



## L'impiego di compost di qualità in agricoltura

arsia



• Quaderno ARSIA 1/2007



# **L'impiego di compost di qualità in agricoltura**

**Risultati del Progetto di ricerca**

**"Iniziative di collaudo e trasferimento di tecniche idonee  
per l'impiego del compost di qualità in agricoltura"**

# Sommario

|  |     |
|--|-----|
| <b>PRESENTAZIONI</b>   | 7   |
| <b>ESPERIENZA IN TOSCANA E PROSPETTIVE</b>   | 11  |
| <b>Il ruolo del compost di qualità nella strategia di gestione integrata dei rifiuti</b><br><i>a cura di C. Boschi - Toscana Ricicla srl</i>   | 13  |
| <b>Il progetto di ricerca. Premesse, metodologie e conclusioni</b><br><i>a cura di M. Centemero - Coordinatore scientifico del progetto</i>  | 23  |
| <b>L'ATTIVITÀ TECNICO-SCIENTIFICA</b>  | 29  |
| <b>Il compost di qualità per le specie legnose da frutto e ornamentali</b><br><i>S. Mugnai, S. Mancuso - Dipartimento di Ortoflorofruitticoltura (DOFI), Università di Firenze</i>   | 31  |
| <b>Effetti del compost sulle popolazioni microbiche della rizosfera di mais, vite e olivo</b><br><i>C. Viti, F. Decorosi, E. Tatti, E. Rea<sup>1</sup>, M. Tullio<sup>1</sup>, E. Lista, L. Giovannetti</i><br><i>Dipartimento di Biotecnologie Agrarie (DIBA), Università di Firenze</i><br><i><sup>1</sup>Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante, Roma</i> | 47  |
| <b>Il compost di qualità, la qualità della produzione agricola e la qualità del suolo</b><br><i>E. Sparvoli, M. Scatena, M. La Marca, L. Lubrano, R. Pini, A. Pera, G. Vigna Guidi</i><br><i>CNR - Istituto per lo Studio degli Ecosistemi, Sede di Pisa</i>   | 65  |
| <b>Studio di soluzioni tecnologiche appropriate per il trasporto e la meccanizzazione delle operazioni di distribuzione del compost di qualità</b><br><i>M. Vieri, M. Rimediotti, A. Nuzzo</i><br><i>Dipartimento di Ingegneria Agraria e Forestale (DIAF), Università di Firenze</i>  | 73  |
| <b>L'ATTIVITÀ DIMOSTRATIVA</b>   | 83  |
| <b>Attività svolte da CIPAAT - ERATA - IRIPA</b><br><i>a cura di A. Alberti, L. Pratesi, S. Stoppioni</i><br><i>Organizzazioni professionali agricole CIPAAT - ERATA - IRIPA della Toscana</i>   | 85  |
| <b>Guida pratica per l'utilizzo del compost di qualità in agricoltura</b><br><i>a cura di V. Bellini - Toscana Ricicla srl</i>   | 91  |
| <b>Ipotesi di calcolo per la comparazione tecnico-economica tra alternative di fertilizzazione organica e determinazione del più probabile valore di mercato del compost di qualità</b><br><i>a cura di V. Bellini - Toscana Ricicla srl</i>   | 97  |
| <b>ALLEGATO - Elaborazione schede di monitoraggio e valutazione del primo e secondo anno del progetto sperimentale</b><br><i>a cura del Dipartimento di Ortoflorofruitticoltura, Università di Firenze</i>   | 103 |

# Studio di soluzioni tecnologiche appropriate per il trasporto e la meccanizzazione delle operazioni di distribuzione del compost di qualità

Marco Vieri, Marco Rimediotti, Andrea Nuzzo  
Dipartimento di Ingegneria Agraria e Forestale (DIAF), Università di Firenze

## Premessa

Nell'ambito del progetto di ricerca ARSIA, coordinato da Toscana Ricicla, l'attività di ricerca del Dipartimento di Ingegneria Agraria e Forestale (DIAF) si è incentrata sullo studio delle soluzioni tecnologiche appropriate per il trasporto e la meccanizzazione delle operazioni di distribuzione del compost di qualità e la relativa valutazione della loro sostenibilità economica.

Gli obiettivi da perseguire sono stati i seguenti:

1. riduzione dei costi di trasporto e di spandimento
2. messa a punto di sistemi meccanici adeguati con minimo costo di investimento.

I risultati attesi dalla sperimentazione erano:

- Definizione delle caratteristiche che descrivono il comportamento meccanico del compost nelle fasi di trasporto e di spandimento con macchine apposite.
- Messa a punto progettuale dei sistemi di trasporto e di spandimento più adatti al materiale studiato.
- Modifica di macchine attualmente in uso allo scopo di realizzare prototipi da sperimentare con prove su campo.
- Verifica dell'efficienza dell'uso di *big-bags* di forma particolare per il trasporto del compost.
- Valutazione dei costi di esercizio per il trasporto e la distribuzione meccanica del compost.

## Caratteristiche del compost

L'impiego del compost nelle produzioni agricole è del tutto assimilabile a quello del letame, pertanto la gestione nell'ambito dell'azienda agricola è da considerarsi analoga. Tuttavia, tale materiale presenta una densità di circa 0,4-0,5, mentre

la densità del letame si aggira intorno a 1; una dose standard di compost ammonta a circa 20-30 t/ha, mentre per il letame si parla di 60-80 t/ha.

Sulla base di queste considerazioni, si può ben capire che i volumi da distribuire ad ettaro dei due fertilizzanti sono pressoché identici, ovvero 55-80 m<sup>3</sup>/ha; le operazioni di trasporto e distribuzione, sulla base della similitudine del volume di materiale da distribuire sono da considerarsi pressoché uguali. Il problema maggiore del compost deriva dalla sua non plasticità e spesso anche da una consistenza polverulenta che ne determinano problemi sia nel caricamento come nel lancio.

Il compost, pertanto, si movimentava con maggiore difficoltà e necessita di apparati di completo contenimento, analogamente al concime granulato, ma rispetto a questo, non è altrettanto scorrevole e tende a creare 'il ponte' con 'effetto tunnel' e, inoltre, le quantità da distribuire sono 20-25 volte superiori.

Per abbattere i tempi accessori, dovuti essenzialmente al carico del materiale sulle macchine spandicompost, sarebbe auspicabile una semplificazione del cantiere a un solo mezzo, che possa provvedere al trasporto, dall'impianto di produzione al campo e che possa direttamente distribuirlo.

## Trasporto del compost in azienda

Trattandosi di materiale sfuso, con peso specifico limitato, il suo trasporto richiede mezzi di elevata capacità volumetrica al fine di ridurre per quanto possibile il costo unitario di conferimento.

Per legge è prevista la copertura del materiale durante il trasporto, se questa venisse disattesa il compost (specialmente quello con caratteristiche polverulenti) rischierebbe di disperdersi.

Il trasporto potrebbe prevedere l'utilizzo di cas-



1. Carico del rimorchio



2. Scarico del compost sul campo

soni scarrabili della capienza di 20-25 m<sup>3</sup> (10-12 t), che rappresenterebbero un investimento sicuramente elevato, ma consentirebbero uno stoccaggio del materiale più ordinato, la possibilità di spostare velocemente la massa, costituendo una trincea di carico in grado di ridurre i tempi di carico, l'insorgenza di odori sgradevoli e i danni alle macchine dovuti ai sassi che casualmente potrebbero essere caricati.

Più diffusamente, gli impianti di compostaggio trasportano il materiale verso le aziende, mediante rimorchi che scaricano direttamente sul campo (figg. 1-2).

### Movimentazione in azienda

Una seconda fase operativa che può essere considerata fonte di criticità nella filiera complessiva dell'utilizzo agricolo del compost sfuso è sicuramente l'attività di carico in campo del materiale da distribuire sui vari tipi di mezzi "spandicompost".

Il materiale conferito all'azienda agricola, come già accennato, viene generalmente scaricato dai rimorchi direttamente sulle testate dei singoli campi sui quali dovrà essere distribuito, oppure in un unico cumulo situato in prossimità del centro aziendale; si ha quindi la costituzione di cumuli di varie dimensioni di prodotto sfuso dai quali il materiale dovrà essere prelevato per essere poi caricato sui mezzi distributori.

Tale operazione può essere realizzata tramite l'utilizzo di attrezzature meccaniche di diversa concezione, anche se, per contenerne i relativi costi, è conveniente fare ricorso a mezzi caratterizzati da elevata capacità operativa.



3. Compost in big-bag

Tra questi, una tipologia che risulta particolarmente idonea al caricamento di un materiale con le caratteristiche del compost sfuso è sicuramente la pala meccanica, di capienza non inferiore al m<sup>3</sup>, mezzo che risponde in maniera adeguata all'esigenza di elevata capacità di carico cui si faceva riferimento in precedenza.

La sperimentazione a questo proposito ha rilevato che il 70% dei tempi operativi sono assorbiti proprio dalle operazioni di rifornimento del mezzo di distribuzione mentre il 50% è rappresentato dalla sola operazione di carico.

La composizione del cantiere, oltre al trattore e

**Tab. 1 - Caratteristiche del compost proveniente da diversi Centri di compostaggio**

| Centro        | Pezatura                                       | Umidità         | Calore              | Odore                |
|---------------|--|-----------------|---------------------|----------------------|
| GEOFOR        | grossolano, si distinguono elementi di origine | molto umido     | tendente al nero    | piuttosto intenso    |
| CERMEC        | medio-fine, poco polverulento                  | piuttosto umido | marrone scuro       | gradevole di terra   |
| PUBLIAMBIENTE | molto fine                                     | scarsa umidità  | marrone intenso     | penetrante           |
| SIENAMBIENTE  | media, polverulento                            | scarsa umidità  | marrone molto scuro | abbastanza gradevole |
| SAFI          | grossolano, si distinguono elementi di origine | molto umido     | terra               | gradevole di terra   |

allo spandicompost, deve pertanto prevedere l'adozione di una delle seguenti soluzioni ipotizzabili:

1. TRATTORE + PALACARICATRICE
2. SKID con pala caricatrice, maggiorata per ridurre i tempi di carico [costo SKID 7.000 € + 2.000 € (benna maggiorata)]
3. GRUETTA + *Big-bag* (insaccamento di un m<sup>3</sup> di prodotto nelle ormai tradizionali forme di confezionamento tramite le quali viene commercializzata la maggior parte dei prodotti fertilizzanti).

Quest'ultima soluzione rappresenta un ulteriore intervento verso la soluzione degli attuali problemi di caricamento del compost sui mezzi distributori nell'azienda agricola. Al riguardo, l'esperienza fatta ha evidenziato però un elevato costo del sacco (incluso il suo smaltimento) e la necessità per le aziende di dotarsi di mezzi di trasporto come una gru (portata) o un muletto.

Anche per quanto riguarda le operazioni d'insacchettamento e carico sui mezzi di trasporto all'*origine*, è necessario che le aziende produttrici siano dotate di un kit specifico.

Inoltre, sarebbe opportuno utilizzare sempre sacconi dotati di apposite aperture (per agevolare lo scarico del compost sullo spandicompost) e realizzati con materiale biodegradabile; si annota però che tali accorgimenti ne fanno lievitare il costo.

Un'altra soluzione che facilita l'operazione di carico sulla macchina, può essere rappresentata dall'applicazione di una piccola gru direttamente sullo spandicompost. Tale soluzione, se da un lato facilita la movimentazione del compost in azienda, da un altro non risulta economicamente sostenibile.

#### Costi big-bag (Saccheria F.lli Franceschetti spa)

Per materiali come il compost sono necessari sacconi del tipo 6 : 1 (i più costosi).

Ciascun saccone di circa 1 m<sup>3</sup> (ingombro: 0,90 m x 0,90 m x 1,20 m) costa circa 4-5 €/l'uno, a cui si deve aggiungere il costo dell'eventuale apertura del saccone (circa 2 €/sacco) per un totale di 6-7 €/sacco.

**Tab. 2 - Angolo d'attrito riscontrato sui vari campioni**

|               |     |
|---------------|-----|
| GEOFOR        | 53° |
| CERMEC        | 30° |
| PUBLIAMBIENTE | 45° |
| SIENAMBIENTE  | 58° |
| SAFI          | 39° |

**4. Misurazione dell'angolo di attrito**

## 5. Caratteristiche fisico-meccaniche del compost

Sono state analizzate 5 confezioni ermetiche di compost di qualità provenienti da 5 diversi centri di compostaggio (*tab. 1*):

1. GEOFOR spa  
via Scolmatore, Gello - 56025 Pontedera (PI)
2. CERMEC spa  
viale E. Chiesa, 2 - 54100 Massa
3. PUBLIAMBIENTE spa  
via Garigliano, 1 - 50053 Empoli (FI)
4. SIENAMBIENTE spa  
Str. Massetana Romana 58/d - 53100 Siena

**Tab. 3 - Valori medi analisi di densità e contenuto d'acqua (10 campioni di 127 cm<sup>3</sup>/l'uno)**

| Campioni      | Peso fresco (g) | Densità | Peso secco (g) | Acqua (g) | U.R. (%)     |
|---------------|-----------------|---------|----------------|-----------|--------------|
| SAFI          | 58,14           | 0,46    | 40,56          | 17,59     | 30,25        |
| SIENAMBIENTE  | 51,08           | 0,40    | 44,83          | 6,25      | 12,23        |
| PUBLIAMBIENTE | 59,34           | 0,47    | 42,94          | 16,40     | <b>27,63</b> |
| CERMEC        | 75,65           | 0,60    | 65,23          | 10,42     | 13,77        |
| GEOFOR        | 54,12           | 0,43    | 37,56          | 16,56     | 30,60        |

5. SAFI spa  
Strada provinciale, 16  
50022 Greve in Chianti (FI).

#### Calcolo angoli d'attrito del compost

Il contenuto di ogni campione di compost è stato fatto cadere su di una superficie liscia formando un cumulo, l'angolo formato della superficie del cumulo sul piano d'appoggio (angolo d'attrito) è stato misurato utilizzando un goniometro (tabb. 2-3 e fig. 4).



5. Spandicompost pieno campo

#### Soluzioni per lo spandimento in campo

Per quanto concerne la distribuzione, la sperimentazione ha permesso di individuare due tipologie di carri spandiletame modificati dalla Ditta Bibbiani di Monteriggioni (SI), idonei per lo spandimento del compost, uno per il pieno campo, dotato di una girante posta anteriormente e scarico laterale, l'altro per frutteto caratterizzato da scarico posteriore.

Le modifiche riguardano soprattutto, gli apparati distributori, dotati di alette maggiorate allo



6. Distribuzione in campo

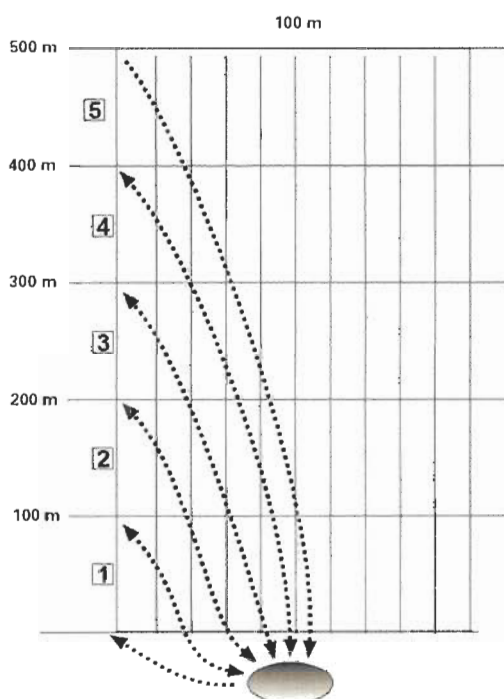


7. Spandicompost versione frutteto



8. Distribuzione in campo

Tab. 4 - Schema esemplificativo di spandimento per il pieno campo



|                                |        |
|--------------------------------|--------|
| • Spandimento + trasferimento: | 4160 m |
| • Spandimento:                 | 650 m  |
| • Trasferimento:               | 3510 m |

## TEMPI:

|                           |        |
|---------------------------|--------|
| • tempo di spandimento:   | 10 min |
| • tempo di trasferimento: | 11 min |
| • tempo di carico:        | 39 min |
| • TA =                    | 50 min |

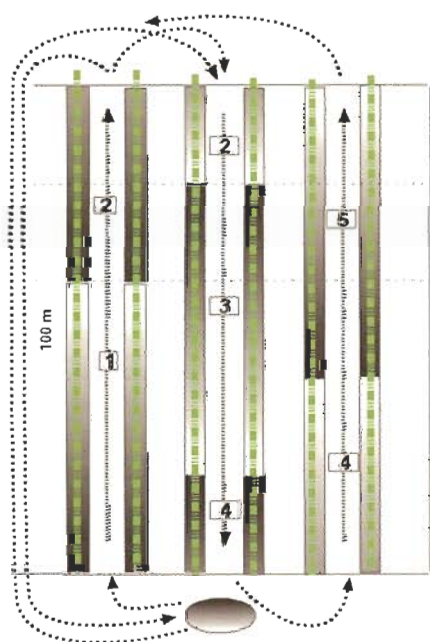
|                              |                              |
|------------------------------|------------------------------|
| Capacità di carico nominale: | 6,75 m <sup>3</sup> - 10,125 |
| Diametro turbina:            | 150 cm                       |
| Rapporto di trasmissione     | 1:75                         |
| Lunghezza cassone            | 450 cm                       |
| Larghezza max cassone        | 150 cm                       |
| Altezza cassone              | 100-150 cm                   |

## PROFILO DI DISTRIBUZIONE:

|           |       |
|-----------|-------|
| Lunghezza | 120 m |
| Larghezza | 8 m   |

|                                     |                     |
|-------------------------------------|---------------------|
| QUANTITÀ DISTRIBUITA                | 2 kg/m <sup>2</sup> |
| VELOCITÀ DI AVANZAMENTO DEL MEZZO   | 4 km/h              |
| PORTATA OPERATIVA                   | 3 t/min             |
| TOTALE N. DI RIPIEMIMENTI AD ETTARO | 12                  |
| TOTALE ORE /ETTARO                  | 1 h/ha              |
| Rendimento di cantiere              | 17%                 |
| CAPACITÀ DI LAVORO                  | 1 ha/h              |

Tab. 5 - Schema esemplificativo di spandimento per il vigneto



|                                |        |
|--------------------------------|--------|
| • Spandimento + trasferimento: | 8213 m |
| • Spandimento:                 | 2000 m |
| • Trasferimento:               | 6213 m |

## TEMPI:

|                           |         |
|---------------------------|---------|
| • tempo di spandimento:   | 30 min  |
| • tempo di trasferimento: | 19 min  |
| • tempo di carico:        | 100 min |
| • TA =                    | 119 min |

|                              |                       |
|------------------------------|-----------------------|
| Capacità di carico nominale: | 2,25 m <sup>3</sup> * |
| Lunghezza cassone            | 240 cm                |
| Larghezza cassone            | 110 cm                |
| Altezza cassone              | 85 cm                 |

## PROFILO DI DISTRIBUZIONE:

|           |       |
|-----------|-------|
| Lunghezza | 60 m  |
| Larghezza | 2,5 m |

|                                   |                     |
|-----------------------------------|---------------------|
| VELOCITÀ DI AVANZAMENTO DEL MEZZO | 4 km/h              |
| QUANTITÀ DISTRIBUITA              | 6 kg/m <sup>2</sup> |
| PORTATA OPERATIVA                 | 0,5 t/min           |
| TOTALE ORE/ETTARO                 | 1,5 h/ha            |
| Rendimento di cantiere            | 33%                 |
| CAPACITÀ DI LAVORO                | 0,66 ha/h           |





9. Cumulo di compost in prossimità dell'appezzamento



10. Cantiere di lavoro

scopo di creare una corrente di aria in grado di soffiare il prodotto, che rispetto al letame è più friabile e polverulento (fig. 5).

Sono assolutamente inadeguate le tipologie di spandiletame a rotori verticali posteriori, che accentuano il fenomeno della polverosità. La catenaria di fondo è mossa dalla presa di potenza e quindi non proporzionale; i rotori hanno bassa velocità di rotazione (300 rpm) non sufficiente per il compost.

#### *Elementi costitutivi delle macchine*

- Cassone di contenimento
- Sistema di alimentazione del dosatore-distributore a comando idraulico
- Sistema di dosaggio proporzionale all'avanzamento del mezzo
- Sistema di distribuzione (con alette maggiorate).

Nello spandicompost versione frutteto è stata montata una coppia di rotori di distribuzione e deflettori di orientamento del flusso; inoltre è stata inserita una paratia mobile a comando idraulico per regolare meglio l'afflusso ai distributori.

Per la distribuzione in campo è necessario ricorrere a macchine dotate di grande capacità di carico, dato che i volumi da distribuire ad ettaro sono elevati (20-30 t). Lo spandicompost per il pieno campo sperimentato presenta una capacità di carico di 6,75 m<sup>3</sup>, che può essere aumentata alzando le sponde laterali. Tale dimensionamento non presenta problemi per la viabilità aziendale e per la pressione esercitata sul suolo (mediamente la pressione specifica esercitata sul suolo non deve essere superiore a 1,5 kg/cm<sup>2</sup>). La portanza di un terreno è uno dei principali vincoli da assumere nella progettazione di queste macchine.

### **Alcuni esempi di allestimento dei cantieri per la distribuzione del compost**

Nel corso della sperimentazione sono state monitorate le diverse aziende studio, nelle quali sono state seguite le prove di validazione in campo. Di seguito si riportano alcuni casi esemplificativi.

#### *Caso di studio n. 1*

##### *Macchine utilizzate*

- Trattore Lamborghini Champion 150
  - Skid con pala caricatrice
  - Spandicompost ZAM R 80.
- In azienda il compost è stato scaricato in pochi grandi cumuli situati in prossimità dell'appezzamento da trattare (fig. 9).

##### *Composizione del cantiere*

- 1 operatore
- Skid con pala caricatrice
- Trattore con spandicompost ZAM R 80.

##### *Tempi di caricamento del compost:*

- n. 6 bennate di 1 m<sup>3</sup> di compost impiegando un tempo di 4'50"
- n. 8 bennate di 1 m<sup>3</sup> di compost impiegando un tempo di 4'57"
- n. 8 bennate di 1 m<sup>3</sup> di compost impiegando un tempo di 4'55"

##### *Spandimento*

- Distanza cumulo-campo: 1,5 km percorso a vuoto in 9,20 min.



11. Operazioni di carico

- Tempi di spandimento: (5-5,30-5,40 minuti) su una lunghezza del campo di circa 195 m.
- Aumentando la velocità di avanzamento, la capacità di lavoro è risultata di circa 1 ha/h. I tempi di ritorno a vuoto sono risultati elevati a causa della lontananza del cumulo di compost dal campo.
- Velocità di avanzamento: 8-9 km/h
- Pdp: 540 rpm.

#### *Osservazioni*

Lo spandimento è risultato uniforme, la polverosità scarsa grazie anche alla buona consistenza del prodotto e alla quasi assenza di vento.

Anche nella giornata precedente, nonostante ci fosse vento forte l'agricoltore è rimasto soddisfatto dalla uniformità di spandimento.

Inconvenienti riscontrati: perdite di prodotto dalla parte basale del cassone e perdite di prodotto anche durante la fase del caricamento, dovute al fatto che lo skid si trova da un lato dello spandicompost e quindi l'operatore non è in grado di valutare con esattezza la profondità dello scarico.

#### *Caso di studio n. 2*

##### *Macchine utilizzate*

- Trattore Fiat Agri New Holland 75 CV
- Trattore con pala caricatrice (benna da cereali) da 2 m<sup>3</sup>
- Spandicompost ZAM R 80.

In azienda il compost è stato scaricato in numerosi piccoli cumuli situati in prossimità dell'appezzamento da trattare.

12. Benna da 2 m<sup>3</sup>

#### *Composizione del cantiere*

- 1 operatore
- Trattore con pala caricatrice
- Trattore con spandicompost ZAM R 80.

#### *Caricamento*

- n. 3-4 bennate di 2 m<sup>3</sup> di compost
- Tempo: 4'44".

#### *Spandimento*

- Distanza cumulo-campo: circa 200 m in un tempo massimo di 57 secondi
- Tempi di spandimento: 1,53-1,57-2,02 minuti su una lunghezza del campo di circa 60 m
- La capacità di lavoro è risultata quasi dimezzata, in quanto, le quantità distribuite in questa circostanza erano circa il doppio
- Velocità di avanzamento: 1,8-2 km/h
- Pdp: 540 rpm.

#### *Osservazioni*

Lo spandimento è risultato uniforme, la polverosità scarsa grazie anche alla buona consistenza del prodotto e anche all'elevata umidità atmosferica presente durante la prova di spandimento.

L'agricoltore è rimasto soddisfatto dalla uniformità di spandimento e del prodotto. Ottima è risultata la soluzione della benna maggiorata, che ha permesso di dimezzare i tempi di carico.

#### *Caso di studio n. 3*

##### *Macchine utilizzate*

- Trattore Mercury 85 CV
- Escavatore Hitachi Zaxis 110 con pala da 0,8 m<sup>3</sup>



13. Escavatore per il carico

- Spandicompost ZAM R 80.  
In azienda il compost è stato scaricato in numerosi piccoli cumuli situati in prossimità dell'appezzamento da trattare.

#### *Composizione del cantiere*

- 2 operatori
- Escavatore
- Trattore con spandicompost ZAM R 80.

#### *Tempi di caricamento*

- n. 8 bennate di 0,8 m<sup>3</sup> di compost
- Tempo medio: 3'20".

#### *Spandimento*

- Distanza cumulo-campo: in prossimità.
- Tempi di spandimento: 3,10 min su una lunghezza del campo di circa 150 m (A/R)
- Velocità di avanzamento: 7 km/h
- Pdp: 540 rpm.

#### *Osservazioni*

Lo spandimento è risultato uniforme, la polverosità scarsa. L'escavatore, come mezzo per il caricamento sul carro spandicompost è risultato efficiente, nonostante la capienza limitata della benna, inferiore al m<sup>3</sup>, il mezzo consente una rapida esecuzione delle operazioni di manovra. Con l'escavatore i tempi registrati sono risultati più bassi rispetto alle altre tipologie di macchine analizzate.

Per una distribuzione ottimale del compost è auspicabile che:

- per evitare l'eccessiva polverulenza, il prodotto abbia una umidità di almeno il 30%, in quanto incoerente e non plastico



14. Rapidità dell'operazione

- il materiale sia il più omogeneo possibile
- i sistemi di distribuzione si basino sui principi di:
  - caduta diretta al suolo (comprese le coclee)
  - proiezione centrifuga + componente di trasporto pneumatico.

Per questo tipo di operazione è molto più importante avere alte capacità di lavoro che omogeneità di distribuzione, pertanto i sistemi messi a punto per ottimizzare la uniformità sono senz'altro validi ma non risolvono il problema dell'abbattimento dei tempi accessori. La grande capacità di carico è fondamentale per ridurre al minimo i tempi di ritorno a vuoto e di caricamento.

### **Stima dei costi e prospettive di semplificazione del cantiere**

Per la stima dei costi del noleggio e di conto-terzismo per le macchine spandicompost rimandiamo al riepilogo delle *tabb. 6-7*.

Allo scopo di semplificare il cantiere e abbattere i costi, si ritiene auspicabile un allestimento con braccio caricatore a doppia benna montato sullo spandicompost per il caricamento del materiale sul cassone.

### **Studio di cantieri alternativi per la distribuzione del compost**

Nell'ambito di questa ricerca sono stati esaminati anche due cantieri innovativi realizzati per la distribuzione del compost in campo.

Il carrello spandicompost 'Bossini' presenta una capienza di circa 23 m<sup>3</sup> (11,5 t di compost) ed è

**Tab. 6 - Costi di noleggio per macchine agricole spandicompost\***

| SPANDICOMPOST:   |            |  |             |            |
|--|------------|--|-------------|------------|
| Tempi di utilizzo  | 1-2 mesi   | Più di 10 gg.  | 2-10 gg     | 1 giorno   |
| mod. ZAM R 80  | € 670,00   | € 95,00  | € 110,00    | € 125,00   |
| TRASPORTI A CALDO:   |            |  |             |            |
| Zona Comuni  | fascia A   | fascia B   | fascia C    | extra area |
| mod. Nissan 35 Q   | € 54,00 AR | € 68,00 AR   | € 90,00 AR  | € 0,90/km  |
| mod. Iveco 120/230   | € 81,00 AR | € 93,00 AR   | € 128,00 AR | € 1,20/km  |
| <b>Comuni in fascia A:</b> Siena, Monteroni d'Arbia, Sovicille, Monteriggioni, Castelnuovo Berardenga, San Gimignano, Colle Val d'Elsa, Poggibonsi, Castellina in Chianti, Radda in Chianti.       |            | <b>Comuni in fascia B:</b> Siena, Montalcino, Greve in Chianti, Gambassi, Tavarnelle Val di Pesa, Barberino Val d'Elsa, Certaldo.  |             |            |
| <b>Comuni in fascia B:</b> Gaiole in Chianti, Casole d'Elsa, Radicondi, Chiusdino, Monticiano, Murlo, Buonconvento, Asciano, Rapolano Terme, San Giovanni d'Asso, Trequanda, Sinalunga, Torrita di |            | <b>Comuni in fascia C:</b> Pienza, San Quirico d'Orcia, Castiglion d'Orcia, Abbadia San Salvatore, Piancastagnaio, Radicofani, Sarteano, Chianciano Terme, Chiusi, Cetona, Montepulciano, San Casciano dei Bagni, Montaione, Montespertoli, Impruneta, Castelfiorentino. |             |            |
| * Tratti dal <i>Listino Noleggi per macchine agricole</i> della ditta Bibbiani srl, Monteriggioni (SI).  |            |  |             |            |

**Tab. 7 - Costi Contoterzismo per macchine agricole spandicompost \*\***

| CONTOTERZISMO:  |                 | Tariffa (€/h)   | NB - Il costo per il trasferimento dalla sede della ditta al luogo della prestazione e viceversa (A/R) è calcolato in base al tempo impiegato per tariffa oraria. |  |
|---|-----------------|---|---|--|
| Spandiletame/compost da 50 q.li   |                 | <b>51,50 €/h</b>  |   |  |
| Esempio calcolo su un'azienda di 8 ha:  |                 | • Capacità di lavoro media:                                 | 1 ha/h  |  |
|   |                 | • Tempo necessario di spandimento su 8 ha:                  | 8 h (1 giorno lavorativo)   |  |
|   |                 | • Distanza di trasporto del mezzo:                          | 7,5 km  |  |
| NOLEGGIO  |                 | CONTOTERZISMO   |   |  |
| 1. Spandicompost  | 125 €/giorno    | 1. Spandicompost con operatore                              | 412 €/giorno  |  |
| 2. Operatore <sup>1</sup>   | 64 €/giorno     | 2. Trasporto mezzo A/R                                      | 51,5 €/giorno   |  |
| 3. Trasporto A/R  | 400 € a forfait |   |   |  |
| <b>Totale 589 /giorno</b><br>(589 /giorno : 8 ha) 73 /ha  |                 | <b>Totale 463,50 /giorno</b><br>(463 /giorno : 8 ha) 58 /ha |   |  |
| <sup>1</sup> Retribuzione operaio agricolo (Contratto Collettivo Nazionale, 6 luglio 2006).             |                 |   |   |  |
| <i>Listino prezzi per l'acquisto di spandicompost (al netto di IVA):</i>                                |                 |   |   |  |
| • Spandicompost da campo aperto marca ZACCARIA ZAM R 80   |                 | 16.000,00 €   |   |  |
| • Spandicompost da vigneto marca CHIALVO  |                 | 8.000,00 €  |   |  |
| ** Costi tratti dal <i>Tariffario delle lavorazioni meccanico-agricole della Toscana</i> , Fonte APIMA. |                 |   |   |  |

dotato di tre assi (2,5 m) di cui l'ultimo sterzante. Il sistema di distribuzione consta di una girante orizzontale che permette il lancio del prodotto a

un'altezza dal suolo molto limitata, riducendo in tal modo la polverosità. Le peculiarità della macchina sono rappresentate da un'elevata capacità di cari-

co, che consente di evitare lo stoccaggio del compost in azienda, nel caso in cui si abbiano appezzamenti in prossimità di un impianto di compostaggio. Il cantiere è risultato estremamente valido in condizioni di terreno pianeggiante o con declività limitata. I problemi di stabilità e di aderenza non consentono di lavorare ordinariamente e in sicurezza in terreni caratterizzati da pendenze longitudinali superiori al 15% e trasversali superiori al 7%, infatti oltre questi valori e in condizioni precarie di terreno, anche uno slittamento limitato può far percorrere all'insieme motrice-operatrice, diversi metri, con notevole rischio per l'operatore derivato dal possibile ribaltamento.

Lo spandicompost della ditta F.lli Annovi è uno spandiletame modificato a cui è stato applicato un dispositivo di chiusura posteriore, allo scopo di ridurre al minimo la polverosità. Le capacità di lavoro sono risultate più elevate (1,30 h/ha) rispetto al cantiere realizzato in questa ricerca (1 h/ha) e inoltre, la riduzione della polverosità è assai limitata.

Il problema dell'eccessiva polverosità è risolvibile utilizzando prodotti che abbiano almeno il 30% di umidità o ricorrendo a tecniche di pelletizzazione.

### **Alcuni suggerimenti derivanti dalle ricerche del DIAF**

Notevoli sono le possibilità applicative del compost oltre agli impieghi tradizionali:

- nella idrosemina su scarpate
- nelle proprietà ammendanti e quindi come elemento ancillare nella riduzione della erosione in colture attuate in terreni declivi.
- nella *bioremediation* come ad esempio i *bio-bed*.

### **Conclusioni**

Nell'ambito di questa ricerca ARSIA, sono state messe a punto due macchine spandicompost, nelle versioni da pieno campo e da frutteto che per la

distribuzione del compost garantiscono un buon compromesso fra produttività e rispetto del terreno rendendo economicamente sostenibile l'operazione.

Per la distribuzione in campo è necessario ricorrere a macchine dotate di grande capacità di carico, con l'inconveniente che può derivare dai problemi nella viabilità in azienda. Lo spandicompost per il pieno campo sperimentato presenta una capacità di carico di 6,75 m<sup>3</sup>, che può essere aumentata alzando le sponde laterali. Tale soluzione permette di lavorare nelle più disparate realtà agricole, prevalentemente collinari, se consideriamo il territorio della Toscana.

L'efficacia nella distribuzione dipende principalmente dalle caratteristiche del compost, soprattutto la consistenza, l'omogeneità e l'umidità relativa (che non deve essere inferiore al 30-50%). Nel caso dello spandicompost versione frutteto, l'incidenza di tali caratteristiche negative è trascurabile, in quanto lo scarico del prodotto che avviene posteriormente e direttamente a terra (senza lancio) limita la deriva delle polveri.

Una prima ipotesi di progetto che prevedeva la realizzazione di un *kit* da applicare a uno spandiletame con rotori posteriori (orizzontali o verticali) è stata poi abbandonata causa l'elevato costo della manodopera per la sua realizzazione.

Per quanto riguarda le operazioni di carico, la sperimentazione ha evidenziato l'ottimo funzionamento delle benne maggiorate, di almeno 1 m<sup>3</sup>, per abbattere i tempi relativi alle operazioni di carico, che per questa operazione rappresentano almeno il 50% dei tempi operativi. Per tale operazione, sarebbe anche pensabile l'utilizzo di un braccio caricatore sul rimorchio che trasporta il compost in azienda.

L'utilizzo del compost confezionato in *big-bag* non risulta tuttavia una soluzione economicamente conveniente, questo anche in relazione alle consistenti dosi da distribuire (20-25 t).

Il compost infine, può trovare altri impieghi importanti come nell'idrosemina per opere di rivestimento/consolidamento delle scarpate, per contrastare l'erosione di terreni particolarmente esposti e nei *bio-bed* per degradare le sostanze tossiche contenute nei reflui di lavaggio delle macchine irroratrici.