

*un'o*  
scheda

**CENTRO SPERIMENTALE ISSDS DI FAGNA,  
SCARPERIA, FIRENZE**



*CENTRO SPERIMENTALE ISSDS DI FAGNA,  
SCARPERIA, FIRENZE*

**INDICATORI STUDIATI**

Fisici: porosità, stabilità degli aggregati

Chimici: TOC, TEC, C<sub>HA+FA</sub>, HR%, DH%, HI.

Biologici: C della biomassa microbica, respirazione del suolo, C biomassa/TOC, quoziente metabolico

*Descrizione geografica:*

Il Centro sperimentale si trova nella parte centrale del bacino del Mugello, in località Fagna, Comune di Scarperia (Firenze); i terreni occupano un'area di circa 42 ha e sono rappresentativi degli ambienti collinari dell'Appennino Tosco-Romagnolo.

Temperatura media annua 13,4 °C, piovosità media annua 1129 mm.

Il clima presenta spiccati caratteri di continentalità.

Sono stati presi in considerazione **due siti**, aventi suoli completamente diversi, sia per la loro natura intrinseca (Fluventic Eutrudepts e Aquic Haplustepts), sia per i caratteri morfologici che per la diversa gestione agronomica.

## 1° SITO - CENTRO SPERIMENTALE ISSDS DI FAGNA

Nel 1° sito sono valutati gli effetti di diverse tecniche di lavorazione - aratura profonda (AP), aratura superficiale (AS), discissura superficiale (DS), rippatura profonda (RP) - in una prova parcellare a lungo termine con Mais in monosuccessione (Fig.1).



**FIGURA 1.**  
**VISTA DI INSIEME DELLE**  
**PARCELLE.**

(FOTO C. PIOVANELLI)

### Caratteristiche del suolo

<b>Località:</b>	Fagna (cella Piovanelli), Scarperia (Firenze)
<b>Coordinate:</b>	(UTM 32): 4873083 N, 688313 E.
<b>Uso del suolo:</b>	coltura foraggera permanente
<b>Materiale pedogenetico:</b>	depositi di piena ad alta energia, sabbioso
<b>Litologia principale del substrato:</b>	depositi di piena ad alta energia, sabbioso
<b>Forma hm:</b>	terrazzo fluviale in fondovalle
<b>Elemento morfologico dm:</b>	pianura
<b>Pendenza:</b>	0%
<b>Quota:</b>	225 m s.l.m.
<b>Rocciosità:</b>	assente
<b>Pietrosità:</b>	piccola scarsa (0.4-1%)
<b>Falda:</b>	non confinata, limite superiore della falda cm 140
<b>Erosione:</b>	assente
<b>Ruscellamento superficiale:</b>	trascurabile
<b>Drenaggio:</b>	ben drenato
<b>Profondità utile per le radici:</b>	cm 160
<b>Note:</b>	
<b>Classificazione:</b>	Fluventic Eutrudepts, coarse-loamy, mixed, mesic superactive (USDA-NRCS 1999); Calcaric Fluvic Cambisols (FAO-IUSS-ISRIC, 1998)
<b>Descritto da:</b>	E. Costantini
<b>Data della descrizione:</b>	Giugno 2002



- Ap1** 0-5 cm colore umido 2,5Y 4/3, determinato su superfici di piccoli aggregati, umido; stima della tessitura: franca; struttura poliedrica subangolare fine, moderatamente sviluppata; struttura secondaria poliedrica subangolare media, moderatamente sviluppata; consistenza molto friabile, conducibilità idraulica alta; pori grandi (2-5 mm) abbondanti (2-5%); radici fini (1-2 mm) poche (1-10) ad andamento suborizzontale e molto fini (<1 mm) poche (1-10) ad andamento suborizzontale; attività biologica comune da anellidi; effervescenza violenta generalizzata (matrice e frammenti); limite chiaro ondulado -
- 
- Ap2** 5-35 cm colore umido 2,5Y 4/3, determinato su superfici di piccoli aggregati, umido; stima della tessitura: franco limosa; struttura poliedrica subangolare grande, moderatamente sviluppata; struttura secondaria prismatica fine, moderatamente sviluppata; consistenza friabile, conducibilità idraulica alta; pori grandi (2-5 mm) abbondanti (2-5%); pellicole di agricutans comuni (11-50%); radici fini (1-2 mm) comuni (10-25) ad andamento suborizzontale e molto fini (<1 mm) poche (1-10) ad andamento suborizzontale; attività biologica comune da anellidi; effervescenza violenta generalizzata (matrice e frammenti); limite chiaro ondulado -
- 
- Ap3** 35-58 cm colore umido 2,5Y 4/4, determinato su superfici di piccoli aggregati, umido; figure redox principali, 5Y 3/4, scarse (2-5%) piccole (<5 mm), localizzazione su facce di aggregati con arricchimento di ferro; stima della tessitura: franco limosa; struttura poliedrica subangolare grande, moderatamente sviluppata; consistenza molto resistente, conducibilità idraulica moderatamente alta; pori medi (1-2 mm) comuni (0,5-2%) e fini (0,5-1) scarsi (0,1-0,5%); pellicole di agricutans comuni (11-50%); radici molto fini (<1 mm) poche (1-10) ad andamento suborizzontale; attività biologica scarsa da anellidi; effervescenza violenta generalizzata (matrice e frammenti); limite chiaro lineare -
- 
- B1** 58-118 cm colore umido 2,5Y 5/4, determinato su superfici di piccoli aggregati, umido; figure redox principali, 7,5YR 4/6, molto scarse (<2%) piccole (<5 mm), localizzazione su facce di aggregati con arricchimento di ferro; stima della tessitura: franca; struttura prismatica grande, debolmente sviluppata; consistenza molto friabile, conducibilità idraulica alta; pori medi (1-2 mm) abbondanti (2-5%) e molto fini (<0,5 mm) abbondanti (2-5%); pellicole di agricutans comuni (11-50%) localizzate sulle facce degli aggregati; radici molto fini (<1 mm) poche (1-10) ad andamento suborizzontale; attività biologica scarsa da anellidi; effervescenza violenta generalizzata (matrice e frammenti); limite graduale lineare -
- 
- B2** 118-140 + cm colore umido 2,5Y 5/4, determinato su superfici di piccoli aggregati, umido; figure redox principali, 7,5YR 4/6, molto scarse (<2%) piccole (<5 mm), localizzazione su facce di aggregati con arricchimento di ferro; stima della tessitura: franco sabbiosa; struttura prismatica grande, debolmente sviluppata, conducibilità idraulica alta; pellicole di agricutans comuni (10-50%) localizzate sulle facce degli aggregati; radici molto fini (<1 mm) poche (1-10) ad andamento suborizzontale; attività biologica assente; effervescenza violenta generalizzata (matrice e frammenti)



## ANALISI CHIMICO-FISICHE

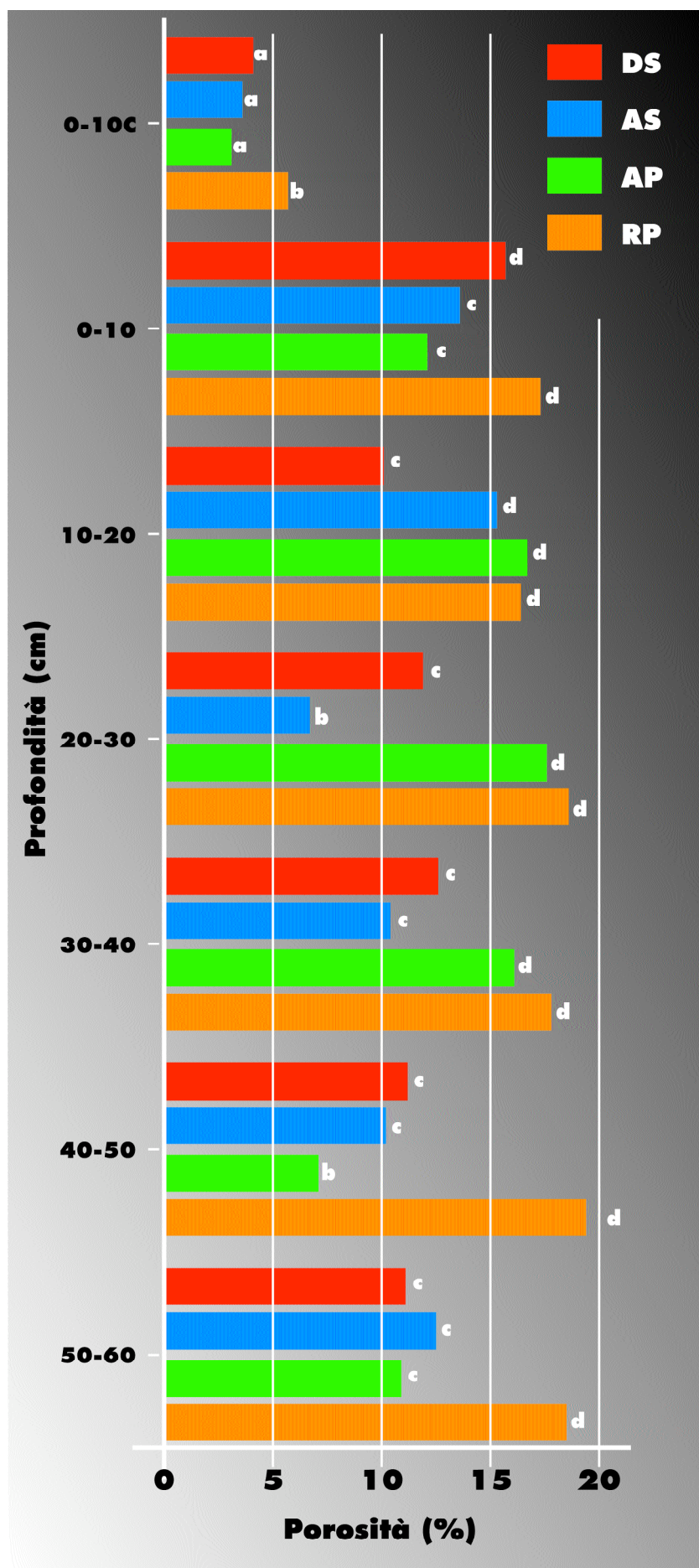
Orizzonti	Ap1	Ap2	Ap3	B1	B2
sabbia (2-0,05 mm) g Kg <sup>-1</sup>	387	400	416	423	520
limo (0,05-0,002 mm) g Kg <sup>-1</sup>	460	422	415	439	343
argilla (<0,002mm) g Kg <sup>-1</sup>	153	178	169	138	137
pH (H <sub>2</sub> O 1:1)	7,70	8,10	8,20	8,20	8,30
pH (KCl 1:2,5)					
C (totale) g Kg <sup>-1</sup>	7,5	8,14	6,4	3,5	2,92
N (totale) g Kg <sup>-1</sup>	1	1,1		0,5	0,4
C/N	7,5	7,4	6,4	7,0	7,3
CaCO <sub>3</sub> (total) g Kg <sup>-1</sup>	61	52	60	47	57
S.O. g Kg <sup>-1</sup>					
CSC cmol+ Kg <sup>-1</sup>	15,2	14,6	14,8	14,8	15,4

Fonte dati pedologici: Banca dati del Centro Nazionale di Cartografia Pedologica (CNCP)

## INDICATORI FISICI

Un suolo di questo tipo, caratterizzato da una bassa stabilità di struttura e da una ridotta capacità di rigenerazione della struttura, pur non presentando problemi importanti di degradazione, deve essere gestito in maniera adeguata per ridurre al minimo i rischi di formazione di croste superficiali a cui potenzialmente può andare incontro ed il rischio di compattamento dovuto al passaggio delle macchine agricole.

L'adozione di una tecnica di lavorazione come la rippatura profonda è in grado di ridurre i danni alla struttura rispetto all'aratura profonda, diminuendo il rischio di formazione di croste superficiali e la presenza di strati compatti lungo il profilo. Ciò è evidenziato dai risultati dell'analisi micromorfologica e dalla quantificazione del sistema dei pori (Pagliai et al., 2000). Tali risultati mostrano, inoltre, come la stessa tecnica di lavorazione (RP) risulti la migliore nel ridurre gli effetti negativi del compattamento (Fig.2, 3). I risultati hanno inoltre evidenziato che la riduzione di porosità totale (pori maggiori di 50  $\mu$ m) e dei pori allungati di trasmissione (50-500  $\mu$ m) in seguito al compattamento è strettamente correlata con l'aumento della resistenza alla penetrazione (Fig.4) e alla diminuzione della conducibilità idraulica (Fig.5). Anche la stabilità degli aggregati è in accordo con i risultati di porosità (Fig.6).

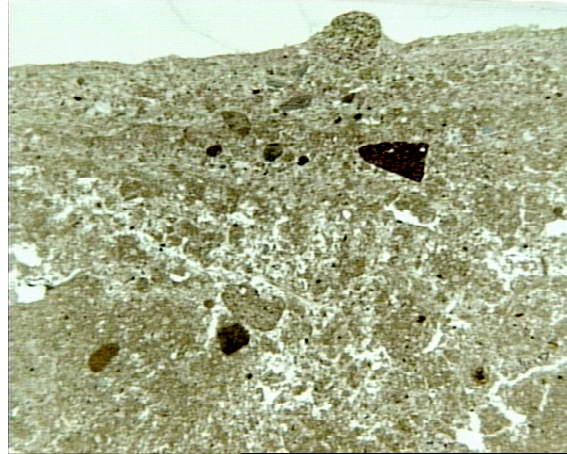


**FIGURA 2.**

**EFFETTI DEI DIVERSI SISTEMI DI LAVORAZIONE SULLA DISTRIBUZIONE DELLA MACROPOROSITÀ LUNGO IL PROFILO E DEL PASSAGGIO DELLE MACCHINE NELLO STRATO SUPERFICIALE (0-10 C), ESPRESSA COME PERCENTUALE DI AREA OCCUPATA DAI PORI MAGGIORI DI 50  $\mu$ m PER SEZIONE SOTTILE (DS, LAVORAZIONE MINIMA-DISCATURA SUPERFICIALE -; AS, ARATURA SUPERFICIALE; AP, ARATURA PROFONDA; RP, RIPPATURA PROFONDA). I VALORI DI MACROPOROSITÀ SEGUITI DALLE STESSLE LETTERE NON SONO SIGNIFICATIVAMENTE DIFFERENTI IMPIEGANDO IL TEST DI DUNCAN ( $P \leq 0,05$ ).**



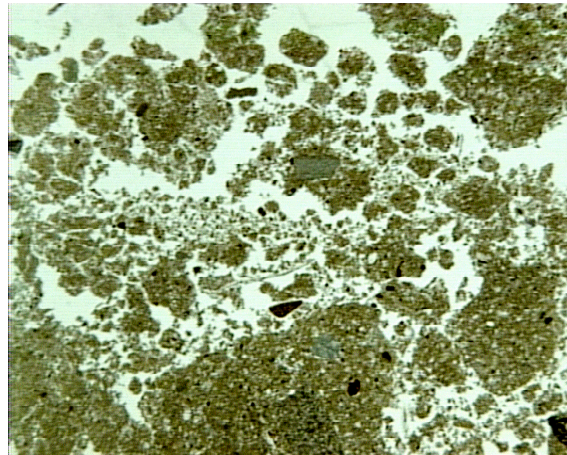
AP-Non compattato



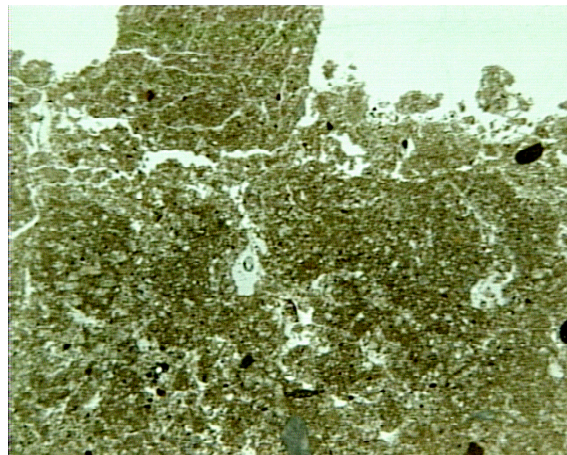
AP-Compattato



RP-Non compattato



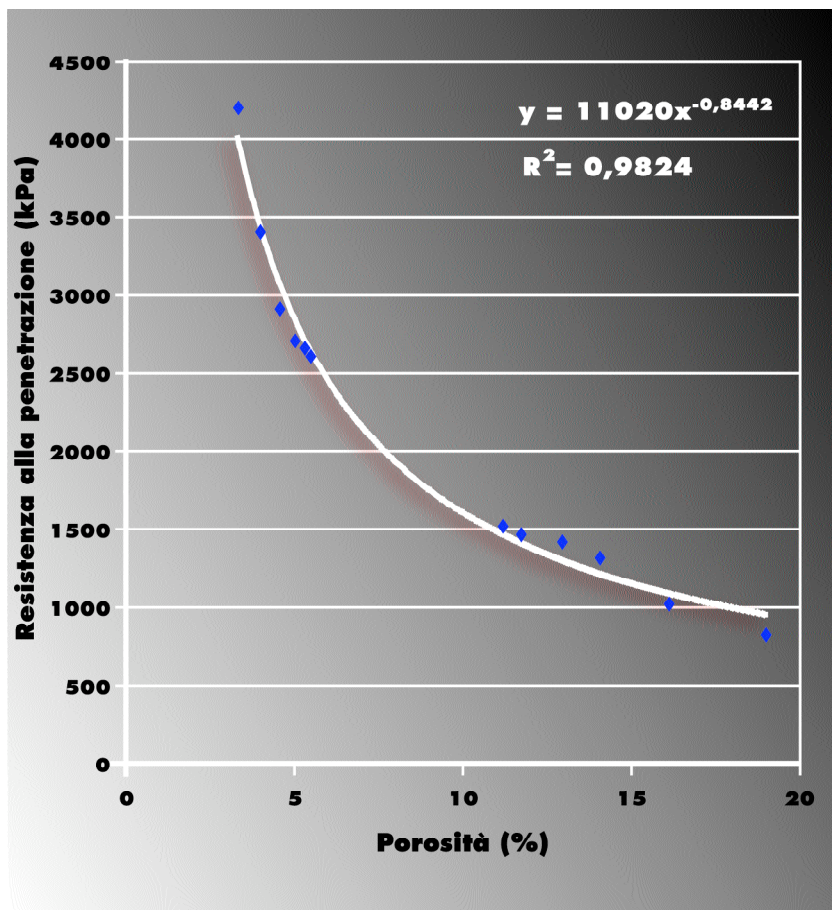
RP-Compattato



**FIGURA 3.**

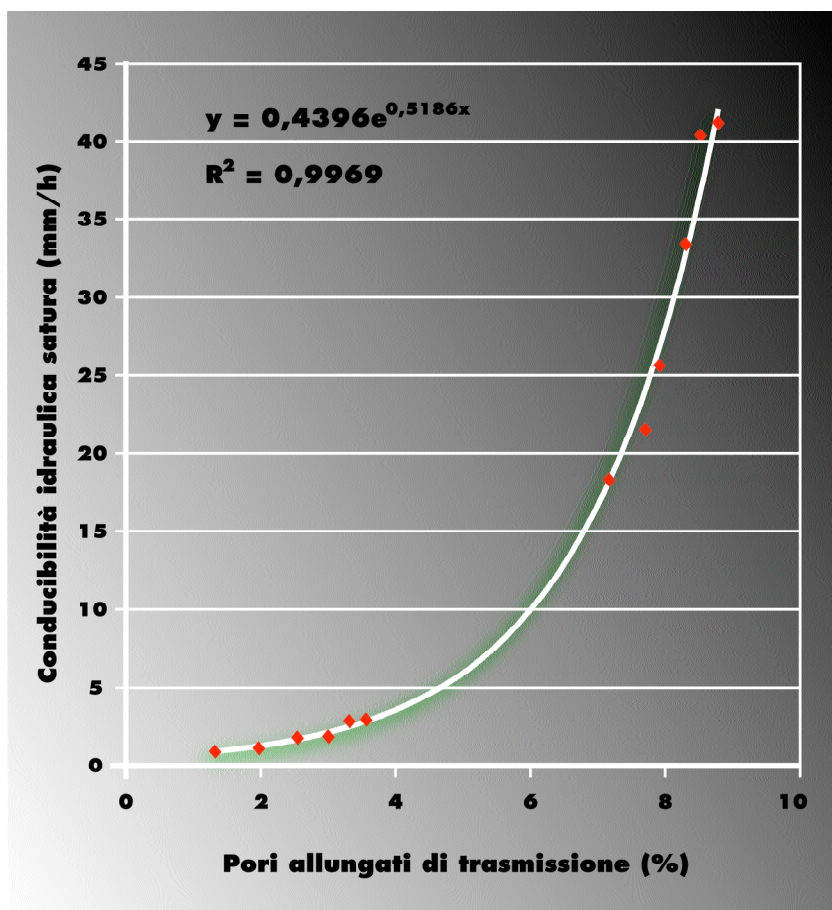
**MACROFOTOGRAFIE DI SEZIONI SOTTILI VERTICALMENTE ORIENTATE DI TERRENO SOTTOPOSTO AD ARATURA PROFONDA (AP) ED A RIPPATURA PROFONDA (RP). EVIDENTI GLI EFFETTI DEL COMPATTAMENTO. IL LATO MINORE MISURA 3 CM NELLA REALTÀ. NEL TERRENO INTERESSATO DA AP È EVIDENTE LA FORMAZIONE DI UNA CROSTA SUPERFICIALE ORIGINATA DALL'AZIONE BATTENTE DELLA PIOGGIA CHE CAUSA LA ROTTURA MECCANICA DEGLI AGGREGATI CON LA CONSEGUENTE FORMAZIONE DELLA CROSTA NEL SUCCESSIVO PROCESSO DI ESSICCAMENTO. L'ESPERIMENTO HA EVIDENZIATO CHE GLI AGGREGATI DEL SUOLO INTERESSATO DA RIPPATURA SONO PIÙ RESISTENTI ALL'AZIONE BATTENTE DELLA PIOGGIA.**





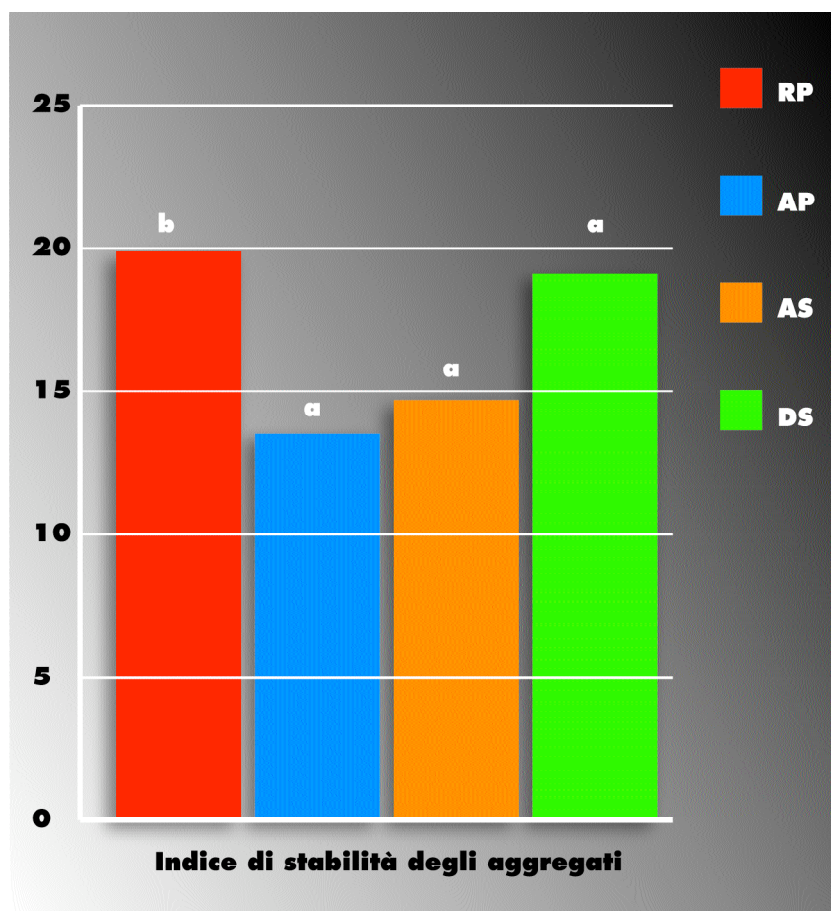
**FIGURA 4.**

CORRELAZIONE FRA POROSITÀ, ESPRESSA COME PERCENTUALE DI AREA OCCUPATA DAI PORI MAGGIORI DI 50  $\mu\text{m}$  PER SEZIONE SOTTILE, E RESISTENZA ALLA PENETRAZIONE NELLO STRATO SUPERFICIALE (0-10 CM) DI UN'AREA COMPATTATA DAL PASSAGGIO DI MACCHINE AGRICOLE (POROSITÀ INFERIORE AL 10%) E DI UN'AREA ADIACENTE NON COMPATTATA (POROSITÀ MAGGIORE DEL 10%).



**FIGURA 5.**

CORRELAZIONE FRA POROSITÀ, ESPRESSA COME PERCENTUALE DI AREA OCCUPATA DAI PORI ALLUNGATI DI TRASMISSIONE (50-500  $\mu\text{m}$ ), E CONDUCIBILITÀ IDRAULICA SATURA NELLO STRATO SUPERFICIALE (0-10 CM) DI UN'AREA COMPATTATA DAL PASSAGGIO DELLE MACCHINE AGRICOLE (PORI ALLUNGATI INFERIORI A 4%) E DI UN'AREA ADIACENTE NON COMPATTATA (PORI ALLUNGATI MAGGIORI DI 7%).



**FIGURA 6.**

**EFFETTI DEI DIVERSI SISTEMI DI LAVORAZIONE SULLA STABILITÀ DEGLI AGGREGATI (DS, LAVORAZIONE MINIMA-DISCATURA SUPERFICIALE; AS, ARATURA SUPERFICIALE; AP, ARATURA PROFONDA; RP, RIPPATURA PROFONDA).**

**I VALORI DI STABILITÀ DEGLI AGGREGATI SEGUITI DALLE STESSLE LETTERE NON SONO SIGNIFICATIVAMENTE DIFFERENTI IMPIEGANDO IL TEST DI DUNCAN ( $P \leq 0,05$ ).**

#### **RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI CITATI:**

Pagliai M., Pellegrini S., Vignozzi N., Rousseva S., Grasselli O. 2000. *The quantification of the effect of subsoil compaction on soil porosity and related physical properties under conventional to reduced management practices*. In: R. Horn, J.J.H. van den Akker and J. Arvidsson (Eds.), "Subsoil compaction. Distribution, Processes and Consequences". *Advances in GeoEcology*, 32, 305-313.

#### **Studio condotto da**

M. Pagliai, S. Pellegrini, N. Vignozzi, S. Rousseva, O. Grasselli.

#### **Realizzazione della scheda a cura di**

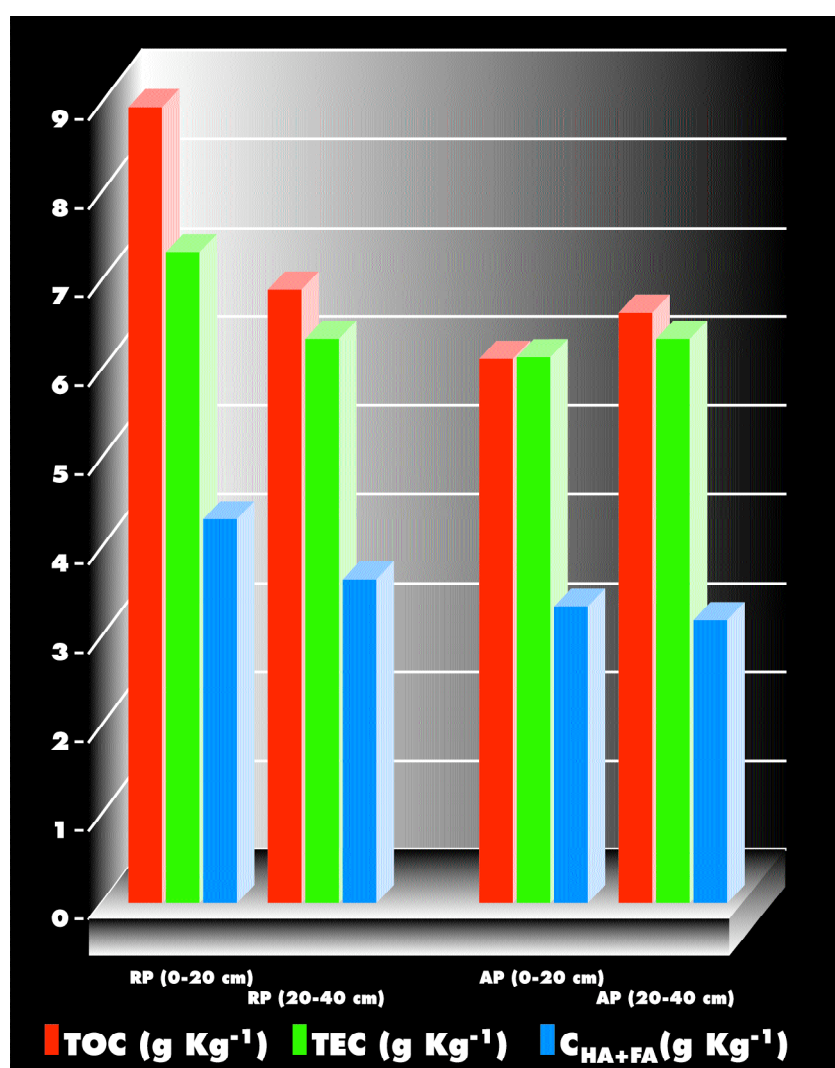
N. Vignozzi.

## INDICATORI CHIMICI

Poiché le differenze maggiormente significative per gli indicatori fisici sono state riscontrate tra l'aratura profonda (AP) e la rippatura profonda (RP), sono stati confrontati i valori degli indicatori chimici relativi alla sostanza organica per queste due tecniche di lavorazione.

In particolare il suolo esaminato presenta una dotazione in sostanza organica mai superiore all'1,5%; questi risultati sono in accordo con quelli ottenuti per zone a clima temperato come quella oggetto di studio, dove i processi di mineralizzazione del materiale organico ad opera dei microrganismi sono favoriti dalle condizioni ottimali di temperatura ed umidità. Inoltre le pratiche agronomiche quali lavorazioni frequenti e profonde contribuiscono ad aumentare la velocità di mineralizzazione.

Sono stati determinati il contenuto in carbonio organico totale presente nei campioni a profondità crescente, la frazione di esso estraibile con soluzione di sodio pirofosfato alcalino (rapporto suolo/estraente pari a 5:100) e quella umificata, in modo da avere informazioni sul livello di umificazione della sostanza organica presente.



**FIGURA 7.**  
**CONTENUTO DI CARBONIO**  
**ORGANICO TOTALE (TOC),**  
**ESTRAIBILE (TEC)**  
**ED UMIFICATO (C<sub>HA+FA</sub>)**  
**PER I DUE DIVERSI SISTEMI DI**  
**LAVORAZIONE.**  
**SI NOTA COME LA RP, SPECIE**  
**NELLO STRATO DI SUPERFICIE,**  
**PERMETTA DI CONSERVARE**  
**PARTE DEL CARBONIO SOTTO**  
**FORMA DI UMINA (TOC-TEC).**

Si osserva in Fig. 7 che l'adozione di una pratica di lavorazione come la rippatura (RP) riesce a mantenere più alta la quantità di carbonio organico rispetto all'aratura profonda (AP), specie nello strato superficiale. In entrambi i casi la maggior parte di essa è estraibile in alcali, come dimostrano i valori del TEC (carbonio estraibile totale), ma la rippatura profonda consente di mantenere una quota, seppur piccola, di carbonio organico stabilizzato in quanto legato alla frazione minerale (umina), che ammonta rispettivamente al 18% ed al 9% del carbonio organico totale alle due profondità.



Per quanto riguarda la “qualità” del materiale organico estratto, i dati relativi alla frazione umificata (carbonio umico e fulvico) sono riassunti nella tabella I, in cui sono riportati i parametri di umificazione dedotti.

**TABELLA I.**

**PARAMETRI DESCRITTIVI DELLA SOSTANZA ORGANICA**

Campione	TOC (g kg <sup>-1</sup> )	TEC (g kg <sup>-1</sup> )	C <sub>HA+FA</sub> (g kg <sup>-1</sup> )	HR (%)	DH (%)	HI
<b>RP (0-20 cm)</b>	8,9	7,3	4,3	48,31	58,90	0,70
<b>(20-40 cm)</b>	6,9	6,3	3,6	52,17	57,14	0,75
<b>AP (0-20 cm)</b>	6,1	6,1	3,3	54,10	54,10	0,85
<b>(20-40 cm)</b>	6,6	6,3	3,1	46,97	49,21	1,03

La sostanza organica risulta mediamente umificata, come si deduce dai valori del tasso (HR) e del grado (DH) di umificazione (Tab.1); per entrambe le lavorazioni, una discreta quantità della frazione estraibile è costituita da materiale organico non umificato, ovvero labile e quindi facilmente disponibile per il metabolismo microbico (valore dell'indice di umificazione HI > 0,5), specie nella parcella sottoposta ad aratura profonda. Il terreno sottoposto a rippatura profonda presenta una quantità di sostanza umificata (C<sub>HA+FA</sub>) superiore a quello sottoposto ad aratura, specie nel primo strato, favorendo il mantenimento della struttura. In RP il grado di umificazione (DH) alle due profondità non si differenzia significativamente, e risulta mediamente più elevato che in AP, dove al contrario si registra un decremento del DH nello strato più profondo.

La dotazione in sostanza organica, valutata in funzione del contenuto di argilla e di carbonato di calcio, risulta decisamente scarsa in entrambe le parcelle esaminate.

### Studio condotto da

*M.T. Dell'Abate, F. Baroccio, A. Benedetti.*

### Realizzazione della scheda a cura di

*F. Baroccio.*

## INDICATORI BIOLOGICI

Per completare lo studio delle proprietà di un suolo appare di fondamentale importanza l'analisi delle attività microbiologiche di esso. E' infatti noto che i microrganismi del suolo presiedono ai principali cicli biogeochimici dei macro e microelementi, rendendoli assimilabili da parte delle colture o competendo con esse a livello nutrizionale per l'immobilizzazione di una parte degli elementi nutritivi sotto forma organica.

Per seguire l'attività metabolica dei microrganismi del suolo sono stati determinati il carbonio della biomassa microbica (Bc) e la respirazione di essa (Fig.8), e successivamente calcolati il quoziente metabolico o respirazione specifica ( $qCO_2$ ), ed il rapporto C-biomassa / carbonio organico totale.

Campione	Bc ( $\mu g\ g^{-1}$ )	Bc/TOC (%)	$qCO_2$ ( $mg\ CO_2-C\ mg^{-1}C_{mic}\ h^{-1}$ )
<b>RP (0-20 cm)</b>	203,8	2,29	0,0013
<b>(20-40 cm)</b>	137,7	2,00	0,0017
<b>AP (0-20 cm)</b>	121,3	1,99	0,0019
<b>(20-40 cm)</b>	73,8	1,12	0,0034

**TABELLA II.**  
**VALORI DI BIOMASSA**  
**MICROBICA, QUOZIENTE C-**  
**BIOMASSA / CARBONIO**  
**ORGANICO TOTALE E**  
**RESPIRAZIONE SPECIFICA DEL**  
**TERRENO.**

Osservando i dati in tabella II, che riportano la quantità e l'attività della biomassa microbica per le due diverse situazioni, si vede che la rippatura si è confermata una tecnica di lavorazione migliore rispetto all'aratura non solo per la conservazione della risorsa organica totale, come visto nella sezione precedente, ma anche della frazione vivente di essa. Alle due profondità infatti il contenuto di biomassa microbica è maggiore in RP.

La respirazione specifica, ovvero la quantità di anidride carbonica prodotta per unità di biomassa e di tempo, è espressa come respirazione basale per unità di biomassa microbica ( $mg\ CO_2-C\ mg^{-1}C_{mic}\ h^{-1}$ ), e fornisce una stima dell'attività dei microrganismi. Tale parametro, detto anche quoziente metabolico ( $qCO_2$ ), rappresenta una misura della risposta della biomassa microbica a fenomeni di disturbo: si tratta di un indice che permette di valutare l'efficienza della microflora nell'utilizzare il substrato.

L'attività microbica è confrontabile nei due strati nel terreno sottoposto a RP, mentre nel terreno in cui è stata praticata l'aratura profonda risulta più elevata alla profondità di 20-40 cm. Un alto valore di  $qCO_2$  nella zona arata (AP) indica una situazione di non equilibrio dovuta all'azione della pratica adottata. Ciò è in concordanza con i risultati osservati nel paragrafo precedente, dove si era osservata una diminuzione del DH, cioè della frazione umificata, ed il rischio di una perdita di sostanza organica stabilizzata.

I valori del quoziente Bc/TOC mettono ancora una volta in evidenza la situazione di sofferenza dei microrganismi presenti nello strato più profondo del caso AP, in quanto il valore di biomassa microbica quasi si dimezza rispetto alla stessa profondità del caso RP, laddove il carbonio organico totale rimane praticamente costante.

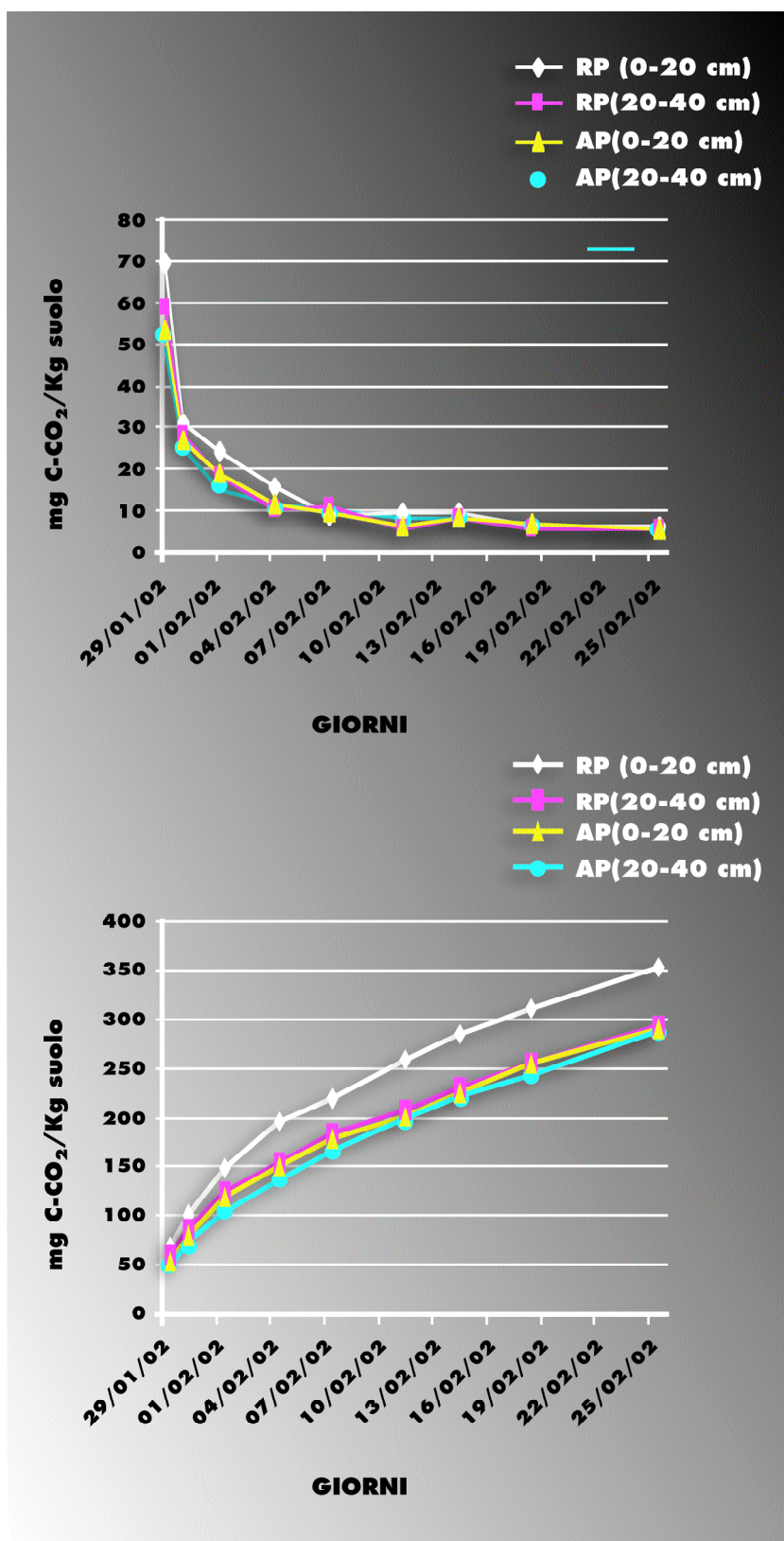


FIGURA 8.

CURVE DI RESPIRAZIONE  
GIORNALIERA E CUMULATIVA  
PER I DUE DIVERSI SISTEMI DI  
LAVORAZIONE.

Studio condotto da

M.T. Dell'Abate, F. Baroccio, A. Benedetti.

Realizzazione della scheda a cura di

F. Baroccio.



## CONCLUSIONI

**Indicatori fisici.** Il caso di studio brevemente illustrato è un esempio di come la sola misura della porosità totale, espressa come valore percentuale dell'area occupata dai pori  $>$  di 50  $\mu\text{m}$ , sia in grado di rispondere ai diversi quesiti che si pongono durante la gestione di un suolo come quello preso in esame, e possa indicare in maniera affidabile quale sia la scelta migliore, fra le diverse tecniche di lavorazione considerate, per il mantenimento di buone qualità fisiche.

L'andamento dei valori di porosità totale del primo strato lavorato (0-10 cm) ricalca esattamente quello dei valori di stabilità di struttura e indica chiaramente che la rippatura profonda è la tecnica di lavorazione da preferire.

I valori della macroporosità misurati per ciascuna tesi lungo tutto il profilo indicano inoltre che nel caso della rippatura non vi sono neppure brusche interruzioni di porosità per cui anche i rischi di formazione di suole di lavorazione sono esclusi.

La misura della porosità totale effettuata sul suolo compattato dal passaggio delle macchine agricole indica anche in questo caso che il suolo sottoposto a rippatura profonda sopporta meglio l'effetto compattante delle macchine agricole.

**Indicatori chimici.** La caratterizzazione della sostanza organica del suolo delle parcelle interessate dalle due lavorazioni di rippatura profonda ed aratura profonda ha evidenziato il positivo effetto esercitato dalla prima sia nel conservare il carbonio organico totale nel suolo che nello stabilizzarlo in forme umificate.

Gli indicatori chimici della sostanza organica applicati hanno permesso di individuare il diverso "status" della sostanza organica nel suolo a seguito delle diverse lavorazioni: tendenziale incremento sia dell'umina (frazione di carbonio organico non estraibile) che del grado di umificazione (frazione di carbonio umico e fulvico estraibile) laddove il terreno è lavorato con rippatura profonda. Per contro, nella parcella lavorata con aratura profonda non solo viene conservata una quantità inferiore di carbonio organico, ma la frazione di esso non umificato o labile è maggiore; trascurabile, infine, la frazione non estraibile (umina), ovvero quella legata più tenacemente alla componente minerale.

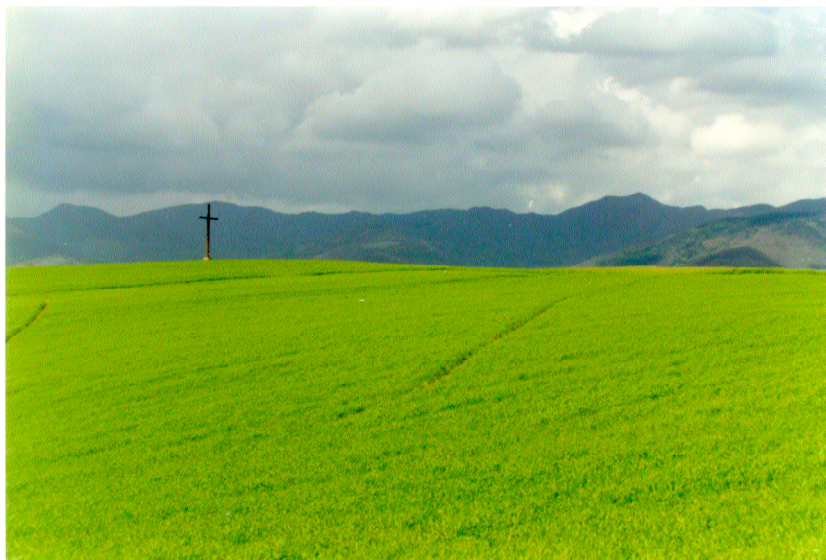
In accordo con quanto riscontrato con gli indicatori fisici, la rippatura consente una maggiore stabilizzazione e difesa nei confronti dell'erosione.

**Indicatori biologici.** Lo "status" della frazione vivente della sostanza organica del suolo, ovvero l'attività della biomassa microbica, indica come l'aratura profonda provochi una condizione di non equilibrio nella zona sottoposta ad aratura.

Gli indicatori considerati, infatti, mostrano un'elevata respirazione a fronte di una quantità inferiore di biomassa microbica, sia in valore assoluto che rispetto al contenuto di carbonio organico totale. Si segnala, inoltre, che la condizione di stress è particolarmente evidente nello strato più profondo, in accordo con quanto riscontrato mediante gli indicatori fisici.

## 2° SITO CENTRO SPERIMENTALE ISSDS DI FAGNA

Nel 2° sito sono valutati gli effetti di diverse gestioni del suolo (grano e prato di medica) sulle caratteristiche dello stesso.



**FIGURA 9.**  
**VISTA DELLE COLLINE DEI**  
**CROCIONI**

(FOTO G. MORETTI)

### *Caratteristiche del suolo*

<b>Località:</b>	Fagna, Scarperia (Firenze)
<b>Coordinate (UTM 32):</b>	4872409 N, 688634 E.
<b>Uso del suolo:</b>	seminativo avvicendato
<b>Materiale pedogenetico:</b>	argille e limi fluvio lacustri; argilloso
<b>Litologia principale del substrato:</b>	argille e limi fluvio lacustri; argilloso
<b>Forma hm:</b>	versante dissestato da soliflusso
<b>Elemento morfologico dm:</b>	versante semplice faccia
<b>Pendenza:</b>	22%
<b>Quota:</b>	255 m s.l.m.
<b>Rocciosità:</b>	assente
<b>Pietrosità:</b>	assente
<b>Falda:</b>	non confinata, limite superiore della falda cm 85
<b>Erosione:</b>	per soliflussione e creeping
<b>Ruscellamento superficiale:</b>	alto
<b>Drenaggio:</b>	piuttosto mal drenato
<b>Profondità utile per le radici:</b>	cm 85
<b>Note:</b>	scarsità di ossigeno e fenomeni riduttivi
<b>Classificazione:</b>	Aquic Haplustepts, fine, mixed, calcareous, mesic (USDA-NRCS 1999): Calcari Stagnic Cambisols (FAO-IUSS-ISRIC, 1998)
<b>Descritto da:</b>	E. Costantini
<b>Data della descrizione:</b>	Giugno 2002

- Ap1 0-10 cm colore umido 2,5Y 5/4; figure redox principali, 7,5YR 6/8, scarse (2-5%), localizzazione su masse arricchite di ferro; figure redox secondarie, 7,5YR 6/0, molto scarse (<2%), localizzazione su masse impoverite di ferro e presenza di aree con arric.di ferro e manganese; stima della tessitura: franco limoso argillosa; struttura poliedrica subangolare grande, moderatamente sviluppata; struttura secondaria poliedrica subangolare fine, debolmente sviluppata; consistenza friabile, conducibilità idraulica moderatamente bassa; pori fini (0,5-1 mm) comuni (0,5-2%) e medi (1-2 mm) comuni (0,5-2%); fessure molto sottili (<1 mm) scarse <10 (n/dmq); radici fini (1-2 mm) poche (1-10) ad andamento verticale e medie (3-5 mm) poche (1-10) ad andamento suborizzontale; attività biologica comune da anellidi; effervescenza violenta generalizzata (matrice e frammenti); limite chiaro lineare -
- 
- Ap2 10-35 cm colore umido 10YR 5/4; figure redox principali, 7,5YR 6/8, comuni (2-15%), localizzazione su masse arricchite di ferro; figure redox secondarie, 7,5YR 5/0, scarse (2-5%), localizzazione su masse impoverite di ferro e presenza di aree con arric.di ferro e manganese; stima della tessitura: franco limoso argillosa; struttura prismatica grande, moderatamente sviluppata; struttura secondaria prismatica molto grande, moderatamente sviluppata; consistenza molto resistente, conducibilità idraulica moderatamente bassa; pori fini (0,5-1 mm) scarsi (0,1-0,5%) e medi (1-2 mm) comuni (0,5-2%); fessure molto sottili (<1 mm) scarse <10 (n/dmq); concrezioni di carbonato di calcio molto piccole (3-5 mm), concentrazioni assenti e concrezioni di carbonato di calcio piccole (6-20 mm); radici fini (1-2 mm) poche (1-10) ad andamento suborizzontale e medie (3-5 mm) poche (1-10) ad andamento suborizzontale; attività biologica comune da anellidi; effervescenza violenta generalizzata (matrice e frammenti); limite chiaro ondulato -
- 
- BC 35-85 cm colore umido 2,5Y 5/2; figure redox principali, 7,5YR 5/6, molte (15-30%), localizzazione su masse arricchite di ferro; figure redox secondarie, 7,5YR 5/1, comuni (2-15%), localizzazione su masse impoverite di ferro e presenza di aree con arric.di ferro e manganese; stima della tessitura: argilla limosa; struttura prismatica grande, debolmente sviluppata; struttura secondaria prismatica media, debolmente sviluppata; consistenza friabile, conducibilità idraulica bassa; pori fini (0,5-1 mm) scarsi (0,1-0,5%) e medi (1-2 mm) comuni (0,5-2%); facce di pressione scarse (<10%); radici molto fini (<1 mm) poche (1-10) ad andamento suborizzontale; attività biologica scarsa da anellidi; effervescenza violenta generalizzata (matrice e frammenti) limite abrupto lineare
- 
- CB1 85-105 cm colore umido 2,5Y 5/2; figure redox principali, 7,5YR 5/6, molte (15-30%), localizzazione su masse arricchite di ferro; figure redox secondarie, 7,5YR 5/1, molte (15-30%), localizzazione su masse impoverite di ferro e presenza di aree con arric.di ferro e manganese; stima della tessitura: argilla limosa; struttura prismatica grande, debolmente sviluppata; struttura secondaria prismatica media, debolmente sviluppata; consistenza resistente, conducibilità idraulica bassa; pori fini (0,5-1 mm) scarsi (0,1-0,5%); facce di pressione scarse (<10%); radici molto fini (<1 mm) poche (1-10) ad andamento suborizzontale; effervescenza violenta generalizzata (matrice e frammenti); limite abrupto lineare -
- 
- CB2 105-170 + cm colore umido 2,5Y 5/2; figure redox principali, 7,5YR 5/6, molte (15-30%), localizzazione su masse arricchite di ferro; figure redox secondarie, 7,5YR 5/1, molte (15-30%), localizzazione su masse impoverite di ferro e presenza di aree con arric.di ferro e manganese; stima della tessitura: argilla limosa; struttura prismatica grande, moderatamente sviluppata; struttura secondaria assente, massivo; consistenza molto resistente, conducibilità idraulica bassa; pori fini (0,5-1 mm) scarsi (0,1-0,5%); facce di pressione scarse (<10%); radici molto fini (<1 mm) poche (1-10) ad andamento suborizzontale; effervescenza violenta generalizzata (matrice e frammenti) -



## ANALISI CHIMICO FISICHE

Orizzonti	Ap1	Ap2	BC	CB1	CB2
sabbia (2-0,05 mm) g Kg <sup>-1</sup>	67	80	71	42	4
limo (0,05-0,002 mm) g Kg <sup>-1</sup>	541	495	493	493	530
argilla (<0,002mm) g Kg <sup>-1</sup>	392	425	436	465	466
pH (H <sub>2</sub> O 1:1)	8,20	8,40	8,40	8,50	8,60
pH (KCl 1:2,5)					
C (totale) g Kg <sup>-1</sup>	10,2	5,17	3,51	4,08	3,52
N (totale) g Kg <sup>-1</sup>	1,5	1,1	0,9	0,8	0,8
C/N	6,8	4,7	3,9	5,1	4,4
CaCO <sub>3</sub> (total) g Kg <sup>-1</sup>	215	205	220	235	248
S.O. g Kg <sup>-1</sup>					
CSC cmol+ Kg <sup>-1</sup>	23,1	23,3	22,6	20,9	20,5

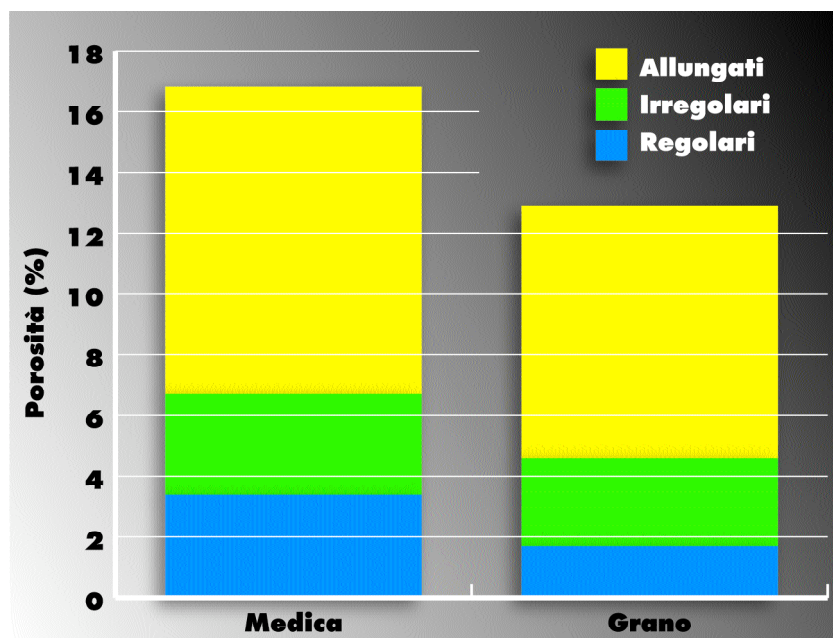
Fonte dati pedologici: Banca dati del Centro Nazionale di Cartografia Pedologica (CNCP)

## INDICATORI FISICI

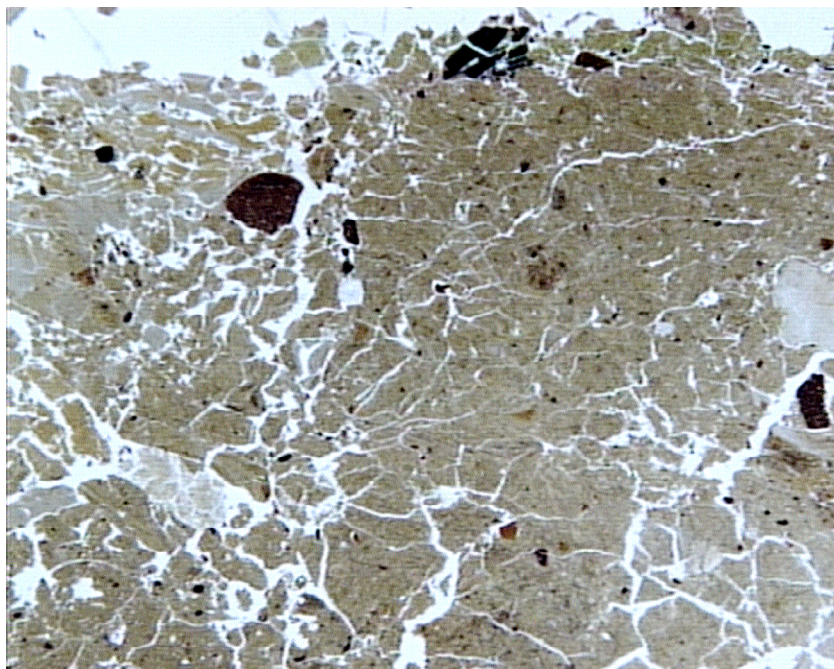
In un suolo con tali caratteristiche i maggiori rischi di degradazione sono riconducibili al compattamento e alla formazione di superfici sigillate (croste). Gli effetti di tali fenomeni di degradazione sono di particolare pericolosità in ambiente collinare; la riduzione della velocità di infiltrazione dell'acqua meteorica e la creazione di vie preferenziali per il deflusso superficiale contribuiscono all'innescio di fenomeni di erosione diffusa e incanalata.

La gestione del suolo assume, anche in questo caso, una importanza fondamentale nel prevenire e contrastare i fenomeni di degradazione.

I dati relativi a valori di porosità misurati nello strato superficiale (0-5 cm) di aree con diverso uso del suolo mostrano come, a seguito di piogge intense, l'area investita a medica presenti una percentuale di porosità più elevata rispetto a quella investita a grano. La diminuzione di porosità nelle parcelle a grano si traduce sia in una minore quantità di pori regolari, giustificata dalla presenza di una ridotta attività biologica rispetto al prato di medica, che in una minore quantità di pori allungati (Fig. 10). L'azione protettiva della vegetazione, assicurata dalla medica per più stagioni di seguito, riduce la vulnerabilità della superficie del suolo all'azione battente delle piogge diminuendo i rischi di formazione di croste (Fig. 11)

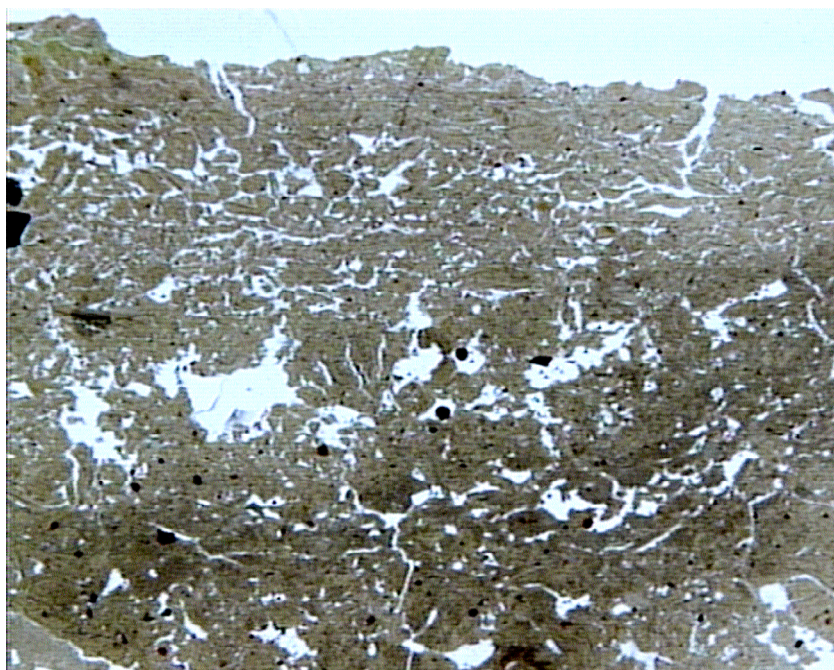


**FIGURA 10.**  
MACROPOROSITÀ ESPRESSA  
COME PERCENTUALE  
DELL'AREA TOTALE OCCUPATA  
DAI PORI > 50  $\mu$ m.



**FIGURA 11.**  
**MACROFOTOGRAFIE DI SEZIONI**  
**SOTTILI VERTICALMENTE**  
**ORIENTATE DI TERRENO**  
**COLTIVATO CON**  
**A) MEDICA E**  
**B) GRANO;**  
**SI NOTI LA FORMAZIONE DI UNA**  
**CROSTA SUPERFICIALE NEL**  
**TERRENO COLTIVATO A GRANO.**  
**IL LATO MINORE MISURA 3 CM**  
**NELLA REALTÀ.**

**A**



**B**

**Studio condotto da**

*S. Pellegrini, M. Pagliai.*

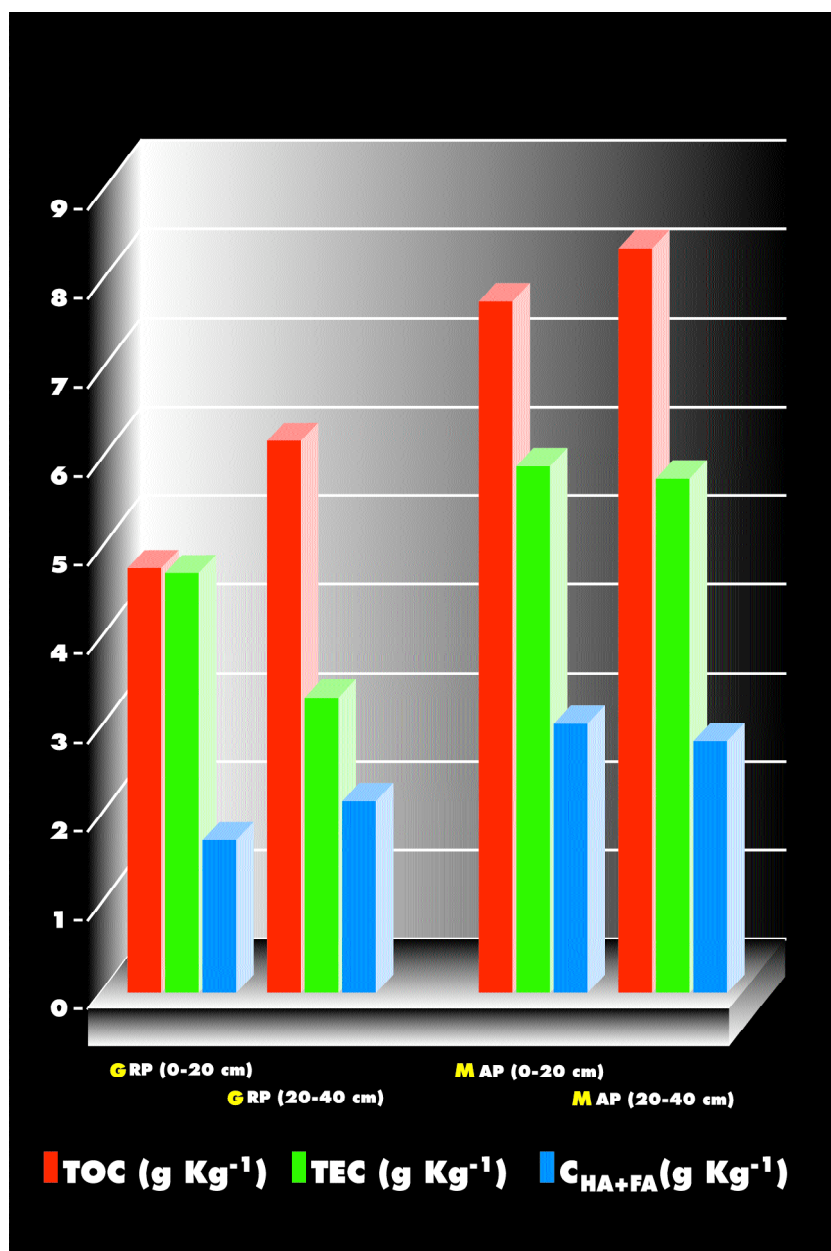
**Realizzazione della scheda a cura di**

*N. Vignozzi.*

## INDICATORI CHIMICI

Allo scopo di verificare gli effetti di una diversa gestione del suolo sulla sua fertilità, sono stati determinati il contenuto in carbonio organico totale presente in campioni di suolo prelevati a due profondità, la frazione di esso estraibile con soluzione di pirofosfato alcalino e quella umificata. I risultati ottenuti sono riportati nella figura 12 ed in tabella III.

Come si vede dalla figura 12, in entrambe le tesi il tenore in carbonio organico totale risulta inferiore nello strato più superficiale, comportamento più accentuato sotto grano. Nello strato 20-40 cm all'aumento di carbonio organico totale corrisponde un aumento dell'umina, ovvero della frazione più tenacemente legata alla componente minerale, non estraibile con la soluzione alcalina di sodio pirofosfato (TOC -TEC).



**FIGURA 12.**

**CONTENUTO DI CARBONIO ORGANICO TOTALE, ESTRAIBILE ED UMIFICATO PER IL TERRENO COLTIVATO A GRANO (G) E AD ERBA MEDICA (M).**

I risultati ottenuti possono essere spiegati considerando che il terreno studiato è soggetto a fenomeni di erosione idrica diffusa, incanalata e di massa, che possono causare un depauperamento della sostanza organica nello strato superiore. La coltivazione dell'erba medica però riesce a tamponare tale effetto negativo in modo più efficace rispetto al grano, come si riscontra anche nelle misure dei parametri fisici.



Tutte le tre frazioni di carbonio (totale, estraibile ed umificato) presentano valori maggiori sotto medica. I parametri di umificazione riportati in Tabella III denotano, tuttavia, un materiale organico poco umificato in entrambi i casi. Sotto grano, infatti, l'orizzonte più superficiale è depauperato di carbonio organico, soprattutto sotto forma di umina, e nell'estratto la frazione non umica è preponderante ( $HI > 1$ ); nello strato sottostante c'è un cospicuo aumento del TOC, parallelamente aumentano l'umina ed il grado di umificazione DH, mentre l'indice HI corrispondentemente diminuisce, indicando la minore presenza relativa di sostanza organica labile. Sotto medica, invece, le differenze di composizione tra le due profondità sono notevolmente ridotte, indicando come già detto un migliore effetto conservativo di questa coltura. In particolare, in profondità si riscontra una maggiore quantità di umina, mentre la sostanza organica estratta si presenta scarsamente umificata in entrambi gli strati, con elevata presenza di sostanza organica labile (valori di HI intorno a 1).

**TABELLA III.**
**PARAMETRI DESCRITTIVI DELLA SOSTANZA ORGANICA**

Campione	TOC (g kg <sup>-1</sup> )	TEC (g kg <sup>-1</sup> )	C <sup>HA+FA</sup> (g kg <sup>-1</sup> )	HR (%)	DH (%)	HI
<b>Grano (0-20 cm)</b>	4,8	3,9	1,8	37,50	46,15	1,17
<b>(20-40 cm)</b>	6,3	3,4	2,2	34,92	64,71	0,55
<b>Medica (0-20 cm)</b>	7,9	6,1	3,1	39,24	50,82	0,97
<b>(20-40 cm)</b>	8,5	5,9	2,9	34,12	49,15	1,03

La dotazione in sostanza organica per le due gestioni, valutata in funzione del contenuto di argilla e di carbonato di calcio è decisamente scarsa.

**Studio condotto da**

*M.T. Dell'Abate, F. Baroccio, A. Benedetti.*

**Realizzazione della scheda a cura di**

*F. Baroccio.*

## INDICATORI BIOLOGICI

Nella gestione del suolo agrario non bisogna sottovalutare gli aspetti legati alla vita microbica, nodo degli equilibri degli elementi nutritivi: la perdita della fertilità biologica è infatti il primo passo verso la perdita della risorsa suolo.

La funzione dei microrganismi del suolo è di molteplice natura: si esplica sia nei processi pedogenetici che nella nutrizione delle piante. I microrganismi intervengono infatti nella mineralizzazione della sostanza organica, nella fissazione dell'azoto, nella formazione dell'humus, ed inoltre agiscono sulla mobilizzazione degli elementi minerali. Essi rappresentano dunque una componente di fondamentale importanza per la fertilità dei terreni e svolgono un ruolo insostituibile, in mancanza del quale il terreno rappresenterebbe semplicemente un inerte supporto meccanico. Purtroppo molto spesso questo viene ignorato ed attualmente si assiste alla perdita di fertilità biologica a causa di pratiche agricole aggressive.

Per verificare l'attività microbica del suolo sono state determinate la biomassa microbica (Tab. IV) e la respirazione di essa (Fig. 13), e successivamente calcolati il quoziente metabolico ( $qCO_2$ ), ed il rapporto C-biomassa / carbonio organico totale (Tab. IV).

Campione	Bc (mg g <sup>-1</sup> )	Bc/TOC (%)	$qCO_2$ (mg CO <sub>2</sub> -C mg <sup>-1</sup> C <sub>mic</sub> h <sup>-1</sup> )
<b>Grano (0-20 cm)</b>	153,0	3,19	0,0017
<b>(20-40 cm)</b>	89,9	1,43	0,0032
<b>Medica (0-20 cm)</b>	263,9	3,34	0,0013
<b>(20-40 cm)</b>	151,3	1,78	0,0029

Dai valori di biomassa microbica riportati nella tabella IV si nota che la quantità di microrganismi presenti nella parcella coltivata a medica è superiore a quella riscontrata nel terreno coltivato a grano. Parallelamente le curve di respirazione, sia giornaliere che cumulative (Fig.13), mostrano uno svolgimento maggiore di CO<sub>2</sub> da parte della popolazione microbica presente nell'area coltivata a medica. Ciò conferma che la coltivazione di erba medica oltre a conservare in modo più efficace il contenuto di carbonio organico totale del suolo rispetto al grano, favorisce anche la vita microbica. I valori di Bc diminuiscono andando in profondità in entrambi i terreni oggetto di studio.

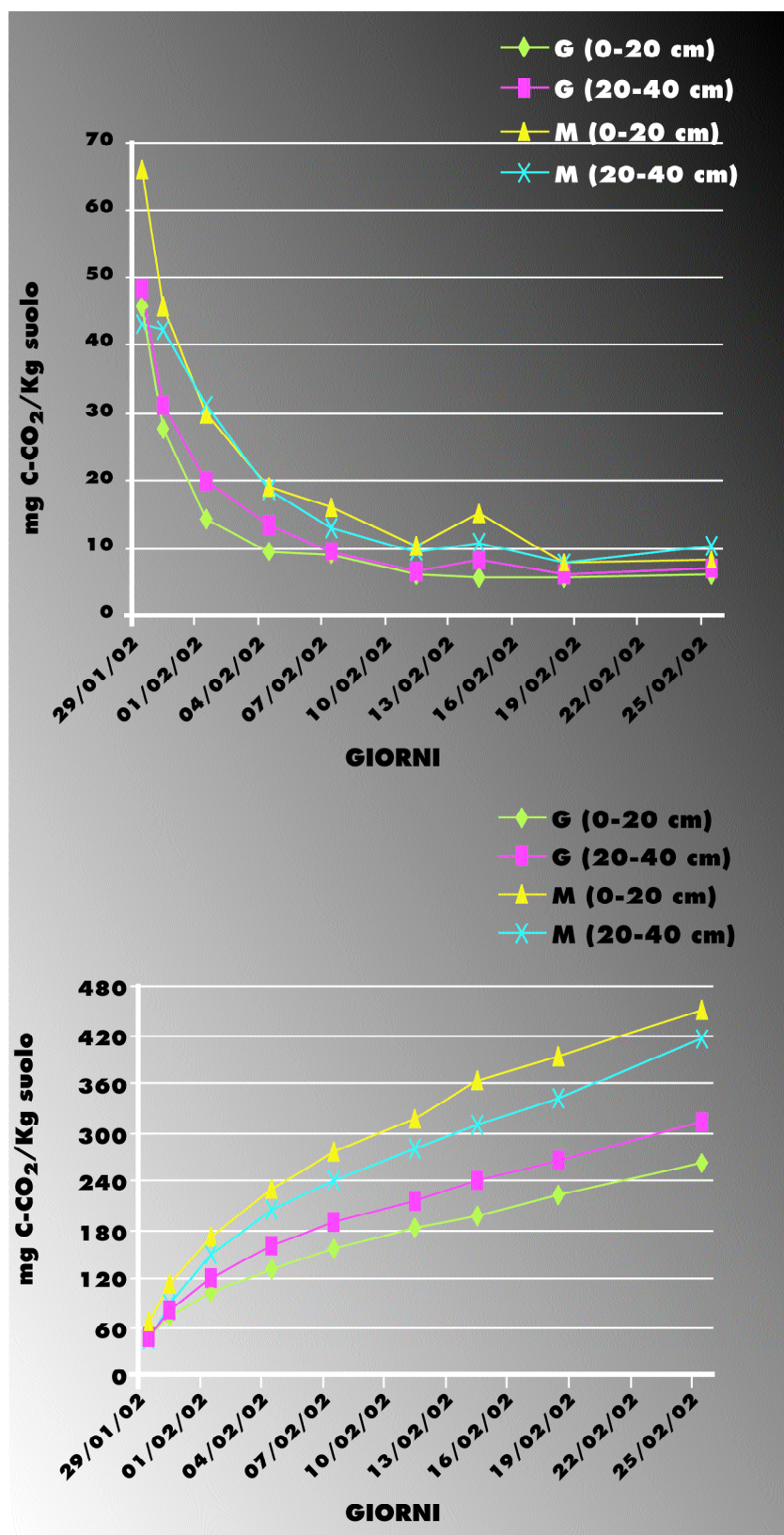
Il quoziente C-biomassa / carbonio organico totale indica la frazione vivente della sostanza organica rispetto al carbonio organico totale presente nel suolo. Esso ha valori confrontabili per le due colture per ciascuna profondità.

Anche la respirazione specifica ( $qCO_2$ ), che rappresenta una misura della risposta della biomassa microbica a fenomeni di disturbo, presenta valori (Tabella IV) pressoché comparabili nei due casi studio per le due profondità. Essa è più elevata sotto entrambe le colture nello strato più profondo, dove quindi viene evidenziato uno stato di stress.

In questo caso-studio la copertura del suolo con erba medica ha dimostrato un effetto positivo sulla quantità di carbonio organico totale e sulla quantità di biomassa microbica. Il metabolismo microbico, invece, non risente delle diverse colture (rapporti Bc/TOC e quozienti metabolici simili alle stesse profondità), quindi la coltivazione del grano asporta carbonio ma non modifica il metabolismo microbico.

**TABELLA IV.**  
**VALORI DI BIOMASSA**  
**MICROBICA, QUOZIENTE C-**  
**BIOMASSA / CARBONIO**  
**ORGANICO TOTALE E**  
**RESPIRAZIONE SPECIFICA DEL**  
**TERRENO**

**FIGURA 13.**  
CURVE DI RESPIRAZIONE  
GIORNALIERA E CUMULATIVA  
PER IL TERRENO COLTIVATO A  
GRANO (G)  
E AD ERBA MEDICA (M).



#### Studio condotto da

M.T. Dell'Abate, F. Baroccio, A. Benedetti.

#### Realizzazione della scheda a cura di

F. Baroccio.



## CONCLUSIONI

**Indicatori fisici.** L'agricoltore attento conosce quali sono i problemi dei propri terreni tuttavia, a volte, non ne ha la coscienza o, più precisamente, non ha la coscienza di come piccoli sintomi possono essere i precursori di danni agronomici e ambientali.

Il caso di studio può essere preso come esempio. L'agricoltore sa, perché vede gli effetti, che, dopo piogge intense, la superficie del suolo investita a grano diventa impermeabile, la velocità di infiltrazione dell'acqua si riduce e si creano vie preferenziali per il deflusso superficiale delle acque. Questi fenomeni se non sono tempestivamente arginati possono degenerare in seri problemi di erosione. Per evitare ciò la soluzione, nella logica della salvaguardia ambientale, è quella di non seminare grano in queste condizioni pedo-morfologiche; dal punto di vista economico, però, il grano produce più reddito rispetto, per esempio, ad un prato di medica. Come è possibile applicare una gestione economicamente sostenibile che, allo stesso tempo, sia compatibile con la salvaguardia dell'ambiente? Esiste un limite fino a cui l'agricoltore può continuare a seminare grano senza compromettere in maniera irreversibile la qualità del suolo?

Evidentemente nell'ottica del profondo cambiamento che sta interessando l'agricoltura, non più chiamata a fornire solo reddito in termini di produzione, ma anche chiamata a conservare l'ambiente "agricoltura che produce paesaggio", deve essere trovato un punto di equilibrio o comunque stabilito un limite entro cui un processo degradativo deve essere contenuto.

La quantificazione della riduzione della porosità del suolo utilizzando, come nell'esempio riportato, il metodo micromorfometrico, che tiene conto di tutto il sistema dei pori e che permette di caratterizzare anche morfologicamente i pori misurati, può rappresentare un valido strumento per individuare questo limite (es. stabilire per quanto tempo la coltura di grano può essere ripetuta per poi inserire la coltura di medica più protettiva per l'ambiente).

Secondo il metodo micromorfometrico, quando la macroporosità totale di un suolo scende sotto il limite del 10% quel suolo si trova in condizioni fisico-strutturali degradate e merita ulteriori analisi di approfondimento. La distinzione morfologica dei pori presenti può dare informazioni interessanti per stabilire le reali condizioni di salute di un suolo. La percentuale di pori allungati, la loro connessione e il loro orientamento sono, per esempio, informazioni determinanti che possono indirizzare l'agricoltore nella giusta direzione al momento della scelta della gestione del suolo.

**Indicatori chimici.** L'esame degli indicatori chimici connessi alla sostanza organica ha evidenziato la vulnerabilità di questi suoli all'erosione. In particolare, la coltivazione del grano produce un impoverimento in sostanza organica specie nell'orizzonte più superficiale, fenomeno che viene contrastato con una certa efficacia nelle parcelle coltivate con erba medica. L'allontanamento per erosione idrica delle particelle di suolo più fini fa sì che si perda preferenzialmente la frazione organica più stabile ad essa maggiormente legata (umina), che al contrario è maggiormente presente nello strato sottostante. Tuttavia, la capacità "umificante" di questi suoli è piuttosto scarsa anche sotto erba medica: questa coltura permette una maggiore "conservazione" della sostanza organica, ostacolando più efficacemente la degradazione strutturale del suolo, come visto con gli indicatori fisici, ma la maggiore quantità di carbonio organico riscontrata è associata ad una maggiore presenza di frazioni organiche labili piuttosto che a quelle umificate (carbonio umico e fulvico).

**Indicatori biologici.** Lo studio ha rilevato il positivo effetto esercitato dalla coltivazione dell'erba medica sulla quantità di biomassa microbica nel suolo, che risulta accresciuta rispetto alle parcelle coltivate con grano. Tale effetto risulta essere in relazione con la maggiore quantità di carbonio organico totale, visto che la biomassa microbica rappresenta una frazione del carbonio organico totale ( $Bc/TOC$ ) confrontabile sotto le due colture, così come lo è il metabolismo microbico ( $qCO_2$ ) alla stessa profondità. Se ne deduce che la coltura dell'erba medica arricchisce il suolo in carbonio (sia totale che vivente) con un positivo effetto di contrasto all'erosione, ma non modifica il metabolismo microbico rispetto alla coltivazione del grano.