

## **LIFE17 GIE/IT/000477 SOIL4LIFE**

AZIONE B.7 PILOT 2  
MANTENIMENTO/RICOSTITUZIONE DELLA SOSTANZA  
ORGANICA DEI SUOLI AGRICOLI NELLA REGIONE  
LOMBARDIA

# ***MODELLO DI PIANO INTEGRATO DI GESTIONE DEI SUOLI AZIENDALI***

<b>INTRODUZIONE</b> .....	3
<b>PRINCIPI BASE PER LA PREDISPOSIZIONE DI UN MODELLO DI GESTIONE SOSTENIBILE DEI SUOLI</b> .....	5
<b>Caratterizzazione preliminare dei suoli</b> .....	6
<b>Valorizzazione delle matrici organiche</b> .....	6
<b>Tecniche di distribuzione dei fertilizzanti</b> .....	7
<b>Rotazione colturale</b> .....	7
<b>Copertura dei suoli</b> .....	8
<b>Uso razionale della risorsa idrica</b> .....	8
<b>Riduzione delle lavorazioni</b> .....	9
<b>GLOSSARIO</b> .....	10
<b>AZIENDE DIMOSTRATIVE SOIL4LIFE</b> .....	12
<i>Azienda gestione fanghi di qualità</i> .....	13
<i>Azienda gestione digestato reflui zootecnici</i> .....	14
<i>Azienda gestione compost da FORSU</i> .....	15
<i>Azienda biologica</i> .....	16
<b>MODELLO DI PIANO INTEGRATO DI GESTIONE DEI SUOLI</b> .....	17
<b>Aumento dello stock di Carbonio nei suoli</b> .....	17
<b>Riduzione delle perdite di nutrienti</b> .....	17
<b>Uso efficiente delle risorse</b> .....	17
<b>Aumento della biodiversità</b> .....	18
<b>Riduzione dei fenomeni erosivi</b> .....	18

## INTRODUZIONE

Il contenuto di sostanza organica è una proprietà intrinseca di un suolo legata sia alle caratteristiche fisiche che a quelle chimiche e biologiche, nonché ai flussi di energia, acqua e aria nell'interfaccia suolo-atmosfera; pertanto essa, contenuta nei suoli in forme più o meno stabili, rappresenta un efficace indicatore della fertilità di un suolo.

Nel corso degli anni lo sfruttamento intensivo dei suoli agricoli attraverso pratiche aggressive (introduzione di inquinanti nel suolo, irrigazioni, lavorazioni, monocoltura, mancanza di fertilizzazione organica, ecc.) ha portato a una forte riduzione di fertilità con conseguente rilascio di CO<sub>2</sub> in atmosfera e una generale perdita della capacità dei suoli di svolgere le proprie funzioni ecosistemiche. In particolare, in Italia le pratiche di coltivazione intensiva, in combinazione con le caratteristiche pedoclimatiche del territorio, determinano ogni anno pretese stimate dell'1,5% di carbonio organico quando la sostanza organica non viene reintegrata o le pratiche di gestione dei suoli non sono tali da conservarla.

Tale condizione, seppur si configuri come una rilevante minaccia ambientale, può rappresentare una opportunità per l'agricoltura che, attraverso una gestione sostenibile caratterizzata da modelli di coltivazione che valorizzino la naturale funzionalità dei suoli a discapito di pratiche responsabili dell'erosione della sostanza organica, può puntare a rivendicare un ruolo di riequilibrio ambientale e territoriale. Pertanto, uno degli obiettivi principali di una gestione sostenibile dei suoli agricoli è rappresentato dalla capacità di favorire il mantenimento, e possibilmente stimolare l'aumento, del contenuto di sostanza organica, contribuendo così alla mitigazione del cambiamento climatico e a un migliore adattamento ai suoi effetti. Per raggiungere tale scopo, non è sufficiente immettere nei suoli materia organica, ma occorre individuare le tecniche più idonee che, attraverso le interazioni tra diversi fattori in gioco, quali le condizioni ambientali e pedologiche, l'uso e la gestione dei terreni, consentano di ripristinare i suoli impoveriti.

In questo contesto, il progetto SOIL4LIFE si inserisce in un complesso insieme di iniziative sul suolo finalizzate a migliorare e rafforzare la gestione dei processi decisionali a livello nazionale, regionale e locale, promuovendo l'uso sostenibile ed efficiente del suolo in Italia e in Europa per permettere di massimizzare l'erogazione di servizi ecosistemici (inclusi quelli produttivi) senza impatti sulle proprietà chimiche, fisiche e biologiche. Nello specifico, il presente documento è realizzato nell'ambito dell'azione B.7 che vede coinvolto ERSAF, uno dei partner del progetto, per la predisposizione di un modello di piano integrato di gestione dei suoli della pianura padana a livello di aziende agricole presenti nel territorio lombardo basato sulle migliori tecniche utilizzabili per la conservazione e l'incremento della sostanza organica.

L'ubicazione geografica e la conformazione del suo territorio assicurano alla Lombardia una posizione di rilievo nel tessuto produttivo nazionale ed europeo nel quale l'agricoltura è tuttora rilevante per l'economia regionale e nazionale (Tabella 1). In anni abbastanza recenti (1990-2010) l'agricoltura lombarda ha vissuto profonde modifiche strutturali che vanno dalla riduzione complessiva del numero di aziende e della superficie agricola totale al deciso aumento delle superfici medie aziendali e alla progressiva concentrazione e specializzazione degli allevamenti zootecnici. Nel complesso, risulta evidente che la gestione agricola estremamente intensiva, associata all'uso altrettanto intensivo del territorio per finalità extra-agricole, ha inevitabilmente introdotto fattori di forti pressioni per le matrici ambientali.

Tabella 1. Superficie occupata e incidenza percentuale delle colture agricole lombarde (DUSAF 2018)

<b>Coltura</b>	<b>Superficie occupata [ha]</b>	<b>% entro aree agricole</b>	<b>% assoluta regione</b>
<i>seminativi semplici</i>	665.334	61,2%	27,9%
<i>seminativi arborati</i>	3.630	0,3%	0,2%
<i>orticole a pieno campo</i>	20.520	1,9%	0,9%
<i>orticole protette</i>	3.104	0,3%	0,1%
<i>colture floro-vivaistiche</i>	5.714	0,5%	0,2%
<i>orti familiari</i>	1.800	0,2%	0,1%
<i>risaie</i>	99.136	9,1%	4,2%
<i>vigneti</i>	27.384	2,5%	1,1%
<i>frutteti e frutti minori</i>	5.899	0,5%	0,2%
<i>oliveti</i>	3.185	0,3%	0,1%
<i>pioppeti</i>	29.703	2,7%	1,2%
<i>altre legnose agrarie</i>	4.023	0,4%	0,2%
<i>prati permanenti</i>	139.355	12,8%	5,8%
<i>pascoli</i>	78.194	7,2%	3,3%
<b>TOTALE AREE AGRICOLE</b>	<b>1.086.980</b>		<b>45,5%</b>

L'obiettivo finale del presente documento consiste quindi nel contribuire alla crescita della consapevolezza, a livello delle aziende agricole e degli stakeholders interessati (istituzioni, tecnici, cittadinanza), dei benefici generati dall'adozione di tecniche sostenibili di gestione dei terreni in termini di erogazione di servizi ecosistemici e, specificatamente, di ripristino del contenuto di carbonio organico nei suoli agricoli, coniugati con il miglioramento delle prestazioni produttive. Tra i principi alla base di una gestione sostenibile dei suoli che verranno di seguito brevemente descritti, un ruolo chiave per le peculiarità dell'agricoltura lombarda viene indicato nella valorizzazione di matrici organiche come ammendanti anche in un'ottica di circolarità di riuso delle risorse, in combinazione, dove possibile, con il ricorso ad appropriate tecniche di agricoltura conservativa. Successivamente, verranno descritte le buone pratiche applicate nel corso delle prove pilota eseguite in 4 diverse aziende agricole del territorio lombardo nell'ambito del progetto. Infine, sulla base di tale esperienza, verrà presentato uno schema per la definizione di un modello di piano integrato di gestione dei suoli.

## **PRINCIPI BASE PER LA PREDISPOSIZIONE DI UN MODELLO DI GESTIONE SOSTENIBILE DEI SUOLI**

Come detto in precedenza, non è sufficiente additivare i suoli di materia organica, ma è fondamentale individuare le tecniche più idonee che, grazie le interazioni tra i diversi fattori, quali le condizioni ambientali e pedologiche, l'uso e la gestione dei terreni, consentano di ripristinare la fertilità dei suoli degradati. A tale riguardo, di seguito si riportano le principali tecniche e strumenti che, in base all'esperienza, risultano essere decisive per spingere la gestione agronomica dei suoli verso i principi di sostenibilità economica e ambientale, tale cioè da assicurare stabilità e livelli produttivi adeguati e al tempo stesso un contributo significativo in termini di mitigazione del cambiamento climatico, attraverso l'incorporazione di carbonio nei suoli, e di adattamento ai suoi impatti, attraverso il mantenimento degli equilibri ambientali ed ecosistemici.

Prima di passare ad esaminare brevemente tali tecniche e strumenti è tuttavia opportuno tenere presenti questi elementi che hanno una validità e applicabilità generale:

- Il contenuto in sostanza organica (o in carbonio organico) è il principale e più importante indicatore della fertilità di un suolo e della sua funzionalità ecosistemica.
- Il quantitativo di sostanza organica presente nel suolo è il risultato di un equilibrio dinamico determinato dall'azione contemporanea di diversi fattori, sia naturali (tessitura, pH, idromorfia del suolo, clima, ecc.), sia antropici (lavorazioni, colture/rotazioni praticate, ecc.).
- La sostanza organica è formata principalmente da carbonio, ma contiene anche importanti quantità di azoto e, in misura minore, di altri elementi chimici; perché essa aumenti, devono essere tutti presenti e questo spiega, ad esempio, perché è possibile incrementare lo stock di carbonio nel suolo anche utilizzando concimi minerali azotati, se non si ha a disposizione un'altra sufficiente fonte di azoto.
- Nelle realtà territoriali – come è il caso della Lombardia e più in generale della pianura padana e di altre aree ad agricoltura intensiva d'Italia e di Europa – dove la zootecnia è diffusa e la densità della popolazione è elevata, la disponibilità di materia organica (sotto forma di reflui, fanghi, compost, ecc.), è normalmente abbondante e costituisce quindi un'importante fonte di carbonio apportabile ai suoli agricoli.
- In queste situazioni, tuttavia, il rischio è dovuto al fatto che spesso queste matrici hanno un elevato contenuto di azoto (e, quindi, un rapporto C/N basso), che favorisce i processi di mineralizzazione della sostanza organica; ciò fa sì che gli apporti, anche di quantità elevate, si rivelino relativamente poco efficienti nella loro effettiva capacità di aumentare il contenuto di sostanza organica stabile nei suoli e causino, nello stesso tempo, anche importanti perdite di N reattivo (nitrati, ammoniaca e protossido di azoto) nell'ambiente.
- Pertanto, la distribuzione di materiali/matrici organiche deve essere effettuata nel rispetto innanzitutto dei principi di una corretta ed equilibrata concimazione, in particolare per quanto riguarda gli apporti di azoto; è poi attraverso le pratiche di gestione dei suoli – riduzione di numero e intensità delle lavorazioni, copertura delle superfici con residui colturali e vegetazione, diversificazione delle rotazioni – che si devono creare le condizioni fisico-chimiche e microbiologiche più adatte per valorizzare l'apporto di queste matrici nel senso del miglioramento degli equilibri agroecologici e agroclimatici nel suolo.

## Caratterizzazione preliminare dei suoli

L'analisi del suolo è uno strumento fondamentale per la gestione e l'elaborazione di un corretto piano di concimazione, che consente di ridurre i costi di produzione ottimizzando le rese produttive; un impiego razionale dei fertilizzanti, legato quindi alla conoscenza della condizione dei terreni, consente di valorizzare la qualità dei prodotti e ha una ricaduta positiva sull'ambiente e sugli stessi processi di incorporazione della sostanza organica nel suolo.

Ai fini di una corretta interpretazione del parametro chimico risultano fondamentali 2 fattori:

- un corretto campionamento del suolo che sia rappresentativo dell'area a cui si riferisce;
- l'impiego di metodiche di analisi ufficiali. Come indicato dai D.M. n. 79 del 11/05/1992 e D.M. n. 185 del 13/09/1999, un'analisi di routine in genere prevede almeno le seguenti determinazioni: tessitura, pH, calcare totale, calcare attivo, sostanza organica, azoto totale, fosforo assimilabile, potassio assimilabile, macroelementi assimilabili, microelementi assimilabili, conducibilità.

Il significato agronomico di ciascun parametro analizzato permette l'individuazione del tipo di fertilizzante e delle relative dosi ottimali da impiegare per ottimizzare la produzione, riducendo il rischio di danni ambientali.

## Valorizzazione delle matrici organiche

L'utilizzo di matrici organiche derivanti dalla lavorazione di reflui zootecnici e biomasse di origine extra-agricola (provenienti dal ciclo dei rifiuti), utilizzabili come ammendanti e/o fertilizzanti organici, rappresenta un valido strumento per apportare sostanza organica ed elementi nutritivi (tra cui azoto, fosforo e potassio) alle colture, contribuendo alla riduzione dell'utilizzo dei concimi di sintesi. Il loro impiego nel settore agricolo contribuisce allo sviluppo di sistemi di economia circolare che portano al recupero agricolo di "scarti" urbani, come fanghi di depurazione urbana e delle frazioni umide e verdi dei rifiuti urbani, e talvolta anche industriali al fine di diminuire il consumo di materie prime, ridurre gli impatti ambientali connessi all'emissione di gas clima-alteranti e ridurre il quantitativo di rifiuti destinati all'incenerimento o ad altre forme di smaltimento (Fig. 1). Questa pratica, largamente diffusa in pianura padana, si accompagna a quella consolidata dell'utilizzo agronomico degli effluenti d'allevamento, che in Lombardia assume una importante rilevanza per la grande diffusione degli allevamenti zootecnici. Perché la "circularità" sia reale è però indispensabile garantire la qualità e la sicurezza biologica e chimica di questi materiali distribuiti sui suoli agricoli - privi di contaminanti, stabilizzati, ricchi in carbonio e caratterizzati da rapporti C/N e N/P equilibrati - tali così da generare un'effettiva utilità al sistema agricolo. Contestualmente, risulta indispensabile la consapevolezza degli agricoltori nell'individuare quantità opportune, periodi adatti e modalità idonee di distribuzione in funzione delle caratteristiche chimico-fisiche dei suoli e le reali necessità delle colture.

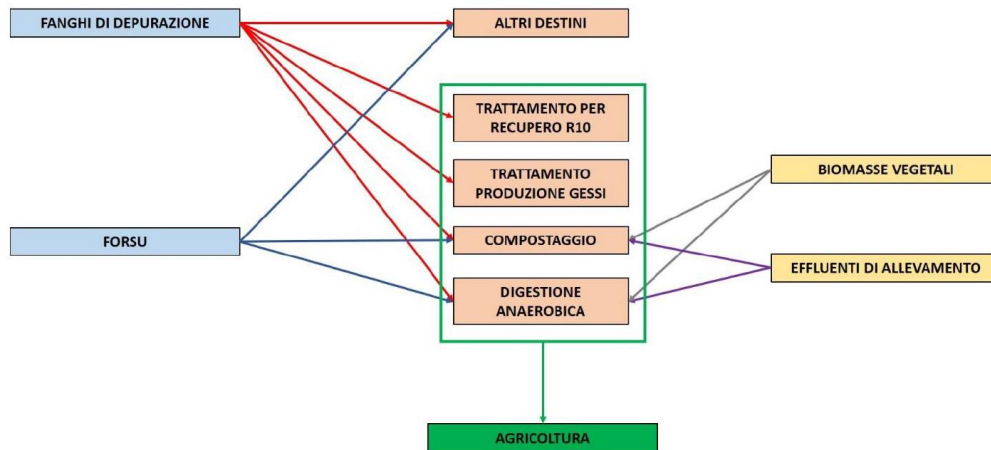


Figura 1. Principali destini/trattamenti delle matrici organiche.

## Tecniche di distribuzione dei fertilizzanti

La fertilizzazione è l'insieme delle pratiche agronomiche finalizzate a migliorare la fertilità di un suolo agrario, attraverso una modifica delle proprie caratteristiche fisiche, chimiche e/o biologiche, e a nutrire le piante coltivate, stimolandone lo sviluppo.

L'efficacia dei fertilizzanti, inclusi quelli costituiti da matrici organiche, può risultare molto bassa se la distribuzione non viene effettuata nelle modalità opportune e con la dovuta precisione. Le strategie convenzionali di distribuzione dei concimi sono basate sul concetto di uniformità e, quindi, su una somministrazione del prodotto eseguita nelle stesse quantità all'interno del campo; esse, tuttavia, non valutano la complessità delle interazioni che avvengono tra la coltura e il suolo. Oggi è possibile rispettare elevati standard di produzione e qualità razionalizzando la scelta e l'impiego dei concimi, anche attraverso tecnologie distributive variabili (o a rateo variabile) che mirano, oltre che a migliorare l'efficienza d'uso da parte delle colture, a considerare la disomogeneità intra-campo, a ridurre costi unitari e perdite nell'ambiente. Da questo punto di vista, l'impiego di tecnologie di precisione con supporto digitale, interconnesse a piattaforme previsionali e decisionali (basate su osservazioni, analisi ed elaborazione interattiva) permette di migliorare la gestione spaziale e temporale del processo distributivo, tenendo in considerazione i processi fisici, chimici e biologici sito-specifici che, nel loro complesso, rendono disponibile il nutriente somministrato nelle varie forme.

## Rotazione colturale

L'aumento del numero di specie e delle famiglie botaniche coltivate, evitando il frequente ripetersi delle stesse colture e la monocoltura sui terreni grazie alla diversificazione degli avvicendamenti e riducendo i periodi di interruzione colturale, ha molteplici obiettivi:

- coprire il terreno e proteggerlo dagli agenti atmosferici in maniera continua e più efficace;
- migliorare la struttura del suolo attraverso l'azione degli apparati radicali di piante diverse;
- stimolare l'attività biologica del terreno;
- limitare i rischi ambientali dovuti alla lisciviazione dei nitrati, al ruscellamento superficiale e all'erosione, alla perdita di biodiversità.

La diversificazione colturale permette, già da sola, di conservare e arricchire la fertilità del suolo, di assicurare e talora anche migliorare le rese produttive e di ridurre sia l'impiego sia l'impatto di fertilizzanti e agrofarmaci favorendo l'utilizzo di principi attivi maggiormente ecocompatibili. Essa, oltre che attraverso l'impiego di *cover crop*, può essere ottenuta tramite strategie di integrazione di colture nel tempo e nello spazio, tramite rotazioni, coltivazioni intercalari e combinazioni di piante appartenenti a specie (o varietà) diverse negli stessi appezzamenti (*intercropping* e *multicropping*).

## **Copertura dei suoli**

Restituire i residui colturali sulla superficie del suolo, o interrarli nei primi centimetri, e introdurre nelle rotazioni *cover crop* hanno la finalità di assicurare la copertura permanente del suolo, proteggerlo dagli agenti climatici e permettere l'alimentazione in continuo dell'attività biologica. In genere i miglioramenti cominciano a manifestarsi quando almeno il 30% della superficie del suolo è coperta, ma quanto maggiori sono i residui tanto più rapidi e significativi sono gli effetti positivi che si ottengono.

Le *cover crop* vengono inserite nella rotazione tra 2 colture principali allo scopo di dare una adeguata copertura al suolo anche nel periodo intercolturale, apportare residui e quindi biomassa al terreno e stimolare l'attività biologica. Le funzioni delle *cover crop* sono quindi molteplici: proteggono il suolo dall'erosione e dal compattamento migliorandone la struttura e la porosità, favoriscono il riciclo degli elementi nutritivi limitandone le perdite, agevolano il controllo delle infestanti e dei parassiti, apportano azoto alle colture e permettono di incrementare la sostanza organica nel terreno. Inoltre, il mantenimento dei residui colturali sul terreno - compresi i resti degli apparati radicali - dopo il raccolto, oltre a fornire una protezione da fenomeni di erosione e compattamento, genera un ambiente agricolo più eterogeneo che favorisce la fertilità e il mantenimento del suolo e permette la conservazione della biodiversità.

## **Uso razionale della risorsa idrica**

Un terreno gestito in modo sostenibile è caratterizzato da un'infiltrazione rapida dell'acqua (proveniente dalle precipitazioni e/o da fonti idriche supplementari come l'irrigazione), un ottimale accumulo nel suolo dell'acqua disponibile per le piante e un efficiente sistema di drenaggio in caso di saturazione. Tuttavia, quando queste condizioni non sono soddisfatte, possono sorgere problemi di ristagno dell'acqua o di scarsità idrica. Da un lato, il ristagno idrico, che è correlato alla saturazione del suolo, crea difficoltà di radicamento per molte piante, riducendo così le rese e favorendo eventuali fenomeni di contaminazione. D'altra parte, la scarsità d'acqua che si verifica nelle aree in cui viene persa per evaporazione, scorrimento superficiale e percolazione, può causare problemi alle colture, interferendo negativamente sull'attività biologica del suolo e sui cicli del carbonio e dei nutrienti. Esistono diverse tecniche che possono essere applicate a tale scopo in funzione delle caratteristiche del suolo agricolo; tra queste, ricordiamo:

- miglioramento del convogliamento, della distribuzione e dei metodi di applicazione sul campo (ad esempio, irrigazione programmata o microirrigatori, il monitoraggio dell'umidità del suolo o della perdita d'acqua attraverso evapotraspirazione) che massimizzino l'utilizzo efficiente dell'acqua e che riducano al minimo l'erosione del suolo e la lisciviazione delle sostanze nutritive;
- valutazione delle riserve di risorse idriche e calcolo dei periodi di carico d'acqua;
- selezione di colture appropriate (anche *cover crop*), equilibrata applicazione di fertilizzanti (specialmente ammendanti organici) e attenta pianificazione dei tempi dell'attività agronomica;



- controllo regolare della qualità dell'acqua di irrigazione per verificare sostanze nutritive ed eventuale presenza di potenziali sostanze nocive;
- miglioramento degli stabilimenti vegetativi, promuovendo l'agroforestazione, l'utilizzo di "colture alleate" e attuando riforestazione e imboschimento.

## **Riduzione delle lavorazioni**

L'eliminazione dell'aratura e delle lavorazioni che rovesciano il terreno, portando ad un minor arieggiamento del suolo, riducono la mineralizzazione della sostanza organica e favoriscono i processi di organicazione con la produzione di humus stabile e con progressivo aumento della fertilità naturale del terreno coltivato. Lo scopo della riduzione delle lavorazioni consiste quindi nel limitare il più possibile le azioni di disturbo del suolo senza mescolare mai gli strati e di favorire l'incorporazione della sostanza organica, migliorandone qualità, quantità e distribuzione lungo il profilo del suolo. La diminuzione dell'intensità e della profondità delle lavorazioni determina una maggiore protezione fisica della sostanza organica all'interno dei microaggregati riducendone l'ossidazione. L'attività biologica non perturbata, e in particolare l'attività dei lombrichi, contribuisce anch'essa all'evoluzione della sostanza organica e completano l'azione di riorganizzazione e strutturazione del suolo assicurata dalle radici delle piante. L'assenza di disturbo meccanico, associata a un minor numero di passaggi e transiti sui terreni, permette così di aumentare la fertilità del suolo che sviluppa la sua naturale porosità e la capacità di infiltrazione e filtrazione dell'acqua; inoltre, la riduzione delle lavorazioni diminuisce le operazioni meccaniche e le macchine agricole necessarie, la potenza di trazione necessaria, i consumi di carburante e le conseguenti emissioni di gas a effetto serra derivanti dalla combustione, le ore di lavoro richieste dalla preparazione dei terreni per le semine.

La diffusione di pratiche conservative e sostenibili di gestione dei suoli può pertanto incrementare la vitalità e la resilienza degli agroecosistemi, contribuendo allo sviluppo di efficaci strategie di mitigazione delle emissioni di gas serra e di adattamento al cambiamento climatico. In termini di produzione, l'esperienza dimostra che il passaggio da tecniche convenzionali a conservative permette di abbassare i costi delle operazioni colturali e gli input da immettere nel sistema, mantenendo i livelli produttivi. Questa transizione è tuttavia lenta, generalmente quantificata in circa 5 anni, e richiede programmazione, esperienza e competenza che accompagnino l'agricoltore verso un approccio strategico innovativo e multifunzionale.

Negli ultimi anni l'adozione di tecniche conservative di gestione dei suoli agricoli si è diffusa nell'areale padano e ha dimostrato di poter apportare maggiori benefici in termini di conservazione e incorporazione della CO<sub>2</sub> nei suoli e produzione di servizi ecosistemici, nonché maggiore stabilità nelle produzioni a fronte di minori input.

## GLOSSARIO

- Agroforestazione: coltivazione di specie arboree e/o arbustive perenni, consociate a seminativi e/o pascoli, nella stessa unità di superficie.
- Compostaggio: processo di parziale decomposizione di materiale organico fresco in condizioni aerobiche che ha tra i suoi obiettivi quello di ottenere prodotti organici stabilizzati, con un contenuto adeguato di macronutrienti (azoto, fosforo, potassio, ecc.) e con una buona biodiversità microbica (batteri, funghi, alghe, ecc.).
- Cover crop: colture di copertura inserite nella rotazione tra una coltura principale e la successiva allo scopo di dare una copertura adeguata al suolo, apportare residui e quindi biomassa al terreno e stimolare l'attività biologica. Le funzioni delle *cover crop* sono molteplici: proteggono il suolo contro l'erosione e il compattamento, favoriscono il riciclo degli elementi nutritivi, agevolano il controllo delle infestanti e dei parassiti, aumentano la sostanza organica del terreno e ne preservano e migliorano la struttura. Molte sono le specie vegetali, utilizzabili da sole o in miscuglio, con cui realizzarle, quali segale, loiessa (o loietto italico), avena, altri cereali, grano saraceno, veccia, trifogli annuali, facelia, ravizzone, rafano, senape, ecc. Le *cover crop* in genere non sono destinate ad essere raccolte, ma ad essere lasciate integralmente in campo.
- Digestione anaerobica: processo biologico di degradazione della sostanza organica proveniente da biomasse agricole e agro-industriali che si instaura attraverso lo sviluppo della flora microbica indotto dalle condizioni anaerobiche garantite nei digestori. La digestione anaerobica può essere attuata utilizzando qualunque matrice organica, biomasse vegetali, effluenti zootecnici, fanghi di depurazione, FORSU o miscele tra due o più di tali materiali; essa origina metano, e quindi energia, e una sostanza di risulta, il cosiddetto "digestato", che è sempre una matrice organica, ma normalmente più stabilizzata e sanificata rispetto ai materiali in ingresso al digestore.
- Fanghi di depurazione: materiale palabile o semiliquido risultante dal trattamento di depurazione delle acque reflue provenienti da insediamenti civili e produttivi, con o senza trasformazioni di natura biologica. I fanghi, nel rispetto delle normative che discendono dalla Direttiva 86/278/CEE possono essere riutilizzati in agricoltura oppure essere matrice per la produzione di gessi di defecazione e di ammendanti compostati misti (classificati, questi ultimi, in base alla normativa vigente sui fertilizzanti rispettivamente come correttivi e ammendanti - D.g.l.75/2010), che tuttavia a loro volta mantengono un elevato contenuto in sostanza organica.
- FORSU: Frazione Organica dei Rifiuti Solidi Urbani, comprende tutti i rifiuti organici separati attraverso la raccolta differenziata. Tali materiali vengono trasformati in ammendanti compostati (verde o misto a seconda della composizione) destinati all'utilizzazione in agricoltura. Sempre più frequentemente la FORSU, prima del compostaggio in condizioni aerobiche, viene anche digerita anaerobicamente.

- ***Intercropping***: pratica di coltivazione contemporanea di due o più colture nello stesso spazio con l'obiettivo di aumentare la produttività del suolo, la qualità della coltura e i servizi ecosistemici. La consociazione di fila (*intercropping*) consiste in colture che vengono piantate in file alternate; la coltivazione in strisce (*strip-cropping*) prevede file di una singola coltura abbastanza ampie da poter effettuare la raccolta con l'uso di macchine agricole; per consociazione mista (*mixed intercropping*) si intende invece un gruppo di colture che crescono insieme naturalmente, senza alcuna separazione in file o strisce.
- ***Multicropping***: coltivazione contemporanea di due o più colture sulla stessa superficie, principalmente per aumentare la capacità e soprattutto la stabilità produttiva. Questa pratica garantisce, inoltre, una riduzione della lisciviazione dei nitrati e dell'erosione del suolo e una migliore gestione delle infestanti grazie ad una maggiore copertura del suolo durante la stagione di crescita colturale. Nella sua applicazione più semplice consiste nella semina di più varietà di una determinata specie mescolate tra loro (ad esempio diverse specie di frumento).

## AZIENDE DIMOSTRATIVE SOIL4LIFE

All'interno del progetto Soil4Life, uno degli obiettivi previsti consiste nella realizzazione di attività dimostrative in aziende agricole finalizzate a favorire la crescita della consapevolezza, a livello degli operatori agricoli (tecnici, agricoltori) e del grande pubblico (istituzioni, associazioni, cittadinanza), dei benefici per la collettività generati dall'adozione di modalità di gestione dei terreni, idonee, in particolare, a mantenere o ripristinare adeguati contenuti in sostanza organica nei suoli coltivati attraverso la valorizzazione di matrici organiche di diversa origine, in un'ottica di circolarità e di riutilizzo delle risorse, anche in combinazione con l'applicazione di tecniche di agricoltura conservativa.

A tale scopo sono state selezionate 4 aziende dislocate nel contesto agricolo lombardo circostante l'agglomerato urbano di Milano (Fig. 2) in cui realizzare le attività dimostrative previste dal progetto. Il progetto prevede la definizione di un programma di rilevazione e valutazione di indicatori agroambientali correlati al contenuto in sostanza organica (stock di carbonio organico), alla presenza di contaminanti chimici (metalli pesanti, IPA) e alla agrobiodiversità edafica dei suoli (QBSar, basato sulla presenza di microartropodi, presenza di anellidi). I rilievi vengono realizzati nelle 4 aziende con 3 ripetizioni per sito (sostanza organica e agrobiodiversità) per 2 anni, con l'esecuzione delle relative determinazioni di laboratorio.

Di seguito vengono sinteticamente descritte le principali caratteristiche delle aziende e il relativo impegno all'interno del progetto.

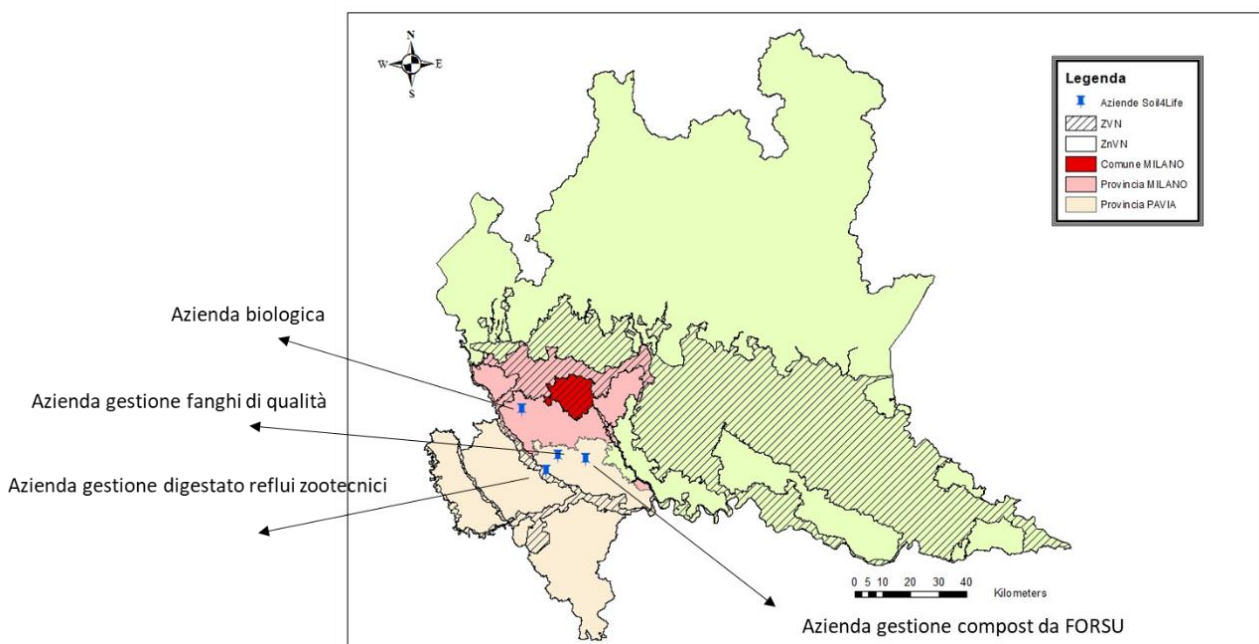


Figura 2. Dislocazione aziende dimostrative Soil4Life.

## Azienda gestione fanghi di qualità

- *Ordinamento colturale: CEREALICOLO-RISICOLO*

### **CAMPO 1**

<b>Concimazione organica</b>			
<i>matrice</i>	digestato da fanghi e FORSU	<i>modalità di distribuzione</i>	iniezione a 15 cm
<i>quantità</i>	40 t/ha	<i>epoca di distribuzione</i>	autunno
<b>Fertilizzazione minerale</b>			
<i>concime</i>	-	<i>modalità di distribuzione</i>	-
<i>lavorazione terreni</i>	minima lavorazione	<i>irrigazione</i>	-
<b>Successione colturale</b>			
<i>2019</i>	frumento - senape		
<i>2020</i>	frumento - senape		

### **CAMPO 2**

<b>Concimazione organica</b>			
<i>matrice</i>	digestato da fanghi e FORSU	<i>modalità di distribuzione</i>	iniezione a 15 cm
<i>quantità</i>	35 t/ha	<i>epoca di distribuzione</i>	primavera
<b>Fertilizzazione minerale</b>			
<i>concime</i>	urea (110 kg/ha)	<i>modalità di distribuzione</i>	a spaglio (spandiconcime)
<i>lavorazione terreni</i>	minima lavorazione	<i>irrigazione</i>	scorrimento
<b>Successione colturale</b>			
<i>2019</i>	riso - stoppie		
<i>2020</i>	riso - stoppie		

### **CAMPO 3**

<b>Concimazione organica</b>			
<i>matrice</i>	digestato da fanghi e FORSU	<i>modalità di distribuzione</i>	iniezione a 15 cm
<i>quantità</i>	50 t/ha	<i>epoca di distribuzione</i>	inverno
<b>Fertilizzazione minerale</b>			
<i>concime</i>	urea (primavera)	<i>modalità di distribuzione</i>	a spaglio (spandiconcime)
<i>lavorazione terreni</i>	minima lavorazione	<i>irrigazione</i>	scorrimento
<b>Successione colturale</b>			
<i>2019</i>	mais - cover		
<i>2020</i>	mais - cover		

## Azienda gestione digestato reflui zootecnici

- *Ordinamento colturale: CEREALICOLO*

### **CAMPO 1**

#### **Concimazione organica**

<i>matrice</i>	digestato zootecnico	<i>modalità di distribuzione</i>	spandiletame (dig. solido); carrobotte a bassa pressione (dig. liquido)
<i>quantità</i>	20 mc/ha (digestato solido); 10 mc/ha (digestato liquido)	<i>epoca di distribuzione</i>	presemina (dig. solido); postsemina (dig. liquido)

#### **Fertilizzazione minerale**

<i>concime</i>	urea	<i>modalità di distribuzione</i>	a spaglio (spandiconcime); sciolta nel digestato
<i>lavorazione terreni</i>	minima lavorazione	<i>irrigazione</i>	a scorrimento

#### **Successione colturale**

<i>2019</i>	mais - orzo
<i>2020</i>	orzo - sorgo

### **CAMPO 2**

#### **Concimazione organica**

<i>matrice</i>	digestato zootecnico	<i>modalità di distribuzione</i>	spandiletame (dig. solido)
<i>quantità</i>	20 mc/ha (digestato solido)	<i>epoca di distribuzione</i>	presemina (dig. solido)

#### **Fertilizzazione minerale**

<i>concime</i>	-	<i>modalità di distribuzione</i>	-
<i>lavorazione terreni</i>	minima lavorazione	<i>irrigazione</i>	a scorrimento

#### **Successione colturale**

<i>2019</i>	orzo - mais - cover
<i>2020</i>	mais - cover

### **CAMPO 3**

#### **Concimazione organica**

<i>matrice</i>	digestato zootecnico	<i>modalità di distribuzione</i>	spandiletame (dig. solido); carrobotte a bassa pressione (dig. liquido)
<i>quantità</i>	20 mc/ha (digestato solido); 10 mc/ha (digestato liquido)	<i>epoca di distribuzione</i>	presemina (dig. solido); postsemina (dig. liquido)

#### **Fertilizzazione minerale**

<i>concime</i>	urea	<i>modalità di distribuzione</i>	a spaglio (spandiconcime); sciolta nel digestato
<i>lavorazione terreni</i>	minima lavorazione	<i>irrigazione</i>	a scorrimento

#### **Successione colturale**

<i>2019</i>	mais - orzo
<i>2020</i>	orzo - sorgo

## Azienda gestione compost da FORSU

- *Ordinamento colturale*: RISICOLO

<b>CAMPO 1</b>			
<b>Concimazione organica</b>			
<i>matrice</i>	FORSU	<i>modalità di distribuzione</i>	spandiletame
<i>quantità</i>	350 q/ha	<i>epoca di distribuzione</i>	presemina
<b>Fertilizzazione minerale</b>			
<i>concime</i>	cloruro potassico (presem.); 20-0-20 (postsem.)	<i>modalità di distribuzione</i>	spandiconcime
<i>lavorazione terreni</i>	minima lavorazione	<i>irrigazione</i>	a scorrimento
<b>Successione colturale</b>			
<i>2019</i>	riso - stoppie		
<i>2020</i>	riso - stoppie		

<b>CAMPO 2</b>			
<b>Concimazione organica</b>			
<i>matrice</i>	FORSU	<i>modalità di distribuzione</i>	spandiletame
<i>quantità</i>	350 q/ha	<i>epoca di distribuzione</i>	presemina
<b>Fertilizzazione minerale</b>			
<i>concime</i>	cloruro potassico (presem.); 20-0-20 (postsem.)	<i>modalità di distribuzione</i>	spandiconcime
<i>lavorazione terreni</i>	minima lavorazione	<i>irrigazione</i>	a scorrimento
<b>Successione colturale</b>			
<i>2019</i>	riso - stoppie		
<i>2020</i>	riso - stoppie		

<b>CAMPO 3</b>			
<b>Concimazione organica</b>			
<i>matrice</i>	FORSU	<i>modalità di distribuzione</i>	spandiletame
<i>quantità</i>	350 q/ha	<i>epoca di distribuzione</i>	presemina
<b>Fertilizzazione minerale</b>			
<i>concime</i>	cloruro potassico (presem.); 20-0-20 (postsem.)	<i>modalità di distribuzione</i>	spandiconcime
<i>lavorazione terreni</i>	minima lavorazione	<i>irrigazione</i>	a scorrimento
<b>Successione colturale</b>			
<i>2019</i>	riso - stoppie		
<i>2020</i>	riso - stoppie		

## Azienda biologica

- *Ordinamento colturale*: BIOLOGICO-ZOOTECNICO

<b>CAMPO 1</b>			
<b>Concimazione organica</b>			
<i>matrice</i>	letame/liquame	<i>modalità di distribuzione</i>	botte a spaglio (liquame); carro a spaglio (letame)
<i>quantità</i>	$\Sigma < 170$ kgN/ha/anno	<i>epoca di distribuzione</i>	periodo invernale (letame); periodo estivo (liquame)
<b>Fertilizzazione minerale</b>			
<i>concime</i>	-	<i>modalità di distribuzione</i>	-
<i>lavorazione terreni</i>	convenzionale	<i>irrigazione</i>	a scorrimento
<b>Successione colturale</b>			
<i>2019</i>	prato stabile		
<i>2020</i>	prato stabile		

<b>CAMPO 2</b>			
<b>Concimazione organica</b>			
<i>matrice</i>	liquame	<i>modalità di distribuzione</i>	botte a spaglio
<i>quantità</i>	$\Sigma < 170$ kgN/ha/anno	<i>epoca di distribuzione</i>	periodo estivo
<b>Fertilizzazione minerale</b>			
<i>concime</i>	-	<i>modalità di distribuzione</i>	-
<i>lavorazione terreni</i>	convenzionale	<i>irrigazione</i>	a scorrimento
<b>Successione colturale</b>			
<i>2019</i>	frumento - orzo - pisello		
<i>2020</i>	orzo – cereale vernino		

<b>CAMPO 3</b>			
<b>Concimazione organica</b>			
<i>matrice</i>	letame/liquame	<i>modalità di distribuzione</i>	botte a spaglio (liquame); carro a spaglio (letame)
<i>quantità</i>	$\Sigma < 170$ kgN/ha/anno	<i>epoca di distribuzione</i>	periodo invernale (letame); periodo estivo (liquame)
<b>Fertilizzazione minerale</b>			
<i>concime</i>	-	<i>modalità di distribuzione</i>	-
<i>lavorazione terreni</i>	convenzionale	<i>irrigazione</i>	a scorrimento
<b>Successione colturale</b>			
<i>2019</i>	erba medica		
<i>2020</i>	erba medica - trifoglio		



## **MODELLO DI PIANO INTEGRATO DI GESTIONE DEI SUOLI**

Sulla base delle esperienze raccolte, si riporta di seguito (Fig. 3) uno schema per la definizione di un piano integrato di gestione dei suoli. Tale schema rappresenta le principali azioni che dovrebbero essere messe in atto al fine di pianificare una gestione integrata dei suoli che consenta di conseguire gli obiettivi prefissati in termini di servizi ecosistemici e produttività.

Nello specifico, i principali obiettivi che possono essere raggiunti attraverso un piano integrato di gestione dei suoli sono i seguenti:

### **Aumento dello stock di Carbonio nei suoli**

Una gestione sostenibile dei suoli, e in particolare dei suoli agricoli, deve prefiggersi l'obiettivo di mantenere e possibilmente aumentare la sostanza organica del suolo. Quando ciò avviene, il suolo esercita le proprie funzioni ecosistemiche e agisce da serbatoio di carbonio sottraendo CO<sub>2</sub> dall'atmosfera, contribuendo così alla mitigazione del cambiamento climatico e a un migliore adattamento ai suoi effetti. Diverse sono le pratiche che possono favorire l'aumento del contenuto di sostanza organica nel suolo: la gestione dei residui vegetali, l'utilizzo di foraggi da pascolo piuttosto che da raccolta, l'adozione di tecniche conservative di gestione dei suoli, l'agricoltura biologica, la gestione integrata della fertilità del suolo e dei parassiti, l'applicazione di materiali organici di qualità (effluenti zootecnici o altri rifiuti di origine antropica ricchi di carbonio, l'utilizzo di compost e pacciamatura che producano una copertura permanente del suolo, ecc.).

### **Riduzione delle perdite di nutrienti**

Un apporto eccessivo di nutrienti può portare, oltre ad un mancato assorbimento degli stessi da parte delle piante, a conseguenti perdite nell'ambiente attraverso fenomeni di lisciviazione, ruscellamento, emissioni in atmosfera. L'individuazione della giusta dose da apportare alle piante insieme all'ottimizzazione delle tecniche e delle tempistiche di applicazione dei nutrienti comportano un vantaggio dal punto di vista agronomico, massimizzando le rese e la qualità del raccolto ed ambientale, riducendo l'immissione di azoto in diverse forme in acqua-suolo-aria. Risulta quindi necessario applicare modalità di gestione dei fertilizzanti tali da aumentarne l'efficienza di utilizzazione e conseguentemente ridurre al minimo le perdite nell'ambiente.

Questo obiettivo può essere raggiunto dalle aziende agricole adottando soluzioni tecniche e strategie di gestione differenti che possono anche integrarsi e combinarsi tra loro. Ad esempio, l'utilizzazione di macchinari che consentono l'interramento immediato o l'iniezione diretta degli effluenti zootecnici nel terreno, la riduzione di fertilizzanti minerali, la riduzione del tenore in N e negli effluenti, applicazione di tecniche di agricoltura di precisione.

### **Uso efficiente delle risorse**

Lo svolgimento delle pratiche agricole necessarie alla coltivazione deve essere basato sulle esigenze di raccolto, sulle caratteristiche e le condizioni sito-specifiche del suolo e su modelli meteorologici. Un utilizzo efficiente degli input necessari alla produzione, anche attraverso strategie a lungo termine, può consentire di massimizzare il valore per unità di risorsa e di ridurre i costi e i rischi di produzione in risposta alla crescente scarsità delle risorse naturali, nell'ottica del "produrre di più con meno risorse".

## **Aumento della biodiversità**

I sistemi agricoli hanno un forte impatto non solo sugli organismi del terreno, ma anche sulle loro attività e sulla loro biodiversità e, quindi, sui servizi ecosistemici che essi forniscono. La salute e la qualità del suolo influenzano non solo la produzione agricola, ma anche la sostenibilità e la salubrità dell'ambiente, le quali condizionano a loro volta la salute delle piante, degli animali e dell'uomo. Pertanto, è essenziale migliorare la biodiversità del terreno per mantenerlo in salute e garantire la sicurezza alimentare e nutrizionale alle generazioni future. Quando l'attività biologica del suolo è più elevata, infatti, i cicli idrologici, del carbonio e dei nutrienti migliorano, gli equilibri ecosistemici si rafforzano, la sostanza organica e la fertilità dei terreni aumentano e si riducono gli impatti negativi sull'ambiente.

## **Riduzione dei fenomeni erosivi**

L'erosione idrica ed eolica costituisce una minaccia significativa per i suoli agricoli e per i servizi ecosistemici che essi forniscono, comportando la perdita di strati superficiali di suolo che contengono grandi quantità di nutrienti organici e minerali e la potenziale esposizione del sottosuolo. Inoltre, l'erosione genera anche impatti esterni legati prevalentemente ai danni alle infrastrutture e alla riduzione della qualità dell'acqua. Le attività umane come l'aratura e altre pratiche agricole intensive possono accelerare tale processo, contribuendo alla riduzione della stabilità dei suoli. Tra le misure che possono essere attuate per limitare tale fenomeno, l'applicazione di tecniche agronomiche sostenibili, basate sull'eliminazione o la riduzione delle lavorazioni e sul mantenimento di una copertura vegetale o di residui colturali a protezione della superficie terrestre, rappresenta un fattore determinante che consente una razionalizzazione e una ottimizzazione gestionale ed economica delle singole fasi della coltivazione.

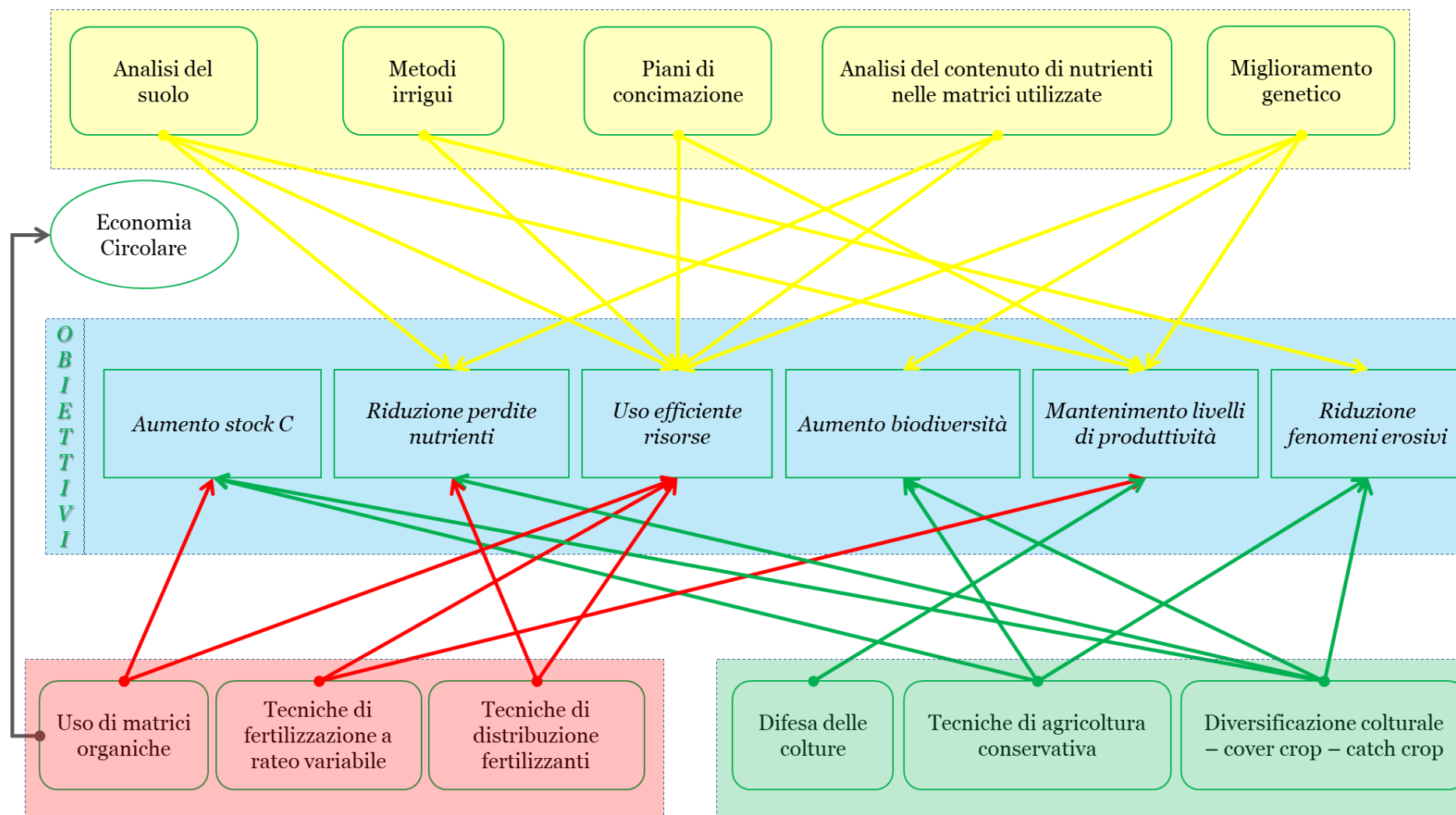


Figura 3. Schema per la definizione di un piano integrato di gestione dei suoli