



Aggiornamento sulle caratteristiche tecniche delle macchine per la minima lavorazione del terreno

Luigi Sartori
Università di Padova



14 giugno 2016

Sede Unindustria Bologna – Via San Domenico, 4

DEFINIZIONI

- Lavorazioni convenzionali (con inversione degli strati) = aratura, affinamenti successivi
- Lavorazioni ridotte o minime semplificano gli interventi riducendo o il numero di numero passaggi o la profondità di lavoro o l'intensità (energia) dell'intervento o tutte e tre.
- Lavorazioni conservative lasciano in superficie una sufficiente quantità di residui colturali o altra biomassa (minimo 30%) per contrastare fenomeni erosivi e aumentare il contenuto di sostanza organica.

Cosa si intende per agricoltura conservativa?

Conservazione Agricoltura (CA) è un approccio alla gestione degli agro-ecosistemi per una migliore e sostenibile produttività, un aumento dei redditi e la sicurezza alimentare, preservando e migliorando le risorse e l'ambiente. CA è caratterizzata da tre principi collegati, vale a dire:

- Prolungato e minimo disturbo meccanico del suolo
- Permanente copertura del suolo.
- La diversificazione delle specie coltivate in successione e / o associazioni.

Principi CA sono universalmente applicabili a tutti i contesti agricoli e usi del suolo con le pratiche adottate nelle condizioni locali. CA potenzia la biodiversità e processi biologici naturali sopra e sotto la superficie del terreno.

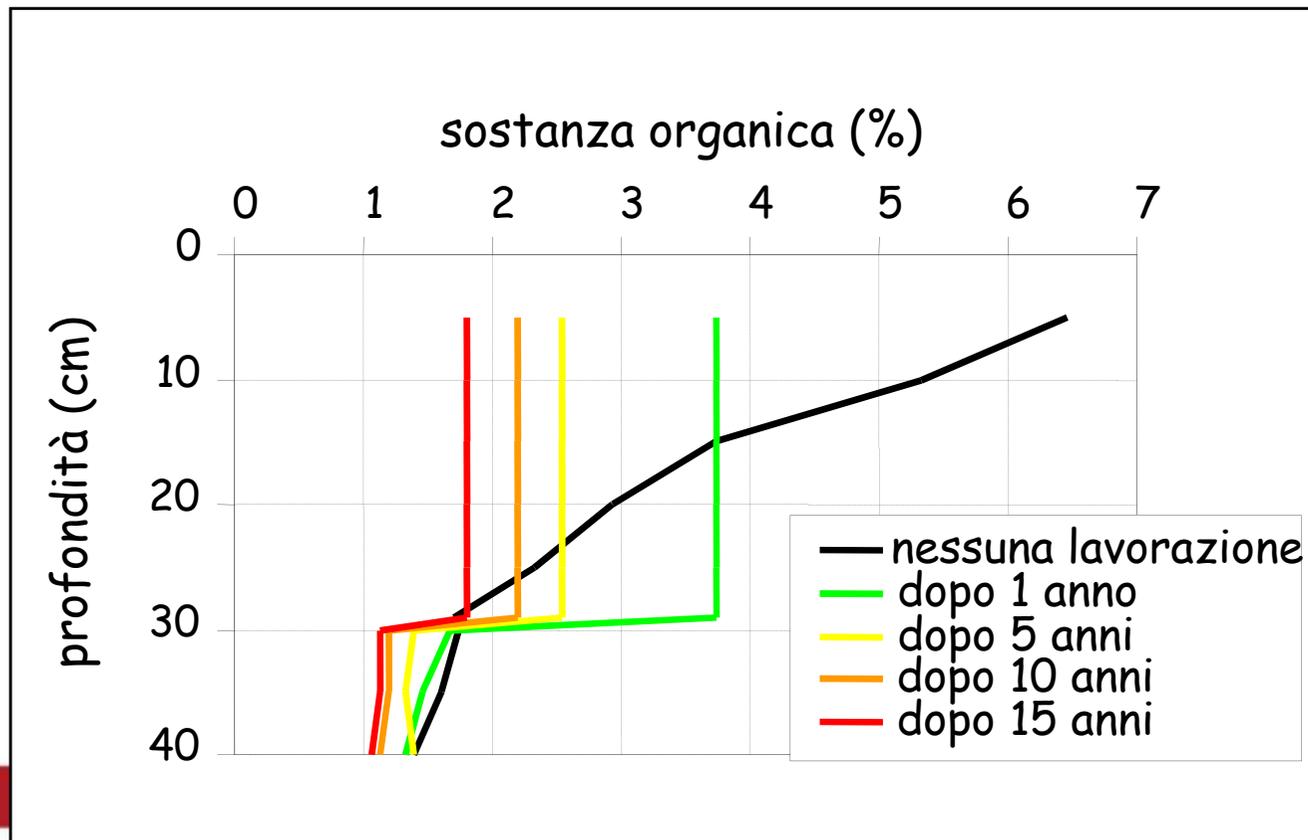
Interventi di lavorazione del terreno sono ridotti al minimo o evitati, e gli input esterni quali agrochimici e nutrienti per le piante di origine minerale o organica sono applicati in modo ottimale e in modi e quantità che non interferiscono o interrompono i processi biologici.

CA facilita le buone pratiche agricole, come la tempestività di intervento e migliora il terreno sia nelle produzioni irrigue che in quelle non irrigue. Integrata con altre buone pratiche, compreso l'uso di sementi di qualità, alla lotta integrata e alla gestione delle acque, CA è una base per una sostenibile intensificazione della produzione agricola.

FAO, 2015

SOSTANZA ORGANICA

- facilita lo sviluppo radicale
- riduce l'energia per le lavorazioni
- sviluppa la flora terricola
- migliora l'infiltrazione
- aumenta il drenaggio
- riduce l'erosione (aggregati stabili)



Continue arature riducono la sostanza organica.

Lavorazioni conservative ne aumentano il contenuto nei primi strati

EROSIONE IDRICA

processo di distacco delle particelle solide del terreno e il loro trasporto da una zona ad un'altra dove vengono depositate.

L'effetto erosivo avviene: a) attraverso l'azione battente delle gocce che cadono sul terreno, b) attraverso l'asportazione delle particelle attraverso lo scorrimento sulla superficie e la creazione di solchi.

I due meccanismi spesso si verificano contemporaneamente.

Il fenomeno è più accentuato ove le particelle del terreno sono meno aggregate e non dotate di elementi cementanti, quali argille e sostanza organica.

In Italia si stima che la quota di terreno perso per fenomeni erosivi si attesti su valori medi di 1,7 – 1,8 t/ha/anno.

Le tecniche conservative rispondono in maniera efficace a queste due prerogative, in quanto prevedono di lasciare sulla superficie una quantità elevata di residui colturali (con il 30% di residui si dimezza il fenomeno)

Meccanismi di controllo dell'erosione da parte dei residui colturali e cover crop:

1. riduzione dell'azione battente della pioggia con dissipazione dell'energia cinetica in attriti e lavoro di deformazione degli organi epigei e/o dei residui;
2. adesione di parte dell'acqua in eccesso alla parte vegetativa con successiva evaporazione;
3. diminuzione della velocità di ruscellamento per la maggiore scabrezza della superficie e per il percorso più tortuoso in cui l'acqua è costretta a circolare con conseguente riduzione anche del trasporto solido e delle perdite di elementi nutritivi;
4. trattenimento del suolo a opera della parte ipogea delle piante, in particolare nel caso delle colture di copertura



Il suolo come CARBON SINK

Nelle lavorazioni convenzionali l'anidride carbonica (gas serra) si diffonde nell'aria a causa della rapida mineralizzazione della sostanza organica a scapito della formazione di humus.

Con l'agricoltura conservativa i residui vengono lasciati in superficie e si ha la loro evoluzione in sostanza organica. L'anidride carbonica è fissata per formare materia organica che origina composti umici molto stabili.

La riduzione delle emissioni di CO₂ si realizza come:

- minore impiego di energia fossile per combustibili
 - minima lavorazione permette riduzioni di 108-135 kgCO₂/ha
 - non lavorazione di 162-243 kgCO₂/ha
- maggiore accumulo nel terreno della sostanza organica che fissa il C. Sequestri di CO₂ variabili da 500 a 2.800 kgCO₂/ha

Con le lavorazioni conservative è possibile ottenere grandi risultati con bassi investimenti; dopo un periodo transitorio di fertilità del suolo, ci si attende che l'immobilizzazione di CO₂ sia ridotta; il ritorno all'aratura dopo un periodo di lavorazioni conservative può originare un rilascio supplementare del gas serra. la riduzione del consumo di gasolio è invece permanente e non è correlata alle modificazioni delle caratteristiche del suolo.

Lavorazioni ridotte (ordinate ad intensità decrescente)

- lavorazione senza inversione degli strati: comprende attrezzature che non provocano il rovesciamento della fetta, ma che operano a profondità simili. La riduzione dell'intensità dell'intervento è data proprio dal fatto che occorre minore energia per lavorare il terreno, inoltre meno intense sono i lavori di affinamento successivi del terreno. Le attrezzature utilizzate sono i coltivatori pesanti, le vangatrici;
- lavorazione ridotta superficiale: vengono usati attrezzi più leggeri che operano a ridotte profondità di lavoro e che usano ancora o dischi o versoi e rulli per affinare e pareggiare il terreno non lavorato in precedenza. Sono attrezzature che vengono anche usate per la lavorazione delle stoppie e la falsa semina;
- diretta preparazione del letto di semina lavorazione del terreno con combinate che, in una sola passata eseguono l'affinamento del terreno partendo da un terreno sodo o lavorato;
- Semina diretta: lavorazione del terreno con combinate che, in una sola passata eseguono anche la semina partendo da un terreno sodo
- strip tillage lavorazione localizzata alle sole strisce o bande in cui viene effettuata la coltivazione (non superiori a 1/3 della larghezza tra le file). Le macchine preposte creano strisce di larghezza oscillante tra 15 e 25 cm. La tecnica si realizza meglio con sistemi di posizionamento satellitari (GNSS) abbinati a sistemi di guida.
- Non lavorazione (semina su sodo): semina senza lavorazione ad eccezione del solco di semina.

Quali sono le lavorazioni conservative?

Lasciano la superficie coperta con almeno il 30% dei residui vegetali e altra fitomassa per proteggere il terreno dall'erosione e aumentarne il contenuto di sostanza organica.

Non prevedono tecniche di lavorazione profonda con inversione degli strati, ma sistemi semplificati che disturbino meno la superficie del terreno.

- Lavorazione senza inversione strati** – Migliorano la fertilità del terreno (sostanza organica)
- Lavorazione ridotta** – Riducono l'erosione
- Semina diretta** – Mantengono più pulita l'acqua
- Strip-till** – Riducono le emissioni di gas nell'atmosfera (effetto serra)
- Non lavorazione** – Migliorano l'habitat delle specie animali del suolo (dai microrganismi ai mammiferi)

Lavorazione primaria senza inversione degli strati



Caratteristiche

Il terreno viene sollecitato in maniera diversa dell'aratura e non viene completamente esposto agli agenti atmosferici. Non c'è compattazione, viene ridotta l'energia necessaria per la preparazione del letto di semina e si migliora la capacità di lavoro.

I COLTIVATORI PESANTI

Le ancore possono essere disposte su di un'unica traversa, dritta o a forma di «V», oppure su più traverse, perpendicolari alla direzione di avanzamento.

La disposizione su due traverse o su telai a «V», garantisce una maggiore luce libera fra le ancore tale da poter operare anche in presenza di abbondanti residui colturali.

Le ancore possono essere:



Ancore diritte: eseguono una fessurazione del terreno senza rivoltare gli strati lavorati. Sono considerate la soluzione migliore per operare con terreni tenaci in quanto il sovrizzo lasciato dopo la lavorazione è minimo.



Ancore ricurve: compiono una lavorazione più superficiale consentendo di ridurre la richiesta energetica necessaria per la trazione. Idonee per terreni sciolti e per la preparazione del letto di semina, in particolari condizioni possono portare alla formazione di un'eccessiva zollosità. Per attenuare la tendenza al «riporto» superficiale, la parte superiore dell'ancora può essere a profilo dritto per avere un'azione energetica in profondità, ma senza alterare eccessivamente il profilo superficiale.



Ancore inclinate: l'inclinazione nella parte prossimale al telaio favorisce la penetrazione all'interno del terreno e il suo sollevamento, limitando l'azione lavorante alla rottura e al blando rimescolamento del suo strato superficiale. Maggiore è l'angolo di inclinazione e più aggressiva risulterà la penetrazione nel terreno.

Prima delle ancore vengono posti dischi per tagliare e sminuzzare in maniera energica i residui colturali. La fessurazione verticale prodotta dal disco agevola poi anche la penetrazione dell'ancora migliorando la qualità del profilo superficiale del terreno



Posteriormente vengono inseriti ancora dischi per l'affinamento o rulli per il mantenimento della profondità



Foto 4 Nei coltivatori pesanti le soluzioni più adoperate sono quelle a puntoni, a dischi concavi e a dischi ondulati. La prima tipologia (**a**) garantisce un buon assestamento terreno-residuo e la riduzione della macrozollosità, mentre la seconda (**b**) esercita una maggiore azione di rottura delle zolle (soluzione indicata in terreni argillosi) e un rimescolamento del terreno nei primi centimetri. La soluzione a dischi ondulati (**c**) permette una buona miscelazione e affinamento predisponendo un letto di semina adatto alla semina diretta

LE TECNICHE DISPONIBILI

Diretta preparazione del letto di semina

Attrezzature:

Macchine combinate composte da sequenze di ancore, dischi di vario tipo e rulli

Caratteristiche

Azione di rottura e di contemporaneo affinamento

Riduzione delle passate

Adattabili alla maggior parte dei suoli.



La serie di dischi dentati situata nella parte più prossima alla trattrice permette di eseguire una prima aggressione al residuo colturale a cui seguono progressivamente due ranghi di ancore che operano nello strato superficiale e una serie di ancore che lavorano in profondità, disposte a «V».

L'attrezzo termina con un rullo tipo packer che garantisce un adeguato pareggiamento e assestamento del terreno.

In questo caso la parte superiore dell'ancora destinata a lavorare in profondità interviene all'interno del terreno già smosso sollevandolo in modo omogeneo grazie alle ampie alette presenti sul piede.



Organi a disco dal profilo aggressivo (tipologia Fleaux) sono in grado di effettuare una lavorazione dello strato superficiale lasciando il compito della lavorazione più profonda a una serie di ancore collocate nel centro dell'attrezzatura. I dischi posteriori, simili agli anteriori completano l'azione di affinamento provvedendo anche a un pareggiamento del terreno lavorato.

Questa tipologia di macchina, se adottata in condizioni ottimali, permette di eseguire la semina diretta di un cereale autunno-vernino o nel caso di una coltura primaverile ridurre l'intensità degli interventi preparatori.



Dischi frontali con inclinazione contrapposta tagliano il terreno e il residuo rimescolandolo superficialmente. L'azione prodotta dalle ancore poste su tre ranghi può arrivare a profondità di 30-35 cm, mentre la successiva azione livellatrice è condotta dai dischi posteriori controllabili idraulicamente in modo continuo. Il rullo finale compatta e livella la superficie.

La possibilità di regolare la profondità di lavoro dei dischi e delle ancore in modo indipendente consente di eseguire una lavorazione superficiale, profonda o a doppio strato.



Dischi anteriori di elevato diametro, piatti e con profilo dentato sono inseriti con lo scopo di effettuare un taglio verticale del residuo e del terreno in linea con le ancore posteriori. La dischiera è fissata autonomamente al telaio principale mediante molle a balestra. Le ancore, disposte su tre ranghi e munite di ampie alette sul piede, decompattano il terreno fino a 25 cm di profondità penetrando con facilità nel solco prodotto dal disco.

Una serie di lame elastiche livellatrici chiude il solco prodotto dalle ancore mentre un rullo posteriore assesta e pareggia la superficie predisponendola per la successiva semina.



La dischiera anteriore, composta da dischi di grande diametro a profilo ondulato, opera sui primi centimetri di terreno e sul residuo colturale presente in superficie. Le due file di ancore ricurve lateralmente (tipologia Michel) permettono di operare una fessurazione del terreno a una profondità variabile tra 20 e 40 cm senza inversioni degli strati.

Posteriormente una doppia serie di dischi ondulati e un rullo gabbia consentono di affinare e assestare il terreno lavorato predisponendolo per le successive operazioni di semina.

Lavorazioni ridotte superficiali

Attrezzature:

- coltivatori leggeri
- erpici a denti elastici
- erpici a dischi
- erpici rotanti o zappatrici

Caratteristiche

Azione di rottura solamente degli strati più superficiali.

Notevole risparmio energetico

Le lavorazioni ridotte si attuano smuovendo solamente gli strati più superficiali del suolo (5-15 cm)

Molto diffuse le combinazioni di attrezzi (denti e dischi di varia foggia e variamente posizionati) in quanto adattabili alla maggior parte dei suoli.

Devono saper gestire i residui colturali

COLTIVATORI COMBINATI LEGGERI (“gruber”)

Rispetto alle versioni «pesanti», presentano un maggiore numero di ancore con una geometria in grado di limitare l'azione di inversione del terreno a 15-20 cm in modo da privilegiare una superficiale miscelazione «residuo-terreno».

La disposizione delle ancore su più ranghi perpendicolari alla direzione di avanzamento consente agli elementi posteriori di operare nell'interfila di quelli anteriori, ma anche per garantire una luce libera fra gli elementi di almeno 70-90 cm in modo tale che il deflusso del terreno e soprattutto del residuo avvenga senza ostacoli.

Tale combinazione deve essere utilizzata con terreni in condizioni ottimali di umidità e a elevate velocità di avanzamento (7-12 km/ora), per esaltare al massimo l'interazione tra i vari utensili migliorando tra l'altro il risultato finale prodotto.



Tre sezioni: ancore, dischi e rullo

ERPICI A DISCHI

sono utilizzati per operazioni di affinamento del terreno, per la minima lavorazione, per la lavorazione delle stoppie (cui può far seguito una lavorazione principale più o meno intensa e profonda)

Su terreno caratterizzato da una elevata zollosità consente un rilevante affinamento, mentre su terreno sodo determina frantumazione e interrimento biomassa.

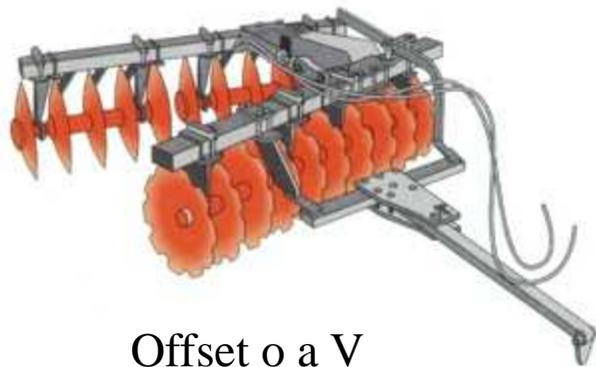
La versatilità e la polivalenza di impiego di queste attrezzature ne ha quindi determinato una vasta diffusione nei diversi contesti aziendali presenti in Italia.

L'utilizzazione dei frangizolle può essere connessa con la formazione di una suola sottosuperficiale compatta nel terreno.

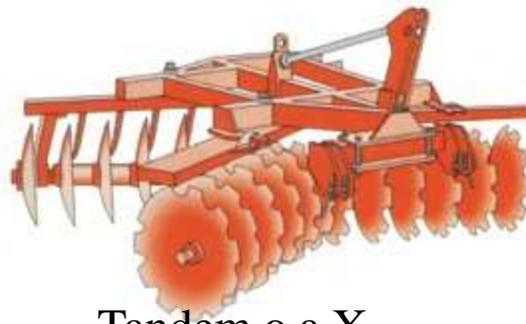
erpici a dischi "**offset**" sono composti da due assi porta-dischi angolati tra loro

erpici a dischi "**tandem**" hanno quattro assi porta-dischi disposti a "X"

erpici a dischi "**indipendenti**" su doppio telaio diritto offrono un minor ingombro longitudinale (aspetto che ha contribuito al loro successo) in quanto sono disposti su due linee perpendicolari alla direzione di avanzamento. L'inclinazione non è quindi fornita dall'asse, ma è data a livello del supporto di collegamento.



Offset o a V



Tandem o a X



T

Semina diretta

Attrezzature:

Macchine combinate o associate con (al minimo) utensili per la preparazione del letto di semina e la seminatrice. Possibilità di montare organi discissori per la lavorazione a profondità massima di 25-30 cm

Caratteristiche

In un passaggio si prepara il terreno e si semina il terreno non lavorato. Attenzione all'amminutamento del terreno.

La semina diretta è consigliabile quando lo strato superficiale del terreno non si trova nelle migliori condizioni per la semina su sodo.

Due tipologie di organi lavoranti: a dischi o rotanti



Strip-tillage (coltivazione a strisce)

La lavorazione interessa una striscia di terreno (strip) in concomitanza della quale avverrà la semina.

Le bande di terreno, lavorate generalmente a larghezza pari a 15-20 cm e uno spazio interfilare variabile tra 45 e 75 cm, a seconda delle esigenze della successiva operazione di semina.

Con lo strip-tillage, il terreno viene lavorato per circa il 15-30% della sua superficie, mentre il resto rimane coperto dai residui colturali della coltura precedente



Vantaggi

- aumento della temperatura del suolo, in quanto l'effetto della lavorazione e lo spostamento del residuo colturale dalla superficie della «striscia» consentono al terreno di riscaldarsi più rapidamente permettendo così di anticipare l'epoca di semina e velocizzare le successive fasi di germinazione ed emergenza della coltura.
- distribuzione localizzata di fertilizzante (anche organici) in concomitanza della lavorazione,
- una minor sensibilità a stress idrici.
- riduzione dei consumi, maggiore capacità di lavoro e conseguente richiesta di trattori di minore potenza
- preserva la superficie interfilare attraverso la presenza di residuo colturale o cover-crops.
- Fondamentale l'uso del ricevitore satellitare per la guida



torio
restali

Gestione dello strip till

Periodo di intervento: in terreni argillosi in autunno per sfruttare l'azione del clima; in primavera, se necessario, un secondo intervento di affinamento a profondità ridotta (più concimazione). In terreni sciolti in primavera.

Controllo delle malerbe: intervento in autunno (o dopo la raccolta) e uno in pre-semina con erbicida sistemico ad azione totale. A seguire un diserbo di pre-emergenza.

Gestione dei residui: trinciati e omogeneamente distribuiti

Guida semi-automatica: con correzione RTK per ritornare sulle stesse tracce con la seminatrice

Concimazione: localizzata dei fertilizzanti minerali e dei liquami



Strip tiller mosso dalla pdp



Non lavorazione

Attrezzature

seminatrici a dischi o a denti specifiche (a righe o di precisione)
generalmente dotate rispetto alle macchine convenzionali di
specifici organi lavoranti:

- organi per preparazione della fila e la gestione dei residui colturali (deviazione, taglio, incorporazione, etc.)
- organi assolcatori e chiudisolco
- organi di compressione

Caratteristiche

Il contenimento della flora infestante viene quasi esclusivamente espletato da prodotti chimici ed i residui della coltura precedente rimangono pressoché integralmente sulla superficie del terreno.

Massima riduzione dei costi, miglioramento della fertilità, riduzione degli inquinamenti del suolo e delle acque.

organi per preparazione della fila e la gestione dei residui culturali

principali tipologie di disco		
Disco liscio	alta capacità di penetrazione e di taglio. Il terreno non subisce una lavorazione intensa.	
Disco liscio gofrato	smuove maggiormente il terreno producendo un solco più largo. Opera bene su terreni in tempera, mentre in terreni umidi tende a svuotare il solco.	
Disco dentato	presenta un'alta capacità di aggressione del residuo culturale, specie se molto abbondante. L'intensa lavorazione del solco di semina fa sì che sia una delle tipologie di disco più soggette a usura.	
Disco ondulato radiale	effettua un'azione di taglio e una minima lavorazione del terreno lungo una banda di 2-3 cm. All'aumentare della curvatura delle ondulazioni e della profondità dell'incisione sul disco si ha un incremento dell'effetto sul suolo a scapito delle azioni di taglio e di penetrazione.	
Disco ondulato corrugato	Dischi corrugati solo nella parte più esterna tagliano e lavorano il terreno in una zona che può essere inferiore a quella interessata dal passaggio dell'assolcatore.	
Disco ondulato tangenziale	la presenza di rilievi inclinati amplifica l'intensità della lavorazione migliorando le azioni di taglio e di estrazione di residui vegetali dal solco di semina. Alte velocità di lavoro potrebbero risultare sfavorevoli in quanto portano ad un eccessivo svuotamento del solco di semina.	

← disco folle che ha la funzione di tagliare nettamente il residuo culturale e produrre una minima lavorazione direttamente sulla linea di semina



Organi spostaresiduo: Nelle seminatrici a file, con residuo particolarmente consistente o in presenza di scheletro facilitano la successiva deposizione e rendono più regolare la profondità di semina

organi assolcatori

Disco singolo. È presente un unico disco, piatto o convesso, con profilo liscio o dentato più o meno inclinato, a volte dotato di zavorra cilindrica. Questa tipologia di assolcatore arrega un minore ingombro trasversale e longitudinale



Doppio disco. I due dischi sono appaiati e lievemente divergenti. Il tubo adduttore si inserisce fra i dischi. L'angolo di divergenza deve essere proporzionato al loro diametro, in modo da creare un solco variabile fra 25 e 75 mm. A fianco dei dischi possono essere poste ruote di profondità che agevolano anche l'azione di taglio degli assolcatori. A supportare il lavoro dell'assolcatore ci possono essere utensili che, provvedono a trattenere il seme e la terra fine nel solco di semina (coda di castoro)



organi assolcatori

Triplo disco. Si aggiunge un disco diritto anteriore che ha il compito di smuovere la sezione di terreno all'interno del quale andrà a operare un assolcatore a doppio disco

Assolcatore a dente. Con terreni a scheletro prevalente o con alto contenuto di argilla Tale tipologia è costituita da piccole ancore dotate di puntale, talvolta munito di alette laterali, più o meno accentuate, che hanno la funzione di tagliare verticalmente e orizzontalmente il suolo, sollevarlo e deporlo nuovamente dopo la deposizione del seme in profondità. Gli assolcatori devono essere disposti su più ranghi. Normalmente queste seminatrici non dispongono di veri e propri elementi di controllo della profondità di semina.



a



c



b

Foto 13 Nelle seminatrici da sodo con assolcatore a dente, gli elementi sono disposti in almeno 3-4 ranghi. Rispetto a un assolcatore a disco, sull'elemento di semina non gravano elevate masse in quanto per la deposizione del seme non occorre una aggressione diretta del residuo

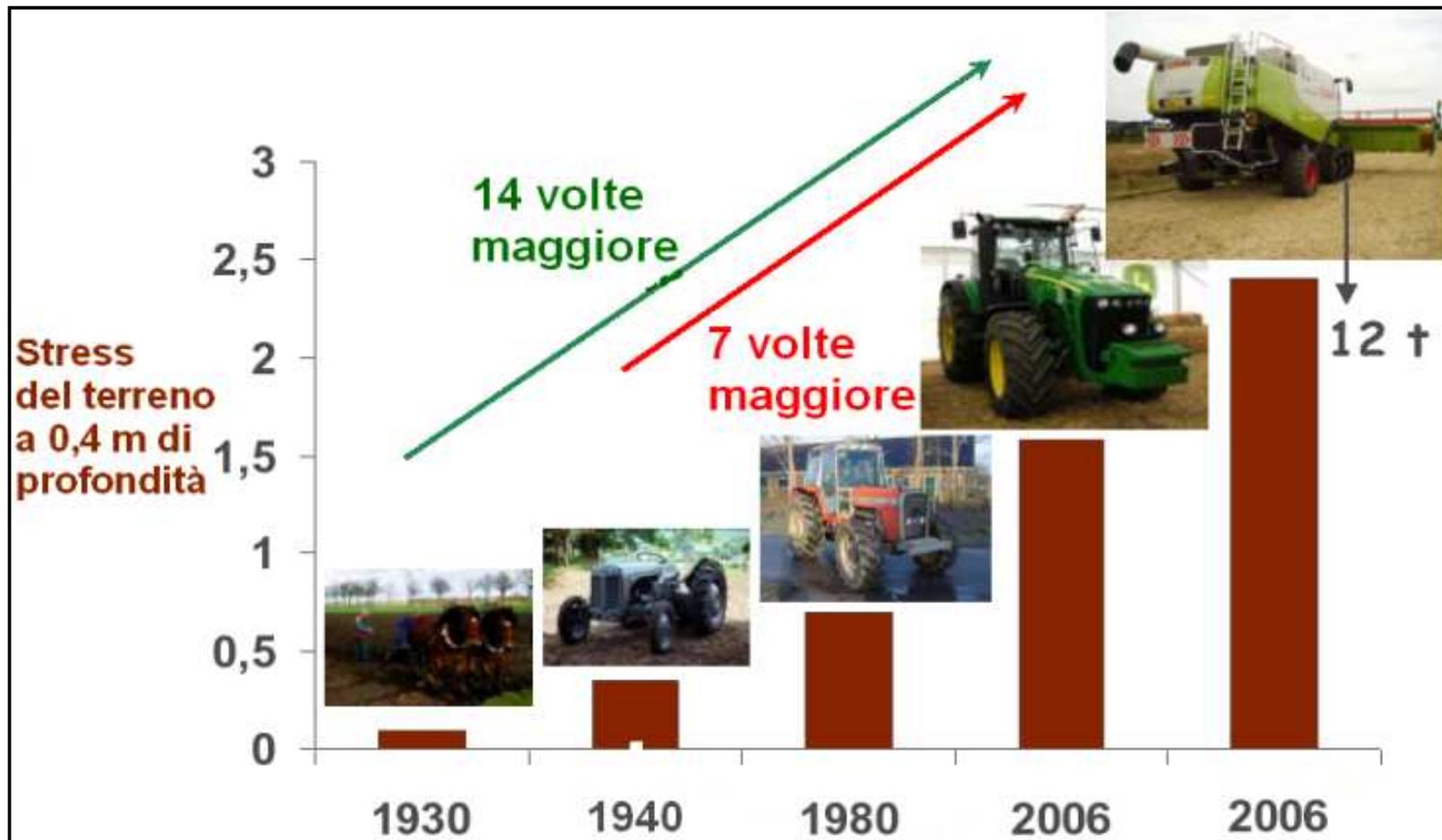
Confronto tra tecniche di lavorazione

Tecniche di lavorazione	Costi operativi	Possibili impatti sulle produzioni	Mantenimento o sostanza organica	Controllo erosione	Compattamento del terreno	Gestione reflui
Aratura profonda	●●●●●	●○○○○	●○○○○	●○○○○	●●●●●	●●●●●
Lavorazione e senza inversione	●●●●○	●○○○○	●●○○○	●●○○○	●●●●○	●●●○○
Ridotta superficiale	●●○○○	●●●○○	●●●○○	●●●○○	●●●○○	●●●○○
Strip-tillage	●●○○○	●●○○○	●●●○○	●●●○○	●●●○○	●●●○○
Semina diretta	●●●○○	●●●○○	●●○○○	●●●○○	●●●○○	●○○○○
Semina su sodo	●○○○○	●●●●○	●●●●○	●●●●●	●●○○○	○○○○○

compattamento del terreno

Riduzione permanente del volume del terreno dovuta a una sollecitazione di compressione esercitata dall'azione lavorante di un attrezzo o dall'organo di propulsione di un veicolo





AUMENTO DELLA MASSA DELLE MACCHINE AGRICOLE

- 1950: trattore 2-3 t, rimorchio 7-8 t
- 1990: trattore 6-7 t, rimorchio 15-18 t
- 2006: trattore > 9 t rimorchio 20-25 t

CONTROLLO DEL COMPATTAMENTO

Misure di prevenzione = aumentare la capacità portante del terreno

- Gestione della sostanza organica (inerbimenti, cover crop, letamazioni, rotazioni, conservation tillage, ecc)
- Tempestività di intervento

Traffico non controllato = riduzione del compattamento mediante dispositivi atti a:

- limitare la massa applicata sugli assali delle attrezzature
- ridurre la pressione specifica esercitata sul suolo con aumento della superficie di contatto dei pneumatici (larghi)
- limitare il numero di passaggi l'utilizzo di attrezzature associate o combinate
- ridurre lo slittamento
- aumentare la velocità di avanzamento

Traffico controllato = concentrazione di tutti i passaggi delle attrezzature su apposite linee di transito.

TRAFFICO CONTROLLATO

La superficie destinata alla coltivazione e le linee di transito risultano essere separate, localizzando quindi il traffico e la compattazione in queste apposite corsie.

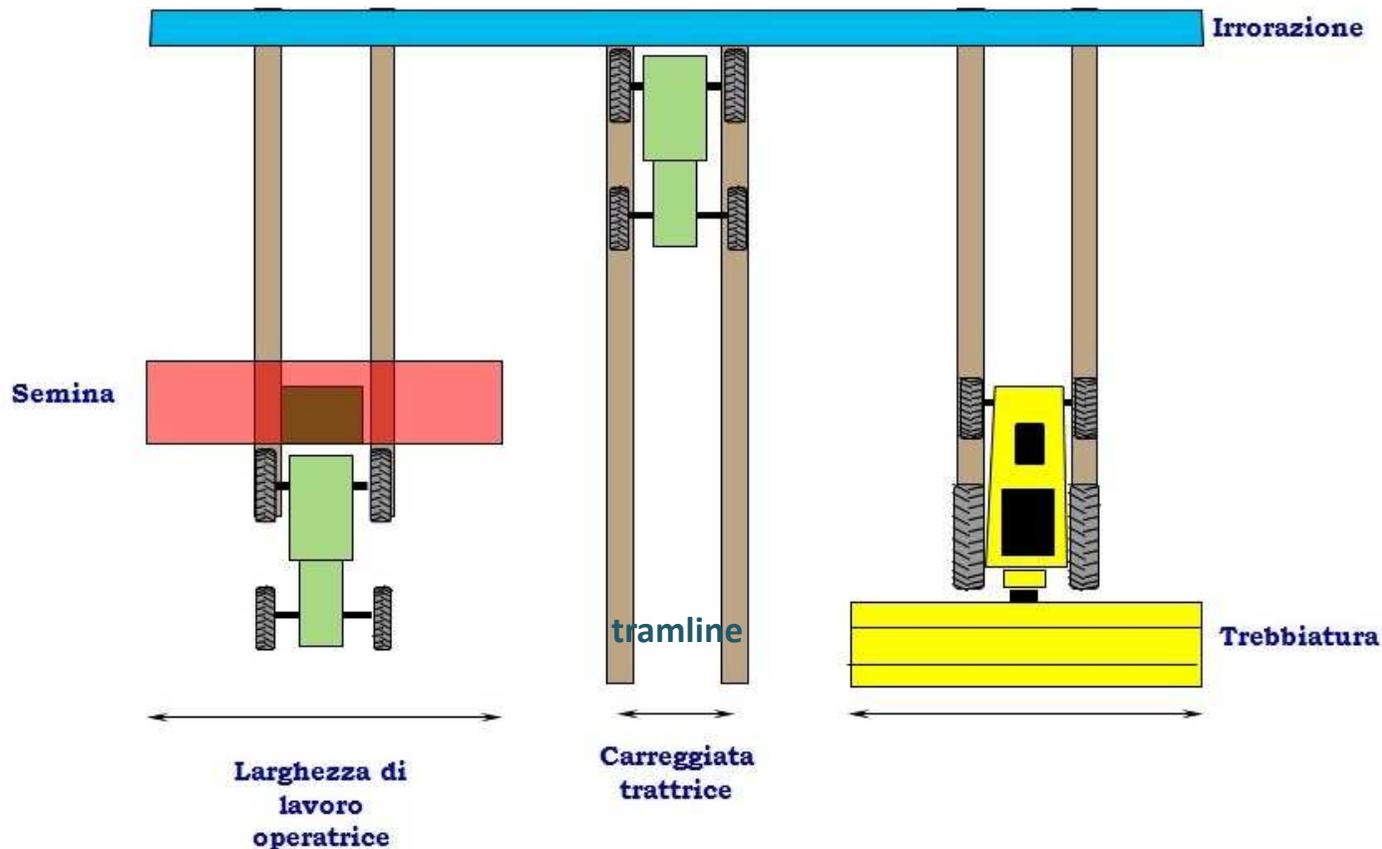
Il poter transitare su apposite linee di traffico permette infatti di effettuare le operazioni colturali senza compromettere la produttività della superficie adibita alla coltivazione in quanto la struttura del terreno e la sua fertilità vengono in questo modo salvaguardate.

Le “linee di traffico” possono essere temporanee (mantenute nell’appezzamento solo per un ciclo colturale, dopodiché tutta la superficie del terreno viene lavorata indistintamente), o permanenti per più cicli, adeguando ad esse le successive colture e operazioni colturali.

Qualora permangano per più cicli colturali può rendersi necessaria un azione di decompattazione delle linee stesse per prevenire la formazione di ristagni idrici i cui effetti potrebbero interferire negativamente sulla vicina superficie coltivata

Trattandosi di una sorta di sistemazione superficiale, la fase di progettazione riveste un ruolo importante sia per ridurre l’incidenza delle linee di transito rispetto alla superficie coltivata sia per adattare il sistema alla conformazione aziendale o alla presenza di ostacoli in campo.

La distanza tra le linee di transito adiacenti è condizionata dalla larghezza di lavoro minore delle diverse macchine operatrici impiegate, generalmente quella della macchina da raccolta o della seminatrice. In questo caso, la larghezza di lavoro delle altre attrezzature deve allora essere multipla di tale larghezza base (3:1 o 5:1). Tuttavia questa realizzazione rappresenta una delle molteplici possibilità di applicazione che possono essere adottate in funzione della conformazione e delle caratteristiche del parco macchine aziendale.





VANTAGGI DEL CTF

Migliori condizioni di crescita per le piante

- Minore compattazione totale
- Migliore drenaggio
- Coltura più uniforme (meno sovrapposizioni e mancati trattamenti)
- Tempestività negli interventi
- Produzione alta più affidabile
- Compatibilità con aiuolatura e no-tillage

AUMENTO DEL RICAVO

Migliori condizioni operative delle macchine

- Minor forze di trazione, slittamenti e attriti
- Minor potenza dei trattori
- Minori costi di lavorazione del terreno e fertilizzanti
- Minore fatica
- Minori consumi
- Aumento periodo utile
- Sistemi di guida

RIDUZIONE DEI COSTI

AUMENTO DEL REDDITO

DECOMPATTATORI O ARIEGGIATORI



<file:///localhost/Users/sartoriluigi/>

non rivoltano né rimescolano gli strati superficiali, ma tagliano e sollevano il terreno in profondità, aumentandone la porosità e la conducibilità idrica.

Non interferiscono troppo sul profilo superficiale in modo tale che non vengano ostacolate le successive lavorazioni o semine.

Possono essere utilizzati ad elevate profondità e in abbinamento con una lavorazione primaria nella lavorazione a due strati, per decompattare il terreno ed effettuare una lavorazione ridotta oppure prima di una semina su sodo.

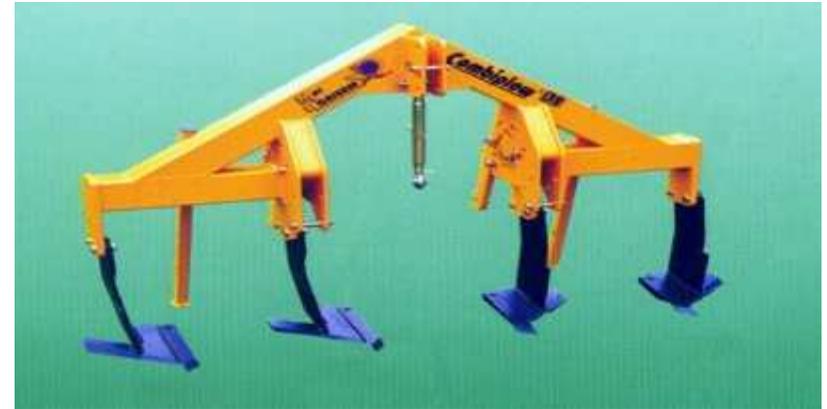
Il loro utilizzo rientra nelle pratiche conservative sia per l'effetto agronomico della lavorazione, sia perché può agevolare l'adozione delle tecniche di semina diretta.

DECOMPATTATORI O ARIEGGIATORI

profilo dell'ancora



ancora diritta a "T capovolta"



*ancora diritta ad
"L"*

Gestione dei residui colturali

La presenza di residuo colturale rappresenta uno degli aspetti più difficili da gestire nelle lavorazioni conservative che prevedono il rilascio in superficie dei residui. Occorre mettere in atto tutte quelle operazioni agronomiche atte ad agevolarne in qualche modo la decomposizione.

Colture che producono **abbondanti residui** sono i cereali autunno-vernini, il mais da granella, il sorgo, i prati, mentre residui poco abbondanti vengono forniti dal girasole, soia, cereali di cui si è raccolta la paglia, il mais ceroso, la barbabietola, le patate, ecc. Occorre anche considerare se il loro **stato di decomposizione** è avanzato (paglie di cereali dopo l'inverno o vegetali distrutti chimicamente qualche settimana prima) oppure no come la stessa paglia di cereale in autunno o la biomassa trattata da qualche giorno.



Lavorazione meccanica dei residui: qualora la fase di raccolta del prodotto non sia sufficientemente in grado di uniformare il residuo colturale sulla superficie si può ricorrere a specifiche attrezzature come: trinciastocchi, rulli e strigliatori.

Trinciastocchi

E' adatto anche in presenza di abbondanti residui non trinciati e di elevate dimensioni. Tuttavia non entrando in contatto con il terreno stesso non agevola le decomposizioni microbiche e la veloce trasformazione in sostanza organica. E' importante garantire un uniforme lunghezza di trinciatura per non creare zone con una quantità residuale eterogenea



Rulli decespugliatori

Attrezzature appesantite grazie al riempimento di acqua, svolgono una evidente azione di rottura e sradicamento del residuo. Per un migliore qualità del lavoro vanno utilizzati ad elevate velocità di avanzamento.



Erpici strigliatori

introdotti principalmente per il controllo fisico delle malerbe, per l'affinamento del terreno e per la rottura della crosta superficiale, soprattutto se pesanti, sono attrezzature in grado di effettuare un condizionamento del residuo con il terreno e la falsa semina.



Vertical tiller

Serie di dischi a profilo liscio o zigrinato, dritti (non concavi) e inclinati al massimo di 1-5° sull'avanzamento. Sono caratterizzati dal tagliare i residui e favorirne la degradazione. Non creano sole di lavorazione. Velocità 10-15 km/h



Gestione delle cover crop

Le colture di copertura definite anche “cover – crops” rappresentano quelle specie erbacee che vengono inserite negli ordinamenti agrari come colture intercalari senza un finalità produttiva, ma allo scopo di conservare e aumentare la fertilità fisica, chimica, e microbiologica del terreno.

Il loro ruolo è pertanto quello di mantenere coperto il terreno tra due colture.

BENEFICI	PROBLEMATICHE
<p>Le colture da sovescio rappresentano una delle migliori pratiche per aumentare la fertilità del terreno perché:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Hanno azione preventiva contro l’erosione. ▪ Accumulano nella biomassa prodotta dei nutrienti derivanti dalla mineralizzazione della sostanza organica, che andrebbero altrimenti persi per lisciviazione o scorrimento superficiale. ▪ Riducono gli inquinamenti di nitrato nelle acque profonde. ▪ Fissano elementi nutritivi, in particolare l’azoto atmosferico che nel caso delle leguminose, sarà mediamente disponibile per circa il 40% per la coltura successiva, mentre una minor quantità verrà utilizzato dalle specie coltivate nella seconda e terza stagione. ▪ Incrementano la capacità di infiltrazione dell’acqua sul terreno. ▪ Limitano lo scorrimento superficiale dell’acqua sul suolo. ▪ Facilitano la gestione delle erbe infestanti controllando la loro diffusione e il loro sviluppo. ▪ Aumentano la biodiversità all’interno dell’agro-ecosistema. ▪ Moderano la temperatura del terreno ▪ mitigano gli effetti negativi della non lavorazione perché favoriscono la degradazione dei residui colturali e riducono il compattamento del terreno. 	<p>La loro introduzione nella pratica agricola è ostacolata da problemi di ordine agronomico e gestionale e, forse, da una lacunosa informazione. In particolare:</p> <ul style="list-style-type: none"> • difficile la scelta delle essenze se non si hanno informazioni specifiche • reperimento della semente ancora poco diffusa • possibilità di sottrazione di acqua dal suolo • la semina può essere problematica • la loro soppressione (chimica, meccanica o naturale) può essere difficile • comporta una serie di operazioni colturali supplementari che aumentano i costi e i tempi di lavoro • richiede maggior organizzazione aziendale <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>Tuttavia una oculata scelta della specie, della varietà e soprattutto della tecnica agronomica corretta (spesso innovativa e originale) permette di conseguire piena soddisfazione economica e ambientale.</p> </div>

DISTRUZIONE DELLE COVER CROPS

Nell'agricoltura tradizionale gli erbicidi sono usati per controllare le c.c., mentre in alternativa (Ag. Biologica) possono essere:

- Non distrutte
- Distrutte dal freddo
- Distrutte da metodi meccanici:
 - Interramento
 - Trinciatura o taglio superficiale (trinciatori orizzontali prima o dopo la semina)
 - Taglio sotto-superficiale con utensili passivi o mossi dalla p.d.p. (alette laterali, erpice rotante a lame orizzontali, seminatrice pacciamante)
 - Rullatura con rulli decespugliatori

Taglio o Trinciatura superficiale

- Falciatrici
- Rotori orizzontali o verticali
- Prima della semina
- Dopo la semina



Taglio sotto-superficiale con organi passivi

Gli assolcatori presentano alla base una zappetta con due alette laterali che compiono un taglio orizzontale del terreno.

- ✓ Aggredisce le piante o i residui “da sotto”
- ✓ Elevata capacità di penetrazione anche in terreni tenaci
- ✓ Rullo posteriore le “piega” sul terreno
- ✓ Lenta decomposizione



Rullatura con rulli decespugliatori (roller crimpers)

La rullatura ferma lo sviluppo delle c.c. senza tagliarle e poi viene seminata la coltura con seminatrici da sodo. La rullatura sembra promettente per il no-tillage, anche se poche esperienze (nord e sud America) sono ancora state fatte in Europa

<file:///localhost/Users/sartoriluigi/Des>



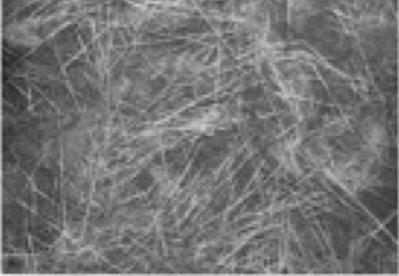
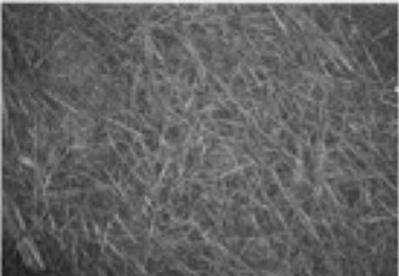
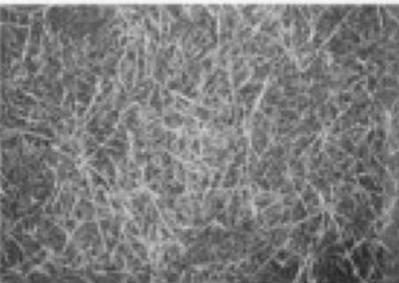
PROBLEMA DELLA PROFONDITA' DI LAVORO

Per **profondità di lavoro** deve intendersi la distanza del fondo della lavorazione dalla superficie del terreno.

Lo **spessore dello strato di terreno lavorato** è dato invece dalla distanza dal fondo della lavorazione alla sommità della superficie lavorata.

Il **sovralzo** è dato dalla differenza tra spessore dello strato lavorato e profondità di lavoro.

PROBLEMA DEI RESIDUI COLTURALI

FRUMENTO	SOIA	MAIS	SORGO	
				25
				50
				75
				90

PROBLEMA DEL RAPPORTO RESIDUI E ATTREZZATURE

Implement	% residui rimanente	
	mais	soia
Plows		
Moldboard plow	0 to 10	0 to 5
Moldboard plow — uphill furrow	30 to 40	
Disk plow	10 to 20	5 to 15
Machines that fracture soil		
Paratill/paraplow	80 to 90	75 to 85
V-ripper/subsoiler 12-14 inches deep, 20-inch spacing	70 to 90	60 to 80
Combination tools		
Subsoil-chisel	50 to 70	40 to 50
Disk-subsoiler	30 to 50	10 to 20
Chisel plows		
Sweeps	70 to 85	50 to 60
Straight chisel points	60 to 80	40 to 60
Twisted points or shovels	50 to 70	30 to 40
Combination chisel plows		
Coulter-chisel plows with		
Sweeps	60 to 80	40 to 50
Straight chisel points	50 to 70	30 to 40
Twisted points or shovels	40 to 60	20 to 30
Disk chisel plows with		
Sweeps	60 to 70	30 to 50
Straight chisel points	50 to 60	30 to 40
Twisted points or shovels	30 to 50	20 to 30

Problema dei controlli: Monitoraggio da sensori remoti

Raccolta delle immagini provenienti da....

Satelliti



- Piattaforme gratuite per il reperimento dei dati.
- Immagini di grandi estensioni e con buona frequenza.
- Grandi sviluppi tecnologici e camere sempre più performanti.
- Problemi di nuvolosità e spesso bassa risoluzione.

APR (Aeromobile a Pilotaggio da Remoto)



- Precisi ed alte capacità di lavoro.
- Immagini ad alta risoluzione.
- Non ci sono problemi con la nuvolosità e immagini realizzate in base all'occorrenza.
- Necessità di applicargli carichi contenuti.
- Costi e possesso del patentini ENAC.

Riconoscimento della copertura del suolo

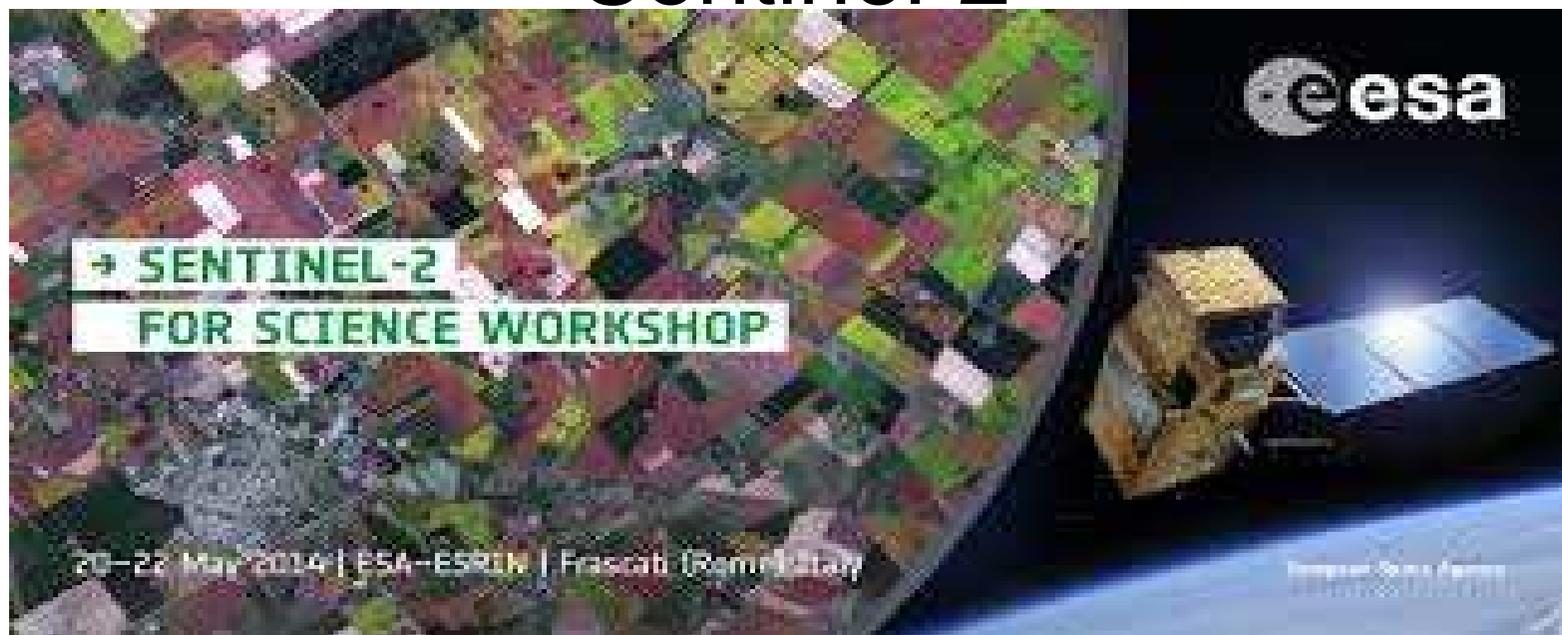
Specifiche bande dello spettro elettromagnetico ed indici

- Osservare la riflettanza a lunghezze d'onda nell'infrarosso ($2100\mu\text{m}$) (Daughtry et al. 2006).
- Costruire indici usando bande del rosso e vicino infrarosso:
 1. $RV1 = \text{NIR}/R$ (Jordan, 1969)
 2. $IPVI = \text{NIR}/(\text{NIR}+R)$ (Crippen, 1990)

Discriminare il residuo dal suolo utilizzando Linear spectral unmixing analysis

- Utilizzando bande dello spettro elettromagnetico che restituiscono riflettanze diverse su residuo e suolo si può discriminare la % di copertura relativa ai residui colturali rispetto al suolo, per pixel grandi quanto la risoluzione della camera utilizzata (Bannari et al., 2006; Pacheco and McNairn, 2010).

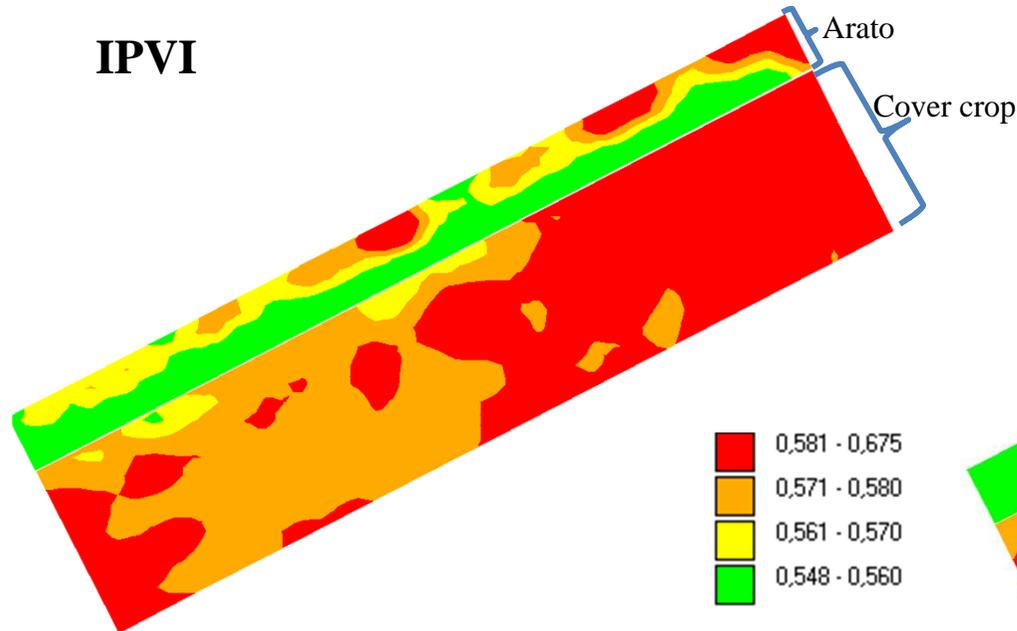
Sentinel-2



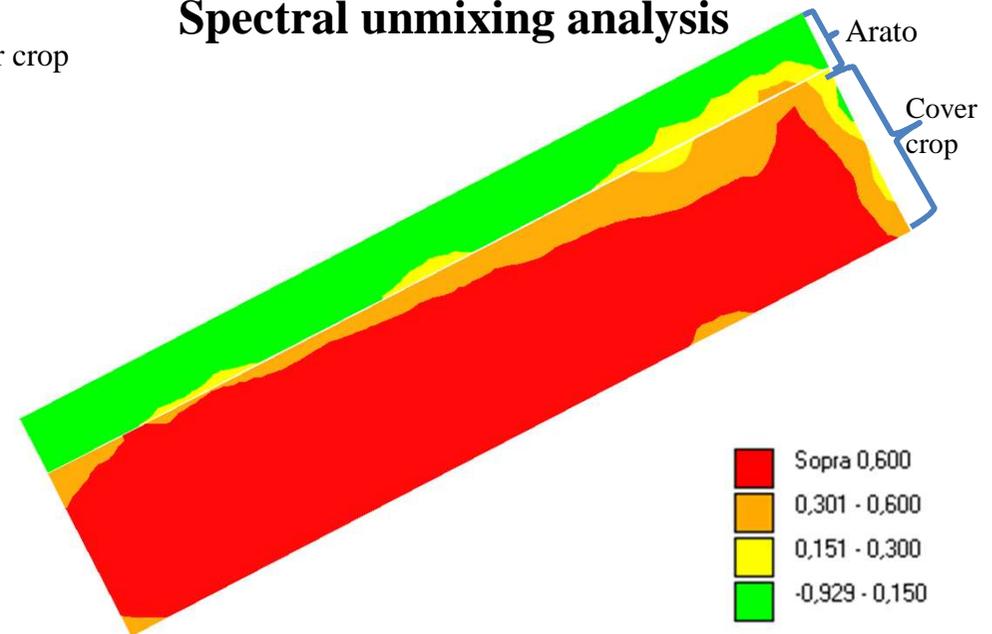
- Costellazione di due satelliti muniti di camera multi-spettrale ad alta risoluzione
- Le immagini vengono realizzate utilizzando 13 bande elettromagnetiche che coprono lo spettro dal violetto (443 μm) all'infrarosso (2190 μm)
- Risoluzione delle immagini varia da 10 a 60 metri a seconda della banda interessata
- Le immagini vengono registrate con frequenza di 5-6 giorni e rese disponibili sulla piattaforma dell'ESA
- Servizio offerto gratuitamente

Applicazione nella realtà veneta

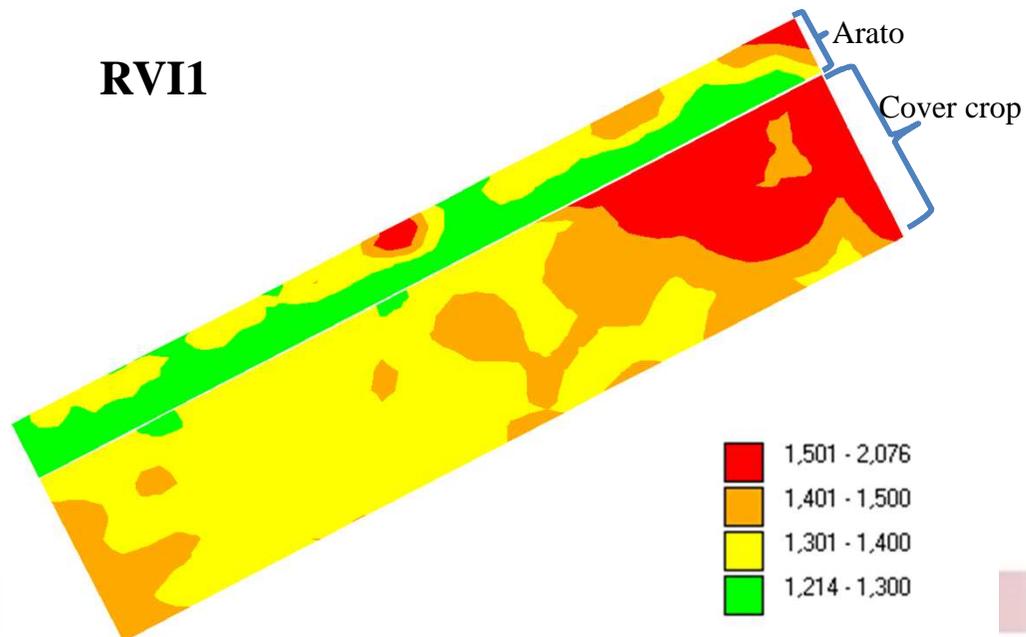
IPVI



Spectral unmixing analysis



RVII



- Netta distinzione tra il campo arato e quello con residuo di cover crop per tutti e tre i metodi affrontati.
- Indici IPVI ed RVII presentano scale paragonabili ai lavori trovati in letteratura.
- Si osserva relazione positiva tra IPVI ed RVII.
- Spectral unmixing analysis in linea con la letteratura ma non perfettamente collimante con gli indici in termini spaziali.

POSSIBILITÀ DI CERTIFICAZIONE/DICHIARAZIONE DI ATTREZZATURE “CONSERVATIVE

Le macchine e gli attrezzi che si utilizzano devono essere tecnicamente idonei

- Distinguere le caratteristiche oggettive costruttive dall'utilizzo
- Caratteristiche oggettive
 - Tipo di azionamento e collegamento con trattore
 - Peso/elemento
 - Disposizione nel telaio
 - Organi assolcatori, accessori
 - Larghezza del solco/larghezza interfila
 - Forma degli organi lavoranti
 - Profondità di lavoro massima (?)
 - Potenza massima richiesta (energia)
 - ...
- Caratteristiche legate all'utilizzo
 - Profondità di lavoro
 - Grado di interrimento residui
 - Rimescolamento degli strati
 - Potenza richiesta (energia)
 - ...