

## Le macchine a vapore in agricoltura

### I. PREMESSA

I primi esperimenti tesi a sfruttare l'energia che si sviluppa nel cambiamento di stato, con il passaggio dalla fase liquida a quella gassosa, vengono fatti risalire al periodo ellenico. Per avere le prime descrizioni di apparecchi impiegati nel sollevamento dell'acqua sfruttando l'energia del vapore bisogna attendere la prima metà del 1600: G. Della Porta (1601), S. de Caus (1615), G. Branca (1629).

La pentola a pressione di Denis Papin (1679) ha consentito di concepire le soluzioni meccaniche atte a utilizzare l'energia del vapore, a partire dal pompaggio dell'acqua dalle miniere di carbone con la pompa a vapore ideata da Savery (1698) e, successivamente, con la macchina realizzata da Newcomen (1705).

È però lo scozzese James Watt che, intervenendo sulla macchina di Newcomen, giunse a ideare il motore a vapore a stantuffo (1765); motore che, consentendo di ottenere potenze molto superiori a quelle fino ad allora disponibili, ha svolto un ruolo importante nell'avvio della rivoluzione industriale. Alla prima applicazione nell'estrazione e trasporto del carbone, principale fonte energetica del motore a vapore, seguirono quelle del trasporto (su strada, per ferrovia e per acqua) e nell'industria (del tessile e delle fonderie). Nel 1803, l'americano Fulton costruì in America il primo battello azionato a vapore; nel 1814 l'inglese Stephenson realizzò la prima vera locomotiva a vapore che consentì nel 1821 di inaugurare, in Inghilterra, la prima linea ferroviaria.

Una significativa evoluzione per l'utilizzo dell'energia del vapore per produrre energia meccanica è stata la turbina a vapore, che sfrutta l'energia cineti-

\* *Presidente dell'Accademia di Agricoltura di Torino*

ca del vapore, in modo simile a quello delle turbine idrauliche. Il suo utilizzo si è avuto soprattutto in marina e nelle centrali termoelettriche con potenze anche di diverse migliaia di kW, con pressioni di esercizio spesso superiori ai 100 bar e con buoni rendimenti.

In ogni caso, il ciclo termodinamico che sta alla base di ogni motore a vapore, saturo o surriscaldato, è il ciclo di Rankine.

Mentre il motore a vapore a stantuffo è ormai entrato in disuso nell'ambito della trazione su strada e ferroviaria e anche della propulsione navale, soppiantato dal motore Diesel e dall'energia elettrica, l'applicazione ancora oggi in vigore del ciclo Rankine, è quella degli impianti fissi a turbina per la produzione, con elevati rendimenti e grandi potenze, di energia elettrica.

In sintesi si può affermare che, se è alla seconda metà del Settecento che risalgono i primi tentativi di utilizzazione dell'energia del vapore, è solo nel corso dell'Ottocento che si realizza l'affermazione del motore a vapore. In agricoltura, l'800 è il secolo in cui si ha il graduale passaggio dal lavoro manuale e animale a quello meccanico fornito dall'energia del vapore, dando così l'avvio al processo di meccanizzazione agricola che si svilupperà nel secolo successivo, sia pure con diversi tipi di propulsori.

Le applicazioni in agricoltura delle macchine a vapore riguardano due tipologie di impiego. La prima è quella a cui si è già fatto riferimento, e riguarda l'utilizzazione dell'energia meccanica prodotta dal motore a vapore (locomobile e locomotiva), nei lavori di produzione e trasformazione delle produzioni agricole. La seconda investe invece l'impiego diretto del vapore nella disinfezione del suolo e dei magazzini di stoccaggio delle derrate alimentari, ancora oggi praticata.

## 2. IMPIEGO DEL MOTORE A VAPORE

La macchina a vapore più importante in campo agrario è stata la locomobile che per molti anni ha trovato impiego specialmente nel lavoro di trebbiatura.

La macchina era generalmente azionata da un motore a vapore saturo, prodotto con caldaia a tubi di fumo. Il tutto era montato sopra un telaio in ferro; soluzione che ne rendeva il trasporto relativamente facile (figg. 1-2).

Il motore, generalmente monocilindrico, aveva potenza di 4-30 kW, un regime di 150-220 giri/min, con una pressione di esercizio di 8-10 bar. L'alimentazione era prevalentemente a carbone, ma anche a paglia o altro combustibile. Il consumo specifico di carbone era pari a 1,5-3 kg/kWh, con un rendimento totale, incluso il generatore di calore, inferiore al 5%.

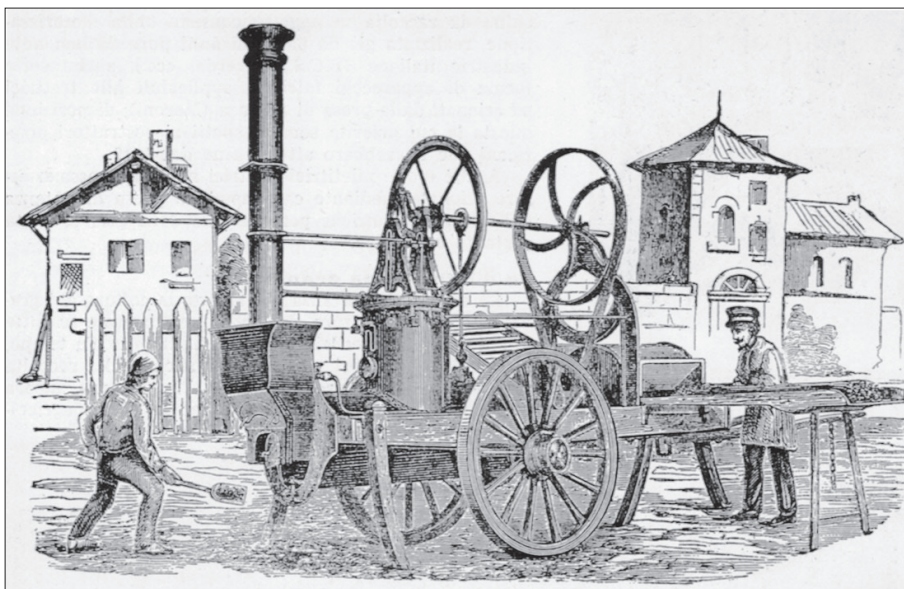


Fig. 1 *Locomobile a vapore per la trebbiatura*

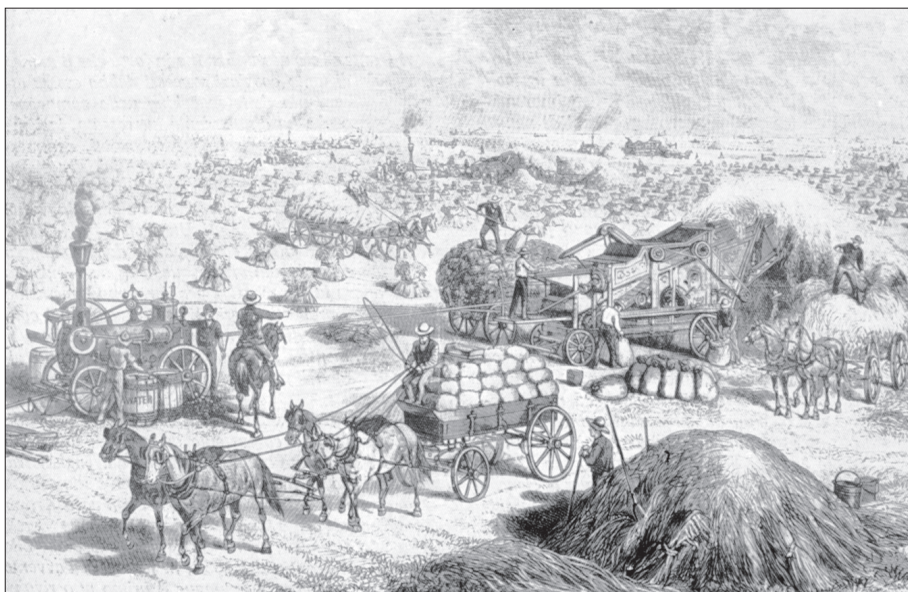


Fig. 2 *Rappresentazione del lavoro di trebbiatura del frumento con l'impiego della macchina a vapore*

Le locomotive agricole essendo semoventi erano impiegate in campo nei lavori di mietitura, mietitrebbiatura e, soprattutto, di aratura. La macchina era azionata da un motore a vapore saturo o surriscaldato. La trasformazione da vapore saturo, prodotto dalla caldaia, a vapore surriscaldato, avviene portando il vapore a una temperatura superiore a quella di saturazione senza variare la pressione. I surriscaldatori inseriti tra la caldaia e il motore erano costituiti generalmente da una serie di tubi di diametro compreso tra i 20 e i 40 mm, piegati a S o a U, percorsi all'interno dal vapore proveniente dalla caldaia e lambiti esternamente dai fumi della combustione.

La potenza dei motori montati sulla locomotiva agricola era generalmente compresa tra i 30 e i 200 kW. Il regime del motore raggiungeva i 250-450 giri/min, con una pressione di esercizio di 12-15 bar. Il consumo specifico di carbone era di 0,6-1,3 kg/kWh, con un rendimento totale intorno al 10%.

Va detto che nel tempo, col crescere delle potenze e col miglioramento dei materiali e delle tecniche costruttive, i rendimenti si sono sensibilmente elevati.

L'impiego prevalente della locomotiva a vapore in agricoltura è stato quello del lavoro di aratura, eseguito prima col sistema della trazione funicolare e poi con quello della trazione diretta.

Mentre in Inghilterra stava nascendo la trazione funicolare con l'impiego della locomotiva, di cui diremo, in Italia i fratelli Selmi, fra il 1864 e il 1867, sperimentarono la trazione funicolare nella lavorazione del terreno con l'impiego degli animali. Miglioramenti sostanziali al sistema Selmi-Zangirolami furono apportati da Antonio Pacinotti, con la trazione cosiddetta polispastica da lui proposta e sperimentata, e di cui riferì proprio all'Accademia dei Georgofili con due memorie presentate nelle adunanze del 6 dicembre 1903 e del 6 maggio 1906. La trazione polispastica, grazie all'interposizione sulla linea di tiro di un paranco moltiplicatore della forza di trazione, permetteva di compiere arature profonde anche con l'impiego dei buoi. Anche se l'evolversi dei mezzi meccanici di trazione ha confinato il sistema Pacinotti prima ancora che se ne effettuasse la diffusione, a lui va il merito di avere proposto l'effettuazione delle lavorazioni profonde utilizzando la trazione animale.

L'idea della trazione funicolare con l'impiego della forza motrice a vapore si ebbe nel 1832 e va attribuita a J. Heatcoat e J. Parkes. Essi pensarono di utilizzare un cavo di trazione azionato da una locomotiva fissa. Il sistema venne attuato nel 1834 con l'impiego dell'aratro bilancere del Prats (fig. 3). Esso consisteva in una locomotiva fissa azionante due tamburi e da un carro pure dotato di puleggia, con funzione di ancora, messi di fronte sui lati opposti del campo in modo da azionare una fune nel moto di andata e ritorno. L'aratro trainato dalla fune, si muoveva così a spola tra l'una e l'altro. La sperimen-

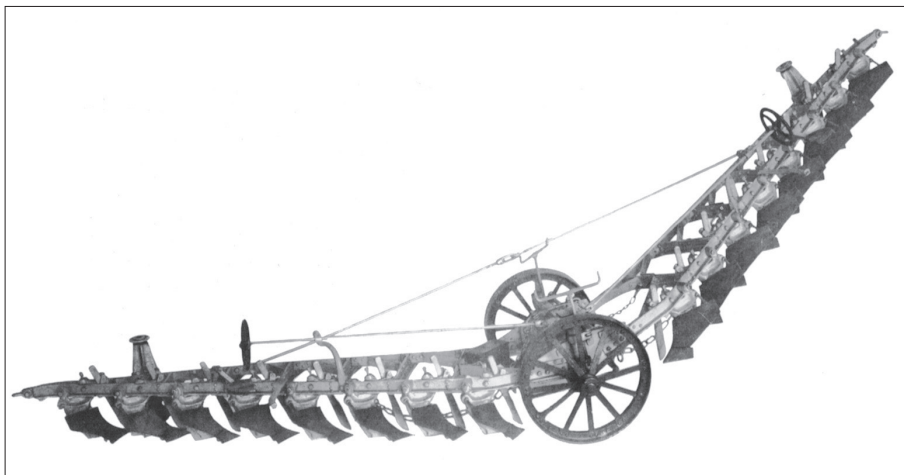


Fig. 3 *Aratro a bilancere del Prats*

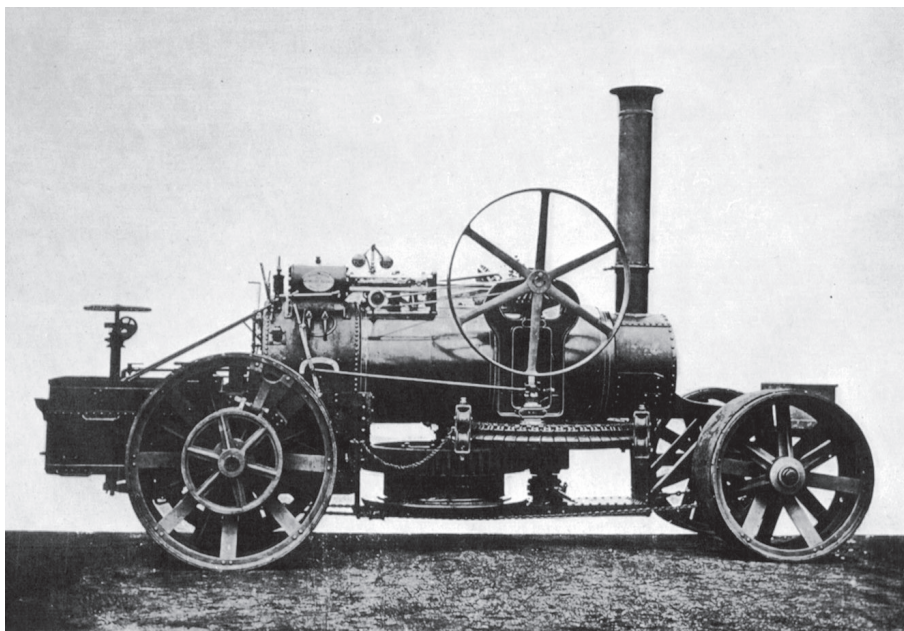
tazione di questo sistema, causa la complessità con cui venne realizzato, non ebbe successo, ma a essa va il merito di aver dato l'avvio a una serie di studi e sperimentazioni volti al suo perfezionamento. Si cominciò cioè a credere nella possibilità di trovare una soluzione tecnicamente valida ed economicamente conveniente per effettuare l'aratura a vapore.

Il merito di avere trovato per primo la soluzione razionale e praticabile va all'ing. John Fowler di Leeds. Inizialmente (1845), Fowler impiegò una locomotiva fissa su un lato del campo, dotata di due tamburi azionanti il cavo di traino che, guidato da pulegge montate su due carri ancora posti sul lato opposto del campo, induceva il moto a spola all'aratro bilancere (figg. 4-5). Le difficoltà incontrate spinsero successivamente Fowler al sistema con due locomotive fisse posizionate ai lati opposti del campo, sistema che porta il suo nome e che venne poi adottato su larga scala.

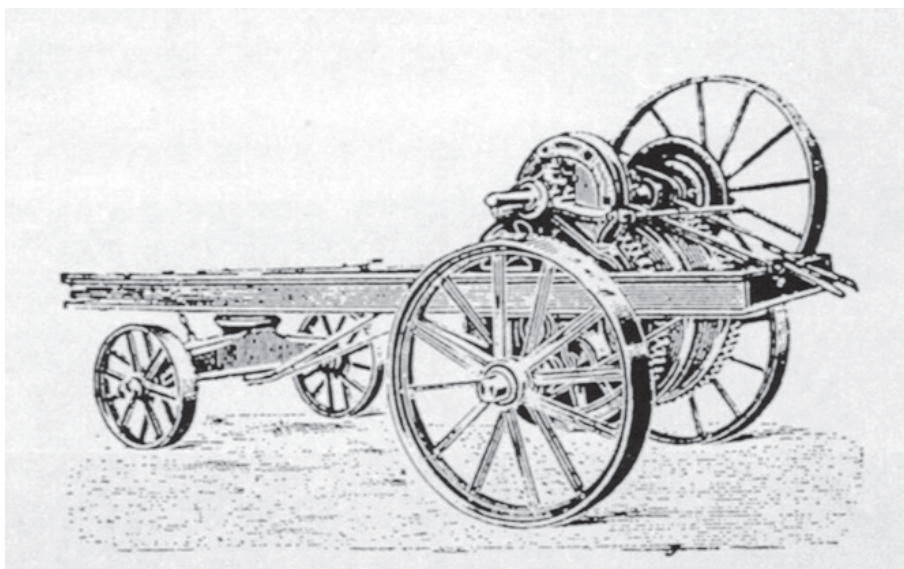
Il sistema di trazione funicolare a vapore con fune circondante il campo, si affermò per opera dei fratelli Giacomo e Federico Howard di Bedford. Essi nel 1860, iniziarono a costruire propri apparecchi che, dopo alcuni perfezionamenti, trovarono larga applicazione in agricoltura.

In Italia i primi esperimenti di motoaratura a vapore col sistema funicolare furono eseguiti nell'Agro Romano nel 1872, per iniziativa del Ministero dell'Agricoltura che, sin dal 1867, aveva acquistato l'apparecchiatura Howard per l'azienda di Caorle di proprietà delle Assicurazioni Generali Venezia; apparecchiatura non impiegata per alcuni anni per mancanza di personale qualificato alla conduzione.





*Fig. 4 Locomotiva a vapore con puleggia per la trazione funicolare dell'aratro*



*Fig. 5 Carro con doppia puleggia avente funzione di ancora nella trazione funicolare dell'aratro*

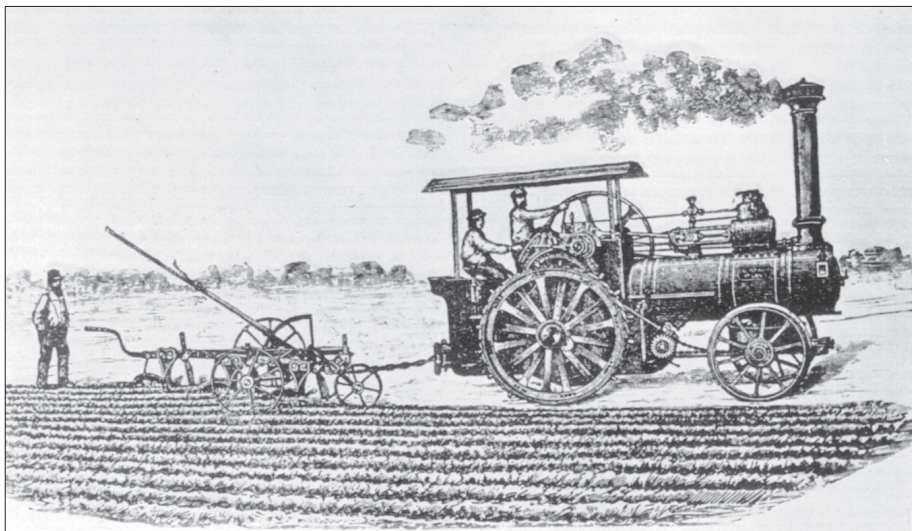


Fig. 6 Aratro Ceresa per l'aratura a trazione diretta

Nel 1875, sempre da parte del Ministero dell'Agricoltura, si eseguirono prove con l'impianto Fowler in provincia di Ferrara, ove fu premiato il già ricordato apparecchio per la trazione funicolare animale di Selmi-Zangirolami. A questi esperimenti seguì la costruzione di diversi apparecchi da parte di Ditte italiane che si affermarono non solo in Italia ma anche all'estero.

Per quanto invece riguarda l'aratura con trazione diretta, i primi esperimenti, eseguiti in Francia nel 1845 da Barrat e in Inghilterra nel 1855 da parte di Boydell, furono infruttuosi a causa dell'elevato peso delle locomotive. Queste infatti, malgrado il ricorso a primordiali sistemi di cingolatura, affondavano nel terreno, compromettendo così la possibilità di lavorazione.

Il merito di aver introdotto la trazione diretta con locomotiva a vapore spetta all'ingegnere Pietro Ceresa Costa di Piacenza. Siamo nel 1879 quando l'ingegnere piacentino trae l'ispirazione per la sua realizzazione vedendo all'opera le locomotive stradali del Genio Militare, già abbastanza perfezionate. Per renderle atte alla trazione dell'aratro, Ceresa pensò di spostare l'attacco dell'aratro lateralmente alla locomotiva, in modo che essa potesse avanzare sul terreno sodo (fig. 6). Per ridurre l'inconveniente causato dal momento che si veniva a creare per il fatto di non avere la linea di tiro sulla verticale dell'avanzamento, applicò al cerchione della ruota anteriore, su suggerimento dell'ingegner Morosini, l'armilla che divenne poi di uso generale sulle trattrici. Inoltre, per aumentare l'aderenza dotò le ruote posteriori, larghe 40 cm, di spuntoni. La locomotiva

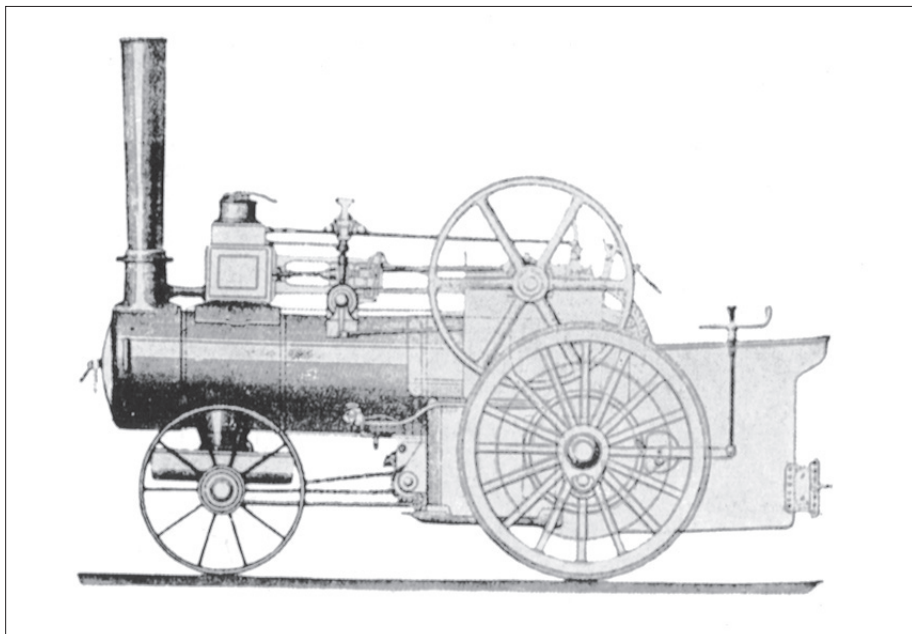


Fig. 7 Locomotiva a vapore Marshall impiegata nella trazione diretta dell'aratro

impiegata era una Marshall e Sons della potenza di 5 kW. Il peso raggiungeva le 12 tonnellate, per cui il rapporto massa/potenza era di ben 2400 kg/kW, cioè circa 60 volte superiore a quello delle attuali trattrici (fig. 7).

Le prove per il traino di bivomeri e trivomeri, progettati dallo stesso Ceresa (aratro Ceresa), vennero eseguite a Roma nel 1883 e a Torino, in occasione dell'Esposizione Italia del 1884. Sebastiano Lissone, in occasione dell'Esposizione torinese, scrisse che, essendo il prezzo di mercato della locomotiva di 16.500 lire e quello del polivomere di 1000 lire, il costo della motoaratura poteva essere inferiore a quello dell'aratura fatta con i buoi. Egli citò l'esempio di un certo signor Gusmani di Ferrara che vendette dieci coppie di buoi per acquistare una "aratrice" a vapore. Ne ottenne un costo annuo di motoaratura dei terreni della sua azienda pari a 5.730 lire, mentre con i buoi, la spesa ordinaria annua era stata di 12.000 lire, cioè circa il doppio.

Sta di fatto che nel 1887 gli apparecchi di motoaratura presenti in Italia erano già 37 contro i 12 della trazione funicolare meccanica. Inoltre dopo i risultati ottenuti dall'ingegner Ceresa, sistemi analoghi vennero costruiti anche all'estero e in special modo in Inghilterra, paese nel quale si fece ricorso a locomotive a vapore surriscaldato, con potenze che raggiungevano i 70 kW,





Fig. 8 *Trattore a vapore Advance Rumely*

in grado di eseguire la lavorazione con aratri anche di sei vomeri. In Italia locomotive di elevata potenza furono realizzate dalla Breda che per molto tempo costruì anche locomobili e carri ancora per la trazione funicolare.

L'impiego delle locomotive, oltre che per l'aratura in trazione diretta venne anche attuato nei lavori di mietitura, utilizzando mietitrici a spinta (1871) e, in California, anche di mietitrebbiatura (1890); impiego che in Italia non trovò diffusione.

Le locomotive agricole a vapore costruite nei primi decenni del 1900, oltre avere potenza e rendimenti più elevati, erano anche decisamente più leggere rispetto ai primi modelli del secolo precedente. Ne è un esempio il trattore a vapore "Advance Rumely" costruito nel 1920 nell'Indiana (USA). Tale macchina, dotata di motore bicilindrico per una potenza di 44 kW, pesava a vuoto 12.500 kg. Il rapporto massa/potenza era quindi di 280 kg/kW, cioè 6-7 volte superiore a quello delle moderne trattrici a ruote (fig. 8).

### 3. MACCHINE A VAPORE PER LA DISINFESTAZIONE DEL TERRENO

Nel nostro paese più di 5000 ha di terreno agrario, sostanzialmente quelli del comparto ortofloricolo, sono interessati alla disinfestazione essenzialmente

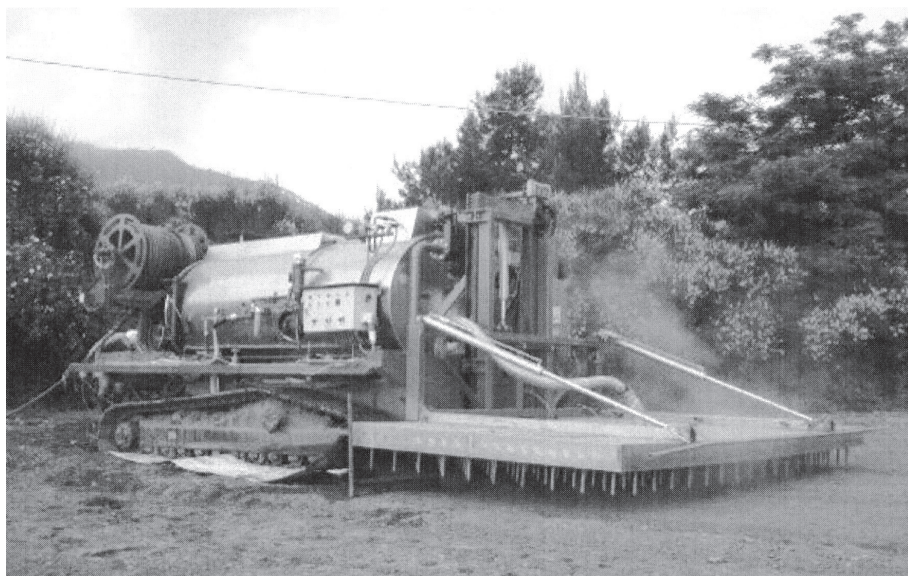


Fig. 9 *Trattamento per la disinfestazione del terreno con vapore surriscaldato a iniezione in contro flusso*

mirata alla lotta ai nematodi. Dagli anni Sessanta del secolo scorso a fine 2005, anno nel quale a causa del forte impatto ambientale ne è stato introdotto il divieto sancito dal protocollo di Montreal, il trattamento più diffuso per efficacia e costo relativamente contenuto, era la fumigazione effettuata con il Bromuro di Metile. Dopo la messa al bando, è seguita l'immissione sul mercato di prodotti alternativi ma meno efficaci per i quali l'UE ha avviato un processo di revisione, destinato, quasi certamente, a escluderne buona parte.

In questa prospettiva di drastica riduzione dei possibili trattamenti chimici, insieme alla messa in atto di interventi di natura agronomica e biologica, sono stati sperimentati con successo metodi basati sul riscaldamento del suolo nello strato interessato dalle radici delle colture. Tra questi vi sono i trattamenti con vapore surriscaldato, per i quali si sono definiti i livelli di temperatura e i tempi di persistenza degli stessi, letali per i parassiti nematodi e per i semi delle erbe infestanti.

L'impiego del vapore nella disinfestazione del suolo in realtà risale al 1800; impiego che continuò a diffondersi sino all'inizio degli anni sessanta del secolo successivo, e cioè sino a quando il Bromuro di Metile ha preso il sopravvento.

Le tecniche impiegate per la geodisinfestazione con vapore possono essere ricondotte ai seguenti sistemi di distribuzione: dalla superficie, sotto la su-

perficie, in controcorrente, cioè sia dalla superficie e sia da sotto la superficie.

Prove sperimentali hanno messo in luce come l'applicazione del vapore surriscaldato a livello sub-superficiale garantisca una maggiore efficacia sui parassiti e minori consumi energetici. Si è anche visto che con l'applicazione simultanea di vapore sopra e sotto la superficie del terreno si creano due flussi in controcorrente, con il risultato di ottenere temperature omogenee e tempi di persistenza delle stesse, nello strato di suolo interessato, che garantiscono buoni risultati nell'intervento di disinfestazione.

È stato così realizzato un prototipo, equipaggiando una macchina semovente cingolata con un generatore di vapore (fig. 9). Il sistema di distribuzione del vapore è stato posto nella parte anteriore della macchina e consiste in una piastra di 2,5 m x 2,0 m, sulla quale sono stati alloggiati 99 distributori che, attraverso 4 fori, insufflano il vapore a una profondità di 18 cm. Sul telaio portante gli iniettori, è stata installata una campana i cui bordi sono stati dimensionati in modo da essere parzialmente interrati durante l'iniezione. La campana ha la funzione di raccogliere le dispersioni di vapore, dovute alla non perfetta adesione degli iniettori al suolo, creando così un secondo flusso di vapore dalla superficie verso il basso. L'alimentazione dell'acqua avviene attraverso una tubazione che può essere connessa a una cisterna posta a bordo campo o, se esiste, alle bocchette dell'impianto di irrigazione.

L'applicazione è effettuata, come nei normali sistemi a piastra, in modo *stop and go*. La campana viene poggiata sulla superficie per il tempo stabilito di applicazione del vapore, al termine del quale viene sollevata facendo avanzare la macchina per il tratto necessario all'effettuazione dell'applicazione successiva. La macchina è in grado di avanzare e operare in modo completamente automatico.

#### 4. OSSERVAZIONI CONCLUSIVE

L'introduzione della macchina a vapore in agricoltura, sia come locomobile e sia come locomotiva, è stata una tappa fondamentale, non solo del processo di meccanizzazione ma anche per la crescita dell'intero settore primario.

L'Inghilterra è stato il paese che più ha contribuito allo sviluppo delle macchine a vapore e al loro impiego anche nel settore agricolo.

L'Italia ha dato il suo contributo attraverso la costruzione di macchine destinate non solo al mercato nazionale, ma anche a quello estero.

La ripresa dell'impiego del vapore dopo la messa al bando del Bromuro di Metile ha dato ottimi risultati nella lotta contro i nematodi e i semi delle

erbe infestanti; il suo impiego su larga scala è però frenato dalla forte spesa energetica e dai costi che essa comporta.

#### RIASSUNTO

La macchina a vapore trova applicazione in agricoltura nel 1800, in sostituzione del lavoro dell'uomo e degli animali. Ciò avviene con l'introduzione della locomobile impiegata nelle operazioni a punto fisso e, in particolare, nella trebbiatura, e della locomotiva, utilizzata in pieno campo soprattutto nel lavoro di aratura, sia con trazione funicolare e sia con trazione diretta. Alla fine del '900 risalgono invece le macchine semoventi impiegate per la disinfezione del suolo con vapore surriscaldato.

#### ABSTRACT

Steam engines were adopted in agriculture around mid-nineteenth century in order to save human and animal labour. First applications were fixed point operations, mainly threshing, with steam engines installed on carts moved by animals. Afterwards self-propelled engines were developed for field operations, in particular ploughing (steam ploughing). In this case the implement was directly connected to the engine or pulled across field by a winch installed on it. Self-propelled machine for soil disinfection by superheated steam were also adopted since the end of 1900.

#### BIBLIOGRAFIA

- AA.VV. (1967): *Agricoltura e civiltà delle macchine*, Ente Autonomo per le fiere di Verona.
- MERLI N. (1941): *Macchine agricole*, vol. I, *Motori agricoli*, Società editrice internazionale, Torino.
- PACINOTTI A. (1906): *Circa la trazione polispastica*, «Atti R. Accademia dei Georgofili», Firenze.
- PACINOTTI A. (1904): *Circa la trazione polispastica di coltri bivomeri in terreni argillosi*, «Atti R. Accademia dei Georgofili», Firenze.
- SCOTTON M. (1961): *Lezioni di Meccanica Agraria*, parte II, *Motori agricoli*, Università degli Studi di Perugia.
- STEFANELLI G. (1949): *Meccanica agraria*, vol. I, parte generale e motori agricoli, Casa Editrice prof. Riccardo Patron, Bologna.