Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto

REGIONE DEL VENETO

Servizio Osservatorio Suolo e Bonifiche

VALUTAZIONE DELLA CAPACITA' PROTETTIVA E DEL RISCHIO DI PERCOLAZIONE DELL'AZOTO DEI SUOLI DEI 100 COMUNI DELL'ALTA PIANURA

aprile 2014

INDICE

1 OBIETTIVI 2

2 INQUADRAMENTO AMBIENTALE DELL'AREA 3

2.1 Geomorfologia 3

2.2 Clima 5

2.3 Suoli 6

3 VALUTAZIONE DELLA CAPACITA' PROTETTIVA DEI SUOLI E DEL RISCHIO DI PERCOLAZIONE DELL'AZOTO 8

3.1 Capacità protettiva 8

3.2 Surplus di azoto 11

3.3 Rischio di percolazione 13

4 CONCLUSIONI 14

5 APPENDICE 16

5.1 Esempio di descrizione di Unita' Tipologica di Suolo 16

1 OBIETTIVI

Allo scopo di approfondire le basi conoscitive territoriali necessarie ad una migliore comprensione dei fenomeni legati alle perdite di nitrati di origine agricola nelle acque sotterranee ARPAV Servizio Osservatorio Suolo e Bonifiche ha svolto le seguenti attività di indagine:

1) Predisposizione di una carta dei suoli in scala 1:50.000 per le zone vulnerabili dell'alta pianura veneta;
2) Sulla base della carta dei suoli in scala 1:50.000, individuazione di aree omogenee per caratteristiche pedo-climatiche e di uso del suolo;
3) Applicazione di modelli previsionali per la valutazione dei flussi idrici e di nutrienti nel suolo in rapporto con le acque superficiali e sotterranee;
4) Predisposizione di una cartografia di capacità protettiva dei suoli e rischio di percolazione dell'azoto delle zone vulnerabili ai nitrati in scala 1:50.000.

Lo studio si è quindi concentrato in quella parte delle zone vulnerabili da nitrati che sono state definite dalla Regione Veneto sulla base di criteri di tipo fisico, ed in particolare idrogeologico, escludendo le zone vulnerabili (bacino scolante in laguna di Venezia, provincia di Rovigo) definite sulla base di criteri che fanno riferimento ad altri obiettivi di protezione; d'altra parte per il bacino scolante analoghe valutazioni sono già state realizzate e sono disponibili alla scala 1:50.000 mentre per la provincia di Rovigo si può fare riferimento a quanto già prodotto alla scala 1:250.000, in attesa che sia disponibile, presumibilmente a fine 2015, la carta dei suoli alla scala 1:50.000.

Come noto, la definizione dei 100 comuni come zone vulnerabili ai nitrati di origine agricola ha seguito un processo decisionale che, partendo dallo studio della vulnerabilità idrogeologica dei territori mediante l'applicazione del metodo SINTACS, ha escluso tutti i comuni in cui il territorio classificato con vulnerabilità elevata è inferiore al 50% e per contro ha ricompreso tutti i comuni in cui il territorio classificato con vulnerabilità elevata è superiore al 50% del totale della superficie comunale. Le zone vulnerabili sono la sommatoria delle superfici totali dei comuni così individuati. Ciò ha portato ad alcune distorsioni che possono essere descritte come segue:

1) nelle zone vulnerabili ai nitrati vi sono ampie aree collinari che non presentano caratteristiche di vulnerabilità, che invece sono tipiche delle aree pedecollinari di alta pianura caratterizzate da suoli grossolani; queste aree potrebbero essere facilmente individuate ed escluse dalle aree vulnerabili vere e proprie;
2) la metodologia di valutazione applicata non sempre tiene in adeguata considerazione l'effetto protettivo del suolo attivo (cioè il primo metro più ricco di sostanza organica) interessato dall'attività agricola con il quale le sostanze distribuite con le pratiche agricole interagiscono direttamente;
3) la metodologia è stata applicata utilizzando per il fattore "Copertura del suolo" le informazioni preliminari sui suoli che erano stati raccolti (prima del 2003) per la

realizzazione della carta dei suoli regionale alla scala 1:250.000; da allora molte altre informazioni sono state raccolte ed hanno consentito di avere un grado di conoscenza dei suoli molto più affidabile fino alla scala 1:50.000.

E' chiaro quindi che se si volesse tener conto delle più aggiornate e dettagliate informazioni oggi disponibili sui suoli delle aree in oggetto, migliorando anche l'integrazione tra le informazioni riguardanti il sottosuolo con quelle dei suoli, sarebbe opportuno, a distanza di oltre 10 anni dal precedente processo di valutazione, procedere con una più puntuale stima della vulnerabilità del territorio, che di seguito si propone per la sola parte relativa al suolo.

Nel seguito della relazione si riferirà quindi di quanto fatto per la predisposizione della carta dei suoli delle zone vulnerabili ai nitrati dell'alta pianura (100 comuni) e alla successiva derivazione delle carte di capacità protettiva dei suoli nei confronti delle acque sotterranee e del rischio di percolazione dell'azoto in falda.

2 INQUADRAMENTO AMBIENTALE DELL'AREA

2.1 Geomorfologia

L'area di indagine oggetto dello studio pedologico e della presente relazione comprende i 100 comuni dell'alta pianura, definiti vulnerabili ai nitrati di origine agricola.

L'area si estende in regione per un totale di circa 2700 km^2 da est a ovest coinvolgendo parte delle province di Treviso, Padova, Vicenza e Verona (fig. 1). La perimetrazione dell'area risponde a criteri amministrativi che raramente trovano una corrispondenza di tipo geo-morfologico.

Il territorio indagato si distribuisce idealmente in una fascia con andamento nordest-sudovest di spessore variabile tra 5 e 30 chilometri. Il limite settentrionale è grossolanamente rappresentato da una linea che unisce da est a ovest Colle Umberto, il margine inferiore delle colline di Conegliano, il Montello, i colli Asolani, le colline tra Bassano e Breganze e in maniera più frastagliata il margine dei Lessini vicentini e veronesi.

Il limite inferiore è di più difficile interpretazione geomorfologica ma vorrebbe appoggiarsi al margine meridionale della fascia delle risorgive. Essendo comunque un limite amministrativo sono frequenti le inclusioni di territorio non propriamente di alta pianura che comprendono zone collinari nella parte settentrionale e zone di bassa pianura nella parte meridionale. Gli estremi orientali e occidentali sono rappresentati dal fiume Livenza a est e dal Mincio a ovest.

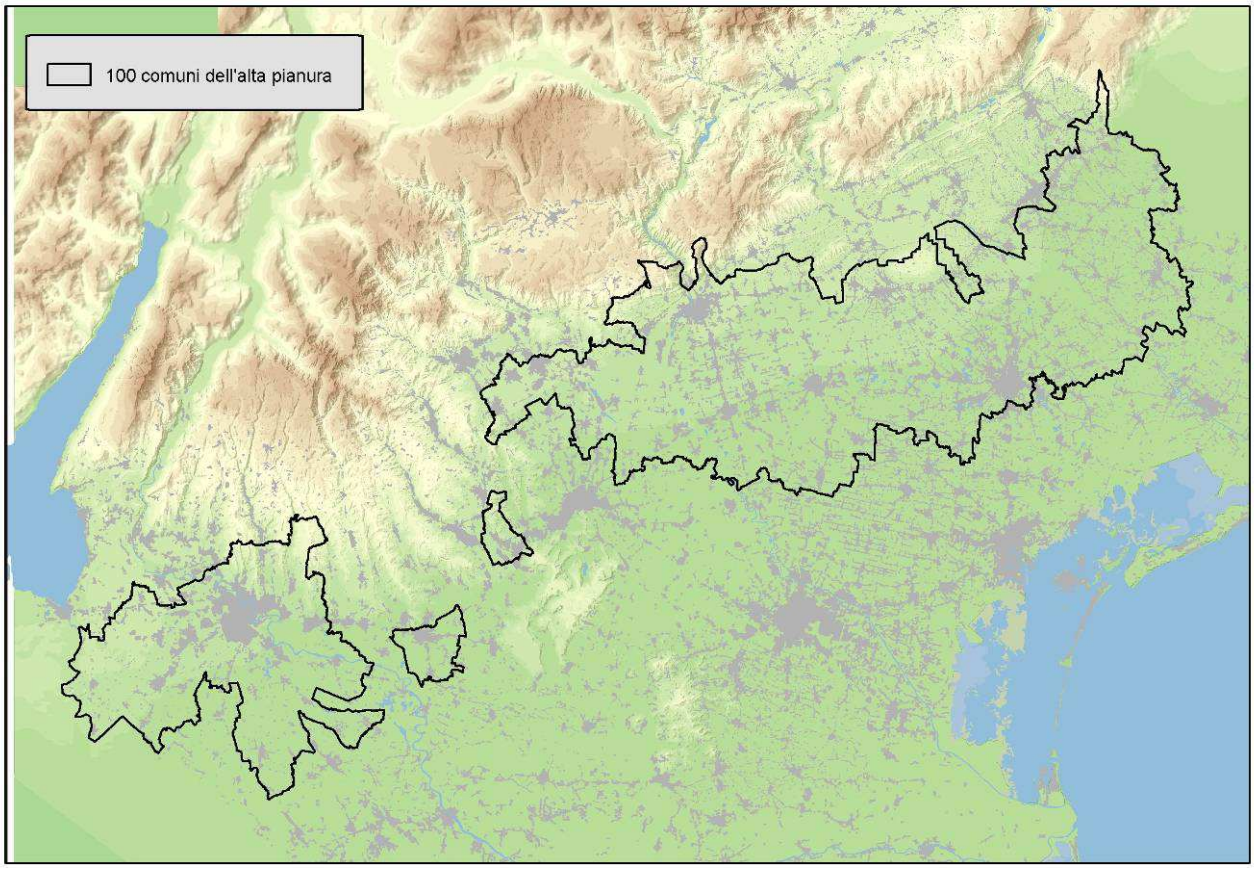

Fig. 1: Delimitazione dei 100 comuni dell'alta pianura.

Si fa presente che ci sono ampie porzioni di alta pianura (fig. 2) che non risultano incluse nella delimitazione delle aree vulnerabili in quanto poco rappresentative nell'ambito del singolo comune, ma che dovrebbero esserlo in quanto presentano caratteristiche di vulnerabilità elevata, sulla base delle tipologie di suolo definite in ambito regionale (Carta dei suoli del Veneto in scala 1:250000, ARPAV 2004). Si tratta in particolare delle seguenti zone:

- pianura racchiusa all'interno dell'anfiteatro morenico di Colle Umberto,
- quartier del Piave,
- fascia di territorio tra Romano d'Ezzelino e Crespano del Grappa,
- pianura tra Schio e Piovene Rocchette,
- alcune valli dei Lessini (Val d'Illasi, dell'Alpone e del Tramigna),
- pianura dell'Adige da Bussolengo a Rivoli Veronese
- alcune piane intermoreniche dell'apparato gardesano.

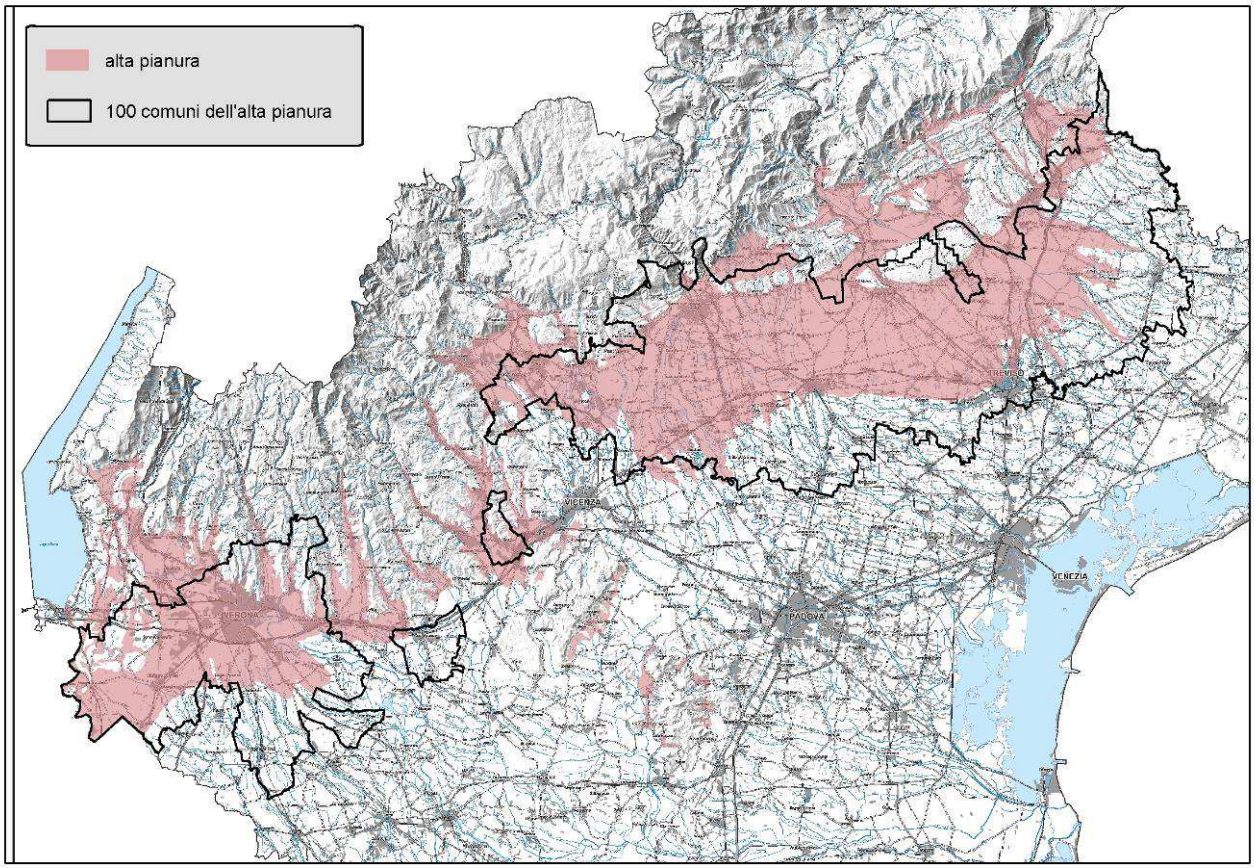

Fig. 2: I suoli di alta pianura (colore rosa) si estendono anche al di fuori dei confini dei 100 comuni.

2.2 Clima

Per quanto riguarda la descrizione degli aspetti climatici, sono stati utilizzati alcuni parametri ricavati dal bilancio idrico per definire i tipi climatici dell'area secondo il metodo elaborato da Thornthwaite (1948), in funzione dell'indice di umidità globale, la varietà climatica in funzione dell'evapotraspirazione potenziale totale annua, la variazione stagionale dell'umidità in funzione dell'indice di aridità e infine la concentrazione estiva dell'efficienza termica. I limiti sono riportati in figura 3: umido (da B1 a B4) nella parte trevigiana e vicentina, da umido a subumido (C2) e infine da subumido ad arido (C1) nella parte veronese. Per la determinazione dei limiti tra i vari tipi climatici, che in realtà sono molto graduali, sono state utilizzate le elaborazioni delle stazioni meteorologiche, integrate dalle informazioni sulla distribuzione delle precipitazioni e delle temperature (isoiete e isoterme, fornite dal Centro Meteorologico ARPAV di Teolo per l'intero territorio regionale), con i limiti fisiografici dei distretti e sistemi di paesaggio.

Dall'elaborazione del bilancio idrico per ciascuno degli anni della serie è stato determinato il regime di umidità dei suoli come richiesto dal sistema di classificazione dei suoli Soil Taxonomy (Soil Survey Staff, 2010), utilizzando il programma "Newhall Simulation Method" sviluppato dalla Cornell University (Van Wanbeeke et al., 1986).

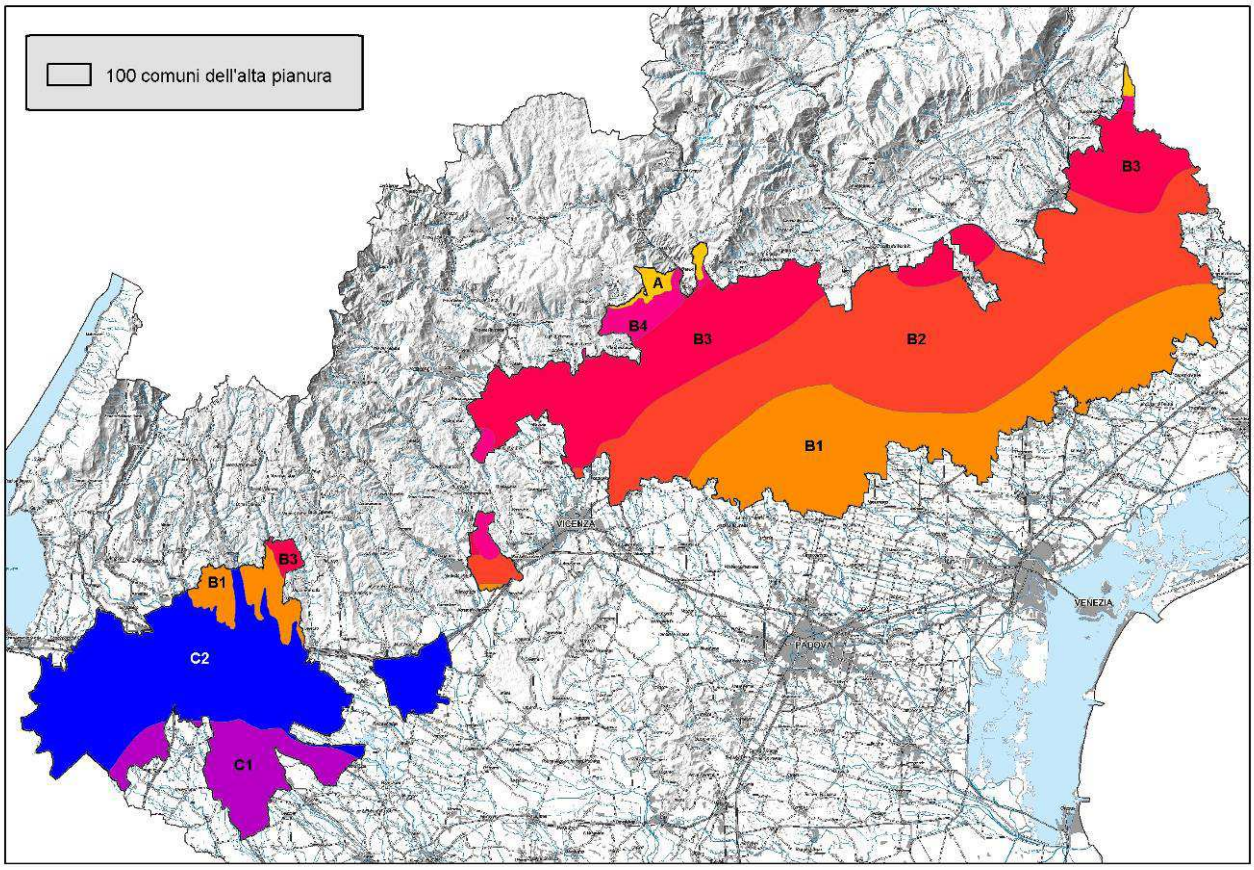

Fig. 3: Distribuzione del tipo climatico di Thornthwaite nel territorio dei 100 comuni dell'alta pianura.

Dall'applicazione del modello il regime di umidità è risultato *udico* in gran parte del territorio e *ustico* nella porzione di pianura veronese. Secondo il sistema di classificazione dei suoli Soil Taxonomy, il regime di umidità si definisce *udico* quando la sezione di controllo non è asciutta, in qualche parte o per intero, per 90 giorni cumulativi o più, per almeno 6 anni su 10, ed è secca per meno di 45 giorni consecutivi nei 4 mesi che seguono il solstizio d'estate; si definisce *ustico* quando il periodo di siccità non è continuo e non si ha quindi la sezione di controllo secca per più di 45 giorni consecutivi d'estate, ma risulta secca o parzialmente umida per più di 90 giorni cumulativi all'anno. Il regime di temperatura, sempre secondo la Soil Taxonomy, rientra nella classe *mesico* per l'intero territorio. Tale regime di temperatura è definito da una temperatura media annua del suolo (ad una profondità di 50 cm) tra 8 e 15 ºC, con una differenza maggiore di 5 °C tra temperatura media estiva e media invernale del suolo.

2.3 Suoli

Una descrizione completa della cartografia dei suoli dell'area è riportata nel documento "La carta dei suoli dei suoli in scala 1:50.000 dei 100 comuni dell'alta pianura" scaricabile all'indirizzo http://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/suolo/file-e-allegati/documenti/carta-dei-suoli/2014_Carta%20dei%20suoli%20scala%201-50000%20100%20comuni.pdf.

Il territorio dell'area si sviluppa principalmente in ambito di alta pianura, ma essendo definito su base amministrativa comprende anche porzioni di media e bassa pianura, separate rispetto all'alta pianura dalla fascia delle risorgive. La sua genesi si deve alla deposizione di sedimenti alluvionali da parte dei fiumi di origine alpina (Piave, Brenta, Astico, Adige) e secondariamente da parte dei torrenti prealpini (Musone, Monticano, Meschio, Leogra-Timonchio, Agno-Guà-Frassine, Chiampo e Alpone, ecc.).

Gli elementi strutturali che caratterizzano l'alta pianura sono i conoidi ghiaiosi coalescenti di origine fluvioglaciale, originatisi allo sbocco delle vallate alpine, successivamente sovrapposti e compenetrati lateralmente tra loro in eventi successivi, a costituire un materasso alluvionale ghiaioso di larghezza variabile da 5 a oltre 20 chilometri, dal piede dei rilievi prealpini fino alla parte distale. I depositi dell'alta pianura, spostandosi verso valle, presentano percentuali di sabbia sempre maggiori, fino a giungere alla fascia delle risorgive dove si rinvengono nel suolo e nel sottosuolo, alternati ai materiali sabbioso-ghiaiosi, orizzonti limoso-argillosi che, in corrispondenza di depressioni topografiche, favoriscono la venuta a giorno delle acque sotterranee, originando i corsi d'acqua di risorgiva.

A partire dalla fascia delle risorgive, si sviluppa la bassa pianura che si distingue, attraverso un'analisi del microrilievo, in dossi, corrispondenti ad argini naturali dei corsi d'acqua e caratterizzati da sedimenti prevalentemente sabbiosi, in pianura modale limosa e aree depresse a sedimenti argilloso-limosi. Mentre queste dinamiche di deposizione sono analoghe all'interno dei singoli bacini, notevoli differenze sono invece dovute alla litologia dei sedimenti trasportati, in funzione dei bacini di provenienza dei depositi dei singoli corsi d'acqua. In particolare, il contenuto medio in carbonati aumenta notevolmente passando da una percentuale del 10-20% nei sedimenti dell'Adige, al 35% del Brenta, fino ad arrivare al 40-50% dell'Astico e del Piave.

Anche i torrenti prealpini hanno contribuito parzialmente alla formazione della pianura e possono essere anch'essi distinti in base alla litologia prevalente dei sedimenti. Alcuni di essi (Leogra-Timonchio, l'Agno-Guà-Frassine), presentano apporto anche di sedimenti poco carbonatici, derivanti dall'alterazione di rocce silicatiche**,** mentre i corsi d'acqua più orientali sono caratterizzati da un'alta percentuale di carbonati nei sedimenti, anche superiore al 50% (Musone, Monticano e Meschio).

3 VALUTAZIONE DELLA CAPACITA' PROTETTIVA DEI SUOLI E DEL RISCHIO DI PERCOLAZIONE DELL'AZOTO

3.1 Capacità protettiva

Il suolo può essere considerato un filtro naturale dei nutrienti che vengono comunemente apportati con le concimazioni minerali ed organiche, capace di ridurre le quantità potenzialmente immesse nelle acque. Questa capacità di attenuazione, definita anche "**capacità protettiva**" del suolo, dipende non solo da caratteristiche del suolo ma anche da fattori ambientali (condizioni climatiche e idrologiche) e fattori antropici (ordinamento colturale e pratiche agronomiche). Le complesse interazioni tra tali fattori sono di difficile valutazione con l'utilizzo di approcci di tipo qualitativo, è quindi preferibile l'applicazione di modelli di tipo quantitativo a partire da dati sperimentali raccolti in diversi contesti ambientali.

Ritenendo, per gli aspetti pedologici, questo approccio qualitativo di facile applicazione, ma non sempre idoneo a interpretare l'interazione tra i diversi fattori ambientali (suolo, clima, uso del suolo), grazie alla collaborazione con il CNR ISES di Firenze, sono state messe a punto delle metodologie che, sulla base di misurazioni dirette delle caratteristiche idrologiche, consentono un approccio più oggettivo al problema (Calzolari et al., 2004). Tali metodologie erano state sviluppate precedentemente in un progetto interregionale (progetto SINA "*Carta pedologica in aree a rischio ambientale*") coordinato dalla Regione Emilia-Romagna, con la partecipazione delle Regioni della pianura padana (Lombardia, Piemonte, Veneto e Friuli Venezia Giulia) ed il coordinamento scientifico del CNR-IRPI di Firenze (Calzolari *et al.*, 2001). Nell'ambito del progetto SINA è stato scelto, tra i più diffusi, un modello per la simulazione del bilancio idrico del suolo, il modello MACRO (Jarvis, 1994), basato sul comportamento funzionale del suolo in un preciso contesto climatico e colturale, e un modello per la simulazione del bilancio dell'azoto (SOIL-N) in grado di lavorare in collegamento con MACRO. Entrambi i modelli sono stati calibrati e validati su lisimetri e parcelle sperimentali, sia presso l'Istituto Sperimentale Agronomico (ISA) di Modena, sia presso il Centro Ricerche Produzioni Animali (CRPA) di Reggio Emilia.

Nell'ambito della pianura veneta sono state scelte 27 unità tipologiche di suolo tra le più estese e le più idonee a rappresentare diverse situazioni pedopaesaggistiche e climatiche. Per ogni unità è stato descritto in campagna un profilo rappresentativo, con particolare attenzione alle caratteristiche legate al comportamento fisico-idrologico (Wolf, 1998) come l'aggregazione delle particelle di suolo (struttura) e i macrovuoti (fessure, vuoti planari, vuoti tubulari e sferici).

Fig. 13: Prelievo di campioni indisturbati con cilindri di volume noto.

Sono stati raccolti campioni indisturbati (metodo dei cilindretti, fig. 13) per la misura della curva di ritenzione (pF), della conducibilità idrica satura (Ksat) e della densità apparente. In totale sono state realizzate 205 misure di Ksat e 177 curve pF.
Le misure delle curve di ritenzione, relativamente a 9 punti umidità/tensione, sono state effettuate su campioni indisturbati posti in cassetta Stackman e quindi in piastra di Richards, secondo le correnti metodologie (Klute, 1986); la conducibilità è stata misurata con permeametro a carico costante (Klute e Dirksen, 1986). Sono state infine effettuate 277 misure di densità apparente, sia con il metodo dello scavo (77 misure) che del cilindretto (200 misure), queste ultime ripetute in triplo dove possibile (Blake e Hartge, 1986).

Per l'area dei 100 comuni, tra tutti i profili descritti e misurati ne sono stati scelti 22 come rappresentativi delle unità tipologiche di suolo più diffuse; i risultati ottenuti dal rilevamento e dalle misure sono stati utilizzati come dati di input del modello di bilancio idrico MACRO; il modello è stato applicato a 30 diverse condizioni suolo-clima-falda caratteristiche del territorio provinciale, considerando lo stesso ordinamento colturale (monocoltura di mais) per un periodo di 10 anni (1993-2002); le pratiche colturali sono state considerate standard su tutto il territorio ad eccezione dell'uso dell'irrigazione. I dati climatici utilizzati (precipitazioni e temperature giornaliere) si riferiscono alle stazioni della rete ARPAV di Castelfranco Veneto, Zero Branco e Agna, rappresentative dei principali tipi climatici individuati nella pianura veneta.

Tra gli output del modello MACRO sono stati utilizzati, per la valutazione della capacità protettiva dei diversi suoli, i flussi di acqua in uscita alla base del profilo, espressi come percentuale degli apporti di precipitazioni e irrigazione per renderli facilmente confrontabili al variare delle condizioni climatiche.
Le classi di capacità protettiva del suolo nei confronti delle acque profonde utilizzate sono state quelle definite nell'ambito del progetto SINA (Calzolari *et al.*, 2001) assumendo, sulla base di simulazioni con il modello SOIL-N, una relazione tra flussi idrici e quantità di nitrati dilavati. Le classi utilizzate sono riassunte nella tabella 2.

Tabella 2: Classificazione della capacità protettiva dei suoli in funzione dei flussi relativi di percolazione e delle perdite di azoto nitrico.

CLASSE DI CAPACITA' PROTETTIVA	Flussi relativi di percolazione	Perdite di NO_3^-
BB (bassa)	>40%	>20%
MB (moderatamente bassa)	29-40%	11-20%
MA (moderatamente alta)	12-28%	5-10%
AA (alta)	<12%	<5%

Nel caso di suoli a elevato contenuto di sostanza organica il bilancio idrico non si è rivelato sufficiente a valutare le perdite azotate, più elevate a causa della forte mineralizzazione dei residui organici presenti nel suolo; pertanto in questi casi le perdite di azoto sono state stimate direttamente con il modello SOIL-N.

Le relazioni studiate nei suoli più rappresentativi della regione sono state applicate alle diverse combinazioni suolo-clima-falda individuate nell'area e i risultati sono stati estesi alle unità tipologiche di suolo della carta dei suoli scala 1:50.000. La classe di capacità protettiva attribuita a ciascuna tipologia di suolo è stata estesa alle unità della carta dei suoli in scala 1:50.000 attribuendo a ciascuna unità cartografica, quando nella stessa unità erano presenti due suoli, la classe del suolo più diffuso (suolo dominante).

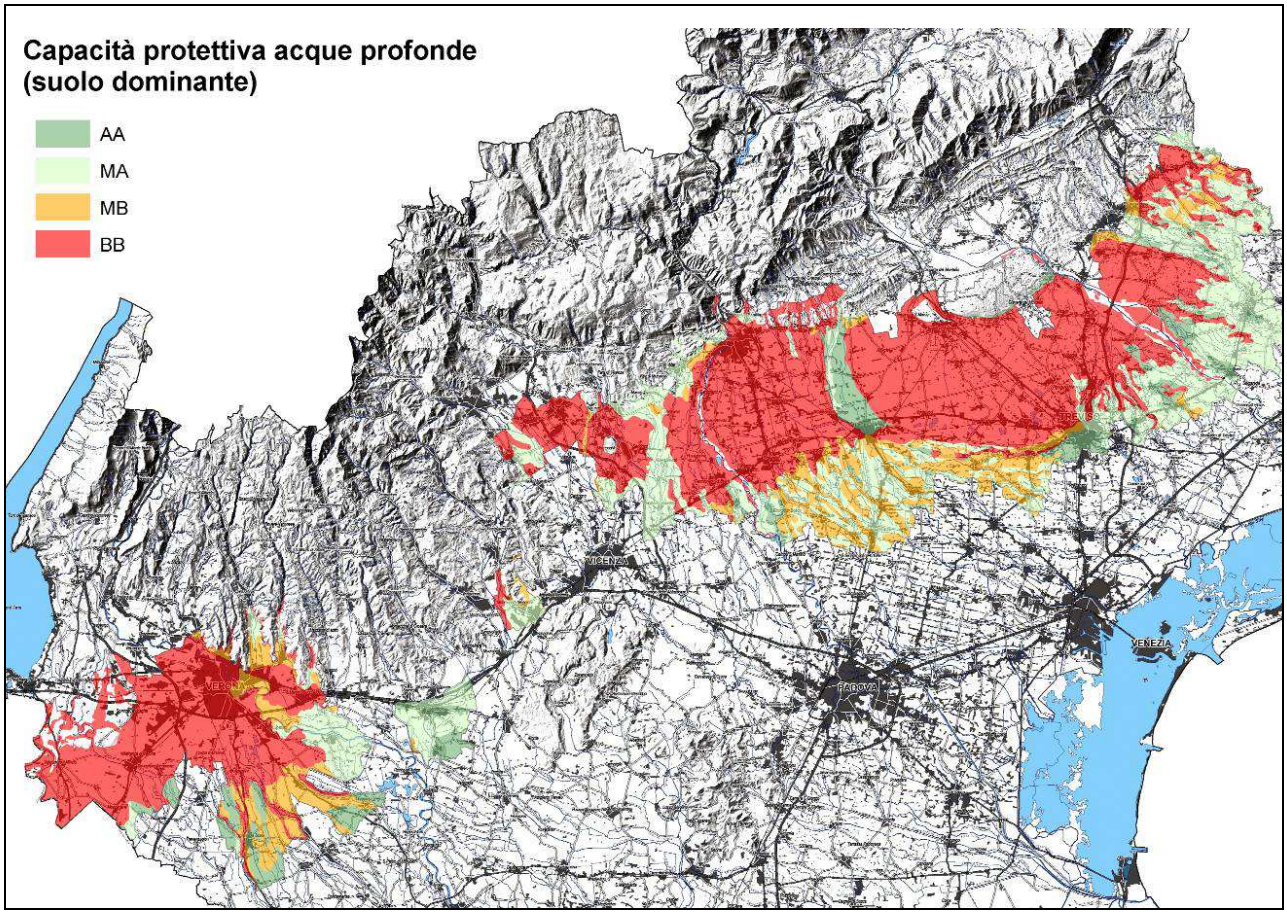

Figura 14: Carta della capacità protettiva dei suoli nei confronti delle acque profonde in scala 1:50.000.

I suoli a minor capacità protettiva per le falde sono quelli a tessitura grossolana e ricchi in scheletro dell'alta pianura, per i quali si sono riscontrati flussi relativi intorno al 45%, e i suoli ad elevato contenuto di sostanza organica delle risorgive (istosuoli) nei quali è elevata la mineralizzazione dell'azoto. Molto protettivi (flussi <10%) si sono invece rivelati i suoli a tessiture limose o argillose, che possono però presentare un rischio di perdite per scorrimento superficiale verso le acque superficiali. Valori intermedi sono stati stimati per i suoli di dosso a granulometria grossolana nella bassa pianura per i quali la capacità protettiva è moderatamente bassa.

3.2 Surplus di azoto

La carta realizzata con la metodologia sopra descritta rappresenta la capacità protettiva "intrinseca" del suolo a funzionare da filtro dei nutrienti, in determinate condizioni climatiche e ambientali. Per una più mirata valutazione del rischio che l'azoto apportato con concimazioni organiche e minerali raggiunga le acque di falda è necessario tener conto degli effettivi apporti azotati.

A questo scopo è stata realizzata una carta che stima quanto dell'azoto distribuito con le concimazioni sia in eccesso rispetto alle utilizzazioni da parte delle colture e quindi risulti potenzialmente inquinante. Questa **carta del surplus di azoto** (figura 15) incrociata con la carta della capacità protettiva del suolo permette di dare un'indicazione più precisa di quali aree siano a maggior rischio per la percolazione dell'azoto nelle acque di falda.

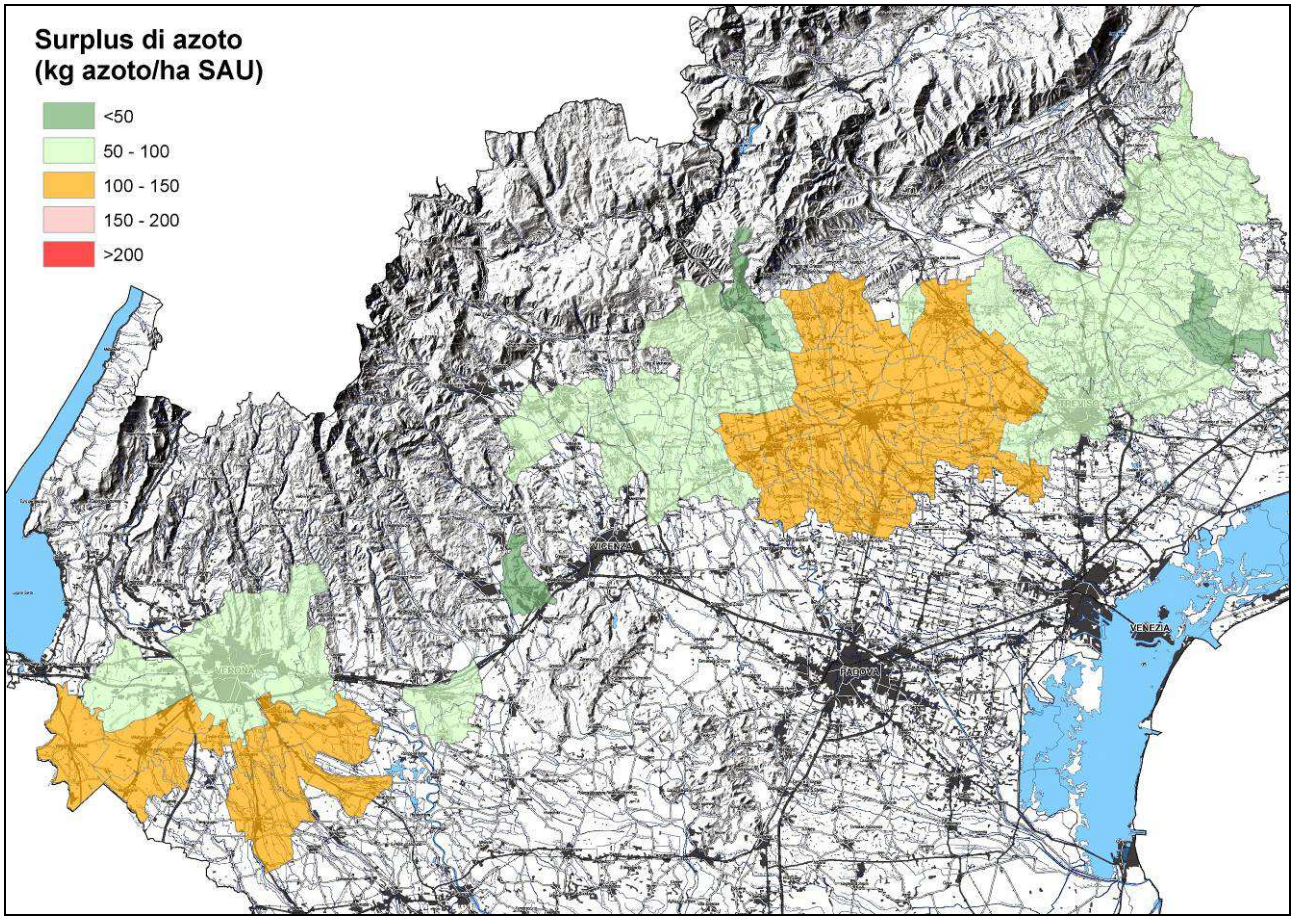

Fig. 15: Carta del surplus di azoto calcolato a livello comunale.

La carta è stata realizzata con una metodologia articolata in più fasi:

1. *Stima delle rese e dei fabbisogni standard*

Aree omogenee (AO): Sono state individuate all'interno della regione delle aree omogenee secondo caratteristiche pedologiche (tessitura, scheletro, profondità), climatiche (montagna, prealpi, collina, alta e bassa pianura, regime idrico dei suoli), vulnerabilità (zone vulnerabili ai nitrati di origine agricola e zone ordinarie) e disponibilità di apporti irrigui al fine di differenziare la riposta produttiva delle colture. Sono state individuate 32 aree omogenee.

*Ordinamenti colturali: s*ono stati individuati con riferimento ai dati del 6° Censimento dell'Agricoltura (ISTAT) del 2010 che riportano per ciascun comune le superfici agricole (SAU) raggruppate secondo categorie principali (seminativi, colture legnose agrarie esclusa vite, vite, orti familiari, prati permanenti e pascoli). Tali categorie sono state disaggregate con riferimento ai dati dell'Anagrafe del settore primario ("Fascicoli aziendali"), come di seguito riportato:

- seminativi: frumento, mais, riso, altri cereali, erbai, barbabietola, girasole, soia, leguminose, orticole (compresi orti familiari), pomodoro, patata, piante industriali, vivai.
- colture legnose agrarie: colture arboree da frutto, colture arboree da legno,oliveti.
- vite
- prati permanenti e pascoli

La superficie di ogni comune è stata suddivisa tra le aree omogenee ottenendo 1190 sub-aree alle quali è stato attribuito l'ordinamento colturale con riferimento al comune di appartenenza.

Stima delle rese: le rese sono state stimate per coltura e per area omogenea con riferimento alle potenzialità agronomiche dell'area e alle conoscenze specifiche del territorio. I valori così ottenuti sono stati riferiti al territorio provinciale di appartenenza e confrontati con quelli corrispondenti della statistica ufficiale che ne hanno guidato eventuali sistematici aggiustamenti.

Stima dei fabbisogni azotati: per singola coltura e per area omogenea sono stati stimati in funzione delle rese ottenibili, delle tecniche agronomiche adottate mediamente dall'agricoltore e dei limiti massimi stabiliti dalla norma. La sommatoria dei fabbisogni ponderata sulle sub-aree omogenee ha consentito di stimare i fabbisogni comunali e quello regionale.

2. *Stima dei carichi di azoto*

Stima dei carichi di N da effluenti zootecnici: si è fatto riferimento all'Archivio delle Comunicazioni obbligatorie per l'utilizzo dei reflui di origine zootecnica (Comunicazioni "Nitrati") integrato con le informazioni del 6° Censimento dell'Agricoltura (ISTAT) del 2010 al fine di considerare anche i carichi di N derivanti da aziende zootecniche che non compilano le comunicazioni. L'Archivio delle Comunicazioni riporta per azienda zootecnica le superfici catastali utilizzate per lo spandimento dei reflui e le quantità complessive di N utilizzato, consentendo di stimare un carico medio sulla

superficie aziendale e di individuare in ciascuna sub-area la superficie interessata dallo spandimento dei reflui e quella concimata con soli fertilizzanti commerciali.

*Stima degli apporti di fertilizzanti: l*a quantità complessiva di N da fertilizzanti utilizzata sul territorio regionale è stata ricavata dalle stime ISTAT che riportano annualmente le quantità di elementi nutritivi contenute nei fertilizzanti. La quantità totale utilizzata a livello regionale (mediata per gli anni 2008 – 2009– 2010) è stata ripartita tra le sub-aree omogenee proporzionalmente ai loro fabbisogni. Sulle superfici interessate dallo spandimento dei reflui, la quantità disponibile di N da fertilizzante è stata ridotta in funzione della disponibilità di N da effluenti zootecnici, garantendo comunque una copertura del 20% del fabbisogno con N da fertilizzanti.

3. *Stima delle asportazioni di N*

Le asportazioni sono state calcolate per comune, per tipo zona omogenea e per coltura sulla base di coefficienti di riferimento che forniscono una percentuale di asportazione sulla sostanza secca. Le leguminose risultano con asportazioni negative, ossia arricchiscono il terreno di azoto.

4. *Stima dei surplus di N*

I surplus di N sono stati calcolati come differenza tra i carichi totali e le asportazioni. I valori di surplus di azoto sono stati raggruppati nelle classi di tabella 3 e rappresentati nella figura 15 come dato comunale (kg di azoto per ettaro di SAU).

Tabella 3: Classi di surplus di azoto.

CLASSE	Molto Basso	Basso	Medio	Alto	Molto Alto
AZOTO (kg N/ha)	<50	50-100	100-150	150-200	>200

Come si vede nella figura 15, i surplus azotati nell'area dei 100 comuni non superano mai i 150 kg/ha.

3.3 Rischio di percolazione

L'incrocio della carta del surplus azotato con la carta della capacità protettiva dei suoli per la determinazione del **rischio di percolazione** viene eseguita attribuendo ciascuna unità cartografica ad una classe di percolazione sulla base della combinazione tra le classi di capacità protettiva e surplus di azoto (tabella 4).

Tabella 4: Rischio di percolazione dell'azoto di origine agrozootecnica alla base del profilo.

		Surplus di N				
		Molto Basso	**Basso**	**Medio**	**Alto**	**Molto Alto**
Capacità protettiva	*Bassa*	Alto	Alto	Alto	Molto Alto	Molto Alto
	Moderatamente Bassa	Medio	Medio	Medio	Alto	Alto
	Moderatamente Alta	Molto Basso	Basso	Basso	Medio	Medio
	Alta	Molto Basso	Molto Basso	Molto Basso	Basso	Basso

Dalla carta che ne deriva (figura 16) si può notare una generale attenuazione dell'aggettivo che descrive l'intensità del rischio: la classe di rischio più elevata ("molto alto") non è rappresentata. I suoli dell'alta pianura rimangono, però, con un rischio di percolazione alto, a causa della loro vulnerabilità intrinseca elevata, e i suoli di dosso della bassa pianura, a capacità protettiva moderatamente alta, ricadono proprio in aree a surplus azotato più alto, ma complessivamente ricadono in aree classificate a rischio di percolazione medio.

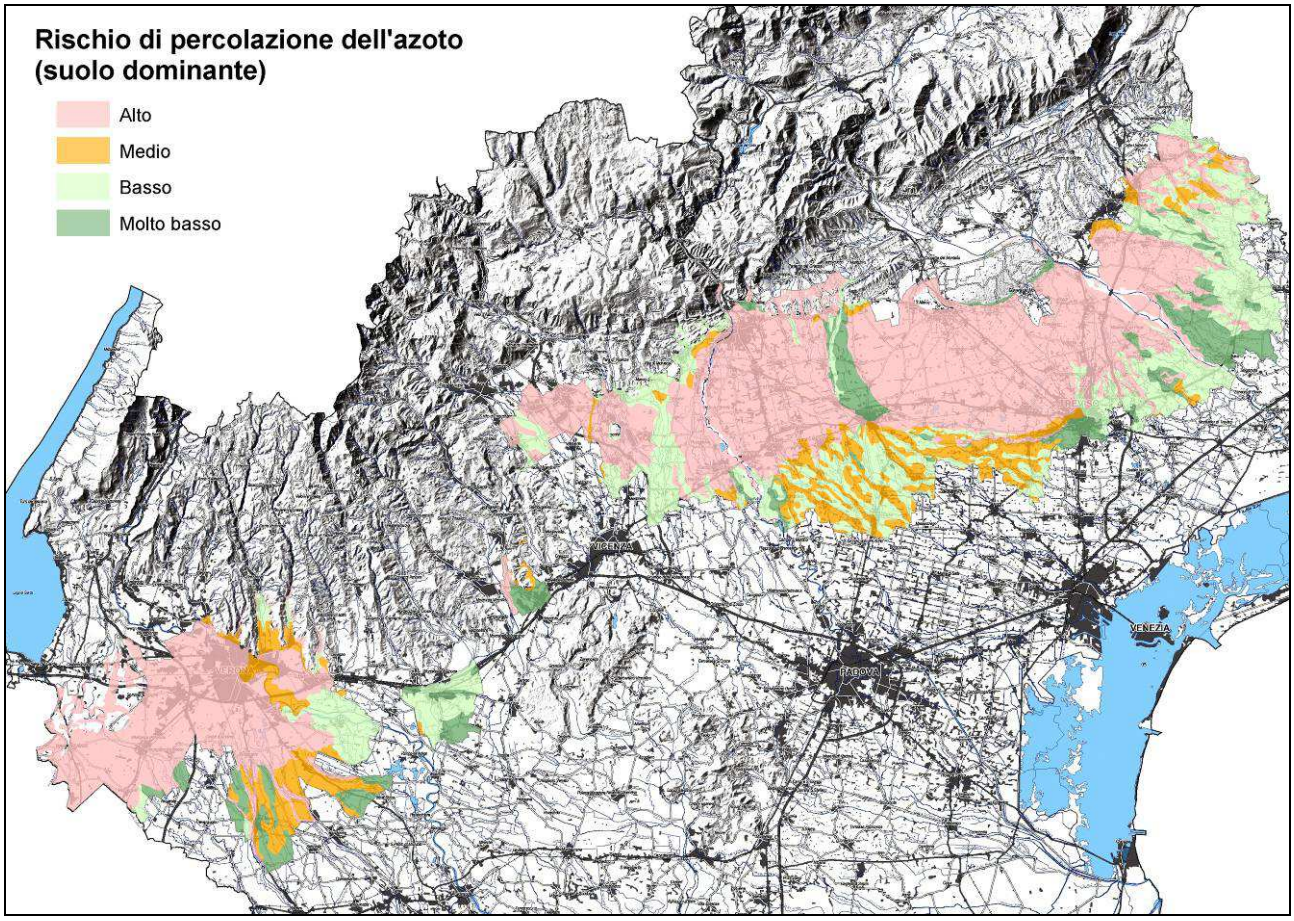

Figura 16: Carta del rischio di percolazione dell'azoto.

4 CONCLUSIONI

Come accennato in premessa questo studio aveva lo scopo di elaborare le informazioni di dettaglio sui suoli raccolte negli ultimi 10 anni nell'area dei 100 comuni classificata come Zona Vulnerabile ai nitrati di origine agricola per metterle a sistema con le modalità di valutazione sulla capacità protettiva dei suoli sviluppata in questi anni da ARPAV, in modo da ottenere utili indicazioni per una eventuale revisione delle ZVN.

Dallo studio è emerso che:

1) La parte dei comuni dichiarati ZVN che ricadono in zona collinare costituisce il 10% della superficie totale: in queste aree per il tipo di suoli presenti, la conformazione fisica e l'attività agricola praticata la vulnerabilità ai nitrati è sicuramente bassa per la quasi totalità delle superfici;

2) Della rimanente parte che ricade in pianura solo il 58% è compreso in superfici che presentano un rischio di percolazione alto, che giustifica la designazione come ZVN, mentre l'11% è classificabile con rischio di percolazione medio, il 22% basso e il 9% molto basso; le zone di alta pianura, poste a nord della linea delle risorgive, presentano una forte prevalenza di superfici a rischio elevato e pertanto devono rimanere ZVN, mentre le zone di bassa pianura, poste a sud della linea delle risorgive, presentano un'alternanza di superfici a rischio medio, basso e talvolta molto basso, che ne giustificano una designazione come zone NON vulnerabili ai nitrati.

Sono fatte salve tutte le valutazioni fatte sui risultati del monitoraggio delle acque sotterranee con lo scopo di verificare l'effettivo stato di vulnerazione dei corpi idrici.

5 APPENDICE

5.1 Esempio di descrizione di Unita' Tipologica di Suolo

Unità Tipologica di Suolo

Dueville - DUE1

Nome e codice: Dueville (VI04-DUE1) franchi, ghiaiosi
Tipo di UTS: fase di serie

AMBIENTE E DISTRIBUZIONE GEOGRAFICA

Catalogo dei paesaggi del Veneto: i-POA03fa
Descrizione dell'ambiente: Alta pianura recente (risalente all'Olocene antico) dell'Astico. Conoide ghiaioso e superfici terrazzate, con canali intrecciati poco evidenti, nelle zone con maggior presenza di materiale grossolano (barre fluviali).

Morfologia: conoide di piana pedemontana, con tracce di canali intrecciati
Materiale parentale: sedimenti fluviali, depositi di piena ad alta energia, limosi molto ghiaiosi (litologia mista carbonatica), estremamente calcarei
Substrato: sedimenti fluviali, depositi di piena ad alta energia, sabbiosi estremamente ghiaiosi
Quote: 53-300 m s.l.m.
Pendenze: subpianeggiante (0,2-2%)
Uso del suolo: dominante prati permanenti asciutti, subordinato mais
Diffusione:
Località caratteristiche: Dueville
Gestione delle acque: assente
Note:

PROPRIETÀ DEL SUOLO

Differenziazione del profilo: moderata
Profondità utile alle radici: da moderatamente elevata a moderatamente bassa (70-85 cm; modale 80 cm), limitata da scheletro (>70% in volume)
Pietrosità superficiale: 25% ghiaia 2% ciottoli
Rocciosità: assente
Falda: assente
Deflusso superficiale: da trascurabile a basso
Drenaggio interno: da buono a moderatamente rapido
Permeabilità: alta
AWC: molto bassa

Sequenza orizzonti: Ap-(Bw)-C
Orizzonti diagnostici:
WRB: mollico, cambico
USDA: mollico, cambico
Regime di umidità: udico
Regime di temperatura: mesico
Formula climatica di Thornthwaite: B3B2'rb3' (umido, secondo mesotermico, (A, B, C2) non vi è deficienza idrica o è molto piccola, concentrazione estiva dell'efficienza termica 51,9-56,3%).

CARATTERISTICHE DEGLI ORIZZONTI

Ap: spessore 40 cm; colore bruno scuro (10YR3/3); tessitura franca; scheletro frequente ghiaioso medio di litologia mista carbonatica; molto calcareo; alcalino; saturazione molto alta; contenuto in carbonio organico moderato.
Bw: spessore 10 cm; colore bruno giallastro scuro (10YR4/4); tessitura franco sabbioso argillosa; scheletro abbondante ghiaioso grossolano di litologia mista carbonatica; estremamente calcareo; alcalino; saturazione molto alta; contenuto in carbonio organico moderato.
C: a partire da 50 cm; colore bruno giallastro (10YR5/4); tessitura sabbioso franca; scheletro abbondante ghiaioso grossolano di litologia mista carbonatica; estremamente calcareo; alcalino; saturazione molto alta; contenuto in carbonio organico molto basso.

CLASSIFICAZIONE

Soil Taxonomy (KEYS 2010): Typic Haprendolls sandy-skeletal, carbonatic, mesic
WRB (2006): Rendzic Phaeozems (Skeletic, Endoarenic)

PROFILO DI RIFERIMENTO
Sigla: VIP1P0066

Ricollegamento UTS: VIP1 DUE1
Grado di ricollegamento: osservazione tipica

Località:
Comune: Dueville (VI)

Materiale parentale: sedimenti fluviali, depositi di conoide limosi molto ghiaiosi di litologia mista carbonatica (90%) e di litologia mista silicatica (10%)
Substrato: sedimenti fluviali, depositi di conoide sabbiosi estremamente ghiaiosi di litologia mista carbonatica (90%) e di litologia mista silicatica (10%)
Pietrosità: non rilevabile
Rocciosità: assente
Aspetti superficiali: coltura o inerbimento in atto
Falda: assente
Drenaggio: buono
Permeabilità: moderatamente alta
Uso del suolo: prato permanente irriguo
Rilevatori: Andrea Dalla Rosa, Silvia Obber, Giulia Manni
Data di descrizione: 20/02/2008

Descrizione del profilo

I colori sono stati descritti allo stato umido.

A: (0-40 cm), colore di massa bruno grigiastro molto scuro (10YR3/2); umido; stima della tessitura franco limosa; scheletro scarso, di litologia mista carbonatica, isodiametrale arrotondato, poco alterato; struttura principale poliedrica subangolare media, forte, struttura secondaria poliedrica subangolare fine, forte; pori grandi abbondanti e fini comuni; comuni radici fini e poche grossolane; effervescenza debole; limite chiaro lineare.
Bw: (40-80 cm), colore di massa bruno giallastro scuro (10YR3/4); umido; stima della tessitura franco argillosa; scheletro abbondante, di litologia mista carbonatica, isodiametrale arrotondato, poco alterato; struttura principale poliedrica subangolare fine, debole; poche radici fini e poche molto fini; effervescenza violenta; limite graduale lineare.
C: (80-110 cm), colore di massa <G 4/5>; umido; stima della tessitura sabbioso franca; scheletro molto abbondante, di litologia mista carbonatica, isodiametrale arrotondato, poco alterato; struttura principale assente (orizzonte incoerente); effervescenza violenta; limite sconosciuto.

Oriz	Lim. sup.	Lim. inf.	Sab. tot.	Sab. m.f.	Limo tot.	Arg.	Cl. tes.	pH	Carbonati tot.	Calc. att.	C org.	P ass.	CSC	Ca sc.	Mg sc.	Na sc.	K sc.	TSB	EC
	cm	cm	%	%	%	%			%	%	%	mg/kg	meq/ 100g	meq/ 100g	meq/ 100g	meq/ 100g	meq/ 100g	%	mS/cm
A	0	40	14,9		63,4	21,7		8,1	22	3	2,3		45,1	33,4	7,8		0,2	92	
Bw	40	80	42,2		29,4	28,4		8,2	42	2	1,4		33,7						
C	80	110	84,0		7,7	8,3		8,5	68	1	0,5		5,2						

PROFILI RICONDUCIBILI ALL'UTS

Profili ricollegati: 4
Osservazioni ricollegate: 21

Sigla profilo	Rappresentatività dell'osservazione	Classificazione WRB	Eventuali motivi di discostamento dal range	Analisi
VI02P0011	osservazione tipica	Eutric Episkeletic Fluvisol		

VARIABILITÀ DELLE CARATTERISTICHE DEGLI ORIZZONTI GENETICI

Ap: spessore medio di 40 cm (20-45 cm); colore bruno scuro (10YR3/3) (value da 3 a 4, chroma da 2 a 4); tessitura da franca a franco limosa (argilla 22-26% modale 25%, sabbia 24-48% modale 44%, sabbia molto fine modale 0%); scheletro da frequente a comune (20-35%, modale 30%), da ghiaioso medio a ghiaioso grossolano di litologia mista carbonatica; struttura poliedrica subangolare media moderata; molto calcareo (modale 23%); alcalino; saturazione molto alta; contenuto in carbonio organico da moderato a moderatamente alto (modale 2,2%); CSC alta (modale 35meq/100g); permeabilità moderatamente alta.

Bw: spessore medio di 15 cm (0-20 cm); colore bruno giallastro scuro (10YR4/4) (value da 3 a 4); tessitura da franco sabbioso argillosa a franco argillosa (argilla 20-30% modale 28%, sabbia 30-60% modale 50%, sabbia molto fine modale 0%); scheletro abbondante (35-55%, modale 55%), da ghiaioso grossolano a ghiaioso medio di litologia mista carbonatica; struttura poliedrica subangolare fine debole; estremamente calcareo (modale 42%); alcalino; saturazione molto alta; contenuto in carbonio organico da moderato a moderatamente basso (modale 1,4%); CSC alta (modale 35meq/100g); permeabilità alta; note: Orizzonte non sempre presente.

C: a partire da 50 cm (40-60 cm) colore bruno giallastro (10YR5/4) (value da 5 a 6, chroma da 3 a 4); tessitura da sabbioso franca a sabbiosa (argilla 2-7% modale 4%, sabbia 85-95% modale 88%, sabbia molto fine modale 0%); scheletro da abbondante a molto abbondante (50-70%, modale 65%), da ghiaioso grossolano a ghiaioso medio di litologia mista carbonatica; struttura assente (orizzonte incoerente); estremamente calcareo (modale 69%); alcalino; saturazione molto alta; contenuto in carbonio organico molto basso (modale 0,2%); CSC molto bassa (modale 5meq/100g); permeabilità alta.

UTS CONCORRENTI

Sigla	Nome UTS	Soil Taxonomy	WRB	Caratteristiche differenziali
VI04-SDR1	Sandrigo franco argillosi, scarsamente ghiaiosi	Typic Eutrudepts sandy-skeletal, carbonatic, mesic (2010)	Haplic Cambisols (Hypercalcaric, Humic, Hypereutric, Endoskeletic) (2006)	meno grossolano, con Bw

PRINCIPALI SUOLI ASSOCIATI GEOGRAFICAMENTE NEL PAESAGGIO

Sigla	Nome UTS	Soil Taxonomy	WRB	Localizzazione
VI04-SDR1	Sandrigo franco argillosi, scarsamente ghiaiosi	Typic Eutrudepts sandy-skeletal, carbonatic, mesic (2010)	Haplic Cambisols (Hypercalcaric, Humic, Hypereutric, endoskeletic) (2006)	sui canali del sistema a canali intrecciati

Grado di fiducia dell'UTS: medio

QUALITÀ SPECIFICHE

Profondità utile alle radici: da moderatamente elevata a moderatamente bassa (70-85 cm; modale 80 cm), limitata da scheletro (>70% in volume)
Drenaggio interno: da buono a moderatamente rapido
Permeabilità: alta
AWC: molto bassa
Tessitura del primo metro: franca

Rischio di inondazione: assente
Rischio di incrostamento: basso
Tendenza alla fessurazione: assente
Rischio di deficit idrico: lieve

PROBLEMI NUTRIZIONALI

Acidità	orizzonte superficiale (0-30/50 cm) orizzonte profondo (30/50-80 cm) substrato (80-120 cm)	nessun problema riscontrato nessun problema riscontrato nessun problema riscontrato
Alcalinità	orizzonte superficiale (0-30/50 cm) orizzonte profondo (30/50-80 cm) substrato (80-120 cm)	nessun problema riscontrato nessun problema riscontrato nessun problema riscontrato
Salinità	orizzonte superficiale (0-30/50 cm) orizzonte profondo (30/50-80 cm) substrato (80-120 cm)	nessun problema riscontrato nessun problema riscontrato nessun problema riscontrato
Sodicità	orizzonte superficiale (0-30/50 cm) orizzonte profondo (30/50-80 cm) substrato (80-120 cm)	nessun problema riscontrato nessun problema riscontrato nessun problema riscontrato
Capacità di scambio cationico	orizzonte superficiale (0-30/50 cm) orizzonte profondo (30/50-80 cm) substrato (80-120 cm)	nessun problema riscontrato nessun problema riscontrato CSC molto bassa (<5 meq/100g)
Calcare attivo	orizzonte superficiale (0-30/50 cm) orizzonte profondo (30/50-80 cm) substrato (80-120 cm)	calcare attivo basso (0,5-5%) calcare attivo basso (0,5-5%) calcare attivo basso (0,5-5%)

Lavorabilità: difficile
resistenza meccanica alle lavorazioni: elevata
tempo di attesa: breve
Percorribilità: buona
Rischio di sprofondamento: assente

Capacità di accettazione delle piogge: molto alta
Capacità depurativa del suolo: alta
Classe di attitudine allo spandimento dei liquami: bassa per presenza di uno strato permeabile

Capacità d'uso: IIIs3;