

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dip. AGRONOMIA ANIMALI ALIMENTI RISORSE NATURALI E AMBIENTE

Dip. TERRITORIO E SISTEMI AGRO-FORESTALI

Corso di laurea in SCIENZE E TECNOLOGIE VITICOLE ED ENOLOGICHE

**ANALISI DELLE COMPONENTI STRUTTURALI DI
IRRORATRICI ELETTRIFICATE**

RELATORE:

Dott. Marco Sozzi

Matricola n. 2045971

LAUREANDO:

Edoardo Lovatello

Anno Accademico 2023-2024

RIASSUNTO

Oggi giorno l'ambito agricolo sta affrontando un cambiamento molto importante dal punto di vista dell'innovazione, segnatamente con la finalità di rispondere ai fabbisogni e alle esigenze della popolazione. A queste problematiche si è attuato un sistema di agricoltura di precisione, basata sull'introduzione di sistemi elettronici per il controllo delle operazioni colturali al fine di fronteggiare meglio le sfide che si presenteranno da qui ai prossimi decenni. Lo scopo principale di questa tesi è appunto l'approfondimento di questa particolare tecnica di agricoltura, con uno speciale riferimento ai principali componenti applicabili alle diverse operazioni attuate in campo. Si analizzano tutte le strumentazioni che compongono un atomizzatore indagando e descrivendo tutte le componenti, classificandone una ad una, presentando le varie differenze. Successivamente è stato inoltrato il delicato argomento dell'elettificazione dei vari macchinari, precisamente dell'irroratrice, attrezzo molto discusso considerato l'inquinamento apportato durante le operazioni nel corso degli anni a causa della dispersione dei prodotti fitosanitari. Queste ultime vengono descritte mettendo in evidenza i loro punti di forza e i vantaggi che apportano, in primis la precisione durante le lavorazioni, la manovrabilità e il controllo molto pratico e affidabile, in modo tale che l'operatore non si trovi costretto a discostare la sua attenzione dall'attrezzo al trattore. Inoltre vengono messe in risalto le funzionalità e la facilità delle operazioni grazie al ruolo della pompa e di tutte le sue componenti, fondamentali per trasportare il liquido dal serbatoio ai punti di erogazione mettendo in pressione la miscela nel circuito idraulico, passando per tutti i circuiti fuoriuscendo dagli ugelli. Quest'ultimi, grazie ai modelli elettrificati più recenti, permettono di gestire le quantità di miscela espulsa destinata alla vegetazione. Infine sono evidenziati vari modelli di atomizzatori elettrificati ed è stata esposta la loro composizione.

ABSTRACT

Nowadays the agricultural industry is facing a very important change from the viewpoint of innovation, in particular with the aim of responding to the requirements and needs of the population. A precision agriculture system has been implemented to these issues, based on the introduction of electronic systems for the control of cultivation operations in order to better face the challenges that will have to be faced between no time in the coming decades. The main purpose of this thesis is precisely the deepening of this particular agricultural technique, with a special reference to the main sensors applicable to the different operations implemented in the field. It will be analysed all the instrumentation that makes up an atomiser by investigating and describing all the components, classifying them one by one, presenting the various differences. Subsequently will be forwarded the delicate topic of the electrification of the various machines, precisely the sprayer, a much discussed tool seen the pollution caused during the operations over the years, due to the dispersion of plant protection products. The latter will be described highlighting their strengths and the advantages they bring, first of all the precision during the processing, the manoeuvrability and the very practical and reliable control, so that the operator will not have to divert his attention from the tool to the tractor. In addition, the functionality and ease of the operations will be emphasised thanks to the role of the pump, which is essential for transporting the liquid from the tank to the dispensing points by pressurising the mixture into the hydraulic circuit, passing through all the circuits coming out of the nozzles. Those ones, thanks to the most recent electrified models, allow to manage the amounts of expelled mixture destined for vegetation. In the end, various models of electric atomisers will be highlighted and their composition will be exposed.

Sommario

Capitolo 1.....	10
INTRODUZIONE	10
1.1 Le irroratrici in viticoltura.....	10
1.2 Impatto ambientale	13
1.3 Obbiettivo del lavoro.....	15
Capitolo 2.....	16
COMPONENTI STRUTTURALI.....	16
1.1 Atomizzatore portati	18
1.2 Atomizzatore trainato	19
1.3 Telaio portante	23
1.4 Serbatoio principale.....	24
1.5 Agitatore.....	25
1.6 Serbatoi e altre componenti	26
1.7 Pompa	27
1.8 Azionamento.....	31
1.9 Le cinghie.....	33
2.0 Motore idraulico	36
2.1 Compensatore di pressione idropneumatico	38
2.2 Sistema di filtrazione	38
2.3 Manometro.....	39
2.4 Circuito idraulico	40
2.5 Regolatore di pressione.....	40
2.6 Flussimetri	42
2.7 Distribuzione.....	43
2.8 Ventilatori	44
2.9 Ugelli.....	47
3.0 Dispositivi antigoccia.....	53
3.1 Convogliatori del getto d'aria	54
3.2 Taratura.....	56
Capitolo 3.....	58
ELETTRIFICAZIONE DELLE IRRORATRICI DA VIGNETO	58
1.1 Introduzione all'elettrico	58
1.2 La frequenza.....	59
1.3 Motore elettrico	61
1.4 Corrente CA/CC.....	61
1.5 Il motore elettrico asincrono	62
1.6 Il motore sincro	63
1.7 Motore brushless (DC).....	64
1.8 Il motore a magneti permanenti.....	65
1.9 Motori elettrici a riluttanza.....	65
2.0 motore monofase.....	66
2.2 Tipologie di motori elettrici.....	68
Capitolo 4.....	70
PROTOTIPI E SOLUZIONI COMMERCIALI	70

Capitolo 5.....	79
CONCLUSIONI	79

INDICE DELLE FIGURE

CAPITOLO 2

Tabella 1 differenze in base allo spostamento	14
Tabella 2 differenze in funzione della frantumazione	15
Figura 1.1 aspirazione anteriore	16
Figura 1.2 aspirazione a torretta	16
Figura 1.3 aspirazione posteriore	17
Figura 1.4 atomizzatore scavallante	18
Figura 1.5 atomizzatore aeroassistito	18
Figura 1.6 atomizzatore a recupero	19
Figura 1.7 docce di raccolta	20
Figura 1.8 pannelli recupero prodotto	20
Figura 1.9 componenti delle irroratrici	21
Figura 2.0 serbatoio vetroresina	23
Figura 2.1 indicatore di livello	23
Figura 2.2 agitatore	24
Figura 2.3 serbatoio lava mani	25
Figura 2.4 serbatoio lava macchina	25
Figura 2.5 pompa	26
Figura 2.6 membrane pompa	27
Figura 2.7 circuito pompa	28
Figura 2.8 passaggi azionamento	30
Figura 2.9 albero cardanico	31
Figura 3.0 motore con cinghie	32
Figura 3.1 cinghia piatta	33

Figura 3.2 cinghie trapezoidali	33
Figura 3.3 cinghie poly-V	34
Figura 3.4 cinghia dentata sincrona	35
Figura 3.5 motori a pistoni radiali multi corsa	36
Figura 3.6 motori a pistoni assiali multicorsa	37
Figura 3.7 filtro	38
Figura 3.8 manometro	39
Figura 3.9 regolatore di pressione	40
Figura 4.0 regolatore di pressione della pompa	41
Figura 4.1 collegamenti pompa	43
Figura 4.2 GPS	43
Figura 4.3 ventilatore assiale	45
Figura 4.4 ventilatore centrifugo	46
Figura 4.5 ventilatore tangenziale	47
Figura 4.6 ugello	48
Figura 4.7 ugello a doppio ventaglio	50
Figura 4.8 ugello a inclusione d'aria	50
Figura 4.9 cono vuoto	51
Figura 5.0 cono pieno	51
Figura 5.1 ugello a ventaglio	51
Figura 5.2 ugello a specchio	51
Figura 5.3 ugello rotativo	52
Figura 5.4 ugello	53
Figura 5.5 codici ugello	53
Figura 5.6 dispositivo antigoccia	54
Figura 5.7 convogliatore d'aria	55
Figura 5.8 convogliatore a cannone	56

Figura 5.9 atomizzatore trainato	57
----------------------------------	----

CAPITOLO 3

Figura 1.1 esempio di frequenza	60
---------------------------------	----

Tabella 1 AC/DC	63
-----------------	----

Figura 1.2 motore sincrono o asincrono	64
--	----

Figura 1.3 motore a spazzole	64
------------------------------	----

Figura 1.4 motore brushless	64
-----------------------------	----

Tabella 2 differenza motori	66
-----------------------------	----

Tabella 3 componenti principali motore elettrico	67
--	----

Tabella 4 motori elettrici in agricoltura	68
---	----

Figura 1.5 curve di potenza	69
-----------------------------	----

CAPITOLO 4

Figura 1.0 atomizzatore Caffini	70
---------------------------------	----

Figura 1.1 atomizzatore nobili	72
--------------------------------	----

Figura 1.2 atomizzatore dragone	73
---------------------------------	----

Figura 1.3 atomizzatore carraro	74
---------------------------------	----

Figura 1.4 atomizzatore Burian	75
--------------------------------	----

Figura 1.5 atomizzatore Cima	76
------------------------------	----

Figura 1.6 atomizzatore Cima	77
------------------------------	----

Figura 1.7 atomizzatore nobili	77
--------------------------------	----

Tabella 1 differenze atomizzatori	78
-----------------------------------	----

Capitolo 1

INTRODUZIONE

1.1 Le irroratrici in viticoltura

Negli ultimi anni, considerando che l'agricoltura nel suo complesso si caratterizza sempre più nel ruolo di gestore e di tutore dell'ambiente e delle tradizioni, l'efficienza e la sicurezza delle attrezzature per l'applicazione dei prodotti fitosanitari è migliorata in maniera sostanziale, anche grazie ai recenti progressi nel campo dell'elettronica.

Lo scorretto utilizzo delle macchine irroratrici è il principale motivo della deriva dei prodotti fitosanitari; Hanno un ruolo molto importante, infatti, costituiscono gli elementi chiave per una corretta distribuzione dei fitosanitari e fertilizzanti liquidi utilizzati per la protezione o concimazione delle piante, soprattutto al fine di mantenere corrette le quantità distribuite per unità di superficie (F. Gioielli., M. Grella., P. Marucco., E. Mozzanini, & P. Balsari. 2020).

Le recenti evoluzioni dell'ordinamento normativo in materia di uso delle irroratrici nascono dall'applicazione della Direttiva 2009/128/CE sull'utilizzo sostenibile dei prodotti fitosanitari e racchiudono, limitano e gestiscono al meglio le problematiche nate dall'opinione pubblica, connesse all'impiego inappropriato di quest'ultimi. Nell'ultimo ventennio le diverse normative hanno subito sostanziali cambiamenti e queste variazioni hanno portato ad un quadro alquanto complesso; Sono state aggiunte direttive ancor più complicate ("Armonizzazione dei limiti di residui massimi ammessi", "Direttiva preparati pericolosi").

Gli obiettivi del Governo europeo risultano molto chiari: costruire un sistema di regole volto alla tutela della salute umana e al rispetto dell'ambiente però mettendo comunque a disposizione dei produttori efficaci mezzi di difesa per le colture. Già con la direttiva 91/414/CEE (recepita dal nostro Paese con il Decreto legislativo di attuazione 17 marzo 1995, n. 194) si è assistito alla definizione degli iter di approvazione delle nuove sostanze attive e alla loro iscrizione nell'apposito elenco previsto dall'Allegato I della direttiva stessa (sostanze ecotossicologicamente idonee), alla revisione delle sostanze attive (ss.aa.) note e all'armonizzazione degli L.M.R. (Limite Massimo Residuo) tra i Paesi della Comunità Europea. In pratica un prodotto fitosanitario può essere autorizzato a livello nazionale solo

se le ss.aa. in esso contenute sono iscritte in allegato I, mentre i prodotti a base delle ss.aa. che non hanno ottenuto l'inclusione nella lista vengono banditi dal mercato.

In Italia con il Decreto Legislativo n°150 del 14 agosto 2012 e con il relativo Piano di Azione Nazionale in vigore dal febbraio 2014 furono introdotte importanti novità nella pratica quotidiana delle macchine irroratrici, in particolare l'obbligo dell'ispezione periodica che in questi anni ha portato un rinnovamento del parco macchine nazionale, così facendo molti mezzi inadeguati sono stati vietati, perché eventualmente poco aggiornati e non seguivano i requisiti imposti dalle nuove regole. Nel corso degli ultimi anni il "PAN" ha avuto un iter molto lungo subendo varie revisioni, un tema questo sottoposto a vari cambiamenti veloci nel tempo, l'ultima proposta ufficiale è arrivata nel giugno 2022 con un Regolamento che avrebbe dovuto sostituire la Dir. 128/2009. L'atto conclusivo del nuovo regolamento richiama l'attenzione il 6 febbraio 2024 con la "Rivoluzione dei trattori". Quindi cercando di seguire una buona prospettiva, per la sostituzione della vecchia irroratrice è utile conoscere le proposte di mercato in modo da acquistare una macchina che segue i vari parametri di controllo ad esempio, la finezza della polverizzazione, la regolazione dell'entità e della direzione dei flussi d'aria che veicolano le gocce destinate al bersaglio (Cesare de Zanche 2015).

L'atomizzatore per seguire una corretta distribuzione dei prodotti deve nebulizzare al meglio la miscela fitoiatrica al suo interno prima di destinarla sul bersaglio da trattare. Lo sviluppo di metodi e tecnologie capaci di garantire una più accurata distribuzione dei prodotti fitoprotettivi costituisce da più di due decenni un fondamentale argomento di ricerca e innovazione nel settore dell'ingegneria agraria. Un altro aspetto da considerare nei vari trattamenti annuali sono i costi, sia del numero ma anche dell'efficacia degli interventi, sia del tipo di irroratrice utilizzata in campo per compiere quest'ultimi. I risultati di tali sforzi innovativi diventano evidenti quando si considera la straordinaria evoluzione che ha interessato le macchine preposte alla distribuzione dei fitofarmaci in campo. Nel corso di questi anni, infatti, i costruttori hanno dotato irroratrici e atomizzatori con dispositivi in grado di garantire l'omogeneità di distribuzione della dose desiderata di miscela fitoterapica (D. Facchinetti 2022). Nasce quindi l'esigenza di procedere periodicamente a una verifica funzionale e una verifica per garantire un corretto funzionamento anche se attualmente è

limitato in alcune Regioni perché certe aziende aderiscono alle misure agro ambientali dei Piani di Sviluppo Rurale (Balsari et al., 2007; Baldoïn et al. 2007). Un Gruppo di Lavoro Nazionale è stato attivato dall' ENAMA (Fig.1.1)allo scopo di uniformare, in termini di metodologie, strumentazione di prova e criteri per il mutuo riconoscimento, le attività di controllo periodico delle irroratrici impiegate per uso professionale nel nostro territorio (Balsari et al., 2007; ENAMA, 2007).

Grazie al lavoro svolto in questi ultimi anni di attività dal Gruppo di Lavoro ENAMA è stato possibile disporre di documenti di riferimento che definiscono sia gli aspetti burocratici dell'attività di controllo, sia quelli tecnici (protocolli di prova e limiti di accettabilità, requisiti delle attrezzature impiegate per i controlli, modalità di rilievo dei parametri funzionali e loro archiviazione su supporto informatico, ecc.). L'Enama (Ente Nazionale per la Meccanizzazione Agricola) è un Ente riconosciuto ai sensi del DPR 361/2000 ed è la struttura operativa creata per offrire al settore meccanico agrario un efficace strumento di supporto per una migliore competitività tecnologia e riconoscimento delle prestazioni e sicurezza delle macchine agli operatori. ENAMA stabilisce i parametri tecnici e le procedure da rispettare per il controllo funzionale delle irroratrici. I dati raccolti degli ultimi anni riportano che le irroratrici per le colture arboree sono le macchine attualmente più diffuse. Queste attuano la distribuzione in un idoneo volume di acqua, miscelando il fitofarmaco, si otterranno nel momento del trattamento in campo piccole gocce che andranno a coprire in maniera uniforme la pianta.

Le direttive dell'Unione europea sulla sicurezza delle macchine, pubblicate a partire dal 1998 si applicano a macchine fisse, mobili, trasportabili e di sollevamento/spostamento, ad esclusione di alcune macchine indicate nelle stesse direttive. La direttiva prescrive e garantisce la libera circolazione dei beni nell'ambito degli stati membri dell'Unione Europea basandosi sul riconoscimento reciproco e sull'armonizzazione tecnica; salvaguardare la sicurezza e tutelare la salute delle persone nei confronti dei rischi derivanti dall'uso delle macchine. Una differenza sta tra l'Attestato di funzionalità che approva la macchina attraverso il superamento di un controllo mentre il Rapporto di Prova riporta i dettagli del controllo con la descrizione di eventuali riparazioni e regolazioni da effettuare.

(Gazzetta ufficiale dell'Unione europea 9/6/2026).

1.2 Impatto ambientale

L'agricoltura di precisione fonda i suoi principi sulla gestione delle operazioni colturali e sugli stimoli produttivi con l'obiettivo di limitare i costi e soprattutto l'impatto ambientale al fine di massimizzare la produzione. Nel momento della dispersione del prodotto, quest'ultimo, potrà andare ad disperdersi e inquinare l'ambiente seguendo diverse vie contaminando il suolo, l'acqua e possono essere tossici per altri animali e piante non bersaglio. Le modalità attraverso le quali i prodotti fitosanitari si disperdono nell'ambiente sono varie: la volatilità, il ruscellamento, la lisciviazione infine la deriva. L'ultima nominata nella irrorazione della miscela sulla coltura, si forma una massa nebbiosa composta da goccioline che vengono trasportate più o meno lontano dal punto di applicazione e così facendo ricadranno anche su corpi d'acqua presenti nella zona circostante. La Direttiva 2006/118/CE del 12/12/2006 sulla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento, recepita con il D.Lgs. 30/2009, ai fini della valutazione dello stato chimico di un corpo idrico sotterraneo, include i residui delle sostanze attive contenute nei prodotti fitosanitari come principali indicatori di inquinamento e ne fissa valori soglia (0,1 µg/L per singola sostanza, compresi i metaboliti, e 0,5 µg/L come sommatoria). La gestione del monitoraggio è affidata all'ARPA che a partire dal 2010 ha avviato una razionalizzazione e armonizzazione del programma di monitoraggio delle acque. Con l'andare degli anni, ci sono stati evidenti miglioramenti tecnici nel campo dei trattamenti, quello più sostanziale è stato introdotto con il sistema elettrostatico per ottimizzare le operazioni di irrorazione. Permette un importante incremento sul piano della copertura e dell'omogeneità dei trattamenti, insieme a un'enorme riduzione dei fenomeni di deriva, di gocciolamento a terra e, in generale, degli sprechi di prodotto (IdeallItalia 10/2022).

Nelle frasi precedenti si è trovata frequentemente la parola "prodotti fitosanitari"; Vengono definiti come un sistema concepito per proteggere i vegetali o la biodiversità da organismi nocivi. In Europa i prodotti vegetali che entrano e si spostano all'interno dell'UE devono rispettare certi standard, così come le misure di protezione da adottare per l'applicazione di tali requisiti infatti, la direttiva 2000/29/CE del Consiglio, per citare il suo titolo ufficiale, comprende elenchi, noti come "allegati", degli organismi assoggettati a questi controlli.

Per prodotto fitosanitario si intende (Dir. 91/414/CE art.2) un formulato a base di una o più sostanze attive utile per:

- proteggere i vegetali o i prodotti vegetali da tutti gli organismi nocivi o a prevenirne gli effetti;
- eliminare le piante indesiderate;
- eliminare parti di vegetali, frenare o evitare un loro indesiderato accrescimento;
- favorire o regolare i processi vitali dei vegetali;
- conservare i prodotti vegetali.

Una classificazione dei prodotti fitosanitari può essere fatta in funzione della loro attività, cioè in base agli organismi verso cui agiscono. Si distinguono pertanto acaricidi, battericidi, diserbanti, fungicidi, fitoregolatori, insetticidi, molluschicidi, nematocidi, repellenti, rodenticidi e viricidi. La composizione di un prodotto fitosanitario può variare, ma gli ingredienti sono essenzialmente:

Sostanza attiva (s.a.): sostanza che svolge l'azione biologica dichiarata. Possono essere presenti più ss.aa. in uno stesso prodotto fitosanitario;

Coadiuvanti, eccipienti: migliorano l'azione della s.a. e sono sovente determinanti per l'efficacia del fitofarmaco;

Coformulanti, inerti: servono per diluire il prodotto e renderlo più facilmente "dosabile".

Solventi: permettono entrata in soluzione della s.a. In genere sono di natura organica (idrocarburi) ed evaporano dopo l'applicazione. Spesso la loro tossicità è superiore a quella della s.a.

(Di Natale 2019) Colosio. Moretto. "I prodotti fitosanitari." *Manuale di medicina del lavoro e igiene industriale per tecnici della prevenzione*. Piccin, 2010.

1.3 Obiettivo del lavoro

Studiare e analizzare l'elettrificazione delle macchine nel tempo sta sempre più diventando una cosa quotidiana ai giorni d'oggi. Questo processo coinvolge qualunque settore, grazie ad una grande necessità ovvero, quella di diminuire le emissioni mirando a un risparmio di carburante provando a raggiungere la neutralità carbonica per alleviare il cambiamento climatico nel giro del minor tempo possibile. L'applicazione di dispositivi elettrici sta acquisendo sempre maggiore interesse da parte di vari produttori, visto che presentano vari vantaggi rispetto ai sistemi idraulici come ad esempio, minori attriti, una migliore precisione di controllo dei dispositivi, una maggiore semplificazione con conseguente risparmio di spazio. (Biondini Riccardo 2015). Confrontando l'evoluzione dei consumi di elettricità negli ultimi tempi e la sua richiesta si è potuto individuare il ruolo fondamentale svolto dal Servizio Elettrico Nazionale nello sviluppo delle varie Regioni. L'Unione Europea ha fissato l'obiettivo di raggiungere la completa neutralità dal punto di vista delle emissioni di carbonio entro il 2050. Tra i principali obiettivi delle politiche energetiche globali, europee e nazionali per ridurre le emissioni aumentando l'efficienza energetica e raggiungere l'indipendenza dai combustibili fossili, è quindi l'impiego di veicoli elettrici o ibridi e carburanti verdi alternativi.

Il presente lavoro di tesi ha come obiettivo lo studio ed il confronto delle tecnologie disponibili per l'irrorazione dagli anni passati ad oggi, paragonando il miglioramento e l'efficienza d'impiego e di distribuzione dei fitofarmaci, con riferimento al contenimento della deriva e alla salvaguardia ambientale. Inizialmente lo studio viene concentrato sull'importanza delle tecnologie del settore e perché vengono usate, affrontando una breve discussione sui problemi associati alla salute e all'ambiente. Successivamente l'approccio è quello di affrontare ed esplorare le varie componenti strutturali dell'irroratrice descrivendone una per una spiegandone la funzione dettagliata. Infine l'obiettivo principale sarà l'analisi dei vari sistemi e componenti idraulici, pneumatici e di controllo però elettrificati, illustrando aspetti positivi e negativi di quest'ultimi.

I margini di miglioramento vengono ampliati continuamente dalla ricerca e dagli sviluppi, pertanto è normale pensare che nel prossimo futuro ci saranno strumenti sempre più efficienti, infatti un altro tema trattato sono le macchine disponibili sul mercato al giorno d'oggi, confrontando costi e vantaggi che posso apportare alla lavorazione in campo permettendo di ridurre ulteriormente l'impatto ambientale.

COMPONENTI STRUTTURALI

Prima di affrontare l'argomento dell'elettificazione si rende necessaria una panoramica delle irroratrici tradizionali, descrivendone le tipologie e le funzioni principali, soffermandosi nella descrizione delle parti meccaniche e idrauliche fondamentali specificando le loro funzioni utili per la difesa delle colture. Le macchine che vengono impiegate nella distribuzione degli antiparassitari sono molteplici e diversificate nel principio di funzionamento. Uno dei sistemi di classificazione più appropriati è sicuramente quello che le suddivide in base alla modalità di frantumazione della miscela (polverizzazione) e di trasporto delle goccioline. Gli atomizzatori a trattore possono essere "portati" o "trainati" dal trattore e hanno varie differenze.

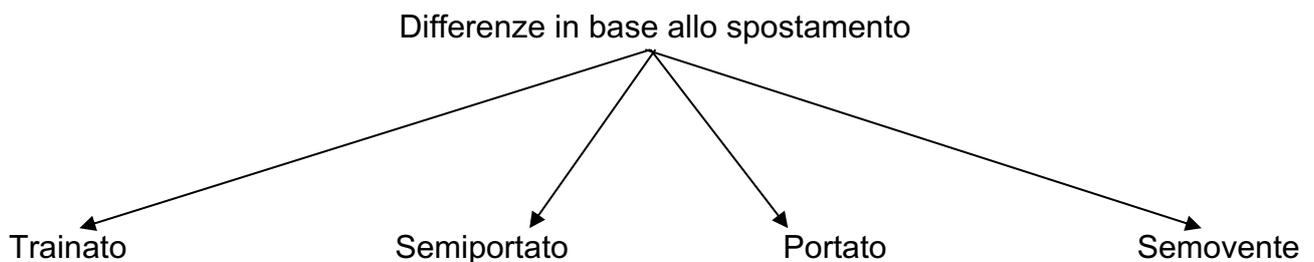


Tabella 1 info@federunacoma.it



È sempre collegato al trattore con l'attacco a tre punti, a differenza della semiportata ha un punto di snodo utile per assecondare le curve, ha delle ruote fisse.

Ha delle ruote sotto orientabili utili per scaricare un po' del peso non ha nessun punto di snodo

Collegata alla trattore con l'attacco a tre punti, non c'è nessun punto di snodo e nessuna ruota, è completamente portata dal trattore

Un veicolo dotato di motore e quindi non ha bisogno di essere trainato da altri veicoli

Differenze tra i vari atomizzatori in funzione della frantumazione

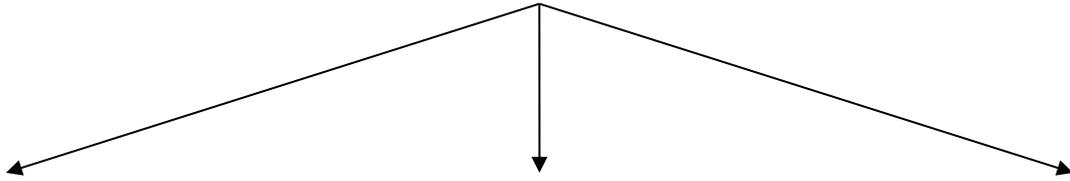


Tabella 2 euspray.it

<p>Idraulico/Meccanico</p> <p>Gli <u>atomizzatori idraulici</u> consentono di atomizzare il liquido molto finemente con la sola pressione idraulica. Solitamente le pressioni utilizzate negli atomizzatori idraulici sono medio alte, e maggiore è la pressione minore sarà il diametro delle gocce. Il passaggio a moto turbolento repentinamente crea la frantumazione della miscela (è funzione del numero di Reynolds)</p>	<p>Pneumatica:</p> <p>Il fluido è caratterizzato da una pressione limitata (1-2 bar), ma è esposto a forze aerodinamiche superiori alla tensione superficiale, la frantumazione viene definita pneumatica, caratterizzante dei nebulizzatori. Al variare delle pressioni e dei liquidi utilizzati il diametro delle gocce può variare.</p>	<p>Centrifuga:</p> <p>Consiste in un disco rotante il cui perimetro è finemente dentellato. Il disco ruota grazie ad un motorino elettrico mentre il liquido viene convogliato a bassa pressione (1-2 bar) verso il centro del disco stesso. La forza centrifuga indirizza il liquido lungo il perimetro del disco dove i dentelli provvedono alla sua frantumazione ed alla generazione delle gocce.</p>
		

1.1 Atomizzatore portati

Sono la categoria maggiormente diffusa nell'ambito dei trattamenti fitosanitari, vengono integrati al trattore attraverso delle strutture in acciaio zincato a caldo, così resistenti alla ruggine. Vengono collegati al trattore attraverso l'attacco a tre punti tramite perni posizionati nella parte posteriore della macchina. Possono dividersi in diversi modelli con:

Aspirazione anteriore: l'aria viene indirizzata posteriormente rispetto alla zona di aspirazione (assiale).



Fig. 1.1

Agrieuro.com Gray Reverse 400/70

Aspirazione a torretta: l'atomizzatore portato è il sistema di aspirazione più preciso visto che dirige le correnti in modo estremamente preciso.



Fig. 1.2

Agrieuro.com Gray Tower Reverse
400/70

Aspirazione posteriore: Il sistema a ventilazione più economico nel mercato (assiale).

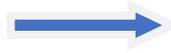


Fig. 1.3

Agrieuro.com Gray 400/70

Gli atomizzatori assiali (l'aria si muove parallelamente all'albero motore) hanno vari aspetti positivi partendo dal costo contenuto della macchina, sono molto adattabili alle varie forme di allevamento difficili. Hanno però anche vari aspetti negativi come la non facile e corretta regolazione della direzionalità del flusso d'aria, a differenza dell'atomizzatore a torre adatto per i filari vista la buona distribuzione uniforme per tutta l'altezza della pianta, ovviamente il costo di quest'ultimo sarà elevato.

1.2 Atomizzatore trainato

Gli atomizzatori trainati sono macchinari che vengono sempre collegati al trattore attraverso un attacco a tre punti e vengono trainati a differenza dei modelli portati e possono essere a recupero o non. La caratteristica principale sta nel fatto che nel momento del trattamento ci sarà una maggiore autonomia visto la capienza in litri maggiore rispetto ad un atomizzatore portato. Ovviamente se trainato sarà dotato di pneumatici utili anche questi per una buona aderenza sui terreni. Ce ne sono di vari modelli:

Scavallante pneumatico: è un atomizzatore trainato che permette di trattare più filari in contemporanea così facendo porta ad una capacità operativa molto ampia e tempestiva. Non può essere usato in terreni collinari e nel mercato si aggira su costi elevati (Fig.1.4)



(Fig. 1.4) **ROB3 EVO** fornito con serbatoi da **800 litri**

Cima.it atomizzatore pneumatico scavallante.

Frantumazione pneumatica e trasporto aeroassistito: (Fig. 1.5) è un modello di atomizzatore meno utilizzato, è costituito da dei tubi che indirizzano la miscela verso la pianta e permette di ottenere gocce fine e omogenee. Garantisce una buona distribuzione dell'aria, è specialmente adatto a trattamenti a bassi volumi però le dimensioni della pianta devono essere regolate in base alla capacità del ventilatore.



(Fig. 1.5) **Cima.it atomizzatore aeroassistito a frantumazione**

Pneumatica.

Atomizzatore trainato a tunnel con recupero (fig 1.6) : si stanno ora diffondendo rapidamente soprattutto in quelle zone dove sono state emanate disposizioni di igiene molto restrittive. Si tratta nella fattispecie di macchine ben più care ed ingombranti rispetto a quelle tradizionali che, oltre ad innegabili vantaggi dal punto di vista ambientale, possono anche portare ad ottenere cospicui risparmi economici durante l'effettuazione dei trattamenti, infatti che non va a contatto con la vegetazione sgocciola in docce di raccolta (Fig.1.7) situate alla base delle pareti per poi essere riutilizzato. Il prodotto viene recuperato o attraverso le pareti dell'attrezzo (Fig. 1.8), fuoriuscendo attraverso il filare e avviene una ricircolazione mediante i ventilatori presenti nei pannelli oppure attraverso un movimento delle lame d'aria che hanno come obiettivo il contenimento delle gocce dentro il tunnel. La manovrabilità o l'utilizzo in collina sono aspetti sfavorevoli riguardanti questa macchina come ad esempio la difficoltà nel stabilire la quantità esatta di miscela nel rifornire il serbatoio a causa dell'imprevedibilità del recupero per non parlare dei costi elevati di questo attrezzo. (Cristiano Baldoïn 2015)



(Fig.1.6) Baby TRB, Bertoni, mondo macchina.it

Atomizzatore a recupero



(Fig.1.7) mondo macchina.it

Doccie di raccolta



(Fig. 1.8) mondo macchina.it

Pannelli recupero prodotto

In ogni caso, queste macchine hanno tra loro molte parti e componenti comuni, che è necessario conoscere approfonditamente per poter operare le corrette scelte in fase di acquisto. Le componenti fondamentali delle macchine per la protezione delle colture sono, in sintesi, le seguenti:

Componenti delle irroratrici



1.3 Telaio portante

Il telaio è la parte rigida fatta da pezzi interconnessi che fa da ossatura atto a supportare le varie componenti come il serbatoio, il sistema di erogazione e la pompa. Il materiale più utilizzato per la creazione di questo elemento è l'acciaio, ma per ottenere strutture più leggere vengono impiegate anche leghe in alluminio. Per l'ottenimento di un buon telaio quest'ultimo deve soddisfare alcune condizioni come una buona robustezza alle sollecitazioni, una buona leggerezza e un alto grado di resistenza alle abrasioni portate dai prodotti fitosanitari. Il telaio subisce anche dei trattamenti di verniciatura attraverso lo zinco fuso oppure può avvenire una verniciatura a polvere o a spruzzo utili sempre a rivestire e indurire la struttura.

1.4 Serbatoio principale

Contiene la miscela da distribuire e può assumere forme diverse a seconda del tipo di irroratrice, le caratteristiche di robustezza e resistenza a corrosione dell'acciaio inossidabile rendono questo materiale relativamente adatto anche per realizzazione di questi. Attualmente il polietilene e il poliestere rinforzato con fibra di vetro sono i materiali più comuni poiché integrano una buona resistenza meccanica ma limitano anche all'attacco delle sostanze chimiche oltre che a costi contenuti, oltre a questi viene spesso utilizzata la vetroresina (ha il vantaggio che può esser riparata facilmente). La capacità di questo serbatoio è in funzione della tipologia di irroratrice sulla quale viene montato, ha capacità diverse a seconda che la macchina su cui è montato sia di tipo portato (da 150 a 600 l) o trainato (da 600 a 3000l). Dal punto di vista della sicurezza ambientale ed operativa, il serbatoio deve essere sagomato in maniera da non favorire la sedimentazione della miscela e la formazione di depositi residui dopo lo svuotamento ed il lavaggio, la regolarità facilita anche la pulizia dello stesso e agevola l'agitazione della miscela liquida per evitare che il principio attivo rimanga concentrato all'interno di "sacche stagnanti" e precipiti rispetto all'acqua che lo porta in soluzione, deve inoltre essere possibile l'intero svuotamento in qualsiasi condizione e momento. Il boccaporto, generalmente dotato di un filtro a maglie larghe per impedire l'ingresso di corpi estranei è situato nella parte superiore del serbatoio deve essere abbastanza grande per agevolare le operazioni di preparazione della miscela e il riempimento può avvenire o direttamente dal portello superiore oppure attraverso pompe centrifughe che consentono di prelevare l'acqua direttamente da corpi idrici come fossi o canali (Fig. 2.0). Per visualizzare il livello della miscela presente nel serbatoio sono stati adottati diversi tipi di indicatore di livello, precisi e facili da leggere (Fig. 2.1). Le macchine più moderne sono dotate anche di sistemi elettronici per il controllo della portata.



Fig. 2.0 Vermont – Vetroresina 1500l agriexpo
Serbatoio principale



Fig. 2.1 – Indicatore di Livello agriexpo

1.5 Agitatore

Altro elemento che riveste un ruolo fondamentale nel garantire una concentrazione costante del principio attivo durante tutto il trattamento, specie per polveri bagnabili, è il sistema di agitazione della miscela, che può essere: idraulico o meccanico.

Il più comune è l'agitatore idraulico funziona grazie alla presenza della pompa che immette nel circuito della macchina una quantità di miscela in pressione superiore a quella che serve per alimentare gli ugelli, la miscela che non viene destinata agli ugelli viene rimessa in pressione nel serbatoio mantenendo così efficiente la miscelazione.

La versione più antica invece è quella meccanica, realizzata mediante eliche o alberi dotati di pale generalmente posti orizzontali rispetto al fondo del serbatoio funzionanti grazie alla presa di potenza del trattore.

Pneumatico, si invia aria compressa direttamente nella parte inferiore del serbatoio;

Integrato, sono più sistemi (fig. 2.2) si integrano per migliorare l'agitazione (es. idraulico e meccanico).

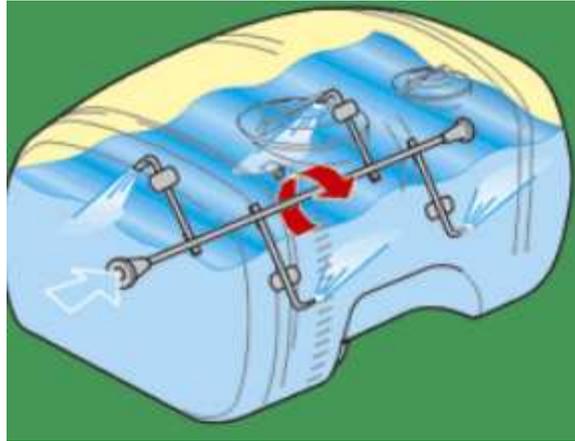


Fig. 2.2 (brevetto CIMA) agitatore

1.6 Serbatoi e altre componenti

Insieme al serbatoio principale, sono previsti secondo la nuova normativa in materia di sicurezza contenitori supplementari come ad esempio:

un serbatoio “lava mani” utile per l’operatore se venisse a contatto con i prodotti chimici (Fig. 2.3).

serbatoio “lavamacchina” contenente il 10% del serbatoio principale obbligatorio su tutte le macchine commercializzate dopo il 2011, permette, alla fine del trattamento un lavaggio approfondito del serbatoio principale distribuendo sulla stessa coltura la miscela risultante dal lavaggio (Fig. 2.4).

Serbatoio di premiscelazione, quando è presente sono disponibili parallelamente tubi di aspirazione per polveri e liquidi e congegni di lavaggio. Gli accessori e gli automatismi per una maggiore sicurezza durante la fase di preparazione della miscela rappresentano un’innovazione di notevole importanza e costituiscono un investimento che apporta benefici di carattere economico, ambientale, di sicurezza per la salute dell’operatore.



Fig. 2.3 tifone.com serbatoio

Lava mani



Fig. 2.4 lochmann.com serbatoio lavamacchina

1.7 Pompa

In tutte le macchine irroratrici la pompa ha un ruolo fondamentale ovvero trasportare il liquido dal serbatoio ai punti di erogazione mettendo in pressione la miscela nel circuito idraulico in modo da garantire una buona portata e polverizzazione; Questo suo azionamento arriva grazie alla presa di potenza (p.d.p.) del trattore o all'albero cardanico. Le pompe possono essere alternative o centrifughe; Queste oltre a garantire una pressione e una portata sufficiente per alimentare gli ugelli, deve sempre fornire un ricircolo ovvero una quantità di miscela che viene riemessa nel serbatoio per garantire un buon mescolamento del principio attivo con l'acqua. La quantità minima che deve rientrare nel serbatoio espressa in litri/minuto è pari ad almeno il 10% della capacità del serbatoio principale: per esempio su un'irroratrice dotata di un serbatoio da 1.000 litri sarà necessario un ricircolo di almeno 100 l/min.

Nella gran parte dei casi, si tratta di una pompa a pistoni e membrane (2.5), viene azionata dalla p.d.p. del trattore, in modelli datati la distribuzione può essere azionata tramite ingranaggi o giunti cardanici dal movimento di una delle due ruote dell'irroratrice.

In queste pompe c'è la presenza di una membrana frapposta tra organi metallici e liquido in continuo movimento grazie al moto rettilineo alternato di uno o più pistoni azionati da un eccentrico e una biella, che garantisce una minor azione corrosiva da parte dei composti chimici. La velocità di rotazione è piuttosto elevata per compensare la ridotta corsa dei pistoni, imposta dal limitato grado di deformabilità della membrana, che costituisce l'organo

pompante, le pressioni massime possono arrivare a 40 – 50 bar e le portate sono circa di 25 – 30 l/min per ciascun cilindro. Le pompe centrifughe utilizzano l'effetto centrifugo per movimentare il liquido e aumentare la sua pressione. All'interno di una camera ermetica dotata di entrata ed uscita (coclea o voluta) gira una ruota palettata (girante), il vero cuore della pompa. La girante è l'elemento rotante della pompa che converte l'energia del motore in energia cinetica (la parte statica della pompa, cioè la voluta, converte invece l'energia cinetica in energia di pressione). La girante è a sua volta fissata all'albero-pompa, calettato direttamente all'albero di trasmissione del motore o accoppiato ad esso tramite accoppiamento rigido. Nelle macchine irroratrici vengono utilizzate pompe per basse pressioni di esercizio (2 – 12 bar) e si tratta di pompe monostadio (ad una sola girante). Dal momento che le loro caratteristiche costruttive danno luogo a portate elevate, sono anche impiegate come pompe ausiliarie sulle macchine di maggiori dimensioni per facilitare il riempimento e l'agitazione del liquido nel serbatoio.



Fig. 2.5 Agristore.it pompa principale

Questa tipologia è costituita da valvole di aspirazione e mandata e vengono utilizzate su macchine con sistemi di formazione della goccia di tipo meccanico (polverizzazione) dove durante il trattamento è necessario raggiungere grandi pressioni per ottenere un buon livello di polverizzazione. La membrana (Fig. 2.6) è collocata sulla testa del pistone, che lo isola dal liquido da distribuire, la gomma è il materiale che la costituisce perché capace di garantire una buona affidabilità e durata.

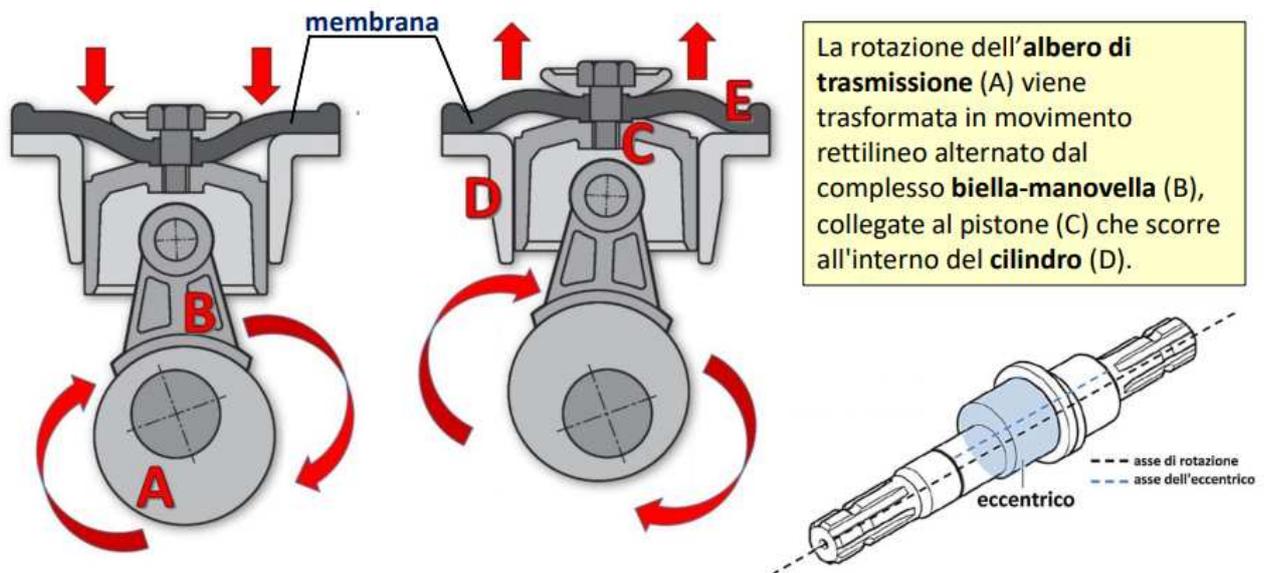


Fig. 2.6 Comet – Spa.com funzionamento pompa

Le variazioni di volume della camera di compressione sono dovute al movimento della camera comandata dal pistone e quindi il pistone non aspira e pompa liquido, ma solamente l'aria contenuta tra la membrana ed il pistone stesso, generalmente ha una corsa intorno ai 10mm.

In agricoltura le pompe a membrana a dislocamento positivo sono sempre state un elemento fondamentale per il funzionamento di un atomizzatore, per questo il circuito idraulico può dirsi composto da serbatoio, pompa e ugelli. A questo circuito sono poi aggiunti diversi componenti

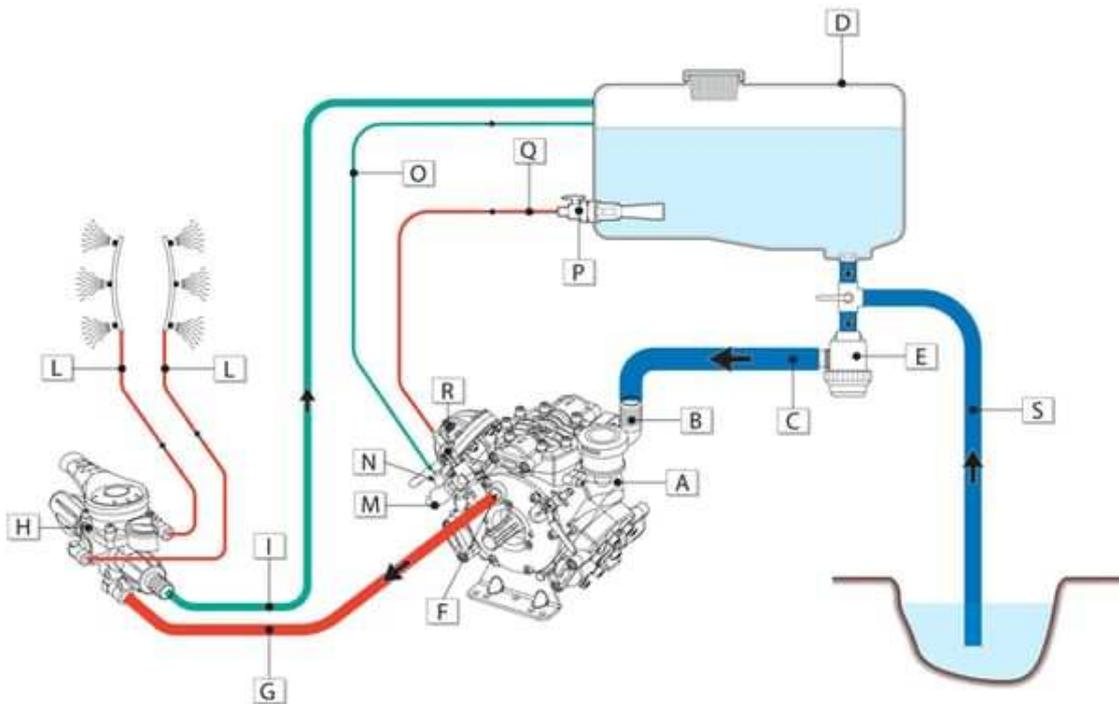


Fig. 2.7 comet.com circuito pompa

A - POMPA A MEMBRANA
B - ENTRATA DELLA POMPA

C - LINEA DI ASPIRAZIONE: (tubo blu) è la tubazione dalla quale la pompa aspira i fluidi da varie fonti come la cisterna principale durante la distribuzione della miscela, oppure da fonti d'acqua esterna come canali, bacini utili per caricare il serbatoio e infine dal serbatoio di acqua pulita per pulire la cisterna.

per poter mantenere il fluido mescolato evitando così un deposito sul fondo del serbatoio.

D - CISTERNA
E - FILTRO DI ASPIRAZIONE
F - USCITA DELLA POMPA

G - LINEA DI MANDATA: (tubo rosso) è costituita da un tubo principale con buona resistenza alla pressione e dimensioni adatte, parametri utili per rispettare le specifiche del trattamento e sono di due tipi: linee di irrorazione, servono per alimentare gli ugelli di irrorazione e le linee di agitazione servono

H - COMANDO REGOLATORE

I - BY-PASS DEL REGOLATORE: (tubo verde) sono necessarie per il ritorno del liquido nel serbatoio, i fori di scarico dei by-pass devono collocarsi nella parte superiore della cisterna, dato che in posizione bassa, l'acqua all'interno della cisterna creerebbe una forte contro-pressione, ostruendo il ritorno regolare con perdite di prestazione ed avarie precoci della pompa. La linea principale di by-pass fa tornare il liquido in eccesso dal comando alla cisterna.

L - LINEA DI IRRORAZIONE

M - VALVOLA DI SICUREZZA: il by-pass della valvola di sicurezza fa tornare il flusso in eccesso alla cisterna in caso di picchi di pressione

N - BY-PASS DELLA VALVOLA DI SICUREZZA

O - LINEA DI BY-PASS DELLA VALVOLA DI SICUREZZA

P - AGITATORE

Q - LINEA DI AGITAZIONE

R - USCITA AUSILIARIA

S - LINEA DI CARICAMENTO

1.8 Azionamento

La macchina che riceve in ingresso un'energia, di tipo elettrico o meccanico, e ne restituisce in uscita un'altra, di tipo elettrico o meccanico. Con azionamento elettrico intendiamo il sistema che converte l'energia elettrica in ingresso, in energia meccanica in uscita (Fig. 2.8).

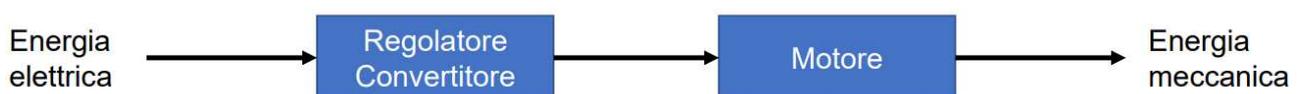


Fig. 2.8 passaggi azionamento

La pompa deve essere azionata da una fonte di energia esterna che può essere la presa di potenza di un trattore, oppure un motore idraulico o elettrico. La pompa è collegata al motore attraverso un sistema di trasmissione meccanica a biella, che trasforma il movimento dell'albero motore nel movimento alternativo della membrana. Questo determina che ad ogni rivoluzione dell'albero motore corrisponda un ciclo completo di pompaggio (aspirazione e invio).

L'albero cardanico (Fig. 2.9) è uno tra gli accessori più commercializzati nel mondo agricolo, è un organo meccanico utile per trasmettere la potenza del trattore ad un attrezzo ad esso collegato.

TUBO ROTANTE: possono essere di diverse tipologie,
solitamente sono triangolari o a limone

COPERTURA DI PLASTICA: usata per ragioni di sicurezza

CROCERA: parte fondamentale che permette di
stabilire la categoria di questo albero cardanico

SNODO: parte posta all'estremità

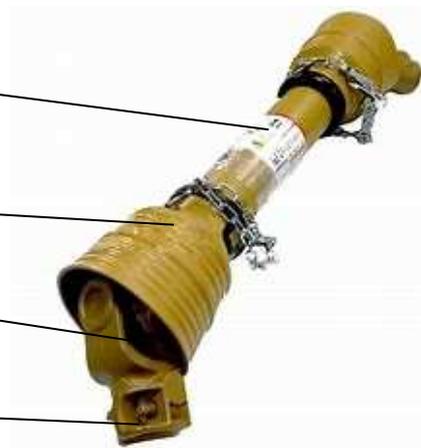


Fig 2.9 Albero cardanico Eurocardan

Per l'acquisto di un cardano si guarda molto la misura della Crocera che va a determinare quella che è la categoria dello strumento, ci sono 9 tipologie di cardani e non tutte sono reperibili nel mercato. Ci sono tre fattori principali per la distinzione e si considera la potenza determinata in cavalli del trattore utilizzato, il numero di giri della presa di forza e quale accessorio andrà collegato.

Per l'acquisto di un cardano si guarda molto la misura della Crocera che va a determinare quella che è la categoria dello strumento, ci sono 9 tipologie di cardani e non tutte sono reperibili nel mercato. Ci sono tre fattori principali per la distinzione e si considera la potenza determinata in cavalli del trattore utilizzato, il numero di giri della presa di forza e quale accessorio andrà collegato.

1.9 Le cinghie

Un altro organo di trasmissione meccanica è la cinghia (fig. 3.0), una fascia spesso dentata, che sincronizza l'azione dell'albero motore con l'albero a camme il quale regola il movimento di valvole o pistoni e in alcuni casi essa regola anche il funzionamento della pompa dell'acqua che ha il compito di raffreddare il motore. La trasmissione è possibile solo se fra puleggia e cinghia esiste un'aderenza tale da impedire lo slittamento. Come qualsiasi altra componente anche la cinghia si consuma con il tempo e il chilometraggio. La causa principale dell'usura sono le sollecitazioni meccaniche e termiche a cui essa è sottoposta e molte volte la rottura della cinghia provoca delle conseguenze gravi nel motore dovendo cambiare pistoni e le valvole. Ci sono vari tipi di cinghia e si dividono in:



Fig.3.0 motore con cinghie

puleggia

cinghia

cuscinetto

Cinghia piatta (Fig.3.1): molto usata in passato, è molto larga e sottile (3-5 mm), può essere in cuoio o fibre tessili. Hanno un costo di montaggio o sostituzione basso, trasmettono la potenza a lunghe distanze



Fig. 3.1 Cinghia piatta

Cinghia trapezoidale (Fig. 3.2): è ancora molto utilizzata perché fornisce un ottimo compromesso tra dimensione, potenza trasmissibile e massima velocità. La cinghia è composta da un'anima di fili di nylon che trasmettono il moto di trazione, ricoperti da uno strato di gomma vulcanizzata che forma un anello senza giunture. Esistono cinghie anche a doppio trapezio adatte a trasmettere il moto a più pulegge.



Fig. 3.2 Cinghie trapezoidali

Cinghia poly-V (fig. 3.3): è presente nei moderni motori endotermici e nei più svariati macchinari e la cinghia trapezoidale è sempre più sostituita da un sistema a cinghia pulegge multigola. Questo tipo di cinghia è strutturalmente sempre in gomma con inserti di fili di nylon, ma è caratterizzata da un profilo piatto e internamente da un numero multiplo di incavi e denti longitudinali a forma di V.



Fig. 3.3 cinghia poly-V

Cinghia dentata o sincrona (FIG. 3.4): È formata da una serie di denti collegati da una fascia continua che forma un anello chiuso. La fascia che li collega è formata da gomma che racchiude al suo interno una spirale di cavi d'acciaio o di altri materiali altamente resistenti e flessibili, ad esempio kevlar. I denti possono essere su una sola delle facce, di solito quella interna, o su entrambe le facce nel caso di applicazioni particolari. I denti sono stampati nella gomma e sono ricoperti da un sottile strato di materiale tipo nylon o simile che offre elevata resistenza all'usura; senza quello strato la gomma si consumerebbe rapidamente contro i denti delle pulegge dentate. Le cinghie dentate sono usate quando è importante trasmettere una grande potenza senza perdite causate da slittamenti e quando è richiesta una particolare silenziosità. Viene anche impiegata in applicazioni di precisione, perché garantisce assenza di slittamenti e mantiene in fase tra di loro i movimenti degli organi meccanici collegati.



Fig. 3.4 dentata sincrona

2.0 Motore idraulico

I motori idraulici svolgono la funzione inversa delle pompe, cioè convertono l'energia idraulica in energia meccanica di tipo rotatorio. Come per le pompe, anche per i motori esiste una ampia gamma di forme e principi costruttivi. Gran parte delle considerazioni costruttive fatte per le pompe volumetriche possono essere riferite anche ai motori volumetrici corrispondenti. Peraltro, le diverse esigenze funzionali richiedono in genere, per il motore, una maggiore simmetria costruttiva rispetto alle pompe in quanto, normalmente, è prevista la possibilità di invertire il senso di rotazione e di utilizzarlo in fase di frenatura (ossia il motore, se trascinato dal carico che deve frenare, si comporta come pompa). Pochi tipi di motori sono utilizzabili sia a velocità di rotazione molto basse che a quelle superiori infatti solitamente sono motori veloci (velocità comprese tra 500 e 10000 RPM), motori lenti (velocità comprese tra 0 e 1000 RPM). Possono essere di due tipologie:

Motori a pistoni radiali multi corsa (fig. 3.5): in un motore a pistoni radiali multicorsa, lo statore è costituito da una pista a camme su cui appoggiano tramite rulli i pistoni, per ogni giro dell'albero motore ciascun cilindro viene riempito e vuotato un numero di volte pari al numero di camme esistenti sulla pista. In questi motori notevole complessità assume il sistema di distribuzione che deve essere in grado di collegare il vano interno a ciascun cilindro con l'ammissione in fase di discesa del pistone e con lo scarico in fase di risalita.

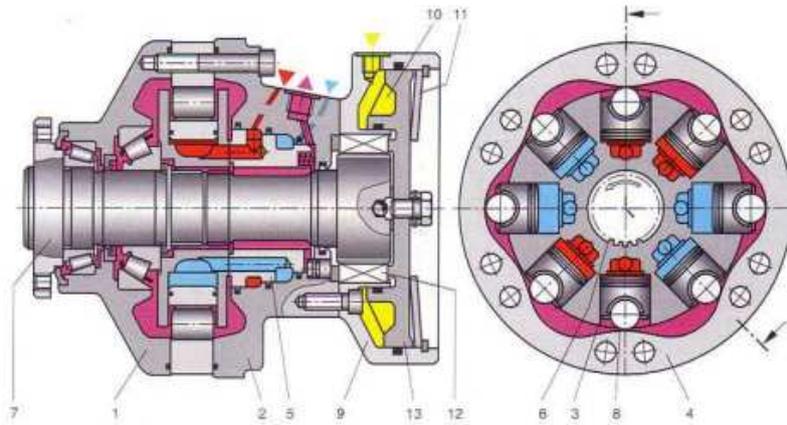


fig. 3.5 Motori a pistoni radiali multi corsa

Motori a pistoni assiali multicorsa (Fig. 3.6): La versione multicorsa di questi motori presenta, al posto del piatto inclinato, un disco che è disposto perpendicolarmente all'asse di rotazione. Il moto alternativo dei pistoni è dovuto al profilo ondulato che questo disco presenta in direzione circonferenziale; coerentemente con la disposizione assiale dei pistoni, le camme portate dal disco hanno uno sviluppo assiale.

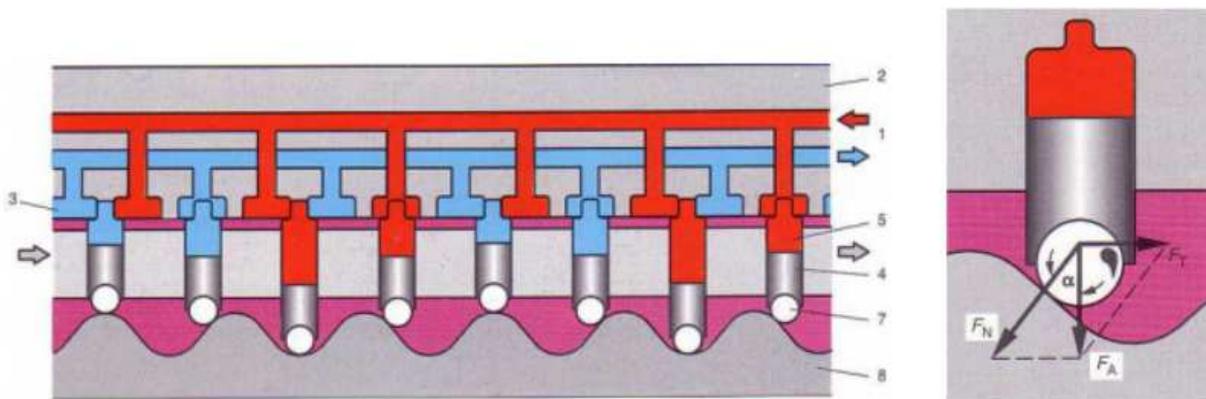


Fig.3.6 motori a pistoni assiali multicorsa

2.1 Compensatore di pressione idropneumatico

Per diminuire le oscillazioni o gli sbalzi di pressione prodotti dalle pompe dalla fase di aspirazione a quella di compressione portate dai pistoni o dalle membrane viene inserito un circuito idraulico chiamato compensatore idropneumatico (detto anche “polmone”). Si tratta di un contenitore sferico, generalmente della capacità di un litro, al cui interno è presente una membrana elastica che divide due emisferi, dei quali il superiore contiene aria in pressione (60-80% di quella di esercizio), mentre l'inferiore è collegato con il circuito idraulico. Quindi è opportuno controllarla frequentemente e regolarla in funzione delle condizioni operative, tramite la valvola di cui è dotato, del tipo comunemente montato sugli pneumatici degli autoveicoli. Per garantire una buona vita alla pompa è necessario sciacquarla a fine di ogni trattamento e ogni 20-30 ore di lavoro controllare il livello dell'olio di lubrificazione.

2.2 Sistema di filtrazione

I corpi della pompa sono strumenti molto delicati che potrebbero essere ostruiti o danneggiati per evitare che succeda vengono installati lungo tutto il circuito idraulico, dal serbatoio agli ugelli vari filtri (Fig. 3.7) con lo scopo di trattenere le parti solide. Sono costituiti solitamente da una rete di nylon o di acciaio inox montati su un telaio in materiale plastico, e vengono collocati in vari modi seguendo un criterio:

Riempimento: per filtrare l'acqua direttamente dai corsi d'acqua possono essere presenti filtri a cestello direttamente sul boccaporto di riempimento, oppure filtri a cilindro sul tubo di aspirazione dell'idroiniettore o della pompa ausiliaria

Aspirazione: si trovano dei filtri a rete e impediscono l'ingresso di corpi estranei nella pompa o nel regolatore di pressione.

sistema di regolazione e mandata: subito dopo la pompa sono presenti dei filtri in mandata nelle sezioni di distribuzione per evitare l'intasamento dei condotti.

Una caratteristica fondamentale quindi è la dimensione delle maglie che varia a seconda della funzione e del tipo degli ugelli, infatti, all'aumentare della fittezza delle maglie ci sarà un aumento del calo di pressione registrato in uscita. La fittezza delle maglie viene definita secondo un unità di misura chiamata "mesh" che indica il numero di fili per pollice, in definitiva rappresenta il potere filtrante. Per identificare il filtro più adatto, le relative cartucce sono spesso marcate con vari colori che identificano il valore di mesh corrispondente e quindi il potere filtrante.

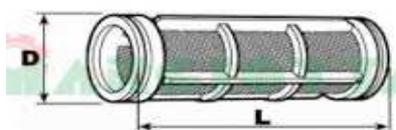


Fig.3.7 Margiotta ricambi.com filtro

2.3 Manometro

Solitamente i manometri impiegati sono "in bagno di glicerina" sostanza che riduce le vibrazioni dell'ago e a molla Bourdon e le caratteristiche fondamentali sono il liquido di riempimento, la scala di lettura ed il diametro (Fig. 3.8). Il manometro va inserito nel circuito idraulico, dopo il regolatore di pressione in modo che risulti facile da leggere. Deve avere un fondo scala e degli intervalli di lettura adeguati ai livelli di pressione d'impiego. Per esempio per un'irroratrice che lavora nell'intervallo 3 – 6 bar, se la scala e l'intervallo di lettura sono troppo ampi non vi sarebbe la sensibilità sufficiente ad avere la necessaria precisione di lettura che si tradurrebbe nella distribuzione di volumi d'irrorazione inevitabilmente diversi da quelli prescelti. Si consiglia sempre l'utilizzo di manometri aventi un valore di fondo scala superiore alla massima pressione erogabile dalla pompa con un intervallo di lettura il più possibile fitto, per i valori intorno alle pressioni comunemente adottate. (Lussana, S. 2008).



(fig. 3.8 manometro)

2.4 Circuito idraulico

Il circuito idraulico comprende tutti i vari collegamenti dell'irroratrice, queste tubazioni sono fatte solitamente in polipropilene e sono avvolte da una guaina di sicurezza apposita per resistere ad alte pressioni, abrasioni o corrosioni.

2.5 Regolatore di pressione

Il regolatore di pressione (Fig. 3.9) è un meccanismo posto dopo la pompa, precisamente sulla tubazione di adduzione agli ugelli. Permette di ridurre la pressione di ingresso alla pressione di uscita desiderata del sistema e la manterrà costante nonostante qualsiasi variazione di input. Ciò avviene agendo sulla manopola del dispositivo che apre/chiude una valvola, interferendo così sulla portata del circuito di mandata. Avvitando la manopola si avvicina la valvola alla sua sede operando la strozzatura nella tubazione che così fa aumentare la pressione nel circuito. Solitamente sono dotati di un attacco a leva che permette di aprire completamente il circuito o di rimmetterlo alla pressione precedentemente regolata con la manopola.



(Fig. 3.9) mmspray.it regolatore di pressione

Solitamente è equipaggiato con:

- A** - una valvola generale per la chiusura principale
- B** - una valvola per regolare la pressione
- C** - un by-pass: per il ritorno del flusso in eccesso alla cisterna
- D** - delle valvole di sezione per distribuire il flusso alle varie linee
- E** - un manometro.

Il sistema per la regolazione della pressione è costituito da una valvola e la sua sede, attraverso questa il liquido può scaricarsi verso la linea di by-pass. La pressione si regola attraverso una manopola che agisce su una molla collegata alla valvola, così facendo la membrana separa liquido dal sistema molla-manopola.

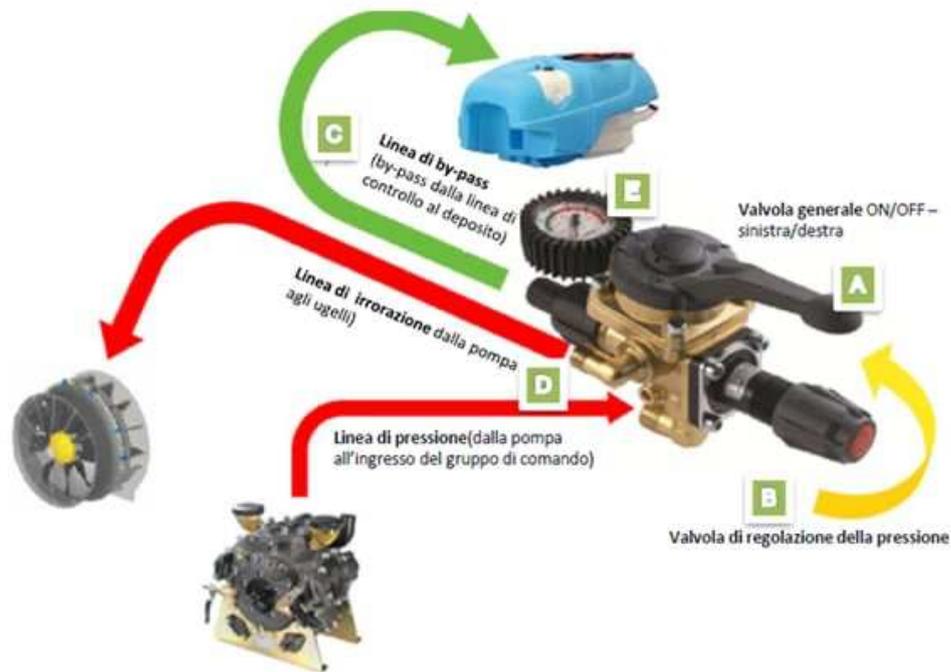


Fig. 4.0 comet.com regolatore di pressione della pompa

2.6 Flussimetri

Un flussimetro è uno strumento utilizzato per misurare istante dopo istante il flusso di liquido li attraversa e sono presenti solo sulle irroratrici più all'avanguardia. Ci sono di due tipi: elettromagnetico o meccanico. In quelli elettromagnetici la misura della portata si basa sul principio che l'intensità di un campo magnetico prodotto dal passaggio di una corrente costante in un solenoide è soggetta ad una variazione proporzionale alla quantità di liquido che passa all'interno di un condotto calibrato. In quelli di tipo meccanico (di norma a palette) si correla il loro regime di rotazione alla portata.

2.7 Distribuzione

Durante l'esecuzione di un trattamento antiparassitario vengono a verificarsi certe condizioni che alterano una corretta ed omogenea distribuzione della miscela (variazioni di velocità per slittamenti, variazioni dei giri del motore, ecc). Per questo motivo nelle irroratrici sono presenti dei dispositivi di controllo automatico della distribuzione.

Sistema di distribuzione a pressione costante (DPC): molto semplicemente si basa sull'utilizzo del regolatore di pressione per mantenere costante la pressione d'esercizio e quindi la portata di liquido distribuita. Questo tipo di regolazione non ha costi eccessivi ma non è in grado autonomamente di modificare la quantità distribuita al variare della velocità e ci può essere un rischio di sovra o sotto dosaggio.

Sistema di Distribuzione Proporzionale al regime di rotazione del Motore (DPM): In questo sistema di regolazione la portata della pompa viene modificata al variare del numero di giri del motore mediante un regolatore di flusso. Questo sistema può essere ad azionamento manuale o elettrico, se si verificano situazioni di slittamento delle ruote, il sistema non è in grado di garantire l'uniformità di distribuzione.

Sistema di Distribuzione Proporzionale all'Avanzamento (DPA): i sistemi più diffusi sono quelli elettronici, ormai quelli meccanici sono poco utilizzati. Il rapporto fra la portata agli ugelli e la velocità di avanzamento della macchina rimane costante, e l'apparato di distribuzione è in grado di regolare la portata in funzione della velocità di avanzamento, mantenendo quindi costante il volume distribuito per unità di superficie. Per il DPA, sempre più spesso si fa ricorso al controllo elettronico: la pompa è collegata direttamente alla pdp (Fig. 4.1) e una centralina elettronica controlla la pressione di erogazione agli ugelli tramite di sensori e dispositivi per la rilevazione della velocità di avanzamento, quali ad esempio magneti collocati sulla ruota del trattore e sensori di prossimità per rilevarne il passaggio, sistemi ottici, radar o più modernamente il GPS (Fig. 4.2). Il circuito dell'acqua (non della miscela) è a pressione costante, mentre il prelievo del formulato concentrato, effettuato di solito direttamente dai contenitori originali, è effettuato mediante una piccola pompa microdosatrice in misura proporzionale all'avanzamento. La miscelazione avviene in tempo reale in un miscelatore a monte degli ugelli: il prodotto passa direttamente dal fusto alla pompa dosatrice e richiede pertanto solo acqua pulita nel serbatoio.



Fig. 4.1 vari collegamenti pompa



Fig. 4.2 GPS

La DPA ha anche vari vantaggi sia per l'operatore che per la salvaguardia dell'ambiente, infatti, riduce i rischi di contatto dell'operatore con il prodotto chimico concentrato, riduce i tempi accessori di preparazione della miscela, il prodotto avanzato viene recuperato e il serbatoio contiene solamente acqua.

2.8 Ventilatori

Le irroratrici sono macchine caratterizzate dalla presenza di un ventilatore e hanno come scopo la funzione di mettere in movimento una massa d'aria che provvede al trasporto della miscela di prodotti fitosanitari fino all'interno della vegetazione della pianta per coprirla in modo più uniforme possibile. I ventilatori sono di varie tipologie in base alle dimensioni o al numero di pale, l'importante è sempre la presenza e la forma di convogliatori e deflettori con il compito di indirizzare correttamente l'aria. E' estremamente importante la velocità e il volume d'aria prodotto dai ventilatori e che quest'ultima sia indirizzata unicamente verso la zona da trattare e non per terra o sopra le chiome. I ventilatori nelle macchine possono essere del tipo a flusso assiale, radiale o tangenziale. Nelle irroratrici a frantumazione meccanica il flusso d'aria deve solo trasportare le goccioline di miscela, mentre in quelle a frantumazione pneumatica ha anche il compito di far formare le goccioline.

Ventilatori assiali: il ventilatore può essere anteriore o posteriore al serbatoio e l'asse è parallelo alla direzione di avanzamento della macchina, sono quelli più diffusi utilizzati nelle attrezzature ad aeroconvezione ad aeroassistite. Il rotore è palettato e forma un'elica generalmente a passo variabile. Le prestazioni del ventilatore dipendono dal numero di pale, dalla loro geometria e inclinazione rispetto alla direzione di rotazione, oltre a regime, forma e dimensioni delle sezioni di passaggio dell'aria (Zucchiatti et al., 1998; Friso e Baldoiu, 2001). La portata e la velocità dell'aria sono regolabili agendo sia sul numero di giri che sull'inclinazione delle pale, e questi si differenziano perché posso avere una portata anche di 20.000 – 80.000 metri cubi/h e la velocità di fuoriuscita dell'aria è di circa 30 – 60 m/s mentre la rotazione è di 1500 – 2500 giri/min. L'aria viene aspirata assialmente attraverso una sezione circolare e distribuita ad opera di un apposito deflettore su una sezione ad arco, ricavata tra lo stesso deflettore ed il convogliatore ed esce un po' inclinata per cui sono presenti dei radrizzatori (Fig. 4.3).

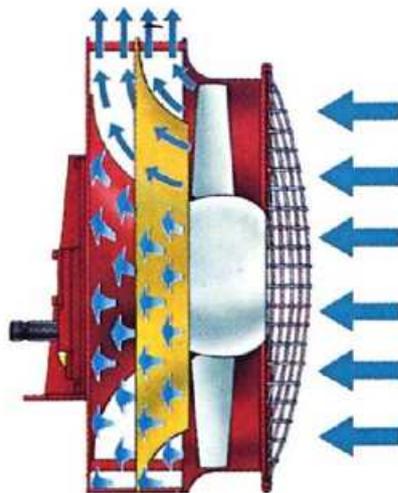


Fig. 4.3 aspirazione assiale

Ventilatori centrifughi

I ventilatori centrifughi (Fig. 4.4) sono costituiti da un rotore cilindrico in cui una base è collegata con il sistema di trasmissione del moto, mentre l'altra costituisce il punto di aspirazione. Quasi sempre gli troviamo nelle irroratrici a polverizzazione pneumatica. L'aria entra dal centro di rotazione e viene convogliata nell'involucro di contenimento, con sezione sempre più grande fino all'uscita, dove viene incanalata. Le portate sono all'incirca di 1'000 – 50'000 m³/h e le velocità dell'aria in uscita raggiungono i 100 – 150 m/s.



Fig. 4.4 Aspiratore centrifugo ITO160

Ventilatori tangenziali:

I *ventilatori tangenziali* (Fig. 4.5) sono caratterizzati da un'altezza complessiva ridotta, ma hanno portate d'aria elevate. Questa tipologia di ventilatore è dotata di un rotore cilindrico munito, lungo le generatrici, di palette ricurve in avanti simili a quelle dei ventilatori centrifughi, con ingresso dell'aria lungo un lato ed uscita dall'altro deviata di 90°. Questo tipo di ventilatore può essere azionato da motori idraulici ed essere posizionato in modo da affacciarsi al filare da trattare investendolo con un flusso d'aria uniforme lungo tutto il profilo, quindi le macchine così equipaggiate sono particolarmente adatte a colture a spalliera bassa e non molto spesse. La velocità si aggira attorno ai 30-40 m/s (Van Ee, 1998).



Fig. 4.5 www.weber-sprayer.de/en/drawbar_sprayers.html

2.9 Ugelli

Gli ugelli per gli atomizzatori sono un accessorio fondamentale per la protezione e la cura delle piante, della vegetazione e delle colture e hanno un compito finale importante, ovvero quello di frantumare la miscela antiparassitaria in piccole goccioline che andranno a distribuirsi sulla vegetazione. Negli ultimi anni molte novità hanno preso passo nel mercato ma la tipologia più utilizzata rimane quella dei dispositivi a polverizzazione meccanica per pressione. Il corpo viene variamente colorato per codificare l'ugello e renderne facilmente identificabile la portata, si differenziano anche in base al materiale di costruzione infatti i più diffusi sono quelli in plastica (polimeri) poi ci sono anche in ceramica, acciaio e in passato usavano anche ottone e alluminio (Fig 4.7). Gli elementi che vanno a costituire un ugello sono (Fig. 4.6):

Una ghiera utile per bloccare

Una testina o punta di spruzzo, con un foro centrale calibrato nella parte terminale

Un filtro

Un corpo filettato di forma cilindrica o conica

Guarnizioni

In base alla struttura della piastrina si possono classificare due tipologie di ugelli: convogliatore-piastrina dove la testina è composta da un convogliatore solitamente caratterizzato da un foro centrale e scanalature elicoidali o tangenziali, attraverso le quali passa il liquido che quindi esce con moto rotatorio. Oltre a questo convogliatore c'è anche la presenza di una piastrina e in mezzo a questi due si forma una camera di turbolenza che contribuisce alla configurazione del getto. L'altra tipologia è detta a corpo unico in cui il disco con foro d'uscita del liquido è incorporato in un supporto, che viene inserito nella sede e bloccato dalla ghiera; la sezione interna del supporto è detta camera ed ha forma e caratteristiche particolari per ogni tipo di ugello.



Fig. 4.7 venetoagricoltura.org parti che formano un ugello

Fig. 4.6 venetoagricoltura.org

Materiale	Caratteristiche
Ceramica	Durata estremamente lunga (oltre 100 ore) Alta resistenza a prodotti chimici abrasivi e corrosivi
Acciaio inox temprato	Durata molto lunga (20 - 40 ore) Buona resistenza all'usura e ai prodotti chimici
Acciaio inox	Durata lunga (20 - 30 ore) Eccellente resistenza ai prodotti chimici e buona all'usura
Polimero	Durata da media a lunga (10 - 30 ore) Buona resistenza ai prodotti chimici. Attenzione a non danneggiare il foro durante la pulizia
Ottone	Durata breve Possibilità di corrosione specialmente con fertilizzanti

I più comuni ugelli vengono classificati in base alla forma del getto prodotta e possono essere:

Ugelli a ventaglio: Quelli a "ventaglio singolo" sono più diffusi; hanno una fessura longitudinale di forma ellittica, a spigoli vivi o arrotondati e sono del tipo a corpo unico e presentano un foro d'uscita del liquido a forma di occhiello. Ha una pressione tipica compresa tra 1.5 – 5 e sono montati con angolo di apertura del getto di 110°, a distanze di 50 cm tra loro. Rispetto al passato anche i cosiddetti ugelli tradizionali oggi disponibili sono progettati per produrre gocce il più possibile omogenee e ridurre il potenziale di deriva. Da alcuni anni sono disponibili ugelli a doppia fessura (Fig. 4.8) che formano due ventagli inclinati ed opposti, così da aumentare la penetrazione della miscela all'interno della coltura, il prodotto a differenza del ventaglio singolo, verrà distribuito più uniformemente su tutta la pianta grazie alle gocce di dimensioni ridotte. La pressione tipica di esercizio è compresa tra 2 e 4 bar per ugelli in materiale plastico, tra 1,5 e 5 bar per ugelli materiale ceramico. Gli ugelli a pre-orifizio o a pre-camera sono ugelli che presentano una pre-camera con funzione di dosaggio della miscela e riduzione della velocità prima della formazione del getto, creando una gamma di gocce di diametro maggiore rispetto agli ugelli tradizionali.

Gli ugelli a inclusione d'aria (Fig. 4.9) sfruttano il principio di Venturi e l'aria viene miscelata con il liquido, successivamente avviene la nebulizzazione, gocce di diametro maggiore ma

contenenti bolle d'aria al loro interno che esplodono quando impattano sul bersaglio creando gocce più minute in grado di coprire sufficientemente la superficie fogliare



Ugello a doppio ventaglio

Fig. 4.8 ilnuovoagricoltore.it



Ugello a inclusione d'aria

Fig. 4.9 ilnuovoagricoltore.it

Ugelli a cono: ci sono due tipologie di ugelli, a cono pieno (Fig. 4.8) o a cono vuoto a seconda delle caratteristiche costruttive e dell'angolo d'uscita. I primi fanno fuoriuscire le gocce con un diametro elevato, infatti questi ugelli vanno molto bene per la distribuzione di prodotti sistemici visto che richiedono poco contatto con la pianta. Le pressioni tipiche si aggirano dai 1 – 5 bar. Gli ugelli a cono vuoto (Fig. 4.9) invece hanno un vorticolatore e una camera a turbolenza di forma cilindrica, sono specializzati nei trattamenti di copertura visto che creano moltissime goccioline. La loro pressione di esercizio sugli atomizzatori è generalmente compresa tra 3 e 25 bar. L'angolo di spruzzo di questi ugelli solitamente è tra i 60 e 80°.



Fig.4.8 euspray.it a cono pieno



Fig. 4.9 euspray.it a cono vuoto

Ugelli a specchio (Fig. 5.0): sono così definiti perché costituiti da un condotto rettilineo che costringe il liquido in uscita a colpire una superficie contrapposta chiamata deflettore, ed opportunamente inclinata rispetto al foro. Il liquido colpisce e scivola sulla superficie a specchio allargandosi in un ventaglio (Fig. 5.1) piuttosto ampio e piatto. Il getto assume un angolo di ampiezza variabile dai 70 ai 160° in funzione della distanza dello “specchio” dal foro di efflusso, dalla sua inclinazione e dalla pressione d’esercizio utilizzata, la polverizzazione è a bassissime pressioni (0,7-2,5 bar). Un ulteriore pregio di questa tipologia di spruzzatori è la loro relativamente scarsa attitudine all’otturazione.

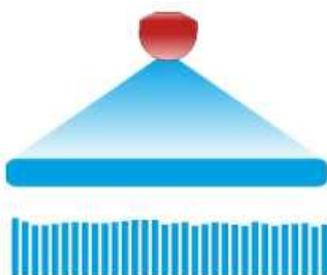


Fig. 5.1 AsjNozzle.it a ventaglio



Fig. 5.0 AsjNozzle.it ugello a specchio

Ugelli rotativi (Fig. 5.2): una particolare tipologia di ugelli che non sfrutta l'energia di pressione idraulica per generare le gocce è quella degli ugelli centrifughi, in cui è la forza centrifuga che polverizza il liquido. In pratica la vena fluida viene fatta scorrere a bassa pressione (1-2 bar) fino ad un disco dentellato che ruotando più o meno velocemente (2000-4000 giri/min), permette la frantumazione del liquido in goccioline di diametro uniforme. Data la grande omogeneità dimensionale di questo tipo di ugelli si parla anche di Applicazione a Goccia Controllata.



Fig. 5.2 AsjNozzle.it ugello rotativo

Inoltre gli ugelli hanno anche dei codici identificativi (Fig. 5.3) riportanti varie informazioni infatti, negli ultimi anni tra quasi tutte le aziende costruttrici, è stato raggiunto un accordo che da origine ad una codifica internazionale (ISO) basate su sigle e colori. In questo modo, partendo dal colore e dalla tipologia di ugello, a determinate pressioni corrispondono specifiche e conosciute portate (espresse in l/min) che vengono riassunte in tabelle (Fig. 5.4) specifiche utili in fase di acquisto.



Fig. 5.3 AsjNozzle.it ugello

Codice/colore ISO 10625									
Portata (litri/minuto) in funzione di diverse pressioni di esercizio									
Dimensione	Colore ISO	Pressione (bar)							
		3	4	5	6	8	10	12	14
0,050	Viola	0,20	0,23	0,26	0,28	0,33	0,37	0,40	0,43
0,075	Rosa	0,30	0,35	0,39	0,42	0,49	0,55	0,60	0,65
0,1	Arancio	0,40	0,46	0,52	0,57	0,65	0,73	0,80	0,86
0,15	Verde	0,60	0,69	0,77	0,85	0,98	1,10	1,20	1,30
0,2	Giallo	0,80	0,92	1,03	1,13	1,31	1,46	1,60	1,73
0,25	Lilla	1,00	1,15	1,29	1,41	1,63	1,83	2,00	2,16
0,3	Blu	1,20	1,39	1,55	1,70	1,96	2,19	2,40	2,59
0,4	Rosso	1,60	1,85	2,07	2,26	2,61	2,92	3,20	3,36
0,5	Marrone	2,00	2,31	2,58	2,83	3,27	3,65	4,00	4,32
0,6	Grigio	2,40	2,77	3,10	3,39	3,92	4,38	4,80	5,18
0,8	Bianco	3,20	3,70	4,13	4,53	5,23	5,84	6,40	6,91

Fig. 5.4 Comet SPA

XR indica il modello di ugello;

Teejet è la ditta costruttrice;

110 è l'angolo di apertura del getto, in gradi;

03 indica la dimensione del foro, o meglio, la portata in galloni al minuto. Per la portata in litri va considerato che il gallone corrisponde a quasi 4 litri. Quindi 0,3 galloni/minuto corrisponde a circa 0,8 litri/minuto, alla pressione di riferimento, in questo caso 3 atmosfere.

VP indica il materiale di cui è fatta la punta di spruzzo, in questo caso plastica. Altre sigle di materiali sono VK, per ugelli in ceramica e VS per ugelli in acciaio.

3.0 Dispositivi antigoccia

I dispositivi antigoccia (Fig. 5.5) permettono di evitare la fuoriuscita dagli ugelli della miscela contenuta nelle tubazioni al momento in cui viene interrotta l'alimentazione del circuito idraulico, che provocherebbe un inutile spreco di prodotti fitosanitari, danni alle colture, rischi di contatto dell'operatore con i vari prodotti chimici e inquinamento ambientale. Ci sono tre tipologie principali di dispositivi antigoccia:

Meccanica: il canale di rifornimento dell'ugello viene chiuso mediante l'azione, su di una membrana o una sferetta, di una molla tarata azionata dalla caduta di pressione (sotto 0,4 – 0,5 bar) conseguente all'arresto dell'erogazione. Questi antigoccia possono essere a valvola, a sfera o a membrana.

Aspirazione: all'arresto dell'alimentazione, il liquido viene reinviato al serbatoio attraverso un tubo Venturi comunicante con il circuito di distribuzione realizzando la depressione necessaria ad evitare il gocciolamento.

Pneumatica: il principio di funzionamento è simile a quello del sistema a membrana. Il canale di rifornimento dell'ugello viene chiuso per l'azione dell'aria in pressione su di una membrana.



Fig. 5.5 dispositivo antigoccia con ugello euspray.it

3.1 Convogliatori del getto d'aria

Questo strumento (Fig. 5.6) ha lo scopo di indirizzare la miscela attraverso la forze dell'aria verso la vegetazione. Esistono molti metodi per il convogliamento dell'aria con diverse caratteristiche: a ventaglio ad esempio, vengono normalmente impiegati su colture allevate a parete, hanno il getto d'aria a forma di ventaglio nella parte terminale e grazie a questa forma indirizza la miscela in modo corretto. Se la corrente d'aria immessa termina direttamente con il ventaglio i ventilatori hanno dimensioni più contenute, mentre se viene espulsa direttamente dal convogliatore ci sono sezioni più grandi.



Fig. 5.6 dragone.web convogliatore

D'aria

I convogliatori a Cannoni, hanno come strumento principale un tubo di grosso diametro, su alcuni modelli di irroratrici a cannone sono presenti dispositivi idraulici di orientamento della bocca di espulsione del getto d'aria che ne permette il direzionamento oltre che in senso verticale, anche orizzontalmente con angoli di rotazione superiori ai 300°. (Fig. 5.7)



Fig. 5.7 mmspay.it convogliatore

A cannone

I convogliatori a manichette, hanno una forma tubolare di piccolo diametro e di sezione costante o variabile. Questo tipo di convogliatori è tipico delle attrezzature a polverizzazione pneumatica, dove è presente, in prossimità dell'uscita del getto, una camera di polverizzazione il cui profilo forma un "tubo Venturi"; nel punto di massima strozzatura, viene posto l'erogatore del liquido.

I convogliatori chiamati diffusori, spostano l'aria prodotta dal ventilatore, viene convogliata con pannelli che hanno il compito di regolarizzare l'uscita del flusso e di indirizzarlo sulle parti di vegetazione da trattare. La forma e la disposizione dei pannelli diffusori variano molto nelle diverse realizzazioni commerciali. Ciò è dovuto all'intento di adattarli a specifiche colture, caratteristiche di particolari zone produttive.

3.2 Taratura

Dal novembre 2016 in Italia è obbligatoria la verifica funzionale periodica delle macchine irroratrici. In diverse regioni e province autonome italiane viene contestualmente effettuata la taratura della macchina, sia su base volontaria che come requisito indispensabile per poter accedere all'erogazione. I controlli principali vengono effettuati su (Fig. 5.8):

A: gancio traino, andrà collegato al trattore

B: pompa principale con varie tubazioni

C: ugelli

D: ventilatore

E: dispositivo di introduzione dei prodotti fitosanitari

F: serbatoio principale

G: getto di scarico serbatoio principale



Fig. 5.8 GRAY T atomizzatore trainato

Capitolo 3

ELETTRIFICAZIONE DELLE IRRORATRICI DA VIGNETO

1.1 Introduzione all'elettrico

La corrente elettrica consiste semplicemente in un flusso di cariche attraverso un conduttore che collega due punti tra cui è presente una differenza di potenziale. Quando si parla di elettrificazione solitamente ci si riferisce a cariche negative ovvero gli elettroni che scorrono in conduttori solidi solitamente metallici. Nelle applicazioni pratiche, il verso della corrente è importante per il corretto funzionamento dei circuiti elettronici, mentre ha meno importanza in quelli elettrici. Una corrente elettrica per fluire necessita di un conduttore elettrico ossia un mezzo in cui è possibile il movimento delle cariche, e in base a questo è possibile determinare una densità di carica. Per la corrente elettrica, come per altre forme di energia, due sono le caratteristiche fondamentali dalle quali dipendono gli effetti termici: l'intensità di corrente e la tensione elettrica. L'intensità di corrente è data da:

$$I = Q/t \text{ (A)} \qquad Q = I \times t \text{ (C)}$$

Dove:

I = intensità di corrente, espressa in ampère (A);

Q = quantità di cariche elettriche, espressa in coulomb (C);

t = tempo, espresso in secondi (s).

$$1 \text{ Ah} = 3600 \text{ coulomb}$$

L'energia elettrica (Ee) è data da:

$$Ee = V \times I \times t \text{ (Wh)}$$

Dove:

V = differenza di potenziale o tensione, espressa in volt (V);

I = intensità di corrente espressa, in ampère (A);

t = tempo espresso in ore (h).

La differenza di potenziale o tensione, detta "voltaggio" è la causa del movimento degli elettroni nei conduttori. La differenza di potenziale rappresenta la forza con cui la corrente elettrica viene spinta in un circuito. Il dispositivo in grado di generare una differenza di potenziale tra due poli si chiama generatore di tensione.

1.2 La frequenza

La frequenza è il numero di cicli di un'onda a corrente alternata (AC), ovvero la velocità con cui la corrente cambia direzione ogni secondo. La frequenza viene misurata in Hertz (Hz), l'unità di misura internazionale in base alla quale 1 hertz equivale a 1 ciclo al secondo.

Hertz (Hz): 1 hertz equivale a 1 ciclo al secondo.

Ciclo: un'onda completa di corrente o [tensione](#) alternata.

Alternanza: un semiciclo.

Periodo: il tempo necessario per produrre un ciclo completo di una forma d'onda

Nell'esempio (fig. 1.1) una corrente alternata ha una frequenza di 5 Hz ciò indica che la forma d'onda si ripete 5 volte nell'arco di 1 secondo.

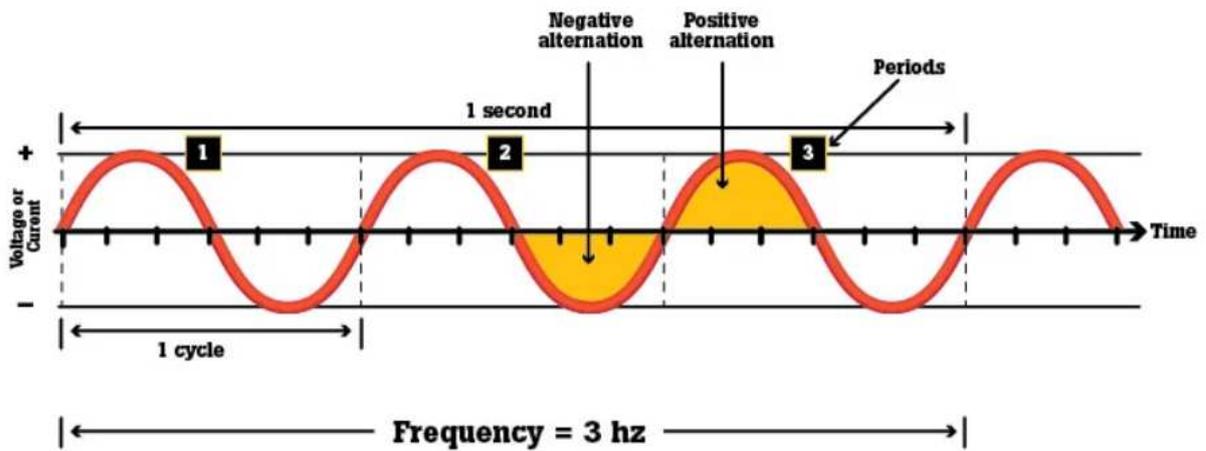


Fig. 1.1 esempio di frequenza

La frequenza generalmente può essere espressa in base alla lunghezza d'onda della radiazione elettromagnetica corrispondente.

Frequenza della linea di alimentazione (di norma 50 o 60 Hz).

Frequenza radio: 30-300 kHz.

1.3 Motore elettrico

Il motore elettrico viene definito come una macchina elettrica, la potenza di ingresso è di tipo elettrico e quella di uscita è di tipo meccanico, e questi motori sono molto importanti dove sono installati perché fondamentali per effettuare un movimento. Negli ultimi anni il motore elettrico sta prendendo sempre più passo in campo agricolo, è pertanto di primaria importanza conoscere il rendimento di un motore elettrico. Questo motore è composto da varie parti:

Commutatore: Serve a invertire la direzione della corrente ogni mezzo giro per mantenere la corrente unidirezionale nel circuito esterno (generatori DC).

Statore e Rotore: il motore elettrico è composto da una parte fissa chiamata statore e una in movimento chiamata rotore. In questi due componenti si generano due flussi magnetici, rispettivamente il flusso statorico e il flusso rotorico che, interagendo tra di loro, danno origine a una **coppia di forze che provoca il movimento rotatorio dell'albero motore** che solitamente è solidale al rotore. Lo **statore** è la parte fissa, ed è la sede degli avvolgimenti detti induttori. Gli avvolgimenti sono realizzati con filo di rame smaltato e sono alloggiati nelle cave appositamente ricavate nello statore.

Il **rotore** nei motori elettrici è definito anche indotto ed è la parte rotante. Il tipo di rotore cambia a seconda del tipo di motore elettrico (a gabbia di scoiattolo, a magneti permanenti o avvolto).

1.4 Corrente CA/CC

La corrente elettrica può essere corrente continua o corrente alternata. La corrente continua (c.c.) è un flusso di elettroni che si muovono in un conduttore sempre nello stesso verso. Per ottenere una tensione continua perfetta si utilizza un generatore di corrente continua come, ad esempio, la batteria. La corrente alternata (c.a.) è un flusso di elettroni che, lungo un conduttore, cambia continuamente il verso di movimento secondo un intervallo di tempo fisso. Le variazioni di corrente inducono variazioni della tensione. Quando si ritorna nelle condizioni iniziali è trascorso un ciclo o periodo. Il numero di cicli per secondo è definito frequenza, misurata in Hertz (Hz). Esistono due tipi principali di motori: il [corrente continua](#) (cc) e il motore a corrente alternata (ac).

Entrambi i tipi hanno applicazioni e caratteristiche diverse. Un motore a corrente continua, meno comuni nei modelli più recenti a causa della loro minore efficienza energetica rispetto ai motori AC, i motori a corrente continua sono stati utilizzati nelle prime versioni di trattori elettrici per la loro semplicità e il costo relativamente basso. E' un tipo di motore elettrico che utilizza una corrente continua [creare](#) un campo magnetico e ruotare il rotore. Esistono diversi tipi di motori CC, ma funzionano tutti secondo lo stesso principio di base. La velocità di un motore CC può essere controllata variando la quantità di corrente che scorre attraverso il rotore. I motori CC sono comunemente utilizzati in applicazioni a velocità variabile, come ventilatori, pompe. Un motore a corrente continua è un tipo di motore elettrico che utilizza una corrente continua [creare](#) un campo magnetico e ruotare il rotore. Esistono diversi tipi di motori CC, ma funzionano tutti secondo lo stesso principio di base. La velocità di un motore CC può essere controllata variando la quantità di corrente che scorre attraverso il rotore. I motori CC sono comunemente utilizzati in applicazioni a velocità variabile, come ventilatori, pompe. In sintesi, i motori CC e i motori CA hanno applicazioni e caratteristiche diverse. I motori CC sono più adatti per applicazioni a velocità variabile e dove è richiesta una coppia di avviamento elevata, mentre i motori CA sono più adatti per applicazioni ad alta potenza, sono diventati lo standard per i trattori elettrici moderni grazie alla loro maggiore efficienza, affidabilità e alla capacità di fornire una maggiore potenza a parità di dimensioni. In generale, la scelta tra un motore DC e un motore AC dipende dalle esigenze specifiche dell'applicazione. In un generatore DC, il rotore è costituito da spire di conduttore che ruotano in un campo magnetico. Il commutatore inverte la connessione delle spire al circuito esterno ogni mezzo giro, producendo così una corrente continua. Mentre in un generatore AC, il rotore ruota all'interno dello statore, che contiene gli avvolgimenti. Il movimento del campo magnetico rispetto agli avvolgimenti induce una corrente alternata in essi. Ci sono varie tipologie di motori:

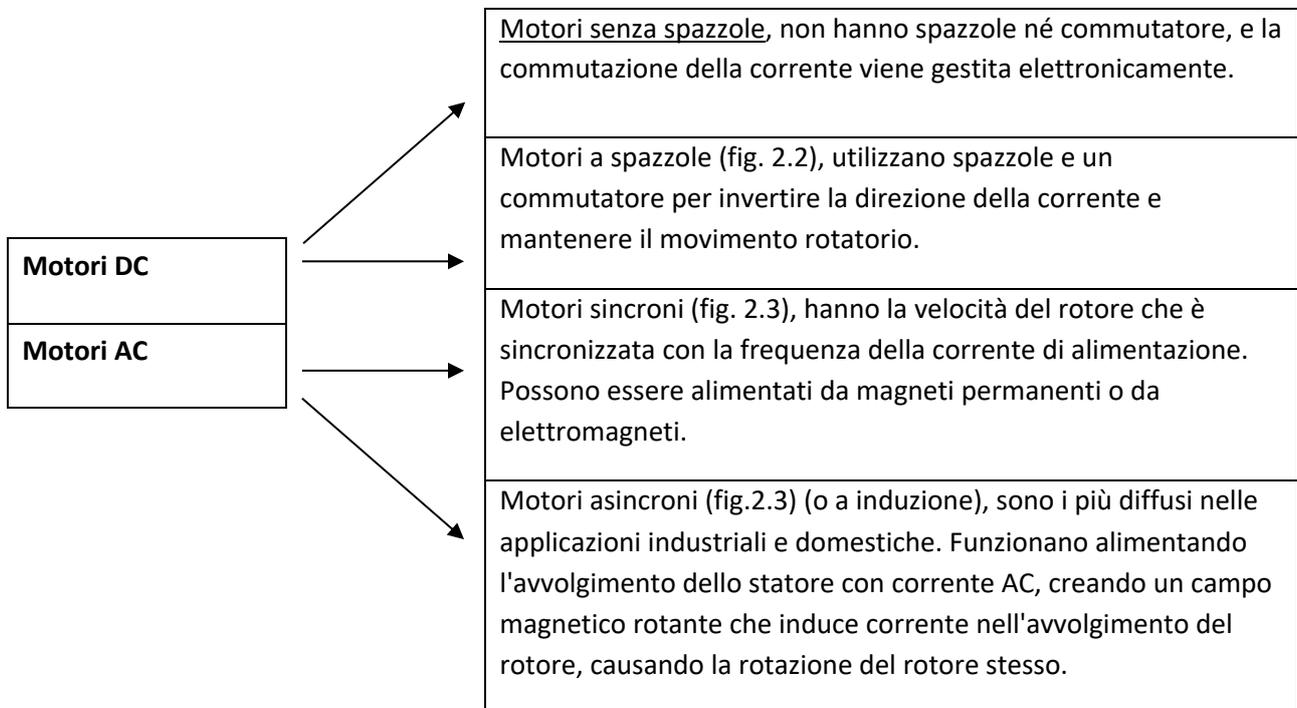
1.5 Il motore elettrico asincrono

Risulta **robusto e affidabile** ed è ampiamente diffuso nell'industria. **Motori meno costosi e costi di manutenzione ridotti.** Sono motori autoavvianti, in grado di sopportare un sovraccarico fino a 2,5 volte la potenza nominale. Lo svantaggio maggiore è il loro rendimento molto inferiore rispetto al motore sincrono, in particolare alle basse velocità. Hanno una modesta reattività in fase di controllo.

1.6 Il motore sincrono

Offre la possibilità di **controllo della velocità molto precisa** in quanto il rotore segue esattamente e costantemente il campo rotante. Ha un elevato rendimento. Il controllo di un motore sincrono è molto buono nelle **applicazioni dove si richiede dinamica molto veloce e/o accuratezza elevata**. Gli svantaggi sono legati al maggior costo del sistema di controllo.

Tabella 1 distinzione motori DC/AC



Differences Between Synchronous & Asynchronous Motor

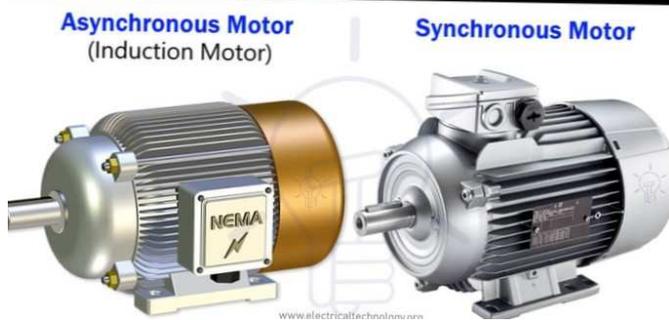


Fig. 2.3 motore sincrono o asincrono

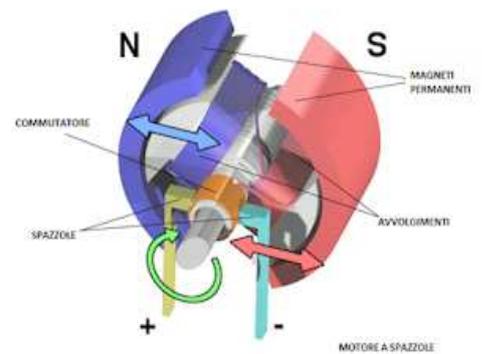


Fig. 2.2 motore a spazzole

1.7 Motore brushless (DC)

Per il pilotaggio del motore brushless (in corrente continua senza spazzole) è necessario l'inverter vettoriale che deve conoscere la corretta posizione del rotore rispetto allo statore (sensore di posizione assoluto), mentre il pilotaggio dei motori a induzione (ma anche per i motori universali) si ha tramite un sensore di velocità del motore (fig. 2.4)



Fig. 2.4 motore brushless

1.8 Il motore a magneti permanenti

Alimentato da rete o ibrido (senza l'uso dell'inverter), che coniuga le prestazioni di due diversi tipi di motore, quello asincrono e quello a magneti permanenti. Strutturalmente lo statore ha una struttura tipica dei motori in corrente alternata (sincrono o asincrono), mentre il rotore è munito sia di magneti permanenti (più internamente) che di gabbia di scoiattolo (più esternamente). Ha vari vantaggi, infatti richiede una ridotta manutenzione, è molto preciso e apporta una efficienza elevata. La progettazione di tale motore (che può essere trifase o monofase) prevede la fusione di due progetti, uno per motore sincrono per il funzionamento a regime e uno per motore asincrono per il funzionamento durante l'avvio, inoltre alcune parti dei due progetti devono condividere molte parti, come i nuclei laminati di statore e rotore e i relativi avvolgimenti statorici.

1.9 Motori elettrici a riluttanza

Motore sincrono che genera una coppia sfruttando la riluttanza magnetica, sfrutta l'induzione tra poli magnetici non permanenti sul [rotore](#) ferromagnetico, che è privo sia di avvolgimenti che di magneti permanenti. Il funzionamento si basa sul rotore che segue la posizione dove la [riluttanza](#) del flusso magnetico è minima, e che corrisponde al punto dello statore che genera l'[induttanza](#) maggiore. I motori a riluttanza possono fornire un'elevata densità di potenza a basso costo, il che li rende interessanti per molte applicazioni.



Tabella 2 differenza motori

<p><u>Motori con Reluttanza Commutata</u>: questi motori offrono una buona efficienza e una robusta costruzione. Sono particolarmente vantaggiosi in ambienti difficili grazie alla loro semplicità meccanica, anche se poco comuni.</p>	<p><u>I motori sincroni a riluttanza o in breve SynRM</u> hanno un numero uguale di poli sia sullo statore che sul rotore. Il rotore è di forma circolare con dei tagli predisposti per introdurre "barriere" di flusso interne, fori che dirigono il flusso magnetico lungo il cosiddetto asse diretto</p>	<p><u>Il motore sincrono a riluttanza con magneti permanenti o in breve PMSynRM</u> è strutturalmente molto simile al motore SynRM, se non per il fatto che in alcune barriere di flusso del rotore (zone cave), presentano dei magneti permanenti.</p>
--	---	---

Inoltre possiamo distinguere 2 motori, uno a monofase e uno a trifase:

2.0 motore monofase

Questo è un tipo di motore elettrico che viene alimentato in corrente alternata monofase. Tali motori possono avere diverse forme costruttive e vengono usati per molte applicazioni diverse. Generalmente, data la caratteristica non autoavviante di questi motori, vengono utilizzati motori [bifase](#), dove la seconda fase (o, meglio, "una seconda tensione, sfasata rispetto alla prima") viene ricavata tramite l'utilizzo di un condensatore.

motore trifase

E' un tipo di motore elettrico il cui funzionamento è basato sull'applicazione del principio del campo magnetico rotante di [Galileo Ferraris](#) ad un insieme trifase di correnti in ingresso. Infatti per funzionare richiede l'utilizzo di [sistema trifase](#) di correnti, sfasate tra di loro nel tempo e nello spazio di 120° elettrici. Il neutro può essere o non essere accessibile a seconda dell'applicazione prevista. Il funzionamento di un generatore trifase si basa sui principi dell'induzione elettromagnetica, proprio come i generatori monofase, ma con alcune specificità legate alla generazione e distribuzione delle tre fasi:

Campo magnetico rotante: Quando il rotore gira, genera un campo magnetico rotante.

Induzione nelle bobine dello statore: Il campo magnetico rotante attraversa gli avvolgimenti dello statore, inducendo una corrente elettrica in ciascuno dei tre gruppi di avvolgimenti

Generazione delle tre fasi: Questo sfasamento di 120 gradi assicura che la somma delle tensioni istantanee in qualsiasi momento sia sempre zero in un sistema bilanciato, contribuendo alla stabilità e all'efficienza del sistema di distribuzione dell'energia elettrica

L'elettrico ha vantaggi come svantaggi: il costo iniziale di qualsiasi veicolo elettrico è 2-3 volte superiore, la ricarica dei trattori elettrici sarà una sfida infatti si necessitano parchi solari per fornire energia rinnovabile e le tecnologie esistenti per le batterie non hanno ancora raggiunto la densità di potenza e la densità di energia per competere con i trattori convenzionali. Dispongono però di una buona sicurezza e confort, di un basso costo grazie all'energia rinnovabile e infine hanno una buona durata con poca manutenzione.

Tabella 3 componenti principali motore elettrico

Le componenti principali di un motore elettrico:	<p><u>Motore elettrico</u>: usato prevalentemente un motore sincrono a magneti permanenti in corrente alternata la cui velocità di rotazione è sincronizzata con la frequenza elettrica</p>
	<p><u>Batteria ricaricabile o accumulatore</u>: è un dispositivo elettrochimico può essere caricata e scaricata molte volte. Il termine "accumulatore" viene utilizzato in quanto il dispositivo accumula e immagazzina energia attraverso una reazione elettrochimica reversibile</p>
	<p><u>Il generatore</u>: un generatore elettrico è un dispositivo che genera energia elettrica convertendo energia di altro tipo. è un componente essenziale nei trattori ibridi</p>
	<p><u>Inverter</u>: un inverter o invertitore di corrente è un apparato elettronico di ingresso/uscita in grado di convertire una corrente continua in ingresso in una corrente alternata in uscita e di variarne i parametri di ampiezza e frequenza.</p>

2.2 Tipologie di motori elettrici

Motori elettrici utilizzati in agricoltura

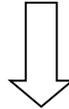


Tabella 3 motori elettrici

Motori a corrente continua (DC)	Motori a corrente alternata (AC)	Motori con Reluttanza Commutata
<p>La regolazione avviene variando la tensione di alimentazione o la tensione sugli avvolgimenti.</p>	<p>Il motore AC è usato per applicazioni in cui è necessario effettuare movimenti continui e con pochi cambi di velocità. Raggiunge maggiori velocità di rotazione.</p>	<p>Anche se meno comuni, questi motori offrono una buona efficienza e una robusta costruzione. Sono particolarmente vantaggiosi in ambienti difficili grazie alla loro semplicità meccanica.</p>
<p><u>A spazzole</u>: le spazzole strisciano sul commutatore che rende continua la corrente in uscita</p> <p><u>Brushless</u>: Motori a magneti permanenti in cui la commutazione della corrente circolante negli avvolgimenti dello statore</p>	<p><u>Motore sincrono</u>: la velocità di rotazione è sincrona con la frequenza della corrente alternata che lo alimenta. Sono motori a magneti permanenti. Più costoso, più affidabile e con un ottimo rapporto peso/potenza. Meno efficienti ad alte velocità</p> <p><u>Motore asincrono (a induzione)</u>: rotazione e frequenza di rete non coincidono. Meno costoso, affidabile e poca manutenzione</p>	<p>Nei motori a magneti permanenti, il campo magnetico statico del rotore è generato da magneti permanenti piuttosto che da elettromagneti. Il campo magnetico rotante, necessario per far ruotare il rotore, è invece creato applicando corrente agli avvolgimenti dello statore. La commutazione della corrente negli avvolgimenti dello statore, gestita elettronicamente da un controller, crea un campo magnetico che interagisce con quello dei magneti permanenti, causando la rotazione del rotore.</p>

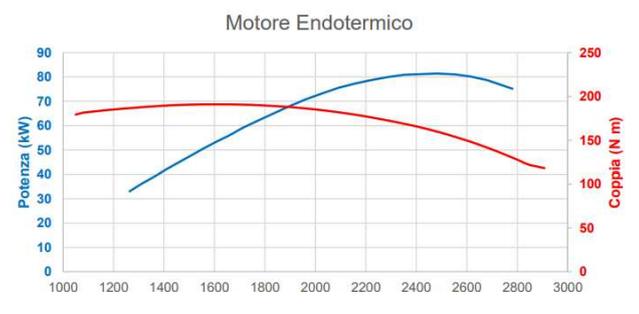
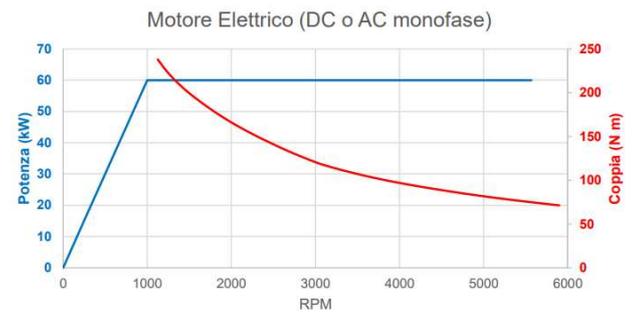
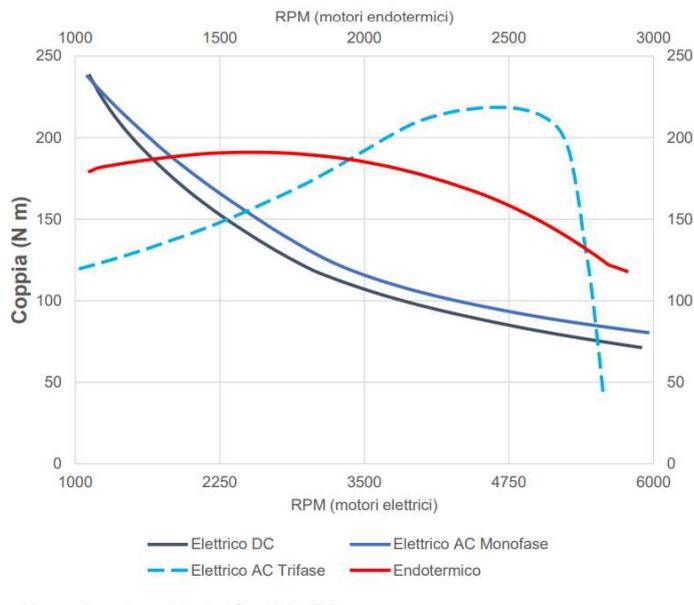


Fig. 2.5 curve potenza/n° giri Meccanizzazione viticola - Sozzi, UniPD

(L. Olivieri e E. Ravelli, Elettrotecnica, vol. 2, , Padova, CEDAM - Casa Editrice Dott. Antonio Milani, 1972)

Capitolo 4

PROTOTIPI E SOLUZIONI COMMERCIALI

Negli ultimi anni l'elettificazione in campo agricolo in Europa si è evoluta molto velocemente. I progressi tecnologici e l'interessamento verso le tematiche ambientali hanno apportato una riduzione delle emissioni accelerando questo processo, grazie anche alle nuove normative antinquinamento. In generale, l'elettificazione ha guidato numerosi vantaggi semplificando le lavorazioni, agevolando la precisione in campo. Negli ultimi tempi molti agricoltori si stanno aggiornando acquistando dal mercato sempre più attrezzatura elettrificata.

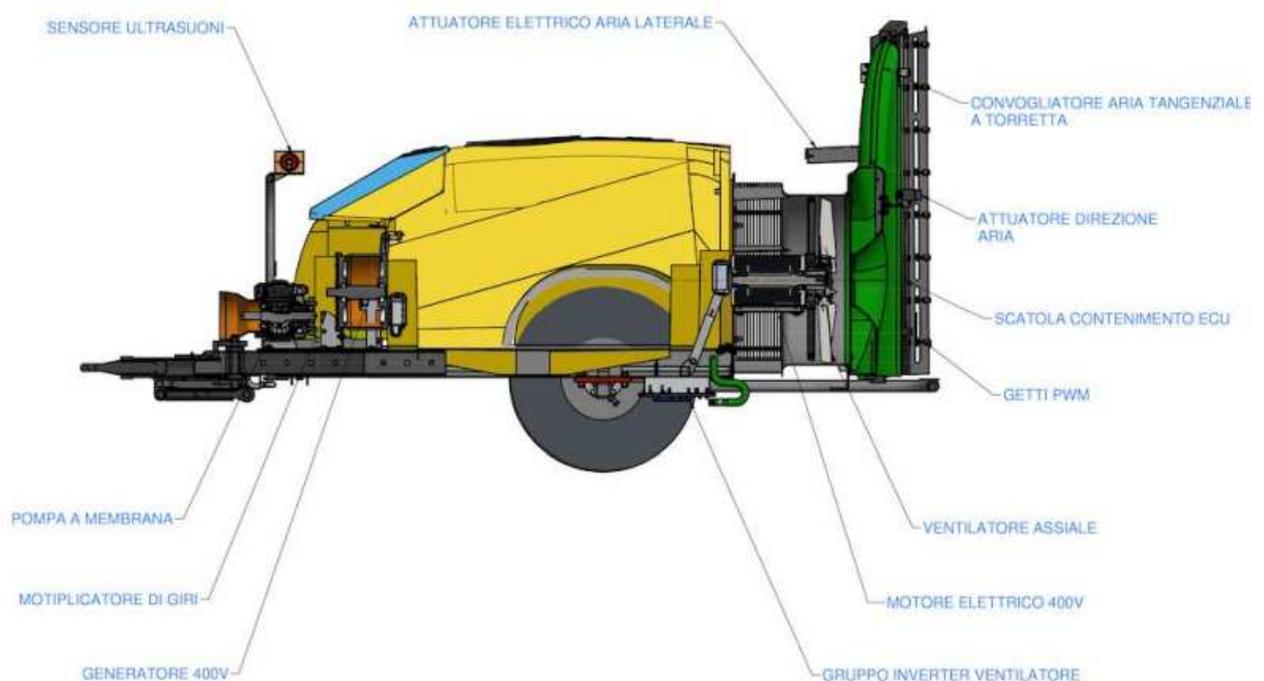


Fig. 1.0 <https://www.caffini.com/it/atomizzatori-trainati/151-smart-synthesis-hybrid.html>

Il Caffini 151 smart-synthesis-hybrid (fig.1.0), viene considerato uno tra i più innovativi atomizzatori trainati in vigore del suo funzionamento tramite un azionamento elettrico. La trasmissione meccanica è stata aggiornata con una elettrica molto più sostenibile ed efficiente. La macchina è in grado di funzionare automaticamente rilevando e garantendo un trattamento regolare sulla pianta. La macchina si regola autonomamente il flusso d'aria in base alla densità fogliare ottimizzando il deposito di prodotto fitosanitario, è dotata di un sistema di sensoristica che in tempo reale verifica la presenza o meno della vegetazione, la sua dimensione e la sua porosità e grazie a questa analisi e al motore elettrico il ventilatore viene comandato automaticamente in modo che possa dare più o meno aria in base alla situazione. Inoltre gli ugelli PWM (apertura frequenza regolabile) consentono di distribuire la miscela dove serve e in giuste dosi. L'atomizzatore è costituito da una pompa a membrana, e il ventilatore viene azionato elettricamente con un generatore di 400v autonomo.

www.caffini.com/it/atomizzatori-trainati/151-smart-synthesis-hybrid.html

Un altro metodo per la trasmissione di potenza alle attrezzature sono i veicoli elettrici a cavo che garantiscono più efficienza, nuove funzionalità e completo controllo dei parametri di lavoro, tutto questo riducendo le emissioni. In un trattore collegato con un cavo che trasferisce l'energia necessaria da bordo campo al trattore, solitamente la potenza è di oltre 300 kW, di cui 100 utilizzati per la trazione e 200 a disposizione delle attrezzature, ovviamente anch'esse azionate elettricamente. Nobili ha presentato recentemente E-SPRAYER (fig.1.1), un atomizzatore alimentato da una presa ad alta tensione presente sul trattore, è un sistema ad alta tensione 700V (DC). Oggi l'elettrificazione apre la porta a una nuova sinergia trattore-attrezzo, disaccoppiando il motore endotermico dalla presa di forza per un controllo preciso ed indipendente durante l'irrorazione. La prima irroratrice 100% elettrica. E-SPRAYER è dotata di due motori indipendenti, regolabili dalla cabina del trattore, che azionano pompa e ventola, il gruppo aria presenta la nuova ventola brevettata NOBILI HF che garantisce alte prestazioni e minimi assorbimenti di potenza. L'interfaccia in cabina consente di variare la velocità della ventola permettendo di adeguare il volume d'aria erogata in funzione della vegetazione, riducendo al minimo la deriva. L'assenza del cardano elimina definitivamente i limiti di sterzata all'uscita dei filari.

www.nobili.com/le-prime-le-uniche-100-elettriche/s608ef154



Fig. 1.1 <https://www.nobili.com/le-prime-le-uniche-100-elettriche/s608ef154>

La nuova tecnologia applicata alle attrezzature Dragone elettriche “-e” senza cardano e presa di forza, permette che vengano alimentate dalla presa di tensione della macchina trattrice. Esse hanno come obiettivo la riduzione dei costi favorendo l'impatto ambientale e garantire una maggiore efficienza. Un atomizzatore che segue questa impronta è il Marcel-e scavallante (fig. 1.2), il quale è stato vincitore del premio novità tecnica ad EIMA 2022. La movimentazione, la portata dell'aria e la gestione del flusso d'acqua sono tutte operazioni gestite elettricamente. Lo scopo principale di questo macchinario è la direzionalità sul bersaglio, sistema brevettato utilizzando droni per la distribuzione dell'aria riducendo al minimo la deriva. (dragoneweb.com/serie-energy/)



Fig. 1.2 Marcel-e scavallante <https://dragoneweb.com/serie-energy/>

L' Eidos full electric (fig. 1.3) in casa Carraro e nel mondo agricolo rappresenta un grande passo avanti considerando il riconoscimento prestigioso da parte del Comitato per le novità e le Tecniche EIMA 2024 grazie alle sue caratteristiche innovative nel settore agricolo. Questo atomizzatore è dotato di un sistema che permette all'irroratrice di seguire con precisione il percorso del trattore garantendo uniformità del trattamento e sprechi ridotti. Un'altra caratteristica distintiva è la disattivazione automatica della pompa durante le svolte. Inoltre questo irroratore include motori elettrici che azionano i ventilatori in modo indipendente consentendo un maggiore controllo nella distribuzione del prodotto, e i nove ugelli, gestibili in gruppi di tre, offrono una buona flessibilità. Un aspetto che lo contraddistingue è la dotazione di una pompa a trascinamento magnetico ovvero riduce l'usura e migliora l'efficienza energetica.

<https://www.carrarospray.com/eidos-electric/>



Fig. 1.3 www.carrarospray.com L' Eidos full electric

L'Electric Burian (fig.1.4) è un nebulizzatore trinato con sistema di recupero prodotto. E' un atomizzatore per aeroconvezione, il liquido è portato dal serbatoio, mediante una pompa, all'ugello dove viene investito da una corrente d'aria a forte velocità prodotta da un ventilatore (assiale). Per ottimizzare la nebulazione occorre uniformare il flusso d'aria ad esempio con contro-eliche o raddrizzatori d'aria. La quantità di prodotto dipende dal numero e dalla portata degli ugelli. In questo modo si raggiunge un diametro di goccioline compreso tra 100 e 300 micron. Il funzionamento della pompa avviene tramite albero cardanico collegato alla presa di forza del trattore e questo non deve superare i 550 giri/min. e una pressione di 20 bar rilevabili sul manometro. La presa di alimentazione viene innestata al trattore e si aggira intorno ai 12 Volt. Il serbatoio può contenere 2000-3000 L.



Fig.1.4 Europiave electric burian

New plus 42 (fig.1.5) è un atomizzatore portato sul sollevatore, è dotato di nebulizzazione pneumatica basata sul principio del “Tubo Venturi”, consente trattamenti con miscele a basso volume d'acqua. E' di struttura robusta e compatta, preciso nella distribuzione delle quantità stabilite, permette interventi efficaci anche sui terreni più difficili, garantendo elevate autonomie operative. **E' l'unico sul mercato con serbatoi lavamani e lava impianto integrati nel serbatoio principale e con doppia agitazione, idraulica/pneumatica della miscela.** Il serbatoio principale è in polietilene da lt. 300 e 400 a svuotamento totale con indicatori di livello su scala graduata, la pompa centrifuga CIMA (**senza membrane e valvole**) è in materiale anticorrosivo, l'erogazione va dai 70 ai 3300 l/h. La trasmissione del moto al ventilatore è a cinghia Poly-V, può raggiungere una potenza assorbita di kw 13 - CV 18. La centrifuga di alimentazione e agitazione è di CIMA CD e arriva a 32 giri/min 4000, ha una portata massima lt./min. 120.



Fig.1.5 <https://www.cima.it/atomizzatore-new-plus-42/s1c415bc7>

L'atomizzatore **snodato** serie **LINK 55 (fig.1.6)** a nebulizzazione pneumatica basata sul principio del "**Tubo Venturi**", consente trattamenti fitoiatrici con miscele a basso volume d'acqua.

Il gruppo moltiplicatore/ventilatore montato sui 3 punti del trattore, con la testata di distribuzione applicata direttamente sul ventilatore. **Lo snodo**, al quale è attaccato il carrello con serbatoio, **consente sterzate con raggi limitatissimi senza mai disinserire la presa di forza. Caratteristiche:**

Serbatoio principale in polietilene da lt. 800-1000-1500 a svuotamento totale con indicatori di livello su scala graduata

Doppia miscelazione idraulica/pneumatica

Pompa centrifuga CIMA (**senza membrane e valvole**) in materiale anticorrosivo

Ventilatore centrifugo ad alta pressione con disinnesto e carter in polietilene

Trasmissione del moto al ventilatore a cinghia Poly-V

Mozzi ruote a carreggiata ed altezza regolabile



Fig. 1.6 <https://www.cima.it/atomizzatore-link-55/s7f29762c>

Antis V 82-600 P (fig. 1.7) fa parte degli atomizzatori portati ANTIS, contraddistinta da gruppi ventola ad aspirazione anteriore. I nuovi gruppi ventola consentono di eliminare le problematiche legate all'aspirazione delle foglie, del prodotto erogato e della polvere; indirizzano inoltre il flusso d'aria e la miscela fitosanitaria posteriormente alla zona di aspirazione dell'atomizzatore, garantendo una protezione sicura per l'operatore. Tratti distintivi dei gruppi ventola ANTIS sono le frizioni in ferodo anti usura, le alette raddrizzatrici per la stabilizzazione del flusso su entrambi i lati di trattamento, gli ingombri ridotti in fase di manovra e la possibilità di regolare l'inclinazione delle pale in posizioni diverse a seconda delle necessità di volume d'aria per la vegetazione da trattare e della potenza disponibile del trattore. Inoltre recentemente ANTIS-V ha aggiunto alle caratteristiche della serie ANTIS i convogliatori tangenziali a torre. Le cisterne possono contenere dai 400 - 500 o 600 litri. La potenza è di 50-60 HP con 37-45 KW.



Fig. 1.7 <https://www.nobili.com/antis-v-p/s6a013496>

<p>Caffini 151 smart-synthesis-hybrid Caffini 151 smart-synthesis-hybrid è costituito da una pompa a membrana, e il ventilatore viene azionato elettricamente con un generatore di 400v autonomo.</p>
<p>Nobili E-SPRAYER potenza è di oltre 300 kW, di cui 100 utilizzati per la trazione e 200 a disposizione delle attrezzature, è 100% elettrica, è dotata di due motori indipendenti, che azionano pompa e ventola.</p>
<p>Marcel-e scavallante, è senza cardano e presa di forza, tutte le operazioni sono gestite elettricamente</p>
<p>Eidos full electric è costituito da motori elettrici che azionano i ventilatori in modo autonomo</p>
<p>L'Electric Burian è un nebulizzatore trainato a recupero, è dotato di un ventilatore assiale, la pompa è azionata tramite albero cardanico, non supera i 550 giri/min. Il serbatoio può contenere 2000-3000 L</p>
<p>New Plus 42 è un atomizzatore portato, è dotato di una pompa centrifuga, la trasmissione del moto al ventilatore è a cinghia Poly-V e può raggiungere una potenza di assorbimento pari a 13kw.</p>
<p>Link 55 è un atomizzatore a nebulizzazione pneumatica, contiene 800-1000-1500 L. , ha una pompa centrifuga e un ventilatore centrifugo e la trasmissione di quest'ultimo è a cinghia Poly-V</p>
<p>Antis V 82-600 P contiene 600L e la sua potenza è di 50-60HP con 37-45 kw</p>

Capitolo 5

CONCLUSIONI

Il presente lavoro di tesi si è proposto degli obiettivi nell'eseguire un trattamento fitosanitario, in modo da rispettare e garantire la distribuzione delle quantità adatte e precise di prodotto fitosanitario in maniera omogenea nel bersaglio. La selezione della tecnologia che maggiormente rispecchia le necessità nell'esecuzione dei trattamenti è fondamentale per mantenere gli standard di difesa ed al contempo consentire la prevenzione di sprechi che costituiscono esclusivamente un fattore di inefficienza nelle esecuzioni. Le tecnologie analizzate precedentemente presentano ognuna un funzionamento e delle caratteristiche le une diverse dalle altre, ma con un unico obiettivo, ovvero salvaguardare l'ambiente. Lo studio compiuto riconosce lo sviluppo delle macchine irroratrici e dei motori che le accompagnano nei trattamenti in campo, analizzando pezzo dopo pezzo la struttura che li compone, mettendo a confronto degli atomizzatori standard con degli altri elettrificati e dotati di tecnologie recenti. Inizialmente l'argomento è stato basato più in generale sulla distinzione dei vari atomizzatori spiegando ed elencando gli aspetti principali come il movimento, i costi, la distribuzione della miscela e la struttura dalla quale vengono composti. La tesi ha come scopo principale verificare e presentare attraverso delle informazioni l'importanza dell'elettricità in agricoltura, infatti senza questa i costi sarebbero maggiori e l'utilizzo e lo spreco di prodotti fitosanitari andrebbe esagerando. Le informazioni raccolte evidenziano una sostanziale differenza nelle lavorazioni grazie all'innovazione di pompe, ugelli, ventilatori e i vari regolatori di pressione, andando a esaminare vantaggi e svantaggi condotti dall'elettrificazione in questi ultimi tempi. Le analisi si sono basate specialmente su aziende esperte nella costruzione e la creazione di questi atomizzatori, specificandone tutte le caratteristiche molto incentrate sull'elettrico e sull'abilità e l'autonomia durante l'irrorazione dell'attrezzo preso in considerazione. Con queste ultime parole ci si riferisce soprattutto alla regolazione nel momento della distribuzione della miscela ottimizzando sprechi e tempo.

L'elettificazione delle macchine agricole permette di migliorare l'efficienza, ridurre i costi di gestione, migliorare la precisione di controllo dei dispositivi e permette un risparmio di spazio. Tra questi aspetti soprattutto l'assenza di manutenzione, i costi più bassi di gestione e la maggior efficienza hanno spinto e stanno tutt'ora incitando i produttori dei macchinari agricoli a scegliere questa soluzione. Da non sottovalutare è anche la salute dei lavoratori, che seguono le macchine per ore: con l'elettrico non respirano più i gas di scarico, soprattutto negli ambienti chiusi come stalle e serre. In conclusione possiamo affermare che questo processo genera numerosi benefici su diversi aspetti ed è in forte espansione. Gli investimenti per l'innovazione in campo agricolo sono infatti cresciuti del 20% lo scorso anno, toccando i 540 milioni di euro. I margini di crescita sono ancora alti, anche grazie ai 500 milioni di euro stanziati dal Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza istituiti per l'innovazione e la meccanizzazione del settore agricolo. Nonostante il rilento sviluppo dell'agricoltura di precisione, un obiettivo futuro sarebbe quello di raggiungere e rinnovare il reparto macchine basandosi sull'elettrico, adottando una tecnica efficace e promettente, ottimizzando la gestione dei prodotti fitosanitari, fino ad azzerare quasi totalmente gli sprechi, in modo tale da trovare una giustificazione economica, energetica ed ambientale.

BIBLIOGRAFIA

(Di Natale 2019) Colosio. Moretto. "I prodotti fitosanitari." *Manuale di medicina del lavoro e igiene industriale per tecnici della prevenzione*. Piccin, 2010.

La meccanizzazione agraria e i suoi problemi. L. Sgorbati 1976

Macchine in prova. O. Repetti 2016

<https://www.cima.it/>

<https://www.nobili.com/>

<https://dragoneweb.com/>

Manuale EUROPIAVE Electric burian 2022

Gazzetta ufficiale dell'Unione europea 9/6/2026

Balsari et al., 2007; Baldoïn et al. 2007

Cesare de Zanche 2015

F. Gioielli., M. Grella., P. Marucco., E. Mozzanini, & P. Balsari. 2020

Balsari P., G. Oggero, S. Liberatori, R. Limongelli. 2006. Controllo delle irroratrici in uso per una migliore distribuzione. *L'informatore Agrario* 38, 37-41

Balsari P., G. Oggero, P. Marucco. 2007. Buone pratiche per ridurre l'inquinamento da agrofarmaci. *L'Informatore Agrario* 47, 49-53

Baldoïn C. 2008a. Come scegliere gli ugelli per i trattamenti a frutteto e vigneto. *Informatore Agrario* 12, Supplemento Difesa vigneto e frutteto, 36-39

Ade G., S. Balloni, F. Pezzi. 2005. Valutazione di un'irroratrice a tunnel nei trattamenti al vigneto. *Informatore Fitopatologico* 6, 37-43

Assirelli A. 2008. Irroratrici più efficienti con taratura e controllo. *Macchine Agricole Domani* 5, 61-64

Demaldè R. 2008. Dispense del corso di “Meccanizzazione della distribuzione dei fitofarmaci”, Laurea Specialistica in “Difesa delle colture per una produzione eco compatibile”, Università Cattolica del Sacro Cuore, Facoltà di Agraria di Piacenza, A.A. 2008/2009

ENAMA. 2007. Attività di controllo funzionale e regolazione delle macchine irroratrici in Italia. Ente Nazionale per la Meccanizzazione Agricola, Roma

Friso D. e C. Baldoin. 2003. Caratteristiche della corrente fluida dei ventilatori assiali degli atomizzatori e proposta di un criterio di calcolo. *Riv. di Ing. Agr.*, 3, 23-31

Pergher G. & R. Gubiani. 1997. Analisi della deposizione fogliare e delle perdite di distribuzione in una irroratrice ad aeroconvezione a deflettori orientabili. *Rivista di Ingegneria Agraria* 1, 3-10

Rimediotti M., M. Vieri, M. Montanari. 2008. Irroratrice elettrostatica per l'agricoltura ecocompatibile. *Informatore Agrario* 40, 85-88

Vannucci D. 2001. *Macchine per la difesa delle colture*. Edagricole, Bologna

Vieri M. 2003. Le attrezzature impiegate nella irrorazione di prodotti fitosanitari. I criteri di scelta; il loro corretto impiego e la necessaria manutenzione. DIAF – Università di Firenze

Vieri M., 2004. Le attrezzature impiegate nelle operazioni di disinfezione. Il parte: Criteri di irrorazione dei prodotti liquidi antiparassitari. *Igiene alimenti – disinfezione & igiene ambientale*, 5-15

