



Regione Lombardia

FEASR - Programma di Sviluppo Rurale 2007-2013

Misura 214 – Pagamenti agroambientali
Azione A – Fertilizzazione bilanciata e avvicendamento
Azione B – Produzioni agricole integrate

ALLEGATO 1
disposizioni attuative campagna 2012

DISCIPLINARI DI PRODUZIONE
Parte generale

INDICE

Introduzione	1
Capitolo 1: Generalità	2
1.1 Ambiente	2
1.2 Avvicendamento	2
1.3 Lavorazioni	2
1.4 Scelta varietale e materiale di moltiplicazione	3
1.5 Sesti d’impianto	4
1.6 Difesa e diserbo	4
1.6.1 Necessità o meno di intervenire e scelta del momento ottimale	5
1.6.2 Individuazione dei mezzi di difesa	5
1.6.2.1 Selezione qualitativa dei mezzi di difesa	5
1.6.2.2 Ottimizzazione delle quantità e delle modalità di distribuzione	6
1.6.2.3 Criteri fondamentali per la difesa dai fitofagi	7
1.6.2.4 Criteri fondamentali per la difesa dalle malattie	7
1.6.2.5 Criteri fondamentali per la difesa dalle infestanti	8
1.7 Irrigazione	8
Capitolo 2: Linee guida per la concimazione	9
2.1 Il campionamento del terreno	9
2.2 Analisi del terreno	10
2.2.1 La tessitura o granulometria	11
2.2.2 La reazione del terreno (pH)	12
2.2.3 Il calcare	12
2.2.4 La frazione organica	13
2.2.5 Capacità di scambio cationico	13
2.2.6 Fosforo assimilabile	14
2.2.7 Potassio scambiabile	14
2.2.8 Magnesio scambiabile	15
2.2.9 Conducibilità elettrica	15
2.3 Piani di concimazione	16
2.3.1 Metodo del bilancio	17
2.3.2 Bilancio del fosforo	19
2.3.3 Bilancio del potassio	20
2.3.4 Bilancio dell’azoto	21

Introduzione

Le informazioni contenute in questa parte della documentazione tecnica di supporto alla misura 214 del Programma di Sviluppo Rurale 2007-2013 sono pertinenti all'azione A – *Fertilizzazione bilanciata e avvicendamento* – e all'azione B – *Produzioni agricole integrate*. In particolare il capitolo 1 – *Generalità* – è di supporto alla sola azione B, mentre il capitolo 2 – *Linee guida per la concimazione* – contiene le specifiche tecniche cui devono attenersi sia le aziende agricole che aderiscono all'azione A che quelle che aderiscono all'azione B.

In agricoltura integrata il processo produttivo agricolo viene considerato come un insieme di fattori strettamente collegati e non come una serie di operazioni indipendenti l'una dall'altra.

In quest'ottica, una gestione integrata, nel medio-lungo periodo, passa attraverso il controllo dell'energia introdotta nel processo produttivo, della nutrizione e delle lavorazioni del suolo, degli avvicendamenti, tenendo conto dell'ambiente in cui si opera sia per la protezione delle piante (difesa dagli insetti, dalle malattie e dalle erbe infestanti) sia per la gestione del paesaggio, il tutto al fine di raggiungere una globale sinergia.

I disciplinari di produzione integrata predisposti dalla REGIONE LOMBARDIA considerano quindi l'intera fase di coltivazione, partendo dalle esigenze pedoclimatiche delle singole colture fino alla raccolta del prodotto e sono suddivisi in due parti:

- **parte generale:** che raccoglie le indicazioni (vincoli e consigli) comuni a tutte le colture;
- **parte speciale:** che riporta le indicazioni specifiche per ciascuna coltura.

Le indicazioni tecniche riportate in questo Disciplinare sono suddivise in **norme vincolanti ed in consigli tecnici**. Le norme vincolanti sono espresse come **tecniche ammesse o tecniche non ammesse** (i vincoli possono quindi essere espressi in forma positiva o negativa); i consigli tecnici e quindi le pratiche colturali che non sono vincolanti, sono espresse come **tecniche consigliate o tecniche sconsigliate**.

All'interno di ciascun disciplinare **i vincoli sono evidenziati con un retinatura grigia (analoga a quella evidenziata qui)**. Le restanti indicazioni, pur non essendo vincolanti sono da considerarsi funzionali alla applicazione dei vincoli e comunque idonee al raggiungimento di un ottimale risultato tecnico-ambientale.

Capitolo 1: GENERALITÀ

Nella trattazione che segue verranno usati termini la cui valenza, per chiarezza, viene appresso specificata prima di passare, qualora se ne presenti la necessità, all'elenco delle precisazioni in merito.

1.1 Ambiente

Per ambiente si intende l'insieme delle caratteristiche pedoclimatiche di un dato territorio. Queste caratteristiche devono corrispondere alle esigenze della coltura, al fine di evitare forzature ed eccessivi interventi tecnico-agronomici e chimici.

1.2 Avvicendamento

L'avvicendamento colturale è una pratica che prevede la successione spazio temporale di più colture su uno stesso appezzamento.

Un sistema agricolo a produzione integrata che si propone di valorizzare tutte le risorse naturali disponibili, richiede di tenere conto delle influenze che esistono tra colture in successione sullo stesso appezzamento.

L'impostazione di un corretto piano di avvicendamento rappresenta quindi una decisione chiave per adottare una gestione a basso impatto del processo produttivo agricolo.

Una alternanza articolata delle colture permette infatti di ottenere indubbi benefici agronomici quali:

- programmare la fertilizzazione in funzione delle colture presenti in avvicendamento, in particolare adeguando la concimazione alla risposta quanti-qualitativa che le stesse colture possono offrire;
- alternare differenti metodologie di lavorazione considerando la diversa tipologia di apparato radicale delle colture presenti in avvicendamento;
- ridurre il rischio di selezionare una flora infestante di sostituzione alternando diversi principi attivi diserbanti e cercando di intervenire in modo mirato sfruttando la capacità competitiva delle colture in avvicendamento;
- ridurre la pressione selettiva nei confronti di patogeni ed insetti e quindi minor rischio di insorgenza di fenomeni di resistenza;
- favorire la diversità biologica delle colture
- con un unico termine sfuggire alla "stanchezza del terreno".

1.3 Lavorazioni

Tra le pratiche agronomiche, le lavorazioni del terreno occupano un posto di grande importanza in quanto condizionano fortemente le caratteristiche dello strato attivo del suolo ed incidono sui costi di produzione.

Tra i vari obiettivi che ci si prefigge di raggiungere, i principali sono:

- creare un ambiente favorevole al posizionamento, alla germinazione e alle prime fasi di sviluppo del seme;
- favorire la creazione di un ambiente idoneo all'approfondimento degli apparati radicali;
- migliorare la regimazione delle acque piovane;
- contenere la flora infestante;
- interrare i concimi organici e minerali.

Le lavorazioni possono essere classificate in profonde (superiori ai 30 cm) e superficiali (inferiori ai 30 cm).

Tra i vantaggi delle lavorazioni superficiali si ricordano:

- minor richiesta energetica;
- minor ossidazione e diluizione della sostanza organica lungo il profilo esplorato dalle radici;
- localizzazione della sostanza organica negli strati superficiali e miglior strutturazione del terreno;
- maggiore efficacia degli interventi consecutivi.

Per questi motivi si consiglia, ove non ci siano problematiche specifiche, di ricorrere a lavorazioni superficiali o addirittura alla minima lavorazione (erpatura superficiale di pochi centimetri) nel caso di semine di cereali autunno vernini o, ove possibile, alla semina su sodo.

Quando si dovessero riscontrare strati sotto superficiali di impedimento è da consigliare la tecnica di lavorazione a "due strati".

1.4 Scelta varietale e materiale di moltiplicazione

La scelta varietale rappresenta un momento importante per il raggiungimento di un buon standard quanti-qualitativo della produzione. Si consiglia di utilizzare, ove possibile, cultivar e varietà tolleranti alle principali patologie tenendo presente la destinazione della produzione, le epoche di raccolta, ecc.

Allo scopo di agevolare i produttori agricoli nella scelta varietale, la D.G. Agricoltura, nell'ambito di progetti scientifici, coordina da anni una rete di prove varietali che fornisce, per le principali colture praticate in Lombardia, informazioni attendibili e costantemente aggiornate. Sulla base dei risultati ottenuti vengono stilate apposite liste d'orientamento varietale o indicate le modalità con le quali i risultati al fine di una idonea scelta.

Quando le colture di cui necessitano informazioni per la scelta dei materiali da coltivare sono scarsamente presenti in Lombardia è necessario fare riferimento alle prove effettuate a livello nazionale o nelle Regioni limitrofe.

E' ammesso l'uso di sementi conciate all'origine e così commercializzate (es. mais trattato con fungicidi).

Ove richiesto è obbligatorio utilizzare materiale di moltiplicazione vegetale accompagnato da passaporto delle piante (es. piantine di pomodoro, seme di cipolla, barbatelle di vite ecc.) che garantisce la qualità fitosanitaria.

Elenco delle specie per cui è richiesto il passaporto

Specie	Materiale di moltiplicazione
Albicocco	Astoni
Aglione	Bulbilli
Cipolla	Seme
Cetriolo	Piantine
Cavoli	Piantine
Ciliegio	Astoni
Cocomero	Piantine
Fragola	Piantine
Lampone, lattuga	Piantine
Melanzana	Piantine
Melo	Astoni
Melone	Piantine
Patate	Tuberi
Peperone	Piantine
Pero	Astoni
Pesco	Astoni
Pomodoro	Piantine
Rovo	Piantine
Sedano	Piantine
Spinacio	Piantine
Susino	Astoni
Tabacco	Piantine
Vite	Barbatelle
Zucca e zucchini	Piantine

1.5 Sesti di impianto

Va correttamente definita la distanza tra le file e sulla fila, tenuto conto che entrambe risultano di estrema importanza in una coltura a produzione integrata. Una densità corretta è, infatti, capace di creare di per sé condizioni ambientali favorevoli per evitare stress biotici ed abiotici.

Al contrario, densità troppo o troppo poco elevate sono da evitare in quanto influiscono in misura negativa sia sulla gestione della coltura (diserbo, difesa, concimazione, ecc.) che sulla qualità del prodotto (allettamenti, scalarità di maturazione, ecc.) e sulla stessa produttività.

1.6 Difesa e diserbo

La difesa fitosanitaria deve essere attuata impiegando, nella minore quantità possibile (quindi solo se necessario e alle dosi minori), i prodotti a minor impatto verso l'uomo e l'ambiente scelti fra quelli aventi caratteristiche di efficacia sufficienti ad ottenere la difesa delle produzioni a livelli economicamente accettabili.

Questo principio si realizza attraverso una corretta gestione fitoiatrica basata su due specifici momenti decisionali:

- necessità o meno di intervenire e scelta del momento ottimale;
- individuazione dei mezzi di difesa.

1.6.1 Necessità o meno di intervenire e scelta del momento ottimale

Gli interventi fitoiatrici devono essere giustificati in funzione della stima del rischio di danno. La valutazione del rischio deve avvenire attraverso adeguati sistemi di accertamento e di monitoraggio che dipendono dalle variabili bio-epidemiologiche e di pericolosità degli agenti dannosi. L'individuazione dei momenti e delle strategie di intervento più opportune variano in relazione alla natura ed alle caratteristiche delle avversità. La giustificazione degli interventi deve essere conseguente ad osservazioni aziendali o a valutazioni di carattere zonale per aree omogenee.

1.6.2 Individuazione dei mezzi di difesa

La scelta e l'applicazione dei mezzi di intervento non devono tenere conto solo degli aspetti fitoiatrici ed economici, ma devono essere subordinati ai possibili effetti negativi sull'uomo e sugli ecosistemi.

Possono essere individuati due livelli di scelta:

- selezione qualitativa dei mezzi di difesa;
- ottimizzazione delle quantità e delle modalità di distribuzione.

1.6.2.1 Selezione qualitativa dei mezzi di difesa

Nella individuazione dei mezzi di intervento dovranno essere privilegiati seguenti i aspetti:

- scelta di varietà resistenti o tolleranti alle avversità;
- utilizzazione di materiale di propagazione sano;
- adozione di pratiche agronomiche in grado di creare condizioni sfavorevoli agli organismi dannosi (es: ampi avvicendamenti, concimazioni equilibrate, irrigazioni localizzate, adeguate lavorazioni del terreno, ecc.);
- mezzi fisici (es. solarizzazione del terreno);
- mezzi biotecnici (es. antagonisti, attrattivi alimentari e sessuali, ecc.);
- prodotti a basso impatto ambientale.

Per quanto riguarda i prodotti di sintesi, la selezione di quelli inclusi nelle linee di difesa e diserbo è stata imperniata sulla considerazione dei diversi aspetti che concorrono a definire il profilo ecotossicologico. Gli aspetti fondamentali considerati sono i seguenti:

1. tossicità per l'uomo. Per il rischio tossicologico acuto la tendenza è di limitare per quanto possibile i prodotti tossici (T) e molto tossici (T+) e di preferire quelli non classificati o irritanti (Xi) a quelli nocivi

(Xn). Relativamente al rischio di tossicità cronica l'orientamento è di porre limitazioni, sia qualitative sia quantitative, all'uso dei prodotti per i quali sussistano "*indizi di pericolosità*" non chiaramente esclusi.

2. Dannosità all'agroecosistema. Da considerare in particolare la selettività per gli organismi utili specie per quelli dotati di un ruolo attivo nella regolazione delle popolazioni dannose, nonché sulla produttività (pronubi).
3. Residualità sui prodotti alimentari - Tale aspetto costituisce un elemento di utile valutazione per il posizionamento dei principi attivi nell'ambito delle strategie di intervento; può essere utile dare preferenza a quei principi attivi che abbiano minore periodo di carenza o adottare un periodo di sicurezza più cautelativo rispetto a quello definito in etichetta .
4. Comportamento nell'ambiente - Si considera la persistenza di un principio attivo nel terreno insieme alle caratteristiche di mobilità nel suolo nonché nelle acque. Tali aspetti risultano determinanti per gli erbicidi, per i quali occorre orientarsi verso prodotti a limitata persistenza che assicurino l'attività solo per il periodo necessario a garantire il contenimento delle infestanti sulla coltura in atto. Questo criterio di selezione si ripercuote anche sulla scelta delle strategie d'intervento. Infatti, quando tecnicamente praticabile, al fine di contenere l'impiego dei prodotti residui si tende a preferire gli interventi di post-emergenza (per lo più fogliari e sistemici) a quelli di pre-emergenza.

Per quanto attiene ai prodotti di origine naturale si precisa che nell'applicazione dell'azione B potranno essere utilizzati tutti i principi attivi previsti dal Reg. (CE) 834/2007 a condizione che siano regolarmente registrati in Italia ed ammessi sulla coltura. Anche per questi prodotti valgono le limitazioni previste dalle norme tecniche di difesa e diserbo.

1.6.2.2 Ottimizzazione delle quantità e delle modalità di distribuzione

I diversi mezzi di lotta devono essere applicati adottando tecniche che consentano di ridurre al minimo indispensabile le quantità necessarie per l'espletamento dell'attività fitoiatrica nonché la dispersione nell'ambiente. Questo obiettivo può essere perseguito attraverso l'ottimizzazione dei parametri di distribuzione.

A tale fine il più efficace e immediato modo per ridurre la quantità di fitofarmaco impiegata è sicuramente rappresentato dal ricorso a macchine irroratrici efficienti e correttamente tarate e regolate sia per ridurre la dispersione fuori bersaglio sia per consentire un'ottimale azione antiparassitaria.

È quindi obbligatorio effettuare, almeno una volta ogni 5 anni, la **Certificazione funzionale**¹ delle macchine operatrici (atomizzatori e barre irroratrici) per la distribuzione dei prodotti fitosanitari, che attesti la rispondenza della macchina a precisi parametri di funzionalità operativa e di ottimale distribuzione del prodotto fitosanitario in funzione della coltura. La certificazione funzionale è effettuata, con specifiche strumentazioni e macchinari, esclusivamente presso i centri accreditati dalla Direzione Generale Agricoltura della Regione Lombardia. La certificazione richiede controlli non solo dal punto di vista meccanico

¹ La certificazione è emessa nel rispetto di quanto stabilito dalla D.G.R. n° VII/3423 del 16 febbraio 2001, (pubblicata sul BURL n° 9 del 2 marzo 2001, 4° supplemento straordinario) e secondo gli Standard EN 13790-1 e EN 13790-2 (in corso di recepimento).

(funzionalità dell'attrezzatura e stato di usura degli ugelli), ma anche sulla distribuzione spaziale della miscela e sul calcolo della velocità di avanzamento della macchina operatrice, che deve essere in funzione delle diverse colture/condizioni aziendali. Il certificato rilasciato deve essere conservato in azienda. Le aziende che si avvalgono di contoterzisti, per le operazioni di distribuzione di fitofarmaci, dovranno farsi rilasciare fatture con riportata l'indicazione degli estremi attestanti l'avvenuto controllo funzionale della macchina operatrice.

È inoltre possibile ipotizzare una riduzione delle quantità di principio attivo per unità di superficie, soprattutto nel settore del diserbo, ricorrendo a distribuzioni tempestive e localizzate sul bersaglio (tecnica delle dosi minime).

1.6.2.3 Criteri fondamentali per la difesa dai fitofagi

1. E' necessario individuare per ciascuna coltura i fitofagi maggiormente pericolosi e altri, di minore importanza, a diffusione occasionale e/o caratteristici di specifici ambiti territoriali.
2. E' necessario valutare la presenza degli stadi dannosi dei fitofagi e, soprattutto, il relativo livello di densità attraverso specifici metodi di campionamento. Questo criterio si traduce nell'applicazione del concetto di "soglia economica di intervento". Tali soglie si dovranno riferire a condizioni "normali" delle colture, intendendo così una condizione di ordinarietà a livello di vigore vegetativo, produzione, bilancio idrico, pressione parassitaria negli anni precedenti ecc. .
3. E' necessario verificare la presenza di eventuali antagonisti naturali e del rapporto che intercorre con la specie fitofaga. Questo aspetto va enfatizzato e sviluppato anche in relazione alla scelta di principi attivi selettivi .
4. E' necessario individuare il momento ottimale di intervento in relazione a:
 - andamento delle infestazioni;
 - stadio di sviluppo della specie dannosa e suo grado di pericolosità;
 - presenza contemporanea di più specie dannose;
 - caratteristiche dei principi attivi, loro efficacia e meccanismo d'azione in relazione ai diversi stadi di sviluppo dei fitofagi;
 - andamento meteorologico e previsioni del tempo.

1.6.2.4 Criteri fondamentali per la difesa dalle malattie

L'elevata pericolosità di alcune malattie infettive rende quasi sempre impossibile subordinare i trattamenti all'accertamento dei sintomi macroscopici dell'avversità e obbliga alla messa in atto di valutazioni previsionali, riservando la strategia dell'inizio dei trattamenti dopo la comparsa dei sintomi ai patogeni a basso rischio epidemico. Diversi sono quindi gli approcci sulla base dei quali si devono impostare i conseguenti programmi di difesa:

1. Modelli previsionali - Si basano su considerazioni e calcoli impostati fondamentalmente sull'analisi combinata della sensibilità fenologica e degli eventi meteo-climatici necessari per la manifestazione dei

processi infettivi o ne valutano il successivo sviluppo. Differenti sono i modelli previsionali utilizzabili, alcuni in grado di stimare il livello di rischio (es. mod. IPI per la peronospora del pomodoro) e altri il momento ottimale per l'esecuzione dell'intervento anticrittogamico (es. Tabelle di Mills per la ticchiolatura del melo e "regola dei tre dieci" per la peronospora della vite).

2. Valutazioni previsionali empiriche. Relativamente ai patogeni per i quali non sono disponibili precise correlazioni fra fattori meteorologici e inizio dei processi infettivi possono essere messe in atto valutazioni empiriche, meno puntuali, ma sempre impiegate sull'influenza che l'andamento climatico esercita sull'evoluzione della maggior parte delle malattie (es.: moniliosi, muffa grigia) e utili per la razionalizzazione dei trattamenti. Strumenti fondamentali per l'applicazione di tali strategie sono la disponibilità di attendibili previsioni meteorologiche ed efficaci strumenti per la diffusione delle informazioni.
3. Accertamento dei sintomi delle malattie - Questa strategia, che sarebbe risolutiva per la riduzione dei trattamenti cautelativi, può essere applicata per i patogeni caratterizzati da un'azione dannosa limitata e comunque non troppo repentina (es. oidio su colture erbacee e anche su colture arboree in condizioni non favorevoli allo sviluppo delle epidemie, ruggini, cercosporiosi, alternariosi, septoriosi) . Lo sviluppo di tale strategia è rappresentato dalla definizione di soglie di intervento che consentono un'ulteriore ottimizzazione dei programmi di difesa .

1.6.2.5 Criteri fondamentali per il controllo delle infestanti

Anche per il controllo delle infestanti occorre orientare gli interventi nei confronti di bersagli precisamente individuati e valutati.

Due sono i criteri di valutazione da seguire:

1. Previsione della composizione floristica - Si basa su osservazioni fatte nelle annate precedenti e/o su valutazioni di carattere zonale sulle infestanti che maggiormente si sono diffuse sulle colture in atto. Con questo metodo si dovrebbe definire la probabile composizione floristica nei confronti della quale impostare le strategie di diserbo più opportune . Tale approccio risulta indispensabile per impostare eventuali interventi di diserbo nelle fasi di pre semina e pre emergenza.
2. Valutazione della flora infestante effettivamente presente - E' da porre in relazione alla previsione e serve per verificare il tipo di infestazione effettivamente presente e per la scelta delle soluzioni e dei prodotti da adottare, in particolare in funzione dei trattamenti di post emergenza.

Il tecnico addetto alla consulenza aziendale, annualmente, su tutte le colture e per ogni appezzamento, dovrebbe osservare in una piccola parcella non diserbata la flora reale al fine di tenerne conto nell'impostazione dei piani di diserbo.

1.7 Irrigazione

Per una corretta pratica irrigua, anche se in Lombardia è prevalentemente diffusa l'irrigazione a scorrimento (per tutte le colture estive compreso i prati) e a sommersione (per il riso) naturalmente entrambe a bassa efficienza, almeno per quella a scorrimento bisognerebbe applicare nella gestione dell'acqua il bilancio idrico.

$$I = ET_m - N + Pr + F \pm D$$

Dove **ET_m** rappresenta l'evapotraspirazione massima, **N** sono gli apporti delle piogge, **Pr** perdite per ruscellamento e percolazione e **D** rappresenta l'acqua del suolo prima e dopo il periodo considerato.

Per il calcolo della ET_m è necessario acquisire i dati giornalieri della Etp (evapotraspirazione potenziale) e moltiplicarli per il Kc (coefficienti colturali).

Grande attenzione infine va posta nella stima delle piogge utili e delle perdite.

Capitolo 2: LINEE GUIDA PER LA CONCIMAZIONE

2.1 Il campionamento del terreno

Unità di campionamento

L'unità di campionamento su cui basare l'analisi del terreno è l'Unità di Paesaggio Aziendale (UPA).

Per UPA si intende, all'interno dell'azienda, aree con una certa omogeneità di caratteri riferiti a:

- tipo di suolo (tessitura, carbonati, ecc);
- uso del suolo (ordinamento colturale);
- geomorfologia (posizione topografica);
- drenaggio (falda, rete drenante, ecc).

Unità di paesaggio diverse presentano differenze significative per almeno uno dei caratteri sopra ricordati e richiedono, pertanto una specifica gestione agronomica.

Un corretto campionamento del suolo dovrà essere effettuato tenendo conto delle seguenti indicazioni.

Il campione raccolto e successivamente destinato alle analisi fisico-chimiche dovrebbe essere rappresentativo di un'area considerata, in prima approssimazione, omogenea.

La zona omogenea scelta all'interno di unità cartografiche note non dovrebbe essere troppo vasta per evitare il rischio di abbassare la supposta rappresentatività del campione.

L'epoca di campionamento deve essere scelta in funzione dello stato del terreno che non dovrà essere né troppo secco né troppo umido, preferibilmente sufficientemente lontana dagli interventi di lavorazione e di fertilizzazione. Epoca ottimale risulta coincidente con i giorni successivi alla raccolta delle colture erbacee e di 2 mesi dopo l'ultimo apporto di concime.

Il terreno deve essere prelevato nello strato che si presume perlustrato dagli apparati radicali: per le colture erbacee è sufficiente campionare nello strato 0 – 30 cm per quelle arboree, per potere valutare la capacità drenante del suolo, è necessario un secondo prelievo nello strato 30 – 60 cm.

Si consiglia di prelevare lontano dagli argini, dalle scoline o dalle strade.

Al laboratorio di analisi è necessario consegnare un campione di circa 1 kg composto da diversi sub-campioni. Questi ultimi sono rappresentati dalle singole "carote" di terreno prelevate con la trivella in diversi punti del campo secondo la tecnica del prelievo casuale (seguendo un percorso irregolare all'interno del

campo) o quella del prelievo sistematico (seguendo una griglia regolare). Il campione, numerato ed etichettato in modo che sia identificabile l'appezzamento da cui proviene, va inviato al laboratorio di analisi; allegato al campione deve essere fornita una scheda contenente le seguenti informazioni:

- localizzazione cartografica dell'appezzamento con le coordinate Gaus Boaga derivante dalla Carta Tecnica Regionale scala 1:10.000,
- coltivazione precedente, coltivazione in atto o prevista;
- pratiche agronomiche;
- concimazione in uso (tipi di concimi e dosi);
- impiego di concimi organici e residui colturali.

Le analisi hanno validità per un periodo di cinque anni dalla loro effettuazione.

Per ogni UPA deve essere raccolto almeno un campione di terreno quando le dimensioni dell'UPA stessa non superano i 10 ha. Nel caso in cui le dimensioni dell'UPA siano superiori a 10ha dovrà essere raccolto almeno un campione ogni 10 ha o frazione di questi. (ad es. per un UPA di 13 ha dovranno essere raccolti almeno 2 campioni).

2.2 Analisi del terreno

Le analisi fisico-chimiche costituiscono un importante strumento per una migliore conoscenza delle caratteristiche del terreno.

Le metodologie di analisi cui si devono attenere i laboratori sono quelle stabilite dal Decreto Ministeriale 13 settembre 1999 n. 185 - Approvazione dei "Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo"

I parametri minimali da analizzare sono i seguenti in laboratorio:

- Scheletro
- Granulometria (metodo densimetrico)
- C.S.C.
- pH (in H₂O e KCl)
- Calcare totale se il pH in H₂O è superiore a 7,2
- Calcare attivo se il pH in H₂O è superiore a 7,2
- Sostanza organica
- Fosforo assimilabile
- Potassio scambiabile
- Magnesio scambiabile
- Rapporto Mg/K
- Rapporto C/N
- Nel caso in cui il calcare totale sia assente: calcio scambiabile

In campo:

- Valutazione del terreno al di sotto dello strato arabile (scheletro, strati impermeabili etc.)

Per le colture orticole in struttura protetta

- Conducibilità elettrica in mS/cm

Se l'area ricade in un territorio dove sono disponibili carte pedologiche o di fertilità semidettagliate o dettagliate, i parametri analitici da valutare si possono ridurre quando alcuni elementi della fertilità, come granulometria, pH e calcare totale siano sufficientemente conosciuti.

Gli originali dei referti delle analisi del terreno devono essere conservati in azienda; una copia di tali documenti deve essere allegata alla relazione tecnica.

I referti delle analisi del terreno devono contenere le coordinate Gauss Boaga (X,Y) del baricentro dell'area indagata.

Particolari indicazioni relative ad alcuni parametri analitici

Analisi	espressa in	metodica
Rapporto C/N		C=58% S.O. e N da azoto totale (es. metodo Kjeldahl)
Conducibilità elettrica E _{Ce}	mS/cm	estratto pasta satura

Per una migliore comprensione del significato dei diversi parametri valgono in linea di massima le seguenti considerazioni:

2.2.1 La tessitura o granulometria

La tessitura viene definita sulla base del rapporto tra sabbia, limo e argilla attraverso il triangolo della tessitura della ISSS (Società Internazionale di Scienza del Suolo).

TESSITURA		
Grossolana	S, SF	S= sabbia
Moderat. grossolana	FS, FS fine	F= franco
Media	FS m. fine, F, FL, L	A= argilla
Moderatamente fine	FA, FSA, FLA	L= limo
Fine	A, AS, AL	

Lo scheletro è classificato nel seguente modo

SCHELETRO	(%)
Assente	< 1
Scarso	1 – 5
Comune	5 – 15
Frequente	15 – 35
Abbondante	35 – 70
Molto abbondante	> 70

2.2.2 La reazione del terreno (pH)

La reazione del terreno viene misurata sia in acqua (pH attuale) sia in KCl (pH potenziale)

Quando la differenza tra pH attuale e potenziale è maggiore di 1 è necessario effettuare correzioni, queste possono essere attuate con: ossido di calcio (ideale), idrossido di calcio, carbonato di calcio micronizzato.

Di norma i giudizi relativi al pH sono definiti come nella tabella seguente

Reazione	pH (H ₂ O)
molto acido	< 5,5
acido	5,5-6
subacido	6,1-6,7
neutro	6,8-7,2
subalcalino	7,3-7,9
alcalino	8-8,6
molto alcalino	> 8,6

2.2.3 Il calcare

Si analizza come "calcare totale" e "calcare attivo". Quest'ultimo risulta il più importante e costituisce un indice di attività della frazione solubile del calcare.

La classificazione del terreno sulla base del contenuto in calcare totale e calcare attivo è la seguente:

Terreno	Calcare totale (%)	Calcare totale (g/kg)
non calcareo	< 2,5	< 25
lievemente calcareo	2,5-10	25-100
mediamente calcareo	10-20	100-200
sensibilmente calcareo	20-30	200-300
fortemente calcareo	30-50	300-500
calcareo	>50	>500

Dotazione	Calcare attivo (%)	Calcare attivo (g/kg)
scarso	< 2	< 20
normale	2-5	20-50
elevato	5-10	50-100
molto elevato	>10	>100

Valori di calcare attivo al di sopra del 5% sono da considerarsi, per alcune colture (vite, pesco), negativi in quanto possono compromettere l'assorbimento del fosforo e del ferro. Di questo bisogna tener conto in generale per la concimazione.

2.2.4 La frazione organica

Vi sono diverse scale di valutazione della sostanza organica, ma in linea di massima, una dotazione compresa tra 2 e 3% può ritenersi adeguata, utilizzando il valore più basso per i terreni franchi il più elevato per quelli argillosi.

Dotazione	Sostanza organica (%)	Sostanza organica (g/kg)
Povero	<2	<20
sufficientemente dotato	2-3	20-30
ben dotato	> 3	> 30

Nel terreno, l'azoto è presente prevalentemente sotto forma organica, pertanto viene eseguita l'analisi del contenuto totale di azoto. Questo parametro preso singolarmente, non dà indicazioni sulle quote assimilabili per la coltura in quanto le trasformazioni dell'azoto nel terreno sono condizionati dall'andamento climatico e dalla "vita del suolo".

La conoscenza della quantità di azoto totale risulta inoltre importante se si mette in relazione con il carbonio nel rapporto carbonio/azoto (C/N).

C/N	Terreno	Sostanza organica	Azoto della s. o.
< 9	Prevalenza di mineralizzazione	Perdita	liberato
9-11	ben umificato	Stabile	stabile
> 11	Prevalenza di umificazione	Perdita	immobilizzato

2.2.5 Capacità di scambio cationico (C.S.C.)

La C.S.C. indica la proprietà chimica del suolo di trattenere i cationi quali potassio (K^+), magnesio (Mg^{++}), calcio (Ca^{++}), sodio (Na^+), alluminio (Al^{+++}) ecc., evitandone le perdite per lisciviazione ma permettendo gli scambi con la soluzione circolante del terreno.

Valori di C.S.C intorno a 15 meq/100g sono da ritenersi soddisfacenti, ma con una C.S.C inferiore a 10 meq/100 g vanno adottati particolari accorgimenti nella concimazione. Per l'interpretazione dei valori di Calcio e Magnesio, si veda la tabella seguente:

IONE	% della CSC	commento
Ca⁺⁺	> = 60	ben dotato di calcio
	40-59,99	sufficientemente dotato di calcio
	20-39,99	scarsamente dotato di calcio
	< 20	necessitano apporti di calcio
Mg⁺⁺	> = 10	ben dotato di magnesio
	6 - 9,99	sufficientemente dotato di magnesio
	2-5,99	scarsamente dotato di magnesio: verificare eventuali carenze sulla coltura
	< 2	necessitano apporti di magnesio

2.2.6 Fosforo assimilabile

Per l'interpretazione delle analisi nel caso del fosforo assimilabile, è necessario tener conto delle metodiche di analisi utilizzate, metodo Olsen o metodo Bray & Kurtz, e dell'unità di misura, P o P_2O_5 , in cui vengono espressi i dati. La soglia di sufficienza per il fosforo assimilabile è riportata nelle tabelle seguenti:

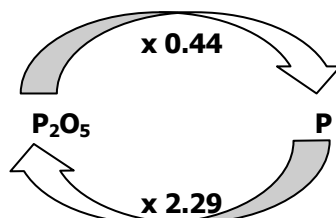
metodo Bray & Kurtz (terreni acidi)

Fosforo (P) ppm	Dotazione del terreno
0 – 10	Molto scarso
10 – 20	Scarso
20 – 30	Medio
30 – 40	Elevato
> 40	Eccessivo

Metodo Olsen (terreni neutri e alcalini)

Calcare attivo < 5% P (ppm)	Calcare attivo 5% P (ppm)	Dotazione del terreno
0 – 5	0 – 10	Molto scarso
5 – 10	10 – 20	Scarso
10 – 15	20 – 30	Medio
15 – 20	30 – 40	Elevato
> 20	> 40	Eccessivo

I fattori di conversione tra P_2O_5 e in P sono i seguenti:



La disponibilità del fosforo assimilabile è influenzato in senso negativo dal pH elevato e dal calcare attivo, in senso positivo, in certa misura, dalla sostanza organica.

2.2.7 Potassio scambiabile

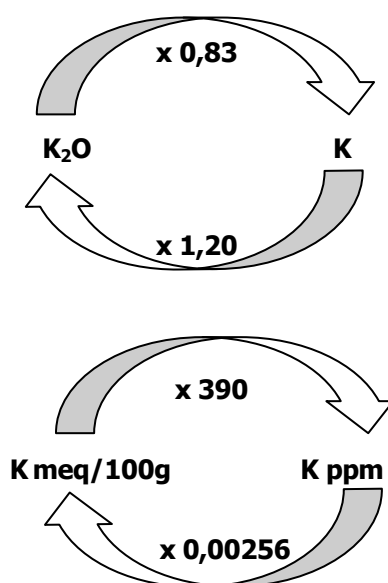
Questo elemento è presente nel terreno in diverse forme, alcune di queste in equilibrio fra loro (es. potassio scambiabile e potassio solubile) ed interagenti con altri cationi scambiabili (calcio, magnesio, sodio, alluminio idrogeno). Per questa ragione non è corretto esprimere giudizi sulla dotazione di potassio nel terreno sulla base di un solo valore.

Da diverse esperienze risulta che per valutare la dotazione di potassio di un terreno bisogna tenere in considerazione la quota di magnesio. Un buon equilibrio nutrizionale viene raggiunto quando il rapporto Mg/K risulta compreso tra 2 e 5 (il rapporto è calcolato esprimendo il magnesio e il potassio in meq/100g).

Le soglie di sufficienza del potassio vengono così stimate

Dotazione	Capacità di Scambio Cationico (meq/100g)		
	10	20	30
	K scambiabile (mg/kg)		
Molto scarso	0 – 50	0 – 60	0 - 70
Scarso	50 – 100	60 – 120	70 - 140
Medio	100 – 150	120 – 180	140 - 210
Elevato	150 – 200	180 – 240	210 - 280
Eccessivo	> 200	> 240	280

I fattori di conversione tra K_2O e in K sono i seguenti:



2.2.8 Magnesio scambiabile

Il magnesio risulta importante in relazione al potassio, infatti il rapporto Mg/K (espressi entrambi in meq/100 g) dà indicazioni sulla competizione tra i due elementi per l'assorbimento radicale e quindi del rischio di carenza che può verificarsi solo nel caso in cui uno degli elementi si trovi ad un livello prossimo alla soglia di sufficienza.

Mg/K	Valutazione	Conseguenze
< 2	Squilibrato per eccesso di K	rischio di carenza di Mg (*)
2-5	Ottimale	nutrizione equilibrata
> 5	Squilibrato per eccesso di Mg	Rischio di carenza di K (*)

(*) Solo se il livello dell'elemento è vicino alla soglia di sufficienza

2.2.9 Conducibilità elettrica

La conducibilità elettrica è un parametro che riassume il livello di elementi solubili nel suolo. La concentrazione elevata di soluti può provocare una riduzione della crescita delle colture in relazione alla specifica sensibilità delle singole colture. Considerata la molteplicità delle speci coltivabili, per le considerazioni agronomiche del dato della conducibilità elettrica in pasta satura ci si può riferire alle valutazioni produttive delle colture contenute nella pubblicazione dalla FAO dal titolo "Irrigation and drainage paper - Water quality for agriculture - 1985".

2.3 Piani di Concimazione

Il piano di concimazione si deve attuare secondo il principio del bilancio degli elementi fertilizzanti.

Tale piano deve essere redatto con l'utilizzo del programma informatico *Gest4*, disponibile sul sito internet della Direzione Generale Agricoltura alla pagina www.agricoltura.regione.lombardia.it. - sezione *Servizi e Strumenti – Strumenti di lavoro*. Dovrà esserne conservata in azienda una stampa su supporto cartaceo.

E' vietato apportare al sistema terreno-pianta quantità di elementi nutritivi attraverso concimi chimici² superiori agli asporti delle colture, maggiorati delle possibili perdite, fatto salvo i casi in cui si evidenzia dalle indagini analitiche la scarsa presenza di fosforo e potassio.

Qualora l'apporto di elementi nutritivi al sistema terreno-pianta avvenga mediante l'applicazione al terreno di effluenti di allevamento³, l'elemento limitante riferito a tale applicazione è costituito dall'azoto; sono pertanto consentiti in tal caso apporti di fosforo e potassio con gli effluenti di allevamento superiori alle asportazioni delle colture, ma in quest'ultimo caso sono da evitare concimazioni fosfopotassiche con concimi chimici.

Nella formulazione del piano di concimazione la strategia di distribuzione degli elementi nutritivi secondo le necessità delle colture deve considerare prioritariamente gli apporti di elementi chimici della fertilità ottenibili con l'impiego di ammendanti organici o reflui zootecnici di origine aziendale (o extraaziendale); l'impiego di concimi chimici, organici e misti è consentito solamente per compensare l'eventuale deficit di alcuni elementi o in caso di indisponibilità di ammendanti organici.

Devono essere rispettate le norme previste per la fertilizzazione riportate nella dgr. VIII/5868/07 del 21 novembre 2007 e successive modifiche ed integrazioni e in particolare, nelle zone vulnerabili individuate ai sensi della Direttiva 91/676/CEE quanto previsto dal "programma di azione per la tutela e risanamento delle acque dall'inquinamento derivante da nitrati di origine agricola", riportato nell'allegato 1 della citata delibera e nelle zone non vulnerabili i "criteri e norme tecniche regionali relativi all'utilizzazione agronomica degli effluenti di allevamento" riportati nell'allegato 2 della citata delibera.

E' in ogni caso vietato l'utilizzo dei fanghi di depurazione normati dal d.lgs 92/99.

2.3.1 Metodo del bilancio

Vengono esaminati i diversi aspetti che interagiscono sulla nutrizione delle colture in funzione della produzione, dotazione del terreno, perdite o di altri fattori implicati.

Equazione del bilancio

L'equazione del bilancio è la seguente:

$$Yb + P = \pm Rm + Rh + Rc + Ro + An + Cm + Ao$$

² Intendendosi per "concime chimico": "qualsiasi fertilizzante prodotto mediante procedimento industriale" come da d.lgs.152/06

³ intendendosi per "effluente di allevamento": "le deiezioni del bestiame o una miscela di lettiera e di deiezioni del bestiame, anche sotto forma di prodotto trasformato" come da d.lgs.152/06

dove:

- Y_b = asporto della coltura calcolato moltiplicando la produzione stimata "Y" e l'asportazione unitaria "b"
- P = totale delle perdite stimate (lisciviazione, volatilizzazione, ruscellamento, immobilizzazioni)
- R_m = disponibilità derivante dalle riserve minerali del terreno
- R_h = disponibilità derivante dalla mineralizzazione dell'humus stabile e nutritivo del terreno
- R_c = residui colturali
- R_o = precedenti fertilizzazioni con ammendanti organici di origine animale e/o vegetale (azione residua)
- A_n = apporti naturali
- C_m = fertilizzante: concime minerale, organico o organo-minerale da distribuire
- A_o = fertilizzante: ammendante organico da distribuire

I valori si esprimono in kg/ha di elemento (N, K_2O , P_2O_5).

Il bilancio dovrà essere aggiornato annualmente.

Pertanto, i fattori dell'equazione:

- R_m , R_h , R_c , R_o A_n rappresentano la disponibilità naturale presente del suolo
- C_m e A_o rappresentano il fabbisogno in fertilizzanti
- P rappresenta le perdite totali.

I componenti dell'equazione assumono pesi diversi per ogni elemento chimico della fertilità come specificato di seguito.

Per quel che riguarda asporti, produzioni e quantità massime distribuibili si consideri la tabella seguente:

Coltura	Rese medie (t*ha ⁻¹)	Rese min-max (t*ha ⁻¹)	Asportazioni unitarie (kg*t ⁻¹ di prodotto)		
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Barbabietola solo radici	60	40 – 80	2	1.7	2
Barbabietola pianta intera			2.7	1.9	3
Avena granella	3.5	3 – 5,5	16	6	6
Avena granella più paglia			20.3	8.6	19.7
Segale granella	3	3 – 7	19	7	5
Segale granella più paglia			34	12	38.3
Triticale granella	4.5	3,5 – 7	18	7	5
Triticale granella più paglia			26.3	12	35
Frumento tenero granella	5	4 – 9	23	9	6
Frumento tenero granella più paglia			27.8	11.4	24.4
Frumento duro granella	6	3,5 – 8	24	9	6
Frumento duro granella più paglia			29	11.5	25.2
Orzo granella	5.5	3,5 – 9	18	7	5
Orzo granella più paglia			22.1	9.5	21.4
Colza	3.5	3 - 4	31	13	10
Girasole	2.5	1,5 – 4	27	11.7	9
Loglio italico fieno	8	5 – 10	26	3	23
Loglio italico insilato	27	20 – 40	9	4	8
Mais granella	10	7 – 14	20	7	4
Mais granella e stocchi			28	9.4	20.8
Mais trinciato integrale	60	30 – 75	4,5	1.5	3
Medica	10	9 – 14	0	5	16
Prati permanenti 1 anno	4		19.7	8.9	21.1
Prati permanenti dal 2 anno	6		19.7	8.9	21.1
Prato avvicendato erba mazzolina impianto	10		21.5	5.5	33
Prato avvicendato erba mazzolina anni successivi	10		21.5	5.5	33
Prato avvicendato festuca impianto	10		20.5	7	24
Prato avvicendato festuca anni successivi	10		20.5	7	24
Riso granella	6	4,5 – 8,5	20	9	6
Riso granella con paglia			24.3	10.7	22.7
Soia	3.5	2,5 – 4,5	0	13	20
Sorgo granella	8	7 – 10	15	7	4
Sorgo granella più paglia			20.7	8.8	16.3
Tabacco tipo bright foglie	3		20	6	35
Tabacco tipo bright foglie e steli			22.5	6.7	41.7
Tabacco burley foglie	3.5		35	3	37
Tabacco burley foglie e steli			41.7	3.7	45
Medica fertilizzazione organica	10	9 – 14	24.8	5	16
Mais biologico granella	10	7 – 14	18	7	4
Mais biologico granella e stocchi			25.2	9.4	20.8
Mais biologico trinciato	60	30 – 75	4	1.5	3

2.3.2 Bilancio del fosforo

Nel calcolo del bilancio del fosforo sono trascurabili i seguenti elementi fattori:

- **An; Rh; Rc; Ro.**

Pertanto l'equazione del bilancio risulta essere, considerando che **Rm = Ra - Rs**

dove: **Ra** è in questo caso il fosforo assimilabile; **Rs** rappresenta la soglia di sufficienza per l'elemento:

$$Yb + P = \pm Rm + Cm + Ao$$

Le perdite **P** sono trascurabili, ad eccezione di quelle derivanti dalle immobilizzazioni a carico delle concimazioni minerali e/o organiche.

Di seguito si riporta la sequenza delle fasi di calcolo.

Calcolo di Rm: Ra è dedotta dalle analisi del terreno dell'UPA considerata, Rs è stimato, sulla base di prove sperimentali, come segue:

metodo	calcare attivo	P in mg/kg(*)	P ₂ O ₅ in mg/kg(*)
Olsen	<=50 g/kg	10	23
Olsen	>50 g/kg	20	46
Bray e Kurtz	Assente	20	46

* In tabella si riportano, per comodità, i dati come P e P₂O₅ in quanto i laboratori di analisi utilizzano le due espressioni.

Si procede al calcolo di Rm considerando il peso di un ettaro di superficie con la seguente formula:

$$Rm = [(Ra - Rs) * Da * Pr * (1 - Fvs)] / 10$$

Rm: in kg/ha

Rs e Ra: in mg/kg

Da: in t/m³, densità apparente del terreno secco (indicativamente: argilloso 1,2; - franco 1,3; - sabbioso 1,4)

Fvs: frazione in volume di scheletro calcolato nel seguente modo:

$$Fvs = (Sc/2,6)/(Sc/2,6 + (100-Sc)/Da)$$

Dove **Sc** è la percentuale in peso di scheletro indicata nell'analisi del terreno.

Pr: in cm, profondità del terreno interessato alla concimazione o alla lavorazione

Una stima delle perdite di fosforo dovute ad immobilizzazione, riferite alle concimazioni minerali ed agli ammendanti organici, è riportata nella seguente tabella:

Condizioni	Efficienza della concimazione %
pH < 5,5	50
pH 5,5 – 6,2	60
pH >6,2 e ≤7,2	80
pH > 7,2 con calcare attivo tra 1-20 g/kg	70
pH > 7,2 con calcare attivo tra 21-50 g/kg	60
pH > 7,2 con calcare attivo > 51 g/kg	50

Gli apporti annuali di fosforo non devono superare i 200 kg/ha anno di P_2O_5 .

Nell'arco del periodo di impegno è possibile effettuare una nuova analisi per verificare la riserva disponibile del terreno (R_a).

2.3.3 Bilancio del potassio

Nel calcolo del bilancio del potassio sono trascurabili i seguenti fattori:

- **A_n , R_h , R_c , R_o**

Pertanto l'equazione del bilancio risulta essere, considerando che **$R_m = R_a - R_s$**

dove: **R_a** è in questo caso il potassio scambiabile; **R_s** rappresenta la soglia di sufficienza per l'elemento:

$$Y_b + P = \pm R_m + C_m + A_o$$

Le perdite (**P**) di potassio (kg K_2O /ha anno) sono attribuibili a fenomeni di lisciviazione stimabili nel seguente modo:

Argilla %	K_2O kg/ha anno
< 5	60
5 – 15	30
15 – 25	20
> 25	10

La dotazione minerale disponibile del terreno **R_m** è valutabile considerando due valori: la riserva disponibile indicata con **R_a** che è la disponibilità del terreno e la soglia di sufficiente dotazione per la coltura considerata indicata con **R_s** .

Di seguito si riporta la sequenza delle fasi di calcolo.

Calcolo di R_m : R_a è dedotta dalle analisi del terreno dell'UPA considerata, R_s è stimato, sulla base di prove sperimentali, come segue:

$$R_s \text{ (mg/kg)} = 100 + 2,5 \text{ CSC}$$

Esempio CSC : 10,5 meq/100g = 100 + 26 = 126

CSC : 22,0 meq/100g = 100 + 55 = 155

Si procede al calcolo di R_m considerando il peso di un ettaro di superficie con la seguente formula:

$$R_m = [(R_a - R_s) * D_a * P_r * (1 - F_{vs})] / 10$$

R_m : in kg/ha

R_s e R_a : in mg/kg

D_a : in t/m³, densità apparente del terreno secco (indicativamente: argilloso 1,2; - franco 1,3; - sabbioso 1,4)

F_{vs} : frazione in volume di scheletro calcolato nel seguente modo:

$$F_{vs} = (S_c/2,6 / (S_c/2,6 + (100 - S_c)/D_a)$$

Dove **S_c** è la percentuale in peso di scheletro indicata nell'analisi del terreno.

P_r : in cm, profondità del terreno interessato alla concimazione o alla lavorazione

Gli apporti annuali di potassio non devono superare i 300 kg/ha anno di K_2O .

Nei terreni sciolti ed irrigati per scorrimento, spesso il potassio si presenta con livelli molto inferiori alla soglia di sufficienza.

In questo caso, la concimazione deve essere annuale, in presemina, e non risulta di utilità la concimazione di arricchimento.

Nell'arco del periodo di impegno è possibile effettuare una nuova analisi per verificare la riserva disponibile del terreno (R_a).

2.3.4 Bilancio dell'azoto

Il bilancio dell'azoto deve:

- **Essere equilibrato sulla singola coltura.**
- **Ottenere una alta efficienza degli apporti azotati riferiti ai reflui di allevamento, almeno pari ai valori medi di efficienza riferiti alle diverse tipologie di effluente. Tale valore deve essere considerato come media ponderata in base alla superficie di riferimento. L'efficienza rappresenta la quota percentuale dell'azoto distribuito sul terreno che rimane a disposizione delle colture;**

In considerazione di questi obiettivi il bilancio possa fornire sufficienti garanzie di razionale utilizzo dell'elemento sia dal punto di vista economico sia ambientale.

Anche nel caso del bilancio dell'azoto sono necessarie alcune semplificazioni della equazione:

$$Yb + P = \pm Rm \pm Rh \pm Rc \pm Ro \pm An + Cm + Ao$$

In particolare:

- **Rm:** non è distinguibile da RC
- **Rh:** rappresenta la mineralizzazione della sostanza organica, e quindi la liberazione di azoto disponibile per le piante, dipende da numerosi fattori, spesso di difficile previsione e interpretazione; conoscendo la quantità di sostanza organica presente e il contenuto di argilla e carbonati totali, è quindi più pratico utilizzare il coefficiente di mineralizzazione K_m servendosi della tabella per desumere il quantitativo di N liberato annualmente nel terreno.
- **Km:** mineralizzazione annua della sostanza organica stimata in base alle percentuali di argilla e carbonati totali del terreno.

Argilla (%)	Carbonati totali (%)							
	0	5	10	15	20	30	40	50
0	0,03	0,024	0,02	0,0171	0,015	0,012	0,01	0,0086
10	0,02	0,016	0,0133	0,0114	0,01	0,0080	0,0067	0,0057
20	0,015	0,012	0,01	0,0086	0,0075	0,0060	0,0050	0,0043
30	0,012	0,0096	0,0080	0,0069	0,0060	0,0048	0,0040	0,0034
40	0,01	0,008	0,0067	0,0057	0,0050	0,0040	0,0033	0,0029
50	0,0086	0,0069	0,0057	0,0049	0,0043	0,0034	0,0029	0,0024
60		0,006	0,0050	0,0043	0,0038	0,0030	0,0025	0,0021

Per il calcolo di K_m , i valori delle analisi del terreno relativi alla percentuale di Argilla e di Carbonati totali devono essere approssimati, per eccesso o per difetto, ai valori di entrata della tabella sopra riportata.

Per cui il calcolo di Rh espresso in kg/ha di N diventa:

$$Rh = S.O. * 0,05 * K_m * Pr * 100000 * Da * (1 - Fvs)$$

Dove:

S.O.= percentuale sostanza organica (espressa in decimale; esempio : 2% va indicato 0,02)

0,05= stima della quantità di azoto presente nella sostanza organica

K_m = coefficiente di mineralizzazione

Pr = profondità espressa in cm

100.000= fattore conversione

Da = densità (t/m^3)

Fvs: frazione in volume di scheletro calcolato nel seguente modo:

$$Fvs = (Sc/2,6)/(Sc/2,6 + (100-Sc)/Da)$$

Dove **Sc** è la percentuale in peso di scheletro indicata nell'analisi del terreno.

Le perdite a carico di Rh normalmente vengono stimate intorno al 30% fatta eccezione per il riso dove tale perdita è superiore.

- **Rc:** è l'azoto minerale residuo dalla coltura precedente presente nel suolo o legato alla sostanza organica dei residui. La demolizione dei residui colturali può rappresentare una fonte di azoto oppure, in caso di residui con elevato C/N, è possibile una temporanea riduzione dell'elemento. Anche le condizioni pedoclimatiche possono influire sui processi di trasformazione dei residui. Indicativamente possono essere considerati i valori di seguito riportati:

Azoto residuo dalla coltura precedente (kg/ha)

Coltura	kg N /ha
Barbabietola	+ 30
Cereali paglia asportata	- 10
Cereali paglia interrata	- 20
Colza	+ 20
Girasole	0
Loglio italico	+ 10
Mais stocchi asportati	- 10
Mais stocchi interrati	- 35
Medica > tre anni	+ 100
Patata	+ 25
Pomodoro	+ 35
Prato bifita	+ 30
Soia	+ 25
Sorgo	- 45
Altre leguminose	+ 10
Altre colture	- 10

- **Ro:** è l'azoto derivante da precedenti fertilizzazioni con ammendanti organici, nel calcolo di questo bilancio si considera solo in caso di letamazioni effettuate alla coltura precedente.

La stima della quantità di azoto residuo (Ro in kg/ha) si può effettuare come segue:

$$Ro = Qa * N * Kr * 10$$

Qa = quantità di letame distribuito t/ha;

N = percentuale di azoto contenuto nel letame (espressa come percentuale; esempio 0,5% va indicato 0,5)

Kr = percentuale di azoto utilizzabile (vedi tabella seguente);

Su coltura primaverile-estiva o prato	0,20
Su coltura autunno-vernina	0,10

- **An:** è l'azoto derivante da apporti naturali (precipitazioni) ed è stimato tra 30 e 40 kg/ha annui dei quali circa 25 kg/ha anno sono ritenuti utilizzabili dalla coltura. Per la coltura del riso tali apporti sono considerati pari a 0.

Perdite a carico delle concimazioni minerali (Cm) e dei nutrienti apportati con gli ammendanti (Ao)

Le perdite di questo elemento molto mobile sono di varia origine e natura. Fra i fattori che possono influire vi sono gli elementi climatici come la pioggia (aumenta la lisciviazione dei nitrati) il vento (aumenta la volatilizzazione dell'azoto ammoniacale), i fattori pedologici come la tessitura (i terreni sabbiosi non trattengono acqua e N-NO₃ o N-NH₄, il pH elevato favorisce la volatilizzazione, la CSC bassa determina

perdite maggiori, ecc.) e agrotecnici (l'epoca di distribuzione, le modalità di frazionamento e di interramento, il tipo di fertilizzante, ecc.).

Si può quindi ricorrere alla stima della cosiddetta efficienza espressa con un coefficiente che indica quanto azoto viene effettivamente utilizzato dalla pianta rispetto a quanto somministrato.

Per la concimazione minerale, l'efficienza per i seminativi si considera in genere pari al 100 % del titolo commerciale del concime.

Per i concimi organici vengono stimati i coefficienti di efficienza utilizzando i dati riportati nella tabelle seguenti.

Tab. xx - Coefficienti di efficienza dei liquami provenienti da allevamenti di suini, bovini ed avicoli

Interazione tra epoche di applicazione e tipo di terreno

Efficienza (1)	Tessitura grossolana			Tessitura media			Tessitura fine		
	Avicoli	Suini	Bovini (2)	Avicoli	Suini	Bovini	Avicoli	Suini	Bovini
Alta efficienza	0,84	0,73	0,62	0,75	0,65	0,55	0,66	0,57	0,48
Media efficienza	0,61	0,53	0,45	0,55	0,48	0,41	0,48	0,42	0,36
Bassa efficienza	0,38	0,33	0,28	0,36	0,31	0,26	0,32	0,28	0,24

1) La scelta del livello di efficienza (alta, media o bassa) deve avvenire in relazione alle epoche di distribuzione

2) I coefficienti di efficienza indicati per i liquami bovini possono ritenersi validi anche per i materiali palabili non soggetti a processi di maturazione e/o compostaggio

Tab. xx- Definizione dell'efficienza dell'azoto da liquami in funzione delle colture, delle modalità ed epoche di distribuzione (1)

Colture	Epoche	Modalità	Efficienza
Mais, Sorgo da granella ed erbai primaverili - estivi	prearatura primaverile	su terreno nudo o stoppie	alta
	prearatura estiva o autunnale	su paglie o stocchi su terreno nudo o stoppie	media bassa
	copertura	con interrimento senza interrimento	alta media
Cereali autunno-vernini ed erbai autunno - primaverili	prearatura estiva	su paglie e stocchi	media
	prearatura estiva	su terreno nudo o stoppie	bassa
	fine inverno primavera	copertura	media
Colture di secondo raccolto	estiva	preparazione del terreno	alta
	estiva in copertura	con interrimento	alta
	copertura	senza interrimento	media
Prati di graminacee misti o medicaì	fertirrigazione	copertura	media
	prearatura primaverile	su paglie o stocchi su terreno nudo o stoppie	alta media
	prearatura estiva o autunnale	su paglie o stocchi su terreno nudo o stoppie	media bassa
	dopo i tagli primaverili	con interrimento senza interrimento	alta media
	dopo i tagli estivi	con interrimento senza interrimento	alta media
	autunno precoce	con interrimento senza interrimento	media bassa
Pioppeti e arboree	preimpianto		bassa
	maggio - settembre	con terreno inerbito con terreno lavorato	alta media

1) I livelli di efficienza riportati in tabella possono ritenersi validi anche per i materiali palabili ed ammendanti, ovviamente per quelle epoche e modalità che ne permettano l'incorporamento al terreno