

La Comunità scientifica a confronto:

IL SUOLO e la modellazione delle pressioni, degli impatti e tecniche innovative di monitoraggio della contaminazione da nitrati delle acque

Fabio Terribile
Presidente Società Italiana di Pedologia
Dip. Agraria, Univ. Di Napoli Federico II

Angelo Basile
CNR ISAFoM

1. Decreto Legislativo n. 152/99 (integr. D.L. 258/2000)

"L'individuazione delle **zone vulnerabili** deve essere effettuata tenendo conto dei **carichi** (specie animali allevate, intensità degli allevamenti e loro tipologia, tipologia dei reflui che ne derivano e modalità di applicazione al terreno, coltivazioni e fertilizzazioni in uso) e dei **fattori ambientali** che possono concorrere a determinare uno stato di contaminazione."

Tali fattori dipendono:

- Dalla **Vulnerabilità intrinseca** degli terreni nei confronti dei fluidi inquinanti (caratteristiche litostruutturali, idrogeologiche e idrodinamiche del sottosuolo e degli acquiferi);
- Dalla **Capacità di attenuazione del suolo** nei confronti dell'inquinante (caratteristiche di tessitura, struttura, contenuto di sostanza organica ed altri fattori relativi alla sua composizione e reattività fisica, chimico-biologica);
- Dalle **condizioni climatiche e idrologiche**;
- Dal tipo di **utilizzo agricolo** e dalle relative **pratiche agronomiche**.

LA REALTA' FISICA DEL SUOLO NON E' MOLTO DI PIU' DELLA SUA GRANULOMETRIA!

Struttura del suolo



Struttura del suolo

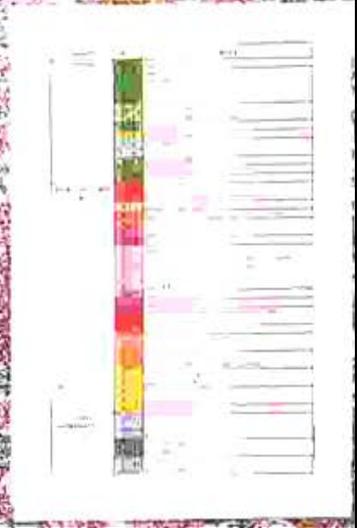
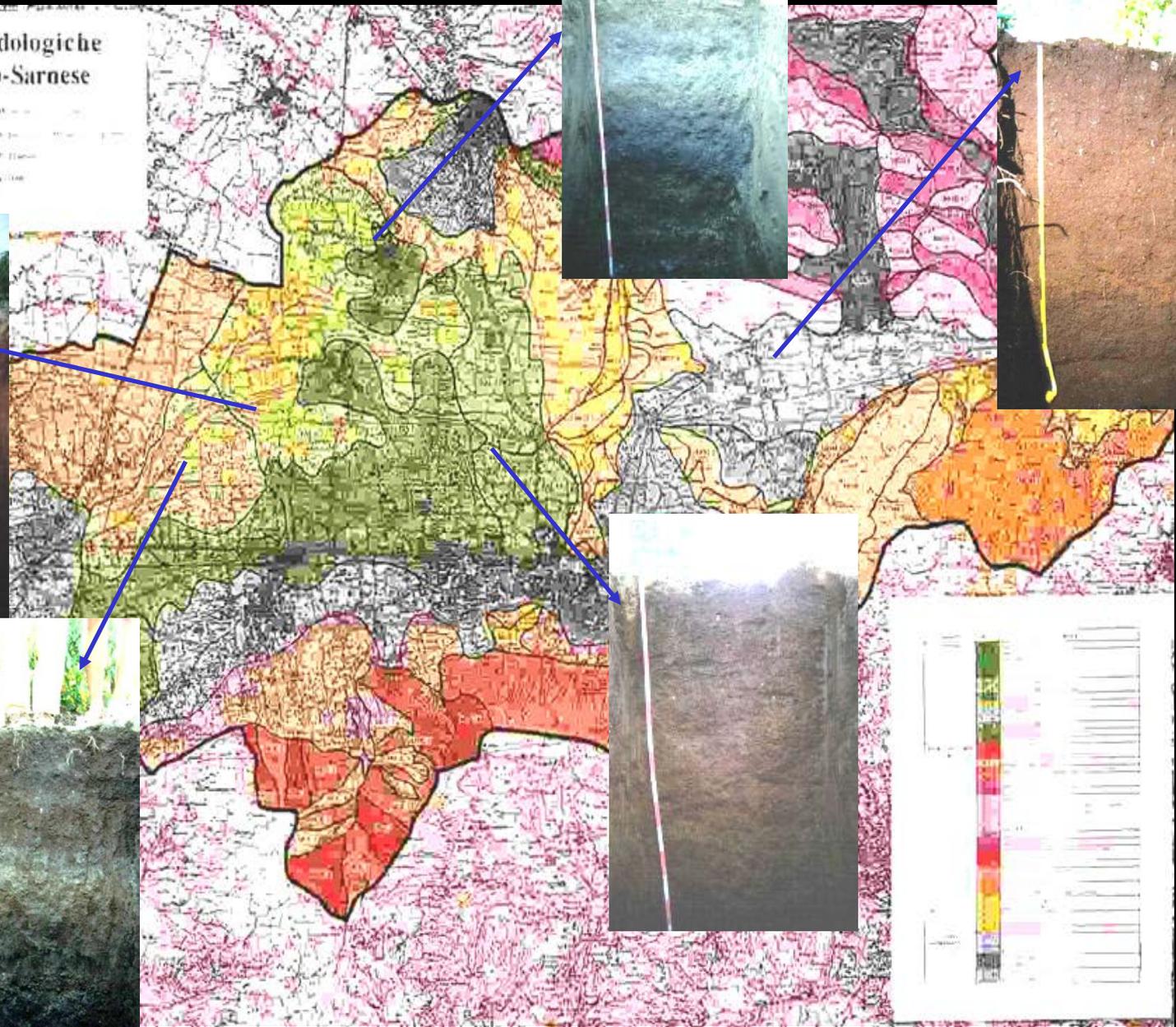


Struttura del suolo



Carta delle unità pedologiche dell'Agro Nocerino-Sarnese

Elaborata da: ...
Direzione del centro ...
Supervisione di progetto: ...
Coordinamento: ...
Scala: 1:50.000

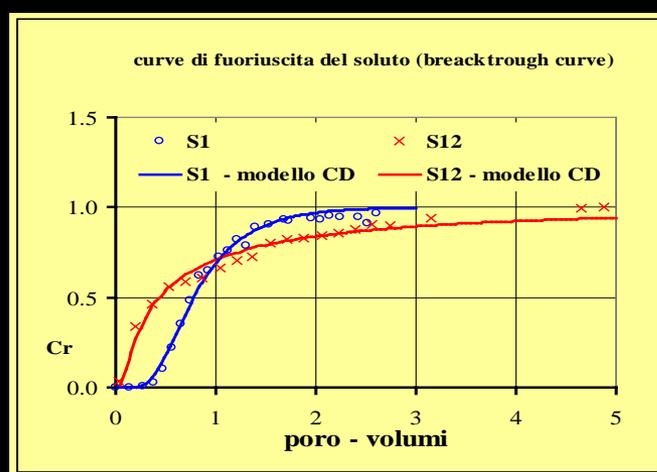
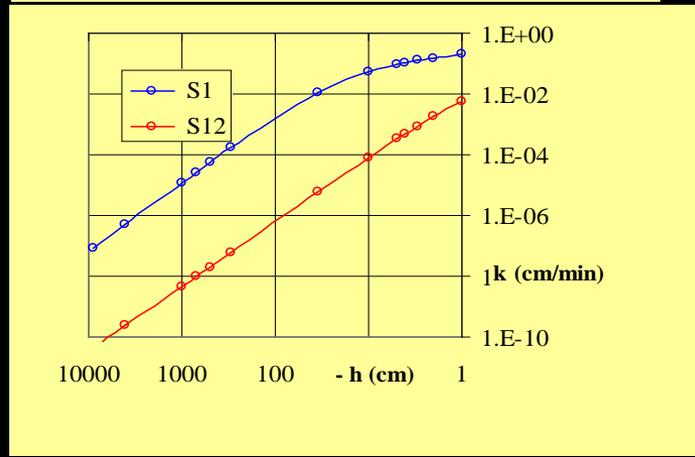
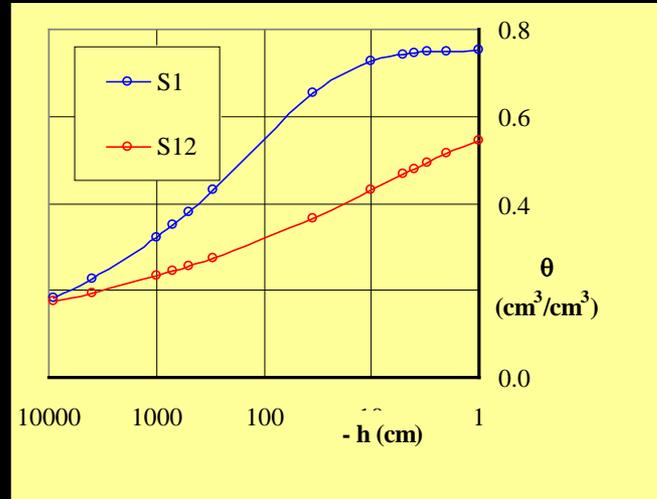




Andisuolo



Inceptisuolo



**PARAMETRI SPAZIALMENTE
DIPENDENTI**

Proprietà idrauliche
Parametri di trasporto dei
soluti

**PARAMETRI SPAZIALMENTE
INDIPENDENTI**

Parametri della coltura (K_c ,
funzione di attingimento radicale,
etc)
Condizioni Iniziali e al contorno
inferiore (falda) e superiore (ET_p ,
piogge, irrigazioni, sversamenti,
etc)

**Modello di
simulazione
(SWAP)**

OUTPUT → proprietà funzionali → W_{-80} e SOL_{-}

Flussi di soluto e di acqua con drenaggio libero



Condizioni di simulazione	Condizione iniziale	Contorno Inferiore	Contorno Superiore
<ul style="list-style-type: none"> - Periodo dal 1/6 al 1/12 - Ingresso del soluto continuo fino al 15/9 e aggiunta singola il 15/9. 	<ul style="list-style-type: none"> - Concentrazione del soluto al 15/9 della precedente simulazione. - Potenziale del suolo da -150 cm in superficie a -50 cm a 80 cm di profondità. 	<ul style="list-style-type: none"> -Drenaggio libero (Falda profonda). 	<ul style="list-style-type: none"> - Evapotraspirazione uguale ai dati medi del periodo. - Irrigazione settimanale di $300\ m^3\ ha^{-1}$. - Conc. del soluto di $5\ mg\ cm^{-3}$ fino al 15/9 + $400\ mg\ cm^{-3}$ il 16/9. - Piogge medie del periodo.

2. Destino Ambientale del nitrato

Vi sono input diretti di nitrati (processi a carico di queste sostanze)

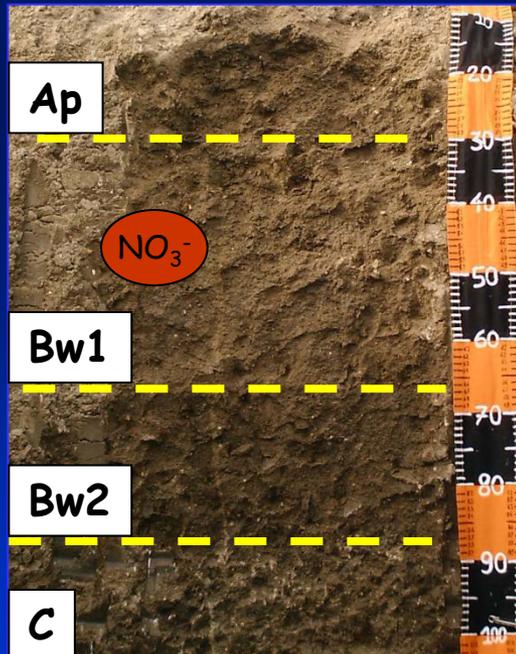
INPUT



SUOLO

Trasporto attraverso Fenomeni Convettivi, Dispersivi e Diffusivi

Lisciviazione



Volatilizzazione

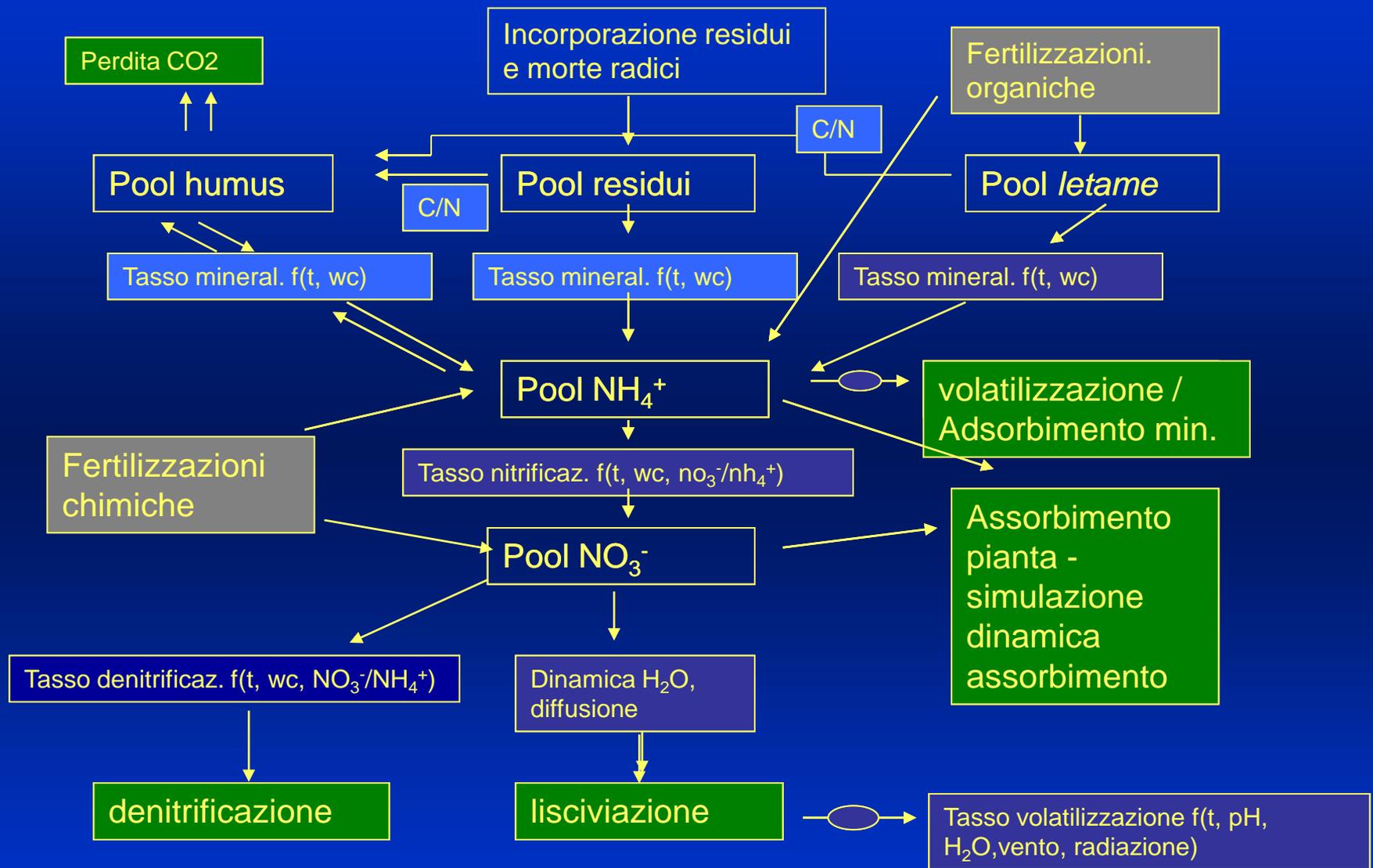
Denitrificazione

Assorbimento

Risorse idriche

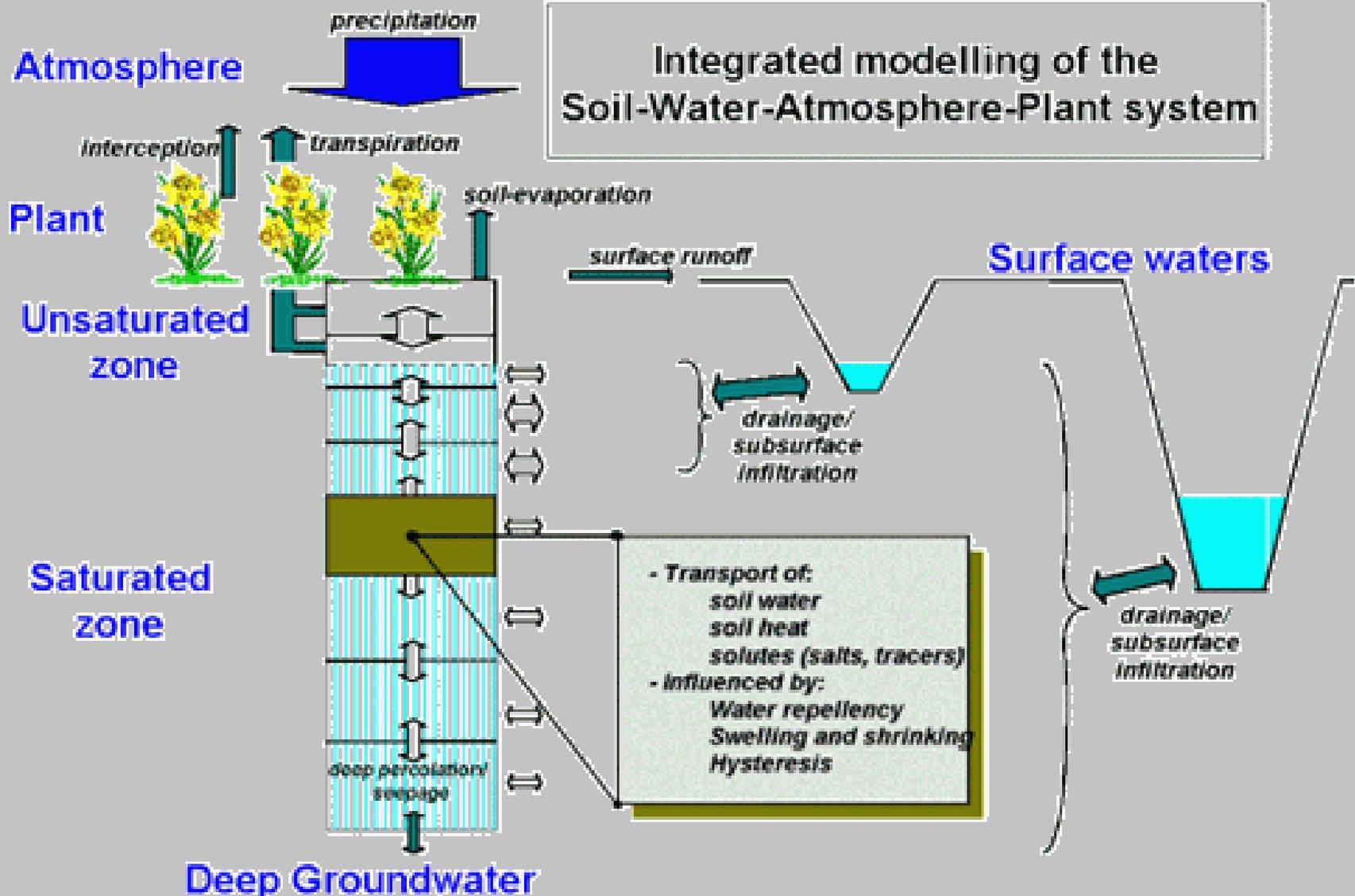


3. La complessità del bilancio dell'Azoto



4. Il bilancio idrico

Integrated modelling of the Soil-Water-Atmosphere-Plant system





MODELLO FUNZIONANTE

Mappe di vulnerabilità

Analisi di scenario

Ottimizzazione dei consumi

Etc..

Suolo

Meteo



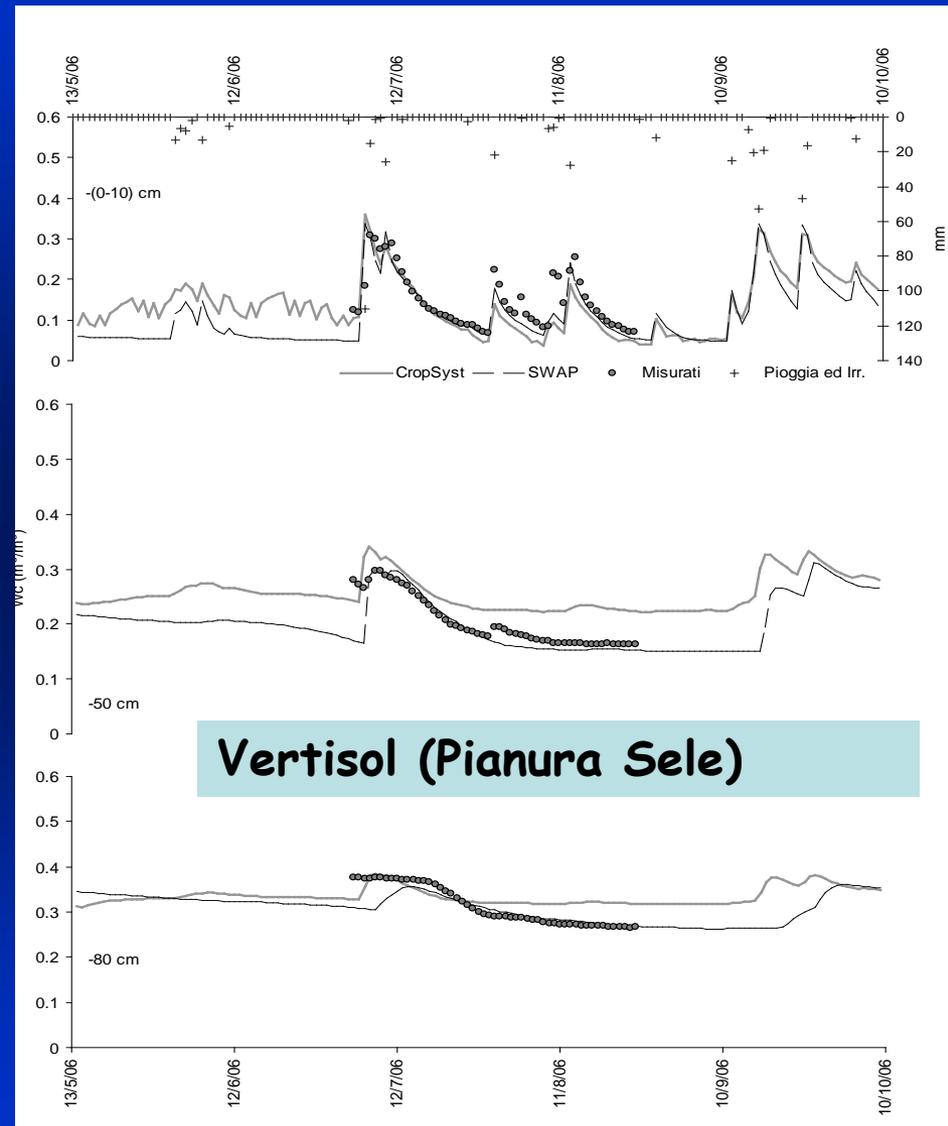
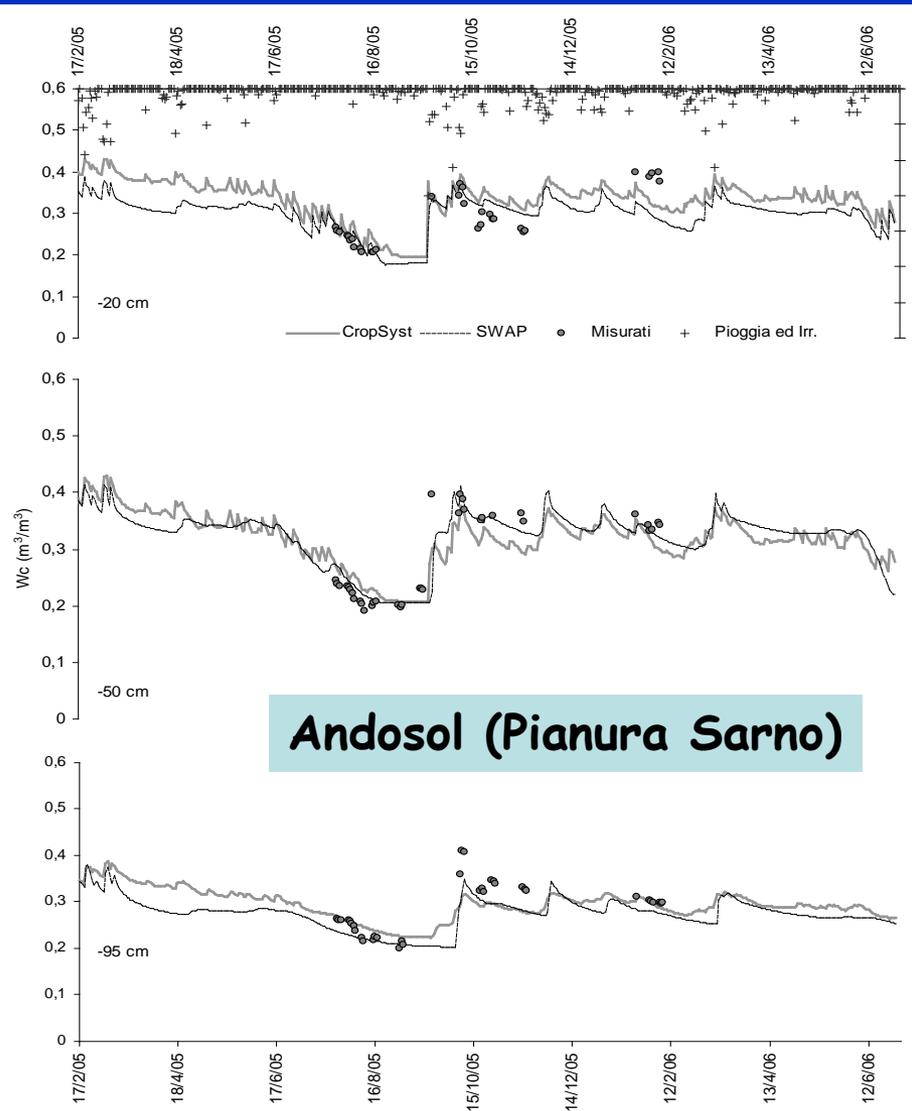
Modello: simulatore
della realtà

Stime (es. biomassa
prodotta, drenaggio,
nitrati lisciviati...)

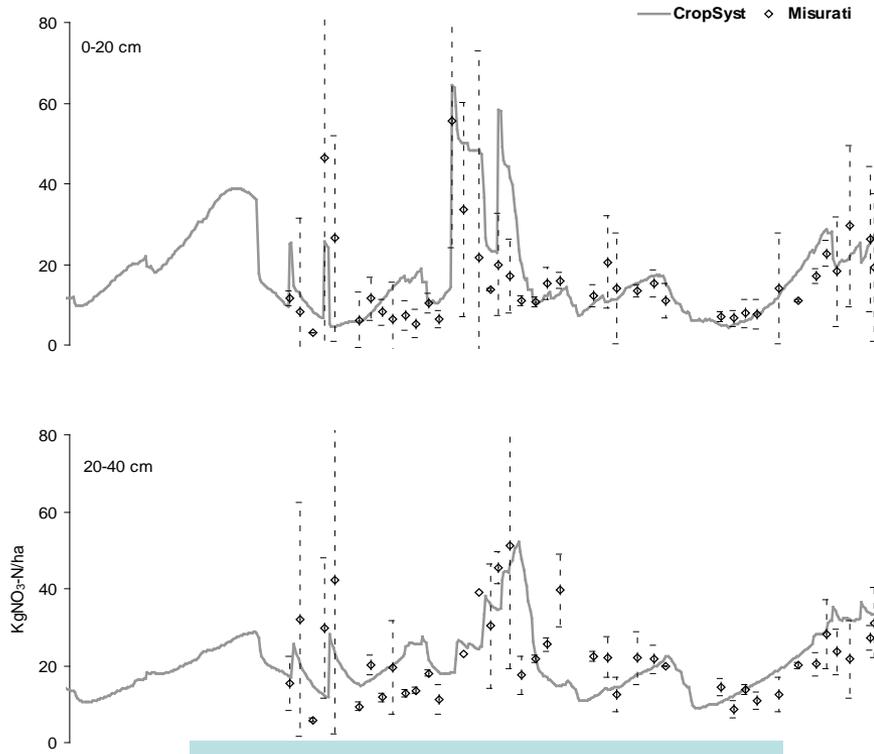
Qualche esperienza da Lombardia, Campania e Calabria

- **Altissimo livello di informazioni (siti di monitoraggio)**
 - Circa 15 siti
- **Alto livello di informazioni**
 - Circa 40 siti

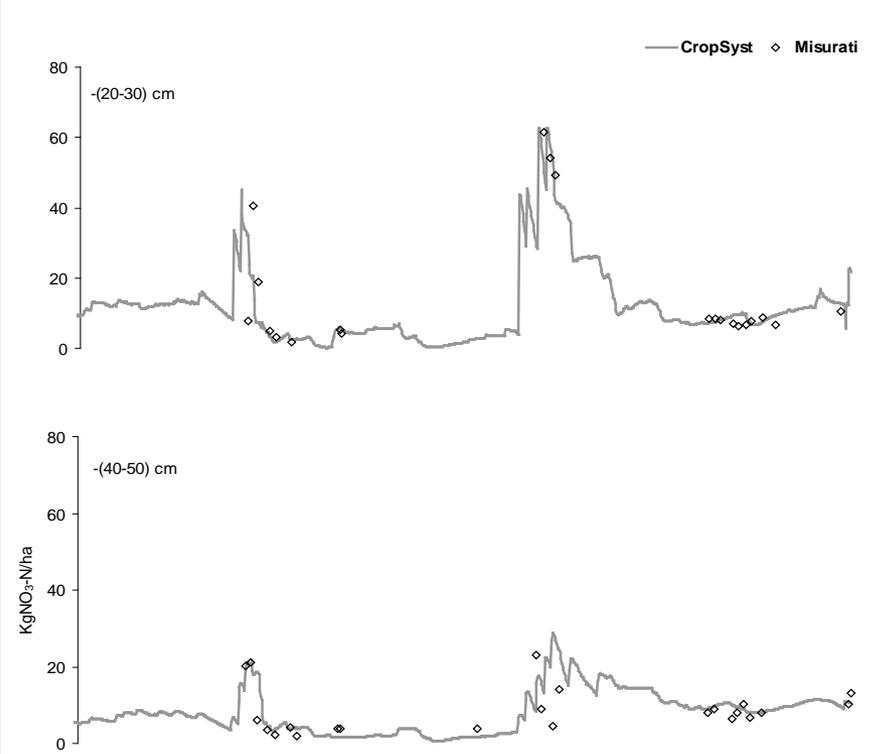
Messa a punto dei modelli: Contenuto d'acqua



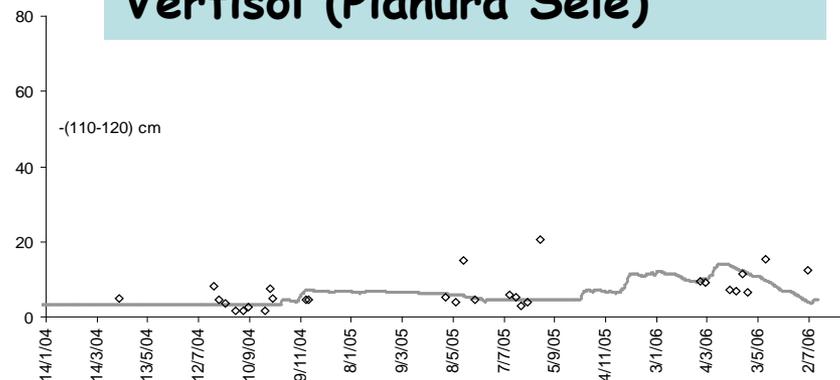
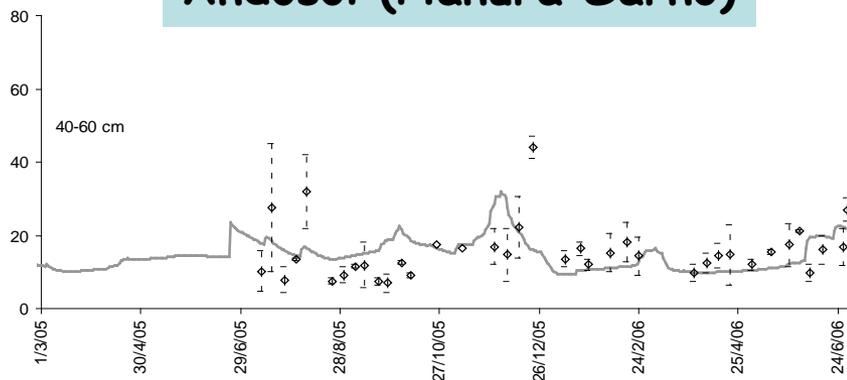
Messa a punto del modello: contenuto di nitrati



Andosol (Pianura Sarno)



Vertisol (Pianura Sele)

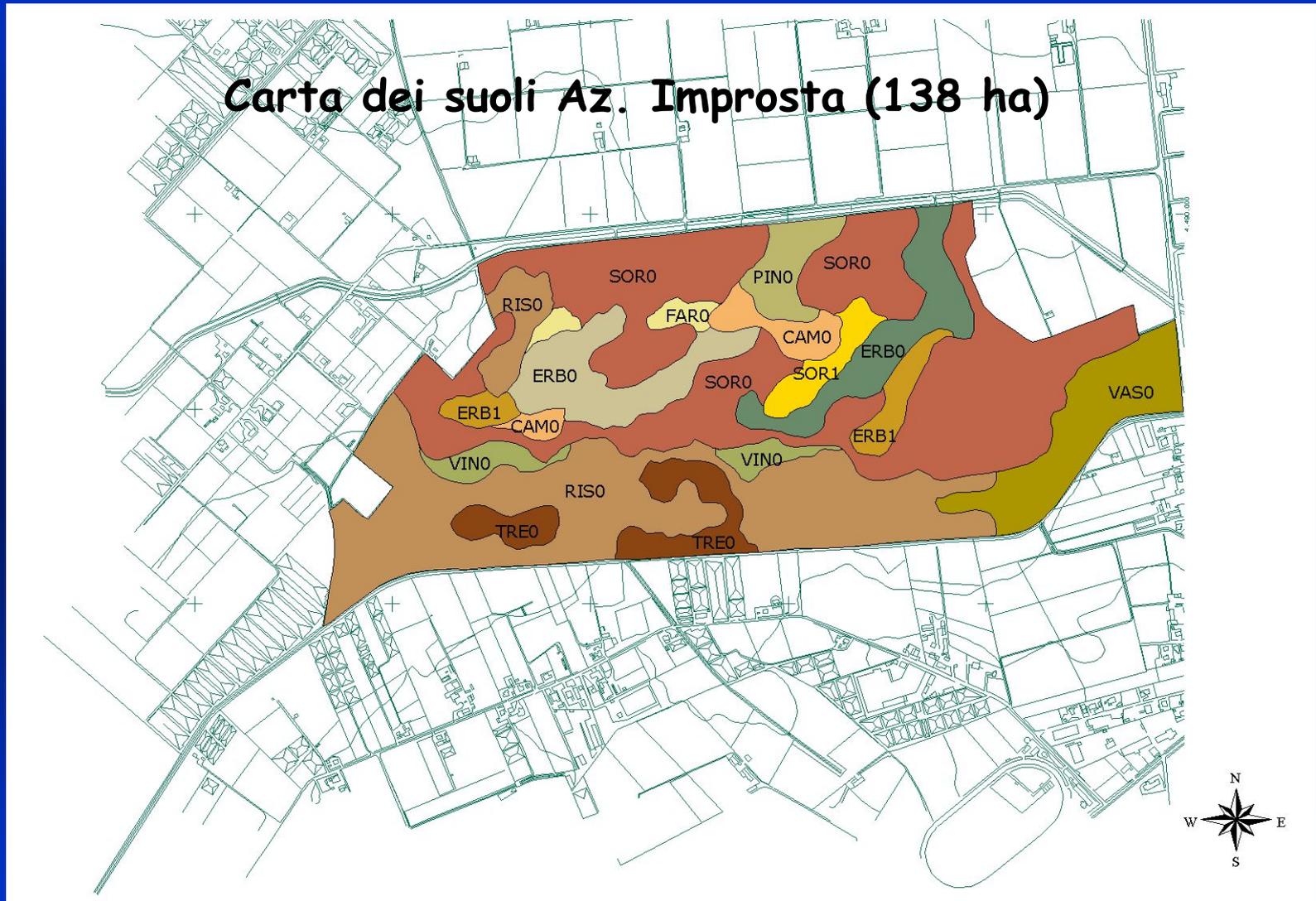


Un esempio a scala puntuale
Analisi su coltura di MAIS
(suolo vulcanico nell'Acerrano-Nolano)

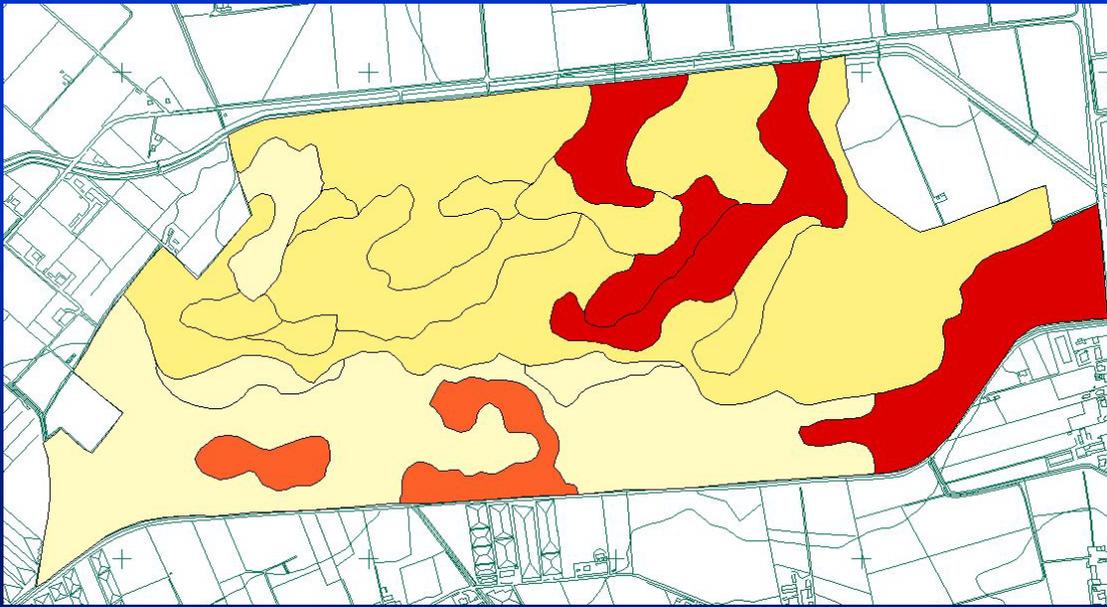
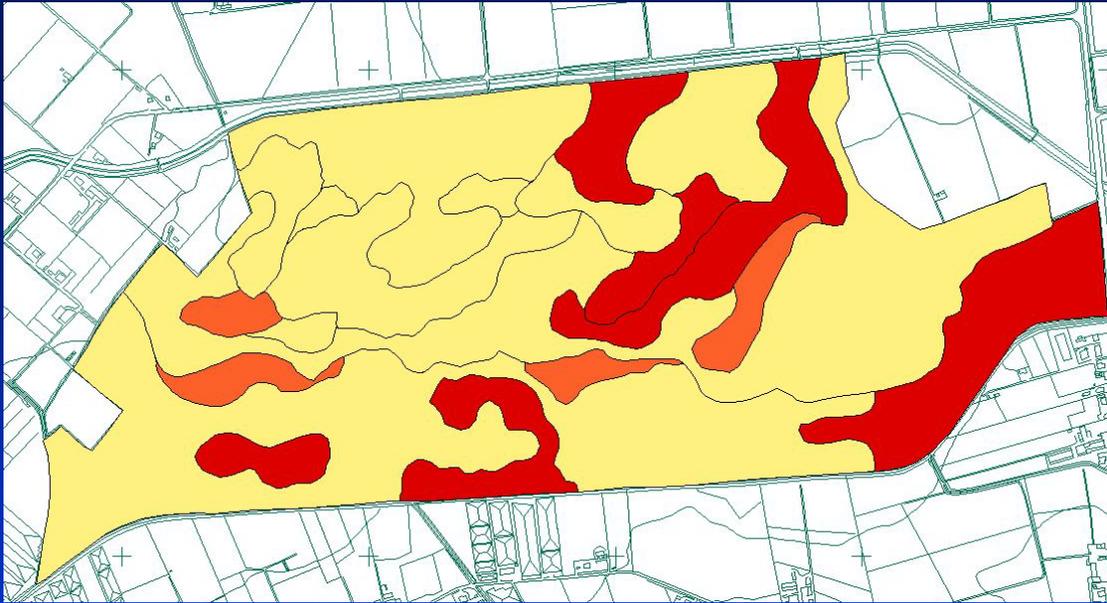
acqua (mm)	920	1030	(+ 10 %)
N (kg ha⁻¹)	220	440	(+100 %)
Percolazione H₂O (mm)	257	366	(+40 %)
Lisciviazione N (kg ha⁻¹)	127	328	(+150 %)
Biomassa (t ha⁻¹)	18,95	19,09	(+ 1 %)

Un esempio di vulnerabilità a scala aziendale (suoli della piana del Sele)

Carta dei suoli Az. Improsta (138 ha)



Irrigazione in 3-4 turni **Irrigazione in 6-9 turni**

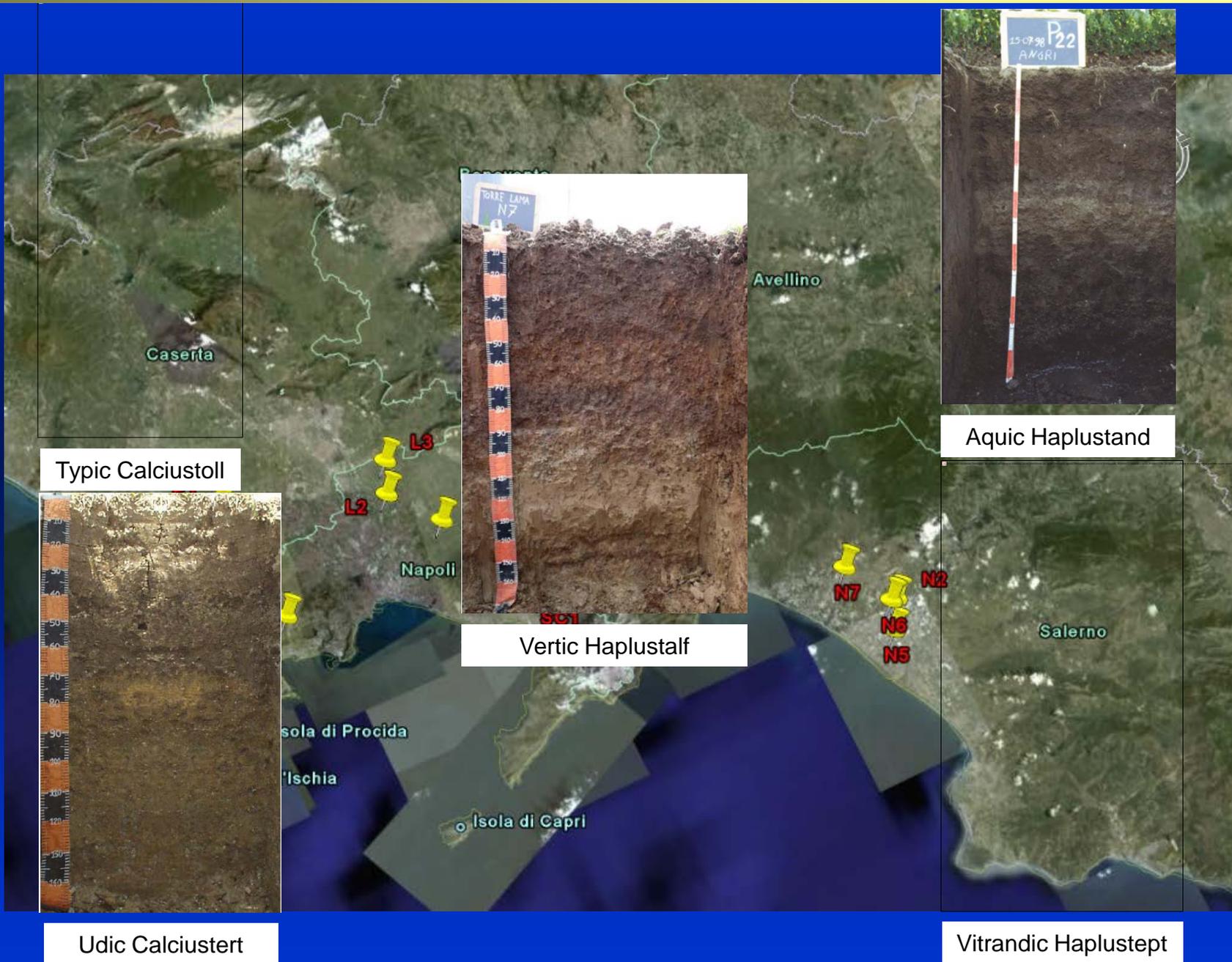


Probabilità



Classe di probabilità (%)	Superficie aziendale	
	Irr. 6-9 turni	Irr. 3-4 turni
1 (0-35)	27%	0%
2 (35-50)	51%	75%
3 (50-65)	4%	2%
4 (65-100)	18%	22%

Un esempio di vulnerabilità a scala di paesaggio



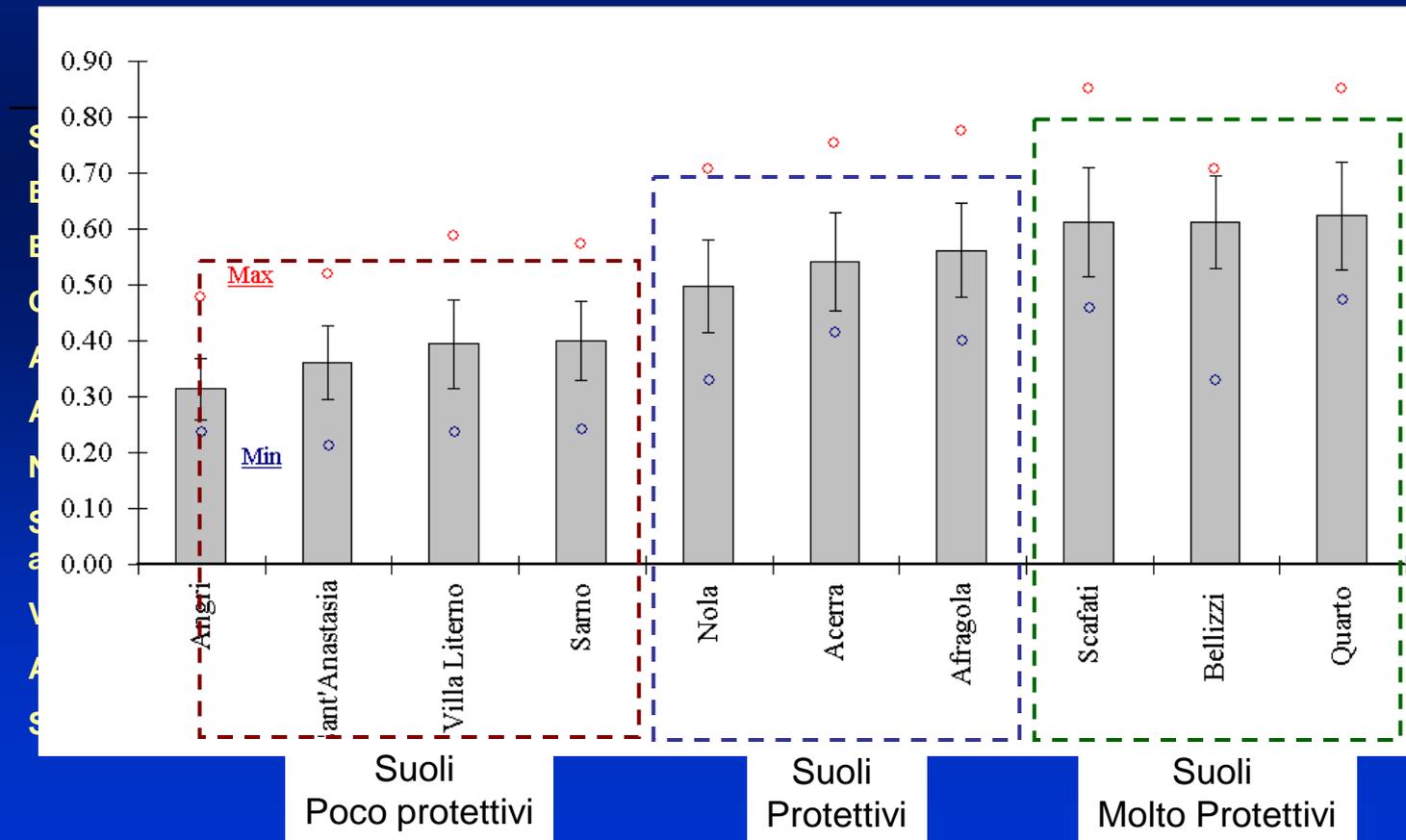
Valutazione rischio potenziale di inquinamento (capacità protettiva dei suoli)

$$Ind.Ef = 1 - \frac{df}{In}$$

Ind.Ef.= indice di efficienza protettiva dei suoli all'inquinamento da soluti

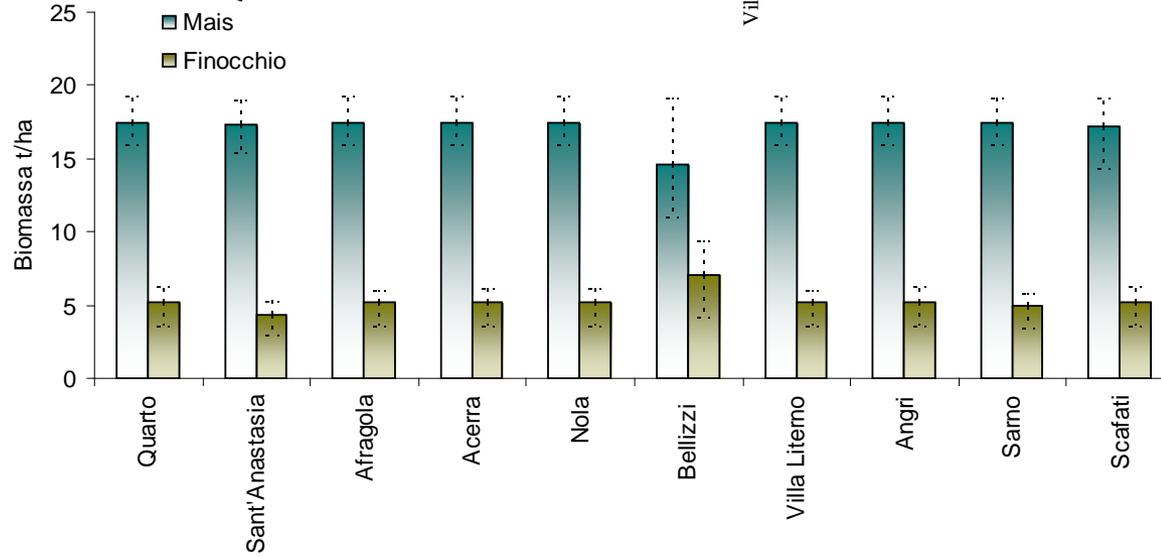
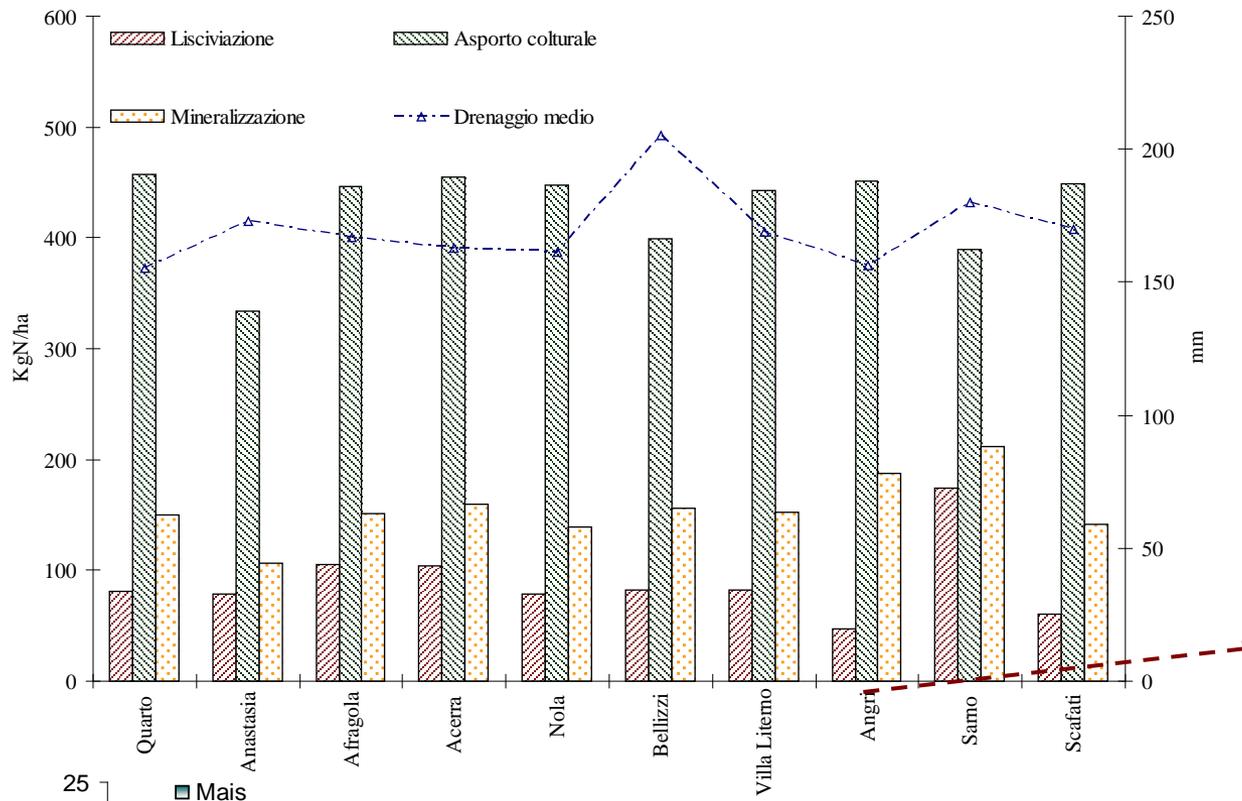
Df = deflusso idrico alla base del profilo

In = flussi in ingresso nel profilo

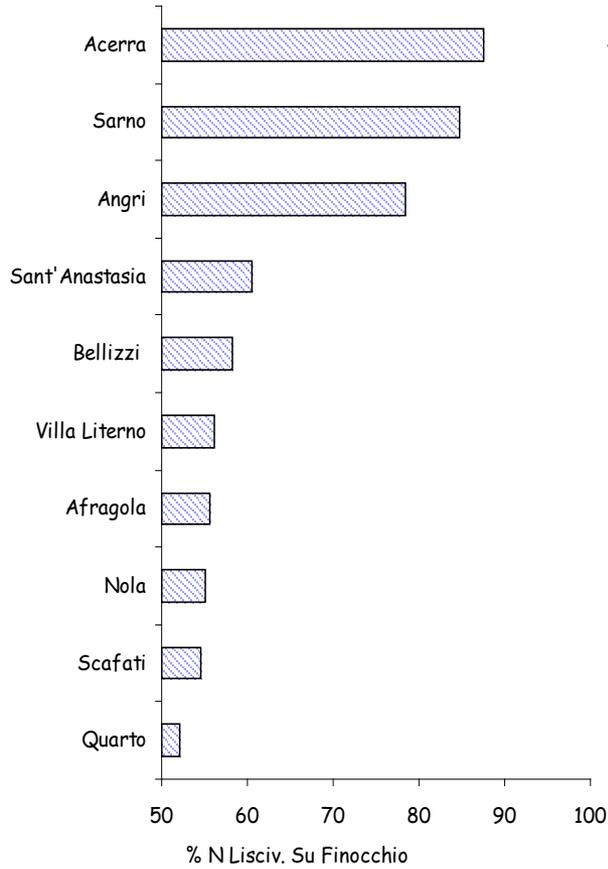


Gestione Mais- Finocchio

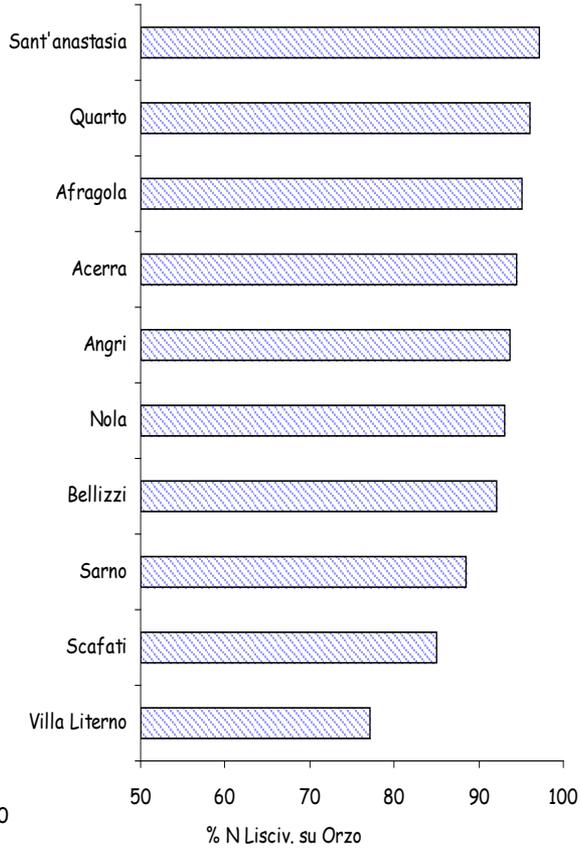
(30 anni di
simulazione)



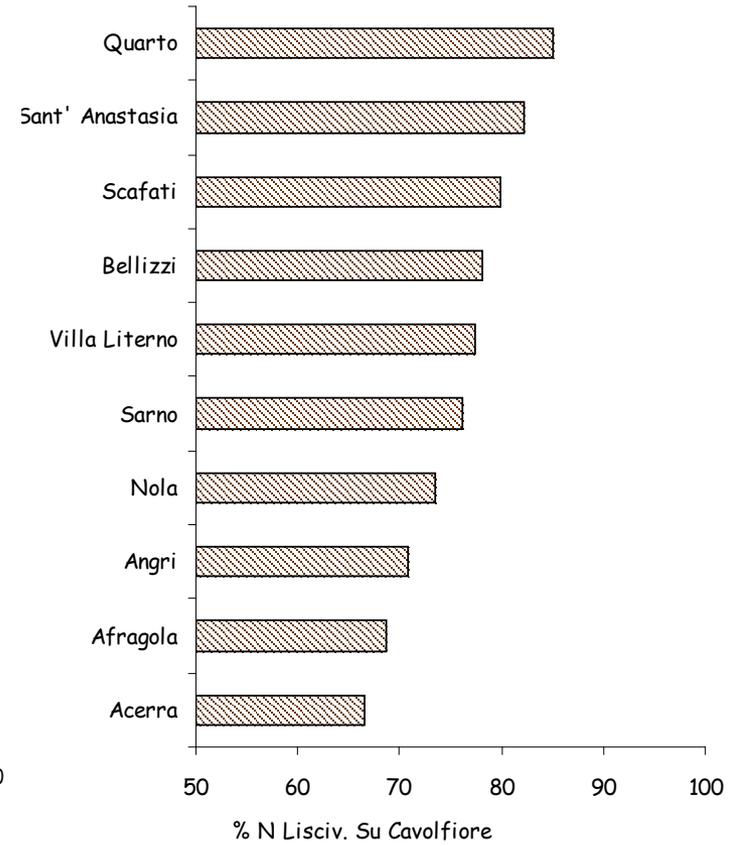
(30 anni di simulazione)



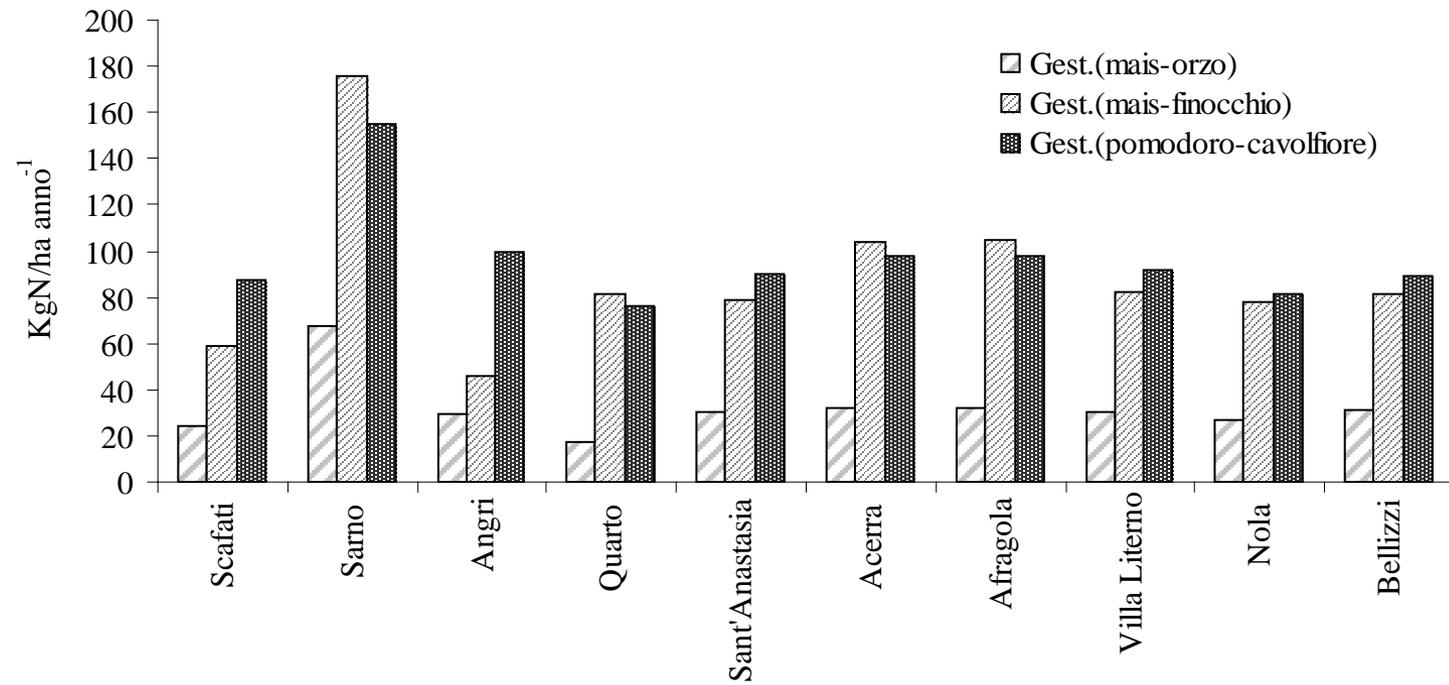
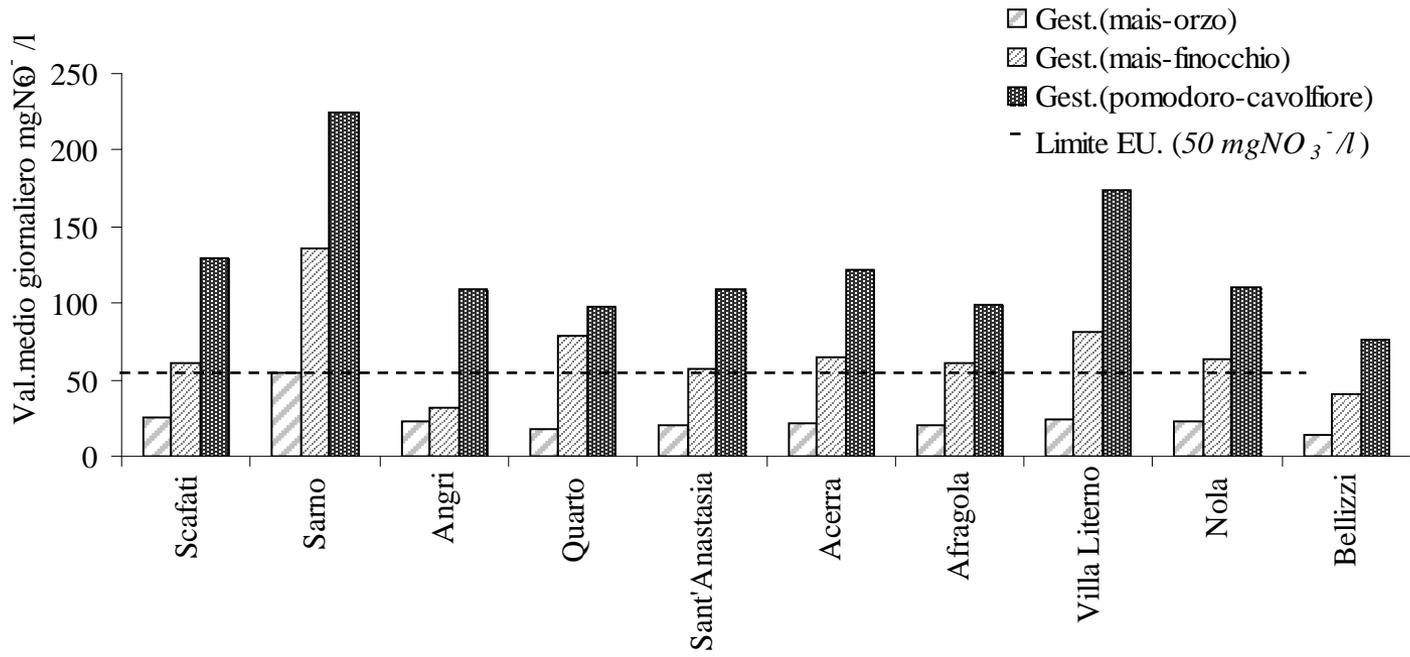
Gestione
Mais-
Finocchio



Gestione
Mais-Orzo



Gestione
Pomodoro-
Cavolfiore



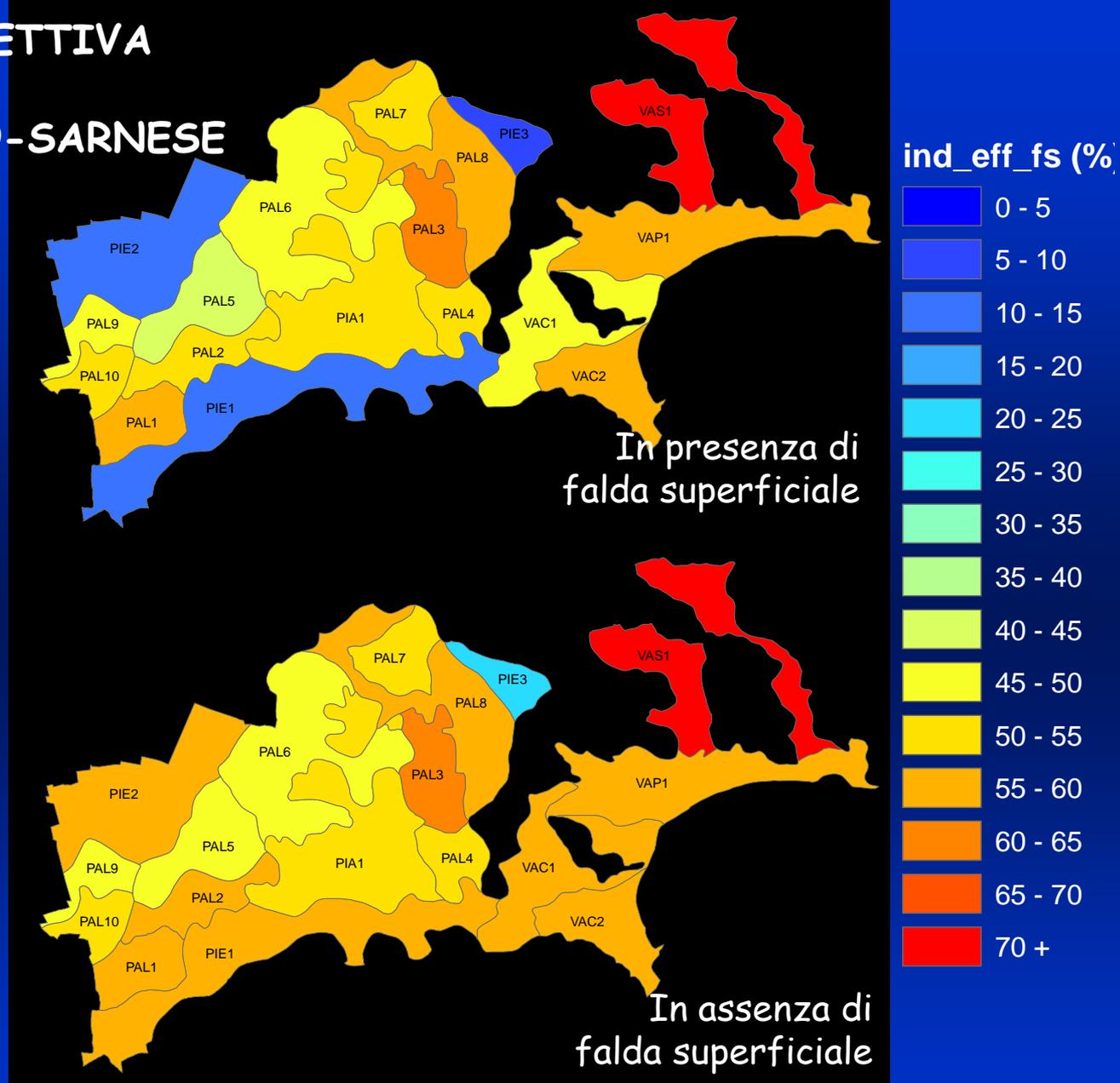
EFFICIENZA PROTETTIVA DEI SUOLI DELL'AGRO NOCERINO-SARNESE

$$I_e = \left[1 - \frac{D_f}{I_n} \right] \times 100$$

I_e = indice di efficienza
protettiva dei suoli
all'inquinamento

D_f = deflusso alla base del
profilo

I_n = flussi in ingresso nel
profilo





I sistemi geospaziali di Supporto alle Decisioni - SOILCONSWEB

Input

Clima

- Piogge
- Umidità
- Vento
- Temperature

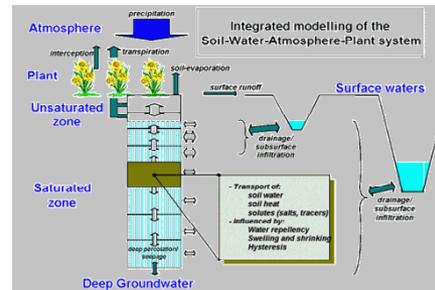
Suolo

- Proprietà fisiche
- Proprietà chimiche
- Falda

Pianta

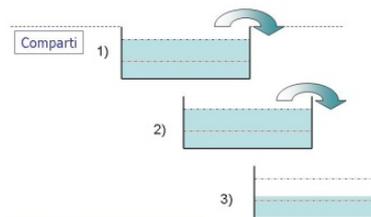
- Coefficienti colturali
- Indici di accrescimento
- Asportazioni

SWAP



CROPSYST

Modello a Cascata



Capacità di campo

Punto di appassimento

Flusso idrico che si verifica quando si supera la capacità di campo

Output

Bilanci idrici dei Suoli

Indici di Capacità protettiva dei Suoli

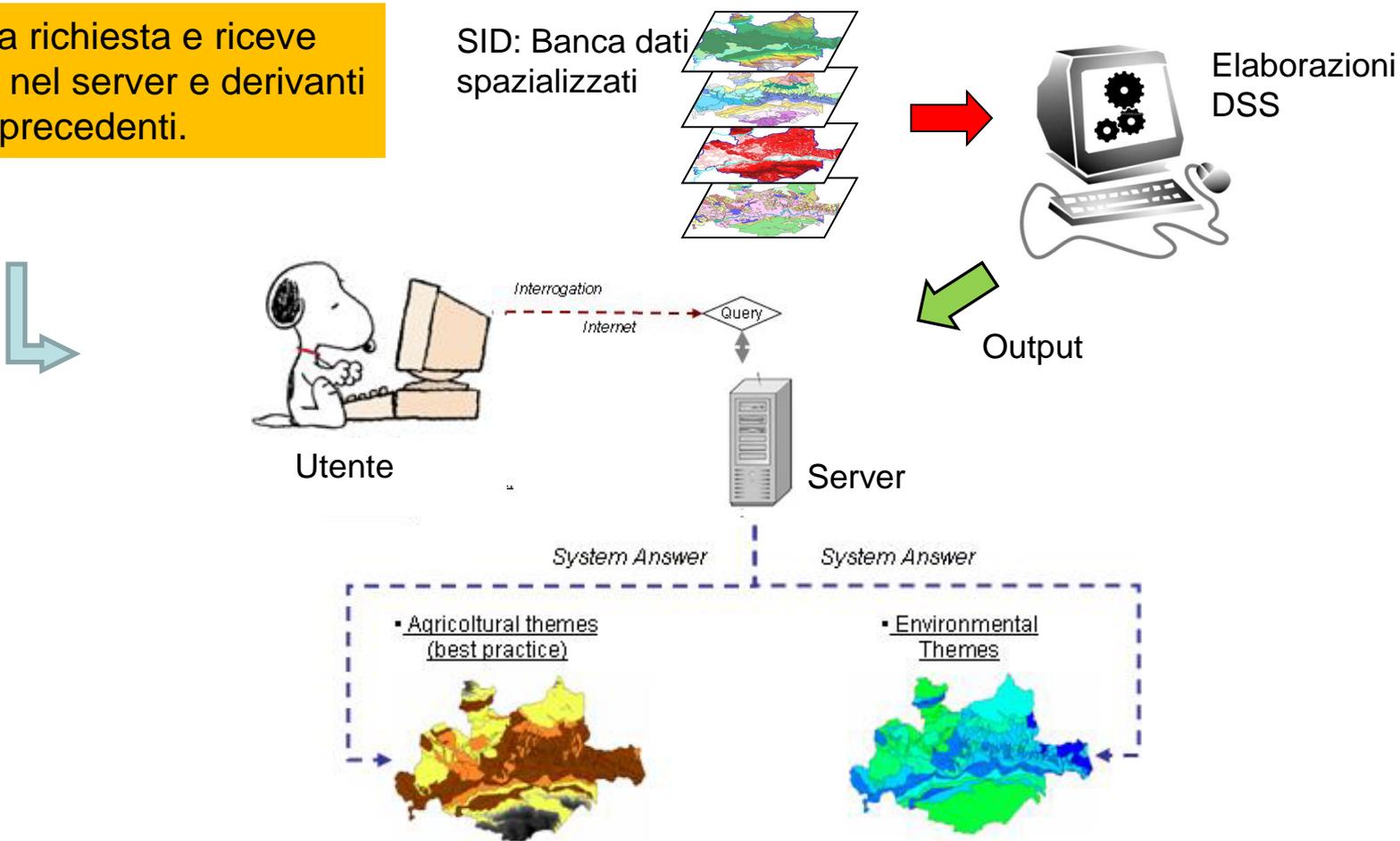
Quantità di nitrati lisciviati





Il funzionamento del sistema: scenario attuale (statico)

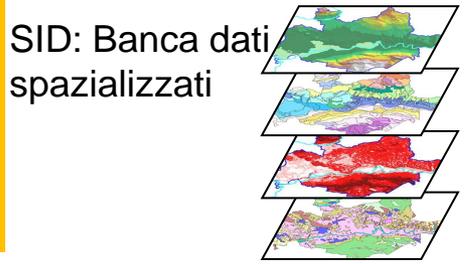
L'utente inoltra la richiesta e riceve dati già presenti nel server e derivanti da elaborazioni precedenti.





Il funzionamento del sistema: scenario potenziale (dinamico)

L'utente inoltra la richiesta, interagisce con il sistema inserendo dati di input (ad es. cambiando i turni irrigui) e riceve dati frutto di elaborazioni/simulazioni in "tempo reale"



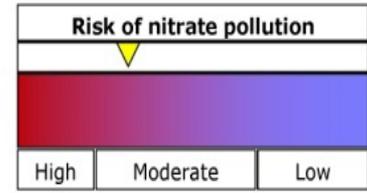
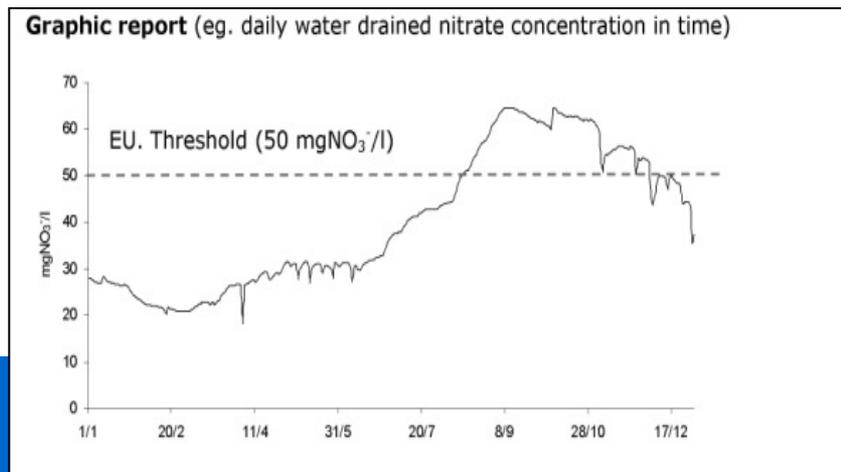
Utente

Interrogation
Internet



Server

- Selezione dell'area
- Avvicendamenti colturali
- Operazioni colturali (es. aratura e data di esecuzione)
- Irrigazioni (es. quando, come e quanto)
- Date di semina e raccolta
- Concimazioni azotate (es. tipologia, data di applicazione, quantità)



Potenziale rischio di inquinamento da Nitrati



Il funzionamento del sistema: scenario dinamico

Apple Istantanea File Composizione Scatto Finestra Aiuto

95.110.192.55

Bonjour Google Google Traduttore Google Scholar Web Mail CNR SIPER - Serv... il Personale People Wikipedia Il Mete...

SOILCONS-WEB
Progetto LIFE04 ENV/IT/000408

English

Agricoltura e Foreste **Difesa dell'ambiente**

- 8 Erosione
- 9 Rischio Potenziale perdita di sostanza orga...
- 10 La capacita' protettiva dei suoli all'inquinar...
- 66 Capacità protettiva intrinseca dei suoli
- 67 Stima interattiva della capacità protettiva d...
- 186 Nitrati**
- 11 I suoli e lo spandimento dei reflui
- 12 I suoli e la stabilita' dei versanti
- 13 Le aree svantaggiate
- 14 Consumo di suolo e pianificazione territori
- 173 Scuole / ecoturismo

Mappa

Prec. Suc. Pan Zoom In Zoom Out Misure Disegna Copia Poligono Tabella Attribu...

Google
Lon,Lat(14.47340, 41.21380) (EPGS:4326)

186 Nitrati

Scegli l'area d'interesse: 28 jan De Bernardinis

Scegli una coltura: Mais/Loietto

Scegli la data iniziale della simulazione: 2013/05/01

Scegli la data finale della simulazione: 2014/04/30

Mais,Irrigazione: Turno Fisso

Int. irrigazione: 10

Tipo concimazione : Organica-Letame

Quantita' concimazione : 100

Loietto,Irrigazione:

Int. irrigazione:

Tipo concimazione : Minerale-Nitrato di Ammor

Quantita' concimazione : 40

Elabora Chiudi

Sistema esperto aziendale

analizza realtà a scala locale di singola unità produttiva e a scala consortile;

è rivolto a imprenditori agricoli, tecnici delle amministrazioni pubbliche, agronomi e studi professionali, tecnici delle Organizzazioni Professionali.

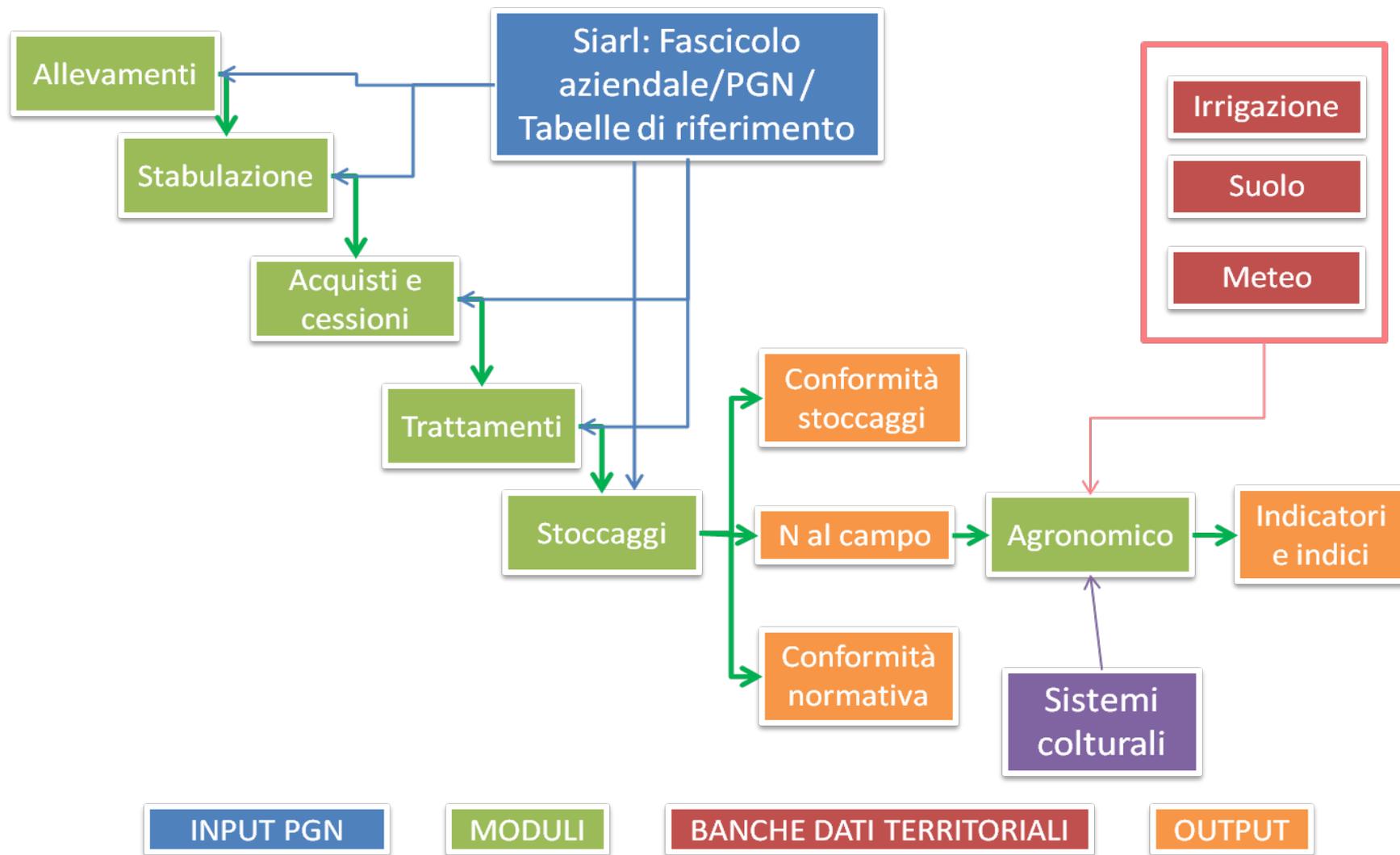
Sistema territoriale

fornisce valutazioni a scala regionale, provinciale, comunale e comprensoriale;

particolarmente finalizzato alla pianificazione di misure di intervento sul territorio e allo studio delle relative ricadute;

è rivolto soprattutto alle autorità regionali e amministrative.

Sistema Esperto - flusso dei dati



Sistema Esperto Territoriale

Progetto ValorE

[Nessuna query selezionata]

Autenticazione

Selezione di una query predefinita e/o libera

Configurazione di uno scenario

Analisi dei risultati mediante indicatori

Visualizzazione dei risultati in forma cartografica

Qualche conclusione

- ✓ Importanza dell'interazione tra pedologia, idrologia, agronomia e modellistica per la valutazione della vulnerabilità ai nitrati.
- ✓ Lo strumento modellistico è capace di fare interagire **dinamicamente** il sistema ambientale con la gestione agronomica consentendo:
 - ✓ Previsioni produttive e di lisciviazione a scala locale;
 - ✓ Confronti fra soluzioni tecniche alternative;
 - ✓ Simulazioni di scenari di gestione agronomica a scala aziendale/territoriale;
 - ✓ ... etc ...
- Si aprono enormi potenzialità utilizzando questi strumenti per migliorare la delimitazione delle aree vulnerabili.

Di cosa abbiamo bisogno in futuro ...

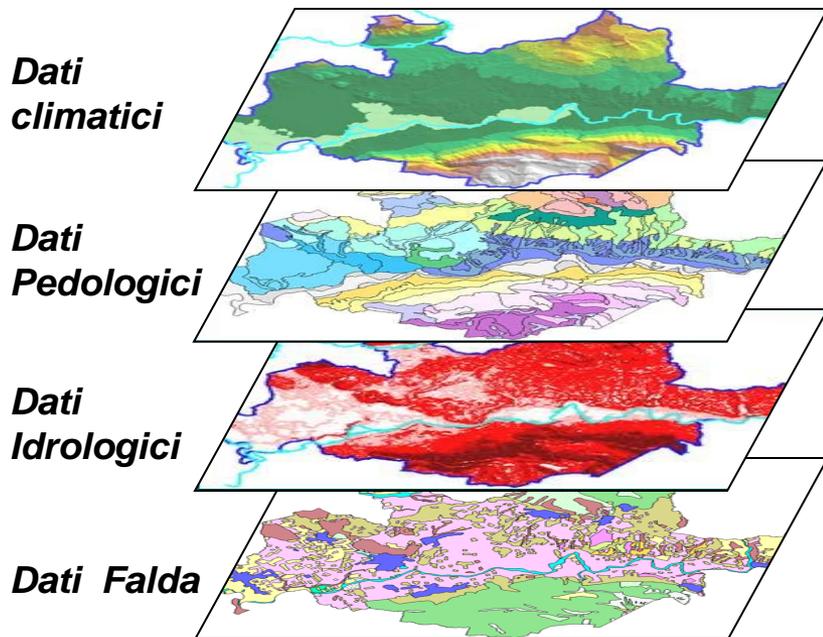
Ambiente fisico

- Migliorare la rete di informazioni meteo (numero, qualità del dato, integrare informazioni da enti diversi, radar...).
- Creare un database delle proprietà fisiche (idrologiche) dei suoli da associare alla carta dei suoli esistente.
- Migliorare la spazializzazione delle informazioni pedologiche (DSM, geofisica, RS, etc...)

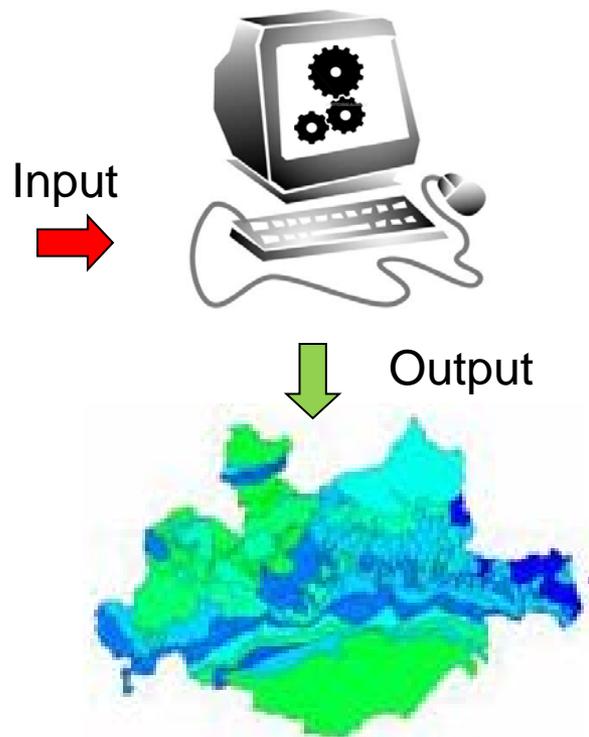
- LAST BUT NOT LEAST... DI ESSERE ASCOLTATI!



Dati spazializzati



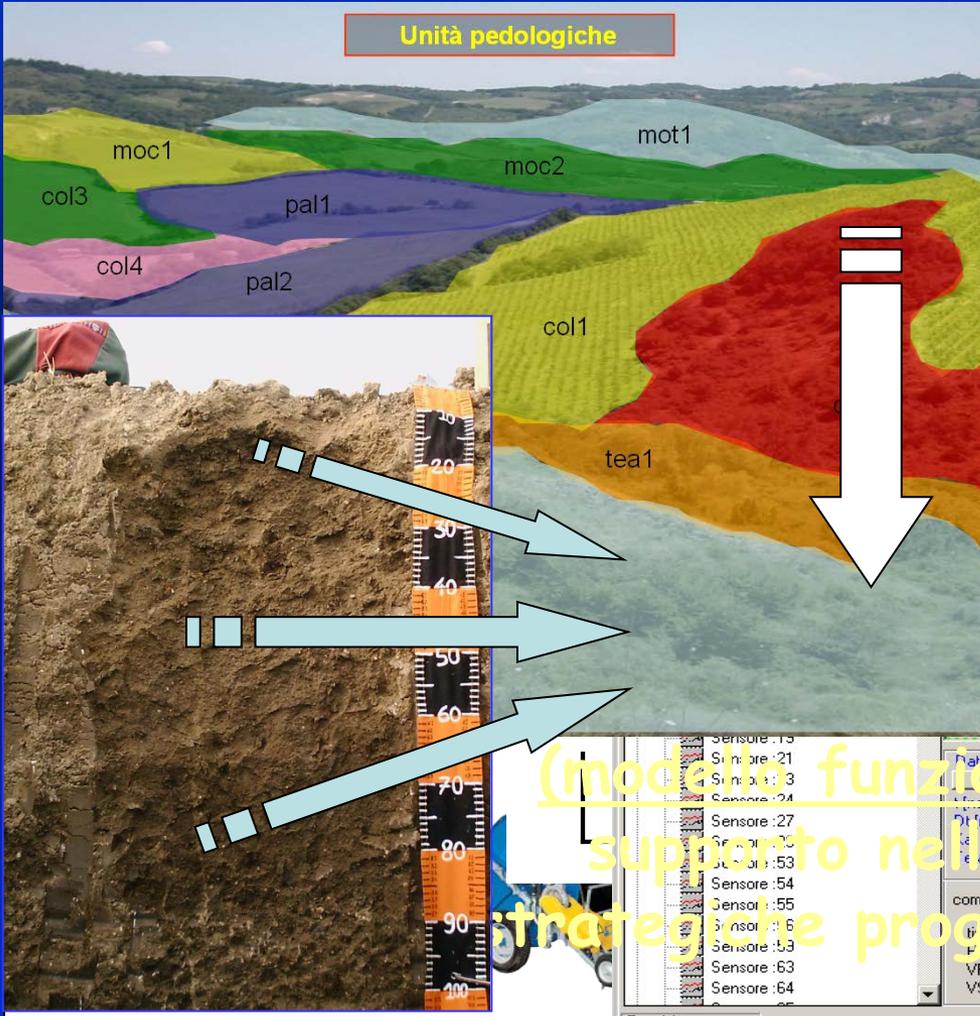
Modelli di simulazione



Mappa della Capacità
protettiva dei Suoli

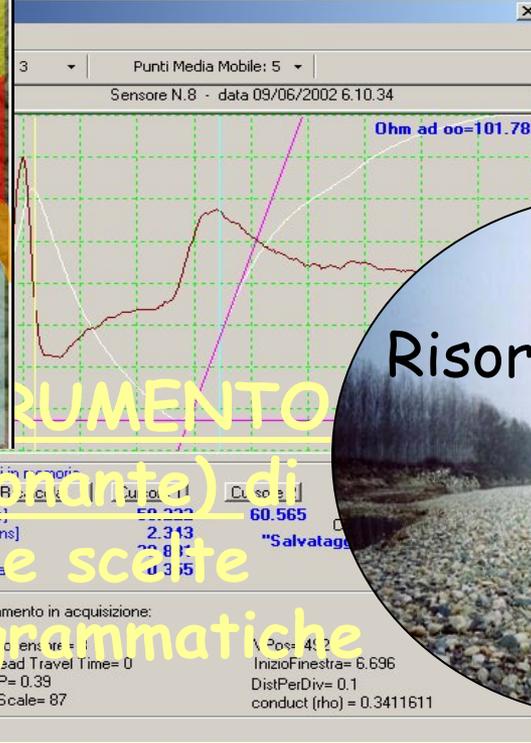
Un esempio di vulnerabilità a scala di paesaggio

Individuare e riconoscere i sistemi ambientali (atmosfera-suolo-sottosuolo)



definirne le funzionali

Bw	Ap	Bw	Ap
0.559	0.545	0.523	0.474



strumento (modelli funzionali) di supporto nelle scelte strategiche programmatiche

