

Acque reflue derivanti da macelli aziendali

Laura Ercoli, Enrico Bonari

1. LA FILIERA PRODUTTIVA

L'analisi dei dati relativi al numero di stabilimenti di macellazione attivi nell'anno 1999 in Italia - forniti dal Ministero della Sanità - consente di rilevare la presenza di poco meno di 2900 strutture per la macellazione delle carni rosse e di oltre 1700 impianti di sezionamento (tabella 6.1). Circa il 15% degli stabilimenti di macellazione e il 38% di quelli di sezionamento sono in possesso del bollo CE - e quindi sono autorizzati ad operare in ambito comunitario - mentre la parte più consistente (85% degli stabilimenti di macellazione e 62% di quelli di sezionamento) ha la possibilità di operare solo sul territorio nazionale.

Nel settore della macellazione della carne di pollame, la situazione appare rovesciata; infatti soltanto il 22% del totale degli impianti (192) è rappresentato da stabilimenti a capacità limitata, mentre il restante 78% risulta in possesso del bollo CE. Il numero di impianti in cui sono presenti contemporaneamente le attività di macellazione e di sezionamento risulta inoltre maggiore nella lavorazione delle carni di volatile (87%) rispetto a quella delle carni rosse (60%) (ISMEA, 2000).

Non esistono dati statistici sulle caratteristiche della produzione nelle aziende che praticano anche l'autotrasformazione o sulle consistenze delle specie di animali macellate nei macelli di tipo misto.

L'attività di macellazione nel comparto bovino ha fatto registrare una produzione di carne pari ad oltre 1,16 milioni di tonnellate nell'anno 1999 (28% del consumo totale di carne), derivante da quasi 4,5 milioni di capi macellati (tabella 6.2). Nel settore suino, sono stati macellati nello stesso anno quasi 13 milioni di animali che hanno fornito 1,47 milioni di tonnellate di carne (35,6% del totale). Il reparto delle macellazioni avicole ha prodotto con 1,14 milioni di tonnellate, corrispondenti al 27,5% del totale, quelle di coniglio e selvaggina hanno fornito 0,24 milioni di t (5,8% del totale) mentre ovini, caprini ed equini complessivamente

hanno costituito meno del 3% del totale (ISMEA, 2000).

La produzione di carne bovina

La tabella 6.3 riporta le tipologie aziendali riscontrate nel settore della macellazione bovina per l'anno 1998 e la loro incidenza relativa all'interno del settore. Complessivamente le prime 10 imprese nazionali (classificate per fatturato) macellano un numero di capi corrispondenti al 22% del totale nazionale. Il resto della capacità produttiva è suddiviso tra macelli pubblici, dove vengono trattati mediamente 1800 capi/stabilimento per anno (18% del totale nazionale) e tra i numerosi altri macelli, che pur presentando dimensioni decisamente inferiori (150 capi anno⁻¹), lavorano complessivamente circa il 60% del totale dei capi macellati.

Analizzando le aziende che macellano esclusivamente carni bovine in termini dimensionali e suddividendole in classi di grandezza si ricava il quadro sintetico riportato nella tabella 6.4. Appare evidente come la distribuzione geografica dell'attività di macellazione, in termini di numero di impianti, presenti una netta concentrazione nelle quattro Regioni della pianura padana - Lombardia (40%), Piemonte (15%), Veneto (6%) ed Emilia-Romagna (6%), - che da sole coprono circa i 2/3 della produzione complessiva nazionale. Risultati sostanzialmente analoghi si ottengono dalla elaborazione ISMEA dei dati forniti dal Ministero della Sanità

Tabella 6.1. Numero di stabilimenti presenti in Italia nel 1999. Elaborazione ISMEA: dati Ministero Sanità - Dip. Alim. Nutr. e San. Pubbl. Veterinaria.

Stabilimenti di lavorazione delle carni nel 1999	Macelli	Macelli con sezionamento	Sezionamento	Deposito frigorifero	Totale
Carni rosse fresche					
Bollo CE ¹	176	269	651	461	1.557
Capacità limitata ²	2.434	-	1.055	-	3.489
Carni di volatili da cortile					
Bollo CE	19	131	333	111	594
Capacità limitata	42	-	-	-	42
Carni di coniglio e selvaggina allevata ³	97	34	77	-	208
Carni di selvaggina di piccola e grande taglia ⁴	-	-	3	-	3

1 Classificate secondo il D.L. 286/94, art. 13.

2 Classificate secondo il D.L. 286/94, art. 1.

3 Classificate secondo il D.P.R. 559/92.

4 Classificate secondo il D.P.R. 607/96.

Tabella 6.2. Numero di capi macellati e quantità di carne prodotta suddivisi per specie animale nel 1999. Elaborazione ISMEA di dati ISTAT.

Specie animale	Produzione			
	Numero di capi		Quantità	
	x1.000	% sul totale	X1.000 t	% sul totale
Bovini e bufalini	4.496	17,6	1.165	28,1
Suini	12.992	50,9	1.472	35,6
Ovini e caprini	7.814	30,6	73	1,8
Pollame	n.d.	-	1.136	27,5
Coniglio e selvaggina	n.d.	-	242	5,8
Equini	227	0,9	50	1,2
Totale	25529	100	4138	100

n.d. dato non disponibile.

(ISMEA, 2000) dai quali emerge la netta concentrazione degli impianti nel Centro-Nord (83%) ed in particolare nelle quattro regioni della pianura padana: Veneto (23%), Lombardia (19%), Emilia-Romagna (18%) e Piemonte (13%).

Anche le caratteristiche della produzione bovina sono molto variabili tra le diverse strutture produttive. Secondo i dati dell'ISMEA si rileva che il peso vivo e la resa media alla macellazione dei vitelloni all'abbattimento, rispetto alla media nazionale appare superiore nelle Marche (+53 kg), in Veneto (+46 kg) ed in Umbria (+37 kg). Diversamente, in Emilia-Romagna e soprattutto in Lombardia questi indicatori assumono valori sensibilmente inferiori.

Per evidenziare ulteriormente la diversificazione della produzione nel settore della macellazione bovina, in tabella 6.5 si riportano i dati produttivi riferiti all'anno 1999, suddivisi per tipologia di animale.

Tabella 6.3. Struttura della macellazione bovina in Italia nell'anno 1998 (CRPA, Fonte: Osservatorio carni bovine).

Tipologia	n. imprese	% imprese	n. capi macellati	% capi macellati
Primi 10 macelli	10	0,5	950.000	21,6
Macelli pubblici	440	20,5	800.000	18,2
Altri macelli	1.750	79,5	2.650.000	60,2
Totale	2.200	100	4.400.000	100

Tabella 6.4. Numero di macelli bovini classificati per classi numeriche di capi e regione. Anno 1999. (CRPA, 2001).

Regione	Numero di bovini macellati				Totale
	Meno di 1.000	Da 1.000 a 4.999	Da 5.000 a 9.999	Da 10.000 ed oltre	
Piemonte	264	42	5	10	321
Valle d'Aosta	20	3	-	-	23
Lombardia	823	23	5	22	873
- Bolzano	54	3	-	-	57
- Trento	31	-	-	-	31
Veneto	90	13	3	25	131
Friuli	45	7	1	-	53
Liguria	56	4	-	1	61
Emilia-Romagna	100	12	1	9	122
Toscana	33	11	1	3	48
Umbria	11	5	2	-	18
Marche	15	14	1	-	30
Lazio	16	13	2	-	31
Abruzzo	31	8	-	-	39
Molise	53	-	1	-	54
Campania	54	25	3	2	84
Puglia	24	7	1	-	32
Basilicata	28	2	-	-	30
Calabria	25	15	1	-	41
Sicilia	53	13	3	1	70
Sardegna	22	8	1	1	32
Totale	1.848	228	31	74	2.181

La produzione di carne suina

Relativamente alla macellazione suina, questa è notevolmente concentrata sul territorio (tabella 6.6): infatti quasi 3/4 dell'attività è localizzata nelle quattro regioni padane: Lombardia (31%), Emilia-Romagna (24%), Piemonte (12%) e Veneto

Tabella 6.5. Dimensione della macellazione bovina in Italia nel 1999 (Fonte: ISMEA).

Categoria	n. capi	% capi	t peso carcassa	% peso carcassa
Vitelloni e manzi	1.980.000	44,0	634.270	55,8
Vitelli	1.145.600	25,4	148.928	13,1
Vacche e giovenche	1.286.200	28,5	296.546	26,0
Altri adulti	88.200	2,1	52.920	4,7
Totale bovini	4.500.000	100	1.132.663	100

Tabella 6.6. Numero di macelli suini classificati per classi numeriche di capi e regione. Anno 1999 (ISTAT, 2001).

Regione	Numero di suini macellati					Totale
	Meno di 1.000	Da 1.000 a 4.999	Da 5.000 a 9.999	Da 10.000 a 14.999	Da 15.000 ed oltre	
Piemonte	133	21	3	1	9	167
Valle d'Aosta	7	-	-	-	-	7
Lombardia	395	29	5	-	23	452
- Bolzano	35	2	-	-	-	37
- Trento	16	2	1	1	-	20
Veneto	69	11	-	1	8	89
Friuli	37	2	1	-	2	42
Liguria	27	-	-	-	-	27
Emilia-Romagna	36	17	7	2	13	75
Toscana	17	25	7	1	3	53
Umbria	5	9	2	1	5	22
Marche	20	10	2	2	2	36
Lazio	17	6	1	3	7	34
Abruzzo	34	10	2	1	6	53
Molise	47	4	1	-	-	52
Campania	51	19	3	4	5	82
Puglia	18	4	2	-	2	26
Basilicata	17	9	1	-	-	27
Calabria	25	9	5	2	-	41
Sicilia	47	10	5	1	-	63
Sardegna	12	15	1	1	6	35
Totale	1.056	214	49	21	91	1.440

(6%). In Lombardia ed in Emilia-Romagna si osservano inoltre i pesi medi più elevati dei capi macellati, segnale evidente di una maggiore specializzazione nell'allevamento del suino pesante da avviare alla produzione di prosciutti.

La produzione di carne ovi-caprina

In questo comparto, l'analisi dei dati evidenzia una minore concentrazione degli

Tabella 6.7. Numero di macelli di ovi-caprini classificati per classi numeriche di capi e regione. Anno 1999 (ISTAT, 2001).

Regione	Numero di ovi-caprini macellati					Totale
	Meno di 1.000	Da 1.000 a 4.999	Da 5.000 a 9.999	Da 10.000 ed oltre	Da 15.000 ed oltre	
Piemonte	189	-	2	-	-	191
Valle d'Aosta	17	-	-	-	-	17
Lombardia	240	-	-	-	-	240
- Bolzano	47	3	1	-	-	51
- Trento	25	-	-	-	-	25
Veneto	56	1	-	-	-	57
Friuli	19	-	-	-	-	19
Liguria	41	1	-	-	-	42
Emilia-Romagna	61	2	-	-	-	63
Toscana	18	9	3	1	5	36
Umbria	8	5	5	1	1	20
Marche	14	12	2	2	1	31
Lazio	13	8	1	1	7	30
Abruzzo	19	21	3	-	6	49
Molise	40	13	1	1	-	55
Campania	47	20	5	-	5	77
Puglia	6	14	2	5	8	35
Basilicata	6	20	2	2	2	32
Calabria	22	10	2	3	-	37
Sicilia	33	26	4	2	1	66
Sardegna	5	11	5	3	18	42
Totale	926	176	38	21	54	1.215

impianti rispetto a quanto rilevato in precedenza. Lombardia e Piemonte si distinguono ancora per il numero di macelli, pari rispettivamente al 20 ed al 16% del totale, mentre i restanti sono più o meno regolarmente distribuiti su tutto il territorio nazionale (tabella 6.7).

Facendo riferimento invece alla produzione ottenuta, sempre relativamente all'anno 1999, i valori più elevati si registrano nel Sud Italia ed in particolare nelle isole: Sardegna (27%) e Sicilia (9%); contribuiscono in misura consistente anche il Lazio (14%) e la Puglia (10%). In termini di peso medio di macellazione si rileva come siano preferiti animali di peso superiore in Lombardia (24 kg), Emilia-Romagna (22 kg), Abruzzo (23 kg) e Calabria (20 kg), mentre nelle altre regioni (Toscana, Lazio, Campania e Sardegna) gli animali avviati alla macellazione sono caratterizzati da un peso medio sensibilmente più basso (15-16 kg).

Figura 6.1. Schema sintetico del processo di produzione e lavorazione della carne con particolare riferimento ai non volatili (a sinistra) e volatili (a destra). (ANPA, Osservatorio Nazionale sui Rifiuti, 1999).

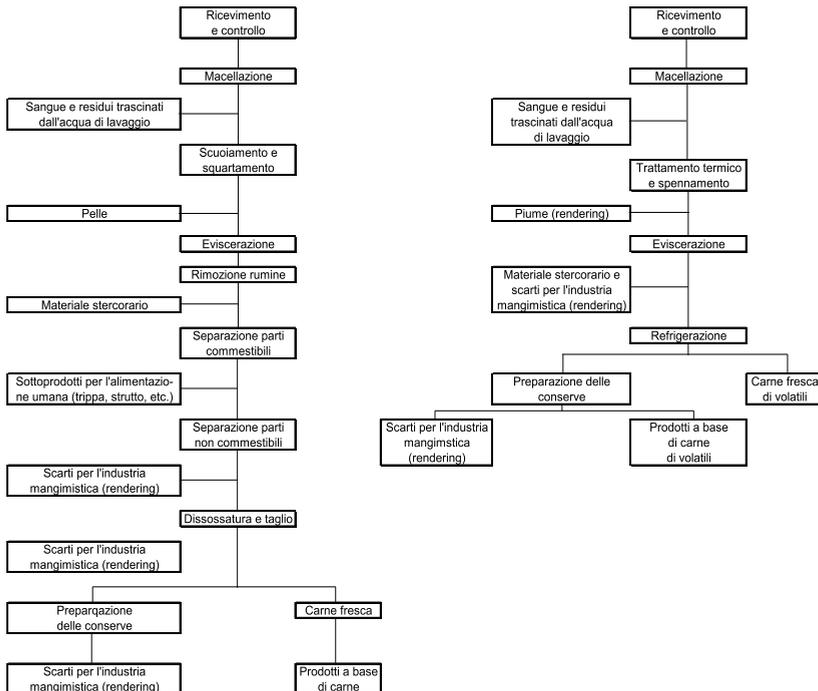


Tabella 6.8. Principali componenti in ingresso ed in uscita nel processo di lavorazione e conservazione della carne (ANPA, 1999).

Componenti in ingresso	Componenti in uscita
Animali vivi	Carne fresca
Acqua	Preparazioni a base di carne
Altre materie prime	Sottoprodotti per l'alimentazione umana (frattaglie, trippa, grasso e strutto) Scarti animali inviati all'industria per la preparazione di mangimi o altro (parti di carcassa, residui a base di carne o grasso separati dalle acque di lavaggio; piume; frattaglie non richieste dal mercato per l'alimentazione umana; ossa; sangue ecc.) Pelli inviate all'industria conciaria Altri rifiuti: visceri, stomaci e deiezioni prodotte dagli animali in attesa Effluenti ricchi di residui a base di carne, grasso e quanto altro proveniente dal lavaggio delle carcasse o dalla lavorazione della carne fresca o dalla pulizia dei locali di lavorazione

La produzione di carne avicola

Per la produzione avicola, la concentrazione delle imprese nel nord è superiore a quanto osservato in precedenza per gli altri comparti. Nel settentrione, infatti, si localizza oltre il 70% dei macelli a bollo CE e più della metà degli impianti di sezionamento autonomi.

2. IL PROCESSO TECNOLOGICO

Il processo base nella lavorazione della carne può differire, anche sensibilmente, in relazione al tipo di animale abbattuto. Le fasi più importanti sono schematizzate nella figura 6.1, mentre i prodotti in ingresso ed in uscita sono riassunti nella tabella 6.8.

Gli scarti animali vengono, in larga parte, recuperati a fini produttivi; possibili forme di riutilizzazione agronomica, mediante distribuzione sul terreno e/o colture, riguardano le seguenti tipologie di rifiuti e di effluenti:

- contenuto stomacale ed intestinale, avente un'incidenza sul peso morto variabile dal 2 a quasi il 20%, in relazione alla quantità effettivamente allontanata con le acque di lavaggio;

- eventuali deiezioni prodotte dagli animali in attesa (quantità ampiamente variabili in funzione del tipo di animali e dell'intervallo di attesa);
- acque di lavaggio utilizzate durante le diverse fasi del ciclo.

Il bilancio di massa relativo alle attività di produzione e lavorazione della carne di animali volatili e non volatili è riportato nelle tabelle 6.9 e 6.10. Mediamente, nella

produzione di carne di animali non volatili, la quantità di effluenti prodotta ammonta ad oltre nove parti per una di peso morto, ipotizzando un recupero del sangue pari al 4,5% del peso morto. Nella produzione di carne di volatili gli effluenti rappresentano 7,5 parti per una di peso morto, ipotizzando un recupero del sangue pari al 3,5% del peso morto.

Il processo di macellazione comporta un elevato consumo di acqua, che viene utilizzata per le seguenti operazioni:

finissaggio della pelle dei suini;

- bagnatura delle piume prima dell'asportazione;
- lavaggio delle frattaglie e delle carcasse;
- trasporto dei residui;
- pulizia degli impianti e di tutte le superfici;
- eventuale reintegro per la produzione di vapore e raffreddamento degli impianti frigoriferi.

Le quantità di acqua consumate variano comunque notevolmente an-

Tabella 6.9. Bilancio di massa e stima dei fattori di produzione di rifiuti nella produzione di carne di animali volatili (ANPA, 1999).

Tipologia		Quantità (kg)
Materiali	Animale vivo	131,2
in ingresso	Acqua	750,0
Materiali	Sangue	3,5
in uscita	Materiale stercorario	2,8
	Parti di carcassa e pelli	23,9
	Effluenti	751,0
	Peso morto	100,0

Tabella 6.10. Bilancio di massa e stima dei fattori di produzione di rifiuti nella produzione di carne di animali non volatili. (ANPA, 1999).

Tipologia		Quantità (kg)
Materiali	Animale vivo	160,0
in ingresso	Acqua	900,0
Materiali	Sangue	4,5
in uscita	Materiale stercorario	16,5
	Parti di carcassa e pelli	31,8
	Effluenti	907,2
	Peso morto	100,0

Tabella 6.11. Consumi di acqua per la lavorazione della carne (ANPA, 2001).

Processo	Consumo di acqua t t ⁻¹ di prodotto macellato
Macellazione di:	
- suini	1,5-10
- bovini	2,5-40
- avicoli	6-30
Trasformazione della carne	2-60

che in rapporto alle dimensioni dell'impianto ed alle abitudini degli operatori; in particolare, le variazioni nei consumi idrici dipendono soprattutto dai differenti sistemi adottati per la lavorazione delle carni e per i lavaggi (ad esempio, le operazioni di pulizia effettuate con acqua a pressione comportano significative risparmi nei

consumi). Le quantità di acqua consumate dipendono anche dalla grandezza dei mattatoi: in quelli di piccole dimensioni la mancanza di qualsiasi tipo di automizzazione determina un impiego di acqua che non è funzione della capacità degli impianti, ma che dipende soprattutto dalle abitudini del personale e dalla effettiva disponibilità di acqua e dal suo costo.

Una stima della variabilità dei consumi in relazione alla specie animale macellata è riportata nella tabella 6.11.

Anche il differente recupero di una parte del sangue in fase di macellazione influenza notevolmente il carico inquinante degli effluenti prodotti. La quantità di sangue recuperabile, tra l'altro, varia tra le diverse specie animali, da un minimo di 1,5 litri per capo per gli ovini, fino a 21 litri per capo per i bovini (tabella 6.12), ma in gran parte è legata al tipo di impianto di macellazione (piccolo, medio o grande). Nei macelli artigianali, ad esempio, il sangue non può essere considerato come effettivamente disponibile, data l'incidenza che avrebbe sul prezzo di questo il costo di stoccaggio, conservazione e trasporto.

Tabella 6.12. Quantitativi di sangue recuperabile per tipo di animale (Depureco, 1986).

Tipo di animale	Peso vivo	Peso morto	Sangue recuperabile	
			q	L per capo
Bovino	6,00	3,53	21	5,95
Vitello	2,00	0,90	4	4,50
Suino	1,00	8,84	4,5	5,30
Ovino	0,28	0,16	1,5	9,40

E' altresì evidente l'importanza del recupero del sangue non solo per la possibilità di abbattimento del carico inquinante finale, ma anche per l'elevato valore biologico e nutrizionale del sangue che può essere utilizzato come materia prima per altri prodotti industriali.

Applicando i rapporti tra effluente prodotto e carne lavorata di cui sopra alle diverse produzioni dell'anno 1999 è stata ottenuta la stima riportata in figura 6.2.

3. LE CARATTERISTICHE DEI REFLUI

Indipendentemente dalla specie animale interessata, nelle acque reflue degli impianti di macellazione sono presenti diversi composti organici sia in soluzione che in sospensione. A questi si debbono aggiungere le sostanze non derivanti dagli animali macellati, ma egualmente impiegate nelle operazioni di pulizia dei locali e delle attrezzature (come detergenti e disinfettanti) ed altre addizionate durante la lavorazione, come ad esempio il sale da cucina impiegato nella cottura delle trippe (qualora nel medesimo mattatoio si effettuino anche questo tipo di operazioni e di confezionamento).

Ovviamente, anche le differenze prima discusse nei consumi idrici per le differenti tipologie di impianti di lavorazione, concorrono a far variare non poco il carico inquinante degli scarichi dei macelli poiché, a parità di contenuto di materia organica presente, la sua concentrazione risulta maggiore se la quantità di acqua impiegata diminuisce.

Come abbiamo già discusso, un altro fattore che può provocare forti variazioni nella composizione delle acque reflue è il diverso grado di recupero dei materiali in uscita dal processo produttivo attuato nei vari stabilimenti. A parte il sangue, la cui percentuale di recupero abbiamo detto essere anche molto diversa, il contenuto stomacale rappresenta un'aliquota elevata dei materiali che finiscono nelle acque reflue. Nella macellazione dei poligastrici, ad esempio, questo è particolarmente alto ed essendo costituito in gran parte da materiale cellulosico, risulta più difficilmente biodegradabile; il refluo liquido che si origina in queste circostanze possiede un contenuto elevato di sostanze sedimentabili a cui corrisponde un alto valore di BOD₅.

Per quanto riguarda il contenuto di grassi nei reflui, per i macelli suini la quantità è stimabile intorno ai 4-5 g per kg di peso morto, mentre per i bovini varia da 5 a 30 g per kg di peso morto, a seconda dell'importanza delle lavorazioni di triperia (Sanna, 1982).

Nella tabella 6.13 è riportata una rappresentazione della composizione media dei reflui in relazione alla specie macellata, mentre nella tabella 6.14 la composizione delle acque reflue è distinta sulla base della tipologia dello stabilimento di macellazione.

Tabella 6.13. Caratteristiche medie delle acque reflue di macellazione (ANPA, 2001).

Parametro	Unità di misura	Macellazione		
		Suini	Bovini	Mista
pH	unità	7,2	7,2	7-8,5
Solidi sospesi	mg L ⁻¹	700	1.600	400-8.000
Azoto totale	mg L ⁻¹	150	180	<300
Fosforo totale	mg L ⁻¹	25	27	<10
Oli e grassi	mg L ⁻¹	150	270	<350
BOD ₅	mg L ⁻¹	1.250	2.000	-
COD	mg L ⁻¹	2.500	4.000	1.000-3.000

In sintesi, la composizione delle acque reflue è caratterizzata, a causa dell'elevato quantitativo di materiale organico presente in soluzione ed in sospensione, da elevati valori di BOD₅ e COD, da alte concentrazioni di sostanze sospese, da consistenti quantità di sostanze grasse ed, infine, da notevoli concentrazioni di sostanze azotate e di fosforo.

Rispetto alla attività di macellazione in generale, un discorso a parte meritano gli inquinanti aggiunti durante il processo di lavorazione come tensioattivi, cloruro di sodio, cloro libero ed altri disinfettanti: a causa della notevole diluizione che subiscono in rapporto alle elevate quantità di acqua impiegata nelle lavorazioni, è estremamente raro che questi vengano riscontrati in misura significativa negli scarichi finali.

Relativamente alla possibilità di contaminazione microbiologica dei terreni e/o delle colture si riporta una valutazione dello scarico di macelli in relazione alla specie animale macellata (tabella 6.15).

Si ricorda che al momento non esistono limiti legislativi relativamente alle caratteristiche microbiologiche dei reflui degli impianti di macellazione ai fini della loro utilizzazione agronomica (ai sensi dell'art. 38 del D. Lgs. 152/1999), mentre facendo riferimento al riutilizzo irriguo al momento sono da applicare i limiti espressi dal CITAI o quelli contenuti nel decreto del Ministero dell'Ambiente, attualmente in fase di emanazione. Solo per il riutilizzo irriguo, quindi, sulla base del confronto tra i limiti sopracitati ed i valori riportati nella tabella 6.15, il superamento dei valori soglia ne subordina l'utilizzazione ad un preventivo trattamento depurativo.

Tabella 6.14. Composizione delle acque reflue da mattatoi (Sanna, 1982).

Parametro	Unità di misura	Tipo di stabilimento			
		Misto	Bovini	Suini	Lavorazione di macelleria*
Sostanze decantabili	mg L ⁻¹	10,75	–	–	–
pH	unità	7,4	–	–	–
Sostanze non disciolte	mg L ⁻¹	580	820	720	650
- residuo secco	mg L ⁻¹	81,6	–	–	–
- perdita alla calcinazione	mg L ⁻¹	496,4	–	–	–
Sostanze disciolte	mg L ⁻¹	1206,1	–	–	–
- residuo secco	mg L ⁻¹	272,4	4100	3590	–
- perdita alla calcinazione	mg L ⁻¹	933,7	2050	1800	–
Alcalinità	mg L ⁻¹	7,2	–	–	–
Grassi	mg L ⁻¹	108	–	–	–
Azoto (N)	mg L ⁻¹	145	154	122	137
Fosforo (P ₂ O ₅)	mg L ⁻¹	18,7	–	–	–
Potassio (K ₂ O)	mg L ⁻¹	28,7	–	–	–
Calcio (CaO)	mg L ⁻¹	131	–	–	–
Ossidabilità al KMnO ₄	mg L ⁻¹	153,6	–	–	–
BOD ₅	mg L ⁻¹	838	1-1500	1200	910
Abitanti equivalenti	n.	–	45	18	24
Volume di acqua reflua	m ³ capo ⁻¹	–	1,5	0,5	2,77

*si tratta di stabilimenti che lavorano la carne macellata fino al prodotto finito.

4. L'IMPIEGO DEI REFLUI IN AGRICOLTURA

Abbiamo visto come la composizione delle acque reflue dei macelli sia caratterizzata, a causa dell'elevato quantitativo di materiale organico presente in soluzione ed in sospensione, da alti valori di BOD₅ e COD, da alte concentrazioni di solidi sospesi, di sostanze grasse e di sostanze azotate e di fosforo.

L'elevato contenuto di sostanza organica e di nutrienti rende queste acque interessanti per l'utilizzo agronomico; soprattutto il discreto contenuto in fosforo è da

Tabella 6.15. Caratteristiche microbiologiche dello scarico di macelli distinti per tipologia di animale macellato (Shall, 1982).

Specie batterica	Tripperia	Macello bovini	Macello vitelli	Macello suini
MPN in 100 ml				
Salmonelle	16	11	10	7
Mic. Tubercolari	2	6	3	1
Diplococchi	6	4	7	2
Streptococchi	4	2	3	3
Stafilococchi	8	12	6	7
Aerobi sporigeni	4	6	2	4
Anaerobi	-	-	1	-
Es. Rhusiopathiae	-	-	-	2
Corinebatteri		1	2	1
Emofili	1	1	1	-
Klebsiella	1	-	-	-

ritenersi una caratteristica favorevole per la distribuzione poiché molti dei terreni del nostro Paese risultano carenti di questo elemento (Van Oostrom e Luo, 1999; O'Connor et al., 2005; Hamilton et al., 2007).

Un semplice calcolo del quantitativo del potenziale valore fertilizzante dei reflui (tabella 6.16) è stato effettuato sulla base delle concentrazioni di azoto, fosforo e potassio riportati nelle tabelle 6.13 e 6.14. L'apporto al terreno di nutrienti risulta estremamente modesto, anche ipotizzando di distribuire una dose di ef-

Tabella 6.16. Concentrazione di azoto, fosforo e potassio nelle acque reflue dei macelli e calcolo delle quantità apportate al terreno ipotizzando di distribuire una dose di 50 e 300 m³ ha⁻¹.

Elemento	Concentrazione	Dose	
		50 m ³ ha ⁻¹	300 m ³ ha ⁻¹
N totale	122-180	6,1-9,0	36,6-54,0
P ₂ O ₅	19-124	1,0-6,2	5,7-37,2
K ₂ O	29	1,5	8,7

fluente piuttosto elevata ($300 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$).

La sperimentazione agronomica relativa all'impiego dei reflui di macellazione ha evidenziato effetti di incrementi produttivi su numerose colture di pieno campo, grazie al significativo apporto di elementi nutritivi (Wells e Whitton, 1970; Russell et al., 1991; Luo et al., 2004; O'Connor et al., 2005).

Relativamente ai rischi di contaminazione ambientale conseguenti alla utilizzazione agronomica dei reflui, questi potrebbero essere ricondotti alla presenza nei reflui di composti azotati solubili, di solidi sospesi e di sali solubili, che potrebbero provocare od accentuare i fenomeni di lisciviazione dell'azoto, di riduzione della permeabilità e di salinizzazione del terreno, con i conseguenti danni alle colture (Johns, 1995; Balks et al., 1997; Mittal, 2006).

Sulla base di queste considerazioni, occorre innanzitutto che la gestione del refluo debba essere fatta applicando tutti quei criteri agronomici, già discussi nel capitolo 1, finalizzati alla riduzione della lisciviazione dell'azoto e dell'accumulo dei sali nel terreno.

E' stato dimostrato in letteratura, in seguito alla distribuzione dei reflui sul terreno, un effetto di riduzione della permeabilità del terreno o addirittura di completa ostruzione dei pori. E' stato dimostrato sperimentalmente però che questo effetto tende a ridursi nel tempo, fino a scomparire entro 1-3 mesi dalla somministrazione (Balks et al., 1997; Magesan et al., 2000). Gli effetti negativi di questo fenomeno potrebbero quindi essere attenuati evitando la distribuzione con la coltura in atto e preferendo una somministrazione in presemina.

Relativamente al rischio di contaminazione microbiologica dei terreni e/o delle colture, che potrebbe manifestarsi nei casi in cui la distribuzione avvenga subito dopo la fase di produzione con applicazioni in copertura, a nostro avviso una consistente riduzione del rischio potrebbe essere ottenuta prevedendo, prima della distribuzione, una fase di stoccaggio della durata di 1-4 mesi avente proprio lo scopo di ottenere un abbattimento della carica patogena.

5. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

L'utilizzazione agronomica delle acque reflue degli impianti di macellazione appare agronomicamente e tecnicamente possibile. La composizione chimica dei reflui è tale che non sono da attendersi vincoli qualitativi che potrebbero escluderne l'impiego in accordo con le norme legislative.

L'impiego dei reflui di macellazione però comporta, anche se in misura minore rispetto ai reflui di caseificio e di cantina, gli stessi rischi di salinizzazione del terreno (Snow et al., 1998). Infatti i reflui di macellazione, considerati come stabilimenti misti (sia di bovini che di suini) ricadono nella classe S3 di salinità, che comprende le acque impiegate solo in terreni ben drenati e su colture tolleranti. I

dati analitici sulla composizione dei reflui non sono stati sufficienti per calcolare il SAR, che avrebbe potuto fornire alcune indicazioni sul rischio di sodicizzazione di un terreno.

L'elevato carico organico dei reflui, invece, non costituisce, di per sé, un fattore limitante l'impiego in agricoltura, sempreché sia certa l'assenza di agenti patogeni e/o antagonisti della microflora e della microfauna tellurica.

In queste condizioni e tenendo presente anche la scarsa standardizzabilità delle acque e dunque la elevata variabilità di composizione, anche a carico di cloruri e tensioattivi, sembrerebbe opportuno prevedere un periodo di stoccaggio prima della distribuzione e di non superare le dosi di 100 t ha⁻¹ per anno, distribuite in più interventi, distanziati fra loro da almeno 30 giorni di tempo.

E' da ribadire comunque, come già affermato per gli altri reflui, che è opportuno che la utilizzazione agronomica venga modulata caso per caso tenendo anche conto della presenza di particolari condizioni di suscettibilità o di resistenza (giacitura, fase fenologica della coltura, natura del terreno, ecc.).

6. BIBLIOGRAFIA

- Amirante R., Catalano P., De Lisio L., 1997. Recupero di biomasse e risparmio energetico nella depurazione dei reflui di una industria di macellazione avicola. *Ingegneria ambientale*, XXVI, n. 1/2 gen-feb.
- Balks M.R., McLay C.D.A., Harfoot C.G., 1997. Determination of the progression in soil microbial response, and changes in soil permeability, following application of meat processing effluent to soil. *Applied Soil Ecol.*, 6:109-116.
- Mittal G.S., 2006. Treatment of wastewater from abattoirs before land application—a review. *Biores. Technol.*, 97:1119-1135
- Hamilton A.J., Stagnitti F., Xiong X., Kreidl S.L., Benke K.K., Maher P., 2007. Wastewater irrigation: the state of play. *Vadose Zone J.*, 6:823-840.
- Johns M.R., 1995. Developments in wastewater treatment in the meat processing industry: a review. *Biores. Technol.*, 54:203-216.
- Luo J., Lindsey S., Xue J., 2004. Irrigation of meat processing wastewater onto land. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 103:123-148.
- O'Connor G.A., Elliott H.A., Basta N.T., Bastian R.K., Pierzynski G.M., Sims R.C., Smith J.E.Jr., 2005. Sustainable land application: an overview. *J. Environ. Qual.*, 34:7-17.
- Magesan G.N., Williamson J.C., Yeates G.W., Lloyd-Jones A.R., 2000. Wastewater C:N ratio effects on soil hydraulic conductivity and potential mechanisms for recovery. *Biores. Technol.*, 71:21-27.
- Russell J.M., Cooper R.N., Lindsey S.B., 1991. Reuse of wastewater from meat processing plants for agricultural and forestry irrigation. *Water Sci. Technol.*,

- 24: 277-286.
- Sanna M., 1982. Antinquinamento delle industrie alimentari. Luigi Scialpi editore, Roma.
- Snow, V.O., Bond W.J., Smith C.J., Falkiner R.A., 1998. Fate of salts in soils. In: Wang H., Carnus J.M. (Eds.), Proceedings of the Technical Session 17 on Land Application of Agro-industrial Wastes, New Zealand Land Treatment Collective, Rotorua, New Zealand.
- Steffen A.J., 1969. Waste disposal in the meat industry. A comprehensive review, Proc. Meat. Ind. Res. Conf. 115-44.
- Van Oostrom A.J., Luo J., 1999. Fate of nitrogen in meat processing wastewaters applied to soil. Technical Report 996. MIRINZ (Meat Industry Research Institute of New Zealand) Food Technology & Research, New Zealand, 15 pp.
- Wells N., Whitton J.S., 1970. The influence of meatworks effluent on soil and plant composition. N. Z. J. Agr. Res., 13:494-502.

