



Agenzia Regionale per la Prevenzione
e Protezione Ambientale del Veneto



Sistema Nazionale
per la Protezione
dell'Ambiente



REGIONE DEL VENETO

Servizio Centro Veneto Suolo e Bonifiche

Risultati del monitoraggio dei suoli per la direttiva nitrati

dicembre 2018

ARPAV
Commissario straordinario
Nicola Dell'Acqua

Direzione Tecnica
Carlo Terrabujo

Progetto e realizzazione
Servizio Centro Veneto Suolo e Bonifiche
Paolo Giandon (Responsabile della struttura)
Francesca Ragazzi, Adriano Garlato (Autori)

Monitoraggio
Adriano Garlato, Antonio Pegoraro, Francesca Pocaterra, Francesca Ragazzi, Paola Zamarchi
(Servizio Centro Veneto Suolo e Bonifiche)

Analisi chimiche
Dipartimento Regionale Laboratori
Sede di Treviso

dicembre 2018

Sommario

Sommario 1

Introduzione 2

Campionamento 3

Risultati 5

Conclusioni 18

Bibliografia..... 20

Allegato 1: risultati analitici 21

Introduzione

Nel 2017 il Servizio Osservatorio (oggi Centro Veneto) Suolo e Bonifiche ha intrapreso un'attività di sopralluogo congiunto con i tecnici delle U.O. Fonti di Pressione dei Dipartimenti ARPAV Provinciali nell'ambito dei controlli programmati negli allevamenti per la verifica del rispetto della normativa nazionale e regionale di applicazione della Direttiva Nitrati. Nel corso del sopralluogo è stato eseguito il campionamento del suolo in uno o più appezzamenti oggetto di utilizzo degli effluenti per una verifica dello stato del terreno così come previsto dall'art. 42 del DM 25/02/2016.

I dati raccolti hanno permesso di acquisire informazioni sul contenuto di nutrienti, azoto, fosforo e potassio, in appezzamenti ad ordinamento agronomico ordinario, concimati con fertilizzanti organici (in particolare effluenti di allevamento tal quali o trattati) e di verificare se i valori rilevati per alcuni parametri del terreno come il contenuto di sostanza organica (che condiziona anche la presenza di azoto organico e quindi anche delle altre forme dell'azoto), la salinità, il contenuto in metalli pesanti (rame e zinco in particolare) e in alcuni elementi nutritivi (in particolare fosforo e potassio) possono essere influenzati dall'apporto di degli effluenti.

I dati raccolti nel 2017 si aggiungono a quelli già raccolti tra il 2014 e il 2016 nell'ambito di un progetto finanziato dalla Regione per il monitoraggio dei nitrati nel suolo e nelle acque di falda; nella seconda parte del rapporto vengono analizzati i risultati dei tre anni (2015-17) di indagini.

Campionamento

Tra aprile e ottobre 2017 sono stati campionati 37 appezzamenti, gestiti da 23 aziende, interessati dalla distribuzione di effluenti zootecnici, 25 ricadenti in zona vulnerabile ai nitrati, 12 in zona ordinaria. In 14 appezzamenti tra quelli campionati era stato distribuito del digestato ottenuto da effluenti di allevamento, in 13 liquame suino, in 6 pollina, in 2 letame e in altri 2 liquame bovino. Nella tabella 1 e nella figura 1 è riportata la distribuzione degli appezzamenti e dei relativi trattamenti suddivisi per provincia e per appartenenza alla zona vulnerabile ai nitrati o alla zona ordinaria.

Tabella 1: Distribuzione degli appezzamenti campionati nelle province del Veneto.

PROVINCIA	Numero campionamenti							
	Totale	Zona ordinaria	Zona vulnerabile	letame	liquame bovino	liquame suino	pollina	digestato
Belluno	2	2	0	2				
Treviso	10	4	6			9	1	
Verona	1	0	1			1		
Vicenza	5	1	4		2		1	2
Padova	5	4	1			1	2	2
Venezia	12	1	11			2		10
Rovigo	2	0	2				2	
TOTALE	37	12	25	2	2	13	6	14

Il campionamento dei suoli è stato eseguito secondo le modalità previste dal Decreto Ministeriale del 13/09/1999 "Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo" e successive modifiche, mediante un posizionamento dei punti di prelievo di tipo sistematico, nell'orizzonte superficiale interessato dalle lavorazioni (0-40 cm), utilizzando una trivella manuale di tipo olandese. Ciascuna area di campionamento, con superficie variabile tra 1.000 e 40.000 mq, sono state suddivise in almeno 16 subaree in ognuna delle quali è stato raccolto un campione elementare; i campioni elementari sono stati raccolti in un secchio e successivamente rovesciati su un telo pulito e asciutto, omogeneizzati per costituire il campione globale dal quale è stato ottenuto il campione finale per il laboratorio.

Nella scelta degli appezzamenti da campionare sono stati privilegiati quelli più vicini al centro aziendale, che sono quelli che con maggior probabilità sono stati interessati dalla distribuzione di effluenti con maggior frequenza.

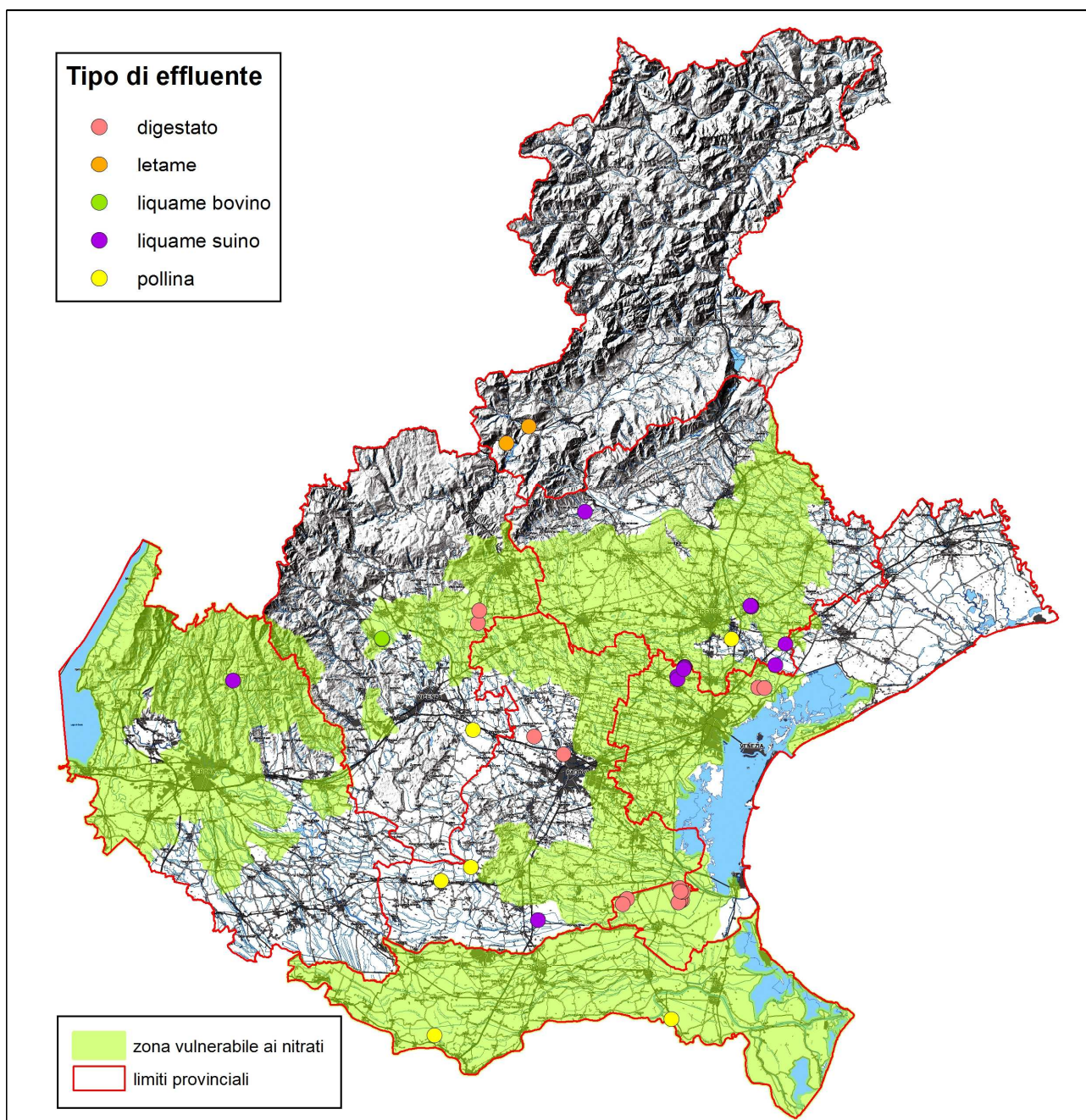


Figura 1: Localizzazione degli appezzamenti campionati nel 2017, suddivisi per tipologia di effluente distribuito. In verde i limiti della zona vulnerabile ai nitrati, in rosso i confini provinciali.

Parametri analizzati

I campioni sono stati analizzati dal laboratorio ARPAV di Treviso per la determinazione dei parametri indicati in tabella 2.

Tabella 2: Determinazioni analitiche, metodi utilizzati e relativo riferimento.

DETERMINAZIONE	METODO	RIFERIMENTO
pH in acqua	metodo potenziometrico con rapporto suolo-acqua 1:2,5	DM 13.9.99 Met. III.1
Carbonio organico	ossidazione con potassio dicromato e determinazione con spettrofotometro UV/VIS	UNICHIM M.U. 775/88
Fosforo assimilabile	estrazione con bicarbonato sodico e determinazione tramite spettrofotometro UV/VIS	ISO 11263
Basi scambiabili (Na, K, Mg e Ca)	estrazione con bario cloruro e determinazione mediante spettrofotometro ad assorbimento atomico	DM 13.9.99 Met. XIII.5
Conducibilità elettrica	determinazione in estratto acquoso con rapporto suolo-acqua 1:2,5 o 1:2.	DM 13.9.99 Met. IV.1
Rame, Zinco	mineralizzazione con aqua regia; lettura all'ICP con camera di Scott	DM 13.09.99 Met. XI.1 integrato dal DM 25.03.2002

Risultati

Nella tabella 3 sono riportate le statistiche descrittive dell'intero dataset (allegato 1). Oltre a media, deviazione standard, minimo e massimo, sono riportati anche mediana, quartili e percentili, parametri statistici più adeguati per l'analisi dei dati in casi di elevata disomogeneità della popolazione.

Tabella 3: Statistiche generali dei parametri chimici dei suoli negli appezzamenti campionati.

Parametro		N dati	Media	Dev. Std.	Minimo	Massimo	Mediana	Inferiore Quartile	Superiore Quartile	5° Perc.	95° Perc.
pH H ₂ O		37	7,6	1,0	4,6	8,4	8,0	7,3	8,1	5,0	8,3
Carbonio organico	%	37	3,1	5,1	0,9	21,0	1,4	1,2	2,1	0,9	19,2
Azoto totale	g/kg	37	3,0	3,7	1,0	16,7	1,9	1,4	2,6	1,1	13,9
Fosforo assimilabile	mg/kg	33	120	96	9	420	98	62	153	15	296
Potassio scambiabile	mg/kg	37	429	313	90	1520	361	203	517	112	1076
Calcio scambiabile	mg/kg	37	3867	1832	1650	8840	3440	2700	4300	2040	8202
Magnesio scambiabile	mg/kg	37	400	125	160	655	402	321	493	212	591
Sodio scambiabile	mg/kg	37	64,1	44,7	20,0	237,0	59,0	20,0	82,0	20,0	127,8
Conduttività elettrica 1:2	dS/m	37	0,476	0,244	0,220	1,540	0,400	0,320	0,540	0,252	0,820
Rame totale	mg/kg	37	49	24	22	150	47	34	55	26	87
Zinco totale	mg/kg	37	135	63	64	314	110	96	168	73	266
Cadmio totale	mg/kg	36	0,36	0,21	0,25	1,19	0,25	0,25	0,50	0,25	0,76
Cobalto totale	mg/kg	36	15,7	15,2	5,9	98,3	11,9	11,0	15,8	6,9	31,5
Cromo totale	mg/kg	36	51	28	24	119	39	33	61	25	115
Nichel totale	mg/kg	36	37,0	23,5	12,9	104,5	27,6	22,4	45,5	16,6	90,6
Piombo totale	mg/kg	35	26,6	10,5	9,7	46,7	27,6	17,9	35,6	11,6	40,4
Manganese totale	mg/kg	35	599,6	219,1	191,9	1247,5	588,6	456,2	715,2	224,2	924,1
Berillio totale	mg/kg	35	1,2	2,3	0,3	14,5	0,8	0,6	1,0	0,3	1,5
Vanadio totale	mg/kg	35	55,2	21,0	31,6	123,5	50,8	41,1	60,7	34,3	90,5

I dati sono stati elaborati anche dopo raggruppamento per tipo di fertilizzante organico (tabella 4) per verificare l'influenza del tipo di ammendante utilizzato sulle caratteristiche del suolo in esame. Sui dati così

raggruppati sono stati applicati test statistici non parametrici (Kruskal Wallis) che però non hanno dato risultati significativi sia a causa della disomogeneità numerica dei gruppi (soltanto due dati per letame e liquame bovino) che per differenze nelle dotazioni di partenza in suoli di ambienti molto diversi.

Tabella 4: Caratteristiche chimiche dei suoli negli appezzamenti concimati con effluenti zootecnici di diversa origine.

Parametro	Concimazione	N dati	Media	Dev.Std.	Mediana	Quartile Inferiore	Quartile Superiore	5° Percentile	95° Percentile
Carbonio organico (%)	letame	2	2,7	0,8	2,7	2,4	3,0	2,2	3,2
	liquame bovino	2	1,8	0,5	1,8	1,6	1,9	1,4	2,1
	liquame suino	13	1,6	1,1	1,3	1,0	1,9	0,9	3,2
	pollina	6	1,2	0,3	1,2	1,1	1,4	1,0	1,6
	digestato	14	5,7	7,8	2,0	1,4	2,7	1,0	20,4
Azoto totale (g/kg)	letame	2	3,0	0,9	3,0	2,6	3,3	2,4	3,5
	liquame bovino	2	2,3	0,4	2,3	2,2	2,5	2,0	2,6
	liquame suino	13	1,9	1,1	1,6	1,4	2,0	1,1	3,7
	pollina	6	1,6	0,5	1,5	1,3	1,9	1,2	2,3
	digestato	14	4,7	5,6	2,0	1,6	3,2	1,1	15,1
Fosforo assimilabile (mg/kg)	letame	2	111	133	111	64	158	27	196
	liquame bovino	2	193	33	193	182	205	172	214
	liquame suino	13	158	115	132	78	153	45	362
	pollina	5	96	92	74	64	81	20	218
	digestato	11	75	53	64	34	104	17	158
Potassio scambiabile (mg/kg)	letame	2	281	70	281	256	305	236	325
	liquame bovino	2	825	304	825	718	933	632	1019
	liquame suino	13	376	205	346	218	499	111	704
	pollina	6	478	408	347	178	582	170	1068
	digestato	14	422	359	365	203	449	108	942
Conduttività elettrica 1:2 (dS/m)	letame	2	0,330	0,042	0,33	0,315	0,345	0,303	0,357
	liquame bovino	2	0,510	0,099	0,51	0,475	0,545	0,447	0,573
	liquame suino	13	0,412	0,107	0,4	0,32	0,48	0,26	0,564
	pollina	6	0,315	0,090	0,32	0,24	0,3475	0,22	0,4325
	digestato	14	0,621	0,328	0,53	0,4	0,815	0,313	1,072
Rame totale (mg/kg)	letame	2	100	71	100	75	125	55	145
	liquame bovino	2	36	3	36	35	37	34	38
	liquame suino	13	58	19	59	48	70	30	87
	pollina	6	38	10	35	31	45	28	51
	digestato	14	39	12	39	28	48	24	56
Zinco totale (mg/kg)	letame	2	164	78	164	136	192	114	214
	liquame bovino	2	173	7	173	171	175	169	177
	liquame suino	13	170	86	139	109	243	66	291
	pollina	6	124	35	126	103	137	82	168
	digestato	14	99	14	99	92	108	79	118

Il carbonio organico ha un valore medio piuttosto alto, pari a 3,1, ma una mediana di 1,4, la differenza è imputabile a tre appezzamenti in provincia di Venezia con suoli organici in aree palustri bonificate con un contenuto molto alto di carbonio intorno al 20%. Come si può vedere dalla tabella 5, in cui si suddividono i suoli in base al contenuto di carbonio organico, la maggior parte degli appezzamenti campionati (57%) ha un contenuto moderato (tra 1,2 e 2,4%) il 24% ha un contenuto moderatamente basso (tra 0,7 e 1,2%).

La distribuzione rispecchia quella dei suoli di pianura del Veneto presenti nella banca dati ARPAV, riportata nell'ultima colonna a destra.

Tabella 5: Classificazione dei suoli in base ai contenuti di **carbonio organico**; nell'ultima colonna a destra è riportata la distribuzione percentuale nei suoli di pianura del Veneto.

Giudizio	Carbonio organico			
	Contenuto (%)	Numero appezz.	%	% nei suoli di pianura del Veneto
Molto basso	<0,5	0	0	2
Basso	0,5-0,7	0	0	3
Moderatamente basso	0,7-1,2	9	24	29
Moderato	1,2-2,4	21	57	51
Moderatamente alto	2,4-5	3	8	12
Alto	5-12	1	3	2
Molto alto	>12	3	8	0,2

Considerando il tipo di concimazione (figura 2 e tabella 4), si nota che i due appezzamenti concimati con letame, entrambi in provincia di Belluno, hanno i contenuti di sostanza organica più alti; seguono i due appezzamenti in provincia di Vicenza concimati con liquame bovino. In entrambe le situazioni potrebbe però esserci una forte influenza del contenuto "di partenza" del suolo. I terreni concimati con digestato sembrano avere contenuti mediamente superiori a quelli concimati con liquame suino e pollina ma anche in questo caso vi è una forte influenza del contenuto di partenza del suolo: anche non considerando i 3 dati con carbonio maggiore del 12%, ci sono altri 4 dati in provincia di Venezia relativi a suoli che normalmente hanno valori >2% (mollisuoli BUO1).

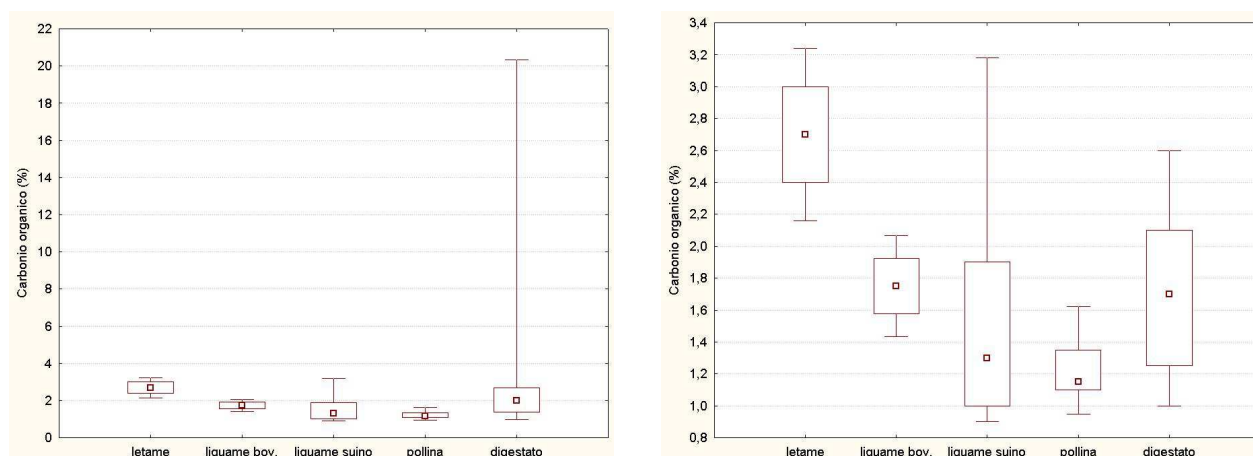


Figura 2 : Contenuto di **carbonio organico** negli appezzamenti suddivisi per tipologia di concimazione. Box plot con mediana e percentili (5°, 25°, 75° e 95°). Il grafico di sinistra riporta tutti i 37 dati, in quello di destra sono stati esclusi i tre appezzamenti con suoli organici.

Riguardo le dotazioni in elementi nutritivi, azoto, fosforo e potassio, la maggior parte degli appezzamenti sono risultati ricchi o molto ricchi (tabella 6): rispettivamente 78% e 11% per l'azoto, 12% e 76% per il fosforo e 22% e 67% per il potassio. Anche in questo caso la distribuzione è stata messa a confronto con

quella dei dati raccolti in tutta la pianura veneta: gli appezzamenti trattati con effluenti sono mediamente più ricchi in fosforo e potassio, in modo meno evidente in azoto.

Tabella 6: Classificazione dei suoli in base ai contenuti di **azoto** totale, **fosforo** assimilabile e **potassio** scambiabile e distribuzione dei campioni nelle diverse classi. Per ciascun elemento si riporta nell'ultima colonna di destra la distribuzione percentuale nei suoli di pianura del Veneto.

	Azoto totale				Fosforo assimilabile				Potassio scambiabile			
Giudizio	Contenuto (g/kg)	Numero appezz.	%	% suoli pianura	Contenuto (mg/kg)	Numero appezz.	%	% suoli pianura	Contenuto (mg/kg)	Numero appezz.	%	% suoli pianura
Scarso	<0,7	0	0	4	<14	2	6	40	<80	0	0	14
Medio	0,7-1,2	4	11	31	14-20	2	6	14	80-120	4	11	21
Ricco	1,2-5	29	78	65	20-45	4	12	29	120-240	8	22	41
Molto ricco	>5	4	11	1	>45	25	76	18	>240	25	67	24

Analizzando il tipo di effluente utilizzato, gli appezzamenti analizzati concimati con letame e liquame bovino (tabella 4) risultano essere più ricchi di azoto, seguiti da quelli concimati con digestato e infine con liquame e pollina. Inatteso è il dato relativo alla pollina, che per le caratteristiche chimico-fisiche dovrebbe contribuire ad un maggior apporto; probabilmente la maggior facilità di gestione ne consente una miglior distribuzione fra i terreni a disposizione dell'azienda.

Anche riguardo al fosforo e al potassio (figure 3 e 4, tabella 4) i contenuti riscontrati nei terreni in cui è stata distribuita della pollina sono inferiori alle attese rispetto agli altri tipi di effluente. Sorprende anche il valore piuttosto basso del potassio negli appezzamenti in cui è stato distribuito letame, che può essere dovuto ad un minor uso della lettiera rispetto al passato.

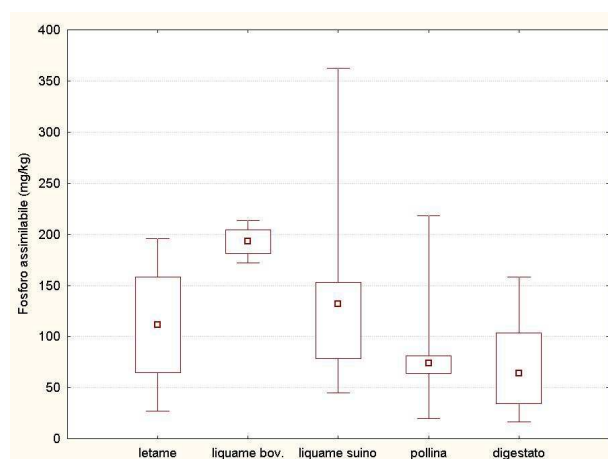


Figura 3: Contenuto di **fosforo assimilabile** negli appezzamenti suddivisi per tipologia di concimazione. Box plot con mediana e percentili (5°, 25°, 75° e 95°).

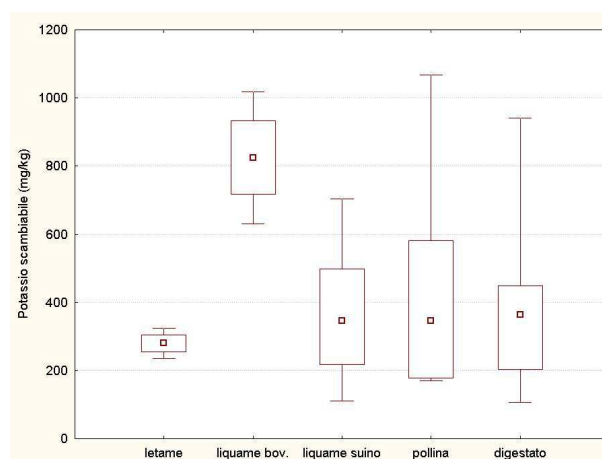


Figura 4: Contenuto di **potassio scambiabile** negli appezzamenti suddivisi per tipologia di concimazione. Box plot con mediana e percentili (5°, 25°, 75° e 95°).

Considerando il parametro salinità la maggior parte dei campioni sono risultati non salini o leggermente salini (tabella 7); i valori più alti sono stati riscontrati negli appezzamenti trattati con digestato in provincia

di Venezia su suoli ad alto contenuto di sostanza organica e moderatamente salini. I valori mediани dei terreni fertilizzati con liquami e digestato restano comunque superiori a quelli con letame e pollina.

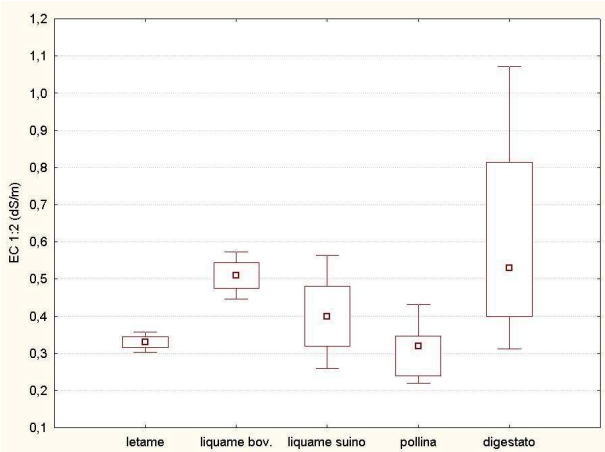


Figura 5: **Salinità** (EC1:2) negli appezzamenti suddivisi per tipologia di concimazione. Box plot con mediana e percentili (5°, 25°, 75° e 95°).

Giudizio	Conduttività elettrica		
	Valore (dS/m)	Numero appezz.	%
Non salino	<0,4	14	38
Leggermente salino	0,4-1	22	59
Moderatamente salino	1-2	1	3
Molto salino	2-5	0	0
Estremamente salino	≥5	0	0

Tabella 7: Classificazione dei suoli in base alla **salinità** e distribuzione dei campioni nelle diverse classi.

Sono stati inoltre analizzati i contenuti di **rame** e **zinco** per verificare eventuali apporti dovuti all'utilizzo degli effluenti. I valori sono stati messi innanzitutto in relazione con i valori di fondo di questi metalli nel Veneto (ARPAV 2016) anche attraverso la determinazione di un indice di arricchimento dato dal rapporto tra il contenuto riscontrato e il valore mediano dell'unità in superficie (tabella 8). Nell'elaborazione e commento dei dati relativi a rame e zinco non si è tenuto conto delle soglie di contaminazione prevista per i siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale (colonna A) dal D.Lgs 152/2006 di 120 mg/kg perché la normativa non chiarisce quali sono i limiti applicabili ai suoli agricoli per definire lo stato di contaminazione. Infatti se da un lato i riferimenti per la definizione dei valori per stabilire l'idoneità dei suoli all'utilizzo agronomico di ammendanti organici sono il D.Lgs 99/92 e la DGRV 2241/05 (limite per il rame 100 mg/kg e per lo zinco 300 mg/kg) dall'altro l'Istituto Superiore per la Sanità con nota prot. 51899/2003 (e quindi prima dell'approvazione del D.Lgs 152/06) ha suggerito di applicare ai suoli agricoli i limiti definiti per le aree residenziali (limite per rame 120 mg/kg, per lo zinco 150 mg/kg).

Per il **rame** (figura 6 e tabella 8) la maggior parte dei campioni è risultata in linea o comunque con valori inferiori al valore di fondo dell'unità fisiografica o deposizionale in cui ricadeva; fa eccezione un solo punto in provincia di Belluno in cui si è trovato un valore di 150 mg/kg contro gli 88 mg/kg dell'unità deposizionale di Prealpi su calcari in cui si trova.

Se però confrontati con il valore mediano dell'unità (tabella 8), ben 21 dei 37 appezzamenti (57%, quasi la metà) hanno un valore superiore; di questi 7 (19%) sono del 50% più elevati della mediana. In generale si riscontra un contenuto più elevato negli appezzamenti concimati con liquame suino (figura 8) che può essere dovuto all'uso di integratori che apportano questo elemento.

Per lo **zinco** (figura 7 e tabella 8) 9 campioni superano i valori di fondo dell'unità in cui ricadono.

Tabella 8: Contenuto di rame e zinco nei 37 appezzamenti, valore di fondo nell'unità fisiografica/deposizionale di appartenenza, valore mediano dell'unità e indice di arricchimento del metallo rispetto al valore mediano.

Provincia	Concentrazione elementi (mg/kg)		ZONA	Effluente	Unità fisiografica/deposizionale	Valore di fondo (mg/kg)		Mediana dell'unità		Arricchimento rispetto alla mediana	
	Rame totale	Zinco totale				Rame	Zinco	Rame	Zinco	Rame	Zinco
TV	48	139	ZO	liquame suino	Conoidi pedemontane calcaree (CC)	141	113	46	80	1,1	1,7
BL	50	109	ZO	letame	Prealpi su calcari marnosi (SD)	88	197	37	129	1,3	0,8
BL	150	219	ZO	letame	Prealpi su calcari marnosi (SD)	88	197	37	129	4,1	1,7
VR	82	235	ZVN	liquame suino	Prealpi su calcari marnosi (SD)	88	197	37	129	2,2	1,8
VI	34	168	ZVN	liquame bovino	Sistema Leogra-Timonchio (CL)	90	195	41	120	0,8	1,4
VI	38	178	ZVN	liquame bovino	Sistema Leogra-Timonchio (CL)	90	195	41	120	0,9	1,5
TV	26	81	ZO	liquame suino	Piave (P)	192	120	49	73	0,5	1,1
TV	86	175	ZO	liquame suino	Piave (P)	192	120	49	73	1,8	2,4
TV	43	64	ZVN	liquame suino	Piave (P)	192	120	49	73	0,9	0,9
TV	59	66	ZVN	liquame suino	Piave (P)	192	120	49	73	1,2	0,9
TV	34	109	ZVN	liquame suino	Piave (P)	192	120	49	73	0,7	1,5
VE	53	118	ZVN	liquame suino	Brenta (B)	110	143	36	97	1,5	1,2
VE	61	127	ZVN	liquame suino	Brenta (B)	110	143	36	97	1,7	1,3
TV	61	263	ZVN	liquame suino	Brenta (B)	110	143	36	97	1,7	2,7
TV	88	276	ZVN	liquame suino	Brenta (B)	110	143	36	97	2,4	2,8
TV	70	314	ZVN	liquame suino	Brenta (B)	110	143	36	97	1,9	3,2
TV	48	119	ZO	pollina	Brenta (B)	110	143	36	97	1,3	1,2
VI	28	139	ZO	pollina	Brenta (B)	110	143	36	97	0,8	1,4
PD	36	119	ZO	digestato	Brenta (B)	110	143	36	97	1,0	1,2
VI	28	96	ZVN	digestato	Brenta (B)	110	143	36	97	0,8	1,0
PD	49	97	ZVN	digestato	Brenta (B)	110	143	36	97	1,4	1,0
VE	27	107	ZVN	digestato	Brenta (B)	110	143	36	97	0,8	1,1
VI	26	109	ZVN	digestato	Brenta (B)	110	143	36	97	0,7	1,1
VE	47	117	ZVN	digestato	Brenta (B)	110	143	36	97	1,3	1,2
PD	52	133	ZO	pollina	Sistema Agno-Gua' (CG)	103	160	46	80	1,1	1,7
PD	48	243	ZO	liquame suino	Adige (A)	97	150	40	90	1,2	2,7
PD	31	178	ZO	pollina	Adige (A)	97	150	40	90	0,8	2,0
VE	30	81	ZVN	digestato	Adige (A)	97	150	40	90	0,7	0,9
VE	47	91	ZVN	digestato	Adige (A)	97	150	40	90	1,2	1,0
VE	35	93	ZVN	digestato	Adige (A)	97	150	40	90	0,9	1,0
VE	55	101	ZVN	digestato	Adige (A)	97	150	40	90	1,4	1,1
VE	41	108	ZVN	digestato	Adige (A)	97	150	40	90	1,0	1,2
VE	51	110	ZVN	digestato	Adige (A)	97	150	40	90	1,3	1,2
RO	37	77	ZVN	pollina	Po (O)	66	111	37	87	1,0	0,9
RO	33	98	ZVN	pollina	Po (O)	66	111	37	87	0,9	1,1
VE	22	75	ZO	digestato	Po (O)	66	111	37	87	0,6	0,9
VE	59	82	ZVN	digestato	Po (O)	66	111	37	87	1,6	0,9

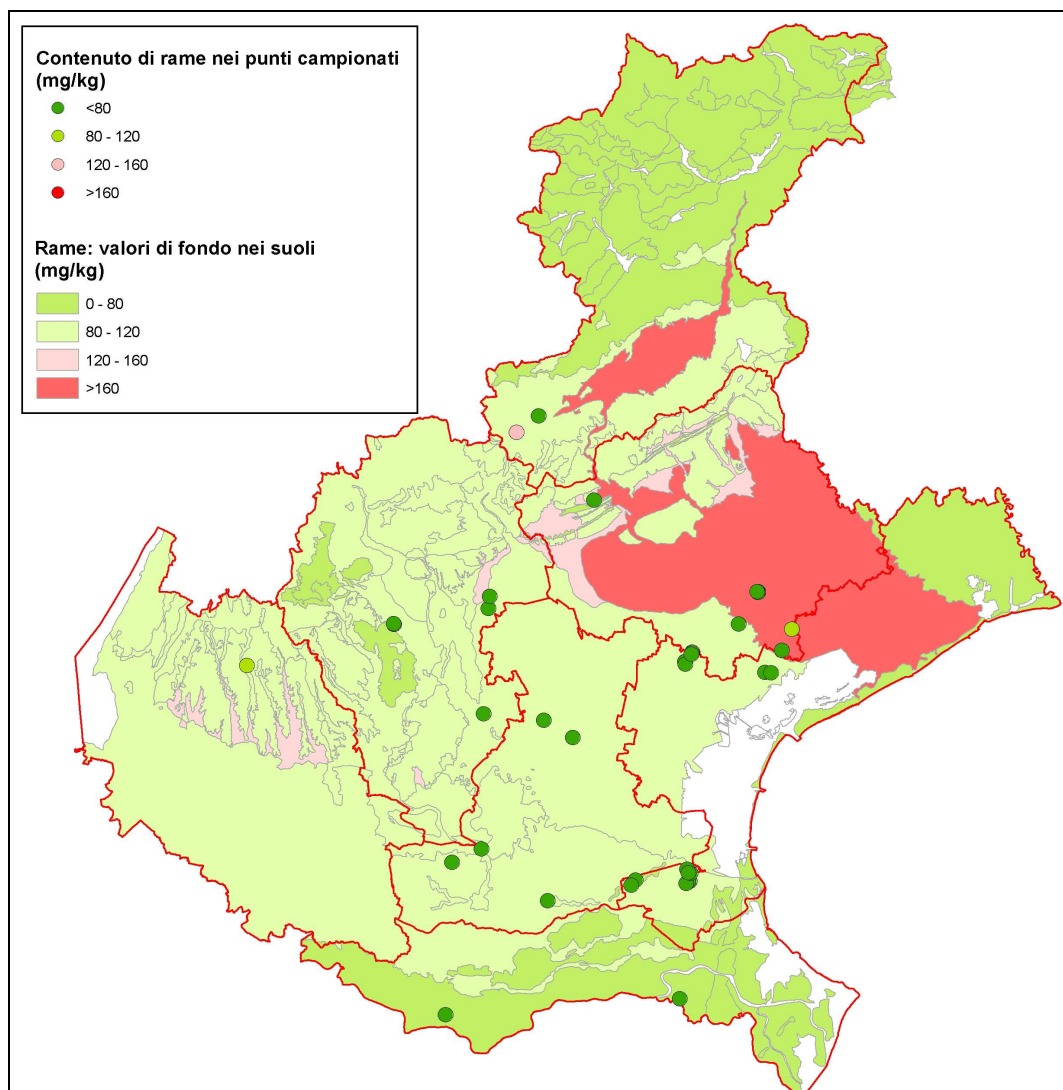


Figura 6: Confronto tra i valori di fondo del **rame** nel Veneto e i valori riscontrati nel campionamento per la direttiva nitrati.

Se confrontati con il valore mediano dell'unità, rappresentativo della concentrazione più diffusa, si osserva un arricchimento nella gran parte degli appezzamenti concimati con effluenti zootecnici, in 26 su 37, ovvero nel 70% dei casi. Nella metà di questi l'arricchimento è più di una volta e mezzo il valore medio e in quasi un quarto è più del doppio.

Gli appezzamenti con le concentrazioni più alte sono (7 su 9) quelli concimati con liquame suino. Come per il rame questi valori (figura 9) potrebbero essere ricondotti all'uso di integratori alimentari, vista anche l'ampia variabilità dei risultati legata alla diversa composizione degli alimenti somministrati agli animali tra i diversi allevamenti.

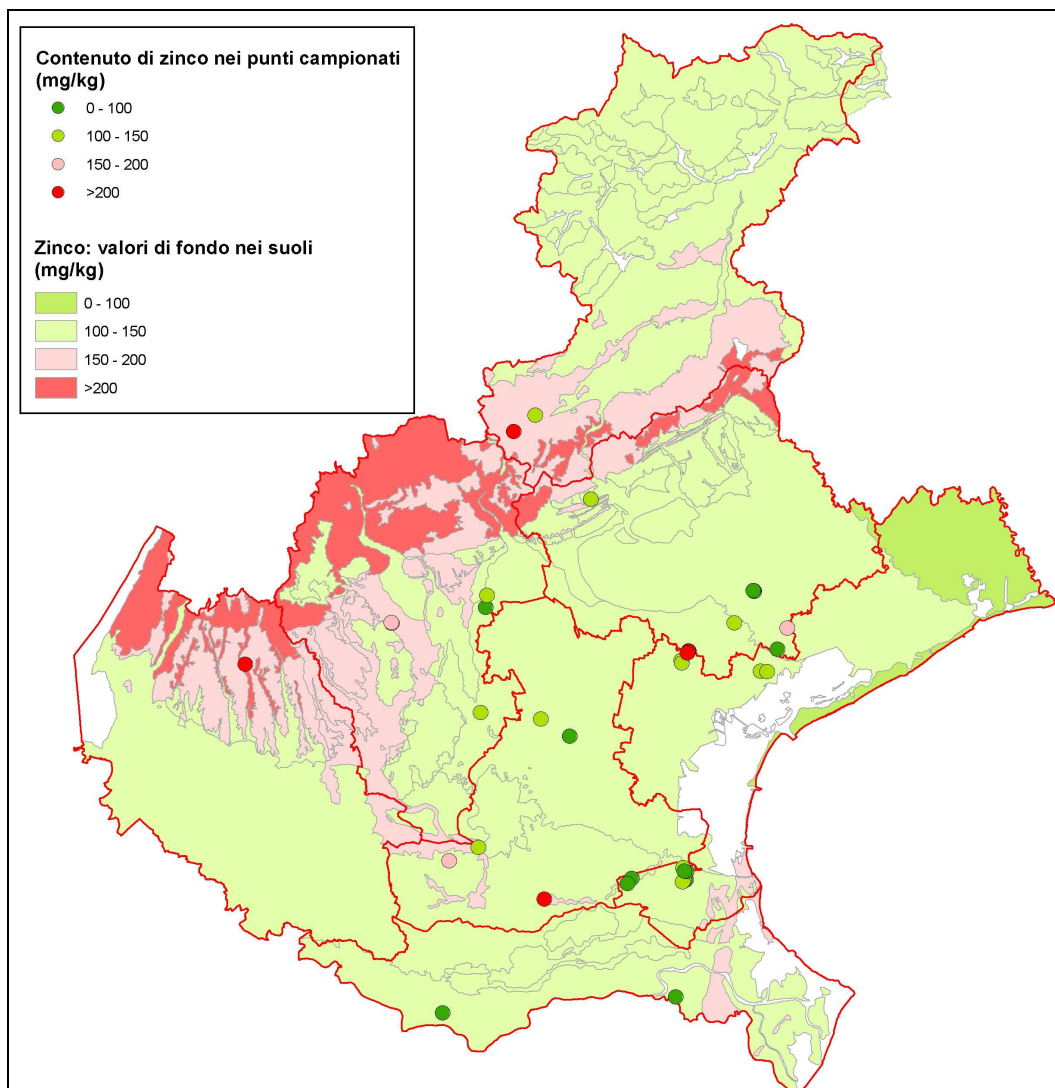


Figura 7: Confronto tra i valori di fondo dello **zinco** nel Veneto e i valori riscontrati nel campionamento per la direttiva nitrati.

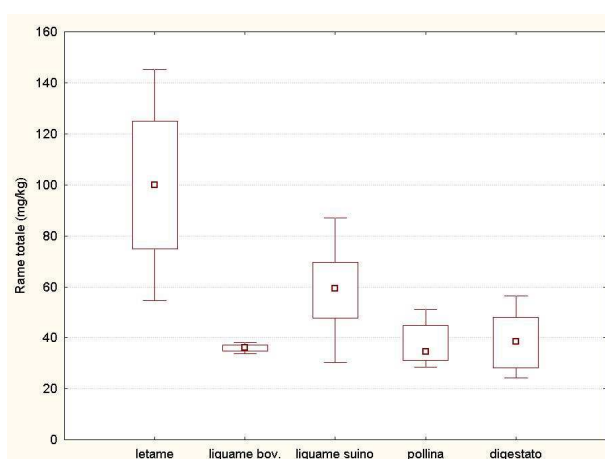


Figura 8: Contenuto di **rame** negli appezzamenti suddivisi per tipologia di concimazione. Box plot con mediana e percentili (5°, 25°, 75° e 95°).

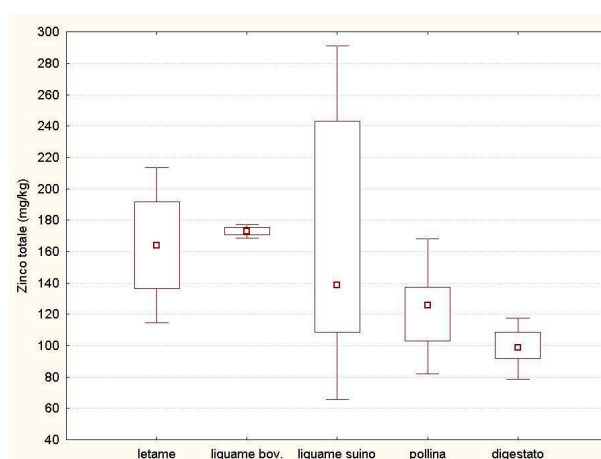


Figura 9: Contenuto di **zinco** negli appezzamenti suddivisi per tipologia di concimazione. Box plot con mediana e percentili (5°, 25°, 75° e 95°).

Dal momento che parte degli appezzamenti campionati ricadono in zona vulnerabile (25) e parte in zona ordinaria (12), si sono analizzati i diversi parametri secondo l'appartenenza a queste aree per verificare

l'effetto dei maggiori carichi consentiti in zona ordinaria. Come si può vedere dalla tabella 9, i valori medi di carbonio organico, azoto, fosforo e zinco sono leggermente superiori in questo gruppo rispetto alla ZVN ma non risultano statisticamente diversi dopo elaborazioni con test statistici non parametrici.

Tabella 9: Caratteristiche chimiche dei suoli negli appezzamenti concimati con effluenti zootecnici suddivisi in base all'appartenenza alla zona ordinaria (ZO) o vulnerabile (ZVN).

Zona	Parametro		N dati	Media	Dev.Std.	Mediana	Inferiore Quartile	Superiore Quartile	5° Percentile	95° Percentile
ZONA ORDINARIA	Carbonio organico	%	12	1,6	0,6	1,5	1,2	1,9	1,0	2,6
	Azoto totale	g/kg	12	1,9	0,7	2,0	1,5	2,3	1,1	2,9
	Fosforo assimilabile	mg/kg	11	127	70	135	78	167	41	229
	Potassio scambiabile	mg/kg	12	427	292	349	228	478	188	904
	Conduttività elettrica 1:2	dS/m	12	0,41	0,17	0,38	0,30	0,47	0,22	0,71
	Rame totale	mg/kg	12	52	35	48	30	50	24	115
	Zinco totale	mg/kg	12	144	51	136	116	176	78	230
ZONA VULNERABILE NITRATI	Carbonio organico	%	22	1,7	0,9	1,4	1,0	2,1	0,9	2,8
	Azoto totale	g/kg	22	2,0	1,0	1,6	1,3	2,5	1,1	3,4
	Fosforo assimilabile	mg/kg	22	117	108	94	41	140	11	322
	Potassio scambiabile	mg/kg	25	430	328	361	170	517	110	990
	Conduttività elettrica 1:2	dS/m	25	0,51	0,27	0,42	0,35	0,54	0,27	0,82
	Rame totale	mg/kg	25	47	17	47	34	59	27	80
	Zinco totale	mg/kg	25	131	69	108	93	127	68	273

Elaborazione dati anni 2016-2017

I dati raccolti nel corso del 2017 sono confluiti in un database costituito tra il 2014 e il 2016 nell'ambito delle attività di monitoraggio degli effetti dell'applicazione della direttiva nitrati nel territorio del bacino scolante nell'ambito di un accordo di collaborazione tra Regione Veneto, Contagraf e ARPAV (DGR n. 2216/2008). Tale accordo prevedeva tra le azioni la costituzione di una rete di monitoraggio dei suoli nelle aree di bassa pianura in corrispondenza di piezometri installati nelle aree agricole per il monitoraggio dello stato delle acque di falda per la ricerca di nutrienti, in particolare nitrati. Nell'ambito del progetto era stato eseguito il campionamento del suolo in 50 appezzamenti, concimati usualmente con effluenti di allevamento, in due tempi (fine 2014 e inizio 2016) con le stesse modalità utilizzate nel presente lavoro.

I 37 campioni analizzati nel 2017 sono stati aggregati ai preesistenti costituendo così un dataset più consistente per una analisi statistica d'insieme (tabella 10).

Tabella 10: Statistiche generali dei parametri chimici dei suoli nel dataset di 87 campioni raccolti tra il 2016 e il 2017.

Parametro	N dati	Media	Dev.Std.	Minimo	Massimo	Mediana	Quartile Inferiore	Quartile Superiore	5° Percentile	95° Percentile
pH H ₂ O	87	7,9	0,8	4,6	8,6	8,1	7,9	8,3	6,53	8,5
Carbonio organico (%)	87	2,1	3,5	0,5	21	1,3	1	1,7	0,8	3,2
Azoto totale (g/kg)	87	2,1	2,5	0,7	16,7	1,5	1,2	2	0,9	3,5
Fosforo assimilabile (mg/kg)	83	78	74	3	420	59	29	99	10	215
Potassio scambiabile (mg/kg)	87	332	239	72	1520	287	170	399	106	641
Conduttività elettrica 1:2 (dS/m)	71	0,368	0,212	0,130	1,540	0,300	0,240	0,410	0,200	0,810
Rame totale (mg/kg)	87	43,5	21,6	7,7	150,2	38,5	29,8	53,0	18,8	85,1
Zinco totale (mg/kg)	87	111,3	48,6	31,0	313,6	100,7	84,5	116,9	67,1	230,1

I dati sono stati raggruppati, come i precedenti, a seconda della tipologia di concime organico utilizzato. I gruppi così ottenuti sono piuttosto consistenti, soprattutto quelli di letame e liquame bovino che nella campagna 2017 erano poco rappresentati. Dal dataset sono stati eliminati i dati di carbonio organico, azoto totale e salinità dei tre campioni di Venezia trattati con digestato in quanto i dati erano fortemente influenzati dalle caratteristiche intrinseche del suolo per poter essere utilizzati nel confronto tra gruppi di concimazione. Per ciascun gruppo sono state eseguite alcune elaborazioni di statistica descrittiva (tabella 11) e sono stati applicati dei test statistici di confronto tra gruppi di tipo non parametrico.

I parametri per cui sono state rilevate delle differenze statisticamente significative tra gruppi sono il fosforo assimilabile e il potassio scambiabile. Nel caso del fosforo (figura 8) il gruppo della concimazione con letame, con valori medi nettamente più bassi, è risultato diverso da quelli concimati con liquame suino, digestato e pollina. Per il potassio il gruppo concimato con letame è risultato ancora diverso, sempre con valori più bassi, ma solo da pollina e digestato.

Tabella 11: Caratteristiche chimiche dei suoli negli appezzamenti concimati con effluenti zootecnici determinate in 87 campioni tra il 2014 e il 2017.

Parametro	Concimazione	N dati	Media	Dev.Std.	Mediana	Quartile Inferiore	Quartile Superiore	5° Percentile	95° Percentile
Carbonio organico (%)	letame	23	1,57	0,66	1,40	1,10	1,65	0,82	2,96
	liquame bovino	12	1,16	0,44	1,15	0,80	1,40	0,61	1,83
	liquame suino	22	1,44	0,89	1,20	1,00	1,40	0,90	1,90
	pollina	9	1,24	0,35	1,10	1,00	1,40	0,90	1,82
	digestato	17	1,51	0,65	1,50	1,00	2,00	0,58	2,48
Azoto totale (g/kg)	letame	23	1,75	0,65	1,60	1,40	1,95	1,01	3,05
	liquame bovino	12	1,46	0,51	1,35	1,20	1,73	0,83	2,27
	liquame suino	22	1,66	0,97	1,45	1,13	1,83	0,93	2,59
	pollina	9	1,59	0,42	1,40	1,30	1,90	1,20	2,24
	digestato	17	1,71	0,72	1,60	1,20	2,10	0,69	2,84
Fosforo assimilabile (mg/kg)	letame	23	40,4	42,4	26,9	16,7	48,0	10,2	90,1
	liquame bovino	12	73,3	60,7	54,4	40,8	76,1	17,2	190,7
	liquame suino	22	116,3	103,2	79,2	51,1	140,3	19,5	321,7
	pollina	8	107,4	72,9	95,2	71,7	122,0	28,2	220,2
	digestato	17	72,9	45,3	64,2	40,8	101,0	20,5	144,2
Potassio scambiabile (mg/kg)	letame	23	220	113	210	127	313	99	400
	liquame bovino	12	362	262	255	192	465	163	804
	liquame suino	22	326	185	277	214	460	106	640
	pollina	9	457	330	366	203	552	170	977
	digestato	20	399	303	343	296	438	116	675
Conduttività elettrica 1:2 (dS/m)	letame	17	0,262	0,044	0,260	0,230	0,300	0,208	0,328
	liquame bovino	7	0,287	0,163	0,210	0,190	0,355	0,145	0,538
	liquame suino	22	0,344	0,121	0,310	0,253	0,415	0,210	0,539
	pollina	7	0,310	0,084	0,300	0,250	0,345	0,220	0,427
	digestato	17	0,564	0,324	0,420	0,380	0,800	0,276	0,964
Rame totale (mg/kg)	letame	23	47,8	28,6	41,0	31,0	56,0	20,1	94,7
	liquame bovino	12	33,4	14,8	31,8	22,5	40,1	15,4	57,5
	liquame suino	22	49,2	19,4	45,1	35,3	60,3	25,9	86,2
	pollina	9	45,4	15,3	47,5	32,6	52,3	28,9	67,2
	digestato	20	37,2	18,6	35,5	26,7	47,2	8,1	60,7
Zinco totale (mg/kg)	letame	23	96	32	97	81	104	75	111
	liquame bovino	12	106	35	96	83	116	72	172
	liquame suino	22	140	76	114	86	166	66	275
	pollina	9	122	29	119	103	137	85	162
	digestato	20	96	23	99	85	111	47	120

In generale si nota che, disponendo di un gruppo più numeroso di dati, emergono alcune differenze dovute alla gestione agronomica e in linea con il contenuto di elementi nel rispettivo tipo di effluente: il letame apporta più sostanza organica ma meno fosforo e potassio al contrario di pollina e digestato, mediamente più ricchi di elementi nutritivi. Come si era notato nel 2016 i valori di azoto totale sono più bassi nei terreni fertilizzati con liquami bovini rispetto al letame per la diversa tipologia di sostanza organica presente nelle due tipologie di effluente. Viene confermata una presenza mediamente più elevata di zinco nei suoli in cui sono distribuiti effluenti suini.

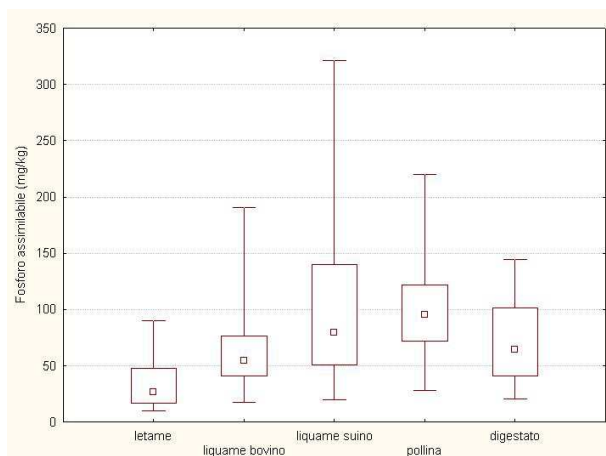


Figura 10: Contenuto di **fosforo assimilabile** negli 87 appezzamenti suddivisi per tipologia di concimazione. Box plot con mediana e percentili (5°, 25°, 75° e 95°).

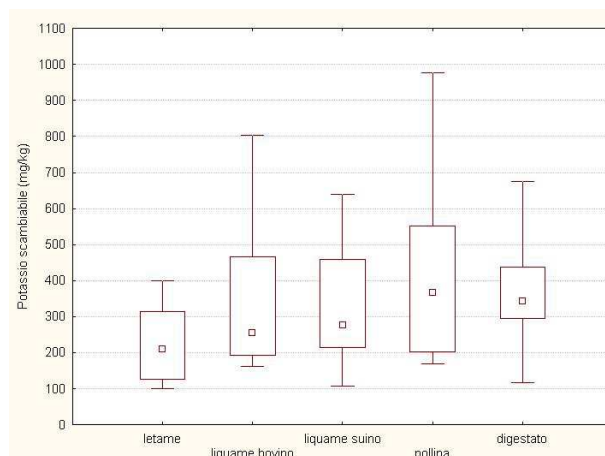


Figura 11: Contenuto di **potassio scambiabile** negli 87 appezzamenti suddivisi per tipologia di concimazione. Box plot con mediana e percentili (5°, 25°, 75° e 95°).

Come per i soli dati del 2017, sono stati messi a confronto i dati degli appezzamenti in zona ordinaria con quelli in zona vulnerabile ai nitrati (tabella 12). La maggior numerosità campionaria ha permesso di rilevare delle differenze statisticamente significative con l'applicazione dei principali test non parametrici; in particolare per carbonio, azoto, rame e zinco i valori sono superiori negli appezzamenti in zona ordinaria rispetto a quelli in area vulnerabile (figure 12, 13, 14 e 15).

Tabella 12: Caratteristiche chimiche dei suoli negli 87 appezzamenti concimati con effluenti zootecnici (dati 2016 e 2017) suddivisi in base all'appartenenza alla zona ordinaria (ZO) o vulnerabile (ZVN).

Zona	Parametro		N dati	Media	Dev.Std.	Mediana	Inferiore Quartile	Superiore Quartile	5° Percentile	95° Percentile
ZONA ORDINARIA	Carbonio organico	%	25	1,6	0,5	1,4	1,2	1,7	1,0	2,5
	Azoto totale	g/kg	25	1,8	0,6	1,7	1,4	2,0	1,2	2,6
	Fosforo assimilabile	mg/kg	24	88	68	78	29	140	16	201
	Potassio scambiabile	mg/kg	25	338	233	295	203	368	153	639
	Conduttività elettrica 1:2	dS/m	21	0,35	0,15	0,30	0,25	0,40	0,22	0,62
	Rame totale	mg/kg	25	53	28	49	36	56	24	96
	Zinco totale	mg/kg	25	121	43	109	98	137	76	211
ZONA VULNERABILE NITRATI	Carbonio organico	%	59	1,4	0,7	1,2	1,0	1,6	0,7	2,4
	Azoto totale	g/kg	59	1,6	0,8	1,5	1,2	1,8	0,8	2,7
	Fosforo assimilabile	mg/kg	59	74	77	54	31	88	10	222
	Potassio scambiabile	mg/kg	62	330	243	283	161	429	106	630
	Conduttività elettrica 1:2	dS/m	50	0,38	0,23	0,30	0,24	0,42	0,19	0,81
	Rame totale	mg/kg	62	40	18	36	29	51	18	69
	Zinco totale	mg/kg	62	107	50	97	84	111	65	232

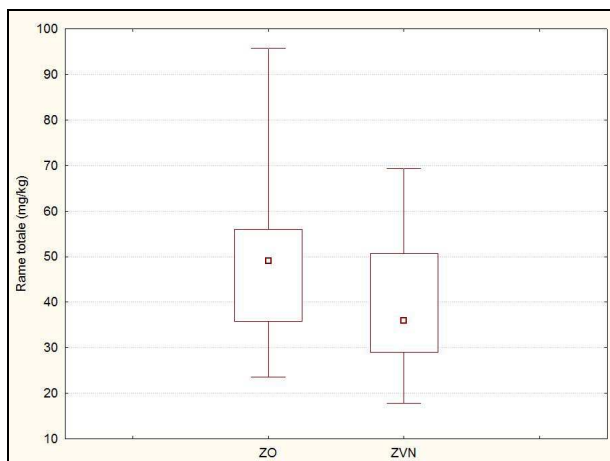


Figura 12: Contenuto di **rame** negli appezzamenti in zona ordinaria (ZO) e zona vulnerabile (ZVN). Box plot con mediana e percentili (5°, 25°, 75° e 95°).

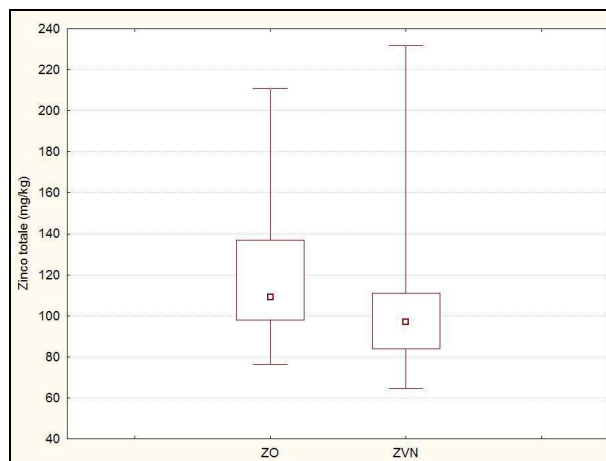


Figura 13: Contenuto di **zinco** negli appezzamenti in zona ordinaria (ZO) e zona vulnerabile (ZVN). Box plot con mediana e percentili (5°, 25°, 75° e 95°).

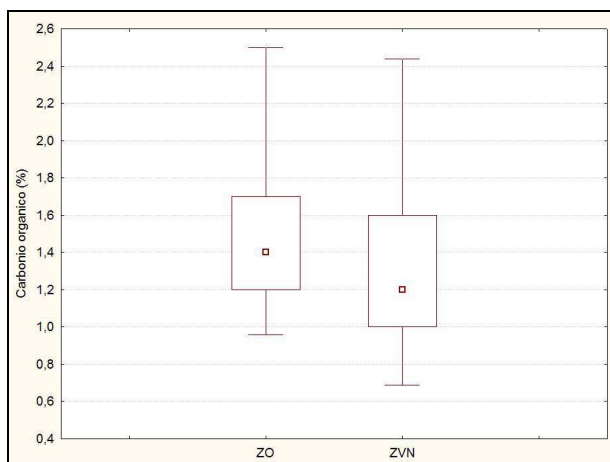


Figura 14: Contenuto di **carbonio organico** negli appezzamenti in zona ordinaria (ZO) e zona vulnerabile (ZVN). Box plot con mediana e percentili (5°, 25°, 75° e 95°).

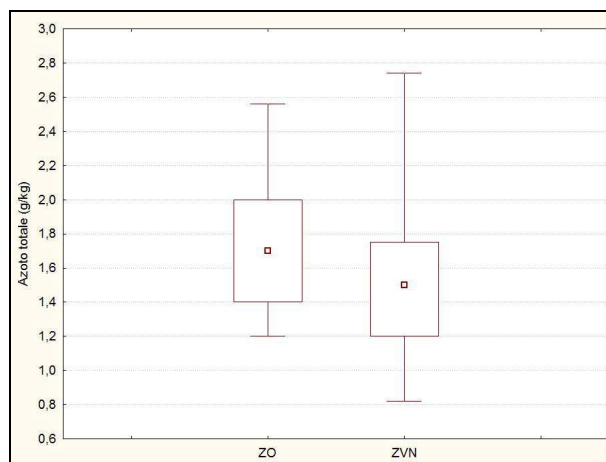


Figura 15: Contenuto di **azoto totale** negli appezzamenti in zona ordinaria (ZO) e zona vulnerabile (ZVN). Box plot con mediana e percentili (5°, 25°, 75° e 95°).

Conclusioni

L'analisi delle caratteristiche dei terreni concimati con fertilizzanti organici, campionati nel corso dei controlli programmati negli allevamenti per la verifica del rispetto della normativa nazionale e regionale di applicazione della Direttiva Nitrati, ha permesso di verificare lo stato dei terreni in conseguenza di tali pratiche agronomiche.

Riguardo alle dotazioni in elementi nutritivi, azoto, fosforo e potassio, la maggior parte degli appezzamenti sono risultati ricchi o molto ricchi: rispettivamente 78% e 11% per l'azoto, 12% e 76% per il fosforo e 22% e 67% per il potassio. Tale evidenza conferma ulteriormente la necessità di ridurre l'integrazione di nutrienti con i fertilizzanti minerali nei terreni in cui sono distribuiti gli effluenti di allevamento in quanto quest'ultimi sono già in grado di soddisfare quasi completamente i fabbisogni colturali.

Gli appezzamenti concimati con letame e liquame bovino sono in genere più ricchi di azoto, seguiti da quelli concimati con digestato e infine con liquame e pollina. Gli appezzamenti concimati con pollina hanno, contrariamente a quanto ipotizzabile, dei contenuti più bassi di azoto e fosforo rispetto a quelli concimati con altre tipologie di concimi. Il valore piuttosto basso del potassio negli appezzamenti in cui è stato distribuito letame potrebbe essere dovuto ad un minor uso della lettiera rispetto al passato.

La maggior parte dei campioni sono risultati non salini o leggermente salini; i valori più alti sono negli appezzamenti trattati con digestato in provincia di Venezia su suoli ad alto contenuto di sostanza organica e moderatamente salini. I valori mediani dei terreni con liquami e digestato restano comunque superiori a quelli con letame e pollina.

I contenuti di rame e zinco sono stati messi in relazione con i valori di fondo di questi metalli nel Veneto (ARPAV 2016). Per il rame la maggior parte dei campioni risultava in linea o comunque inferiore al valore di fondo dell'unità fisiografica o deposizionale in cui ricade, fatta eccezione per un solo punto in provincia di Belluno con un contenuto particolarmente elevato. In generale si riscontra un contenuto più elevato negli appezzamenti concimati con liquame suino. Anche per lo zinco si sono osservati alcuni valori superiori ai valori di fondo, diversi dei quali localizzati negli appezzamenti concimati con liquame suino. Se confrontati con il valore mediano dell'unità, rappresentativo della concentrazione più diffusa, si osserva un arricchimento in 26 su 37 degli appezzamenti concimati con effluenti zootecnici, ovvero nel 70% dei casi. Nella metà di questi l'arricchimento è più di una volta e mezzo il valore medio e in quasi un quarto è più del doppio. Rame e zinco sono contenuti negli integratori che vengono utilizzati per l'alimentazione negli allevamenti suini, per cui una maggior attenzione alla composizione degli alimenti in entrata all'allevamento potrebbe consentire di ridurre l'accumulo di questi elementi nel suolo.

Sono stati inoltre messi a confronto per i caratteri del suolo gli appezzamenti ricadenti in area vulnerabile (25) e quelli in area ordinaria (12) per verificare l'effetto dei diversi carichi azotati. Carbonio organico, azoto, fosforo e zinco sono leggermente superiori in zona ordinaria rispetto alla zona vulnerabile ma l'effetto dovrebbe essere testato su un maggior numero di appezzamenti.

I dati raccolti nel corso del 2017 sono confluiti in un database costituito tra il 2014 e il 2016 nell'ambito delle attività di controllo e di monitoraggio degli effetti dell'applicazione della direttiva nitrati nel territorio del bacino scolante permettendo di ampliare la consistenza del dataset per il confronto tra gruppi di concimazione. Dall'analisi statistica dell'intero dataset risulta che gli appezzamenti concimati con letame sono più ricchi di sostanza organica ma meno di fosforo e potassio, al contrario di pollina e digestato che sono mediamente più ricchi di elementi. Come si era notato nel 2016, i valori di azoto totale sono più bassi nei terreni trattati con liquami per la diversa tipologia di sostanza organica presente. L'effetto dell'appartenenza all'area vulnerabile risulta più marcato e significativo ai test statistici : in particolare per carbonio, azoto, rame e zinco i valori sono superiori negli appezzamenti in zona ordinaria rispetto a quelli in area vulnerabile.

Bibliografia

ANPA - CTN_SSC (2001). *Elementi di progettazione della rete nazionale di monitoraggio del suolo a fini ambientali*. Rapporti APAT, RTI CTN_SSC n. 2/2001.

ARPAV (2013). *Metodologia per la stima dei carichi di azoto (N) di origine agricola della Regione Veneto*. http://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/suolo/file-e-allegati/documenti/minacce-di-degradazione/relazione_carichi_azoto_Veneto_2013.pdf

ARPAV (2016). *Metalli e metalloidi nei suoli del Veneto*. http://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/suolo/file-e-allegati/documenti/metalli-pesanti/Metalli_metalloidi_suoli_Veneto.pdf.

ARPAV (2011). *Metalli e metalloidi nei suoli del Veneto*. Treviso, 188 pp.

ARPAV (2005). *Carta dei suoli del Veneto*. Osservatorio Regionale Suolo. Castelfranco Veneto (TV), 383 pp.

Giandon P., Bortolami P., 2007. *L'interpretazione delle analisi del terreno. Strumento per la sostenibilità ambientale*. ARPAV, Collana Verdenauta. Padova, 70 pp.

Giardini L. (2002). *Agronomia Generale*. Patron Ed., 744pp.

Allegato 1: risultati analitici

Comune	Provincia	Zona	effluente	data prelievo	pH H2O	Carbonio organico	Azoto totale	Fosforo assimilabile	Potassio scambiabile	Calcio scambiabile	Magnesio scambiabile	Sodio scambiabile	Scheletro	Conduttività elettrica 1:2	Rame totale	Zinco totale
						%	g/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	% s.s.	µS/cm	mg/kg s.s	mg/kg s.s
ARSIE'	BL	ZO	letame	13/04/2017	8,1	3,3	3,6	205	330	6600	160	20	28,7	180	110	160
FONZASO	BL	ZO	letame	24/05/2017	8	2,1	2,3	17,5	231	4300	257	20	19,4	150	41	90
VILLAFRANCA PADOVANA	PD	ZVN	digestato	08/07/2017	8,1	1	1	10,3	90	3400	440	49	0	150	49	98
VILLAFRANCA PADOVANA	PD	ZO	digestato	10/10/2017	8	1,6	1,9	135	368	2850	461	89	0	310	36	120
STANGHELLA	PD	ZO	liquame suino	08/06/2017	8	1,9	2	76,7	392	4900	436	59	0	200	49	250
SALETTO	PD	ZO	pollina	07/06/2017	8	1,2	1,4	64	203	2100	213	20	0	110	31	180
ESTE	PD	ZO	pollina	15/06/2017	8,1	1,7	2,4	81,3	1220	8200	573	70	0	170	55	140
STIENTA	RO	ZVN	pollina	18/07/2017	8,1	1,1	1,3	8,9	170	4000	210	20	0	175	37	78
ARIANO POLESINE	RO	ZVN	pollina	07/12/2017	8,2	0,9	1,5	74,2	490	3440	321	47	0	150	33	99
ZERO BRANCO	TV	ZVN	liquame suino	06/06/2017	7,3	1,9	2,6	420	792	3300	493	72	0	300	89	280
ZERO BRANCO	TV	ZVN	liquame suino	09/06/2017	7,3	1,4	1,9	324	499	2900	419	61	0	200	71	320
ZERO BRANCO	TV	ZVN	liquame suino	09/06/2017	7,2	1,3	1,6	278	517	2100	328	42	0	200	63	270
SAN BIAGIO DI CALLALTA	TV	ZVN	liquame suino	29/09/2017	8,2	1,4	1,6	143	279	3700	655	48	0	160	34	110
SAN BIAGIO DI CALLALTA	TV	ZVN	liquame suino	29/09/2017	8,2	1,2	1,4	62,2	200	3000	418	20	0	130	60	67
SAN BIAGIO DI CALLALTA	TV	ZVN	liquame suino	29/09/2017	8,4	0,9	1,1	19	109	3600	360	20	0	130	43	65
RONCADE	TV	ZO	liquame suino	05/10/2017	8,4	0,95	1	78,4	218	1800	569	80	0	240	26	82
RONCADE	TV	ZO	liquame suino	17/10/2017	8,1	1,9	2,3	153	645	4370	542	20	0	150	89	180
PEDEROBBA	TV	ZO	liquame suino	25/10/2017	8,1	1,2	1,5	153	295	2770	296	82	0	210	49	140
CASIER	TV	ZO	pollina	07/06/2017	8,1	1,4	2	252	613	2700	404	20	0	230	48	120
CONA	VE	ZO	digestato	28/09/2017	7,8	1,2	1,6	181	433	2480	291	105	0	410	22	75
CONA	VE	ZVN	digestato	28/09/2017	8,2	1	1,3	27,8	165	4060	325	67	0	210	60	83
CONA	VE	ZVN	digestato	16/10/2017	4,6	20	14,3		630	6360	412	135	0	400	51	100
CONA	VE	ZVN	digestato	16/10/2017	4,6	21	16,7		1520	6690	571	237	0	770	56	120
CONA	VE	ZVN	digestato	16/10/2017	5,1	19	13,8		620	8210	550	126	0	410	60	110
CONA	VE	ZVN	digestato	18/10/2017	7,9	2,8	2,6	101	454	4230	348	122	0	410	42	110
CONA	VE	ZVN	digestato	18/10/2017	8,1	2,1	2,1	90,5	318	3610	302	126	0	270	36	95

Comune	Provincia	Zona	effluente	data prelievo	pH H2O	Carbonio organico	Azoto totale	Fosforo assimilabile	Potassio scambiabile	Calcio scambiabile	Magnesio scambiabile	Sodio scambiabile	Scheletro	Conduttività elettrica 1:2	Rame totale	Zinco totale
						%	g/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	% s.s.	μS/cm	mg/kg s.s	mg/kg s.s
CONA	VE	ZVN	digestato	18/10/2017	8,3	1,7	1,6	40,8	117	3540	234	83	0	200	30	82
MARCON	VE	ZVN	digestato	13/10/2017	8,3	1,3	1,2	40,8	338	3280	413	53	0	200	48	120
MARCON	VE	ZVN	digestato	19/10/2017	8,1	1,9	1,7	64,2	369	3580	402	51	0	190	28	110
MARTELLAGO	VE	ZVN	liquame suino	03/05/2017	8	0,9	1,1	97,6	346	2200	287	60	0	270	54	120
MARTELLAGO	VE	ZVN	liquame suino	05/05/2017	7,9	1	1,5	132	482	2700	356	69	0	260	62	130
POZZOLEONE	VI	ZVN	digestato	19/05/2017	7,6	2,4	3,4	23,1	123	4400	581	91	0	260	29	100
POZZOLEONE	VI	ZVN	digestato	19/05/2017	7,6	2,1	2,7	106	361	2700	333	20	0	160	26	110
MALO	VI	ZVN	liquame bovino	20/10/2017	6,6	2,1	2,6	216	1040	2120	508	63	0	290	39	180
MALO	VI	ZVN	liquame bovino	20/10/2017	6,3	1,4	2	170	610	1650	367	44	0	220	34	170
GRUMOLO DELLE ABBADESSE	VI	ZO	pollina	19/12/2017	6,5	1,1	1,2		170	2400	330	20	0	110	28	140
ROVERE'	VR	ZVN	liquame suino	04/07/2017	7,2	5,1	5,4	122	113	8840	632	41	6,3	230	77	220