

Il problema dell'impatto agricolo sulle acque in Italia: l'esperienza dell'Emilia-Romagna

The problem of agricultural impact on water in Italy: the experience of Emilia-Romagna region

Adriano Zavatti¹, Franco Berrè², Andrea Chahoud³, Marco Farina¹, Giorgio Frassinetti⁴, Paolo Severi⁴

Premessa

Il contesto emiliano romagnolo presenta impatti articolati derivanti dall'attività agricola, su diverse componenti ambientali; oltre alle acque sotterranee, il carico di azoto e fosforo in acque superficiali porta a situazioni di criticità anche nel ricettore finale, il mare Adriatico.

Accanto ad una intensa attività di monitoraggio, i cui risultati verranno illustrati nel prossimo paragrafo, le politiche di riduzione del carico inquinante sono presenti da diversi anni sul territorio regionale, connessi al controllo delle fonti di pressione. Infine, ulteriori studi geologici sulla geometria degli acquiferi ha dato luogo infine a una nuova cartografia di vulnerabilità degli acquiferi omogenea metodologicamente a livello regionale.

Stato ambientale delle acque interne e marine

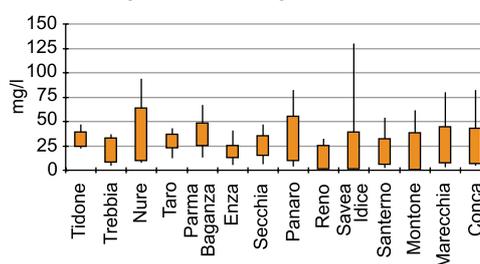
È noto che i composti azotati rappresentano la principale criticità per gli impatti antropici di superficie. In particolare, al carico zootecnico prevalentemente impattante sul contesto delle acque sotterranee si associa un contributo di composti azotati e di nutrienti in genere provenienti dalla non completa depurazione delle acque reflue da scaricatori di piena e da agglomerati non serviti, oltre che da apporti diffusi dalla superficie topografica.

Per quanto attiene le acque sotterranee, il carico da composti azotati si verifica in aree di conoide alluvionale ad alta e elevata permeabilità, situate prevalentemente in apice di conoide; la fascia con presenza di nitrati si sviluppa per 15-20 km per la parte emiliana, con conoidi di grandi dimensioni e ad elevata circolazione idrica; diversamente, tale fascia si riduce di estensione a pochi chilometri dal margine collinare e montano nella parte bolognese romagnola per una progressiva diminuzione dei depositi poroso permeabili e del grado di circolazione idrica (fig. 1).

Le concentrazioni in conoide sono mediamente variabili tra 15 e 40 mg/l con aree a concentrazione fino a 50-60 mg/l. L'aumento delle concentrazioni si riscontra verso le aree distali situate nei limiti settentrionali nelle aree

Figura 1A – Distribuzione dei nitrati nei conoidi alluvionali appenninici dell'Emilia-Romagna (valori in mg/l): distribuzione dei valori medi

Figure 1A – Nitrates distribution in Emilia-Romagna Apennines alluvial fans (mg/l): statistical average distribution



¹ ARPA Direzione Tecnica, via Po 5 – 40139 Bologna (Italy)
Tel. +39 051 6223800 | lrveruzzi@sc.arpa.emr.it
² Regione Emilia-Romagna, Servizio Tutela e Risanamento
Risorsa Acqua, via Dei Mille 21 – 40121 Bologna (Italy)

³ ARPA Ingegneria Ambientale, vicolo Carega 3 – 40139 Bologna (Italy)

⁴ Regione Emilia-Romagna, Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli, viale Silvani 4/3 – 40122 Bologna (Italy)

Sommario

L'importanza dell'impatto agricolo e zootecnico sulle risorse idriche è determinante in Emilia-Romagna a causa delle criticità ambientali degli acquiferi, dei sistemi idrici e del mare Adriatico. I reflui zootecnici usati per fertilizzare le coltivazioni, i fertilizzanti azotati sintetici, il fosforo ed i pesticidi causano un apporto di contaminazione nei sedimenti, nelle acque di superficie, negli acquiferi, nel mare Adriatico, con tempi diversi e con meccanismi differenti.

L'azoto è generalmente contenuto negli acquiferi appartenenti a depositi conoidi alluvionali grossolani. I carichi medio-alti di azoto, che variano moderatamente nel tempo, sono evidenti nelle parti superiori degli acquiferi eterogenei, che si trovano tra gli strati dei serbatoi grossolani e dei depositi argillosi, vicino alle aree di ricambio. Nelle parti inferiori dei sistemi acquiferi, una riduzione generale dei contaminanti è accompagnata da una scarsa variazione nel tempo. I valori possono aumentare nelle aree con dinamiche concentriche (con carichi coalescenti) e possono diminuire fino a zero in acquiferi molto protetti, con valori Redox negativi: l'ammoniaca è un composto tipico e la sua origine non è connessa ad un impatto umano.

Il fosforo e i composti azotati agricoli contribuiscono per il 55%-60% del carico totale nelle acque di superficie, generando condizioni anossiche in una vasta area del mare Adriatico; le condizioni anossiche dipendono dalle evoluzioni stagionali, dalla temperatura e da fattori legati ai moti ondosi e dallo scarico dei fiumi. La qualità delle acque lungo la costa è migliore nella parte meridionale della Romagna, grazie alla distanza dal delta del fiume Po e al contributo del sistema locale di drenaggio.

Il carico zootecnico è probabilmente una delle più importanti fonti di fosforo e azoto. Negli ultimi 20 anni il numero degli animali

Summary

The agricultural and zootechnical impact importance on water resources is so relevant in Emilia-Romagna Region, because of environmental criticisms in aquifers, river systems and in the Adriatic Sea.

Zootechnical wastes used to fertilize cultivations, synthetic nitrogenous fertilizers, phosphorus and pesticides provide contamination supplying in sediments, surface waters, aquifers, Adriatic Sea, in different times and with different mechanisms.

Nitrate is generally contained in aquifers belonging to coarse alluvial fan deposits.

Medium and high loads of nitrate, which vary moderately in time, are present in the upper parts of heterogeneous aquifers, with interbedding between coarse reservoirs and clayey deposits, near recharge areas. In the lower parts of aquifer systems, a general reduction of contaminants is accompanied by low variation in time. Values can increase in areas with concentric tracking (with coalescent plumes) and decrease up to 0 in very protected aquifers, with negative Redox values: ammonia is a typical compound and its origin is not related to any human impact.

Agricultural phosphorus and nitrogen compounds contribute with a 55%-60% of the total load in surface waters, generating anoxic conditions in a large area of Adriatic Sea; anoxic conditions depend on seasonal evolutions, on temperature and wave factors and on discharge of rivers. The coast water quality is better in the southern part of Romagna, thanks to the distance from the river Po delta, and to a contribute of the local drainage system.

Probably the zootechnical load is one of the most important source of phosphorus and nitrogen.

In the last 20 years the animals number has

si è progressivamente ridotto, ma non è stata osservata una riduzione della contaminazione dell'acquifero. La distribuzione del carico e della concentrazione di azoto nell'acquifero consente solo una correlazione indiretta, a causa dei diversi fattori che influenzano le acque sotterranee.

La normativa italiana (DLGS 152/99) stabilisce un periodo massimo di 12 anni (fino al 2016) per raggiungere la buona qualità in tutti i sistemi idrici. La politica di protezione ambientale è stata sviluppata dalla Regione Emilia-Romagna per dieci anni, regolando l'attività fertilizzante in agricoltura, con la legge regionale 50/1995, che stabilisce:

- il periodo di divieto di spandimenti zootecnici (15 dicembre - 28 febbraio);
- il volume minimo degli stoccaggi;
- limitazioni per condizioni climatiche, piogge, pendenza del terreno, aree inondate;
- limitazioni a seconda della vulnerabilità degli acquiferi;
- studi specifici con lo scopo di migliorare la conoscenza delle caratteristiche dei terreni, dei fabbisogni delle colture e dell'equilibrio dell'azoto.

Il 18,08% di tutta la superficie agricola è monitorata da misurazioni volontarie, legate al Codice di Buona Pratica Agricola (CEC 2092/91): viene richiesta una forte attenzione alla pratica agricola, al trattamento del terreno, all'alternarsi delle colture e a tutti i tipi di fertilizzanti. L'intero sistema normativo è stato riveduto al momento dell'adozione del Piano di Tutela delle Acque (2003), con particolare riferimento alla vulnerabilità degli acquiferi, alle aree sensibili delle acque di superficie, al monitoraggio dei sistemi acquiferi, al fine di raggiungere gli obiettivi della qualità ambientale.

been reducing, but a reduction of contamination in aquifer has not been observed. Distribution of nitrogen load and concentration in aquifer permits only an indirect correlation, due to several factors that affect groundwaters.

The Italian law (Legislative Decree 152/99) fixes a maximum period of twelve years (until 2016) to reach the good quality of all water systems chemical and biological properties, including groundwater, surface waters and Adriatic Sea.

The environmental protection policy has been developed by Emilia-Romagna Regional Government for ten years, regulating the agricultural fertilizing activity. Compulsory rules are defined by the Regional Law n. 50/1995, fixing:

- the zootechnical sewage use banning period (December, 15th - February, 28th);
- the minimum farms lagoons volume, related to specific storage necessity;
- limitations according to climatic conditions, rainfalls, soil slope, flooding areas;
- limitations according to the aquifer vulnerability degree;
- specific studies with the aim of improve the soil characteristics, crops requirements and nitrogen balance knowledge.

The 18,08% of the agricultural surface is monitored by voluntary measurements, connected to the Good Agricultural Practice Code (CEC 2092/91): it is required great attention to agricultural practice, soil management, crops turnover and to all kinds of fertilizers.

The whole system of rules has been reviewed in adopting the Water Safeguard Plan (2003), with reference to the mapping of aquifer vulnerability, to the investigation of sensitive surface waters areas, to the monitoring efforts of water systems, in order to reach targets of environmental quality.

Figura 1B – Distribuzione dei nitrati nei conoidi alluvionali appenninici dell’Emilia-Romagna (valori in mg/l): distribuzione in pianta

Figure 1B – Nitrates distribution in Emilia-Romagna Apennines alluvial fans (mg/l): map distribution



piacentine, mentre per i conoidi parmensi e modenesi si sovrappone chiaramente anche un aumento di nitrati nelle parti laterali dei conoidi, lontano dai corsi d’acqua superficiali. Il rapporto alimentante tra fiume e falda è determinante per la fornitura di acque a basso contenuto in nitrati, mentre lontano da corsi d’acqua si verifica un progressivo aumento

delle concentrazioni, anche dovuto ad uno scarso ricambio con masse idriche.

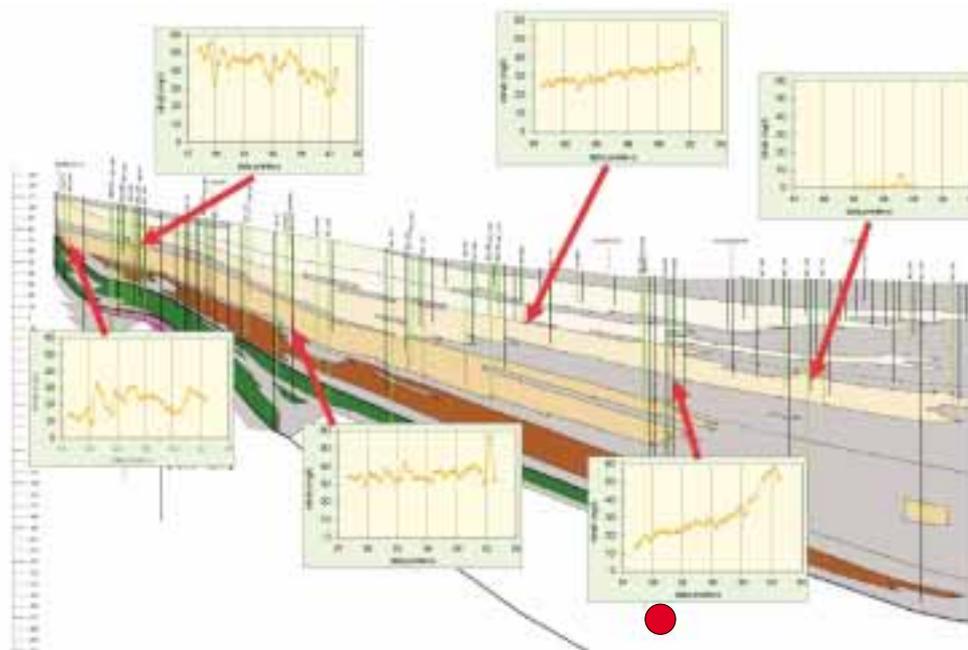
L’analisi dei trend nel tempo, basandosi su oltre 15 anni di misura a cadenza semestrale, mostra elevata variabilità nel tempo delle concentrazioni in aree di ricarica diretta, mentre la regolarità dei trend aumenta spostandosi verso il centro del serbatoio e nelle sue parti distali. C’è viene illustrato sinteticamente in una sezione SSE-NNW lungo il fiume Secchia, in figura 2 (Piano di Tutela delle Acque, Regione Emilia-Romagna – Arpa, 2003).

Per quanto attiene le acque superficiali, il carico presente in Po risulta sicuramente l’elemento prevalente per quantificare gli apporti in mare Adriatico, oltre che per verificare il carico proveniente dal contesto civile e da quello agricolo-zootecnico.

Le concentrazioni non presentano nel lungo

Figura 2 – Sviluppo spazio-temporale dei nitrati nel conoide alluvionale del fiume Secchia: a una variazione significativa nel contenuto dei nitrati nel tempo, tipico delle zone apicali, si contrappongono variazioni graduali e molto regolari verso le parti distali; intorno al pallino rosso: i marcati prelievi danno luogo a dinamiche di flusso concentriche, richiamando acque dalle posizioni laterali, carichi di nitrati in modo marcato; in conoide distale, verso la piana alluvionale, la presenza di facies idrochimiche riducenti e una ridotta circolazione idrica non dà luogo alla presenza di nitrati

Figure 2 – Nitrate space-time distribution in Secchia Alluvial Fan; there is a relevant time fluctuation of nitrate concentration, typical of proximal part of the alluvial fan, while variations are more gradual in the lower part of the alluvial fan; around the red point: converging flow due to huge withdrawal, which implies coalescence of nitrogen rich pollutant plumes; on the right part of image 2: on to the Alluvium Plan, Redox negative values and a little water circulation produce ammonia instead of nitrate.



periodo variazioni significative del contenuto di azoto e fosforo; nel breve periodo si osserva una ciclicità stagionale sia per i nitrati sia in misura minore per l'ammoniaca (fig. 3).

Il carico nel comparto agricolo-zootecnico presenta contributi rilevanti di azoto e fosforo, quantificabili in circa il 55%-60% del carico presente nelle acque superficiali (Piano di Tutela delle Acque, Regione Emilia-Romagna - Arpa, 2003). Gli effetti indotti del contributo in mare Adriatico sono connessi ai fenomeni di eutrofizzazione e anossia di cospicui volumi idrici nella parte litorale delle province di Ferrara e di Ravenna, con effetti meno pronunciati sulla costa nella parte meridionale della Regione (figura 4, Annuario Regionale dei dati Ambientali 2003, Arpa Emilia-Romagna).

Il carico zootecnico in Emilia-Romagna

In base ai dati di censimento IST A relativo al

periodo 1970-2000 è stata valutata la variazione nel tempo dei carichi zootecnici nella regione.

Assumendo per i suini e per i bovini, rispettivamente, il peso medio per capo di 80 kg e di 500 kg ed un coefficiente di produzione di azoto al campo pari a 112 e 90 kg/t di peso vivo allevato, viene stimato il carico di azoto prodotto (al campo), riscontrando un trend riportato in figura 5. La distribuzione areale del carico di azoto di origine zootecnica viene riportata in figura 6.

Disaggregando i dati su base comunale si nota che il dato medio è la risultante di valori assai diversi: da 0 a 250 kg/ha e che a scala territoriale sono presenti aree, come quelle delle province di Modena e Reggio Emilia in cui vi è presente un'alta concentrazione di comuni caratterizzati da carichi elevati. Inoltre si segnala come sia presente il comparto avicolo della provincia di Forlì-Cesena, ovè concentrato il

Figura 3 – Presenza dei nutrienti in Po a chiusura di bacino; le concentrazioni di nitrati e ammoniaca variano con ritmicità stagionale, in modo regolare per i nitrati e più irregolare per l'ammoniaca (A); il fosforo totale presenta un valor medio di 0,18 mg/l con andamento sostanzialmente costante

Figure 3 – Nutrients presence (nitrogen and phosphorus) in Po River, near the mouth into Adriatic Sea. Nitrate and ammonia concentrations vary on a rhythmical trend, while phosphorus is regular (the average is 0,18 mg/l)

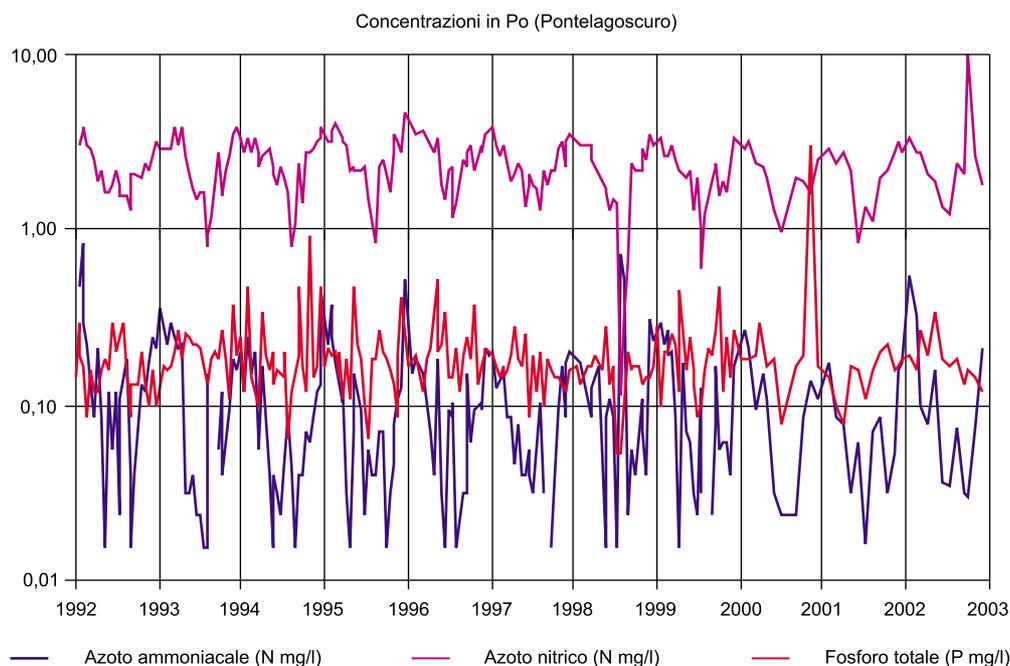


Figura 4 – Adattamento dello stato trofico in mare Adriatico per le aree prospicienti la riviera ferrarese e romagnola (dati 2000); le quattro figure illustrano la distribuzione in pianta dell'indice di stato trofico, nelle diverse stagioni; è evidente la permanenza delle criticità nella zona più prossima delle foci del Po
 Figura 4 – *Trophic state seasonal evolution in Adriatic Sea, near Romagna coastline (2000): the figures show the trophic index map distribution, in different seasons. A critical area stands permanently surrounding the Po River mouth*

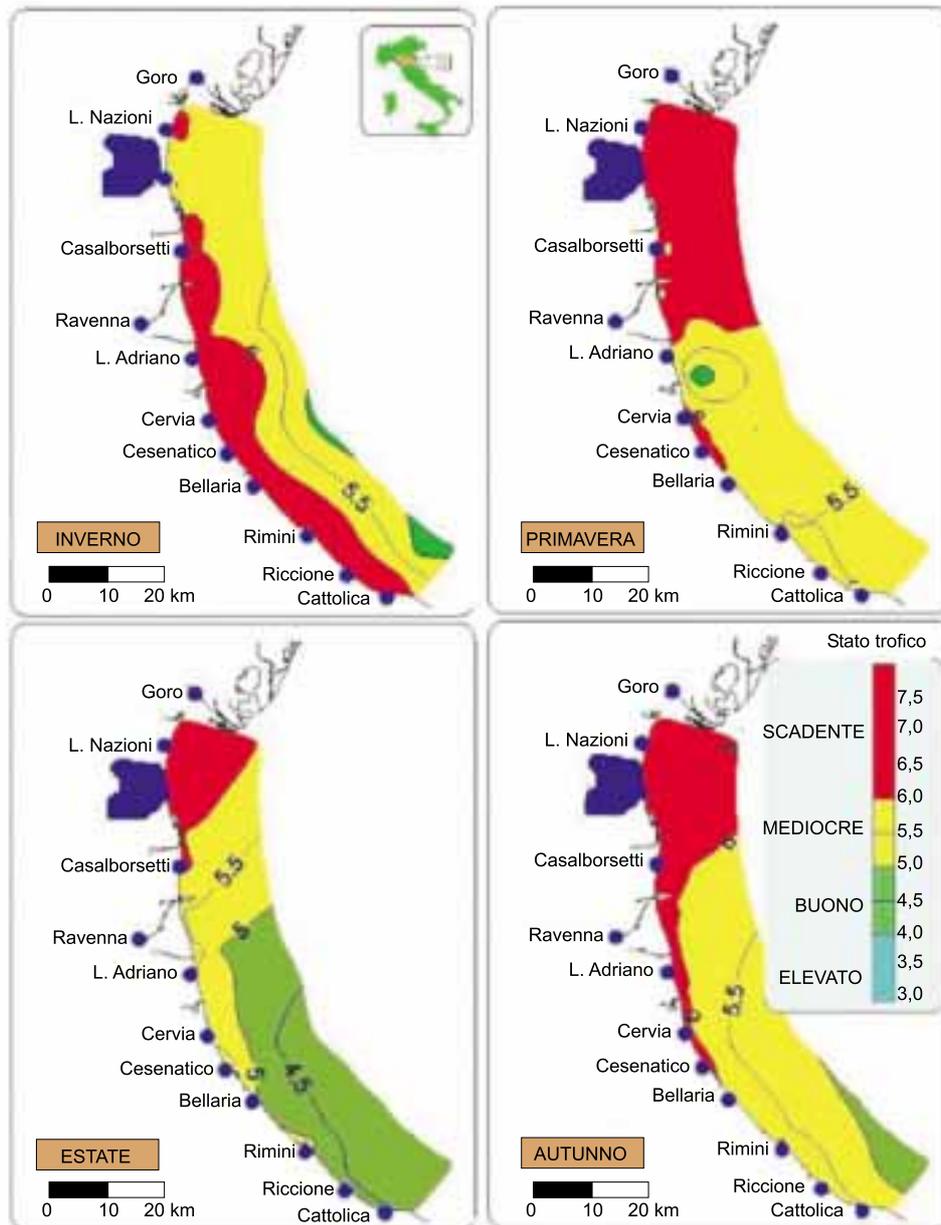


Figura 5 – Andamento nel tempo del carico di azoto di origine zootecnica (1970-000)
 Figure 5 – Zootechnical nitrogen load trend from 1970 to 2000

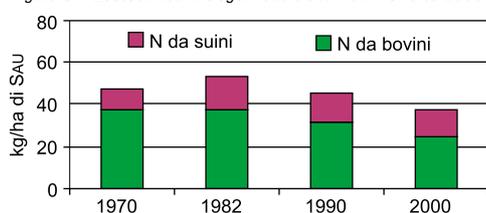
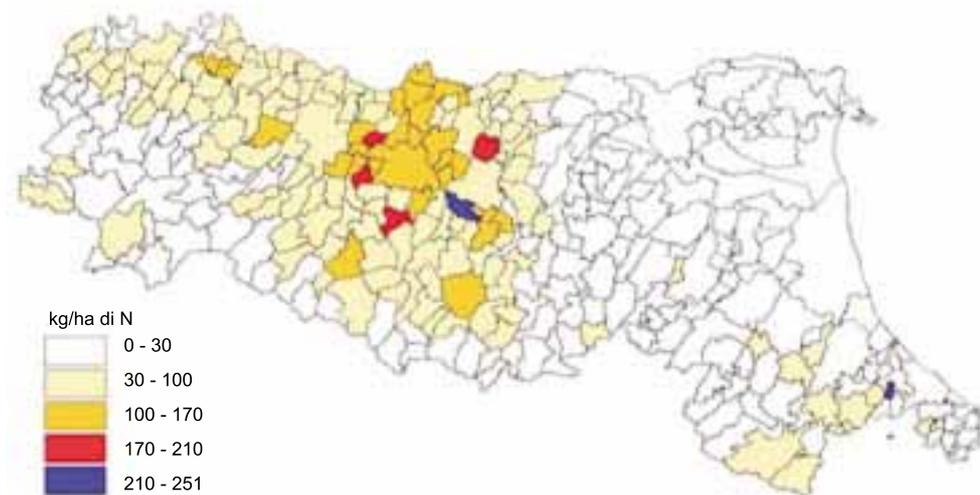


Figura 6 – Distribuzione del carico di azoto di origine zootecnica (dati 2000); la distribuzione degli spandimenti è correlabile in modo parziale con il grado di inquinamento in acquifero (figura 1)
 Figure 6 – Zootechnical nitrogen load distribution map (2000): the sewage distribution is partially proportional to the contaminant distribution degree in the aquifer (figure 1)



90% della produzione di polli della regione. In tali stime si inserisce una potenziale approssimazione in eccesso in quanto la superficie agricola utile (SAU) non è completamente utilizzabile per lo spandimento, mentre una potenziale approssimazione per difetto è dovuta al fatto che il peso medio adottato per capo è abbastanza elevato.

Le zone vulnerabili ai nitrati da fonte agricola: il programma d'azione in essere

Il programma d'azione posto in essere dalla Regione Emilia-Romagna comprende le misure obbligatorie e volontarie, schematizzate in figura 7; le stesse sono di seguito sinteticamente illustrate.

Misure obbligatorie

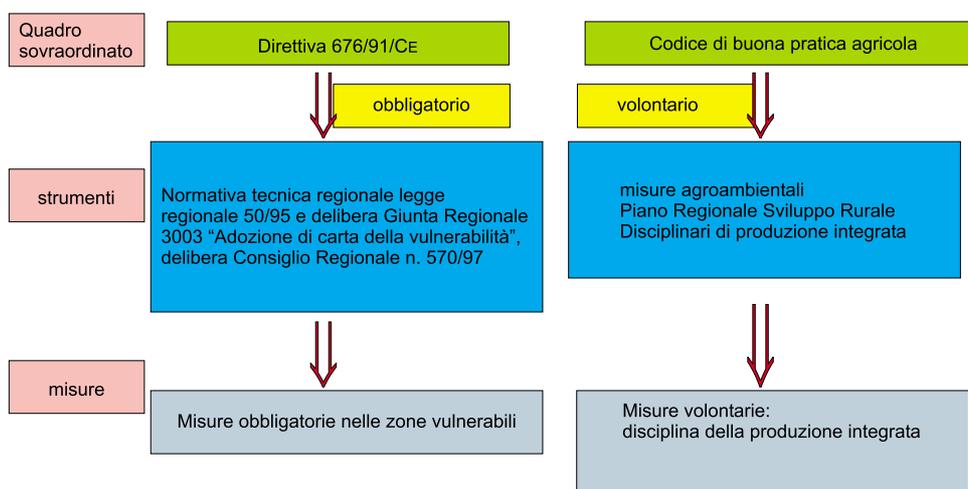
All'interno della legge regionale 50/95 e della successiva deliberazione del Consiglio Regionale 570/97 sono indicati gli interventi di tutela obbligatorie:

- 1) Vi è un periodo di divieto dell'applicazione al terreno dei liquami compreso tra il 15 dicembre ed il 28 febbraio di ogni anno,

salvo eventuali deroghe provinciali in relazione alle effettive condizioni meteorologiche locali ed alle esigenze agronomiche.

- 2) La capacità utile complessiva dei contenitori per i liquami deve essere adeguata alle esigenze di stoccaggio per i periodi di divieti di spandimento (90 - 120 - 180 gg.), in particolare la capacità di stoccaggio dei letami su platee non può essere inferiore al quantitativo di letame prodotto in 90 giorni.
- 3) Sono presenti limitazioni e divieti all'applicazione dei liquami sul suolo agricolo in relazione alle condizioni climatiche, alle precipitazioni, alle condizioni del suolo ed alla pendenza; ulteriori divieti sono previsti dalle norme di tutela paesaggistica-am-

Figura 7 – Diagramma di flusso delle misure adottate dalla Regione Emilia-Romagna nel corso dell'ultimo decennio
 Figure 7 – Flow diagram of the Emilia-Romagna Region measures taken into account in the last ten years



bientale con particolare riferimento alle aree delle riserve naturali, alle zone esondabili ed alle fasce di rispetto dei corsi d'acqua.

- 4) Gli apporti massimi di azoto dagli effluenti di allevamento (liquami + letami) al suolo agricolo sono stati fissati secondo il seguente schema:

- Zone vulnerabili: è ammesso lo spandimento di liquami e letame in quantità non superiore ad un contenuto di azoto di 170 kg x ettaro x anno, elevabile a 210 kg nel caso venga presentato il Piano di utilizzazione agronomica (PUA). Nei primi quattro anni di applicazione delle norme i quantitativi predetti possono essere elevati rispettivamente a 210 kg e 250 kg. Ai sensi della direttiva nitrati (91/676/CEE), tale possibilità è preclusa dopo il 31 dicembre 2002.
- Zone non vulnerabili: lo spandimento dei liquami e dei letami è ammesso in quantità non superiore ad un contenuto di azoto di 340 kg x ettaro x anno.

- 5) L'applicazione di fertilizzanti azotati ai terreni deve avvenire secondo criteri di buona pratica agricola. Viene individuato il Piano di Utilizzazione Agronomica (PUA) come

lo strumento tecnico che, in relazione alla caratteristiche dei terreni, degli effluenti di allevamento e degli altri fertilizzanti compresi quelli chimici, consente di determinare quantità, tempi e modalità di distribuzione dei fertilizzanti azotati in rapporto ai fabbisogni delle colture previste. Nell'elaborazione di un PUA, si deve produrre un bilancio semplificato dell'azoto.

Misure volontarie

Oltre alla normativa specifica e cogente sull'utilizzazione agronomica degli effluenti zootecnici in zone vulnerabili, la Regione Emilia-Romagna ha promosso l'attuazione volontaria di metodi di coltivazione, tra cui sono comprese le pratiche di fertilizzazione, a minor impatto ambientale: le principali linee d'intervento sono rappresentate dalla Produzione Biologica e dalla Produzione Integrata. Entrambe le linee sono conformi ai principi del Codice nazionale di buona pratica agricola. Mentre l'agricoltura biologica viene attuata secondo le norme dettate dal Regolamento CEE 2092/91 e successive modifiche ed integrazioni, l'agricoltura integrata viene attuata in conformità dei Disciplinari di Produzione Integrata (DPI) della Regione Emilia-Romagna.

I DPI riportano norme e consigli in dettaglio: le norme attengono l'impiego di tutti i fertilizzanti, inclusi i concimi minerali azotati, i fanghi di depurazione, gli ammendanti. In ottemperanza a quanto prevede l'allegato II della direttiva 91/676 i DPI stabiliscono le procedure di applicazione al terreno sia di concimi minerali che di effluenti, la gestione dell'uso del suolo, gli indirizzi per il mantenimento di una copertura vegetale e la predisposizione di piani di fertilizzazione. Le azioni del Piano Regionale di Sviluppo Rurale (PRSR), incentivate nelle Zone Vulnerabili ai nitrati, prevedono oneri aggiuntivi rispetto alle norme obbligatorie del programma d'azione regionale:

- le norme di fertilizzazione sono congiunte con norme inerenti le rotazioni, la gestione del suolo, la difesa, l'irrigazione; non è ammessa la loro applicazione separata;
- la redazione del Piano di fertilizzazione, basata sull'analisi del terreno, è estesa a tutti gli agricoltori e attiene l'impiego di tutti i fertilizzanti (azotati, fosfatici e potassici; organici e minerali; ammendanti e fanghi di depurazione);
- si stabilisce, nelle zone vulnerabili, il limite di 170 kg/ettaro di azoto per qualsiasi fertilizzante azotato.

In termini di superfici coinvolte, si rileva che la superficie interessata (2000-2001) è pari a 201.205,47 ettari, pari al 18,08% della superficie agricola utilizzata (SAU) della regione.

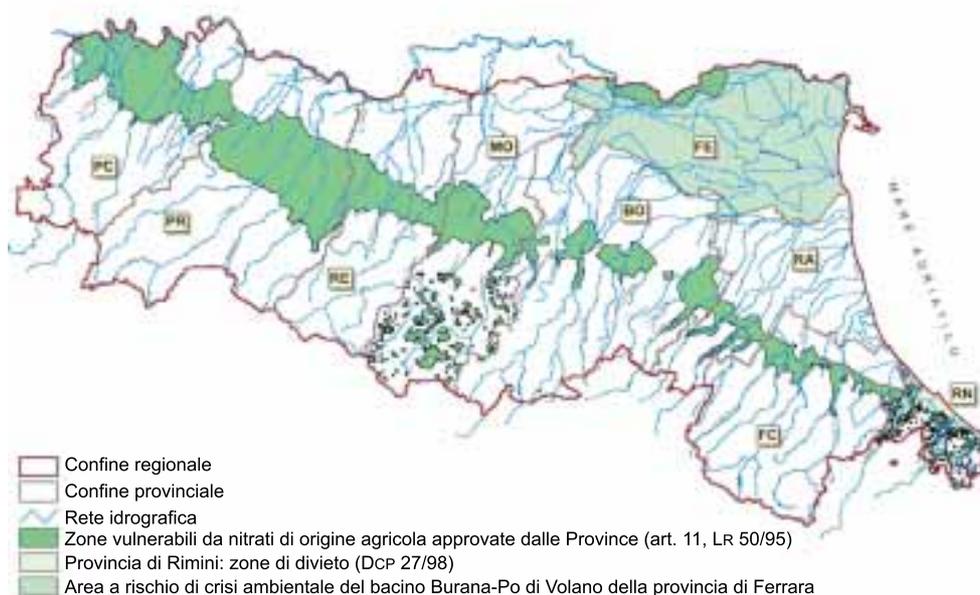
Le zone vulnerabili ai nitrati da fonte agricola : le iniziative in campo per il Piano di Tutela delle Acque (PTA)

1. A seguito della emanazione della direttiva 91/676/CEE la Regione Emilia-Romagna, nel 1995, ha ritenuto necessario prevedere un aggiornamento del Piano Territoriale Regionale per la Tutela e Risanamento delle Acque (PTTRA) - Stralcio per il comparto zootecnico. Con tale aggiornamento sono state individuate le zone del territorio regionale definite vulnerabili in

quanto zone che sono in connessione con le acque inquinate o suscettibili di inquinamento da nitrati di origine agricola: *deliberazione del Consiglio Regionale 11 febbraio 1997 n. 570 ed allegata cartografia scala 1 : 250 000*. Le predette zone sono state inserite fra quelle individuate con il DLGS 11 maggio 1999 n. 152 (Allegato 7 - Parte A III)

2. In fase di prima attuazione del PT A sono state confermate come *zone vulnerabili da nitrati di origine agricola (ZVN)* quelle già designate dalla citata deliberazione del Consiglio Regionale n. 570/97 con le integrazioni di seguito indicate:
 - a) le *conoidi delle province di Modena, Reggio Emilia e Parma* richiamate dal Dlgs 152/99, Allegato 7, parte III. In ragione della metodologia utilizzata per la redazione della *Carta della vulnerabilità* tali zone sono da ritenersi designate come zona ZVN, in quanto ricomprese di fatto nella predetta carta.
 - b) l'*area dichiarata a rischio di crisi ambientale ai sensi dell'art.6 della legge 305/89 del bacino Burana Po di Volano della provincia di Ferrara*, così come previsto dal DLGS 152/99, Allegato 7, parte III. Per esigenze di omogeneità territoriale questa zona ZVN è stata fatta coincidere con i confini amministrativi provinciali.
3. Il quadro di sintesi complessivo delle ZVN inserite nel PT A è quello riportato in figura 8.
4. Entro 6 mesi dalla data di adozione del PT A da parte del Consiglio Regionale, la Giunta Regionale emana le disposizioni per l'attivazione del Programma d'azione 2004-2008 per le ZVN. Il programma d'azione recepisce e aggiorna le "disposizioni regionali vigenti" ed in conformità agli orientamenti della Commissione Europea :
 - a) stabilisce le norme di gestione-utilizzazione degli *effluenti zootecnici e dei concimi azotati* in relazione alle princi-

Figura 8 – Zone vulnerabili di origine agricola definite dal Piano di Tutela delle Acque della Regione Emilia-Romagna
 Figure 8 – Vulnerable areas defined by Emilia-Romagna Region Water Safeguard Plan



- pali connotazioni territoriali nelle zone vulnerabili;
- individua gli interventi attuabili in aree in cui vi sono esuberi di azoto disponibile; le aree sono individuate sulla base di valutazioni inerenti il bilancio tra l'azoto reso disponibile dalla zootecnia e la domanda agrocolturale, tenuto conto del contributo delle diverse tipologie di effluenti di allevamento prodotti dalle specie animali più significative allevate in ambito regionale (suina, bovina e avicunicola);
 - definisce i metodi per il controllo degli effetti delle azioni intraprese; in questo ambito, per valutare l'efficacia delle misure previste, è definito uno specifico *programma di controllo* per la periodica verifica della concentrazione dei nitrati nelle acque, in aree omogenee significative, attraverso appositi sistemi di monitoraggio;
 - individua linee di ricerca e sperimentazione per lo sviluppo di modelli di analisi e previsione della genesi e del trasporto dei nitrati nelle acque.
- Nel primo quadriennio successivo alla approvazione del PT A la Regione procede alla revisione delle ZVN delimitate in fase di prima attuazione. La revisione delle ZVN è effettuata attraverso:
 - il completamento e il perfezionamento della metodologia in corso di predisposizione da parte della Regione in coerenza con quanto disposto dall'Allegato 7, parte AII, del DLGS 152/99;
 - la valutazione del grado di applicabilità della metodologia con particolare riferimento ai suoi risvolti sul comparto agrozootechico;
 - la redazione di una nuova *carta regionale della vulnerabilità* in scala 1:250.000, come sviluppato dal prossimo paragrafo.

Il percorso metodologico della nuova carta di vulnerabilità regionale

La Regione Emilia-Romagna ha recentemente istituito un gruppo di lavoro multidisciplinare con l'obiettivo di realizzazione di una nuova

carta regionale della vulnerabilità, come aggiornamento di quella attualmente vigente. La ridefinizione delle aree vulnerabili si è resa necessaria alla luce delle nuove conoscenze sull'acquifero e sulla sua vulnerabilità sviluppate in questi ultimi anni. I lavori del gruppo hanno già portato alla definizione di una metodologia originale, che verrà di seguito brevemente illustrata.

Prendendo anche in considerazione quanto indicato dal DLGS 152/99, i parametri presi in considerazione per la valutazione della vulnerabilità degli acquiferi riguardano le caratteristiche geologiche del sottosuolo, la tipologia dei terreni affioranti al suolo, il clima ed il tipo di ordinamento colturale.

Lo studio stratigrafico del sottosuolo messo a punto con l'elaborazione della carta geologica della pianura emiliano-romagnola, ha permesso di individuare i depositi grossolani di interesse ai fini della vulnerabilità delle acque sotterranee. Si tratta delle ghiaie o sabbie costituenti i principali acquiferi di sottosuolo, o con essi direttamente a contatto. Vengono quindi esclusi dalla valutazione di vulnerabilità i depositi grossolani che formano l'acquifero freatico pellicolare, la dove esso non è in comunicazione con gli acquiferi sottostanti. È stata quindi realizzata una mappa con la profondità delle ghiaie o sabbie così individuate.

La capacità attenuativa del suolo è stata valutata complessivamente, come il risultato di incrocio della tipologia del suolo con le caratteristiche climatiche ed il tipo di ordinamento colturale. La disponibilità di dati pedologici raccolti in un sistema informativo territoriale ha consentito di misurare attraverso una modellazione matematica, quale fosse

il contributo del sistema suolo-clima-coltura alla ricarica degli acquiferi profondi, in termini di millimetri/anno di acqua percolata dal suolo verso gli acquiferi. Visto che a deflussi maggiori corrispondono situazioni di vulnerabilità maggiore, il "contributo del sistema suolo-clima-coltura" alla vulnerabilità degli acquiferi sarà tanto più alto, quanto maggiore è la quantità d'acqua che infiltrandosi può andare ad inquinare gli acquiferi stessi.

Le componenti geologiche e pedologiche (dicasi capacità attenuativa del sistema suolo-clima-coltura) sopra citate costituiscono le fonti informative alla base della nuova carta regionale della vulnerabilità.

Bibliografia

Arpa Emilia-Romagna (2004). *Annuario Regionale dei dati Ambientali 2003*.

DLGS 152/99 "Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati da fonti agricole", supplemento Gazzetta Ufficiale, n. 124, 29 maggio 1999.

Decreto Ministeriale 19 aprile 1999 "Codice di buona pratica agricola".

Regione Emilia-Romagna, *Deliberazione del Consiglio Regionale, n. 570, 11 febbraio 1997*.

Regione Emilia-Romagna - ARPA (2003). *Piano di Tutela delle Acque - Documento preliminare* (<http://www.ermesambiente.it/PianoTutelaAcque/index.htm>).