

Machinery World **Mondo Macchina**

e-mail: mondomacchina@unacoma.it

<http://www.unacoma.com>

ANNO VIII - APRILE 1999

NUMERO 4

MENSILE DI MECCANIZZAZIONE PER L'AGRICOLTURA, LE AREE VERDI, LA ZOOTECNIA, IL MOVIMENTO TERRA

eima in campo

Giornate dimostrative

Lavorazione, semina, concimazione del terreno
trattamenti e diserbo
meccanizzazione nell'agrumeto, nel vigneto
e in serra; raccolta patate

ACATE (Ragusa)
22/23 Maggio 1999

sabato 22 ore 14/18 - domenica 23 ore 9/18

Azienda Agricola Agrimed - Contrada Torrevecchia
INGRESSO LIBERO



Organizzata da UNACOMA Service srl
con il patrocinio dell'Assessorato Regionale
Agricoltura e Foreste della Regione Siciliana

UNACOMA Service srl Tel. 0644298.1 - Fax: 064402722 - e-mail unacoma@unacoma.it - <http://www.unacoma.com>

CERTIFICAZIONE
DI SISTEMA QUALITÀ
ISO 9002

A MONTHLY PUBLICATION ON MECHANIZATION FOR AGRICULTURE, GREEN AREAS, ZOOTECNICS AND EARTH MOVING

NUOVE TECNICHE PER LA LAVORAZIONE DEL TERRENO: UN TEMA DI GRANDE INTERESSE TRATTATO AL "CLUB OF BOLOGNA"

di Marco Fiala
Istituto Ingegneria Agraria di
Milano - Segretario Tecnico
del Club of Bologna

NEW SOIL CULTIVATION METHODS: A TOPIC OF GREAT INTEREST ADDRESSED AT THE "CLUB OF BOLOGNA" MEETING

by Marco Fiala
Institute of Agricultural Engineering,
Milan - Technical Secretary of the
Club of Bologna

The important and topical subject of new soil cultivation methods was addressed at the annual meeting of the "Club of Bologna", an organization comprising seventy of the foremost word experts in Agricultural Machinery and Agricultural Mechanisation, which for the past nine years has been convening on the occasion of the EIMA trade fair in Bologna.

The introductory papers - which will be published in full in the Proceedings of the Meeting - reflected the great attention which has been devoted to this subject by both the research and manufacturing sectors, as well as the multiplicity of aspects which characterise the problem.

The summary below attempts to highlight the salient aspects put forward at the Meeting by the various speakers; these offer some points for discussion and reflection, which are also of interest to the farmers themselves.

New methods and new technologies for soil cultivation

Keynote papers on this first subject - reflecting the different pedo-climatic conditions of the various speakers' regions of origin - were presented by Prof. L. Cavazza (Department of Agronomy of the University of Bologna), by Prof. W.C.T. Chamen (Silsoe Research Institute, in Silsoe, United Kingdom) and by Prof. H.J. Heege (Institut für Landwirtschaftliche Verfahrenstechnik, in Kiel, Germany).

To complement these contributions from the academic world, the viewpoint of agricultural machinery manufacturers was put forward by Mr. P. Celli, Mr. H. Hodge and Mr. H. Weiste.

The viewpoint of the academic



Il tema è stato affrontato, all'ultima edizione EIMA, in occasione del consueto appuntamento del "Club of Bologna". Le pagine che seguono contengono la sintesi delle relazioni presentate al convegno e offrono interessanti spunti di riflessione per gli agricoltori

The topic was addressed at the last "Club of Bologna" meeting, held concomitantly with the EIMA trade fair. This report summarises the papers presented at the conference, and suggests some points which are of interest to farmers

L'annuale riunione del "Club of Bologna", organizzazione formata da una settantina tra i maggiori esperti mondiali di Meccanica Agraria e Meccanizzazione Agricola che, ormai da nove anni, si tiene a Bologna in occasione dell'EIMA, ha affrontato il tema, assai importante e certamente di attualità, delle nuove tecniche per la lavorazione del terreno.

Le relazioni introduttive - che verranno pubblicate integralmente negli Atti del Convegno - evidenziano, da un lato, la grande attenzione che l'argomento suscita nel mondo sia della ricerca, sia dei costruttori e dall'altro, la molteplicità degli aspetti che caratterizzano il problema.

Nella sintesi che segue, si è cercato di evidenziare gli elementi salienti che ognuno dei relatori ha voluto proporre ai partecipanti del Convegno; ne risultano interessanti spunti di discussione e riflessione anche per gli stessi agricoltori.

Nuovi metodi e nuove tecnologie nella lavorazione del terreno

Relativamente al primo argomento, rapporti di base - che evidenziano posizioni diverse in funzione delle specifiche realtà pedo-climatiche delle diverse regioni di provenienza - sono stati presentati dal Prof. L. Cavazza (Dipartimento di Agronomia dell'Università di Bologna), dal Prof. W.C.T. Chamen (Silsoe Research Institute, di Silsoe nel Regno Unito)



e dal Prof. H.J. Heege (Institut für Landwirtschaftliche Verfahrenstechnik, di Kiel in Germania).

Ai contributi dei tre relatori provenienti dal mondo accademico, si sono aggiunti, in rappresentanza dei costruttori di macchine agricole, quelli dell'Ing. P. Celli, dell'Ing. H. Hodge e dell'Ing. H. Weiste.

1 - Le opinioni del mondo accademico e della ricerca

Il Prof. Cavazza, nella sua relazione introduttiva di taglio prettamente agronomico, dopo aver classificato sia i principali obiettivi associati alla lavorazione del terreno, sia i relativi svantaggi, descrive accuratamente gli effetti che le ope-

razioni di lavorazione inducono su alcune proprietà del terreno.

L'Autore analizza l'influenza delle operazioni meccaniche su: densità e porosità, struttura e tessitura, temperatura e compattamento del terreno. Relativamente a quest'ultimo effetto - che si manifesta in maniera particolare quando si verifica l'alternanza tra clima secco e umido - ha sottolineato come esso sia, in parte, favorito dall'azione battente della pioggia in grado di spostare le particelle minute di terreno verso le macro-porosità degli strati più profondi e, soprattutto, dal "traffico" dei mezzi meccanici sull'appezzamento lavorato. Dal punto di vista

agronomico, il compattamento risulta particolarmente dannoso riducendo: il drenaggio idrico, lo scambio gassoso tra atmosfera e suolo, la capacità di penetrazioni delle radici.

In aggiunta, vengono anche evidenziati gli effetti delle diverse tecniche di lavorazione del terreno sulle proprietà chimiche e, in particolare, sul contenuto di sostanza organica del suolo. La riduzione di quest'ultima - che si verifica sempre - varia in funzione delle condizioni pedo-climatiche ed è essenzialmente causata dall'aumento della permeabilità del suolo all'ossigeno atmosferico. La mineralizzazione della frazione organica determina la liberazio-

and research world

In his introductory paper, characterised by a chiefly agronomic focus, Prof. Cavazza classified the principal objectives of soil cultivation and the associated drawbacks, and followed up with a detailed description of the effects induced by soil tillage operations on certain properties of the soil.

The Author analysed the effect of mechanical operations on: density and porosity, structure and texture, temperature and compaction of the soil. In connection with this last-mentioned effect - which is particularly marked where there is alternation between dry and moist conditions - he underlined how compaction is attributable partly to the beating action of rain, which pushes minute soil particles into the macropores of the underlying layers, and most of all to the traffic of wheeled vehicles on the field. From the agronomic standpoint, compaction is particularly harmful because it reduces: water drainage, gas exchange between the atmosphere and the soil, and root penetration.

The Author also highlighted the effects of the different soil cultivation techniques on the chemical properties of the soil, and in particular on the organic matter content. The reduction in organic matter content - which always occurs - varies depending on the pedo-climatic conditions and is essentially due to the increased permeability of the soil to atmospheric oxygen. The mineralisation of the organic fraction causes the release of nutrients, but also entails the progressive degradation of the soil structure, which consequently renders necessary more frequent and precise agronomic actions to maintain satisfactory crop yields.

In view of the number of parameters involved (and their reciprocal interactions), and notwithstanding the many studies conducted on the subject, it is still not possible to define general rules which determine the best cultivation method for any given context. However, in general terms and for average situations, we can conclude that:

Tab. 1 - Dimensioni medie delle particelle di un letto di semina di un terreno di medio impasto (umidità 14.2%, aratura 6 settimane prima). Il doppio passaggio con erpice trainato permette di ottenere due strati con particelle di dimensioni significativamente diverse, riducendo il pericolo di formazione della crosta superficiale e, nel contempo, predisponendo un letto di semina ottimale/ Average particle size in a seedbed of loam soil (moisture content 14.2%, ploughed 6 weeks before). The double pass with trailed harrow makes it possible to obtain two layers with significantly different particle sizes, thereby reducing the risk of forming a surface crust while at the same time preparing an optimal seedbed

Lavorazione secondaria Secondary tillage	Ø Medio nello strato di terreno Mean soil particle Ø		
	0÷5 cm	5÷10 cm	Differenza Difference
Erpice azionato da p.d.p. tines driven by PTO:			
Alternativo (frequenza: 540 Hz/min) Reciprocating harrow (frequency: 540 Hz/min)	9,4 mm	8,6 mm	- 0,8 mm
Rotativo (regime rotazione: 186 giri/min) Rotary harrow (speed of rotation: 186 rpm)	15,2 mm	11,3 mm	- 3,9 mm
Rotativo (regime rotazione: 186 giri/min) Rotary harrow (speed of rotation: 186 rpm)	11,2 mm	12,2 mm	+ 1,0 mm
Erpice trainato/Tines not driven by PTO:			
Coltivatore danese (passaggi 1) Danish cultivator (1 pass)	24,1 mm	15,0 mm	- 9,1 mm
Coltivatore danese (passaggi 2) Danish cultivator (2 passes)	25,9 mm	11,5 mm	- 14,4 mm
Coltivatore danese (passaggi 3) Danish cultivator (3 passes)	21,2 mm	9,1 mm	- 12,1 mm

Nota/Note: velocità di avanzamento/travel speed = 5 km/h



– conventional tillage based on the use of the mouldboard plough (depth: 40-50 cm depending on the crop) followed by a secondary tillage operation seems to be the best solution for soils with drainage problems (such as clay soils with poor structure) and for root crops (sugarbeet, carrots, etc.):

– Minimum tillage is useful for reducing both costs and compaction. This method, which is frequently used in orchards, helps control erosion on sloping ground but is associated with increased herbicide requirements and is not suitable for early planting in cold climates. With well drained soils and dry winters, autumn tillage must be shallow to prevent the formation of hard clods on the surface which are difficult to break up in the spring.

– The adoption of ridge - furrow tillage is limited to certain highly specialised crop rotations (maize - soya) or to continuous maize; it favours surface drainage and a good top soil structure. This method is primarily used - in different versions - in the "corn-belt" of the United States;

– No tillage is attractive for its simplicity; it is the most efficient method for controlling erosion and compaction, however it requires specialised sowing implements, as well as extensive use of herbicides and mineral fertilisers (nitrogen). It is suitable only for certain crops, and the soil takes a certain number of years to reach a steady state. In moist climates and soils, the use of herbicides can be avoided, even in favour of a grass cover which helps to improve soil structure and reduces compaction, as well as drying excess water from the soil.

A very important factor which influencing the farmer's choice of cultivation method is the flexibility for adapting to changing conditions (crop requirements, anomalous climate patterns, variability of economic factors, etc.) without an excessive increase in costs.

In conclusion, the many cultivation methods available today - from conventional tillage to no tillage - act differently on the soil. These actions, combined with

ne di nutrienti ma comporta anche la progressiva degradazione della struttura del terreno, imponendo conseguentemente più accurati e frequenti interventi agronomici per garantire il mantenimento delle rese produttive.

Considerando il numero dei parametri interessati (e le reciproche interazioni), nonostante i numerosi studi effettuati sull'argomento, risulta ancora impossibile stabilire regole generali per definire la migliore tecnica di lavorazione adottabile in ogni contesto. In termini del generali e in situazioni medie, si può tuttavia concludere che:

– l'aratura convenzionale basata sull'uso dell'aratro a versoio (profondità: 40-50 cm a seconda della coltura) e da un successivo intervento di lavorazione secondaria sembra essere la solu-

zione più idonea nei terreni con problemi di drenaggio (quali quelli fortemente argillosi e non strutturati) e con colture a radice fittonante (barbabietola, carote etc.);

– la minima lavorazione trova la sua validità nella riduzione sia di costi, sia del compattamento. La tecnica, frequentemente applicata nei frutteti, serve a controllare l'erosione nei terreni declivi, ma è associata a un uso marcato di erbicidi ed è sconsigliabile per le semine precoci nei climi freddi. Con terreni ben drenanti e inverno secco, l'aratura autunnale deve essere poco profonda per prevenire la formazione di zolle superficiali di difficile dirompimento nella primavera successiva;

– il ricorso alla lavorazione a solchi appare limitato ad alcune rotazioni strette e di ele-

vata specializzazione (mais-soia) oppure alla monocoltura (mais); favorisce il drenaggio superficiale e la struttura superficiale. Trova applicazione - in diverse varianti - soprattutto nel "corn-belt" statunitense;

– l'interesse della non lavorazione consiste nella semplicità; è la tecnica che consente il miglior controllo dell'erosione e del compattamento ma, necessita - oltre che l'adozione di apposite seminatrici - di un largo uso sia di erbicidi, sia di concimi minerali (azotati). Si presta solo per alcune colture e il suolo impiega un certo numero di anni per raggiungere una condizione di stabilità; in climi e terreni umidi, l'uso di erbicidi può essere evitato, favorendo addirittura la formazione di uno strato erboso che - oltre a migliorare la struttura e ridurre il com-

Tab. 2 - Dimensioni medie delle particelle di terreno di un letto di semina sottoposto ad azione disagregatrice del freddo. La lavorazione secondaria è stata eseguita con lo stesso tipo di operatrice, alla stessa velocità e con i medesimi settaggi. Nel caso del terreno pesante l'ammutinamento ottenuto è assai significativo/ Average particle size in a seedbed subjected to the disintegrating action of cold weather. The secondary tillage operation was performed with the same type of implement, at the same speed and with the same settings. In the case of the heavy soil the pulverisation obtained is considerable

Lavorazione Tillage	Ø Medio dopo la lavorazione secondaria Average Ø After secondary Tillage			
	Medio impasto- sabbioso Sandy loam		Medio impasto-argilloso Clay loam	
	Aratro Plough	Coltivatore Cultivator	Aratro Plough	Coltivatore Cultivator
primaria: primavera/primary: spring secondaria: primavera (stesso giorno) secondary: spring (same day)	14,6 mm	15,8 mm	36,5 mm	29,0 mm
primaria: inverno primary: winter secondaria: primavera secondary: spring	14,6 mm	15,2 mm	7,4 mm	7,6 mm
Differenza/ Difference	0 mm	- 0,6 mm	- 29,1 mm	- 21,4 mm

Fig. 1 - Soluzioni per la disposizione della paglia sopra il letto di semina. I primi due casi (A) e (B) si riferiscono al residuo lasciato in campo da una mietitrebbiatrice convenzionale, mentre il terzo (C) da una mietitrebbiatrice "stripper"

Solutions for distributing straw on the seedbed. The first two cases (A) and (B) refer to the residues left on the field by a conventional combine, while the third case (C) is referred to a "stripper" combine

other agronomic practices (type of seeding, weed control, fertilisation, irrigation, etc.) and with meteorological conditions, form a complex system of interactions which is still not thoroughly understood, and whose diverse effects open up a wide range of technical possibilities. In the field, the experience of the farmer - whose decisions are guided by precise economic objectives - will continue to play a valuable role, also for the future development of expert systems. In his paper, Prof. Heege provided a detailed survey of certain aspects connected with soil cultivation - defined as the series of operations aimed at creating an optimal seedbed. The author focused attention on: the need to obtain soil particles of optimal size for the subsequent sowing operation; the possibility of correctly and beneficially using straw residues of cereals to prepare the seedbed for the next crop. In relation to the first point, and with the exception of sandy soils, one or more secondary tillage operations are always necessary in order to reduce the soil particle size, thereby creating suitable conditions for a high field emergence. In soils with a high silt content, where a very fine surface layer can result in the formation of a crust, the use of suitable tines guarantees improved segregation of the particle sizes (table 1). In soils with a high clay content, on the other hand (as Italian farmers are well aware, Ed.), the effect of freezing-thawing cycles is of great usefulness (table 2); however, only spring crops can benefit from this last-mentioned advantage. When straw residues from the preceding crop are not collected for other purposes (livestock bedding) or burned (however this is prohibited in Germany), they can constitute an excellent mulch. However, they can also pose a serious problem in cases where the direct seeding method (no-tillage) is used. In fact the straw - especially when not previously chopped - is poorly incorporated by the openers of the seed drill, thereby significantly reducing emergence. This is due to both the variability of the sowing depth, and the altered macropo-

pattamento - riduce l'evaporazione dal suolo.

Un criterio molto importante che influenza l'agricoltore nella scelta della tecnica di lavorazione è la flessibilità che gli deve consentire un rapido adattamento alle mutate condizioni (richieste culturali diversificate, andamenti climatici anomali, variabilità di fattori economici etc.) senza un aumento eccessivo dei costi.

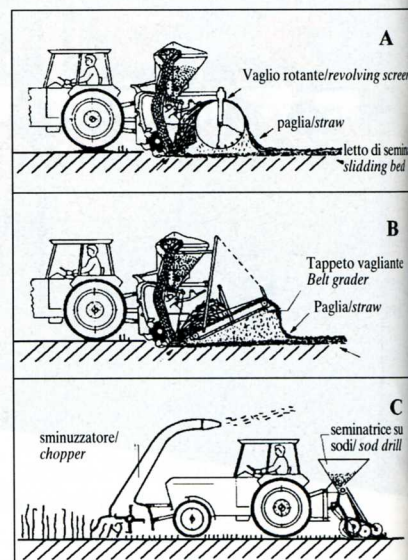
In conclusione, le numerose tecniche oggi disponibili - dall'aratura convenzionale fino alla non-lavorazione - agiscono diversamente sul terreno; la loro azione si combina poi sia con altre pratiche agronomiche (tipo di semina, controllo malerbe, fertilizzazione, irrigazione etc.), sia con gli eventi climatici, sviluppando un sistema complesso di interazioni ancora poco conosciuto e i cui effetti, di fatto, aprono una serie assai ampia di possibilità di intervento. In questo senso, l'esperienza dell'agricoltore - le cui scelte sono finalizzate a precisi obiettivi economici - assume un ruolo determinante, anche nella futura realizzazione di "sistemi decisionali esperti".

La relazione del Prof. Heege, affronta nel dettaglio alcuni aspetti connessi con la lavorazione del terreno, intesa come insieme di operazioni mirate alla formazione del miglior letto di semina. In particolare, l'Autore concentra l'attenzione su: la necessità di ottenere particelle di terreno con dimensioni ottimali per la

successiva semina; la possibilità di un corretto e conveniente impiego dei residui pagliosi dei cereali nella preparazione del letto di semina della coltura successiva.

Relativamente al primo punto, esclusione fatta per i terreni sabbiosi, si rendono sempre necessari uno o più interventi di lavorazione secondaria per ridurre le dimensioni delle particelle di terreno e, quindi, creare le condizioni per un elevato grado di germinazione. A tal fine, nei suoli fortemente limosi in cui un amminutamento troppo spinto dello strato superficiale è spesso la causa di formazione di croste, l'uso di erpici appropriate garantisce una migliore stratificazione delle particelle di terreno (tabella 1). Nei suoli fortemente argillosi invece (come ben sanno gli agricoltori italiani, n.d.r.) torna di grande utilità l'azione della temperatura con l'alternanza tra gelo e disgelo (tabella 2); tuttavia, di quest'ultimo vantaggio ne possono trarre beneficio le sole colture a semina primaverile.

La presenza dei residui pagliosi della coltura precedente - qualora essi non siano raccolti per altre finalità (zootecnia) o direttamente bruciati (ma, in Germania, le norme non lo consentono) - pur costituendo un'ottima pacciamatura, rappresenta un problema serio nel caso in cui sia adottata la tecnica della semina diretta (non-lavorazione). Infatti, la paglia - soprattutto se non precedentemente sminuz-



zata - viene malamente interrata dagli assolcatori della seminatrice e, conseguentemente, riduce significativamente l'emergenza. Ciò a causa sia della variabilità della profondità di semina, sia dell'alterazione della macro-porosità del suolo, fondamentale per il corretto apporto idrico ai semi in via di germinazione.

Inoltre, la decomposizione anaerobica della paglia comporterebbe la produzione di composti chimici (acidi organici, fenoli) in grado di inibire la germinazione; tuttavia, gli effetti di questa proprietà - osservata in test di laboratorio - potrebbero non essere determinanti in condizioni di pieno campo.

Al fine di utilizzare i residui pagliosi come pacciamatura naturale, sono state messe a punto diverse tecniche: nel caso di mietitrebbiatura convenzionale (figura 1 A e B) dalla miscela terreno-paglia rimossa con un erpice rotante viene separato il residuo organico

Fig. 2 - Grado di emergenza di semi di rapa in terreni naturali con e senza impiego della paglia del cereale precedente
Degree of emergence of rape seeds in natural soils with and without the use of the straw residues from the preceding crop

rosity of the soil, which is essential for conveying the correct amount of moisture to the germinating seeds.

Moreover, the anaerobic decomposition of the straw produces chemical compounds (organic acids, phenols) which can inhibit germination; however these effects - which have been observed in laboratory tests - may not be significant in practical field conditions.

Several techniques have been developed with a view to using straw residues as a natural mulch: in the case of conventional combines (figure 1 A and B), a rotary harrow separates the organic residue from the removed soil-straw mixture, and it is directly deposited on the sowed soil. When using a combine with a "stripper" head (figure 1 C), it is sufficient to chop the straw and distribute it uniformly on the field. Field experiments carried out with different soil types have also shown that the degree of emergence of the crop after the cereal is improved by distributing the straw residues on the surface, rather than incorporating them (figure 2).

Prof. Chamen began by noting that the exponential rise in the world population will require increased crop yields, and that the cost of labour is also seeing a steady and widespread increase, and stressed the need to identify new cultivation methods and techniques which are able on the one hand to increase production yields, and on the other hand to substantially reduce production costs without - however - increasing the impact on the environment (sustainable agriculture). As a first observation, and within the context of reducing consumable production resources (inputs), the Author noted that most farmers currently adopt techniques which provide them with a reliable return. Although, these are often not the cheapest production methods, they generally avoid failures. The challenge is therefore to provide them firstly with tools minimise their inputs, and secondly with the technology and decision support which will allow farmers to operate their systems with minimum risk and

Tab. 3 - Forza di trazione richiesta per trainare il medesimo rimorchio in appezzamenti diversamente gestiti in termini di "traffico" dei mezzi meccanici/ Force required to tow a trailer across differently trafficked fields

Tipo di terreno <i>Soil type</i>	Forza di trazione necessaria <i>Towing force requirements</i>		
	Traffico assente <i>Non-trafficked</i>	Traffico casuale <i>Random traffic</i>	Traffico su corsia <i>Traffic lane</i>
Medio impasto-limoso <i>Silt loam</i>	8.900 N	5.700 N	4.000 N
Medio impasto-sabbioso <i>Sandy loam</i>	9.200 N	6.700 N	4.800 N

che è direttamente deposto sul terreno seminato. Impiegando una mietitrebbiatrice con testata "stripper" (figura 1 C), è sufficiente sminuzzare la paglia e distribuirla uniformemente sull'appezzamento.

Esperimenti effettuati in pieno campo con diversi tipi di terreno hanno, inoltre, dimostrato che il grado di emergenza delle colture successive al cereale è migliore distribuendo il residuo paglioso sulla superficie, piuttosto che interrarlo (figura 2).

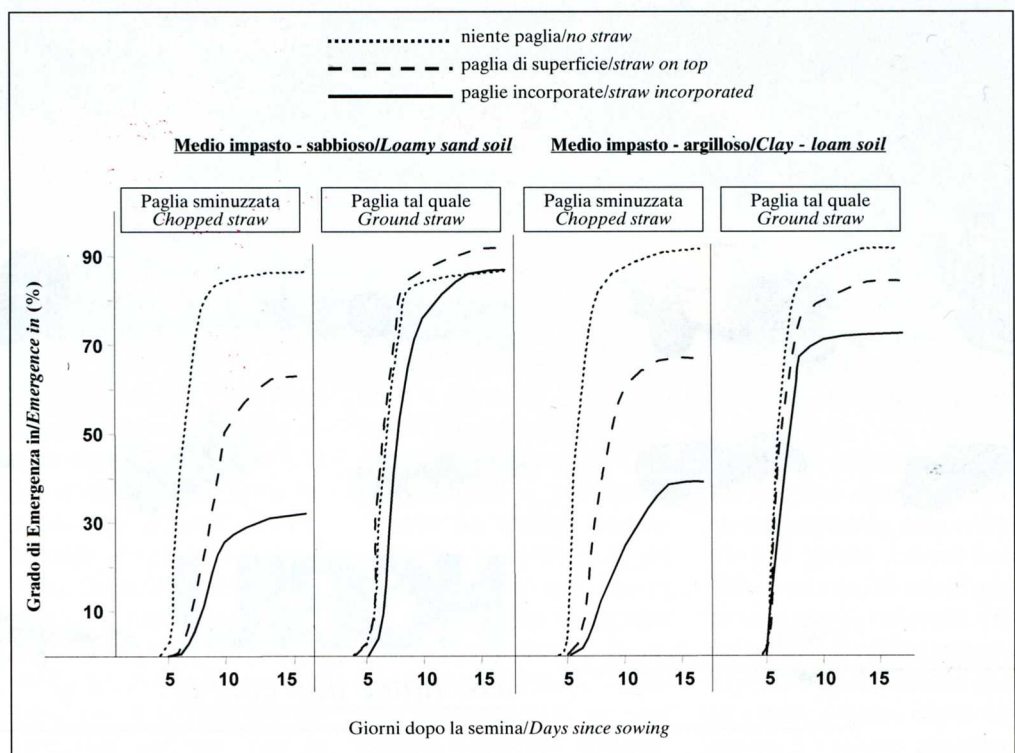
Il Prof. Chamen, partendo dalle considerazioni che l'aumento esponenziale della popolazione mondiale impone l'incremento delle rese produttive e che il costo

del lavoro è, anch'esso, in continuo e diffuso aumento, incentra il proprio intervento sulla necessità di individuare tecniche e metodi culturali nuovi capaci, da un lato, di aumentare le rese produttive e, dall'altro, di ridurre fortemente i costi di produzione senza, peraltro, aumentare l'impatto sull'ambiente (agricoltura sostenibile).

Come prima osservazione e nell'ottica della riduzione dei fattori di produzione (input), l'Autore sottolinea come, attualmente, la maggior parte degli agricoltori adotti tecniche che massimizzano la redditività culturale; tuttavia e frequentemente, tali tecniche non rappresentano tanto il "si-

stema produttivo" più economico quanto quello connesso al minore rischio. Ne deriva che, se il primo obiettivo è quello di studiare e realizzare strumenti e mezzi che effettivamente riducano gli input, il secondo è quello di predisporre tecnologie e sistemi di supporto decisionali che permettano all'agricoltore di mettere in atto il proprio sistema produttivo minimizzando sia gli imprevisti, sia la pressione sull'ambiente circostante.

Premessa fondamentale per il raggiungimento del primo scopo è che le ditte costruttrici si sforzino di affrontare la fase di progettazione di una macchina ponendo grande cura dei dettagli



pollution potential. An essential prerequisite for reducing inputs is that manufacturers must address the development phase of a machine with great attention to the detail, and always considering the complete crop production system, taking account of previous and subsequent operations.

This will require increased use of information technology, on which the different research groups should base a truly interactive exchange of knowledge and experiences.

With specific reference to soil cultivation, a strategic area for reducing inputs is that of soil compaction (figure 3).

An interesting indication of the energy losses directly attributable to the effects of compaction is given by the force required to tow a trailer on fields subjected to different types of vehicle traffic (tables 3 and 4); in fact, energy requirements for seedbed preparation on a trafficked field can be increased by a factor of three compared with where no wheel loads are imposed. The effects of compaction are even more evident if we analyse crop yields; the improved drainage of non-compacted fields determines substantial increases in grain crop yields (table 5).

Alongside the reduction of soil compaction (through the perfection and rational implementation of zero tillage methods), another interesting development is the use of electronically controlled machines for mechanical inter-row weeding. There is also a need to develop and diffuse expert systems which - customised with specific information about the farm (for example: prevailing weed species complements; type, depth and intensity of the tillage operations; history and pedo-climatic conditions, etc.) - can assist farmers in their management operations and provide decision support for selecting equipment and systems, maximising profits while minimising risk. Finally, in considering the conflict between the need, on the one hand, for ever more powerful tractors, and on the other hand for reducing the pressure exerted by machinery on the soil,

Tab. 4 – Resistenza specifica alla lavorazione di un aratro talpa e di un aratro a versoio in un terreno pesante (argilla 60%) con e senza traffico dei mezzi meccanici
Mole plough draught and mouldboard plough specific soil resistance under different traffic regimes on a 60% clay soil

	Aratro talpa (profondità: 55 cm) <i>Mole plough (depth 55 cm)</i>	Aratro a versoio <i>Mouldboard plough</i>		
Traffico dei mezzi <i>Vehicle traffic</i>		Anno/Year 1988	Anno/Year 1991	Anno/Year 1993
Casuale <i>Random traffic</i>	29.600 N	107.000 N/m ²	125.000 N/m ²	135.000 N/m ²
Assente <i>Non-trafficked</i>	25.300 N	42.000 N/m ²	72.000 N/m ²	85.000 N/m ²

progettuali e considerando sempre il sistema produttivo come insieme di operazioni precedenti e quelle successive. In questo senso, sempre più intenso dovrà essere l'uso della tecnologia informatica, sulla quale i differenti gruppi di ricerca

dovranno basare un reale scambio interattivo di esperienze e di conoscenze.

Con specifico riferimento alla lavorazione del terreno, un'area strategica di intervento per la riduzione degli input è rappresentata dal compattamento del terreno (figura 3).

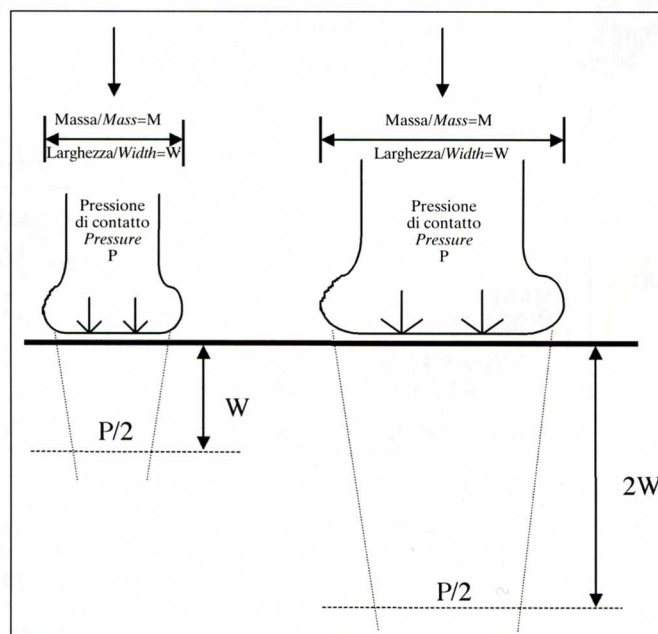
Una interessante indicazione delle perdite energetiche direttamente imputabili all'azione di compattamento è dato dalle differenti forze di trazione richieste per compiere operazioni in appezzamenti diversamente "percorsi" dai mezzi meccanici (tabelle 3 e 4); addirittura, la richiesta energetica per la preparazione del letto di semina di un appezzamento calpestato dalle ruote dei mezzi meccanici può risultare tre volte superiore rispetto a quella necessaria

per le medesime operazioni in un appezzamento non sottoposto a traffico alcuno. Ancor più evidente l'effetto del compattamento se si analizzano i risultati sulla resa colturale; il miglior drenaggio di appezzamenti non compattati determina sensibili aumenti della produzione di granella (tabella 5).

Accanto alla riduzione del compattamento del suolo (strada perseguibile perfezionando e attuando razionalmente la tecnica della non-lavorazione), si prospetta di grande interesse l'impiego di macchine - dotate di opportuni sistemi elettronici di controllo - per il diserbo meccanico nell'interfila. Inoltre, occorre sviluppare e diffondere sistemi esperti che - sulla base di specifiche informazioni aziendali (quali, a esempio: specie prevalenti di malerbe e relative botaniche; tipo, profondità e intensità delle operazioni di lavorazione; andamento storico e caratteristiche pedo-climatiche etc.) - assistano il singolo agricoltore nelle decisioni inerenti le colture in atto e nell'individuazione delle soluzioni tecniche ottimali, massimizzando il profitto contestualmente alla minimizzazione del rischio.

Chamen, infine, nel considerare il conflitto esistente tra la necessità, da un lato, di disporre di trattori sempre più potenti e, dall'altro, di ridurre la pressione esercitata dai

Fig. 3 - Relazione approssimata tra pressione di contatto, profondità e intensità della pressione nel terreno. Poiché la pressione nel terreno si dimezza a una profondità approssimativamente equivalente alla larghezza del pneumatico su cui grava il carico, nonostante nei due casi la pressione di contatto sia la medesima, il compattamento è significativamente superiore aumentando il carico gravante sulla ruota.
Approximate relationship between ground contact pressure and the depth and level of pressure on the soil. Since pressure reduces to about half its value at a depth equivalent to the width of the tyre. Therefore, despite the contact pressure being the same in the two cases, compaction is significantly higher when the tyre load is increased



Tab. 5 – Resa in granella di frumento invernale in un terreno pesante (argilla 60%) con e senza traffico dei mezzi meccanici e sottoposto a differenti lavorazioni primarie/ Yield of winter wheat on a 60% clay soil with different traffic regimes and different primary tillage operations

Traffico dei mezzi <i>Vehicle traffic</i>	Resa produttiva in granella <i>Yield of winter wheat</i>		
	Aratro a versoio <i>Mouldboard plough cultivator</i>	Coltivatore <i>Tine</i>	Erpice rotativo <i>Rotary digger</i>
Casuale/Random traffic	8,5 t/ha	7,4 t/ha	-
Assente/Non-trafficked	10,1 t/ha	10,0 t/ha	10,5 t/ha

mezzi meccanici sul terreno, sottolinea i grandi vantaggi benefici del concetto di "traffico controllato" con separazione netta tra le superficie dell'appezzamento destinata alla produzione e le "corsie" lungo le quali si muovono i mezzi. In tal senso, agricoltori e costruttori devono considerare con maggior interesse il trattore gantry, soluzione da tempo sviluppata e che offre sostanziali vantaggi rispetto al trattore convenzionale per la piena attuazione del traffico controllato.

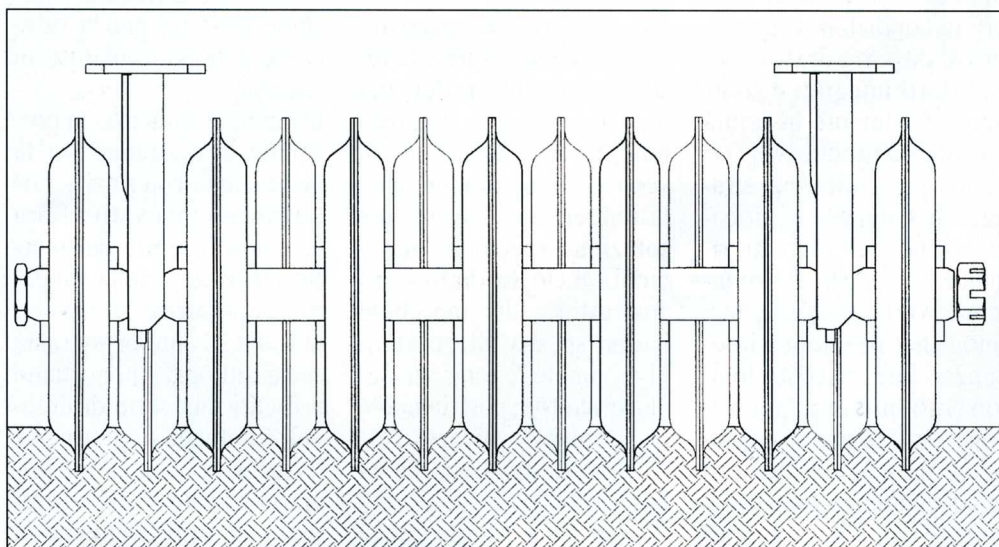
2 – Le idee dei costruttori

L'Ing. Celli della italiana Celli S.p.A., sottolinea anzitutto come le aziende costruttrici di piccole dimensioni siano obbligate a percorrere la via delle innovazioni se vogliono essere presenti nel mercato, ottenendo risultati – positivi o

negativi – spesso indipendentemente dalla validità tecnologica del progetto innovativo. Tuttavia, l'innovazione tecnologica, di per sé, non è sufficiente per garantire il consolidamento e lo sviluppo economico alla società.

L'Autore passa poi a descrivere i principali ostacoli che – allo stato attuale – una ditta incontra quando dà inizio a un processo di in-

Fig. 4 - Rullo compressore montato su due assi. Entrambe le batterie di dischi presentano un profilo particolare. Oltre che con gli aratri a dischi, la sua azione si dimostra vantaggiosa anche con l'aratura convenzionale, livellando e predisponendo al meglio il terreno per la successiva azione disgregatrice affidata al clima
Press roll mounted on two axles. Both the disc gangs have a special profile. It is beneficial not only used in combination with disc harrows, but also with conventional ploughing, because it levels the soil and optimally prepares it for the ensuing disintegrating action of the weather



novazione tecnologica di prodotto:

– carenza di visibilità: il settore della meccanizzazione agricola è ancora lontano dai "media" e, come tale, è sconosciuto ed è – il più delle volte – considerato una comparto economico a basso contenuto tecnologico. Uno sforzo collettivo (costruttori e loro Associazioni, enti di ricerca e sviluppo, università, agricoltori) per aumentare questa "visibilità" condurrebbe a una maggiore disponibilità di risorse economiche e umane da destinare all'innovazione;

– difficoltà di interazione tecnica: lo scenario mondiale presenta un settore costituito da un elevato numero di società; solo le grandi ditte (alcune delle quali multinazionali) riescono a gestire settori di Ricerca e Sviluppo, pianificando interventi nel medio e lungo

Prof. Chamen underlined the significant advantages offered by the "controlled traffic" concept, whereby there is a clear demarcation between cropped and wheeled areas of the field. In this connection, farmers and manufacturers alike should give greater consideration to the gantry tractor, a well developed technology which offers substantial advantages over conventional tractors for the full implementation of controlled traffic.

The viewpoint of the manufacturers

Mr. Celli of the Italian manufacturer Celli S.p.A. first of all underlined how small manufacturers need to innovate in order to survive on the marketplace, and that the results obtained - whether positive or negative - are often independent of the technical validity of the innovative project. Technical innovation by itself is therefore not enough to guarantee consolidation and economic development to a company.

The Author then proceeded to describe the principal obstacles which companies encounter when they try to start an innovation process.

– lack of visibility: the agricultural machinery sector does not get much media coverage; as a result, it is poorly understood and - very often - perceived as a "low tech sector". A joint effort by the manufacturers, the R&D institutions, the universities and the farmers for improving this visibility could create a situation where more human and financial resources area available for research;

– difficulty of inter-company technical co-operation: the agricultural mechanisation sector is made up of a large number of companies world-wide; only the large companies (some of them multinationals) can afford real R&D activities based on medium to long term planning. Small companies, working on a local scale and with difficult access to qualified resources, are forced to concentrate on simpler short-term targets. Technical co-operation – even among companies of different sizes - therefore appears indispensable both for improving products and for offering the far-

Fig. 5 - Aratro a dischi "offset" rainato, con organi lavoranti diversi sui due assi
Trailed "offset" disc harrow, with different types of discs on the two axles



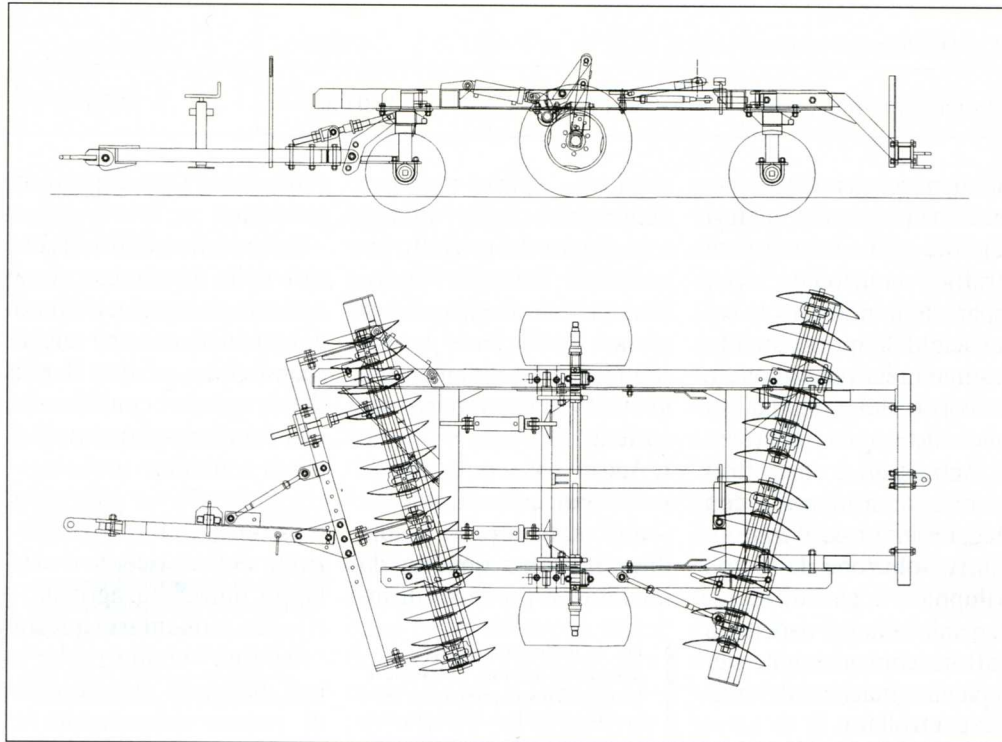
mer components that are integrated, compatible with each other, and easily incorporated into the production system;
 – development of different strategies for innovation: the globalisation of markets requires an ability to satisfy a wide range of technological requirements; in certain circumstances, the best response might not necessarily be an "innovation", but simply an improvement or a design adaptation, a simplification for the operator or the adoption of a more economical production technique. Each manufacturer must therefore identify the technology level and the degree of innovation which is suitable for each of the different contexts in which he operates.

The manufacture of soil tillage equipment must take a great many factors into account (soil, climate, culture, timeliness, etc.), whose complexity and reciprocal interactions add up to countless combinations, and correspondingly many proposed solutions. It should also be noted that machinery manufacturers have often freely interpreted the needs of farmers, effectively constructing different versions of the same basic machine.

With specific reference to the sector of PTO driven tillage equipment, the areas of effective innovation are: improved power transmissions and safety systems; combinations of machines and direct seeding machines; optimising design details on existing machines to reduce energy consumption.

Finally, Mr. Celli noted the possibility that strongly innovative tillage machines may not find acceptance in the market. This is the case of the spader, an implement that was introduced in Italy some 20 years ago, and which to date – despite offering a number of significant advantages over conventional primary tillage techniques – has had very limited commercial success (about 2500 units sold per year).

Mr. Hodge of Simba International (United Kingdom) noted first of all that, in Europe, the two most commonly used implements for primary soil tillage are the mouldboard plough and the disc harrow.



periodo. Le piccole imprese, con mercato locale e scarsa possibilità di accesso a risorse qualificate, concentrano i loro sforzi unicamente su obiettivi semplici e di breve termine. La cooperazione tecnica – anche fra ditte di dimensioni diverse – appare, dunque, indispensabile sia per migliorare i prodotti, sia per mettere in condizioni l'agricoltore di disporre di strumenti fra loro integrati e coordinati, facilmente inseribili nel sistema produttivo;

– sviluppo di differenti strategie di sviluppo: la globalizzazione dei mercati richiede la capacità di rispondere a svariate esigenze tecnologiche; in talune circostanze, tale risposta può non costituire una "innovazione", ma essere semplicemente un miglioramento o un adeguamento progettuale, una semplificazione per

l'operatore, l'adozione di tecnica produttiva più economica. Ogni costruttore, deve, dunque individuare il livello tecnologico e il grado di sviluppo più opportuno per le diverse situazioni in cui opera.

Produrre macchine per lavorazione del terreno implica il considerare numerosissimi fattori (suolo, clima, coltura, tempestività etc.), la complessità e la reciproca interazione dei quali porta a definire una infinita gamma di situazioni diverse e, conseguentemente, la tendenza a trovare una soluzione specifica. In aggiunta a ciò va detto che i costruttori di macchine hanno spesso interpretato liberamente le esigenze degli agricoltori, costruendo – in definitiva – diverse versioni delle stesse macchina base.

Con specifico riferimento al

settore delle macchine per la lavorazione del terreno azionate dalla p.d.p., le aree di effettivo sviluppo innovativo sono, invece, individuabili nel: miglioramento delle trasmissioni e dei sistemi di sicurezza; perfezionamento delle macchine combinate e per la semina diretta; ottimizzazione di dettagli progettuali di macchine esistenti per la riduzione dell'assorbimento di energia.

Da ultimo, evidenzia la possibilità di macchine per la lavorazione con forti caratteristiche innovative non vengano recepite dal mercato. È il caso della vangatrice, operatrice introdotta in Italia 20 anni or sono ma che a tutt'oggi – nonostante presenti una serie di notevoli vantaggi rispetto alle tecniche di lavorazione primaria convenzionali – presenta sbocchi commerciali

The use of the mouldboard plough is a slow operation which moves a large quantity of soil, often working deeper than necessary and leaving the surface open and exposed to atmospheric agents. This in turn can lead to both runoff and erosion, resulting in high concentrations of chemicals in low areas (fields, surface waterways, water tables, etc.) as well as dramatic soil moisture loss, and the formation - in heavy soils - of large clods which must subsequently be broken up. There is also a large expenditure of mechanical energy, aimed ultimately at forming a surface layer which, in medium to heavy soils, tends to already be present at the end of the preceding crop cycle and, in light soils already susceptible to erosion, is at great risk of erosion and runoff.

Likewise the use of the disc harrow, although more economical, is not without drawbacks. In fact, although their high speed (often higher than 12 km/h) makes it possible to obtain high work rates, it also - coupled with an insufficient weight (80 - 100 kg per disc) - produces a very uneven depth of tillage. The need to reach an acceptable depth while at the same time achieving good incorporation of residual straw thus forces the farmer to perform multiple passes. The end result is a highly pulverised soil, susceptible to wind-driven erosion, which in the event of rain becomes totally inaccessible to vehicles.

Of these two tillage systems, the disc harrow seems to offer more benefits under the English conditions, and therefore Simba has developed solutions for further improving its performance. Among these, the author first of all described the use of a special press roll (figure 4); in dry conditions, this improves moisture retention and increases weed seed and trash to soil contact, promotes a firm soil structure, and provides improved traction on the second pass for incorporating straw.

In addition (figure 5), improvements were made to the harrow itself, on the one hand by increasing the weight per disc (100-150 kg/disc) and on the other hand by mounting different diameter

assai limitati (circa 2.500 unità vendute ogni anno). L'Ing. Hodge della Simba International (Regno Unito) considera, innanzi tutto, che in Europa le due operatrici maggiormente impiegate per la lavorazione primaria del terreno sono l'aratro a versoio e l'aratro a dischi.

L'uso dell'aratro a versoio è una operazione lenta e muove una grande quantità di terreno lavorando a profondità spesso eccessive rispetto al necessario ed esponendo una grande superficie di terreno agli agenti atmosferici. Quest'ultimo aspetto è causa sia di erosione e dilavamento con conseguenti alte concentrazioni di "chemicals" in ambienti contigui (terreni, acque superficiali, falde etc.), sia di forte e rapida riduzione dell'umidità del terreno con formazione, nei suoli pesanti, di grandi zolle successivamente da rompere. Vi è poi il grande dispendio di energia meccanica, finalizzato in ultima analisi a formare uno strato superficiale fine che, nei terreni medio-pesanti, è già tendenzialmente presente al termine del ciclo culturale

precedente e che, nei terreni leggeri di per sé soggetti ad erosione, è facilmente e fortemente erodibile e dilavabile.

Anche l'impiego dell'aratro a dischi, sebbene più economico, non è esente da problemi. Infatti, nonostante l'elevata velocità di avanzamento (spesso superiore a 12 km/h) consenta di ottenere grandi capacità di lavoro, essa - associata al ridotto peso degli aratri (80-100 kg per disco) - porta profondità di lavoro estremamente variabili. La necessità sia di raggiungere adeguate profondità, sia di ottenere un buon grado di interrimento della paglia residua, obbliga quindi l'agricoltore a eseguire passaggi multipli. Il risultato finale è un terreno fortemente amminutato e leggero, esposto all'erosione da vento e che, in caso di pioggia, risulta totalmente impraticabile dai mezzi.

Poiché fra i due sistemi di

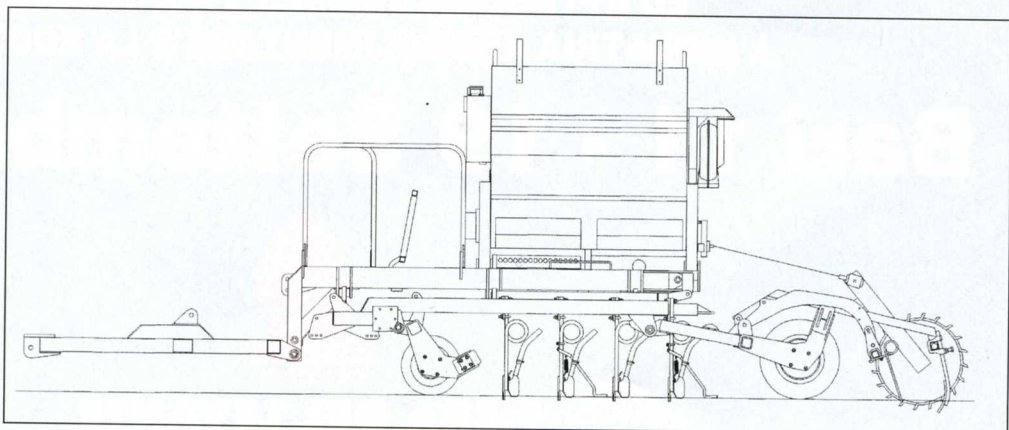
lavorazione, nella condizioni operative inglesi, quello basato sull'aratro a dischi sembra offrire i maggiori benefici, sono state studiate soluzioni per migliorarne ulteriormente le prestazioni.

Fra queste, l'Autore evidenzia, innanzi tutto, l'impiego di un particolare rullo compressore (figura 4); esso permette, in ambiente secco, di migliorare il ritengo idrico e il contatto del terreno con i semi delle malerbe e i residui colturali, aggregare le particelle di terreno, migliorare l'aderenza del trattore impiegato nel secondo passaggio con l'aratro necessario per l'interrimento dei residui.

In aggiunta (figura 5), si è provveduto a migliorare l'aratro in sé, da un lato, aumentando il peso della macchina con l'incremento del peso dei dischi (100-150 kg/disco) e, dall'altro, montando dischi di diametro diverso e con interspazi differenti sui due assi dell'aratro (anteriore: $\varnothing = 70$ cm, interspazio = 25 cm; posteriore: $\varnothing = 76$ cm, interspazio 30 cm). I vantaggi correlati si riferiscono a:

- maggior penetrazione nel

Fig. 6 - Seminatrice trainata in grado di rifinire la preparazione del terreno, seminare e rullare
Trailed seed drill capable of completing soil preparation, sowing and rolling



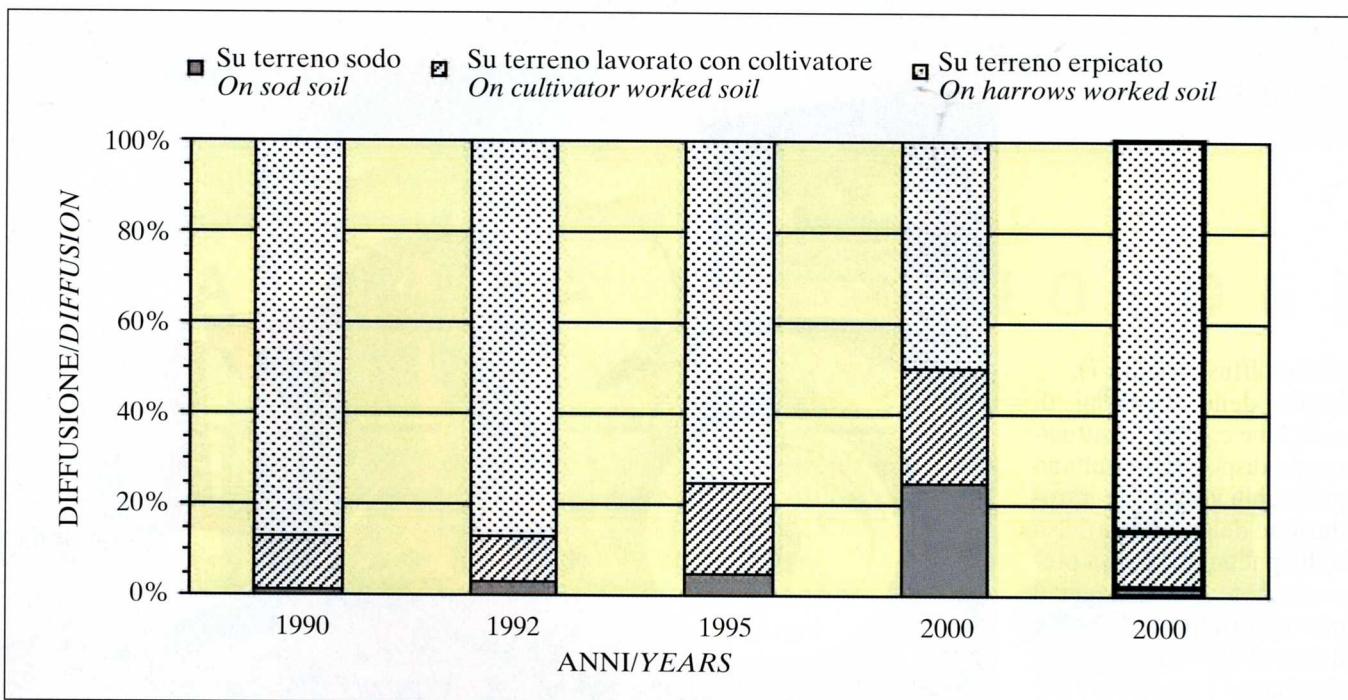


Fig. 7 - Diffusione delle tecniche di lavorazione in Europa. Le previsioni evolutive fatte nel 1993, a cui si riferiscono i primi cinque istogrammi, non hanno trovato conferma nelle previsioni del 1998 (ultimo istogramma); viene, infatti, confermata la preponderanza della tecnica convenzionale basata sulla aratura, erpicatura e semina
Diffusion of soil cultivation methods in Europe. The 1993 forecasts, to which the first five histograms refer, were not confirmed by the 1998 forecasts (last histogram); in fact, the data confirms the predominance of the conventional method, based on ploughing, harrowing and sowing

terreno (fino a 5 cm) con incremento della profondità di lavoro per singolo passaggio;

- lavorazione dei due assi a diversa profondità con conseguente formazione di zolle di minor dimensioni e minor pericolo di formazione della "suola";
- riduzione della forza di trazione.

La combinazione di questo nuovo tipo di aratro a dischi con il rullo compressore, permette di ridurre a un solo passaggio la lavorazione. Dopo l'operazione di diserbo, segue la semina che può essere attuata con una particolare operatrice in grado di perfezionare l'aminutamento superficiale, seminare e rullare lo strato seminato (figura 6), ottimizzando l'impiego dell'umidità contenuta nel suolo.

In questo modo, anche in suoli pesanti, è possibile attuare la messa a coltura in soli tre passaggi, impiegando unicamente macchine trainate; l'ulteriore razionalizzazione tecnico-economica di questo sistema completo contempla l'inserimento anche di una leggera ripuntatura (20-30 cm), impiegando un aratro a dischi con 3-5 ripuntatori interposti tra le due batterie di di-

schini disposti a "tandem". La relazione dell'Ing. Weiste, della tedesca Kverneland-Accord, offre una panoramica delle attuali possibilità attualmente offerte in termini di combinazione delle operazioni di lavorazione preparazione del ter-



reno e semina.

Le ragioni più importanti per svolgere contemporaneamente tali operazioni sono il risparmio di tempo e la diminuzione dei costi di produzione. I vantaggi più consistenti si hanno sui terreni fortemente argillosi e quanto maggiore risulta la superficie lavorata. Infatti, se il costo per ettaro della semina diretta rispetto a quello della tecnica convenzionale (aratura, erpicatura, semina) è di circa la metà per superfici di 100 ha, si riduce a un quarto lavorando 400 ha.

Ciò nonostante, forse a causa delle dimensioni medio-piccole delle aziende agricole e delle particolari forme di rotazione, in Europa l'aratro a versoio è ancora

discs front to rear with different disc spacing from front gang to rear gang (front: $\varnothing = 70$ cm, spacing = 25 cm; rear: $\varnothing = 76$ cm, spacing 30 cm). This arrangement brought the following advantages:

- greater soil penetration (up to 5 cm) with increased tillage depth for a single pass;
- because the two harrow axles are working at different depths, the clods formed are smaller and there is less likelihood of disc panning;
- reduced horsepower usage.

This new type of disc harrow, used in combination with the press roll, makes it possible to achieve single pass cultivation. The weeding operation is followed by sowing, which can be carried out using a special drill capable of completing surface pulverisation, seeding and rolling the planted layer (figure 6), thereby reducing the potential for moisture loss.

In this way, even on heavy soils, the potential to establish a crop in three passes, using trailed machines exclusively, becomes a possibility. The next step for refining this system and reducing costs is the addition of shallow subsoiling (20-30 cm), using a soil conditioner with 3-5 subsoiler shanks interposed between the two gangs of discs arranged in tandem.

In his paper Mr. Weiste, of the German company Kverneland-Accord, presented an overview of the solutions currently available for combining cultivation and sowing.

The most important reasons for carrying out these operations simultaneously are savings in work time and reduced production co-

molto diffuso (figura 7). Molte delle soluzioni di macchine combinate attualmente disponibili, risultano praticabili grazie alla introduzione delle seminatrici a righe pneumatica; essa presenta notevoli vantaggi il più importante dei quali è il ricorso alla "agricoltura di precisione", mediante l'impiego di dispositivi elettronici di controllo integrati sia con la mappatura degli appezzamenti, sia con il controllo satellitare della posizione sull'appezzamento (dGPS).

Allo stato attuale, le macchine combinate che si possono prospettare sono le seguenti:

- combinate-portate: di sempre più largo uso su terreni leggeri, sono costituiti da un erpice generalmente azionati dalla p.d.p. e da una seminatrice. I vantaggi riguardano l'elevata velocità di avanzamento e l'assorbimenti di potenza contenuto; le larghezze di lavoro sono di 3,0÷4,5 m;
- combinate-trainate: im-



piegano erpici fissi, coltivatori e seminatrici, utilizzabili anche separatamente. Generalmente trovano impiego in aziende di grandi dimensioni (500-2.000 ha); le larghezze di lavoro sono di 4,0÷6,0 m;

- combinate modulari-trainate: recentemente alcune ditte costruttrici offrono soluzioni modulari che ad ogni agricoltore danno la possibilità di selezionare la combinazione di macchine più idonea. Vi sono, infine, le combinate integrate per la semina

diretta su terreno non lavorato, diversificate negli organi assolcatori.

Nelle sue conclusioni, l'Autore prospetta nel breve termine in Europa un progressivo maggior ricorso all'uso di macchine combinate su terreni lavorati sia con aratro, sia con semplici coltivatori. In questo senso, i costruttori sono chiamati a uno sviluppo degli organi assolcatori delle seminatrici che, in futuro, dovranno garantire la perfetta deposizione del seme nel terreno posto nelle più svariate con-

dizioni (elevata umidità, presenza di residui colturali etc.).

Per l'Est-Europa cerealicolo, invece, si prospetta una larga diffusione della non-lavorazione e della semina diretta che - considerate le condizioni pedo-climatiche e le dimensioni aziendali - comporterebbe enormi risparmi di tempo, il razionale uso delle risorse idriche del terreno, la prevenzione dall'erosione e un ridotto (circa il 50%) investimento unitario di macchinari.

Marco Fiala

sts. The greatest advantages are obtained on heavy clay soils and large cultivated areas. In fact, the cost per hectare of direct seeding is about half that of conventional methods (ploughing, harrowing, sowing) for surfaces of 100 ha, but goes down to one fourth of that value for 400 ha. However, notwithstanding this advantage, and perhaps because of the medium to small size of farms and the particular crop rotations, in Europe the mould-board plough is still widely used (figure 7).

Many of the currently available combined machinery solutions have been made possible by the introduction of the pneumatic seed drill; this implement offers si-

gnificant advantages, the most important being the implementation of "precision agriculture" through the use of electronic controllers integrated with both field mapping and satellite control of the position on the field (dGPS). At present, the possible combined machinery solutions are the following:

- coupled combination-mounted: increasingly used on lighter soils, they consist of a power harrow, generally driven by the PTO, combined with a seed drill. The advantages are high working speed and lower energy consumption; the working widths are between 3.0 - 4.5 m;
- coupled combination-trailed: consisting of harrows, cultivators

and seed drills which can also be used separately. Generally found on large size farms (500-2.000 ha); the working widths are between 4.0 - 6.0 m;

- modular combinations-trailed: some manufacturers have recently offered modular solutions which allow each farmer to select the most appropriate combination of machines.

Finally, there are the integrated combinations for direct seeding with minimum-till or no-till, with different types of coulters.

In his conclusions, the Author predicts that, in the short term, Europe will see increased use of combined machinery on both ploughed and simply cultivated land. In this connection, the ma-

nufacturers are called upon to develop the coulters of seed drills which, in the future, will have to guarantee perfect placement of the seed in the soil under widely diverse conditions (high moisture, presence of crop residues etc.).

For the grain-growing farms of Eastern Europe, on the other hand, minimum or no-till seeding will be the right option because - in view of the pedo-climatic conditions and the farm sizes - it would permit enormous savings in time, improve utilisation of the water resources of the soil, prevent erosion and reduce the per hectare investment on machines (by approx. 50%).

Mario Fiala

ovunque si debba trasformare potenza in lavoro

le vostre idee possono fidarsi di noi



GRUPPO BONDIOLI & PAVESI



BONDIOLI & PAVESI

ALBERI CARDANICI AGRICOLI
ALBERI CARDANICI INDUSTRIALI
SCATOLE INGRANAGGI



BIMA

SCATOLE INGRANAGGI AD ASSI PARALLELI



DINOIL

VALVOLE DI CONTROLLO DIREZIONALE



FIRA

SCAMBIATORI DI CALORE



HP HYDRAULIC

POMPE E MOTORI A PISTONI ASSIALI



OLEODINAMICA GMM

POMPE E MOTORI AD INGRANAGGI
MICROCENTRALINE

**Cinquant'anni di esperienza
e una sinergia completa di prodotti
nel settore della trasmissione di potenza
fanno del gruppo Bondioli & Pavesi
il partner ideale per realizzare
con successo le vostre idee.**

B&P immagine

home page • www.bypy.it



**BONDIOLI
& PAVESI**



BONDIOLI & PAVESI s.p.a. - Via 23 Aprile 35/a - I 46029 SUZZARA (MN)
Tel.: +39 03765141 - Telefax: +39 0376531382 - E-mail bypy@bypy.it - Telex 300513BYPY I