

## Progetto RIDUCAREFLUI – Azione 4

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



*Relazione intermedia dell'attività sperimentale del primo anno*

*20 aprile 2011*

## INDICE

### 1. INTRODUZIONE

### 2. INQUADRAMENTO DELLE ATTIVITA' PROGETTUALI E OBIETTIVI DI PROGETTO

### 3. INDAGINE BIBLIOGRAFICA

### 4. ATTIVITA' SPERIMENTALI SVOLTE NEL PRIMO ANNO

*4.1 Piano di lavoro*

*4.2 Descrizione degli allevamenti individuati e modalità di campionamento*

*4.3 Piano analitico operativo di laboratorio*

*4.4 Risultati analitici di laboratorio*

*4.5 Bilanci di massa prove di separazione S/L*

*4.6 Utilizzo di reagenti per incremento separazione S/L*

### 5. ATTIVITA' IMPIANTO PILOTA

*5.1 Convenzione con il comune di Fonte*

*5.2 Progetto impianto pilota di separazione solido-liquido e trasporto degli effluenti*

### Gruppo di lavoro

Responsabile del Progetto:	Paolo Giandon (ARPAV - Servizio Suoli)
Coordinamento tecnico:	Stefano Zennaro (Aquaconsultsas)
Campionamento:	Antonio Pegoraro, Diego Guidolin, Enrico Bacelle (ARPAV - Servizio Suoli)
Analisi di laboratorio:	Valentino Guzzo, Michela Sadocco, Anna Conte (ARPAV - Servizio Laboratori di Treviso), Stefano Zennaro (Aquaconsultsas)
Elaborazione dati e relazione:	Paolo Giandon, Antonio Pegoraro (ARPAV - Servizio Suoli) Stefano Zennaro (Aquaconsultsas)

## 1. INTRODUZIONE

### *Atti propedeutici all'avvio delle attività*

Con l'approvazione della delibera n. 3916 del 15.12.2009, avente per oggetto "Deliberazione della Giunta Regionale 30 dicembre 2008, n. 4031 – Allegato A: "Accordo di collaborazione". Modifica dell'"Accordo di collaborazione" tra la Regione Veneto e Azienda Regionale Veneto Agricoltura e approvazione del quadro finanziario di impegno aggiornato", la Giunta Regionale ha impegnato la somma di euro 250.000,00 a favore di ARPAV, approvando la bozza di convenzione con ARPA del Veneto che definisce le modalità operative, tecniche e finanziarie che regolamentano le attività da realizzare con l'Azione 4 del "Piano Operativo" approvato con DGR n. 4031/2008.

Dopo l'approvazione della citata delibera il Servizio Suoli di ARPAV ha definito con maggior dettaglio le voci di spesa e le attività da svolgere allo scopo di pervenire all'approvazione della deliberazione del Direttore Generale n. 79 del 10/03/2010 con la quale è stato approvato schema di convenzione con la Regione Veneto e sono state autorizzate le spese necessarie per lo svolgimento delle attività, l'acquisizione degli impianti e le analisi di laboratorio. La convenzione, sottoscritta in data 6 aprile 2010, prevede (articolo 6, comma 2) dopo 10 mesi dall'avvio delle attività la presentazione alla Regione Veneto di una relazione intermedia dell'attività sperimentale del primo anno, che è l'oggetto del presente documento.

### *Cronologia delle attività svolte*

Data	Luogo	Contatti	Attività
Agosto 2009	Castello di Godego	Sindaco	Presentazione progetto per nulla osta all'utilizzo dell'impianto di depurazione
Ottobre 2009	Fonte	Giunta comunale	Presentazione progetto per nulla osta all'utilizzo dell'impianto di depurazione
Dicembre 2009	Treviso	Dr. Stefano Zennaro	Definizione delle le voci di spesa e delle attività da svolgere per la stesura del progetto definitivo
Gennaio 2010	Treviso	Ufficio Amministrativo ARPAV	Definizione degli atti amministrativi necessari per l'avvio delle attività di progetto
10 marzo 2010	Padova	Direttore ARPAV	Approvazione Delibera di avvio delle attività progettuali
6 aprile 2010	Padova	Regione Veneto	Sottoscrizione convenzione Regione-ARPAV
22 aprile 2010	Treviso-Fonte	Giunta comunale	Sottoscrizione convenzione per utilizzo impianto di depurazione
10 aprile 2010	Treviso	Dr. Stefano Zennaro	Sottoscrizione contratto di collaborazione per supervisione attività tecnico-scientifiche
16 aprile 2010	Treviso	Servizio Laboratori ARPAV di Treviso	Definizione del Piano operativo per il prelievo e l'analisi dei campioni
19-26 maggio 2010	Fonte, Vazzola, Zero B.	Vari allevamenti	Sopralluoghi presso 5 allevamenti di diversa tipologia per definire le modalità di campionamento
Aprile-Maggio 2010	Treviso	Dr. Stefano Zennaro	Raccolta bibliografica
Maggio 2010	Treviso	Dr. Stefano Zennaro	Definizione tecnologie di trattamento da acquisire per installazione c/o l'impianto pilota
7 giugno	Treviso	Servizio Laboratori ARPAV di Treviso	Discussione e dettaglio del Piano operativo per il prelievo e l'analisi dei campioni con il nuovo collaboratore del laboratorio
29 giugno	Treviso	Servizio Laboratori di Treviso, Dr.Zennaro	Discussione del piano dei campionamenti, tempi di prelievo, consegna e risposta
12 luglio	Fonte	Allevamenti Bin e Fogal	Prelievo di 2 campioni di effluenti con diverse

			caratteristiche chimico-fisiche
27 luglio	Treviso	Servizio Laboratori di Treviso, Dr.Zennaro	Discussione dei primi risultati e revisione del protocollo di analisi per ottimizzare l'operatività
19 Agosto	Treviso	Servizio Laboratori ARPAV di Treviso	Verifica dei risultati di analisi ottenuti con l'applicazione della procedura di filtrazione 100µpiù centrifugazione
31 Agosto	Treviso	Servizio Laboratori di Treviso, Dr.Zennaro	Programmazione della fase di approfondimento in laboratorio dei processi di separazione
Ottobre-novembre	Treviso	Ufficio amministrativo, Dr.Zennaro	Licitazione privata per l'acquisto di un servizio di noleggio dell'impianto pilota: predisposizione capitolato, computo metrico, lettera di invito
14-15 settembre	Fonte, Vazzola, Zero B.	Allevamenti Bin, Fogal, Merlo, Milani, Suinpiave	Prelievo di 5 campioni di effluenti con diverse caratteristiche chimico-fisiche
21 ottobre	Treviso	Servizio Laboratori di Treviso, Dr.Zennaro	Discussione dei risultati dell'analisi della prima campagna di campioni
28 ottobre 8 novembre	Treviso	Servizio Laboratori di Treviso, Dr.Zennaro	Esecuzione di test sulla precipitazione dei solidi con l'utilizzo di flocculanti
19-21 ottobre	Fonte, Vazzola, Zero B.	Allevamenti Bin, Fogal, Merlo, Milani, Suinpiave	Prelievo di 5 campioni di effluenti con diverse caratteristiche chimico-fisiche
16 e 22 novembre	Treviso	Servizio Laboratori ARPAV di Treviso	Esecuzione di test sulla precipitazione dei solidi con l'utilizzo di flocculanti
11 novembre	Treviso	Servizio Laboratori di Treviso, Dr.Zennaro	Discussione dei risultati dell'analisi della seconda campagna di campioni
30 novembre	Fonte, Vazzola, Zero B.	Allevamenti Bin, Fogal, Merlo, Milani, Suinpiave	Prelievo di 5 campioni di effluenti con diverse caratteristiche chimico-fisiche
31 dicembre 2010	Treviso	Servizio Laboratori ARPAV di Treviso	Conclusione delle attività di analisi degli effluenti
20 gennaio 2011	Treviso	Dr. Stefano Zennaro	Conclusione dell'elaborazione dei risultati e predisposizione dei bilanci di massa conseguenti ai diversi trattamenti di separazione

## 2. INQUADRAMENTO DELLE ATTIVITA' PROGETTUALI E OBIETTIVI DI PROGETTO

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 Castelcucco, Borso del Grappa, Monfumo, Mussolente, Castelfranco Veneto.

Va notato che molti allevamenti, a causadelle 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
Asole	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
Castelcucco	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 coperti 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.

### 3. INDAGINE BIBLIOGRAFICA

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 mediante l'utilizzo prevalentemente di sistemi di separazione meccanica come vagli orizzontali o rotativi di vario tipo e/o centrifughe o nastropresse.

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 sembra dia sempre risultati positivi a costi, quando quantificati, alquanto variabili.

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

Viene inoltre confermato che: nei liquami freschi si ha una maggiore resa di separazione dell'azoto nella frazione solida in quanto non si è ancora del tutto attivata la trasformazione dell'azoto organico ad ammoniacca attraverso processi biologici; l'azoto indisciolto ed il fosforo nei liquami bovini è contenuto per l'80% circa nelle particelle con dimensioni inferiori a 0,125 mm.

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>ST</b>	<b>SV</b>	<b>TN</b>	<b>TP</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	Suino	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

Di seguito si riporta l'elenco della bibliografia consultata:

1. BALSARI, P., GIOELLI, F., DINUCCIO, E., SANTORO, E., 2006. Monitoraggio degli impianti di separazione solido liquido dei liquami di suini e di bovini. Relazione finale della ricerca, Università di Torino.
2. BOLTO, B., GREGORY, J., 2007. Organic polyelectrolytes in water treatment, Review. Water research 41 ( 2007) 2301-2324.

3. BOURSIER, H., BELINE, F., PAUL, E., 2005. Piggery wastewater characterisation for biological nitrogen removal process design. *BioresourceTechnology* 96 (2005) 351–358.
4. BRITO, L.M., COUTINHO, J., SMITH, S.R., 2008. Methods to improve the composting process of the solid fraction of dairy cattle slurry. *BioresourceTechnology* 99 (2008) 8955–8960.
5. BURTON, C.H., TUNER, C., 2003. *Manure Management-treatment strategies for sustainable agriculture*. 2nd Ed. Silsoe Research Institute, Wrest Park, Silsoe, Bedford, UK 490 pp.
6. CÀCERES, R., FLOTATS, X., MARFÀ O., 2006. Changes in the chemical and physicochemical properties of the solid fraction of cattle slurry during composting using different aeration strategies. *Waste Management* 26 (2006) 1081–1091.
7. CASTRILLÓN, L., FERNÁNDEZ-NAVA, Y., MARAÑÓN, E., GARCÍA, L., BERRUETA, J., 2009. Anoxic–aerobic treatment of the liquid fraction of cattle manure. *Waste Management* 29 (2009) 761–766.
8. CHASTAIN, J.P., VANOTTI, M.B., WINGFIELD, M.M., 2001. Effectiveness of liquid–solid separation for treatment of flushed dairy manure: a case of study. *Appl. Eng. Agric.* 17, 343–354.
9. CHRISTENSEN, M.L., HJORTH, M., KEIDINGA, K., 2009. Characterization of pig slurry with reference to flocculation and separation. *Water Research* 43 (2009) 773–783.
10. FANGUEIRO, D., SENBAYRAN, M., TRINDADE, H., CHADWICK, D., 2008. Cattle slurry treatment by screw press separation and chemically enhanced settling: Effect on greenhouse gas emissions after land spreading and grass yield. *BioresourceTechnology* 99 (2008) 7132–7142.
11. FLOTATS, X., BONMATÍ, A., FERNÁNDEZ, B., MAGRÍ, A., 2009. Manure treatment technologies: On-farm versus centralized strategies. NE Spainas case study. *BioresourceTechnology* 100 (2009) 5519–5526.
12. GARCIA, M.C., SZOGI, A.A., VANOTTI, M.B., CHASTAIN, J.P., MILLNER, P.D., 2009. Enhanced solid–liquid separation of dairy manure with natural flocculants. *BioresourceTechnology* 100 (2009) 5417–5423.
13. GONZÁLEZ-FERNÁNDEZ, C., LEÓN-COFRECES, C., GARCÍA-ENCINA, P. A., 2008. Different pretreatments for increasing the anaerobic biodegradability in swine manure. *BioresourceTechnology* 99 (2008) 8710–8714.
14. HIGGINS, S.F., COYNE, M.S., SHEARER, S.A., CRUTCHFIELD, J.D., 2005. Determining nitrogen fractions in swine slurry. *BioresourceTechnology* 96 (2005) 1081–1088.

15. HJORTH, M., CHRISTENSEN, K.V., CHRISTENSEN, M.L., 2008. Flocculation, coagulation, and precipitation of manure affecting three separation techniques. *BioresourceTechnology* 99 (2008) 8598–8604.
16. HJORTH, M., CHRISTENSEN, K.V., CHRISTENSEN, M.L., SOMMER S.G. 2010. Solid-liquid separation of animal slurry in theory and practice. A review. *Agron. Sustain. Dev.* (2010) 153-180.
17. JØRGENSEN, K., JENSEN, L.S., 2009. Chemical and biochemical variation in animal manure solids separated using different commercial separation technologies. *BioresourceTechnology* 100 (2009) 3088–3096.
18. KUNZ, A., STEINMETZ, R.L.R., RAMMEB, M.A., COLDEBELLAA., 2009. Effect of storage time on swine manure solid separation efficiency by screening. *BioresourceTechnology* 100 (2009) 1815–1818
19. KUNZ, A., MIELE, M., STEINMETZ, R.L.R., 2009. Advanced swine manure treatment and utilization in Brazil. *BioresourceTechnology* 100 (2009) 5485–5489.
20. MANTOVI, P., FABBRI, C., SOLDANO, M., PICCININI, S., 2009. La separazione del digestato aumenta il potere fertilizzante. *L'informatore agrario* 43/2009.
21. MASSÉ, L., MASSÉ D.I., PELLERIN Y., 2007. The use of membranes for the treatment of manure: a critical literature review. *BiosystemEngineering* 98 (2007) 371 – 380
22. MEERS, E., ROUSSEAU, D. P. L., LESAGE, E., DEMEERSSEMAN, E., TACK, F. M. G., 2006. Physico-Chemical P Removal From The Liquid Fraction Of Pig Manure As An Intermediary Step In Manure Processing. *Water, Air, and SoilPollution* (2006) 169: 317–330
23. D. MEYER, P.L. RISTOW, M.LIE., 2007. Particle size and nutrient distribution in fresh dairy manure. *AppliedEngineering in Agriculture*. Vol 23(1): 113-117.
24. MØLLER, H.B., SOMMER, S.G., AHRING, B.K., 2002. Separation efficiency and particle size distribution in relation to manure type and storage conditions. *BioresourceTechnology* 85 (2002) 189–196.
25. MØLLER, H.B., LUND, I., SOMMER, S.G., 2000. Solid-liquid separation of livestock slurry: efficiency and cost. *BioresourceTechnology* 74 (2000) 223-229.
26. OLESZKIEWICZ, J. A., 1985. Cost-effective Treatment of Piggery. *WastewaterAgriculturalWastes* 12 (1985) 185-206.
27. PATNI, N. K., JUI, P. Y., 1987. Changes in Solids and Carbon Content of Dairy-Cattle Slurry in Farm Tanks. *BiologicalWastes* 20 (1987) 11-34.
28. PETERSEN, S.O., SOMMER, S.G., BÉLINE, F., BURTON, C., DACH, J., DOURMAD, J.Y., LEIP, A., MISSELBROOK, T., NICHOLSON, F., POULSEN, H.D., PROVOLO, G., SØRENSEN, P., VINNERÅS, B., WEISKE, A., BERNAL, M.-P., BÖHM, R.,

- JUHÁSZ, C., MIHELIC, R., 2007. Recycling of livestock manure in a whole-farm perspective. *Livestock Science* 112 (2007) 180–191.
29. PICCININI, S., BONAZZI, G. , Nuove strade per smaltire gli effluenti zootecnici. *L'informatore agrario* 7/2005.
30. POWERS, W.J., FLATOW, L.A., 2002. Flocculation of swine manure: influence of flocculant, rate of addition and diet. *Appl. Eng. Agric.* 18, 609-614.
31. RICO, J.L., GARCIA, H., RICO C., TEJERO, I., 2007. Characterisation of solid and liquid fractions of dairy manure with regard to their component distribution and methane production. *BioresourceTechnology* 98 (2007) 971–979.
32. SHERMAN, J.J., VAN HORN, H.H., NORSTEDT, R.A., Use of flocculants in dairy wastewaters to remove phosphorus. *AppliedEngineering in agriculture* (2000) Vol 16(4): 445-452.
33. VANOTTI, M.B., HUNT, P.G., 1999. Solids and nutrient removal from flushed swine manure using polyacrylamides. *Trans ASAE* 42 (6), 1833-1840.
34. VANOTTI, M.B., RASHASH, D.M.C., HUNT, P.G., 2002. Liquid-solids separation of flushed swine manure with PAM: effect of wastewater strength. *Trans. ASAE* 45, 1959-1969.
35. VANOTTI, M.B., RICE, J.M., ELLISON, A.Q., HUNT, R.G., HUMENIK, F.J., BAIRD, C.I..2005 Solid-liquid separation of swine manure with polymer treatment and sand filtration. *Trans. ASAE* 48, 1567-1574.
36. WALKER, P., KELLEY, T., 2003. Solids, organic load and nutrient concentration reductions in swine waste slurry using a polyacrylamide (PAM)-aided solids flocculation treatment. *BioresourceTechnology* 90 (2003) 151–158
37. WALKER, P.M., WADE, C.A., KELLEY, T.R., 2010. Evaluation of a polyacrylamide assisted solid/liquid separation system for the treatment of liquid pig manure. *Biosystemsengineering* 105 (2010) 241–246.
38. WESTERMAN, P.W., BICUDO, J.R., 2000. Tangential flow separation and chemical enhancement to recover swine manure solids, nutrients and metals. *BioresourceTechnology* 73 (2000) 1-11.

#### **4. ATTIVITA' SPERIMENTALI SVOLTE NEL PRIMO ANNO**

##### *4.1 Piano di lavoro*

L'azione proposta si compone di due fasi: i test di laboratorio (fase 1) e le prove in impianto pilota che deve 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).

#### *4.2 Descrizione degli allevamenti individuati e modalità di campionamento*

Sono stati individuati cinque tipi di allevamenti 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 suini 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 finale da avviare all'analisi. L'indagine è stata successivamente estesa agli altri tre tipi di liquame identificati per quattro campagne di prelievo per ciascuno dei 5 allevamenti individuati allo scopo di indagare la variabilità dei liquami nel tempo, ottenere dei riscontri significativi sulle rese di separazione ottenute in laboratorio e disporre di materiale per le successive prove di separazione solido-liquido con aggiunta di coagulanti e flocculanti.

Al fine di prelevare dei campioni quanto più rappresentativi della massa dei liquami giacenti in allevamento, si è curata in modo particolare la miscelazione della massa stessa, tenuto conto del contenuto di sostanza secca dei liquami, della dimensione e della forma degli stoccaggi e della presenza di "cappello" sulla superficie o di strati di sedimentazione. In genere si è fatto uso di agitatori a pale mossi dalla presa di potenza di una trattrice agricola, oppure sfruttando la funzione di ricircolo messa in atto con uso della botte spargiliquami (allevamento vitelli a carne bianca) o dell'impianto di separazione solido liquido, mantenendo fermo il dispositivo di separazione e prelevando, periodicamente, i campioni elementari allo sbocco dello scarico di troppo pieno (allevamento di suini da riproduzione). I campioni finali sono stati ottenuti dall'unione di almeno quattro campioni elementari e sono stati confezionati in taniche in HDPE da 10 litri, riempite per circa tre quarti.

In allegato (Allegato 1) vengono riportate le schede descrittive degli allevamenti interessati alla sperimentazione.

#### *4.3 Piano analitico operativo di laboratorio*

Sono stati testati diversi metodi di separazione dei solidi grossolani (diametro delle particelle > 0,1 mm), sospesi (diametro tra 0,01 e 0,1 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 grossolani;
- 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 (TKN) e ammoniacale, COD, fosforo

totale e solubile, pH e conducibilità, Rame e Zinco (questi ultimi solo su liquami tal quali) mentresul solido ottenuto dalla filtrazione 0,1 mm e dalla centrifugazione si è misurata la frazione ponderale, i solidi totali (ST), il fosforo totale, il TKN e l'azoto ammoniacale. Nello specifico il set analitico eseguito dal Laboratorio di TV è il seguente:

SET COMPLETO (liquami tal quali)	SET PARZIALE (liquido vagliato e centrifugato)
Sostanza secca totale	Sostanza secca totale
Sostanza secca volatile	Sostanza secca volatile
Sostanza secca inerte (per differenza)	Sostanza secca inerte ( per differenza)
Fosforo totale	Fosforo totale
Ortofosfati	Ortofosfati
Fosforo organico (per differenza)	Fosforo organico (per differenza)
COD	COD
TKN	Azoto ammoniacale
Azoto ammoniacale	Azoto Organico ( per differenza)
Azoto Organico ( per differenza)	
pH	
Conducibilità	
Rame	
Zinco	

La fase di test relativa al trattamento effluenti con agenti flocculanti (polielettroliti) e coagulanti per valutare l'eventuale incremento di 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 2 allevamenti a maggior contenuto di solidi totali ( vacche da latte e vitelloni).

#### 4.4 Risultati analitici di laboratorio

##### Liquami tal quali

Sono state eseguite una serie di analisi di laboratorio nel periodo luglio-dicembre 2010 allo scopo di individuare le specifiche caratteristiche qualitative dei liquami prodotti dai cinque allevamenti oggetto della sperimentazione. La caratterizzazione è stata effettuata allo scopo di determinare il contenuto di sostanza secca, sostanza organica, quello dei nutrienti e dei due metalli pesanti principali (Cu e Zn).

In generale è possibile affermare che, ad eccezione dell'allevamento dei suini da riproduzione, i valori riscontrati dei singoli parametri hanno mostrato una variabilità molto contenuta nel tempo.

In questo specifico caso dei liquami dei suini da riproduzione è probabile che la variabilità sia legata alla complessità della rete fognaria dell'allevamento, dotata di una serie di lunghe canalizzazioni servite da stazioni di sollevamento per l'invio dei liquami all'impianto di trattamento. Negli altri allevamenti infatti i liquami vengono raccolti direttamente in una vasca di stoccaggio nei pressi dell'area di stabulazione degli animali.

I grafici di figura 1 e 2 mostrano come il contenuto di Solidi Totali, COD e le forme azotate risultino stabili nel tempo. Maggiore variabilità (figura 3) è stata riscontrata per i composti del fosforo. La figura 4 riporta il contenuto medio di rame e zinco nei liquami delle diverse tipologie di allevamento.

I valori medi dei parametri analizzati sono riportati nelle Tabelle 3 e 4, colonna Liquame.

I dati evidenziano che il contenuto di sostanza secca per gli allevamenti di animali giovani (vitelli a carne bianca e suini da ingrasso) è molto basso (rispettivamente 0,65% e 1,87%)

con contenuto di solidi inerti preponderante rispetto a quelli volatili (rispettivamente 73% e 52% del totale) (vedi figura 5). Tale fatto è collegato molto probabilmente al tipo di alimentazione e di metabolismo dell'animale. Si veda a tal proposito i lavori di Hjorth e Meyerai numeri 16 e 23 della lista bibliografica). In questi liquami così diluiti l'azoto ed il fosforo sono completamente associati alla frazione liquida (in forma ammoniacale e di ortofosfati) (figure 6 e 7).

Nei liquami più densi relativi ad animali meno giovani con contenuto di sostanza secca superiore al 5% è presente una percentuale di azoto organico significativa tra il 40-60% dell'azoto totale mentre il fosforo organico è pari al 36-45% del totale (figure 6 e 7). In questi allevamenti la percentuale di solidi volatili rispetto a quella inerte risulta intorno al 70% del totale, con conseguente notevole incremento del valore di COD nei liquami ad essa associato. Da segnalare la maggior presenza di azoto organico rispetto al totale nei liquami dei bovini da latte rispetto a quelli da carne.

Il pH si mantiene intorno a 8 unità mentre la conducibilità è variabile a seconda del tipo di allevamento (valori più bassi intorno a 1200 mS/cm per vitelli, fino ad un massimo di 3600 mS/cm per bovini da carne e suini da ingrasso).

Valori contenuti di rame e zinco si segnalano per gli animali bovini adultimente per quelli in fase di crescita si sono ottenuti valori più elevati. Vengono confermati valori più elevati a carico degli allevamenti di suini (valori molto variabili nel caso dei suini da riproduzione a conferma di quanto già riportato in precedenza) mentre quelli relativi ai suini da ingrasso risultano confrontabili con i valori riportati da Balsari e al.

#### Liquami vagliati a 100 $\mu$

Nelle figure 8, 9 e 10 vengono riportati i valori dei vari parametri analizzati nei liquami vagliati delle differenti tipologie di allevamento in varie date di campionamento.

Le caratteristiche della frazione liquida dei liquami più diluiti (vitelli a carne bianca e suini da ingrasso) sottoposti a vagliatura risultano sostanzialmente simili a quelle di partenza; anche quelle relative ai suini da riproduzione (nonostante il contenuto di sostanza secca del 5,7%) non subiscono variazioni significative se non per il contenuto di fosforo con una riduzione del 23% e del COD (20%). Le frazioni liquide dei liquami dei bovini da latte e da carne subiscono invece delle modificazioni molto significative con questi tipo di trattamento: in particolare si evidenzia una riduzione del contenuto di sostanza secca dell'ordine del 50% a causa della notevole presenza di fibre indigerite. Una diminuzione meno marcata si è riscontrata nei confronti del COD (16%-19%) e del fosforo totale (18-26%). Il contenuto dei composti azotati rimane quasi inalterato essendo questo di norma associato a particelle di dimensioni inferiori a 125 micron.

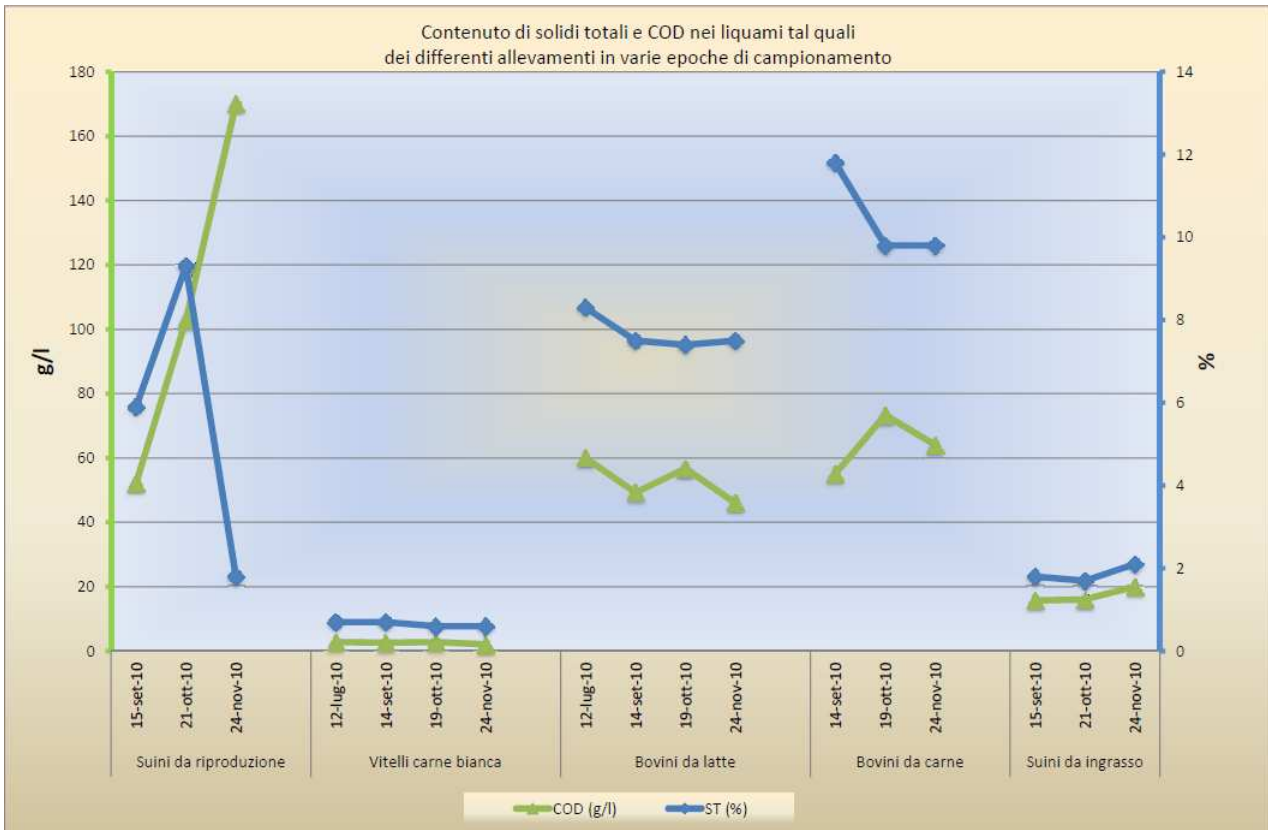


Figura 1 – Andamento del contenuto di COD e solidi totali delle 5 tipologie di effluente considerato nel corso delle 3-4 campagne di prelievo effettuate.

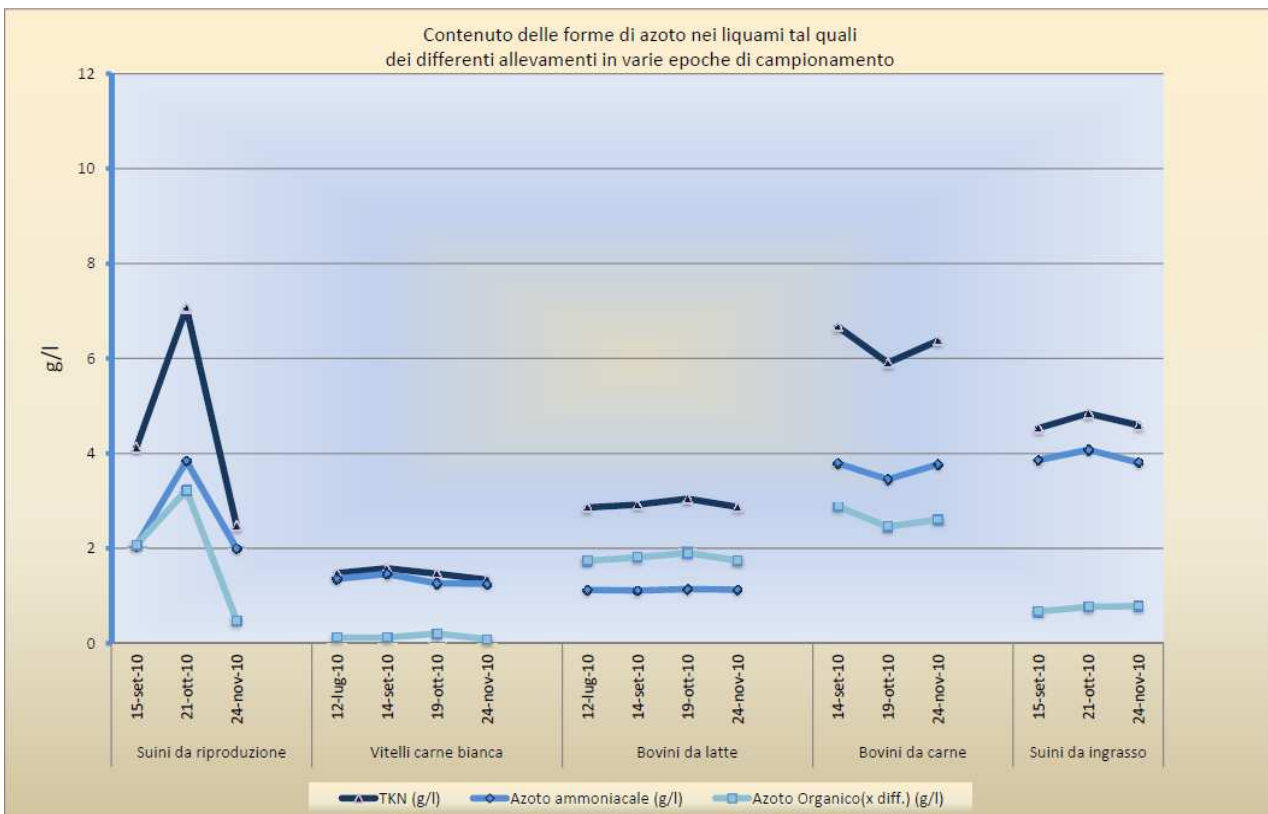


Figura 2 – Andamento del contenuto di azoto totale, ammoniacale e organico delle 5 tipologie di effluente considerato nel corso delle 3-4 campagne di prelievo effettuate.

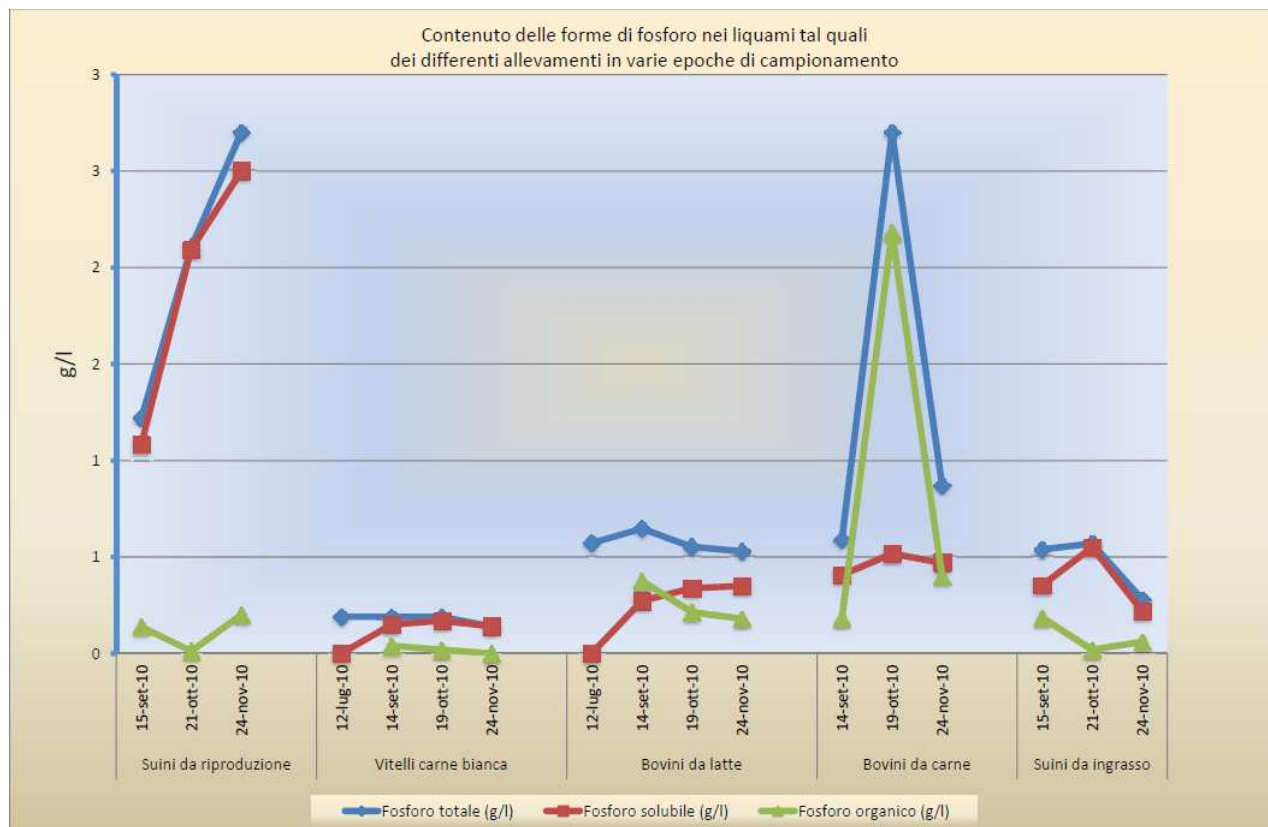


Figura 3 – Andamento del contenuto di fosforo totale, solubile e organico delle 5 tipologie di effluente considerato nel corso delle 3-4 campagne di prelievo effettuate.

#### Liquami vagliati a 100 $\mu$ e centrifugati

Le figure n° 11, 12 e 13 riportano l'andamento dei valori riscontrati nei liquami vagliati a 100 micron e centrifugati in varie epoche di campionamento.

Le caratteristiche medie delle frazioni liquide dei liquami dopo vagliatura (la vagliatura preliminare si è resa necessaria per una migliore operatività del laboratorio) e centrifugazione sono riportate nelle colonne "0,1÷0,01 mm" delle tabelle 3 e 4. Per l'allevamento dei vitelli a carne bianca è possibile affermare che non vi sono state variazioni di sorta rispetto al liquame di partenza, ciò in ragione della sostanziale presenza di nutrienti e sostanza organica allo stato disciolto o associate a particelle molto piccole. Nella frazione liquida dei liquami da suini da ingrasso è stata ottenuta una riduzione del contenuto di Solidi totali (20%), del COD (34%) e del fosforo totale (72%) mentre i composti azotati sono rimasti pressoché inalterati rispetto alla concentrazione iniziale.

In quella dei suini da riproduzione si è ottenuta una riduzione della concentrazione di partenza dei Solidi totali pari al 46%, del COD del 50%, del fosforo totale del 93% e dell'azoto totale del 12% nella sua frazione organica (47% di riduzione dell'azoto organico contenuto nel liquame tal quale).

Infine nei bovini da latte e da carne si evidenzia una frazione liquida contenente in media il 70% in meno solidi totali, dal 42 al 65% in meno di COD ed una riduzione intorno al 75% del fosforo totale. Nel caso dei bovini da latte si riscontra una riduzione del 39% dell'azoto totale (61% dell'azoto organico) mentre nel caso dei bovini da carne si è ottenuta una riduzione del 14% dell'azoto totale (36% dell'azoto organico). In effetti Hjorth (N° 16 della lista bibliografica) riporta citando altre fonti che nei liquami bovini una percentuale superiore all'80% di azoto e fosforo è contenuta nella frazione particellare inferiore a 0,125 mm mentre indagini più dettagliate indicano che il 70% di N e P indisciolti si trovano

associati a particelle con dimensioni comprese tra 0.45 -250 µm. Møller ( n°24 Bibliografia) riporta che nel chiarificato in uscita da centrifugazione non risultano presenti particelle di dimensioni superiori a 0,025 mm indicando che le centrifughe riescono a trasferire nella frazione solida quasi tutte le particelle > 0,02 mm. Egli riporta anche nel caso dei separatori elicoidali con maglie di 1 mm si sono ottenute rese di abbattimento del 30%, 15% e 8% rispettivamente per ST, TP e TN mentre nel caso di centrifughe si sono ottenute rese di 65%, 82% e 49% rispettivamente per ST, TP e TN con liquami bovini freschi ( 2 settimane). Appare quindi evidente l'interesse nell'utilizzo di centrifughe nell'abbattimento dei nutrienti anche se con maggiori costi di esercizio ( 4.0 kWh/ton in Møellern°25).

Tabella 3 - Caratteristiche chimico-fisiche dei liquami bovini e relative frazioni liquide separate (medie di 3/4 campionamenti)

Parametri	u.m.	Vitelli carne bianca			Bovini da latte			Bovini da carne		
		liquame	<0,1 mm	0,1÷0,01 mm	liquame	<0,1 mm	0,1÷0,01 mm	liquame	<0,1 mm	0,1÷0,01 mm
ST	%	0,65	0,63	0,57	7,68	4,28	2,27	10,47	5,30	3,47
SV	% s.s.	27,10	24,61	18,8	77,7	64,43	54,00	77,1	68,70	64,6
Sost. inerte	% s.s.	72,90	75,39	81,2	22,3	35,57	46,0	22,9	31,31	35,4
P Totale	g/l	0,18	0,17	0,15	0,58	0,43	0,13	0,72	0,59	0,20
P Solubile (orto)	g/l	0,15	0,16	0,14	0,32	0,26	0,05	0,46	0,40	0,05
P organico	g/l	0,03	0,01	0,01	0,26	0,17	0,08	0,26	0,19	0,15
COD	g/l	2,58	2,52	1,87	52,99	44,75	18,50	64,11	51,67	37,00
TKN	g/l	1,47	1,42	1,44	2,92	2,65	1,78	6,32	5,99	5,42
N Ammoniacale	g/l	1,33	1,39	1,40	1,13	1,13	1,08	3,67	3,74	3,73
N Organico	g/l	0,13	0,04	0,04	1,80	1,53	0,71	2,65	2,26	1,69
N org./TKN	%	9	2,5	3	61	57,2	40	42	37,66	31
pH		8,10	---	---	8,17	---	---	8,25	---	---
Conducibilità	mS/cm	1213	---	---	1728	---	---	3677	---	---
Rame	mg/kg s.s.	108	---	---	37	---	---	40	---	---
Zinco	mg/kg s.s.	619	---	---	297	---	---	272	---	---

Tabella 4 - Caratteristiche chimico-fisiche dei liquami suini e relative frazioni liquide separate (medie di 3 /4 campionamenti)

Parametri	u.m.	Suini da riproduzione			Suini da ingrasso		
		liquame	<0,1 mm	0,1÷0,01 mm	liquame	<0,1 mm	0,1÷0,01 mm
ST	%	5,67	5,55	3,05	1,87	1,93	1,50
SV	% s.s.	67,70	68,81	61,60	48,2	51,32	43,70
Sost. inerte	% s.s.	32,40	31,19	38,40	51,8	48,69	56,30
P Totale	g/l	2,01	1,55	0,19	0,46	0,33	0,13
P Solubile( orto)	g/l	1,89	1,35	0,13	0,37	0,26	0,10
P organico	g/l	0,12	0,20	0,06	0,09	0,07	0,03
COD	g/l	102,27	81,0	51,00	17,24	15,33	11,40
TKN	g/l	4,56	5,35	4,00	4,66	4,80	4,32
N Ammoniacale	g/l	2,63	3,03	2,97	3,91	3,99	3,89
N Organico	g/l	1,93	2,32	1,03	0,74	0,81	0,42
N org./TKN	%	38	44	23	16	17	10
pH		7,88	---	---	8,18	---	---
Conducibilità	mS/cm	2820	---	---	3603	---	---
Rame	mg/kg s.s.	834	---	---	131	---	---
Zinco	mg/kg s.s.	1220	---	---	784	---	---

#### *4.5 Bilanci di massa derivanti dai risultati dei test di laboratorio*

Allo scopo di determinare le rese di separazione quantitative dei vari parametri analizzati mediante trattamento di vagliatura e centrifugazione si è provveduto ad eseguire una serie di pesate su campioni del liquame di partenza, del liquame vagliato 100 micron, del solido ottenuto dalla vagliatura, del surnatante centrifugato e del sedimento di fondo dopo centrifugazione. Su tutte queste frazioni si è provveduto alle determinazioni analitiche previste (vedi punto 4.3 set parziale).

I bilanci di massa sono stati eseguiti utilizzando le medie delle concentrazioni dei singoli parametri e dei pesi delle varie frazioni.

Nei liquami con elevato contenuto di Solidi totali si è avuta difficoltà ad apprezzare con precisione le due frazioni del surnatante e del sedimentato dopo centrifugazione.

Le rese determinate sono da considerarsi indicative (anche se confrontabili con quelle ottenute nel lavoro di Balsari et al. al n° 1 dell'elenco bibliografico) e necessitanti di una conferma con i dati derivanti dall'impianto pilota in quanto necessariamente basate su quantità iniziali limitate (dell'ordine di 1 litro) e con tenori di secco delle frazioni solide significativamente diversi da quelli ottenibili con le macchine separatrici a scala reale.

Si ricorda infine che il grado di vagliatura (100 micron) è difficilmente ottenibile da questo tipo di macchine separatrici.

In allegato 2 vengono riportati gli schemi di flusso rappresentanti le rese di separazione ottenute per ciascuna delle cinque tipologie di allevamento.

#### Azienda Agricola BIN ( vitelli a carne bianca con ST 0,65%)

Non sono presenti solidi grossolani  $> 100 \mu$ . La centrifugazione dei liquami ha una efficacia pressochè nulla visto il contenuto di solidi totali molto basso [ separazione del 13% di ST e 3% dell'azoto totale ( 70% dell'organico)]. E' opportuno verificare le rese di separazione ottenibili con condizionamento chimico prima della centrifugazione. Sembra tuttavia che la separazione S/L con centrifuga su questo tipo di liquame non risulti economicamente conveniente se non in un'ottica di un impianto consortile dove i liquami vengono omogeneizzati con altri di diversa natura.

Sistemi di S/L come DAF ( flottatori) seguiti da osmosi inversa od in alternativa finissaggio con fitodepurazione o trincee drenanti risultano sicuramente più indicati per le caratteristiche qualitative dei liquami in questione.

#### Azienda Agricola Milani (suini da riproduzione con ST 5,7%)

Le rese di separazione indicate nello schema di flusso riportato di seguito sono state ottenute con una qualche difficoltà in ordine alla variabilità dei liquami di partenza riscontrata. E' presente un ridotto contenuto di solidi grossolani separabili tramite vagliatura 100 micron ( 2,5% del t.q.) con effetti minimi sulla riduzione dei Solidi totali (5%) e fosforo totale (20%); gli altri parametri non risultano in alcun modo influenzati da questo trattamento S/L.

Rese di separazione dei contaminanti molto interessanti si sono riscontrate con la separazione S/L mediante centrifugazione pari a circa il 50% dei Solidi totali ed il 70% dell'azoto organico (30% circa del totale) e del fosforo totale. Rimangono da testare le rese ottenibili con questa tipologia di separazione utilizzando un condizionamento chimico del liquame prima della centrifugazione.

### Azienda Agricola Suin Piave (suini da ingrasso con ST 1,9%)

Anche in questo caso il contenuto di solidi grossolani è alquanto ridotto (5% del totale); mediante vagliatura è apprezzabile una riduzione del 5% dei ST e del 50% del fosforo totale.

La separazione S/L attuata mediante centrifugazione consente la produzione di una frazione solida pari al 10% del liquame di partenza, la quale contiene il 30% dei ST ed il 20-25% dell'azoto totale e del fosforo totale. Anche in questo caso occorre valutare la S/L mediante condizionamento con agenti chimici; tuttavia visto il ridotto contenuto di azoto organico rispetto al totale risultano consigliabili per questo tipo di liquame sistemi di separazione S/L analoghi a quelli già indicati per i vitelli a carne bianca.

### Azienda Agricola Fogal (bovini da latte con ST 7,7%)

Questo allevamento provvede ad una diluizione dei liquami per consentire la ricircolazione tramite pompa sommersa degli stessi sottogrigliato allo scopo di effettuare la pulizia dei canali di scolo. Questo tipo di liquami è caratterizzato da un elevato contenuto di solidi totali\* (7,7%) con una presenza preponderante di solidi grossolani assieme ad un elevato contenuto di azoto organico rispetto al totale (60%). Attraverso vagliatura si è ottenuta una frazione solida quantitativamente significativa (40% del liquame di partenza) con un secco del 13,1% ( in sistemi a scala reale si riescono ad ottenere umidità intorno al 26%). Questa frazione contiene il 70% dei Solidi totali iniziali, il 45% dell'azoto totale (55% dell'azoto organico) ed il 55% del fosforo totale. La successiva fase di centrifugazione consente di ottenere una frazione solida pari al 12% del liquame di partenza (secco del 12%) nella quale sono contenuti il 17% dei solidi totali, il 24% dell'azoto totale ed il 25% del fosforo totale. Complessivamente quindi i sistemi di separazione S/L testati in laboratorio consentono di ottenere su questo tipo di liquame una frazione solida, ancorchè molto umida, pari al 50% del liquame di partenza nella quale sono contenuti il 90% dei Solidi totali, il 70% dell'azoto totale (85% dell'azoto organico) e l'80% del fosforo totale. I dati emersi da queste prove risultano quindi molto interessanti (anche valutando l'apporto dell'ammoniaca residua contenuta nell'umidità della frazione solida) e consentono di affermare che questi tipi di trattamento sono sicuramente impiegabili per la rimozione dei nutrienti anche se rimane ancora da valutare l'aspetto economico ad essi collegato.

### Azienda Agricola Merlo (bovini da carne con ST 10,5%)

Il liquame di questa tipologia di allevamento è caratterizzato da un elevato tenore di solidi totali con una significativa frazione di solidi grossolani; il contenuto di azoto totale ancorchè significativamente più elevato rispetto a quello dei bovini da latte (+100%) mostra tuttavia un percentuale di azoto organico più bassa rispetto alla precedente tipologia di allevamento (40% Norg./TKN).

Anche in questo caso con la vagliatura a 100 micron del liquame si ottiene una frazione solida pari al 50% del liquame di partenza (secco del 14%); in essa è contenuto il 75% dei solidi totali, il 55% dell'azoto totale (60% dell'azoto organico) ed il 65% del fosforo totale.

A seguito della centrifugazione della fase liquida passante al vaglio si ottiene una frazione solida pari al 15% del liquame di partenza con tenore di secco pari all' 8,8%. In questa frazione è contenuto il 15% dei solidi totali, il 15% dell'azoto totale (20% azoto organico) ed il 30% del fosforo totale presenti nel liquame di partenza.

In totale quindi i test di separazione S/L in questo tipo di liquame hanno evidenziato la produzione di una frazione solida pari al 65% del totale iniziale (con umidità relativa media dell'11,5%). Complessivamente il 90% dei ST, il 70% dell'azoto totale (80% dell'azoto organico) ed il 95% del fosforo totale del liquame di partenza sono contenuti nella frazione solida ottenuta.

Questi valori sono confrontabili con quelli ottenuti con il liquame prodotto dall'allevamento di bovini da latte e quindi valgono le medesime considerazioni finali già riportate in precedenza. Si ricorda che nelle elevate rese di trasferimento dell'azoto totale gioca un ruolo importante l'azoto ammoniacale contenuto nell'umidità della frazione solida. Nella realtà quindi in funzione di un tenore di secco più elevato nella frazione solida (25-30%) ci si dovrà aspettare una resa sensibilmente inferiore per l'azoto totale: nel lavoro di Balsariet al. per questo parametro si è ottenuta una resa max intorno al 30% con liquame bovino al 4,0% di ST. In questa pubblicazione (n°1 dell'elenco bibliografico) viene riportata inoltre una separazione mediante centrifugazione del 70% degli ST e del 90% del fosforo totale (come  $P_2O_5$ ) in liquami di bovini da latte con ST del 6,0%.

#### *4.6 Utilizzo di reagenti per incrementare la separazione Solido/Liquido*

Sono state effettuate prove di laboratorio allo scopo di individuare eventuali sostanze (flocculanti di varia natura, coagulanti, ecc.) in grado di incrementare le rese di abbattimento dei nutrienti e della sostanza secca registrate con i processi fisici di vagliatura e centrifugazione. Tutte le prove ad eccezione di un test preliminare hanno utilizzato liquame bovino tal quale e vagliato a 100 micron. Le prime risultanze visive ed analitiche hanno evidenziato la mancanza un effetto significativo da parte di tutta la serie di polielettroliti e biopolimeri impiegati a meno di impiegare quantità improponibili degli stessi per costi e diluizione del liquame.

I primi test effettuati con l'impiego di coagulanti quali  $FeCl_3$  hanno fornito dei riscontri interessanti rispetto alla riduzione di TKN e Solidi Totali nella frazione liquida. Tuttavia una serie ulteriore di prove effettuate su liquame vagliato e diluito (conc. ST 1%) per evidenziare meglio l'aspetto visivo legato alla sedimentazione dei solidi, con utilizzo di  $FeCl_3$ ,  $AlSO_4$ ,  $FeSO_4$  non hanno dato riscontri interessanti (vedi relazione specifica riguardante le risultanze delle prove sperimentali di laboratorio). Non vengono quindi confermate le risultanze riportate in vari studi (es. Sherman e al. N°32 della lista bibliografica) in cui l'utilizzo di coagulanti a base di Fe e Al incrementano del 50% le rese di abbattimento dei nutrienti in liquami bovini diluiti con ST pari all'1%.

Prove simili sono in corso di esecuzione con liquami di vitelli a carne bianca e suini.

Tabella 5 - Prove di chiarificazione con utilizzo di  $\text{FeCl}_3$  su campione di liquame di bovini da carne filtrato  $100\mu\text{m}$  diluito 1:5. Verifica dell'azione del coagulante su pH, TKN, conducibilità, sostanza secca e torbidità.

Conc. finale [Fe] mg/l su liquame filtrato $100\mu\text{m}$	Vml soluzione $\text{FeCl}_3$ 100 g/l aggiunti su 100ml liquame filtrato $100\mu\text{m}$ diluito 1:5	Mg soluzione $\text{FeCl}_3$ 100 g/l aggiunti su 100ml liquame filtrato $100\mu\text{m}$ diluito 1:5	Peso (g) campione coagulato centrifugato	Peso (g) surnatante campione coagulato centrifugato	Peso (g) frazione solida dal campione coagulato centrifugato	pH	conducibilità $\text{mScm}^{-1}$	torbidità (NTU)	N tot mg/l	secco %
BIANCO CAMPIONE DILUITO 1:5			49,66	44,42	5,24	8,34	8,02	942	960	0,552
80	0,23	0,248	54,38	48,98	5,40	8,21	8,03	989	962	0,540
172	0,5	0,539	53,83	48,79	5,04	8,13	8,13	981	941	0,547
344	1	1,078	53,27	47,35	5,92	8,09	8,24	887	926	0,519
689	2	2,155	54,04	47,94	6,10	7,95	8,54	857	959	0,519
1033	3	3,233	53,64	46,90	6,74	7,80	8,79	938	930	0,516
1722	5	5,389	54,46	46,06	8,40	7,49	9,17	851	929	0,508

Tabella 6 - Prove di chiarificazione con utilizzo di  $\text{AlSO}_4$  su campione di liquame di bovini da carne filtrato  $100\mu\text{m}$  diluito 1:5. Verifica dell'azione del coagulante su pH, TKN, conducibilità, sostanza secca e torbidità.

Conc. finale [Al] mg/l su liquame filtrato $100\mu\text{m}$	Peso (g) campione coagulato centrifugato	Peso (g) surnatante campione coagulato centrifugato	Peso (g) frazione solida dal campione coagulato centrifugato	pH	conducibilità $\text{mScm}^{-1}$	torbidità (NTU)	N tot mg/l	secco %
0	49,35	45,25	4,1	8,36	8,05	1290	960	0,570
11	51,57	48,08	3,49	8,18	8,17	1380	998	0,559
55	50,92	47,37	3,55	8,20	8,19	1310	1001	0,564
110	50,50	46,34	4,16	8,12	8,24	1360	997	0,561
275	49,75	45,18	4,57	7,96	8,38	1370	962	0,555
495	50,48	45,37	5,11	8,03	8,45	1220	974	0,549
991	50,00	42,89	7,11	7,88	8,73	1100	967	0,536
1486	49,09	40,24	8,85	7,43	8,94	670	901	0,486
1982	50,05	43,34	6,71	7,13	9,12	490	889	0,495

Questi dati ottenuti non confermano quanto riportato nel lavoro di Sherman e al. (n°41 della lista bibliografica) in cui l'utilizzo di  $\text{AlSO}_4$  ed  $\text{FeCl}_3$  su liquame bovino diluito all'1% ha comportato la sedimentazione dei solidi contenuti ed una riduzione del 50% del TKN e di oltre il 90% di P con dosaggio di 317mg Al/l. Gli autori hanno ottenuto analoghi risultati anche con l'impiego di 376 mg Fe/l. E' quindi necessario un ulteriore approfondimento della sperimentazione in concomitanza con le prove da effettuarsi con i liquami di suini e vitelli a carne bianca.

Da segnalare come in base alle prove effettuate sembra che il contenuto di solidi disciolti e colloidalmente nel liquame di vitelloni costituisca il 2% di ST su un totale di 9,8% di ST, pari ad una frazione del 20% della quantità complessiva di solidi presenti.

## 5. ATTIVITA' IMPIANTO PILOTA

### 5.1 *Convenzione con il comune di Fonte*

Nel mese di agosto 2009 sono stati presi contatti con il comune di Castello di Godego proprietario di un impianto di depurazione dismesso; il sindaco dopo aver consultato la giunta comunale non ha ritenuto di accogliere la richiesta di installare l'impianto pilota presso l'ex depuratore comunale.

Nel mese di ottobre la proposta è stata presentata alla giunta comunale di Fonte, comune proprietario di un impianto attivo che dovrà essere dismesso in un prossimo futuro; la proposta è stata accettata ed è stata sottoscritta una convenzione che regola il rapporto di collaborazione tra comune ed ARPAV.

### 5.2 *Progetto impianto pilota di separazione solido-liquido e trasporto degli effluenti*

Lo schema generale di funzionamento dell'impianto pilota di trattamento dei reflui che si prevede di installare presso l'impianto di depurazione del comune di Fonte è rappresentato in figura 1.

Esso 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.

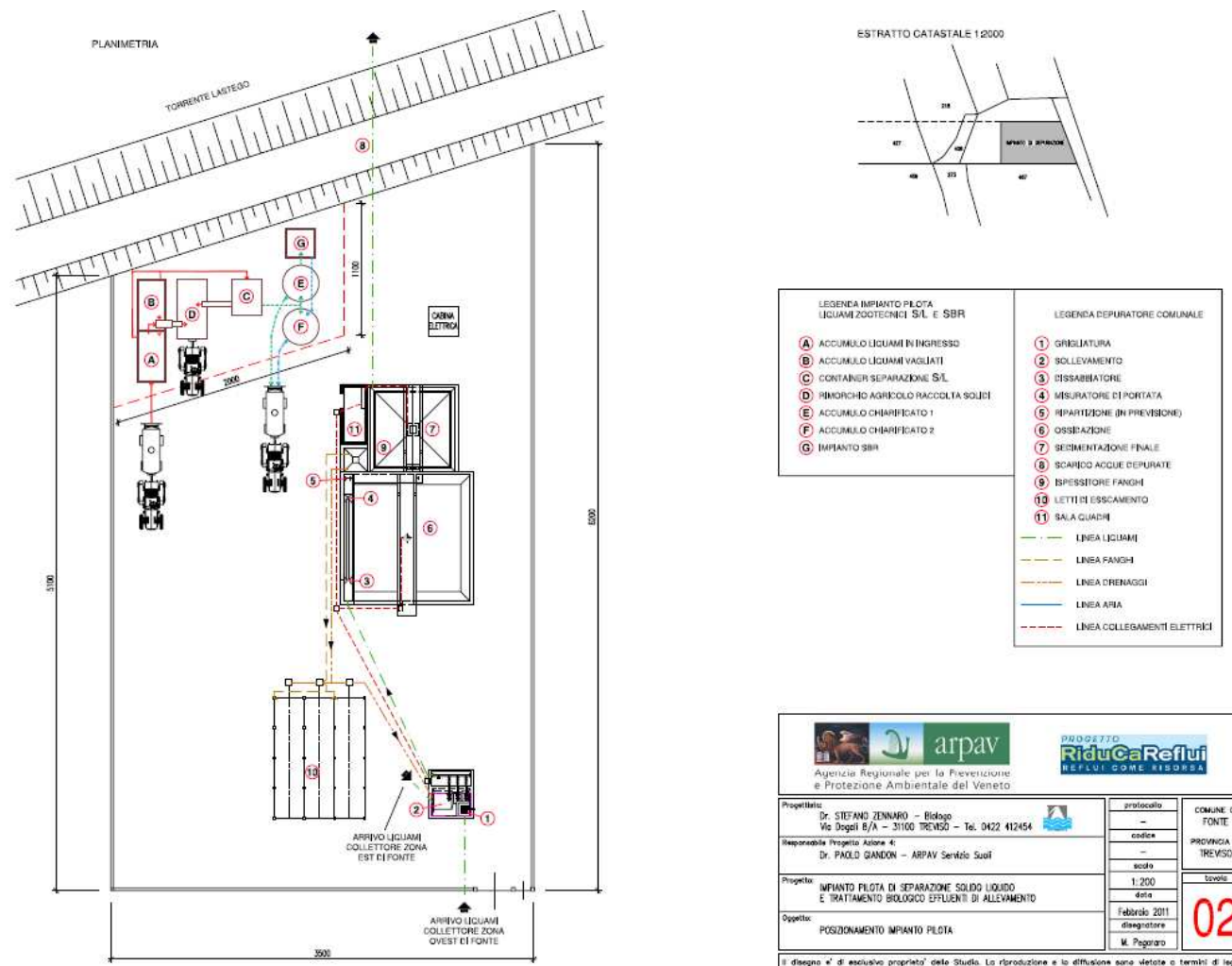
L'impianto ha la possibilità di registrare il consumo di energia elettrica, il contenuto di ossigeno disciolto in vasca di ossidazione e la produzione di fanghi di supero.

Il servizio di installazione e utilizzo dell'impianto di separazione è stato aggiudicato alla ditta SCAE di Dueville (VI) che dovrà rendere operative le attrezzature entro metà aprile 2011.

Per il trasporto degli effluenti dagli allevamenti che si sono resi disponibili a rifornire l'impianto pilota per le operazioni di trattamento fino all'area del depuratore in cui sarà posizionato l'impianto pilota, è stata acquisita la disponibilità dell'allevamento di bovini da carne (Azienda Agricola Merlo) che dispone dei mezzi per la movimentazione sia degli effluenti palabili, e quindi anche del separato solido, sia degli effluenti non palabili, e quindi anche del chiarificato.



Figura 2 – Posizionamento dell'impianto pilota di trattamento degli effluenti di allevamento presso l'area dell'impianto di depurazione del comune di Fonte

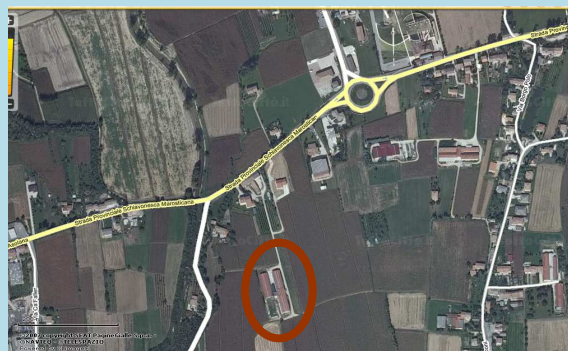




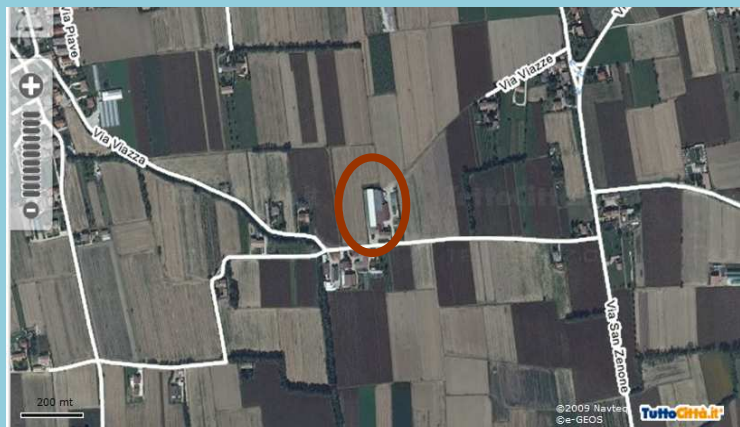
## **ALLEGATO N°1**

### **SCHEDE ALLEVAMENTI**

Allevamento	<b>BIN FLAVIO</b>
Località	Asolo
Animali allevati	Bovini, Vitelli a Carne Bianca
Numero capi	700, ogni 15gg escono 50 capi ed entrano 50 ristalli
Effluente, tipo	Liquame, ogni 15 gg fine ciclo per un settore della stalla con 50 capi: esecuzione lavaggio
Ricircolo effluente	No
Sistemi di omogeneizzazione	Sì
Tipo (fisso, mobile)	Miscelazione per mezzo della botte spargiliquami.
Punto di prelievo	Pozzetto di testa vasche (vedi foto), a nord di una delle stalle. La scelta di una o l'altra stalla è indifferente.
Alimentazione	Latte ricostituito + paglia + mais granella intera
Note	Volume delle vasche sottogrigliato: (lung. 14 m x largh. 4 x altezza 4,5 m) x 3 = 252 m <sup>3</sup> x 3 = <b>756 m<sup>3</sup></b> + vascasupplementare <b>675 m<sup>3</sup></b> (50m x 3m x h 4,5m)



Allevamento	<b>FOGAL MARINO MICHELE</b>	
Località	San Zenone degli Ezzelini	
Animali allevati	Bovini, Vacche da latte e rimonta	
Numero capi	70 V. lattaz. + 12 V. asciutta + 28 Rimonta	
Effluente, tipo	Liquame (stabulazione su grigliato)	
Ricircolo effluente	Sì del liquame tal quale nelle vasche sotto grigliato con soglie (saltuaria aggiunta di acqua) + 11/12 litri /capo da zona sporca sala mungitura.	
Sistemi di omogeneizzazione	Sì	
Tipo (fisso, mobile)	Mobile, elica a immersione a prestito	
Punto di prelievo	Vasca di testa vasche, a nord della stalla (foto), profondità massima 4,5 m, utile 4 m	
Alimentazione	Punto di campionamento	Alimento: fieno + insilato trinciato di mais + concentrati





Allevamento	<b>MERLO ENNIO</b>
Località	Asolo
Animali allevati ↓	Bovini, Vitelloni 50% su grigliato, 50% su lettiera
Numero capi	500/600, ristallo continuo
Effluente, tipo	Liquame (stabulazione su grigliato)
Ricircolo effluente	No
Sistemi di omogeneizzazione	Sì, elica a immersione
Tipo (fisso, mobile)	mobile
Punto di prelievo	Pozzetto di testa vasche, a nord di una delle stalle per es stalla 4 (foto)
Alimentazione	Insilato trinciato di mais+ mais granella intera + farina estrazione soia + polped di bietola + paglia
Note	Volume della vasca sottogrigliato stalla 4: (lung. 16 m x largh. 11 m x altezza 4 m) = 704 m <sup>3</sup>



Allevamento	<b>SOC. AGR. MILANI SS DI MILANI MAURIZIO, ORAZIO E RENZO</b>
Via	Milan
Località	Zero Branco
Animali allevati	Suini da riproduzione
Numero capi	1300 scrofe
Effluente, tipo	Liquame (stabulazione su grigliato)
Ricircolo effluente	No
Sistemi di omogeneizzazione	No
Tipo (fisso, mobile)	No
Punto di prelievo	Punto di scarico del tubo di troppo pieno della tramoggia di carico del separatore S/L. Con congruo anticipo bisogna mettere in funzione la pompa di mandata al separatore S/L, senza che il separatore sia attivo.



Allevamento	<b>SUIN PIAVE DI BRESSAN ATTILIO E ROBERTO</b>
Località	Vazzola
Animali allevati	Suini ingrasso
Numero capi	2500
Effluente, tipo	Liquame (stabulazione su PP+G <sub>ext.</sub> da campionare + Lusetti da non campionare)
Ricircolo effluente	Solo su stabulazione Lusetti.
Sistemi di omogeneizzazione	Elica sommersa
Tipo (fisso, mobile)	Mobile
Punto di prelievo	Capannone con stabulazione su PP+G <sub>ext.</sub> dopo adeguata omogeneizzazione del liquame nelle vasche sotto grigliato, prelevare dagli n. 8 pozzetti posti (4 + 4) lungo i due lati lunghi del capannone. È necessario disporre di un contenitore pulito della capacità di almeno 50 litri.
Alimentazione	3 fasi: - 30-70 kg rapp. Mang./H <sub>2</sub> O = 1/3 - 70-110 kg rapp. Mang./H <sub>2</sub> O = 1/3 - 110-170 kg rapp. Mang./H <sub>2</sub> O = 1/4 – 1/4,5

