2012 9° Corso di Cooperazione

Compost e compostaggio

Carlo MININNI

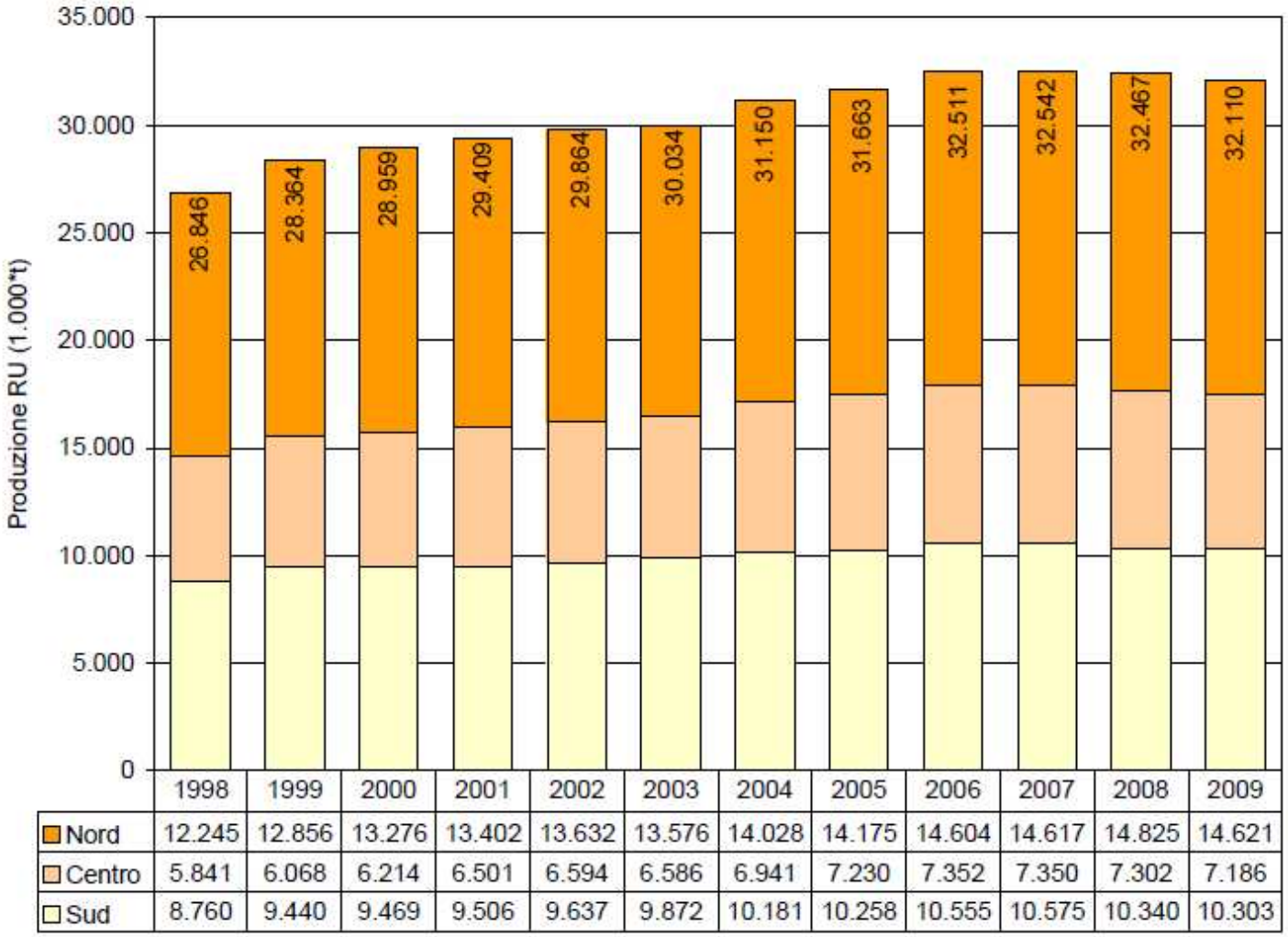
Bari, 8 giugno

Indice

- Il rifiuto organico
  - Raccolta differenziata (RD)
  - Importanza quantitativa e qualitativa
- Compostaggio
  - Processo, Parametri di processo
  - Matrici
  - I livelli operativi
- Compost
- La digestione anaerobica

Il rifiuto organico

Produzione RU Italia

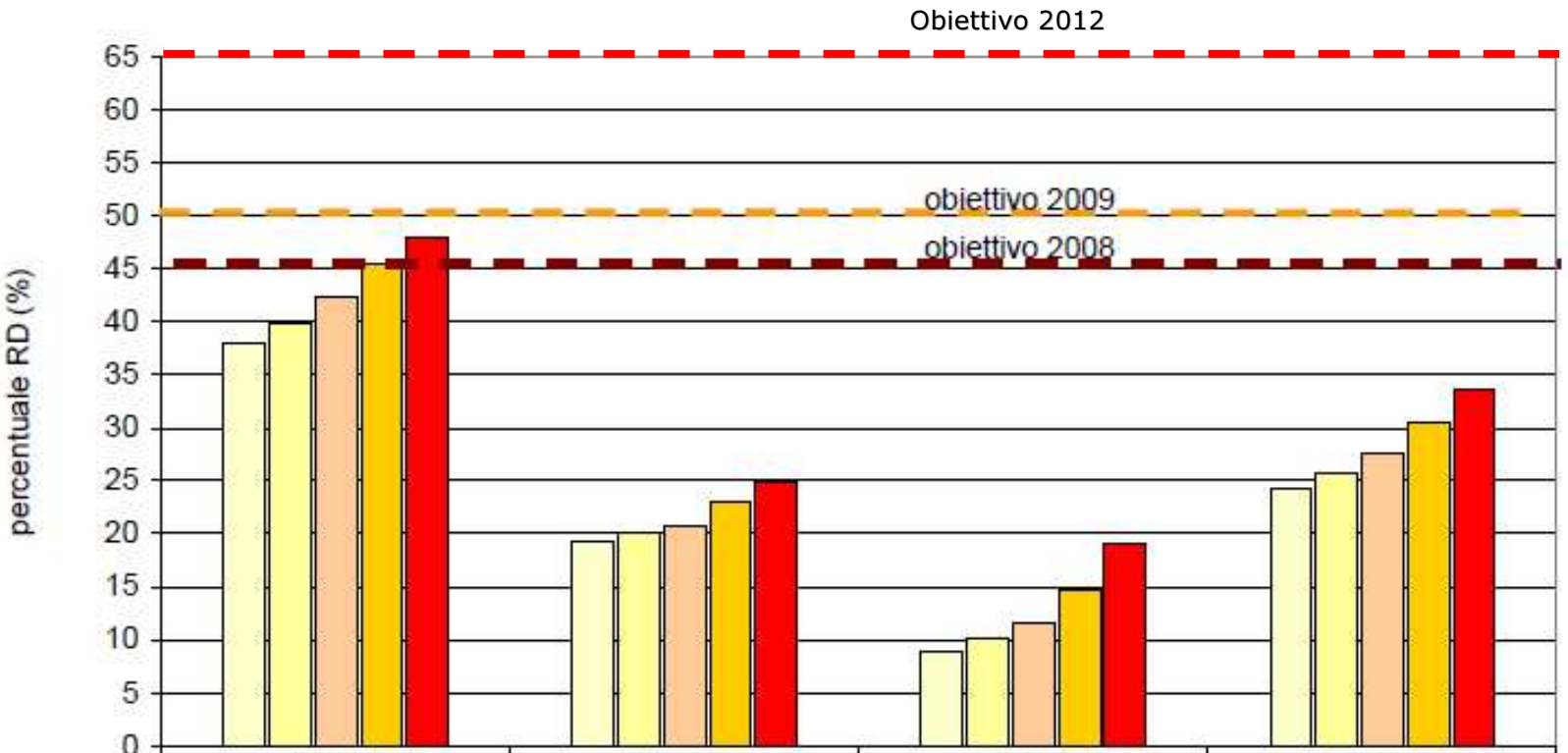


	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Nord	12.245	12.856	13.276	13.402	13.632	13.576	14.028	14.175	14.604	14.617	14.825	14.621
Centro	5.841	6.068	6.214	6.501	6.594	6.586	6.941	7.230	7.352	7.350	7.302	7.186
Sud	8.760	9.440	9.469	9.506	9.637	9.872	10.181	10.258	10.555	10.575	10.340	10.303

Produzione RU in Italia nel periodo 1998-2009 per macroarea geografica
1998: 27 mln t RU
2003: 30 mln t RU
2009: 32 mln t RU

(ISPRA, dati 2009)

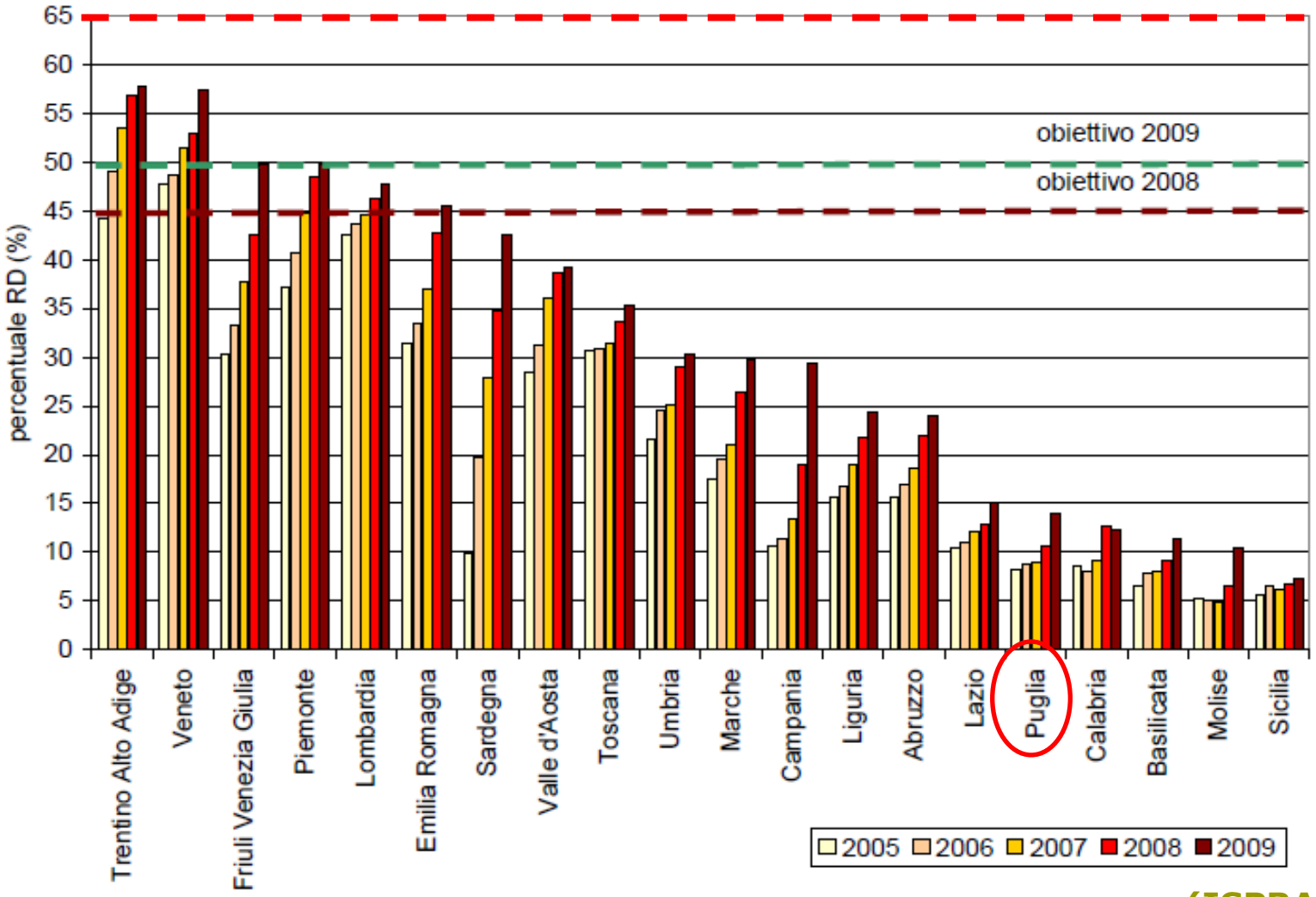
Andamento della RD in Italia



	Nord	Centro	Sud	Italia
2005	37,9	19,2	8,8	24,2
2006	39,9	20,0	10,2	25,8
2007	42,4	20,8	11,6	27,5
2008	45,5	22,9	14,7	30,6
2009	48,0	24,9	19,1	33,6

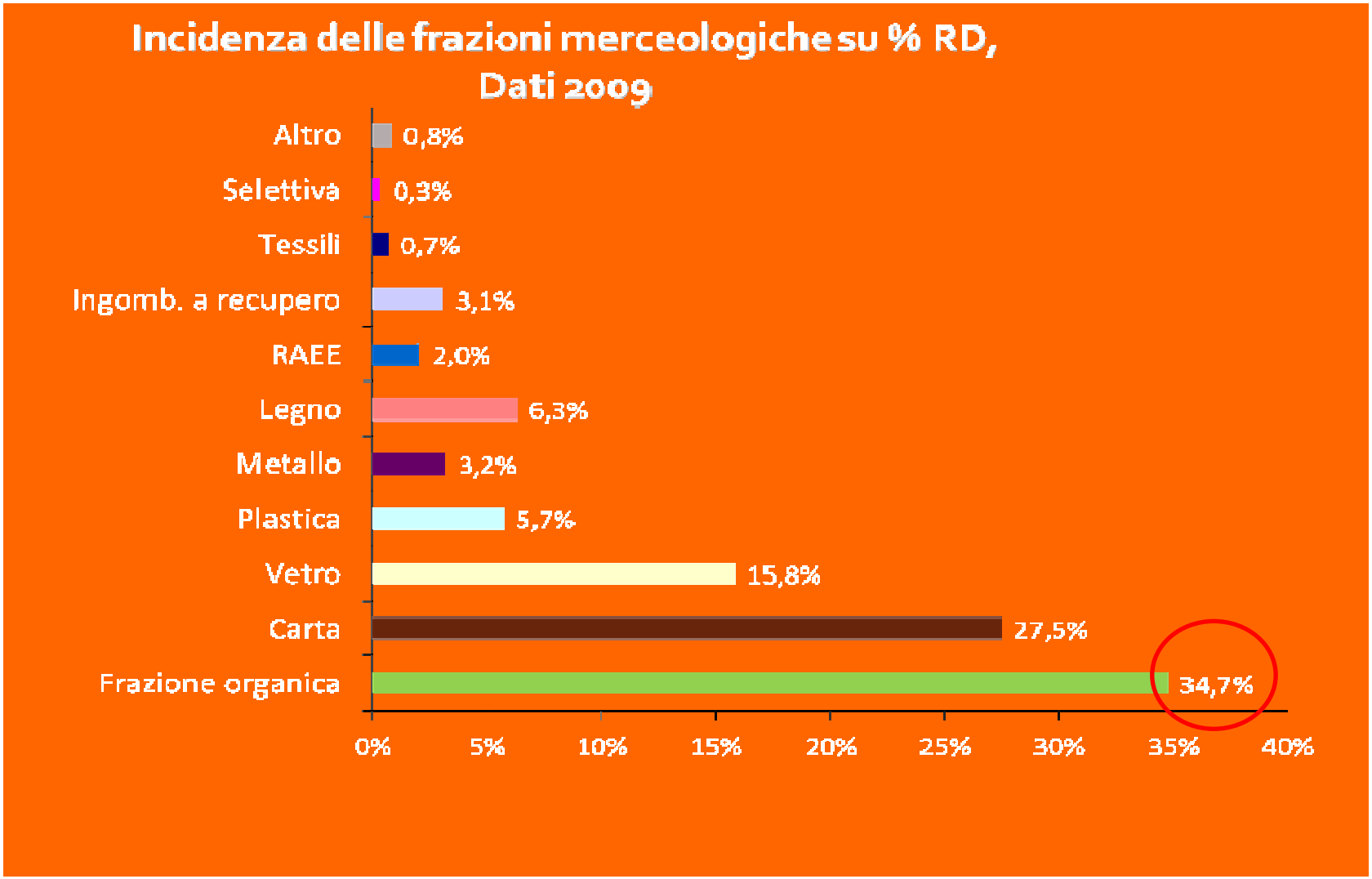
(ISPRA, dati 2009)

Percentuali di RD per regione



(ISPRA, dati 2009)

Importanza dello scarto organico su RD



RD delle principali frazioni merceologiche

Anno	Frazione organica (umido + verde)	Carta		Vetro		Plastica		Metallo	
		imballaggi	Altri rifiuti di carta	imballaggi	Altri rifiuti di vetro	Imballaggi	Altri rifiuti di plastica	Imballaggi	Altri rifiuti metallici
	(1.000*t)								
2005	2.426,8		2.305,3	1.076,6	82,3	398,7	10,5	205,5	134,6
2006	2.701,1		2.528,5	1.176,1	63,5	442,1	16,4	191,1	145,9
2007	2.909,6		2.698,1	1.205,7	91,5	484,5	15,8	198,3	163,5
2008	3.340,4	1.103,3	1.830,8	1.314,9	181,3	502,0	75,4	116,8	236,9
2009	3.743,7	1.263,2	1.698,9	1.173,6	529,0	505,7	107,7	166,6	173,6

Anno	Legno		RAEE	Altri ingomb.	Tessili	Selettiva	Altro	Totale RD
	Imballaggi	Altri rifiuti di legno						
	(1.000*t)							
2005		517,4	102,0	180,3	63,3	30,8	137,9	7.672,0
2006		580,7	106,3	158,3	70,4	32,3	162,9	8.375,6
2007		642,6	116,2	201,3	73,4	30,5	129,1	8.960,1
2008	201,1	479,9	156,6	221,2	80,3	32,2	59,7	9.932,8
2009	201,8	473,7	216,9	328,7	71,5	36,6	85,5	10.776,6

(ISPRA, dati 2009)

Per riepilogare

- 32,1 mln di t di rifiuti prodotti
- 10,7 mln di t di rifiuti differenziati
- 3,7 mln di t FORSU differenziata
- 11,1 potenziale FORSU

Incidenza RD organico su totale

Provincia	% RD	Incidenza umido	Incidenza verde
SISTEMA ESTESO A TUTTA LA POPOLAZIONE			
Novara	63,2	24,0 (15 punti)	19,1 (12 punti)
Treviso	69,2	26,4 (18 punti)	18,5 (13 punti)
SISTEMA NON ESTESO A TUTTA LA POPOLAZIONE			
Modena	48,6	17,4 (8,5 punti)	20,7 (10,1 punti)
Udine	51,8	12,3 (6,4 punti)	23,2 (12 punti)
SISTEMA CONSOLIDATO CENTRO E SUD			
Macerata	39,8	42,6 (17 punti)	9,8 (3,9 punti)
Avellino	48,0	42,1 (20 punti)	2,9 (1,4 punti)
Salerno	47,7	47,6 (25 punti)	2,6 (1,2 punti)

21-26 punti %

Prospettive per lo scarto organico in Puglia

- **LA RACCOLTA DELL'ORGANICO DOVREBBE INCIDERE SULLA RACCOLTA DIFFERENZIATA PER UN 20-25%**

- **IL VERDE INCIDE POCO (2-5 PUNTI %)**

SITUAZIONE ATTUALE : NECESSITA' IMPIANTISTICA PER IL TRATTAMENTO DEL RIFIUTO ORGANICO - DATI 2010

	UMIDO t/y	MERCATI t/y	VERDE t/y	TOTALE t/y	RSU TOT t/y	abitanti	Comuni n.	% RD
FG1	205	483	70	758	57.000	112.735	16	12
FG3	321	75	274	670	172.000	405.529	28	12
FG4	1.055	-	302	1.357	70.247	137.332	8	10
FG5	278	-	-	278	9.794	27.361	9	13
BA1	2.095	2.156	1.996	6.247	259.000	493.794	9	18
BA2	663	475	206	1.344	288.561	491.452	9	18
BA4	162	31	202	395	81.000	193.004	9	10
BA5	1.410	-	453	1.863	208.521	423.924	21	18
TA1	713	984	1.709	3.406	227.300	411.120	12	10
TA3	2.056	-	1.202	3.258	87.273	176.919	17	16
BR1	1.991	106	436	2.533	159.000	274.026	11	12
BR2	9.495	-	314	9.809	67.338	133.039	9	28
LE1	67	-	2.009	2.076	169.289	342.389	26	16
LE2	446	-	223	669	124.318	280.787	46	16
LE3	-	-	24	24	83.700	189.333	25	16
TOT	20.957	4.310	9.420	**34.687**	2.064.341	4.092.744	255	10-28

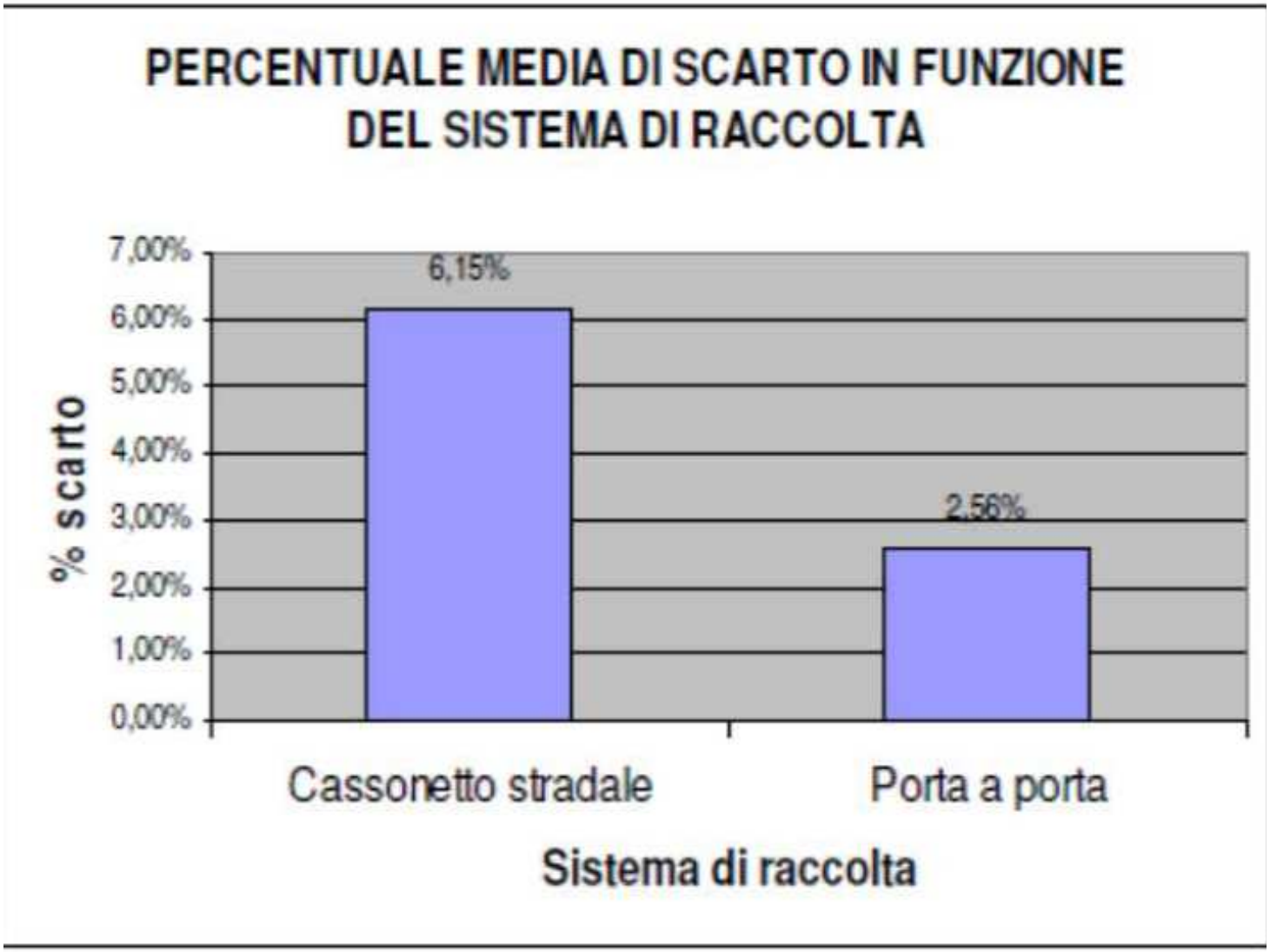
INTERCETTAZIONE UMIDO E VERDE. TARGET AL 2015 (60% RD)

	Umido/ giorno	Umido/ anno	Totale umido	Verde/ anno	Totale verde	UMIDO +VERDE
	gr/ab*gg	kg/ab*a	ton/y	kg/ab*anno	ton/y	t/y
FG1	300	110	12344	15	1691	14035,51
FG3	300	110	44405	15	6082	50488,36
FG4	300	110	15038	15	2059	17097,83
FG5	300	110	2996	15	410	3406,44
BA1	300	110	54070	15	740	61477,35
BA2	300	110	53814	15	7371	61185,77
BA4	300	110	21134	15	2895	24029,00
BA5	300	110	46420	15	6358	52778,54
TA1	300	110	45018	15	6166	51184,44
TA3	300	110	19373	15	2653	22026,42
BR1	300	110	30006	15	4110	34116,24
BR2	300	110	14568	15	1995	16563,36
LE1	300	110	37492	15	5135	42627,43
LE2	300	110	30746	15	4211	34957,98
LE3	300	110	20732	15	2840	23571,96
	TOTALE		448.155		61.391	**509.547**

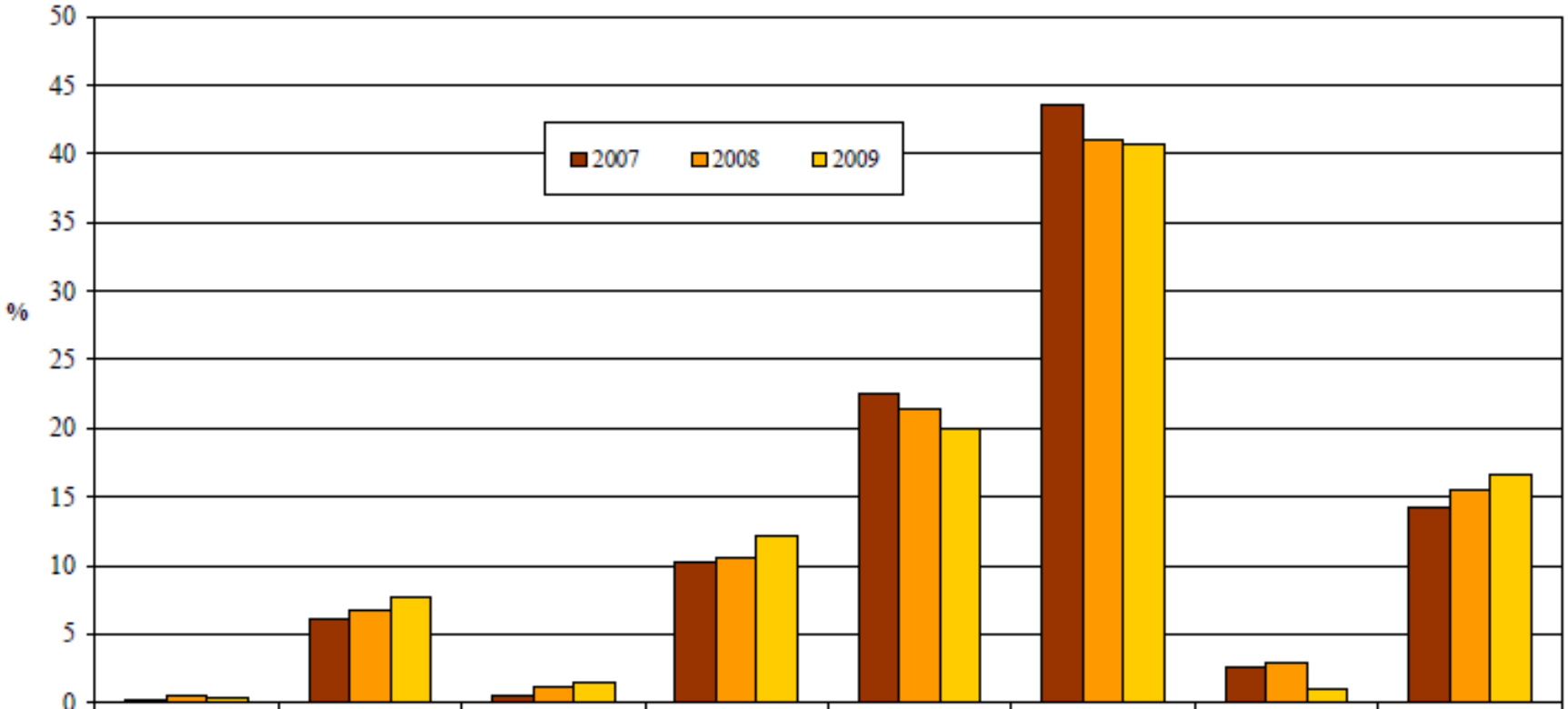
Per riepilogare - Puglia

- RD 15% circa;
- FORSU differenziata 34.000 t (1% nazionale);
- FORSU potenziale 510.000
- 6 impianti di cui 2 attivi a pieno regime!

La qualità del rifiuto organico



Il “mix” nazionale di gestione dei RD



	utilizzo come fonte di energia	compostaggio	digestione anaerobica	incenerimento	trattamento meccanico biologico	discarica	ecoballe stoccate in Campania	recupero di materia
2007	0,2	6,1	0,6	10,2	22,5	43,5	2,6	14,3
2008	0,6	6,8	1,2	10,6	21,4	41,1	2,9	15,5
2009	0,4	7,7	1,4	12,1	20,1	40,6	0,9	16,7

Stato dell'arte produzione trattamento biologico RU

3.500.000 t/anno
Scarti organici selezionati

compostaggio

1.200.000 t/anno
AMMENDANTE COMPOSTATO

DA+compostaggio

Compostaggio

Compostaggio

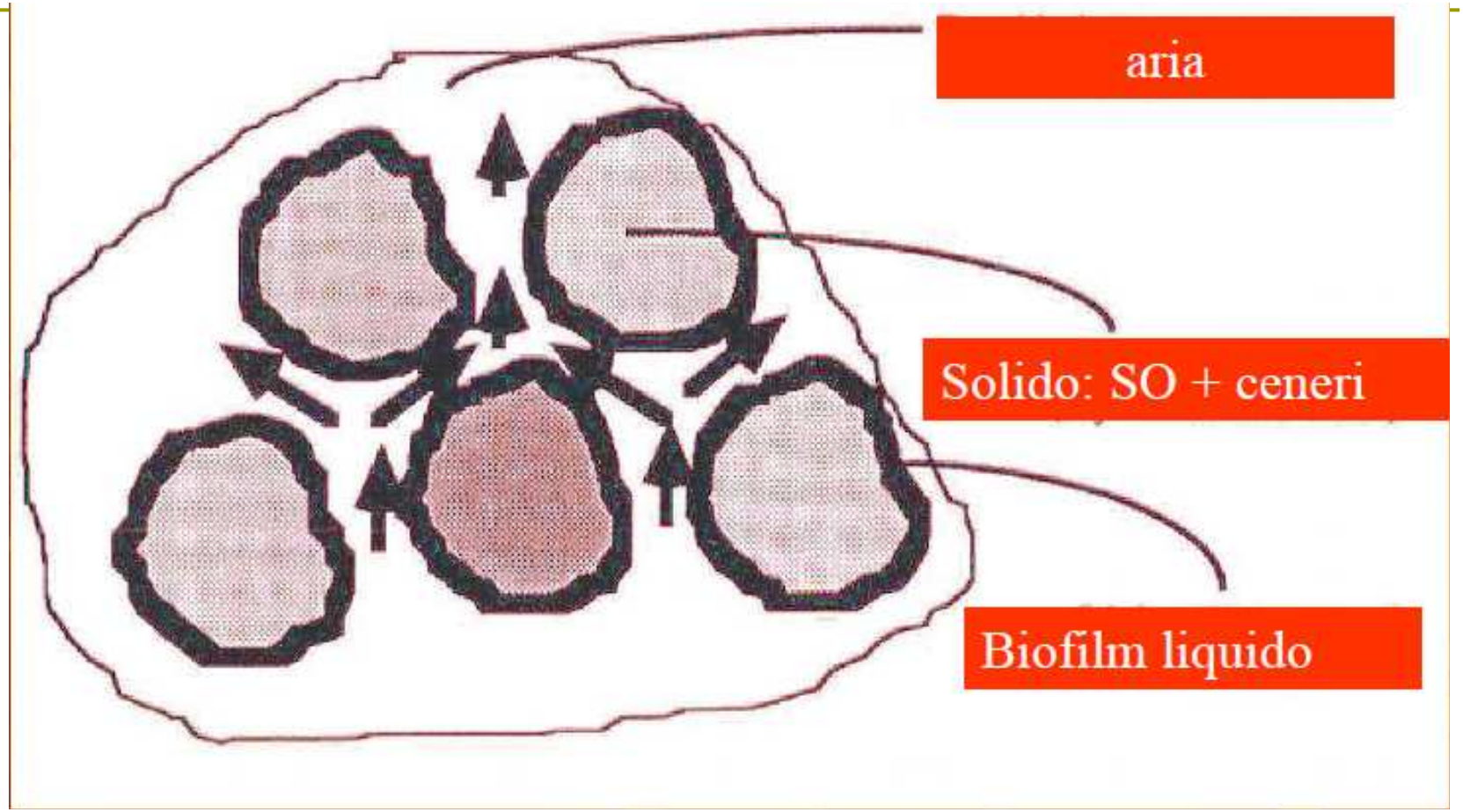
Il compostaggio è un processo **aerobico** di decomposizione biologica della sostanza organica che avviene in condizioni controllate e che permette di ottenere un **PRODOTTO** biologicamente stabile in cui, la componente organica presenta un elevato grado di evoluzione

S.O. [CH_2O]+ O_2 →compost+CO_2+H_2O+ calore

CO_2

Tali processi determinano la degradazione delle frazioni organiche più degradabili, la conservazione delle più resistenti (humus).

Compostaggio: sistema trifasico



Fasi

- **Biossidazione - Fase attiva (fase ACT):**
  - degradazione della S.O. più facilmente degradabile (zuccheri, amminoacidi ecc.);
  - alte temperature;
  - forte consumo di ossigeno;
  - produzione di metaboliti tossici per le piante.

→ raggiungimento Stabilità Biologica

- **Umificazione - Fase maturazione(curing phase):**
  - Degradazione della S.O. meno facilmente degradabile (lignina, tannini ecc.);
  - basse temperature;
  - minore consumo di ossigeno;
  - degradazione di metaboliti tossici;
  - sintesi di molecole complesse (Humus).

→ raggiungimento Umificazione

Processo

Evoluzione della Sostanza Organica:

- Sia in termini quantitativi (variazioni di peso delle singole frazioni)

- Sia qualitativi (modificazione della struttura molecolare delle frazioni organiche)

Processo

Aspetti qualificanti del processo di compostaggio:

1) **Stabilità biologica**:

momento in cui si verifica un rallentamento dei processi di biodegradazione.

→ Determinabile attraverso il consumo di O_2 (IRDP-Indice di Respirazione Dinamico Potenziale) all'interno del cumulo

→ Stabilità biologica = IRDP < 500 $mgO_2/kgSV*h$

→ c.a. 90 gg

Valori dell'IRD per diverse matrici durante il processo di compostaggio

Matrice	**IRD ($mgO_2/kgSV*h$)**
FORSU (t=0 gg)	3581±198
FORSU+legno (t=45 gg)	1738±115
FORSU+legno (t=90 gg)	338±66

Processo

2) **Maturità**: un substrato è maturo quando non presenta fenomeni di fitotossicità.

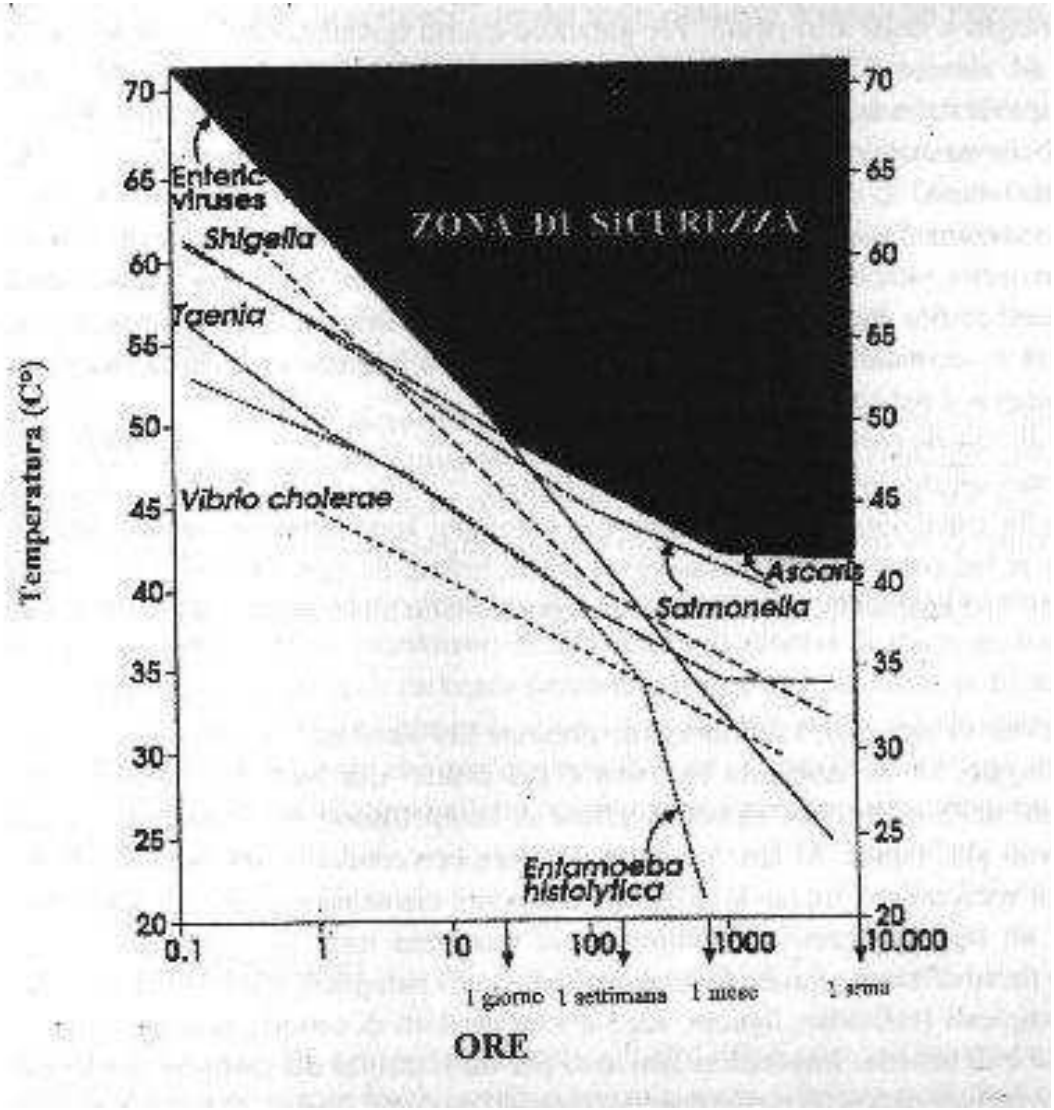
Il raggiungimento della maturità è indipendente dalla stabilità biologica.

3) **Umificazione**: processo di trasformazione della S.O. in frazioni umiche (acidi umici e fulvici).

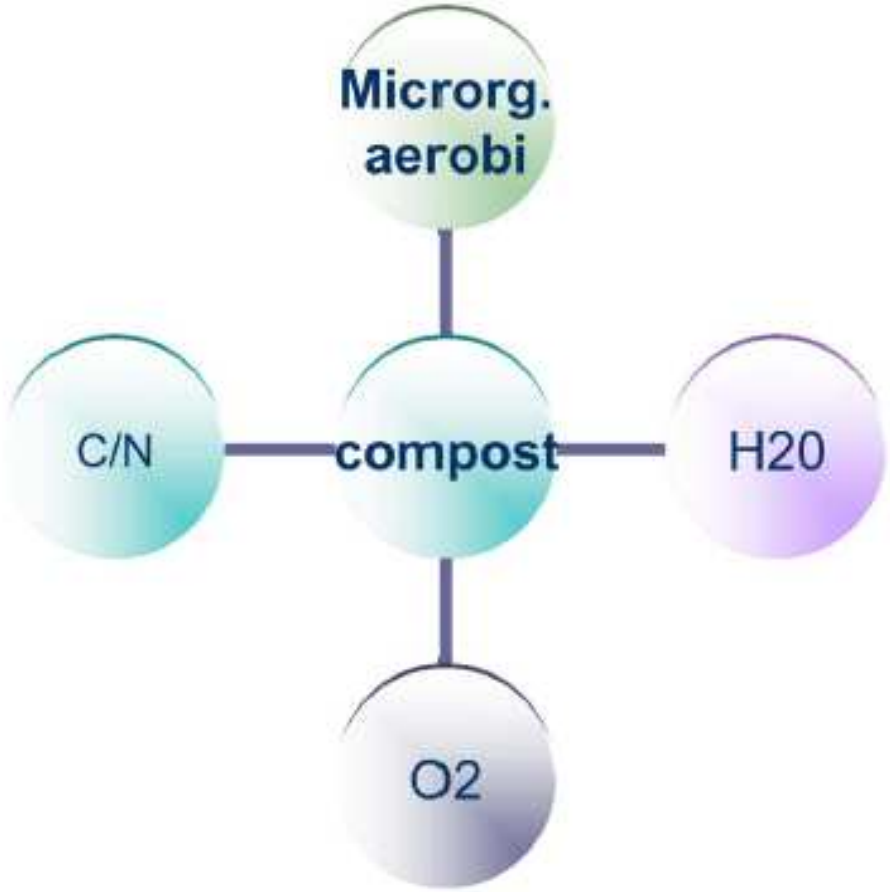
Formazione *ex-novo* di sostanze umiche o concentrazione delle frazioni già preesistenti (humus ereditato)???

→ maggiormente imputabile alla concentrazione delle molecole preesistenti.

Processo - calore



Attori e parametri principali (1)



Attori e parametri principali (2)

Fattori che influenzano le capacità microbiche:

- **O_2**: garantito da una buona porosità del materiale e da eventuali insufflazioni di O_2 nel materiale
- **Umidità**: sufficiente ma non eccessiva per non ostacolare il passaggio di O_2
- **C/N**:
  - N importante per la riproduzione e lo sviluppo dei microrganismi (non in eccedenza per evitare problemi di emissioni di NH3 in atmosfera e perdita valore fertilizzante)
  - C fondamentale per struttura del cumulo (materiale lignocellulosico/strutturante come cortecce, risulte di potatura, etc…)

Attori e parametri principali (3)

Valori ottimali di alcuni parametri per rendere idonea la miscela di scarti organici:

Parametro	**C/N**	**Umidità**	**pH**	**Densità**
u.m.	-	% t.q.	-logH+	Kg/m3
Valori idonei	20-40	40-65	5.5-9.0	<650
Valori consigliati	**25-30**	**50-60**	**6.5-8.5**	**<650**

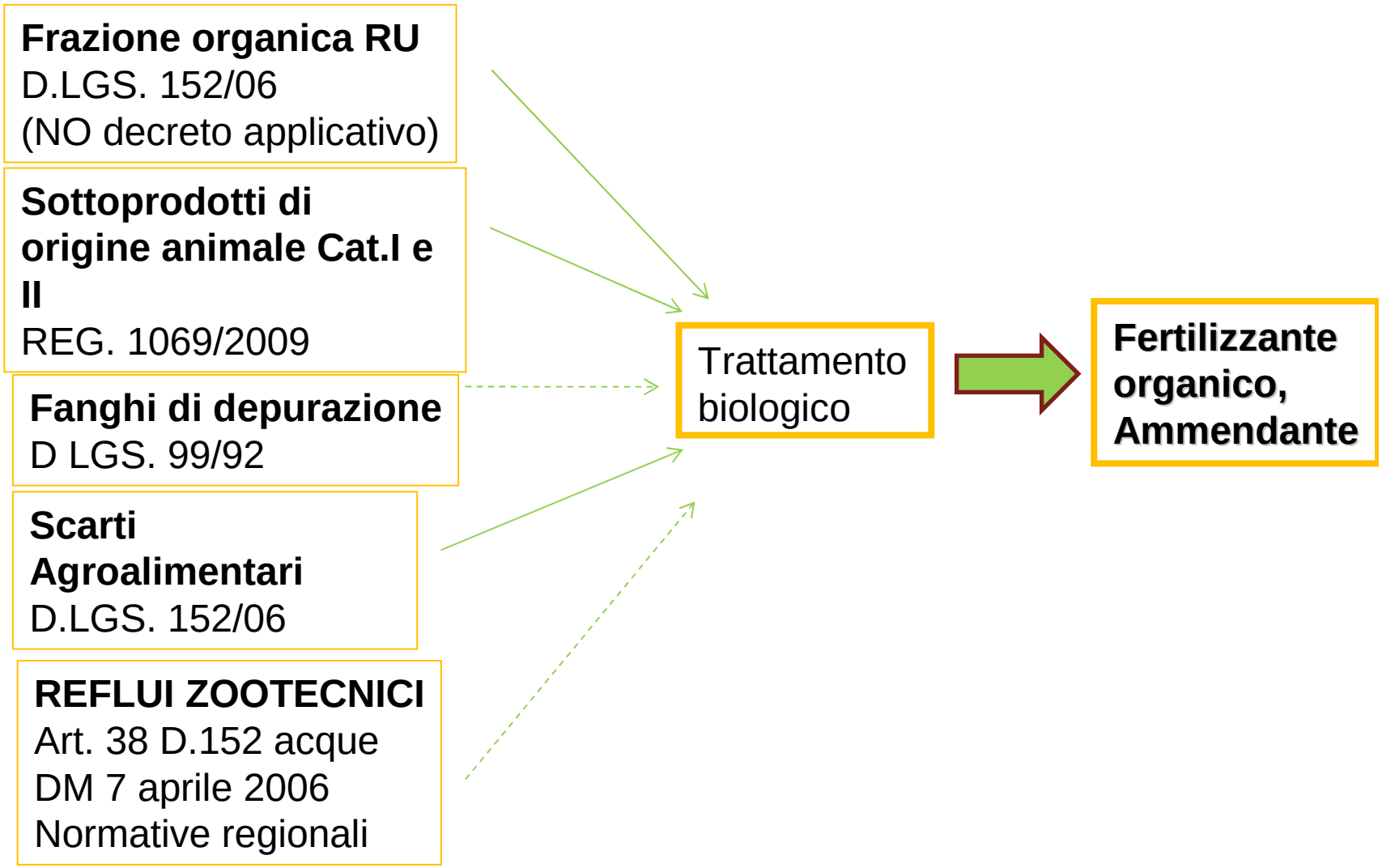
Matrici

Le "MATERIE PRIME" per la produzione di AMMENDANTE COMPOSTATO

Scarti selezionati di partenza:

- scarti vegetali da manutenzione del verde ornamentale;
- scarti alimentari raccolti in modo differenziato rispetto al resto dei rifiuti urbani (FORSU);
- scarti vegetali derivati dalle attività di trasformazione dei prodotti ortofrutticoli;
- scarti animali derivati dalle attività di trasformazione delle produzioni animali;
- deiezioni animali;
- fanghi di depurazione civili e agro-alimentari

Da biomassa di scarto ad ammendante



FORSU e mercatali

Sottoprodotti di origine animale

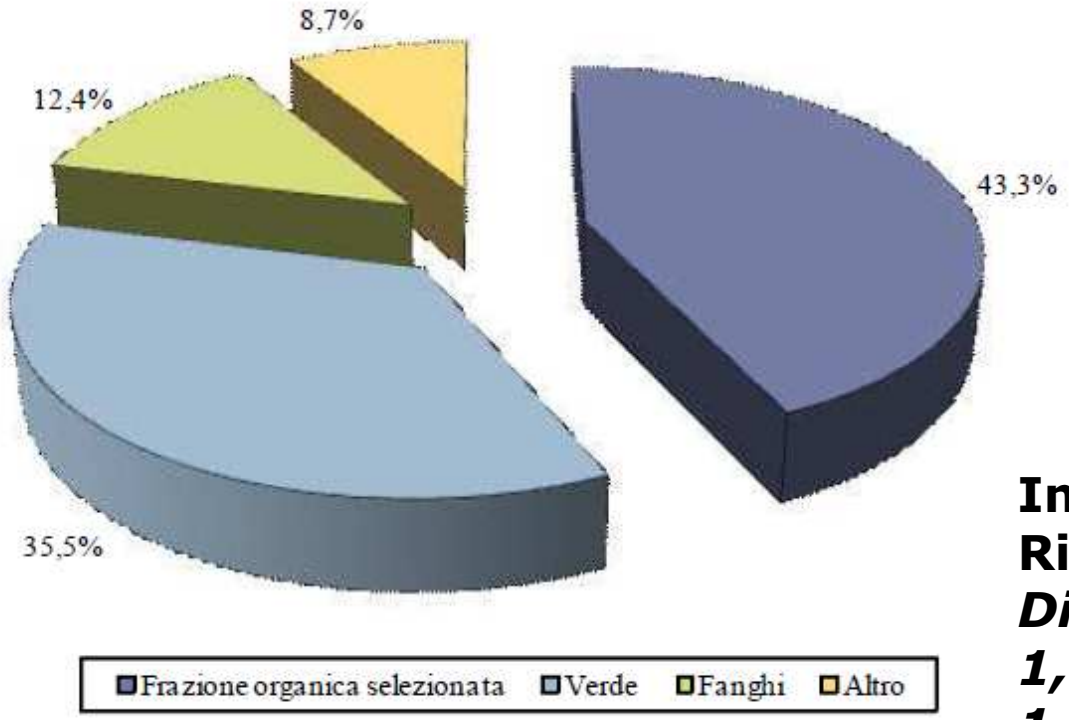
AGRO-INDUSTRIA

Fanghi

Requisiti fondamentali delle matrici

- Qualità del materiale (FORSU)
- Costanza approvvigionamento
- Mix ottimale delle differenti matrici

Tipologie di rifiuti compostati

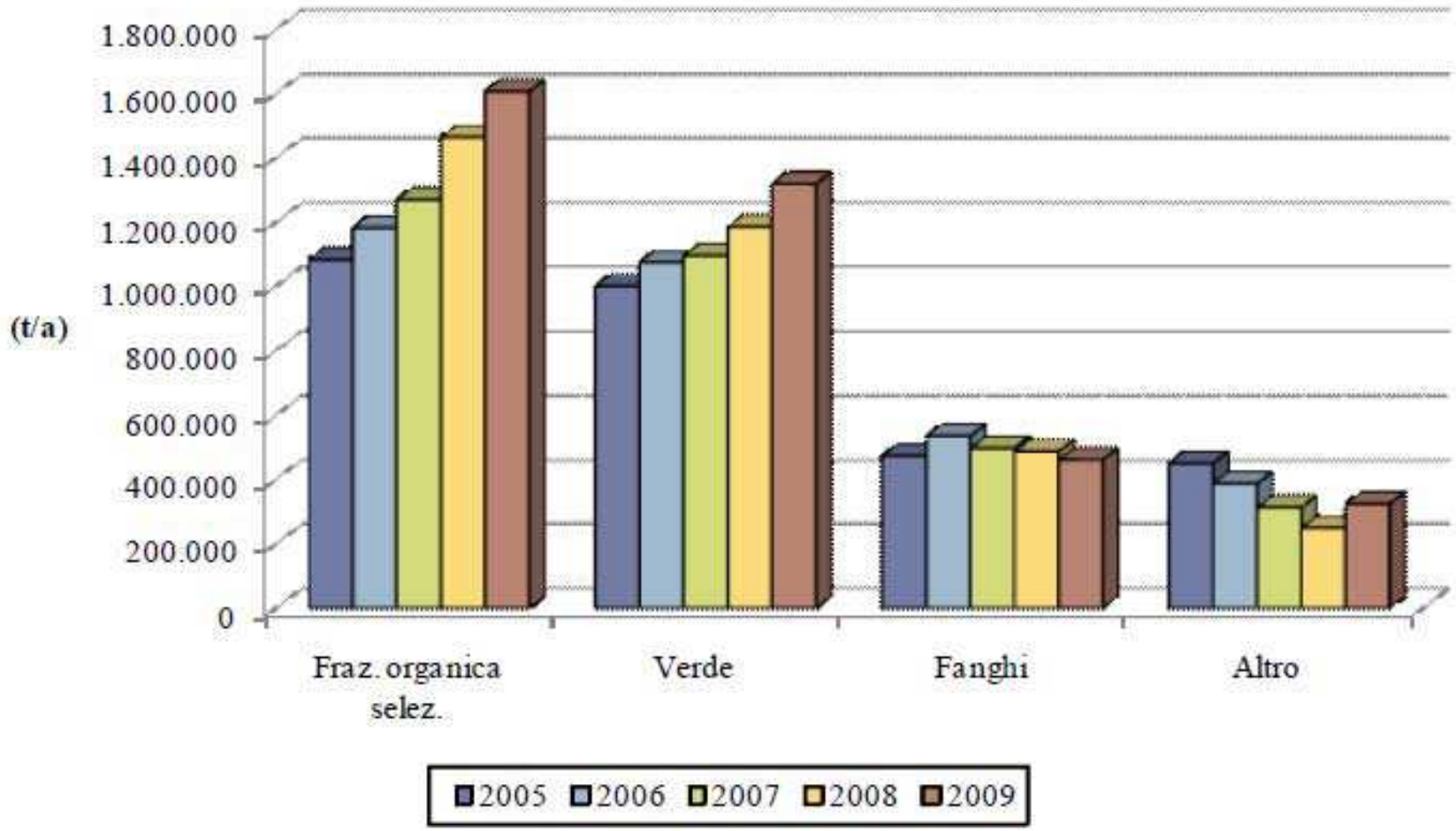


43,3% FORSU
35,5% verde
12,4% fanghi
8,7% altro

Impianti: 281
Rifiuto trattato: 3,7 mln t
Di cui:
1,6 mln t FORSU
1,3 mln t VERDE
0,46 mln t FANGHI
0,32 mln t ALTRO

(ISPRA, dati 2009)

Frazioni di rifiuti da matrici selezionate trattate in impianti di compostaggio



(ISPRA, dati 2009)

I livelli operativi

Compostaggio domestico (minimizzazione)

Sistemi decentrati (riduzione costi di gestione)

La possibile alternativa – un approccio “tattico”

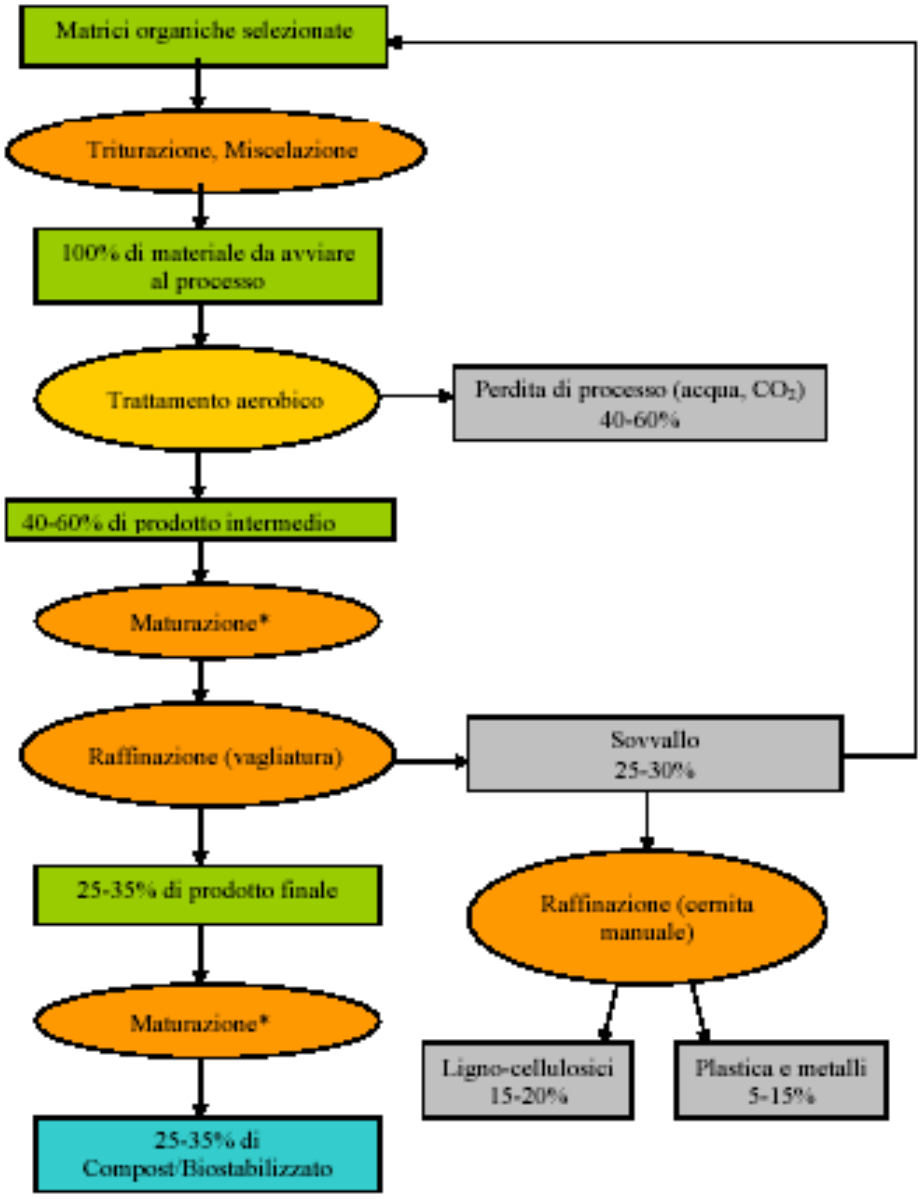
Impianti centralizzati (ambiti maturi)

Tecnologie per il compostaggio

La maggiore o minore complessità dell'impianto è legata alla tipologia delle matrici trattate:

- Tecnologia semplice (elevata manodopera)
  - Cumuli aerati e rivoltati (es. scarti lignocellulosici)
- Tecnologia complessa (bassa manodopera)
  - Corsie dinamiche, bacini statici o dinamici, biocelle

Fig. G22b. Compostaggio e biostabilizzazione da matrici selezionate: schema di processo e bilancio di massa



*Fasi del processo alternative

Schema a blocchi di un processo di compostaggio

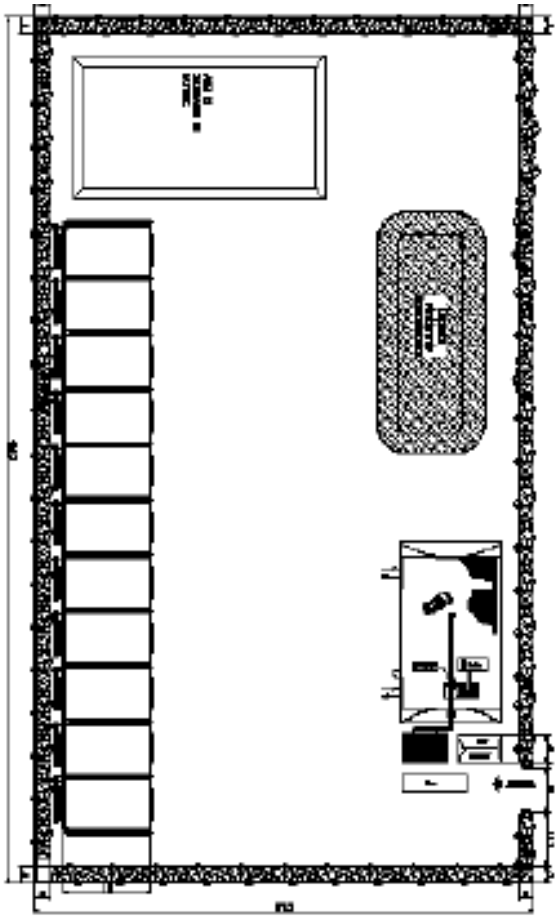
Classificazione dei sistemi

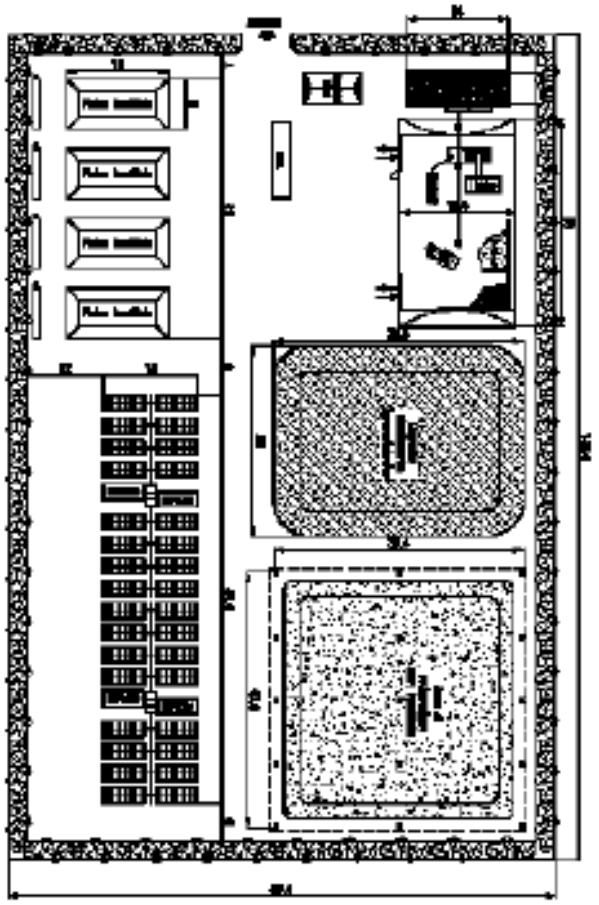
- Aerati / non aerati
- Aperti / chiusi (anche per parti di processo)
- Statici / dinamici

Sistemi aperti/chiusi

- Possono essere condotti con sistemi **aperti**:
- Compostaggio verde
- Compostaggio di altre matrici in base a:
  - Capacità di trattamento
  - Distanza da abitazioni
  - Fase di processo

Layout impiantistici





Ricezione matrici

La ricezione delle matrici putrescibili deve avvenire in:

- aree confinate, poste in depressione (minimo 2 ric/ora) con invio delle arie a sistemi di abbattimento.
- Portoni a chiusura rapida
- La ricezione del verde deve avvenire su adeguata
- pavimentazione con sistemi per la prevenzione di dispersione eolica
- Dimensionamento aree per la messa in riserva da 2 a 5 giorni

Ricezione matrici

Triturazione (sfibratura) del verde

Miscelazione matrici

Quale operazione di pre-trattamento, va condotta in area
confinata (normalmente nell'area di ricezione), posta in depressione e con invio delle arie a presidio di abbattimento

Sistemi di rivoltamento

Con riposizionamento

Per traslazione

Sistemi di rivoltamento

Scarico laterale

scavallamento

Vantaggi e svantaggi del rivoltamento

Pro

- Flessibilità operativa (valido anche in scenari "critici" di composizione della biomassa)

Contro

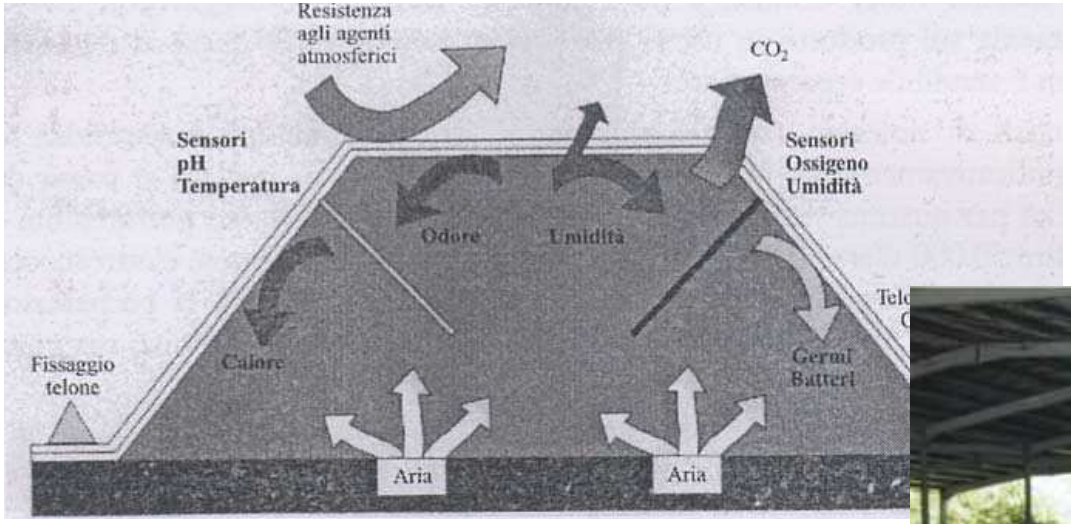
- "Shock termico"
- Liberazione odori
- Polverosità
- Costo

Sistemi di processo - tipologie

- Cumuli

Sistemi di processo - tipologie

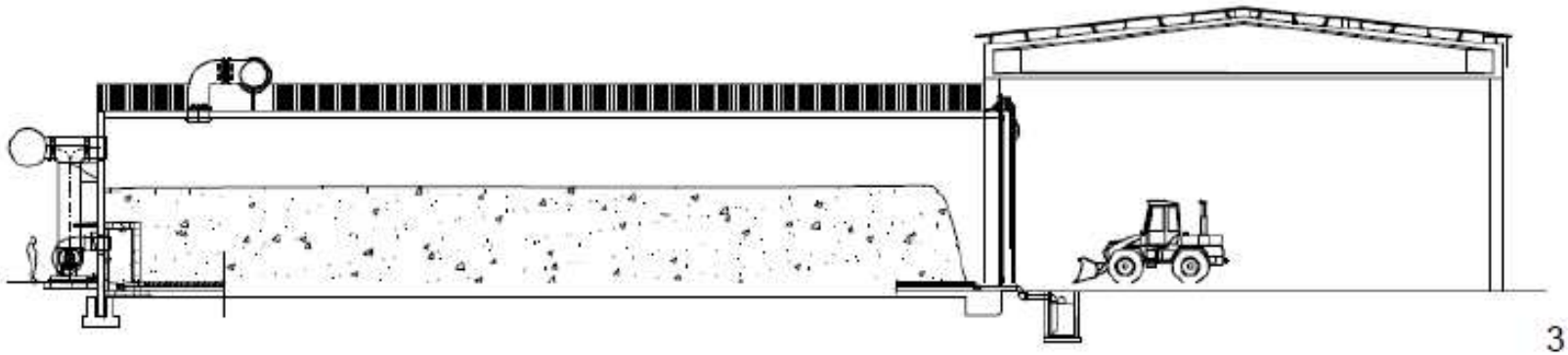
- Cumuli statici aerati



Sistemi di processo - tipologie

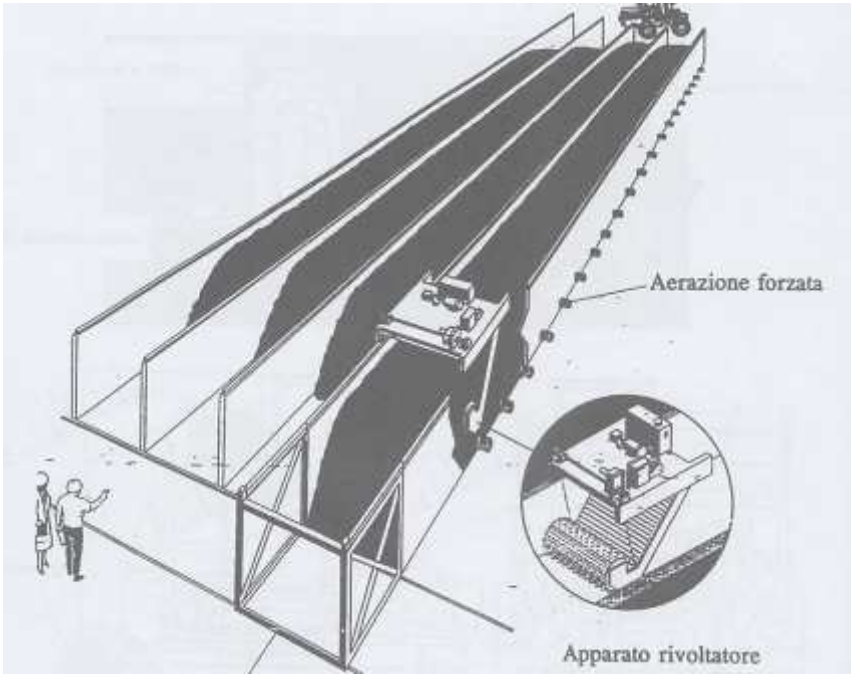
Le dimensioni

Altezza: da 5,0 a 6,0 metri;
Altezza carico materiale: da 2,5 a 4,0 metri;
Lunghezza: variabile da min. 20 m fino a 35 m;
Larghezza: da 4,5m fino a 12,0 m



Sistemi di processo - tipologie

- Trincee dinamiche e bacini dinamici



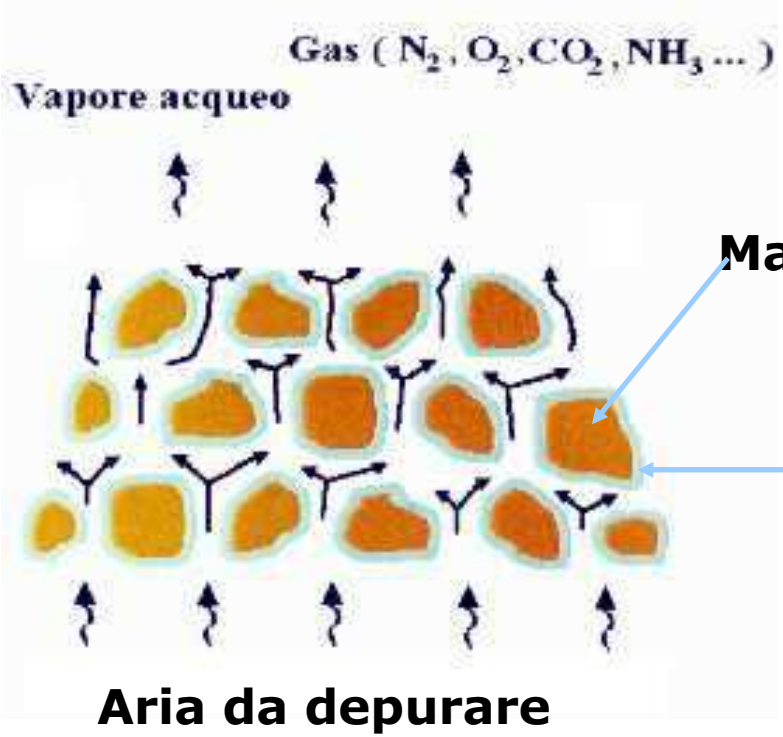
Sistemi di processo - tipologie

- Sili e tamburi

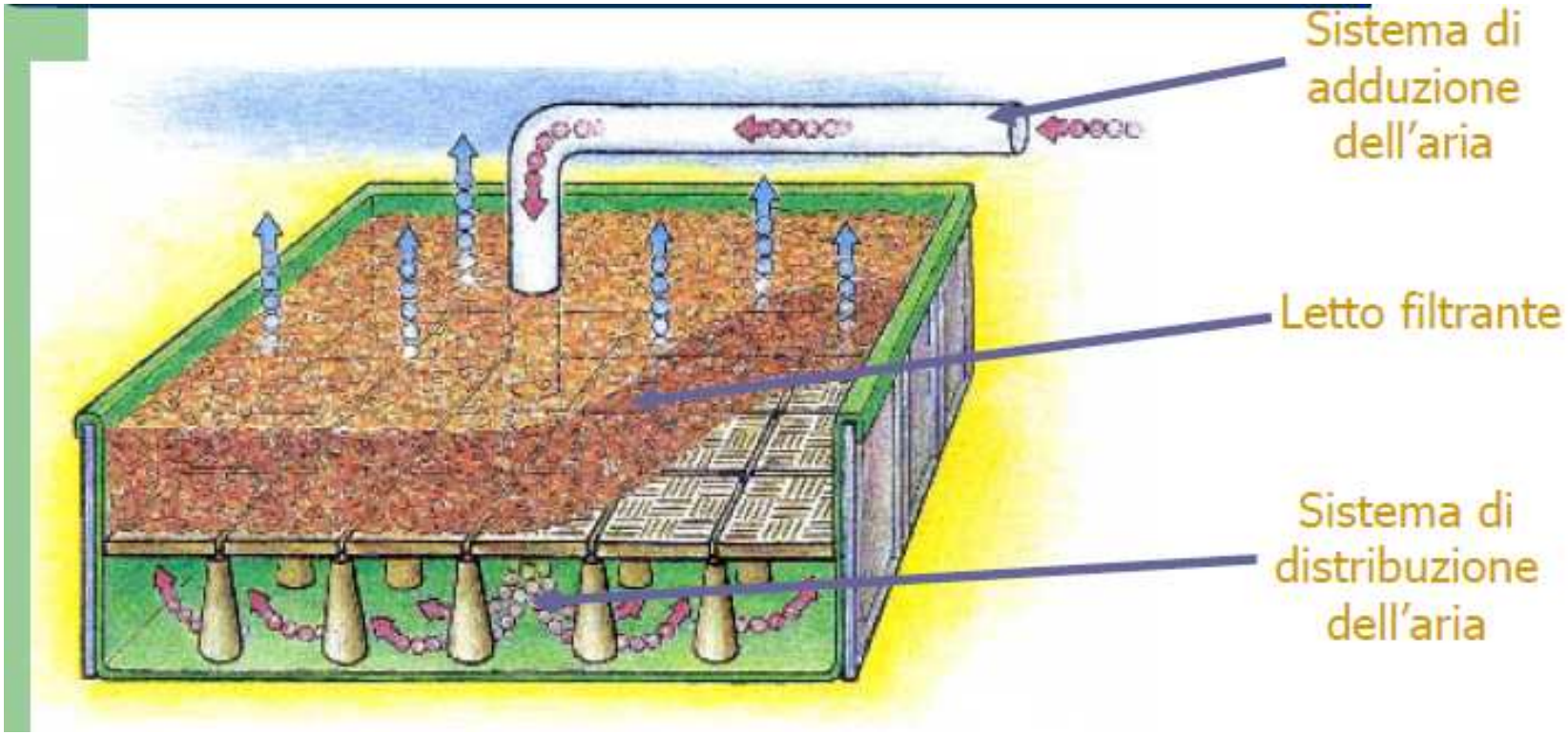
Sistemi di processo - tipologie

I sistemi chiusi devono essere posti in depressione (minimo 4 ric/ora, salvo eccezioni) con invio delle arie a sistemi di abbattimento

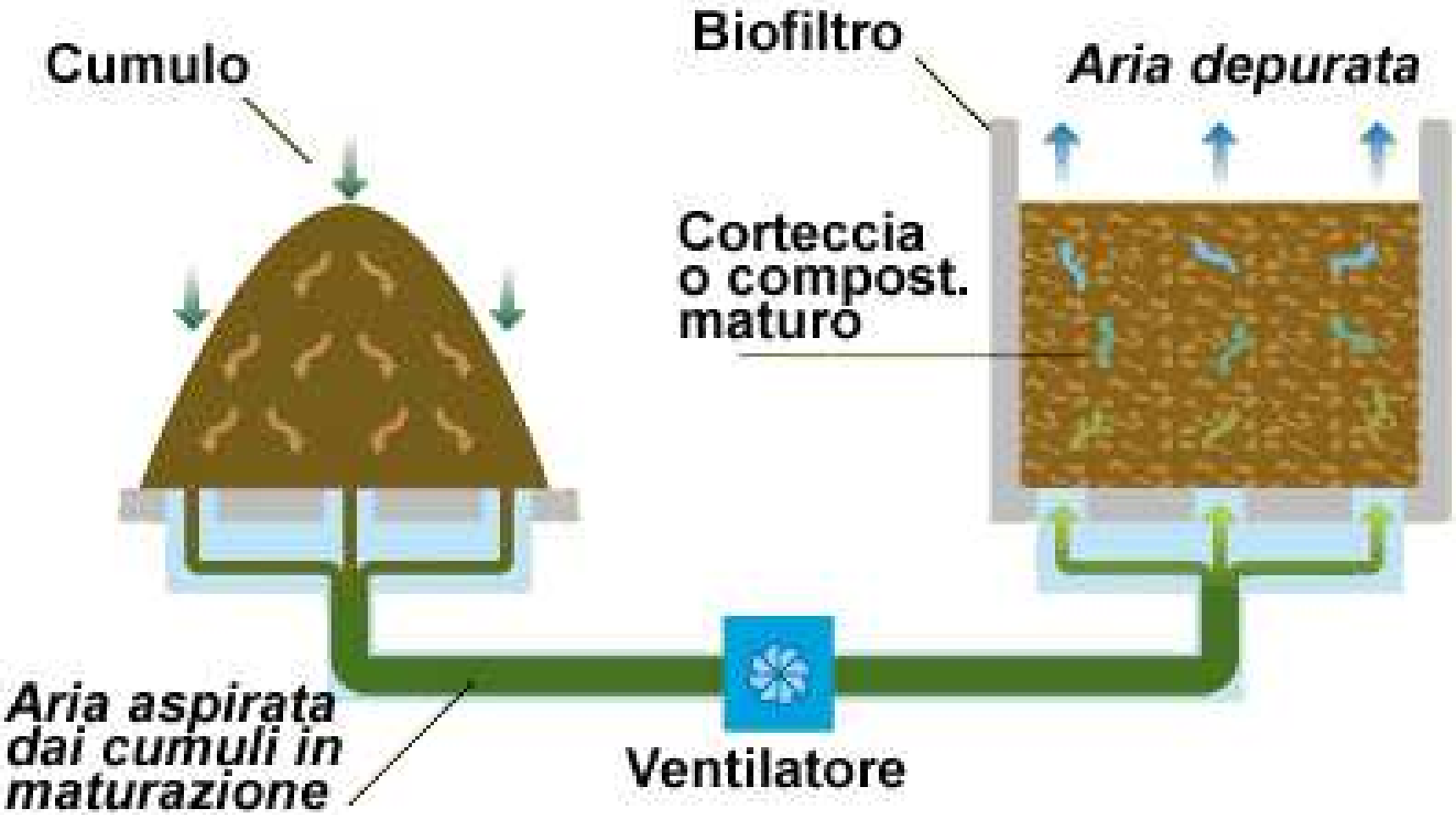
BIOFILTRAZIONE



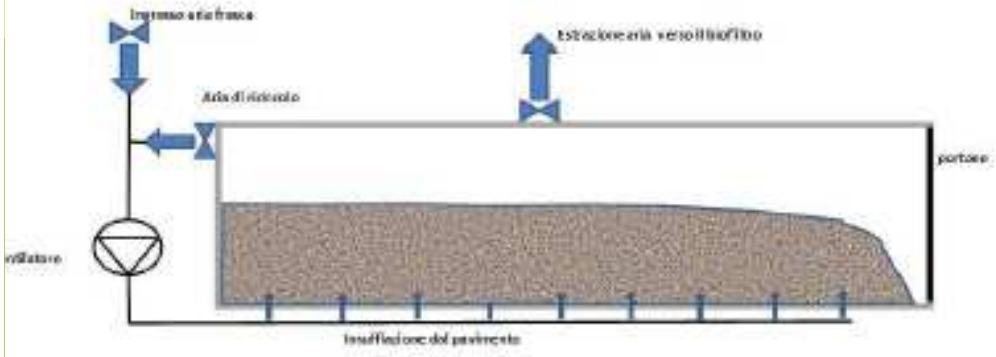
Schema di un biofiltro



Schema di un biofiltro



Esempio di pavimentazione


Estrazione aria verso biofiltro
Aria di ricircolo
portone
Insufflazione del pavimento

Sistemi di processo - articolazione

ACT

- Igienizzazione
- IRD<1000mgO2/h kg SV

Maturazione

- Tempi di processo di complessivi di almeno 80gg (90 in procedura semplificata)

Post-trattamenti: raffinazione

Vagliatura

Raffinazione
Deferrizzazione, deplastificazione

Dalla miscela al prodotto finito

Compost

TENDENZE IN ATTO

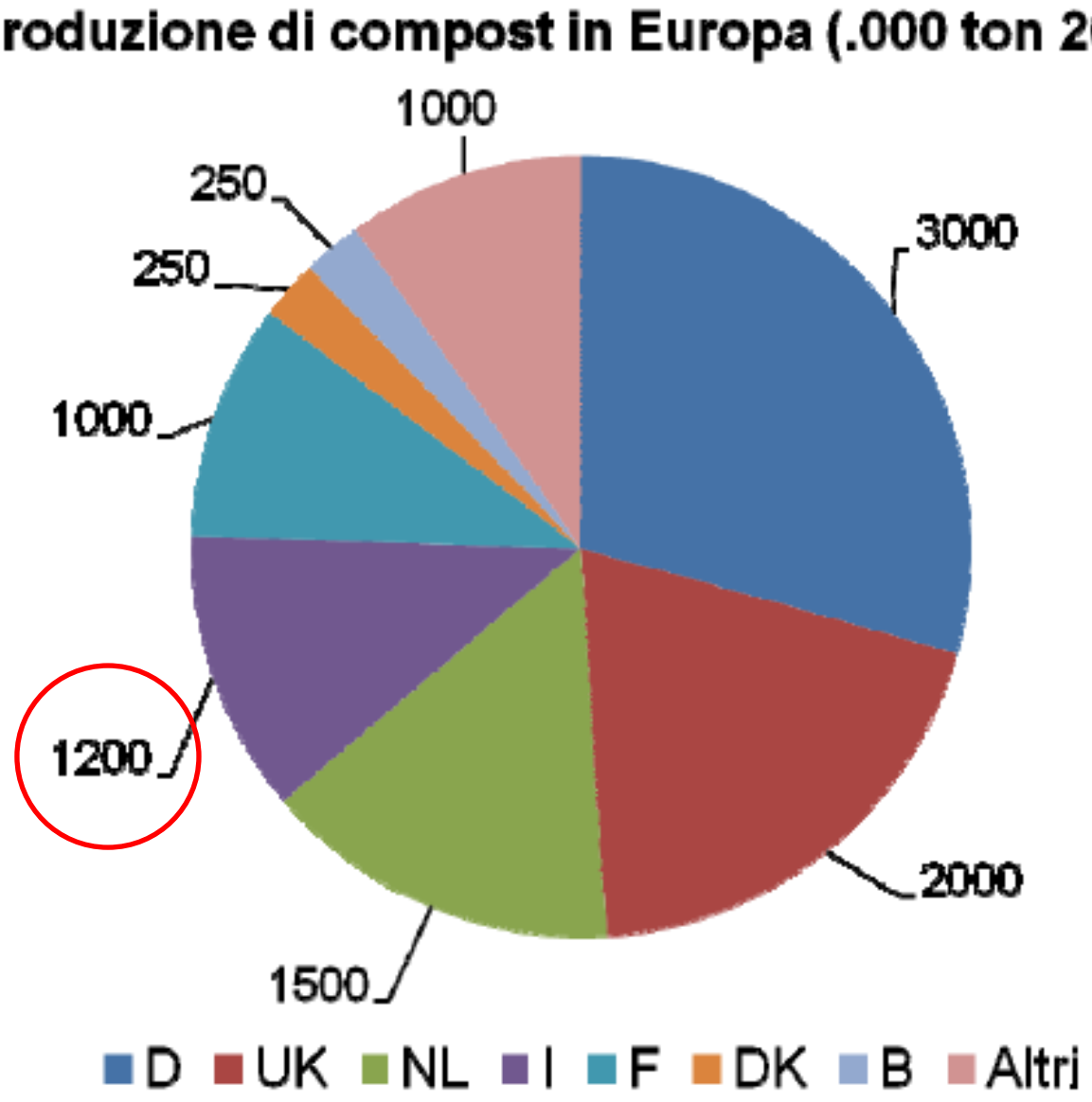
Tipi

- Ammendante compostato misto (ACM)
- Ammendante compostato verde (ACV)

Compost di qualità

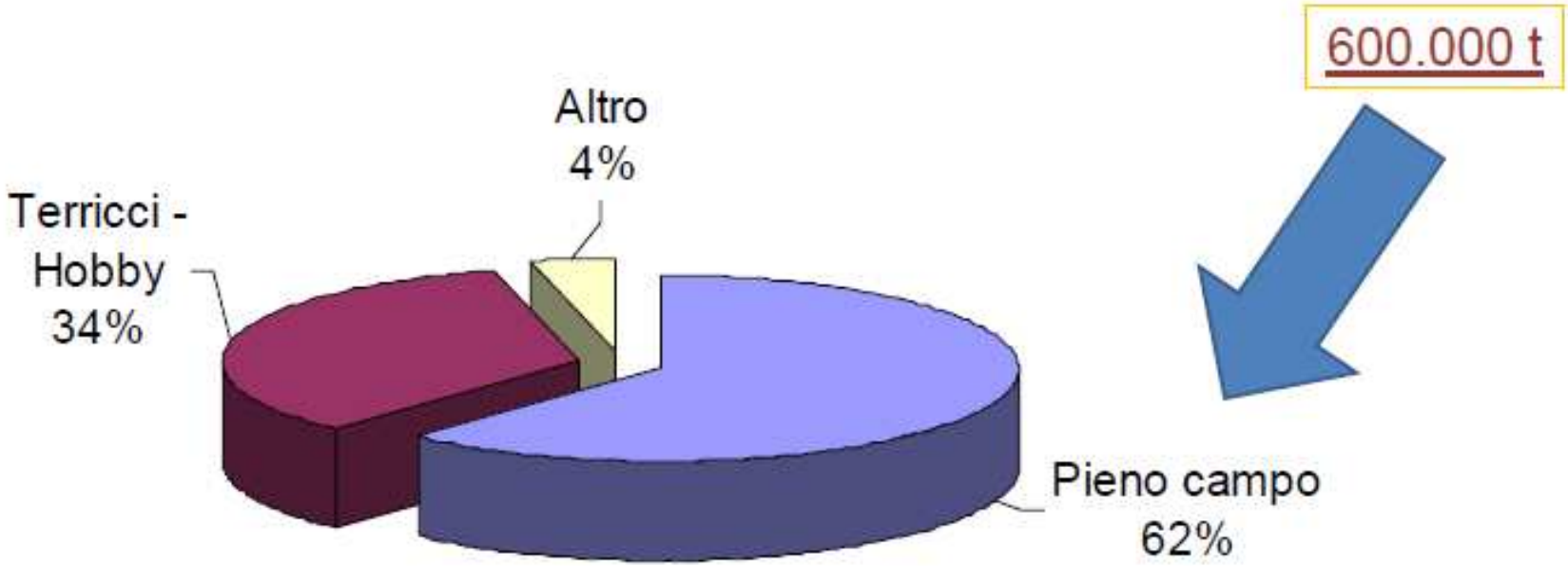
Parametro	U.M.	limite
pH	-	6-8.5
Conducibilità	dS/m	-
Umidità	% m/m	Max 50
Corganico	% C s.s.	Min 20
Azoto totale	% N s.s.	-
Azoto organico	% Ntot	Min 80
C/N	-	Max 25
Cadmio	mg/kg s.s.	Max 1,5
Cromo	mg/kg s.s.	Max 0,5
.....		
Acidi umici e fulvici	% s.s.	Min 7
Inerti>2mm	% s.s.	Max 0,5
Inerti litoidi>5mm	% s.s.	Max 5
E. Coli	CFU/1g	Max 1000
Salmonelle	UFC/25g	assenti
Indice di germinazione (dil. al 30%)	% Ig	Min 60

Compost in EU



Composting in Italy (2006)	
Composting plants	237
Industrial plants (>5000 t/y greenwaste and 10000 t/y biowaste)	116
Organic waste treated	3.185.000 t
Biowaste	1.200.000 t
Greenwaste	1.080.000 t
Sewage sludge	536.000 t
Others	388.000 t
Quality compost	**1.200.000 t**

Destinazione Ammendante Compostato - 2006



PRODUZIONE TOTALE ACV+ACM
ca. 1.200.000 t/y

Il valore della S.O. nella politica ambientale

- Programma EU sul Cambiamento Climatico
  - Sequestro di C
  - Riduzione di produzione/applicazione di pesticidi e concimi chimici
  - Migliore ritenzione idrica
  - Miglioramento della lavorabilità

- Strategia Tematica sulla Protezione del Suolo
  - Programmi obbligatori per prevenirre il declino di fertilità organica
  - Regioni italiane che hanno stabilito sussidi per gli agricoltori che usano fertilizzanti organici

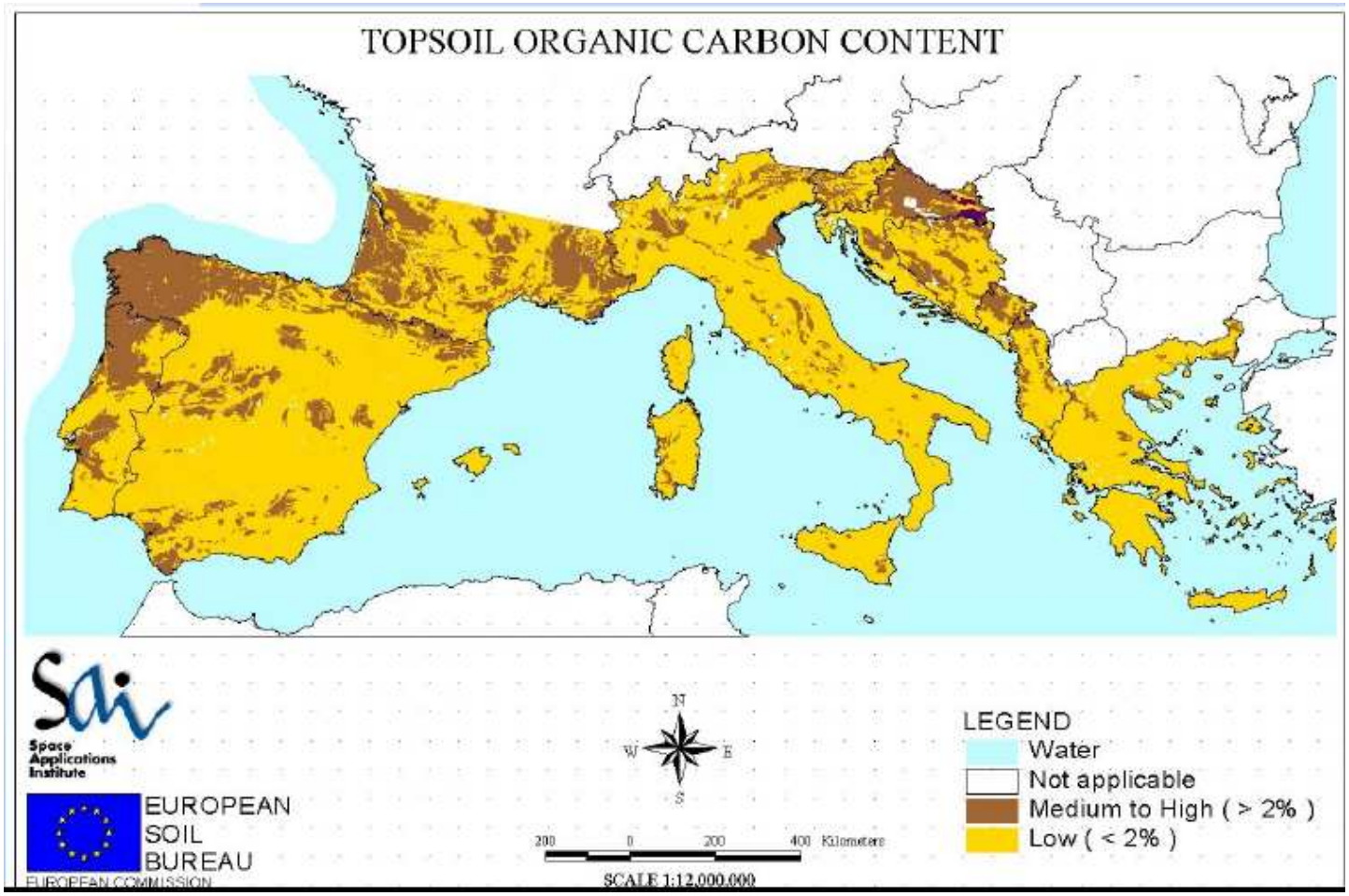
Scarto organico e cambiamento climatico

- Lo scarto organico emette CO_2 durante la mineralizzazione – carbonio biogeno (a corto ciclo di vita) neutrale
- In discarica, parte del C trasformato in CH_4 - contributo all'effetto-serra
- L'uso del compost surroga i concimi chimici – la diminuzione delle emissioni di CO_2 ed altri gas serra va considerata
- La digestione anerobica trasforma i composti carboniosi in un combustibile alternativo (biogas) – questo può sostituire i combustibili fossili
- **L'uso del compost può "segregare" carbonio nel suolo – "sequestro" di C**

Il “sequestro” di Carbonio

- L’uso della biomassa come fertilizzante organico porta ad emissioni di Carbonio su intervalli di tempo “estesi”
- La sostanza organica viene parzialmente trattenuta nel suolo nel tempo-comporta un “profilo di accumulo” del C che inoltre, implica l’aumento della fertilità organica- benefici agroambientali notevolmente più ampi
- Si è valutato che 0.3 t/ha C (1.1 t CO_2) potrebbero essere assorbite semplicemente grazie alla modifica delle tecniche colturali, es. sistemi “no tillage”
- Il 20 % della superficie agricola in EU potrebbe essere usata come sink. Questo risulterebbe in un assorbimento potenziale di 7.8 Mt C, 8 % dell’obiettivo totale EU di riduzione di gas serra.

Sud Europa: C nel suolo

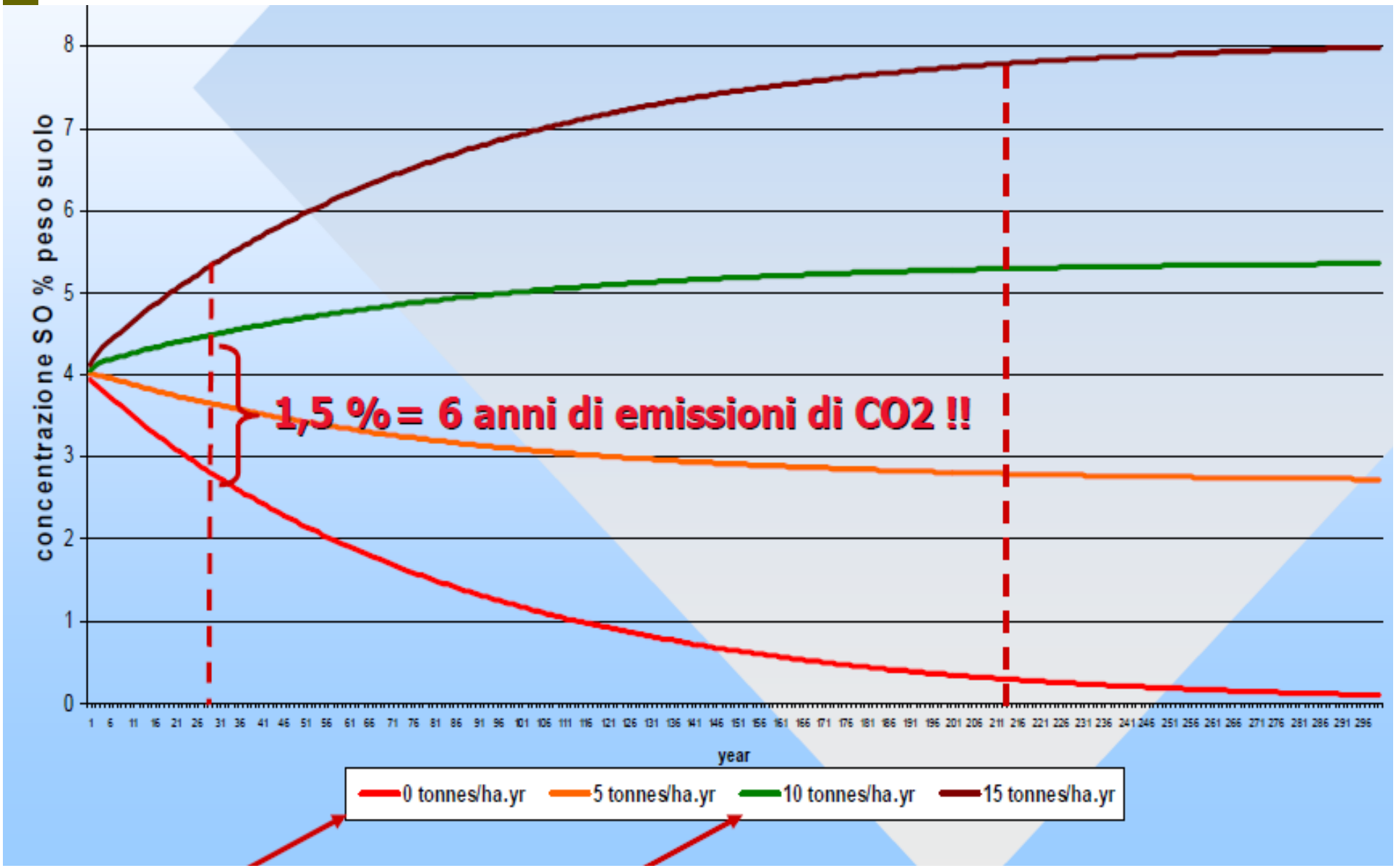


Fonte: European Soil Bureau

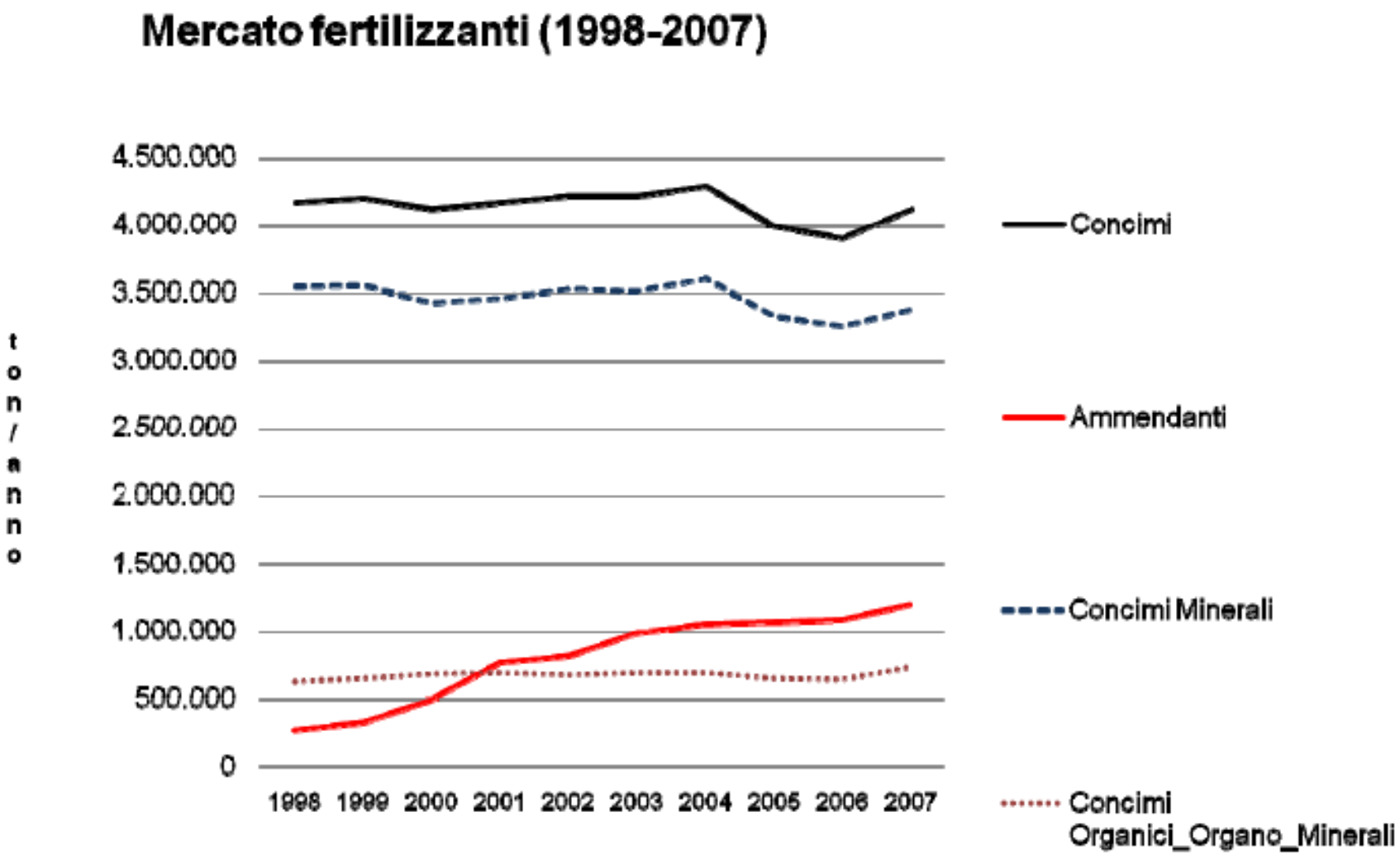
Il potenzale ruolo del suolo come “sink”

541.542	Gg CO2	Source: "National Communications from Parties included in Annex 1 to the Convention: Greenhouse Gas Inventory Data from 1990 to 1998"	
147.693.273	ton C		
16.000.000	ettari		
3600	ton/ha		
57.600.000.000	ton suolo		
0,256%	% di carbonio nel suolo che bilancia le emissioni complessive nazionali annue		

Accumulo / rilascio di C nel / dal suolo



Valore fertilizzante



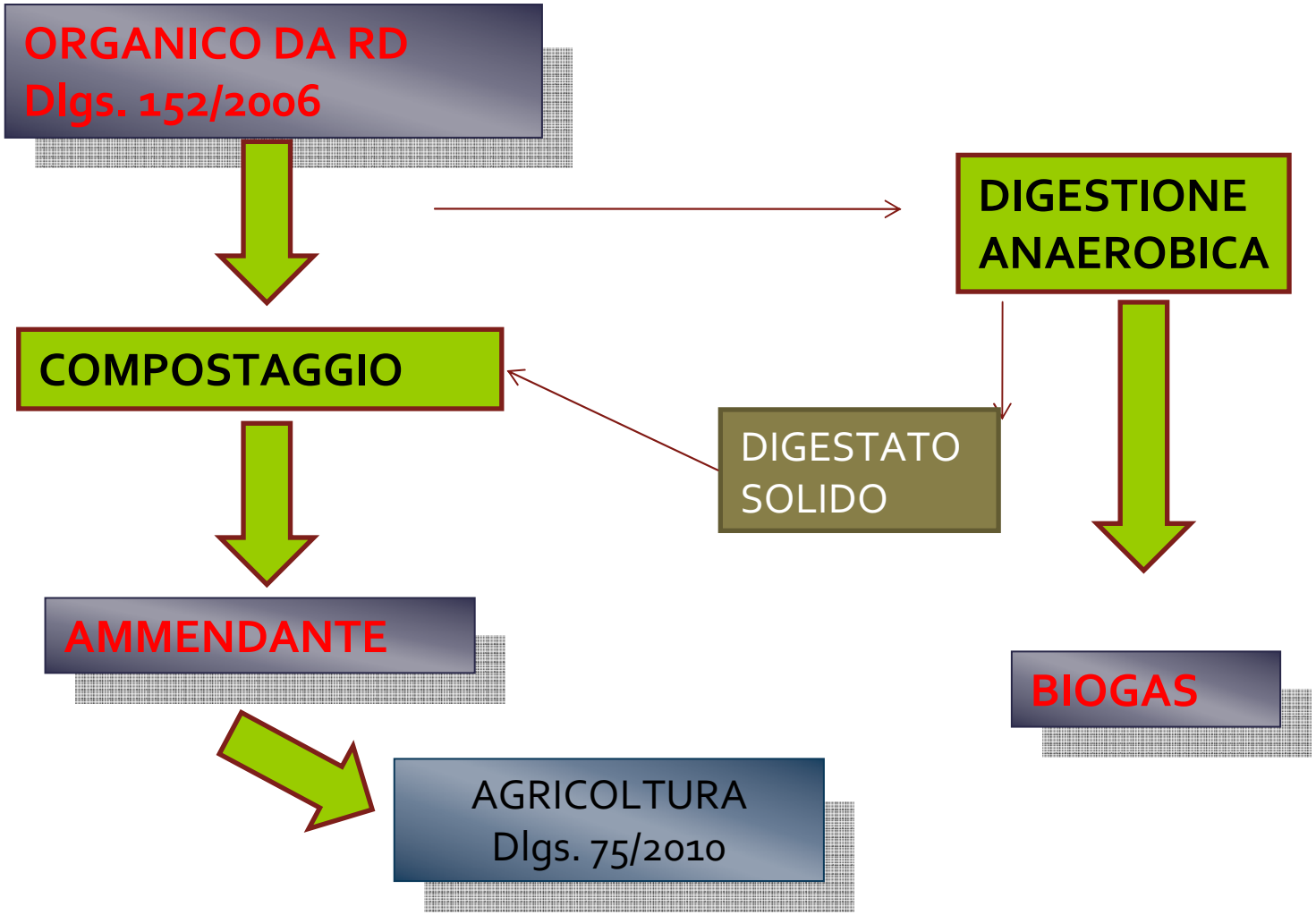
Valore di mercato

- 1 € per Unita Fertilizzante per l'N
- 10 t di Ammendante hanno 250 Unità fertilizzanti: 50 N, 100 P_2O_5, 100 K_2O
- Valore compost su base nutritiva: 20 €/t

Riduzione dell'uso di torbe

Digestione anaerobica

Integrazione DA compostaggio



REFLUI ZOOTECNICI

COLTURE ENERGETICHE

EE

ET

BIOGAS

CHP

ACCUMULO

DISPOSITIVO CARICO

DIGESTORE

DIGESTATO (N-P-K)

Digestione anaerobica

- Recupero energetico

Infatti dalla DA si hanno rese energetiche di 150-300 kWh/t di rifiuto trattato (peso fresco)

- Non influenza negativamente il recupero di materia

E' possibile produrre compost classificato ACQ dal digestato anaerobico, con ulteriore recupero a fini agronomici delle frazioni carboniose trattate

- Minor impatto ambientale

La DA consente di produrre energia da fonte rinnovabile con conseguente riduzione dell'emissione di gas serra nell'ambiente.

Bisogna considerare l'UPGRADING DEL METANO!!!!

La DA in Italia oggi

- 18 impianti operativi, per una capacità di trattamento che sfiora il milione di ton/a
- Tutti gli impianti trattano rifiuti da raccolta differenziata
- Gli impianti abbracciano tutto il panorama tecnologico disponibile

Grazie per l'attenzione

carlo.mininni@gmail.com