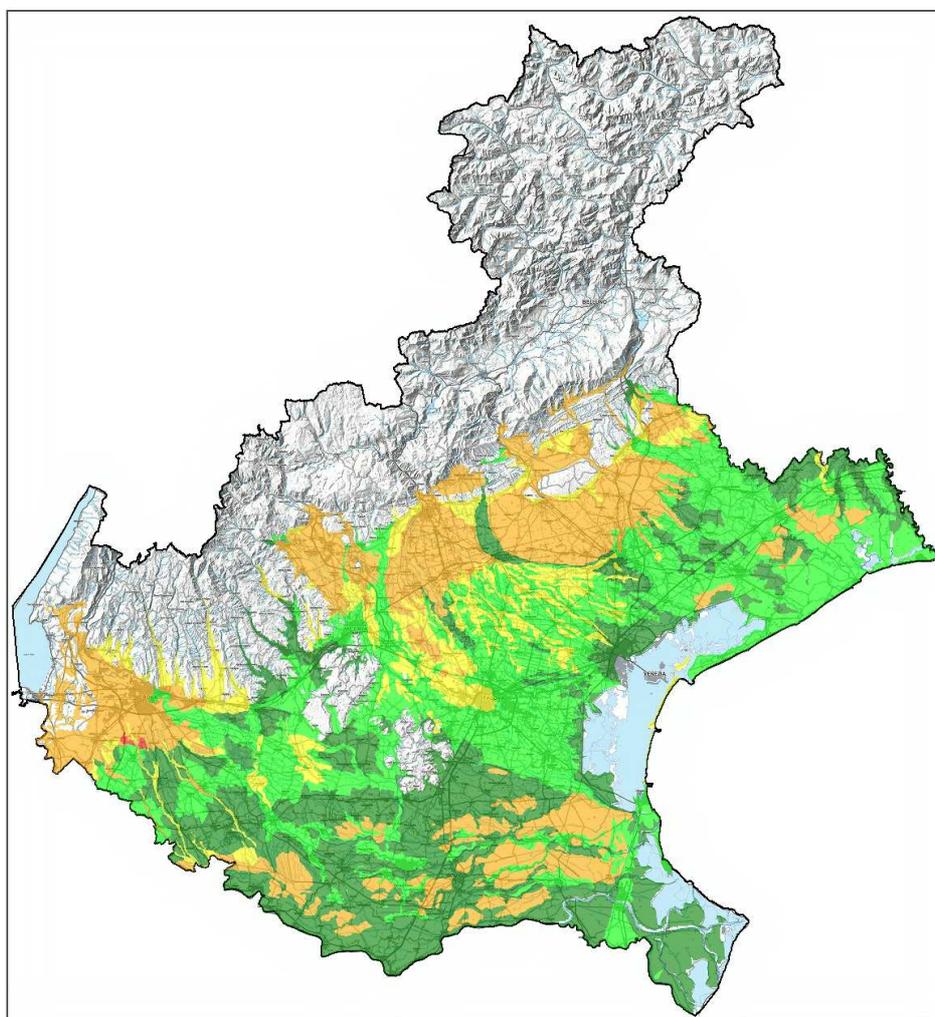


**Servizio Osservatorio Suoli e Bonifiche**

# CARTA DELLA CAPACITÀ PROTETTIVA E DEL RISCHIO DI PERCOLAZIONE DELL'AZOTO DEI SUOLI DELLA PIANURA VENETA



aprile 2016

# INDICE

1	OBIETTIVI DELLO STUDIO .....	3
2	VALUTAZIONE DELLA CAPACITA' PROTETTIVA DEI SUOLI E DEL RISCHIO DI PERCOLAZIONE DELL'AZOTO .....	3
2.1	Capacità protettiva .....	3
2.2	Surplus azotato .....	6
2.3	Rischio di percolazione dell'azoto .....	8
3	CONCLUSIONI .....	10

# 1 OBIETTIVI DELLO STUDIO

Come è riconosciuto anche a livello normativo sia dalla Strategia Tematica Europea sulla Protezione del suolo (COM/231/2006) che dal D.Lgs. 152/06 nella Parte III relativa alla tutela delle acque, il suolo è in grado di funzionare da filtro naturale dei nutrienti apportati con le concimazioni minerali ed organiche, riducendo le quantità potenzialmente immesse nelle acque. Questa capacità di attenuazione, definita anche “capacità protettiva” del suolo, dipende da caratteristiche del suolo, fattori ambientali (condizioni climatiche e idrologiche) e fattori antropici (ordinamento colturale e pratiche agronomiche). Le complesse interazioni tra tali fattori sono difficilmente valutabili utilizzando approcci di tipo qualitativo, che non derivino da dati sperimentali relativi ai diversi contesti ambientali. Si è preferito quindi un approccio di tipo quantitativo, basato su modelli per la simulazione del bilancio idrico e di quello dell’azoto validati con misure sperimentali.

## 2 VALUTAZIONE DELLA CAPACITÀ PROTETTIVA DEI SUOLI E DEL RISCHIO DI PERCOLAZIONE DELL’AZOTO

### 2.1 Capacità protettiva

La metodologia utilizzata per valutare la capacità protettiva del suolo è stata messa a punto grazie alla collaborazione con il CNR ISES di Firenze (Calzolari et al., 2004), mettendo a frutto i risultati di 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 era 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. 1: Prelievo di campioni indisturbati con cilindri di volume noto.

Sono stati raccolti campioni indisturbati (metodo dei cilindretti, fig. 1) per la misura della curva di ritenzione ( $pF$ ), della conducibilità idrica satura ( $K_{sat}$ ) e della densità apparente. In totale sono state realizzate 205 misure di  $K_{sat}$  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 interessata, tra tutti i profili descritti e misurati ne sono scelti alcuni come rappresentativi delle unità tipologiche di suolo più diffuse; i risultati ottenuti dal rilevamento e dalle misure sono utilizzati come dati di input del modello di bilancio idrico MACRO; il modello viene applicato a diverse condizioni suolo-clima-falda caratteristiche del territorio indagato, 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 1.

Tabella 1: Classificazione della capacità protettiva dei suoli in funzione dei flussi relativi di percolazione e delle perdite di azoto nitrico.

<b>CLASSE DI CAPACITA' PROTETTIVA</b>	<b>Flussi relativi di percolazione</b>	<b>Perdite di NO<sub>3</sub><sup>-</sup></b>
<b>AA</b> (alta)	<12%	<5%
<b>MA</b> (moderatamente alta)	12-28%	5-10%
<b>MB</b> (moderatamente bassa)	29-40%	11-20%
<b>BB</b> (bassa)	>40%	>20%

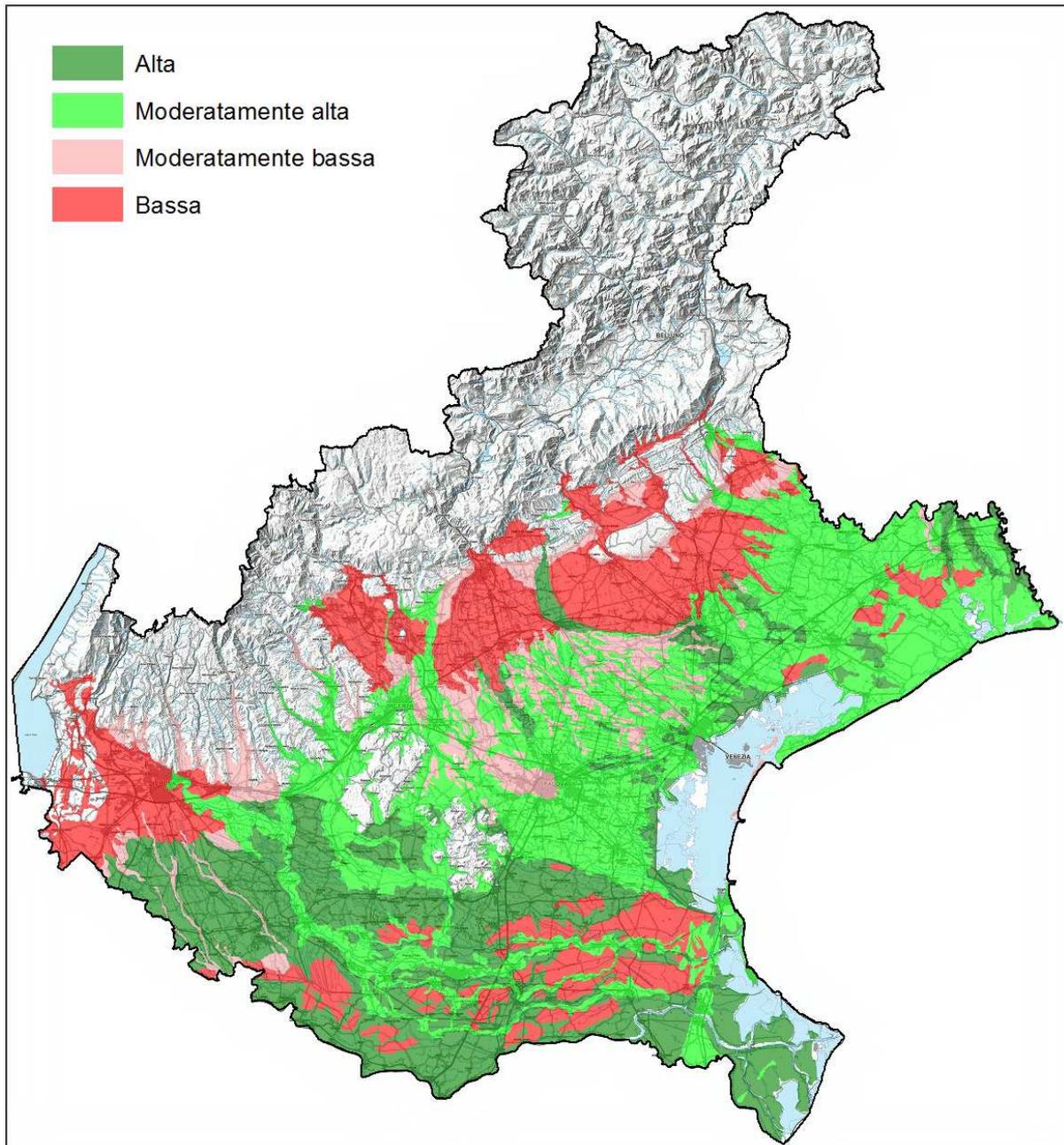


Fig. 2: : Carta della capacità protettiva dei suoli di pianura nei confronti delle acque profonde in scala 1:250.000..

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 alla scala 1:250.000. La classe di capacità protettiva attribuita a ciascuna tipologia di suolo è stata estesa alle unità della carta dei suoli attribuendo a ciascuna unità cartografica, quando nella stessa unità erano presenti due suoli, la classe del suolo più diffuso (suolo dominante, fig. 2).

## 2.2 Surplus azotato

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** (fig. 3) 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.

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.

*Ordinamenti colturali:* sono 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:* la 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 di 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 2 (kg di azoto per ettaro di SAU).

Tabella 2: Classi di surplus di azoto (kg/ha).

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

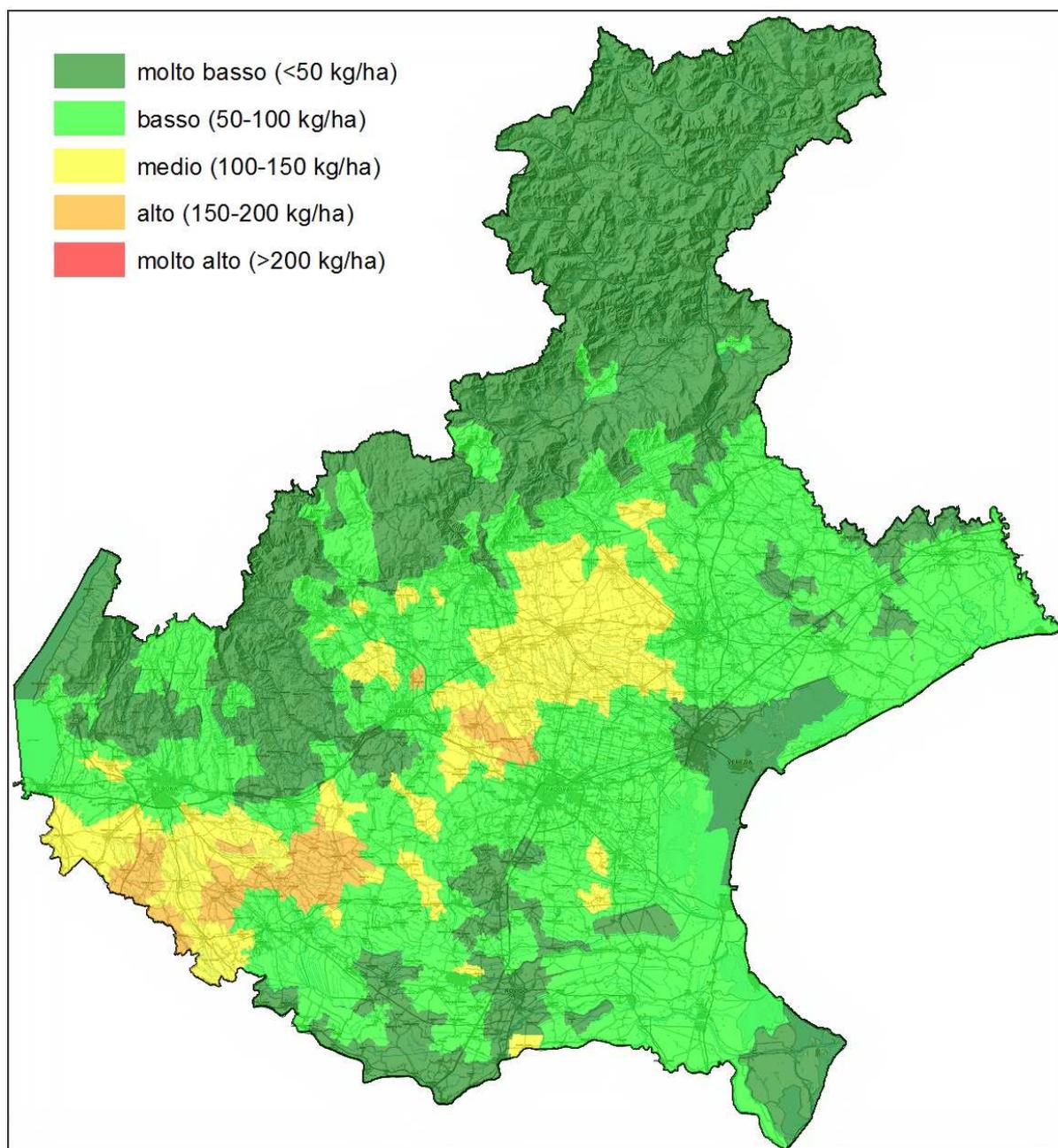


Fig. 3: Carta del surplus di azoto calcolato a livello comunale.

## 2.3 Rischio di percolazione dell'azoto

L'incrocio della carta del surplus azotato con la carta della capacità protettiva dei suoli per la determinazione del **rischio di percolazione** viene eseguito attribuendo ciascuna unità cartografica ad una classe di percolazione sulla base della combinazione tra le classi di capacità protettiva e surplus di azoto come riportato nella tabella 3.

Tabella 3: 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 Basso	Medio	Medio	Medio	Alto	Alto
	Moderatamente Alta	Molto Basso	Basso	Basso	Medio	Medio
	Alta	Molto Basso	Molto Basso	Molto Basso	Basso	Basso

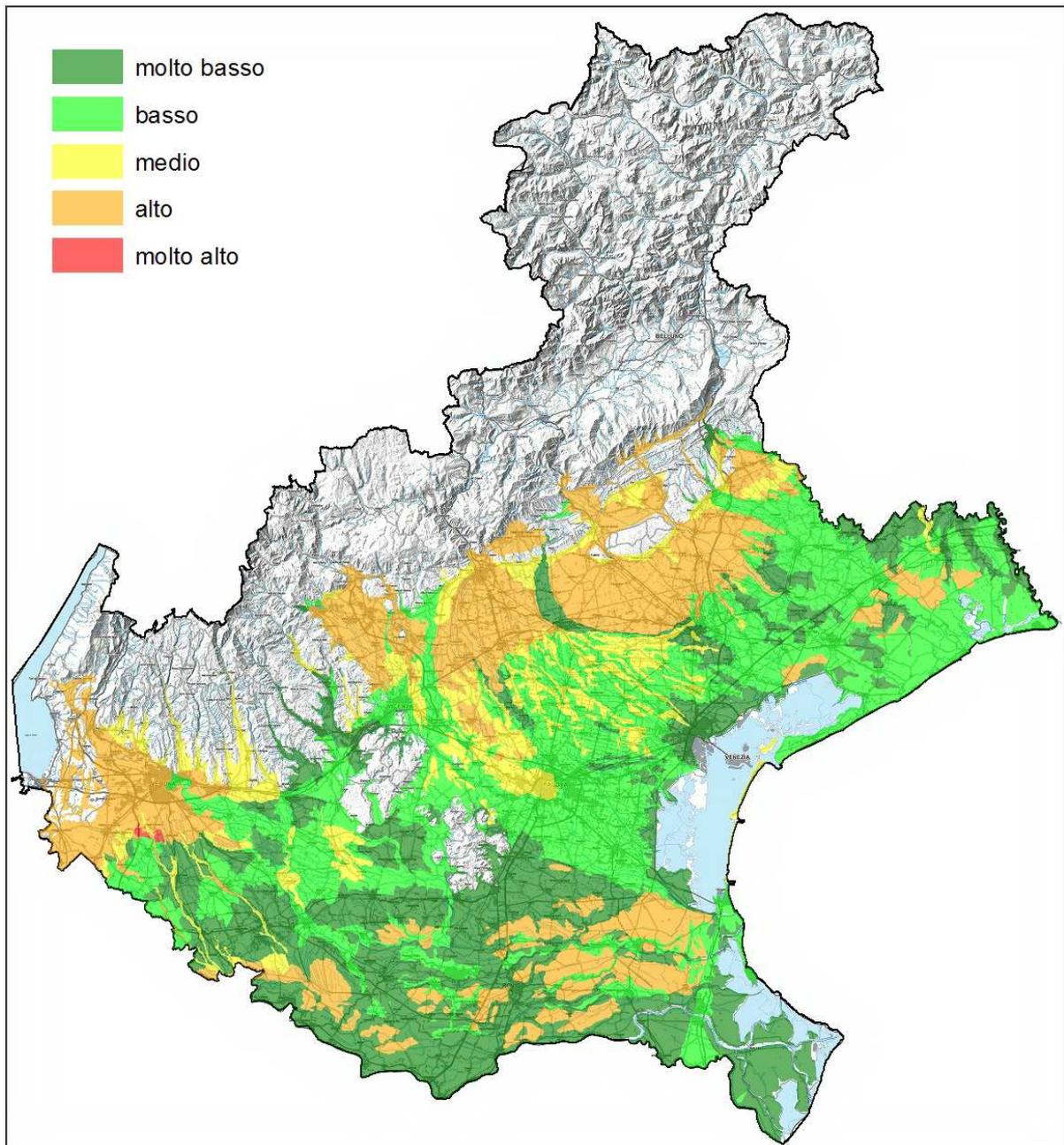


Figura 4: Carta del rischio di percolazione dell'azoto.

### 3 CONCLUSIONI

I suoli a minor capacità protettiva (figura 2) per le falde sono quelli a tessitura grossolana e ricchi in scheletro dell'alta pianura, per i quali sono stati stimati flussi relativi intorno al 45%, e i suoli ad elevato contenuto di sostanza organica delle risorgive e delle aree palustri bonificate (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 nella bassa pianura a granulometria grossolana.

Attraverso la carta del surplus azotato (figura 3) sono stati considerati gli effettivi apporti azotati con le concimazioni organiche e minerali e si è valutato quanto dell'azoto distribuito sia in eccesso rispetto alle utilizzazioni da parte delle colture e quindi può essere potenzialmente inquinante.

Dall'incrocio tra le due cartografie si ottiene un'indicazione più precisa di quali aree siano a maggior rischio per la percolazione dell'azoto nelle acque di falda (figura 4). I suoli dell'alta pianura rimangono con un rischio di percolazione alto, a causa della loro capacità protettiva bassa e solo due piccole aree nel veronese ricadono nella classe di rischio molto alto a causa del surplus di azoto. Per altre problematiche connesse all'elevato contenuto di sostanza organica, ricadono nella classe di rischio alto anche i suoli delle aree depresse, pur avendo un surplus di azoto da basso a molto basso. I suoli di dosso della bassa pianura a capacità protettiva moderatamente alta che ricadono in aree a surplus azotato medio-basso, ricadono in aree classificate a rischio di percolazione medio.

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