

Allegato 2

Bilancio dell'azoto dei suoli della conoide del fiume Taro

DEFINIZIONE DEGLI SCENARI DI CONCIMAZIONE

Gli scenari di simulazione, originariamente in numero di due, sono stati poi ampliati a tre con l'aggiunta di uno "Scenario L2S" e prevedono l'utilizzo di concimi minerali e/o liquami zootecnici a dosi e in tempi diversi, secondo le ipotesi di seguito definite, in ordine crescente di apporti azotati e di rischio per le acque sotterranee:

SCENARIO L2S apporti di liquami in dosi 170 kgN/ha in presemina e di 170 kgN/ha in copertura;

SCENARIO L2T apporti di liquami in dosi 170 kgN/ha in presemina e di 170 kgN/ha in copertura, integrati con 50 kgN/ha di azoto minerale in copertura;

SCENARIO L3 apporti di liquami in dosi di 170 kgN/ha in autunno e 170 kgN/ha in presemina, integrati da 100 kgN/ha di azoto minerale in copertura.

Come si osserva lo scenario L2S si differenzia da quello L2T per il mancato utilizzo di fertilizzante minerale in primavera. Il motivo di questo scenario è dovuto al fatto che per il breve periodo considerato (Gennaio 2005-Ottobre 2006) l'apporto in primavera di 390 Kg/ha dello scenario L2T rispetto a quello di 270 Kg/ha dello scenario L3 risulta determinare, per i suoli più permeabili, perdite totali superiori nel primo rispetto al secondo, in quanto la veloce percolazione nei mesi seguenti dilava il profilo.

Ipotizzando, credo a ragione, che l'apporto di 390 Kg/ha siano eccessivi in tale scenario, si è voluto valutare uno scenario più plausibile che, pur mantenendo l'utilizzo di liquami, non prevedesse una integrazione minerale.

In base a tale gestione, le tempistiche delle concimazioni/fertilizzazioni sono di seguito indicate:

Scenario (L2S)

170 kgN/ha da liquame in presemina il giorno 13 aprile (5 giorni prima della semina)

170 kgN/ha da liquame in copertura il 15 maggio

Scenario (L2T)

170 kgN/ha da liquame in presemina il giorno 13 aprile (5 giorni prima della semina)

170 kgN/ha da liquame in copertura il 15 maggio

50 kgN/ha minerale il 5 giugno;

Scenario (L3)

170 kgN/ha da liquame il 2 ottobre seguito da aratura

170 kgN/ha da liquame in presemina il giorno 13 aprile (5 giorni prima della semina)

100 kgN/ha minerale in copertura il 15 maggio;

Stima delle perdite ammoniacali per volatilizzazione.

Per ogni distribuzione la suddivisione del contenuto in azoto nelle frazioni ammoniacale e organica è stata considerata rispettivamente pari al 70% e al 30% dell'azoto totale, facendo riferimento a dati rilevati in sperimentazioni effettuate nell'area provinciale (Marchetti, Ponzoni, Spallacci, 2004; Relazioni Progetto GeTraMiN, 1998-2000).

La perdita per volatilizzazione di una parte della frazione ammoniacale è stata determinata per ogni distribuzione, e quindi sottratta dalla frazione ammoniacale applicata, adottando il modello ALFAM (Søgaard, Sommer, et al., 2002), riferimento europeo per il calcolo della percentuale di ammoniaca volatilizzata, alla cui stesura ha partecipato il C.R.P.A. di Reggio Emilia.

La stima si basa sulla conoscenza dei seguenti parametri:

- presenza di suolo umido o asciutto (sì/no);
- temperatura media dell'aria del giorno in cui si effettua la liquamazione (da -6 a +36°C);
- velocità del vento (da 0 a 9 m/s);
- tipologia di liquame (bovino o suino);
- materia organica secca dei liquami (da 1 a 11 %);
- contenuto totale di azoto ammoniacale nei liquami (*Total Ammoniacal Nitrogen* -TAN, da 0 a 4 g N/kg);
- tecnica di applicazione (*Broad spread; Band spread/trailing hose; Trailing shoe, Open slot, Closed slot, Pressurised injection*)
- quantità di liquame somministrato (da 10 a 98 t/ha);
- incorporazione del liquame con il terreno (no/sì);
- metodo di misura della volatilizzazione (Wind tunnel, Micrometeorological mass balance, Dynamic chambers)

Per definire le caratteristiche del liquame si è fatto riferimento a precedenti sperimentazioni con misure effettuate in provincia di Reggio Emilia nell'ambito del Progetto GeTraMiN, sulla base delle quali è stato stimato una frazione media di materia secca del 3% ed un contenuto medio di azoto ammoniacale totale di 3 gN/kg.

IMPOSTAZIONE DEL MODELLO SOILN

I files di input del modello SOILN sono stati compilati per i singoli suoli assegnando:

- variabili guida (outputs di MACRO):
- parametri di INPUT che definiscono il sistema fisico da simulare (mineralizzazione ed immobilizzazione, risposta al contenuto idrico del suolo, risposta alla temperatura del suolo, denitrificazione, profilo del suolo, acque superficiali)
- fertilizzazioni minerali ed organiche, inserite mediante CHAPAR (variazioni annuali).

Il modello SOILN è stato utilizzato indicando le seguenti opzioni:

- tasso di denitrificazione costante fino alla profondità indicata in DENDEPTH;
- prelievo di azoto da parte della coltura funzione del tempo e della profondità delle radici;
- percolazione profonda verso la falda;
- distribuzione delle radici decrescente in modo esponenziale del suolo alla massima profondità
- risposta della temperatura dei processi biologici nel suolo calcolata con funzione Q_{10} per temperature superiori a 5 °C e decrescente linearmente al di sotto di tale temperatura.

Ogni simulazione di SOILN richiede:

- le variabili guida (FILE.BIN output di MACRO)
- i valori iniziali dei parametri chimici del terreno (FILE.INI)

- le proprietà fisico-idrologiche del profilo (FILE.DAT)

Collegamento tra il modello MACRO e il modello SOILN.

Per il collegamento tra i due modelli gli output di MACRO sono stati creati con passo temporale orario, come indicato dal manuale.

La versione adottata (4.3b), che non produce uno sbilancio in MACRO di runoff osservato dall'ISA di Modena in precedenti studi, non consente tuttavia di avere file di output direttamente utilizzabili per SOILN, in quanto alcune variabili guida necessarie a SOILN non sono più presenti.

Esse sono: il grado di saturazione dei macropori (THETAMA), il tasso di drenaggio verso i dreni attraverso i macro o i micropori (DRAINFLOW e DRAINMI) e il contenuto di acqua mobile nei micropori (THETAM). Si è quindi utilizzata la procedura indicata dall'ISA di Modena per effettuare il collegamento tra i due modelli.

Essa consiste nel trasformare il FILE*.BIN in FILE*.DAT, nell'inserire manualmente le variabili mancanti e nel riportare poi a FILE*.BIN, per l'uso in SOILN.

Il programma di trasformazione dei dati da binario a testo non è tuttavia in grado di effettuare l'operazione sui files orari di macro più estesi di 3.5 anni.

Per quanto riguarda i valori attribuiti alle quattro variabili mancanti nella versione di macro recente, anche in questo caso sono state seguite le indicazioni dell'I.S.A. di Modena, attribuendo alla variabile THETAMA il valore di 0.5, a THETAM gli stessi valori di THETA, a DRAINFLOW e a DRAINMI è il valore 0.

Poiché era stato osservato in studi precedenti che il RUNOFF proveniente da MACRO genera sbilancio in SOILN, nel presente lavoro le simulazioni con SOILN sono state effettuate con RUNOFF azzerato.

DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI DI SOILN

Per quanto riguarda la compilazione del file parametrico di SOIL (FILE*.PAR), i parametri richiesti dal modello riguardano:

1. input esterni (deposizione atmosferica e fertilizzazione minerale)
2. applicazione di fertilizzazione organica
3. mineralizzazione ed immobilizzazione
4. risposta al contenuto idrico del suolo
5. risposta alla temperatura del suolo
6. denitrificazione
7. profilo del suolo
8. acque superficiali
9. lavorazioni
10. gestione colturale e prelievo di azoto da parte della coltura
11. sviluppo radicale

1) Per quanto concerne gli apporti atmosferici, la deposizione secca è stata dimensionata in base al valore di default del tasso giornaliero costante (DEPDY= 0.001), mentre quella umida dipende da una concentrazione media di azoto minerale (DEPWC = 1.9 mgN/l) delle acque meteoriche che è stata introdotta

basandosi su misurazioni effettuate sulle acque meteoriche della Stazione di Reggio Emilia nel corso del Progetto GeTraMiN.

I fertilizzanti chimici azotati (FERN) sono in funzione degli scenari di simulazione, per essi è stato utilizzato un tasso di dissoluzione $FERK=0.3 d^{-1}$

2) I liquami somministrati al terreno, incorporati come lettiera (MANLN), come feci (MANFN) e come ammonio (MANNH) mediante CHAPAR, sono stati applicati, in funzione degli scenari colturali stabiliti. I rapporti carbonio/azoto sono stati posti come $CNBED = 0$ e $CNFEC = 4$, quest'ultimo in base alle misure effettuate dall'ISA di Modena.

3) I parametri di trasformazione dell'azoto adottati nelle simulazioni sono stati stimati sulla base dei lavori precedentemente effettuati dal CNR IRPI di Firenze (Calzolari, Ungaro).

4) i fattori di controllo delle attività biologiche dovuti all'umidità del suolo sono stati determinati per i singoli suoli come MOS(1), differenza tra XMPOR e WILT, e MOS(2), differenza tra TPOR e XMPOR, come media ponderale del profilo.

5) la funzione di risposta alla temperatura del suolo, che regola i processi biologici nel modello, è stata assunta di default.

6) per la denitrificazione il modello usa il contenuto idrico come espressione indiretta dello stato di ossigeno all'interno del suolo. Il processo è simulato in accordo ad un tasso potenziale di denitrificazione $DENPOT =$ funzione del contenuto argilloso del profilo, dipende inoltre dalla concentrazione di nitrati ($DENHS = 10mgN/l$: concentrazione alla quale s'impone il dimezzamento della denitrificazione) dal contenuto idrico ($MOSDEN =$ differenza tra TPOR e XMPOR dell'orizzonte Ap).

7) le caratteristiche del profilo del suolo corrispondono a quelle utilizzate in MACRO.

9) i parametri colturali utilizzati sono stati messi a punto dall'ISA di Modena che ha determinato sperimentalmente il prelievo di azoto potenziale da parte della coltura ($UPA\ mais = 33 gN/m^2$)

I residui sono stati considerati come asportati e le frazioni di contenuto totale della pianta così ripartiti tra la frazione di azoto della pianta che rimane in superficie dopo il raccolto ($HARAR=0.05$), la frazione di azoto nelle radici rimaste vive dopo il raccolto ($HARLR=0$) e la frazione di azoto della pianta asportata per il raccolto ($HARHP=0.75$)

Il flusso di carbonio che diventa lettiera è proporzionale al flusso di azoto secondo il rapporto C/N delle radici ($CNROOT = 42$).

Durante l'aratura, l'azoto della pianta che rimane in superficie dopo il raccolto ($HARAR$) è incorporato nello spessore arato ($PLOUGDEP = -0.4 m$).

Il carbonio così incorporato è regolato dal rapporto C/N per i residui colturali in superficie ($CNARES = 42$).

10) Lo sviluppo radicale identico a quello utilizzato in MACRO.

Nella Tabella seguente sono schematizzati i parametri richiesti dal modello SOILN e la fonte cui si è fatto riferimento per la determinazione dei valori per essi utilizzati nelle prime simulazioni di prova.

Impostazione dei valori iniziali

Sono state poste le seguenti condizioni iniziali:

- quantità totale di nitrati nel profilo derivata dai dati di Azoto totale della Banca Dati del Servizio Geologico sismico e dei Suoli ed alle caratteristiche di massa volumica apparente dei diversi orizzonti dei suoli;
- quantità di ammonio posta uguale a 1/5 di quella dei nitrati;

- spessore di terreno con Azoto mineralizzabile (NH) limitato all'orizzonte Ap. NH è stato stimato sulla base delle misure di Azoto totale ed ai valori di massa volumica apparente;
- assenza di azoto da residui colturali (NLIT=0) ;
- Carbonio nel litter assente (CL=0).

Tabella 34 – Parametri di SOILN - Definizione

SOILN input esterni			
SIGLA	descrizione	provenienza del valore del parametro	valore
DEPDRY	deposizione di azoto atmosferico (g/m ² /d)	I.S.A. Modena, 2003	0.001
DEPWC	concentrazione di azoto minerale nelle precipitazioni (mg/l)	GeTraAMiN (stazione Reggio Emilia)	1.9
FERDAY	giorno della fertilizzazione chimica (day)	indicazioni C.R.P.A (scenario)	variabile
FERK	tasso di dissoluzione del concime chimico (day ⁻¹)	I.S.A. Modena, 2003	0.3
FERN	dose di fertilizzante chimico (g/m ²)	da scenario	variabile
GWCONC	concentrazione di nitrati nell'acqua di falda (mg/l)	I.S.A. Modena, 2003	0.1
SOLIN concimazione con sostanza organica di origine animale			
CNBED	C/N lettiera (paglia,segatura)	I.S.A. Modena, 2003	0
CNFEC	C/N liquami	I.S.A. Modena, 2003	4
MANDEPH	profondità alla quale la concimazione organica è distribuita uniformemente (m)	I.S.A. Modena, 2003	-0.01
MANET	giorno dell'ultima concimazione organica	indicazioni C.R.P.A. (scenario)	variabile
MANFN	azoto organico nei liquami (g/m ²)	GeTraAMiN . (scenario)	variabile
MANLN	azoto nella lettiera (g/m ²)	I.S.A. Modena, 2003	0
MANNH	azoto in forma ammoniacale (g/m ²)	GeTraAMiN e ALFAM (scenario)	variabile
MANST	giorno della prima concimazione organica	indicazioni C.R.P.A.	variabile
SOILN mineralizzazione ed immobilizzazione			
CNORG	C/N microrganismi e sostanza organica umificata	C.N.R. I.R.P.I. di Firenze	variabile
FECEFF	efficienza interna dei liquami nella produzione di massa microbica e metaboliti	C.N.R. I.R.P.I. di Firenze	0.9
FECHF	frazione umificata nei liquami (carbonio)	C.N.R. I.R.P.I. di Firenze	0.9
FECK	tasso di decomposizione dei liquami (day ⁻¹)	C.N.R. I.R.P.I. di Firenze	variabile
HUMK	tasso di mineralizzazione dell'humus (day ⁻¹)	C.N.R. I.R.P.I. di Firenze	variabile
LITEFF	efficienza interna dei residui colturali nella produzione di massa microbica e metaboliti	C.N.R. I.R.P.I. di Firenze	0.5
LITHF	frazione umificata nei residui colturali (carbonio)	C.N.R. I.R.P.I. di Firenze	0.2
LITK	tasso di decomposizione dei residui colturali (day ⁻¹)	C.N.R. I.R.P.I. di Firenze	variabile
NITK	tasso di nitrificazione (day ⁻¹)	C.N.R. I.R.P.I. di Firenze	variabile
NITR	rapporto azoto nitrico-azoto ammoniacale (nitrificazione)	C.N.R. I.R.P.I. di Firenze	5
SOILN risposta al contenuto idrico del suolo			
MOS(1)	intervallo del contenuto idrico del suolo in cui si ha incremento di attività microbica (%)	C.N.R. I.R.P.I. di Firenze	variabile
MOS(2)	intervallo del contenuto idrico del suolo in cui si ha decremento di attività microbica (%)	C.N.R. I.R.P.I. di Firenze	variabile
MOSM	coefficiente di risposta dell'attività biologica alla umidità del suolo	C.N.R. I.R.P.I. di Firenze	1
MOSSA	coefficiente di risposta dell'attività biologica alla saturazione del suolo	C.N.R. I.R.P.I. di Firenze	0.6
SOILN risposta alla temperatura del suolo			
TEMBAS	T di base alla quale l'effetto di questa è pari ad uno (°C)	I.S.A. Modena, 2003	20
TEMQ10	risposta al cambiamento di 10°C di T	I.S.A. Modena, 2003	3

SOILN denitrificazione soluti			
SIGLA	descrizione	provenienza del valore del parametro	valore
DEND	coefficiente per l'effetto del rapporto tra umidità ed aerazione del suolo sulla denitrificazione	I.S.A. Modena, 2003	2
DENDPTH	profondità alla quale cessa l'attività di denitrificazione (m)	I.S.A. Modena, 2003	-0.4
DENHS	concentrazione dei nitrati in corrispondenza della quale viene dimezzata la denitrificazione (mg/l)	I.S.A. Modena, 2003	10
DENPOT	tasso potenziale di denitrificazione (g/m ² /d)	I.S.A. Modena, 2003	variabile
MOSDEN	intervallo di contenuto idrico dell'effetto del rapporto tra umidità ed aerazione del suolo sulla denitrificazione (%)	I.S.A. Modena, 2003	variabile
SOILN profilo del suolo			
ASCALE	lunghezza effettiva di diffusione (mm)	Pedofunzioni (C.N.R. I.R.P.I.) (=MACRO)	variabile
NUMLAY	numero di strati in cui viene suddiviso il profilo, massimo 10	valore massimo (=MACRO)	10
THICK	spessore di ciascun strato (m)	da caratteristiche pedologiche (=MACRO)	variabile
UNUM	numero della replica	specificato in FILE.DAT	variabile
UPROF	numero del profilo	specificato in FILE.DAT	variabile
ZMIX	profondità di mescolamento (m)	I.S.A. Modena, 2003 (=MACRO)	0.003
SOILN acque superficiali			
CONPOT	Tasso potenziale di prelievo di N nitrico da parte delle acque superficiali (gNm ⁻² d ⁻¹)	valore di default	0
SOILN lavorazioni			
PLOUGHDAY	giorno di aratura	indicazioni C.R.P.A.	276
PLOUGHDEPTH	profondità di aratura (m)	indicazioni C.R.P.A.	-0.4
SOILN assorbimento di N da parte della coltura			
CNARES	C/N residui colturali in superficie	I.S.A. Modena, 2003	42
CNROOT	C/N radici	I.S.A. Modena, 2003	42
HARAR	frazione di azoto della pianta che rimane in superficie con i residui dopo la raccolta	I.S.A. Modena, 2003	0.05
HARHP	frazione di azoto della pianta asportata con il raccolto	I.S.A. Modena, 2003	0.75
HARLR	frazione di azoto nelle radici rimaste attive dopo il raccolto	I.S.A. Modena, 2003	0
UPA	assorbimento potenziale di azoto (g/m ² /y)	I.S.A. Modena, 2003	33
UPB	coefficiente dell'assorbimento di azoto da parte della pianta	I.S.A. Modena, 2003	0.1
UPC	coefficiente dell'assorbimento di azoto da parte della pianta relativo alla fase di sviluppo	I.S.A. Modena, 2003	0.1
UPET	giorno della raccolta (=IHARV di MACRO)	indicazioni C.R.P.A.	267
UPMA	frazione dell'azoto minerale totale disponibile per immobilizzazione e assorbimento da parte della coltura (day ⁻¹)	I.S.A. Modena, 2003	0.12
UPMOV	aumento della richiesta di azoto per la compensazione tra gli strati	I.S.A. Modena, 2003	1
UPST	start to plant uptake period (= ZDATEMIN di MACRO)	indicazioni C.R.P.A.	109

SOILN sviluppo della radice della pianta			
SIGLA	descrizione	provenienza del valore del parametro	valore
RFLACLOW	frazioni di radici presenti al di sotto della max profondità radicale	I.S.A. Modena, 2003	0.05
ROOTDEP(1)	profondità radicale (IDSTART) (m)	I.S.A. Modena, 2003	0
ROOTDEP(2)	profondità radicale minima (ZDATEMIN) (m)	I.S.A. Modena, 2003	-0.05
ROOTDEP(3)	profondità radicale massima (IDMAX) (m)	I.S.A. Modena, 2003	-1.5
ROOTDEP(4)	profondità radicale data del raccolto (IHARV) (m)	I.S.A. Modena, 2003	-1.5
ROOTDEP(5)	profondità radicale dopo raccolto (IHARV+1) (m)	I.S.A. Modena, 2003	0
ROOTT(1)	giorno in cui ROOTDEP(1) (= IDSTART di MACRO)	indicazioni C.R.P.A.	108
ROOTT(2)	giorno in cui ROOTDEP(2) (= ZDATEMIN di MACRO)	indicazioni C.R.P.A.	109
ROOTT(3)	giorno in cui ROOTDEP(3) (= IDMAX di MACRO)	indicazioni C.R.P.A.	193
ROOTT(4)	giorno in cui ROOTDEP(4) (= IHARV di MACRO)	indicazioni C.R.P.A.	267
ROOTT(5)	giorno in cui ROOTDEP(5) (=IHARV+1)	indicazioni C.R.P.A.	268
ROOTT(6)		indicazioni C.R.P.A.	0