

**Le implicazioni economiche per gli
allevamenti dell'applicazione del programma
d'azione per l'utilizzazione agronomica dei
reflui zootecnici nelle zone vulnerabili
all'inquinamento da nitrati di origine
agricola**

Paolo Rosato, Luciano Fantinato, Stefano Guercini e Alessandro Bordin

Ottobre 2007

Sommario

1.0. Scopo del lavoro.....	5
2.0. Il Programma d'Azione	7
3.0. Il metodo.....	8
3.1. L'individuazione e la caratterizzazione delle aree critiche	8
3.2. Rilevazione di un insieme di aziende tipo rappresentative dove concentrare l'analisi.....	9
3.3. Individuazione dei possibili adattamenti nella gestione dei reflui zootecnici nelle aziende tipo	9
3.4. Valutazione economica e gestionale degli adattamenti al PdA	10
3.5. Valutazioni delle soluzioni aziendali a livello globale	10
4.0. Le caratteristiche delle zone vulnerabili	10
5.0. Le aree critiche nelle zone vulnerabili.....	17
6.0. Le simulazioni effettuate.....	22
7.0. L'impatto del PdA nell'allevamento con bovine da latte.....	23
7.1. Gli adattamenti dell'allevamento di bovine da latte al PdA.....	25
8.0. L'impatto del PdA nell'allevamento con vitelloni da carne	41
8.1. Gli adattamenti al PdA simulati nell'allevamento di vitelloni	43
9.0. L'impatto del PdA nell'allevamento di suini all'ingrasso	54
9.1. Gli adattamenti al PdA dell'allevamento con suini da ingrasso	56
10.0. L'impatto del PdA nell'allevamento avicolo.....	67
10.1. Gli adattamenti al PdA dell'allevamento avicolo	68
11.0. La valutazione multicriterio delle soluzioni aziendali al PdA.....	70
11.1. Il metodo di valutazione.....	71
11.2. I risultati della valutazione multicriterio delle soluzioni al PdA nell'allevamento di vacche da latte.....	73
11.3. I risultati della valutazione multicriterio delle soluzioni al PdA nell'allevamento di vitelloni da carne	79
11.4. I risultati della valutazione multicriterio delle soluzioni al PdA nell'allevamento di suini da ingrasso	83
12.0. Considerazioni riassuntive	89
13.0. Riferimenti normativi	91
PARTE SECONDA.....	92

A. Parte generale	92
Gruppo A	92
1.0. I trattamenti.....	96
2.0. Lo stoccaggio di effluenti non palabili e palabili	96
3.0. La separazione liquido/solido.....	97
4.0. La digestione anaerobica	97
5.0. I trattamenti bioossidativi	98
6.0. Trattamento ossidativo (o di aerazione).....	98
7.0. Trattamento di compostaggio	99
8.0. Il trattamento biologico di nitrificazione-denitrificazione	99
9.0. Lo strippaggio	100
10.0. Trattamenti degli effluenti provenienti da allevamenti avicoli.....	101
11.0. Considerazioni finali	101
B. Parte applicativa	102
1.0. Allevamento di vacche da latte.....	103
1.1. Dati di partenza	103
1.2. Stato di fatto	104
1.3. Gruppo A	106
1.4. Gruppo B.....	107
1.5. Gruppo C (digestione anaerobica).....	112
1.6. Gruppo D (Trattamenti per l'ottimizzazione della gestione del digestato).....	116
2.0. Allevamento di bovini da carne.....	123
2.1. Dati di partenza	123
2.2. Stato di fatto.....	123
2.3. Gruppo A	124
2.4. Gruppo B.....	127
2.5. Digestione anaerobica (gruppo C)	134
2.6. Trattamenti per l'ottimizzazione della gestione del digestato (gruppo D).....	137
2.6.1. Separazione L/S	137
2.6.2. Trattamento biologico nitrificazione/denitrificazione (soluzione D1)	138
3.0. Allevamento di suini all'ingrasso	143
3.1. Dati di partenza	143
3.2. Stato di fatto.....	144

3.3. Gruppo A	144
3.4. Gruppo B.....	145
3.5. Digestione anaerobica (gruppo C)	153
3.6. Trattamenti per l'ottimizzazione della gestione del digestato (gruppo D).....	155
4.0. Allevamento di avicoli.....	159
4.1. Premessa.....	159
4.2. Cessione a terzi delle deiezioni	159
4.3. Combustione	160
5.0. Bibliografia	164

PARTE PRIMA

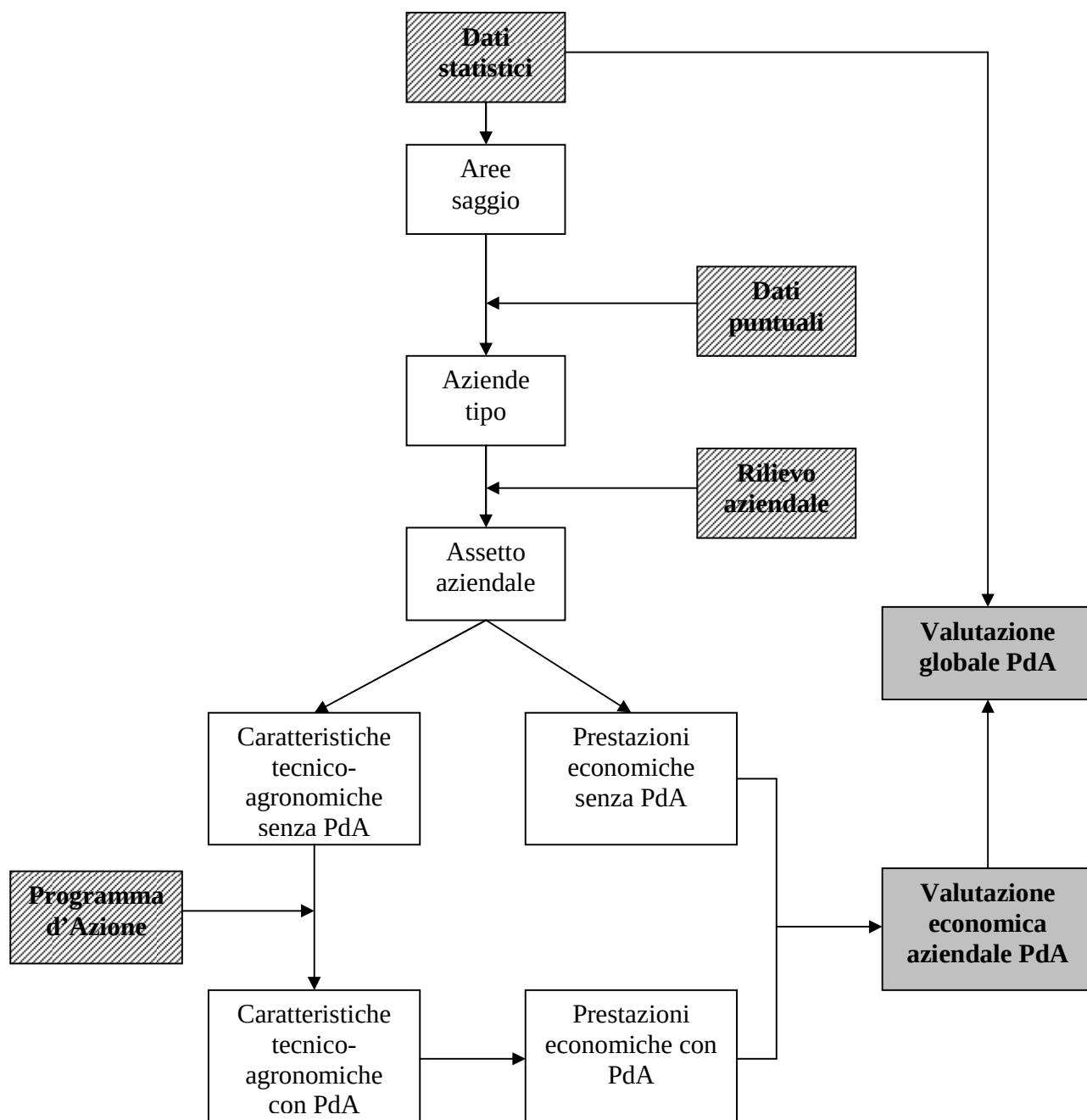
1.0. Scopo del lavoro

La valutazione in oggetto è volta ad individuare e quantificare le implicazioni economiche dell'introduzione delle misure previste dal programma d'azione (PdA) regionale (DGR n. 2495 del 07.08.2006) per l'utilizzazione agronomica degli effluenti zootecnici nelle zone dichiarate vulnerabili (ZV) (DCR n. 62/06, D. Lgs. n. 152/99, DGR n. 2495/06) all'inquinamento da nitrati. Più in dettaglio la valutazione si propone di:

- Individuare e caratterizzare le aree, fra quelle classificate come vulnerabili all'inquinamento da nitrati, maggiormente coinvolte nelle trasformazioni indotte dal provvedimento (aree critiche);
- Identificare alcune tipologie di allevamento tipiche delle aree critiche;
- Costruire un modello di simulazione tecnico-economico delle aziende tipiche;
- Individuare le possibili modificazioni indotte dal PdA nella gestione degli effluenti zootecnici e della fertilizzazione;
- Valutare le implicazioni economiche e gestionali degli adattamenti alle misure del PdA;
- Estensione delle valutazioni aziendali a livello globale.

L'analisi si è sviluppata secondo il seguente digramma che descrive i principali flussi di informazioni fra le diverse fasi della ricerca (freccie), le fonti di dati (caselle tratteggiate), le elaborazioni effettuate (caselle bianche) ed i risultati ottenuti (caselle grigie).

LA STRUTTURA DELL'ANALISI



2.0. Il Programma d'Azione

Il Programma d'Azione per le zone vulnerabili da nitrati del Veneto è stato approvato in attuazione dell'articolo 5 della Direttiva 91/676/CEE del Consiglio e dell'articolo 92 del Decreto legislativo n. 152 del 2006 e disciplina in particolare l'utilizzazione agronomica degli effluenti zootecnici e dei concimi azotati e ammendanti organici dei terreni agricoli nelle zone vulnerabili all'inquinamento da nitrati di origine agricola.

In particolare, il Programma d'Azione disciplina l'utilizzazione agronomica degli effluenti zootecnici.

Il PdA stabilisce che l'utilizzazione agronomica degli effluenti zootecnici e delle acque reflue, nonché la fertilizzazione chimica (Legge n. 748 del 19.10.1984) sui terreni ricadenti in zone vulnerabili da nitrati di origine agricola, può essere svolta allo scopo di:

- proteggere e risanare le falde acquifere;
- controllare l'applicazione al terreno dei fertilizzanti azotati sulla base dell'equilibrio tra il fabbisogno prevedibile di azoto delle colture e l'apporto proveniente dal terreno o dalla fertilizzazione, in coerenza anche con il Codice di Buona Pratica Agricola (CBPA) nazionale;
- promuovere strategie di gestione integrata degli effluenti zootecnici per il riequilibrio del rapporto agricoltura-ambiente;
- raggiungere l'equilibrio fra il contenuto di elementi nutritivi presenti nei fertilizzanti stessi e le necessità nutrizionali delle colture in atto, tenuto conto della natura del suolo e del sottosuolo, del tipo e profondità della falda e delle esigenze di salvaguardia dell'ambiente;
- recuperare le sostanze nutritive ed ammendanti contenute negli stessi effluenti.

Per raggiungere questi obiettivi il PdA prevede un'articolata serie di prescrizioni che riguardano:

- la classificazione delle varie tipologie di reflu zootecnico;
- i divieti di utilizzazione di letami, liquami e fertilizzanti chimici;
- le caratteristiche degli impianti di stoccaggio dei reflui;
- le modalità di utilizzazione agronomica dei reflui;
- la disciplina delle autorizzazioni e dei controlli.

3.0. Il metodo

L'analisi delle implicazioni economiche a livello aziendale dell'introduzione del PdA è stata eseguita con dei modelli di simulazione tecnico-economica di allevamenti "tipici". Tali modelli sono in grado di simulare il processo di formazione del reddito dell'imprenditore e, contemporaneamente, di eseguire un bilancio dell'azoto a livello aziendale. I modelli sono stati costruiti ispirandosi ad aziende reali e, nel contempo, generalizzandone le caratteristiche in modo da renderli rappresentativi della situazione ex ante.

Tale situazione prevede un assetto aziendale in linea con le prescrizioni dell'allegato D al Piano Regionale di Risanamento delle Acque (modificato da DGR n. 3733 del 26/06/1992), una gestione dei liquami esclusivamente agronomica e uno spargimento nei suoli in proprietà dell'allevamento, ubicati prevalentemente nelle sue vicinanze (meno di 5 km). Si tratta della situazione più favorevole fra quelle tecnicamente possibili, in quanto comporta dei bassi costi di trattamento (solo stoccaggio), trasporto (carro botte) e spargimento.

I modelli tecnico-economici sono stati disegnati in modo da potere facilmente simulare gli adattamenti tecnico-economici necessari a ricondurre la gestione dei reflui zootecnici alle più restrittive norme introdotte dal PdA.

3.1. L'individuazione e la caratterizzazione delle aree critiche

L'individuazione delle aree maggiormente interessate ai PdA è stata eseguita integrando le fonti statistiche (ISTAT) con i numerosi approfondimenti già effettuati nell'ambito della redazione PSR e dei vari studi sull'impatto ambientale delle attività agro-zootecniche regionali. Tali analisi hanno permesso di evidenziare le aree dove la disponibilità di azoto di origine zootecnica è più elevata e quindi dove, presumibilmente, le misure previste dal PdA avranno maggiori conseguenze. Nelle aree individuate sono state poi descritte più approfonditamente le caratteristiche del comparto agro-zootecnico con particolare riferimento all'uso del suolo ed al grado d'integrazione fra produzioni animali e produzioni vegetali. Quest'ultima, infatti, risulta determinante per individuare i possibili percorsi di adattamento ai nuovi limiti.

La caratterizzazione delle strutture zootecniche nelle aree critiche è stata eseguita integrando la descrizione a livello territoriale del punto precedente con le informazioni di tipo aziendale reperibili presso AVEPA, Province e USSL.

Questo approfondimento ha consentito di individuare la struttura delle aziende zootecniche e, in particolare, classificare gli allevamenti per:

- Specie animale allevata (bovini, suini, avicunicoli, ecc.);
- Tipo di produzione ottenuta (latte, carne, ristalli, ecc.);
- Dimensione dell'allevamento (n. capi);
- Strutture di allevamento;
- Strutture per la gestione effluenti.

3.2. Rilevazione di un insieme di aziende tipo rappresentative dove concentrare l'analisi.

Il rilievo delle aziende tipo consiste in un'accurata descrizione sul piano tecnico del processo di allevamento per le principali specie allevate, in particolare:

- sistemi di allevamento (stabulazione; alimentazione, ecc.);
- tipo di refluo prodotto (sistemi di pulizia, stoccaggio e trattamento liquami);
- grado/possibilità di integrazione con la produzione agraria aziendale e locale.

A tale descrizione tecnica si è accompagnata una rappresentazione economica della gestione con la costruzione di un bilancio in grado di stimare le prestazioni reddituali.

La descrizione delle aziende tipo poggia su realtà aziendali concrete, scelte sulla base della consistenza dell'allevamento e dando la preferenza ad allevamenti "vitali" e sostenibili sul piano economico. L'indagine è stata svolta direttamente (visita aziendale) e a partire dalla documentazione disponibile presso Enti vari.

Le informazioni così ottenute sono servite a caratterizzare, sulla base di dati oggettivi, la situazione attuale in fatto di gestione degli effluenti (soluzioni più diffuse, loro coerenza con la normativa vigente, il CBPA, ecc.). Da questa fase si è ottenuto un set di modelli aziendali sui quali simulare scenari a breve ed a medio termine di adattamento alle norme del PdA e formulare una stima degli effetti economici della gestione dell'azoto e degli altri principali fattori della produzione.

3.3. Individuazione dei possibili adattamenti nella gestione dei reflui zootecnici nelle aziende tipo

Questa è la fase più creativa e critica dell'analisi. Si è trattato, infatti, di definire sulla base della struttura delle aziende tipo studiate e della realtà territoriale circostante, possibili sentieri di adattamento delle aziende tipo alle prescrizioni del PdA.

Tali adattamenti secondo le situazioni, si distinguono in:

- adeguamenti nell'impiego agronomico;
- introduzione di diverse modalità di trattamento dei reflui.

Il risultato di questa fase è la descrizione tecnica delle possibili soluzioni per adattarsi alle norme contenute nel PdA.

3.4. Valutazione economica e gestionale degli adattamenti al PdA

Quest'ultima fase è dedicata alla simulazione delle soluzioni individuate al punto precedente nelle aziende tipo.

La simulazione è avvenuta sul piano sia economico sia gestionale. I parametri caratterizzanti le soluzioni di adattamento sono stati:

- i costi d'investimento;
- i costi operativi;
- l'affidabilità della soluzione;
- le difficoltà della gestione;
- la compatibilità ambientale/territoriale.

Incrociando le varie simulazioni è stato possibile individuare il cosiddetto "sentiero di costo minimo" di adattamento al PdA, ovvero la soluzione più conveniente rispetto al tipo di allevamento ed al suo contesto territoriale.

3.5. Valutazioni delle soluzioni aziendali a livello globale

Questa fase conclusiva dello studio è stata dedicata alla valutazione delle soluzioni su varie realtà territoriali, individuate sulla base della situazione ex ante (ex allegato D al Piano Regionale di Risanamento delle Acque) e della concentrazione di insediamenti zootecnici. Tale valutazione prende in considerazione, oltre ai consueti parametri economici, anche aspetti di tipo logistico, gestionale e ambientale.

4.0. Le caratteristiche delle zone vulnerabili

Le zone individuate come vulnerabili (vedi tabella seguente) interessano una superficie territoriale di quasi 706 mila ettari, pari al 40,4% del territorio regionale.

Superficie territoriale in zona vulnerabile (ha)

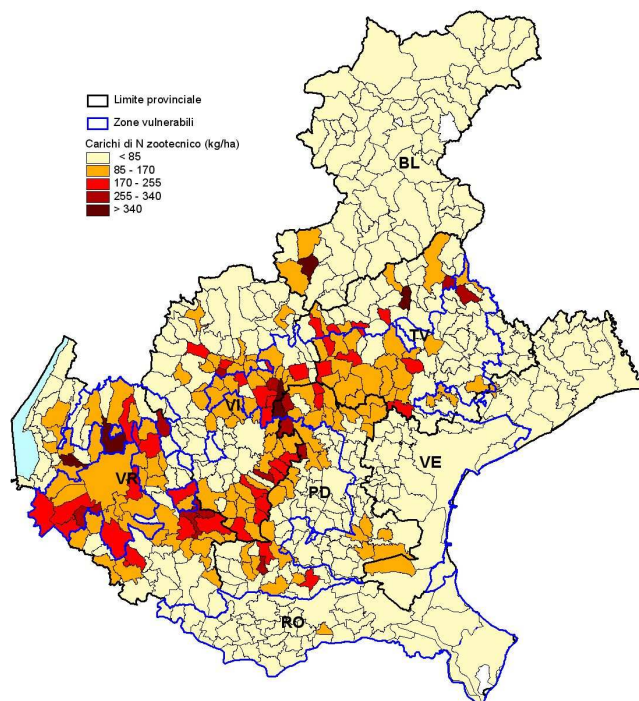
Provincia	Superficie territoriale			Superficie agricola utile		
	Totale	Zona vulnerabile		Totale	Zona vulnerabile	
		Totale	%		Totale	%
Belluno	367.616	0	0,0	52.941	0	0,0
Padova	211.738	99.205	46,9	135.668	66.132	48,7
Rovigo	161.552	161.552	100,0	114.003	114.003	100,0
Treviso	247.992	138.457	55,8	138.494	88.931	64,2
Venezia	194.179	84.744	43,6	119.995	48.971	40,8
Vicenza	272.302	50.635	18,6	114.170	27.074	23,7
Verona	293.014	170.979	58,4	177.520	88.853	50,0
TOTALE	1.748.393	705.572	40,4	852.792	433.963	50,9

Fonte: Istat, 2000.

Esse coinvolgono la totalità della provincia di Rovigo, circa la metà delle province di Padova, Venezia e Treviso, quasi il 60% della provincia di Verona e solo per il 18,6% quella di Vicenza. In termini di SAU l'incidenza totale sale al 51% circa.

La maggior parte delle aree classificate come vulnerabili è ubicata in pianura e comprendono anche zone con un elevato carico di azoto di origine zootecnica (vedi figura seguente).

Carichi di azoto di origine zootecnica



Le zone vulnerabili si caratterizzano per una significativa presenza di allevamenti zootecnici. Infatti, mentre a livello regionale l'incidenza degli allevamenti è pari al 44,2%, nelle ZV essa sale al 47,5%.

Numero di aziende totali e con allevamento nella Regione Veneto

Provincia	Regione Veneto		
	Totale	Aziende con allevamento	
		Totale	%
Belluno	7.783	4.579	58,8
Padova	41.683	19.611	47,0
Rovigo	10.787	4.884	45,3
Treviso	44.812	20.800	46,4
Venezia	24.951	13.662	54,8
Vicenza	34.617	13.998	40,4
Verona	26.452	6.976	26,4
TOTALE	191.085	84.510	44,2

Fonte: Istat, 2000.

Numero di aziende totali e con allevamento in zona vulnerabile della Regione Veneto

Provincia	Zona vulnerabile		
	Totale	Aziende con allevamento	
		Totale	%
Belluno	0	0	0,0
Padova	22.195	10.969	49,4
Rovigo	10.787	4.884	45,3
Treviso	28.517	14.549	51,0
Venezia	13.484	7.720	57,3
Vicenza	9.726	4.615	47,5
Verona	14.263	4.228	29,6
TOTALE	98.972	46.965	47,5

Fonte: Istat, 2000.

Il peso delle attività zootecniche in zona vulnerabile si amplifica considerando il numero di capi allevati ed il relativo peso vivo. Infatti, in ZV risulta allevato il 44,0% dei capi ed il 55,9% del peso vivo. In particolare, si evidenziano i suini con il 64,7% dei capi e i bovini e i cunicoli (rispettivamente con il 59,3% e il 57%). Ne consegue che nelle ZV è prodotta oltre la metà dell'azoto di origine zootecnica (54%) regionale, con un carico per ettaro (79,4 kg/ha) superiore a quello medio regionale (74,9 kg/ha).

Numero di capi allevati nella Regione Veneto

Provincia	Regione Veneto						
	Bovini	Suini	Avicoli	Cunicoli	Ovi-caprini	Equini	Totale
Belluno	20.606	34.857	121.423	95.875	7.933	1.105	281.799
Padova	170.292	117.760	7.761.476	562.245	8.872	2.860	8.623.505
Rovigo	52.183	87.249	1.632.374	56.220	2.714	613	1.831.353
Treviso	215.835	142.831	7.067.781	1.249.095	5.725	2.982	8.684.249
Venezia	62.595	44.826	2.144.552	315.707	2.215	1.323	2.571.218
Vicenza	166.363	49.090	8.701.949	413.672	9.161	2.611	9.342.846
Verona	244.827	225.072	20.555.856	512.971	6.937	1.749	21.547.412
TOTALE	932.701	701.685	47.985.411	3.205.785	43.557	13.243	52.882.382

Fonte: Istat, 2000.

Numero di capi allevati in zona vulnerabile della Regione Veneto

Provincia	Regione Veneto						
	Bovini	Suini	Avicoli	Cunicoli	Ovi-caprini	Equini	Totale
Belluno	0	0	0	0	0	0	0
Padova	110.273	76.592	1.334.977	345.471	2.881	1.700	1.871.895
Rovigo	52.183	87.249	1.632.374	56.220	2.714	613	1.831.353
Treviso	166.202	118.176	4.366.684	983.361	3.588	2.108	5.640.119
Venezia	33.729	28.581	536.642	95.048	1.657	773	696.430
Vicenza	53.162	17.659	1.160.926	119.078	1.544	796	1.353.165
Verona	137.306	125.630	11.358.271	227.201	5.448	1.223	11.855.079
TOTALE	552.856	453.887	20.389.874	1.826.380	17.832	7.212	23.248.041

Fonte: Istat, 2000.

Numero di capi allevati in zona vulnerabile della Regione Veneto (% sul totale regionale)

Provincia	Zona vulnerabile (%)						
	Bovini	Suini	Avicoli	Cunicoli	Ovi-caprini	Equini	Totale
Belluno	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Padova	64,8	65,0	17,2	61,4	32,5	59,4	21,7
Rovigo	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Treviso	77,0	82,7	61,8	78,7	62,7	70,7	64,9
Venezia	53,9	63,8	25,0	30,1	74,8	58,4	27,1
Vicenza	32,0	36,0	13,3	28,8	16,9	30,5	14,5
Verona	56,1	55,8	55,3	44,3	78,5	69,9	55,0
TOTALE	59,3	64,7	42,5	57,0	40,9	54,5	44,0

Fonte: Istat, 2000.

Peso vivo allevato nella Regione Veneto (t)

Provincia	Regione Veneto
-----------	----------------

	Bovini	Suini	Avicoli	Cunicoli	Ovi-caprini	Equini	Totale
Belluno	9.204	2.406	227	183	373	551	12.944
Padova	64.268	9.429	12.850	1.052	411	1.461	89.470
Rovigo	20.000	6.588	2.499	107	123	314	29.630
Treviso	72.819	11.047	10.525	2.345	268	1.497	98.501
Venezia	25.272	3.812	3.389	593	94	684	33.844
Vicenza	68.804	4.543	14.322	783	428	1.299	90.179
Verona	92.962	17.058	47.677	981	329	904	159.910
TOTALE	353.329	54.882	91.489	6.044	2.026	6.709	514.478

Fonte: Elaborazione su dati Istat 2000.

Peso vivo allevato in zona vulnerabile della Regione Veneto (t)

Provincia	Regione Veneto						
	Bovini	Suini	Avicoli	Cunicoli	Ovi-caprini	Equini	Totale
Belluno	0	0	0	0	0	0	0
Padova	39.587	5.965	2.246	641	136	884	49.459
Rovigo	20.000	6.588	2.499	107	123	314	29.630
Treviso	52.347	8.975	6.684	1.842	167	1.085	71.101
Venezia	13.613	2.298	1.190	180	71	394	17.745
Vicenza	22.570	1.619	2.116	224	72	407	27.007
Verona	54.885	10.123	26.453	446	258	628	92.794
TOTALE	203.001	35.569	41.189	3.439	826	3.712	287.736

Fonte: Elaborazione su dati Istat 2000.

Peso vivo allevato in zona vulnerabile della Regione Veneto (%)

Provincia	Zona vulnerabile (%)						
	Bovini	Suini	Avicoli	Cunicoli	Ovi-caprini	Equini	Totale
Belluno	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Padova	61,6	63,3	17,5	60,9	33,1	60,5	55,3
Rovigo	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Treviso	71,9	81,3	63,5	78,5	62,5	72,5	72,2
Venezia	53,9	60,3	35,1	30,3	75,6	57,6	52,4
Vicenza	32,8	35,6	14,8	28,5	16,7	31,4	29,9
Verona	59,0	59,3	55,5	45,5	78,3	69,5	58,0
TOTALE	57,5	64,8	45,0	56,9	40,8	55,3	55,9

Fonte: Elaborazione su dati Istat 2000.

Azoto totale prodotto nella Regione Veneto (t/anno)

Provincia	Regione Veneto						
	Bovini	Suini	Avicoli	Cunicoli	Ovi-caprini	Equini	Totale

Belluno	1.123	267	52	26	37	38	1.544
Padova	6.822	1.033	2.728	150	41	101	10.875
Rovigo	1.883	726	527	15	12	22	3.185
Treviso	7.426	1.190	2.420	335	27	103	11.501
Venezia	2.587	418	758	85	9	47	3.904
Vicenza	8.048	505	3.020	112	43	90	11.818
Verona	9.723	1.886	9.178	140	33	62	21.023
TOTALE	37.613	6.025	18.683	864	201	463	63.849

Fonte: Elaborazione su dati Istat 2000.

Azoto totale prodotto in zona vulnerabile della Regione Veneto (t/anno)

Provincia	Regione Veneto						
	Bovini	Suini	Avicoli	Cunicoli	Ovi-caprini	Equini	Totale
Belluno	0	0	0	0	0	0	0
Padova	4.076	657	474	92	13	61	5.374
Rovigo	1.883	726	527	15	12	22	3.185
Treviso	5.176	971	1.520	263	17	75	8.022
Venezia	1.388	255	243	26	7	27	1.947
Vicenza	2.754	184	434	32	7	28	3.440
Verona	6.112	1.114	5.136	64	26	43	12.494
TOTALE	21.390	3.907	8.334	492	82	256	34.461

Fonte: Elaborazione su dati Istat 2000.

Azoto totale prodotto in zona vulnerabile della Regione Veneto (% sul totale regionale)

Provincia	Zona vulnerabile (%)						
	Bovini	Suini	Avicoli	Cunicoli	Ovi-caprini	Equini	Totale
Belluno	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Padova	59,8	63,6	17,4	60,9	33,1	60,5	49,4
Rovigo	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Treviso	69,7	81,6	62,8	78,5	62,4	72,5	69,8
Venezia	53,7	61,1	32,1	30,3	75,6	57,6	49,9
Vicenza	34,2	36,4	14,4	28,5	16,8	31,4	29,1
Verona	62,9	59,1	56,0	45,5	78,3	69,5	59,4
TOTALE	56,9	64,9	44,6	56,9	40,8	55,3	54,0

Fonte: Elaborazione su dati Istat 2000.

Carico di azoto di origine zootecnica nella Regione Veneto (Kg/anno/SAU)

Provincia	Regione Veneto						
	Bovini	Suini	Avicoli	Cunicoli	Ovi-caprini	Equini	Totale
Belluno	21,2	5,0	1,0	0,5	0,7	0,7	29,2

Padova	50,3	7,6	20,1	1,1	0,3	0,7	80,2
Rovigo	16,5	6,4	4,6	0,1	0,1	0,2	27,9
Treviso	53,6	8,6	17,5	2,4	0,2	0,7	83,0
Venezia	21,6	3,5	6,3	0,7	0,1	0,4	32,5
Vicenza	70,5	4,4	26,4	1,0	0,4	0,8	103,5
Verona	54,8	10,6	51,7	0,8	0,2	0,4	118,4
TOTALE	44,1	7,1	21,9	1,0	0,2	0,5	74,9

Fonte: Elaborazione su dati Istat 2000.

*Carico di azoto di origine zootecnica nella zona vulnerabile della Regione Veneto
(Kg/anno/SAU)*

Provincia	Regione Veneto						
	Bovini	Suini	Avicoli	Cunicoli	Ovi- caprini	Equini	Totale
Belluno	---	---	---	---	---	---	---
Padova	61,6	9,9	7,2	1,4	0,2	0,9	81,3
Rovigo	16,5	6,4	4,6	0,1	0,1	0,2	27,9
Treviso	58,2	10,9	17,1	3,0	0,2	0,8	90,2
Venezia	28,3	5,2	5,0	0,5	0,1	0,6	39,8
Vicenza	101,7	6,8	16,0	1,2	0,3	1,0	127,0
Verona	68,8	12,5	57,8	0,7	0,3	0,5	140,6
TOTALE	49,3	9,0	19,2	1,1	0,2	0,6	79,4

Fonte: Elaborazione su dati Istat 2000.

5.0. Le aree critiche nelle zone vulnerabili

All'interno delle zone vulnerabili è stato poi approfondita la distribuzione della zonizzazione dell'allegato "D" e del carico di azoto¹. Tale distribuzione è utile per individuare in ciascuna situazione di partenza dei ragionevoli percorsi di adattamento alle disposizioni del PdA (vedi figure seguenti).

¹ Il carico di N per differenziare i comuni in zona vulnerabile in alto e basso carico è stato fissato pari a 105 kg/ha di SAU; Questo valore è stato così stimato

$$N = 210 \times 170 / 340 = 105$$

dove:

N: limite per differenziare i comuni in zona NON vulnerabile in bassa e alto carico di N;

210 kg/ha di N: limite per classificare i comuni eccedentari in zona vulnerabile (dato da delibera regionale) indica le situazioni nelle quali possono essere riscontrati carichi elevati e pertanto si rende necessaria l'adozione di specifici provvedimenti;

340 kg/ha di N: limite massimo di N spandibile in zona NON vulnerabile;

170 kg/ha di N: limite massimo di N spandibile in zona vulnerabile.

Innanzitutto si nota che i tre quarti della superficie territoriale e della SAU delle ZV è ubicata in aree a basso carico di azoto. Inoltre, buona parte delle ZV (43,6% circa) proviene da zone precedentemente classificate come "C" nell'allegato D alla DGR n. 3733/92, e successivamente individuate su base comunale con l'allegato 1 alla Circolare 18.5.1993, n. 20. Le ZV provenienti da zone "B" e "D" dell'allegato D alla DGR n. 3733/92, sono, rispettivamente, pari al 29,2% ed al 27,2%.

Superficie territoriale delle zone vulnerabili (ha, %)

Zona "Allegato D"	Carico azoto		Totale	Carico azoto		Totale
	Alto	Basso		Alto	Basso	
B	45.221	160.687	205.908	22,0	78,0	100,0
C	130.624	176.768	307.392	42,5	57,5	100,0
D	21.455	170.817	192.272	11,2	88,8	100,0
TOTALE	197.300	508.271	705.572	28,0	72,0	100,0

Fonte: Elaborazione su dati Istat 2000.

Superficie agricola utilizzata delle zone vulnerabili (ha, %)

Zona "Allegato D"	Carico azoto		Totale	Carico azoto		Totale
	Alto	Basso		Alto	Basso	
B	30.863	97.479	128.343	24,0	76,0	100,0
C	71.449	94.041	165.490	43,2	56,8	100,0
D	14.264	125.867	140.131	10,2	89,8	100,0
TOTALE	116.576	317.387	433.963	26,9	73,1	100,0

Fonte: Elaborazione su dati Istat 2000.

La distribuzione rilevata nei suoli, ovviamente, non è confermata da quella della consistenza degli animali allevati. Infatti, nelle zone ad elevato carico di azoto insistono il 55,7% dei bovini, il 57,9 dei suini ed il 72,5 degli avicoli allevati nelle ZV.

Aziende con bovini (n., %)

Zona "Allegato D"	Carico azoto		Totale	Carico azoto		Totale
	Alto	Basso		Alto	Basso	
B	1.953	2.456	4.409	44,3	55,7	100,0
C	2.870	2.935	5.806	49,4	50,6	100,0
D	608	1.256	1.864	32,6	67,4	100,0
TOTALE	5.432	6.647	12.079	45,0	55,0	100,0

Fonte: Elaborazione su dati Istat 2000.

Numero capi bovini (n., %)

Zona "Allegato D"	Carico azoto		Totale	Carico azoto		Totale
	Alto	Basso		Alto	Basso	
B	114.806	94.317	209.123	54,9	45,1	100,0
C	151.506	93.038	244.543	62,0	38,0	100,0
D	41.706	57.483	99.189	42,0	58,0	100,0
TOTALE	308.017	244.838	552.856	55,7	44,3	100,0

Fonte: Elaborazione su dati Istat 2000.

Peso vivo bovini (t, %)

Zona "Allegato D"	Carico azoto		Totale	Carico azoto		Totale
	Alto	Basso		Alto	Basso	
B	31.939	36.099	68.038	46,9	53,1	100,0
C	57.519	35.935	93.455	61,5	38,5	100,0
D	18.690	22.819	41.509	45,0	55,0	100,0
TOTALE	108.149	94.853	203.001	53,3	46,7	100,0

Fonte: Elaborazione su dati Istat 2000.

Aziende con suini (n., %)

Zona "Allegato D"	Carico azoto		Totale	Carico azoto		Totale
	Alto	Basso		Alto	Basso	
B	878	1.743	2.621	33,5	66,5	100,0
C	671	1.230	1.900	35,3	64,7	100,0
D	111	1.081	1.193	9,3	90,7	100,0
TOTALE	1.660	4.055	5.715	29,0	71,0	100,0

Fonte: Elaborazione su dati Istat 2000.

Numero capi suini (n., %)

Zona "Allegato D"	Carico azoto		Totale	Carico azoto		Totale
	Alto	Basso		Alto	Basso	
B	86.424	53.292	139.716	61,9	38,1	100,0
C	163.973	38.693	202.666	80,9	19,1	100,0
D	12.273	99.232	111.505	11,0	89,0	100,0
TOTALE	262.670	191.217	453.887	57,9	42,1	100,0

Fonte: Elaborazione su dati Istat 2000.

Peso vivo suini (t, %)

Zona "Allegato D"	Carico azoto		Totale	Carico azoto		Totale
	Alto	Basso		Alto	Basso	
B	6.333	3.926	10.259	61,7	38,3	100,0
C	13.521	3.026	16.547	81,7	18,3	100,0
D	1.135	7.629	8.764	12,9	87,1	100,0
TOTALE	20.989	14.581	35.569	59,0	41,0	100,0

Fonte: Elaborazione su dati Istat 2000.

Aziende con avicoli (n., %)

Zona "Allegato D"	Carico azoto		Totale	Carico azoto		Totale
	Alto	Basso		Alto	Basso	
B	5.038	15.394	20.432	24,7	75,3	100,0
C	4.178	8.225	12.402	33,7	66,3	100,0
D	692	6.634	7.326	9,4	90,6	100,0
TOTALE	9.907	30.252	40.160	24,7	75,3	100,0

Fonte: Elaborazione su dati Istat 2000.

Numero capi avicoli (n., %)

Zona "Allegato D"	Carico azoto		Totale	Carico azoto		Totale
	Alto	Basso		Alto	Basso	
B	1.414.384	1.334.122	2.748.506	51,5	48,5	100,0
C	12.184.094	2.345.021	14.529.115	83,9	16,1	100,0
D	1.186.588	1.925.666	3.112.253	38,1	61,9	100,0
TOTALE	14.785.066	5.604.809	20.389.874	72,5	27,5	100,0

Fonte: Elaborazione su dati Istat 2000.

Peso vivo avicoli (t, %)

Zona "Allegato D"	Carico azoto		Totale	Carico azoto		Totale
	Alto	Basso		Alto	Basso	
B	2.027	2.907	4.934	41,1	58,9	100,0
C	25.504	3.910	29.414	86,7	13,3	100,0
D	2.907	3.934	6.841	42,5	57,5	100,0
TOTALE	30.437	10.751	41.189	73,9	26,1	100,0

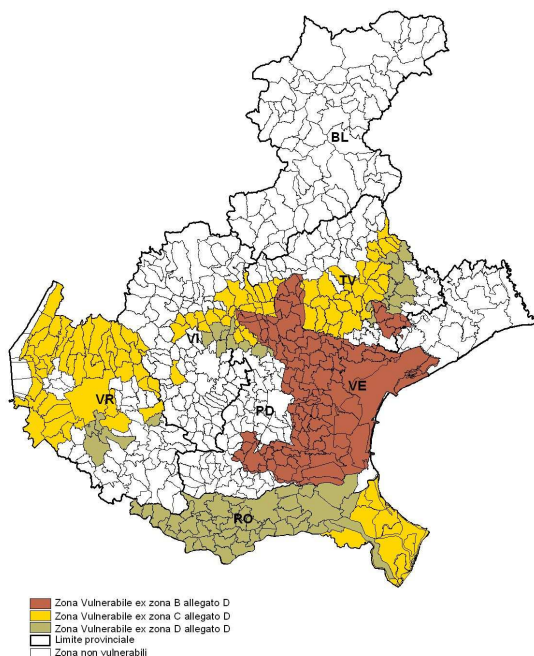
Fonte: Elaborazione su dati Istat 2000.

Produzione di azoto di origine zootecnica (kg/anno)

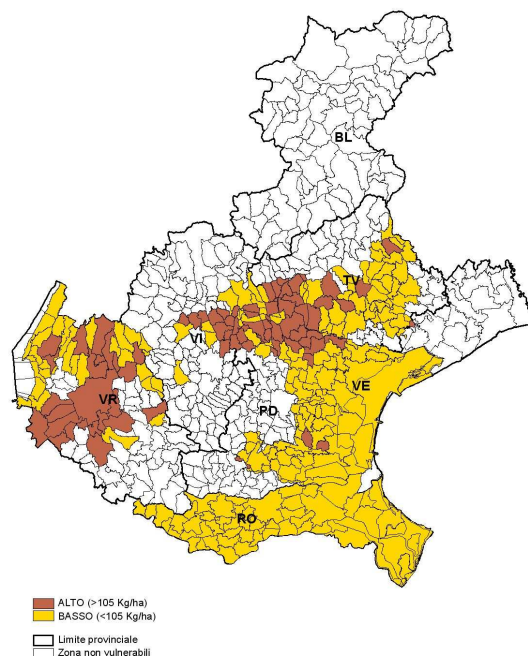
Zona "Allegato D"	Carico azoto		Totale	Carico azoto		Totale
	Alto	Basso		Alto	Basso	
B	4.179	4.762	8.940	46,7	53,3	100,0
C	13.262	5.274	18.536	71,5	28,5	100,0
D	2.917	4.067	6.985	41,8	58,2	100,0
TOTALE	20.358	14.103	34.461	59,1	40,9	100,0

Fonte: Elaborazione su dati Istat 2000.

ZONE VULNERABILI CLASSIFICATE IN FUNZIONE DELLA ZONA DI PROVENIENZA SECONDO L'ALLEGATO D



CARICO DI N DA EFFLUENTI ZOOTECNICI IN ZONA VULNERABILE



6.0. Le simulazioni effettuate

Per la valutazione dell'impatto economico della PdA sono stati costruiti modelli per simulare le seguenti tipologie di allevamento:

- 1) Allevamento con bovini da latte;
- 2) Allevamento con vitelloni da carne;
- 3) Allevamento con suini da ingrasso;
- 4) Allevamento avicolo.

I modelli simulano la situazione attuale e sono stati calibrati in modo da rappresentare tre situazioni iniziali di partenza rispetto alla zonizzazione prevista dall'allegato D:

- 1) Allevamento ubicato in zona B;
- 2) Allevamento ubicato in zona C;
- 3) Allevamento ubicato in zona D.

Tale distinzione si è resa necessaria in quanto i cambiamenti strutturali indotti dal PdA cambiano secondo l'assetto di partenza considerato.

Su tali modelli sono simulabili varie ipotesi di adattamento alle misure previste nel PdA; esse sono classificabili in due categorie:

- 1) Adattamenti di tipo agronomico puro che prevedono la possibilità di ottemperare al PdA acquisendo nuove superfici mediante atti di assenso.
- 2) Adattamenti che integrano la soluzione agronomica con forme più a meno intense di trattamento dei reflui.

Successivamente, per tener conto della diversa facilità con cui è possibile reperire suoli nelle vicinanze dell'allevamento sono state previste due situazioni territoriali:

- 1) le aree con elevato carico di azoto per ettaro ($N/ha > 105 \text{ kg}$) dove difficilmente l'allevatore riesce a trovare suoli utili all'impiego agronomico dei reflui;
- 2) le aree con basso carico di azoto per ettaro ($N/ha < 105 \text{ kg}$) dove l'allevatore riesce più facilmente a trovare suoli utili all'impiego agronomico dei reflui;

Tale distinzione permette di tener conto dei diversi costi di trasporto e spargimento del liquame che l'allevatore dovrebbe affrontare per implementare la soluzione agronomica o mista. Infatti, nelle zone ad elevato carico di azoto, gli allevatori dovranno cercare i suoli più lontano di quanto non possano fare quelli operanti in aree a basso carico.

Infine, viene proposta una valutazione multicriterio delle varie alternative simulate, al fine di individuare la soluzione di compromesso più adatta nelle varie situazioni territoriali. Tale valutazione tiene conto, oltre ai parametri economici, di altri criteri come gli aspetti gestionali e

le prestazioni ambientali. La valutazione multicriterio è stata effettuata ricorrendo all'analisi gerarchica (AHP).

7.0. L'impatto del PdA nell'allevamento con bovini da latte

L'allevamento di bovini da latte simulato conta circa 285 capi di razza frisona in lattazione, con rimonta interna e stabulazione libera. La conduzione è familiare, con un apprezzabile contributo di manodopera salariata. L'allevamento è dotato di un impianto di stoccaggio dei liquami e di suoli in proprietà sufficiente a gestire correttamente nella fertilizzazione delle colture il liquame prodotto. L'uso del suolo prevede una superficie a prato sufficiente a soddisfare le esigenze dell'allevamento, mentre la restante è investita a mais (ceroso e granello).

Nella tabella seguente sono riassunti i risultati economici ottenibili da questa tipologia aziendale nelle tre situazioni territoriali (zona B, C e D dell'allegato D alla DGR n. 3733/92) considerate ed in assenza delle misure previste dal PdA.

	Zona allegato "D" – DGR n. 3733/92		
	B	C	D
La Produzione Lorda Vendibile			
Vendita prodotti	991.303,44	981.600,00	981.600,00
Utile lordo di stalla	102.800,00	102.800,00	102.800,00
Altri ricavi e proventi	30.934,21	19.591,67	14.693,75
Totale PLV	1.125.037,65	1.103.991,67	1.099.093,75
I Costi della produzione			
Spese Varie	875.006,95	882.144,91	891.803,61
Quote	50.564,76	50.564,76	50.564,76
Salari	41.400,00	41.400,00	41.400,00
Stipendi	8.000,00	8.000,00	8.000,00
Interessi	23.518,24	23.696,69	23.938,16
Totale costi	998.489,95	1.005.806,37	1.015.706,53
Il Prodotto Netto*	199.465,94	171.281,99	156.725,38
Il Reddito Fondiario*	126.547,70	98.185,30	83.387,22
Reddito Fondiario/Capitale Fondiario (%)	1,81	2,07	2,33

* Al lordo delle imposte

La tabella evidenzia andamenti diversi nelle varie voci di bilancio. Tali andamenti sono dovuti alla diversa disponibilità di suolo aziendale ipotizzata nelle tre zone considerate. Infatti, per ottemperare agli obblighi dell'allegato "D" è necessaria una superficie aziendale pari a circa 59 ettari nella zona "D", a 78 ettari nella zona "C" ed a 124 nella zona "B".

Ne consegue che il valore della produzione cresce al crescere della superficie, in quanto aumentano i premi comunitari per i seminativi e la produzione vegetale che può essere venduta. Contemporaneamente, in questa particolare situazione, calano i costi totali di produzione. Ciò è dovuto al fatto che, all'aumentare della superficie, la spesa per gli alimenti cala più che proporzionalmente all'incremento dei costi colturali. Ne deriva che i redditi sono maggiori nella zona "B". Ciò può sembrare controintuitivo in quanto è la zona con più vincoli allo spargimento di liquame. Tuttavia, se si considerano le diverse superfici aziendali il risultato è del tutto plausibile. L'effetto economico del vincolo allo spargimento è, invece, ben evidenziato dal rapporto fra reddito fondiario e valore del capitale fondiario, che cresce sensibilmente passando dalla zona "B" alla "D". In sostanza, il vincolo allo spargimento condiziona significativamente la redditività del capitale fondiario.

7.1. Gli adattamenti dell'allevamento di bovine da latte al PdA

Sugli assetti aziendali illustrati precedentemente sono state introdotte varie ipotesi di adattamento al PdA. Tali adattamenti sono sostanzialmente indotti dalla più o meno consistente riduzione dell'azoto di origine zootecnica utilizzabile nei suoli aziendali che, insieme alla modifica delle tabelle di riferimento per il calcolo dell'azoto escreto dagli animali, porta ad una riduzione del numero di animali allevabili per ettaro di superficie utilizzata (vedi tabella seguente).

Numero capi	Zona allegato "D" – DGR n. 3733/92			Zona vulnerabile (PdA)
	B	C	D	
Vacche da latte	3,80	6,00	8,00	2,05

Dalla tabella si evince che le maggiori modificazioni nella gestione dei liquami riguardano le aziende originariamente ubicate nelle zone C e D dell'allegato D, ovverosia, nei Comuni identificati nelle tre zone C e D dall'allegato 1 alla Circolare 18.5.1993, n. 20 dove, rispetto alla situazione attuale, è maggiore l'incremento di superficie necessaria per la gestione agronomica dell'azoto escreto.

In questa sede vengono illustrati gli effetti di alcune delle possibili soluzioni di adattamento dell'allevamento in questione (vedi Parte Seconda). In particolare sono presentate soluzioni che prevedono:

1. L'aumento della capacità di stoccaggio e successivo impiego agronomico (STO);
2. Un trattamento iniziale di separazione liquido/solido ed il successivo utilizzo agronomico (SL);
3. Un trattamento iniziale di separazione liquido/solido ed il successivo compostaggio della frazione solida (SLC);
4. Un trattamento iniziale di separazione liquido/solido ed il successivo trattamento di ossidazione (SLO);
5. La digestione anaerobica (DA);
6. La digestione anaerobica e successiva separazione liquido/solido (DA-SL);
7. La digestione anaerobica e successiva separazione liquido/solido e trattamento nitro/denitro (DA-SLN);
8. La digestione anaerobica e successiva separazione liquido/solido e trattamento di "strippaggio" (DA-SLS).

Per quanto attiene, invece, al reperimento dei suoli necessari ad ottemperare le disposizioni del PdA sono state simulate le seguenti situazioni:

Zona Vulnerabile:	vicino (<5 km)
	lontano (15 km)
Zona non vulnerabile:	lontano (15 km)
	molto lontano (30 km)

Nelle pagine seguenti viene illustrata una sintesi dei principali risultati ottenuti con le simulazioni.

7.1.1. La soluzione agronomica con adeguamento dello stoccaggio (STO)

La prima soluzione introdotta nei modelli è di tipo esclusivamente agronomico e prevede soltanto l'adeguamento della capacità di stoccaggio (10,5 mila Euro circa) senza alcun trattamento dei reflui ed il reperimento con atti d'assenso dei suoli necessari ad ottemperare alle disposizioni del PdA.

I suoli da reperire con atti d'assenso sono consistenti e pari a 80 ettari in ex zona B, 125 in ex zona C e 145 in ex zona D. Ne consegue che questa soluzione comporta sempre una riduzione del reddito aziendale. La riduzione di prodotto netto è compresa fra 18-33 mila Euro per l'allevamento situato in ex zona B e 33-60 mila per quello ubicato in ex zona D.

Quindi, la perdita di reddito cresce passando dalla ex zona B alla ex zona D. In sostanza gli allevamenti originariamente ubicati in zona D devono sostenere maggiori costi (più che doppi) di adattamento rispetto a quelli ubicati in zona B, dove i vincoli preesistenti erano già piuttosto rigidi. Le perdite di reddito, inoltre, crescono al crescere della distanza dei suoli reperiti per l'impiego agronomico, in particolar modo se essi sono ubicati in zona vulnerabile. In linea generale è conveniente reperire suoli in Zona Vulnerabile solo se essi molto vicino all'allevamento. Negli altri casi, il vantaggio di potere impiegare maggiori quantità di refluo per ettaro in zona Non Vulnerabile supera lo svantaggio derivante da maggiori costi di trasporto.

Le perdite di reddito per t di latte prodotto sono apprezzabili e vanno dai 5,62 Euro nella situazione più favorevole (Zona B e suoli reperiti nelle immediate vicinanze dell'allevamento) ai 18,55 Euro in quella più svantaggiata (ex zona D e suoli reperiti in ZNV molto lontano dall'allevamento).

Soluzione STO - Variazioni di reddito totale aziendale (Euro)

Zona	Distanza suoli	Variazione*	Zona allegato "D" – DGR n. 3733/92		
			B	C	D
VULNERABILE	5 km	Prodotto Netto	-18.398	-28.333	-33.652
		Reddito Fondiario	-18.849	-29.033	-34.485
		RF/CF (%)	-0,27	-0,61	-0,97
	15 km	Prodotto Netto	-43.307	-52.763	-58.082
		Reddito Fondiario	-44.381	-54.073	-59.525
		RF/CF (%)	-0,64	-1,14	-1,66
NON VULNERABILE	15 km	Prodotto Netto	-22.171	-33.968	-42.449
		Reddito Fondiario	-22.716	-34.808	-43.502
		RF/CF (%)	-0,33	-0,70	-1,22
	30 km	Prodotto Netto	-32.231	-48.993	-60.694
		Reddito Fondiario	-33.028	-50.209	-62.203
		RF/CF (%)	-0,48	-1,03	-1,74

* Al lordo delle imposte

Soluzione STO – Variazioni di reddito per capo allevato (Euro)

Zona	Distanza suoli	Variazione*	Zona allegato "D" – DGR n. 3733/92		
			B	C	D
VULNERABILE	5 km	Prodotto Netto	-64,6	-99,4	-118,1
		Reddito Fondiario	-66,1	-101,9	-121,0
	15 km	Prodotto Netto	-152,0	-185,1	-203,8
		Reddito Fondiario	-155,7	-189,7	-208,9
NON VULNERABILE	15 km	Prodotto Netto	-77,8	-119,2	-148,9
		Reddito Fondiario	-79,7	-122,1	-152,6
	30 km	Prodotto Netto	-113,1	-171,9	-213,0
		Reddito Fondiario	-115,9	-176,2	-218,3

* Al lordo delle imposte

Soluzione STO - Variazioni di reddito per tonnellata di latte prodotto

Zona	Distanza suoli	Variazione*	Zona allegato "D" – DGR n. 3733/92		
			B	C	D
VULNERABILE	5 km	Prodotto Netto	-5,62	-8,66	-10,28
		Reddito Fondiario	-5,76	-8,87	-10,54
	15 km	Prodotto Netto	-13,24	-16,13	-17,75
		Reddito Fondiario	-13,56	-16,53	-18,19
NON VULNERABILE	15 km	Prodotto Netto	-6,78	-10,38	-12,97
		Reddito Fondiario	-6,94	-10,64	-13,30
	30 km	Prodotto Netto	-9,85	-14,97	-18,55
		Reddito Fondiario	-10,09	-15,35	-19,01

* Al lordo delle imposte

7.1.2. Soluzione agronomica con separazione liquido solido (SL)

La seconda soluzione introdotta nei modelli prevede l'adeguamento della capacità di stoccaggio, una fase di separazione liquido/solido che concentra l'azoto nella frazione solida ed il reperimento dei suoli necessari ad ottemperare alle disposizioni del PdA. E' una proposta che si fonda sulla possibilità di avere del materiale più concentrato da utilizzare nei suoli lontani dall'allevamento per ridurre i costi di trasporto. Per quanto riguarda l'adeguamento della capacità di stoccaggio e la tecnica adottata per la separazione si rimanda alla Parte Seconda. Per quanto attiene, invece, al reperimento dei suoli necessari ad ottemperare le disposizioni del PdA è stata simulata la soluzione che prevede l'atto di assenso, le varie distanze dall'allevamento e la possibilità di reperire i nuovi suoli in Zona Vulnerabile ed in Zona non Vulnerabile. L'ammontare di suolo da acquisire è identico alla soluzione precedente in quanto il processo di separazione non comporta una riduzione dell'azoto nei reflui.

La soluzione SL comporta una perdita di prodotto netto superiore alla soluzione STO. Infatti, essa ammonta a 29-32 mila Euro in ex zona B e 48-71 mila Euro in ex zona D.

Inoltre, si conferma l'andamento rilevato per la soluzione agronomica con solo stoccaggio. Le perdite di reddito crescono passando dalla zona B alla zona D ed al crescere della distanza dei suoli reperiti per l'impiego agronomico. Questa soluzione, comportando investimenti di un certo peso (100 mila Euro circa), determina perdite di reddito consistenti anche nelle situazioni più favorevoli, come in zona B e con suoli facilmente reperibili nelle vicinanze. In questo caso il modesto risparmio nel trasporto e spargimento non compensa l'incremento di costo annuo dovuto al funzionamento dell'impianto di separazione. Quindi, se i suoli devono essere reperiti

onerosamente, la separazione, almeno con la tecnologia ipotizzata (centrifuga) non risulta conveniente.²

Soluzione SL - Variazioni di reddito totale aziendale (Euro)

Zona	Distanza suoli	Variazione*	Zona allegato "D" – DGR n. 3733/92		
			B	C	D
VULNERABILE	5 km	Prodotto Netto	-28.930	-42.047	-47.660
		Reddito Fondiario	-29.492	-42.937	-48.690
		RF/CF (%)	-0,43	-0,91	-1,37
	15 km	Prodotto Netto	-33.676	-54.650	-63.348
		Reddito Fondiario	-34.356	-55.855	-64.770
		RF/CF (%)	-0,50	-1,18	-1,81
NON VULNERABILE	15 km	Prodotto Netto	-27.744	-46.361	-54.134
		Reddito Fondiario	-28.276	-47.359	-55.326
		RF/CF (%)	-0,41	-0,98	-1,55
	30 km	Prodotto Netto	-32.489	-59.750	-70.916
		Reddito Fondiario	-33.140	-61.082	-72.528
		RF/CF (%)	-0,48	-1,27	-2,03

* Al lordo delle imposte

Soluzione SL - Variazioni di reddito per capo allevato (Euro)

Zona	Distanza suoli	Variazione*	Zona allegato "D" – DGR n. 3733/92		
			B	C	D
VULNERABILE	5 km	Prodotto Netto	-101,5	-147,5	-167,2
		Reddito Fondiario	-103,5	-150,7	-170,8
	15 km	Prodotto Netto	-118,2	-191,8	-222,3
		Reddito Fondiario	-120,5	-196,0	-227,3
NON VULNERABILE	15 km	Prodotto Netto	-97,3	-162,7	-189,9
		Reddito Fondiario	-99,2	-166,2	-194,1
	30 km	Prodotto Netto	-114,0	-209,6	-248,8
		Reddito Fondiario	-116,3	-214,3	-254,5

* Al lordo delle imposte

² La separazione, invece, potrebbe essere conveniente se si ipotizza che, a fronte di un apprezzamento dell'agricoltore della frazione solida, egli riduca sostanzialmente il compenso previsto per l'atto di assenso. In questo caso la separazione può risultare conveniente quando lo spargimento avviene in Zona Vulnerabile in quanto i suoli da reperire sono molti e il risparmio nella spesa per atti di assenso elevato. Quando, invece, lo spargimento avviene su suoli in Zona Non Vulnerabile, l'allevamento è ubicato in ex zona D ed i suoli sono reperibili molto lontano dal centro aziendale, la convenienza è minore. Infatti, il risparmio ottenuto negli atti di assenso è più contenuto.

Soluzione SL - Variazioni di reddito per tonnellata di latte prodotto

Zona	Distanza suoli	Variazione*	Zona allegato "D" – DGR n. 3733/92		
			B	C	D
VULNERABILE	5 km	Prodotto Netto	-8,842	-12,851	-14,566
		Reddito Fondiario	-9,014	-13,123	-14,881
	15 km	Prodotto Netto	-10,292	-16,702	-19,361
		Reddito Fondiario	-10,500	-17,071	-19,795
NON VULNERABILE	15 km	Prodotto Netto	-8,479	-14,169	-16,545
		Reddito Fondiario	-8,642	-14,474	-16,909
	30 km	Prodotto Netto	-9,930	-18,261	-21,674
		Reddito Fondiario	-10,128	-18,668	-22,166

* Al lordo delle imposte

7.1.3. Soluzione agronomica con separazione liquido/solido e successivo compostaggio (SLC)

La terza soluzione introdotta nei modelli prevede oltre a quanto realizzato nelle soluzioni precedenti la realizzazione di una platea ed il successivo compostaggio della frazione solida. Ciò permette di ottenere una certa riduzione dell'azoto e un materiale più facilmente trasportabile e apprezzato dagli agricoltori. Per quanto riguarda gli aspetti tecnici si rimanda alla Parte Seconda, mentre, per quanto attiene al reperimento dei suoli necessari ad ottemperare le disposizioni del PdA è stata simulata la soluzione che prevede l'atto di assenso oneroso ed i soliti scenari, già ricordati precedentemente. I suoli da reperire sono, in questa ipotesi, un po' meno e, rispettivamente, 58 ettari in zona ex B, 104 in zona ex C e 123 in ex zona D.

La soluzione SLC comporta una perdita di reddito superiore alla soluzione STO, ma inferiore alla soluzione SL. Essa, infatti, ammonta a 25-28 mila Euro in ex zona B e 46-58 mila Euro in ex zona D.

Si conferma l'andamento rilevato per le soluzioni precedenti. Le perdite di reddito crescono passando dalla zona B alla zona D ed al crescere della distanza dei suoli reperiti per l'impiego agronomico.

La convenienza della soluzione SLC rispetto alla semplice separazione (SL) si accentua quando i suoli da impiegare sono ubicati in zona non vulnerabile.

Questa soluzione richiede investimenti pari a 125 mila Euro circa e determina perdite di reddito consistenti in zona B e con suoli facilmente reperibili nelle vicinanze. Anche in questo caso il risparmio nel trasporto è modesto e non compensa l'incremento di costo d'investimento e

gestione. Quindi, se i suoli devono essere reperiti onerosamente, anche la separazione con compostaggio non risulta conveniente rispetto alla soluzione STO³.

Soluzione SLC - Variazioni di reddito totale aziendale (Euro)

Zona	Distanza suoli	Variazione*	Zona allegato "D" – DGR n. 3733/92		
			B	C	D
VULNERABILE	5 km	Prodotto Netto	-28.344	-40.668	-46.280
		Reddito Fondiario	-28.875	-41.507	-47.259
		RF/CF (%)	-0,42	-0,89	-1,34
	15 km	Prodotto Netto	-29.952	-50.216	-58.914
		Reddito Fondiario	-30.523	-51.294	-60.209
		RF/CF (%)	-0,45	-1,09	-1,69
NON VULNERABILE	15 km	Prodotto Netto	-22.567	-43.632	-51.600
		Reddito Fondiario	-22.954	-44.545	-52.712
		RF/CF (%)	-0,34	-0,92	-1,48
	30 km	Prodotto Netto	-25.183	-53.966	-53.532
		Reddito Fondiario	-25.635	-55.138	-54.692
		RF/CF (%)	-0,38	-1,15	-1,54

* Al lordo delle imposte

Soluzione SLC - Variazioni di reddito per capo allevato (posto stalla)

Zona	Distanza suoli	Variazione*	Zona allegato "D" – DGR n. 3733/92		
			B	C	D
VULNERABILE	5 km	Prodotto Netto	-99,5	-142,7	-162,4
		Reddito Fondiario	-101,3	-145,6	-165,8
	15 km	Prodotto Netto	-105,1	-176,2	-206,7
		Reddito Fondiario	-107,1	-180,0	-211,3
NON VULNERABILE	15 km	Prodotto Netto	-79,2	-153,1	-181,1
		Reddito Fondiario	-80,5	-156,3	-185,0
	30 km	Prodotto Netto	-88,4	-189,4	-187,8
		Reddito Fondiario	-89,9	-193,5	-191,9

* Al lordo delle imposte

³ Il compostaggio, invece, potrebbe essere conveniente rispetto alle soluzioni precedenti se si ipotizza che, a fronte di un apprezzamento dell'agricoltore del compost, egli riduca il compenso previsto per l'atto di assenso o se il compost viene collocato sul mercato, ipotesi tutt'altro che improbabile.

Soluzione SLC - Variazioni di reddito per t di latte prodotto

	Distanza suoli	Variazione*	Zona allegato "D" – DGR n. 3733/92		
			B	C	D
VULNERABILE	5 km	Prodotto Netto	-8,662	-12,429	-14,144
		Reddito Fondiario	-8,825	-12,685	-14,444
	15 km	Prodotto Netto	-9,154	-15,347	-18,005
		Reddito Fondiario	-9,329	-15,677	-18,401
NON VULNERABILE	15 km	Prodotto Netto	-6,897	-13,335	-15,770
		Reddito Fondiario	-7,015	-13,614	-16,110
	30 km	Prodotto Netto	-7,697	-16,493	-16,361
		Reddito Fondiario	-7,835	-16,851	-16,715

* Al lordo delle imposte

7.1.4. Soluzione agronomica con separazione liquido/solido e successivo trattamento di ossidazione (SLO)

La quarta soluzione introdotta nei modelli prevede oltre a quanto previsto nella SL l'ossidazione aerobica al fine di stabilizzare la frazione organica liquida. Ciò permette di ottenere una certa riduzione dell'azoto e un refluo più facilmente spandibile (minori odori). La soluzione SLO produce un fabbisogno di suoli leggermente inferiore alla SLC (-4 ettari circa in tutte le situazioni). Essa comporta un investimento (137 mila Euro) ed una perdita di reddito sempre superiore alle soluzioni STO, SL ed SLC. La perdita, infatti, ammonta a 48-50 mila Euro in ex zona B e 54-72 mila Euro in ex zona D e si confermano gli andamenti precedenti rispetto alle ex zone dell'allegato D alla DGR n. 3733/92. Si tratta di una soluzione che potrebbe essere interessante, quando è indispensabile avere un refluo stabilizzato e non si ha la possibilità di adottare impianti di digestione anaerobica.

Soluzione SLO - Variazioni di reddito totale aziendale (Euro)

Zona	Distanza suoli	Variazione*	Zona allegato "D" – DGR n. 3733/92		
			B	C	D
VULNERABILE	5 km	Prodotto Netto	-48.168	-49.275	-54.946
		Reddito Fondiario	-48.887	-50.285	-56.098
		RF/CF (%)	-0,70	-1,07	-1,57
	15 km	Prodotto Netto	-51.582	-59.365	-69.356
		Reddito Fondiario	-52.386	-60.628	-70.868
		RF/CF (%)	-0,75	-1,28	-1,98
NON VULNERABILE	15 km	Prodotto Netto	-47.315	-50.761	-58.592
		Reddito Fondiario	-48.012	-51.809	-59.835
		RF/CF (%)	-0,69	-1,07	-1,68
	30 km	Prodotto Netto	-50.729	-60.469	-72.311
		Reddito Fondiario	-51.512	-61.760	-73.898
		RF/CF (%)	-0,74	-1,29	-2,07

* Al lordo delle imposte

Soluzione SLO - Variazioni di reddito per capo allevato (Euro)

Zona	Distanza suoli	Variazione*	Zona allegato "D" – DGR n. 3733/92		
			B	C	D
VULNERABILE	5 km	Prodotto Netto	-169,0	-172,9	-192,8
		Reddito Fondiario	-171,5	-176,4	-196,8
	15 km	Prodotto Netto	-181,0	-208,3	-243,4
		Reddito Fondiario	-183,8	-212,7	-248,7
NON VULNERABILE	15 km	Prodotto Netto	-166,0	-178,1	-205,6
		Reddito Fondiario	-168,5	-181,8	-209,9
	30 km	Prodotto Netto	-178,0	-212,2	-253,7
		Reddito Fondiario	-180,7	-216,7	-259,3

* Al lordo delle imposte

Soluzione SLO - Variazioni di reddito per tonnellata di latte prodotto

Zona	Distanza suoli	Variazione*	Zona allegato "D" – DGR n. 3733/92		
			B	C	D
VULNERABILE	5 km	Prodotto Netto	-14,721	-15,060	-16,793
		Reddito Fondiario	-14,941	-15,368	-17,145
	15 km	Prodotto Netto	-15,765	-18,143	-21,197
		Reddito Fondiario	-16,011	-18,529	-21,659
NON VULNERABILE	15 km	Prodotto Netto	-14,461	-15,514	-17,907
		Reddito Fondiario	-14,674	-15,834	-18,287
	30 km	Prodotto Netto	-15,504	-18,481	-22,100
		Reddito Fondiario	-15,743	-18,875	-22,585

* Al lordo delle imposte

7.1.5. Soluzione con digestione anaerobica (DA)

La soluzione DA prevede la realizzazione di un digestore anaerobico e di un impianto di cogenerazione per la produzione di energia termica ed elettrica. L'impianto è alimentato essenzialmente con il liquame, con integrazione di mais. Si tratta di un impianto che comporta un notevole investimento (363 mila Euro) ma che può beneficiare dei vantaggi previsti per la produzione di energia da fonti rinnovabili, come i certificati verdi. Infine, i reflui prodotti sono facilmente gestibili in quanto presentano un buon contenuto di azoto ammoniacale e, quindi, ha un rapido effetto sulla coltura e può essere agevolmente distribuito in copertura con modesta emissione di cattivi odori. A fronte di questi indubbi vantaggi, la soluzione DA, avendo bisogno di sostanza organica aggiuntiva rispetto ai reflui prodotti in azienda, produce fabbisogni di suolo per l'uso agronomico nettamente superiori a quelle precedenti che vanno dai 126 della ex zona B ai 191 della ex zona D⁴.

La soluzione DA comporta variazioni di reddito contrastanti a seconda della situazione di partenza. Nella ex zona B produce sempre incrementi di prodotto netto (8-24 mila Euro). Nelle ex zone C e D la soluzione DA determina incrementi di reddito più contenuti e solo se lo spargimento avviene in zone vulnerabili vicine agli allevamenti oppure in zone non vulnerabili lontane. Negli altri casi la soluzione DA produce riduzioni di prodotto netto variabili da 4 a 14 mila Euro.

Vi è da notare, comunque, che le discrete prestazioni in termini reddituali di questa soluzione sono condizionate dai cosiddetti "certificati verdi", che incidono per circa il 50% dei ricavi dovuti alla vendita di energia.

Soluzione DA - Variazioni di reddito totale aziendale (Euro)

Zona	Distanza	Variazione*	Zona allegato "D" – DGR n. 3733/92
------	----------	-------------	------------------------------------

⁴ Le soluzioni basate sulla DA comportano l'arricchimento del refluo zootecnico con azoto di origine vegetale (es. mais ceroso); in tal caso l'azoto contenuto nell'effluente trattato non è stato distinto tra la frazione derivante dal refluo zootecnico, per la quale si applica il limite indicato nella nuova normativa, e l'azoto derivante dal materiale vegetale, potenzialmente assimilabile all'azoto di origine minerale. Tale scelta comporta un incremento del fabbisogno di SAU in quanto assimila l'azoto contenuto nella frazione vegetale all'azoto contenuto nei reflui zootecnici; si ritiene tuttavia che difficilmente l'agricoltore può accettare nella pratica della concimazione di sostituire la quota di azoto minerale apportabile in aggiunta alla quota di azoto di origine zootecnica (170 kg/ha) con la frazione derivante dal materiale vegetale impiegato nel trattamento e pertanto debba necessariamente disporre di una superficie maggiore per utilizzare tutto il refluo trattato.

	suoli		B	C	D
VULNERABILE	5 km	Prodotto Netto	23.635	12.077	6.523
		Reddito Fondiario	22.053	10.207	4.514
		RF/CF (%)	0,31	0,21	0,11
	15 km	Prodotto Netto	11.703	-4.142	-11.548
		Reddito Fondiario	9.824	-6.418	-14.008
		RF/CF (%)	0,14	-0,14	-0,40
NON VULNERABILE	15 km	Prodotto Netto	21.646	9.373	3.511
		Reddito Fondiario	20.015	7.436	1.427
		RF/CF (%)	0,28	0,21	0,03
	30 km	Prodotto Netto	9.714	-6.846	-14.559
		Reddito Fondiario	7.785	-9.189	-17.095
		RF/CF (%)	0,10	-0,15	-0,49

* Al lordo delle imposte

Soluzione DA - Variazioni di reddito per capo allevato (Euro)

Zona	Distanza suoli	Variazione*	Zona allegato "D" – DGR n. 3733/92		
			B	C	D
VULNERABILE	5 km	Prodotto Netto	82,9	42,4	22,9
		Reddito Fondiario	77,4	35,8	15,8
	15 km	Prodotto Netto	41,1	-14,5	-40,5
		Reddito Fondiario	34,5	-22,5	-49,2
NON VULNERABILE	15 km	Prodotto Netto	76,0	32,9	12,3
		Reddito Fondiario	70,2	26,1	5,0
	30 km	Prodotto Netto	34,1	-24,0	-51,1
		Reddito Fondiario	27,3	-32,2	-60,0

* Al lordo delle imposte

Soluzione DA - Variazioni di reddito per tonnellata di latte prodotto

Zona	Distanza suoli	Variazione*	Zona allegato "D" – DGR n. 3733/92		
			B	C	D
VULNERABILE	5 km	Prodotto Netto	7,223	3,691	1,994
		Reddito Fondiario	6,740	3,119	1,380
	15 km	Prodotto Netto	3,577	-1,266	-3,529
		Reddito Fondiario	3,002	-1,961	-4,281
NON VULNERABILE	15 km	Prodotto Netto	6,616	2,865	1,073
		Reddito Fondiario	6,117	2,273	0,436
	30 km	Prodotto Netto	2,969	-2,092	-4,450
		Reddito Fondiario	2,379	-2,808	-5,225

* Al lordo delle imposte

7.1.6. Soluzione DA e successiva separazione liquido/solido (DA-SL)

La soluzione DA-SL prevede, oltre alle opere previste nella soluzione DA, la realizzazione di un impianto di separazione liquido/solido. L'impianto di separazione permetterebbe di ottenere un refluo più facilmente gestibile, soprattutto nella frazione solida, con un certo risparmio nei costi

di trasporto. Per contro l'investimento necessario sale a 465 mila Euro. Anche in questo caso è previsto il beneficio ottenibile con la produzione di energia da fonti rinnovabili. Questa soluzione è caratterizzata da fabbisogni di suolo per l'uso agronomico identici alla soluzione DA.

Anche la soluzione DA-SL comporta variazioni di reddito contrastanti secondo la situazione di partenza, anche se parte dei vantaggi della DA vengono assorbiti dai costi annui dell'impianto di separazione, solo parzialmente compensati dalla riduzione nei costi di gestione del refluo.

Nella ex zona B si producono incrementi di prodotto netto (7-9 mila Euro) solo se i suoli per l'uso agronomico sono reperibili nelle immediate vicinanze dell'allevamento, oppure in zona non vulnerabile non troppo lontani (entro 15 km). In tutti gli altri casi si registrano riduzioni di prodotto netto che possono raggiungere 27 mila Euro nelle situazioni più sfavorite, pari a circa 11 Euro per t di latte.

Soluzione DA-SL - Variazioni di reddito totale aziendale (Euro)

Zona	Distanza suoli	Variazione*	Zona allegato "D" – DGR n. 3733/92		
			B	C	D
VULNERABILE	5 km	Prodotto Netto	8.925	-2.701	-8.284
		Reddito Fondiario	7.129	-4.787	-10.510
		RF/CF (%)	0,09	-0,11	-0,32
	15 km	Prodotto Netto	-1.156	-18.499	-26.550
		Reddito Fondiario	-3.204	-20.980	-29.233
		RF/CF (%)	-0,05	-0,45	-0,83
NON VULNERABILE	15 km	Prodotto Netto	7.723	-7.475	-14.601
		Reddito Fondiario	5.897	-9.681	-16.985
		RF/CF (%)	0,07	-0,17	-0,49
	30 km	Prodotto Netto	-2.890	-24.520	-34.422
		Reddito Fondiario	-4.981	-27.152	-37.302
		RF/CF (%)	-0,08	-0,54	-1,05

* Al lordo delle imposte

Soluzione DA-SL - Variazioni di reddito per capo allevato (Euro)

Zona	Distanza suoli	Variazione*	Zona allegato "D" – DGR n. 3733/92		
			B	C	D
VULNERABILE	5 km	Prodotto Netto	31,3	-9,5	-29,1
		Reddito Fondiario	25,0	-16,8	-36,9
	15 km	Prodotto Netto	-4,1	-64,9	-93,2
		Reddito Fondiario	-11,2	-73,6	-102,6
NON VULNERABILE	15 km	Prodotto Netto	27,1	-26,2	-51,2
		Reddito Fondiario	20,7	-34,0	-59,6
	30 km	Prodotto Netto	-10,1	-86,0	-120,8
		Reddito Fondiario	-17,5	-95,3	-130,9

* Al lordo delle imposte

Soluzione DA-SL - Variazioni di reddito per tonnellata di latte prodotto

Zona	Distanza suoli	Variazione*	Zona allegato "D" – DGR n. 3733/92		
			B	C	D
VULNERABILE	5 km	Prodotto Netto	2,728	-0,825	-2,532
		Reddito Fondiario	2,179	-1,463	-3,212
	15 km	Prodotto Netto	-0,353	-5,654	-8,114
		Reddito Fondiario	-0,979	-6,412	-8,934
NON VULNERABILE	15 km	Prodotto Netto	2,360	-2,285	-4,463
		Reddito Fondiario	1,802	-2,959	-5,191
	30 km	Prodotto Netto	-0,883	-7,494	-10,520
		Reddito Fondiario	-1,522	-8,298	-11,400

* Al lordo delle imposte

7.1.7. Soluzione DA con separazione liquido/solido e trattamento nitro/denitro (DA-SLN);

La soluzione DA-SLN prevede, oltre alle opere previste nella soluzione DA-SL, la realizzazione di un impianto di denitrificazione che permette di abbattere il carico di azoto e, conseguentemente, il fabbisogno di suoli per l'uso agronomico. Il trattamento permette di ottenere una frazione liquida molto povera di azoto, utilizzabile per la fertirrigazione.

L'investimento necessario è piuttosto consistente e si aggira sui 690 mila Euro. Questa soluzione si caratterizza per il modesto fabbisogno di suolo da reperire con atti d'assenso: in ex zona C sono necessari 40 ettari, mentre in ex zona D ne servono quasi 60.

La soluzione DA-SLN produce sempre consistenti riduzioni di prodotto netto (37-59 mila Euro). Da notare che, contrariamente alle altre soluzioni, le maggiori contrazioni di reddito si verificherebbero nelle ex zone B. Ciò è dovuto al fatto che la consistente riduzione dell'azoto contenuto nei reflui comporta la necessità di surrogare la concimazione azotata organica con fertilizzante minerale, che è maggiore nelle aziende più grandi della ex zona B. Dalle valutazioni

eseguite ne deriva che si tratta di una soluzione praticabile solo nelle aree dove la disponibilità di suolo è particolarmente scarsa.

Soluzione DA-SLN - Variazioni di reddito totale aziendale (Euro)

Zona	Distanza suoli	Variazione*	Zona allegato "D" – DGR n. 3733/92		
			B	C	D
VULNERABILE	5 km	Prodotto Netto	-51.351	-45.418	-43.946
		Reddito Fondiario	-53.830	-48.032	-46.645
		RF/CF (%)	-0,77	-1,02	-1,31
	15 km	Prodotto Netto	-51.351	-47.926	-58.663
		Reddito Fondiario	-53.830	-50.602	-61.456
		RF/CF (%)	-0,77	-1,07	-1,72
NON VULNERABILE	15 km	Prodotto Netto	-38.112	-36.406	-36.722
		Reddito Fondiario	-40.259	-38.794	-39.241
		RF/CF (%)	-0,58	-0,79	-1,11
	30 km	Prodotto Netto	-38.112	-38.844	-40.464
		Reddito Fondiario	-40.259	-41.293	-43.076
		RF/CF (%)	-0,58	-0,85	-1,21

* Al lordo delle imposte

Soluzione DA-SLN - Variazioni di reddito per capo allevato (Euro)

Zona	Distanza suoli	Variazione*	Zona allegato "D" – DGR n. 3733/92		
			B	C	D
VULNERABILE	5 km	Prodotto Netto	-180,2	-159,4	-154,2
		Reddito Fondiario	-188,9	-168,5	-163,7
	15 km	Prodotto Netto	-180,2	-168,2	-205,8
		Reddito Fondiario	-188,9	-177,6	-215,6
NON VULNERABILE	15 km	Prodotto Netto	-133,7	-127,7	-128,8
		Reddito Fondiario	-141,3	-136,1	-137,7
	30 km	Prodotto Netto	-133,7	-136,3	-142,0
		Reddito Fondiario	-141,3	-144,9	-151,1

* Al lordo delle imposte

Soluzione DA-SLN - Variazioni di reddito per tonnellata di latte prodotto

Zona	Distanza suoli	Variazione*	Zona allegato "D" – DGR n. 3733/92		
			B	C	D
VULNERABILE	5 km	Prodotto Netto	-15,694	-13,881	-13,431
		Reddito Fondiario	-16,452	-14,680	-14,256
	15 km	Prodotto Netto	-15,694	-14,647	-17,929
		Reddito Fondiario	-16,452	-15,465	-18,782
NON VULNERABILE	15 km	Prodotto Netto	-11,648	-11,126	-11,223
		Reddito Fondiario	-12,304	-11,856	-11,993
	30 km	Prodotto Netto	-11,648	-11,871	-12,367
		Reddito Fondiario	-12,304	-12,620	-13,165

* Al lordo delle imposte

7.1.8. Soluzione DA, con separazione liquido/solido e trattamento di "strippaggio" (DA-SLS).

La soluzione DA-SLS prevede, oltre alle opere previste nella soluzione DA-SL, la realizzazione di un impianto di strippaggio che volatilizza, e successivamente salifica, buona parte dell'ammoniaca presente nel refluo da trattare. L'intero processo avviene senza alcun contatto con l'atmosfera, scongiurando così il rilascio di odori. I prodotti del trattamento sono un refluo impoverito dell'azoto ammoniacale e una soluzione salina concentrata che potrebbe essere valorizzata commercialmente (ipotesi non contemplata nelle simulazioni economiche). L'investimento necessario è piuttosto consistente e si aggira sui 520 mila Euro. Questa soluzione si caratterizza per il contenuto fabbisogno di suolo da reperire con atti d'assenso: dai 30 ettari dell'ex zona B, ai 95 ettari dell'ex zona D.

La soluzione DA-SLS produce sempre consistenti riduzioni di prodotto netto (36-56 mila Euro), comunque inferiori alla soluzione DA-SLN. Anche in questo caso, mediamente, le maggiori contrazioni di reddito si verificherebbero nelle ex zone B per i motivi già illustrati. Dalle valutazioni eseguite ne deriva che le prestazioni economiche di questa soluzione potrebbero migliorare alla presenza di una valorizzazione economica della soluzione salina concentrata. Si tratta, comunque, di una soluzione che potrebbe essere interessante solo nelle aree dove la disponibilità di suolo è particolarmente scarsa.

Soluzione DA-SLS - Variazioni di reddito totale aziendale (Euro)

Zona	Distanza suoli	Variazione*	Zona allegato "D" – DGR n. 3733/92		
			B	C	D
VULNERABILE	5 km	Prodotto Netto	-48.936	-38.178	-34.937
		Reddito Fondiario	-51.325	-40.842	-37.738
		RF/CF (%)	-0,74	-0,87	-1,07
	15 km	Prodotto Netto	-50.806	-42.907	-56.273
		Reddito Fondiario	-53.242	-45.689	-59.240
		RF/CF (%)	-0,77	-0,97	-1,66
NON VULNERABILE	15 km	Prodotto Netto	-48.468	-36.996	-34.124
		Reddito Fondiario	-50.846	-39.630	-36.905
		RF/CF (%)	-0,73	-0,81	-1,04
	30 km	Prodotto Netto	-50.339	-41.725	-40.697
		Reddito Fondiario	-52.764	-44.477	-43.642
		RF/CF (%)	-0,76	-0,91	-1,23

* Al lordo delle imposte

Soluzione DA-SLS - Variazioni di reddito per capo allevato (Euro)

Zona	Distanza suoli	Variazione*	Zona allegato "D" – DGR n. 3733/92		
			B	C	D
VULNERABILE	5 km	Prodotto Netto	-171,7	-134,0	-122,6
		Reddito Fondiario	-180,1	-143,3	-132,4
	15 km	Prodotto Netto	-178,3	-150,6	-197,4
		Reddito Fondiario	-186,8	-160,3	-207,9
NON VULNERABILE	15 km	Prodotto Netto	-170,1	-129,8	-119,7
		Reddito Fondiario	-178,4	-139,1	-129,5
	30 km	Prodotto Netto	-176,6	-146,4	-142,8
		Reddito Fondiario	-185,1	-156,1	-153,1

* Al lordo delle imposte

Soluzione DA-SLS - Variazioni di reddito per tonnellata di latte prodotto

Zona	Distanza suoli	Variazione*	Zona allegato "D" – DGR n. 3733/92		
			B	C	D
VULNERABILE	5 km	Prodotto Netto	-14,956	-11,668	-10,678
		Reddito Fondiario	-15,686	-12,482	-11,534
	15 km	Prodotto Netto	-15,528	-13,113	-17,198
		Reddito Fondiario	-16,272	-13,964	-18,105
NON VULNERABILE	15 km	Prodotto Netto	-14,813	-11,307	-10,429
		Reddito Fondiario	-15,540	-12,112	-11,279
	30 km	Prodotto Netto	-15,385	-12,752	-12,438
		Reddito Fondiario	-16,126	-13,593	-13,338

* Al lordo delle imposte

8.0. L'impatto del PdA nell'allevamento con vitelloni da carne

L'allevamento di bovini da carne conta circa 1.250 capi mediamente presenti e stabulati in box su pavimento fessurato. La conduzione è familiare, con un sostanziale contributo di manodopera salariata. L'allevamento è dotato di un impianto di stoccaggio dei liquami e di suoli in proprietà sufficienti a gestire correttamente nella fertilizzazione delle colture il liquame prodotto. Tali suoli ammontano a 197 ettari in ex zona B, 125 ettari in ex zona C e 94 ettari in ex zona D. L'uso del suolo prevede una superficie a mais ceroso sufficiente a soddisfare le esigenze dell'allevamento, mentre la restante è investita a mais granella.

Nella tabella seguente sono riassunti i risultati economici ottenuti da questa tipologia aziendale nelle tre situazioni territoriali (zona B, C e D dell'allegato D alla DGR n. 3733/92) considerate ed in assenza delle misure previste dal PdA.

	Zona allegato "D" – DGR n. 3733/92		
	B	C	D
La Produzione Lorda Vendibile			
Vendita prodotti	2.667,76	0,00	0,00
Utile lordo di stalla	878.658,00	878.658,00	878.658,00
Altri ricavi e proventi	558.453,42	486.085,00	454.835,00
Totale PLV	1.439.779,18	1.364.743,00	1.333.493,00
I Costi della produzione			
Spese Varie	773.752,30	800.702,36	845.208,33
Quote	80.860,39	80.860,39	80.860,39
Salari	94.682,50	94.682,50	94.682,50
Stipendi	21.636,50	21.636,50	21.636,50
Interessi	22.899,33	23.573,08	24.685,73
Totale costi	993.831,02	1.021.454,83	1.067.073,45
Il Prodotto Netto	585.166,49	483.180,24	407.424,28
Il Reddito Fondiario	445.948,16	343.288,17	266.419,55
Reddito Fondiario/Capitale Fondiario (%)	4,22	5,07	5,19

* Al lordo delle imposte

La tabella evidenzia andamenti diversi nelle varie voci di bilancio nelle tre zone ex Allegato D alla DGR n. 3733/92. Tali andamenti sono dovuti alla diversa disponibilità di suolo aziendale ipotizzata nelle tre zone considerate. Infatti, dato che per ottemperare agli obblighi dell'allegato "D" è necessaria una superficie aziendale crescente passando zona "D", alla "C" ed alla zona "B", ne deriva che il valore della produzione cresce al crescere della superficie, in quanto aumentano i premi comunitari. Nella ex zona B, inoltre, vi sarebbe produzione vegetale vendibile. Contemporaneamente, in questa particolare situazione, si riducono leggermente i costi totali di produzione. Ciò è dovuto al fatto che, all'aumentare della superficie, la spesa per gli alimenti cala più che proporzionalmente all'incremento dei costi colturali. Ne deriva che, al pari di quanto avviene per l'allevamento di vacche da latte, i redditi sono maggiori nella zona "B". L'effetto economico del vincolo allo spargimento è, invece, ben evidenziato dal rapporto fra reddito fondiario e valore del capitale fondiario, che cresce sensibilmente passando dalla zona "B" alla "D"⁵.

⁵ Si ricorda che questo andamento dei redditi è dovuto al fatto che si è ipotizzato che l'azienda zootecnica abbia in proprietà una superficie sufficiente ad ottemperare agli obblighi previsti nelle diverse zone dall'allegato D.

8.1. Gli adattamenti al PdA simulati nell'allevamento di vitelloni

Sugli assetti aziendali illustrati precedentemente sono state introdotte varie ipotesi di adattamento al PdA. Tali adattamenti sono sostanzialmente indotti dalla più o meno consistente riduzione dell'azoto di origine zootecnica utilizzabile nei suoli aziendali che, insieme alla modifica delle tabelle di riferimento per il calcolo dell'azoto escreto dagli animali, porta ad una riduzione del numero di animali allevabili per ettaro di superficie utilizzata (vedi tabella seguente).

	Zona allegato "D" – DGR n. 3733/92			Zona vulnerabile (PdA)
	B	C	D	
Numero capi	6,33	10,00	13,33	5,06

Dalla tabella si evince che le maggiori modificazioni nella gestione dei liquami riguardano le aziende originariamente ubicate nelle zone C e D dell'allegato D alla DGR n. 3733/92, dove, rispetto alla situazione di partenza, è maggiore l'incremento di superficie necessaria per la gestione agronomica dell'azoto escreto.

In questa sede vengono illustrati gli effetti di alcune delle possibili soluzioni di adattamento dell'allevamento in questione (vedi Parte Seconda). In particolare, sono presentate le seguenti:

1. L'adeguamento dello stoccaggio e utilizzazione agronomica (STO);
2. Un trattamento iniziale di separazione liquido/solido ed il successivo utilizzo agronomico (SL);
3. Un trattamento iniziale di separazione liquido/solido ed il successivo compostaggio della frazione solida (SLC);
4. La digestione anaerobica (DA);
5. La digestione anaerobica e successiva separazione liquido/solido (DA-SL);
6. La digestione anaerobica e successiva separazione liquido/solido e trattamento di "strippaggio" (DA-SLS).

8.1.1. La soluzione agronomica con adeguamento dello stoccaggio (STO)

La prima soluzione introdotta nei modelli dell'allevamento con vitelloni da carne è di tipo esclusivamente agronomico e prevede soltanto l'adeguamento della capacità di stoccaggio (150 mila Euro circa) senza alcun trattamento dei reflui ed il reperimento con atti d'assenso dei suoli

necessari ad ottemperare alle disposizioni del PdA. Quest'ultimi sono pari a 50 ettari nella ex zona B, 122 nella C e 153 nella D.

In primo luogo si nota che questa soluzione comporta una riduzione del prodotto netto aziendale per gli allevamenti ubicati in ex zona C e D. La riduzione di prodotto netto è compresa fra 15-28 mila Euro per l'allevamento situato in ex zona C e 22-38 mila per quello ubicato in ex zona D.

La soluzione STO applicata agli allevamenti ubicati in ex zona B, invece, registra un modesto incremento di reddito dovuto al fatto che il risparmio indotto dalla razionalizzazione della fertilizzazione compensa abbondantemente i maggiori costi dovuti al reperimento dei suoli necessari ad ottemperare alle prescrizioni del PdA. In sostanza il PdA compromette significativamente la redditività solo negli allevamenti originariamente ubicati in ex zona C e D. Le perdite di reddito, inoltre, crescono al crescere della distanza dei suoli reperiti per l'impiego agronomico. Le perdite di prodotto netto per t di carne prodotta (peso vivo) sono apprezzabili e vanno dai 27,26 Euro nella ex zona C e suoli reperiti nelle immediate vicinanze dell'allevamento ai 70,53 Euro nella ex zona D e suoli reperiti in ZNV molto lontani dall'allevamento.

Soluzione STO - Variazioni di reddito totale aziendale (Euro)

Zona	Distanza suoli	Variazione*	Zona allegato "D" – DGR n. 3733/92		
			B	C	D
VULNERABILE	5 km	Prodotto Netto	8.296,43	-15.091,73	-22.122,98
		Reddito Fondiario	8.628,84	-15.344,02	-22.551,06
		RF/CF (%)	0,07	-0,24	-0,46
	15 km	Prodotto Netto	3.824,29	-26.077,03	-35.920,78
		Reddito Fondiario	4.044,90	-26.603,95	-36.693,79
		RF/CF (%)	0,03	-0,41	-0,74
NON VULNERABILE	15 km	Prodotto Netto	7.551,07	-16.922,61	-24.422,61
		Reddito Fondiario	7.864,85	-17.220,68	-24.908,18
		RF/CF (%)	0,06	-0,27	-0,51
	30 km	Prodotto Netto	3.078,93	-27.907,91	-38.220,41
		Reddito Fondiario	3.280,91	-28.480,61	-39.050,92
		RF/CF (%)	0,02	-0,44	-0,78

* Al lordo delle imposte

Soluzione STO - Variazioni di reddito per capo allevato (Euro)

Zona	Distanza suoli	Variazione*	Zona allegato "D" – DGR n. 3733/92		
			B	C	D
VULNERABILE	5 km	Prodotto Netto	6,64	-12,07	-17,70
		Reddito Fondiario	6,90	-12,28	-18,04
	15 km	Prodotto Netto	3,06	-20,86	-28,74
		Reddito Fondiario	3,24	-21,28	-29,36
NON VULNERABILE	15 km	Prodotto Netto	6,04	-13,54	-19,54
		Reddito Fondiario	6,29	-13,78	-19,93
	30 km	Prodotto Netto	2,46	-22,33	-30,58
		Reddito Fondiario	2,62	-22,78	-31,24

* Al lordo delle imposte

Soluzione STO - Variazioni di reddito per tonnellata di carne prodotta (peso vivo)

Zona	Distanza suoli	Variazione*	Zona allegato "D" – DGR n. 3733/92		
			B	C	D
VULNERABILE	5 km	Prodotto Netto	14,98	-27,26	-39,96
		Reddito Fondiario	15,59	-27,71	-40,73
	15 km	Prodotto Netto	6,91	-47,10	-64,88
		Reddito Fondiario	7,31	-48,05	-66,28
NON VULNERABILE	15 km	Prodotto Netto	13,64	-30,57	-44,11
		Reddito Fondiario	14,21	-31,10	-44,99
	30 km	Prodotto Netto	5,56	-50,41	-69,03
		Reddito Fondiario	5,93	-51,44	-70,53

* Al lordo delle imposte

8.1.2. Soluzione agronomica con separazione liquido solido (SL)

Introducendo nella soluzione STO una fase di separazione liquido/solido (SL) si ottiene un significativo peggioramento nel reddito, che si riduce in tutte le situazione esaminate. La soluzione SL comporta una perdita di reddito superiore alla soluzione STO. Come già rilevato per gli allevamenti da latte, le perdite maggiori si verificano nelle zone ex D (37-51 mila Euro), mentre più contenute appaio quelle in ex zona B (4-9 mila Euro).

La soluzione SL, comportando investimenti di un certo peso (250 mila Euro circa), determina perdite di reddito consistenti anche quando i suoli sono facilmente reperibili nelle vicinanze dell'allevamento in quanto, il modesto risparmio nel trasporto e spargimento, non compensa l'incremento di costo annuo dovuto al funzionamento dell'impianto di separazione. Nel complesso, i suoli da reperire per ottemperare al PdA con questa soluzione sono pari a quelli richiesti dalla soluzione STO.

Soluzione SL - Variazioni di reddito totale aziendale (Euro)

Zona	Distanza suoli	Variazione*	Zona allegato "D" – DGR n. 3733/92		
			B	C	D
VULNERABILE	5 km	Prodotto Netto	-3.846,64	-29.877,77	-36.899,02
		Reddito Fondiario	-3.666,17	-30.348,08	-37.544,86
		RF/CF (%)	-0,05	-0,48	-0,77
	15 km	Prodotto Netto	-9.462,44	-38.844,37	-49.625,62
		Reddito Fondiario	-9.422,37	-39.538,85	-50.589,63
		RF/CF (%)	-0,11	-0,61	-1,02
NON VULNERABILE	15 km	Prodotto Netto	-5.735,61	-29.689,96	-34.643,37
		Reddito Fondiario	-5.602,37	-30.155,57	-35.232,82
		RF/CF (%)	-0,07	-0,47	-0,72
	30 km	Prodotto Netto	-8.717,01	-38.666,56	-50.854,06
		Reddito Fondiario	-8.658,31	-39.356,59	-51.848,78
		RF/CF (%)	-0,10	-0,61	-1,05

* Al lordo delle imposte

Soluzione SL -Variazioni di reddito per capo allevato (Euro)

Zona	Distanza suoli	Variazione*	Zona allegato "D" – DGR n. 3733/92		
			B	C	D
VULNERABILE	5 km	Prodotto Netto	-3,08	-23,90	-29,52
		Reddito Fondiario	-2,93	-24,28	-30,04
	15 km	Prodotto Netto	-7,57	-31,08	-39,70
		Reddito Fondiario	-7,54	-31,63	-40,47
NON VULNERABILE	15 km	Prodotto Netto	-4,59	-23,75	-27,71
		Reddito Fondiario	-4,48	-24,12	-28,19
	30 km	Prodotto Netto	-6,97	-30,93	-40,68
		Reddito Fondiario	-6,93	-31,49	-41,48

* Al lordo delle imposte

Soluzione SL -Variazioni di reddito per tonnellata di carne prodotta (peso vivo)

Zona	Distanza suoli	Variazione*	Zona allegato "D" – DGR n. 3733/92		
			B	C	D
VULNERABILE	5 km	Prodotto Netto	-6,95	-53,96	-66,65
		Reddito Fondiario	-6,62	-54,81	-67,81
	15 km	Prodotto Netto	-17,09	-70,16	-89,63
		Reddito Fondiario	-17,02	-71,41	-91,37
NON VULNERABILE	15 km	Prodotto Netto	-10,36	-53,63	-62,57
		Reddito Fondiario	-10,12	-54,47	-63,64
	30 km	Prodotto Netto	-15,74	-69,84	-91,85
		Reddito Fondiario	-15,64	-71,08	-93,65

* Al lordo delle imposte

8.1.3. Soluzione con separazione liquido/solido e successivo compostaggio (SLC)

La terza soluzione introdotta nel modello di simulazione dell'allevamento con vitelloni prevede, oltre a quanto previsto nella soluzione SL, il compostaggio della frazione solida ottenuta dalla separazione. I suoli da reperire per ottemperare al PdA con la soluzione SLC si riducono di circa 22 ettari rispetto alle precedenti soluzioni STO ed SL.

La soluzione SLC comporta una perdita di reddito leggermente inferiore rispetto alla soluzione SL. Essa, infatti, ammonta a 3-9 mila Euro in ex zona B e 37-52 mila Euro in ex zona D.

Si conferma l'andamento rilevato per l'allevamento con vacche da latte, ovvero, il risparmio nel trasporto è modesto e non compensa l'incremento di costo d'investimento (circa 240 mila Euro) e gestione. Quindi, se i suoli devono essere reperiti onerosamente e non vi è una adeguata valorizzazione economica del compost, la separazione con compostaggio non risulta conveniente rispetto alla soluzione STO.

Soluzione SLC - Variazioni di reddito totale aziendale (Euro)

Zona	Distanza suoli	Variazione*	Zona allegato "D" – DGR n. 3733/92		
			B	C	D
VULNERABILE	5 km	Prodotto Netto	-3.404,50	-29.737,26	-36.768,51
		Reddito Fondiario	-3.263,33	-30.254,41	-37.461,44
		RF/CF (%)	-0,06	-0,50	-0,80
	15 km	Prodotto Netto	-8.805,78	-42.737,58	-50.176,71
		Reddito Fondiario	-8.799,65	-43.579,74	-51.204,85
		RF/CF (%)	-0,11	-0,69	-1,06
NON VULNERABILE	15 km	Prodotto Netto	-6.749,28	-31.234,26	-36.992,21
		Reddito Fondiario	-6.691,73	-31.788,84	-37.690,74
		RF/CF (%)	-0,09	-0,52	-0,80
	30 km	Prodotto Netto	-9.217,08	-40.556,01	-51.337,26
		Reddito Fondiario	-9.221,23	-41.343,63	-52.394,41
		RF/CF (%)	-0,12	-0,66	-1,08

* Al lordo delle imposte

Soluzione SLC - Variazioni di reddito per capo allevato (Euro)

Zona	Distanza suoli	Variazione*	Zona allegato "D" – DGR n. 3733/92		
			B	C	D
VULNERABILE	5 km	Prodotto Netto	-2,72	-23,79	-29,41
		Reddito Fondiario	-2,61	-24,20	-29,97
	15 km	Prodotto Netto	-7,04	-34,19	-40,14
		Reddito Fondiario	-7,04	-34,86	-40,96
NON VULNERABILE	15 km	Prodotto Netto	-5,40	-24,99	-29,59
		Reddito Fondiario	-5,35	-25,43	-30,15
	30 km	Prodotto Netto	-7,37	-32,44	-41,07
		Reddito Fondiario	-7,38	-33,07	-41,92

* Al lordo delle imposte

Soluzione SLC - Variazioni di reddito per tonnellata di carne prodotta (peso vivo)

Zona	Distanza suoli	Variazione*	Zona allegato "D" – DGR n. 3733/92		
			B	C	D
VULNERABILE	5 km	Prodotto Netto	-6,15	-53,71	-66,41
		Reddito Fondiario	-5,89	-54,64	-67,66
	15 km	Prodotto Netto	-15,90	-77,19	-90,63
		Reddito Fondiario	-15,89	-78,71	-92,48
NON VULNERABILE	15 km	Prodotto Netto	-12,19	-56,41	-66,81
		Reddito Fondiario	-12,09	-57,42	-68,08
	30 km	Prodotto Netto	-16,65	-73,25	-92,72
		Reddito Fondiario	-16,66	-74,67	-94,63

* Al lordo delle imposte

8.1.4. Soluzione con digestione anaerobica (DA)

La soluzione DA prevede la realizzazione di un digestore anaerobico e di un impianto di cogenerazione per la produzione di energia termica ed elettrica. L'impianto è alimentato essenzialmente con il liquame, con integrazione con parte del mais. Si tratta di un impianto che comporta un notevole investimento (630 mila Euro) ma che può beneficiare dei vantaggi previsti per la produzione di energia da fonti rinnovabili, come i certificati verdi.

Anche in questo caso l'integrazione al liquame per migliorare il rendimento energetico dell'impianto comporta un elevato fabbisogno di suoli aggiuntivi rispetto a quelli aziendali. Essi ammontano a 190 ettari in ex zona B, 262 ettari in ex zona C e 293 ettari in ex zona D. La soluzione DA, al pari di quanto rilevato per le vacche da latte, comporta variazioni di reddito contrastanti a seconda della situazione di partenza. Nella ex zona B produce sempre incrementi di prodotto netto (12-32 mila Euro). Nelle ex zone C e D la soluzione DA determina, quasi sempre, decrementi di reddito. Solo se lo spargimento avviene in zone vulnerabili vicine agli allevamenti si realizza un modesto incremento di prodotto netto (5-6 mila Euro). Negli altri casi la soluzione DA produce riduzioni di prodotto netto variabili da 1,5 a 27 mila Euro. Va, comunque, ricordato che le discrete prestazioni in termini reddituali di questa soluzione registrate in ex zona B sono condizionate dai cosiddetti "certificati verdi", che incidono significativamente sui ricavi della produzione di energia.

Soluzione DA - Variazioni di reddito totale aziendale (Euro)

Zona	Distanza	Variazione*	Zona allegato "D" – DGR n. 3733/92
------	----------	-------------	------------------------------------

	suoli		B	C	D
VULNERABILE	5 km	Prodotto Netto	28.996,60	5.592,79	-1.438,46
		Reddito Fondiario	26.257,16	2.268,26	-4.938,78
		RF/CF (%)	0,24	0,02	-0,12
	15 km	Prodotto Netto	11.896,60	-18.026,81	-27.870,56
		Reddito Fondiario	8.729,66	-21.941,83	-32.031,68
		RF/CF (%)	0,07	-0,34	-0,65
NON VULNERABILE	15 km	Prodotto Netto	31.846,60	9.529,39	2.966,89
		Reddito Fondiario	29.178,41	6.303,27	-423,29
		RF/CF (%)	0,27	0,08	-0,03
	30 km	Prodotto Netto	17.596,60	-10.153,61	-19.059,86
		Reddito Fondiario	14.572,16	-13.871,80	-23.000,71
		RF/CF (%)	0,13	-0,22	-0,47

* Al lordo delle imposte

Soluzione DA - Variazioni di reddito per capo allevato (Euro)

Zona	Distanza suoli	Variazione*	Zona allegato "D" – DGR n. 3733/92		
			B	C	D
VULNERABILE	5 km	Prodotto Netto	23,20	4,47	-1,15
		Reddito Fondiario	21,01	1,81	-3,95
	15 km	Prodotto Netto	9,52	-14,42	-22,30
		Reddito Fondiario	6,98	-17,55	-25,63
NON VULNERABILE	15 km	Prodotto Netto	25,48	7,62	2,37
		Reddito Fondiario	23,34	5,04	-0,34
	30 km	Prodotto Netto	14,08	-8,12	-15,25
		Reddito Fondiario	11,66	-11,10	-18,40

* Al lordo delle imposte

Soluzione DA - Variazioni di reddito per tonnellata di carne prodotta (peso vivo)

Zona	Distanza suoli	Variazione*	Zona allegato "D" – DGR n. 3733/92		
			B	C	D
VULNERABILE	5 km	Prodotto Netto	52,37	10,10	-2,60
		Reddito Fondiario	47,42	4,10	-8,92
	15 km	Prodotto Netto	21,49	-32,56	-50,34
		Reddito Fondiario	15,77	-39,63	-57,85
NON VULNERABILE	15 km	Prodotto Netto	57,52	17,21	5,36
		Reddito Fondiario	52,70	11,38	-0,76
	30 km	Prodotto Netto	31,78	-18,34	-34,43
		Reddito Fondiario	26,32	-25,05	-41,54

* Al lordo delle imposte

8.1.5. Soluzione DA e separazione liquido/solido (DA-SL)

La soluzione DA-SL prevede, oltre alle opere previste nella soluzione DA, la realizzazione di un impianto di separazione liquido/solido. L'ammontare di suoli da reperire con atti d'assenso è identico alla soluzione DA. L'impianto di separazione permetterebbe di ottenere un refluo più facilmente gestibile, soprattutto nella frazione solida, con un certo risparmio nei costi di trasporto. Per contro l'investimento necessario sale a 736 mila Euro. Anche in questo caso è previsto il beneficio ottenibile con la produzione di energia da fonti rinnovabili. La soluzione DA-SL comporta variazioni di reddito contrastanti a seconda della situazione di partenza, anche se parte dei vantaggi della DA vengono assorbiti dai costi annui dell'impianto di separazione, solo in modesta parte compensati dalla riduzione dei costi di gestione del refluo.

Nella ex zona B la soluzione DA-SL produce incrementi di prodotto netto (12-15 mila Euro), ma solo se i suoli per l'uso agronomico sono reperibili nelle immediate vicinanze dell'allevamento, oppure in zone non vulnerabili entro 15 Km dal centro aziendale. In tutti gli altri casi si registrano riduzioni di prodotto netto che possono raggiungere 50 mila Euro nelle situazioni più sfavorite, pari a circa 90 Euro per t di peso vivo prodotto.

Soluzione DA-SL - Variazioni di reddito totale aziendale (Euro)

Zona	Distanza suoli	Variazione*	Zona allegato "D" – DGR n. 3733/92		
			B	C	D
VULNERABILE	5 km	Prodotto Netto	15.561,68	-7.835,84	-14.867,09
		Reddito Fondiario	12.642,53	-11.339,92	-18.546,95
		RF/CF (%)	0,10	-0,20	-0,41
	15 km	Prodotto Netto	-1.552,72	-31.453,04	-41.296,79
		Reddito Fondiario	-4.899,73	-35.547,55	-45.637,39
		RF/CF (%)	-0,07	-0,56	-0,93
NON VULNERABILE	15 km	Prodotto Netto	12.701,78	-11.770,79	-19.270,79
		Reddito Fondiario	9.711,14	-15.373,24	-23.060,74
		RF/CF (%)	0,07	-0,26	-0,49
	30 km	Prodotto Netto	-4.403,62	-35.389,49	-45.701,99
		Reddito Fondiario	-7.821,90	-39.582,41	-50.152,72
		RF/CF (%)	-0,09	-0,62	-1,02

* Al lordo delle imposte

Soluzione DA-SL - Variazioni di reddito per capo allevato (Euro)

Zona	Distanza suoli	Variazione*	Zona allegato "D" – DGR n. 3733/92		
			B	C	D
VULNERABILE	5 km	Prodotto Netto	12,45	-6,27	-11,89
		Reddito Fondiario	10,11	-9,07	-14,84
	15 km	Prodotto Netto	-1,24	-25,16	-33,04
		Reddito Fondiario	-3,92	-28,44	-36,51
NON VULNERABILE	15 km	Prodotto Netto	10,16	-9,42	-15,42
		Reddito Fondiario	7,77	-12,30	-18,45
	30 km	Prodotto Netto	-3,52	-28,31	-36,56
		Reddito Fondiario	-6,26	-31,67	-40,12

* Al lordo delle imposte

Soluzione DA-SL - Variazioni di reddito per tonnellata di carne prodotta (peso vivo)

Zona	Distanza suoli	Variazione*	Zona allegato "D" – DGR n. 3733/92		
			B	C	D
VULNERABILE	5 km	Prodotto Netto	28,11	-14,15	-26,85
		Reddito Fondiario	22,83	-20,48	-33,50
	15 km	Prodotto Netto	-2,80	-56,81	-74,59
		Reddito Fondiario	-8,85	-64,20	-82,43
NON VULNERABILE	15 km	Prodotto Netto	22,94	-21,26	-34,81
		Reddito Fondiario	17,54	-27,77	-41,65
	30 km	Prodotto Netto	-7,95	-63,92	-82,55
		Reddito Fondiario	-14,13	-71,49	-90,58

* Al lordo delle imposte

8.1.6. Soluzione DA con separazione liquido/solido e trattamento di "strippaggio" (DA-SLS)

La soluzione DA-SLS prevede, oltre alle opere previste nella soluzione DA-SL, la realizzazione di un impianto di strippaggio che volatilizza, e successivamente salifica, una buona parte dell'ammoniaca presente nel refluo da trattare. L'intero processo avviene senza alcun contatto con l'atmosfera, scongiurando così il rilascio di odori. I prodotti del trattamento sono un refluo impoverito dell'azoto ammoniacale e una soluzione salina concentrata che potrebbe essere valorizzata commercialmente (ipotesi non contemplata nelle simulazioni economiche). L'investimento necessario è piuttosto consistente e si aggira sui 791 mila Euro. Questa soluzione permette una rilevante contrazione nei suoli da reperire con atti d'assenso rispetto a tutte le soluzioni precedenti che ammontano a 54 ettari in ex zona C e 85 ettari in ex zona D.

La soluzione DA-SLS produce sempre una riduzione di prodotto netto (3,5-39 mila Euro). In questo caso, mediamente, le maggiori contrazioni di reddito si verificherebbero nelle ex zone C e D per i motivi già illustrati. Dalle valutazioni eseguite ne deriva che le prestazioni economiche di questa soluzione potrebbero migliorare alla presenza di una valorizzazione economica della soluzione salina concentrata. Si tratta, comunque, di una soluzione che potrebbe essere interessante solo nelle aree dove la disponibilità di suolo è particolarmente scarsa ed il fabbisogno aggiuntivo indotto dal PdA molto elevato.

Soluzione DA-SLS - Variazioni di reddito totale aziendale (Euro)

Zona	Distanza suoli	Variazione*	Zona allegato "D" – DGR n. 3733/92		
			B	C	D
VULNERABILE	5 km	Prodotto Netto	-3.484,09	-22.508,01	-29.539,26
		Reddito Fondiario	-6.787,71	-26.287,23	-33.494,26
		RF/CF (%)	-0,08	-0,42	-0,70
	15 km	Prodotto Netto	-3.484,09	-27.385,11	-37.228,86
		Reddito Fondiario	-6.787,71	-31.286,26	-41.376,10
		RF/CF (%)	-0,08	-0,49	-0,85
NON VULNERABILE	15 km	Prodotto Netto	-3.484,09	-23.320,86	-30.820,86
		Reddito Fondiario	-6.787,71	-27.120,40	-34.807,90
		RF/CF (%)	-0,08	-0,43	-0,72
	30 km	Prodotto Netto	-3.484,09	-28.197,96	-38.510,46
		Reddito Fondiario	-6.787,71	-32.119,43	-42.689,74
		RF/CF (%)	-0,08	-0,51	-0,87

* Al lordo delle imposte

Soluzione DA-SLS - Variazioni di reddito per capo allevato (Euro)

Zona	Distanza suoli	Variazione*	Zona allegato "D" – DGR n. 3733/92		
			B	C	D
VULNERABILE	5 km	Prodotto Netto	-2,79	-18,01	-23,63
		Reddito Fondiario	-5,43	-21,03	-26,80
	15 km	Prodotto Netto	-2,79	-21,91	-29,78
		Reddito Fondiario	-5,43	-25,03	-33,10
NON VULNERABILE	15 km	Prodotto Netto	-2,79	-18,66	-24,66
		Reddito Fondiario	-5,43	-21,70	-27,85
	30 km	Prodotto Netto	-2,79	-22,56	-30,81
		Reddito Fondiario	-5,43	-25,70	-34,15

* Al lordo delle imposte

Soluzione DA-SLS - Variazioni di reddito per tonnellata di carne prodotta (peso vivo)

Zona	Distanza suoli	Variazione*	Zona allegato "D" – DGR n. 3733/92		
			B	C	D
VULNERABILE	5 km	Prodotto Netto	-6,29	-40,65	-53,35
		Reddito Fondiario	-12,26	-47,48	-60,50
	15 km	Prodotto Netto	-6,29	-49,46	-67,24
		Reddito Fondiario	-12,26	-56,51	-74,73
NON VULNERABILE	15 km	Prodotto Netto	-6,29	-42,12	-55,67
		Reddito Fondiario	-12,26	-48,98	-62,87
	30 km	Prodotto Netto	-6,29	-50,93	-69,56
		Reddito Fondiario	-12,26	-58,01	-77,10

* Al lordo delle imposte

9.0. L'impatto del PdA nell'allevamento di suini all'ingrasso

L'allevamento di suini all'ingrasso simulato conta circa 7000 capi per un totale di peso vivo mediamente allevato pari a 552 t. La produzione è essenzialmente legata al suino pesante.

Gli animali sono stabulati in box multipli su pavimento totalmente fessurato e dotati di corsia esterna di defecazione. I volumi delle vasche di stoccaggio sono sufficienti a garantire una razionale gestione dei reflui prodotti. L'ordinamento colturale dei suoli è caratterizzato dalla presenza della coltura di mais, per lo più reimpiegata nell'allevamento.

Nella tabella seguente sono riassunti i risultati economici ottenuti da questa tipologia aziendale nelle tre situazioni territoriali (zona B, C e D dell'allegato D alla DGR n. 3733/92) considerate ed in assenza delle misure previste dal PdA.

	Zona allegato "D" – DGR n. 3733/92		
	B	C	D
La Produzione Lorda Vendibile			
Vendita prodotti	8.826,68	0,00	0,00
Utile lordo di stalla	2.020.177,00	2.020.177,00	2.020.177,00
Altri ricavi e proventi	300.055,37	184.851,20	148.644,18
Totale PLV	2.329.059,05	2.205.028,20	2.168.821,18
I Costi della produzione			
Spese Varie	1.698.192,82	1.764.721,68	1.850.755,17
Quote	79.108,38	79.108,38	79.108,38
Salari	81.160,76	81.160,76	81.160,76
Stipendi	40.580,38	40.580,38	40.580,38
Interessi	46.547,42	48.210,64	50.361,48
Totale costi	1.945.589,76	2.013.781,83	2.101.966,16
Il Prodotto Netto	551.757,85	361.198,15	238.957,63
Il Reddito Fondiario	383.469,29	191.246,37	66.855,01
Reddito Fondiario/Capitale Fondiario (%)	1,51	1,45	0,71

* Al lordo delle imposte

La tabella evidenzia andamenti diversi nelle varie voci di bilancio. Tali andamenti sono dovuti alla diversa disponibilità di suolo aziendale ipotizzata nelle tre zone considerate che è pari a 460 ettari in ex zona B, 230 in ex zona C e 158 in ex zona C. Ne consegue che il valore della produzione cresce al crescere della superficie, in quanto aumentano i premi comunitari e, in zona ex B, una parte modesta della produzione cerealicola può essere venduta. Contemporaneamente, come già rilevato in alcuni casi, calano i costi totali di produzione. In questo caso, all'aumentare della superficie, la spesa per gli alimenti cala più che proporzionalmente all'incremento dei costi colturali. Ne deriva che i redditi sono maggiori nella zona "B". Anche in questo caso l'andamento sembra anomalo in quanto è la zona con più vincoli allo spargimento di liquame. Tuttavia, se si considerano le diverse superfici aziendali, il risultato è plausibile, in quanto la maggior superficie consente di integrare le produzioni vegetali con quelle animali, con evidenti sinergie positive dal lato dell'approvvigionamento alimentare e uso fertilizzante delle deiezioni. Tale effetto, in questa tipologia aziendale, si estende anche alla redditività del capitale fondiario che cala sensibilmente passando dalla zona "B" alla "D". In sostanza, se i vincoli introdotti dall'ex allegato D al PRRA (DGR n. 3733/92) si concretizzano in maggiori superfici aziendali in proprietà (o affitto), la redditività migliora sensibilmente.

9.1. Gli adattamenti al PdA dell'allevamento con suini da ingrasso

Sugli assetti aziendali illustrati precedentemente sono state introdotte varie ipotesi di adattamento al PdA. Tali adattamenti sono sostanzialmente indotti dalla più o meno consistente riduzione dell'azoto di origine zootecnica utilizzabile nei suoli aziendali che, insieme alla modifica delle tabelle di riferimento per il calcolo dell'azoto escreto dagli animali, porta ad una riduzione del numero di animali (suino grasso da macello da 120 kg) allevabili per ettaro di superficie utilizzata (vedi tabella seguente).

	Zona allegato "D" – DGR n. 3733/92			Zona vulnerabile (PdA)
	B	C	D	
Numero capi suini	10,0	20,0	29,2	17,3

Dalla tabella si evince che le modifiche nella gestione dei liquami riguardano le aziende originariamente ubicate nelle ex zone C e, soprattutto, D dell'allegato D alla DGR n. 3733/92, dove, rispetto alla situazione attuale, vi è un incremento della superficie necessaria per la gestione agronomica dell'azoto escreto.

Al contrario, non vi sono problemi nelle ex zone B. In questa sede vengono illustrati gli effetti di alcune delle possibili soluzioni di adattamento dell'allevamento in questione (vedi Parte Seconda). In particolare sono illustrate le seguenti soluzioni:

1. Agronomica con adeguamento nello stoccaggio (STO);
2. Trattamento iniziale di separazione liquido/solido ed il successivo utilizzo agronomico (SL);
3. Trattamento iniziale di separazione liquido/solido ed il successivo compostaggio della frazione solida (SLC);
4. Digestione anaerobica (DA);
5. Digestione anaerobica, successiva separazione liquido/solido e trattamento nitro/denitro (DA-SLN);
6. Digestione anaerobica e successiva separazione liquido/solido e trattamento di "strippaggio" (DA-SLS).

Le simulazioni sono eseguite solo per le ex zone C e D in quanto il PdA non sembra influire significativamente sugli allevamenti di suini da ingrasso nelle ex zone B.

9.1.1. Soluzione agronomica con adeguamento dello stoccaggio (STO)

Come di consueto, la prima soluzione introdotta nei modelli dell'allevamento suino è di tipo esclusivamente agronomico e non prevede alcun adeguamento della capacità di stoccaggio che risulta già sufficiente; essa non prevede altresì alcun trattamento dei reflui. I suoli da acquisite per ottemperare al PdA sono pari a 146 ettari in ex zona C e 219 in ex zona D.

In primo luogo si nota come questa soluzione comporti una riduzione del prodotto netto aziendale per gli allevamenti ubicati in ex zona C e D. Tale riduzione è compresa fra 8-33 mila Euro per l'allevamento situato in ex zona C e 38-76 mila per quello ubicato in ex zona D.

La soluzione STO applicata agli allevamenti ubicati in ex zona B, invece, registrerebbe, al contrario, consistenti incrementi di reddito e commisurati al grado di razionalizzazione della fertilizzazione azotata.

In sostanza, anche in questo caso, il PdA compromette significativamente la redditività solo negli allevamenti originariamente ubicati in ex zona C e D. Le perdite di reddito, inoltre, crescono al crescere della distanza dei suoli reperiti per l'impiego agronomico. Le perdite di prodotto netto per t di carne prodotta (peso vivo) sono apprezzabili e vanno dai 6 Euro nella ex zona C e suoli reperiti nelle immediate vicinanze dell'allevamento ai 50 Euro nella ex zona D e suoli reperiti in ZNV molto lontano dall'allevamento.

Soluzione STO - Variazioni di reddito totale aziendale (Euro)

Zona	Distanza suoli	Variazione*	Zona allegato "D" – DGR n. 3733/92	
			C	D
VULNERABILE	5 km	Prodotto Netto	-8.387,27	-37.714,96
		Reddito Fondiario	-8.596,95	-38.657,84
		RF/CF (%)	-0,07	-0,41
	15 km	Prodotto Netto	-25.939,45	-63.956,82
		Reddito Fondiario	-26.587,93	-65.555,74
		RF/CF (%)	-0,20	-0,70
NON VULNERABILE	15 km	Prodotto Netto	-14.969,34	-47.555,66
		Reddito Fondiario	-15.343,57	-48.744,55
		RF/CF (%)	-0,12	-0,52
	30 km	Prodotto Netto	-32.521,51	-73.797,52
		Reddito Fondiario	-33.334,55	-75.642,46
		RF/CF (%)	-0,25	-0,80

* Al lordo delle imposte

Soluzione STO - Variazioni di reddito per capo allevato (Euro)

Zona	Distanza suoli	Variazione*	Zona allegato "D" – DGR n. 3733/92	
			C	D
VULNERABILE	5 km	Prodotto Netto	-1,18	-5,29
		Reddito Fondiario	-1,21	-5,43
	15 km	Prodotto Netto	-3,64	-8,98
		Reddito Fondiario	-3,73	-9,20
NON VULNERABILE	15 km	Prodotto Netto	-2,10	-6,67
		Reddito Fondiario	-2,15	-6,84
	30 km	Prodotto Netto	-4,56	-10,36
		Reddito Fondiario	-4,68	-10,62

* Al lordo delle imposte

Soluzione STO - Variazioni di reddito per tonnellata di carne prodotta (peso vivo)

Zona	Distanza suoli	Variazione*	Zona allegato "D" – DGR n. 3733/92	
			C	D
VULNERABILE	5 km	Prodotto Netto	-5,67	-25,48
		Reddito Fondiario	-5,81	-26,12
	15 km	Prodotto Netto	-17,52	-43,21
		Reddito Fondiario	-17,96	-44,29
NON VULNERABILE	15 km	Prodotto Netto	-10,11	-32,13
		Reddito Fondiario	-10,37	-32,93
	30 km	Prodotto Netto	-21,97	-49,86
		Reddito Fondiario	-22,52	-51,10

* Al lordo delle imposte

9.1.2. Soluzione agronomica con trattamento di separazione liquido solido (SL)

Introducendo nella soluzione STO una fase di separazione liquido/solido che concentra l'azoto nella frazione solida (SL) si ottiene un certo peggioramento nel reddito, quando lo spandimento avviene nelle vicinanze dell'allevamento. Quando, invece, lo spandimento viene effettuato più lontano la soluzione SL comporta una contrazione di reddito inferiore alla STO. Come già rilevato per gli altri allevamenti, le perdite maggiori si verificano nelle zone ex D (37-73 mila Euro) mentre più contenute appaio quelle in ex zona B (8-33 mila Euro).

Rispetto ai risultati ottenuti per le tipologie d'allevamento precedenti, la soluzione SL, comportando investimenti contenuti (75 mila Euro circa) rispetto alle dimensioni dell'allevamento, si dimostra interessante quando i suoli sono molto lontani (15-30 Km) dato che i risparmi nelle spese di trasporto sono superiori ai costi dovuti alla realizzazione e gestione dell'impianto di separazione. Ne consegue che il processo di separazione diventa interessante quando i volumi da trattare sono importanti e l'allevamento è ubicato in una zona molto congestionata dal punto di vista zootecnico. Tale soluzione comporta un aumento dei suoli da asservire all'uso dei reflui pari alla precedente soluzione STO.

Soluzione SL - Variazioni di reddito totale aziendale (Euro)

Zona	Distanza suoli	Variazione*	Zona allegato "D" – DGR n. 3733/92	
			C	D
VULNERABILE	5 km	Prodotto Netto	-9.966,19	-38.718,86
		Reddito Fondiario	-10.215,34	-39.686,83
		RF/CF (%)	-0,09	-0,42
	15 km	Prodotto Netto	-24.382,69	-61.824,56
		Reddito Fondiario	-24.992,26	-63.370,17
		RF/CF (%)	-0,20	-0,67
NON VULNERABILE	15 km	Prodotto Netto	-10.276,68	-42.287,49
		Reddito Fondiario	-10.533,60	-43.344,68
		RF/CF (%)	-0,09	-0,46
	30 km	Prodotto Netto	-23.125,23	-63.825,24
		Reddito Fondiario	-23.703,36	-65.420,87
		RF/CF (%)	-0,19	-0,70

* Al lordo delle imposte

Soluzione SL - Variazioni di reddito per capo allevato (Euro)

Zona	Distanza suoli	Variazione*	Zona allegato "D" – DGR n. 3733/92	
			C	D
VULNERABILE	5 km	Prodotto Netto	-1,40	-5,43
		Reddito Fondiario	-1,43	-5,57
	15 km	Prodotto Netto	-3,42	-8,68
		Reddito Fondiario	-3,51	-8,89
NON VULNERABILE	15 km	Prodotto Netto	-1,44	-5,94
		Reddito Fondiario	-1,48	-6,08
	30 km	Prodotto Netto	-3,25	-8,96
		Reddito Fondiario	-3,33	-9,18

* Al lordo delle imposte

Soluzione SL - Variazioni di reddito per tonnellata di carne prodotta (peso vivo) (Euro)

Zona	Distanza suoli	Variazione*	Zona allegato "D" – DGR n. 3733/92	
			C	D
VULNERABILE	5 km	Prodotto Netto	-6,73	-26,16
		Reddito Fondiario	-6,90	-26,81
	15 km	Prodotto Netto	-16,47	-41,77
		Reddito Fondiario	-16,88	-42,81
NON VULNERABILE	15 km	Prodotto Netto	-6,94	-28,57
		Reddito Fondiario	-7,12	-29,28
	30 km	Prodotto Netto	-15,62	-43,12
		Reddito Fondiario	-16,01	-44,20

* Al lordo delle imposte

9.1.3. Soluzione con separazione liquido/solido e successivo compostaggio (SLC)

La terza soluzione introdotta nel modello di simulazione dell'allevamento con suini da ingrasso prevede, oltre a quanto previsto nella soluzione SL, il compostaggio della frazione solida ottenuta dalla separazione. Contrariamente a quanto avviene per le vacche da latte ed i vitelloni, la soluzione SLC comporta un aumento rispetto alle soluzioni STO e SLC dei suoli da asservire all'uso agronomico dei liquami. Ciò è dovuto alla necessità di aggiungere al refluo molto fluido del materiale organico secco, come stocchi e paglie che fa aumentare il contenuto di azoto totale. I suoli da reperire con atti d'assenso sono pari a 186 ettari in ex zona C e 259 ettari in ex zona D. La soluzione SLC comporta una perdita di reddito sensibilmente superiore rispetto alla soluzione SL. Essa, infatti, ammonta a 37-52 mila Euro in ex zona C e 66-93 mila Euro in ex zona D. Si conferma, peggiorandolo, l'andamento rilevato per l'allevamento bovino latte, ovvero, il risparmio nel trasporto è modesto e non compensa l'incremento di costo d'investimento (circa

125 mila Euro) e gestione. Quindi, se i suoli devono essere reperiti onerosamente e non vi è una adeguata valorizzazione economica del compost, la separazione con compostaggio non risulta conveniente rispetto alle soluzioni STO ed SL.

Soluzione SLC - Variazioni di reddito totale aziendale (Euro)

Zona	Distanza suoli	Variazione*	Zona allegato "D" – DGR n. 3733/92	
			C	D
VULNERABILE	5 km	Prodotto Netto	-37.862,51	-66.471,41
		Reddito Fondiario	-38.809,07	-68.133,20
		RF/CF (%)	-0,30	-0,72
	15 km	Prodotto Netto	-47.625,11	-84.923,21
		Reddito Fondiario	-48.815,74	-87.046,29
		RF/CF (%)	-0,38	-0,92
NON VULNERABILE	15 km	Prodotto Netto	-42.117,71	-73.985,06
		Reddito Fondiario	-43.170,65	-75.834,69
		RF/CF (%)	-0,33	-0,81
	30 km	Prodotto Netto	-52.672,61	-93.229,16
		Reddito Fondiario	-53.989,43	-95.559,89
		RF/CF (%)	-0,42	-1,01

* Al lordo delle imposte

Soluzione SLC - Variazioni di reddito per capo allevato (Euro)

Zona	Distanza suoli	Variazione*	Zona allegato "D" – DGR n. 3733/92	
			C	D
VULNERABILE	5 km	Prodotto Netto	-5,31	-9,33
		Reddito Fondiario	-5,45	-9,56
	15 km	Prodotto Netto	-6,68	-11,92
		Reddito Fondiario	-6,85	-12,22
NON VULNERABILE	15 km	Prodotto Netto	-5,91	-10,38
		Reddito Fondiario	-6,06	-10,64
	30 km	Prodotto Netto	-7,39	-13,08
		Reddito Fondiario	-7,58	-13,41

* Al lordo delle imposte

Soluzione SLC - Variazioni di reddito per tonnellata di carne prodotta (peso vivo)

Zona	Distanza suoli	Variazione*	Zona allegato "D" – DGR n. 3733/92	
			C	D
VULNERABILE	5 km	Prodotto Netto	-25,58	-44,91
		Reddito Fondiario	-26,22	-46,03
	15 km	Prodotto Netto	-32,18	-57,37
		Reddito Fondiario	-32,98	-58,81
NON VULNERABILE	15 km	Prodotto Netto	-28,45	-49,98
		Reddito Fondiario	-29,17	-51,23
	30 km	Prodotto Netto	-35,59	-62,99
		Reddito Fondiario	-36,47	-64,56

* Al lordo delle imposte

9.1.4. Soluzione con digestione anaerobica (DA)

La soluzione DA prevede la realizzazione di un digestore anaerobico e di un impianto di cogenerazione per la produzione di energia termica ed elettrica. L'impianto è alimentato essenzialmente con il liquame, con integrazione di mais. Si tratta di un impianto che comporta un notevole investimento (1,13 mln Euro) ma che può beneficiare dei vantaggi previsti per la produzione di energia da fonti rinnovabili, come i certificati verdi. Inoltre, questa soluzione può beneficiare delle economie di scala prodotte dai consistenti volumi prodotti dall'allevamento. La soluzione DA implica il reperimento di circa 166 ettari in ex zona C e 239 ettari in ex zona D. La soluzione DA, contrariamente a quanto rilevato per gli allevamenti bovini, comporta incrementi di reddito in tutte le situazioni analizzate. Nella ex zona C produce incrementi di prodotto netto intorno ai 190-220 mila Euro (0,15 Euro per kg) mentre nella ex zona D l'incremento si riduce a 150-190 mila Euro. Va, comunque, ricordato che le buone prestazioni in termini reddituali di questa soluzione sono condizionate dai cosiddetti "certificati verdi", che incidono significativamente sui ricavi della produzione di energia.

Soluzione DA - Variazioni di reddito totale aziendale (Euro)

Zona	Distanza suoli	Variazione*	Zona allegato "D" – DGR n. 3733/92	
			C	D
VULNERABILE	5 km	Prodotto Netto	222.746,43	192.025,74
		Reddito Fondiario	220.077,02	188.588,31
		RF/CF (%)	1,66	1,98
	15 km	Prodotto Netto	202.772,43	163.362,54
		Reddito Fondiario	199.603,67	159.208,53
		RF/CF (%)	1,51	1,67
NON VULNERABILE	15 km	Prodotto Netto	215.256,18	181.277,04
		Reddito Fondiario	212.399,52	177.570,89
		RF/CF (%)	1,61	1,86
	30 km	Prodotto Netto	195.282,18	152.613,84
		Reddito Fondiario	191.926,17	148.191,11
		RF/CF (%)	1,45	1,55

* Al lordo delle imposte

Soluzione DA - Variazioni di reddito per capo allevato (Euro)

Zona	Distanza suoli	Variazione*	Zona allegato "D" – DGR n. 3733/92	
			C	D
VULNERABILE	5 km	Prodotto Netto	31,26	26,95
		Reddito Fondiario	30,89	26,47
	15 km	Prodotto Netto	28,46	22,93
		Reddito Fondiario	28,01	22,35
NON VULNERABILE	15 km	Prodotto Netto	30,21	25,44
		Reddito Fondiario	29,81	24,92
	30 km	Prodotto Netto	27,41	21,42
		Reddito Fondiario	26,94	20,80

* Al lordo delle imposte

Soluzione DA - Variazioni di reddito per tonnellata di carne prodotta (peso vivo)

Zona	Distanza suoli	Variazione*	Zona allegato "D" – DGR n. 3733/92	
			C	D
VULNERABILE	5 km	Prodotto Netto	150,49	129,73
		Reddito Fondiario	148,68	127,41
	15 km	Prodotto Netto	136,99	110,37
		Reddito Fondiario	134,85	107,56
NON VULNERABILE	15 km	Prodotto Netto	145,43	122,47
		Reddito Fondiario	143,50	119,97
	30 km	Prodotto Netto	131,93	103,10
		Reddito Fondiario	129,66	100,12

* Al lordo delle imposte

9.1.5. Soluzione DA con separazione liquido/solido e trattamento biologico nitro/denitro (DA-SLN)

La soluzione DA-SLN prevede, oltre alle opere descritte nella soluzione DA, la realizzazione di un separatore liquido/solido e di un impianto di denitrificazione che permette di abbattere il carico di azoto e, conseguentemente, il fabbisogno di suoli per l'uso agronomico. Il trattamento permette di ottenere una frazione liquida molto povera di azoto, utilizzabile per la fertirrigazione. L'investimento necessario è piuttosto consistente e si aggira sui 2 mln Euro.

La riduzione dell'azoto contenuto nei reflui permette di azzerare i suoli da asservire allo spandimento in ex zona C e di ridurli a 20 ettari in ex zona D. La soluzione DA-SLN produce sempre un incremento di reddito superiore alle soluzioni agronomiche ma inferiore alla sola digestione anaerobica. Tale incremento risulta pari a 196 mila Euro nell'ex zona C ed a 176-8 mila Euro nell'ex zona D. Si tratta di una soluzione particolarmente interessante nelle aree ad elevata concentrazione di attività zootecniche, anche se l'elevato investimento iniziale pregiudica sensibilmente la sua diffusione in assenza di adeguate misure di sostegno.

Soluzione DA-SLN - Variazioni di reddito totale aziendale (Euro)

Zona	Distanza suoli	Variazione*	Zona allegato "D" – DGR n. 3733/92	
			C	D
VULNERABILE	5 km	Prodotto Netto	196.606,29	178.415,01
		Reddito Fondiario	193.283,38	174.637,31
		RF/CF (%)	1,44	1,82
	15 km	Prodotto Netto	196.606,29	178.804,03
		Reddito Fondiario	193.283,38	175.036,06
		RF/CF (%)	1,44	1,84
NON VULNERABILE	15 km	Prodotto Netto	196.606,29	177.628,03
		Reddito Fondiario	193.283,38	173.830,66
		RF/CF (%)	1,44	1,83
	30 km	Prodotto Netto	196.606,29	176.452,03
		Reddito Fondiario	193.283,38	172.625,26
		RF/CF (%)	1,44	1,81

* Al lordo delle imposte

Soluzione DA-SLN - Variazioni di reddito per capo allevato (Euro)

Zona	Distanza suoli	Variazione*	Zona allegato "D" – DGR n. 3733/92	
			C	D
VULNERABILE	5 km	Prodotto Netto	27,59	25,04
		Reddito Fondiario	27,13	24,51
	15 km	Prodotto Netto	27,59	25,10
		Reddito Fondiario	27,13	24,57
NON VULNERABILE	15 km	Prodotto Netto	27,59	24,93
		Reddito Fondiario	27,13	24,40
	30 km	Prodotto Netto	27,59	24,77
		Reddito Fondiario	27,13	24,23

* Al lordo delle imposte

Soluzione DA-SLN - Variazioni di reddito per tonnellata di carne prodotta (peso vivo) (Euro)

Zona	Distanza suoli	Variazione*	Zona allegato "D" – DGR n. 3733/92	
			C	D
VULNERABILE	5 km	Prodotto Netto	132,83	120,54
		Reddito Fondiario	130,58	117,98
	15 km	Prodotto Netto	132,83	120,80
		Reddito Fondiario	130,58	118,25
NON VULNERABILE	15 km	Prodotto Netto	132,83	120,00
		Reddito Fondiario	130,58	117,44
	30 km	Prodotto Netto	132,83	119,21
		Reddito Fondiario	130,58	116,62

* Al lordo delle imposte

9.1.6. Soluzione DA con separazione liquido/solido e trattamento di "strippaggio" (DA-SLS)

La soluzione DA-SLS prevede, oltre alle opere previste nella soluzione DA-SL, la realizzazione di un impianto di strippaggio che volatilizza, e successivamente salifica, una buona parte dell'ammoniaca presente nel refluo da trattare. L'intero processo avviene senza alcun contatto con l'atmosfera, scongiurando così il rilascio di odori. I prodotti del trattamento sono un refluo impoverito dell'azoto ammoniacale e una soluzione salina concentrata che potrebbe essere valorizzata commercialmente (ipotesi non contemplata nelle simulazioni economiche). L'investimento necessario è piuttosto consistente e si aggira sui 1,6 mln Euro. I suoli da reperire con atti di assenso sono pari a quelli della precedente soluzione DA-SLN.

La soluzione DA-SLS produce sempre un incremento di reddito, ma più contenuto della soluzione DA-SLN, pari a 169 mila Euro nell'ex zona C ed a 151 mila Euro nell'ex zona D. Dalle valutazioni eseguite ne deriva che le prestazioni economiche di questa soluzione potrebbero ulteriormente migliorare alla presenza di una valorizzazione economica della soluzione salina concentrata. Si tratta, comunque, di una soluzione particolarmente interessante nelle aree ad

elevata concentrazione di azoto. Anche in questo caso, comunque, vi è il limite dell'elevato investimento iniziale che pregiudica sensibilmente la sua diffusione in assenza di adeguate misure di sostegno.

Soluzione DA-SLS - Variazioni di reddito totale aziendale (Euro)

Zona	Distanza suoli	Variazione*	Zona allegato "D" – DGR n. 3733/92	
			C	D
VULNERABILE	5 km	Prodotto Netto	169.449,22	150.318,80
		Reddito Fondiario	165.447,38	145.838,70
		RF/CF (%)	1,19	1,45
	15 km	Prodotto Netto	169.449,22	149.730,80
		Reddito Fondiario	165.447,38	145.236,00
		RF/CF (%)	1,19	1,44
NON VULNERABILE	15 km	Prodotto Netto	169.449,22	151.200,80
		Reddito Fondiario	165.447,38	146.742,75
		RF/CF (%)	1,19	1,46
	30 km	Prodotto Netto	169.449,22	150.612,80
		Reddito Fondiario	165.447,38	146.140,05
		RF/CF (%)	1,19	1,45

* Al lordo delle imposte

Soluzione DA-SLS - Variazioni di reddito per capo allevato (Euro)

Zona	Distanza suoli	Variazione*	Zona allegato "D" – DGR n. 3733/92	
			C	D
VULNERABILE	5 km	Prodotto Netto	23,78	21,10
		Reddito Fondiario	23,22	20,47
	15 km	Prodotto Netto	23,78	21,01
		Reddito Fondiario	23,22	20,38
NON VULNERABILE	15 km	Prodotto Netto	23,78	21,22
		Reddito Fondiario	23,22	20,60
	30 km	Prodotto Netto	23,78	21,14
		Reddito Fondiario	23,22	20,51

Al lordo delle imposte

Soluzione DA-SLS - Variazioni di reddito per tonnellata di carne prodotta (peso vivo)

Zona	Distanza suoli	Variazione*	Zona allegato "D" – DGR n. 3733/92	
			C	D
VULNERABILE	5 km	Prodotto Netto	114,48	101,55
		Reddito Fondiario	111,78	98,53
	15 km	Prodotto Netto	114,48	101,16
		Reddito Fondiario	111,78	98,12
NON VULNERABILE	15 km	Prodotto Netto	114,48	102,15
		Reddito Fondiario	111,78	99,14
	30 km	Prodotto Netto	114,48	101,75
		Reddito Fondiario	111,78	98,73

* Al lordo delle imposte

10.0. L'impatto del PdA nell'allevamento avicolo

L'allevamento avicolo simulato alleva 60.000 galline ovaiole stabulate in batterie di gabbie e non è dotato di impianto di predisidratazione della pollina. L'allevamento è senza terra e attualmente cede la pollina a terzi a fronte di un modesto costo (circa 15 mila Euro l'anno).

Nella tabella seguente sono riassunti i risultati economici ottenuti da questa tipologia aziendale in assenza delle misure previste dal PdA.

Trattandosi di un allevamento senza terra è superfluo considerare la ex zona di appartenenza, in base all'allegato D – come modificato con DGR n. 3733/92 – e alla Circolare n. 20/93; si ricorda, comunque, che la superficie necessaria ad ottemperarne gli obblighi era pari a 135 ettari in zona B, 72 in zona C e 43 in zona D.

	Situazione "Ante"
La Produzione Lorda Vendibile	
Vendita prodotti	1.185.723,00
Utile lordo di stalla	-80.000,00
Altri ricavi e proventi	40.145,00
Totale PLV	1.145.868,00
I Costi della produzione	
Spese Varie	838.404,00
Quote	151.587,04
Salari	81.943,00
Stipendi	0,00
Interessi	24.404,93
Totale costi	1.096.338,97
Il Prodotto Netto	155.876,96
Il Reddito Fondiario	49.529,03
Reddito Fondiario/Capitale Fondiario (%)	37,52

* Al lordo delle imposte

10.1. Gli adattamenti al PdA dell'allevamento avicolo

Sugli assetti aziendali illustrati precedentemente sono state introdotte due ipotesi di adattamento al PdA. In particolare sono presentate:

1. La soluzione agronomica con adeguamento dello stoccaggio (STO);
2. Una soluzione che prevede la combustione della pollina (COMBU).

10.1.1. La soluzione agronomica con adeguamento dello stoccaggio (STO)

Come di consueto, la prima soluzione introdotta nel modello dell'allevamento avicolo è di tipo esclusivamente agronomico e non prevede alcun adeguamento della capacità di stoccaggio che risulta già sufficiente. La soluzione STO non prevede altresì alcun trattamento dei reflui ma richiede il reperimento di circa 162 ettari per accogliere la pollina prodotta. Questa soluzione comporta una riduzione del prodotto netto aziendale compresa fra 7 e 20 mila Euro. La riduzione inferiore si ha quando i suoli utilizzati per la fertilizzazione sono ubicati in zona non vulnerabile entro 15 km di distanza dal centro aziendale. Quando, invece, i suoli sono ubicati in zona vulnerabile si verificano, mediamente, riduzioni di reddito maggiori. Ciò è dovuto al fatto che, essendo il refluo piuttosto concentrato, i costi di trasporto pesano sempre meno rispetto al costo

degli atti di assenso allo spandimento. Ovviamente, è una soluzione che presuppone la disponibilità di suoli per la fertilizzazione.

Soluzione STO - Variazioni di reddito totale aziendale (Euro)

Zona	Distanza suoli	Variazione*	
VULNERABILE	5 km	Prodotto Netto	-14.703,53
		Reddito Fondiario	-15.071,12
		RF/CF (%)	-11,42
	15 km	Prodotto Netto	-19.574,12
		Reddito Fondiario	-20.063,47
		RF/CF (%)	-15,20
NON VULNERABILE	15 km	Prodotto Netto	-7.397,65
		Reddito Fondiario	-7.582,59
		RF/CF (%)	-5,74
	30 km	Prodotto Netto	-12.268,24
		Reddito Fondiario	-12.574,94
		RF/CF (%)	-9,53

* Al lordo delle imposte

Soluzione STO - Variazioni di reddito per capo allevato (Euro)

Zona	Distanza suoli	Variazione*	
VULNERABILE	5 km	Prodotto Netto	-0,25
		Reddito Fondiario	-0,25
	15 km	Prodotto Netto	-0,33
		Reddito Fondiario	-0,33
NON VULNERABILE	15 km	Prodotto Netto	-0,12
		Reddito Fondiario	-0,13
	30 km	Prodotto Netto	-0,20
		Reddito Fondiario	-0,21

* Al lordo delle imposte

Soluzione STO - Variazioni di reddito per t di uova prodotte

Zona	Distanza suoli	Variazione*	
VULNERABILE	5 km	Prodotto Netto	-14,66
		Reddito Fondiario	-15,02
	15 km	Prodotto Netto	-19,51
		Reddito Fondiario	-20,00
NON VULNERABILE	15 km	Prodotto Netto	-7,37
		Reddito Fondiario	-7,56
	30 km	Prodotto Netto	-12,23
		Reddito Fondiario	-12,53

* Al lordo delle imposte

10.1.2. Soluzione con trattamento di combustione (COMBU)

La soluzione che prevede la distruzione da effettuarsi dopo la combustione della pollina (opportunamente integrata con altro materiale) è interessante in quanto permetterebbe di svincolare l'allevatore dal reperimento di suoli dove attuare la fertilizzazione e, contemporaneamente, di recuperare energia. Questa soluzione, i cui dettagli tecnici sono riportati in appendice, comporta investimenti considerevoli (circa 370 mila Euro) e perdite di prodotto netto pari a circa 15 mila Euro. Nel complesso si tratta di una soluzione abbastanza competitiva con quella agronomica, se si prescinde dai problemi dovuti al reperimento delle risorse per l'investimento iniziale.

Soluzione COMBU – Variazioni di reddito (Euro)

	Variazione*		
	Totale aziendale	Per capo allevato	Per t uova
Prodotto Netto	-15.090,40	-0,25	-15,04
Reddito Fondiario	-16.256,86	-0,27	-16,21
RF/CF (%)	-12,32		

* al lordo delle imposte

11.0. La valutazione multicriterio delle soluzioni aziendali al PdA

La dettagliata valutazione delle conseguenze sul piano reddituale delle possibili soluzioni ai più stringenti vincoli all'uso agronomico dei liquami introdotti dal PdA non è sufficiente a spiegare la concreta implementabilità delle stesse a livello aziendale. Infatti, accanto alle variazioni di

reddito stimate, vi sono altri fattori che pesano sulle scelte aziendali. Fra tutti ricordiamo l'entità dell'investimento iniziale, che gioca un ruolo determinante, spesso indipendentemente dai vantaggi in termini di reddito. A questo proposito le varie soluzioni prospettate differiscono notevolmente in termini di costo iniziale ed esiste spesso un trade-off fra costo d'investimento e perdite di reddito: in altre parole le soluzioni che permettono di contenere i costi (e in qualche caso a produrre maggiori redditi) spesso comportano costi iniziali molto rilevanti. Vi sono poi importanti aspetti di tipo extra economico come l'affidabilità delle varie tecnologie, le difficoltà di realizzazione, l'onerosità della gestione, l'accettabilità della soluzione dal punto di vista sociale/ambientale e così via.

Una valutazione compiuta del problema richiede, quindi, un approccio più ampio e in grado di incorporare anche questi aspetti che, normalmente, sfuggono all'analisi strettamente economico-aziendale.

A questo scopo è stata eseguita un'Analisi Multiattributo al fine di individuare la soluzione, di volta in volta, più accettabile fra quelle precedentemente individuate.

La valutazione è stata eseguita rispetto a scenari individuati da:

- Tipo di allevamento (vacca da latte, vitelloni, suini ingrasso, avicoli);
- Ubicazione dell'allevamento (B, C, D dell'allegato D alla DGR n. 3733/92);
- Grado di congestione delle attività zootecniche dell'area, che influisce sulla distanza dal centro aziendale dei suoli reperibili per lo spandimento:
 - o Bassa concentrazione: vicino, in zona vulnerabile entro 5 Km;
 - o Alta concentrazione: lontano in zona non vulnerabile a 15-30 Km.

11.1. Il metodo di valutazione

La valutazione multiattributo è stata eseguita ricorrendo all'AHP, un metodo consolidato per la selezione di alternative caratterizzate da molteplici parametri. In estrema sintesi, il metodo prevede la predisposizione di una matrice di valutazione che contiene le prestazioni delle varie alternative rispetto ai parametri che il decisore (in questo caso l'allevatore) prende in considerazione. Su tale matrice di valutazione viene poi applicato un vettore di pesi che rappresenta l'importanza che il decisore attribuisce a vari parametri codificati nella matrice di valutazione. Dalla sintesi delle informazioni contenute nella matrice di valutazione e nel vettore dei pesi è possibile ottenere le alternative utili a supportare la scelta finale. La struttura della matrice di valutazione è rappresentata nella tabella seguente, dove nelle righe sono riportate le

varie soluzioni alternative, mentre nelle colonne sono riportati i parametri di valutazione considerati.

		Parametri di valutazione			
		Investimento			Odori
Alternative	STO DA-SLS				

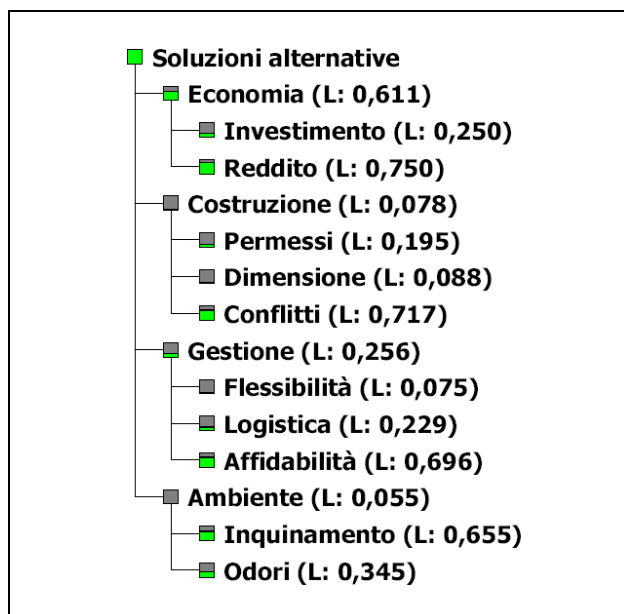
La struttura del modello di valutazione gerarchico è rappresentata nella figura seguente dove sono illustrati i vari parametri di valutazione ed i relativi pesi. Il modello è stato costruito e calibrato con il contributo di un panel di esperti allevatori.

Il modello valuta le alternative rispetto a quattro attributi:

- Aspetti economici;
- Difficoltà di realizzazione degli impianti;
- Difficoltà di gestione;
- Impatto ambientale.

Gli attributi sono ottenuti per sintesi di aspetti più particolari come illustrato nella figura seguente.

La struttura del modello di valutazione gerarchica (pesi fra parentesi)



La valutazione, pur compendiando aspetti diversi vede prevalere il ruolo degli aspetti economici (61,1%) per lo più dati dal reddito (75%). Seguono, in ordine d'importanza gli aspetti gestionali (25,6%) le difficoltà realizzative (7,8%) e l'impatto ambientale (5,5%). Fra gli aspetti di maggior dettaglio spicca l'importanza attribuita all'affidabilità ed ai conflitti con il contesto sociale locale.

Si tratta, come facilmente intuibile, di una "funzione di valore" disegnata attorno all'imprenditore allevatore, giustificata dal fatto che la valutazione svolta in questa sede è strettamente aziendale.

La documentazione che segue illustra gli ordinamenti ottenuti per le diverse tipologie d'allevamento e nei diversi scenari territoriali ipotizzati.

11.2. I risultati della valutazione multicriterio delle soluzioni al PdA nell'allevamento di vacche da latte

La valutazione multicriterio delle soluzioni alternative al PdA nell'allevamento di bovine da latte poggia essenzialmente sulle informazioni contenute nella seguente matrice di valutazione, dalla quale si evince che le soluzioni di tipo agronomico hanno buone prestazioni in termini di affidabilità e facilità di realizzazione, non comportando particolari strutture e/o impianti. Per

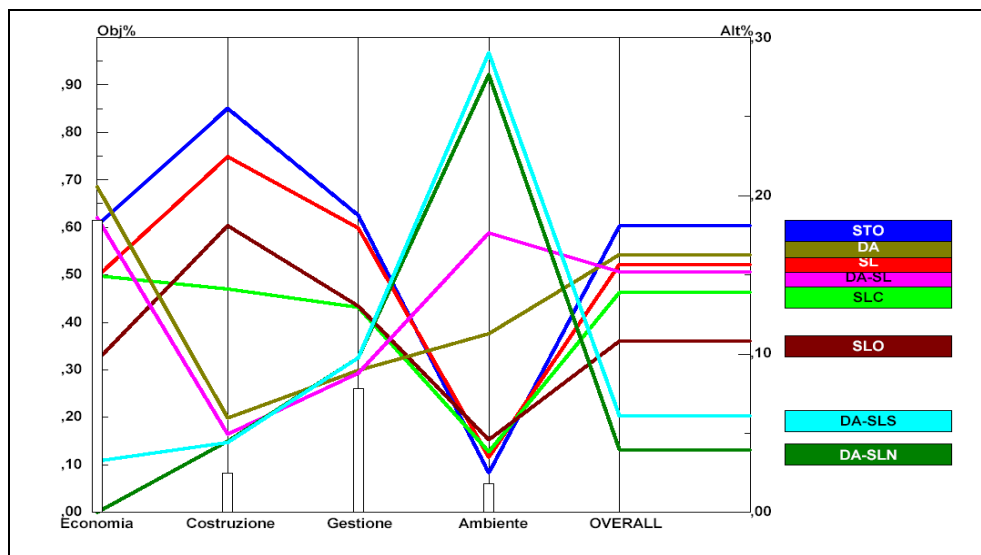
contro sono soluzioni che comportano più rischi in termini ambientali (odori e rischi d'inquinamento idrico). Esse, mediamente, non richiedono grandi investimenti, ma sono fortemente condizionate dal reperimento costante nel tempo di suoli dove adottare la fertilizzazione organica. Infine, si presentano piuttosto vulnerabili alla mutevole disponibilità degli agricoltori e sono meno controllabili nell'effettiva e corretta implementazione.

Al contrario, le soluzioni che prevedono forme più intense di trattamento dei reflui (DA, DA-SL, DA-SLN e DA-SLS) richiedono notevoli investimenti e sono più difficili da realizzare concretamente (progettazione e ubicazione). In compenso garantiscono maggiore flessibilità e compatibilità ambientale e semplificano notevolmente la gestione agronomica del refluo.

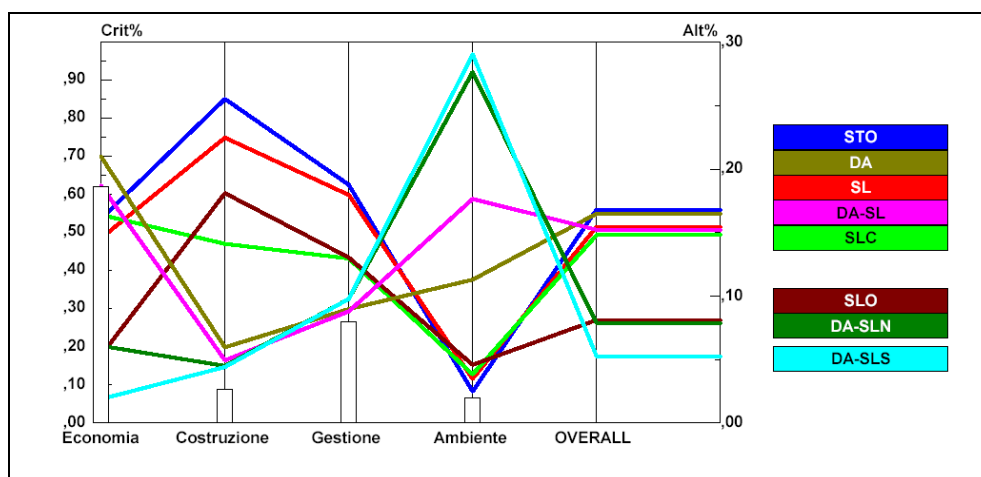
La matrice di valutazione delle soluzioni aziendali al PdA nell'allevamento con vacche da latte

	Investimento (0,250)	Variazione PN (0,750)	Permessi (0,195)	Dimensione (0,088)	Conflitti (0,717)	Flessibilità (0,075)	Logistica (0,229)	Affidabilità (0,696)	Inquinamento (0,655)	Odori (0,345)
STO	10.500	VEDI SCENARIO	1,000	1,000	1,000	0,176	0,093	1,000	0,085	0,087
SL	101.876		0,694	1,000	0,917	0,311	0,140	0,925	0,119	0,123
SLC	121.251		0,623	0,781	0,506	0,149	0,179	0,649	0,163	0,074
SLO	137.833		0,581	0,822	0,731	0,240	0,162	0,649	0,166	0,142
DA	363.408		0,271	0,228	0,224	1,000	0,466	0,240	0,385	0,397
DA-SL	465.284		0,178	0,145	0,204	1,000	0,673	0,162	0,609	0,606
DA-SLN	688.284		0,117	0,145	0,196	1,000	1,000	0,109	0,927	1,000
DA-SLS	520.284		0,117	0,145	0,192	1,000	1,000	0,109	1,000	1,000

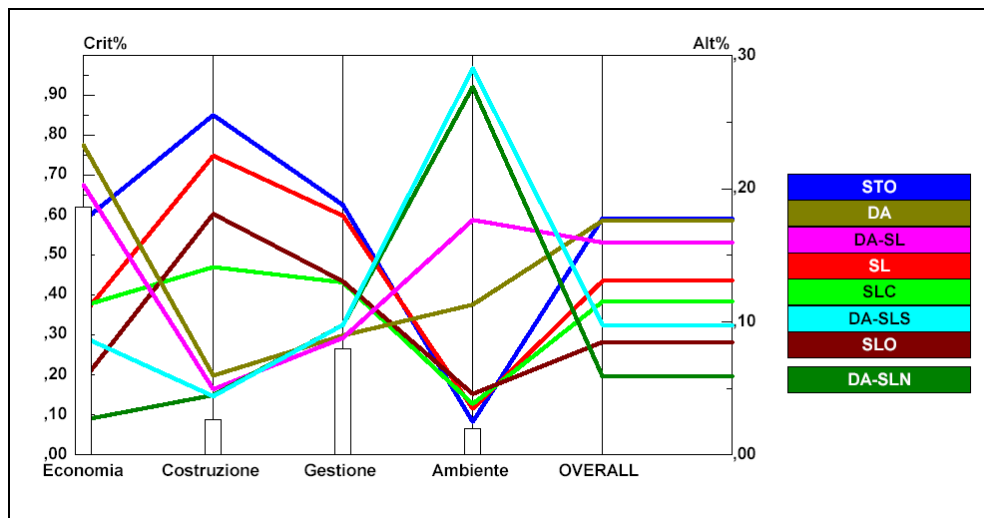
Ordinamento delle soluzioni al PdA per allevamento di vacche da latte ubicato in ex zona B e con bassa concentrazione zootecnica



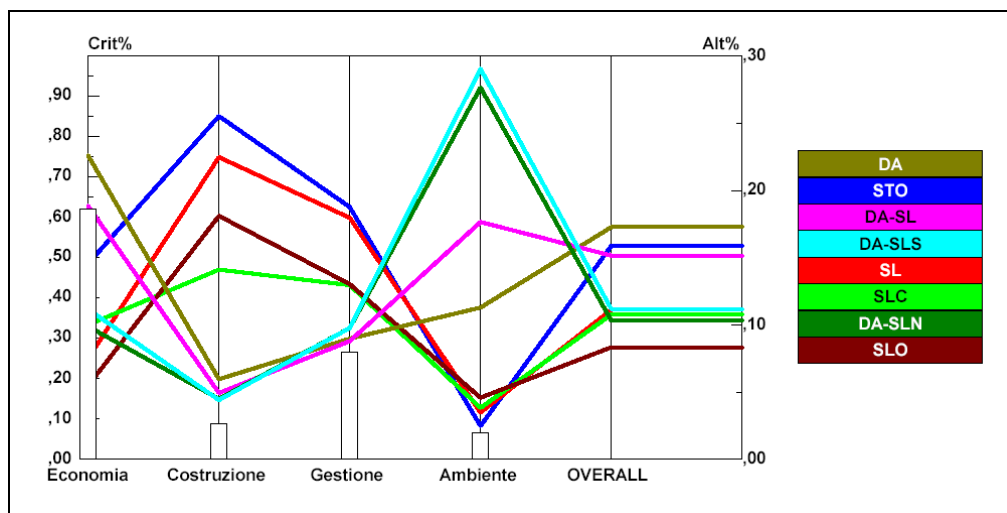
Ordinamento delle soluzioni al PdA per allevamento di vacche da latte ubicato in ex zona B e con alta concentrazione zootecnica



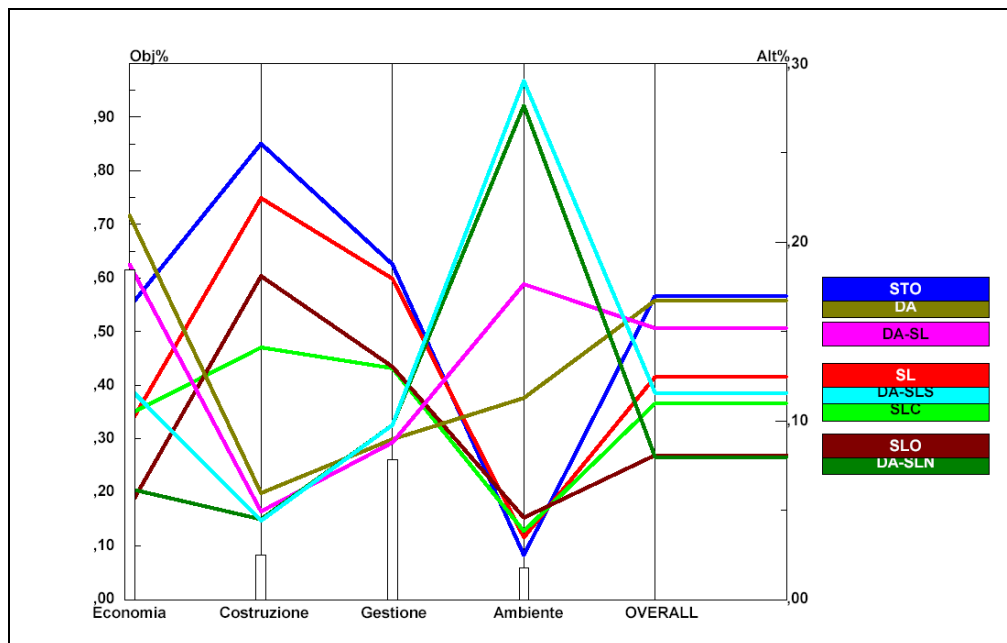
Ordinamento delle soluzioni al PdA per allevamento di vacche da latte ubicato in ex zona C e con bassa concentrazione zootecnica



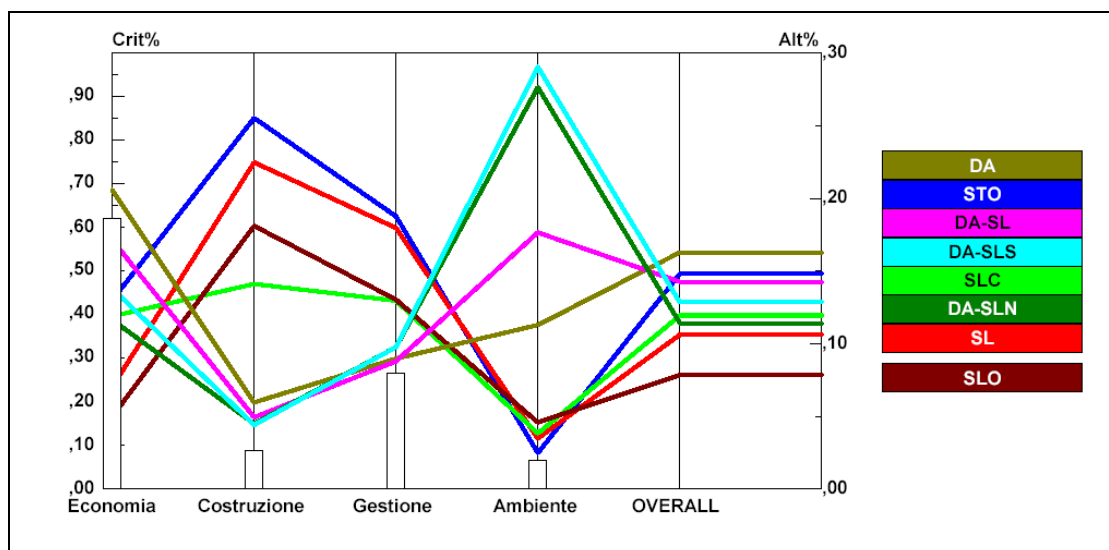
Ordinamento delle soluzioni al PdA per allevamento di vacche da latte ubicato in ex zona C e con alta concentrazione zootecnica



Ordinamento delle soluzioni al PdA per allevamento di vacche da latte ubicato in ex zona D e con bassa concentrazione zootecnica



Ordinamento delle soluzioni al PdA per allevamento di vacche da latte ubicato in ex zona D e con alta concentrazione zootecnica



Gli ordinamenti illustrati dalle figure precedenti e riassunti nella tabella che segue, evidenziano come le soluzioni più interessanti dal punto di vista aziendali siano essenzialmente due: la soluzione agronomica più semplice (STO) e la digestione anaerobica (DA). La prima è preferibile nelle aree a bassa concentrazione zootecnica e dove è più contenuto il fabbisogno di suolo da reperire con atti d'assenso. La seconda prevale dove la concentrazione di animali d'allevamento è maggiore. Da notare, comunque, che la preferibilità di tali soluzioni è dovuta, essenzialmente, ai più contenuti costi d'investimento rispetto alle altre. La loro effettiva adozione, comunque, è legata alla reperibilità di suoli su cui impiegare agronomicamente i reflui. Nel caso sia molto difficile reperire suoli per l'impiego del refluo zootecnico è evidente che diventano competitive le soluzioni capaci di ridurre sostanzialmente la quantità di azoto a carico dell'allevamento, come la DA-SLS, oppure una forte valorizzazione commerciale del compost, ostacolata però dall'offerta proveniente dagli impianti di trattamento di rifiuti organici di origine urbana. In ogni caso, i costi d'investimento aumentano significativamente e sono difficilmente sostenibili dagli allevatori.

Tabella riassuntiva delle soluzioni preferibili per l'allevamento con vacche da latte per ex zona allegato D alla DGR n. 3733/92 e per concentrazione zootecnica territoriale

		Concentrazione zootecnica	
		Bassa	Alta
Zona allegato "D" – DGR n. 3733/92	B	STO	STO/DA
	C	STO/DA	DA
	D	STO/DA	DA

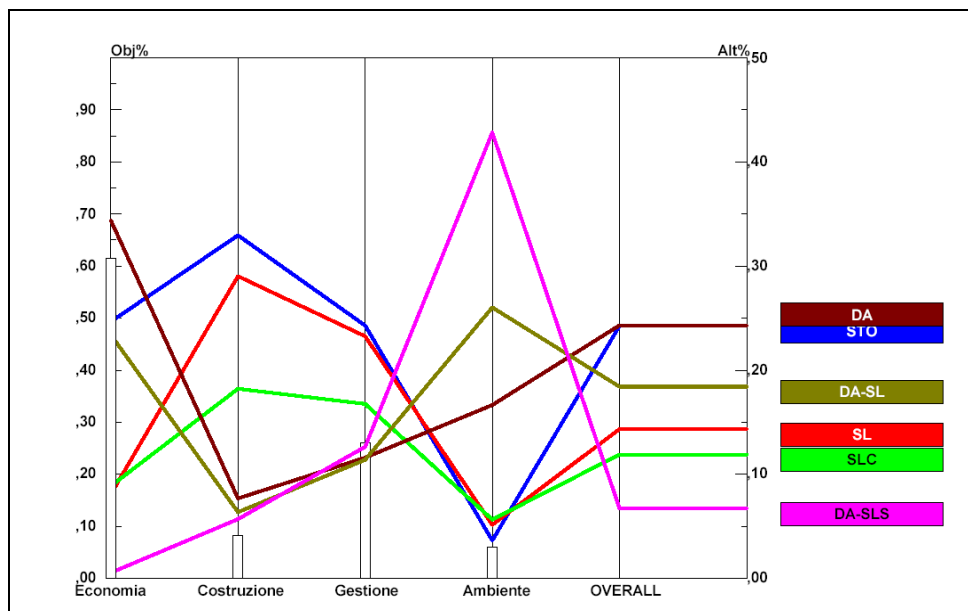
11.3. I risultati della valutazione multicriterio delle soluzioni al PdA nell'allevamento di vitelloni da carne

La valutazione multicriterio delle soluzioni alternative al PdA nell'allevamento di vitelloni da carne utilizza informazioni molto simili a quelle già presentate per l'allevamento con vacche da latte, a parte i costi d'investimento, che risultano decisamente più elevati, e gli aspetti reddituali. Anche in questo caso le soluzioni di tipo agronomico, non richiedendo grandi investimenti ma molto suolo dove adottare la fertilizzazione organica, sono di facile realizzazione tecnica ma poco flessibili, poco trasparenti e dalla logistica problematica. Al contrario, le soluzioni basate sulla digestione anaerobica (DA, DA-SL e DA-SLS) richiedono notevoli investimenti e sono più difficili da realizzare concretamente, ma semplificano notevolmente la gestione, anche agronomica, del refluo.

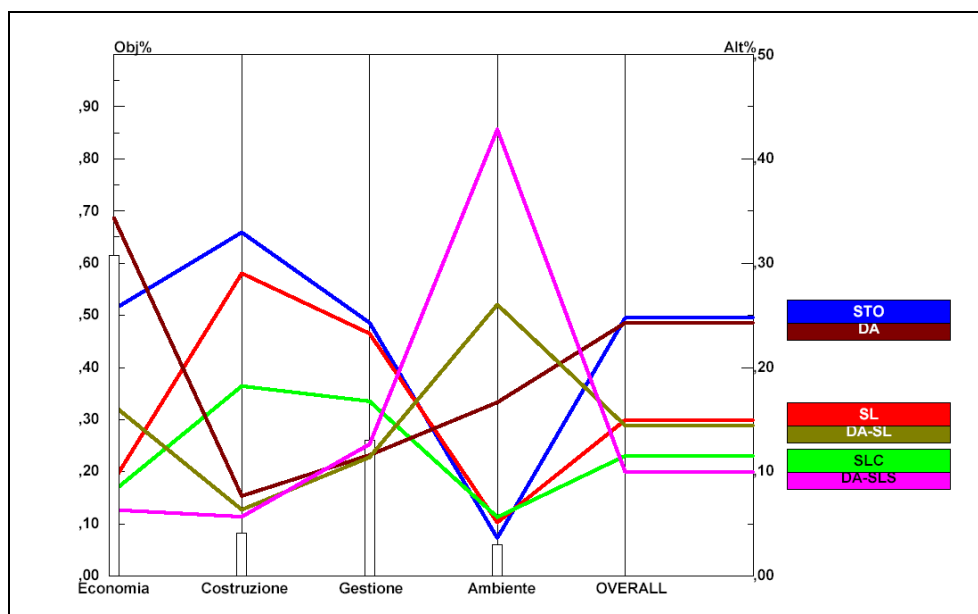
La matrice di valutazione delle soluzioni aziendali al PdA nell'allevamento con vitelloni

	Investimento (0,250)	Variazione PN (0,750)	Permessi (0,195)	Dimensione (0,088)	Conflitti (0,717)	Flessibilità (0,075)	Logistica (0,229)	Affidabilità (0,696)	Inquinamento (0,655)	Odori (0,345)
STO	150.000	VEDI SCENARIO	1,000	1,000	1,000	0,176	0,093	1,000	0,085	0,087
SL	250.460		0,694	1,000	0,917	0,311	0,140	0,925	0,119	0,123
SLC	237.934		0,623	0,781	0,506	0,149	0,179	0,649	0,163	0,074
DA	630.000		0,271	0,228	0,224	1,000	0,466	0,240	0,385	0,397
DA-SL	735.897		0,178	0,145	0,204	1,000	0,673	0,162	0,609	0,606
DA-SLS	790.897		0,117	0,145	0,192	1,000	1,000	0,109	1,000	1,000

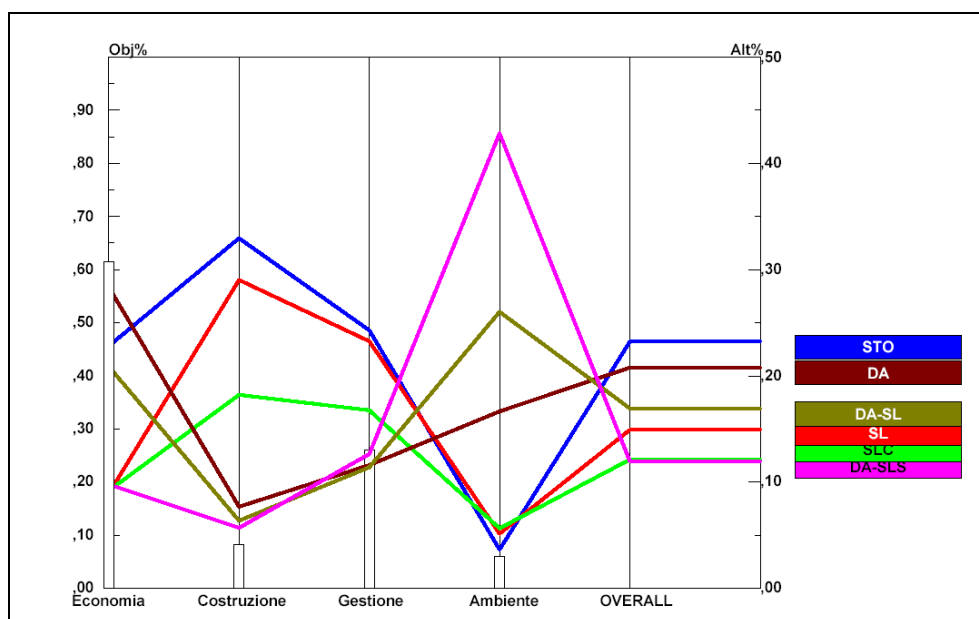
Ordinamento delle soluzioni al PdA per allevamento di vitelloni ubicato in ex zona B e con bassa concentrazione zootecnica



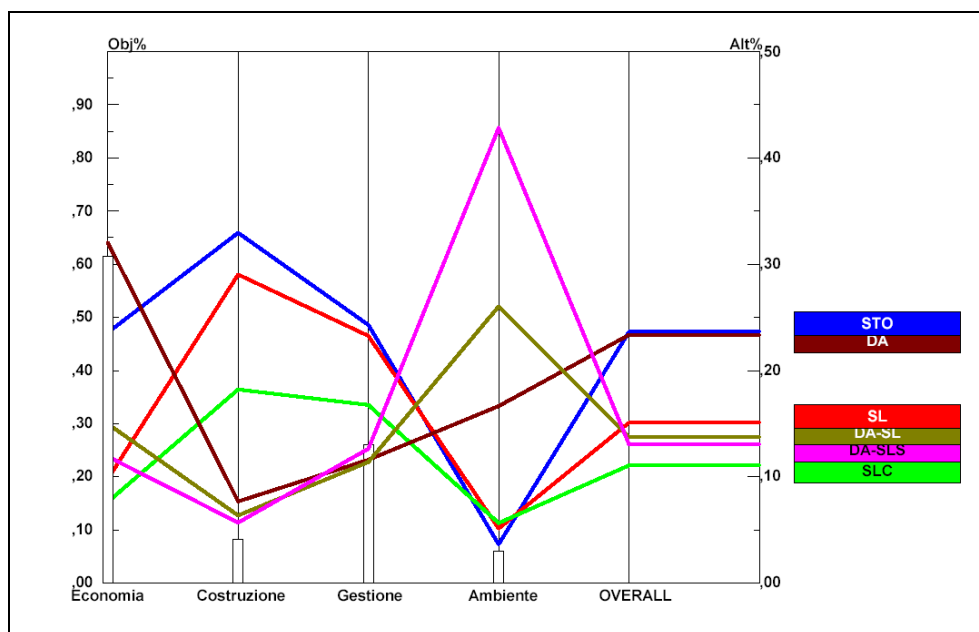
Ordinamento delle soluzioni al PdA per allevamento di vitelloni ubicato in ex zona B e con alta concentrazione zootecnica



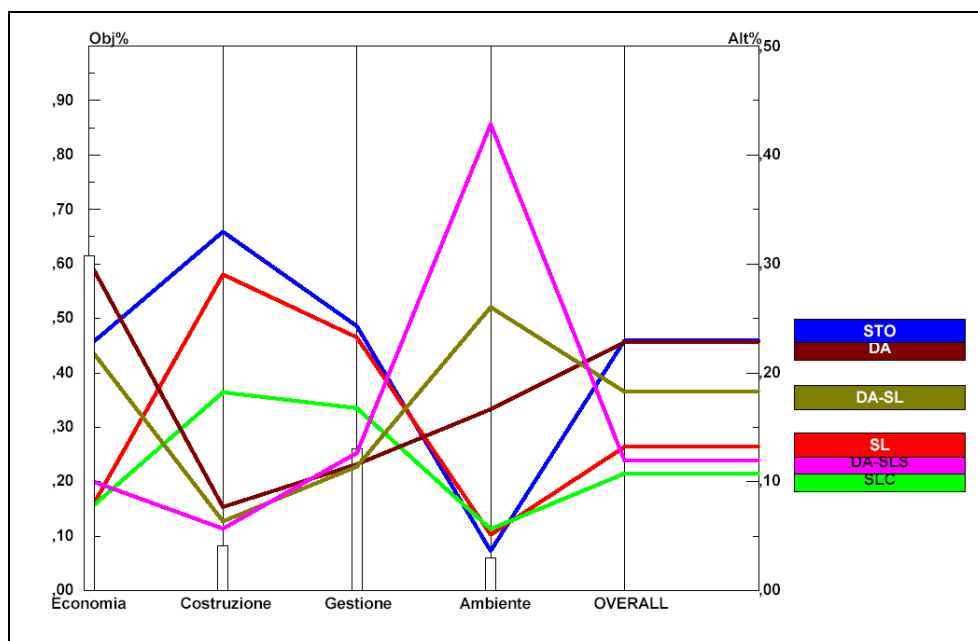
Ordinamento delle soluzioni al PdA per allevamento di vitelloni ubicato in ex zona C e con bassa concentrazione zootecnica



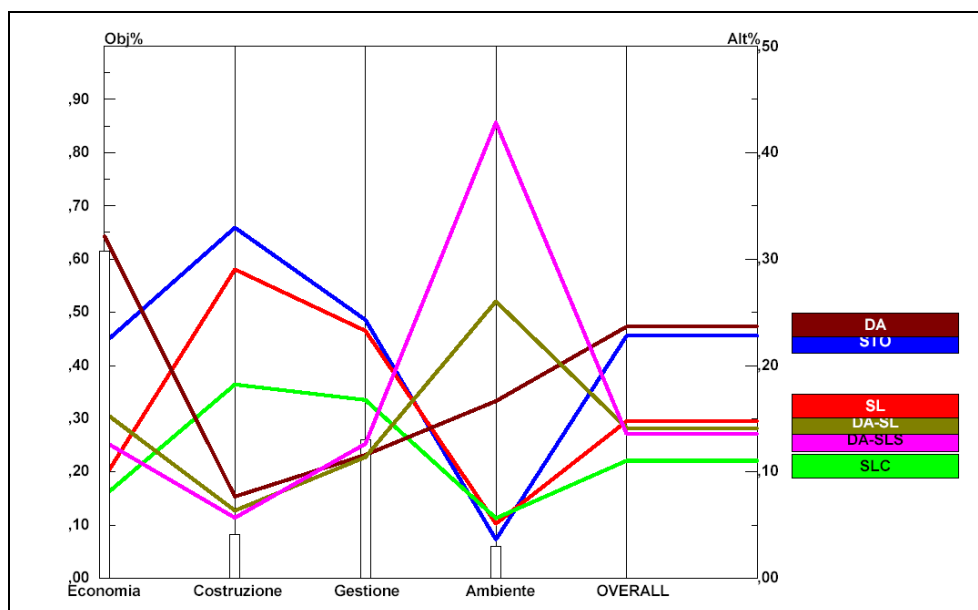
Ordinamento delle soluzioni al PdA per allevamento di vitelloni ubicato in ex zona C e con alta concentrazione zootecnica



Ordinamento delle soluzioni al PdA per allevamento di vitelloni ubicato in ex zona D e con bassa concentrazione zootecnica



Ordinamento delle soluzioni al PdA per allevamento di vitelloni ubicato in ex zona D e con alta concentrazione zootecnica



Gli ordinamenti illustrati dalle figure precedenti e riassunti nella tabella che segue, evidenziano come le soluzioni più interessanti siano quelle già individuate per le vacche da latte, ovvero la soluzione agronomica più semplice (STO) e la digestione anaerobica (DA). Queste due soluzioni spiccano in modo più deciso sulle altre. La distinzione fra le due, inoltre, è molto più sfumata. La soluzione STO sembra leggermente preferibile nelle aree a bassa concentrazione zootecnica

mentre la DA in quelle con più allevamenti. Nel complesso, la soluzione DA sembra meglio competere con la STO in tutte le situazioni, probabilmente a causa delle più elevate dimensioni dell'allevamento di vitelloni rispetto a quello di vacche da latte. Anche in questo caso va ricordato, che la preferibilità della soluzioni STO e DA è condizionata dalla reperibilità di suoli su cui impiegare i reflui. Nel caso essi siano difficilmente reperibili diventano competitive le soluzioni capaci di rimuovere l'azoto dal refluo, come la DA-SLS. In questo caso i costi d'investimento sono piuttosto elevati e difficilmente sostenibili dagli allevatori in assenza di adeguati aiuti.

Tabella riassuntiva delle soluzioni preferibili per l'allevamento con vitelloni per ex zona allegato D alla DGR n. 3733/92 per concentrazione zootecnica territoriale

		Concentrazione azoto	
		Bassa	Alta
Zona allegato "D" – DGR n. 3733/92	B	DA/STO	STO/DA
	C	STO	STO/DA
	D	STO/DA	DA

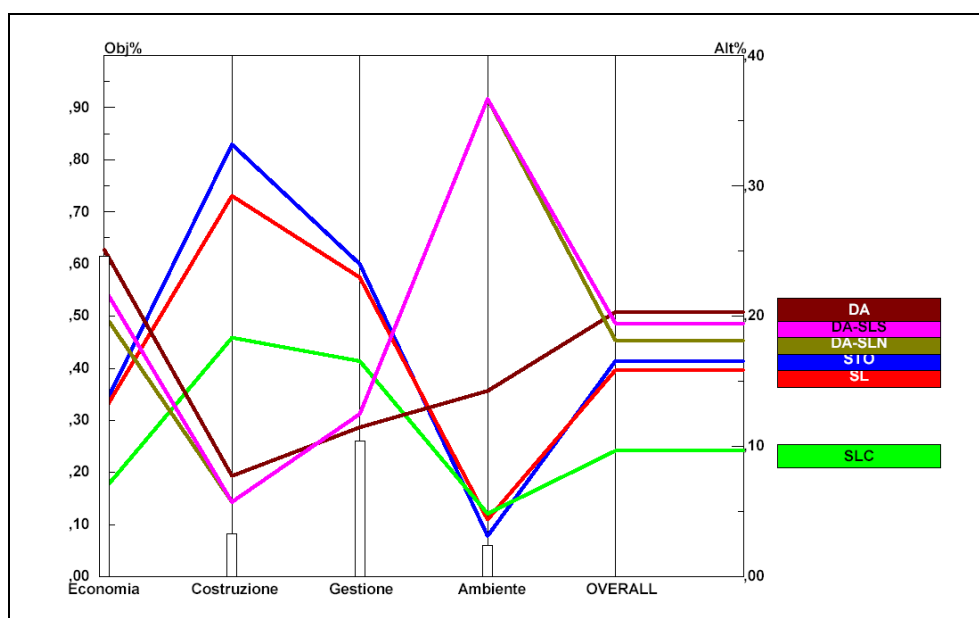
11.4. I risultati della valutazione multicriterio delle soluzioni al PdA nell'allevamento di suini da ingrasso

La valutazione multicriterio delle soluzioni alternative al PdA nell'allevamento di suini da ingrasso utilizza informazioni molto simili a quelle già presentate per gli allevamenti bovini, a parte i costi d'investimento, che risultano decisamente più elevati, e gli aspetti reddituali. Anche in questo caso le soluzioni di tipo agronomico, non richiedendo grandi investimenti ma molto suolo dove adottare la fertilizzazione organica, sono di facile realizzazione tecnica ma poco flessibili, poco trasparenti e dalla logistica problematica. Al contrario, le soluzioni basate sulla digestione anaerobica (DA, DA-SL e DA-SLS) richiedono notevoli investimenti e sono più difficili da realizzare concretamente, ma semplificano notevolmente la gestione, anche agronomica, del refluo.

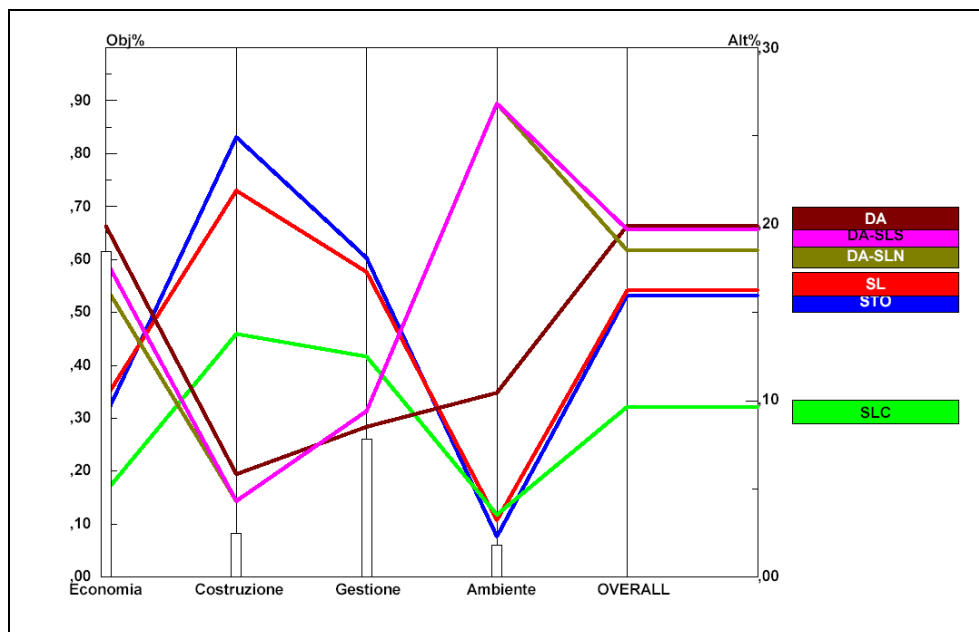
La matrice di valutazione delle soluzioni aziendali al PdA nell'allevamento con suini all'ingrasso

	Investimento (0,250)	Variazione PN (0,750)	Permessi (0,195)	Dimensione (0,088)	Conflitti (0,717)	Flessibilità (0,075)	Logistica (0,229)	Affidabilità (0,696)	Inquinament o (0,655)	Odori (0,345)
STO	0	VEDI SCENARIO	1,000	1,000	1,000	0,176	0,093	1,000	0,085	0,087
SL	75.981		0,694	1,000	0,917	0,311	0,140	0,925	0,119	0,123
SLC	125.095		0,623	0,781	0,506	0,149	0,179	0,649	0,163	0,074
DA	1.130.000		0,271	0,228	0,224	1,000	0,466	0,240	0,385	0,397
DA-SLN	1.970.298		0,117	0,145	0,192	1,000	1,000	0,109	1,000	1,000
DA-SLS	1.586.445		0,117	0,145	0,192	1,000	1,000	0,109	1,000	1,000

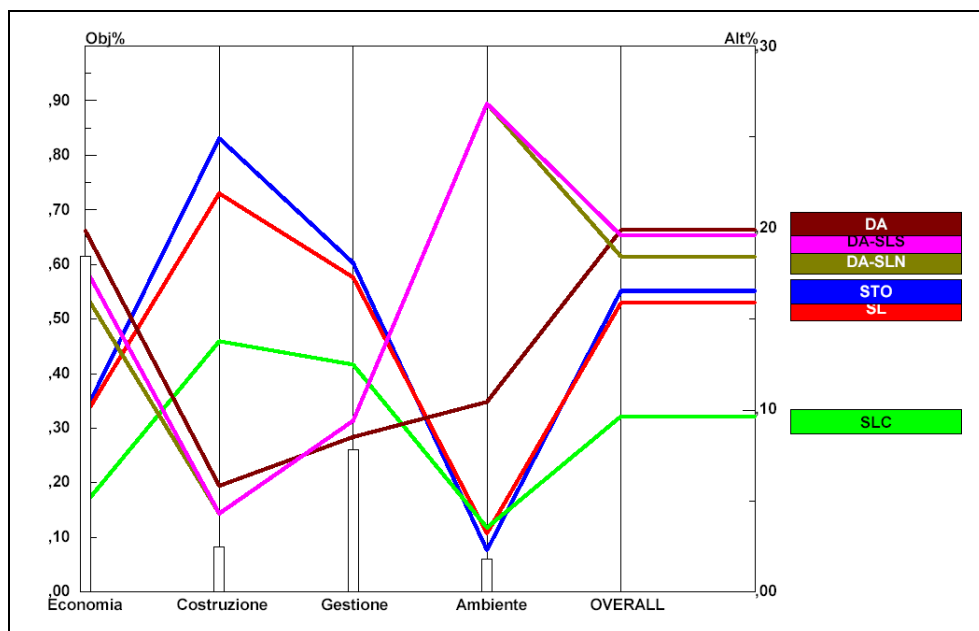
Ordinamento delle soluzioni al PdA per allevamento di suini ubicato in ex zona C e con bassa concentrazione zootecnica



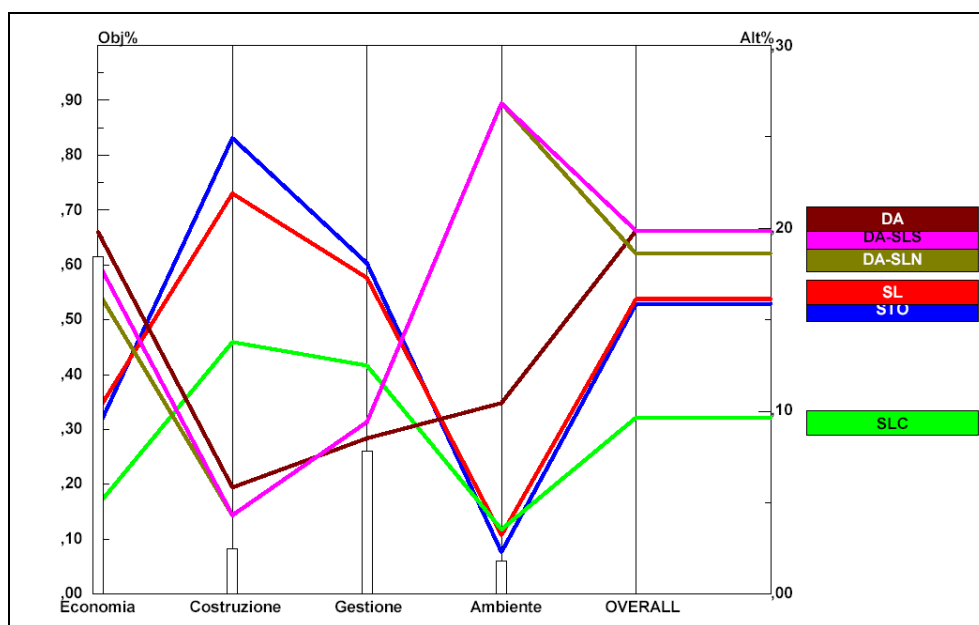
Ordinamento delle soluzioni al PdA per allevamento di suini ubicato in ex zona C e con alta concentrazione zootecnica



Ordinamento delle soluzioni al PdA per allevamento di suini ubicato in ex zona D e con bassa concentrazione zootecnica



Ordinamento delle soluzioni al PdA per allevamento di suini ubicato in ex zona D e con alta concentrazione zootecnica



Gli ordinamenti illustrati dalle figure precedenti e riassunti nella tabella che segue, evidenziano come le soluzioni più interessanti siano, diversamente da quelle individuate per gli allevamenti bovini, quelle incentrate sulla digestione anaerobica (DA). Queste soluzioni emergono in modo netto su quelle di tipo agronomico e, in particolare, su quella che precede il compostaggio (SLC), sfavorita dalla necessità di integrare con materiale vegetale che fa aumentare significativamente i suoli necessari all'impiego dei reflui. Interessante, inoltre, notare la competitività delle soluzioni che prevedono la rimozione dell'azoto dai reflui (DA-SLS). Evidentemente, le economie di scala dovute alle dimensioni dell'allevamento e l'onere elevato degli atti d'assenso suggeriscono soluzioni radicali al problema.

Anche in questo caso i costi d'investimento sono molto elevati e difficili da affrontare da parte degli allevatori.

Tabella riassuntiva delle soluzioni preferibili per l'allevamento con suini per ex zone Allegato D alla DGR n. 3733/92 e per concentrazione zootecnica territoriale

		Concentrazione azoto	
		Bassa	Alta
Zona allegato "D" – DGR n. 3733/92	C	DA	DA/SLS
	D	DA/SLS	DA/SLS

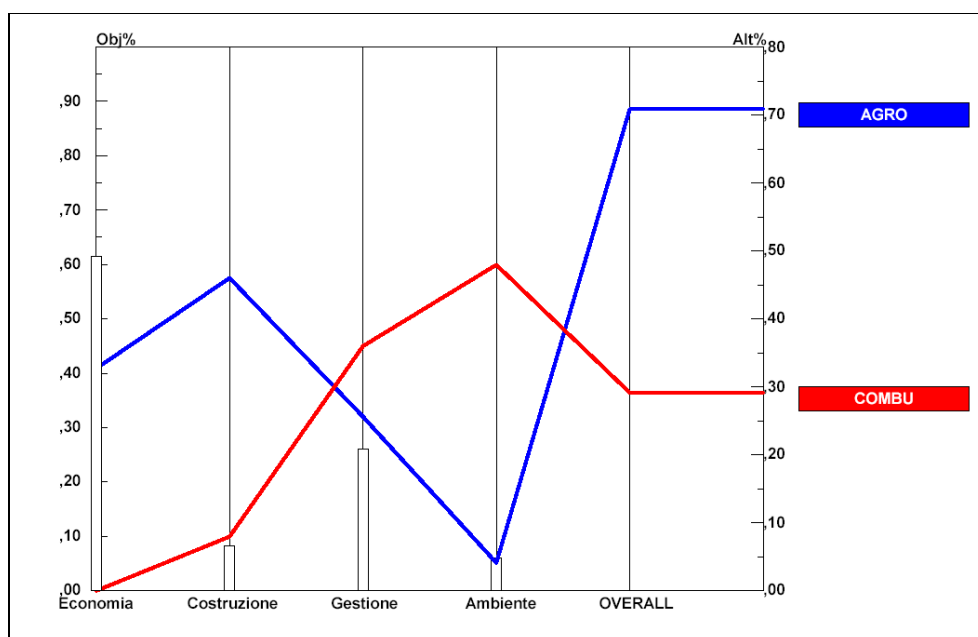
11.5. I risultati della valutazione multicriterio delle soluzioni al PdA nell'allevamento avicolo (ovaiole)

La valutazione multicriterio delle soluzioni alternative al PdA nell'allevamento avicolo utilizza informazioni molto simili a quelle già presentate per gli allevamenti bovini a parte, ovviamente, i costi d'investimento e le implicazioni in termini di reddito. In questo caso la valutazione è molto semplice, prendendo in considerazione solo due soluzioni: quella agronomica (STO) e la combustione (COMBU). La soluzione agronomica, non richiedendo investimenti ma molto suolo dove adottare la fertilizzazione organica, è di facile realizzazione tecnica e comporta una modesta contrazione di reddito. Essa, tuttavia, è poco flessibile e trasparente e dalla logistica problematica. Al contrario, la combustione richiede un consistente investimento ed è un po' più complicata da realizzare concretamente, ma semplifica notevolmente la gestione della pollina.

La matrice di valutazione delle soluzioni aziendali al PdA nell'allevamento avicolo

	Investimento (0,250)	Variazione PN (0,750)	Permessi (0,195)	Dimensione (0,088)	Conflitti (0,717)	Flessibilità (0,075)	Logistica (0,229)	Affidabilità (0,696)	Inquinament o (0,655)	Odori (0,345)
AGRO	0	-9832	1,00	1,00	1,00	0,18	0,09	1,00	0,09	0,09
COMBU	368880	-15090	0,12	0,15	0,19	1,00	1,00	0,90	1,00	1,00

Ordinamento delle soluzioni al PdA per allevamento di ovaiole



L'ordinamento presentato nella figura precedente non lascia dubbi sul fatto che la soluzione agronomica, ove possibile, sia la più conveniente. La convenienza si fonda sugli aspetti economici e realizzativi. Per contro, pone delle difficoltà nella logistica dei reflui e nelle implicazioni ambientali della fertilizzazione con la pollina. Quindi, la soluzione STO è da preferire solo nei casi dove ci sono ampie superfici agricole in aree poco urbanizzate e con bassa concentrazione zootecnica. In tutti gli altri casi la combustione rappresenta un'alternativa praticabile.

12.0. Considerazioni riassuntive

Il presente rapporto illustra le analisi svolte per quantificare le implicazioni economiche dell'introduzione delle misure previste dal programma d'azione regionale per l'utilizzazione agronomica degli effluenti zootecnici nelle zone dichiarate vulnerabili all'inquinamento da nitrati di origine agricola.

Le analisi sono state eseguite con dei modelli tecnico-economici di allevamenti "tipici" in grado di simulare il processo di formazione del reddito dell'imprenditore e, contemporaneamente di eseguire un bilancio dell'azoto a livello aziendale. Su tali modelli sono state simulate due categorie di adattamento:

- 1) Adattamenti di tipo agronomico che prevedono la possibilità di ottemperare al PdA acquisendo nuove superfici;
- 2) Adattamenti misti che integrano, alla soluzione agronomica, forme più a meno intense di trattamento dei reflui.

Le valutazioni sono state eseguite assumendo che, inizialmente, gli allevamenti rispettassero le prescrizioni dell'allegato D al Piano Regionale di Risanamento delle Acque, adottassero una gestione dei liquami esclusivamente agronomica e uno spargimento nei suoli in proprietà dell'allevamento e ubicati prevalentemente nelle sue vicinanze.

Rimandando ai capitoli precedenti per gli approfondimenti specifici, si riporta che:

- 1) La perdita di reddito dovuta all'introduzione del PdA cresce passando dalla ex zona B alla ex zona D dell'allegato D alla DGR n. 3733/92, in quanto gli allevamenti originariamente ubicati in ex zona D devono sostenere maggiori costi (più che doppi) di adattamento rispetto a quelli ubicati in ex zona B, dove i vincoli preesistenti erano già piuttosto rigidi.
- 2) Le perdite di reddito crescono notevolmente al crescere della distanza dei suoli reperiti per l'impiego agronomico, specie se essi sono ubicati in zona vulnerabile dove le superfici da reperire sono maggiori.
- 3) In linea generale è conveniente reperire suoli in zona vulnerabile solo se essi sono molto vicini all'allevamento. Negli altri casi, il vantaggio di potere impiegare maggiori quantità di refluo per ettaro in zona non vulnerabile supera lo svantaggio derivante dai maggiori costi di trasporto; questo differenziale cresce al crescere della concentrazione di azoto nel refluo, come nel compost e nella frazione solida ottenuta per separazione e nella pollina.

- 4) Le soluzioni di tipo prevalentemente agronomico (stoccaggio) risultano competitive negli allevamenti di piccole dimensioni ubicati in ex zona B.
- 5) Le soluzioni basate sulla digestione anaerobica sono preferibili negli allevamenti di maggiori dimensioni e ubicati in ex zona C e D.
- 6) Le soluzioni più spinte e basate sulla digestione anaerobica accompagnata dallo strippaggio o dalla denitrificazione sembrano competitive sono negli allevamenti di suini di grandi dimensioni; negli altri casi sono proponibili solo in situazioni particolarmente difficili (poco suolo, elevato grado di urbanizzazione e di concentrazione zootecnica).

Le variazioni di reddito stimate sono, ovviamente, valide per le ipotesi formulate e, in particolare, nell'ipotesi in cui gli allevamenti posseggano in partenza una quantità di suolo adeguata ad ottemperare a quanto prescritto all'ex allegato D alla DGR n. 3733/92. Inoltre, è stato ipotizzato che l'allevatore/agricoltore, con l'adozione del Piano di Utilizzazione Agronomica (PUA) previsto dal PdA, operi una sostanziale razionalizzazione dell'impiego dell'azoto prodotto in allevamento, minimizzando gli apporti di origine minerale. In sostanza, le variazioni di reddito stimate sono al netto dei risparmi ragionevolmente realizzabili nella fertilizzazione delle superfici condotte direttamente dall'allevatore. Se, invece, si assume che la fertilizzazione azotata sia già stata ottimizzata, allora questo risparmio non vi sarebbe e la perdita di reddito risulterebbe più consistente e commisurata alla superficie in conduzione. Tale maggior perdita di reddito ammonterebbe da 2,6 a 5,6 mila euro nell'allevamento con vacche da latte, da 8,4 a 17,7 mila euro nell'allevamento di vitelloni ed a 14 a 41 mila euro in quello di suini da ingrasso. Si tratta di perdite consistenti (circa 90 Euro per ettaro in conduzione) che dimostrano come la buona integrazione fra produzione animale e vegetale possa significativamente influenzare l'impatto economico di norme volte a ridurre il peso ambientale della zootecnia intensiva.

13.0. Riferimenti normativi

DGR 26 giugno 1992, n. 3733 - Piano Regionale di Risanamento delle Acque. Modifica dell'allegato D "Norme per lo spargimento dei liquami provenienti da allevamenti zootecnici".

Circolare 18 maggio 1993 n. 20 - Note esplicative all'allegato D del Piano Regionale di Risanamento delle Acque, approvato con provvedimento del Consiglio Regionale n. 962 dell'1-9-1989 e modificato con DGR n. 3733 del 26-6-1992 relativo allo spargimento sul suolo agricolo di liquami derivanti da allevamenti zootecnici.

DGR 3 agosto 1993 n. 3782 – Piano Regionale di Risanamento delle Acque. Allegato D. Norme per lo spargimento dei liquami provenienti da allevamenti zootecnici. Approvazione delle "Linee guida per la presentazione dei piani di concimazione".

DGR 22 dicembre 1998 n. 4954 – Piano Regionale di Risanamento delle Acque (PRRA). Allegato D "Norme per lo spargimento dei liquami provenienti da allevamenti zootecnici". Integrazioni e modifiche delle "Linee guida per la presentazione dei piani di concimazione" approvate con D.G.R. 03.08.93 n. 3782.

Direttiva 91/676/CEE del Consiglio, del 12 dicembre 1991, relativa alla protezione delle acque dell'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole.

Decreto Ministeriale 7 aprile 2006 - Criteri e norme tecniche generali per la disciplina regionale dell'utilizzazione agronomica degli effluenti di allevamento, di cui all'art 38 del decreto legislativo 1999 n. 152.

Delibera del Consiglio Regionale n. 62 del 17 maggio 2006 - Designazione delle zone vulnerabili da nitrati di origine agricola ai sensi dell'art. 92 del D.Lgs. 3 aprile 2006 n. 152 (ex articolo 19 D.Lgs n.152/1999).

DGR n. 2495 del 7.8.2006 - Criteri e norme tecniche per l'utilizzazione agronomica degli effluenti zootecnici e aziendali di cui agli articoli 28 e 38 del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152. Programma d'azione regionale per le zone vulnerabili ai nitrati di origine agricola, ai sensi dell'articolo 19 del decreto legislativo 11 maggio 1999 n. 152.

DGR n. 2439 del 7 agosto 2007 - Approvazione dei criteri tecnici applicativi e della modulistica per la presentazione delle comunicazioni di spandimento e dei piani di utilizzazione agronomica degli effluenti di allevamento.

PARTE SECONDA

A. Parte generale

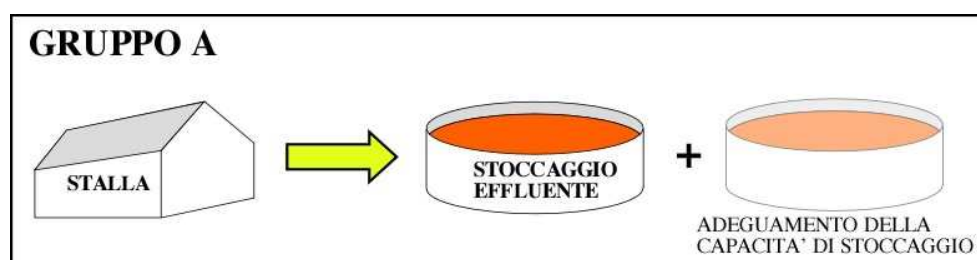
Tutte le soluzioni presentate hanno lo scopo di orientare le aziende zootecniche nella scelta degli adeguamenti gestionali e strutturali necessari agli allevamenti per il rispetto delle nuove prescrizioni dettate dalla Direttiva Nitrati e, in particolare, sono rivolte ad ottimizzare, direttamente o indirettamente, i processi di stoccaggio e trattamento degli effluenti aziendali prodotti.

In proposito si descrivono di seguito quattro tipi di linee gestionali, che si differenziano tra loro per la complessità e l'intensità di modifica quali-quantitativa dell'azoto contenuto nell'effluente prodotto tal quale.

Si precisa, in ogni caso, che gli obiettivi fissati dalla Direttiva Nitrati per la tutela dei corpi idrici possono essere soddisfatti adottando anche soluzioni tecniche o sistemi di trattamento (chimico-fisico-biologico) non esaminati nella presente Parte Seconda.

Gruppo A

A1 Adeguamento della capacità di stoccaggio.

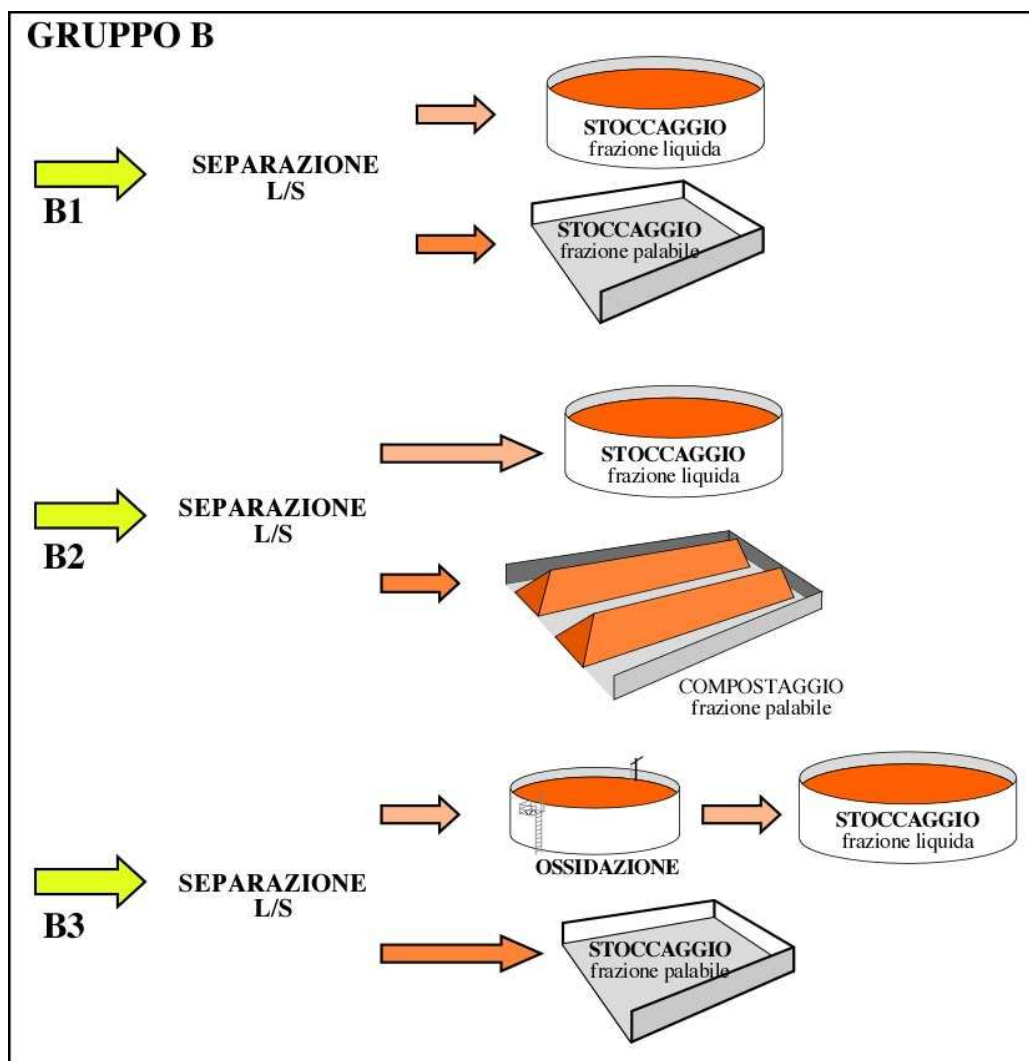


Gruppo B

B1 Separazione liquido/solido + stoccaggio degli effluenti ottenuti;

B2 Separazione L/S + biossidazione della frazione liquida + stoccaggio degli effluenti ottenuti;

B3 Separazione L/S + biossidazione della frazione solida (**compostaggio**) + stoccaggio degli effluenti ottenuti.



Elementi comuni alle tre soluzioni sopra elencate nel Gruppo B sono l'effettuazione di un trattamento di separazione L/S iniziale e, di conseguenza, l'ottenimento di effluenti non palabili e palabili.

Nello specifico:

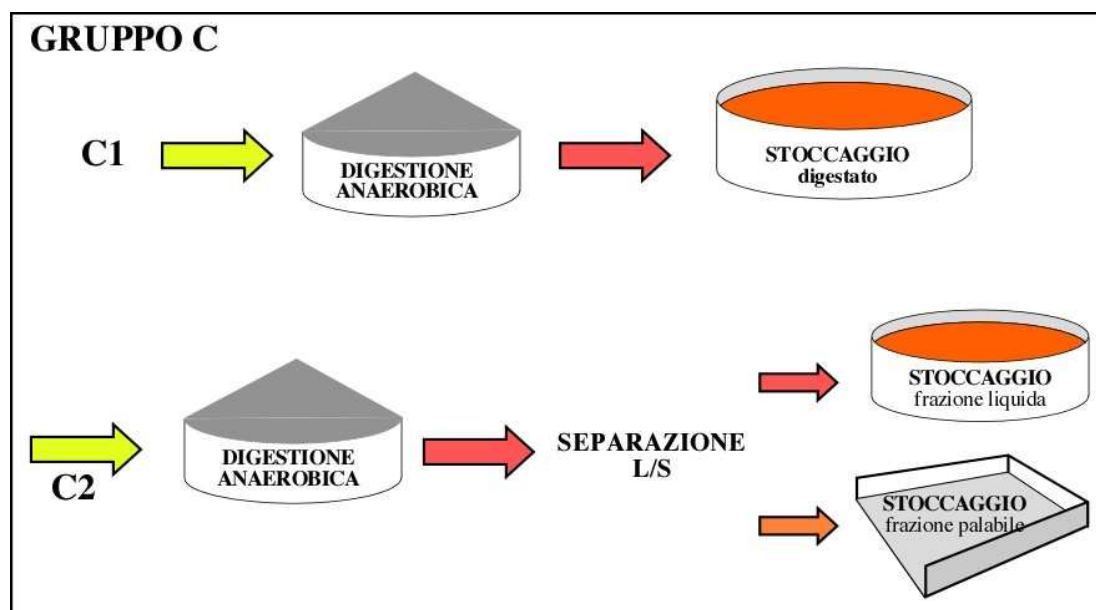
- la soluzione B1 si esaurisce con lo stoccaggio delle due frazioni ottenute;
- la soluzione B2 prevede che la frazione solida separata venga sottoposta a un trattamento di biossidazione (compostaggio);
- la soluzione B3 interessa invece il trattamento del chiarificato ottenuto dalla separazione, che viene sottoposto ad ossidazione aerobica.

Le soluzioni B2 e B3, che possono anche coesistere all'interno del medesimo allevamento, sono in grado di produrre una modesta riduzione netta dell'azoto organico presente nelle deiezioni tal quali, proprio a seguito dei trattamenti di biossificazione effettuati.

Gruppo C

C1 Digestione anaerobica + stoccaggio;

C2 Digestione anaerobica + separazione L/S + stoccaggio degli effluenti ottenuti.

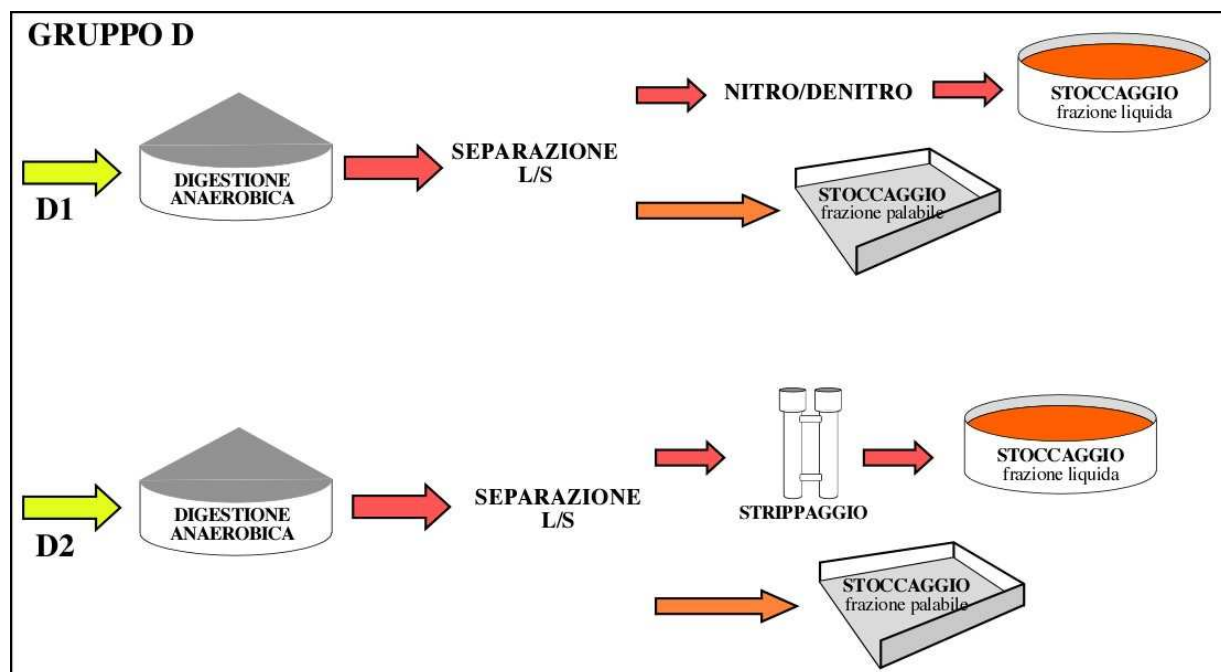


I trattamenti compresi in questo gruppo non comportano alcuna riduzione netta dell'azoto, che si ritrova quantitativamente immutato⁶ al termine delle due linee gestionali descritte.

⁶ La produzione annua di azoto escretato tiene già conto nei parametri indicati dal DM 7 aprile 2006 delle perdite azotate ascrivibili alle fasi di stabulazione e di stoccaggio degli effluenti.

Gruppo D

- D1** Digestione anaerobica + separazione L/S + trattamento biologico della frazione liquida (**nitro-denitro**) + stoccaggio della frazione liquida e palabile ottenute dal digestato;
- D2** Digestione anaerobica + separazione L/S + trattamento fisico-chimico della frazione liquida (**strippaggio**) + stoccaggio della frazione liquida e palabile ottenuta dal digestato.



Le soluzioni D1 e D2 differiscono tra loro poiché:

- con la prima, in virtù del trattamento biologico di tipo nitro-denitro operato a carico del digestato chiarificato, si ottiene un consistente abbattimento dell'azoto contenuto nella frazione liquida;
- con la seconda, comprendente un trattamento di strippaggio, si ottiene una consistente riduzione del contenuto di azoto nella frazione liquida del digestato, anche se inferiore a quella conseguibile con la precedente soluzione; l'azoto viene in questo caso recuperato sotto forma di sale, e come tale può essere facilmente trasferito ad altri utilizzi agronomici extraziendali.

1.0. I trattamenti

I trattamenti considerati e proposti nelle diverse combinazioni nelle linee gestionali sopra menzionate sono pertanto i seguenti:

- stoccaggio di effluenti non palabili e palabili, tal quali o trattati;
- separazione liquido/solido dei reflui, con differenti risultati in termini di efficienza di separazione in funzione dell'attrezzatura utilizzata;
- trattamento di digestione anaerobica, con recupero energetico da biogas;
- trattamento di bioossidazione (ossigenazione e/o compostaggio) degli effluenti non palabili o palabili;
- trattamento biologico di nitrificazione/denitrificazione;
- trattamento fisico-chimico di strippaggio;
- combustione diretta.

Di seguito si descrivono i singoli trattamenti evidenziando per ciascuno di essi il contributo alla ottimizzazione della gestione degli effluenti.

2.0. Lo stoccaggio di effluenti non palabili e palabili

Lo stoccaggio, fattore comune a tutte le soluzioni gestionali, è caratterizzato da una durata che dipende dalla specie animale allevata, dalla quantità annua di azoto prodotta dall'allevamento, dal tipo effluente risultante (non palabile o palabile), dalla vulnerabilità o meno dei terreni destinati a ricevere i reflui.

Gli effluenti non palabili presenti nelle vasche liquami sono soggetti ad una diversa possibilità di controllo delle emissioni di azoto ammoniacale a seconda dell'adozione delle tre soluzioni gestionali di seguito riportate:

- a) stoccaggio semplice, privo di qualsiasi sistema di schermatura delle emissioni aeriformi e di omogeneizzazione della massa;
- b) stoccaggio dotato di dispositivi di omogeneizzazione (azionati da motori elettrici);
- c) stoccaggio dotato di copertura con funzione di schermo verso le emissioni e/o di protezione dalle precipitazioni.

Le combinazioni possibili sono:

- a)
- a) + b)
- a) + b) + c)

Ai fini pratici le perdite di azoto in atmosfera dagli effluenti tal quali durante la fase di stoccaggio e maturazione nelle vasche liquami sono definite pari al 28% dell'azoto presente nelle escrezioni tal quali, così come individuato nelle tabelle applicative del DM 7 aprile 2006.

3.0. La separazione liquido/solido

La separazione liquido/solido (L/S), applicata al trattamento di effluenti zootecnici, ha lo scopo di rimuovere dal liquame tal quale, con diverse modalità, quantità variabili di solidi in sospensione e di nutrienti (NPK) in funzione delle caratteristiche costruttivo-funzionali dell'attrezzatura considerata; dall'esecuzione di tale trattamento si ottengono un effluente "chiarificato" (frazione liquida) ed una frazione solida (frazione palabile).

Su tali basi la qualità del lavoro di un'attrezzatura è valutata in funzione dell'efficienza di separazione, ovvero della quantità, espressa come peso o percentuale, di sostanza secca, solidi sospesi, azoto, ... che possono essere trasferiti nella frazione solida.

Quale che sia il parametro considerato (sostanza secca, solidi sospesi, Total Kjeldhal Nitrogen...), la separazione L/S consente soltanto di ripartire detti elementi nei due flussi, senza operare in essi alcuna trasformazione di tipo quantitativo (volatilizzazione della frazione ammoniacale) o qualitativo.

Nel modello gestionale detto trattamento viene previsto subito dopo l'uscita dalla stalla (sul liquame tal quale), oppure a valle di un processo di digestione anaerobica.

In funzione del tipo di risultato che si intende ottenere, è possibile valutare l'utilizzo di attrezzature diversificate per complessità costruttiva, rendimenti operativi, costo di acquisto e gestione.

Nel caso dei trattamenti afferenti ai gruppi B e C la scelta dell'attrezzatura, se orientata alla riduzione dei costi di impianto e di gestione, è indirizzata di preferenza verso separatori che operano per vagliatura (separatori a pressa o a tamburo), caratterizzati da livelli medi di efficienza di separazione, con un costo di acquisto e di gestione contenuto.

Dovendo invece ottenere prestazioni più spinte in termini di rimozione di solidi sospesi, azoto e fosforo dall'effluente chiarificato, come accade nei trattamenti del gruppo D, la scelta deve andare verso attrezzature più impegnative dal punto di vista dei costi di acquisto e di gestione, come le centrifughe, le nastropresse, le filtropresse, i flottatori.

4.0. La digestione anaerobica

È noto che la digestione anaerobica non modifica, se non in minima misura, il contenuto di azoto nell'effluente; diversamente, il processo di digestione anaerobica incide dal punto di vista qualitativo favorendo la trasformazione dei composti azotati in ammonio (N-NH_4^+), che non a caso rappresenta la frazione azotata prevalente nel digestato.

L'esecuzione di un trattamento di digestione anaerobica può essere funzionale alla gestione degli effluenti di allevamento per almeno due motivi:

- consente di disporre di un prodotto stabilizzato, non fitotossico, deodorizzato, tale da garantire una maggiore flessibilità operativa durante le operazioni di distribuzione;
- permette di produrre energia, elettrica e termica, con un beneficio, diretto e indiretto, all'economia aziendale, con positive e determinanti ricadute nella possibilità di eseguire, soprattutto, i trattamenti del gruppo D.

Al fine di ottimizzare il risultato economico del processo, è spesso opportuno miscelare gli effluenti zootecnici disponibili in azienda con altri prodotti (coformulanti), anch'essi da reperire in ambito agricolo, atti ad incrementare la produzione di biogas ottenibile.

5.0. I trattamenti bioossidativi

I trattamenti di bioossidazione possono essere attuati a carico degli effluenti non palabili (liquami tal quali, frazioni chiarificate) e di quelli palabili (letami, frazioni solide); nel primo caso ci si riferisce ad un trattamento ossidativo (o aerobico), nel secondo caso si può parlare di compostaggio.

Esiste anche il trattamento bioossidativo/compostaggio che vede l'impiego di liquami i quali vengono distribuiti su di un supporto (ad es. stocchi di mais opportunamente condizionati) in grado di assorbire temporaneamente l'eccesso di umidità, permettere il passaggio dell'aria, garantire una adeguata struttura alla massa, favorire lo sviluppo di microrganismi aerobi; se tutto ciò viene soddisfatto, grazie anche a periodici rivoltamenti e all'insufflazione d'aria, si instaurano nella massa quelle condizioni aerobiche, con sviluppo di reazioni esotermiche, favorevoli alla evaporazione dell'eccesso di acqua contenuto nel liquame di partenza.

Questi trattamenti, oltre che deodorizzare/stabilizzare i reflui, e, nel caso del compostaggio, provocare anche una consistente riduzione volumetrica e ponderale, possono dar luogo anche ad una più o meno consistente perdita di azoto che si volatilizza dalla massa sotto forma di NH_3 . L'entità di tale perdita, che dipende dalle modalità operative con cui viene condotto il trattamento, si attesta entro valori del 20-35%; il superamento di tali valori potrebbe contrastare con norme ambientali (ad esempio IPPC) qualora l'allevamento ne fosse soggetto.

Pertanto, nella prospettiva del massimo contenimento delle emissioni in aria, acqua e suolo, vanno normalmente preferiti altri sistemi di riduzione/allontanamento dell'azoto dalle deiezioni.

6.0. Trattamento ossidativo (o di aerazione)

Il trattamento di ossidazione avviene all'interno di una apposita vasca, in genere a carico della frazione chiarificata proveniente da un separatore.

Il trattamento è assimilabile ad un processo continuo completamente miscelato; per questo motivo il volume della vasca non è computabile ai fini dello stoccaggio.

Il dimensionamento della vasca di trattamento e delle attrezzature di aerazione vengono attuate assegnando, nell'ordine, un tempo di permanenza del prodotto di 15-20 giorni, ed una potenza unitaria di 15-25 W/m^3 in funzione del tipo di liquame da trattare. Per il funzionamento del sistema di aerazione sono consigliati cicli di 15-20' ogni ora, un tempo sufficiente perché il liquame possa stabilizzarsi a sufficienza e perché da esso possa volatilizzarsi una certa quantità di azoto sotto forma di ammoniaca.

In tal senso il termine "ossidazione" – pur concettualmente corretto, dato che l'ossigeno (atmosferico o proveniente da contenitori nei quali è stoccato allo stato liquido) si dissolve nel liquame – è riconducibile ad un processo che porta alla formazione di ammonio (e non di nitrato) e all'allontanamento dell'azoto sotto forma di ammoniaca.

La riduzione di azoto nel liquame tal quale sottoposto a questo tipo di trattamento dipende sia dall'intensità del processo che dal tempo di permanenza del liquame in vasca.

7.0. Trattamento di compostaggio

L'inserimento di un trattamento di compostaggio a carico del solido separato richiede la realizzazione di una apposita platea di compostaggio dotata di pavimentazione impermeabile, sponde di contenimento e relativo pozzetto di raccolta di eventuali liquidi di percolazione e/o delle acque meteoriche. Per una migliore gestione del processo di compostaggio è auspicabile l'impiego di sonde termometriche per monitorare la temperatura dei cumuli.

Il sistema ipotizzato nel modello gestionale prevede l'applicazione di un trattamento a cumuli discontinui periodicamente rivoltati; per la formazione di un singolo cumulo si utilizza la produzione settimanale della frazione solida ottenuta da un separatore a vaglio.

Se l'umidità di questo materiale risultasse eccessiva e tale da non garantire un rapido avvio del processo (evidenziabile con uno stentato innalzamento termico della massa), si rende necessario l'impiego di coformulanti (paglia, stocchi sfibrati, letame maturo, ecc.) addizionati in quantità tale da contenere l'umidità della miscela almeno entro il 50%.

Orientativamente, il tempo medio di permanenza di un singolo cumulo può essere di 13 settimane, ovvero 90 giorni, ottenuto passando dapprima attraverso una fase "attiva" (primi 30 giorni, caratterizzata da frequenti rivoltamenti) e poi una fase di "maturazione" (successivi 60 giorni 7), nel corso dei quali la frequenza dei rivoltamenti può essere ridotta.

Il rivoltamento può essere eseguito con pala meccanica montata frontalmente ad un trattore; in questo modo si vanno ad utilizzare attrezzature già disponibili in azienda, limitando così i costi di realizzazione e gestione. Il ricorso ad attrezzature dedicate (rivoltatrici portate o semoventi) può trovare giustificazione nel caso in cui il trattamento descritto entri a far parte di una specifica linea produttiva dell'azienda zootecnica.

La durata di 90 giorni, abbinata ad una gestione sequenziale della frazione solida ottenuta, consentirebbe di omettere la successiva fase di conservazione del prodotto maturo in concimaia. In tal senso un trattamento di biossificazione (compostaggio) così organizzato assumerebbe i connotati di "stoccaggio attivo", nel corso del quale, a scapito di un maggiore fabbisogno di superficie per l'accumulo, il materiale raggiunge la maturazione in condizioni controllate e sicure (igienizzazione) rispetto ad un normale stoccaggio.

8.0. Il trattamento biologico di nitrificazione-denitrificazione

Il trattamento di nitrificazione/denitrificazione – attuato per via biologica a carico dell'effluente chiarificato ottenuto da separazione L/S con *decanter* centrifugo, dopo digestione anaerobica – differisce in maniera sostanziale da tutti quelli sino ad ora considerati in quanto:

- può consentire di ottenere un abbattimento dell'azoto contenuto nell'effluente chiarificato fino al 90-95%, con una riduzione complessiva dell'azoto (rispetto a quello contenuto nel liquame di partenza) su valori non inferiori al 60-65%; l'azoto perduto si allontana prevalentemente sotto forma di N₂;
- dà luogo ad un effluente liquido fortemente chiarificato ed impoverito in azoto, con caratteristiche tali da poter essere utilizzato in fertirrigazione, e ad un "fango"⁷ che, a seconda dei casi, può essere accumulato tal quale, oppure disidratato (ad es. mediante centrifugazione) con produzione di un materiale palabile ed una frazione chiarificata che può essere reinserita nel processo di nitro-denitro.

⁷ Il termine "fango" è qui utilizzato in senso strettamente tecnico dato che, dal punto di vista normativo, questo materiale è da considerarsi in tutto e per tutto un effluente zootecnico.

Si può ricorrere a processi a fanghi attivi di tipo discontinuo (processo SBR, Sequential Biological Reactor), oppure di tipo continuo (processo MBR, Membrane Biological Reactor).

Nel primo (SBR), le fasi di ossidazione-nitrificazione, denitrificazione e sedimentazione finale (nel corso della quale si ottiene la produzione dell'effluente chiarificato e del fango) avvengono, con opportuna sequenza, all'interno della stessa vasca.

Nel secondo (MBR), la sedimentazione finale (che nei processi a fanghi attivi tradizionali è attuata per gravità in un sedimentatore finale) è sostituita da membrane di ultrafiltrazione che, rispetto ai sedimentatori convenzionali, assicurano elevate caratteristiche di chiarificazione (assenza di solidi sospesi e colloidali), che passano nel "retentato" (equivalente al fango di un processo a fanghi attivi convenzionale) assieme ad una parte delle molecole in soluzione.

L'affinamento dell'effluente chiarificato proveniente da un reattore SBR o MBR, necessario per renderne possibile lo scarico in acque superficiali (o il suo riutilizzo in azienda), potrebbe essere attuato ricorrendo ad un ulteriore trattamento di Osmosi Inversa o di fitodepurazione.

Il sistema MBR, rispetto ad altri sistemi, sembra fornire maggiori garanzie nella produzione di un effluente con elevate e costanti caratteristiche qualitative.

Gli elevati consumi energetici tipici delle tipologie di trattamenti qui descritti, imputabili in gran parte all'azionamento dei sistemi di insufflazione dell'aria, vengono resi economicamente possibili esclusivamente dal positivo bilancio energetico, oltre che economico, derivante dall'esecuzione di un trattamento di digestione anaerobica, con relativo sistema di cogenerazione.

9.0. Lo strippaggio

Lo strippaggio è un trattamento fisico-chimico che, analogamente a quello biologico, segue, nell'ordine, quelli di digestione anaerobica e di separazione L/S; il primo finalizzato a convertire la maggior quantità di azoto nella forma $N-NH_4^+$ e di fornire l'energia termica per il processo; il secondo a ridurre quanto più possibile il carico in solidi sospesi nel chiarificato.

Tale trattamento consente di provocare la volatilizzazione (strippaggio) di una consistente quantità di $N-NH_4^+$ che, liberandosi sotto forma di NH_3 , viene successivamente salificata mediante un trattamento con un acido.

Di norma il refluo da trattare subisce dapprima una leggera correzione nel pH con una sostanza alcalina e successivamente viene immesso nella torre di strippaggio dove, grazie anche all'innalzamento termico, si libera NH_3 .

Mentre il liquido si raccoglie alla base della torre (per poi essere allontanato), la fase gassosa contenente l'ammoniaca passa nella seconda torre, che contiene uno scrubber, dove subisce un lavaggio con una soluzione acida che porta alla formazione di un sale d'ammonio, che viene raccolto sotto forma di soluzione più o meno concentrata.

L'intero processo avviene senza che vi possa essere contatto con l'atmosfera, scongiurando così il rilascio di gas e odori.

Prodotti del trattamento sono quindi un refluo impoverito dell'azoto ammoniacale (che passa allo stoccaggio) e una soluzione salina.

A differenza del trattamento di nitrificazione/denitrificazione, in questo caso l'azoto non esce dal bilancio di materia, ma viene "concentrato" nella soluzione salina potendo in tal modo ipotizzarne una valorizzazione commerciale e/o comunque un utilizzo extraziendale.

10.0. Trattamenti degli effluenti provenienti da allevamenti avicoli

Gli effluenti degli allevamenti avicoli si differenziano da quelli prodotti da altre categorie di animali allevati per i seguenti motivi:

- sono normalmente caratterizzati da un contenuto in umidità sensibilmente inferiore (compreso tra il 20% ed il 50%);
- hanno, a parità di peso vivo, un contenuto in azoto sensibilmente superiore a quello delle deiezioni prodotte dalle altre categorie di animali allevati;
- sono prodotti in aziende agricole che si contraddistinguono spesso per l'assenza, o la ridotta disponibilità, di terreni da utilizzare per la distribuzione degli effluenti.

Sulla base dei suddetti aspetti, i trattamenti degli effluenti provenienti dagli allevamenti avicoli possono prevedere anche processi di combustione diretta, pirolisi, gassificazione, pirogassificazione, ristrutturazione molecolare catalitica, ...

11.0. Considerazioni finali

Dall'esame delle linee gestionali e dei singoli trattamenti, con riferimento alla gestione e al possibile abbattimento, anche parziale, del contenuto di azoto presente nelle deiezioni zootecniche, si possono esporre le seguenti considerazioni:

- una parte dei trattamenti descritti sono da tempo presenti negli allevamenti nell'ambito della gestione degli effluenti zootecnici; alcuni ormai ubiquitari (come lo stoccaggio) perché resi obbligatori dalle norme; altri sono meno diffusi, ma comunque ben conosciuti (separazione L/S, biossidazione, digestione anaerobica);
- i trattamenti di nitrificazione-denitrificazione e di strippaggio – mutuati dal settore della depurazione civile ed industriale, dove sono ormai tecnologia consolidata – necessitano di un necessario adattamento alle diverse tipologie di effluenti presenti nel settore zootecnico;
- i trattamenti di nitro-denitrificazione e di strippaggio, efficaci nel rimuovere/abbattere l'azoto degli effluenti zootecnici allo stato liquido, sono energivori; il primo, in particolare, per il consumo di energia elettrica, il secondo per quella termica; ecco pertanto la convenienza ad abbinarli, dove possibile, alla digestione anaerobica, ottenendo da questa l'energia necessaria per il loro funzionamento;
- sempre con riferimento ai trattamenti di strippaggio e di nitrificazione/denitrificazione esiste la possibilità tecnica di applicazione congiunta di entrambe le forme di trattamento all'interno del medesimo impianto, dato che il primo trattamento potrebbe avere la funzione di alleggerire il reflu dall'azoto ammoniacale, facilitando così l'esecuzione del trattamento depurativo, in modo particolare nella fase di nitrificazione.

Non va infine dimenticata l'esistenza di altre tecniche o sistemi di trattamento, sempre finalizzati alla riduzione della carica di nutrienti del reflu, con particolare attenzione ad azoto e fosforo; essi comprendono, ad esempio l'evaporazione, l'ultrafiltrazione su membrane, l'utilizzo di particolari ceppi batterici ed altri metodi, che si auspica in futuro possano affiancarsi alle tecniche o ai sistemi di trattamento oggi più diffusi.

B. Parte applicativa

Sulla base della suddivisione in gruppi esposta nei precedenti paragrafi, di seguito si procede ora ad una rassegna di soluzioni gestionali riferite alle seguenti tipologie di allevamento:

- Vacche da latte;
- Bovini da carne;
- Suini da ingrasso;
- Avicoli (broilers e tacchini).

Per ciascun gruppo, e con riferimento a casi reali, si procederà nella definizione delle caratteristiche costruttivo-impiantistiche ed economiche ottenute dall'applicazione di un semplice modello di calcolo attraverso il quale è risultato possibile calcolare, con sufficiente approssimazione, l'onerosità di ciascun trattamento, sia in termini assoluti che unitari (per metro cubo di reflu, per kg di azoto volatilizzato, ecc.).

1.0. Allevamento di vacche da latte

1.1. Dati di partenza

L'allevamento in questione è parte integrante di un'azienda agricola a conduzione familiare che si trova in provincia di Vicenza in zona vulnerabile ai nitrati.

Tutte le colture praticate nei terreni in proprietà/affitto sono funzionali al rifornimento alimentare dei capi allevati. L'allevamento dispone inoltre di una ulteriore quantità di terreni in concessione utilizzati per la distribuzione degli effluenti di allevamento.

L'allevamento comprende 285 vacche da latte in produzione (inclusi gli animali in asciutta) e 361 capi da rimonta (manze e vitelle).

Sulla base di tale ripartizione, e del relativo peso vivo allevato, di seguito si riportano i dati del peso vivo allevato e della produzione giornaliera di deiezioni, costituita per intero da liquami:

Peso vivo allevato

categoria	capi (n°)	peso vivo (kg/capo)	(t)
vacche in produzione e asciutte	285	600	171
manze e vitelle sopra l'anno	243	300	73
vitelle fino a 1 anno	118	100	12
capi allevati	646	396	256
	somma	media	somma

Effluenti non palabili (solo deiezioni)

	(t/t pv·anno)	(t/anno)	(t/d)	(kg/d·capo)
vacche in produzione e asciutte	33	5.643	15,5	54
manze e vitelle sopra l'anno	26	1.895	5,2	21
vitelle fino a 1 anno	22	260	0,7	6
	30,5	7.798	21,4	33
	media	somma	somma	media

A tale produzione, calcolata con i dati dell'Allegato F alla DGR n. 2439/2007, è stata aggiunta quella relativa alle acque di mungitura, che nell'allevamento in questione è pari a 11,1 t/d – pari a 4.057 t/anno - che, per motivi impiantistici, non risulta possibile separare da quella delle deiezioni.

La produzione complessiva di effluenti risulta pertanto pari a:

$$\begin{aligned} \text{annua: } & 7.798 + 4.047 = 14.423 \text{ t} \\ \text{giornaliera: } & 14.423 / 365 = 39,5 \text{ t} \end{aligned}$$

La produzione di azoto dell'allevamento, al netto delle perdite standard per volatilizzazione (28%) è pari a 33.762 kg/anno, con una produzione giornaliera di 92,5 kg, così come risulta dal seguente prospetto:

peso vivo (t)	kg/t pv·a	kg N/a
------------------	-----------	--------

vacche in produzione	171	138	23.598
manze e vitelle sopra l'anno	73		8.748
vitelli fino a 1 anno	0	120	0
vitelle fino a 1 anno	12		1.416
			33.762
	(kg/d)		92,5

Il calcolo dell'azoto per le acque reflue della sala di mungitura è stato considerato pari a zero. Sono questi i valori di seguito considerati per la valutazione dei trattamenti.

1.2. Stato di fatto⁸

In questo caso, per stato di fatto, si intende una situazione in cui la gestione dei reflui è comprensiva del loro solo stoccaggio. A tale proposito l'allevamento dispone di due vasche a pianta circolare del volume interno complessivo di 1.884 m³ ciascuna (diametro interno 20 m e altezza totale interna 6,0 m).

Il liquame viene immesso nelle vasche senza aver subito alcun trattamento di separazione. Non esistono sistemi di agitazione.

Per il calcolo del tempo di permanenza effettivo si considera un franco di sicurezza di 0,2 m, una superficie di captazione delle due vasche di 628 mq ed una piovosità media (90° percentile) di 1.403 mm (Comune di Sandrigo).

Acque meteoriche	$((1.403/1.000) * 628 \text{ m}^2)/2 = 441 \text{ m}^3$
Franco di sicurezza	$628 \text{ m}^2 * 0,2 \text{ m} = 126 \text{ m}^3$
Totale effluenti/anno raccolti	$14.423 + 441 = 14.864 \text{ m}^3$
Totale effluenti/giorno raccolti	$14.864/365 = 40,7 \text{ m}^3$

Il tempo di permanenza risulta pertanto pari a:
 $14.864 \text{ m}^3 / 40,7 \text{ m}^3/\text{d} = 89 \text{ giorni}$

I dati economici tengono conto del costo di costruzione delle due vasche e del costo di gestione dell'operazione di stoccaggio.

Per quanto riguarda il primo esso è stato calcolato considerando un costo di realizzazione di 28,93 €/ m³ (comprensivo, per questa tipologia di vasca, della realizzazione della struttura, degli scavi, delle opere di fondazione).

Il conteggio dei costi di gestione, tenuto conto che lo stoccaggio non include alcun intervento di miscelazione, include la sola manodopera considerando forfettariamente un impegno annuo pari a:

$$0,5 \text{ UL} \cdot 30 \text{ min/giorno} \cdot 15 \text{ €/h} = 1.369 \text{ €}$$

Il costo unitario è riferito alla produzione annua di effluenti non palabili (14.423 m³), al netto quindi dell'apporto delle precipitazioni.

⁸ È una situazione che nell'allevamento non esiste già più perché integrata con altre soluzioni (digestione).

Dati economici		
Costo delle vasche	(€)	109.000
Costo delle opere accessorie	(€)	-
Totale	(€)	109.000
Costo di gestione (manodopera)	(€)	1.369
	(€/m ³ liquami annui)	0,09

1.3. Gruppo A

1.3.1. Adeguamento della capacità di stoccaggio

Con l'entrata in vigore della direttiva nitrati l'allevamento deve adeguare i volumi di stoccaggio, risultando questi inferiori al valore minimo previsto dalla norma, dato che sia l'allevamento che i terreni utilizzati per la distribuzione si trovano per intero in zona vulnerabile; superando l'allevamento la produzione annua di 6.000 kg di azoto, il tempo di permanenza dei liquami non deve essere inferiore a 120 giorni (comma 3, art. 24 della DGR 7 agosto 2006, n. 2495).

A tale proposito si ipotizza la realizzazione di una vasca con caratteristiche costruttive identiche alle due precedenti (cls armato, piante circolare, altezza interna di 6 m) il cui volume complessivo è dato dal contributo di tre elementi:

- produzione giornaliera di effluenti (39,5 mc/d)
- precipitazioni annue (1.403 mm)
- franco di sicurezza (0,20 m)

Volume esistente	(mc)	3.768	
Volume necessario	(mc)		4.742
Volume da realizzare	(mc)		974

Numero di unità	(n°)	1	
Tempo di stoccaggio	(giorni)		120
Altezza vasca	(m)	6	
Volume complessivo	(mc)		974
Volume singola vasca	(mc)		974
Superficie	(mq)		162

Piovosità annua	(mm)	1.403	
Acque meteoriche	(mc/anno)		114
	(mc/d)		0,3
Franco di sicurezza	(m)	0,2	
Volume franco di sicurezza	(mc)		32

Volume complessivo vasche (974+162+32)	(mc)		1.120
---	------	--	-------

La vasca, anch'essa scoperta e priva del sistema di miscelazione, avrà pertanto un volume di 1.120 mc con un costo di costruzione pari a:

$$28,1 \text{ €/mc} \cdot 1.120 \text{ mc} = \text{€ } 31.475$$

1.4. Gruppo B

- B1** Separazione L/S + stoccaggio degli effluenti, non palabili e palabili;
B2 Separazione L/S + bioossidazione della frazione liquida + stoccaggio degli effluenti, non palabili e palabili;
B3 Separazione L/S + bioossidazione della frazione solida (**compostaggio**) + stoccaggio degli effluenti non palabili.

Si descrivono e si dimensionano dapprima i trattamenti di separazione L/S e lo stoccaggio della frazione liquida, comuni a tutte le soluzioni.

1.4.1. Separazione L/S (per soluzioni B1, B2, B3)

Per ottenere una ottimizzazione nella distribuzione degli effluenti si prevede l'inserimento, a monte delle vasche di stoccaggio, di un separatore L/S operante per vagliatura (vite continua/presa) in grado di fornire le seguenti prestazioni:

Dati tecnici		Liquame	Frazione liquida chiarificata	Solido separato
Portata	(t/d)	39,5	30,4	9,1
Sostanza secca	(%)	7,6	3,4	21,6
Azoto totale	(% t.q.)	0,23	0,20	0,34
Azoto tot.	(kg/d)	93	62	31

Costo dell'attrezzatura

Separatore	(€)	27.000
Opere accessorie	(€)	6.600
Totale	(€)	33.600

Costo di gestione

Manodopera	(€)	1.369
Energia elettrica	(€)	1.971
Totale		3.340
	(€/mc)	0,232

Il costo di gestione include le seguenti voci:

- energia elettrica per il funzionamento del separatore: $14.600 \text{ kWh/anno} \cdot 0,135 \text{ €/kWh} = 1.970 \text{ €}$
- manodopera: $0,5 \text{ UL} \cdot 30 \text{ min/d} \cdot 15 \text{ €/h} \cdot 365 \text{ giorni} = 1.369 \text{ €}$

Il costo unitario è riferito alla produzione annua di effluente (14.423 mc).

1.4.2. Stoccaggio dei prodotti della separazione

1.4.2.1. Stoccaggio dei liquami (per soluzioni B1, B2, B3)

Per lo stoccaggio della frazione chiarificata (30,4 mc/d) si ipotizza di utilizzare delle vasche, identiche per numero, dimensioni e costo, a quelle descritte nel § 2.3 al quale si rimanda. In tal senso non si tiene conto della riduzione di volume derivante dalla esecuzione del trattamento di separazione liquido/solido, riduzione che, per la tipologia di macchina considerata, si attesta intorno al 20% del liquame trattato.

Al quantitativo di 30,4 mc/d occorre aggiungere il percolato prodotto dalla concimaia, mediamente pari a 1,8 mc/d, derivante dalla commistione delle acque meteoriche captate dalla concimaia al netto dell'evaporazione e del percolato vero e proprio prodotto dal solido accumulato (vedasi § successivo).

La somma delle due componenti ($30,4 + 1,8 = 32,2$ mc/d) risulta sempre comunque inferiore ai 40,7 mc/d che rappresentano la produzione lorda di effluenti non separati da stoccare.

1.4.2.2. Stoccaggio della frazione solida (soluzioni B1 e B2)

La concimaia, scoperta, ed il relativo pozzettone, hanno le seguenti caratteristiche:

Dati tecnici		
Durata media dello stoccaggio	(d)	90
Superficie della concimaia	(mq)	642
Altezza media del cumulo	(m)	1,5
Volume pozzettone	(mc)	188

Per quanto riguarda il liquido di percolazione (equiparato all'effluente non palabile) si ipotizza che esso venga raccolto nel pozzettone per essere periodicamente scaricato nelle vasche di stoccaggio.

Il pozzettone è stato dimensionato attribuendo le seguenti misure:

- lunghezza: 15 m (pari alle dimensioni del fronte di carico della concimaia)
- larghezza: 5 m (ipotesi)
- profondità: 2,5 m (ipotesi)
- franco di sicurezza: 0,20 m

Il suo volume risulta pari a 188 mc, di cui 173 mc utili (al netto del franco di sicurezza).

Sulla base di questi dati è stato possibile calcolare il tempo medio di ritenzione del percolato all'interno del pozzettone:

Piovosità annua	(mm)	1.403	
Acque meteoriche concimaia	(mc/anno)		450

	(mc/d)		1,2
Colaticcio	(% peso solidi) (t/anno) (t/d)	10	195 0,5
Totale liquidi	(t) (t/d)		645 1,8
Franco di sicurezza	(m)	0,2	
Altezza utile	(m)	2,3	
Volume utile	(mc)		173
Tempo di ritenzione	(d)		98

Tale valore, pari a 98 giorni, inferiore a quello minimo previsto (120 giorni), risulta in realtà sovrabbondante dato che il percolato (1,8 mc/d) viene scaricato nelle vasche di stoccaggio, il cui volume, come si è detto sopra, permette comunque di rispettare il tempo minimo di stoccaggio previsto per questa tipologia di effluenti.

Adottando questo tipo di gestione le dimensioni del pozzettone potrebbero pertanto essere considerevolmente ridotte, per esempio, per garantire un tempo di ritenzione di 30 giorni.

Dati economici

Costo della concimaia	(€)	34329
Costo del pozzettone	(€)	33.000
totale	(€)	67.370

Il costo della concimaia è stato calcolato pari a 53,51 €/mq, quello del pozzettone pari a 176,00 €/mc.

Costi di gestione

Costo gestione liquami *	(€)	1.369
Costo gestione solidi	(€)	6.844
totale	(€)	8.213
	(€/mc liquame)	0,57

(*) valore già conteggiato per lo stoccaggio nel § 2.2.

Il costo di gestione dei liquami è identico a quello considerato nel § 2.2 (sola manodopera: 0,5 UL, 30 min/d, 15 €/h · 365 giorni).

Il costo di gestione dei solidi tiene conto dei seguenti elementi:

- impiego della manodopera: 1 UL · 30 min/d · 365 giorni
- costo della macchina per la movimentazione del letame: 30 €/h per 30 min/d. · 365 giorni

1.4.3. Compostaggio (soluzione B2)

Il trattamento bioossidativo riguarda la frazione solida separata degli effluenti prodotti in allevamento, senza aggiunta di altri coformulanti. Da un quantitativo giornaliero di 9,1 t con un contenuto in sostanza secca del 22% si stima di ottenere 4,0 t/d di compost con un contenuto di sostanza secca del 55% circa.

La superficie necessaria per eseguire le operazioni di rivoltamento/traslazione del prodotto, in base a quanto descritto nel capitolo di descrizione dei trattamenti, è di 939 mq con un pozzettone del volume di 188 mc.

Dati tecnici			
Durata del trattamento	(d)	90	
Superficie necessaria	(m ²)	939	
Risultati ottenibili			
Riduzione volumetrica-ponderale	(%)	50	
Perdita di azoto	(%)	5	
		Ingresso	Dopo 90 giorni
Quantità di prodotto	(t/d)	9,0	4,0
Quantità di azoto	(kg/anno)	11.145	10.594

Costi di realizzazione dei manufatti

Costo della platea	(€)	47.513
Costo del pozzettone	(€)	14.082
Totale	(€)	61.595

Costi di gestione

Attività di rivoltamento		
Intervallo medio	(giorni)	15
Rivoltamenti annui complessivi	(n°)	24
Durata singolo rivoltamento	(min)	20
Tempo complessivo	(h/anno)	121
Costo manodopera	(€/h)	15
	(€/anno)	1.815
Costo utilizzo macchina	(€/h)	30
	(€/anno)	3.630
Costo intera operazione	(€/anno)	5.445
Costo unitario	(€/mc)	0,378
	(€/t solido sep.)	1,641

Per il dimensionamento del pozzettone valgono le stesse considerazioni fatte per lo stoccaggio semplice del solido separato.

1.4.4. Ossidazione (soluzione B3)

Il dimensionamento della vasca di ossidazione tiene conto dell'apporto delle precipitazioni rapportate al tempo di trattamento (ritenzione) e del franco di sicurezza.

Dimensionamento della vasca, del sistema di aerazione e di miscelazione

Dati tecnici		
Tempo di permanenza del prodotto	(d)	20
Aeratori		
Potenza unitaria	(W/m ³)	15
Numero di macchine	(n°)	2
Tipo di attrezzatura	Sotto-superficiali ad elica	
Potenza installata/macchina	(kW)	5,0
Tempo di funzionamento	(min/h)	15
Miscelatori		
Potenza unitaria	(W/m ³)	10
Numero di macchine	(n°)	2
Tipo di attrezzatura	Ad elica	
Potenza installata/macchina	(kW)	3,3
Tempo di funzionamento	(min/h)	15
Consumi energetici		
Aerazione	(kWh/d)	47
	(kWh/anno)	17.098
Miscelazione	(kWh/d)	31
	(kWh/anno)	11.399
Totale	(kWh/d)	78
	(kWh/anno)	28.497

Costo delle attrezzature

Costo degli aeratori	(€)	8.000
Costo dei miscelatori	(€)	7.800
Totale	(€)	15.800

Costo annuo di gestione

Manodopera	(€)	1.369
Energia elettrica	(€)	3.847
Totale	(€)	5.216
	(€/mc effl.)	0,362
	(€/mc chiar.)	0,470

Il costo della manodopera deriva da un impegno giornaliero di 0,5 UL · 30 min · 15 €/h · 365 giorni.

La quantità di azoto persa per volatilizzazione è pari al 15% di quello contenuto nel refluo sottoposto a trattamento. Sulla base di questo dato e delle quantità di azoto totale contenuto nell'effluente e nel liquame chiarificato (dopo separazione L/S), l'allontanamento definitivo dell'azoto (volatilizzazione) dal sistema ammonta al 10% circa di quello iniziale.

Bilancio dell'azoto dopo l'Ossidazione (kg N/anno)				
Tal quale	Dopo separazione L/S	Dopo ossidazione	Residuo (%)	Abbattimento (%)

Nel liquido	33.762	22.617	19.225	56,9	43,1
Nel solido		11.145	11.145		
Totale			37.734	90,0	10,0

1.5. Gruppo C (digestione anaerobica)

Nel caso in esame il digestore anaerobico è di tipo continuo, monostadio, completamente miscelato e termostato alla temperatura di 35-38 °C.

Esso viene alimentato con gli effluenti tal quali, non separati, prodotti giornalmente nell'allevamento (nei quali sono incluse anche le acque di mungitura) e con una quantità di insilati (di mais e/o di orzo) all'incirca pari a 0,8 t/d al fine di garantire un incremento della produzione di biogas. Gli insilati provenivano, fino alla loro esistenza, da terreni *set-aside*.

Dati tecnici		
Volume complessivo del digestore	(m ³)	1.884
Tempo di residenza idraulica	(d)	43
Gruppo di cogenerazione		
Potenza complessiva	(kW)	300
Potenza elettrica	(kW)	97
Energia elettrica utilizzabile	(MWh/anno)	722
Energia elettrica disponibile	(MWh/anno)	879

L'energia termica prodotta, disponibile sotto forma di acqua calda alla temperatura di 80-90 °C, viene in parte utilizzata per la termostatazione del digestore ed in parte dissipata in atmosfera, anche se sono in programma interventi per la sua valorizzazione.

Il digestore e le attrezzature ad esso direttamente connesse è costato € 363.400, corrispondente ad un costo unitario di 3.750 €/kW di potenza elettrica installata.

I costi di gestione sono di seguito indicati. Per il personale si è tenuto conto dell'impegno di una UL · 1 h/d · 15 €/h · 365 giorni.

Acquisto materie prime	(€)	13.140
Trasporti (a)	(€)	1.817
Assicurazioni (b)	(€)	3.634
Manutenzione allacciamento rete (c)	(€)	1.090
Totale a+b+c	(€)	6.541
Personale	(€)	5.475
Ordinaria e straordinaria manutenzione	(€)	19.400
Varie	(€)	
Totale	(€)	44.556
Costo unitario	(€/mc)	3,089

I ricavi sono dati esclusivamente dalla vendita dell'energia elettrica e dalla cessione dei certificati verdi, il cui ammontare, all'epoca del calcolo, era di 0,181 €/kWh.

Prezzo vendita energia elettrica	(€/kWh)	0,08054
Prezzo Certificato Verde	(€/kWh)	0,10022
totale valore energia elettrica	(€/kWh)	0,18076
Produzione netta di energia elettrica	(MWh/anno)	722
Vendita energia elettrica	(€/anno)	58.124
Vendita Certificati verdi	(€/anno)	72.327
Totale ricavo annuo	(€/anno)	130.451

1.5.1. Soluzione C1

In questa soluzione il digestato, per il quale non si ipotizza alcuna riduzione di volume/peso viene scaricato direttamente (cioè senza alcun trattamento) nelle vasche di stoccaggio. Valgono pertanto le condizioni esposte nei paragrafi 2.2 e 2.3:

- produzione giornaliera: 39,5 t
- tempo minimo di ritenzione: 120 giorni

1.5.2. Soluzione C2

In questa soluzione il digestato viene separato mediante separatore a pressa e gli effluenti accumulati nelle rispettive strutture.

1.5.2.1. Separazione L/S

Si prevede l'inserimento, a valle dell'impianto di digestione anaerobica, di un separatore L/S del tipo a pressa in grado di fornire le seguenti prestazioni:

Dati tecnici		Digestato	Frazione liquida chiarificata	Solido separato
Portata	(t/d)	39,5	34,5	4,7
	(m ³ /d)			5,5
Sostanza secca	(%)	4,2	1,9	21,1
Azoto totale	(% t.q.)	0,30	0,26	0,59
	(kg/d)			28

Costo delle attrezzature

Separatore	(€)	27.000
Opere accessorie	(€)	6.600
Totale	(€)	33.600

Costo di gestione

Manodopera	(€)	1.369
Energia elettrica	(€)	1.971
Totale		3.340
	(€/mc)	0,232

Il costo di gestione include le seguenti voci:

- energia elettrica per il funzionamento del separatore: 14.600 kWh/anno · 0,135 €/kWh = 1.970 €
- manodopera: 0,5 UL · 30 min/d · 15 €/h 365 giorni = 1.369 €

Il costo unitario è riferito alla produzione annua di effluente (14.423 mc).

L'inserimento del trattamento di separazione implica la produzione giornaliera dei due prodotti: la frazione liquida chiarificata ed il solido separato.

1.5.2.2. Stoccaggio della frazione liquida chiarificata

Valgono anche qui le considerazioni fatte in occasione dello stoccaggio della frazione liquida chiarificata ottenuta dalla separazione L/S dell'effluente tal quale (paragrafo 2.4.2.1). Lo stoccaggio di questo prodotto non differisce, in termini di volumi, del numero dei vasche e tempo di permanenza.

1.5.2.3. Stoccaggio del solido separato

Anche per questo prodotto valgono le considerazioni fatte per quello analogo ottenuto dal trattamento di separazione L/S dell'effluente tal quale - paragrafo 2.4.2.2 – al quale si rimanda.

1.6. Gruppo D (Trattamenti per l'ottimizzazione della gestione del digestato)

D1 Digestione anaerobica + separazione L/S + nitro/denitro + stoccaggio effluenti;

D2 Digestione anaerobica + separazione L/S + strippaggio + stoccaggio effluenti.

1.6.1. Separazione L/S (per soluzioni D1 e D2)

Per ottenere una ottimizzazione nella distribuzione degli effluenti si prevede l'inserimento, a monte di entrambi i trattamenti, di un decantatore centrifugo in grado di fornire le seguenti prestazioni:

Dati tecnici		Liquame	Frazione liquida chiarificata	Solido separato
Portata	(t/d)	39,5	34,1	7,1
Sostanza secca	(%)	4,2	1,7	15,7
Azoto totale	(% t.q.)	0,30	0,22	0,66
Azoto	(kg/d)	118	71	47

Costo dell'attrezzatura

Separatore centrifugo	(€)	68.300
Opere accessorie	(€)	13.200
Totale	(€)	81.500

Costo di gestione

Manodopera	(€)	1.369
Energia elettrica	(€)	4.336
Totale		5.705
	(€/mc)	0,396

Il costo di gestione include le seguenti voci:

- energia elettrica per il funzionamento del separatore centrifugo: $32.120 \text{ kWh/anno} \cdot 0,135 \text{ €/kWh} = 4.336 \text{ €/anno}$

- manodopera: $0,5 \text{ UL} \cdot 30 \text{ min/d} \cdot 15 \text{ €/h} \cdot 365 \text{ giorni} = 1.369 \text{ €}$

Il costo unitario è riferito alla produzione annua di effluente (14.423 mc).

1.6.2. Trattamento biologico nitrificazione/denitrificazione MBR + RO (soluzione D1)

Sezione		MBR	RO
Effluente all'impianto	(mc/d)	36,2	31,6
Contenuto in solidi totali	(% t.q.)	1,7	-
Produzione di permeato	(mc/d)	31,6	25,3
Produzione di retentato	(mc/d)	4,5	6,3

Costo di realizzazione dell'impianto

Costo	(€)	MBR	RO	Totale
		223.000	30.000	253.000

Costi di gestione

	(€)	MBR	RO	Totale
Energia elettrica	(€)	54.203	10.348	64.550
Prodotti chimici	(€)	1.200	924	2.124
Manodopera	(€)	2.500	2.738	5.238
Gestione membrane	(€)	2.800	2.500	5.300
Manutenzione impianto	(€)	2.000	2.000	4.000
Totale	(€)	62.703	18.509	81.212
	(€/mc)	4,35	1,28	5,63

I costi di gestione unitari sono riferiti alla produzione annua di effluente (14.423 mc).

Di seguito si riporta il bilancio dell'azoto, al lordo e al netto degli apporti con l'insilato.

	Miscela DA	Dopo sep LS	Dopo MBR	Residuo	Abbattimento
Nel liquido	42.924	26.046	1.823	4,2%	95,8%
Nel solido		16.878	16.878		
Totale		42.924	18.701	43,6%	56,4%

Nel silomais	9.162		
--------------	-------	--	--

Netto*	33.762	9.539	28,3%	71,7%
--------	--------	-------	-------	--------------

(*) escluso contributo silomais.

Il permeato MBR, sottoposto a trattamento di osmosi inversa (RO) dal quale si producono un permeato RO - scaricabile in acque superficiali o riutilizzabile in allevamento ed un retentato che viene invece accumulato per essere utilizzato agronomicamente previo accertamento della sua composizione chimica. Il permeato RO, se scaricato in acque superficiali, necessita di autorizzazione ai sensi del Dlgs n. 152/2006.

1.6.3. Stoccaggio del retentato RO

Il retentato RO , prodotto in quantità pari a 6,3 mc/d, viene stoccato in una vasca in cls armato dimensionata per un tempo di ritenzione di 120 giorni.

Per il dimensionamento dello stoccaggio si sono considerati i seguenti elementi:

- piovosità annua di 1.403 mm (90° percentile, Comune di Sandrigo);
- franco di sicurezza: 0,20 m

Tempo di stoccaggio	(giorni)	120
Altezza vasca	(m)	6
Volume complessivo (A)	(mc)	759

Superficie	(mq)		127
Piovosità annua	(mm)	1.403	
Acque meteoriche (B)	(mc/anno)		89
	(mc/d)		0,2
Franco di sicurezza	(m)	0,2	
Volume franco di sicurezza (C)	(mc)		25
Volume complessivo (A+B+C)	(mc)		874

La vasca ha un costo unitario di 25,40 €/mc ed un costo di:

$$25,40 \text{ €/mc} \cdot 874 \text{ mc} = 22.187 \text{ €}$$

I costi di gestione sono riconducibili alla sola manodopera, essendo la vasca sprovvista di copertura e di un sistema di agitazione.

Il conteggio prevede un impegno annuo pari a:

$$0,5 \text{ UL} \cdot 30 \text{ min/giorno} \cdot 15 \text{ €/h} \cdot 365 \text{ giorni} = 1.369 \text{ €}$$

Il costo unitario è pari a 0,09 €/mc di effluente tal quale (14.423 mc/anno).

1.6.4a. Variante: stoccaggio del permeato MBR

È questa una variante alla normale gestione che si può prevedere qualora si intenda realizzare la sola sezione MBR. In questo caso il permeato non possiede le caratteristiche per essere scaricato in acque superficiali e deve pertanto essere accumulato per un successivo utilizzo agronomico.

Il permeato MBR, prodotto in quantità pari a 31,6 mc/d, viene stoccato in due vasche in cls armato dimensionate per un tempo di ritenzione di 120 giorni. La vasca ha pianta circolare e altezza interna di 6,0 m.

Per il dimensionamento dello stoccaggio si sono considerati i seguenti elementi:

- piovosità annua di 1.403 mm (90° percentile, Comune di Sandrigo);
- franco di sicurezza: 0,20 m

Tempo di stoccaggio	(giorni)	120
Altezza vasca	(m)	6
Volume complessivo (A)	(mc)	3.797
Volume unitario	(mc)	1.899
Superficie	(mq)	633

Piovosità annua	(mm)	1.403
Acque meteoriche due vasche (B)	(mc/anno)	444
	(mc/d)	1,2
Franco di sicurezza	(m)	0,2
Volume franco di sicurezza (C)	(mc)	127

Volume complessivo (A+B+C)	(mc)	4.368
----------------------------	------	-------

Dato un costo unitario di 33,40 €/mc della tipologia di vasca prescelta, il costo complessivo delle due vasche ammonta ad € 145.874.

Le vasche sono prive di copertura e di sistema di agitazione.

I costi di gestione sono comprensivi della sola manodopera considerando forfettariamente un impegno annuo pari a:

$$0,5 \text{ UL} \cdot 30 \text{ min/giorno} \cdot 15 \text{ €/h} = 1.369 \text{ €}$$

Il costo unitario è riferito alla produzione annua di effluenti non palabili (14.423 m³).

1.6.4b. Stoccaggio del retentato MBR

Il retentato MBR, prodotto in quantità pari a 4,5 mc/d, viene stoccato in una vasca in cls armato dimensionata per un tempo di ritenzione di 120 giorni.

Per il dimensionamento dello stoccaggio si sono considerati i seguenti elementi:

- piovosità annua di 1.403 mm (90° percentile, Comune di Sandrigo);
- franco di sicurezza: 0,20 m

Tempo di stoccaggio	(giorni)	120
Altezza vasca	(m)	6

Volume complessivo (A)	(mc)	542
Superficie	(mq)	90

Piovosità annua	(mm)	1.403
Acque meteoriche (B)	(mc/anno)	63
	(mc/d)	0,2
Franco di sicurezza	(m)	0,2
Volume franco di sicurezza (C)	(mc)	18

Volume complessivo (A+B+C)	(mc)	624
----------------------------	------	-----

La vasca ha un costo unitario di 25,40 €/mc ed un costo di:

$$25,40 \text{ €/mc} \cdot 624 \text{ mc} = 15.848 \text{ €}$$

I costi di gestione sono riconducibili alla sola manodopera, essendo la vasca sprovvista di copertura e di un sistema di agitazione.

Il conteggio prevede un impegno annuo pari a:

$$0,5 \text{ UL} \cdot 30 \text{ min/giorno} \cdot 15 \text{ €/h} \cdot 365 \text{ giorni} = 1.300 \text{ €}$$

1.6.3. Strippaggio (soluzione D2)

Frazione liquida chiarificata da trattare	(m ³ /d)	32,1
Contenuto in solidi totali	(% t.q.)	1,7
Quantità di TKN	(kg/d)	71,4
Quantità di N-H ₄ ⁺	(kg/d)	64,0
Rimozione di N-H ₄ ⁺	(%)	70
Produzione di solfato d'ammonio	(kg/d)	233

Il costo dell'impianto completo è di € 55.000.

Costi di gestione

Energia elettrica	(€)	17.029
Prodotti chimici	(€)	23.465
Manodopera	(€)	5.475
Totale	(€)	45.970
	(€/mc)	3,187

Il costo di gestione unitario è riferito alla produzione annua di effluente (14.423 mc).

Di seguito si riporta il bilancio dell'azoto relativo a questa tipologia di trattamento. Il risultato è riferito al lordo ed al netto dell'azoto contenuto nell'insilato di mais presente nella miscela avviata alla digestione anaerobica.

	Miscela DA	Dopo sep LS	Dopo Strippaggio	Residuo	Abbattimento
Nel liquido	42.924	26.046	9.686	23%	77%
Nel solido		16.878	16.878		
Totale		42.924	26.564	62%	38%
Nel silomais	9.162				
Netto*	33.762		17.402	52%	48%

(*) escluso contributo silomais.

1.6.3.1. Stoccaggio dell'effluente dopo strippaggio

L'effluente da strippaggio, impoverito di azoto ammoniacale e prodotto in quantità pari a 32,1 mc/d, viene stoccato in due vasche in cls armato dimensionate per garantire un tempo di ritenzione di 120 giorni.

Per il dimensionamento dello stoccaggio si sono considerati i seguenti elementi:

- piovosità annua di 1.403 mm (90° percentile, Comune di Sandrigo);
- franco di sicurezza: 0,20 m

Tempo di stoccaggio	(giorni)	120
---------------------	----------	-----

Altezza vasca	(m)	6	
Volume complessivo (A)	(mc)		3.857
Superficie	(mq)		643

Piovosità annua	(mm)	1.403	
Acque meteoriche (B)	(mc/anno)		451
	(mc/d)		1,2
Franco di sicurezza	(m)	0,2	
Volume franco di sicurezza (C)	(mc)		129

Volume complessivo (A+B+C)	(mc)		4.437
----------------------------	------	--	-------

Le due vasche hanno un costo unitario di 33,40 €/mc ed un costo di:

$$33,40 \text{ €/mc} \cdot 4.437 \text{ mc} = 148.190 \text{ €}$$

I costi di gestione sono riconducibili alla sola manodopera, essendo le vasche sprovviste di copertura e di un sistema di agitazione.

Il conteggio prevede un impegno annuo pari a:

$$0,5 \text{ UL} \cdot 30 \text{ min/giorno} \cdot 15 \text{ €/h} \cdot 365 \text{ giorni} = 1.309 \text{ €}$$

Il costo unitario è pari a 0,09 €/mc di effluente tal quale (14.423 mc/anno).

2.0. Allevamento di bovini da carne

2.1. Dati di partenza

L'allevamento è composto da 1.250 capi, di cui 900 allevati su pavimento fessurato, quindi con produzione di liquame, ed i rimanenti 350 su lettiera, con conseguente produzione di letame, così come risulta nel seguente prospetto:

Categoria	Capi (n°)	Peso vivo (t)	Produzione di azoto (kg)				Effluenti (t/d)	
			(Al giorno)	Totale	Liquame	Letame	Liquame	Letame
Vitelloni	1.250	500	115	42.000	30.240	11.760	25,6	11,5

La produzione di azoto dell'allevamento è pari a 42.000 kg/anno, ripartiti in 30.240 kg nel liquame e 11.760 kg nel letame, con una produzione giornaliera complessiva di 115 kg. Sono questi i valori di seguito considerati per la valutazione dei trattamenti.

2.2. Stato di fatto

Per questo allevamento lo stato di fatto può essere considerato quello in cui la gestione degli effluenti zootecnici è riconducibile al loro solo stoccaggio.

Liquame

L'allevamento dispone di quattro unità di stoccaggio costituite da 3 vasche esterne del volume di 7.200 m³ e da una vasca sotto pavimento fessurato del volume di 4.600 m³.

Nel complesso il volume di stoccaggio risulta pertanto pari a 11.800 m³.

In nessuna di tali strutture esistono sistemi di agitazione.

Il tempo di permanenza dei liquami all'interno di queste strutture corrisponde pertanto a:

- 460 giorni se si computa nel volume di stoccaggio anche quello delle vasche sotto-pavimento.
- 281 giorni se invece si considerano solo le vasche esterne.

Letame

In allevamento è presente una concimaia della superficie di 490 mq in grado di contenere un volume di 980 m³ (considerando un'altezza media del prodotto di 2,0 m), corrispondente ad un tempo di permanenza di 57 giorni.

2.3. Gruppo A

2.3.1. Adeguamento della capacità di stoccaggio

L'allevamento esistente supera la produzione annua di 6.000 kg di azoto.

Da questo punto di vista, per lo stoccaggio degli effluenti non palabili e palabili, valgono pertanto le seguenti condizioni:

Effluente	Durata stoccaggio (Giorni)	Unità minima di stoccaggio n°	Vasche sotto-pavimento
Liquame	180	1	SI
Letame	90	1	-

Liquame

Il tempo di permanenza dei liquami all'interno delle esistenti strutture di stoccaggio supera ampiamente i requisiti minimi previsti, anche nel caso non si voglia considerare il volume delle vasche sotto pavimento fessurato.

La congruità con le norme è presente anche per quanto riguarda il numero minimo delle unità di stoccaggio.

Non si prevede pertanto alcun adeguamento.

Letame

Il tempo di permanenza del letame all'interno dell'esistente concimaia, pari a 57 giorni, risulta inferiore a quello minimo previsto di 90 giorni.

L'adeguamento consiste pertanto nell'ampliamento della struttura.

A tale proposito si rende necessaria la realizzazione di una concimaia della superficie di 141 mq comprensiva di un pozzettone del volume di 38 m³.

Dati economici		
Costo della concimaia	(€)	7.568
Costo del pozzettone	(€)	6.600
Totale	(€)	14.168

2.3.2. Realizzazione ex novo delle strutture di stoccaggio degli effluenti

In questo caso si ipotizza la realizzazione di n° 2 vasche per lo stoccaggio dei liquami per un tempo di 180 giorni e di una concimaia per lo stoccaggio del letame.

Liquami

Le due vasche presentano un volume di 5.595 mc, valore che tiene conto della presenza dei liquami (25,6 mc/d), dell'apporto netto delle acque meteoriche (piovosità annua 1.059 mm), dell'immissione del colaticcio proveniente dalla concimaia (vedi letame) e di un franco di sicurezza di 0,2 m.

Le due vasche hanno pianta circolare, sono realizzate in cls armato ed hanno un'altezza interna di 6,0 m.

Nell'ipotesi che venga attuata la miscelazione si prevede l'inserimento di n° 4 agitatori ad elica (2 per vasca), ciascuno della potenza installata di circa 10 kW, fatti funzionare mediamente per 1 ora al giorno.

Nel seguente prospetto sono riportati i dati fondamentali riguardanti la gestione dei liquami. A tale riguardo sono state fatte due ipotesi, la prima che tiene conto dei costi della manodopera e della miscelazione, la seconda solo dell'impiego della manodopera.

Funzionamento agitatori		
Tempo di funzionamento	(h/d)	1,0
Consumo annuo di energia elettrica	(kWh)	13.070
Impiego e costo della manodopera		
Unità lavorative coinvolte	(n°)	0,5
Impiego giornaliero	(h/d)	0,5
Costo annuo manodopera	(€/h)	0,14
	(€)	1.369
Costo dell'energia elettrica		
Costo unitario en. el.	(€/kWh)	0,135
Costo annuo	(€)	1.764
Costi di gestione annui complessivi:		
con miscelazione	(€)	3.133
	(€/mc)	0,33
senza miscelazione	(€)	1.369
	(€/mc)	0,15

Letame

La gestione del letame richiede la realizzazione di una concimaia della superficie di 773 mq con un pozzetto del volume di 63 mc. La concimaia possiede un cordolo perimetrale alto 0,30 m e garantisce la formazione di un cumulo con un'altezza media di 2,0 m.

Le dimensioni del pozzetto sono tali da garantire un tempo di permanenza del colaticcio di circa 30 giorni. Da qui il liquame viene trasferito nelle vasche di stoccaggio il cui volume tiene conto anche di tale apporto.

La produzione del colaticcio è comprensiva dell'apporto netto delle acque meteoriche sulla superficie captante e della produzione "fisiologica" di colaticcio, stimato pari al 10% della massa del prodotto accumulabile nei 90 giorni richiesti.

Il costo di gestione della concimaia è di 41.355 €; quello del pozzetto di 11.000 €.

I costi di gestione comprendono la manodopera e l'uso di un mezzo meccanico per la movimentazione del prodotto.

Unità lavorative coinvolte	(n°)	0,5
Impiego giornaliero	(h/d)	0,5
Costo manodopera	(€/h)	15,00
	(€)	1.369

Costo macchina	(€/h)	30
	(€/a)	5.475
Costo totale	(€/a)	6.844
	(€/t)	1,63

Il costo unitario di gestione degli effluenti complessivamente prodotti dall'allevamento può variare da 0,61 €/t di effluente tal quale (non palabile e palabile) a 0,74 €/t a seconda che si consideri, oppure no, l'operazione di miscelazione dei liquami.

		senza misc.	con misc.
Costo gestione liquame	(€)	1.369	3.133
Costo gestione letame	(€)	6.844	6.844
Totale costi gestione stoccaggio	(€)	8.213	9.977
	(€/t)	0,61	0,74

2.4. Gruppo B

B1 Separazione L/S + stoccaggio degli effluenti;

B2 Separazione L/S + biossidazione della frazione liquida + stoccaggio degli effluenti;

B3 Separazione L/S + biossidazione delle frazioni solide (**letame e solido separato**) + stoccaggio degli effluenti.

Si descrivono e si dimensionano dapprima i trattamenti di separazione L/S e lo stoccaggio della frazione liquida, comuni a tutte le soluzioni.

2.4.1. Separazione L/S (B1, B2, B3)

Per ottenere una ottimizzazione nella distribuzione degli effluenti si prevede l'inserimento, a monte delle vasche di stoccaggio, di un separatore L/S del tipo a pressa in grado di fornire le seguenti prestazioni:

Portata		Liquame da trattare	Frazione liquida chiarificata	Solido separato
Portata	(t/d)	25,6	19,7	5,9
	(m ³ /d)			6,9
Sostanza secca	(%)	8,5	3,8	24,2
Azoto totale	(% t.q.)	0,45	0,39	0,64
	(kg/d)	115	77	38

Costo dell'attrezzatura

Macchina	(€)	27.000
Opere accessorie	(€)	6.600
Totale	(€)	33.600

Costo di gestione

Manodopera	(€)	1.369
Energia elettrica	(€)	1.577
Totale		2.946
	(€/mc)	0,31

L'inserimento del trattamento di separazione implica la produzione giornaliera dei due prodotti: il liquame chiarificato e il solido separato.

2.4.2. Stoccaggio della frazione liquida (B1, B2, B3)

In considerazione della non elavata riduzione di volume a carico della frazione liquida separata e/o del fatto che le vasche di stoccaggio potrebbero essere già presenti, si ipotizza di utilizzare le stesse vasche descritte nel § 3.3, al quale si rimanda.

Qualora invece le vasche, aperte, dovessero essere realizzate ex novo il loro dimensionamento avviene considerando una produzione giornaliera dei seguenti prodotti:

- frazione chiarificata: 19,7 mc/d
- percolato da concimaia: 1,1 mc/d
- totale: 20,8 mc/d

Il volume da realizzare tiene conto dei seguenti elementi:

- tempo di stoccaggio: 180 giorni
- piovosità annua: 1.059 mm
- franco di sicurezza: 0,20 m

Nel complesso il volume di stoccaggio risulta essere di 4.199 mc, nel caso in esame ripartito in due unità a pianta circolare ed altezza interna di 6,0 m.

Il costo delle due vasche è di 93.490 € al quale occorre aggiungere quello, opzionale, degli agitatori, di altri 39.800 €. Gli agitatori, presenti in numero di 2 per vasca, sono caratterizzati da una potenza installata di circa 8,5 kW.

Di seguito vengono riportati i parametri tecnico economici che vanno a definire il costo di gestione. Anche in questo caso la definizione del costo unitario di gestione prevede la soluzione con e senza l'impiego degli agitatori.

Funzionamento agitatori		
Tempo di funzionamento	(h/d)	1,0
Consumo annuo di energia elettrica	(kWh)	9.808
Impiego e costo della manodopera		
Unità lavorative coinvolte	(n°)	0,5
Impiego giornaliero	(h/d)	0,5
Costo annuo manodopera	(€/h)	15,00
	(€)	1.369
Costo dell'energia elettrica		
Costo unitario en. el.	(€/kWh)	0,135
Costo annuo	(€)	1.324
Costi di gestione annui complessivi:		
con miscelazione	(€)	2.693
	(€/mc)	0,29
senza miscelazione	(€)	1.369
	(€/mc)	0,15

2.4.3. Stoccaggio della frazione solida (soluzioni B1 e B2)

Il solido separato prodotto (5,9 t/d) va ad aggiungersi all'effluente palabile già presente nell'allevamento. Il dimensionamento tecnico-economico che segue riguarda solo il primo prodotto.

La concimaia ed il relativo pozzettone hanno le seguenti caratteristiche:

Dati tecnici			
Durata stoccaggio (Giorni)	Superficie (m ²)	Altezza media cumulo (m)	Volume pozzettone (m ³)
90	416	1,5	125

Il pozzettone riceve le precipitazioni captate dalla concimaia (al netto dell'evaporazione) ed il liquido di percolazione generato dal solido separato (10% della massa accumulata). Le sue dimensioni sono tali da garantire uno stoccaggio di 125 giorni; da qui il materiale viene inviato alle vasche di accumulo.

Dati economici		
Costo della concimaia	(€)	22.278
Costo del pozzettone	(€)	22.000
Totale	(€)	44.278
Costo di gestione	(€)	6.844
	(€/m ³ liquami annui)	0,73

2.4.4. Ossidazione (soluzione B2)

Dimensionamento della vasca, del sistema di aerazione e di miscelazione.

Prodotto da trattare	(t/d)	19,9
Tempo di ritenzione	(d)	20
Volume della vasca	(mc)	532
Aeratori		
Potenza unitaria	(W/m ³)	15
Numero aeratori	(n°)	2
Tipo di attrezzatura	Sotto-superficiali ad elica	
Potenza installata/macchina	(kW)	3,5
Tempo di funzionamento	(min/h)	15
Miscelatori		
Potenza unitaria	(W/m ³)	10
Numero aeratori	(n°)	2
Tipo di attrezzatura	Ad elica	
Potenza installata/macchina	(kW)	2,3
Tempo di funzionamento	(min/h)	15
Consumi energetici		
Aerazione	(kWh/d)	34
	(kWh/anno)	12.297
Miscelazione	(kWh/d)	22
	(kWh/anno)	8.198
Totale	(kWh/d)	56
	(kWh/anno)	20.495

Costo della vasca	(€)	20.522
Costo degli aeratori	(€)	8.000
Costo dei miscelatori	(€)	7.800
Totale	(€)	15.800
Costo della manodopera	(€)	1.369
Costo dell'energia elettrica	(€)	2.767
Totale costi	(€)	4.136
	(€/mc effl.)	0,44

Questo sistema consente di ridurre del 15% circa l'azoto contenuto nel prodotto affluente, fatto che, riferito ai soli effluenti non palabili, si traduce nel seguente bilancio dell'azoto:

	Tal quale	Dopo sep LS	Dopo ox	Residuo	Abbattimento
Nel liquido	30.240	28.136	23.915	79,1%	20,9%
Nel solido		2.104	2.104		
Totale		30.240	26.020	86,0%	14,0%

2.4.5. Compostaggio (soluzione B3)

Si fanno due ipotesi di trattamento di bioossidazione:

- quello rivolto alla sola frazione solida ottenuta dal trattamento di separazione solido/liquido;
- quello che prevede l'utilizzo della frazione solida separata e del letame.

In entrambi i casi il materiale avviato al compostaggio non viene integrato con altri coformulanti ed il trattamento si pone come alternativa al semplice stoccaggio in concimaia (vedi § 1.4.4).

2.4.5.1. Solo frazione solida separata

La superficie necessaria per eseguire le operazioni di rivoltamento/traslazione del prodotto, in base a quanto descritto nel capitolo di descrizione dei trattamenti, è di 621 mq con un pozzettone del volume di 188 mc.

Prodotto da trattare	(t/d)	5,90	
	(mc/d)	6,94	
Durata del trattamento	(d)	90	
Superficie necessaria	(m ²)	621	
Prodotto finito	(t/d)	2,62	
	(mc/d)	3,75	
Riduzione ponderale	(%)	56	
Riduzione volumetrica	(%)	46	
		Ingresso	Compost finito
Azoto	(kg/anno)	13.864	13.179
Perdita di azoto	(%)	4,9	

Costo della platea	(€)	33.255
Costo del pozzettone	(€)	11.029
Totale	(€)	44.284

Attività di rivoltamento		
Intervallo medio	(giorni)	15
Rivoltamenti annui complessivi	(n°)	24
Durata singolo rivoltamento	(min)	20
Tempo complessivo	(h/anno)	121
Costo manodopera	(€/h)	15,00
	(€/anno)	1.815
Costo utilizzo macchina	(€/h)	30
	(€/anno)	3.630
Costo intera operazione	(€/anno)	5.445

Costo unitario	(€/mc)	0,58
	(€/t solido	
	sep.)	2,53

Bilancio dell'Azoto dopo compostaggio (kg N/anno)

	liquame fresco	dopo sep LS	dopo comp.	Residuo	Abbattimento
Nel liquido	30.240	20.258	20.258	67,0%	33,0%
Nel solido		9.982	9.489		
Totale		30.240	29.747	98,4%	1,6%
Con esclusione dell'N contenuto negli stocchi:					
Negli stocchi	0				
Totale netto	30.240		29.747	98,4%	1,6%

2.4.5.2. Miscela letame + solido separato

Prodotto da trattare	(t/d)	17,40	
	(mc/d)	24,11	
Durata del trattamento	(d)	90	
Superficie necessaria	(m ²)	1.767	
Prodotto finito	(t/d)	7,74	
	(mc/d)	11,06	
Riduzione ponderale	(%)	56	
Riduzione volumetrica	(%)	54	
		Ingresso	Compost finito
Azoto	(kg/anno)	13.864	13.448
Perdita di azoto	(%)	3,0	

Costo della platea	(€)	94.538
Costo del pozzettone	(€)	22.058
Totale	(€)	116.595

Attività di rivoltamento		
Intervallo medio	(giorni)	15
Rivoltamenti annui complessivi	(n°)	24
Durata singolo rivoltamento	(min)	20
Tempo complessivo	(h/anno)	121
Costo manodopera	(€/h)	15,00
	(€/anno)	1.815
Costo utilizzo macchina	(€/h)	30
	(€/anno)	3.630
Costo intera operazione	(€/anno)	5.445

Costo unitario	(€/t ingresso)	0,86
	(€/t)	0,40

Bilancio dell'Azoto dopo compostaggio (kg N/anno)

	effluente	dopo sep LS	dopo comp.	Residuo	Abbattimento
Nel liquido	30.240	20.258	20.258	67,0%	33,0%
Nel solido	11.760	21.742	21.090		
Totale	42.000	42.000	41.348	98,4%	1,6%
Con esclusione dell'N contenuto negli stocchi:					
Negli stocchi	0				
Totale netto	42.000		41.348	98,4%	1,6%

2.5. Digestione anaerobica (gruppo C)

Si ipotizza la realizzazione di un impianto di digestione anaerobica costituito da due digestori, miscelati e riscaldati, del volume complessivo di 2.500 m³.

Nel sistema vengono introdotte 40,1 t/d di una miscela costituita dalle deiezioni zootecniche dell'allevamento (liquami e letame) e da circa 3,0 t/d di insilato di mais.

Il contenuto in sostanza secca della miscela è del 13%, mentre l'effluente risulta caratterizzato dal 6,5%.

Il tenore in azoto della miscela è pari a 4,4 kg/t per una produzione annua di 63.985 kg che caratterizza sia il prodotto in ingresso che l'effluente (si ipotizza che non vi siano perdite di azoto nel corso del processo).

Dati tecnici		
Volume complessivo digestore	(m ³)	2.500
Tempo di residenza idraulica	(d)	62
Gruppo di cogenerazione		
Potenza complessiva	(kW)	315
Potenza elettrica	(kW)	130
Energia elettrica prodotta	(MWh/anno)	1.030
Energia elettrica disponibile	(MWh/anno)	948

Dati economici		
Costo dell'impianto	(€)	630.000
Costo di gestione	(€)	70.298
	(€/t effluenti tot.)	5,2
Ricavo vendita energia elettrica	(€)	185.574

2.5.1. Soluzione C1

In questa soluzione il digestato viene scaricato direttamente nelle vasche di stoccaggio esistenti (§ 3.2). Nell'ipotesi di una produzione giornaliera di digestato pari a 40,1 mc/d e di un tempo di stoccaggio di 180 giorni, il volume delle vasche dovrà indicativamente essere pari a:

$$40,1 \text{ mc/d} \cdot 180 \text{ giorni} = 7.218 \text{ mc}$$

valore che risulta ampiamente compreso dalla capacità di stoccaggio esistente, pari a 11.800 mc. Va comunque osservato che lo stoccaggio del digestato tal quale non appare essere la migliore soluzione dal punto di vista gestionale, dato che la presenza di materiale fibroso indigerito (proveniente soprattutto dall'insilato) può provocare indesiderati fenomeni di stratificazione.

A tale proposito sarebbe pertanto auspicabile, prima di avviare il prodotto allo stoccaggio, sottoporre il digestato ad un trattamento di separazione solido/liquido utilizzando la soluzione che viene di seguito descritta.

2.5.2. Soluzione C2

In questa soluzione il digestato viene sottoposto a trattamento di separazione solido/liquido utilizzando un separatore a vite; gli effluenti non palabili e palabili vengono accumulati nelle rispettive strutture.

Separazione L/S

Per ottenere una ottimizzazione nella distribuzione degli effluenti si prevede l'inserimento, a valle dell'impianto di digestione anaerobica, di un separatore L/S del tipo a pressa in grado di fornire le seguenti prestazioni:

Portata		Digestato da trattare	Frazione liquida chiarificata	Solido separato
Portata	(t/d)	40,1	35,3	4,8
	(m ³ /d)			5,7
Sostanza secca	(%)	6,5	2,9	32,7
	(% t.q.)	0,45	0,39	0,88
Azoto totale	(kg/d)	180	138	42

Costo dell'attrezzatura

Macchina	(€)	27.000
Opere accessorie	(€)	6.600
Totale	(€)	33.600

Costo di gestione

Manodopera	(€)	1.369
Energia elettrica	(€)	1.971
Totale		3.340
	(€/mc digest.)	0,23
	(€/mc effl.)	0,25
	(€/mc effl. np)	0,36

L'inserimento del trattamento di separazione implica la produzione giornaliera dei due prodotti effluenti: il liquame chiarificato e il solido separato.

Anche con questa soluzione il digestato viene scaricato direttamente nelle vasche di stoccaggio esistenti (§ 3.3).

Stoccaggio della frazione solida separata

Di seguito si forniscono i dati relativi al fabbisogno di superficie per l'accumulo della frazione solida separata.

Per questa funzione si prevede di realizzare una apposita concimaia; è questa pertanto un'ipotesi che prescinde dalla presenza di analoghe strutture già presenti ponendosi come alternativa.

La concimaia, ed il relativo pozzettone, hanno le seguenti caratteristiche:

Dati tecnici			
Durata stoccaggio (Giorni)	Superficie (m ²)	Altezza media cumulo (m)	Volume pozzettone (m ³)
90	1.080	1,0	108

Si ipotizza che il liquame che si raccoglie nel pozzettone venga periodicamente scaricato nelle vasche di stoccaggio.

Dati economici		
Costo della concimaia	(€)	18.176
Costo del pozzettone	(€)	33.000
totale	(€)	51.176
Costo gestione solidi	(€)	6.844
Totale costi stoccaggio	(€/t effl.)	0,50
	(€/t digest.)	0,47
	(€/t liq. tratt)	0,53
	(€/t sep.)	3,31

Dove:

€/t effl. = effluenti palabili e non palabili prodotti nell'allevamento.

€/t digest. = digestato avviato al trattamento di separazione S/L.

€/t liq. tratt. = prodotto liquido ottenuto dalla separazione S/L.

€/t sep. = frazione solida separata.

2.6. Trattamenti per l'ottimizzazione della gestione del digestato (gruppo D)

D1 Digestione anaerobica + separazione L/S + nitro/denitro + stoccaggio effluenti;

D2 Digestione anaerobica + separazione L/S + strippaggio + stoccaggio effluenti.

2.6.1. Separazione L/S

Per ottenere una ottimizzazione nella distribuzione degli effluenti si prevede l'inserimento, a monte di entrambi i trattamenti, di un decantatore centrifugo, attrezzatura comune ad entrambe le soluzioni.

Questa macchina è in grado di fornire le seguenti prestazioni:

Portata		Digestato da trattare	Frazione liquida chiarificata	Solido separato
Portata	(t/d)	40,1	32,9	7,2
	(m ³ /d)			8,5
Sostanza secca	(%)	6,5	2,6	24,3
	(% t.q.)	0,45	0,33	0,98
Azoto totale	(kg/d)	180	109	71

Costo dell'attrezzatura

Macchina	(€)	68.300
Opere accessorie	(€)	13.200
Totale	(€)	81.500

Costo di gestione

Manodopera	(€)	1.369
Energia elettrica	(€)	4.336
Totale		5.705
	(€/mc digest.)	0,39
	(€/mc effl.)	0,42
	(€/mc effl. np)	0,61

2.6.2. Trattamento biologico nitrificazione/denitrificazione (soluzione D1)

Impianto MBR

Sezione		MBR	RO
Effluente all'impianto	(mc/d)	37,0	32,4
Contenuto in solidi totali	(% t.q.)	2,6	-
Produzione di permeato	(mc/d)	32,4	25,9
Produzione di retentato	(mc/d)	4,6	6,5

Dati economici

		MBR	RO	Totale
Costo dell'impianto	(€)	223.000	30.000	253.000

		MBR	RO	Totale
Costi di gestione				
Energia elettrica	(€)	54.203	10.348	64.550
Prodotti chimici	(€)	1.200	945	2.145
Manodopera	(€)	2.500	2.738	5.238
Gestione membrane	(€)	2.800	2.500	5.300
Manutenzione impianto	(€)	2.000	2.000	4.000
Totale	(€)	62.703	18.530	81.233
	(€/mc)	6,70	1,98	8,68

I costi di gestione unitari sono riferiti alla produzione annua di effluente non palabile (9.360 mc).

Mentre il retentato può essere ricircolato nel digestore anaerobico, il permeato viene in questo caso destinato alla fertirrigazione.

Di seguito si riporta il bilancio dell'azoto, al lordo e al netto degli apporti con l'insilato.

Bilancio dell'Azoto dopo MBR (kg N/anno)

	Miscela DA	Dopo sep LS	Dopo MBR	Residuo	Abbattimento
Nel liquido	65.864	39.966	2.798	4,2%	95,8%
Nel solido		25.898	25.898		
Totale		65.864	28.695	43,6%	56,4%

Nel silomais	5.147		
--------------	-------	--	--

Netto*	60.717	23.548	38,8%	61,2%
--------	--------	--------	-------	--------------

(*) escluso contributo silomais.

Il permeato MBR, sottoposto a trattamento di osmosi inversa (RO) dal quale si producono un permeato RO - scaricabile in acque superficiali o riutilizzabile in allevamento ed un retentato che viene invece accumulato per essere utilizzato agronomicamente previo accertamento della sua composizione chimica. Il permeato RO, se scaricato in acque superficiali, necessita di autorizzazione ai sensi del Dlgs n.152/2006.

Stoccaggio del retentato RO

Il retentato RO, prodotto in quantità pari a 6,5 mc/d, viene stoccato in una vasca in cls armato dimensionata per un tempo di ritenzione di 120 giorni.

Per il dimensionamento dello stoccaggio si sono considerati i seguenti elementi:

- piovosità annua di 1.059 mm (90° percentile, Comune di Terrassa P.na);
- franco di sicurezza: 0,20 m

			ipotesi A 120	ipotesi B 180
Tempo di stoccaggio	(giorni)			
Altezza vasca	(m)	6		
Volume complessivo	(mc)		777	1.165
Volume unitario	(mc)		777	1.165
Superficie	(mq)		129	194

Piovosità annua	(mm)	1.059		
Acque meteoriche due vasche	(mc/anno)		69	103
	(mc/d)		0,2	0,3
Franco di sicurezza	(m)	0,2		
Volume franco di sicurezza due vasche	(mc)		26	39

Volume complessivo vasche (A+B+C)	(mc)		871	1.307
--------------------------------------	------	--	-----	-------

La vasca ha un costo unitario di 31,84 €/mc ed un costo di:

$$31,84 \text{ €/mc} \cdot 874 \text{ mc} = 24.732 \text{ €}$$

I costi di gestione sono riconducibili alla sola manodopera, essendo la vasca sprovvista di copertura e di un sistema di agitazione.

Il conteggio prevede un impegno annuo pari a:

$$0,5 \text{ UL} \cdot 30 \text{ min/giorno} \cdot 15 \text{ €/h} \cdot 365 \text{ giorni} = 1.30 \text{ €}$$

Il costo unitario è pari a 0,15 €/mc di effluente non palabile e di 0,58 €/mc di liquame sottoposto al trattamento (5,6 mc/d).

2.6.4a. Variante: Stoccaggio del permeato MBR

È questa una variante alla normale gestione che si può prevedere qualora si intenda realizzare la sola sezione MBR. In questo caso il permeato non possiede le caratteristiche chimico fisiche per essere scaricato in acque superficiali e deve pertanto essere accumulato per un successivo utilizzo agronomico.

Il permeato MBR, prodotto in quantità pari a 32,4 mc/d, viene stoccato in due vasche in cls armato dimensionate per un tempo di ritenzione di 120 giorni. La vasca ha pianta circolare e altezza interna di 6,0 m.

Per il dimensionamento dello stoccaggio si sono considerati i seguenti elementi:

- piovosità annua di 1.059 mm (90° percentile, Comune di Terrassa P.na);
- franco di sicurezza: 0,20 m

Tempo di stoccaggio	(giorni)	120
Altezza vasca	(m)	6
Volume complessivo (A)	(mc)	3.884
Volume unitario	(mc)	2.913
Superficie	(mq)	647

Piovosità annua	(mm)	1.059
Acque meteoriche due vasche (B)	(mc/anno)	343
	(mc/d)	0,9
Franco di sicurezza	(m)	0,2
Volume franco di sicurezza (C)	(mc)	129

Volume complessivo (A+B+C)	(mc)	4.356
----------------------------	------	-------

Dato un costo unitario di 31,84 €/mc della tipologia di vasca prescelta, il costo complessivo delle due vasche ammonta ad € 123.662.

Le vasche sono prive di copertura e di sistema di agitazione.

I costi di gestione sono comprensivi della sola manodopera considerando forfettariamente un impegno annuo pari a:

$$0,5 \text{ UL} \cdot 30 \text{ min/giorno} \cdot 15 \text{ €/h} = 1.369 \text{ €}$$

Il costo unitario è di 0,12 €/mc di liquame in ingresso all'impianto MBR e di 0,15 €/mc di effluente non palabile (9.360 m³/anno).

2.6.3. Strippaggio (soluzione D2)

Frazione liquida chiarificata da trattare	(m ³ /d)	32,9
Contenuto in solidi totali	(% t.q.)	2,6
Quantità di TKN	(kg/d)	109,5
Quantità di N-H ₄ ⁺	(kg/d)	60,0
Rimozione di N-H ₄ ⁺	(%)	70
Produzione di solfato d'ammonio	(kg/d)	219

Il costo dell'impianto completo è di € 55.000.

Costi di gestione

Energia elettrica	(€)	17.029
Prodotti chimici	(€)	24.004
Manodopera	(€)	5.475
Totale	(€)	46.508
	(€/mc effl. np)	4,97
	(€/mc liq. a stripp)	3,88

Di seguito si riporta il bilancio dell'azoto relativo a questa tipologia di trattamento. Il risultato è riferito al lordo ed al netto dell'azoto contenuto nell'insilato di mais presente nella miscela avviata alla digestione anaerobica.

Bilancio dell'Azoto dopo strippaggio (kg N/anno)

	Miscela DA	Dopo sep LS	Dopo Strippaggio	Residuo	Abbattimento
Nel liquido	65.864	39.966	24.626	37%	63%
Nel solido		25.898	25.898		
Totale		65.864	50.523	77%	23%

Nel silomais	5.147	
--------------	-------	--

Netto*	60.717	45.376	75%	25%
--------	--------	--------	-----	-----

(*) escluso contributo silomais.

2.6.3.1. Stoccaggio dell'effluente dopo strippaggio

L'effluente da strippaggio, impoverito di azoto ammoniacale e prodotto in quantità pari a 32,9 mc/d, viene stoccato in due vasche in cls armato dimensionate per garantire un tempo di ritenzione di 120 giorni.

Per il dimensionamento dello stoccaggio si sono considerati i seguenti elementi:

- piovosità annua di 1.059 mm (90° percentile, Comune di Terrassa P.na);
- franco di sicurezza: 0,20 m

Tempo di stoccaggio	(giorni)	120
Altezza vasca	(m)	6

Volume complessivo (A)	(mc)	3.946
Superficie	(mq)	658

Piovosità annua	(mm)	1.059	
Acque meteoriche (B)	(mc/anno)		348
	(mc/d)		1,0
Franco di sicurezza	(m)	0,2	
Volume franco di sicurezza (C)	(mc)		132

Volume complessivo (A+B+C)	(mc)	4.426
----------------------------	------	-------

Le due vasche hanno un costo unitario di 31,84 €/mc ed un costo di:

$$31,84 \text{ €/mc} \cdot 4.426 \text{ mc} = 125.625 \text{ €}$$

I costi di gestione sono riconducibili alla sola manodopera, essendo le vasche sprovviste di copertura e di un sistema di agitazione.

Il conteggio prevede un impegno annuo pari a:

$$0,5 \text{ UL} \cdot 30 \text{ min/giorno} \cdot 15 \text{ €/h} \cdot 365 \text{ giorni} = 1.300 \text{ €}$$

Il costo unitario è pari a 0,15 €/mc di effluente non palabile (9.360 mc/anno) e 0,11 €/mc di prodotto in ingresso all'impianto di strippaggio.

3.0. Allevamento di suini all'ingrasso

3.1. Dati di partenza

L'allevamento in questione è inserito in un'azienda agricola a conduzione diretta con salariati che si trova in provincia di Padova in ZVN, lungo il confine settentrionale della fascia delle risorgive. L'imprenditore dispone di terreni in proprietà, in affitto e in concessione per la distribuzione degli effluenti di allevamento.

L'allevamento, rivolto all'accrescimento e ingrasso di soggetti destinati alla produzione di suini da industria, comprende le seguenti categorie:

Categoria	Capi			Effluenti			
	(n°)	(kg/capo)	(t)	(t/t pv.anno)	(t/anno)	(t/d)	(t/capo.d)
Lattonzoli 7-30 kg	1.500	18	27	37	999	2,7	1,8
Magroncelli 31-50 kg	2.500	40	100	55	5.500	15,1	6,0
Magroni e scrofette da rimonta 51-90 kg	6.000	70	420	55	23.100	63,3	10,5
Suini grassi da macello 91-160 kg	4.800	120	576	55	31.680	86,8	18,1
			1.123		61.279	167,9	36,5

La presenza media è di 14.800 capi, per un peso vivo mediamente allevato di 1.123 tonnellate⁹.

La produzione giornaliera degli effluenti, sempre sotto forma di liquami, ammonta a 168 mc con un tenore medio di sostanza secca del 5,5%.

La produzione di azoto dell'allevamento è pari a 123.530 kg/anno, con una produzione giornaliera di 338 kg.

Categoria	Peso vivo	Produzione di azoto	
	(t)	(kg/t pv.anno)	(kg/anno)
Lattonzoli (7-25 kg)	27		2970,0
Magroncelli (25-50 kg)	100		11.000
Magroni e scrofette da rimonta (50-90 kg)	420	110	46.200
Suini grassi da macello (90-160 kg)	576		63.360
Totale/media	1.123		123.530

Sono questi i valori di seguito considerati per la valutazione dei trattamenti.

⁹ Valore ottenuto applicando il peso vivo medio del DM 7.4.2006

3.2. Stato di fatto

L'allevamento dispone di due vasche di stoccaggio, di cui una, a pianta rettangolare, della capienza di 10.000 m³ e l'altra a pianta circolare, della capienza di 2.500 m³.

Tali strutture assicurano pertanto una capacità di stoccaggio di 12.500 m³ cui corrisponde un tempo di permanenza delle deiezioni di 123 giorni.

Il liquame viene immesso nelle vasche senza aver subito alcun trattamento di separazione.

Costo delle vasche	(€)	375.000
--------------------	-----	---------

Unità lavorative coinvolte	(n°)	0,5
Impiego giornaliero	(h/d)	0,5
Costo manodopera	(€/h)	15,00
	(€)	1.369
	(€/mc)	0,02

3.3. Gruppo A

Adeguamento della capacità di stoccaggio

Con l'entrata in vigore della direttiva nitrati l'allevamento deve adeguare i volumi di stoccaggio, risultando questi inferiori al valore minimo previsto dalla norma.

Trattandosi di un allevamento di suini il tempo di permanenza dei liquami deve essere non inferiore a 180 giorni; in termini di volume ciò equivale a:

$$168 \text{ m}^3/\text{d} \cdot 180 \text{ giorni} = 30.240 \text{ m}^3$$

A fronte di un volume complessivo esistente di 12.500 m³ l'allevamento deve pertanto provvedere alla realizzazione di altri:

$$30.240 - 12.500 = 17.720 \text{ m}^3$$

valore che si eleva a 20.280 mc tenuto conto della piovosità della zona (1.334 mm/anno) e di un franco di sicurezza di 0,20 m.

In termini operativi si può prevedere la realizzazione di n° 4 vasche in cemento armato precompresso a pianta quadrangolare con altezza interna di 5,0 m.

Numero di unità	(n°)	4
Tempo di stoccaggio	(giorni)	180
Altezza vasca	(m)	5
Volume complessivo	(mc)	17.720
Volume singola vasca	(mc)	4.430
Superficie	(mq)	3.544

Piovosità annua	(mm)	1.334
Acque meteoriche	(mc/anno)	2.364
	(mc/d)	6,5
Franco di sicurezza	(m)	0,2
Volume franco di sicurezza	(mc)	709

Volume complessivo	(mc)	20.792
--------------------	------	--------

Il costo delle quattro unità ammonta a 501.096 €.

L'allevamento è soggetto all'IPPC, e pertanto le vasche devono essere copribili e dotate di un sistema di agitazione. Tralasciando il primo si passa a dimensionare il sistema di agitazione per le quattro nuove vasche calcolando anche il consumo di energia elettrica ed il relativo costo annuo.

Agitatori/vasca	(n°)	4
Totale agitatori	(n°)	16
Potenza specifica	(W/mc)	8
Potenza installata totale	(kW)	166
Potenza/macchina	(kW)	10,4
Consumo energetico/anno	(kWh)	9.714
Consumo elettrico specifico	(kWh/mc)	0,47
Costo annuo dell'energia elettrica	(€)	1.311

Totale costi operativi		
Manodopera	(€)	1.369
Energia elettrica	(€)	1.311
Totale	(€)	2.680
	(€/mc)	0,044

3.4. Gruppo B

- B1** Separazione L/S + stoccaggio degli effluenti;
- B2** Separazione L/S + bioossidazione della frazione liquida + stoccaggio degli effluenti;
- B3** Separazione L/S + bioossidazione della frazione solida + stoccaggio degli effluenti.

Si descrivono e si dimensionano dapprima i trattamenti di separazione L/S e lo stoccaggio della frazione liquida, comuni a tutte le soluzioni.

3.4.1 Separazione L/S (B1, B2, B3)

Per ottenere una ottimizzazione nella distribuzione degli effluenti si prevede l'inserimento, a monte delle vasche di stoccaggio, di un separatore L/S del tipo a pressa in grado di fornire le seguenti prestazioni:

		Liquame	Frazione chiarificata	Solido separato
Portata	(t/d)	168	129	39
Sostanza secca	(%)	5,5	2,5	15,6
Azoto totale	(% t.q.)	0,20	0,18	0,29
Azoto tot.	(kg/d)	338	227	112

Costo dell'attrezzatura

Separatore	(€)	54.000
Opere accessorie	(€)	13.200
Totale	(€)	67.200

Costo di gestione

Manodopera	(€)	1.369
Energia elettrica	(€)	3.154
Totale		4.522
	(€/mc)	0,074

Il costo di gestione include le seguenti voci:

- energia elettrica per il funzionamento del separatore: $23.360 \text{ kWh/anno} \cdot 0,135 \text{ €/kWh} = 3.154 \text{ €}$
- manodopera: $0,5 \text{ UL} \cdot 30 \text{ min/d} \cdot 15 \text{ €/h} \cdot 365 \text{ giorni} = 1.369 \text{ €}$

Il costo unitario è riferito alla produzione annua di effluente (61.279 mc).

3.4.2. Stoccaggio della frazione liquida (soluzioni B1 e B2)

Per lo stoccaggio della frazione chiarificata (30,4 mc/d) si ipotizza di utilizzare delle vasche, identiche per numero, dimensioni e costo, a quelle descritte nel § 4.3 al quale si rimanda. In tal senso non si tiene conto della riduzione di volume derivante dalla esecuzione del trattamento di separazione liquido/solido, riduzione che, per la tipologia di macchina considerata, si attesta intorno al 23% del liquame trattato.

Al quantitativo di 129 mc/d occorre aggiungere il percolato prodotto dalla concimaia, mediamente pari a 7,3 mc/d, derivante dalla commistione delle acque meteoriche captate dalla concimaia (al netto dell'evaporazione) e del percolato vero e proprio prodotto dal solido accumulato (vedasi § successivo).

La somma delle due componenti ($129 + 7,3 = 136 \text{ mc/d}$) risulta sempre comunque inferiore ai 169 mc/d che rappresentano la produzione lorda di effluenti non separati da stoccare.

3.4.3. Stoccaggio della frazione solida (soluzioni B1 e B2)

La concimaia, scoperta, ed il relativo pozzettone, hanno le seguenti caratteristiche:

Dati tecnici		
Durata media dello stoccaggio	(d)	90
Superficie della concimaia	(mq)	2.726
Altezza media del cumulo	(m)	1,5
Volume pozzettone	(mc)	242

Per quanto riguarda il liquido di percolazione (equiparato all'effluente non palabile) si ipotizza che esso venga raccolto nel pozzettone per essere periodicamente scaricato nelle vasche di stoccaggio.

Il pozzettone è stato dimensionato attribuendo le seguenti misure:

- lunghezza: 15 m (pari alle dimensioni del fronte di carico della concimaia)
- larghezza: 7 m (ipotesi)
- profondità: 2,5 m (ipotesi)
- franco di sicurezza: 0,20 m

Il suo volume risulta pari a 263 mc, di cui 242 mc utili (al netto del franco di sicurezza).

Sulla base di questi dati è stato possibile calcolare il tempo medio di ritenzione del percolato all'interno del pozzettone:

Piovosità annua	(mm)	1.334	
Acque meteoriche concimaia	(mc/anno)		1.818
	(mc/d)		5,0
Colaticcio	(% peso solidi)	10	
	(t/anno)		829
	(t/d)		2,3
Totale liquidi	(t)		2.647
	(t/d)		7,3
Franco di sicurezza	(m)	0,2	
Altezza utile	(m)	2,3	
Volume utile	(mc)		242
Tempo di ritenzione	(d)		33

Il percolato, rimane all'interno del pozzettone per circa 30 giorni, dopodichè viene scaricato nelle vasche di stoccaggio dei liquami.

Dati economici

Costo della concimaia	(€)	145.853
Costo del pozzettone	(€)	46.200
totale	(€)	192.053

Il costo della concimaia è stato calcolato pari a 53,51 €/mq, quello del pozzettone pari a 176,00 €/mc.

Costi di gestione

Costo gestione liquami	(€)	2.680
------------------------	-----	-------

Costo gestione solidi	(€)	6.844
Totale costi gestione stoccaggi	(€)	9.524
	(€/mc)	0,16

Il costo di gestione dei liquami è identico a quello considerato nel § 4.3.

Il costo di gestione dei solidi tiene conto dei seguenti elementi:

- impiego della manodopera: 1 UL · 30 min/d · 365 giorni
- costo della macchina per la movimentazione del letame: 30 €/h per 30 min/d. · 365 giorni

3.4.4/a. Ossidazione (soluzione B2 – soluzione esistente)

L'allevamento possiede un sistema di trattamento aerobico dei liquami. I liquami provenienti dalle stalle vengono immessi, senza subire alcuna separazione L/S, all'interno di una vasca a pianta circolare del volume di 2.500 m³ nella quale è presente un sistema di ossigenazione e miscelazione dei liquami, opportunamente temporizzato. La funzione è quella di garantire un adeguato grado di deodorazione dei liquami contenuti nella vasca, una parte dei quali viene utilizzata per la pulizia delle stalle.

Caratteristiche della vasca, del sistema di aerazione e di miscelazione:

Dati tecnici		
Tempo di permanenza del prodotto	(d)	14,9
Aeratori		
Potenza unitaria	(W/m3)	2,8
Numero aeratori	(n°)	2
Tipo di attrezzatura	Sotto-superficiali ad elica	
Potenza installata/macchina	(kW)	3,5
Tempo di funzionamento	(min/h)	15
Miscelatori		
Potenza unitaria	(W/m3)	1,4
Numero miscelatori aeratori	(n°)	1
Tipo di attrezzatura	Ad elica	
Potenza installata/macchina	(kW)	3,5
Tempo di funzionamento	(min/h)	15
Consumi energetici		
Aerazione	(kWh/d)	33,6
	(kWh/anno)	12.264
Miscelazione	(kWh/d)	16,8
	(kWh/anno)	6.132
Totale	(kWh/d)	50,4
	(kWh/anno)	18.396

Dati economici		
Costo degli aeratori	(€)	11.300
Costo dei miscelatori	(€)	6.984
Totale	(€)	18.284

Costo di gestione		
Manodopera	(€)	274
Energia elettrica	(€)	2.483
Totale	(€)	2.757
	(€/mc)	0,045
	(€/kg N vol.)	0,149

Ossidazione: Bilancio dell'Azoto (kg N/anno).

	Tal quale	Dopo ox	Residuo	Abbattimento
Nel liquido	123.530	105.001	85,0%	15,0%
Nel solido				
Totale	123.530	105.001	85,0%	15,0%

3.4.4/b. Ossidazione (soluzione B2 – soluzione ex novo)

In questo paragrafo si procede invece a dimensionare ex novo un sistema di ossidazione, a partire dalla frazione liquida chiarificata (129 mc/d) proveniente dal trattamento di separazione del § 4.4.1 che utilizza il separatore a pressa.

Si prevede la realizzazione di una vasca in cls armato precompresso del volume di 2.728 mc in grado di contenere il prodotto da trattare e di contenere la quota di precipitazioni cadute durante il periodo di ritenzione considerato (20 giorni).

All'interno vengono inseriti n° 4 aeratori e n° 4 agitatori, rispettivamente della potenza installata unitaria di circa 10 kW e 7 kW. Il funzionamento di queste attrezzature comporta un consumo annuo di energia elettrica di circa 121.000 kWh con un costo, annuo, di 16.300 €.

Nella tabella seguente sono riportati i dati tecnici ed economici dell'intero impianto.

Dati tecnici		
Liquame da trattare	(mc/d)	129
Tempo di permanenza del prodotto	(d)	20
Volume della vasca*	(mc)	2.728
Aeratori		
Potenza unitaria	(W/mc)	15
Numero aeratori	(n°)	4
Tipo di attrezzatura	Sotto-superficiali ad elica	
Potenza installata/macchina	(kW)	10
Potenza installata totale	(kW)	41
Tempo di funzionamento	(min/h)	15
Miscelatori		
Potenza unitaria	(W/m3)	10
Numero miscelatori aeratori	(n°)	4
Tipo di attrezzatura	Ad elica	
Potenza installata/macchina	(kW)	6,9
Potenza installata totale	(kW)	28
Tempo di funzionamento	(min/h)	15
Consumi energetici		
Aerazione	(kWh/d)	199
	(kWh/anno)	72.615
Miscelazione	(kWh/d)	133
	(kWh/anno)	48.410
Totale	(kWh/d)	332
	(kWh/anno)	121.025

(*) comprensiva di: franco di sicurezza (0,2 m) e apporto delle precipitazioni nette.

Dati economici		
Costo degli aeratori	(€)	45.300
Costo dei miscelatori	(€)	36.052
Totale	(€)	81.352

Costo di gestione		
Manodopera	(€)	1.369
Energia elettrica	(€)	16.338
Totale	(€)	17.707
	(€/mc)	0,29
	(€/kg N vol.)	1,66

L'esecuzione del trattamento di ossidazione si risolve in una volatilizzazione dell'azoto pari al 15% di quello presente nel liquame chiarificato trattato e del 10% riferito al contenuto di azoto nell'effluente prima della separazione solido/liquido.

	Tal quale	Dopo sep LS	Dopo ox	Residuo	Abbattimento
Nel liquido	123.530	82.753	70.340	56,9%	43,1%
Nel solido		40.777	40.777		
Totale	123.530	123.530	111.117	90,0%	10,0%

3.4.5. Compostaggio (soluzione B3)

Si simula in questo caso il trattamento di bioossidazione della frazione solida separata ottenuta da un vaglio a pressa; dato che il prodotto è caratterizzato da un eccessivo contenuto in umidità si utilizzano come coformulante degli stocchi di mais in misura di 20 t/d. In tal modo il contenuto iniziale di sostanza secca della miscela si attesta intorno al 34%, un valore compatibile con l'avvio del processo.

La realizzazione di una platea di compostaggio va vista come soluzione alternativa allo stoccaggio del solido separato esaminato nel § 4.4.3.

Dati tecnici

Durata del trattamento	(d)	90	
Superficie necessaria	(m ²)	5.868	
Risultati ottenibili			
Riduzione volumetrico-ponderale	(%)	50	
Perdita di azoto	(%)	8	
		Prodotto in ingresso	Dopo 90 giorni
Quantità di prodotto	(t/d)	58,6	26,07
Quantità di azoto	(kg/anno)	40.777	40.201

Costi di realizzazione dei manufatti

Costo della platea	(€)	296.933
Costo del pozzettone	(€)	13.645
Totale	(€)	310.578

Costi di gestione

Attività di rivoltamento		
Intervallo medio	(giorni)	15
Rivoltamenti annui complessivi	(n°)	24
Durata singolo rivoltamento	(min)	20
Tempo complessivo	(h/anno)	121
Costo manodopera	(€/h)	15
	(€/anno)	1.815
Costo utilizzo macchina	(€/h)	30
	(€/anno)	3.630
Costo stocchi	(€/anno)	73.000
Costo intera operazione	(€/anno)	78.445

Costo unitario	(€/mc)	1,28
	(€/t solido sep.)	5,57

Bilancio dell'Azoto dopo compostaggio (kg N/anno)

	liquame fresco	dopo sep LS	dopo comp.	Residuo	Abbattimento
Nel liquido	123.530	82.753	82.753	67,0%	33,0%
Nel solido		40.777	40.201	98,6%	1,4%
Totale		123.530	122.954	99,5%	0,5%
Con esclusione dell'N contenuto negli stocchi:					
Negli stocchi	2.920				
Totale netto			120.034	97,2%	2,8%

3.5. Digestione anaerobica (gruppo C)

Per quanto riguarda la digestione anaerobica si ipotizza di trattare l'intera quantità di effluente disponibile in allevamento (168 mc/d) senza aggiunta di altri prodotti o senza prevedere alcuna separazione preventiva; questo grazie al relativamente elevato contenuto in sostanza secca dell'effluente di partenza, valutato pari al 5,0%.

Nel caso in esame il digestore anaerobico è del tipo continuo, completamente miscelato e termostato alla temperatura di 38 °C circa.

Dati tecnici		
Volume complessivo del digestore	(m ³)	3.570
Gruppo di cogenerazione		
Potenza complessiva	(kW)	665
Potenza elettrica	(kW)	253
Energia elettrica utilizzabile	(MWh/anno)	1.912
Energia elettrica disponibile	(MWh/anno)	1.509

L'energia termica prodotta, disponibile sotto forma di acqua calda alla temperatura di 80-90 °C, viene in parte utilizzata per la termostatazione del digestore ed in parte dissipata in atmosfera.

Il digestore e le attrezzature ad esso direttamente connesse costa € 1.012.000, corrispondente ad un costo unitario di 4.000 €/kW di potenza elettrica installata.

I costi di gestione sono di seguito indicati. Per il personale si è tenuto conto dell'impegno di 2 UL · 1 h/d · 15 €/h · 365 giorni.

Acquisto materie prime	(€)	0
Trasporti (a)	(€)	5.060
Assicurazioni (b)	(€)	10.120
Manutenzione allacciamento rete (c)	(€)	3.036
Totale a+b+c	(€)	18.216
Personale	(€)	10.950
Ordinaria e straordinaria manutenzione	(€)	53.100
Varie	(€)	0
	Totale	(€) 82.266
Costo unitario	(€/mc)	1,342

I ricavi sono dati esclusivamente dalla vendita dell'energia elettrica e dalla cessione dei certificati verdi, il cui ammontare, all'epoca del calcolo, era di 0,181 €/kWh.

Prezzo vendita energia elettrica	(€/kWh)	0,08054
Prezzo Certificato Verde	(€/kWh)	0,10022
totale valore energia elettrica	(€/kWh)	0,18076
Produzione netta di energia elettrica	(MWh/anno)	1.912
Vendita energia elettrica	(€/anno)	153.960
Vendita Certificati verdi	(€/anno)	212.867
Totale ricavo annuo	(€/anno)	366.828

3.5.1. Soluzione C1

In questa soluzione il digestato, per il quale non si ipotizza alcuna riduzione di volume/peso viene scaricato direttamente (cioè senza alcun trattamento) nelle vasche di stoccaggio. Valgono pertanto le condizioni esposte nel § 4.2:

- produzione giornaliera: 168 t
- tempo minimo di ritenzione: 180 giorni

3.5.2. Soluzione C2

In questa soluzione l'effluente dal digestore viene separato mediante separatore a pressa e gli effluenti accumulati nelle rispettive strutture. Non avendo previsto sostanziali variazioni qualitative del digestato, almeno per quanto riguarda la disponibilità giornaliera e la composizione NPK, si ritengono validi i calcoli e la dotazione impiantistica previsti nei § 4.4, gruppo B1 (§ 4.4.1, 4.4.2, 4.4.3).

3.6. Trattamenti per l'ottimizzazione della gestione del digestato (gruppo D)

D1 Digestione anaerobica + separazione L/S + nitro/denitro + stoccaggio effluenti;

D2 Digestione anaerobica + separazione L/S + strippaggio + stoccaggio effluenti.

3.6.1. Separazione L/S

Per ottenere una ottimizzazione nella distribuzione degli effluenti si prevede l'inserimento, a monte di entrambi i trattamenti, di due decantatori centrifughi in grado di fornire le seguenti prestazioni:

Dati tecnici		Liquame	Frazione liquida	Solido separato
Portata	(t/d)	159	131	14
Sostanza secca	(%)	2,7	1,1	10,1
Azoto totale	(% t.q.)	2,02	0,15	0,44
Azoto/d	(kg/d)	338	195	143

Costo dell'attrezzatura

N° 2 separatori centrifughi	(€)	136.600
Opere accessorie	(€)	26.400
Totale	(€)	163.000

Costo di gestione

Manodopera	(€)	1.369
Energia elettrica	(€)	8.672
Totale		10.041
	(€/mc)	0,164

Il costo di gestione include le seguenti voci:

- energia elettrica per il funzionamento del separatore centrifugo: $64.240 \text{ kWh/anno} \cdot 0,135 \text{ €/kWh} = 8.672 \text{ €/anno}$
- manodopera: $0,5 \text{ UL} \cdot 30 \text{ min/d} \cdot 15 \text{ €/h} \cdot 365 \text{ giorni} = 1.369 \text{ €}$

Il costo unitario è riferito alla produzione annua di effluente (61.279 mc).

3.6.2. Trattamento biologico nitrificazione/denitrificazione MBR + RO (soluzione D1)

Sezione		MBR	RO
Effluente all'impianto	(mc/d)	131	129
Contenuto in solidi totali	(% t.q.)	1,1	-
Produzione di permeato	(mc/d)	129	103
Produzione di retentato	(mc/d)	18	26

Costo di realizzazione dell'impianto

		MBR	RO	Totale
Costo	(€)	550.000	60.000	610.000

Costi di gestione

		MBR	RO	Totale
Energia elettrica	(€)	78.840	10.348	89.188
Prodotti chimici	(€)	1.200	3.759	4.959
Manodopera	(€)	5.500	2.738	8.238
Gestione membrane	(€)	5.000	2.500	7.500
Manutenzione impianto	(€)	2.000	2.000	4.000
Totale	(€)	92.540	21.344	113.884
	(€/mc)	1,5	0,35	1,86

I costi di gestione unitari sono riferiti alla produzione annua di effluente (61.279 mc).

Di seguito si riporta il bilancio dell'azoto, al lordo e al netto degli apporti con l'insilato.

	Miscela DA	Dopo sep LS	Dopo MBR	Residuo	Abbattimento
Nel liquido	123.530	71.210	4.985	4,0%	96,0%
Nel solido		52.320	52.320		
Totale		123.530	57.305	46,4%	53,6%

Il permeato MBR, sottoposto a trattamento di osmosi inversa (RO) dal quale si producono un permeato RO - scaricabile in acque superficiali o riutilizzabile in allevamento ed un retentato che viene invece accumulato per essere utilizzato agronomicamente previo accertamento della sua composizione chimica. Il permeato RO, se scaricato in acque superficiali, necessita di autorizzazione ai sensi del Dlgs n. 152/2006.

3.6.3. Stoccaggio del retentato RO

Il retentato RO, prodotto in quantità pari a 26 mc/d, viene stoccato in una vasca in cls armato dimensionata per un tempo di ritenzione di 180 giorni.

Per il dimensionamento dello stoccaggio si sono considerati i seguenti elementi:

- piovosità annua di 1.334 mm (90° percentile, Comune di Carmignano di Brenta);
- franco di sicurezza: 0,20 m

Tempo di stoccaggio	(giorni)	180
Altezza vasca	(m)	6
Volume complessivo (A)	(mc)	4.635
Superficie	(mq)	772

Piovosità annua	(mm)	1.334
Acque meteoriche (B)	(mc/anno)	515
	(mc/d)	1,4
Franco di sicurezza	(m)	0,2
Volume franco di sicurezza (C)	(mc)	154

Volume complessivo (A+B+C)	(mc)	5.304
----------------------------	------	-------

La vasca ha un costo unitario di 29,56 €/mc ed un costo di:

$$29,56 \text{ €/mc} \cdot 5.304 \text{ mc} = 156.771 \text{ €}$$

I costi di gestione sono riconducibili alla sola manodopera, essendo la vasca sprovvista di copertura e di un sistema di agitazione.

Il conteggio prevede un impegno annuo pari a:

$$0,5 \text{ UL} \cdot 30 \text{ min/giorno} \cdot 15 \text{ €/h} \cdot 365 \text{ giorni} = 1.369 \text{ €}$$

Il costo unitario è pari a 0,02 €/mc di effluente tal quale (61.279 mc/anno).

3.6.3. Strippaggio (soluzione D2)

Frazione liquida chiarificata da trattare	(m ³ /d)	131
Contenuto in solidi totali	(% t.q.)	1,1
Quantità di TKN	(kg/d)	195
Quantità di N-H ₄ ⁺	(kg/d)	175
Rimozione di N-H ₄ ⁺	(%)	70
Produzione di solfato d'ammonio	(kg/d)	637

Il costo dell'impianto completo è di € 105.000.

Costi di gestione

Energia elettrica	(€)	9.461
Prodotti chimici	(€)	95.473
Manodopera	(€)	8.213
Totale	(€)	113.146
	(€/mc)	1,85

Il costo di gestione unitario è riferito alla produzione annua di effluente (61.279 mc).

Di seguito si riporta il bilancio dell'azoto relativo a questa tipologia di trattamento. Il risultato è riferito al lordo ed al netto dell'azoto contenuto nell'insilato di mais presente nella miscela avviata alla digestione anaerobica.

	Miscela DA	Dopo sep LS	Dopo Strippaggio	Residuo	Abbattimento
Nel liquido	123.530	71.210	26.482	21%	79%
Nel solido		52.320	52.320		
Totale		123.530	78.802	64%	36%

3.6.3.1. Stoccaggio del liquame dopo lo strippaggio

Di seguito si considera l'ipotesi dello stoccaggio del refluo risultante dalle operazioni di strippaggio, impoverito di azoto ammoniacale e prodotto in quantità pari a 131 mc/d (non si considera alcuna riduzione di massa e volumetrica), entro due vasche costruite ex novo e tali da garantire un tempo di ritenzione di 180 giorni.

In alternativa, dato che la quantità di refluo da strippaggio – 131 mc/d – è inferiore alla quantità di effluente dall'allevamento – 168 mc/d - si possono utilizzare i volumi già presenti in azienda e quelli integrativi conteggiati nel § 4.3.

Per il dimensionamento ex novo dello stoccaggio si sono considerati i seguenti elementi:

- piovosità annua di 1.334 mm (90° percentile, Comune di Carmignano di Brenta);
- franco di sicurezza: 0,20 m

Tempo di stoccaggio	(giorni)	180
Altezza vasca	(m)	6
Volume complessivo (A)	(mc)	23.541
Superficie	(mq)	3.924

Piovosità annua	(mm)	1.334
Acque meteoriche (B)	(mc/anno)	2.617
	(mc/d)	7,2
Franco di sicurezza	(m)	0,2
Volume franco di sicurezza (C)	(mc)	785

Volume complessivo (A+B+C)	(mc)	26.943
----------------------------	------	--------

Le due vasche hanno un costo unitario di 33,40 €/mc ed un costo di:

$$33,40 \text{ €/mc} \cdot 26.943 \text{ mc} = 899.863 \text{ €}$$

I costi di gestione sono riconducibili alla sola manodopera, non avendo previsto nè la copertura nè un sistema di agitazione.

Il conteggio prevede un impegno annuo pari a:

$$0,5 \text{ UL} \cdot 30 \text{ min/giorno} \cdot 15 \text{ €/h} \cdot 365 \text{ giorni} = 1.300 \text{ €}$$

Il costo unitario è pari a 0,02 €/mc di effluente tal quale (61.279 mc/anno).

4.0. Allevamento di avicoli

4.1. Premessa

Per questo comparto produttivo - comprensivo di allevamenti da carne, e più specificatamente broilers, e di galline ovaiole - in considerazione della relativa omogeneità delle tecniche di allevamento e delle forme di gestione, non si è fatto riferimento ad uno o più specifici allevamenti (pur partendo dall'acquisizione di dati reali), bensì ad una situazione teorica generale.

A tale scelta ha portato oltretutto anche l'incertezza derivante dalla determinazione della quantità di deiezioni con i due metodi ufficiali (DM e DGRV) dai quali, a parità di numero di capi, si ottengono risultati diversi, incertezza accresciuta dal fatto che entrambi sembrano fornire valori sensibilmente maggiori rispetto a quelli rilevati negli allevamenti.

Per questi motivi si è ritenuto opportuno prescindere dalla conoscenza del numero di capi allevati e fare riferimento soltanto alla quantità di deiezioni - lettiera integrata e pollina - espresse come produzione annua.

4.2. Cessione a terzi delle deiezioni

In questa ipotesi tutto il materiale estratto dalla stalla viene caricato su autocarri con destinazione in centri di raccolta/trattamento che trasformano questi, ed altri prodotti, nelle diverse tipologie di ammendanti.

4.2.1. Allevamenti di broilers e di galline ovaiole

In entrambi i casi si prevede un aumento del costo di trasporto di almeno il 40% come conseguenza del più lungo tragitto per raggiungere il centro di trattamento e della maggiore quantità di prodotti che tali centri si troverebbero a dover accettare.

In tal senso il costo da sostenere per il trasporto, che nella situazione ante DN era di circa 10,0 €/t, viene elevato a 14,0 €/t.

Nel prospetto di seguito riportato sono indicati i costi generati da tale soluzione, ripartiti in una situazione ANTE ed una POST applicazione della DN.

4.3. Combustione

È questa una soluzione che sino ad ora ha interessato un limitato numero di allevamenti, soprattutto di broilers, con impianti di medio-piccola potenza per la sola produzione di energia termica. Nell'ipotesi in oggetto gli impianti, classificati sulla base della potenza termica al focolare, sono stati ripartiti in due gruppi:

- quelli in grado di produrre solo calore (sotto forma di acqua calda a 80-90 °C), con taglie variabili da un minimo di 330 kW ad un massimo di 1.500 kW.
- quelli di tipo cogenerativo, in grado cioè di produrre calore ed energia elettrica, con una gamma di potenze al focolare comprese tra 1.600 kW e 6 MW.

Per la determinazione delle prestazioni di tali impianti sono state fatte le seguenti assunzioni:

- materiale inviato alla combustione:
 - nel caso dei broilers si è ipotizzato di utilizzare la sola lettiera, prevedendo che l'eventuale adeguamento dell'umidità delle deiezioni avvenga prima dell'immissione del prodotto nella camera di combustione, utilizzando una parte del calore recuperato dal processo;
 - nel caso della pollina si è ipotizzato l'impiego di deiezioni essiccate in allevamento (umidità mai superiore al 50%) opportunamente miscelate con un 30% in peso di legno (cippato); ciò per compensare il più basso P.C.I. della pollina e la sua più spiccata tendenza a formare ceneri bassofondenti.
- potere calorifico inferiore delle deiezioni e del cippato:
 - lettiera integrata: 2,64 kWh/kg (2.268 kcal/kg)
 - pollina: 2,51 kWh/kg (2.236 kcal/kg)
 - legno: 3,70 kWh/kg (3.180 kcal/kg)
 - miscela pollina/legno: 2,51 kWh/kg (2.158 kcal/kg)

4.3.1. Impianti di combustione per lettiera integrata e per pollina

Sulla base di quanto sopra enunciato gli impianti sono stati ripartiti nei seguenti due gruppi:

- A) quelli di medio piccola taglia (170÷1.500 kW), in grado di produrre solo calore, con un funzionamento annuo di 4.800 ore, grosso modo corrispondenti al periodo in cui il calore, sotto forma di acqua calda, può essere utilizzato per riscaldare le stalle.
- B) quelli di taglia medio-grande (1.600÷6.000 kW), di tipo cogenerativo, con un tempo di funzionamento di 8.000 ore all'anno.

Nelle tabelle 5.1 e 5.2 – riferite, nell'ordine, ad impianti operanti con lettiera integrata e con pollina – sono stati riassunti i principali dati tecnico-economici relativi a quattro taglie di impianto per ciascun gruppo, che di seguito si commentano.

Potenza termica: distinta in potenza al focolare e potenza utile, ovvero quella a disposizione per le diverse utenze;

Potenza elettrica (solo gruppo B): quella caratteristica del generatore elettrico di ciascun impianto.

Consumo di lettiera o di pollina: espresso in tonnellate annue, commisurato alla taglia dell'impianto ed al tempo di funzionamento (4.800 ore/anno per gli impianti del gruppo A e 8.000 ore/anno per quelli del gruppo B). Nel caso degli allevamenti di galline ovaiole l'alimentazione dell'impianto di combustione avviene utilizzando una miscela composta dal 70% di pollina e dal 30% di legno cippato.

Costo dell'impianto: i valori della prima colonna, per gli impianti del gruppo A, si riferiscono al gruppo focolare-caldaia, mentre quelli del gruppo B includono anche il costo del generatore elettrico; la seconda colonna fornisce una ipotesi di costo totale dell'impianto, comprensivo cioè anche dell'impiantistica periferica e delle opere edili necessarie per contenere le diverse sezioni (stoccaggio materie prime, focolare-caldaia, generatore, servizi, ecc.).

Produzione delle ceneri: si riportano le quantità complessive (ipotizzando che esse risultino pari al 15% in peso del prodotto da destinare alla combustione per gli impianti operanti a lettiera integrata, e pari al 22% per quelli operanti con miscela pollina+legno) e la ripartizione tra ceneri pesanti (ipotizzate pari al 80% e al 85% del totale rispettivamente per gli impianti a lettiera e a pollina+legno) e ceneri da depolverazione.

Produzione di energia: al netto degli autoconsumi e delle perdite, ripartita in energia termica ed elettrica, ottenibile per ciascun impianto in base alle ore annue di funzionamento.

Ricavi/risparmi: per gli impianti del gruppo A essi sono riferite all'utilizzo del calore nell'ipotesi che esso venga completamente sfruttato; il valore unitario è stato fissato in 0,040 €/kWh, pari cioè ad 1/5 di quello elettrico (0,20 €/kWh: energia elettrica + certificato verde). Per gli impianti del gruppo B si è considerato solo il contributo della vendita dell'energia elettrica sulla base delle quotazioni del kWh e dei Certificati Verdi del 2006.

Costi di gestione, calcolati tenendo conto delle seguenti voci:

- manutenzione dell'impianto, computata forfettariamente pari a 0,020 €/kWt utile per gli impianti del gruppo A, e 0,040 €/kWhe per gli impianti del gruppo B;
- oneri connessi allo smaltimento delle ceneri, nell'ipotesi che tale adempimento venga esteso all'intera produzione, con un costo di 50 €/t per le ceneri pesanti e di 200 €/t per quelle da depolverazione;
- costi del personale;
- altre spese (manutenzioni varie, assicurazioni, ecc.);
- acquisto del cippato (45 €/t), solo per gli impianti operanti con miscela pollina-legno.

Tabella 5.1 Principali caratteristiche tecnico-operative ed economiche di impianti di combustione operanti con lettiera integrata di broilers.

POTENZA TERMICA			Ore annue di funzionamento	Consumo di lettiera	COSTO DELL'IMPIANTO		PRODUZIONE CENERI			PRODUZIONE DI ENERGIA		RICAVI/RISPARMI		COSTI DI GESTIONE	
Al focolare	Utile	Potenza elettrica utile			Caldaia + generatore	Costo complessivo	Totale	pesanti	da depolverazione	Termica	Elettrica	Utilizzo energia termica	Vendita energia elettrica	Totali annui	Unitari, per consumo annuo di lettiera
(kW)	(kW)		(h/anno)	(t/anno)	(€)		(t/a)			(MWh/anno)		(€)		(€)	(€/t)
330	216	-	4.800	600	187.000	215.000	90	77	13	1.037	-	41.472	-	36.615	61,0
665	430	-		1.210	281.000	326.000	182	154	28	2.074	-	82.944	-	66.000	54,5
995	650	-		1.810	374.000	453.000	272	230	42	3.110	-	124.416	-	95.500	52,7
1.330	865	-		2.420	468.000	576.000	363	310	53	4.147	-	166.000	-	125.100	51,7
1.540	1.015	200	8.000	4.670	1.150.000	1.495.000	700	595	105	8.120	1.600	-	329.300	174.500	37,4
3.850	2.320	500		11.700	1.910.000	2.770.000	1.750	1487	263	18.560	4.000	-	777.920	369.600	31,7
4.600	2.800	600		14.000	2.090.000	3.030.000	2.100	1785	315	22.400	4.800	-	933.500	431.600	30,8
5.900	3.580	800		17.900	2.415.000	3.502.000	2.680	2280	400	28.640	6.400	-	1.244.700	546.400	30,5

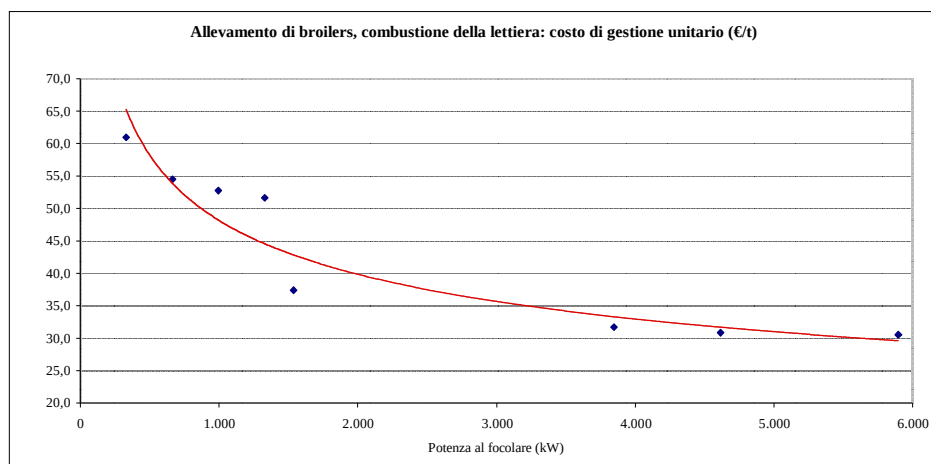
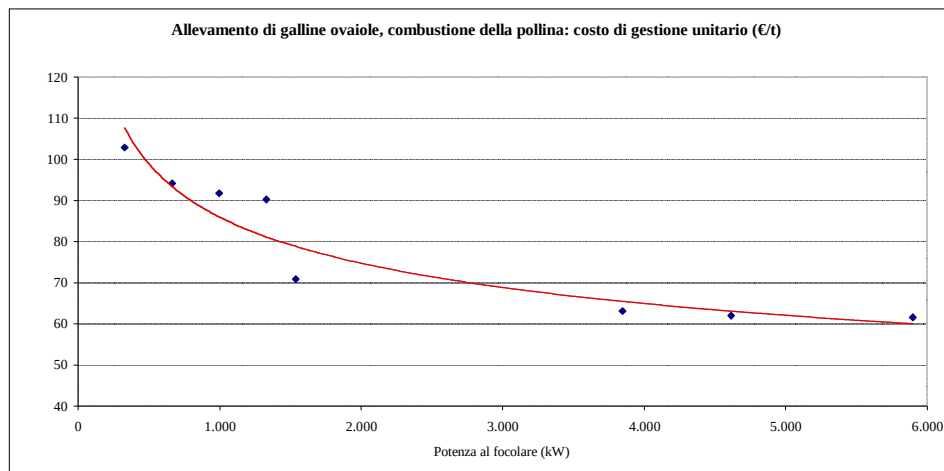


Tabella 5.2 Principali caratteristiche tecnico-operative ed economiche di impianti di combustione operanti con una miscela di pollina e legno cippato.

POTENZA TERMICA			Ore annue di funzionamento	COMBUSTIBILE			COSTO DELL'IMPIANTO		PRODUZIONE CENERI			PRODUZIONE DI ENERGIA		RICAVI/ RISPARI		COSTI DI GESTIONE		
Al focolare	Utile	Potenza elettrica prodotta		Totale	di cui Pollina	di cui Legno	Caldaia + generatore	Costo complessivo	Totale	pesanti	da depolverazione	TERMICA	ELETTRICA	Utilizzo energia termica	Vendita energia elettrica	Totale annui	Per consumo annuo di miscela	Per consumo annuo di solo pollina
(kW)	(kW)	(kW)	(h/anno)	(t/anno)			(€)		(t/a)			(MWh/anno)		(€)		(€)	(€/t)	
330	216	-	4.800	630	442	190	187.000	215.050	95	80	14	1.040	-	41.470	-	45.460	72	103
665	430	-		1.270	890	380	281.000	325.960	191	162	29	2.074	-	82.940	-	83.810	66	94
995	650	-		1.900	1.330	570	374.000	452.540	285	243	43	3.110	-	124.416	-	122.210	64	92
1.330	865	-		2.543	1.780	760	468.000	575.640	382	324	57	4.150	-	165.890	-	160.780	63	90
1.540	1.015	200	8.000	4.900	3.430	1.470	1.150.000	1.495.000	735	625	110	8.120	1.600	-	329.300	243.250	50	71
3.850	2.320	500		12.260	8.580	3.680	1.910.000	2.769.500	1.839	1563	276	18.560	4.000	-	823.280	541.490	44	63
4.600	2.800	600		14.700	10.300	4.410	2.090.000	3.030.500	2.206	1875	331	22.400	4.800	-	933.500	637.930	43	62
5.900	3.580	800		18.800	13.160	5.640	2.415.000	3.501.750	2.819	2396	423	28.640	6.400	-	1.244.670	810.000	43	62



5.0. Bibliografia

Aarnink A.J.A. (1997) Ammonia emission from houses for growing pigs as affected by pen design, indoor climate and behavior. Kok-Lyra Publishers, Kampen, The Netherlands. ISBN 90-5485-662-9.

Arogo J., Westerman P.W., Heber A.J., Classen J.J. (2001) Ammonia in Animal production - A Review. ASAE Paper n. 01-4089.

Bèline F., Daumer ML, Guiziou F., (2004) Biological aerobic treatment of pig slurry in France: nutrients removal efficiency and separation performances, Transaction of the ASAE, vol. 47(3): 857-864.

Bicudo J.R., Clanton C.J., Schmidt D.R., Powers W., Jacobson L.D., Tengman C.L. (2004) Geotextile Covers to Reduce Odor and Gas Emissions from Swine Manure Storage Ponds. Applied Engineering in Agriculture Vol. 20(1) pp. 65-75.

Block BR, Poultry litter to energy: technical and economic feasibility.

Burton D.L., Beauchamp E.G. (1986) Nitrogen Losses from Swine Housings. Agricultural Wastes 15 pp. 59-74. Elsevier Applied Science Publishers Ltd.

Chiumenti R., Donantoni L., Guercini S. (1988) Deiezioni animali, la conservazione e il trattamento. Genio Rurale n. 10 1988, pp. 59-79.

Christopherson SH, Schmidt D., Janni K., Evaluation of aerobic treatment units in treating high strengrh waste from dairy milk houses, ASAE paper n° 701P0104.

De Bode M.J.C. Odour and Ammonia Emissions from manure Storage (1990). In Odour and Ammonia Emissions from Livestock Farming, edited by Nielsen V.C., Voorburg J.H., L'Hermite P., Elsevier Applied Science ISBN 1 85166 717 2 pp. 59-66.

Dong X., Tollner EW, (2001) Study of Anammox and denitrification co-occurring with anaerobic digestion of poultry manure, 2001 ASAE Annual Meeting.

Evans M.R., Smith M.P.W., Deans E.A., Svoboda I.F., Thacker F.E. (1986) Nitrogen and Aerobic Treatment of Slurry. *Agricultural Wastes* 15 pp. 205-213.

Flora JRV, Riahi-Nezhad C., (2006) Availability of poultry manure as a potential bio-fuel feedstock for energy production. Final report, Dept. of Civil and Environmental Engineering University of South Carolina.

Groot Koerkamp P.W.G., Metz J.H.M., Uenk G.H., Phillips V.R., Holden M.R., Sneath R.W., Short J.L., White R.P., Hartung J., Seedorf J., Schröder M., Linkert K.S., Pedersen S., Takai H., Johnson J.O., Wathes C.M. (1998) Concentrations and Emissions of Ammonia in Livestock Buildings in Northern Europe. *Journal of Agricultural Engineering Research*, n. 70, pp. 79-95 Elsevier Applied Science Publishers.

Guercini S. (2001) L'organizzazione del compostaggio. In "Produzione e impiego di compost nell'azienda agricola" a cura di Rossi L. e Guercini S.. *Veneto Agricoltura*.

IPPC (Prevenzione e Riduzione Integrate dell'Inquinamento), Decreto Legislativo 372/99 (art. 3, comma 2). Linee Guida per l'Identificazione delle Migliori Tecniche Disponibili. Categoria IPPC 6.6: impianti per l'allevamento intensivo di pollame o di suini.

Hoeksma P., Daanen M., Oosthoek J., Voermans J. (1991) Reduction of Ammonia Emissions from Pig Houses. Seminar of the 1st., 2nd and 3rd Technical Section of C.I.G.R., Ås Norway 1-4 July.

Hornig G., Turk M., Wanka U. (1999) Slurry covers to reduce ammonia emission and odor nuisance. *Journal of Agricultural Engineering Research* 73:151-157.

Keener KM, Shook R., Anderson K., Parrish CR, (2002) Characterization of poultry manure for potential co-combustion with coal in an electricity generation plant, ASAE paper n° 026058.

Kelleher BP, Leahy JJ, Henihan AM, O'Dwyer TF, Sutton D., Leahy MJ, (2002) Advances in poultry litter disposal technology – a review, *Elsevier, Bioresource Technology* 83, 27-36.

Li X., Zhang RH, (2004) Integrated anaerobic and aerobic treatment of dairy wastewater with sequencing batch reactors, *Transaction of the ASAE*, vol. 47(1): 235-241.

Jakobsen S.T. (1988) Storage of animal slurries by composting with straw. Seminar of the 2nd and 3rd Technical Section of the C.I.G.R. "Storing, Handling and Spreading of Manure and Municipal Waste", september 20-22, Ultuna-Uppsala.

Ndegwa PM, (2004) Solids separation enhances reduction of organic strength of swine manure subjected to aeration treatments, Transaction of the ASAE, vol. 47(5): 1659-1666.

Overcash MR, Humenik FJ, Miner JR, Livestock Waste Management, CRC Press (1983), vol. II.

Priyadarasan S., Annamalai K., Sweeten JM, Holtzaple MT, Mukhtar S., (2004) Co-gasification of blended coal with feedlot and chicken litter biomass, Proceedings of the Combustion Institute 30 (2005) 2973-2980.

Scotford I.M., Williams A.G. (2001) Practicalities, Costs and Effectiveness of a Floating Plastic Cover to Reduce Ammonia Emissions from a Pig Slurry Lagoon. Journal of Agricultural Engineering Research 80(3), pp. 273-281.

Skjelhaugen O.J. (1988) Liquid composting in main and additional storages. Seminar of the 2nd and 3rd Technical Section of the C.I.G.R. "Storing, Handling and Spreading of Manure and Municipal Waste", september 20-22, Ultuna-Uppsala.

Sommer S.G., Thomsen I.K. (1993) Loss of nitrogen from pig slurry due to ammonia volatilization and nitrate leaching. In Proc. First International Symposium on Nitrogen Flow in Pig Production and Environmental Consequences, eds. M.W.A. Verstegen, L.A. den Hartog, G.J.M. van Kempen and J.H.M. Metz, 353-367. Wageningen: Pudoc Scientific.

Zahn J.A., Tung A.E., Roberts B.A., Hatfield J.L. (2001) Abatement of ammonia and hydrogen sulfide emissions from a swine lagoon using a polymer biocover. Journal of the Air & Waste Management Association 51 pp.562-573.

Zhang RH, Yang P., Pan Z., Wolf TD, Turnbull JH, (2002) Treatment of swine wastewater by biological and membrane separation technologies, 2002 ASAE Annual Meeting.

Zhang RH, Yang P., Pan Z., Wolf TD, Turnbull JH, (2004) Treatment of swine wastewater with biological conversion, filtration and reverse osmosis: a laboratory study. Transaction of the ASAE, vol 47(1): 243-250..

Zhao B., Chen S., Decay of manure organic N under different temperature and oxygen supply conditions, ASAE paper n° 701P1203.