

# Studio di fattibilità sul trattamento delle deiezioni animali in impianti di trattamento delle acque reflue dismessi

*Attività finanziata dalla Regione Veneto nell'ambito del progetto "Riducareflui"*

## Riassunto

La valutazione della fattibilità tecnica ed economica di futuri centri di trattamento degli effluenti zootecnici, provenienti dalla conversione di impianti di depurazione delle acque reflue che stanno per essere dismessi, nella zona occidentale della provincia di Treviso, passa attraverso la valutazione di tecnologie appropriate in grado di massimizzare l'efficienza della separazione solido-liquido, sia in termini di solidi totali e volatili, sia per quanto riguarda i principali elementi nutritivi, azoto e fosforo.

Sono stati individuati cinque tipi di allevamento, presso i quali sono stati prelevati campioni di liquame per condurre prove di caratterizzazione e separazione: bovini da latte, vitelli a carne bianca, bovini da carne, suini da ingrasso e suini da riproduzione.

I campioni sono stati vagliati per mezzo di un setaccio con maglie di 0,1 millimetri per la separazione dei solidi sedimentabili ( $\phi > 0,1$  mm) e poi centrifugati a 4.000 giri/min per 15 minuti per la separazione dei solidi sospesi ( $0,1 < \phi < 0,01$  mm).

Nei liquami più diluiti (vitelli a carne bianca e suini da ingrasso) azoto e fosforo sono pressoché completamente associati alla frazione solubile, mentre nel liquame denso il 15-40% di azoto e il 60-85% del fosforo sono contenuti nella frazione sedimentabile e sospesa ( $< 0,1$  mm). I risultati per il liquame di bovini da latte e da suini da riproduzione sono in linea con la migliore efficienza di separazione riportata in letteratura.

Il trattamento di separazione solido-liquido mediante centrifugazione sembra essere quello che potrebbe consentire una prima sostanziale riduzione di azoto e fosforo, potenzialmente migliorabile con l'uso di agenti flocculanti. Il trattamento raggiunge la massima efficienza di separazione quando il contenuto di materia secca del liquame fresco è più alta e quindi è più adatto per le tipologie di allevamento in cui si fa minore uso di acque di lavaggio.

La separazione solido-liquido non può quindi essere utilmente applicata agli effluenti dei vitelli a carne bianca in cui i nutrienti sono presenti in forma solubile e quindi difficili da separare.

**Parole chiave:** impianti dismessi di trattamento acque, trattamento di separazione solido-liquido, rimozione dell'azoto, scarico in fognatura.

## Introduzione

Nel distretto settentrionale di Castelfranco Veneto (Provincia di Treviso) l'utilizzo agronomico di effluenti di allevamento sui terreni agricoli è ora severamente limitato sia per la presenza di allevamenti intensivi, per i quali le quantità di effluente prodotto supera ampiamente i carichi sostenibili dal punto di vista agronomico, sia per il potenziale impatto negativo di tali carichi sulla qualità delle acque superficiali e sotterranee, soprattutto se non gestiti in modo ottimale.

Ciò riguarda in particolare l'area dei comuni di Asolo, Fonte, Paderno del Grappa, Maser, Altivole, Loria, S. Zenone degli Ezzelini, Riese Pio X, Castello di Godego, Crespano del Grappa, dove gli allevamenti zootecnici sono molto diffusi e in cui si trovano le concentrazioni di nitrati nelle acque sotterranee tra le più elevate di tutta la Provincia di

Treviso. In questa zona è già operativo il collegamento dei collettori fognari tra i vari Comuni in direzione dell'impianto di depurazione di Salvatronda in comune di Castelfranco, che dovrebbe diventare nei prossimi anni l'unico impianto centralizzato di depurazione.

Ci sono già dei piani per estendere la rete fognaria anche per i comuni di Castelvucchio, Borso del Grappa, Monfumo, Mussolente, Castelfranco Veneto.

Va notato che molti allevamenti, a causa delle particolari caratteristiche pedologiche e idrogeologiche della zona, hanno visto notevolmente ridotta la possibilità di uso agricolo degli effluenti dopo la designazione delle zone vulnerabili ai nitrati da parte della Regione. L'attuazione di una gestione integrata degli effluenti tra allevamenti, aziende agricole senza allevamento e servizi di depurazione delle acque reflue potrebbe essere una soluzione efficace a questi problemi a costi relativamente bassi.

I dati disponibili sul numero di animali allevati nei 15 comuni della zona evidenziano la presenza di allevamenti di suini (2.800 scrofe e 27.000 capi da ingrasso) e bovini (12.000 vacche da latte, 47.000 vitelloni, e 43.500 vitelli da carne bianca).

Il carico di azoto zootecnico totale (tabella 1), calcolato sulla base delle tabelle contenute nel decreto ministeriale 7/4/2006, ammonta a 2.927 tonnellate, per un carico unitario di circa 139 kg/ha; considerando che, ad esclusione delle vacche da latte, tutte le altre categorie è molto probabile che producano effluenti non palabili, il volume di effluenti prodotto è superiore a 2500 metri cubi al giorno.

Tabella 1 - Stima del carico di azoto per unità di superficie prodotta dagli allevamenti (N zootecnico), distribuito con i concimi minerali (N minerale) e utilizzato da parte delle colture (N assorbito).

Comune	SAU	N minerale	N zootecnico	N totale	N assorbito	ΔN
	(ha)	(kg/ha)	(kg/ha)	(kg/ha)	(kg/ha)	(kg/ha)
Altivole	2534	164.0	171.1	335.1	124.5	210.5
Asolo	1760	173.2	121.7	295.0	147.4	147.5
Borso del G.	1089	96.3	58.2	154.6	128.5	26.0
Castelvucchio	438	147.8	231.5	379.3	176.7	202.6
Castelfranco V.	2550	215.3	134.4	349.7	143.0	206.7
Castello di G.	1251	218.9	104.0	322.9	157.0	165.9
Crespano del G.	1117	94.2	181.2	275.5	112.8	162.6
Fonte	850	188.5	211.2	399.8	175.1	224.6
Loria	1595	231.6	221.6	453.3	154.8	298.4
Maser	1391	164.8	106.6	271.4	134.2	137.1
Monfumo	525	98.5	107.8	206.4	133.2	73.2
Mussolente	1126	149.7	65.4	215.2	157.0	58.1
Paderno del G.	457	122.9	102.2	225.1	140.3	84.8
Riese Pio X	3187	225.1	140.6	365.8	195.2	170.6
San Zenone degli E.	1191	203.0	126.7	329.7	180.1	149.5
<b>TOTALE</b>	<b>21059</b>	<b>166.3</b>	<b>139.0</b>	<b>305.3</b>	<b>150.7</b>	<b>154.6</b>

Il calcolo dei carichi di azoto agricolo e zootecnico evidenzia che i fabbisogni di azoto delle colture sono interamente coperte dai concimi minerali venduti (ISTAT), e pertanto ci sono attualmente notevoli eccedenze di azoto, in alcuni comuni superiori a 200 kg/ha/anno.

L'azione 4 del progetto "Riducareflui" si propone di identificare le condizioni di funzionamento ottimali e valutare la sostenibilità economica di possibili futuri centri di trattamento degli effluenti nella zona, provenienti dalla conversione di impianti di depurazione delle acque reflue che sono stati dismessi, o che lo saranno subito dopo la connessione di tutte le fognature comunali all'impianto consortile di Castelfranco. Questi centri dovrebbero essere dotati di una fase di ricevimento dei liquami, per specie, costituito da una sezione di stoccaggio, separazione meccanica dei solidi grossolani e fini e uno stoccaggio della frazione liquida chiarificata associato a un trattamento biologico di nitrificazione e denitrificazione.

La prima fase necessaria per lo sviluppo di un tale impianto richiede l'individuazione delle tecnologie più adatte a massimizzare l'efficienza della separazione solido-liquido, sia in termini di solidi totali e volatili, sia per quanto riguarda i principali elementi nutritivi, azoto e fosforo.

In bibliografia si trovano indicazioni molto diverse circa l'efficacia delle diverse tecnologie di separazione solido-liquido finalizzata ad una migliore gestione dei residui animali.

Nella tabella 2 sono riportati i risultati di alcune delle esperienze più significative in questo settore; essi riguardano sia i liquami suini e bovini, prevalentemente sistemi di separazione meccanica (vaghi orizzontali o rotativi di vario tipo) o centrifugazione.

I dati sono molto diversi tra autori, tanto da poter concludere che la soluzione ottimale deve essere sviluppata caso per caso, a seconda del tipo di liquame da trattare e prendendo in considerazione la tecnologia disponibile.

L'uso di agenti flocculanti da sempre risultati molto positivi a costi, quando quantificati, piuttosto contenuti.

Un'altra evidenza che emerge costantemente è che l'efficienza di rimozione è direttamente proporzionale al contenuto di sostanza secca del liquame.

Tabella 2 - efficienza di rimozione dei solidi e di sostanze nutritive (%) da liquami suini e bovini in seguito al trattamento di separazione solido-liquido riportato da vari autori (vedi bibliografia citata per i riferimenti).

<b>Autore</b>	<b>Liquame</b>	<b>% SS</b>	<b>Tecnol.</b>	<b>Floc</b>	<b>TS</b>	<b>VS</b>	<b>NT</b>	<b>NP</b>
Balsari 2006	Suino	varia	Vaglio	no	7.4-57.5	--	0.8-15.9	10.5-73.7
Balsari 2006	Suino	varia	Centrifuga	no	30.6-69.7	--	8.9-25.7	59.6-84.0
Møller 2002	Pig	5.3	Centrifuga	no	60.5	--	29.3	62.3
Møller 2002	Suino	5.3	Vaglio	no	27.5	--	6.6	7.1
Vanotti 2002	Suino	0.6	Vaglio	no	15.5	16.9	7.2	10.0
Vanotti 2002	Suino	0.6	Vaglio	si	95	95	35	74
Westerman 2000	Suino	0.8	Vaglio	si	34	50	22	90
Balsari 2006	Bovino	varia	Vaglio	no	27.6-77.8	--	10.4-36.5	32.8-73.7
Balsari 2006	Bovino	varia	Centrifuga	no	54.1-69.1	--	20.3-29.2	75.9-93.8
Castrillon 2009	Bovino	4.1	Centrifuga	no	35.2	41	20	75
Chastain 2001	Bovino	3.8	Vaglio	no	60.9	62.8	49.2	53.1
Chastain 2001	Bovino	1.2	Vaglio	si	77.9	60.8	41.9	68.3
Garcia 2009	Bovino	3.2	Vaglio	si	95.3	92.3	86.0	61.9
Møller 2002	Bovino	6.4	Centrifuga	no	65.2	--	49.1	82.0
Møller 2002	Bovino	6.4	Vaglio	no	29.9	--	7.6	15.5

## Materiali e metodi

L'azione proposta si compone di due fasi: i test di laboratorio (fase 1) e le prove in impianto pilota che dovrà essere posizionato presso un impianto di trattamento delle acque reflue (fase 2), durante le quali alcune tecnologie di separazione solido-liquido saranno testate in modo da ridurre il carico di solidi e nutrienti nella frazione chiarificata e limitare la quantità di liquame chiarificato da trattare, e verificare la sostenibilità di un successivo ulteriore processo di depurazione (configurazione bioreattore in SBR e/o

MBR).

L'impianto individuato per lo svolgimento delle prove necessarie per la verifica di fattibilità tecnica del percorso sopra descritto, si trova nel Comune di Fonte. Il Consiglio comunale ha deciso di mettere a disposizione l'impianto pur ponendo alcuni vincoli (esclusione del liquame suino, completamento delle attività di prova entro 12 mesi).

#### *Analisi di laboratorio*

Sono stati individuati cinque tipi di allevamento per il prelievo dei campioni da sottoporre alle prove di caratterizzazione e separazione: bovini da latte, vitelli a carne bianca, bovini da carne, suini da ingrasso e da riproduzione.

In una prima fase sono stati analizzati due campioni di liquame con contenuti molto diversi di sostanza secca, prelevati in un allevamento di vitelli a carne bianca, con 0,7% di materia secca, ed in un allevamento di bovini da latte, con il 8,3% di materia secca. Il campionamento è stato effettuato prelevando diversi campioni elementari a varie profondità dei bacini di stoccaggio del liquame fresco, successivamente aggregati per formare il campione per l'analisi.

Sono stati testati diversi metodi di separazione dei solidi sedimentabili (diametro delle particelle > 0,1 mm), sospesi (diametro <0,1 e > 0,01 mm) e colloidali (diametro <0,01 mm), per verificare la distribuzione dei nutrienti tra le diverse frazioni; il protocollo di trattamento dei campioni che combina facilità di esecuzione con significatività dei risultati si compone di due fasi:

- filtrazione attraverso setaccio con maglie di 0,1 millimetri per la separazione dei solidi sedimentabili;
- centrifugazione a 4.000 giri / min per 15 minuti per la separazione dei solidi sospesi.

Sui campioni tal quali e sulle frazioni chiarificate è stata eseguita la determinazione di solidi totali (ST), solidi volatili (SV), azoto Kjeldahl (NT) e ammoniacale, COD, fosforo totale e solubile, pH e conducibilità.

L'indagine è stata successivamente estesa agli altri tre tipi di liquame identificati per tre successive campagne di prelievo, allo scopo di verificare l'eventuale variabilità di composizione dei liquami in momenti diversi della produzione aziendale.

Anche la fase di test relativa al trattamento effluenti con agenti flocculanti (polielettroliti) e centrifugazione per valutare l'efficienza di separazione solido-liquido di componenti organici, azoto e fosforo indotta da ciascuna sostanza a concentrazioni diverse è stata eseguita sui campioni prelevati nei 5 allevamenti individuati.

#### *Impianto pilota*

Prevede l'installazione di un decanter orizzontale da 9 kW, completo di pompa di alimentazione a portata variabile, coclea e pannello di controllo per lo smaltimento dei fanghi, al fine di effettuare le prove di separazione solido-liquido sia sul liquame fresco sia dopo l'aggiunta di biopolimeri attraverso un processo di flocculazione (oggetto del test saranno l'efficienza di rimozione e i tempi di reazione).

Il chiarificato viene poi inviato ad un impianto pilota per il trattamento biologico delle acque reflue con modalità SBR/MBR, con portate previste di circa 100 litri/h.

I processi da testare prevedono l'ossidazione totale della sostanza organica e dell'ammoniaca con il monitoraggio di tutti i parametri operativi e di processo per consentirne la valutazione tecnica ed economica (costo di costruzione di impianti e loro gestione) a scala di impianto in relazione a diversi livelli di riduzione di COD, ST, azoto e fosforo.

L'impianto ha la possibilità di registrare il consumo di energia elettrica, il contenuto di ossigeno disciolto in vasca di ossidazione e la produzione di fanghi di supero.

## Risultati e discussione

I risultati della caratterizzazione dei due campioni analizzati sono riportati in tabella 3. I dati evidenziano che l'azoto nei liquami più diluiti (vitelli a carne bianca e suini da ingrasso) sono completamente associati alla frazione liquida, mentre nei liquami più densi il 15-40% di azoto e il 60-85% del fosforo sono contenuti nella frazione più grossolana che può essere separata per centrifugazione. I risultati per il liquame di bovini da latte e dei suini da riproduzione sono in linea con la migliore efficienza di separazione dei dati riportati in letteratura (Tabella 2), è di verificare se tali riduzioni vengono migliorate con l'aggiunta di agenti flocculanti prima del trattamento di separazione.

Tabella 3 - Caratteristiche fisico-chimiche di cinque liquami e relative frazioni separate (medie di 2 o 3 campionamenti)

Parametri	u.m.	Vitelli carne bianca			Bovini da latte			Bovini da carne		
		liquame	<0,1 mm	<0,01 mm	liquame	<0,1 mm	<0,01 mm	liquame	<0,1 mm	<0,01 mm
ST	%	0,67	0,63	0,57	7,73	4,34	2,29	10,8	5,4	3,55
SV	% s.s.	29,1	24,6	18,8	77,3	64,4	54,0	76,5	68,7	64,5
P Totale	g/l	0,19	0,17	0,15	0,59	0,43	0,14	0,63	0,58	0,21
P Solubile	g/l	0,16	0,16	0,14	0,30	0,25	0,06	0,46	0,38	0,05
COD	g/l	2,73	2,52	1,87	55,3	46,7	18,7	64,2	51,5	39,5
N Kjeldahl	g/l	1,51	1,42	1,44	2,94	2,62	1,75	6,29	5,87	5,37
N Ammonio	g/l	1,36	1,39	1,40	1,13	1,11	1,07	3,62	3,67	3,67
N Organico	g/l	0,15	0,03	0,04	1,81	1,51	1,58	2,67	2,20	1,70
pH		8,16	---	---	8,21		---	8,29		
Conducibilità	mS/cm	1670	---	---	2283		---	3630		

  

Parametri	u.m.	Suini da riproduzione			Suini da ingrasso		
		liquame	<0,1 mm	<0,01 mm	liquame	<0,1 mm	<0,01 mm
ST	%	7,6	5,55	3,05	1,75	1,80	1,45
SV	% s.s.	70,0	68,8	61,6	44,2	51,3	43,7
P Totale	g/l	1,66	1,55	0,19	0,55	0,43	0,14
P Solubile	g/l	1,59	1,35	0,13	0,45	0,36	0,11
COD	g/l	77,4	81,0	51,0	15,86	16,0	10,1
N Kjeldahl	g/l	5,60	5,35	4,0	4,69	4,80	4,32
N Ammonio	g/l	2,95	3,03	2,97	3,97	4,06	3,94
N Organico	g/l	2,65	2,32	1,03	0,72	0,74	0,38
pH		7,75			8,25		
Conducibilità	mS/cm	3230			3595		

## Conclusioni

Il trattamento di separazione solido-liquido mediante centrifugazione sembra essere quello che potrebbe consentire ad una prima sostanziale riduzione di azoto e fosforo nella frazione liquida, che potrebbe essere ulteriormente aumentata con l'uso di agenti flocculanti. Il trattamento raggiunge la massima efficienza di separazione quando il contenuto di sostanza secca nel liquame è più alta. Non può essere utilmente applicato ai liquami dei vitelli a carne bianca in cui i nutrienti sono presenti in forma solubile e quindi difficili da separare.