



Application Note AN-NIR-133

Analisi del suolo con la spettroscopia NIR

Determinazione multiparametrica del suolo in pochi secondi

Il suolo è una matrice complessa composta da materia minerale organica e inorganica, acqua e aria. La materia organica varia dall'humus decomposto e stabile ai residui particellari freschi provenienti da diverse fonti [1]. La tessitura influenza il comportamento del suolo (ad esempio, capacità di ritenzione idrica, ritenzione e apporto di nutrienti, drenaggio e lisciviazione dei nutrienti [2]) e dipende dalla proporzione in peso di sabbia, limo e argilla che contiene. La capacità di scambio cationico (CSC), una misura della capacità di trattenere ioni caricati positivamente, influenza la stabilità della struttura del suolo, la disponibilità di nutrienti, il pH e la sua

reazione ai fertilizzanti e ad altri ammendanti.

I principali ioni associati alla CEC nei suoli sono Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , e K^+ [3]. Il pH del suolo influenza direttamente la disponibilità di nutrienti per le piante, l'attività microbica e la salute generale del suolo, influenzando la crescita delle piante, le rese delle colture e la sostenibilità delle pratiche agricole. Questo studio descrive come il contenuto di sostanza organica, il valore del pH, il contenuto di limo, argilla e sabbia, calcio e magnesio scambiabili e il contenuto di calcare sono stati misurati nel suolo in pochi secondi utilizzando la spettroscopia nel vicino infrarosso (NIRS).

STRUMENTI PER L'ANALISI

Campioni di terreno essiccati all'aria [4] sono stati misurati su Metrohm NIR Analyzer. Tutte le misurazioni sono state eseguite in modalità di riflessione (1000–2250 nm) utilizzando l'accessorio a tazza grande. I campioni sono stati misurati in rotazione per raccogliere dati spettrali da diverse aree.

La media spettrale dei segnali da diversi punti ha contribuito a ridurre la disomogeneità del campione. Il software Metrohm è stato utilizzato per tutta l'acquisizione dei dati e lo sviluppo del modello di previsione.

RISULTATO

Gli spettri NIR ottenuti dai campioni di terreno (Figura 1) sono stati utilizzati per creare modelli predittivi per la quantificazione di sostanza organica, pH, limo, sabbia, calcare, argilla e calcio e magnesio scambiabili. La qualità dei modelli predittivi è stata valutata utilizzando diagrammi di correlazione (Figure 2–9)

che mostrano un'elevata correlazione tra la previsione NIR e i valori di riferimento misurati con i metodi standard descritti nella **Tabella 1**. Le rispettive cifre di merito (FOM) mostrano la precisione attesa di una previsione durante l'analisi di routine.

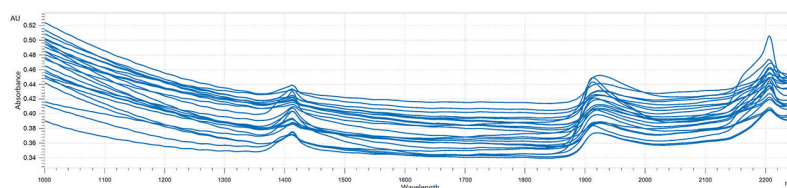


Figure 1. Spettri NIR di campioni di terreno analizzati su Metrohm NIR Analyzer.

Risultato contenuto organico nel suolo

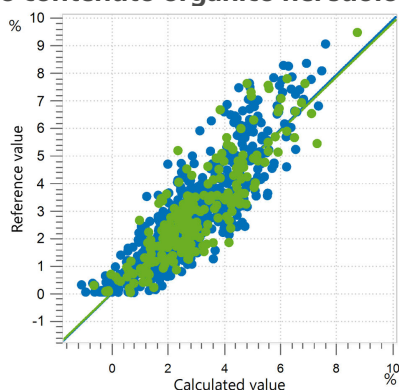


Figure 2. Diagramma di correlazione e rispettive cifre di merito per la previsione della sostanza organica nel suolo.

R^2	SEC (%)	SECV (%)	SEP (%)
0.994	0.14	0.21	0.87

Risultato pH nel terreno

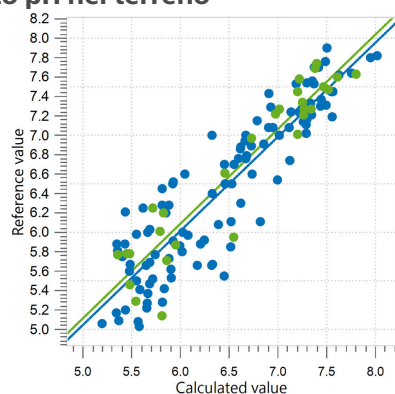


Figure 3. Diagramma di correlazione e rispettive cifre di merito per la previsione del pH nel terreno.

R^2	SEC	SECV	SEP
0.887	0.30	0.34	0.29

Risultato contenuto di calcare nel terreno

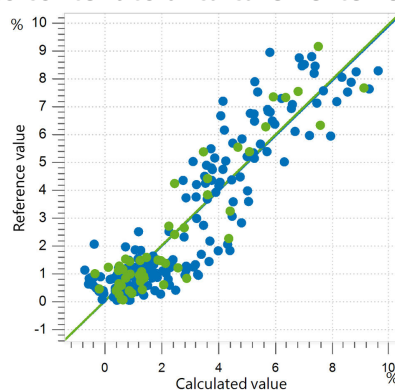


Figure 4. Diagramma di correlazione e rispettive cifre di merito per la previsione del contenuto di calcare nel suolo.

R^2	SEC (%)	SECV (%)	SEP (%)
0.843	1.08	1.14	1.11

Risultato contenuto di argilla nel terreno

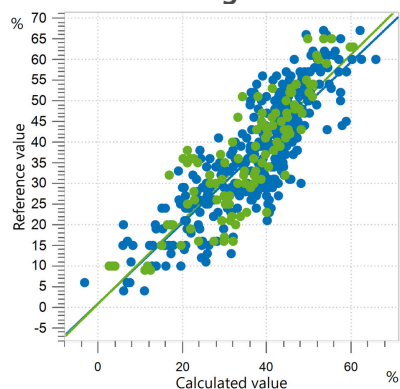


Figure 5. Diagramma di correlazione e rispettive cifre di merito per la previsione del contenuto di argilla nel terreno.

R^2	SEC (%)	SECV (%)	SEP (%)
0.724	6.97	7.45	7.58

Risultato contenuto di limo nel terreno

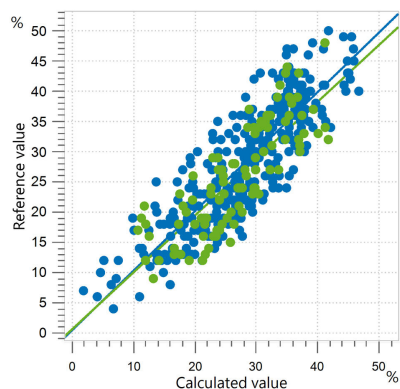


Figure 6. Diagramma di correlazione e rispettive cifre di merito per la previsione del contenuto di limo nel suolo.

R^2	SEC (%)	SECV (%)	SEP (%)
0.663	5.01	5.13	5.20

Risultato contenuto di sabbia nel terreno

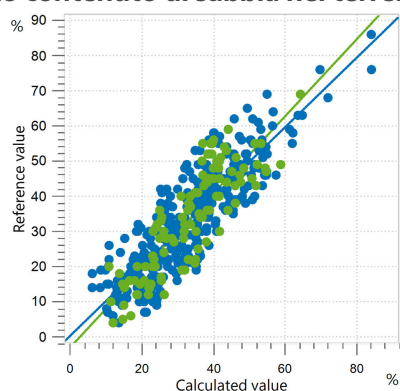


Figure 7. Diagramma di correlazione e rispettive cifre di merito per la previsione del contenuto di sabbia nel terreno.

R^2	SEC (%)	SECV (%)	SEP (%)
0.732	7.44	7.57	7.64

Risultato calcio scambiabile nel terreno

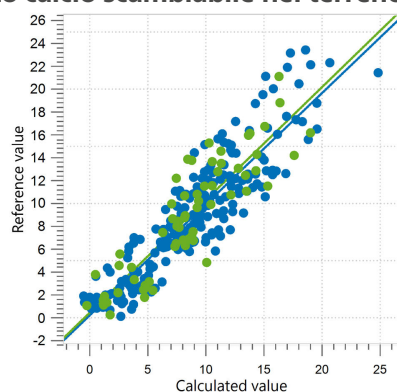


Figure 8. Diagramma di correlazione e rispettive cifre di merito per la previsione del calcio scambiabile nel suolo.

R^2	SEC (‰)	SECV (‰)	SEP (‰)
0.783	2.09	2.24	2.36

Risultato magnesio scambiabile nel terreno

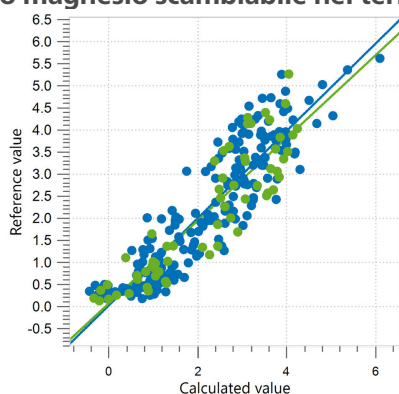


Figure 9. Diagramma di correlazione e rispettive cifre di merito per la previsione del magnesio scambiabile nel suolo.

R^2	SEC (‰)	SECV (‰)	SEP (‰)
0.804	0.57	0.60	0.63

CONCLUSIONE

Questa Application Note illustra i vantaggi dell'utilizzo della spettroscopia NIR per l'analisi del suolo. Tutti i parametri di qualità del suolo presentati possono essere misurati simultaneamente in pochi secondi. Rispetto ad altri metodi convenzionali (**Tabella 1**),

l'analisi del suolo mediante spettroscopia nel vicino infrarosso non richiede alcuna preparazione del campione né solventi. Ciò si traduce in una riduzione del carico di lavoro e dei relativi costi, oltre a una maggiore sicurezza del personale di laboratorio.

Tabella 1. Panoramica dei diversi metodi standard utilizzati per la determinazione dei valori di riferimento per vari parametri di qualità del suolo.

Parametro	Norma	Metodo
Valore del pH	ISO 10390:2021 Suolo, rifiuti organici trattati e fanghi – Determinazione del pH	Misurazione del pH
Materia organica	ISO 23400:2021 Linee guida per la determinazione degli stock di carbonio e azoto organico e delle loro variazioni nei suoli minerali su scala di campo	Titolazione
Argilla, limo, sabbia	ISO 11277:2020 Qualità del suolo — Determinazione della distribuzione granulometrica nel materiale minerale del suolo — Metodo mediante setacciatura e sedimentazione	Setacciatura e sedimentazione
Sodio e magnesio scambiabili	ISO 11260:2018 Qualità del suolo — Determinazione della capacità di scambio cationico effettiva e del livello di saturazione basica utilizzando una soluzione di cloruro di bario	ICP-AES
Calcare	ISO 10693:1995 Qualità del suolo — Determinazione del contenuto di carbonato — Metodo volumetrico	Titolazione

RIFERIMENTI

1. Stenberg, B.; Viscarra Rossel, R. A.; Mouazen, A. M.; et al. Chapter Five - Visible and Near Infrared Spectroscopy in Soil Science. In *Advances in Agronomy*; Sparks, D. L., Ed.; Academic Press, 2010; Vol. 107, pp 163–215. DOI:10.1016/S0065-2113(10)07005-7
2. *Soil Management*. https://www.ctahr.hawaii.edu/mauisoil/a_fact_or_ts.aspx (accessed 2025-05-15).
3. *Cations and Cation Exchange Capacity / Fact Sheets* | [soilquality.org.au](https://www.soilquality.org.au/factsheets/cation-exchange-capacity). <https://www.soilquality.org.au/factsheets/cation-exchange-capacity> (accessed 2025-05-15).
4. *ISO 11464:2006*. ISO. <https://www.iso.org/standard/37718.html> (accessed 2025-05-23).

CONTACT

Metrohm Italiana Srl
Via G. Di Vittorio, 5
21040 Origgio (VA)

info@metrohm.it