



La contaminazione da nitrati delle acque:

applicazione di un modello isotopico nelle Regioni del Bacino del Po, della Pianura Veneta e del Friuli Venezia Giulia

Dati e risultati delle modellazioni e dei monitoraggi sperimentali nelle cinque Regioni del Nord Italia

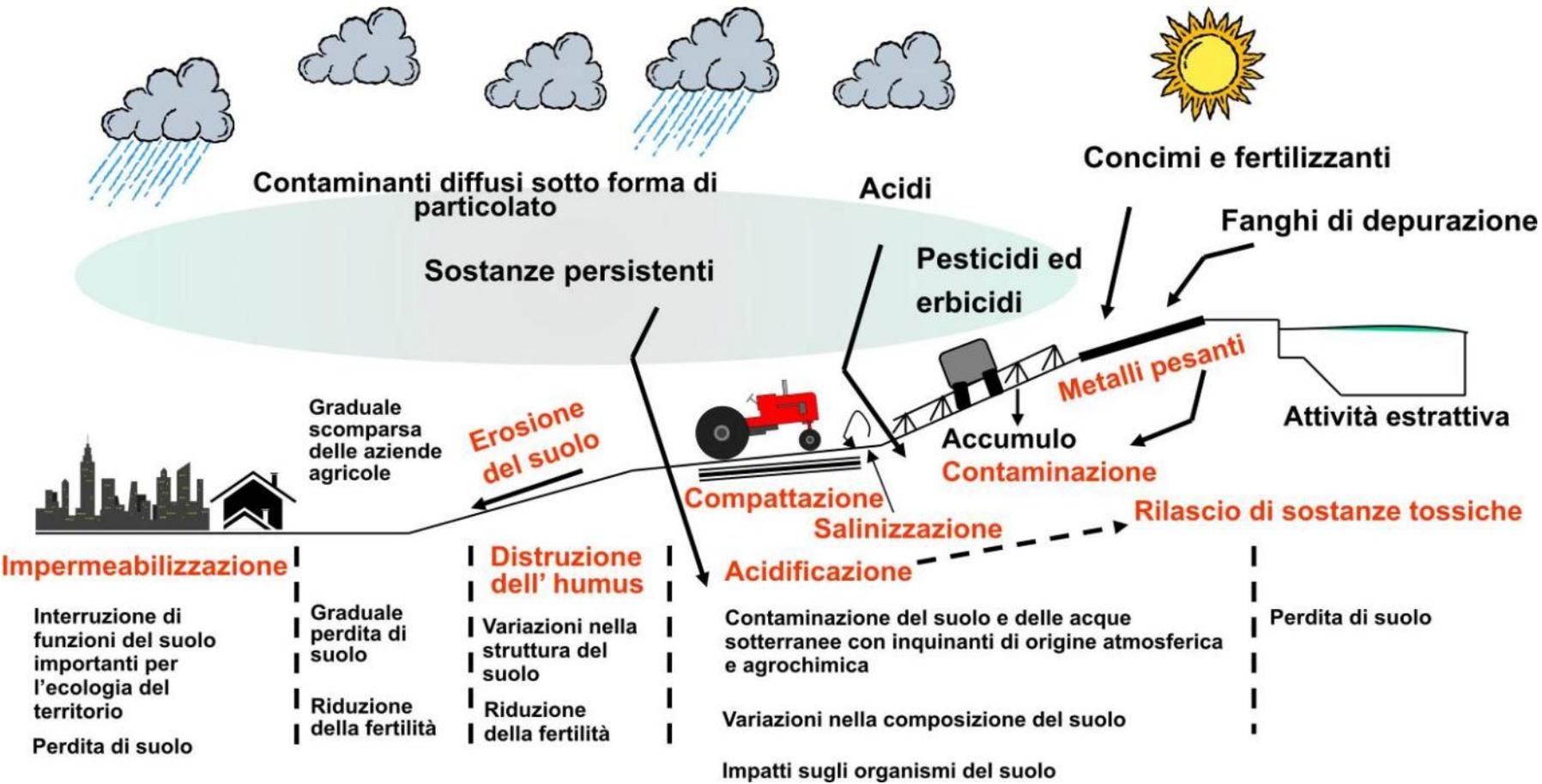
Prof. Bernardo De Bernardinis
Presidente ISPRA

Roma, 28 gennaio 2015



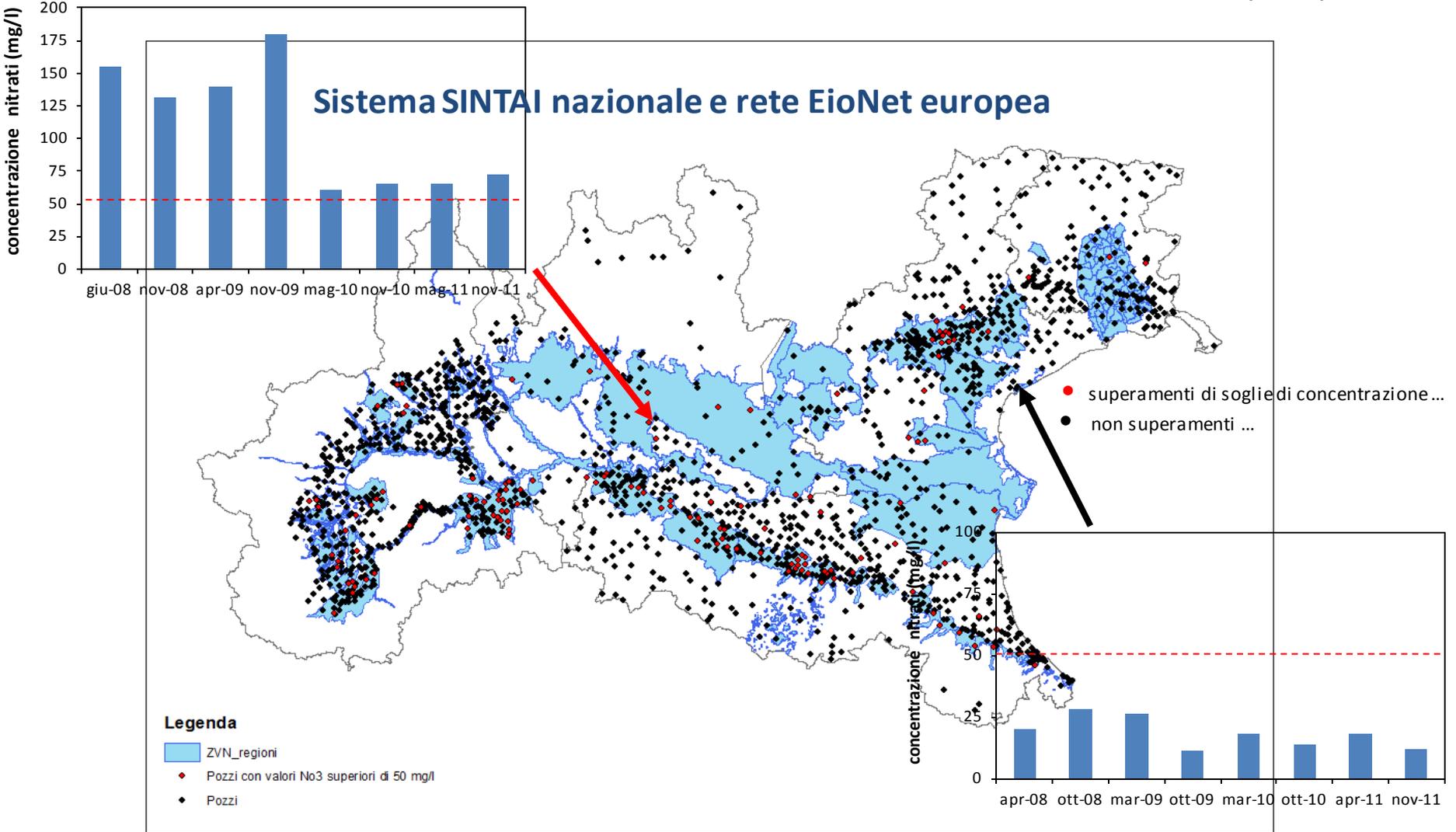
The Land

... partiamo quindi dalla “terra” ed in particolare dal “suolo”, componente essenziale del capitale naturale; da ciò che vi avviene “sopra, attraverso e sotto” e le cui funzioni possono del suolo essere seriamente compromesse da una serie di fenomeni, derivanti in gran parte dalle azioni antropiche, sino a giungere all’ultimo stadio della degradazione, cioè la sua desertificazione ...



Monitoraggio Qualità delle Acque

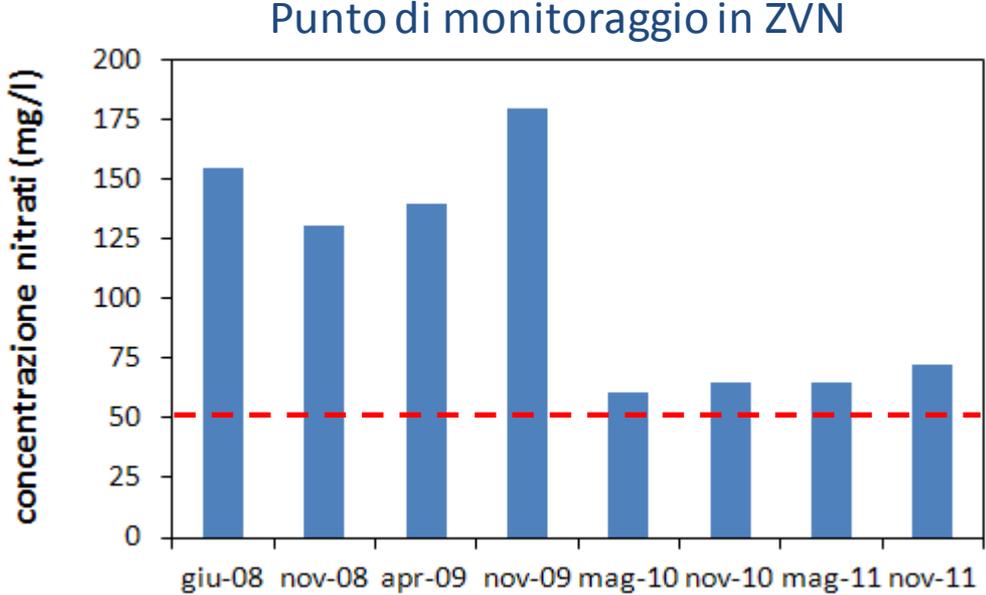
Direttiva 91/676/CE ovvero "Direttiva Nitrati"
e le sue Zone Vulnerabili ai Nitrati (ZVN)



Direttiva 91/676/CE ovvero “Direttiva Nitrati” →

Regolamentazione spandimento
reflui zootecnici

... quali e dove sono le sorgenti ? ...

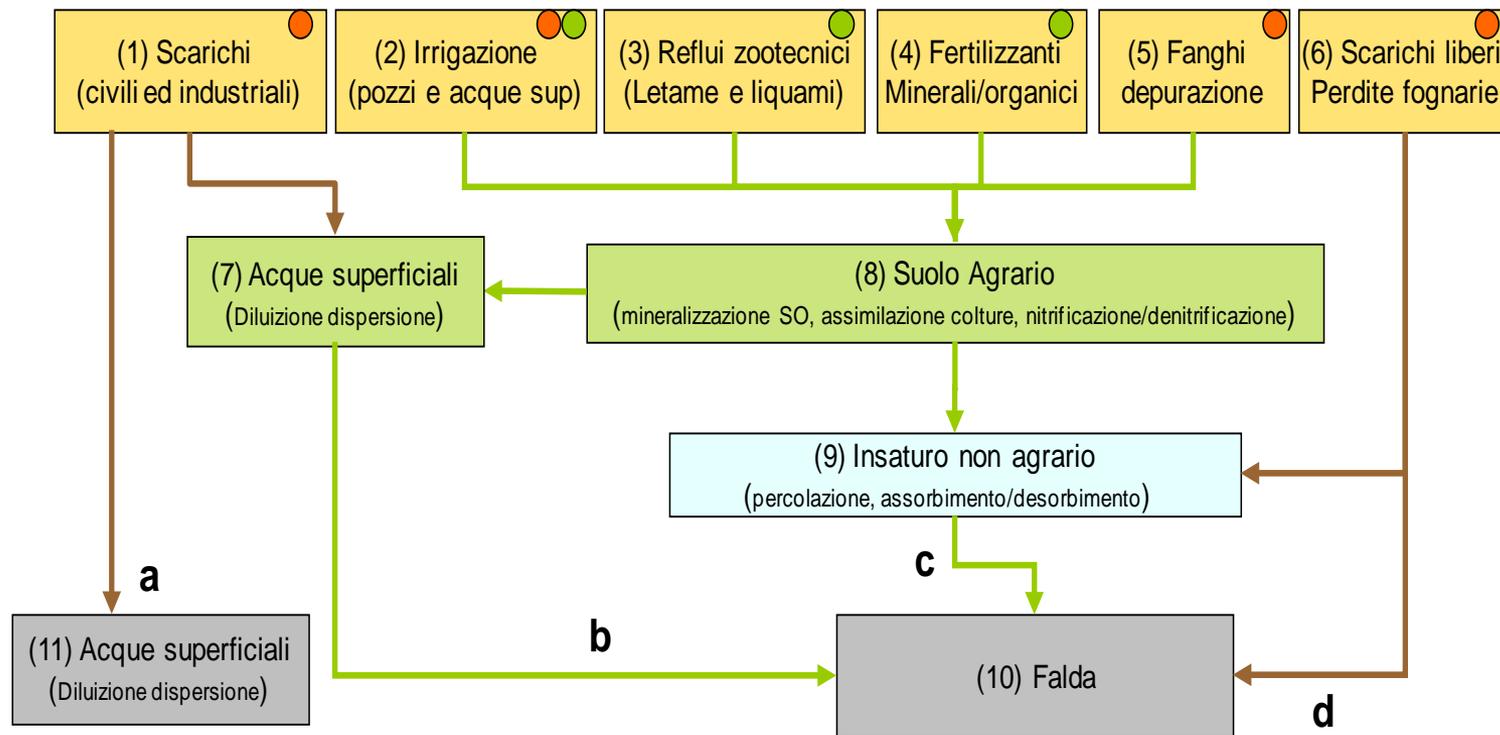


- Zootecnico
 - Fertilizzanti minerali
 - Fanghi di depurazione
 - Scarichi civili
 -
-

... “cosa” misuriamo ? ...



... stabilito un modello concettuale ...



Sorgenti primarie

Sorgenti secondarie

Recettore

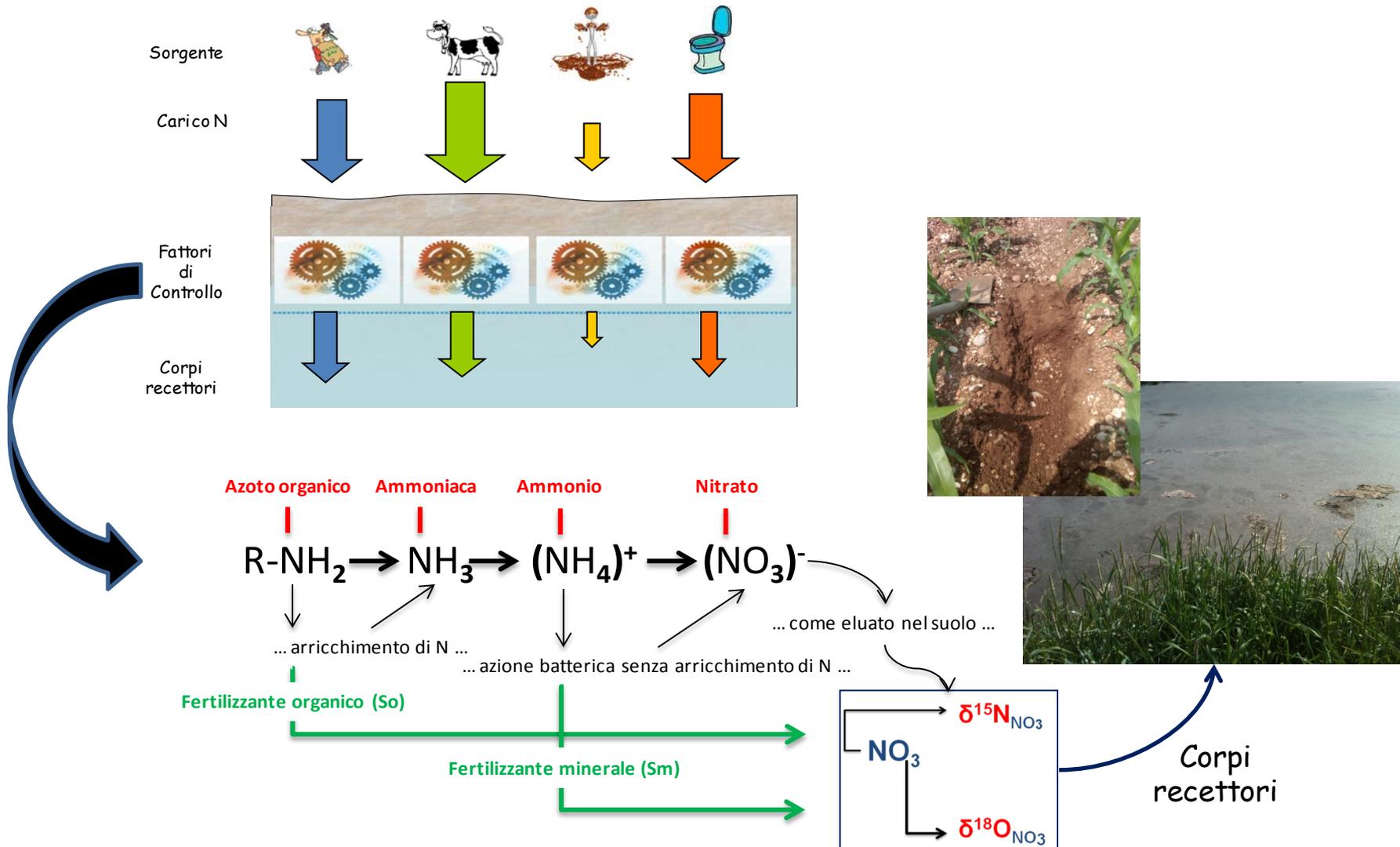
Zone di trasferimento

● Origine agricola

● Origine industriale/civile

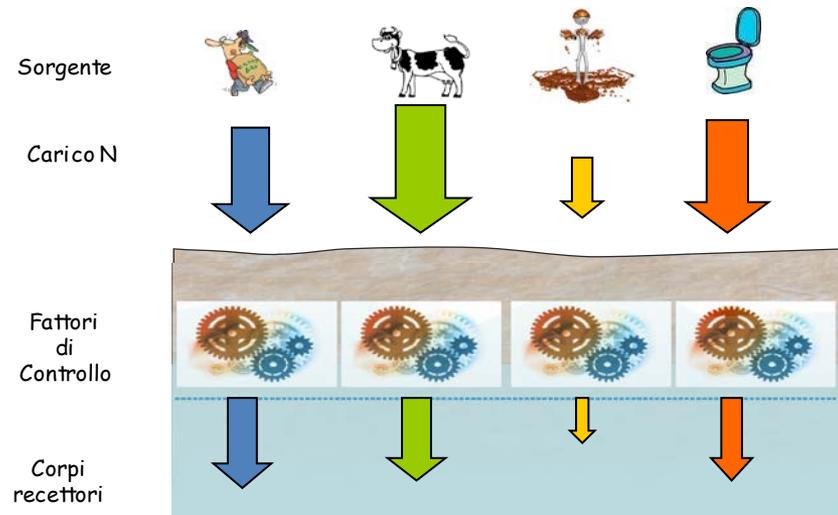


... che lega le "sorgenti" ai "recettori" ...

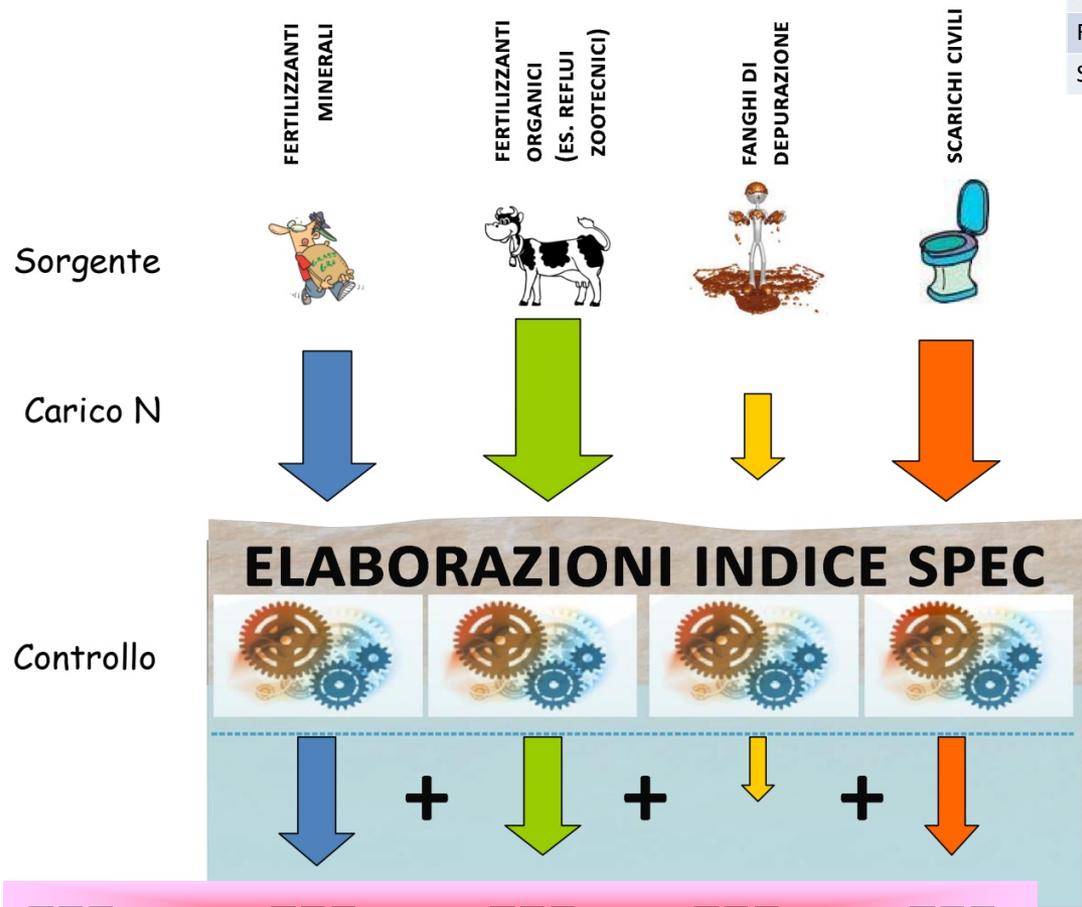


... si propone un modello parametrico ...

Il modello parametrico proposto e ritenuto in grado di fornire una graduatoria di pericolosità di impatto da nitrati sulle acque sotterranee e superficiali si rappresenta in un indice qualitativo, l'indice SPEC (Sorgente, PERicolo e Controllo), basato sull'assegnazione di punteggi alle sorgenti, al carico totale di azoto, a caratteristiche sito-specifiche legate a parametri climatici, pedologici, idrogeologici e antropici. Esso rappresenta una fusione di indici già proposti e validati quali SINTACS (indice per la vulnerabilità intrinseca degli acquiferi, Civita e De Maio, 2000), IPNOA (Indice di Pericolosità da Nitrati di Origine Agricola, Padovani e Trevisan, 2002) e IPNOC (Indice di Pericolo da Nitrati di Origine Civile, Frullini e Pranzini, 2008).



MODELLO PARAMETRICO



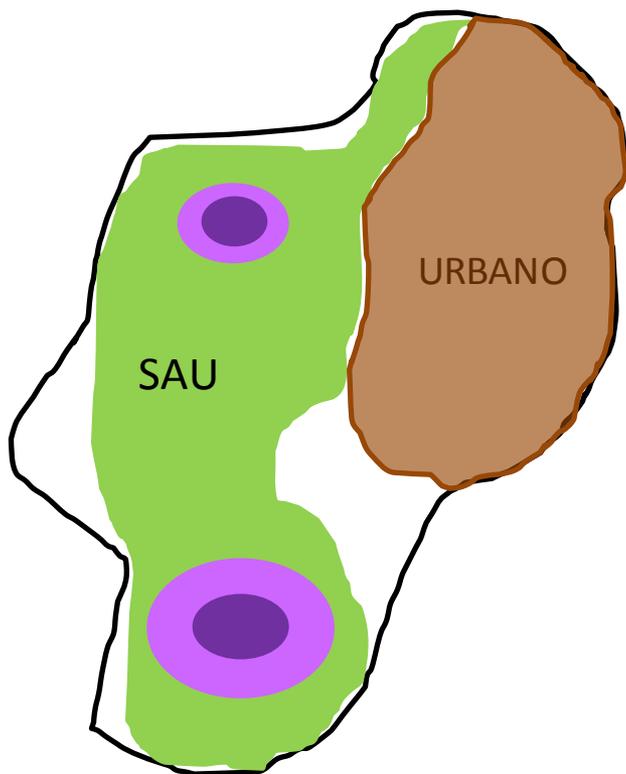
Sorgenti	Punteggio
Fanghi di depurazione (Sd)	1
Fertilizzanti organici (So)	2
Fertilizzanti minerali (Sm)	3
Scarichi civili/industriali (Sc)	4

Punteggio per il carico di azoto	
0 < N kg/ha < 10	0
10 ≤ N kg/ha < 30	0,5
30 ≤ N kg/ha < 60	1
60 ≤ N kg/ha < 90	1,5
90 ≤ N kg/ha < 120	2
120 ≤ N kg/ha < 170	2,5
170 ≤ N kg/ha < 220	3
220 ≤ N kg/ha < 280	3,5
280 ≤ N kg/ha < 340	4
340 ≤ N kg/ha < 500	4,5
N kg/ha ≥ 500	5

= HI TOTALE

$$HI_{tot} = HI_m + HI_o + HI_f + HI_c$$





Esempio di distribuzione del Carico

... entro il confine comunale:

Superficie Urbana (Copernicus, ISPRA , Istat)

Il carico civile dovuto alle perdite delle infrastrutture di smaltimento anche industriali e attribuibili a complessi abitativi sparsi è distribuito sulla superficie urbana complessiva

Superficie Agricola Utilizzata (Copernicus, AGEA/SIN)

Superficie Aziende Zootecniche (Mipaaf AGEA/SIN)

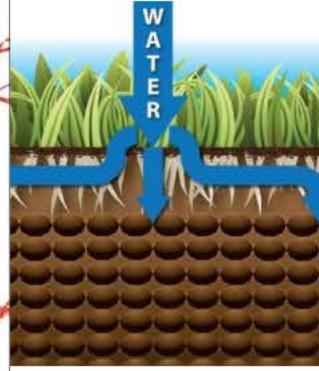
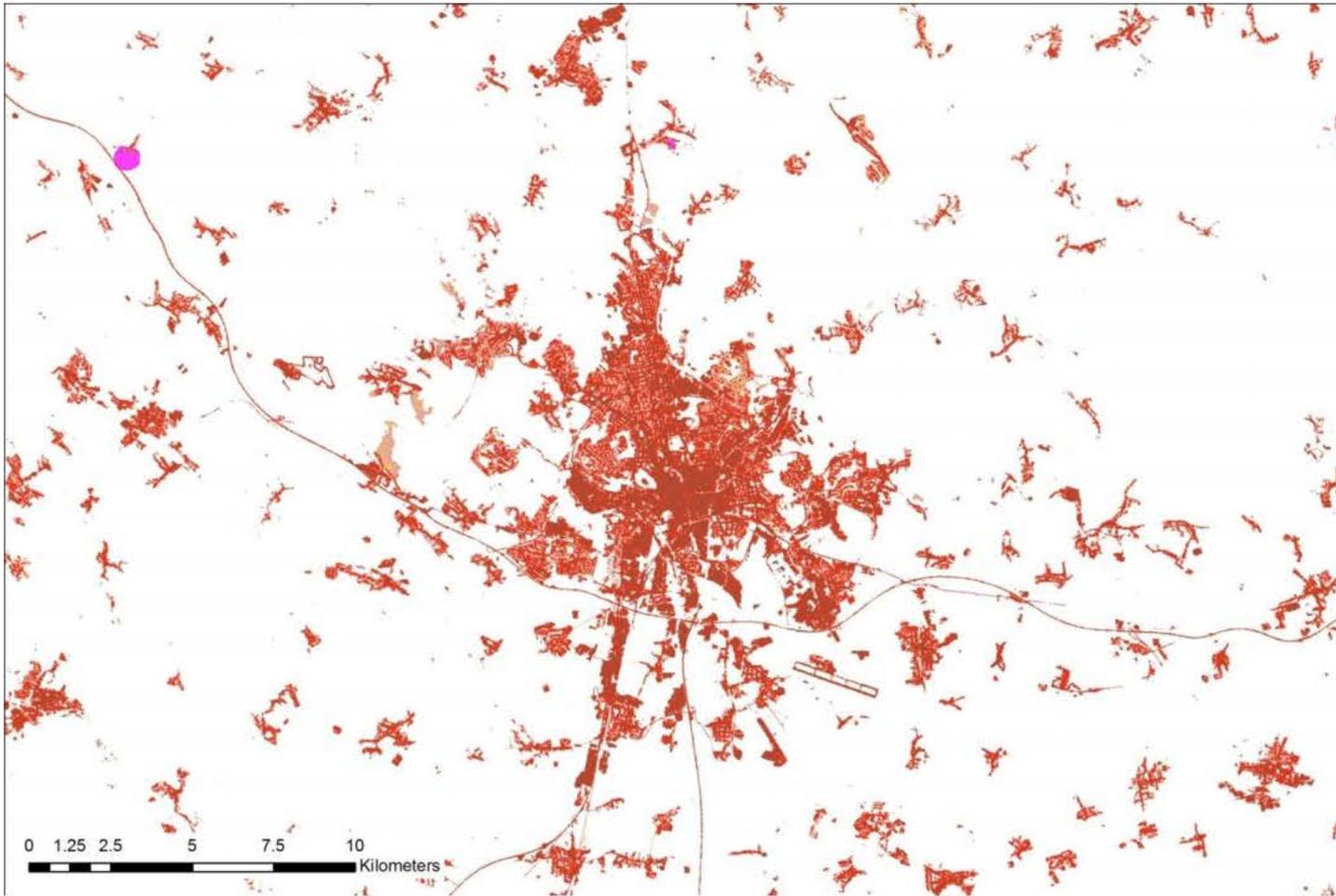
Il carico zootecnico viene distribuito solo sulla superficie agricola dell'azienda zootecnica e delle relative aree adiacenti

Il carico minerale viene distribuito sulla superficie agricola non interessata dall'utilizzo di reflui zootecnici

Range di punteggio per i Controlli: contenuto di azoto del suolo (**0.90-1.10**), precipitazione efficace (**0.88-1.08**), metodi di irrigazione (**1.00-1.04**), granulometria insaturo (**0.70-1.00**), soggiacenza (**0.94-1.10**)

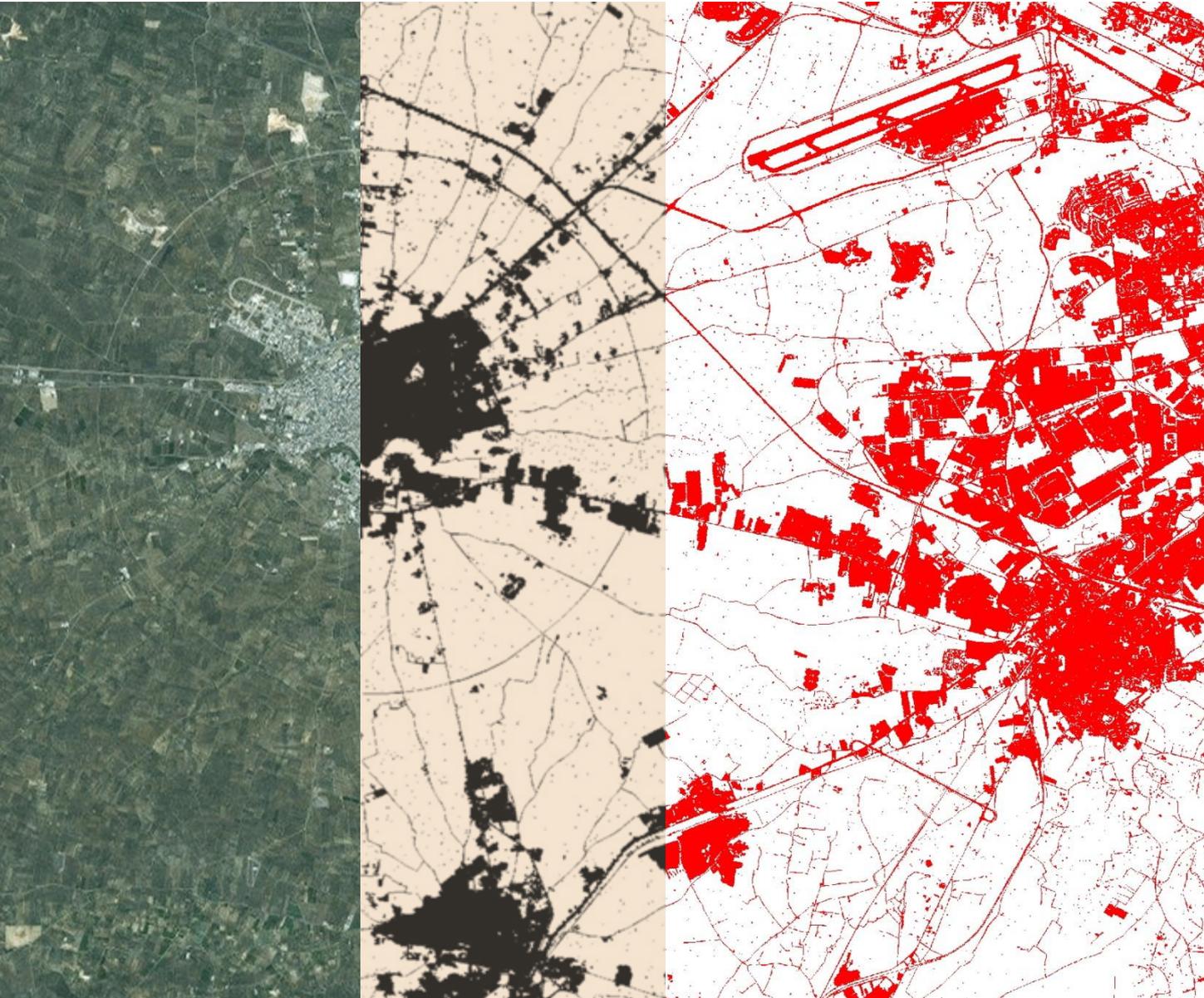


High Resolution Layer: Degree of sealed soil (buildings, roads...) (Brno)



The Land Monitoring Core Service

Produzione dei Very High Resolution Layer (ISPRA)

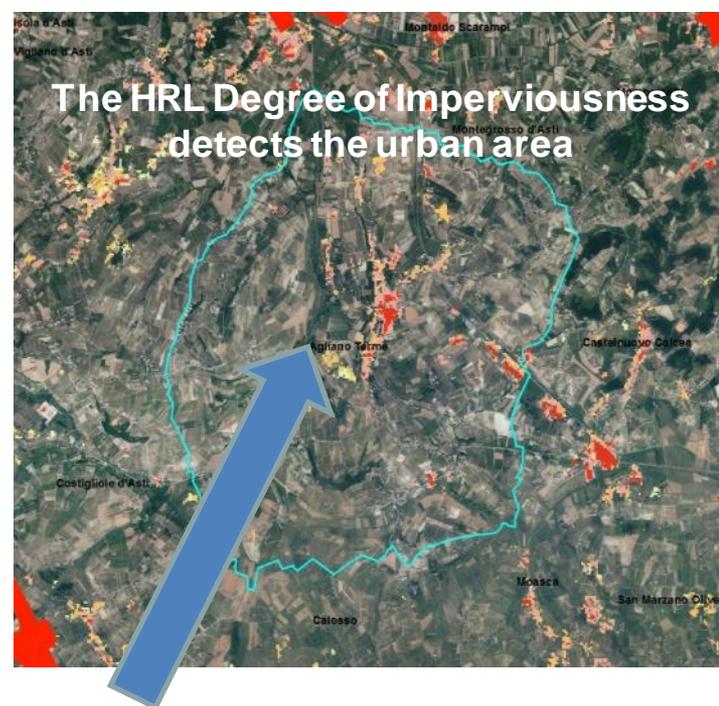
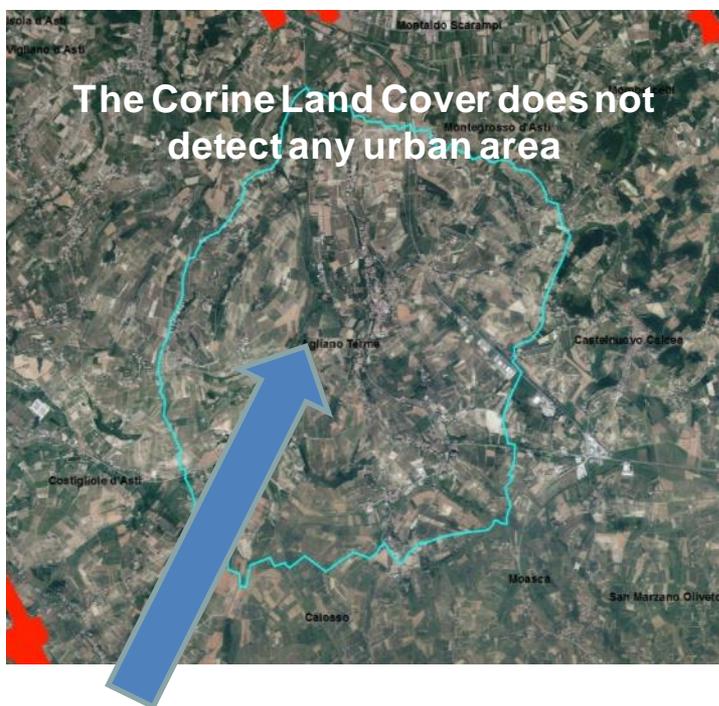


HRL: Built-up 5m

- Miglioramento della risoluzione geometrica e delle stime di copertura
- Identificazione di case sparse e piccole infrastrutture

The Land Monitoring Core Service

Utilità degli strati ad alta risoluzione



Comune di Agliano Terme in Piemonte

Esempio, tra i molti, ne sia Agliano Terme in Piemonte, sul cui territorio comunale l'ISTAT accredita ben 1673 abitanti, ma la cui superficie urbanizzata non è rilevata dallo strato informativo del Corine Land Cover (CLC) del 2006, mentre attraverso lo strato informativo ad alta risoluzione "Imperviousness" di Copernicus relativo all'impermeabilizzazione del suolo nel 2012 è possibile accreditarne ben 53 ha.

... determinazione del carico di azoto da scarichi civili ...

carico individuale
4,5 kg N /Ab*anno

Sezioni di censimento
Densità abitativa: Ab/ha

Per i sistemi fognari

Ad ogni sezione di censimento è associato un carico di N: $N(\text{kg/ha} \cdot \text{anno})$: densità abitativa x "carico individuale" x coefficiente di perdita

Per le vasche settiche

$N(\text{kg/ha} \cdot \text{anno})$: densità abitativa x "carico individuale" x 0,85

Coefficiente di perdita = (vita della tubazione / vita media) * perdita %

Materiale	Vita media (anni)	Perdita %
Gres	35	3
PVC	15	5
Calcestruzzo	15	7
Ferro	10	5
Cemento	10	10
Acciaio	15	5
Polietilene	10	8
Fibrocemento	20	7
Ghisa	25	4
Piombo	25	3



Sperimentazione TELAER regione Veneto

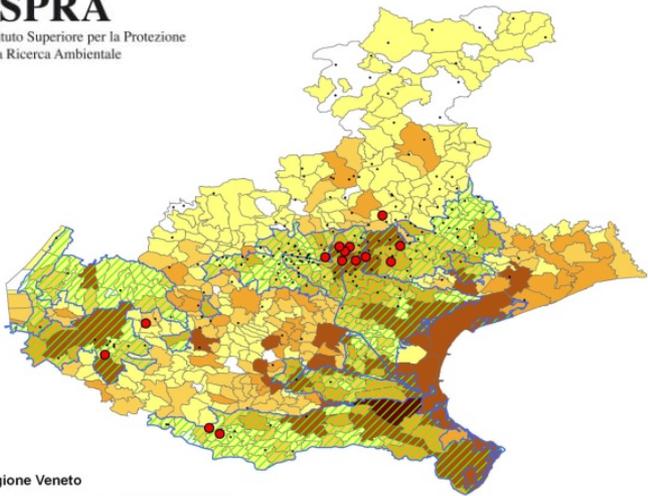


Ortofoto digitale colore risoluzione 50 cm.

... determinazione del carico N dai fertilizzanti minerali ...

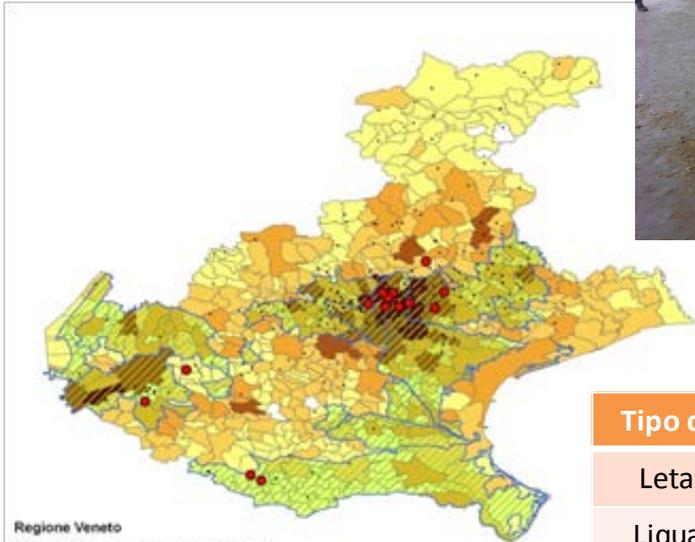
Apporto di N kg/ha	Tipo di Coltura
0	Leguminose (soia, pisello, erba medica ...)
1-25	prato, frutteti
26-100	avena, segale, barbabietola, girasole, lino, vite ...
100-180	frumento, orzo, riso, patata ...
>180	mais, ulivo, pioppo (10°-12° anno)

... determinazione del carico N zootecnico ...



Regione Veneto
Stazioni monitoraggio EIONET 2011 GW
valori espressi in mg/l

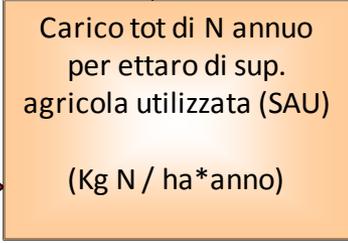
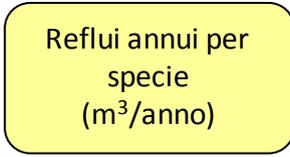
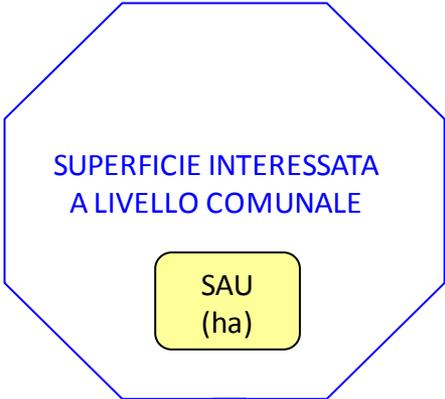
- 0,50 - 50,00
- 50,01 - 93,00
- ZVN
- Comuni Veneto**
- fasce di numero di allevamenti suini
- 1,00 - 14,00
- 14,01 - 32,00
- 32,01 - 57,00
- 57,01 - 117,00
- 117,01 - 272,00
- Limite di Regione

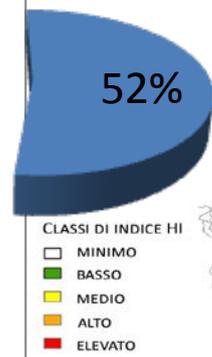
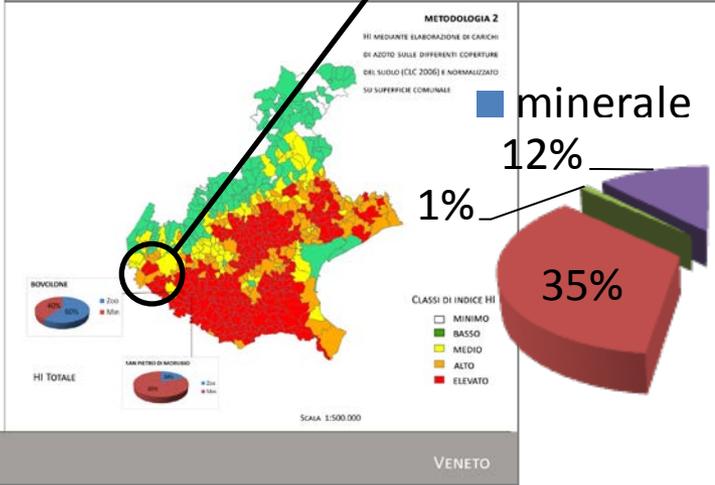
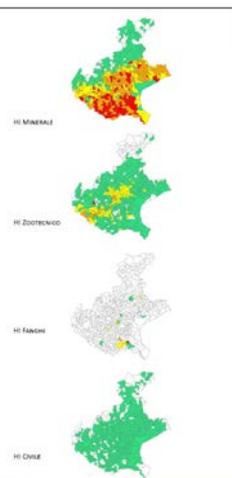
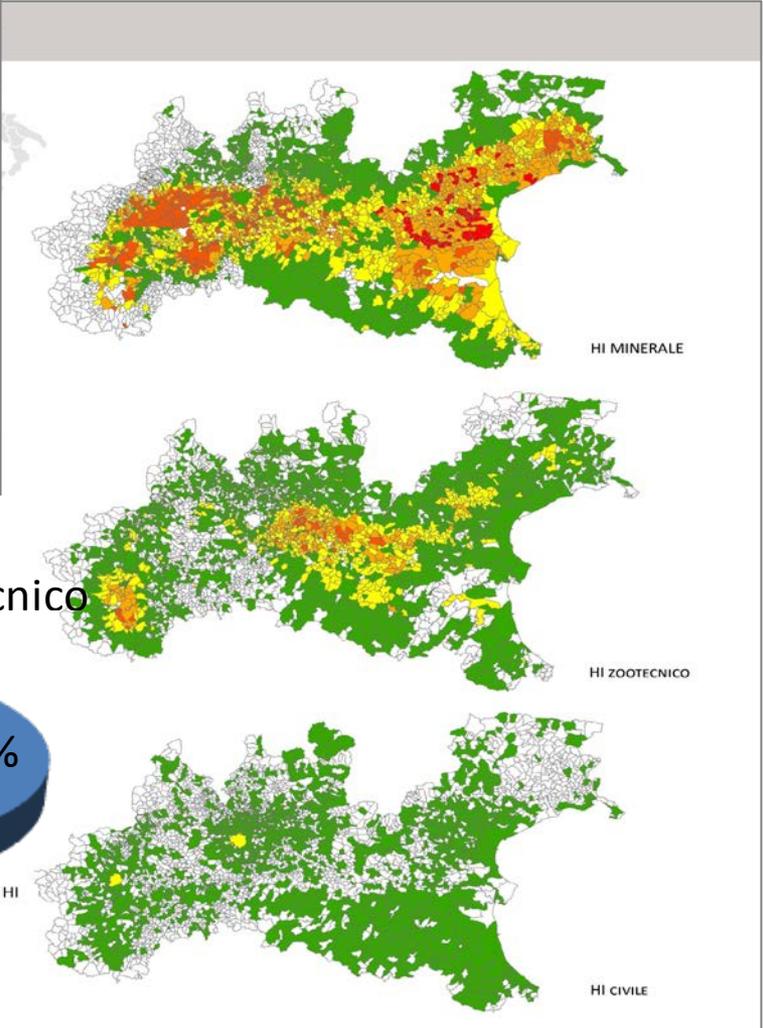
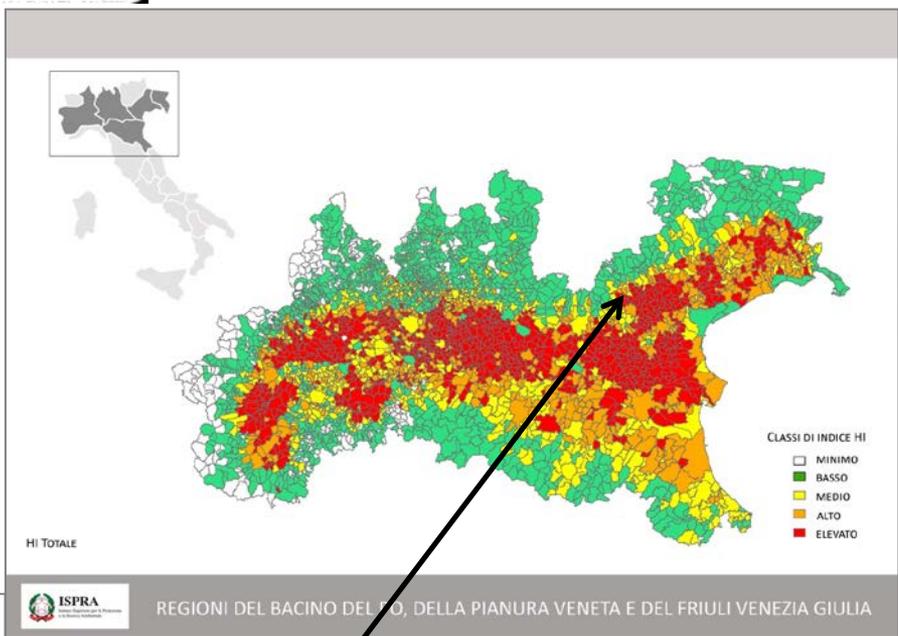


Regione Veneto
Stazioni monitoraggio EIONET 2011 GW
valori espressi in mg/l

- 0,50 - 50,00
- 50,01 - 93,00
- ZVN
- Comuni Veneto**
- fasce di numero di allevamenti bovini/bufalini
- 1,00 - 48,00
- 48,01 - 110,00
- 110,01 - 198,00
- 198,01 - 321,00
- 321,01 - 585,00
- Limite di Regione

Tipo di deiezione	N kg/mc
Letame bovino	5.0
Liquame bovino	3.8
Liquame suino	3.2





... Ora abbiamo ottenuto una “prima stima” dei pesi reciproci delle pressioni esercitate sul suolo e sulle acque dalle principali e diverse sorgenti di nitrati.

Tuttavia chi ci può dire quanto tale “prima stima” sia attendibile e quale la sua incertezza ?

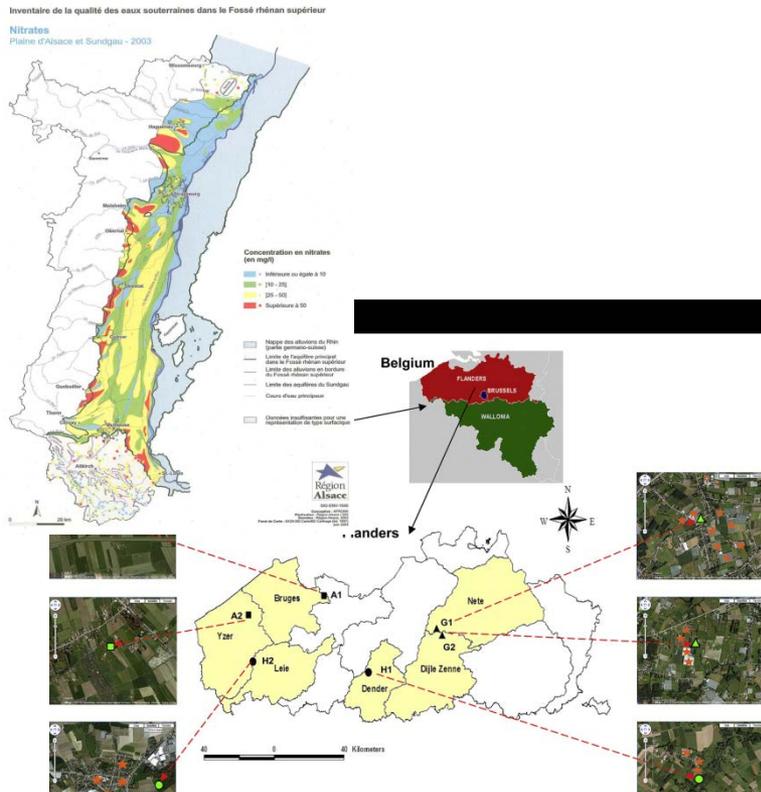
Una risposta può giungere, almeno in parte, dal confronto con altre metodologie differenti ed indipendenti, ma, soprattutto, dall’essere in grado di distinguere e pesare reciprocamente le diverse sorgenti che hanno dato origine alla concentrazione di nitrati che si rileva indistinta ai punti di monitoraggio della qualità delle acque.

Senza la disponibilità di tale metodologia sperimentale, anche l’informazione ottenibile dalla modellazione di pressioni ed impatti perde di credibilità, né la stessa modellazione, in questo caso parametrica, dei fenomeni può essere corretta.

Procediamo quindi all’esame ed all’applicazione di metodi isotopici presenti in letteratura ...

Applicazioni degli studi isotopici presenti e rassegnate in letteratura

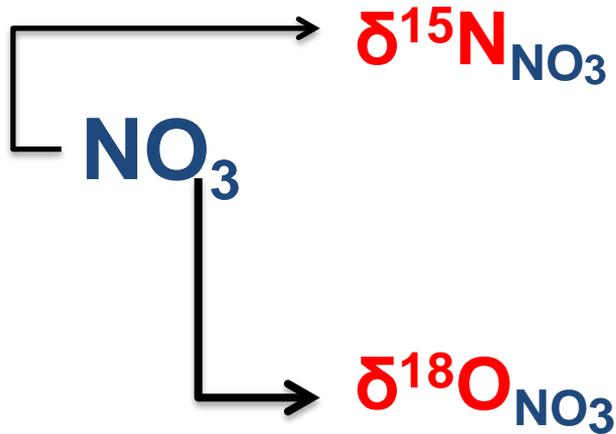
Livello Europeo



Livello nazionale

1. Sacchi E., Pilla G., Gerbert-Gaillard L., Zuppi G.M., 2007, A regional survey on nitrate contamination of the Po valley alluvial aquifer (Northern Italy). Int. Symp. on Advances in Isotope Hydrology and its role in Sustainable Water Resources Management, IAEA, Vienna 21-25 May 2007, IAEA-CN-151/34, vol., 2, 471-478
2. M. Lasagna, D. A. De Luca, E. Sacchi, S. Bonetto, 2005, Studio dell'origine dei nitrati nelle acque sotterranee piemontesi mediante gli isotopi dell'azoto, *Giornale di Geologia Applicata* 2 137-143 doi: 10.1474/GGA.2005-02.0-20.0046
3. G. Pilla, E. Sacchi, L. Gerbert-Gaillard, G. M. Zuppi, G. F. Peloso, G. Ciancetti, 2005, Origine e distribuzione dei nitrati in falda nella Pianura Padana occidentale (Province di Novara, Alessandria e Pavia)
4. ARPA-Emilia-Romagna, data non presente, Impiego degli isotopi ambientali in ricerche di idrogeologia applicata: definizione dell'origine delle acque sotterranee nella Regione Emilia Romagna e dei Nitrati negli acquiferi della pianura piacentina.
5. A. D'Antonio, A. Mottola, L. Stellato, T. Di Meo, M. R. Ingenito, C. Lubritto, G. Onorati, 2009, Impiego di tecniche analitiche isotopiche per l'individuazione delle fonti di inquinamento da nitrati nelle acque sotterranee in due aree della Campania, *EngHydroEnvGeology* 12, 71-76 - doi: 10.1474/EHEGeology.2009-12.0-06.0267
6.

Gli isotopi utilizzati in letteratura



- La misura dei soli nitrati nelle acque non fornisce indicazioni sulle loro origini e il modello parametrico ne dà un apporzionamento speditivo che deve essere precisato, anche attraverso i dati sperimentali e quindi validato ...
- La misura degli isotopi dell'azoto e dell'ossigeno danno indicazioni sulle origini e rendono possibile la differenziazione tra sorgenti in modo decisamente più certo ...
- La misura degli isotopi di altri elementi in traccia, quale il boro (analogo dei nitrati, ma non subisce la denitrificazione ed è un tracciante degli apporti antropici), non sempre si dimostrano "operativamente" utilizzabili ...

... ma le misure dirette di tali isotopi sono sufficienti a identificare le sorgenti di nitrati?

- **Sì, in situazioni caratterizzate da un buon drenaggio e acque sotterranee ossigenate (processi di nitrificazione rapidi e minima denitrificazione)**
- **No, in ambienti che possono determinare fenomeni di alterazione dei rapporti isotopici e caratterizzati da diverse sorgenti di nitrati (agricole, civili/industriali)**
- **Quindi, anche le tecniche isotopiche sono affette da un certo grado di incertezza, non sempre superabile, alla volte neppure con l'integrazione ed il concorso di altre informazioni, e comunque necessitano di un processo di taratura**

... il modello isotopico ISONITRATE al SIAR ...

Tale scelta si è resa necessaria in quanto il ricorso all'isotopo del Boro, $\delta^{11}\text{B}$, utilizzato dal modello isotopico ISONITRATE, scelto inizialmente come modello di riferimento, si è dimostrato praticamente proibitivo. Infatti per riuscire a rilevare tale isotopo sono necessarie procedure operative tanto difficili e costose da essere impraticabili, se non inaccettabili, sul piano dell'ordinarietà.

Ciò della seconda fase e non era prevedibile prima di aver stabilito la concentrazione di nitrato nelle acque prelevate ai punti di monitoraggio ed è stato quindi verificato nel corso delle attività stesse.

Il modello SIAR applica un approccio metodologico di tipo bayesiano che restituisce la funzione di distribuzione di probabilità delle percentuali di massa di nitrato presente in acqua derivante da ciascuna singola sorgente.

Per fare ciò il modello SIAR necessita:

- degli intervalli isotopici delle sorgenti;**
- dei fattori di correzione dei suddetti intervalli derivanti dai processi che subisce l'azoto nel suolo;**
- della caratterizzazione isotopica delle acque da apporzionare;**
- di una stima approssimativa delle pressioni, quantizzate in termini di massa insistenti nell'area del punto di monitoraggio.**

... il processo di taratura ...

Al fine di rendere più efficace la discriminazione dei diversi contributi, restringendo gli intervalli dei rapporti isotopici tipizzanti le diverse sorgenti, sono state selezionate sei aree di taratura caratterizzate da pratiche agricole e processi ambientali diversi per individuare gli intervalli dei valori delle marcature isotopiche caratteristiche dell'area d'indagine:

bianco: area caratterizzata dall'assenza di pressioni antropiche;

sorgente singola: area caratterizzata dall'utilizzo di fertilizzanti minerali;

sorgente singola: area caratterizzata dall'utilizzo di effluenti zootecnici;

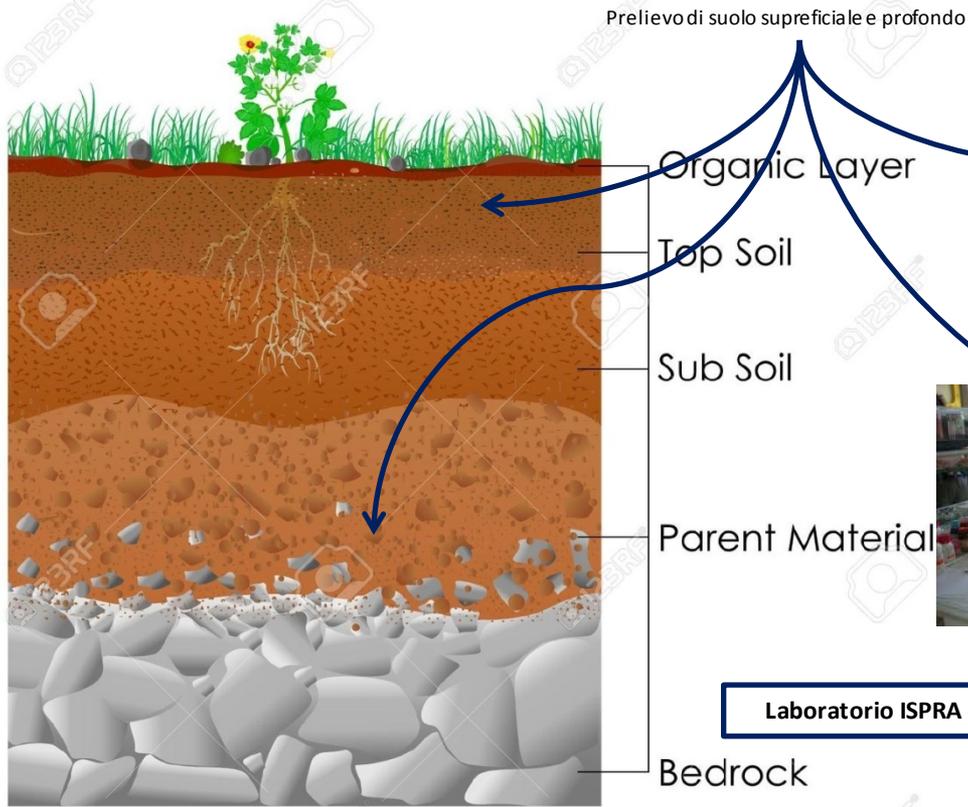
sorgente multipla: area caratterizzata dall'utilizzo di fertilizzanti minerali e effluenti zootecnici;

sorgente multipla: area caratterizzata dall'utilizzo di fertilizzanti minerali e fanghi di depurazione da reflui urbani;

denitrificazione: area caratterizzata dall'assenza di impatto da nitrati nonostante l'insistenza di pressioni antropiche di differente origine.

Matrice	Caratterizzazione chimico-fisica (n. di campionamento)	Caratterizzazione isotopica (n. di campionamento)
Suolo	35	35
Fertilizzante minerale	2	2
Fertilizzante organico	10	10
Sorgente civile (ingresso e uscita depuratore)	16	16
Acque sotterranee	16	16
Acque superficiali	15	15

... il processo di taratura ...

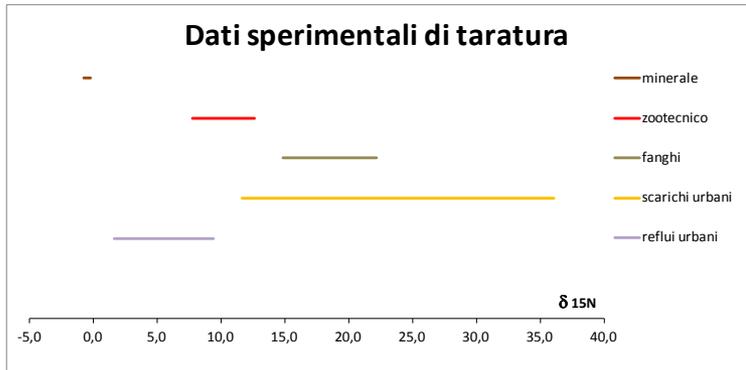


Laboratorio ISPRA per le analisi dell'eluato dei suoli

Matrice	Caratterizzazione chimico-fisica (n. di campionamento)	Caratterizzazione isotopica (n. di campionamento)
Suolo	35	35
Fertilizzante minerale	2	2
Fertilizzante organico	10	10
Sorgente civile (ingresso e uscita depuratore)	16	16
Acque sotterranee	16	16
Acque superficiali	15	15



Laboratorio CIRCE – II UniNA per le analisi isotopiche



Dati presenti in letteratura

Intervalli di valori di $\delta^{15}\text{N}$ (‰) e $\delta^{18}\text{O}$ (‰) in 3 potenziali sorgenti di nitrati (da Kendall 1998, Xue e al. 2009)

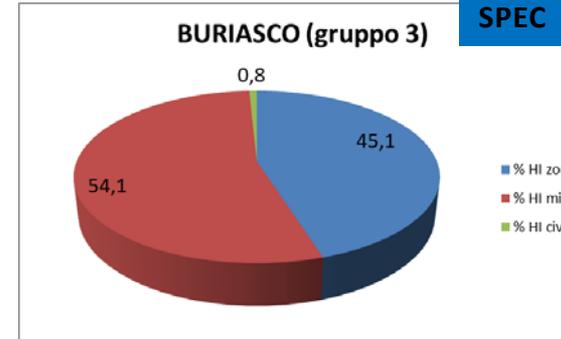
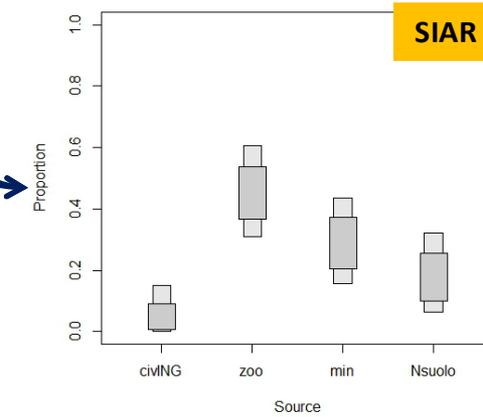
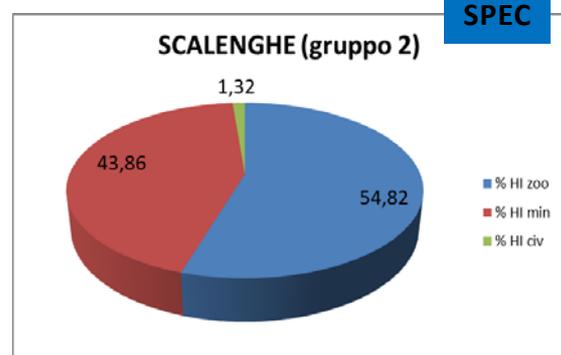
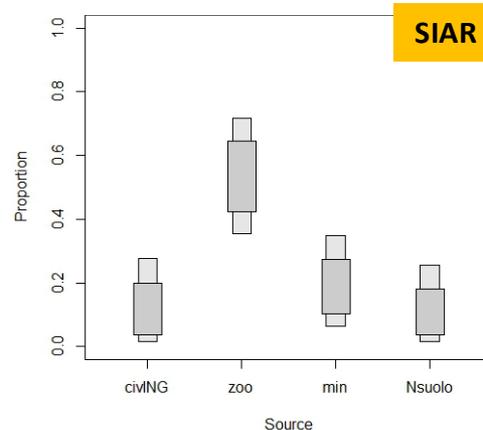
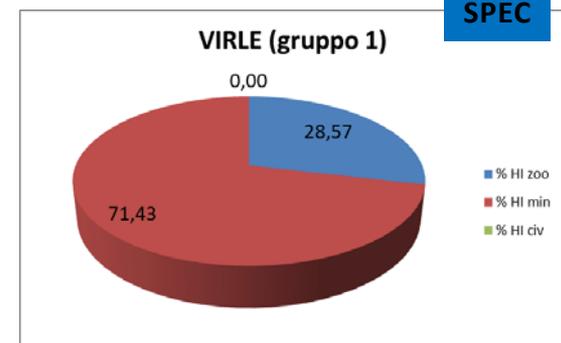
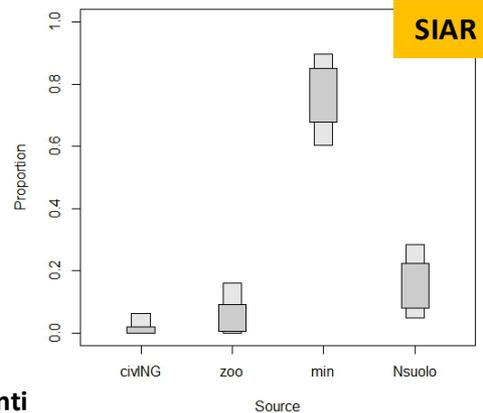
Isotopi	Fertilizzanti minerali (‰)	Concimi organici/acque di scarico civili e industriali (‰)	Precipitazioni atmosferiche (‰)
$\delta^{15}\text{N}$	tra - 5 e + 5	tra + 3 e + 30	tra - 4 e + 6
$\delta^{18}\text{O}$	tra + 18 e + 25	tra - 12 e + 12	tra + 18 e + 68



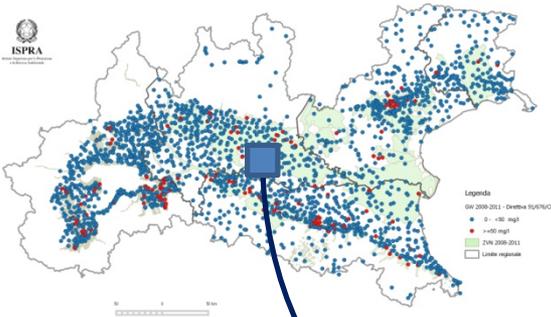
Inquadramento territoriale dell'area di taratura

Elaborazione mediante il modello isotopico SIAR dei dati di taratura

REGIONE PIEMONTE



... scelta delle 86 aree vulnerate ...



Legenda
 GW 2009-2011 - Direttiva SURFACE
 • 0 - <10 mg/l
 • >10 mg/l
 • 2009-2011
 Limite regionale

•caratterizzare punti di monitoraggio con concentrazione di nitrato maggiore di 40 mg/l, il tenore di nitrati è da intendersi come un valore medio calcolato almeno su un triennio di dati consecutivi il più possibile recenti;

•caratterizzare punti di monitoraggio con un trend crescente della concentrazione di nitrati, valutato su un triennio di dati consecutivi il più possibile recenti;

•garantire un'ampia ed omogenea distribuzione dei punti di monitoraggio sul territorio, tenendo in considerazione la definizione dei corpi idrici riportata nei Piani di Gestione regionale;

•garantire una ripartizione delle aree vulnerate tra acque sotterranee e acque superficiali tale da rappresentare la distribuzione percentuale delle non conformità registrate sulla base dei dati della rete di monitoraggio utilizzata per la Direttiva Nitrati;

•selezionare punti di monitoraggio nei corpi idrici superficiali tenendo conto anche delle risultanze ottenute con l'applicazione dell'indicatore LIMECO oltre al tenore e al trend dei nitrati;

•selezionare punti di monitoraggio caratterizzati da un elevato grado di incertezza rispetto alle potenziali pressioni incidenti.



Legenda
 Aree vulnerate
 • SW
 • GW
 Limite regionale

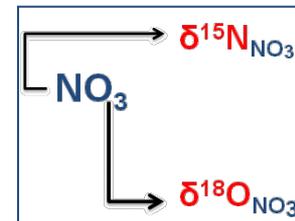
Regione	Pozzi GW Aree vulnerate	Pozzi GW SINTAI/EioNet	Percentuale pozzi GW utilizzati
Emilia Romagna	39	550	7,1
Friuli Venezia Giulia	11	173	6,4
Lombardia	33	430	7,7
Piemonte	20	589	3,4
Veneto	20	341	5,9
Totale 5 regioni	123	2083	5,9

Regione	N° aree vulnerate	N. punti di campionamento
Piemonte	18	22
Lombardia	25	52
Emilia Romagna	18	40
Veneto	15	22
Friuli Venezia Giulia	10	20

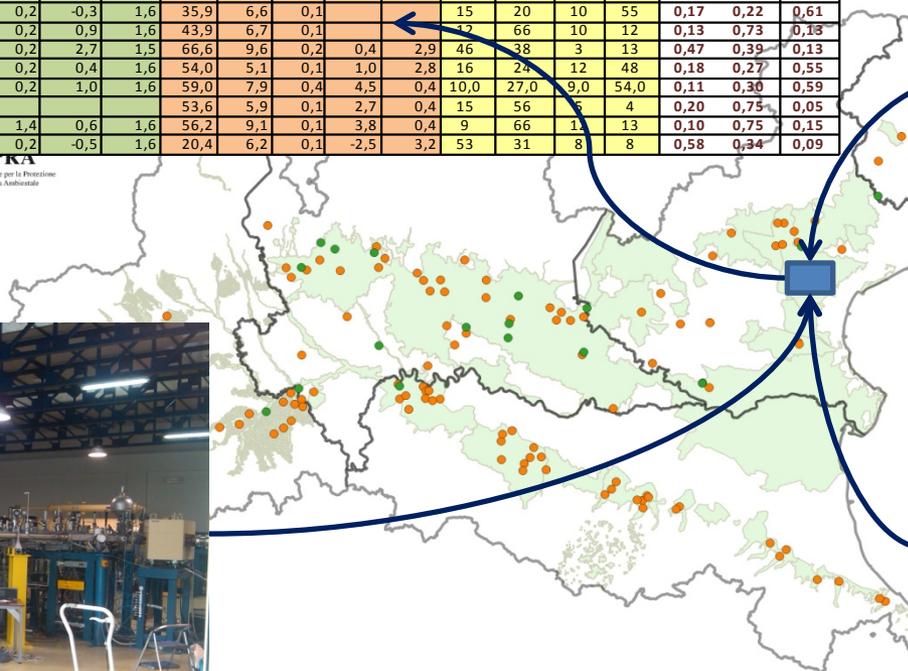


COMUNE	POZZO	NO3- I camp.	$\delta^{15}N_{NO3}$	unc	$\delta^{18}O_{NO3}$	unc	NO3- II camp.	$\delta^{15}N_{NO3}$	unc	$\delta^{18}O_{NO3}$	unc	ZOOTECNI A	MINERALE	Nso II	CIVILE	ZOOTECNI A	MINERALE	CIVILE
MAIRANO	SPRAGW3006	43,0	11,7	0,1	14,0	0,4	43,0	9,5	0,1	-1,8	3,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0	0
TRAVAGLIATO	SPRAGW3007	49,0	8,8	0,1	-0,7	0,9	50,0	8,0	0,1	-2,2	1,8	43,5	35,5	11	10	0,49	0,40	0,11
ADRO	SPRAGW3008	50,0	3,3	0,2	-5,6	0,8	50,0	7,1	0,1	-1,5	1,8	37	35	16	13	0,44	0,41	0,15
LENO	SPRAGW3010	42,0	11,5	0,1	0,4	0,9	34,8	9,0	0,1	-0,2	2,9	65	20	8	7	0,71	0,22	0,08
CORTENUOVA	SPRAGW3013	45,0	8,7	0,2	-0,7	1,3	49,5	9,2	0,1	-1,5	1,8	57	19	9	15	0,63	0,21	0,16
MARTINENGO	SPRAGW3014	33,0	8,6	1,1	-0,7	1,3	34,2	8,3	0,1	-2,6	1,9	72	14	14	0	0,84	0,16	0,00
SSO	SPRAGW3015	39,0	11,2	0,2	0,6	1,2	41,3	9,3	0,5			76	8	4	1	0,89	0,09	0,01
LURANO	SPRAGW3016	45,0	8,9	0,2	2,1	1,2	45,8	9,0	0,1	0,8	0,3	5	61	15,5	18,5	0,06	0,72	0,22
PAGAZZANO	SPRAGW3017	32,0	7,7	0,1	-1,1	1,3	32,4	7,9	0,4	-3,1	1,9	52,0	22,0	23,0	3,0	0,68	0,29	0,04
CASTIGLIONE DELLE STIVIERE	SPRAGW3018	52,0	3,6	1,0	1,3	5,0	75,0	8,4	0,1	0,1	0,4	73	15	9	3	0,80	0,16	0,03
MEDOLE	SPRAGW3019	67,0	9,4	0,2	-2,2	1	62,2	8,2	0,1	-3,5	1,9	51	36	9	4	0,56	0,40	0,04
MONZAMBANO	SPRAGW3020	36,0	8,5	0,1	0,5	0,9	36,9	6,7	0,1	-0,1	2,9	52	32	12	4	0,59	0,36	0,05
GONZAGA	SPRAGW3021	53,0	22,3	0,1	18,7	0,2	43,9	20,6	0,2	9,1	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0	0
RODIGO	SPRAGW3022	85,0	10,3	1,3	-5,5	0,8	81,0	12,8	0,1	-0,4	1,7	74	24	1	1	0,75	0,24	0,01
SOLFERINO	SPRAGW3025	85,0	7,0	0,2	-4,1	0,8	98,7	8,9	0,1	1,8	0,4	59	26	9	6	0,65	0,29	0,07
CAVRIANA	SPRAGW3026	34,0	8,9	0,8	0,4	1,2	31,9	9,1	0,1	3,0	0,4	64,5	22,5	8	5	0,70	0,24	0,05
CASTELVISCONTI	SPRAGW3027	26,0	2,7	0,3	0,5	0,7	31,5	3,4	0,1	-0,4	2,9	59	23	17	1	0,71	0,28	0,01
TRIGOLO	SPRAGW3029	118,0	11,8	0,1	12,4	0,5	111,6	12,4	0,1	2,4	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0	0
ANNICCO	SPRAGW3030	37,0	13,7	0,2	5,9	0,3	34,2	13,8	0,1	4,1	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0	0
OSNAGO	SPRAGW3031	37,0	6,0	0,1	1,5	0,4	38,1	5,5	0,1	-0,1	2,9	78	7	7	8	0,84	0,08	0,09
ARCONATE	SPRAGW3033	57,1	3,9	0,8	-4,6	0,8	55,0	4,6	0,2	0,4	4,0	24	50	14	12	0,28	0,58	0,14
SAN VITTORE OIONA	SPRAGW3034	42,1	8,1	0,1	0,6	0,9	42,0	7,8	0,1	1,8	0,4	18	58	20	4	0,23	0,73	0,05
PADERNO DUGNANO	SPRAGW3035	35,3	9,3	0,3	0,5	0,9	35,0	7,6	0,1	-0,1	2,9	6	75	10	9	0,07	0,83	0,10
OPERA	SPRAGW3036	35,0	11,1	0,1	1,0	0,9	35,0	9,4	0,1	0,4	2,9	7,0	65,0	6,0	22,0	0,07	0,69	0,23
BUSTO ARSIZIO	SPRAGW3038	50,0	5,6	0,2	-2,1	1,7	50,6	6,7	0,1	1,2	0,4	49	3	15	33	0,58	0,04	0,39
SARONNO	SPRAGW3039	35,0	4,1	0,2	-0,3	1,6	35,9	6,6	0,1		15	20	10	55	0,17	0,22	0,61	
VARANO BORGHI	SPRAGW3040	45,0	6,5	0,2	0,9	1,6	43,9	6,7	0,1		42	66	10	12	0,13	0,73	0,18	
CODOGNO	SPRAGW3042	69,0	11,4	0,2	2,7	1,5	66,6	9,6	0,2	0,4	2,9	46	38	3	13	0,47	0,39	0,13
CAVENAGO DI BRIANZA	SPRAGW3045	57,0	6,2	0,2	0,4	1,6	54,0	5,1	0,1	1,0	2,8	16	24	12	48	0,18	0,27	0,55
MEZZAGO	SPRAGW3046	59,1	7,7	0,2	1,0	1,6	59,0	7,9	0,4	4,5	0,4	10,0	27,0	9,0	54,0	0,11	0,30	0,59
CASEI GEROLA	SPRAGW3047						53,6	5,9	0,1	2,7	0,4	15	56	5	4	0,20	0,75	0,05
CERVESINA	SPRAGW3048	55,0	7,1	1,4	0,6	1,6	56,2	9,1	0,1	3,8	0,4	9	66	1	13	0,10	0,75	0,15
GARLASCO	SPRAGW3050	15,0	6,7	0,2	-0,5	1,6	20,4	6,2	0,1	-2,5	3,2	53	31	8	8	0,58	0,34	0,09

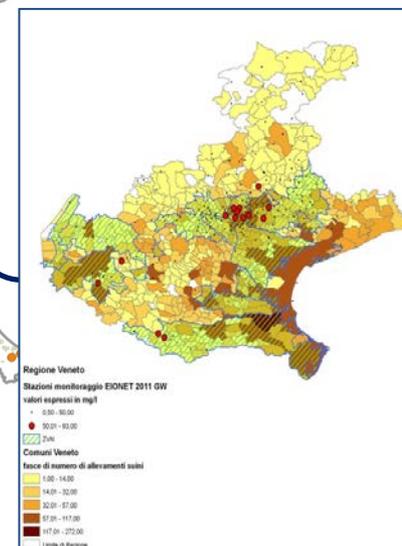
Modello isotopico SIAR



ISPRA
Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale



Laboratorio CIRCE – Il UniNA per le analisi isotopiche

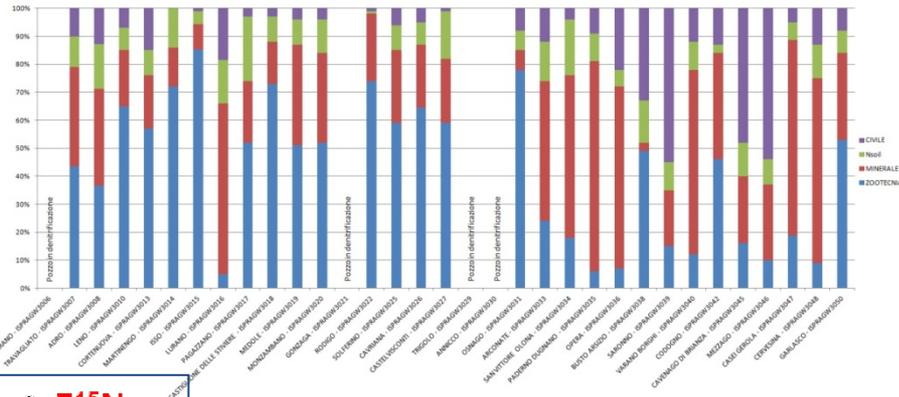




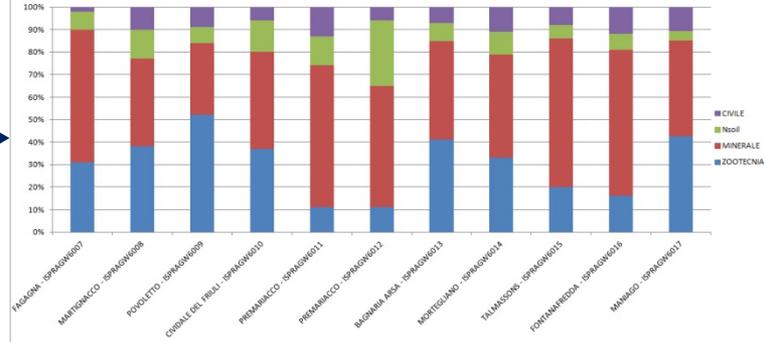
ISPRA

Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale

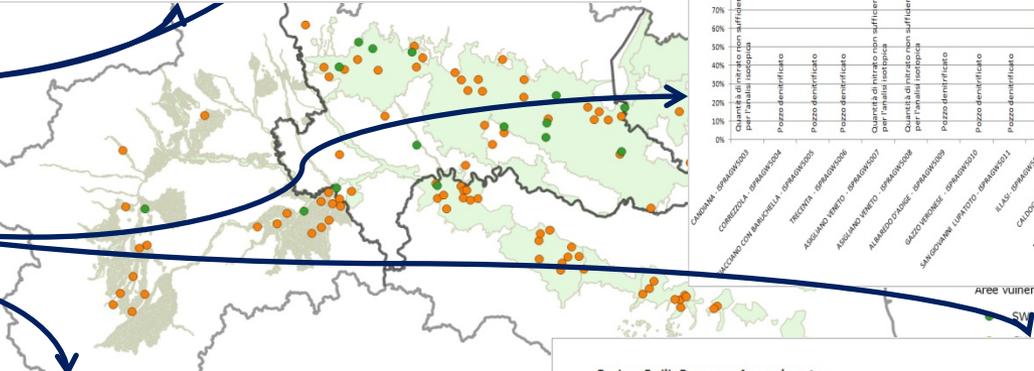
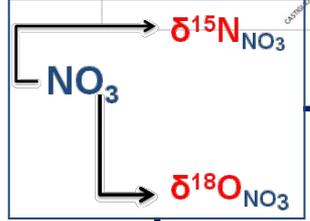
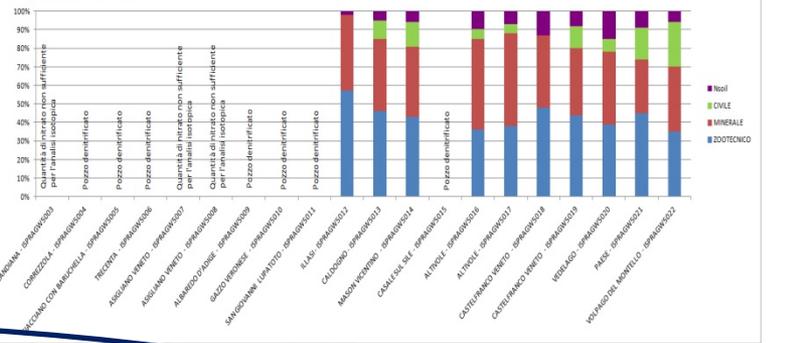
Regione Lombardia - Aree vulnerate



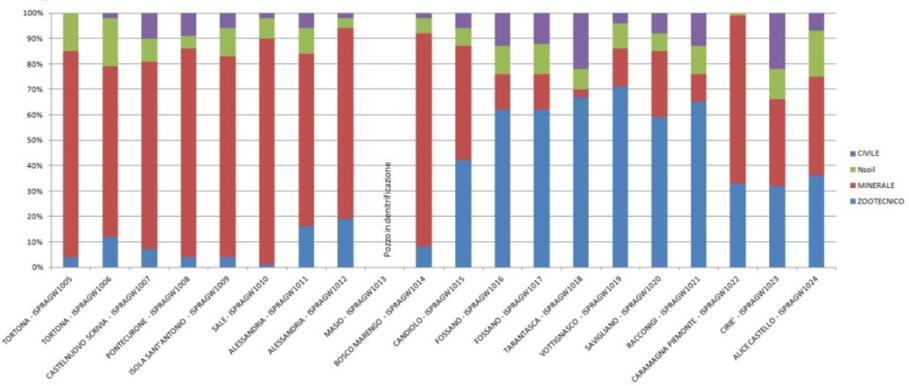
Regione Friuli Venezia Giulia - Aree vulnerate



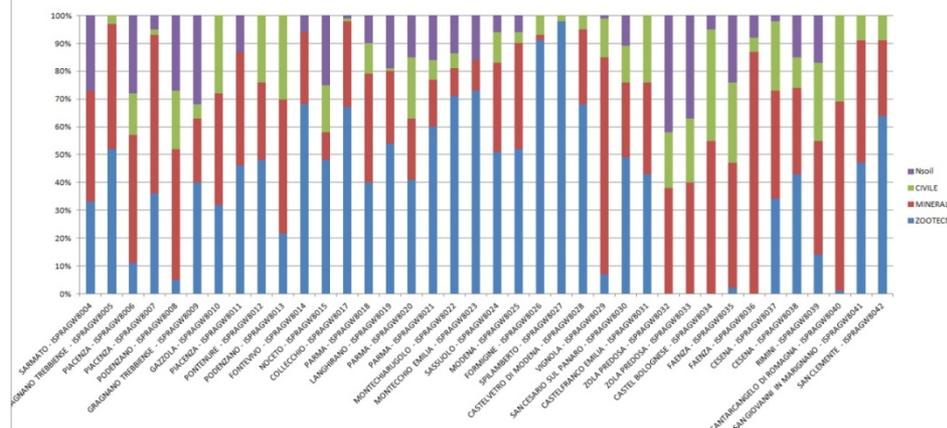
Regione Veneto aree vulnerate



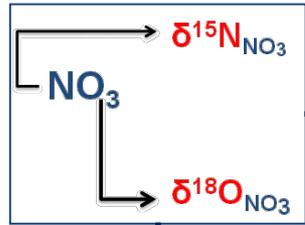
Regione Piemonte - Aree vulnerate



Regione Emilia Romagna - Aree vulnerate



Modello isotopico SIAR



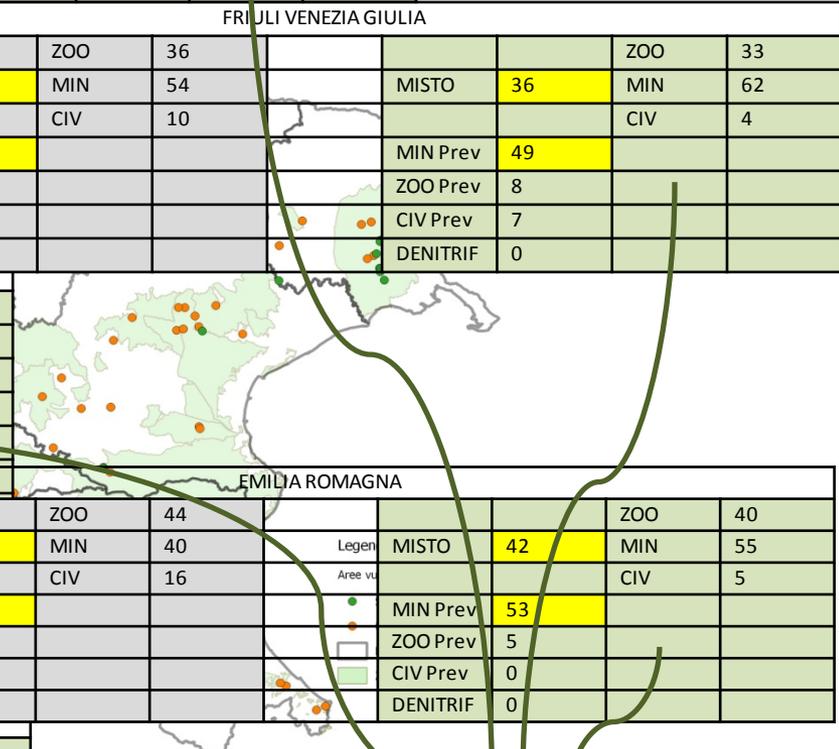
VENETO									
		ZOO	46				ZOO	31	
MISTO	51	MIN	41		MISTO	55	MIN	62	
		CIV	13				CIV	6	
MIN Prev	0				MIN Prev	41			
ZOO Prev	0				ZOO Prev	2			
CIV Prev	0				CIV Prev	2			
DENITRIF	49				DENITRIF	0			

FRIULI VENEZIA GIULIA									
		ZOO	36				ZOO	33	
MISTO	93	MIN	54		MISTO	36	MIN	62	
		CIV	10				CIV	4	
MIN Prev	0				MIN Prev	49			
ZOO Prev	7				ZOO Prev	8			
CIV Prev	0				CIV Prev	7			
DENITRIF	0				DENITRIF	0			

LOMBARDIA									
		ZOO	45				ZOO	34	
MISTO	57	MIN	30		MISTO	55	MIN	50	
		CIV	15				CIV	15	
MIN Prev	8				MIN Prev	24			
ZOO Prev	19				ZOO Prev	9			
CIV Prev	0				CIV Prev	11			
DENITRIF	16				DENITRIF				

EMILIA ROMAGNA									
		ZOO	44				ZOO	40	
MISTO	82	MIN	40		MISTO	42	MIN	55	
		CIV	16				CIV	5	
MIN Prev	11				MIN Prev	53			
ZOO Prev	7				ZOO Prev	5			
CIV Prev	0				CIV Prev	0			
DENITRIF	0				DENITRIF	0			

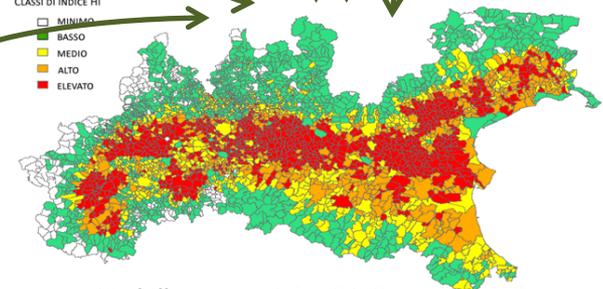
PIEMONTE									
		ZOO	62				ZOO	40	
MISTO	42	MIN	26		MISTO	44	MIN	46	
		CIV	12				CIV	14	
MIN Prev	54				MIN Prev	30			
ZOO Prev	1				ZOO Prev	19			
CIV Prev	0				CIV Prev	7			
DENITRIF	3				DENITRIF				



CLASSI DI INDICE HI

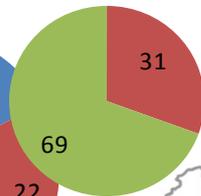
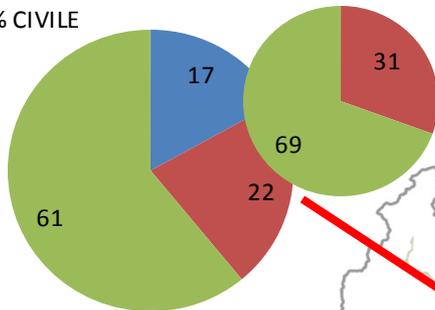
- MINIMO
- BASSO
- MEDIO
- ALTO
- ELEVATO

Modello parametrico SPEC



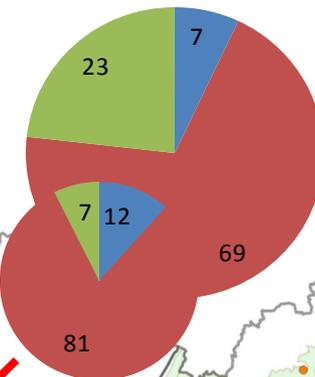
■ % ZOOTECNIA
 ■ % MINERALE
 ■ % CIVILE

Lombardia / SARONNO - ISPRAGW3039



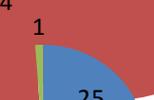
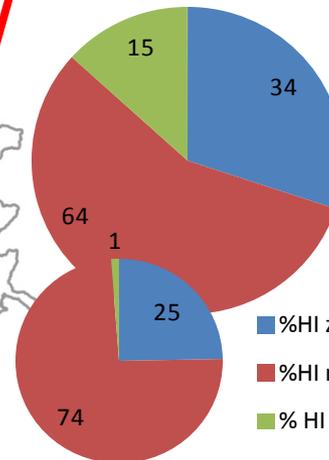
■ %HI zoo
 ■ %HI min
 ■ % HI civ

Lombardia / OPERA - ISPRAGW3036



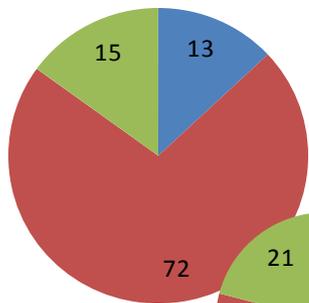
■ % ZOOTECNIA
 ■ % MINERALE
 ■ % CIVILE

Friuli V.G. / FAGAGNA - ISPRAGW6006

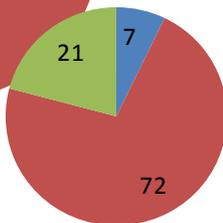


■ %HI zoo
 ■ %HI min
 ■ % HI civ

Piemonte / SALE - ISPRAGW1010

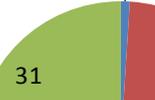
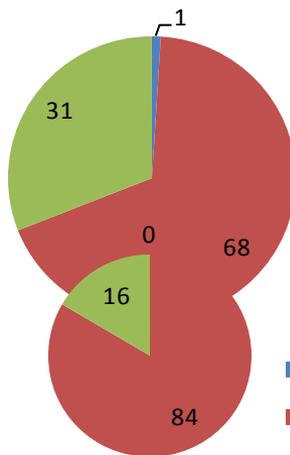


■ % ZOOTECNIA
 ■ % MINERALE
 ■ % CIVILE



■ %HI zoo
 ■ %HI min
 ■ % HI civ

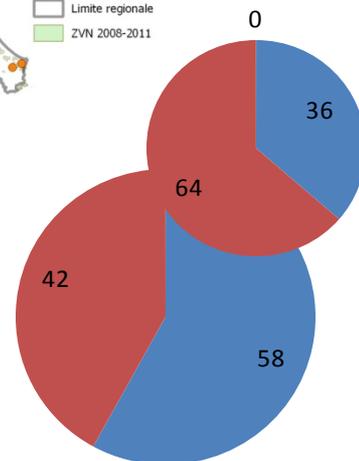
Emilia R. / SANTARCANGELO DI ROMAGNA - ISPRAGW8040



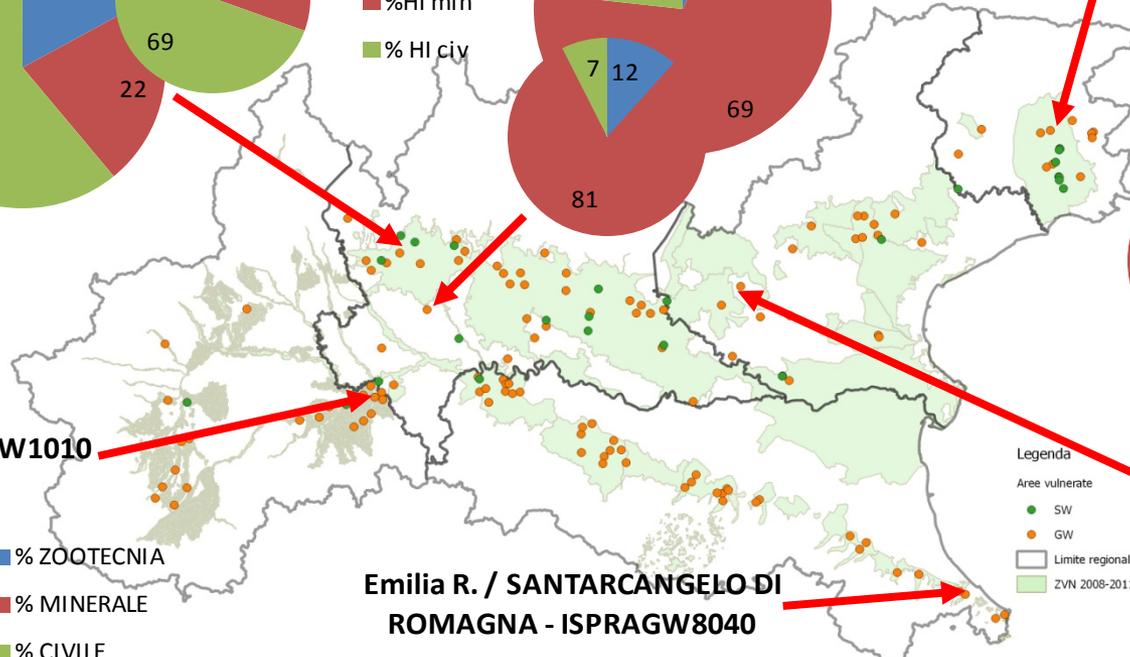
■ % ZOOTECNIA
 ■ % MINERALE
 ■ % CIVILE

■ %HI zoo
 ■ %HI min
 ■ % HI civ

Veneto / ILLASI - ISPRAGW5012



■ %HI zoo
 ■ %HI min
 ■ % HI civ



Legenda
 Aree vulnerate
 ● SW
 ● GW
 □ Limite regionale
 ■ ZVN 2008-2011

... in conclusione ...

I risultati della applicazione del metodo isotopico sulle aree vulnerate, pur essendo un campione troppo piccolo, rappresentando non più del 3% della somma delle superfici regionali interessate dalle attività e altresì parzialmente disomogeneo per rappresentare in modo “robusto” ciò che accade nei territori delle Regioni del bacino del Po, della pianura Veneta e del Friuli Venezia Giulia, sembra confermare, con alcune limitate correzioni le principali indicazioni fornite dal modello parametrico per tali territori e cioè che:

- il contributo misto, quale concorso e combinazione di diverse tipologie di sorgenti, si rappresenta, tranne nel caso del Piemonte, sempre superiore al 50%;
- il contributo zootecnico, non è mai significativamente prevalente e il suo concorso a quello misto è circa pari a quello minerale, mitigando così le stime del modello parametrico che indicavano il contributo zootecnico sempre inferiore a quello minerale;
- il contributo minerale prevalente si conferma in Piemonte, dove altresì si riduce in modo significativo il contributo zootecnico prevalente;
- il contributo civile non è mai prevalente, anzi è assente dalle aree vulnerate scelte, e il suo concorso a quello misto è sempre largamente inferiore sia a quello zootecnico che a quello minerale.

... in conclusione ...

Appare confermata l'efficacia del metodo isotopico, in generale, ed, in particolare, del modello SIAR, al fine di ottenere una stima, seppur probabilistica ed affetta da una ineludibile quota d'incertezza, dell'apportamento e dell'attribuzione alle relative sorgenti potenziali della concentrazione rilevata ai punti di monitoraggio della qualità delle acque dalle rete nazionale, SINTAI, ed europea, EioNet.

Il confronto tra i risultati ottenuti con il metodo isotopico nelle aree vulnerabili e l'applicazione del metodo parametrico, mostra un accordo soddisfacente, ma ne mostra anche le diffuse "incertezze", certamente attribuibili alle semplificazioni metodologiche e all'incompletezza degli indicatori sviluppati e dei dati raccolti.

Ciò è confermato anche dall'ulteriore confronto tra i due metodi a scala comunale.

Tali "incertezze" possono essere affrontate e forse superate solo attraverso l'uso dei risultati derivanti dalla applicazione del modello isotopico e del confronto con altri modelli previsionali. A tal fine, è assolutamente necessario promuovere, un continuo e sempre più allargato dialogo e collaborazione con quella parte della Comunità scientifica che risulta già impegnata in materia, promuovendo e partecipando ad approfondire ed analizzare congiuntamente le conoscenze reciproche e disponibili..

... in conclusione ...

Nonostante tali “incertezze”, appare altresì confermata l'utilità di modelli parametrici, come lo SPEC, previsionali sia delle pressioni sui suoli, sia della vulnerabilità delle acque attraverso i suoli, sia dei conseguenti impatti sul buono stato qualitativo ed ambientale delle acque stesse, per lo sviluppo e l'incontro di politiche coordinate e condivise di tutela ambientale e di sviluppo rurale e territoriale sostenibile.

Appaiono infine raggiunto anche gli obiettivi non secondari della realizzazione di una piattaforma per la disponibilità, condivisione ed interoperabilità dei dati e delle informazioni di comune utilità ed interesse tra il Ministero delle politiche agricole, alimentari e forestali, ISPRA, le ARPA e le Regioni del bacino del Po, della pianura Veneta e del Friuli Venezia Giulia e della verifica della possibilità di trasferire le metodologie sviluppate e validate in procedure di monitoraggio e controllo ordinariamente eseguibili, per la fattività operativa ed i costi contenuti delle stesse, nell'ambito del Sistema Nazionale per la Protezione Ambientale ISPRA, ARPA e APPA.

La contaminazione da nitrati delle acque:

applicazione di un modello isotopico nelle Regioni del Bacino del Po, della Pianura Veneta e del Friuli Venezia Giulia

... grazie per l'attenzione ! ...



Services & Directives



Direttiva Quadro sulla Tutela delle Acque 2000/60/CE



Stato dell'Ambiente