozems (Clayic, Sodic)

Superficie: ha 8,11

Quota: 282 m slm

Pendenza: pianeggiante

Morfologia, suoli e distribuzione

Questa Unità Cartografica si ritrova in una debole depressione, appena accennata, presente sulla superficie del terrazzo alluvionale antico, in corrispondenza di un debole impluvio obliterato dalle lavorazioni. Le morfologie sono pianeggianti o comunque non superiori al 2%. I suoli sono molto evoluti, con orizzonti superficiali molto scuri, mollici e orizzonti profondi argilluviali con accumuli di carbonati e un elevato contenuto in sodio scambiabile, con progressivo aumento lungo il profilo del suolo, costituendo un limite all'approfondimento radicale per la gran parte delle piante arboree. Suoli molto profondi, con profondità utile alle radici moderatamente elevata per la presenza di accumuli di carbonati e di elevati contenuti in sodio scambiabile entro il metro dalla superficie. Presentano un orizzonte lavorato profondo circa 30 cm, scuro con caratteri mollici, tessiture da moderatamente fini (FAS) a fini (A) con la profondità, scheletro scarso, assente in profondità. Reazione da moderatamente alcalina a fortemente alcalina con la profondità, da moderatamente calcarei a molto calcarei con la profondità, con contenuto in calcare attivo da assente a moderato, CSC alta e permeabilità da moderatamente bassa a bassa con la profondità, salinità assente e sodicità da assente ad elevata con la profondità, AWC alta fino alla profondità utile alle radici (158.9 mm).

Rocciosità: assente

Pietrosità: Scarsa (2-5%). Lo strato superficiale presenta una pietrosità tale da influenzare gli usi del suolo che tollerano poco la presenza di frammenti pietrosi che, tuttavia, non interferiscono significativamente con le lavorazioni delle colture. La pietrosità può interferire sulla germinazione delle piante.

Profondità utile alle radici: 95 cm, moderatamente elevata, Non esistono limitazioni allo sviluppo degli apparati radicali fino a 95 cm di profondità; oltre tali profondità la presenza di orizzonti di accumulo di carbonati secondari ed il contenuto in sodio scambiabile non presentano caratteri favorevoli all'approfondimento radicale, specie delle piante arboree. Le caratteristiche degli elementi strutturali determinano condizioni favorevoli alla radicabilità dell'intero volume di suolo esplorabile dalle radici.

Disponibilità di ossigeno per le piante: Imperfetta. L'acqua è rimossa dal suolo in alcuni periodi dell'anno lentamente. L'acqua libera, all'interno del profilo, si ritrova a moderata profondità. I suoli sono bagnati solo per poco tempo entro la profondità radicale durante i periodi di crescita, ma non abbastanza a lungo da influenzare la maggior parte delle colture mesofitiche. I suoli hanno o strati



Relazione Pedologica

a lenta permeabilità entro il metro, o periodicamente ricevono abbondanti precipitazioni o entrambi. Entra in questa classe la voce relativa al drenaggio interno "moderatamente ben drenato".

Rischio di incrostamento superficiale: (0.6) – Assente - Nessuna interferenza. Il contenuto di argilla determina legami di sufficiente intensità tra le particelle del suolo; la stabilità della struttura è buona.

Erosione: idrica diffusa laminare moderata

Limitazioni del suolo per caratteri nutrizionali:

<i>Caratteri nutrizionali</i>	<i>Topsoil</i>	<i>Subsoil</i>
Reazione (pH)	lievi	forti
Tessitura	assenti	lievi
Carbonati	Assenti	forti
Calcare attivo	Assenti	lievi
Salinità	assenti	assenti
Sodicità	assenti	forti

Dotazione di elementi della fertilità:

<i>Parametro</i>	<i>Topsoil</i>	<i>Subsoil</i>
CSC	alta	alta
Azoto	media	scarsa
P assimilabile	media	scarsa
Sostanza organica	normale	Scarsa
Ca scambiabile	media	media
Mg scambiabile	Molto alta	Molto alta
K scambiabile	Molto alta	Molto alta

Lieve limitazione per la reazione alcalina nell'orizzonte superficiale. Il calcio ed il magnesio sono abbondanti; anche il molibdeno è disponibile, se presente nella frazione minerale del suolo. Si può determinare una inadeguata disponibilità di ferro, manganese, rame, zinco e, specialmente, di fosforo e boro.

Forte limitazione per la reazione alcalina nell'orizzonte profondo. Le condizioni edafiche sono tali da determinare una inadeguata disponibilità di ferro, manganese, rame, zinco e, specialmente, di fosforo e boro

Lieve limitazione per la tessitura argillosa negli orizzonti profondi (oltre il limite di radicazione). Le tessiture argillose determinano condizioni strutturali grossolane o compatte che limitano l'approfondimento radicale.

Relazione Pedologica

Forte limitazione per i carbonati negli orizzonti profondi, forte limitazione per il calcare attivo. Il tenore di calcare attivo, lungo tutto il profilo od in parte di esso, è tale da interferire fortemente sulla scelta delle colture arboree normalmente diffuse sul territorio regionale: risulta, pertanto, necessario impiegare adatti portainnesti.

Nessuna limitazione per la CSC. La quantità di colloidali organo-minerali è tale da permettere al suolo di trattenere con facilità gli elementi fertilizzanti già presenti e/o apportati con le concimazioni. Il complesso di scambio è saturato in gran parte dagli ioni Ca.

La dotazione in sostanza organica è normale in superficie e scarsa in profondità

Salinità assente. Gli effetti della salinità sulla crescita delle colture agrarie sono trascurabili

Sodicità assente in superficie e forte in profondità. È influenzata la crescita di molte colture agrarie, in particolare fruttiferi ed agrumi, con forti riduzioni delle rese.

Qualità idrologiche dei suoli:

Fessure: comuni medie, moderatamente profonde nel periodo asciutto

Rischio di inondazione: assente

Permeabilità (Ksat): Topsoil: moderatamente bassa (0.86 - 8.64 cm/day); Subsoil: bassa (< 0.86 cm/day)

Ruscamento superficiale: da trascurabile a basso in condizioni di suolo nudo

Falda: assente

Available water capacity (AWC) - Fino alla profondità utile alle radici (95 cm) – 158,9 mm – Alta

Potenzialità d'uso dei suoli per colture specifiche:

Vengono riportate solo le limitazioni più severe

1. **Olivo da olio cultivar Peranzana o Provenzale, Coratina, Ogliarola garganica in regime non irriguo:**

S3 – Marginalmente adatta, con limitazioni dovute alla reazione fortemente alcalina, ai contenuti in carbonati ed alla sodicità oltre 95 cm

2. **Cover crops a base di loiessa e trifogli (incarnato e persiano) o sulla in regime irriguo:**

S2 – Moderatamente adatta, con limitazioni dovute alla reazione fortemente alcalina, ai contenuti in carbonati ed alla sodicità

PROFILO N.3

Data rilevamento: 22/09/2023	Pietrosità superficiale: scarsa ghiaia
Coordinate: 33T 545522.22m E 4557151.31N	Scorrimento superficiale: basso
Località: Ascoli Satriano	Substrato: depositi continentali terrazzati
Quota: m slm: 282	Profondità utile alle radici: 100cm
Pendenza: 2%	Parent Material: colluvio

Relazione Pedologica

<p>Uso del suolo: Seminativo</p> <p>Esposizione: 280°N</p> <p>Morfologia: Superficie a bassa pendenza</p> <p>Rocciosità: assente</p>	<p>Aspetti superficiali nudo post raccolto</p> <p>Fessure: n. 5, lunghezza 1,5m, larghezza 5mm, prof. 15cm</p> <p>Erosione: assente</p> <p>Falda: assente</p>
--	---



Orizzonti

Ap	0-30cm; limite chiaro lineare, umido, colore marrone grigiastro molto scuro (10YR 3/2); scheletro scarso, ghiaia media, arrotondato, litologia mista, mediamente alterato; franco argilloso sabbioso, resistente, fragile, adesivo, plastico; struttura poliedrica subangolare grande forte; conducibilità idraulica moderatamente bassa; pori comuni fini e medi; radici molto fini, comuni, verticali; attività biologica assente, reazione HCl debole
Bw	30-95cm; limite chiaro lineare, umido; marrone grigiastro molto scuro (10YR 3/2), scheletro scarso, ghiaia media, arrotondato, litologia mista, mediamente alterato; franco argilloso; molto resistente; fragile; adesivo, plastico; struttura poliedrica subangolare grande forte; conducibilità idraulica moderatamente bassa; pori comuni fini e medi; facce di pressione scarse; radici molto fini, poche, subverticali; attività biologica assente, reazione HCl notevole.
2Btk	95-150cm e oltre; limite sconosciuto, umido; colore marrone grigiastro scuro (10YR 4/2), scheletro assente; argilloso; resistente; fragile; adesivo, plastico; struttura poliedrica angolare grande moderata; conducibilità idraulica moderatamente bassa; accumuli soffici di CaCO ₃ , comuni, piccoli; pori comuni fini e medi; facce di pressione scarse; radici molto fini, poche, subverticali; attività biologica assente, reazione HCl violenta.

Relazione Pedologica

Analisi chimico fisiche

Profilo n. 3			
Orizzonti	Ap	Bw	2Bfk
Sabbia totale (%)	50	42	32
Limo (0,05 - 0,002 mm) (%)	18	20	24
Argilla (<0.002 mm) (%)	32	38	44
Classe tessiturale	FAS	FA	A
pH (H2O 1:2.5)	8,3	8,7	8,9
Conducibilità elettrica(1:2.5) mS/cm	0,204	0,291	1,007
Calcarea totale (%)	5,6	7,9	18,4
Calcarea attivo (%)	4,4	4,4	5,8
Sostanza organica (g/Kg)	19,40	13,40	8,00
Carbonio organico (g/kg)	11,25	7,77	4,64
Azoto totale(g/kg)	1,2	0,86	0,55
Fosforo (mg/kg)	6,0	5,0	5,0
Ca (mg/kg)	3400	3100	2400
Mg (mg/kg)	304	538	828
K (mg/kg)	834	868	666
Na (mg/kg))	124	636	2054
CSC (meq/100 g)	22,20	24,97	29,53
Ca (meq/100 g)	17,00	15,50	12,00
Mg (meq/100 g)	2,53	4,48	6,90
K (meq/100 g)	2,13	2,22	1,70
Na (meq/100 g)	0,54	2,77	8,93
H+ (meq/100 g)	0	0	0
Saturazione basica (%)	100,0	100,0	100,0
Mg/K rapporto	1,19	2,02	4,06

Relazione Pedologica

Ca/K rapporto	7,98	6,98	7,06
Ca/Mg rapporto	6,72	3,46	1,74
Rapporto C/N	9,38	9,04	8,44
Anidride fosforica ass. (mg/kg)	13,74	11,45	11,45
ESP %	2,43	11,09	30,20

6. LE POTENZIALITÀ D'USO DEI SUOLI PER SINGOLE COLTURE

La valutazione dei suoli è un sistema di classificazione che valuta l'uso ottimale in rapporto alle risorse disponibili o eventuali limitazioni d'uso.

Secondo la FAO il termine valutazione dei suoli viene definito come "Land Evaluation", intendendo il processo attraverso il quale si valutano le prestazioni e le qualità di un tratto di terra utilizzato per fini specifici, o le potenzialità della stessa per usi diversi (FAO, 1985).

Le finalità della valutazione dei suoli possono essere le più diverse, prevalentemente, ma non solo, finalizzate all'uso agricolo. Tra queste si distingue una "land capability" dove si intende una valutazione di attitudine di un' area non per specifiche colture ma per ampi sistemi agro-pastorali in relazione ad una sua utilizzazione sostenibile. Per tale forma di valutazione dei suoli si fa riferimento, normalmente alla LCC (Land Capability Classification) americana, con modifiche di volta in volta applicate a sistemi territoriali diversi.

Con la definizione di "land suitability" si intende invece una valutazione di "attitudine d'uso", cioè una specifica idoneità di una superficie di terra per un uso specifico.

La valutazione dei suoli può inoltre riguardare temi ambientali quali il rischio di inquinamento, il rischio di erosione e tanti altri che riguardano più direttamente la sostenibilità del territorio, intesa come una forma di utilizzazione che permetta l'utilizzo delle risorse senza che avvenga depauperamento o degradamento delle stesse.

La metodologia della Land Suitability Classification è stata messa a punto dalla F.A.O., intorno agli anni settanta, con l'obiettivo di stabilire una metodologia di valutazione per singole colture. Essa si basa sui seguenti principi:

- l'attitudine del territorio deve riferirsi ad un uso specifico;
- la valutazione deve confrontare vari usi alternativi;
- l'attitudine deve tenere conto dei costi per evitare la degradazione del suolo;
- la valutazione richiede un approccio multidisciplinare.

Alla base del metodo è posto il concetto di "uso sostenibile", cioè di un uso in grado di essere praticato per un periodo di tempo indefinito, senza provocare un deterioramento severo o permanente delle qualità del territorio.

na volta definite le esigenze colturali e vegetazionali della coltura da valutare, nello specifico quelle relative al nocciolo, si possono elaborare le tabelle di rating che forniranno, sulla base dei caratteri vegetazionali e delle esigenze colturali delle singole specie, valori di riferimento relativi alle esigenze climatiche, morfologiche, idrologiche e pedologiche definendo 5 classi di potenzialità d'uso dei suoli:

S1 – Adatto, con valori di rating tra 85 e 100

Relazione Pedologica

S2 – Moderatamente adatto, con valori di rating tra 60 e 85

S3 – Poco adatto, con valori di rating tra 40 e 60

N1 – Temporaneamente inadatto, con valori di rating tra 25 e 40

N2 – Permanentemente inadatto, con valori di rating tra 0 e 25

I risultati delle elaborazioni forniscono una carta tematica di Land Suitability dei suoli presenti nell'area in riferimento alla coltura scelta, indicando quali aree sono maggiormente idonee alla coltura e quali meno, oltre a indicare eventuali fragilità ambientali e pratiche agronomiche necessarie o sconsigliate.

ORDINI	CLASSI
S - Adatto	S1 – Molto adatto – Senza limitazioni importanti, produttività 80-100%
	S2 – Adatto – Limitazioni sensibili, diminuzione della produttività (60-80%) o dei profitti, aumento degli input richiesti
	S3 – marginalmente adatto – Limitazioni molto sensibili, forte diminuzione della produttività (40-60%) o dei profitti, forte crescita degli input richiesti
N – Non adatto	N1 – Temporaneamente non adatto – Limitazioni (fisico-chimiche) momentaneamente non superabili
	N2 – Permanentemente non adatto – limitazioni non superabili

Tabella 6-1: Classificazione di Land Suitability secondo la FAO (modificata)

I caratteri dei suoli, climatici e morfologici esistenti nei database, vengono elaborati in relazione ai parametri colturali definiti per la coltura oggetto di valutazione, nel nostro caso per il nocciolo, mediante procedure semiautomatiche di calcolo dei rating e dei pesi dei singoli caratteri considerati, forniscono la base dati per l'elaborazione delle cartografie tematiche, secondo lo schema riportato in fig. 8.

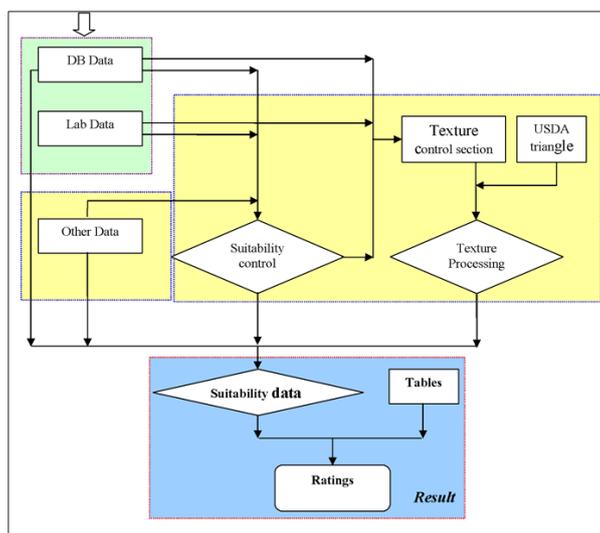


Figura 6-1: Flowchart del modello di calcolo per la valutazione attitudinale dei suoli

Al fine di ottenere una valutazione attitudinale per le singole colture nell'area di Pian della Torre, sono state considerate 2 colture, una arborea ed una erbacea, ampiamente diffuse nell'area:

1. Olivo per la produzione di olio extravergine Dauno DOP (cultivar Peranzana o Provenzale, Coratina, Ogliarola garganica in regime non irriguo.

Relazione Pedologica

2. Cover crops a base di loiessa e trifogli (incarnato e persiano) o sulla in regime irriguo

Per il calcolo dei rating attitudinali, sono stati parametrizzati numerosi caratteri relativi agli aspetti climatici (precipitazioni, temperature, insolazione), morfologici (quota, pendenza, esposizione), superficiali (pietrosità, rischio di inondazione permeabilità, drenaggio) e del suolo (profondità utile alle radici, tessitura, scheletro, AWC) e di fertilità (carbonio organico, N totale, carbonati, calcare attivo, pH, salinità ed alcalinità) per predisporre la tabella di riferimento ed i rating da utilizzare nel modello di valutazione.

Naturalmente, per la quasi totalità delle colture valutate, è assolutamente necessario l'intervento irriguo nei mesi di deficit, secondo quanto riportato nel paragrafo relativo ai fabbisogni idrici delle colture.

6.1 ATTITUDINE DEI SUOLI ALLA COLTIVAZIONE DELL'OLIVO PER LA PRODUZIONE DI OLIO EXTRAVERGINE DAUNO DOP (VAR. PERANZANA O PROVENZALE, CORATINA, OGLIAROLA GARGANICA)

Nella classificazione botanica, l'olivo (*Olea europaea* L.) appartiene alla famiglia delle Oleaceae, al genere "Olea", specie "europaea" e subspecie "sativa".

Integrato nel paesaggio italiano, l'olivo si distingue dalle altre piante arboree da frutto per la capacità di occupare ambienti diversi, di produrre anche in condizioni limitanti per aridità e freddo.

Nell'olivo, la morfologia e lo sviluppo dell'apparato radicale dipendono inizialmente dal metodo di propagazione impiegato; in seguito tali caratteristiche sono regolate dalle proprietà del suolo, dal metabolismo della pianta, da fattori genetici e dalla tecnica agronomica. Le giovani piante ottenute da seme hanno un apparato radicale dominato da una radice centrale (fittone) che alla fine del primo anno, in condizioni favorevoli di terreno, può raggiungere 1 metro di profondità.

La conoscenza dei processi che ciclicamente determinano le dinamiche di accrescimento vegetativo e l'efficienza di fruttificazione della pianta sono essenziali per stabilire un'adeguata e sostenibile gestione agronomica dell'impianto. Nell'olivo, l'accrescimento dei germogli si completa nell'anno stesso della loro formazione, mentre la produzione richiede due stagioni successive. Infatti, le gemme che daranno origine a fiori e frutti si formano nella prima annualità, mentre i fenomeni che regolano in modo irreversibile, la biologia fiorale e la fruttificazione della pianta si completano nella stagione successiva.

La crescita delle olive ha una durata complessiva di circa 5 mesi con differenze notevoli tra le cultivar e i distinti ambienti di coltivazione. Le olive iniziano ad avere dimensioni evidenti già dopo circa 10-15 giorni dall'allegagione.

La temperatura dell'aria riveste particolare importanza, poiché è il primo parametro che regola la distribuzione geografica dell'olivo; i limiti termici per il suo sviluppo sono definiti tra il 46° di latitudine Nord e il 35° di latitudine Sud. Per l'attività fotosintetica, l'ottimo termico è stato stabilito intorno ai 25-28°C. Quasi tutti i processi metabolici sono alterati con temperature lontane da valori medi inferiori a 5°C o superiori a 35°C. L'olivo, infatti, è sensibile ai freddi invernali e primaverili. La pianta subisce danni alle foglie quando la temperatura scende sotto i -5°C e le branche e l'intera chioma possono essere danneggiate severamente se la temperatura scende sotto a -10°C.

Gli effetti delle alte temperature si manifestano soprattutto in mancanza di un'adeguata disponibilità idrica e di una ridotta traspirazione. Queste causano l'innalzamento della temperatura superficiale dei vari organi e determinano ustioni a livello fogliare, sul tronco e sulle branche. In ambienti

Relazione Pedologica

caratterizzati da temperature estive medie giornaliere superiori ai 30°C, lo sviluppo vegetativo della pianta avviene in primavera e in autunno mentre rallenta, fino a fermarsi, in estate.

L'olivo, che è una specie adattata al lungo periodo di siccità estiva, è in grado di sopravvivere anche con precipitazioni annuali di appena 200 mm, mentre mal sopporta l'asfissia radicale. Il consumo idrico giornaliero di piante in buone condizioni nutrizionali e sanitarie è stato stimato pari a 1-1,2 litri di acqua per m² di superficie fogliare.

L'olivo è più tollerante, rispetto alla maggior parte dei fruttiferi, a carenze o eccessi di elementi nutritivi e a substrati pietrosi, aridi e poco fertili. I suoli sui quali cresce e produce generalmente sono meno profondi, più sciolti e con un'alta percentuale di componente litoide (pietrosità e scheletro) rispetto a quelli scelte per le altre colture. La presenza di pietre garantisce migliori condizioni di drenaggio interno e, se di natura calcarea, favorisce la precipitazione dell'acido carbonico e l'ossigenazione del suolo. La specie mal si adatta a terreni poco drenanti, dove si possono verificare condizioni di asfissia radicale.

La parte di suolo effettivamente disponibile per l'esplorazione delle radici è una caratteristica fondamentale perché è da questo volume di terreno che la pianta ottiene l'acqua e i nutrienti.

La maggior parte delle radici dell'olivo, esplora lo strato di terreno compreso tra 15 e 20 cm e tra 60 e 120 cm di profondità. Per questo motivo un metro di profondità utile per le radici è di norma sufficiente per il normale accrescimento radicale.

Per la valutazione un impianto di olive da olio per la **produzione di olio extravergine Dauno DOP**, si è fatto riferimento a tre varietà largamente diffuse nell'area quali Peranzana o Provenzale, Coratina, Ogliarola garganica.

La **varietà Peranzana** ha un portamento contenuto a tronco di cono rovesciato con vigoria media e produttività alternante. Una caratteristica importante della Cultivar Peranzana è che ha un indice di auto fertilità molto basso, per cui nelle piantagioni tipicamente è presente dal 5% al 15% di alberi di cultivar Rotondella, varietà ad alta fertilità in modo da provocare una allegazione da libera impollinazione intorno all'80%. La Peranzana ha un rapporto polpa/nocciolo molto elevata che la rende una cultivar a duplice attitudine: da olio e da mensa. Presenta buona carica polifenolica e una media resistenza all'ossidazione. Invaiaitura è media e scalare.

La **varietà Coratina** è un albero di medie dimensioni e vigoria che ben si adatta a vari suoli (pure calcarei e sassosi), anche in virtù di una buona capacità rizogena; tuttavia, l'ambiente ottimale di coltivazione è collina fertile e irrigua. Ha chioma espansa. Essendo discretamente resistente a tutte le malattie in genere (anche al *Verticillium dahliae*), si adatta bene anche all'agricoltura biologica.

La **varietà Ogliarola garganica**, seppure considerata nella valutazione di progetto, assume una importanza marginale nell'area in quanto diffusa quasi esclusivamente sul promontorio del Gargano.

Per la valutazione, in considerazione della taglia medio-bassa delle varietà di olivo considerate, è stato previsto un **impianto di tipo tradizionale, con sestri 6x6 o a palmetta con sesto 6x2 in regime non irriguo o con irrigazione a goccia localizzata** da utilizzare come irrigazione di soccorso.

Matching table per l'attitudine dei suoli alla coltivazione dell'olivo da olio extravergine Dauno DOP

Ciclo colturale 365 giorni - Sezione di controllo 100 cm

Caratteristiche e qualità	S1	S2	S3	N1	N2	Peso
	100	85	65	45	25	

Relazione Pedologica

Clima (c)						
Precipitazioni mm	>400	300 - 400	200 - 300	100 - 200	<100	1
Temperatura media °C	16 - 22	14 - 16	12 - 14	9 - 12	<9 >28	1
		22 - 24	24 - 26	26 - 28		
Pendenza %	0 - 4	4 - 8	8 - 16	16 - 35	>35	1
Pietrosità superficiale %	< 5	5-15	15-35	35-70	> 70	1
Idrologia (w)						
Rischio di inondazione	assente	Molto raro per brevi periodi (2-3 gg)	Raro per brevi periodi (4-5 gg)	comune (meno di 1 settimana)	Frequente per lunghi periodi (più di 1 settimana)	1
Drenaggio interno	4 - Ben drenato	3 - Moderatamente ben drenato 5 -	2 - Imperfettamente drenato 6 -	1 - Mal drenato	7 - Drenaggio impedito	1
Suolo (s)						
Profondità utile alle radici cm	> 120	70 - 120	70 - 50	50 - 30	< 30	2
Tessitura	FA - FAL - FAS	FL - L - AS	AL - FS	SF - A < 60% clay	A > 60% clay -	1
Scheletro (%)	<15	15-35	35-60	60-90	>90	1
KSat (permeabilità (cm/day)	5 - mod. bassa 0.86 - 8.64	4 - Mod. alta 8.64-86.4	3 - Bassa 0.086-0.86	2 - Alta 86.4 - 864.0	6 - Molto bassa < 0.086	1
AWC mm/rooting depth	>120	80-120	40-80	20 - 40	< 20	1
Fertilità (f)						
pH	7.0 - 7.5	6.2-6.9	5.8-6.1	5.5-5.7	<5.5	1
		7.6-7.9	7.9-8.3	8.4-8.9	>8.9	
CEC (meq/100gr)	> 14	14 - 10	6 - 10	< 6	< 6	1
CaCO3%	<15	15-20	20-25	>25	>25	1
Calcare attivo %	0 - 6	6 - 12	12 - 16	16 - 20	>20	1
Ece (dS/m) - Salinità	< 2	2-4	4-6	6-10	> 10	1
ESP % - Alcalinità	< 6	6-10	10 - 15	15 - 20	> 20	2
Azoto totale %	>2.2	1.1-2.1	0.6-1.0	0.4-0.6	<0.4	1

Tabella 6-2: Tabella di riferimento per la valutazione dell'attitudine dei suoli alla coltivazione dell'olivo per la produzione di olio extravergine di oliva Dauno DOP

L'analisi parametrica della potenzialità d'uso dei suoli per la coltivazione dell'Olivo da olio per la produzione di olio extravergine di oliva Dauno DOP ha prodotto i seguenti risultati.

Relazione Pedologica

Unità cartografica	Suolo	Sup. ha	Classe di suitability	Principali limitazioni
1	Luvic Endocalcic Kastanozems (Clayic)	19,77	S2 Moderatamente adatta	reazione alcalina, contenuti in carbonati oltre 85 cm, tessiture argillose degli orizzonti profondi
2	Endocalcic Kastanozems	6,33	S2 Moderatamente adatta	reazione alcalina, contenuti in carbonati oltre 95 cm
3	Luvic Epicalcic Kastanozems (Clayic, Endosodic)	14,07	S3 Marginalmente adatta	Profondità utile, reazione fortemente alcalina, contenuti in carbonati, alla sodicità
4	Luvic Endocalcic Kastanozems (Clayic, Sodic)	5,80	N1 Marginalmente adatta	reazione fortemente alcalina, contenuti in carbonati, alla sodicità oltre 95 cm

Tabella 6-3: Elaborazioni di potenzialità d'uso dei suoli alla coltura dell'Olivo da olio extravergine di oliva Dauno DOP nell'area di progetto

I risultati della valutazione evidenziano come i fattori più limitanti per la coltivazione dell'olivo sono essenzialmente legati alla reazione che in genere è da moderatamente a fortemente alcalina, al contenuto in argilla degli orizzonti profondi e, in alcuni casi, agli elevati valori di sodio scambiabile oltre lo strato lavorato. Le limitazioni relative alla profondità utile alle radici sono correlate alla presenza dei fattori limitanti sopra esposti. Queste limitazioni, seppure di una certa significatività, dovranno essere opportunamente gestite sia in fase di impianto che durante le normali pratiche agricole, evitando scassi e lavorazioni profonde ed il rimescolamento degli orizzonti superficiali con quelli profondi. Si dovranno inoltre evitare concimazioni che aumentino l'alcalinità dei suoli.



Figura 6-2: Carta della attitudine dei suoli alla coltivazione dell'Olivo da olio extravergine di oliva Dauno DOP

6.2 POTENZIALITÀ D'USO DEI SUOLI ALLA COLTIVAZIONE DELLE COVER CROP DI LOIESSA E TRIFOGLIO

Le cover crop o colture di copertura, chiamate una volta “colture da sovescio” fanno parte delle colture validamente utilizzabili sia come copertura temporanea che permanente dei suoli prima della semina delle colture principali.

L'intensificazione colturale, facilitata soprattutto dal crescente contributo dell'industria agrochimica e della meccanizzazione agricola, ha comportato numerosi inconvenienti, fra i quali il depauperamento delle risorse naturali, la riduzione della fertilità dei terreni agricoli e la presenza di inquinanti nell'ambiente e nei prodotti destinati all'alimentazione. Ciò ha suggerito l'opportunità di ricercare nuove soluzioni in grado di conferire sostenibilità ed ecocompatibilità all'agricoltura, a quella dei Paesi ad economia avanzata in particolare. In questo contesto rinnovato e crescente interesse hanno destato e continuano a destare le cover crop, atteso che esse possono assicurare molteplici benefici in ambiti produttivi anche assai diversificati (Lu et al.,2000).

Le cover crop possono trovare impiego sia nei sistemi colturali arborei che in quelli erbacei. Nei primi esse vengono per lo più utilizzate come “living mulch” in consociazione con la coltura principale, mentre nei secondi possono svolgere anche la funzione di colture da sovescio (green manure) o pacciamanti (deadmulch).

L'inerbimento artificiale viene realizzato mediante la semina di una o più specie e anch'esso può essere permanente o temporaneo. Nel caso in cui si faccia ricorso ad un miscuglio di specie è opportuno che la quantità di seme di ciascuna specie venga calcolata tenendo conto, soprattutto, della sua competitività.

Relazione Pedologica

La scelta è molto ampia potendo scegliere tra innumerevoli miscugli di specie diverse, che sono i più interessanti dal momento che prevedono la presenza contemporanea sul suolo di apparati radicali e di parti epigee molto differenti.

Per la presente valutazione si è scelto un **miscuglio di loiessa con trifoglio (incarnato o persiano)** o sulla in regime irriguo (mini sprinkler).

La Loiessa o *Lolium multiflorum* Lam. Presenta culmo spesso e giallo pallido alla base, foglie di colore verde scuro, auricole prominenti, infiorescenza (panicolo) eretta e relativamente stretta.

È dotato di grande adattabilità e buona capacità di autorisemina. Si riscontra sovente nella flora spontanea. Tra le Poaceae microterme è una delle specie che si insediano e si accrescono più rapidamente, per cui compete efficacemente con le infestanti.

Il *Trifolium incarnatum* L. è specie annuale con radici deboli e non molto profonde, steli poco ramificati, foglie fortemente tomentose e foglioline cuoriformi. L'infiorescenza è un capolino cilindrico terminale con fiori di colore rosso scuro. I semi sono lucidi, ovoidali, giallastri.

Resiste abbastanza bene alle basse temperature, ma va incontro a forti diradamenti invernali se coltivato in terreni argillosi e calcarei. Si presta bene ad essere consociato con altri trifogli annuali. Per la gestione della sua copertura si rendono necessari da 3 a 5 sfalci annui, che vanno effettuati quando la pianta raggiunge un'altezza variabile da 1,5 a 12,5 cm. Per consentire la maturazione del seme, quindi, l'autorisemina è necessario che gli sfalci vengano sospesi nel periodo che va da metà marzo ai primi di aprile.

Matching table per dell'attitudine dei suoli alla coltivazione di cover crop foraggiere

Ciclo colturale 365 giorni

Sezione di controllo = 60 cm

Caratteristiche e qualità	Classe, livello, limitazione e scale di rating					Peso
	S1	S2	S3	N1	N2	
	100	85	60	40	25	0
Clima (c)						
Precipitazioni mm/anno	>500	300 - 500	200 - 300	100 - 200	<100	1
Temperatura media annua °C	16 - 22	14 - 16 22 - 24	12 - 14 24 - 26	9 - 12 26 - 28	<9 >28	1
Topografia (t)						
Pendenza%	0 - 4	4 - 8	8 - 16	16 - 55	>55	1
Quota m slm	< 600	600-800	800-1000	> 1000	>1000	1
Pietrosità (%)	<0.1	0.1 - 3	3 - 15	15 - 50	> 50	2
Idrologia (t)						
Falda (cm dalla superficie)	>80	60 - 80	0 - 60	<40 con possibilità drenaggio	<40 senza possibilità di drenaggio	1

Relazione Pedologica

Drenaggio esterno	Assenza di ristagni o acqua libera	Ristagni o acqua libera per brevi periodi; fossi o dreni < 20% della superficie	Ristagni o acqua libera per lunghi periodi; fossi o dreni 20 – 50 % della superficie	Ristagni o acqua libera per lunghi periodi; fossi o dreni > 50 % della superficie	Regime di umidità del suolo aquico in tutta o quasi tutta la superficie	1
Drenaggio interno	Ben drenato, moderatamente ben drenato	Piuttosto eccessivamente drenato	Talvolta mal drenato, piuttosto mal drenato, mal drenato	Eccessivamente drenato, mal drenato e molto mal drenato (con possibilità di drenaggio)	Drenaggio impedito, molto mal drenato, eccessivamente drenato (senza possibilità di drenaggio)	1
Suoli (s)						
Profondità utile (cm)	> 60	40-60	20-40	10-20 su substrato non consolidato	< 10 su roccia compatta	2
Indice incrostamento	Assente <1.2	Moderato 1.2-1.6	Moderato 1.2-1.6	Forte >1.6	Forte >1.6	1
Tessitura	F, FA	FSA, FS, F, FLA, FL	SF, AL, SA	S, A < 60%, L	S (sabbia grossa), A > 60% (massiva), ghiaioso,	1
Scheletro (%)	0 - 10	10 - 20	20 - 35	35 - 70	> 70	1
Permeabilità (mm/h)	Moderatamente alta	Moderatamente bassa, Alta	Bassa	Molto bassa (con possibilità di drenaggio), Molto alta	Molto bassa, Molto alta	1
AWC mm (riserva idrica)	>70	50 - 70	25 - 50	10 - 25	< 10	1
Fertilità (f)						
Reazione (pH)	6.0 – 8.1	5.5 - 6.0 8.2 – 8.4	4.4 - 5.4 8.5 – 8.8	<4.4 8.8 – 9.0	<4.4 >9.0	1
Salinità dS/m	2 - 4	4 - 8	8 - 12	12 – 16	> 16	2
Sodicità (ESP %)	<8	8-15	15 - 20	>20	>20	2
C. O. %	>2.5	2.5 – 2.0	1.0 – 2.0	0.5 – 1.0	<0.5	1
CSC (meq/100gr)	>15	12-15	10-12	5 - 10	<5	1

Tabella 6-4: Tabella di riferimento per la valutazione dell'attitudine dei suoli alle cover crops di foraggere

L'analisi parametrica della potenzialità d'uso dei suoli per la coltivazione delle cover crop foraggere ha prodotto i seguenti risultati.

Unità cartografica	Suolo	Sup. ha	Classe di suitability	Principali limitazioni
1	Luvic Endocalcic Kastanozems (Clayic)	19,77	S2 Moderatamente adatta	reazione alcalina, tessiture argillose
2	Endocalcic Kastanozems	6,33	S1 Adatta	

Relazione Pedologica

3	Luvic Epicalcic Kastanozems (Clayic, Endosodic)	14,07	S3 Marginalmente adatta	profondità utile, reazione fortemente alcalina, contenuti in carbonati, sodicità
4	Luvic Endocalcic Kastanozems (Clayic, Sodic))	5,80	S2 Moderatamente adatta	reazione fortemente alcalina, sodicità

Tabella 6-5: Elaborazioni di potenzialità d'uso dei suoli alle cover crop foraggiere nell'area di progetto

Esaminando i risultati della valutazione, risulta evidente come la reazione e le tessiture argillose forniscano delle limitazioni che, seppure non determinati, dovranno essere considerate e gestite nella maniera più opportuna, soprattutto evitando lavorazioni profonde ed il rimescolamento degli orizzonti superficiali con quelli profondi.



Figura 6-3: Carta della potenzialità d'uso dei suoli alla coltivazione di cover crop foraggiere

7. IL FABBISOGNO IDRICO DELLE COLTURE

“Per fabbisogno irriguo si intende l’apporto idrico artificiale che è teoricamente necessario fornire alla coltura per mantenere l’evapotraspirazione al regime potenziale. L’evapotraspirazione si riferisce a due processi fisici distinti, l’evaporazione dal suolo e la traspirazione dell’apparto fogliare delle piante, e la metodologia di base per la sua stima è stata codificata dalla F.A.O. (Food and Agricultural Organization) nel Quaderno “Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements - Irrigation and drainage Paper 56”. A partire dall’evapotraspirazione, e una volta opportunamente conteggiati gli apporti idrici naturali, è possibile calcolare il fabbisogno irriguo di una

Relazione Pedologica

coltura, tenendo conto eventualmente delle efficienze di adduzione e distribuzione delle portate derivate e di applicazione degli apporti su campo.

Quando i dati disponibili lo consentono, è possibile stimare i fabbisogni irrigui attraverso il calcolo del bilancio idrologico del sistema suolo-coltura; in tal caso è richiesta la conoscenza dettagliata delle caratteristiche idrauliche dei suoli, e delle possibili interazioni con la falda ipodermica, oltre ad informazioni sullo sviluppo degli apparati radicali.” (articolo 3 del D.M. MIPAAF 31 luglio 2015).

La stima del fabbisogno irriguo rappresenta, assieme alle misurazioni di permeabilità dei suoli, un dato imprescindibile ai fini del calcolo dei volumi e dei turni, irrigui oltre a permettere un ottimale dimensionamento della rete irrigua.

Infatti, ogni coltura ha determinati bisogni, giornalieri, mensili o totali, d'acqua corrispondenti al suo consumo evapotraspirativo.

I bisogni massimi si hanno, logicamente, nei momenti in cui il clima è più caldo e secco e in cui lo sviluppo fogliare è massimo: sono questi valori massimi che presentano il maggior interesse per stabilire la quantità d'acqua massima di cui bisogna disporre per la coltura in atto (periodo di punta). Per stabilire ciò, bisogna prendere in considerazione diversi parametri:

a. Fabbisogno idrico colturale

Il punto di partenza per il calcolo degli elementi tecnici dell'irrigazione di una coltura è il **fabbisogno idrico colturale** (crop water requirement), cioè tutta l'acqua effettivamente necessaria alla coltura, calcolato in base a ET₀ e ai coefficienti colturali (mm di acqua al giorno, a decade, al mese).

b. Fabbisogno irriguo netto

Se nell'area da irrigare si può contare su apporti idrici naturali (piogge, apporti di falda, riserve idriche immagazzinate nel terreno in seguito a piogge cadute in precedenza) bisogna defalcarle dal fabbisogno idrico colturale per ottenere il **fabbisogno irriguo netto**.

Per la coltura dell'olivo si considera un impianto di tipo tradizionale o a palmetta in regime non irriguo, per le cover crop foraggiere è invece necessaria la predisposizione di un impianto irriguo con minisprinkler.

8. BIBLIOGRAFIA

Aspinall, R. J. (1995) - Geographic information systems: their use for environmental management and nature conservation. Parks, 5: 20-31.

Bartley R, Thomas MF, Clifford D, Phillip S, Brough D, Harms D, Willis R, Gregory L, Glover M, Moodie K, Sugars M, Eyre L, Smith DJ, Hicks W and Petheram C (2013) Land suitability: technical methods. A technical report to the Australian Government for the Flinders and Gilbert Agricultural Resource Assessment (FGARA) project, CSIRO

Bonnemayer, J., 2006. Land use and land resources evaluation. Methodology. FAOSWALIM Internal Report. March 2006. Nairobi.

Chiranjit Singha and Kishore Chandra Swain - Land suitability evaluation criteria for agricultural crop selection: A review - Agricultural Reviews, 37 (2) 2016 : 125-13

FAO (1979) - Soil survey investigation for irrigation. Soils bulletin n.42, FAO Rome

FAO, 1983. Guidelines: land evaluation for rainfed agriculture. Soils Bulletin No 52. Rome.

Relazione Pedologica

FAO, 1984. Land evaluation for forestry. Forestry Paper 48. Rome

FAO, 1985. Guidelines: land evaluation for irrigated agriculture. Soils Bulletin No 55. Rome.

FAO (1990). Guidelines for soil description, pp. 69. FAO, Rome, Italy.

FAO, 1991. Guidelines: land evaluation for extensive grazing. Soils Bulletin No 58. Rome.

FAO, 1993. Guidelines for land-use planning. FAO Development Series 1. Rome.

FAO, 2007. Land Evaluation. Towards a revised framework. Land and Water Discussion Paper 6. FAO, Rome

FAO, 2001. FAOCLIM. Climatic Database (1961-1990). Sustainable Development Department. FAO, Rome.

FAO ISRIC (2014) - World reference base for soil resources. FAO Rome, pp. 88.

P. Magazzini - Programma comune per lo studio della dinamica delle aree sorgenti primarie di sediment nell'area pilota del bacino di Bilancino (BABI). Carta dei Suoli, CNR-IRPI, 2004

Natural Resources Conservation Service, USDA, (1998) - Field book for describing and sampling soils, version 1.1.

Sys C., Van Ranst E., Debaveye Ir.J and Beernaert F., (1993). Land evaluation, part III. Crop requirements. Agriculture publications n.7, General Administration for Development Cooperation. Brussels, Belgium, pp.166.

Sys I., Van Ranst E., and Debaveye J. (1991) - Land evaluation, part II. Methods in land evaluation. Agriculture publications n.7, General Administration for Development Cooperation. Brussels, Belgium pp. 70-76.

USDA-United States Department of Agriculture (2014) - Key to soil taxonomy. Soil survey Staff, 12th edition, Blacksburg, VA, Pocahontas Press.

Wischmeier and Smith's (1978) – Predicting rainfall erosion losses a guide to conservation planning – USDA