

3. ANALISI DELLA FILIERA VENETA

L'analisi della filiera del compost permette di evidenziare le potenzialità che questo settore ha nella nostra regione. Il settore del compostaggio ha trovato nel Veneto una Regione guida, sia per quanto riguarda la gestione dei rifiuti urbani con la raccolta differenziata, sia per l'attività di recupero della frazione organica negli impianti di compostaggio.

A fronte di un quantitativo nazionale stimato in circa 1.400.000 t, la produzione veneta copre più di un sesto in termini quantitativi, con 16 impianti di compostaggio attivi che trattano prevalentemente la Frazione Organica del Rifiuto Solido Urbano (FORSU), verde e fanghi e numerosi piccoli impianti a verde.

Gli impianti veneti operano con differenti tecnologie e diversi gradi d'innovazione. Si tratta di un settore in continua evoluzione tecnico-scientifica che fornisce un prodotto con caratteristiche qualitative superiori anche a quelle richieste dagli standard legali, così come succede con la certificazione "Compost Veneto".

3.1. ASPETTI GENERALI DELLA GESTIONE DEI RIFIUTI URBANI IN VENETO

La gestione dei rifiuti urbani nella Regione Veneto complessivamente si caratterizza nella compagine nazionale per alcuni aspetti peculiari che potremmo riassumere come di seguito riportato.

Bassa produzione pro capite	493 kg/ab*anno
Elevata raccolta differenziata	51%
Diffusione raccolta secco-umido	oltre il 90% della popolazione
Elevati raccolta e recupero della frazione organica	110 kg/ab*anno
Settore del recupero ben consolidato sia per le frazioni secche (carta, vetro, plastica) sia per l'organico, con circa 20 impianti di compostaggio e digestione anaerobica, con una potenzialità di quasi un milione di tonnellate	
Sistemi di raccolta domiciliari con applicazione della tariffa commisurata alla produzione di rifiuto	
Ridotto ricorso all'incenerimento (7% del rifiuto urbano prodotto)	

Questa realtà in cui la raccolta differenziata e il recupero sono diffusi, consolidati e in continua crescita, si è costruita a partire dalla prima metà degli anni novanta, per una serie di situazioni di emergenza dovute a problemi gestionali di alcune discariche. La necessità di togliere l'organico dalla discarica per contenere gli impatti derivati, ha determinato l'avvio delle prime raccolte secco-umido. In seguito, lo scarso sviluppo dell'incenerimento, la difficoltà di realizzare nuove discariche, la continua crescita del costo di smaltimento del rifiuto residuo anche per l'in-

troduzione di norme più restrittive e cautelative, hanno contribuito alla crescita progressiva della raccolta separata dell'organico, che oggi interessa oltre il 90% della popolazione, e della raccolta differenziata in generale, che ha sempre trovato precise risposte nella realtà impiantistica e nella dinamica imprenditoriale locale.

Determinante il supporto della politica regionale con una serie di iniziative, anche normative, tra cui l'introduzione di criteri di pagamento dell'ecotassa (tributo speciale per il deposito in discarica) modulati sulla percentuale di raccolta differenziata raggiunta dal Comune, che ha rappresentato un forte incentivo economico nella strada della separazione sempre più spinta.

La particolare attenzione rivolta a questo settore, ritenuto strategico e trainante, ha portato all'emanazione di norme tecniche per la realizzazione e gestione degli impianti e per la qualità del compost già nel 1995. Questo, unitamente all'istituzione dell'Osservatorio Regionale per il Compostaggio e l'avvio di numerose iniziative a sostegno dell'uso del compost, tra cui l'istituzione del marchio, nella mancanza di riferimenti normativi nazionali, ha contribuito a un progressivo sviluppo del settore, sempre nella prospettiva di produrre un prodotto di qualità, monitorato costantemente dall'Osservatorio.

Tutti questi presupposti hanno spinto altresì verso la ricerca di una miglior intercettazione dei rifiuti recuperabili, determinando la crescita costante delle raccolte domiciliari, con l'applicazione, in molti casi, della tariffa di igiene ambientale in modo commisurato all'effettiva produzione di rifiuto, tramite l'introduzione di innovativi sistemi di raccolta.

Nel Veneto si registra così da una decina di anni un costante sviluppo della raccolta differenziata che porta la Regione a livelli di eccellenza.

Il quantitativo di materiali raccolti in modo differenziato nel 2007, pari a 1.209.866 t, è aumentato del 4,7% rispetto al 2006, proseguendo il trend progressivo di crescita della percentuale di raccolta differenziata, che supera di gran lunga gli obiettivi stabiliti dalla normativa nazionale e colloca il Veneto, con il 51%, al primo posto tra le regioni in Italia.

Fondamentale importanza riveste il rifiuto organico, composto da scarti di cucina (FORSU), sfalci e ramaglie (verde), che presenta negli anni un incremento proporzionale al numero di Comuni che sono passati al sistema di raccolta secco-umido. Tali frazioni rappresentano il 44% della raccolta differenziata e il valore pro capite, pari a 62,1 kg/abitante*anno per la FORSU e a 47,9 kg/abitante*anno per il verde (per un totale di 110,0 kg/abitante*anno), resta il più alto in Italia.

3.1.1 La raccolta secco-umido

In Veneto continua ad aumentare la diffusione della raccolta separata della frazione organica (raccolta secco-umido): nel 2007 è effettuata dall'88% dei Comuni, registrando un aumento di 2 punti percentuali rispetto al 2006 e coinvolgendo circa il 92% degli abitanti (tab. 3.1).

Tra i Comuni che effettuano la raccolta separata della frazione organica predomina la raccolta domiciliare (cosiddetta porta a porta): il numero di Comuni interessati è cresciuto in 7 anni da 117 nel 1999 a ben 415 nel 2007 (più del 70% dei Comuni veneti) (figg. 3.1 e 3.2)

Tabella 3.1 – Ripartizione dei Comuni e degli abitanti del Veneto in funzione del sistema di raccolta - Anno 2007 - Fonte: Arpav - Osservatorio Regionale Rifiuti

Sistema di raccolta	n. Comuni	Comuni %	n. Abitanti	Abitanti %	% Raccolta Differenziata	Pro capite (kg/ab*anno)
Rifiuto Urbano indifferenziato:	67	11,5	396.481	8,2	26,7	697,2
Indifferenziato*	37	6,4	348.659	7,2	25,8	712,7
Organico solo grandi utenze	30	5,2	47.822	1,0	34,1	584,4
Secco Umido:	514	88,5	4.420.302	91,8	54,2	474,4
Stradale	77	13,3	1.310.453	27,2	40,4	605,9
Misto	22	3,8	277.471	5,8	46,7	592,1
Domiciliare	415	71,4	2.832.378	58,8	64,9	402,0

*Il sistema di raccolta "Indifferenziato" sta ad indicare la raccolta senza separazione dell'organico, ossia presso tutte le utenze, sia domestiche che non domestiche.

Figura 3.1 – Sviluppo della raccolta separata della frazione organica nella Regione Veneto – Anni 1999 – 2007 (Fonte: Arpav - Osservatorio Regionale Rifiuti)

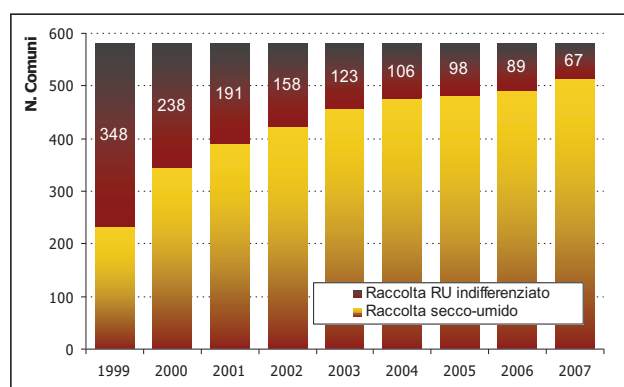
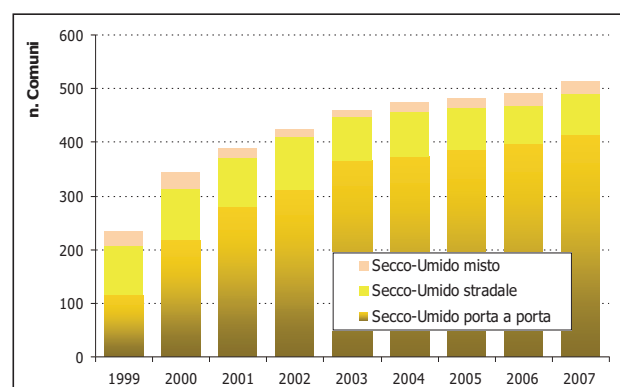


Figura 3.2 – Numero di Comuni suddivisi per raccolta separata secco-umido porta a porta, stradale e mista - Anni 1999 – 2007 (Fonte: Arpav - Osservatorio Regionale Rifiuti)



La produzione procapite in funzione del sistema di raccolta oscilla tra i 400 e i 500 kg/abitante*anno (fig. 3.3) mostrando invariata la tendenza alla diminuzione nel passaggio alla raccolta secco-umido domiciliare.

Il sistema di raccolta adottato influisce sulla qualità della FORSU. Dalle analisi merceologiche effettuate su oltre 900 campioni, è emerso che la purezza della FORSU prodotta dai Comuni che utilizzano il sistema di raccolta porta a porta è notevolmente migliore rispetto a quelli che adottano i cassonetti stradali, presentando questi ultimi una percentuale di scarto di gran lunga maggiore (6,15%) (fig. 3.4).

Figura 3.3 – Produzione pro capite di rifiuto urbano (escluso i Comuni capoluogo e quelli con elevati flussi turistici) in funzione del sistema di raccolta - Anno 2007 (Fonte: Arpav - Osservatorio Regionale Rifiuti)

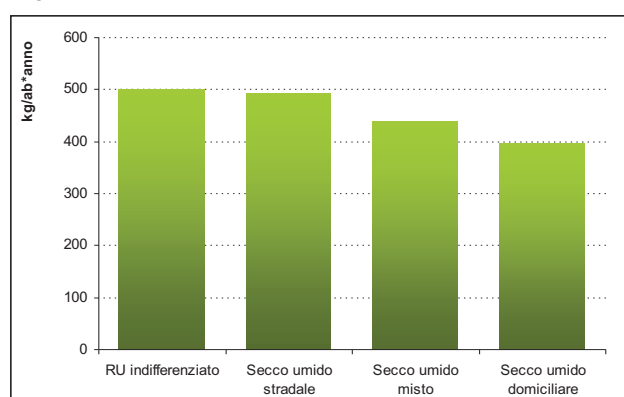
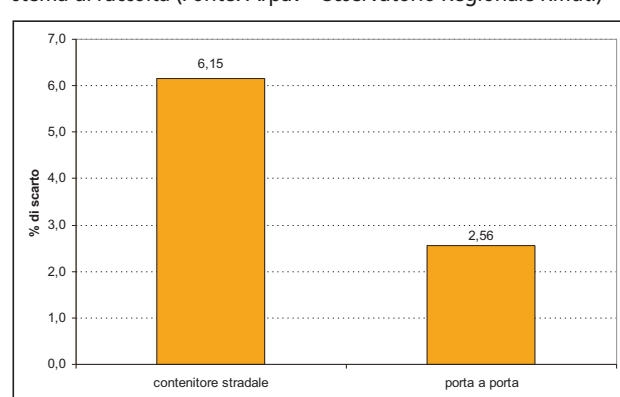


Figura 3.4 – Purezza merceologica della FORSU in funzione del sistema di raccolta (Fonte: Arpav - Osservatorio Regionale Rifiuti)



In questo panorama, è importante infine considerare come la diffusione capillare dei sistemi domiciliari di raccolta secco-umido in Veneto abbia avuto anche un effetto positivo sul trend di riduzione del conferimento in discarica dei rifiuti biodegradabili, in conformità alle normative comunitaria (Dir. CE/99/31) e nazionale (D.lgs. 36/03). Il Veneto infatti ha già superato abbondantemente il secondo obiettivo previsto dal D.lgs 36/03 per il 2011 (115 kg/abitante*anno) e il terzo per il 2018 (81 kg/abitante*anno) sarà raggiunto grazie anche all'incremento della raccolta differenziata dei rifiuti organici e conseguentemente alla presenza degli impianti di compostaggio e digestione anaerobica, che rivestono un'importanza strategica nella filiera del recupero di tale frazione di rifiuti.

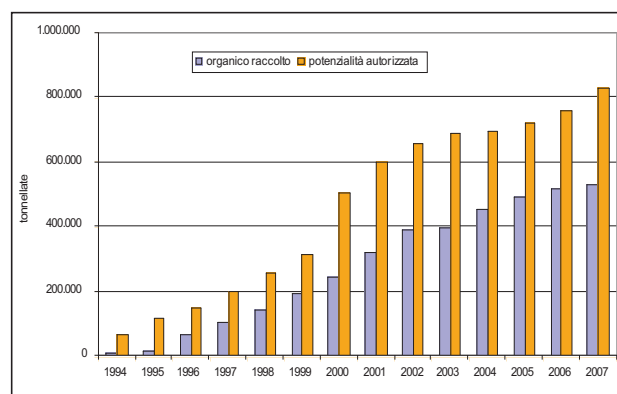
3.2 IL RECUPERO DELLA FRAZIONE ORGANICA NEGLI IMPIANTI DI COMPOSTAGGIO

I dati relativi al 2007 dimostrano un aumento del 2% della frazione verde e organica intercettata che raggiunge le 530.000 t. Questa situazione pone il Veneto al primo posto in Italia come quantità pro capite di organico raccolto (110 kg abitante 2007) e rende particolarmente rilevante nella gestione dei rifiuti il settore del compostaggio di matrici selezionate. Ritenuto settore strategico non solo per la gestione dei rifiuti ma anche per i suoli, tendenzialmente impoveriti di sostanza organica, fin dal 1995 è stato oggetto di azioni politiche che hanno portato all'emanazione di specifiche norme tecniche per la realizzazione e gestione degli impianti e all'istituzione di una struttura tecnica di riferimento, l'Osservatorio Regionale per il Compostaggio, nonché a numerose inizia-

tive di sostegno all'utilizzo del compost.

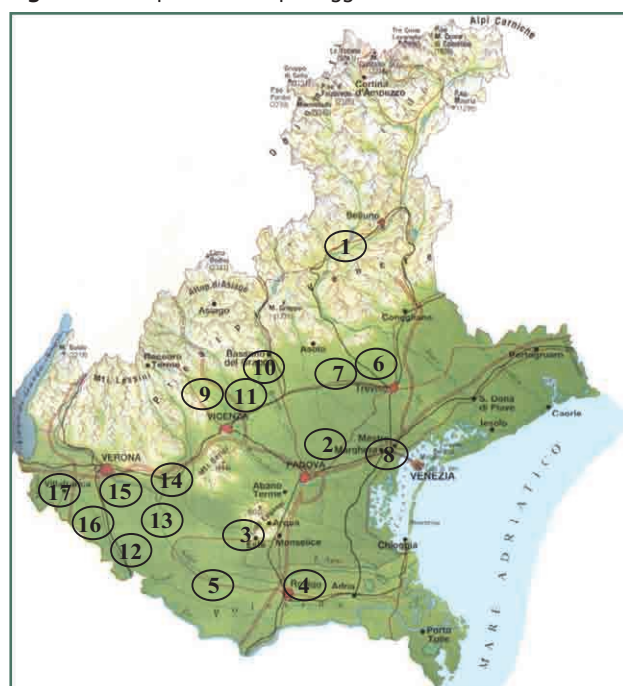
Questa situazione di governo del settore ha determinato la realizzazione di un sistema costituito da 20 impianti di compostaggio e digestione anaerobica, e 70 piccoli impianti di trattamento del verde, la cui potenzialità complessiva autorizzata risulta la più alta in Italia. Nel 2007 si registra una potenzialità totale di trattamento autorizzata che supera le 900.000 t (considerando anche gli impianti che effettuano solo digestione anaerobica senza compostaggio). In figura 3.5 è rappresentato il trend di crescita della frazione organica raccolta in Veneto rapportata anno per anno con la potenzialità di trattamento autorizzata per gli impianti di compostaggio (con l'esclusione degli impianti che effettuano solo digestione anaerobica).

Figura 3.5 – Andamento dell'organico prodotto in Veneto in rapporto alle potenzialità impiantistiche (Fonte: Arpav - Osservatorio Regionale Compostaggio)



La potenzialità complessiva risulta dunque ampiamente adeguata a soddisfare il fabbisogno regionale di trattamento dell'organico intercettato mediante raccolta differenziata dei rifiuti urbani (530.000 t).

Figura 3.6 – Impianti di compostaggio nel Veneto



N.	Titolare impianto	Comune	Provincia
1	DOLOMITI AMBIENTE	S. Giustina Bellunese	BL
2	ETRA	Vigonza	PD
3	SESA	Este	PD
4	NUOVA AMIT	Rovigo	RO
5	BIOCALOS	Canda	RO
6	CONTARINA (attività sospesa)	Spresiano	TV
7	CONSORZIO TV3	Trevignano	TV
8	ECOPROGETTO	Fusina	VE
9	AGNO CHIAMPO AMBIENTE	Arzignano	VI
10	ETRA	Bassano del Grappa	VI
11	BERTUZZO	Montebelluna	VI
12	FERTITALIA	Villa Bartolomea	VR
13	NIMAR	Cerea	VR
14	AGRIFLOR	S. Bonifacio	VR
15	AGRINORD	Isola della Scala	VR
16	AGROFERT	Isola della Scala	VR
17	BIOGARDA	Valeggio sul Mincio	VR

Le circa 300.000 t di potenzialità in eccesso sono utilizzate in parte per il trattamento di fanghi provenienti da impianti di depurazione dei reflui civili e agroindustriali; in parte per il trattamento di matrici compostabili provenienti da fuori regione. Nella figura 3.6 sono elencati gli impianti di compostaggio presenti in Veneto.

In questi ultimi anni, nella filiera del recupero dell'organico, si sta assistendo a un'importante evoluzione delle tecnologie impiantistiche che associano al recupero di materia quello di energia attraverso l'integrazione fra compostaggio e digestione anaerobica per la produzione di biogas. Si tratta di sistemi direttamente integrati con il compostaggio (SESA ed ETRA di Bassano del Grappa), in cui il digestato prodotto viene inviato all'impianto di compostaggio presente nel medesimo sito impiantistico, o indirettamente integrati in cui il digestato viene invece inviato a impianti di compostaggio terzi.

Per quanto riguarda la **matrice in entrata**, nel 2007 sono state ritirate dagli impianti di compostaggio veneti circa 730.000 t di rifiuti. Di questi il 51% è costituito da FORSU (CER 20 01 08), il 27% da verde (CER 20 02 01), il 21% da scarti agro-industriali e fanghi di depurazione e infine l'1% da SOA (Sottoprodotti di Origine Animale) trattati presso un solo impianto come previsto dal Regolamento 1774/02. A questi quantitativi vanno aggiunte circa 125.000 t di materiale ricevuto dagli impianti anaerobici, di cui il 67% è rappresentato dalla FORSU, il 4% dal verde e il rimanente da fanghi e scarti agroindustriali.

La FORSU di provenienza extra regionale, ritirata sia dagli impianti di compostaggio sia da quelli anaerobici, è pari al 35% di quella totale trattata e arriva principalmente da Lombardia e Piemonte (fig. 3.7 e tab. 3.2). Per il verde predomina abbondantemente sempre il materiale prodotto in Regione (94%).

Figura 3.7 – Provenienza della FORSU e del verde – anno 2007 (Fonte: Arpav - Osservatorio Regionale Compostaggio)

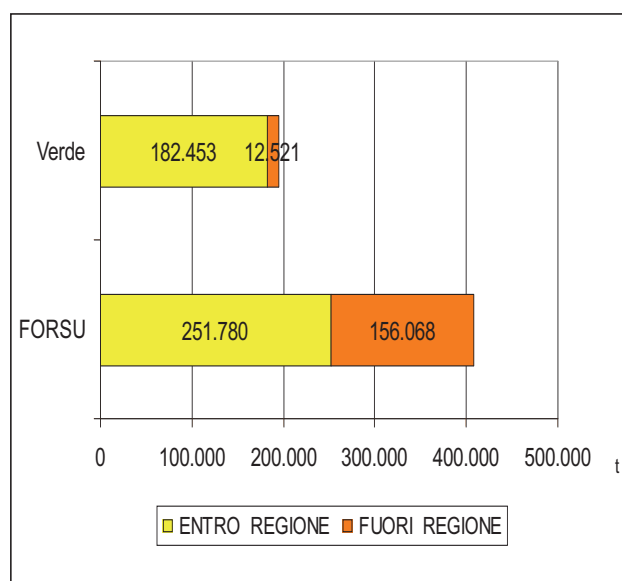


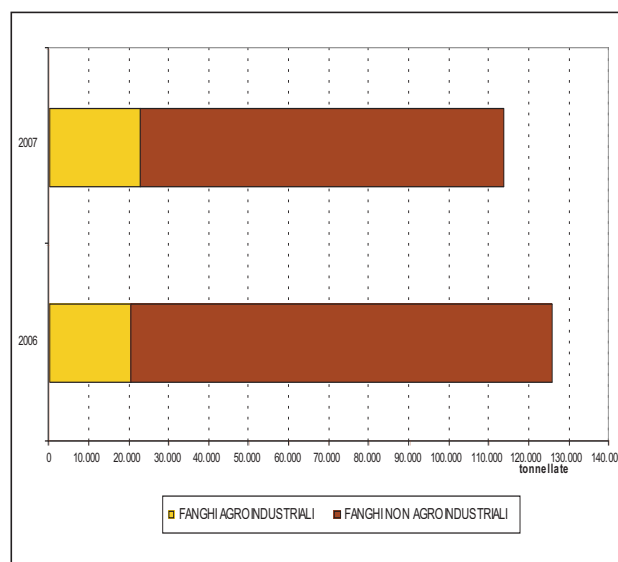
Tabella 3.2 – Provenienza della FORSU fuori Regione negli anni 2005,

2006 e 2007 (Fonte: Arpav - Osservatorio Regionale Compostaggio)

Regione	2005	2006	2007
	%	%	%
Trentino Alto Adige	13,7	13,0	14,4
Piemonte	4,4	1,1	18,2
Lombardia	21,5	46,9	58,0
Campania	56,1	30,7	0,1
Emilia Romagna	0,4	0,2	0,1
Friuli	3,5	6,3	8,0
Toscana	0,4	1,8	1,2
TOTALE	100,0	100,0	100,0

Il quantitativo di fanghi ritirato dagli impianti nel 2007 è stato pari a circa 114.000 t, di cui circa il 65% deriva dal trattamento delle acque reflue urbane (CER 19 08 05). Nella figura 3.8 i fanghi vengono classificati in base alla loro provenienza.

Figura 3.8 – Classificazione dei fanghi in funzione della provenienza, anni 2006 e 2007 (Fonte: Arpav - Osservatorio Regionale Compostaggio)

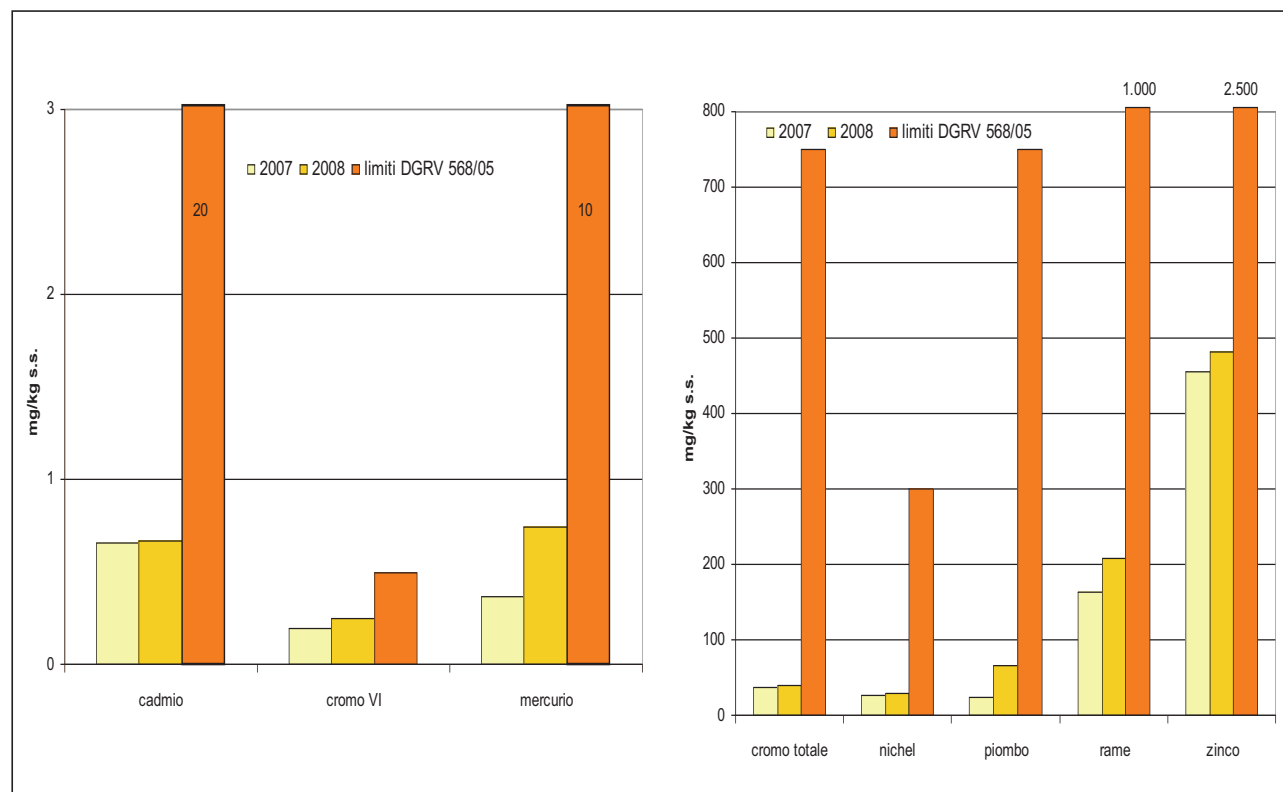


Dalle analisi di autocontrollo che gli impianti effettuano annualmente sulle matrici in ingresso e che trasmettono all'Osservatorio, si nota come i fanghi rispettino ampiamente i limiti previsti dalla tabella A della D.G.R.V. 568/05 (fig. 3.9).

Sempre nel 2007 agli impianti di compostaggio sono state conferite 28.035 t di digestato (CER 19 06 06), proveniente da quegli impianti anaerobici sprovvisti della linea di compostaggio.

Relativamente alla **produzione** e al **mercato** del compost da parte degli impianti regionali, si è commercializzato un quantitativo pari a 213.000 t, di cui il 94% è rappresentato dall'Ammendante Compostato Misto. Rispetto agli anni precedenti si è avuta una diminuzione nella quantità posta sul mercato dovuta in grande parte all'adempimento delle prescrizioni previste dalla Direttiva Nitrati (D.G.R.V. 2439/07), che da novembre 2007

Figura 3.9 – Media delle analisi chimiche effettuate sui fanghi ritirati dagli impianti, anni 2007 e 2008 (Fonte: Arpav - Osservatorio Regionale Compostaggio)



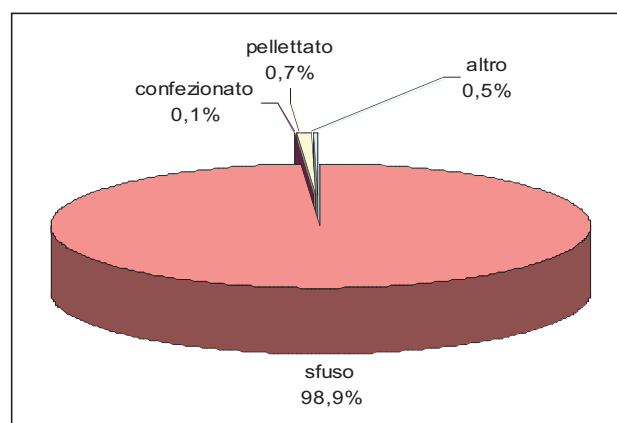
a febbraio 2008 ne ha limitato l'utilizzo in agricoltura. Il compost in questo intervallo di tempo è stato stoccato negli impianti in attesa dei periodi consentiti all'utilizzo. Il compost commercializzato è stato impiegato principalmente in pieno campo su colture estensive (94,8%) e, rispetto al 2006, significativo è l'aumento del compost nei ripristini ambientali (tab. 3.3).

Tabella 3.3 – Ripartizione dei diversi impieghi dell'ammendante compostato di qualità prodotto in Veneto – anni 2005-2007 (Fonte: Arpav - Osservatorio Regionale Compostaggio)

Anni	Compost commercializzato (t)	Colture estensive (%)	Agricoltura specializzata (%)	Produzione concimi (%)	Ripristini ambientali (%)
2005	264.541	96,2	0,7	3,1	0,0
2006	252.371	88,8	1,9	8,8	0,5
2007	212.925	94,8	1,6	1,7	1,9

In funzione del suo principale impiego, prevale chiaramente l'utilizzo del compost in forma sfusa rispetto alla sua commercializzazione come pellet (0,7%) o in confezione (0,1%) (fig. 3.10).

Figura 3.10 – Forme di commercializzazione dell'ACQ prodotto nel Veneto nel 2007 (Fonte: Arpav - Osservatorio Regionale Compostaggio)



Per quanto riguarda il prezzo di vendita del compost nel Veneto, prescindendo dal fatto che spesso viene ceduto gratuitamente agli agricoltori, dalla tabella 3.4 si nota come l'Ammendante Compostato Misto sfuso abbia subito nel triennio un trend positivo di innalzamento del prezzo, che viene confermato anche nella forma "pellettato".

Tabella 3.4 – Prezzi medi di vendita del compost (2005-2007) espressi in €/t - (Fonte: Arpav - Osservatorio Regionale Compostaggio)

compost (€/t)	2005		2006		2007	
	sfuso	pellettato	sfuso	pellettato	sfuso	pellettato
Ammendante Compostato Verde	15,0	-	12,5	-	12,7	-
Ammendante Compostato Misto	6,7	55,7	10,2	60,0	13,2	62,5
Ammendante Torboso Composto	4,0	-	4,0	-	-	-

3.3 LA GESTIONE DEL PROCESSO DI COMPOSTAGGIO E LE SCELTE TECNOLOGICHE ADOTTATE DAGLI IMPIANTI IN VENETO

Il processo di compostaggio a scala industriale può essere accelerato e ottimizzato in vario modo, a seconda delle tecnologie adottate dagli impianti, ma può essere ricondotto allo schema tipico riportato in figura 3.11, dove vengono illustrate le fasi standard del processo produttivo del compost.

Alcuni impianti che producono compost presentano invece una gestione del processo più complessa che integra un trattamento anaerobico del materiale con il trattamento aerobico proprio del compostaggio (fig. 3.12). Questi impianti "complessi" ricavano biogas dalla digestione anaerobica della sostanza organica, ottenendo successivamente energia elettrica e termica. Essi rappre-

sentano l'evoluzione tecnica e ambientale di questo settore inserito nella filiera del trattamento dei rifiuti organici, in quanto con l'energia elettrica autoprodotta riescono a coprire, e in taluni casi anche a superare, le richieste di energia necessarie alla fase aerobica del processo, rendendosi praticamente autosufficienti dalle fonti esterne di energia elettrica, quest'ultima in gran parte di derivazione fossile.

Nella sezione di seguito trattata vengono analizzate le principali tecnologie impiantistiche adottate per il processo di compostaggio dagli impianti operanti in Veneto, sia per la fase di biossidazione sia per quella di maturazione. Ogni scelta tecnologica presenta delle caratteristiche peculiari per quanto riguarda le tempistiche di processo, la gestione del materiale, le modalità di controllo e verifica dell'andamento dei parametri indicatori e la manutenzione dei macchinari utilizzati.

Figura 3.11 – Layout delle fasi nel processo di compostaggio "tradizionale"

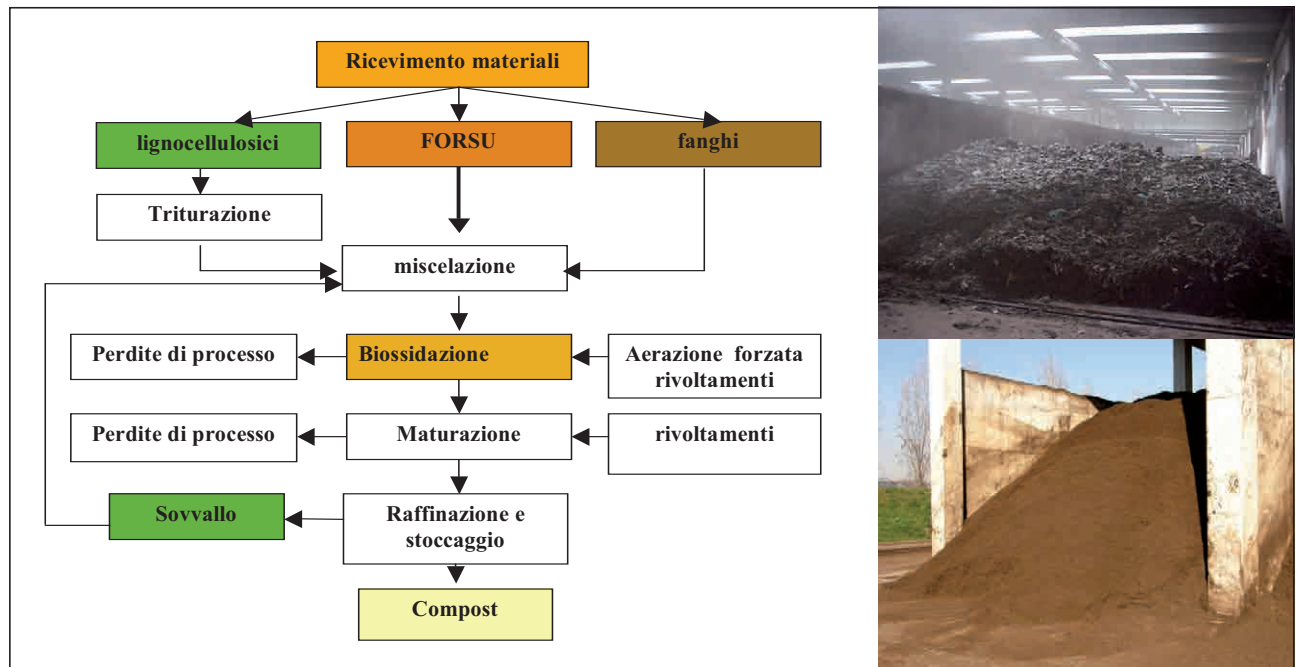
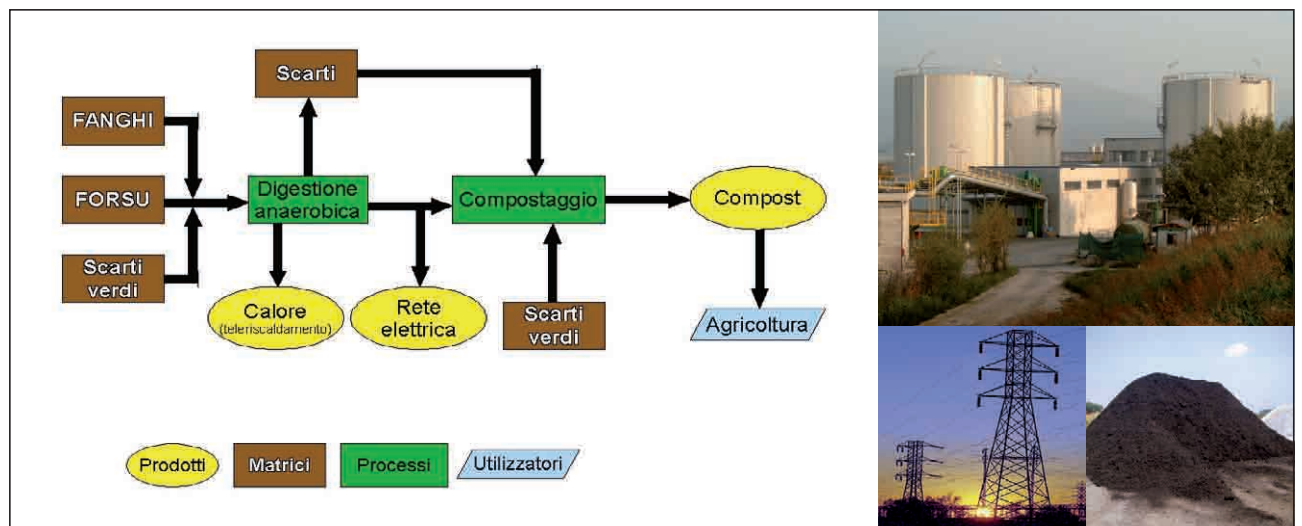


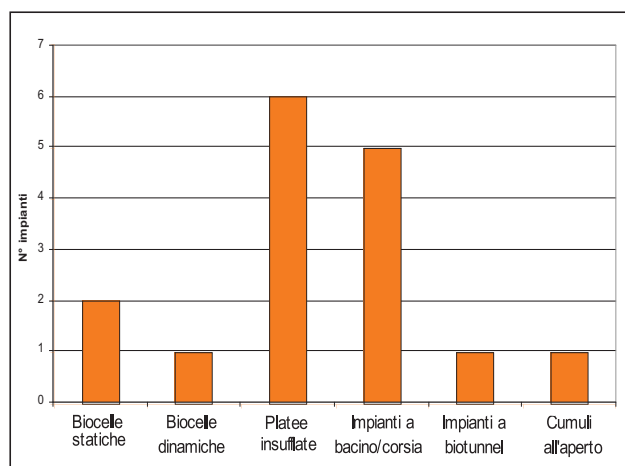
Figura 3.12 – Layout delle fasi nel processo di compostaggio integrato alla digestione anaerobica



3.3.1 Tecnologie adottate nella fase di biossidazione

Nella figura 3.13 si riporta graficamente il numero di impianti in Veneto suddivisi a seconda della tecnologia adottata nella fase di biossidazione.

Figura 3.13 – Suddivisione degli impianti secondo le diverse tecnologie per la biossidazione

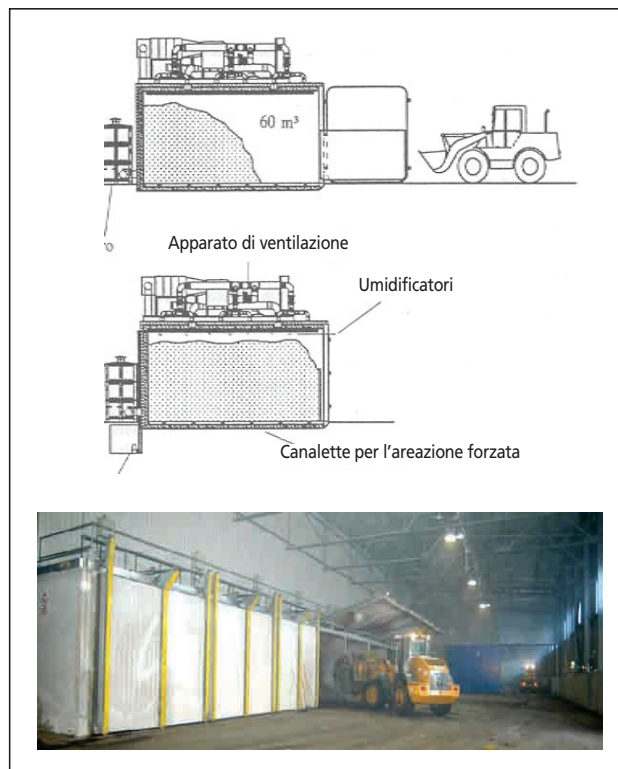


Tecnologia a biocelle statiche

Le biocelle statiche sono costituite da box costruiti in cemento armato, completamente chiusi e impermeabili, a forma di parallelepipedo, all'interno dei quali il materiale, caricato mediante pala meccanica (fig. 3.14), subisce il processo di trasformazione aerobica e in particolare la fase di biossidazione accelerata, sotto un costante monitoraggio dei parametri di concentrazione di ossigeno, portata dell'insufflazione, umidità dell'aria e temperatura. Questo sistema permette di ottimizzare il processo di degradazione della sostanza organica putrescibile, riducendone i tempi di trattamento che risultano in media pari a due settimane. Le arie esauste vengono in parte riciclate all'interno delle biocelle e in parte convogliate prima a uno scrubber ad acqua, poi a un biofiltro per essere successivamente immesse in atmosfera. In Veneto questa tecnologia, come sopra descritta, viene utilizzata da due impianti che, a fronte di un'insufficiente stabilizzazione del materiale, rilevata a seguito del trattamento in biocella, hanno affiancato una successiva fase di trattamento con roivoltamenti meccanici, quest'ultima effettuata in un capannone mantenuto in depressione, prima di proseguire con la fase di maturazione all'esterno. La tecnologia a biocelle statiche infatti dispone di un sistema automatizzato per la regolazione dell'insufflazione e il monitoraggio dei principali parametri di processo e permette di ridurre notevolmente i tempi di processo, ma presenta la problematica di provocare un eccessivo essiccamento della biomassa, in quanto i sistemi automatici di ripristino dell'umidità non sono in grado di soddisfare il fabbisogno d'acqua. Gli impianti hanno pertanto sviluppato diverse misure migliorative, come ad esempio l'aggiunta di una fase successiva di roivoltamento mecca-

nico in cumulo e umidificazione oppure l'aggiunta di un'operazione di scarico della biocella a metà ciclo, roivoltamento e bagnatura e nuovo carico in biocella fino alla fine della biossidazione.

Figura 3.14 – Modalità di caricamento e funzionamento delle biocelle statiche



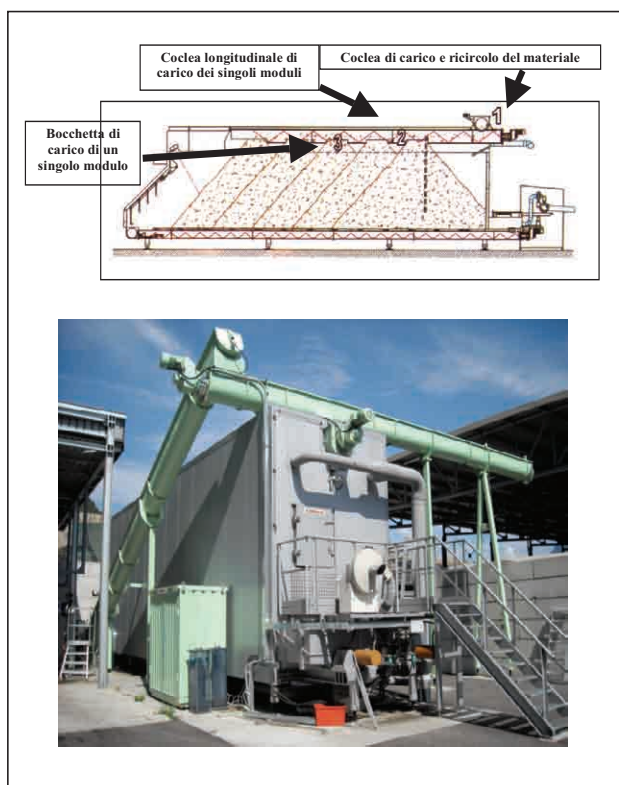
Tecnologia a biocelle dinamiche

La tecnologia delle biocelle dinamiche cerca di riunire i vantaggi delle biocelle statiche ai vantaggi dei sistemi meccanici di roivoltamento. Si tratta di container in acciaio inox, alimentati mediante trasportatori a coclea e dotati di un fondo mobile che permette l'avanzamento del materiale in trasformazione dalla zona di carico all'estremità opposta dove una coclea lo riporta nuovamente alla zona di carico della biocella (fig. 3.15); con questa modalità il materiale viene roivoltato più volte e ritrattato nella biocella per diversi cicli (in media 3) prima di essere scaricato definitivamente e avviato alla successiva fase di maturazione, per una durata totale della biossidazione compresa tra 9 e 14 giorni. Questa tecnologia garantisce un buon rimescolamento del materiale permettendo un'umidificazione omogenea su tutta la matrice; tuttavia nei periodi più freddi le frequenti movimentazioni e le conseguenti perdite di calore dalla massa, limitano il raggiungimento di temperature elevate.

I parametri di processo possono essere monitorati da remoto per una gestione automatizzata che regola inoltre i sistemi di aerazione e la raccolta dei percolati. Vanno tuttavia evidenziati due ordini di criticità legate alla presenza di strutture meccaniche complesse che provocano un aggravio dei costi di produzione e di gestione e al-

l'utilizzo di coclee che impediscono l'impiego di materiale strutturante di pezzatura grossolana, con il risultato di poter utilizzare una miscela molto compressa e pressata con tendenza all'impaccamento e alla formazione di corsie preferenziali. Le problematiche descritte sono state evidenziate nel corso di diversi monitoraggi di processo eseguiti presso il solo impianto che adotta tale tecnologia in Veneto.

Figura 3.15 – Schema di funzionamento della biocella dinamica. Nella foto in evidenza la coclea utilizzata per il carico e la movimentazione del materiale



Tecnologia a platea insufflata

La configurazione impiantistica di seguito presa in esame (fig. 3.16), adottata da sei impianti di compostaggio operanti in Veneto, prevede la realizzazione, all'interno di capannoni chiusi e mantenuti in depressione con aspirazione e trattamento delle arie esauste, di platee dotate sul fondo di apposite condotte attraverso le quali viene insufflata l'aria necessaria per la biossidazione e avviene la raccolta dei percolati.

Le operazioni di caricamento del materiale sono svolte mediante pale meccaniche mentre le operazioni di rivoltamento, eseguibili anch'esse con pale meccaniche, sono preferibilmente effettuate con apposite macchine rivoltatrici.

Il materiale da trattare è quindi disposto in cumuli longitudinali di altezza compresa tra 2 e 2,80 metri, i quali vengono traslati nel corso dei rivoltamenti; durante questa operazione viene anche effettuata la bagnatura dei cumuli mediante irrigatori fissi.

Le macchine rivoltatrici eseguono il rivoltamento longi-

tudinalmente lungo il cumulo oppure lateralmente, come evidenziato in figura 3.16.

Il processo di biossidazione ha una durata compresa tra 2 e 3 settimane durante le quali può essere modulato il numero di rivoltamenti (in media 3 a settimana) al fine di ottimizzare il processo di stabilizzazione. La tecnologia della platea insufflata e della rivoltatrice semovente permettono pertanto una notevole flessibilità di gestione e la possibilità di modificare facilmente il ciclo produttivo a fronte di variazioni della miscela di partenza (umidità media, percentuale di organico putrescibile, porosità, struttura, ecc.).

Figura 3.16 – Esempi di platea insufflata e di rivoltatrice utilizzata per questa tipologia di trattamento



Il sistema a platea, pur essendo efficace e gestibile, non permette tuttavia un monitoraggio e un'automazione di livello pari a quello ottenibile mediante l'uso delle biocelle, e pertanto in questo caso risulta più difficoltoso applicare i processi di controllo e gestione, essendo necessaria la presenza dell'operatore umano all'interno del capannone durante i trattamenti e i rilievi dei parametri indicatori del processo.

È infine opportuno rammentare che il rivoltamento del materiale, sebbene comporti i benefici citati (omogeneizzazione della porosità e dell'insufflazione), porta anche alla disgregazione delle plastiche eventualmente presenti in esso, rendendo più difficoltose le operazioni di vagliatura finale, in particolare se la FORSU trattata ha un elevato contenuto in plastiche.

Tecnologia a bacino/corsie

Questo sistema impiantistico (fig. 3.17), adottato da cinque impianti in regione, utilizza una rivoltatrice semovente che si sposta lungo rotaie montate su muretti che separano le diverse corsie (impianti a corsie), o mediante una rivoltatrice mobile montata su un carro ponte nel caso di impianti a bacino. Diversamente dal sistema a platea, i cumuli longitudinali hanno un'altezza inferiore a 1,5 metri e una larghezza compresa tra i muretti divisorii (2-10 metri nel caso delle corsie, oltre 10 metri nel caso dei bacini), mentre il rivoltamento può essere effettuato longitudinalmente lungo il cumulo (sistema a bacino o a corsia) o lateralmente di corsia in corsia (solo per i sistemi a corsia). Analogamente al sistema a platea, il materiale viene umidificato preferibilmente durante la fase di rivoltamento, in modo da ottenere una distribuzione dell'acqua più uniforme.

Figura 3.17 – Bacino (foto 1 e 2) e corsia (foto 3) di biossidazione



Tale sistema presenta un elevato grado di automazione e la quasi totale assenza di operatori all'interno delle aree di biossidazione durante le fasi di lavorazione, eccetto che per il monitoraggio dei parametri indicatori (temperatura e umidità del materiale). Tuttavia risulta un sistema rigido che non permette consistenti variazioni nelle modalità e nelle tempistiche del processo di biossidazione che ha una durata compresa tra i 30 e 70 giorni.

Tecnologia a biotunnel con avanzamento idraulico del materiale

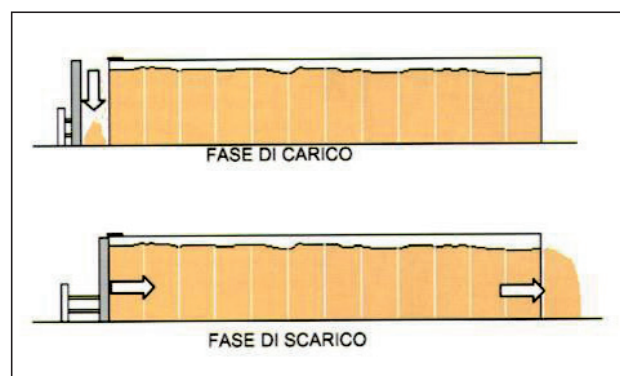
Questi impianti, denominati impianti a biotunnel, differiscono dalle biocelle statiche perché presentano la zona di scarico e la zona di carico alle estremità opposte (fig. 3.18). Il caricamento avviene mediante nastro che introduce dall'alto la miscela iniziale all'inizio del tunnel, la quale viene successivamente fatta avanzare per mezzo di un pistone idraulico verso l'estremità opposta da cui viene prelevata mediante pala meccanica e conferita alla zona di maturazione. Il pistone permette l'avanzamento della miscela per circa 1-2 metri al giorno per poi ritrarsi e lasciare spazio libero a un nuovo carico dal nastro. Pertanto per avanzamenti successivi il materiale percorre tutto il tunnel, lungo circa 40 metri, nell'arco di 20-40 giorni di processo, a seconda della frequenza degli azionamenti del pistone.

La ventilazione, analogamente alle biocelle, avviene attraverso pavimentazione a canali con diffusore dell'aria satura di vapore al fine di reintegrare l'umidità.

Tale sistema è completamente automatizzato, dalla formazione della miscela mediante tramogge dotate di bilance, vagli e coclee, al caricamento nei tunnel e gestione del pistone, oltre che per il monitoraggio delle temperature; tuttavia l'avanzamento a spinta idraulica del materiale tende a comprimere eccessivamente il materiale determinando un impaccamento e la formazione di corsie preferenziali dell'aria che impediscono il corretto andamento del processo e la biostabilizzazione.

Questa tecnologia è utilizzata in un impianto veneto.

Figura 3.18 – Schema di funzionamento longitudinale dell'impianto a biotunnel



Tecnologia a cumuli rivoltati all'aperto

La gestione del processo mediante il rivoltamento dei cumuli all'aperto (fig. 3.19) viene impiegata in genere per il trattamento degli scarti verdi, poiché per questo tipo di matrice, che presenta un ridotto grado di putrescibilità, inferiore a quello della FORSU e dei fanghi, la normativa non prevede, entro certi limiti, l'obbligo del trattamento in aree confinate, chiuse e mantenute in depressione con il successivo trattamento delle arie esauste.

L'impianto utilizza gli stessi macchinari semoventi impiegati per i rivoltamenti nei sistemi a platea. In alcuni casi e

per gli impianti più piccoli sono utilizzati mezzi agricoli, i quali sono sufficienti a garantire un ottimale andamento del processo di compostaggio pur non essendo utilizzate apparecchiature di insufflazione d'aria dalla pavimentazione.

Il corretto apporto di ossigeno al materiale in trasformazione è infatti garantito dai rivoltamenti e dalla porosità del materiale stesso, proprio a causa della sua ridotta fermentescibilità dei materiali trattati.

Anche in questo caso il mantenimento del corretto grado di umidità avviene per mezzo di irrigatori.

Figura 3.19 – Gestione del processo di compostaggio all'aperto



I limitati costi impiantistici e la semplicità gestionale consentono a questa modalità di trattamento di inserirsi facilmente nel mercato laddove vi sia necessità di lavorare esclusivamente residui verdi (piccoli impianti privati e comunali, aziende agricole) che necessitano comunque, a fronte di una tecnologia semplice, di lunghi tempi di trattamento (oltre 3 mesi) per una completa stabilizzazione. Questa tecnologia è adottata in regione da un impianto.

3.3.2 Fase di maturazione

La fase di maturazione segue quella di biossidazione. Il materiale, dopo essere stato parzialmente stabilizzato nella prima fase, subisce un processo di maturazione durante il quale le reazioni degradative microbiche della componente putrescibile vengono sostituite dalle reazioni di sintesi di molecole complesse, quali gli acidi umici e fulvici, che danno al compost il caratteristico colore scuro e odore di sottobosco.

A questo punto la richiesta di ossigeno da parte dei microrganismi rallenta, in relazione alla diminuzione dell'intensità delle reazioni di degradazione organica. Per tali

ragioni la fase di maturazione necessita di un numero di rivoltamenti e di arieggiamenti inferiore rispetto alla fase di biossidazione e, come già accennato, la normativa consente che questa fase venga effettuata anche all'aperto. Negli impianti del Veneto la fase di maturazione si svolge su platee non insufflate, in cui il rivoltamento è effettuato per mezzo di una pala meccanica, come per il caso del trattamento dei residui verdi già descritto nel paragrafo precedente (fig. 3.20). Un solo impianto operante in Veneto ha adottato anche per questa fase una tecnologia complessa costituita da grandi biocelle statiche, mentre due impianti adottano il rivoltamento meccanico in capannoni mantenuti in depressione, al fine di massimizzare il contenimento degli odori.

La fase di maturazione, data la natura delle reazioni che la caratterizzano, ha una durata di almeno un paio di mesi.

Figura 3.20 – Cumuli in maturazione all'aperto e all'interno di capannoni



3.3.3 Integrazione impiantistica aerobico/anaerobico

Come già accennato, i sistemi integrati di trattamento della frazione organica dei rifiuti uniscono alla parte aerobica del processo una fase di digestione anaerobica, quest'ultima integrata secondo differenti modalità con la fase di compostaggio aerobico.

Una tipologia di trattamento prevede che tutto il flusso dei materiali in ingresso all'impianto venga avviato a pre-trattamento e a successiva fase di digestione anaerobica, che può essere condotta a secco o a umido (terminologia attribuita sulla base del contenuto di sostanza secca nel materiale, la quale può essere modificata e corretta mediante diluizione della miscela con acqua, fanghi di de-

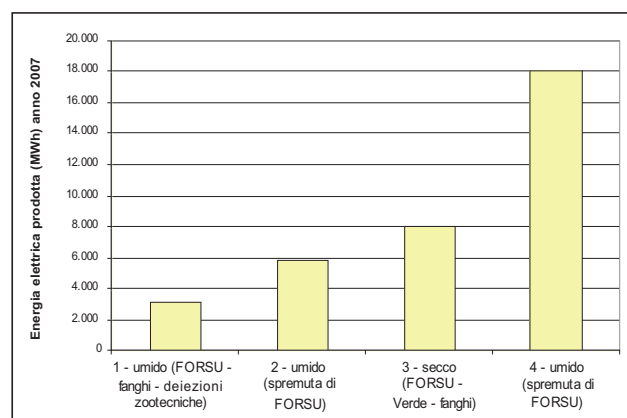
purazione, percolati, ecc.) per la produzione di biogas con conseguente ricavo, dalla combustione nei motori di cogenerazione, di energia elettrica e termica; il digestato all'uscita del digestore, dopo opportuna disidratazione e addizione di materiale strutturante (residui verdi e lignocellulosici), viene invece avviato alla fase di compostaggio nelle modalità già descritte ai paragrafi 3.3.1 e 3.3.2 (biossificazione e maturazione) per la produzione di compost.

L'integrazione tra i due sistemi anaerobico/aerobico può essere anche effettuata mediante un pretrattamento della FORSU che prevede un'operazione di spremitura della stessa e avvio al digestore del solo colaticcio (denominato spremuta di FORSU) e dei percolati; la fase secca derivante dalla spremitura della FORSU, i fanghi e i residui verdi in ingresso all'impianto vengono in questo caso direttamente avviati a compostaggio (biossificazione e maturazione), mentre per l'operazione di bagnatura dei cumuli può essere utilizzato il digestato proveniente dal trattamento anaerobico dei colatici.

Le tipologie illustrate in questo paragrafo rappresentano casi reali di impianti già operanti in Regione, tuttavia la flessibilità e la modularità degli impianti integrati permettono di progettare e ideare molteplici possibilità di integrazione al fine di ottimizzare le rese energetiche, diminuire le problematiche odorigene del processo aerobico e produrre compost di qualità.

In merito alla possibilità di ottenere energia elettrica da fonti rinnovabili si riportano, in figura 3.21, le produzioni di energia elettrica conseguite dai quattro maggiori impianti di digestione anaerobica dei rifiuti relative all'anno 2007 in Veneto.

Figura 3.21 – Produzioni di energia elettrica per gli impianti di digestione anaerobica (Fonte: Arpav - Osservatorio Regionale Compostaggio)



Dall'analisi del grafico si ricava che in Veneto nell'anno 2007 sono state prodotte complessivamente oltre 35 GWh di energia elettrica che corrispondono al fabbisogno annuo per quasi 30.000 abitanti, considerando che il consumo medio per famiglia risulta pari a 2,7 MWh anno e che ogni famiglia consta di 2,16 componenti (fonte ISTAT).

3.4 INDICATORI DI GESTIONE DEL PROCESSO DI COMPOSTAGGIO

Nei paragrafi precedenti è stato illustrato come gli impianti operino con differenti tecnologie e diversi gradi d'innovazione e come il settore sia in costante evoluzione tecnica, come nel caso dell'integrazione dei processi aerobici con la digestione anaerobica.

La gestione del processo di compostaggio, la messa a punto e l'ottimizzazione dei parametri gestionali e la verifica qualitativa dei materiali trattati sono i fattori di primaria importanza ai fini della produzione di un compost di qualità che rispetti i requisiti e i limiti di legge, ai fini del suo sicuro e corretto utilizzo dal punto di vista ambientale e agronomico.

Al fine di assicurare la qualità del compost prodotto, ma anche di minimizzare le problematiche legate alla produzione di emissioni maleodoranti e di ridurre l'usura delle attrezzature utilizzate, è necessario che il processo di compostaggio sia attentamente seguito e controllato, in modo che la sostanza organica putrescibile sia degradata dai microrganismi e trasformata in composti biologicamente stabili; nel corso di queste trasformazioni il materiale acquista caratteristiche proprie del compost (capacità di ritenzione idrica, manipolabilità, odore caratteristico di sottobosco ecc.) e le temperature raggiunte permettono altresì l'igienizzazione e la distruzione di patogeni e semi infestanti.

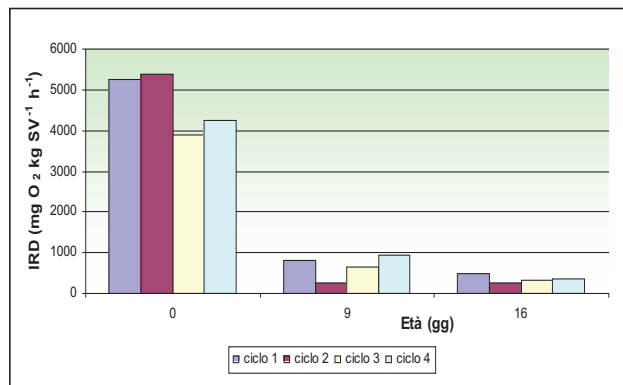
Il monitoraggio di questa delicata fase del processo risulta pertanto fondamentale poiché permette, a partire da rilievi in campo e analisi di laboratorio di parametri indicatori più significativi (Indice di Respirazione Dinamico, pH, umidità, contenuto in solidi volatili, rapporto C/N ecc.), di valutare l'evoluzione della sostanza organica e quindi di fornire le indicazioni necessarie per l'ottimizzazione dei parametri di regolazione del processo e dei macchinari (frequenza dei rivoltamenti e umidificazione, portate d'aria ecc.).

L'Osservatorio Regionale per il Compostaggio, nel corso di numerosi monitoraggi svolti presso gli impianti del Veneto, ha raccolto ed elaborato una corposa banca dati con risultati che permettono la formulazione di considerazioni e valutazioni sulla gestione del processo e sulle differenze che intercorrono tra le varie tecnologie adottate. Di seguito si analizzano alcuni risultati derivanti dalle campagne di monitoraggio effettuate presso gli impianti di compostaggio.

Nella figura 3.22 è riportata una serie di risultati per l'Indice di Respirazione Dinamico (di seguito IRD), ottenuti da quattro cicli di biossificazione eseguiti mediante la tecnologia delle biocelle statiche, partendo in questo caso da una miscela costituita da FORSU (priva della frazione liquida avviata a digestione anaerobica), fanghi e verde ed effettuando a metà fase (dopo una settimana di processo) un'operazione di scarico della biocella, un'operazione di rivoltamento-miscelazione-umidificazione e un successivo carico in biocella per altri 7 giorni fino al termine della bios-

sidazione. Dall'analisi dei risultati è evidente come l'evoluzione del processo abbia seguito un andamento corretto, in quanto l'IRD è diminuito da valori di oltre 5000 mg O₂ kg SV⁻¹ h⁻¹ a valori inferiori a 500 mg O₂ kg SV⁻¹ h⁻¹, a testimonianza dell'avvenuta stabilizzazione del materiale.

Figura 3.22 – Andamenti dell'IRD in quattro cicli di biossidazione in biocelle statiche con rivoltamento intermedio (Fonte: Arpav - Osservatorio Regionale Compostaggio)



Nella successiva figura 3.23 sono invece riportati i risultati di due cicli effettuati per il monitoraggio della biossidazione condotta in biocelle statiche, in questo caso senza l'operazione intermedia di rimescolamento e bagnatura del materiale. Risulta qui evidente la difficoltà nella stabilizzazione (IRD maggiore di 1.300 mg O₂ kg SV⁻¹ h⁻¹ a fine biossidazione) imputabile a una elevata perdita del contenuto d'acqua nel materiale durante il processo che i sistemi automatici non sono stati in grado di ripristinare (fig. 3.24). In questa situazione un tenore di umidità insufficiente determina la diminuzione dell'attività microbiologica e di conseguenza un rallentamento del processo di stabilizzazione. Nel caso invece in cui si effettuino il rivoltamento e la bagnatura intermedi, già descritti precedentemente, le condizioni di umidità rimangono sui livelli ottimali (fig. 3.25) per garantire l'attività degradativa dei microrganismi e quindi una corretta stabilizzazione del materiale.

Figura 3.23 – Risultati di due cicli effettuati per il monitoraggio della biossidazione con biocelle statiche (Fonte: Arpav - Osservatorio Regionale Compostaggio)

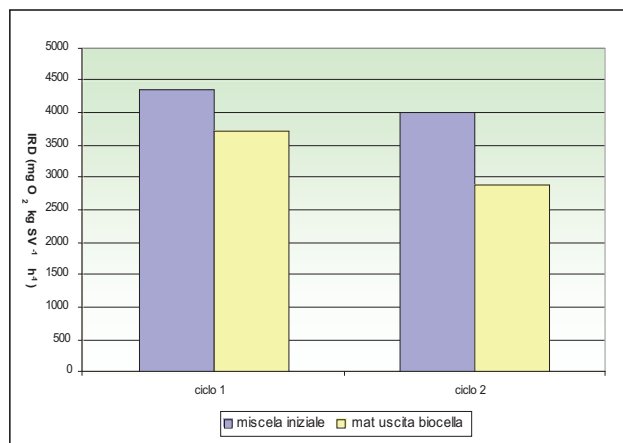


Figura 3.24 – Andamento dell'umidità in biocelle statiche (Fonte: Arpav - Osservatorio Regionale Compostaggio)

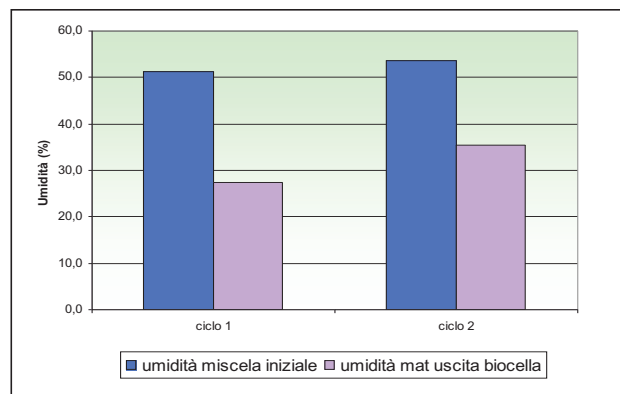
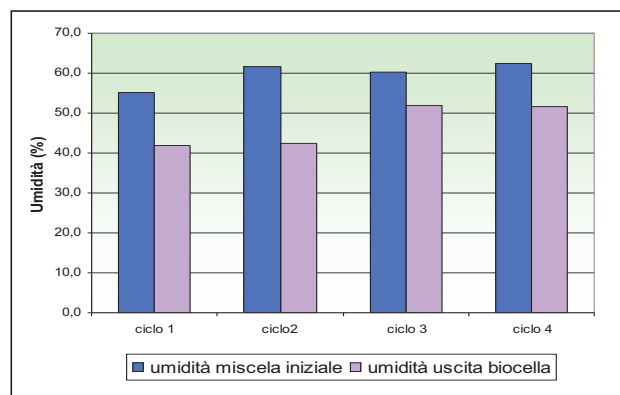
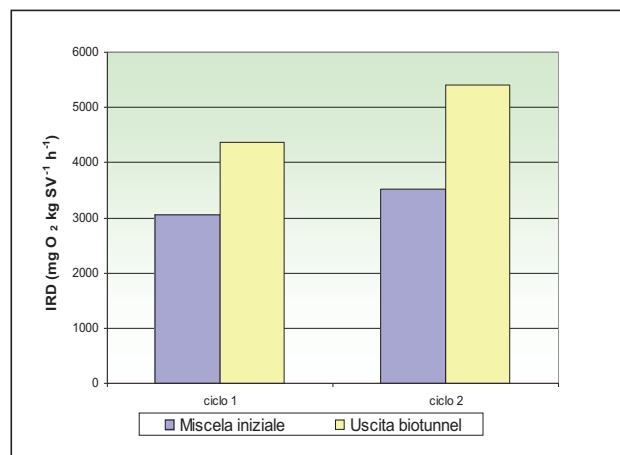


Figura 3.25 – Andamento dell'umidità nel caso di biocelle statiche ove previsto il rivoltamento e la bagnatura manuale dei cumuli (Fonte: Arpav - Osservatorio Regionale Compostaggio)



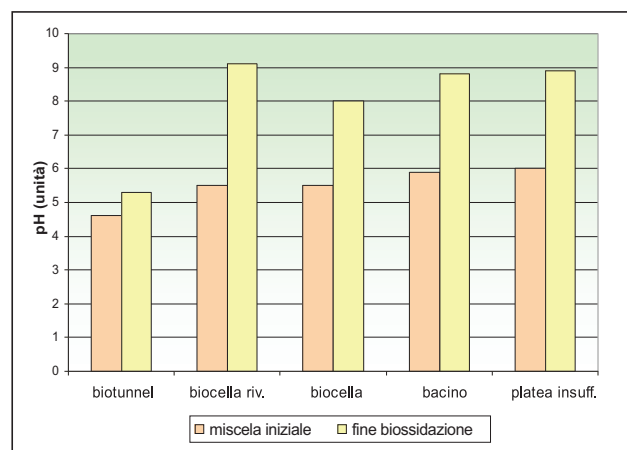
La figura 3.26 evidenzia invece l'esito del trattamento mediante la verifica della stabilità biologica mediante IRD nel caso di un impianto a biotunnel provvisto di pistone idraulico per l'avanzamento del materiale. In questo caso si può affermare che il compattamento causato dal pistone idraulico di spinta ha impedito un omogeneo apporto d'aria alla massa, creando una situazione di parziale anaerobiosi e limitando la degradazione aerobica della sostanza organica. I valori elevati di IRD e il pH acido rilevati a fine biossidazione evidenziano la criticità riferita a questo tipo di tecnologia.

Figura 3.26 – Controllo della stabilità biologica nel sistema a biotunnel (Fonte: Arpav - Osservatorio Regionale Compostaggio)



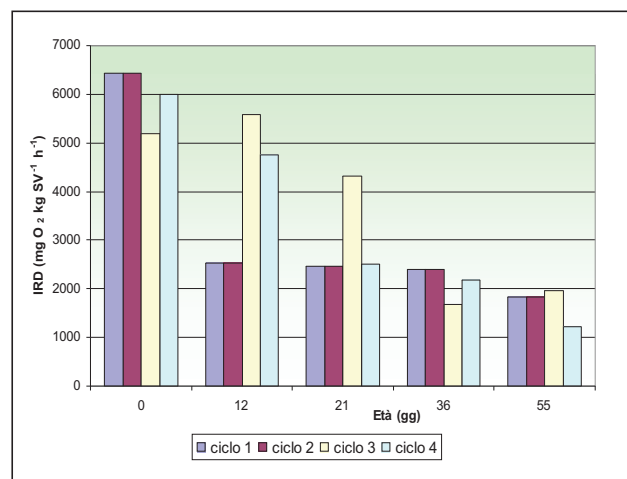
Come già accennato, lo stato di inibizione dei processi biologici degradativi può anche essere dimostrato mediante lo studio della variazione del valore di pH durante il processo. In figura 3.27 sono riportati i risultati medi dei valori di pH determinati nelle miscele iniziali e nei materiali a fine biossidazione suddivisi per le diverse tecnologie; dal grafico si può notare come i sistemi a platea insufflata e a biocelle statiche con rivoltamento intermedio abbiano fornito buoni risultati, a differenza del sistema a biotunnel.

Figura 3.27 – Valori medi del pH in miscele iniziali e materiali a fine biossidazione sottoposti a differenti tecnologie (Fonte: Arpav - Osservatorio Regionale Compostaggio)



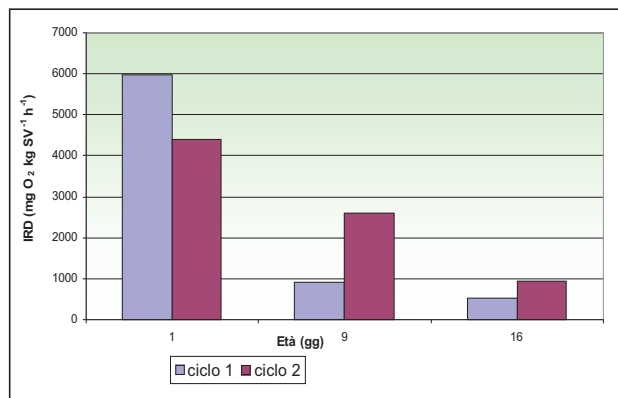
La figura 3.28 rappresenta il monitoraggio dell'IRD per quattro cicli di biossidazione effettuati in un impianto a corsie da cui emerge solo nell'ultimo ciclo (ciclo 4) il raggiungimento di un'adeguata stabilità biologica (IRD inferiore a $1.300 \text{ mg O}_2 \text{ kg SV}^{-1} \text{ h}^{-1}$), a seguito di successive messe a punto delle tempistiche dei rivoltamenti e delle operazioni di umidificazione. Si evidenzia inoltre come la durata della biossidazione in questo caso sia superiore agli altri sistemi analizzati precedentemente, in questo caso oltre 50 giorni.

Figura 3.28 – Monitoraggio dell'IRD per quattro cicli di biossidazione nel caso di impianti a corsie (Fonte: Arpav - Osservatorio Regionale Compostaggio)



L'ultimo grafico riportato in figura 3.29 rappresenta l'andamento dell'IRD nel corso di due cicli di monitoraggio della biossidazione per il sistema a platee insufflate. Anche questa tecnologia ha fornito risultati molto soddisfacenti, con tempistiche simili a quelle ottenute con il ben più complesso sistema a biocelle con rivoltamento intermedio.

Figura 3.29 – Andamento dell'IRD monitorato nel corso di due cicli di monitoraggio della biossidazione per il sistema a platee insufflate (Fonte: Arpav - Osservatorio Regionale Compostaggio)



3.5 CARATTERISTICHE QUALITATIVE DEL COMPOST

L'Osservatorio Regionale per il Compostaggio effettua da anni, oltre ai monitoraggi di processo, anche verifiche chimico-fisiche e merceologiche sulla qualità e sulla conformità ai parametri di legge sia sui materiali trattati dagli impianti, sia sul compost prodotto.

Dalle analisi eseguite e dall'elaborazione della banca dati relativa all'Ammendante Compostato Misto emerge che quest'ultimo risulta di ottima qualità poiché rispetta i limiti di legge per i metalli pesanti, parametri indicatori di rischio per l'ambiente, con valori in progressiva riduzione negli anni e ampiamente al di sotto di quelli massimi ammissibili (fig. 3.30).

Nel corso dei monitoraggi sul compost prodotto dagli impianti sono state tuttavia evidenziate, per alcuni campioni, criticità legate a due parametri specifici, il carbonio organico e gli inerti. La prima interessa in particolare l'Ammendante Compostato Verde che difficilmente rispetta il limite per le caratteristiche intrinseche alla miscela di partenza. Infatti il carbonio organico, aggirandosi su valori iniziali attorno al limite di legge, subisce durante il processo delle ulteriori perdite che ne riducono ancor più il contenuto. Va precisato che l'azione ammendante del compost dipende non tanto dal contenuto totale in carbonio organico quanto dalla forma chimica e dal grado di trasformazione ed evoluzione della sostanza organica in esso contenuta (in particolare gli acidi umici e fulvici).

La seconda criticità, relativa agli inerti, dipende da due fattori: la purezza merceologica della FORSU trattata e la metodica analitica utilizzata. È stato infatti appurato che la qualità della FORSU impiegata nella miscela di

Figura 3.30 – Valori medi delle analisi chimiche sugli Ammendanti Compostati Misti negli anni 2000-2008 (Fonte: Arpav - Osservatorio Regionale Compostaggio)

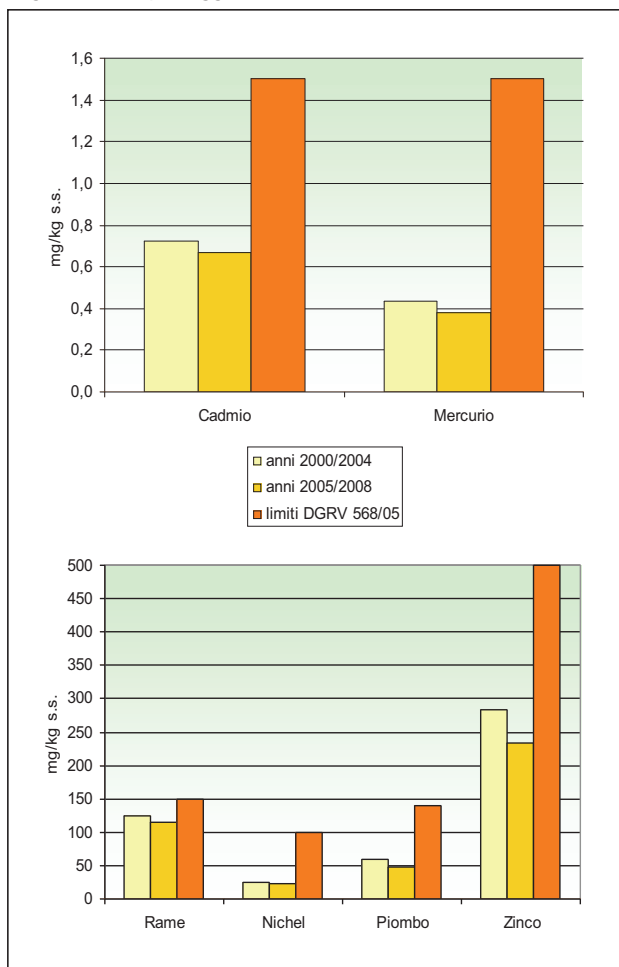
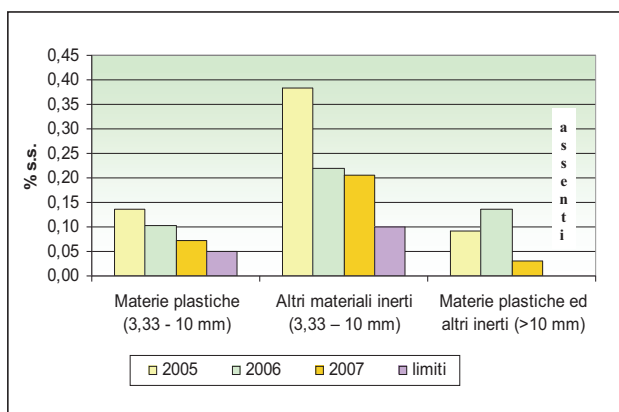


Figura 3.31 – Valori di inerti nell'ACM derivante da FORSU negli anni 2005-2007 (Fonte: Arpav - Osservatorio Regionale Compostaggio)



partenza è determinante per la purezza del compost ottenuto. Quanto affermato risulta evidente dal confronto tra i grafici riportati nella figure 3.31 e 3.32 che rappresentano rispettivamente il contenuto di inerti determinato in alcuni compost negli anni 2005, 2006 e 2007. Il primo grafico si riferisce ad Ammendanti ottenuti con l'impiego di FORSU, il secondo ad Ammendanti senza FORSU.

Dai grafici si evince comunque un progressivo miglioramento negli anni delle caratteristiche di questi materiali rispetto ai limiti di legge (D.lgs. 217/06), che peraltro risultano difficili da rispettare anche per l'assenza di una metodica ufficiale standardizzata, di semplice e univoca applicazione per la determinazione degli inerti, e di una definizione dei limiti di rilevabilità per tale tipologia di analisi. Al fine di certificare la qualità del prodotto compost, ARPAV ha istituito a livello regionale il marchio Compost Veneto, di cui si parla più dettagliatamente nel capitolo successivo.

Figura 3.32 – Valori di inerti nell'ACM non derivante da FORSU e dall'ACV negli anni 2005-2007 (Fonte: Arpav - Osservatorio Regionale Compostaggio)

