

Guido Nigrelli – www.naturaweb.net

I suoli dell'Azienda Sperimentale di Vezzolano.

Premessa.

Scopo della presente nota è quello di evidenziare per quanto possibile quelle che sono le caratteristiche generali inerenti i suoli dell'Azienda Sperimentale di Vezzolano, attraverso un'indagine svolta alcuni anni or sono. Va precisato che il contenuto scientifico dei dati, proprio perché non aggiornati, risulta di scarsa importanza, ciò che va estrapolato è la tipologia dell'ambiente pedologico nel suo complesso nonché la caratterizzazione dei parametri esaminati. Esso potrà esser utile a tutti coloro che operano sul territorio di Albugnano, con particolare riferimento alla conca di Vezzolano.



Riassunto.

La difficoltà nell'applicare tecniche agricole moderne in ambiente collinare determina problemi più complessi da risolvere rispetto all'agricoltura esercitata in pianura. In questo contesto l'Azienda agraria sperimentale di Vezzolano (AT) costituisce un reale punto di riferimento per lo svolgimento di ricerche e sperimentazioni su aree declivi. Nell'ambito dell'attività mirata allo sviluppo dell'agricoltura collinare svolta dall'Istituto per la Meccanizzazione Agricola di Torino nell'Azienda agraria sopra citata, è sorta la necessità di conoscere più approfonditamente i terreni sede delle sperimentazioni. E' stata pertanto predisposta un'indagine pedologica sui vari appezzamenti al fine di una migliore conoscenza ed una più corretta gestione dei suoli. Dopo aver effettuato i rilievi in campo, sono stati determinati i parametri chimico-fisici maggiormente utilizzati a tale scopo. La variabilità spaziale riscontrata in alcuni parametri chimici è da attribuirsi sia alla diversa ubicazione topografica che alla diversa utilizzazione degli appezzamenti, mentre una più marcata uniformità dei parametri fisici rilevati è dovuta all'identica matrice litologica presente. La conoscenza a priori dei parametri rilevati fornisce un utile strumento decisionale per la scelta di appezzamenti su cui intraprendere ricerche future.

Summary.

The difficulty in applying modern agricultural techniques on hill environment implies to resolve a bigger amount of troubles compared to the agriculture practiced in plain area. In this context the experimental farm of Vezzolano (AT) constitute a real point of reference for carrying out the research and experimentation on slope areas. In the sphere of the activity aimed to the development of the hill agriculture and carried out by the Institute for the Agricultural Mechanization of Turin in the farm cited above the necessity arose to know more deeply the land seat of this experimentation. Therefore a pedological research has been prepared on the various plots with the goal of a better knowing and a more correct management of soil. After the collection of samples "in situ", the chemical-physical parameters mostly utilized for that purpose were determined. The spatial variability met in some chemical parameters is to attribute both to the different topographic location and to the different utilization of the plots, whilst a more pronounced uniformity of the physical parameters is due to the lithological matrix. Prior know-how of the determined parameters provides useful decisional instruments to undertake future research.

Introduzione.

L'Azienda di Vezzolano, di proprietà dell'Accademia di Agricoltura di Torino dal 1927, è gestita dall'Istituto per la Meccanizzazione Agricola in seguito ad una convenzione stipulata nel 1961 tra il Consiglio Nazionale delle Ricerche, l'Accademia di Agricoltura di Torino e la Facoltà di Agraria dell'Università di Torino. In essa vengono sviluppate ricerche e sperimentazioni inerenti la meccanizzazione collinare, la viticoltura, l'effetto dell'erosione idrica sul suolo ed altro ancora. Inoltre, dato l'alto valore paesaggistico e naturalistico della conca in cui è locata l'Azienda, vengono sviluppate attività mirate alla conservazione della natura ed alla gestione ambientale.

La difficoltà nell'applicare tecniche agricole moderne in ambiente collinare determina una maggiore quantità di problemi da risolvere rispetto all'agricoltura esercitata in pianura, in questo contesto l'Azienda agraria sperimentale di Vezzolano costituisce un reale punto di riferimento per lo svolgimento di ricerche e sperimentazioni su aree declivi. Si ricorda a tal proposito che 10.091.532 ha della S.A.U. nazionale (ISTAT 1987), corrispondenti al 42,7% del totale, fanno parte di ambienti collinari.

Localizzazione geografica.

L'Azienda, sita nel Comune di Albugnano (AT), Monferrato settentrionale, compare sulla tavoletta III S.O. (Castelnuovo Don Bosco) in scala 1:25000, del Foglio n 57 della Carta d'Italia dell'Istituto Geografico Militare alle seguenti coordinate geografiche: lat. 45° 04' 47" N, long. 4° 29' 31" O (merid. Roma M. Mario).

E' ubicata ad un'altitudine di 426 m (q.s.l.m.) e si estende su 27,14 ha, accorpata per circa il 90%, che vanno da una quota minima di 357 m, ad una quota massima di 452 m. Dei 27,14 ha complessivi, circa 15 costituiscono la S.A.U. ed, essendo adibiti quasi del tutto a campi sperimentali, sono stati suddivisi in vari appezzamenti numerati. La suddivisione è stata fatta sia in funzione di alcune caratteristiche geomorfologiche della zona, sia in funzione di alcune esigenze di ricerca specifiche come ad es. meccanizzazione in aree declivi, prati-pascoli, colture intensive.

Metodologia applicata.

In ogni appezzamento, in zone ritenute rappresentative, sono stati prelevati mediante sonda del tipo "carotatore" diversi sub-campioni (10÷15), esplorando uno strato di terreno sino a 40 cm di profondità. I sub-campioni prelevati, relativi ad ogni appezzamento, sono poi stati riuniti in un unico campione. Successivamente l'aliquota di terra fine su cui effettuare le determinazioni analitiche è stata ottenuta facendo asciugare il terreno prelevato all'aria, rompendo i macroaggregati manualmente ed operando una setacciatura mediante vaglio a maglie quadre con luci di 2 mm. Gli appezzamenti di dimensione superiore ad 1 ha, oppure geomorfologicamente irregolari, sono stati suddivisi in più zone e contraddistinti da lettere affiancate al numero dell'appezzamento stesso. L'esecuzione di tutti i carotaggi è stata effettuata in un'unica giornata (marzo) e dopo un periodo trascorso dall'ultima concimazione variabile, a seconda degli appezzamenti e delle colture in atto, dai cinque agli undici mesi.

Il pH è stato misurato mediante elettrodo potenziometrico nella soluzione terreno-acqua (acidità attuale) e terreno-KCl 1N (acidità attuale più acidità potenziale), con un rapporto peso suolo/volume soluzione di 1:2,5.

Il calcare totale è stato determinato gasvolumetricamente mediante calcimetro di Dietrich-Fruehling, con un procedimento che prevede lo sviluppo di anidride carbonica gassosa in seguito ad attacco con acido cloridrico diluito 1:1 v/v. Il calcare attivo è stato ottenuto eseguendo la precipitazione del calcio in presenza di un eccesso di ammonio ossalato e susseguente titolazione dell'ossalato residuo con soluzione di potassio permanganato in ambiente solforico.

I valori del carbonio organico si sono ottenuti mediante ossidazione a umido con bicromato di potassio in presenza di acido solforico concentrato e successiva titolazione del bicromato di potassio residuo, non entrato in reazione, con soluzione di ferro ammonio solfato. La sostanza organica è stata ricavata moltiplicando il dato del carbonio organico relativo per il fattore 1,724.

I valori di azoto totale sono stati ricavati secondo il metodo Kjeldahl che prevede la trasformazione dell'azoto organico presente nel campione in azoto ammoniacale mediante attacco con acido solforico concentrato. Il dosaggio dell'azoto

ammoniacale, previa distillazione in ambiente alcalino ed assorbimento in acido solforico diluito, è avvenuto mediante elettrodo iono-selettivo per ammoniaca.

La massa volumica reale è stata calcolata mediante picnometria, immergendo 10 g di campione in etere di petrolio e pesando il tutto dopo un riposo di sei ore.

La ripartizione percentuale delle particelle del terreno in funzione del loro diametro, cioè l'analisi granulometrica apparente, è stata effettuata mediante levigatori modello "Gattorta" previo trattamento disaggregatore sul campione con esametafosfato di sodio.

Tutti i dati ottenuti e riportati in tabella si riferiscono al suolo secco in stufa (105°C sino a massa costante). La frazione superiore ai 2 mm è risultata trascurabile in tutti i sub-campioni prelevati.

Risultati.

1 - Determinazione dei parametri chimici:

1.1 - pH

Come atteso, data la natura del substrato, i valori di pH nella soluzione terreno-acqua riscontrati nei vari campioni sono abbastanza simili, senza significative variazioni (coefficiente di variabilità 3,50%). La reazione alcalina trae di norma origine dalla presenza di carbonato di calcio finemente suddiviso e, quando il pH non supera valori di 8,5 si parla di alcalinità "costituzionale". Per quanto concerne gli appezzamenti analizzati, non sembra di poter attribuire l'alcalinità a pratiche colturali, poiché per le concimazioni non si è fatto uso di fertilizzanti costituzionalmente o fisiologicamente alcalini.

Per quanto riguarda i valori di pH in KCl 1N bisogna dire che i dati ottenuti con questo metodo, anche loro abbastanza simili (coeff. di var. 3,46%), sono normalmente inferiori ai valori di pH ottenuti in soluzione acquosa poiché corrispondono all'attività degli ioni H_3O^+ dissociati inizialmente, più quella dei protoni scambiati dai cationi K^+ . La differenza tra pH in acqua e pH in KCl 1N è direttamente proporzionale all'acidità.

Numerose determinazioni potenziometriche eseguite su campioni prelevati sistematicamente in funzione di altri scopi hanno evidenziato che il pH rimane abbastanza costante nel tempo, grazie soprattutto al sistema tamponante presente nel suolo; esso subisce solo modeste variazioni durante l'anno, generalmente in conseguenza di piogge o di lavorazioni profonde. Può però cambiare al variare della profondità in seguito a discontinuità strutturali degli orizzonti componenti il "pedon", oppure localmente sotto l'influenza della vegetazione e della composizione minerale del suolo.

I valori di pH riscontrati negli appezzamenti adibiti a vigneto (1, 12, 13, 14, 16, 19A e B) sono da considerarsi ottimali per la coltura in atto, infatti la vite europea, innestata su portinnesti ibridi americani, predilige suoli tendenzialmente alcalini e sopporta bene la componente calcarea, anche se le viti americane da cui derivano i portinnesti sono tendenzialmente calcifughe, cioè temono un eccesso di calcare nel suolo. Per quanto riguarda invece gli appezzamenti adibiti a prato stabile, permanente ed avvicendato (2, 4, 5, 8A e B, 9A, B, C e D, 10A, B e C, 11A e B 15, 17, 20, 31B e 33), si riscontra una leggera alcalinità non influenzante le specie erbacee presenti. Gli appezzamenti coltivati a seminativo (7A e B, 23A, B e C) hanno un pH tendenzialmente vicino alla neutralità, il che è ottimale per qualsiasi coltura da granella caratteristica della zona (mais, frumento ed orzo). I due frutteti presenti (21 e 31A) hanno anche loro pH sub-alcalini ma, sia le pratiche colturali che le concimazioni apportate, tendono ad eliminare questa situazione che, peraltro, non è evidente a livello patologico, ma può contribuire a mantenere le produzioni non elevate.

1.2 - Calcare totale e calcare attivo

La conoscenza della componente calcarea presente all'interno della fase solida di un terreno agrario (cioè la quantità complessiva di carbonati presenti come $CaCO_3$, $MgCO_3$, $NaCO_3$) è di fondamentale importanza poiché viene tollerata solo entro certi limiti dalle piante che evidenziano sintomi di sofferenza e conseguentemente minori produzioni, qualora questa dovesse essere presente in eccesso, inoltre è utile per definire il suolo stesso e per verificare se un eventuale pH basico trova una risposta nell'elevato contenuto in carbonati oppure se si è di fronte a ioni alcalini. Riveste invece maggior importanza, qualora il contenuto in calcare totale fosse medio-alto, la determinazione del calcare attivo, ovverosia quell'aliquota di calcare che, grazie alla sua finezza, passa più facilmente in soluzione. La conoscenza di

questo parametro è di fondamentale importanza per la valutazione della fertilità del suolo, poiché alti valori di calcare attivo deprimono la solubilità di molti elementi nutritivi e non li rendono assimilabili. Quest'analisi è utile soprattutto in appezzamenti adibiti a vigneto o frutteto poiché permette di quantificare il rischio di clorosi ferrica e quindi scegliere i portinnesti adatti.

I suoli dell'Azienda di Vezzolano inglobano una componente calcarea, proveniente dalla matrice litologica, significativamente variabile a seconda di ogni singolo appezzamento: infatti abbiamo un coefficiente di variabilità che è di circa il 45%, sia per il calcare totale che per il calcare attivo. Per quanto riguarda il contenuto di calcare totale ci troviamo di fronte a suoli lievemente, mediamente e sensibilmente calcarei, quindi, nel complesso, terreni buoni sotto questo aspetto. Gli appezzamenti che risultano avere una maggior percentuale di calcare totale sono i vigneti 13 e 19A rispettivamente con il 25 ed il 22%, mentre nell'appezzamento 23B si è riscontrata la percentuale minore che, nel caso specifico, è stata quantificata con il termine "tracce" e cioè inferiore allo 0,5%. Le dotazioni in calcare attivo riscontrate sono anch'esse molto variabili come detto precedentemente e variano da un massimo di 16% dell'appezzamento 16 ad un minimo riscontrato in tracce dell'appezzamento 23B. Sotto questo aspetto abbiamo suoli con dotazioni scarse, normali, elevate e molto elevate. Per quanto riguarda gli appezzamenti adibiti a vigneto, dove si riscontrano le percentuali maggiori di calcare attivo, i problemi inerenti questa situazione sono stati praticamente risolti all'atto dell'impianto, scegliendo portinnesti adatti che sopportano dotazioni in calcare attivo sino al 20%. Nell'appezzamento 31A, adibito a frutteto di susini, riscontriamo una percentuale di calcare attivo di circa il 14% che è eccessiva, visto che il susino di solito sopporta percentuali non superiori al 10%. Sino ad ora, però, non si sono riscontrati fenomeni di clorosi ferrica con le varietà coltivate, ma le produzioni a volte non elevate evidenziano una situazione che dal punto di vista chimico-pedologico non è ottimale e quindi andrebbe migliorata.

1.3 - Sostanza organica

In base al contenuto di sostanza organica i campioni analizzati sono molto variabili (coeff. di var. 44,53%), questo è dovuto a numerosi fattori quali giacitura, esposizione, coltura presente, tipo di lavorazione e di concimazione, ma, soprattutto, diverso apporto di deiezioni animali, visto che ci sono alcuni appezzamenti adibiti a pascolo bovino (allevamento semi-brado). Tale considerazione trova conferma nei dati esposti in tabella, da cui risulta che, proprio per le cause sopra citate, il contenuto di sostanza organica è maggiore in quegli appezzamenti adibiti a pascolo. Dai risultati delle analisi emerge che tutti gli appezzamenti vitati risultano essere tendenzialmente poveri di sostanza organica e con un rapporto C/N decisamente basso per il modesto apporto di concimi organici. Per quanto riguarda i frutteti e i seminativi, esistono suoli sufficientemente dotati e ben dotati, mentre per i prati-pascoli suoli ben dotati e ricchi. Le valutazioni sopra menzionate tengono conto anche della composizione granulometrica del terreno, visto che il contenuto ottimale di sostanza organica vi è strettamente correlato e, in suoli argillosi, la dotazione di materiale organico deve essere maggiore che in suoli sabbiosi.

1.4 - Azoto totale e rapporto C/N

L'azoto è il macroelemento più importante per la nutrizione delle piante e le sue forme assimilabili sono quella nitrica, disciolta interamente nella soluzione circolante e quella ammoniacale, trattenuta in gran parte sul complesso di scambio: esse di solito sono una frazione esigua dell'azoto totale. Nei nostri terreni agrari il contenuto medio di questo elemento oscilla tra 1 e 1,5‰. Il rapporto carbonio/azoto (C/N) esprime inoltre il grado di mineralizzazione della sostanza organica e indica se l'azoto presente nel suolo è disponibile per la nutrizione delle piante. In un terreno agrario dei nostri climi un rapporto C/N con valori di 10/1 può essere considerato quale indice di un normale decorso o stato di umificazione della sostanza organica (Tombesi 1977). Valori superiori a 12/1 indicano una lenta mineralizzazione, con accumulo di sostanza organica e minore liberazione di azoto per le piante, mentre valori minori di 8/1 evidenziano una rapida mineralizzazione della frazione organica con abbondante liberazione di azoto per le piante.

Dai risultati delle analisi emerge una accentuata disformità nelle dotazioni in azoto totale dei vari appezzamenti (coeff. di var. 34,12%), con una media di 1,52‰. Gli appezzamenti 1 e 12 hanno evidenziato una scarsa dotazione in azoto totale, rispettivamente 0,77 e 0,96‰, ma questo non è un fattore negativo, visto che sono coltivati a vigneto ed hanno un rapporto C/N che indica una buona mineralizzazione della sostanza organica. Negli appezzamenti 8A, 8B e 9A, adibiti a pascolo bovino, vi è un elevato contenuto di azoto totale: 2,91, 2,58 e 2,53‰ con un buon rapporto C/N. Tutti gli altri appezzamenti, compresi i seminativi ed i frutteti, hanno dotazioni medio-elevate che sono da considerarsi ottimali sia per il tipo di suolo che per la coltura in atto. Negli appezzamenti a vigneto le analisi hanno evidenziato un basso rapporto C/N dovuto a dotazioni normali in azoto totale e povere in sostanza organica. Per tutti gli altri appezzamenti analizzati abbiamo un rapporto C/N leggermente inferiore ai valori ottimali, ma accettabile.

2 - Determinazione dei parametri fisici:

2.1 - Massa volumica reale

La massa volumica reale di un suolo corrisponde al rapporto fra la massa totale dei costituenti solidi ed il volume totale da questi realmente occupato. E' quindi un valore costante, immutabile al variare del compattamento e quindi degli spazi vuoti e del grado di umidità. Non si è ritenuto opportuno determinare la massa volumica apparente poiché, essendo il rapporto fra la massa ed il volume di un campione di suolo indisturbato, varia in funzione del compattamento e del grado di umidità e quindi va determinata a seconda delle esigenze di ricerca specifiche, oppure al momento di intraprendere sperimentazioni su determinati terreni. Per contro, la determinazione della massa volumica reale risulta di rilevante importanza, in quanto consente la determinazione della porosità del suolo, previa conoscenza della massa volumica apparente. Il valore della massa volumica reale per un terreno agrario può ritenersi pari a $2,65 \text{ g.cm}^{-3}$. Esso può diminuire in presenza di suoli organici, poiché la sostanza di cui sono costituiti ha una massa volumica reale che varia da $1,2$ a $1,7 \text{ g.cm}^{-3}$, oppure aumentare nel caso di terreni con notevoli quantità di minerali feriferi, la cui massa volumica reale è maggiore di $2,7 \text{ g.cm}^{-3}$.

Per quanto riguarda i valori ottenuti possiamo dire che essi rispecchiano l'anzidetto dato medio, infatti si hanno terreni che oscillano fra $2,92 \text{ g.cm}^{-3}$ dell'appezzamento 1 e $2,37 \text{ g.cm}^{-3}$ dell'appezzamento 13, con una media generale di $2,62 \text{ g.cm}^{-3}$ ed un coefficiente di variabilità del 4,96%. L'alto valore riscontrato nell'appezzamento 1 è dovuto ad una elevata percentuale di sabbia proveniente dall'alterazione fisico-chimica dell'orizzonte "R", talora affiorante al piano di campagna. La stessa cosa si evidenzia, anche se con minore intensità, negli appezzamenti 2, 3, 4 e 5, senza, però, la presenza di affioramenti evidenti.

2.2 - Granulometria e Tessitura

Fondamentalmente esistono due tipi di analisi granulometrica, a seconda del pre-trattamento disaggregatore eseguito sulla terra fine. Come analisi granulometrica reale viene definito quel procedimento che prevede la totale distruzione e dispersione di tutti gli aggregati presenti, ottenendo un suolo privo di struttura, mediante diversi pre-trattamenti quali l'utilizzo di acido cloridrico per sciogliere i carbonati, il perossido di idrogeno per distruggere i cementi organici, l'esametafosfato di sodio per agevolare la dispersione ed impedire la riaggregazione ed altri mirati allo scioglimento di sali. Come analisi granulometrica apparente viene definito quel procedimento che prevede soltanto la distruzione degli aggregati più grossi e formati per azioni prevalentemente fisico-meccaniche, lasciando intatti gli aggregati resistenti formati da diversi costituenti e considerandoli come particelle singole. Entrambi i procedimenti risultano validi. Il primo è più adatto qualora si debbano trattare aspetti prettamente geologici, geoidrologici oppure mineralogici, visto che la totale distruzione di tutti gli aggregati dà la possibilità di quantificare con esattezza le diverse percentuali di sabbia, limo ed argilla realmente presenti ed identificare la componente mineralogica. Il secondo, invece, è più adatto alla risoluzione di problemi di carattere agronomico, soprattutto perché rispecchia maggiormente le normali condizioni di campo e tiene conto di caratteristiche come colloidismo, compattezza, impermeabilità, struttura ecc. molto importanti e partecipanti attivamente al dinamismo del sistema suolo. Il tipo di analisi granulometrica adottato è il secondo, poiché più consono alle esigenze di questo lavoro.

Dalle analisi granulometriche effettuate i suoli dell'Azienda di Vezzolano risultano essere simili tra loro e con una tessitura media di tipo limoso-sabbioso. Questa marcata uniformità è da attribuirsi all'identica matrice litologica presente e le sensibili disformità tessiturali, unite alle differenze riscontrate nei valori di massa volumica reale, sono dovute sia ad una diversa azione erosiva degli agenti atmosferici in funzione delle caratteristiche morfologiche di ogni appezzamento (giacitura, esposizione, pendenza ecc.) e sia alle pratiche agricole operate in funzione delle scelte colturali.

Conclusioni.

Le analisi chimico-fisiche effettuate sui campioni inerenti i suoli dell'Azienda di Vezzolano danno ora la possibilità di stimare e conoscere con più esattezza il tipo di suolo di ogni appezzamento. Questo contributo potrà essere utile sia nella gestione territoriale ed ambientale dell'Azienda e sia come integrazione ad altre ricerche specifiche, poiché, integrando le analisi eseguite con altre determinazioni chimico-fisiche quali azoto nitrico ed ammoniacale, fosforo assimilabile, potassio scambiabile, capacità di scambio cationica, analisi granulometrica reale, si potrà in seguito stilare un bilancio nutrizionale riferito al singolo appezzamento ed organizzare sperimentazioni specifiche atte a definire un oculato piano di concimazione.

Bibliografia.

- AJASSA G. (1984) - Alcune osservazioni pedologiche e geomorfologiche sui suoli dell'Azienda di Vezzolano. Nota informativa.
- AUTORI VARI (1969) - Carta Geologica d'Italia: fogli nn 56 e 57, con note illustrative. Poligrafica & Cartevalori, Napoli.
- CAVAZZA L. (1981) - Fisica del terreno agrario. UTET, Torino.
- C.N.R. (1977) - P.F. Conservazione del suolo. Guida alla descrizione del suolo. Tipografia Giuntina, Firenze.
- G. U. n 121 (1992) - Suppl. n 79: Approvazione dei "Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo". Ist. Pol. e Zecca dello Stato, Roma.
- I.G.M. (1964) - Tavoleta III S.O. scala 1:25000 del Foglio n 57 della Carta d'Italia.
- ISTAT (1987) - 3° Censimento generale dell'agricoltura, 24 ottobre 1992. Roma.
- LISA L. (1986) - Ricerche sperimentali di meccanizzazione collinare presso l'Azienda di Vezzolano. CNR IMA, Torino.
- MONDINI C. BINI C.(1991) - I suoli dell'Az. agraria sperimentale "A. Servadei" dell'Università degli Studi di Udine. Riv. di Agronomia n.3.
- PINNA M. (1977) - Climatologia. UTET, Torino.
- REGIONE PIEMONTE (1995) - Relazione sullo stato dell'ambiente, n 0.
- SALTER P.J. e WILLIAMS J.B. (1966) - The influence of texture on the moisture characteristics of soil. V. relationships between particle-size composition and moisture contents at the upper and lower limits of available-water. J. of Soil Sc., vol.20, 1, 126-131.
- SASSO G. (1985) - Studio delle caratteristiche agronomiche dei terreni dell'Azienda di Vezzolano per mezzo dell'analisi idrofisiologica. Annali Accad. di Agric. Torino, 127°, 107-114.
- SEQUI P. (1989) - Chimica del suolo. Pàtron editore, Bologna.
- SOCIETA' ITALIANA DELLA SCIENZA DEL SUOLO (1985) - Metodi normalizzati di analisi del suolo. Edagricole, Bologna.
- SOIL SURVEY STAFF (1975) - Tassonomia del suolo. Edagricole, Bologna.
- THORNTHWAITE & MATHER METHOD (1957) - In: Climatologia, M. Pinna.
- TOMBESI L. (1977) - Elementi di scienza del suolo: guida all'interpretazione delle analisi dei terreni. Edagricole, Bologna.
- UNICHIM (1985) - Analisi dei terreni agrari: manuale n. 145 parte I°, metodi manuali. Milano.

Tabella.

Caratteristiche chimico-fisiche dei vari appezzamenti.

App.	pH		CaCO ₃		S. O. (%)	N tot. (‰)	C/N	M.V.R. (g/cm ³)	Classi granulometriche (%)					T.
	(n)	(H ₂ O)	(KCl)	tot. (%)					att. (%)	S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	
1	8,1	7,8	13,75	7,21	1,05	0,77	7,97	2,92	20,90	37,12	9,47	23,47	9,02	S-L
2	7,7	7,6	7,70	4,36	3,25	2,07	9,10	2,76	16,71	39,52	12,97	23,00	7,77	S-L
3	7,9	7,6	5,61	4,01	1,73	1,51	6,67	2,66	19,77	33,02	9,32	27,55	10,32	S-L
4	7,7	7,6	8,68	4,82	3,48	2,25	8,98	2,66	12,16	39,66	18,15	22,92	7,10	S-L
5	7,8	7,6	5,83	4,02	2,62	1,62	9,36	2,66	14,02	35,83	14,55	28,42	7,17	S-L
6	7,8	7,5	5,05	4,04	1,95	1,31	8,57	2,72	10,85	31,59	13,27	31,82	12,45	L-S
7A	8,0	7,6	4,02	3,83	2,27	1,42	9,20	2,70	12,66	31,11	14,20	33,25	8,77	L-S
7B	8,0	7,5	6,70	5,37	2,81	1,70	9,57	2,68	9,04	31,05	18,07	35,77	6,05	L-S
8A	7,6	7,6	12,39	9,18	4,63	2,91	9,24	2,56	10,79	29,35	13,92	35,77	10,15	L-S
8B	7,7	7,6	15,32	9,82	3,53	2,58	7,94	2,54	9,44	31,21	15,60	33,90	9,85	L-S
9A	7,7	7,6	18,71	12,79	3,70	2,53	8,48	2,58	6,16	26,65	17,20	40,20	9,77	L-S
9B	7,8	7,6	14,52	9,62	3,62	2,15	9,81	2,64	5,59	26,70	19,02	39,80	8,87	L-S
9C	7,8	7,6	16,95	11,40	3,48	2,07	9,74	2,81	5,41	27,26	16,17	38,37	12,77	L-S
9D	8,0	7,5	8,74	6,69	2,90	1,88	8,94	2,81	7,52	25,80	18,60	36,97	11,10	L-S
10A	8,1	8,1	12,82	7,61	2,07	1,35	8,91	2,50	8,27	26,95	15,57	39,15	10,05	L-S
10B	8,2	8,2	13,20	8,31	1,99	1,48	7,77	2,51	5,56	24,71	19,47	40,12	10,12	L-S
10C	8,2	8,2	13,86	8,49	1,81	1,42	7,37	2,54	4,66	25,01	22,62	37,72	9,97	L-S
11A	8,1	7,6	21,34	13,05	2,67	1,83	8,47	2,44	8,61	23,86	14,90	39,62	13,00	L-S
11B	8,1	7,6	16,70	11,50	2,82	1,93	8,44	2,43	5,66	25,48	17,60	40,37	10,87	L-S
12	8,4	7,7	20,79	13,17	1,04	0,96	6,34	2,63	7,64	25,35	14,90	41,17	10,92	L-S
13	8,1	7,7	25,04	16,02	1,22	1,23	5,77	2,37	5,85	20,09	13,05	46,60	14,40	L
14	8,2	7,7	20,41	13,18	1,39	1,12	7,26	2,55	5,95	25,59	18,35	40,67	9,42	L-S
15	8,3	7,7	17,99	12,45	1,35	1,18	6,67	2,50	2,40	20,17	19,97	46,37	11,07	L
16	8,4	7,6	20,39	13,89	1,11	1,05	6,14	2,48	2,96	18,50	15,57	48,22	14,72	L
17	8,4	7,6	16,94	11,98	1,60	1,05	8,82	2,70	2,95	22,09	22,57	42,30	10,07	L
19A	8,2	7,6	22,58	14,52	0,68	1,12	3,55	2,68	3,34	18,33	16,47	47,82	14,02	L
19B	8,4	7,5	19,51	13,91	0,67	1,08	3,56	2,50	3,25	18,35	14,95	47,87	15,57	L-A
20	8,4	7,6	21,51	13,89	1,69	1,11	8,85	2,45	4,12	21,72	13,40	40,92	19,82	L-A
23A	8,0	6,9	8,73	3,96	2,13	1,11	11,12	2,61	11,44	33,40	19,35	28,35	7,45	L-S
23B	7,3	6,4	Tr.	Tr.	1,77	1,05	9,70	2,73	13,44	31,48	22,80	26,25	6,02	L-S
23C	7,9	6,9	4,82	3,17	1,97	1,23	9,24	2,74	13,92	32,17	19,60	27,35	6,95	L-S
31A	8,4	7,6	21,70	14,48	1,23	1,13	6,30	2,81	4,49	20,16	14,87	46,25	14,22	L
31B	8,4	7,6	19,24	13,74	1,71	1,32	7,56	2,65	3,14	20,86	17,97	47,45	10,57	L
33	8,3	7,5	19,76	13,47	2,38	1,46	9,44	2,76	5,82	21,03	16,67	42,85	13,62	L
m	8,1	7,6	14,16	9,35	2,17	1,52	8,08	2,62	8,19	26,88	16,55	37,53	10,83	L-S
min	7,3	6,4	4,02	3,17	0,67	0,77	3,55	2,37	2,19	18,33	9,32	22,92	6,02	

mas	8,4	8,2	25,04	16,02	4,63	2,91	11,12	2,92	20,90	39,66	22,80	48,22	19,82	
d. st.	0,30	0,3	6,57	4,35	0,97	0,52	1,66	0,13	4,89	6,11	3,22	7,73	3,05	
c.v.(%)	3,52	4,30	46,45	46,51	44,53	34,12	20,59	4,96	59,75	22,71	19,44	20,59	28,18	