



Output 5.1

Training Package. DECOST monitoring team

This document/publication has been produced with the financial assistance of the European Union under the ENI CBC Mediterranean Sea Basin Program. The contents of this document are the sole responsibility of University of Vic – Central University of Catalonia and can under no circumstances be regarded as reflecting the position of the European Union or the Program management structures

Document Information

OUTPUT	Number	5.1	Title:	Regulations. Development of IMSWMPs
Work Package	Number	WP5	Title:	Training Package. DECOST monitoring team

Semester of delivery	III	Target value	4.0 Report
Version number	1.0		
Format	MS Office Word document		
Creation date	30/04/2023		
Version date			
Dissemination Level	CO Confidential		
Rights	Copyright "DECOST Partnership". During the drafting process, access is generally limited to the DECOST partners		

Responsible author	Name:	Joan Colón	Email:	Joan.colon@uvic.cat
	Partner:	UVIC-UCC	Phone:	

Other main author	Name:	Joan Colon	Partner:	UVIC
	Name:	Mabel Mora	Partner:	UVIC
	Name:	Munir Rusan	Partner:	JUST
	Name:	Tahseen Sayara	Partner:	PTUK
	Name:	Donatella Caniani	Partner:	UNIBAS

Brief Description	This document describes the training materials for the composting theory sessions given to the municipality workers. The target value is 4 reports which are presented together in this output. The different training materials were used in Spain, Italy and the same material in Palestine and Jordan
Keywords	Community composting, training

Version log			
Rev. No.	Issue Date	Modified by	Comments
1.0			
2.0			
3.0			



Beta

Biodiversitat, Ecologia,
Tecnologia Ambiental i Alimentària

Gestió de la FORM a través de sistemes de compostatge comunitari

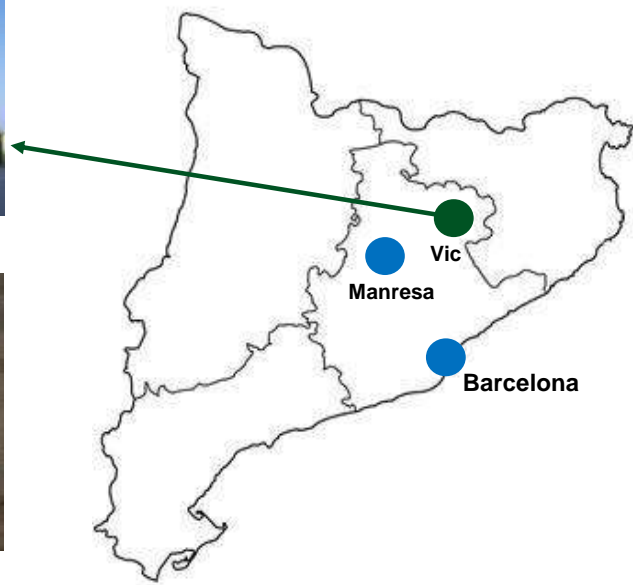
UVIC

UNIVERSITAT DE VIC
UNIVERSITAT CENTRAL DE CATALUNYA





Edifici Can Baumann, UVic-UCC
Ctra de Roda 70, Vic (Barcelona)



**Edificis de
La Universitat
de Vic**

**Equip
BETA**





4 • Comptabilitat i Optimització de la Sostenibilitat



Avaluació de la sostenibilitat
(LCA, LCC, SLCA)



Eco-etiquetatge



Sostenibilitat corporativa

5 • Governança per a la Sostenibilitat



Promoció de polítiques
basades en l'evidència



Aliances estratègiques



Transferència i capitalització
de resultats



Joan Colón

Expert en sistemes de gestió
de residus i compostatge



Angélica Oviedo

Experta en compostatge
comunitari



Mabel Mora

Experta en tecnologies
ambientals

Horari	Dilluns	Dimarts	Dimecres	Dijous	Divendres
10:00h – 11:30h	<ul style="list-style-type: none"> Presentació del curs Introducció a la Gestió dels Residus Sòlids Municipals 	<ul style="list-style-type: none"> La FORM i el Procés de Compostatge Sistemes de compostatge 	Visita a la Mancomunitat	<ul style="list-style-type: none"> El compost: qualitat i classificació en funció de les seves característiques 	<ul style="list-style-type: none"> Aplicació del compost i efectes sobre la salut del sòl
12:00h – 14:00h	Pràctica 1. Introducció al compostatge comunitari (Les Masies de Roda)	Pràctica 2. Manteniment d'un sistema de compostatge comunitari	<ul style="list-style-type: none"> Sistemes de compostatge comunitari Problemàtiques de procés 	Pràctica 3. Manteniment i monitorització d'un sistema de compostatge comunitari	Pràctica 4. Garbejat de compost i avaluació de la presència de materials impropis



Beta

Biodiversitat, Ecologia,
Tecnologia Ambiental i Alimentària

Gràcies

UVIC

UNIVERSITAT DE VIC
UNIVERSITAT CENTRAL DE CATALUNYA





Beta

Biodiversitat, Ecologia,
Tecnologia Ambiental i Alimentària

BETA Technological Center

Universitat de Vic – Universitat Central de Catalunya

www.betatechcenter.com

 https://twitter.com/BETA_TechCenter

 <https://www.linkedin.com/company/betatechcenter>

UVIC

UNIVERSITAT DE VIC
UNIVERSITAT CENTRAL DE CATALUNYA





Beta

Biodiversitat, Ecologia,
Tecnologia Ambiental i Alimentària



UNIVERSITAT DE VIC
UNIVERSITAT CENTRAL
DE CATALUNYA

Introducción a la gestión de residuos

Joan Colón Jordà
Investigador en sostenibilidad ambiental del Centro
Tecnológico BETA

1. Introducció general a la gestió de residuos

2. PRECAT 2014 – 2020

- Introducció general al “Programa general de prevenció i gestió de residuos i recursos en Catalunya”
- Como gestionamos los residuos
- Donde estamos y a donde vamos
- Tipología de recogida
- Conclusiones

Introducción general a la gestión de residuos

Clasificación de los residuos sólidos

La Directiva Europea 2008/98/CE define "residuo" como **cualquier sustancia u objeto que el poseedor desecha o tiene la intención o la obligación de desechar.**

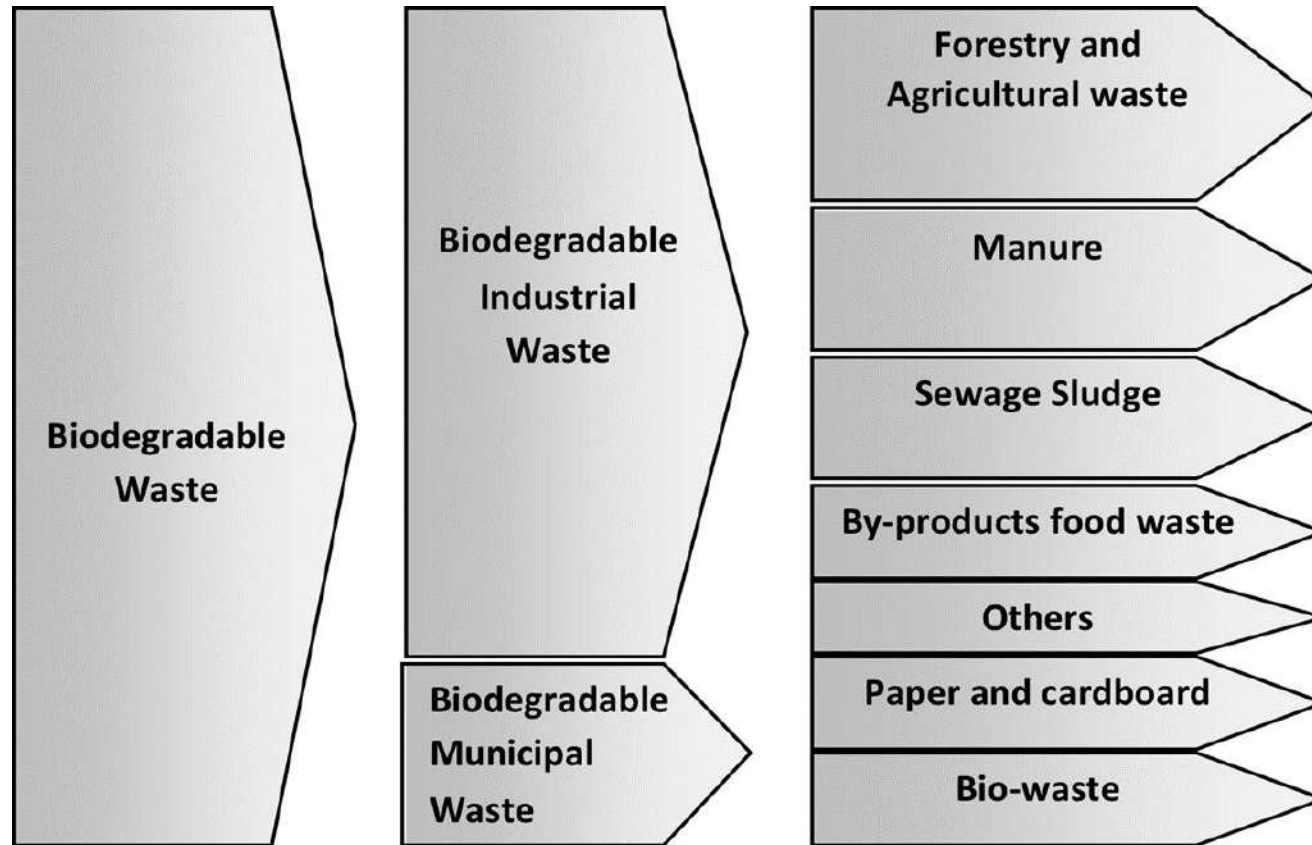
Los **residuos municipales** se definen como los residuos domésticos, así como otros residuos que, debido a su naturaleza o composición, son similares a los residuos de los hogares (99/31/CE).

Los **residuos industriales** comprenden muchos flujos de residuos diferentes que surgen de una amplia gama de procesos industriales. Estas corrientes están hechas de materiales desechados de operaciones industriales o derivados de procesos de fabricación y pueden ser líquidos, lodos, sólidos o desechos peligrosos. Los residuos industriales cuentan con una legislación detallada que regula su gestión y tratamiento.

Residuos biodegradables

Residuos Biodegradables:

residuos que, en condiciones de vertido, pueden descomponerse biológicamente de forma aerobia o anaerobia (PNIR 2008-2015)



Residuos biodegradables - FORM

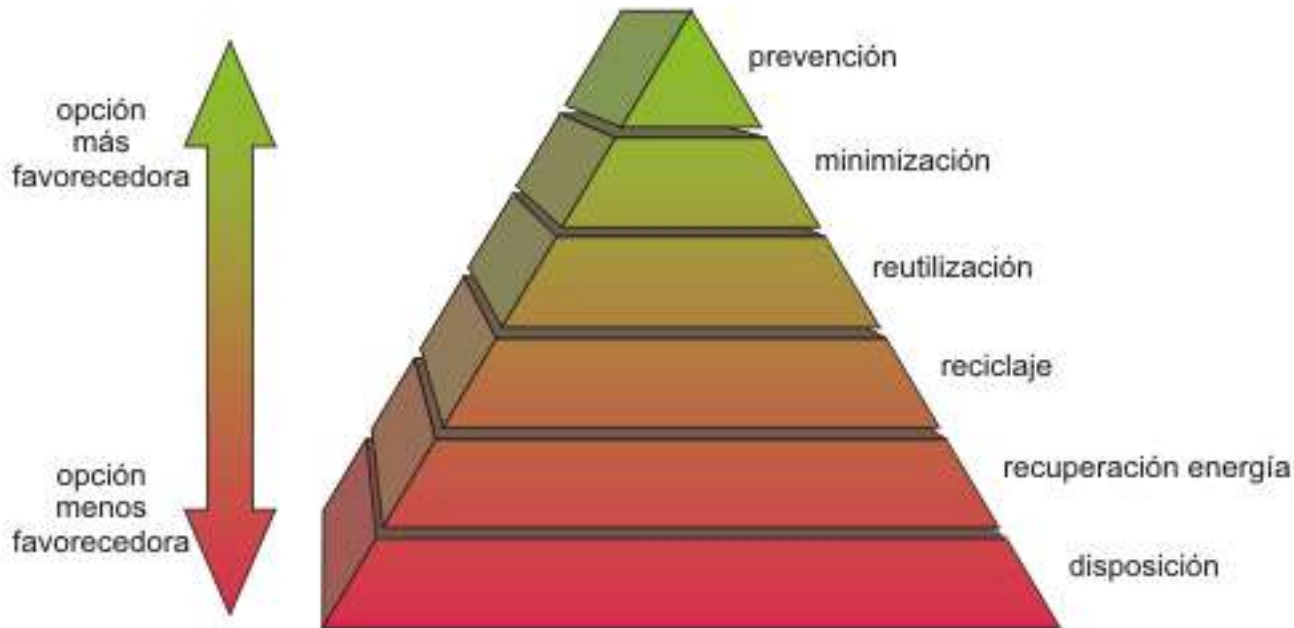
La **FORM** (fracción orgánica de los residuos sólidos municipales) se define como residuos biodegradables de jardines y parques, residuos de alimentos y cocinas de hogares, restaurantes, empresas de catering y locales comerciales, y residuos comparables de plantas de procesamiento de alimentos.

No incluye residuos forestales o agrícolas, estiércol, lodos de depuradora u otros residuos biodegradables como textiles naturales, papel o madera procesada. También excluye aquellos subproductos de la producción de alimentos que nunca se convierten en residuos.

Otros residuos municipales (RSU)

- **Material reciclable:** papel, vidrio, botellas, latas, metales, ciertos plásticos, telas, ropa, baterías, etc.
- **Residuos inertes:** residuos de construcción y demolición, suciedad, rocas, escombros.
- **Residuos eléctricos y electrónicos (RAEE):** aparatos eléctricos, televisores, ordenadores, pantallas, etc.
- **Residuos compuestos:** ropa de desecho, Tetra Packs, residuos plásticos como juguetes.
- **Residuos peligrosos,** incluyendo la mayoría de las pinturas, productos químicos, bombillas, tubos fluorescentes, latas de aerosol, fertilizantes y contenedores
- **Residuos tóxicos** incluyendo plaguicidas, herbicidas, fungicidas
- **Desechos médicos**

Legislación



5 niveles de jerarquía considerando los tratamientos:

1. Reducción: prevención y minimización
2. Reutilización
3. **Reciclaje**
4. Otros tratamientos energéticos: incineración
5. Vertido

Gestión de los residuos sólidos

Residuos industriales:

La gestión y tratamiento se basa, tal y como establece la legislación europea y española, en el **principio de quien contamina paga**.

Residuos sólidos urbanos (residuos municipales):

- Responsabilidad pública
- Dos etapas diferentes: recolección y tratamiento
- Diferentes modelos de fuente de la colección seleccionada
- Muchos tratamientos y tecnologías disponibles
- Atención especial a la fracción orgánica (OFMSW)

Gestión de los residuos sólidos municipales

- 1) Plantas de tratamiento de **propiedad pública (gestión privada)**
- 2) Planes adaptados a los municipios y características urbanísticas. Por ejemplo en Barcelona coexisten diferentes sistemas de gestión.
- 3) Los **municipios pagan por la gestión** de sus residuos (Canon de gestión y tratamiento de los residuos)
- 4) **Repercute en los ciudadanos** mediante un impuesto municipal
- 5) En función de la calidad de la separación en origen en cada municipio la Administración Pública (Agencia de Residuos de Catalunya) devuelve parte del canon al municipio (Retorno del Canon)

Resumen

El tratamiento de residuos siempre tiene un coste

Todo empieza con una decisión política (con asesoramiento técnico) y sostenida en el tiempo (consenso político y social)

La concienciación social y la educación ambiental (previo a la legislación, en paralelo al desarrollo legislativo e incluido en el Plan de Gestión

Legislación estricta pero asumible

La administración pública debe dotarse de los instrumentos de control necesarios

Resumen

Residuos municipales: responsabilidad pública
Residuos industriales: responsabilidad privada

Jerarquía: 1) Reducción 2) Reutilización
3) Reciclado/Recuperación
4) Recuperación Energética 5) Vertido

3) Reciclado/Recuperación: alternativas futuras
de valorización de residuos WASTE to PRODUCT

PRECAT 2014 – 2020

Introducción general al “Programa general de prevención y gestión de residuos y recursos en Cataluña”

Cataluña – Breve introducción



Datos generales

Superficie: 32.106 km²

Población: 7.500.000 hab

Densidad: 234 hab/m²

Cataluña – Breve introducción

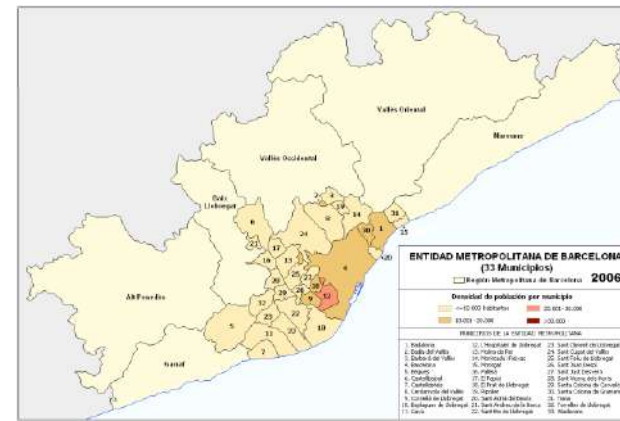


Área metropolitana de Barcelona

Superficie: 636 km²

Población: 3.500.000 hab

Densidad: 5000 hab/km²

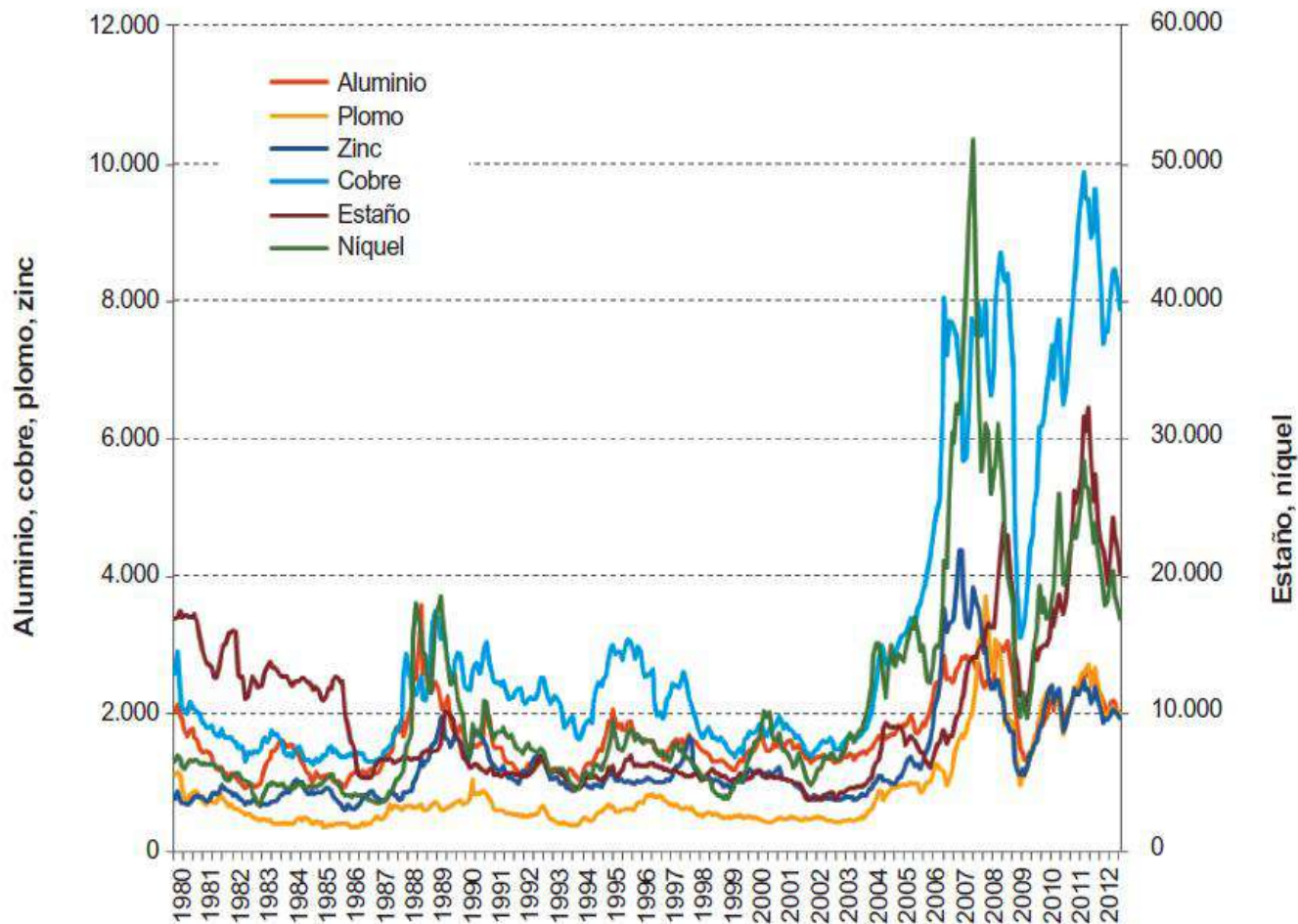


Objetivos del PRECAT

- **Minimizar los impactos ambientales:** Asegurar la protección de la salud humana y del medio ambiente.



Objetivos del PRECAT

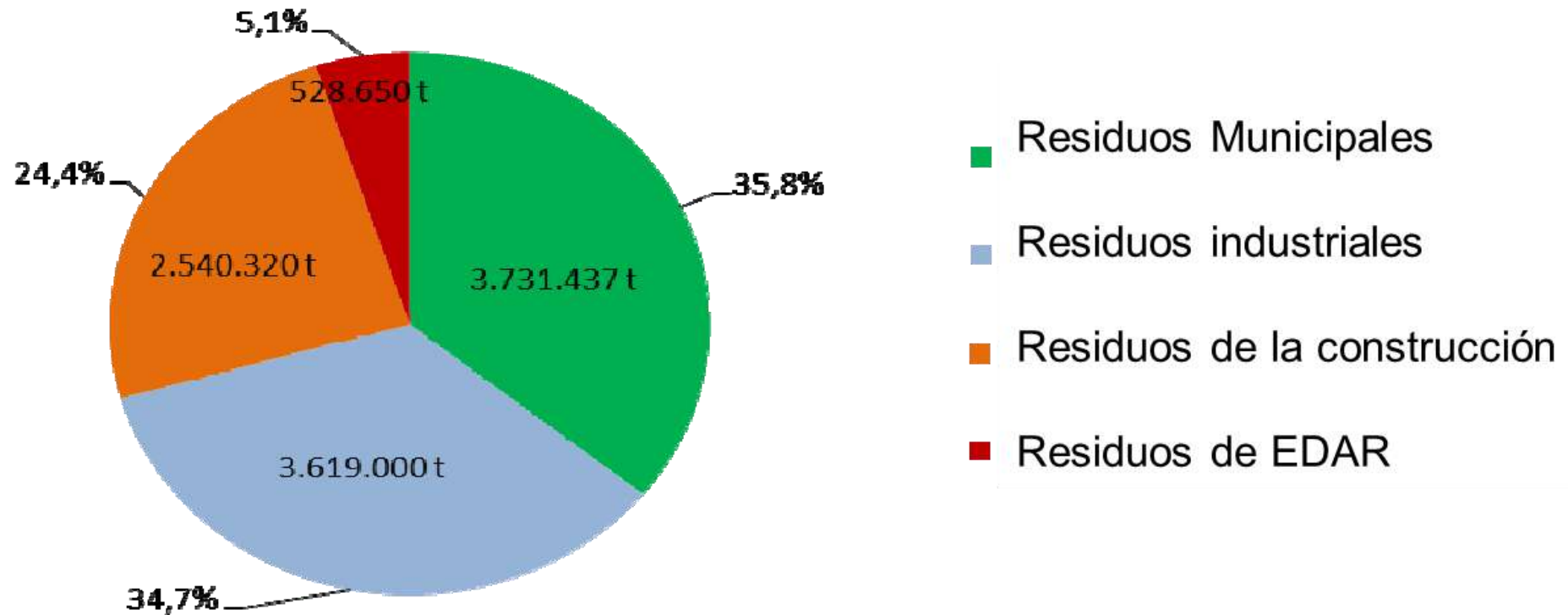


Recuperación de materiales: La Unión Europea apuesta por el uso eficiente de los recursos y la gestión de los residuos será uno de los pilares con el fin de mantener en circulación los recursos existentes en la UE (propios o importados).

Evolución del precio del cobre, plomo, zinc, estaño y níquel (\$/t) entre 1990-2012

Que residuos generamos

Residuos generados en Cataluña el año 2012 \approx 10.000.000 toneladas

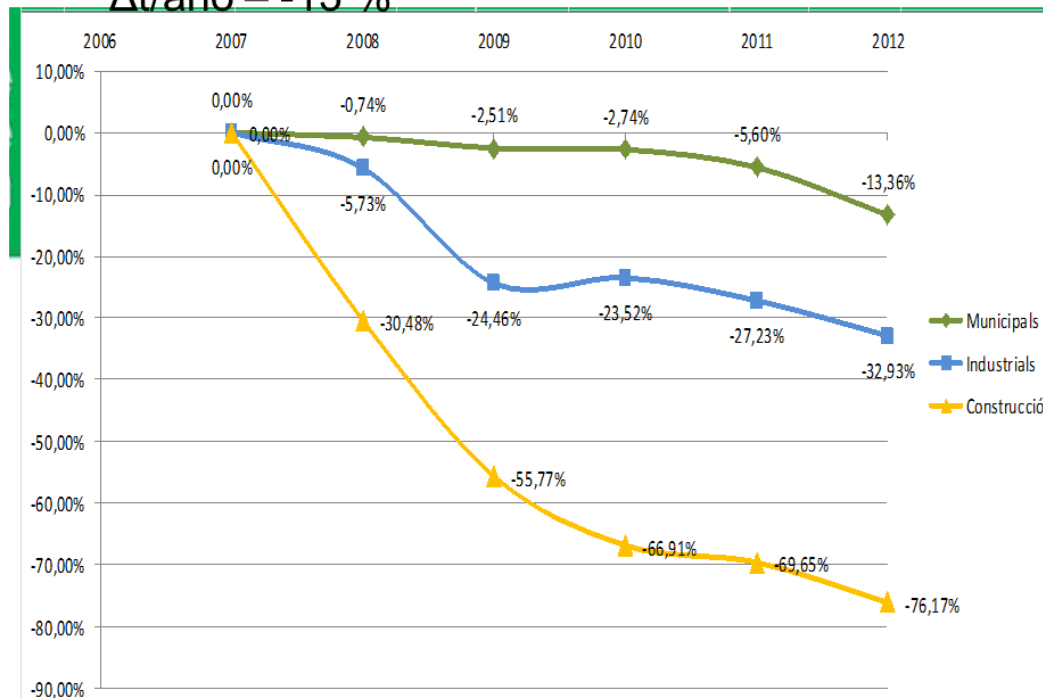


Que residuos generamos

Residuos municipales
2007 – 4.307.000 t
2012 – 3.731.000 t
 $\Delta t/año - 13 \%$

Residuos industriales
2007 – 5.396.000 t
2012 – 3.691.000 t
 $\Delta t/año - 33 \%$

Residuos construcción
2007 – 10.657.000 t
2012 – 2.540.000 t
 $\Delta t/año - 76 \%$



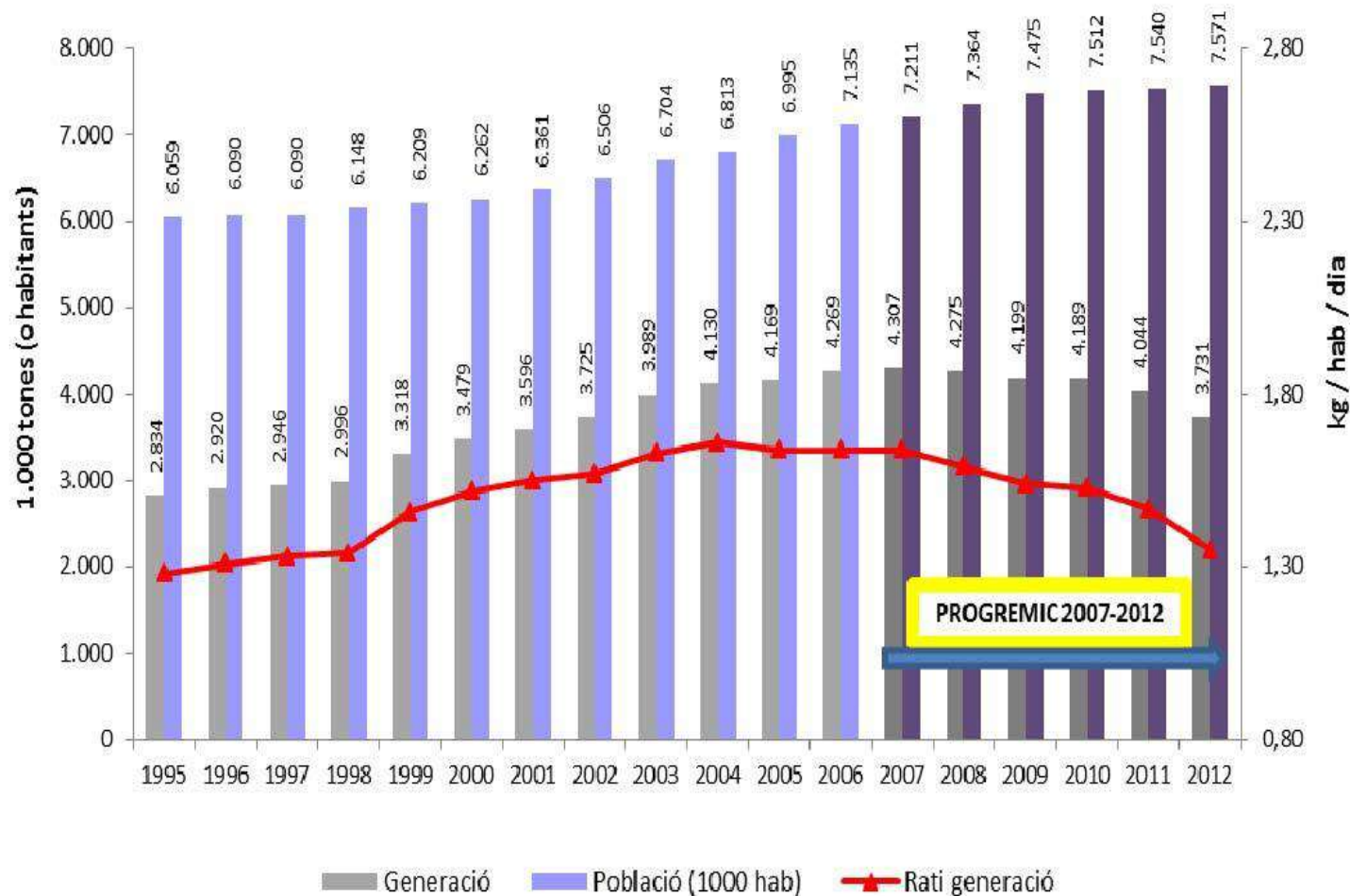
Residuos EDAR
2007 – 528.356 t
2012 – 528.650 t
 $\Delta t/año - 0 \%$

Total
2007 – 20.300.000 t
2012 – 10.000.000 t
 $\Delta t/año - 52 \%$

Crisis zona Euro

- Sectores resilientes?
- Perspectivas futuras?

Que residuos generamos



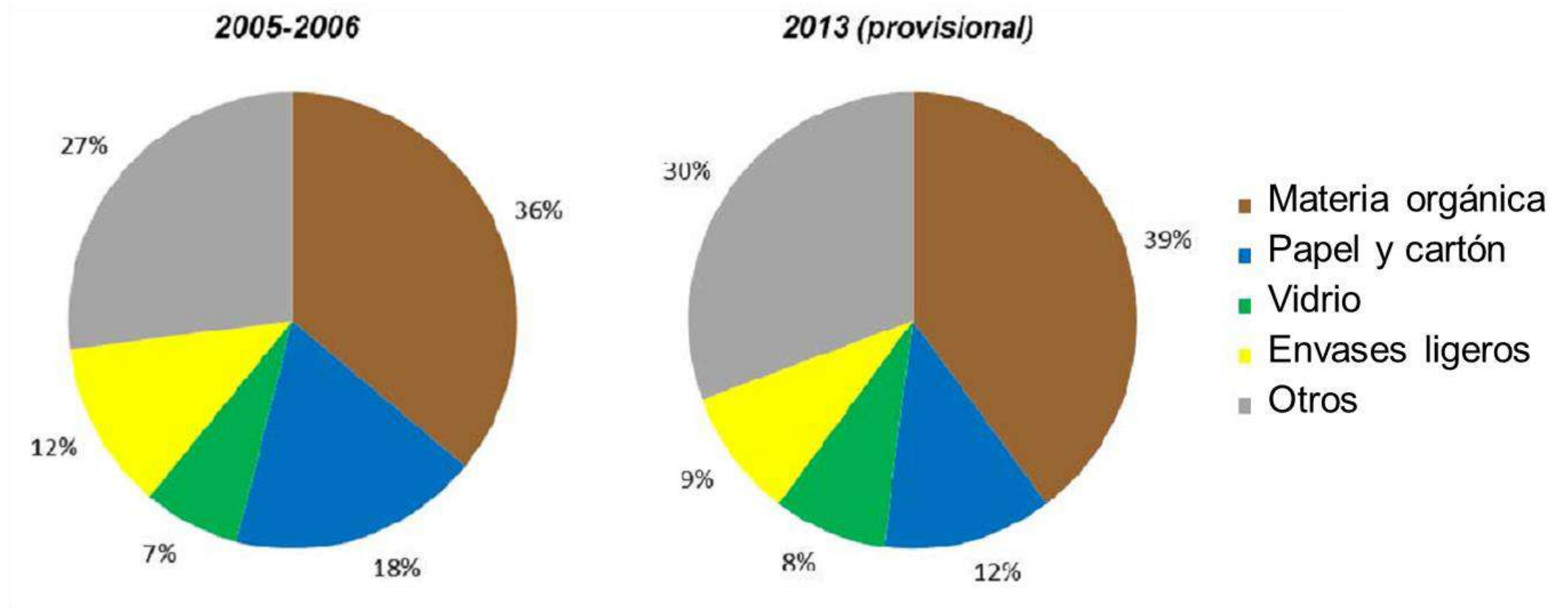
En esta presentación nos centraremos en los **residuos municipales** y los **asimilables a residuos municipales**

Entre 1.35 y 1.55 kg RSU/hab/dia

Poca diferencia entre máximo crecimiento económico y período de crisis

Que residuos generamos

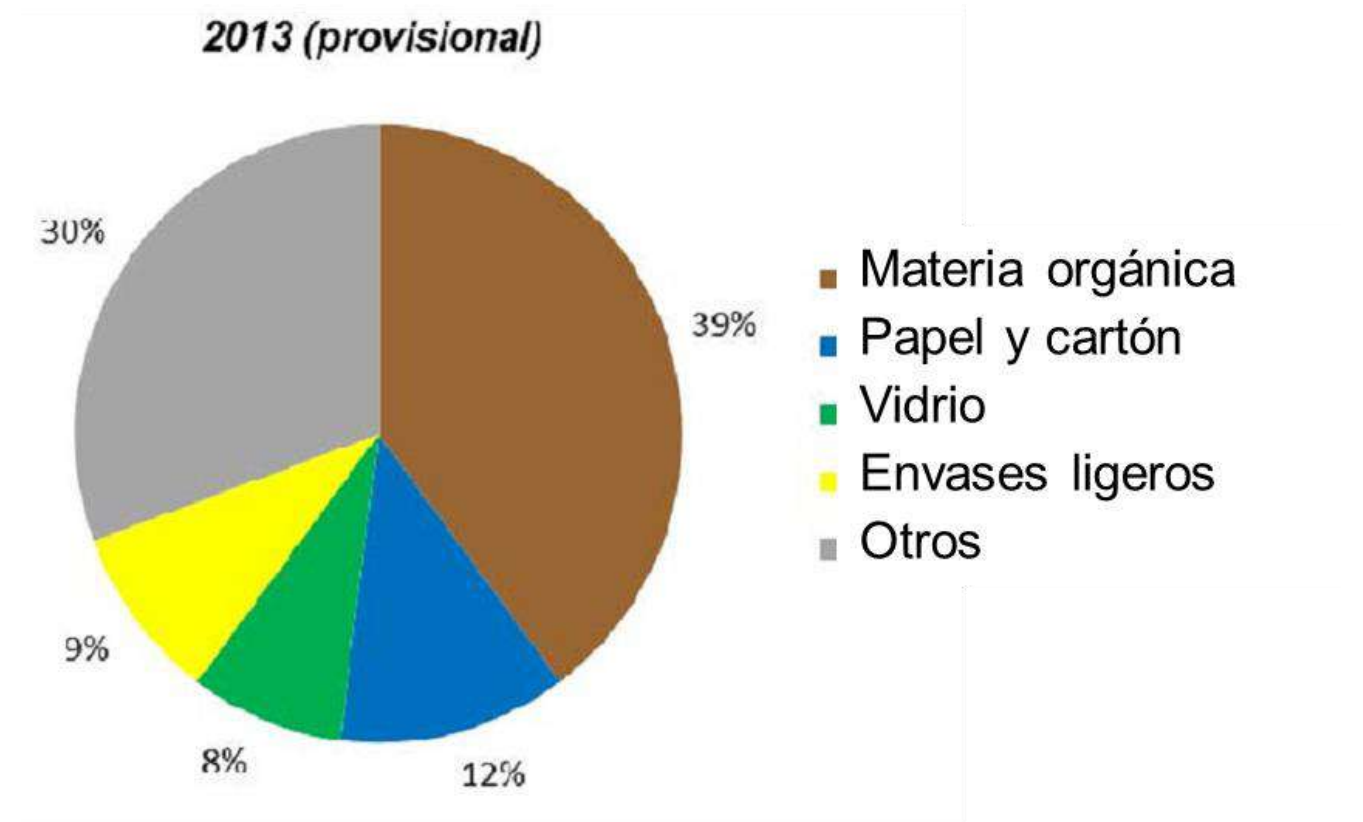
Composició de los residuos municipales en Catalunya



Que residuos generamos

Composició de los residuos municipales en Catalunya

Fracción	T/año (x1000)
Materia orgánica	1.492
Papel y cartón	448
Vidrio	299
Envases ligeros	336
Otros	1119
Total	3.731



Que residuos generamos

Residuos comerciales e industriales asimilables a municipales

RESIDUS COMERCIALS QUE ES RECULLEN A LA PORTA DE L'ESTABLIMENT	RESIDUS COMERCIALS QUE ES RECULLEN ALS CONTENIDORS DEL CARRER
 <p>LA MATÈRIA ORGÀNICA (RESTES DE MENJAR, PAPER DE CUINA I TOVALLONS, CLOSQUES, MARRO DE CAFÈ I RESTES DE PODA) AL CONTENIDOR BEIX DE TAPA MARRÓ</p> <p>Recollida a la porta de l'establiment amb els contenidors propis, cedits per l'Ajuntament.</p> <p>Dilluns, dimecres, divendres, dissabtes i diumenges</p> <p>Atenció: un cop buit el contenidor s'ha de guardar a l'interior de l'establiment.</p> 	 <p>ELS ENVASOS (AMPOLLES DE PLÀSTIC, LLAUNES I BRICS) AL CONTENIDOR DE TAPA GROGA</p> <p>Recollida amb els contenidors d'envasos situats al carrer.</p> <p>Tots els dies.</p> 
 <p>PAPER I CARTRÓ</p> <p>Recollida sense contenidors, a la porta de l'establiment. El cartró plegat i lligat, i el paper en bosses d'escombraries.</p>	 <p>EL VIDRE AL CONTENIDOR DE COLOR VERD</p> <p>Recollida amb els contenidors de vidre situats al carrer.</p> <p>Tots els dies.</p> 
 <p>RESTA (ALTRES RESIDUS QUE NO ES PODEN RECICLAR I QUE NO SÓN TÒXICS O PERILLOSSOS) AL CONTENIDOR DE TAPA TARONJA</p> <p>Recollida a la porta de l'establiment amb els contenidors propis, cedits per l'Ajuntament.</p> <p>Els dimarts i dijous,</p> <p>Atenció: un cop buit el contenidor s'ha de guardar a l'interior de l'establiment Nota: les activitats que generen una bossa/dia de mida domiciliaria poden optar per utilitzar els contenidors de resta del carrer, enlloc del servei porta a porta.</p> 	

1. Residuos orgánicos de cocinas y comedores
2. Envases y embalajes de papel, cartón, vidrio, plástico, metal y madera.
3. Residuos de madera, papel y cartón.
4. Residuos de plástico y polímeros
5. Residuos de cuero y pieles manufacturadas
6. Residuos textiles
7. Restos metálicos
8. Vidrios y derivados
9. **Lodos de depuradora** con un máximo de un 65 % de humedad
10. Electrodomésticos y equipos electrónicos si sustancias peligrosas.
11. **Productos alimentarios** caducados y/o no conformes
12. **Residuos de parques y jardines.** Residuos de limpieza viaria.

PRECAT 2014 – 2020

Como gestionamos los residuos

Principios en los que se basa el PRECAT

Principios generales

- Principio de protección de la salud humana y del medio ambiente.
- Principio de sostenibilidad en el ciclo de vida
- Principio de contribución a la lucha contra el cambio climático.

Principios de base económica

- Principio de contribución a la economía circular.
- Principio de quien contamina paga
- Principio de la responsabilidad ampliada del productor.
- Principio de la proporcionalidad del coste de la gestión.
- Principio de suficiencia económica.

Principios de base jerárquica

- Principio de jerarquía de gestión
- Principio de protección y regeneración del suelo.
- Principio de proximidad.
- Principio de suficiencia.
- Principio de simplicidad tecnológica.

Principios de base jurídica

- Principio de precaución.
- Principio de seguridad.
- Principio de responsabilidad compartida.
- Principio de subsidiariedad.
- Principio de transparencia y acceso a la información.
- Principio de simplificación administrativa.

Jerarquía de la gestión

Prevención

Medidas adoptadas antes de que una sustancia, material o producto se haya convertido en residuo a reducir. **Ecodiseño y educación ambiental.**

Reutilización

Incluye la limpieza y reparación de residuos para que puedan reutilizarse sin ninguna otra transformación previa.

Reciclaje

Operación de valorización mediante la cual los residuos son transformados en productos, materiales o sustancias. Tanto con la misma finalidad inicial o con cualquier otra finalidad.

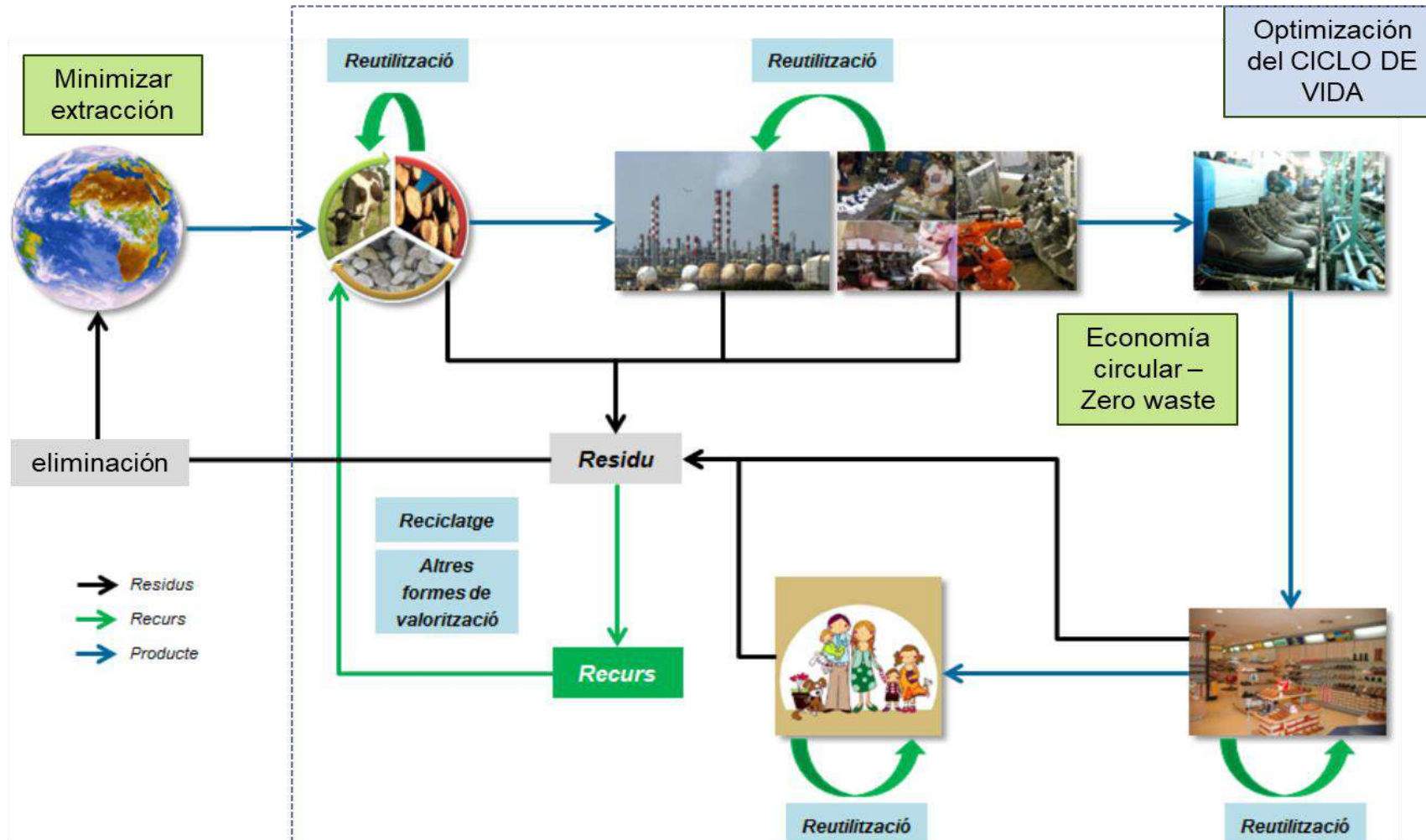
Valorización

Otro tipo de valorización que no sea considerada reutilización ni reciclaje. Incluye la valorización energética, generación de materiales de relleno.

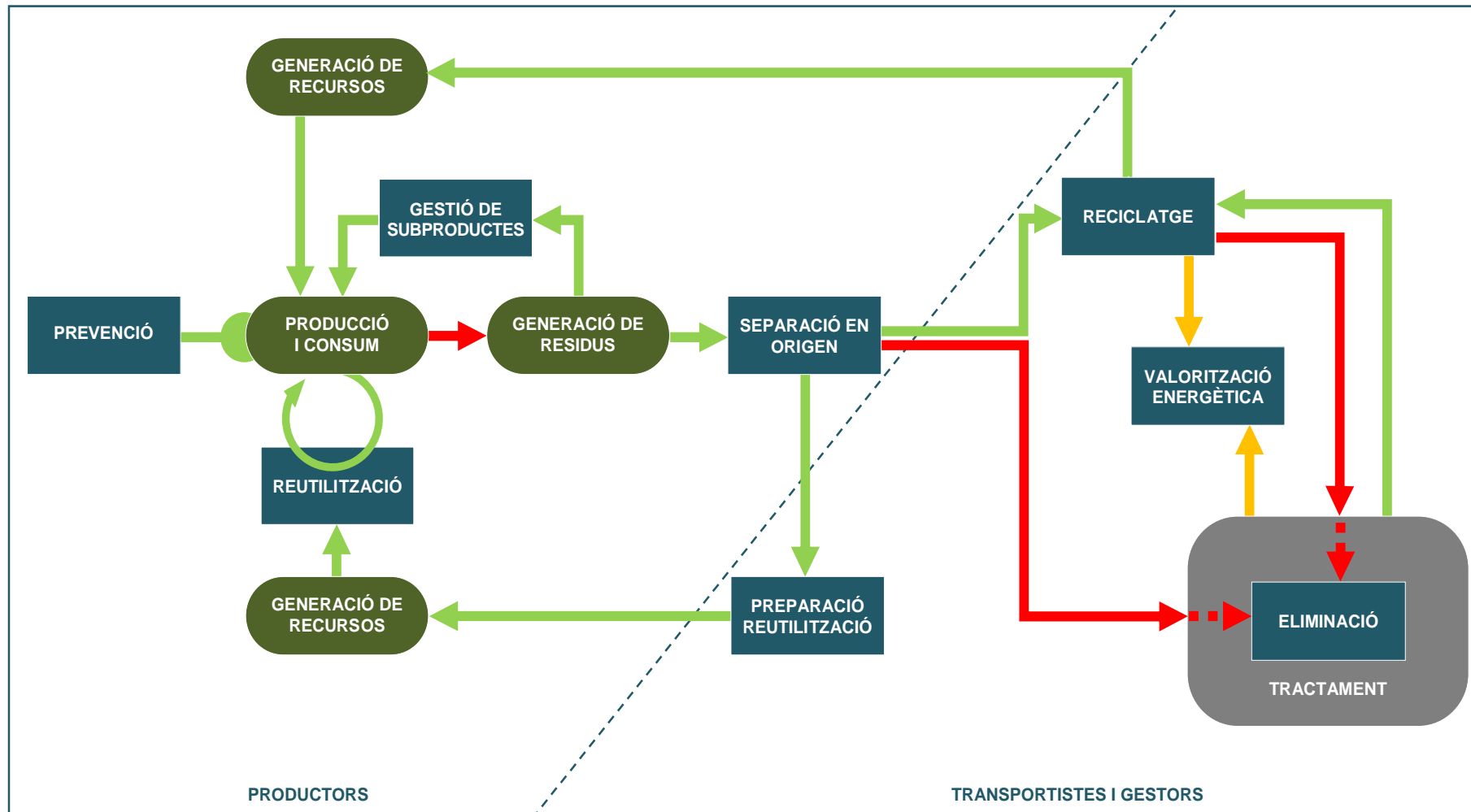
Eliminación

Cualquier operación que no sea de valorización, incluso si la operación tiene como consecuencia secundaria el aprovechamiento energético. Vertederos o incineración.

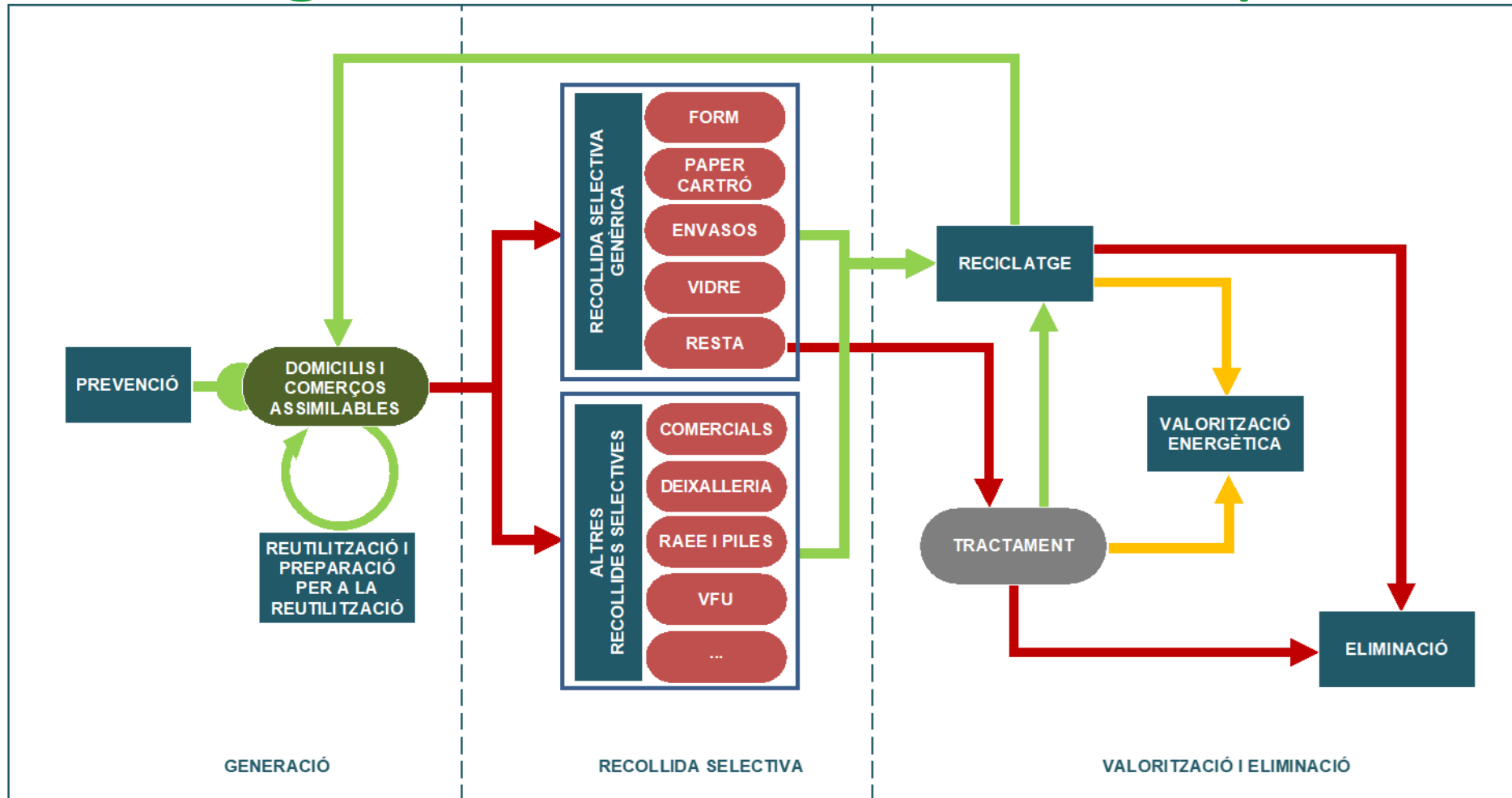
Jerarquía de la gestión



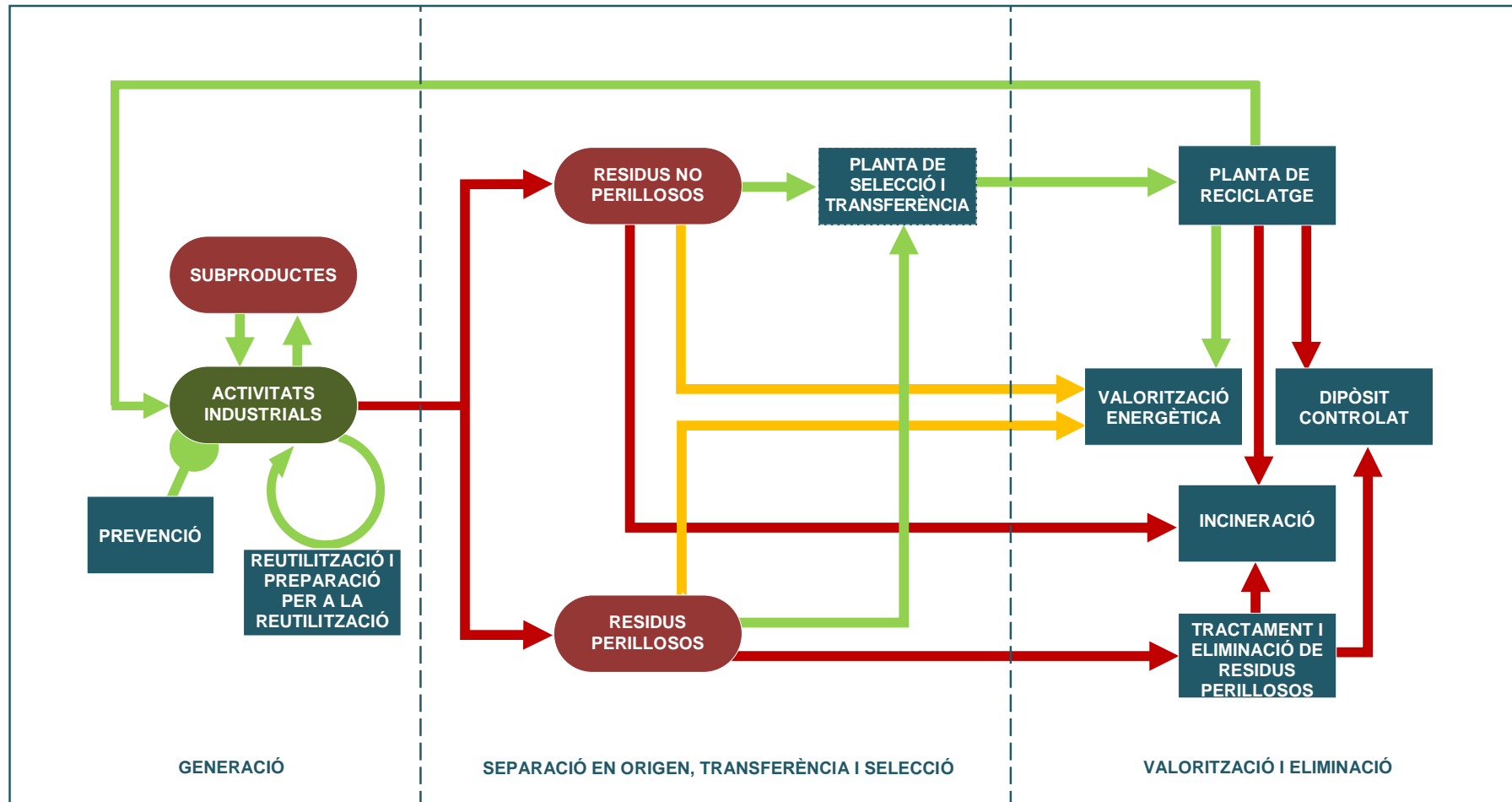
Modelo de gestión: Esquema general



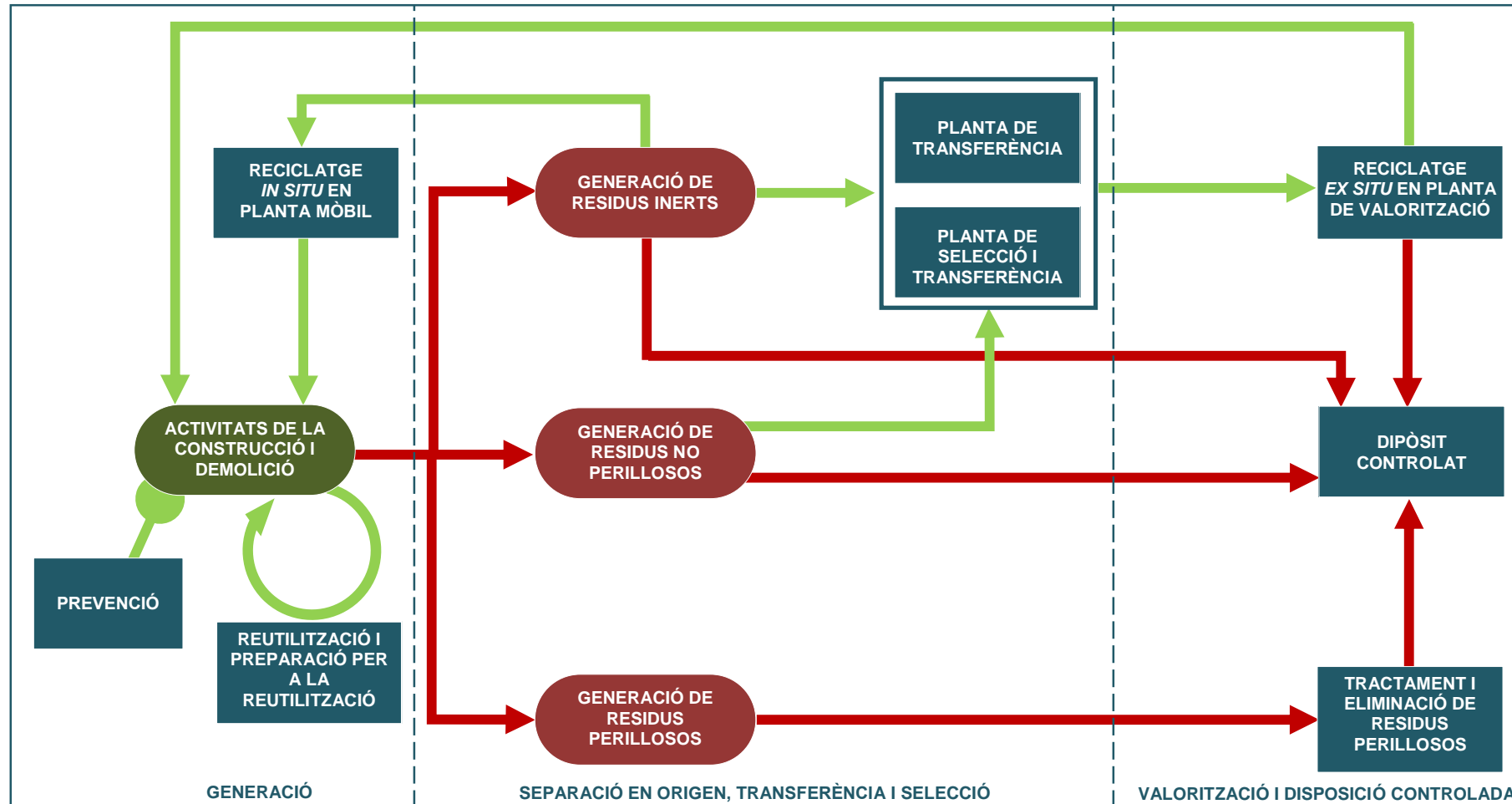
Modelo de gestión: Residuos municipales



Modelo de gestión: Residuos industriales



Modelo de gestión: Residuos construcción



PRECAT 2014 – 2020

Donde estamos y a donde vamos

OBJECTIUS I VALORS 2012 vs OBJECTIUS 2020	Objectiu 2012	Valor 2012	Objectiu 2020
PREVENCIÓ			
Reducció de la generació de residus	-10%	-17,90%	-15%
GESTIÓ GENERAL			
Recollida selectiva residus municipals		39%	60%
Valorització material total de residus municipals	48%	32,20%	55%
Valorització dels residus industrials	82% (destí a valorització)	78% (destí a valorització)	70% (valorització efectiva)
Valorització dels residus de la construcció	50%	43%	75%
Residus sense tractar a incineració o dipòsit controlat	0%	49,70%	0% (2018)
GESTIÓ PER FLUXOS			
Reducció de les bosses de plàstic d'un sol ús	-50%	-52,40%	-90%
Matèria orgànica, valorització material total	55%	22,20%	60%
Matèria orgànica, impropis en la recollida selectiva	<15%	14,80%	<10%
Envasos, valorització material total	60%	40,40%	75%
Piles, recollida selectiva	25%	32,40%	55%
RAEE, recollida selectiva	4 kg/hab-any	2.5 kg/hab-any	4 kg/hab-any
RAEE, preparació per a la reutilització		aprox. 0%	5%
Pneumàtics fora d'ús, valorització material			75%
ALTRES			
Reducció petjada de carboni		1,5 Mt CO2 eq/any	-30%
Eficiència de captació de biogas en dipòsits controlats		30%	60%



Residuos mezclados

GRIS

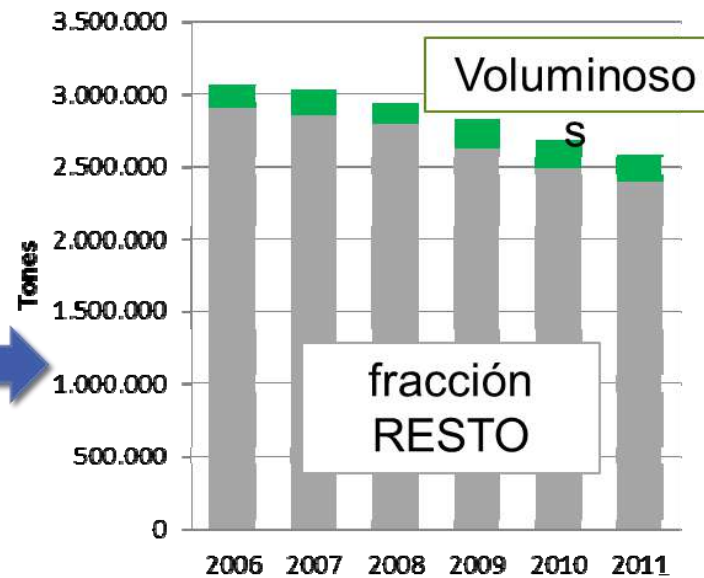
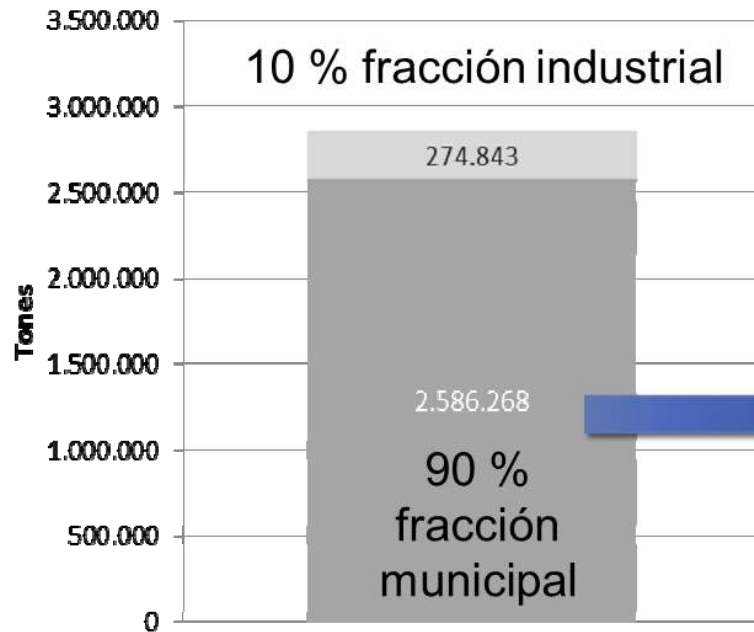
Desechos en general

1



Que incluye? → Fracción RESTO; Voluminosos; generales de la industria

- Sin recogida selectiva
- Con recogida selectiva → la teoría y la realidad



Residuos mezclados

GRIS

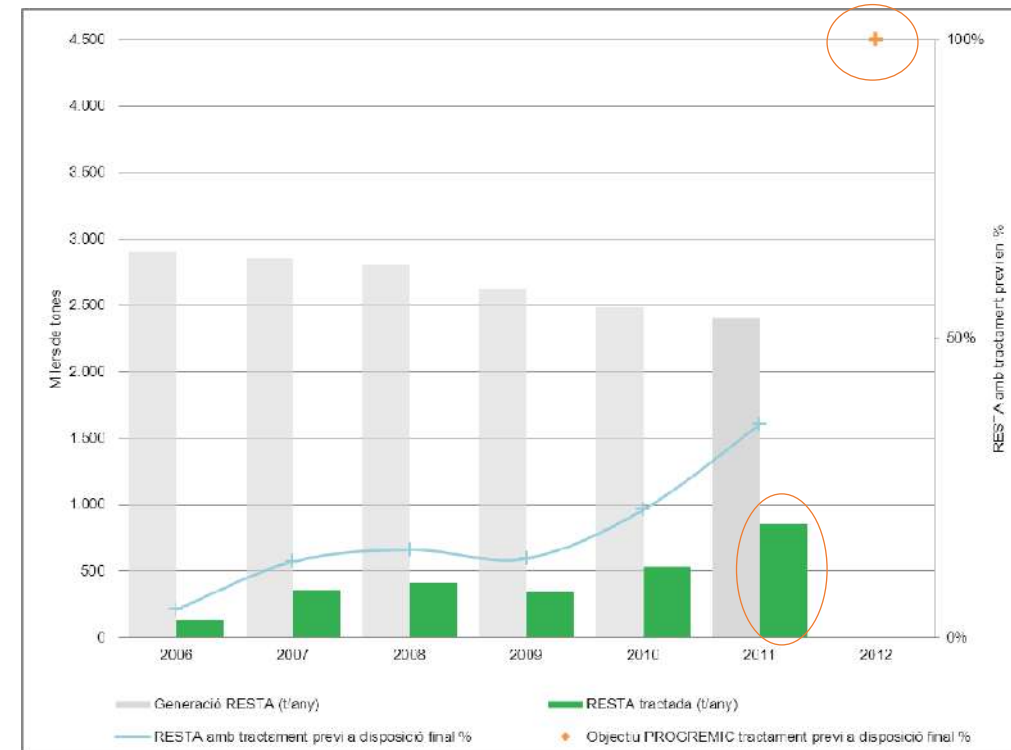
Desechos
en general

1

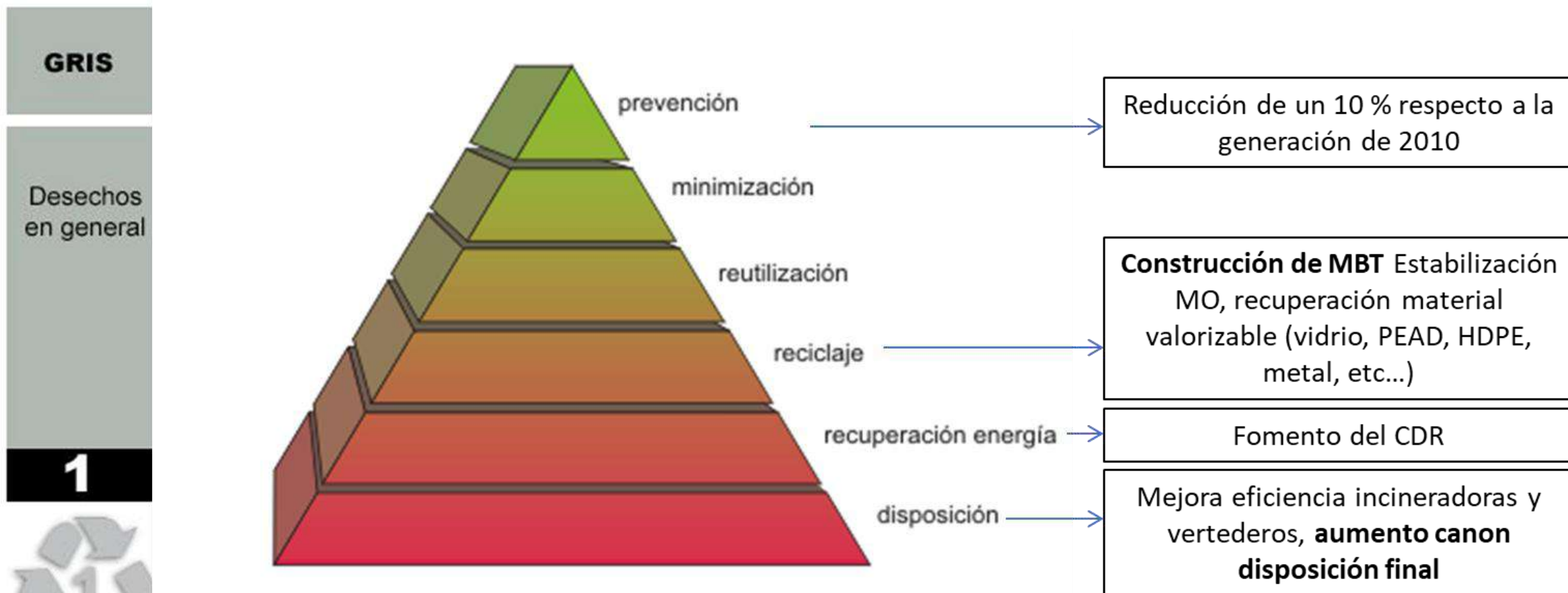


OBJETIVOS Y PREVISIONES

Objetivo 2012	Tratar el 100 % antes de disposición final
Grado de cumplimiento	Solo el 36 % ha sido tratado
Objetivo 2020	Tratar el 100 % antes de disposición final



Residuos mezclados – Como lograremos el objetivo?





Fracción orgánica

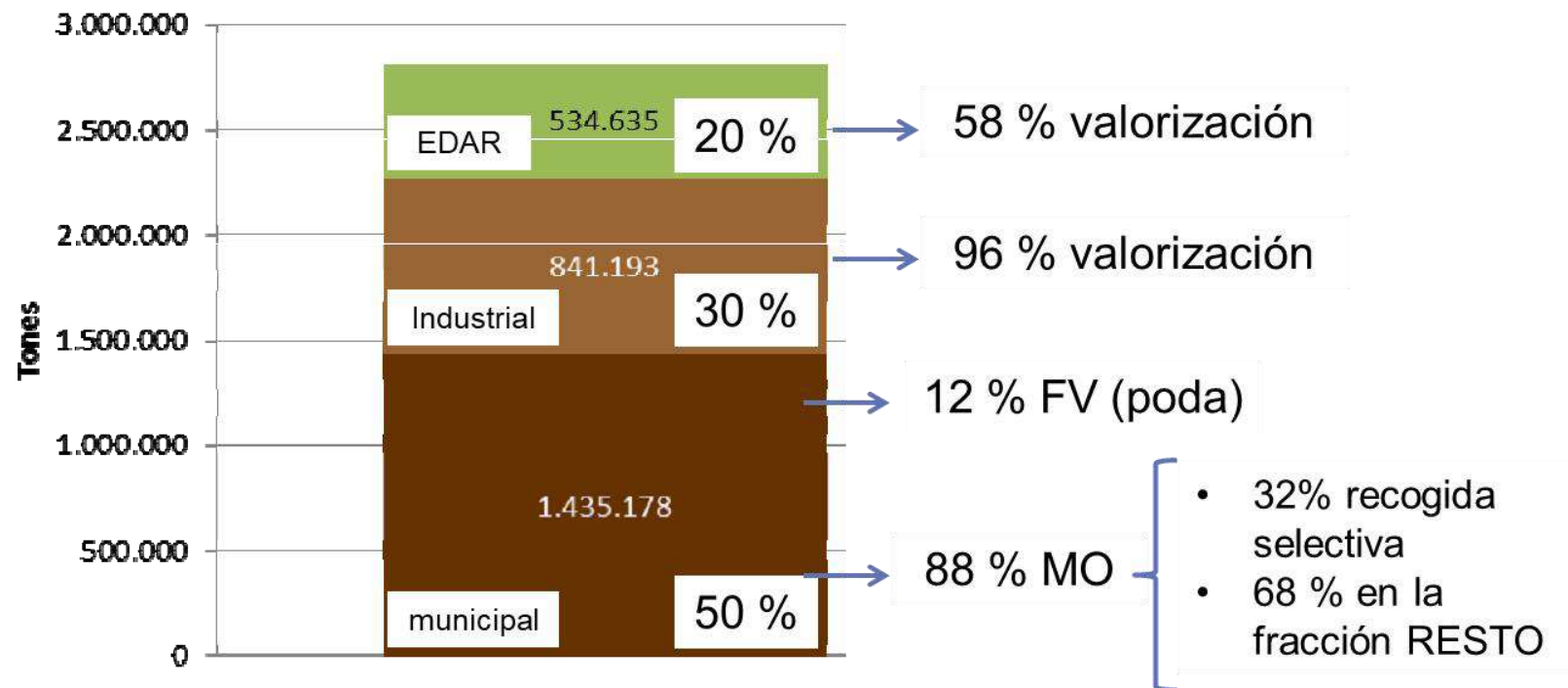
NARANJO

Orgánica

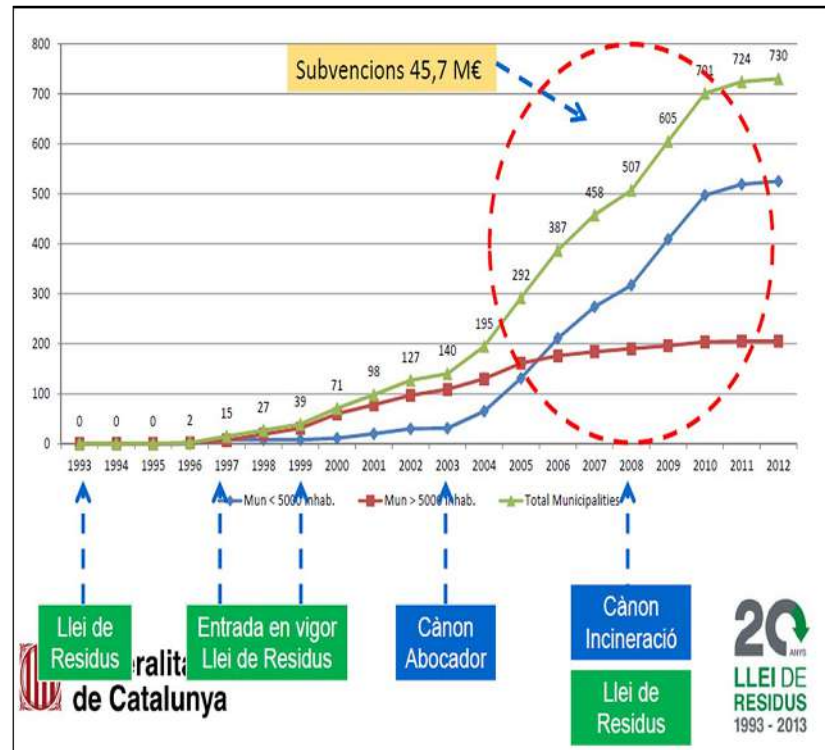
2



Que incluye? → FORM, MOR, FV, residuos agroalimentarios, lodos EDAR, lodos industriales agroalimentarios, comida caducada, aceites, subproductos animales no destinados a consumo humano, etc.



Fracción orgánica



- Cataluña**
- 947 municipios
 - 730 Recogida selectiva
 - ≈ 80 % implantación
 - ≈ 32 % recogida selectiva

¿QUÉ HACEMOS MAL?

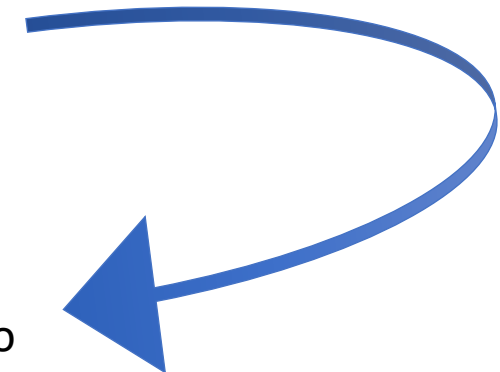
Importancia de las legislaciones, especialmente
IMPLANTACIÓN DEL CANON

Fracción orgánica



OBJETIVOS Y PREVISIONES	
Objetivo 2012	<ul style="list-style-type: none"> • Valorización del 55 % • Impropios en la recogida selectiva del 15 %
Grado de cumplimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Solo el 22 % ha sido valorizado • Impropios 14.8 %
Objetivo 2020	<ul style="list-style-type: none"> • Reducción en un 50 % del despilfarro de comida • Valorización del 60 % • Impropios 10 %

35 kg/hab/año → 262.000 t/año



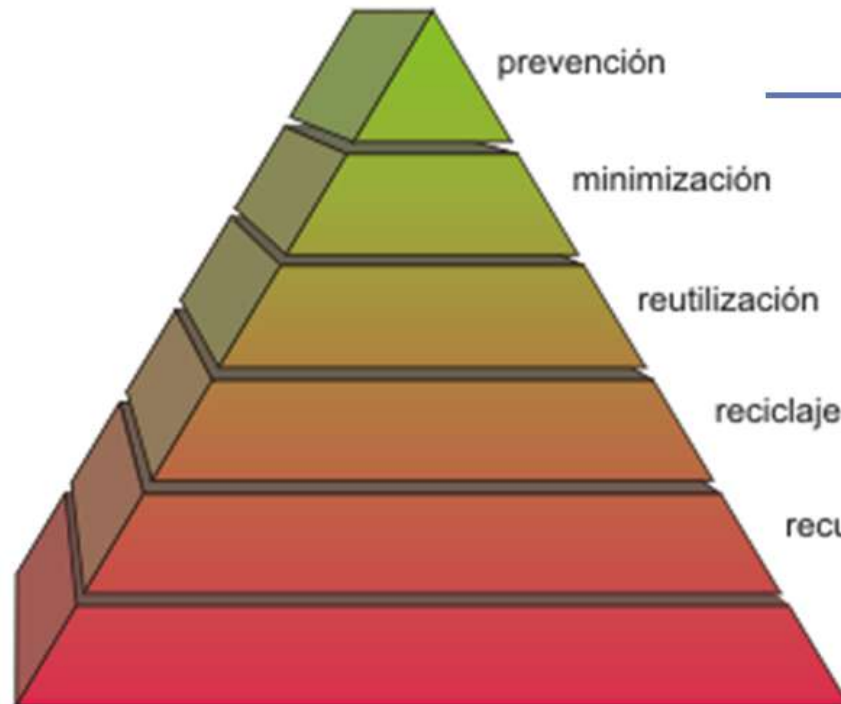
Fracción orgánica

Como logramos el objetivo 2020

NARANJO

Orgánica

2



- Reducción desperdicios alimentarios
- Reducción de un 10 % respecto a la generación de 2010

Mejora recogida selectiva,
Construcción instalaciones
necesarias.

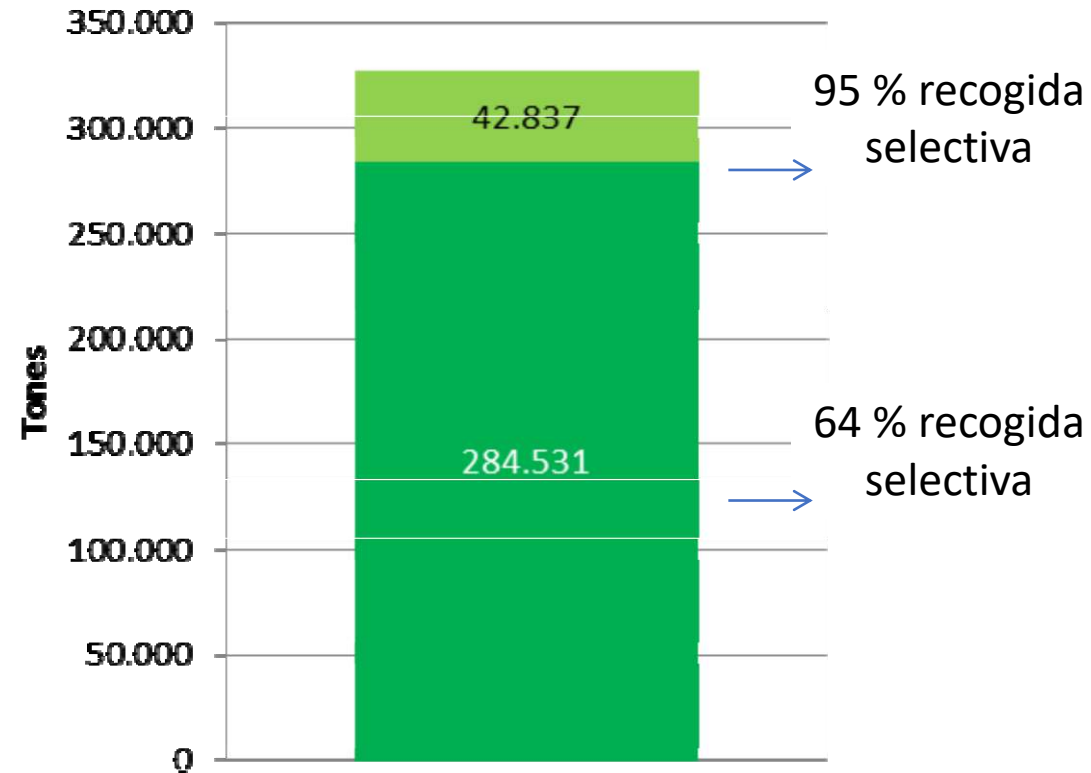
Mejora captación biogás en
vertederos (del 30 al 60 %)



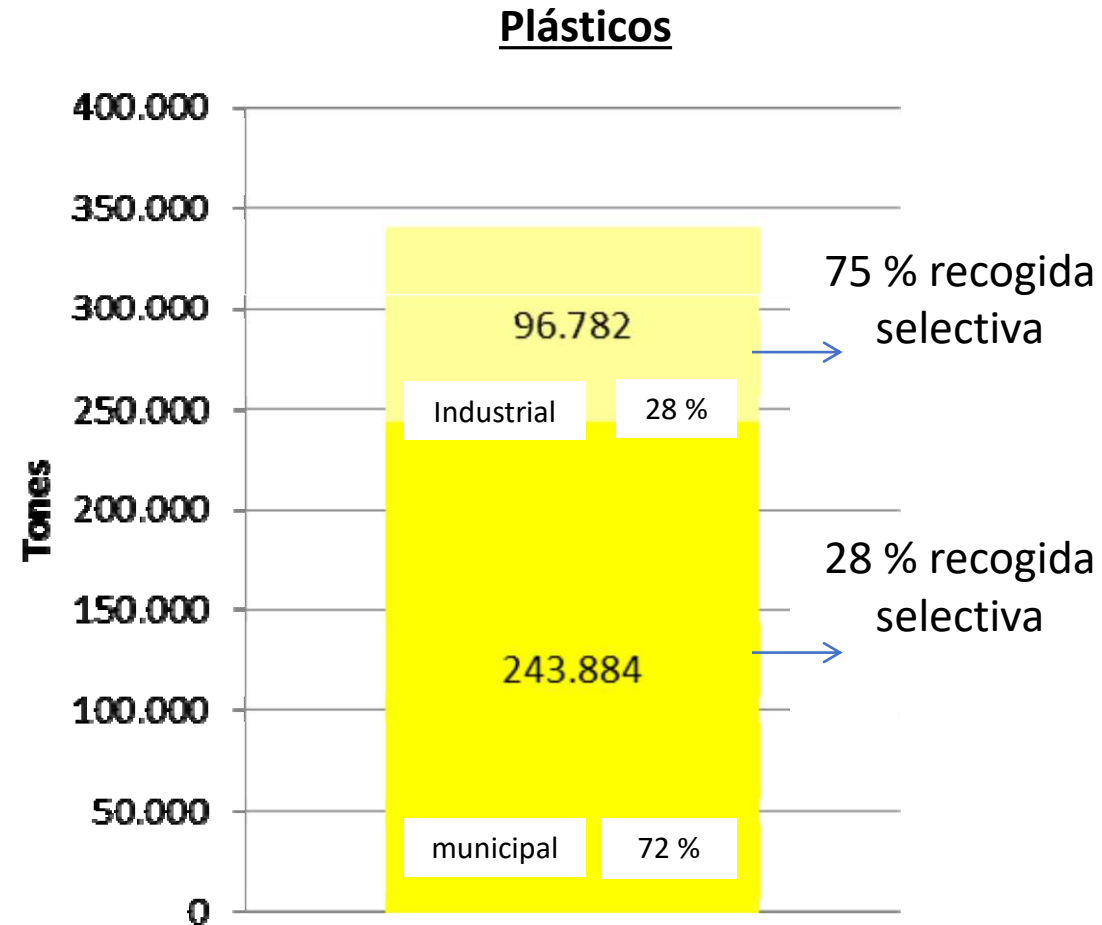
Vidrio, plástico, metales y papel



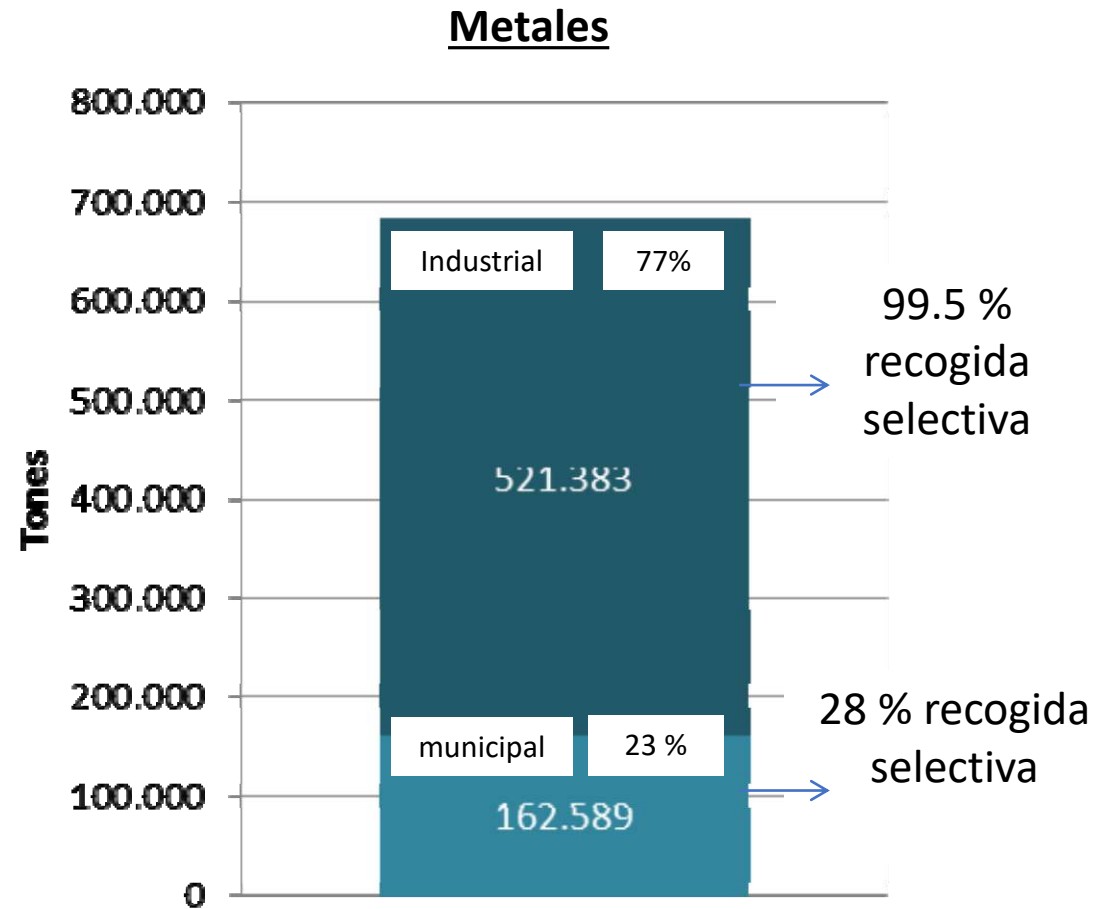
Vidrio



Vidrio, plástico, metales y papel



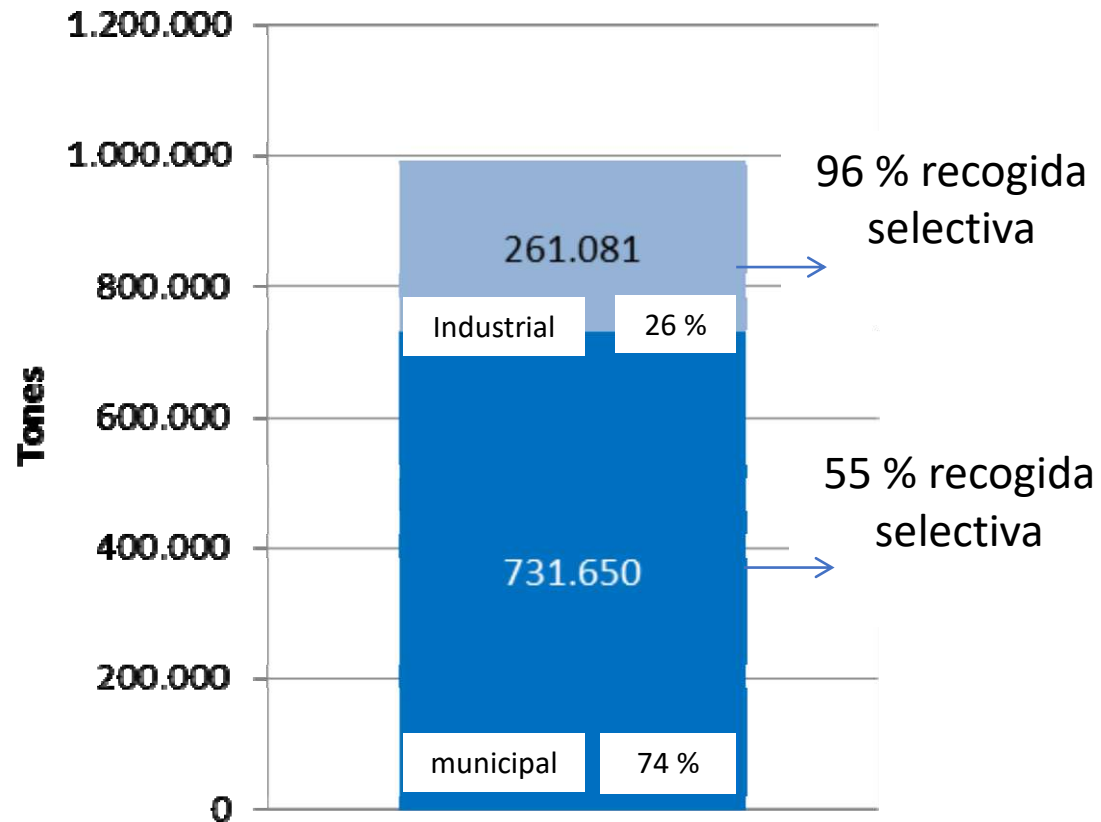
Vidrio, plástico, metales y papel



Vidrio, plástico, metales y papel



Papel y carton

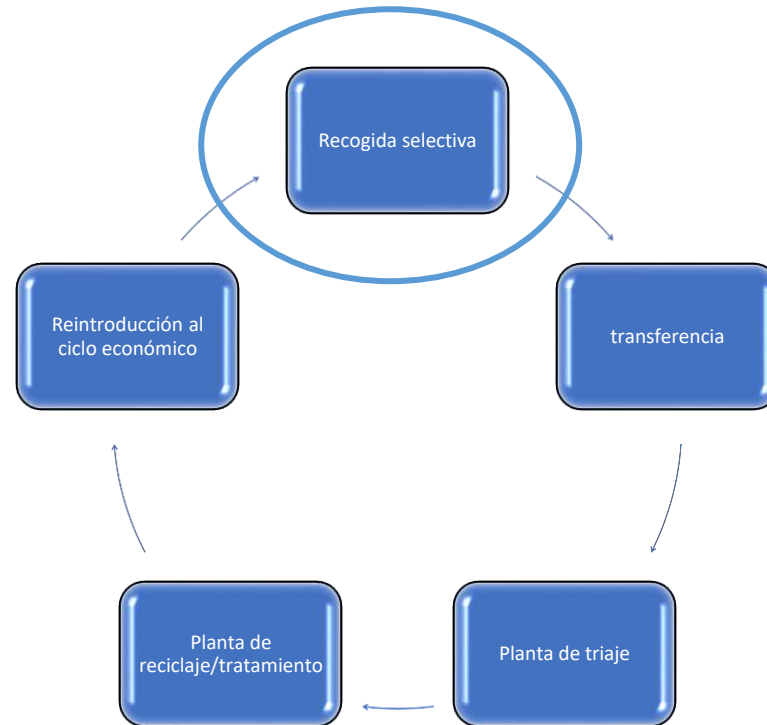


Vidrio, plástico, metales y papel
















OBJETIVOS Y PREVISIONES		
Objetivo 2012		Grado de cumplimiento 2012
Valorización total de envases	60 %	40 %
Valorización vidrio	75 %	63 %
Valorización papel y cartón	75 %	46 %
Objetivo mínimo 2020		
Vidrio		60 %
plástico		60 %
metales		60 %
Papel y cartón		60 %

Tipología de recogida



Tipología de recogida

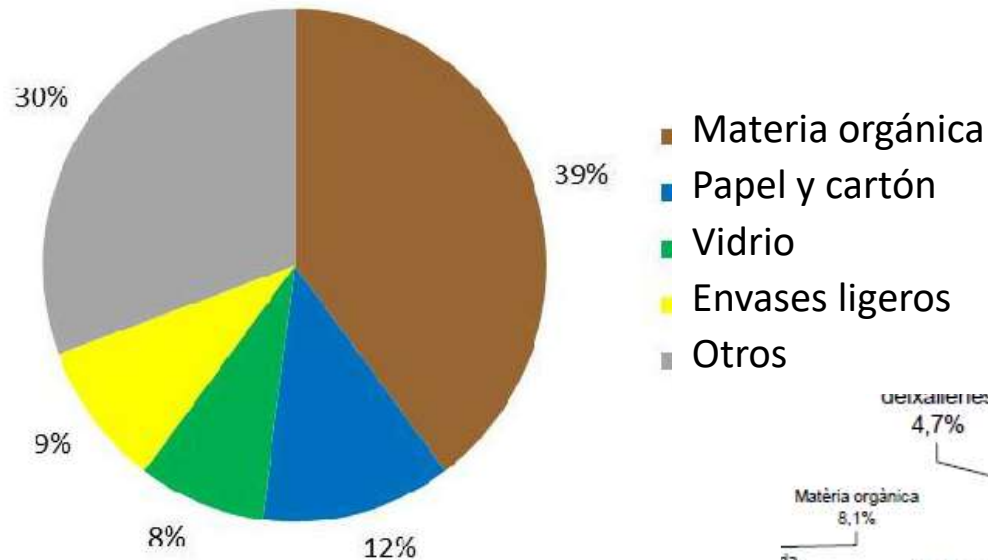
Cuantas fracciones separamos?

	Fracciones principales recogidas separadamente				
Modelo de segregación	FORM	Vidrio	Papel/Cartón	Envases ligeros	Resto
Modelo «5 fracciones»					
Modelo «Residuo mínimo»					
Modelo «Multiproducto»					

Tipología de recogida

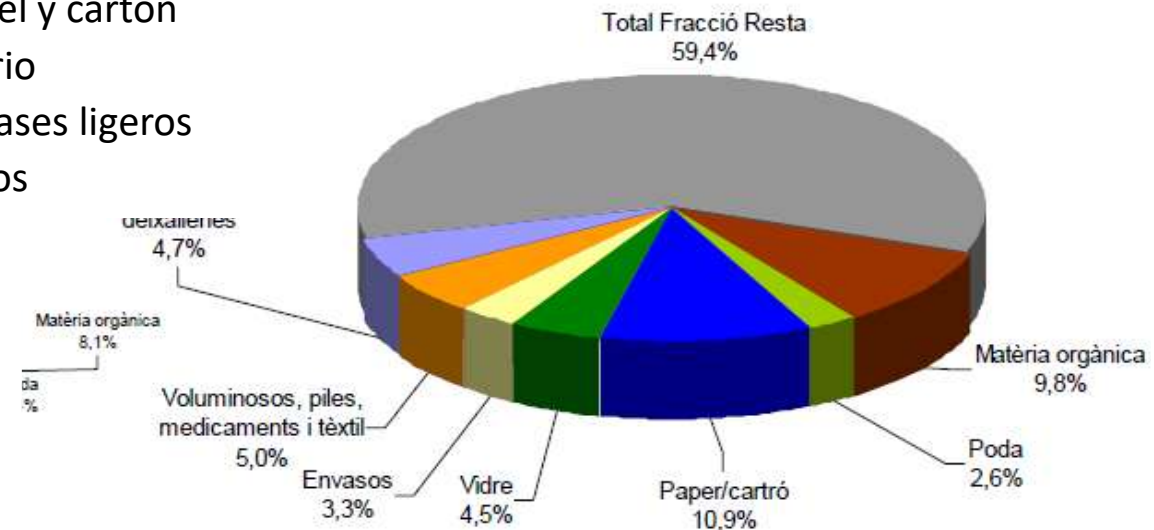
La recogida empieza en casa!!!!

Un buen modelo de gestión no sirve de nada si no hay voluntad POLÍTICA Y SOCIAL



Lo que debería ser

La realidad!!!!
(recogida selectiva)

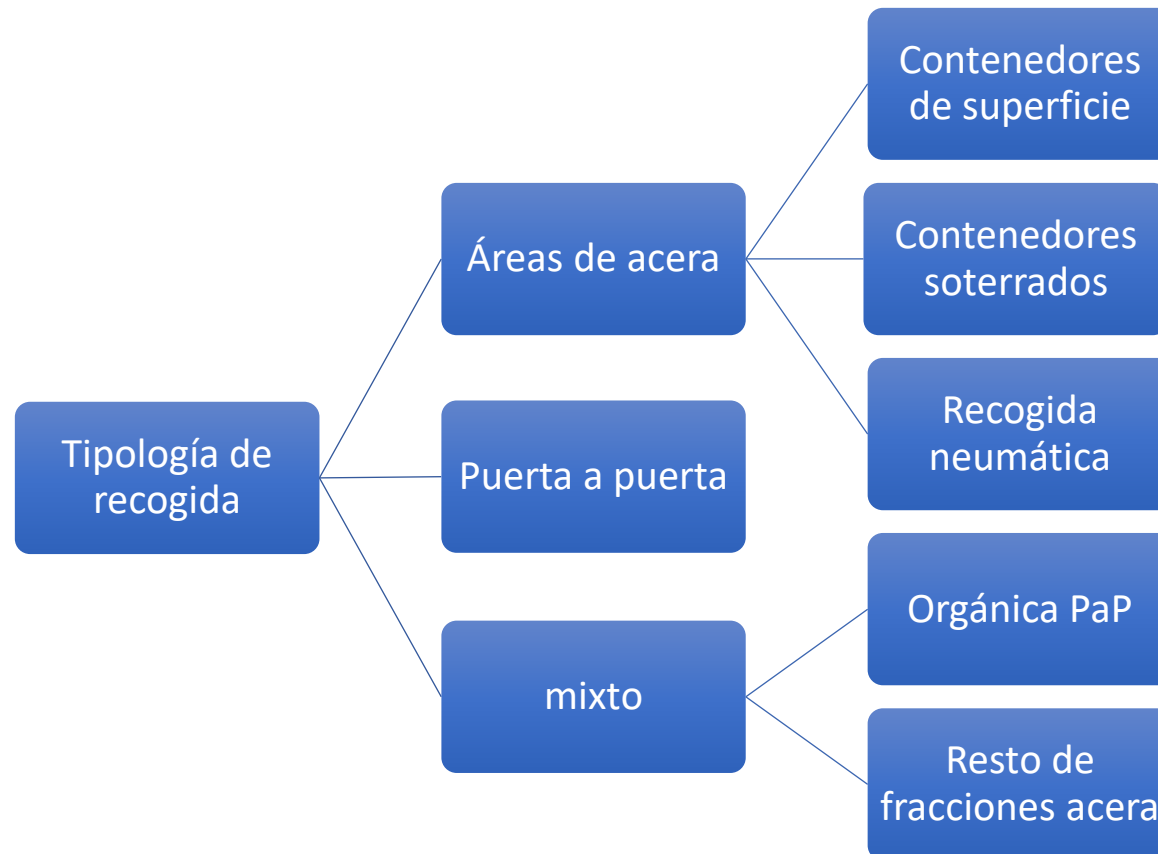


Tipología de recogida

La recogida empieza en casa!!!!



Tipología de recogida



Conjunto de mecanismos que facilitan la recogida de los residuos municipales:

Tipología de recogida

Áreas de acera – Contenedores de superficie



Tipología de recogida

Áreas de acera – Contenedores soterrados

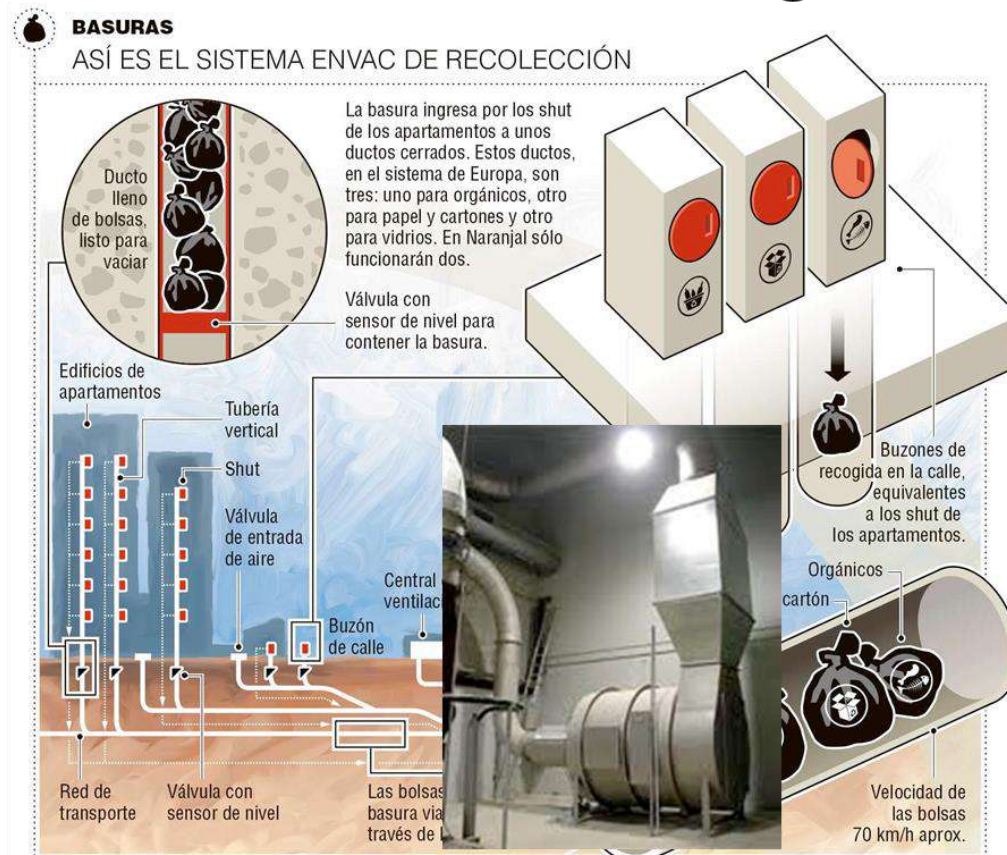


- ✓ Integración con el paisaje
- ✓ Elimina malos olores
- ✓ Evita vandalismo
- ✓ No modifica el sistema de recogida



Tipología de recogida

Áreas de acera– Recogida neumática



Fuente: Empresas Varias, EDU. Gráfico: Ricardo Ramirez P. (N3)

Ventajas

- Mayor limpieza
- Eliminación malos olores
- Accesibilidad a puntos de difícil acceso con transporte tradicional

Inconvenientes

- Elevada inversión en zonas residenciales consolidadas
- Elevado coste energético
- Mantener sistema de recogida tradicional en puntos lejanos

Tipología de recogida

Recogida puerta a puerta

A CASA I A LA VIA PÚBLICA

Els cubells es deixaran a la porta de l'habitatge o del bloc, amb la freqüència i l'horari definit.

AQUEST MODEL PERMET

- Facilitar la separació en origen a la llar
- Reduir l'espai necessari per a l'emmagatzematge de residus.
- Garantir el control de fluxos i evitar la fuga de residus, que vol dir fuga d'ingressos.
- Millorar l'aspecte de la via pública, evitant l'acumulació de bosses.
- Establir un futur pagament per generació, amb la màxima personalització.
- Optimitzar el servei de recollida

FRACCIÓ ORGÀNICA

A LA CUINA
CUBELL DE 7 L



A LA VIA PÚBLICA
CUBELL DE 20 L



ENVASOS LLEUGERS + PAPER I
CARTRÓ + RESTA 30 L



Tipología de recogida

SITUACIÓN ACTUAL DE CATALUÑA

Consecuencias de la tipología de recogida

Tipología de recogida	Gramos FORM/hab·día
Áreas de acera	139
Puerta a Puerta	303

Promedio de 145
g FORM/hab·día

250 g
FORM/hab·día

Cumplir
objetivo
2020

Tipología de municipio	% impropios (%)
Rural	10.8
Semi urbano	11.7
Urbano	17.1

Tipología de recogida

SITUACIÓN ACTUAL DE CATALUÑA

I si no recogemos la materia orgánica??

Situación del auto-compostaje en Cataluña

+ de 20.700 compostadors
a 416 municipis

Nº Compostadors	Via exclusiva	Via complementària	TOTAL
Individuals	3.910	16.230	20.140
Comunitaris	312	345	657
TOTAL	4.222	16.575	20.797



Importantísimo!!!!

Información relevante

<https://residus.gencat.cat/ca/inici>

[https://residus.gencat.cat/ca/consultes i tramits - nou/](https://residus.gencat.cat/ca/consultes_i_tramits_-_nou/)

Consultes i tràmits



Consultes Instal·lacions de gestió, registre de transportistes, catàleg de residus de Catalunya, laboratoris habilitats i consultes especialitzades.	Subvencions Convocatòries d'ajuts de l'Agència de Residus de Catalunya	Tràmits Accés a tots els tràmits de l'ARC
Estadístiques	Impost cedit de residus En data 1 de gener de 2023, aquest impost deroga els Cànon sobre residus	Cànon sobre els residus Els cànon sobre la disposició del rebuig dels residus estan derogats des de l'1 de gener de 2023 per l'impost cedit de residus.
Normativa	Notificacions telemàtiques	

PRECAT 2014 – 2020

Conclusiones

- Una **buena legislación** es imprescindible, estricta pero realista.
- Jerarquía de actuación: **Reutilización y recuperación de materiales** antes que valorización energética.
- Principio de **quien contamina paga**
- La fracción orgánica es la fracción mayoritaria de los residuos municipales.
- Incluso con una **buena implantación del sistema de recogida**, la recuperación material es más baja de lo que cabría esperar.

-
- Llevamos 30 años trabajando para solucionar el problema de los residuos.
Aún estamos muy lejos!
 - En gran medida, las tecnologías para tratar los residuos existen y funcionan.



Beta

Biodiversitat, Ecologia,
Tecnologia Ambiental i Alimentària



UNIVERSITAT DE VIC
UNIVERSITAT CENTRAL
DE CATALUNYA

Gracias por vuestra atención

Daniel Egas

Danielfrancisco.egas@uvic.cat

www.betatechcenter.com

 @BETATechCenter



Fins a 31/12/2023



Beta

Biodiversitat, Ecologia,
Tecnologia Ambiental i Alimentària

Gestió de la FORM a través de sistemes de compostatge comunitari

Mabel Mora

UVIC

UNIVERSITAT DE VIC
UNIVERSITAT CENTRAL DE CATALUNYA

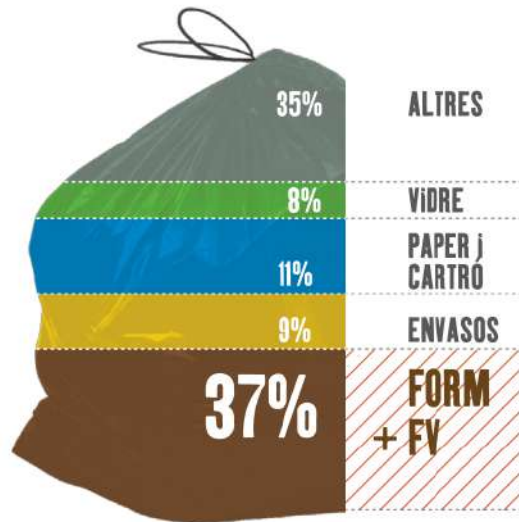


Horari	Dilluns	Dimarts	Dimecres	Dijous	Divendres
10:00h – 11:30h	<ul style="list-style-type: none"> Presentació del curs Introducció a la Gestió dels Residus Sòlids Municipals 	<ul style="list-style-type: none"> La FORM i el Procés de Compostatge Sistemes de compostatge 	Visita a la Mancomunitat	<ul style="list-style-type: none"> El compost: qualitat i classificació en funció de les seves característiques 	<ul style="list-style-type: none"> Aplicació del compost i efectes sobre la salut del sòl
12:00h – 14:00h	Pràctica 1. Introducció al compostatge comunitari (Les Masies de Roda)	Pràctica 2. Manteniment d'un sistema de compostatge comunitari	<ul style="list-style-type: none"> Sistemes de compostatge comunitari Problemàtiques de procés 	Pràctica 3. Manteniment i monitorització d'un sistema de compostatge comunitari	Pràctica 4. Garbejat de compost i avaluació de la presència de materials impropis



QUÈ ÉS LA FORM?

És la Fracció Orgànica dels Residus Municipals fonamentalment constituïda per restes de menjar i de preparació del menjar i restes vegetals de mida petita que poden ser recollides selectivament i susceptibles de degradar-se biològicament.



COMPOSICIÓ DE LA BOSSA TIPUS (PRECAT 2013-2020)

% EN PES

La matèria orgànica representa aproximadament el 37 % en pes dels residus municipals. Aquesta matèria orgànica inclou les restes alimentàries (FORM) i la fracció vegetal (FV).

CARACTERÍSTIQUES DE LA FORM

Humitat	Alta (75% a 85%)
Matèria orgànica	75% a 85%
Nitrogen orgànic	2,5%
Relació C/N	17
Densitat	0,5 a 0,6 T/m ³

La FORM és la fracció més inestable dels residus municipals, degut al seu elevat contingut en aigua i en matèria orgànica. Per això, és necessari que aquesta fracció es reculli i gestioni el més ràpidament possible, per tal d'evitar la generació de lixiviats i de males olors.

RESTES ALIMENTÀRIES

(Restes de fruita i verdura, restes de carn i peix, menjar cuinat, etc.)



ALTRES RESTES DE LA CUINA

(taps de suro, tovallons, marró café...)



RESTES VEGETALS

(fulles, gespa...)



CUBELLS DE TIPUS AIREJAT I BOSSES COMPOSTABLES



La utilització conjunta d'ambdós elements permet la pèrdua del líquid en forma de vapor que contenen les restes orgàniques, cosa que presenta una sèrie d'avantatges:

- redueix la generació de lixiviats
- es redueix el pes i el volum de la FORM
- la bossa compostable dura més temps
- es redueixen les males olors per possibles fermentacions de la FORM.
- fa més confortable la recollida de la FORM a la llar

DADES D'INTERÈS

- Més de 7 milions d'habitants disposen del servei de recollida selectiva de la FORM (aprox. 95% de la població).
- Cada habitant contribueix a la recollida selectiva de la FORM de mitjana amb uns 150 grams per dia. En alguns municipis (porta a porta, rurals,...) es supera els 300 g/hab.dia.
- Més de la meitat dels municipis catalans fomenten l'autocompostatge de la FORM i de les restes vegetals.
- Una bona part del malbaratament alimentari es podria evitar. S'estima que cada habitant de mitjana malbarata uns 35 kg de menjar a l'any.



QUÈ S'OBTÉ DE LA VALORITZACIÓ DE LA FORM?

La FORM recollida selectivament es pot valoritzar:



Autocompostatge

A les nostres llars mitjançant l'autocompostatge, i així a més d'obtenir compost ens estalviem la recollida i el tractament en instal·lacions centralitzades.



Planta de compostatge

A les plantes de compostatge té lloc un procés de tractament biològic en presència d'oxigen a partir del qual s'obté compost.



Planta de digestió anaeròbia

A les plantes de digestió anaeròbia té lloc un procés biològic en absència d'oxigen per obtenir biogàs i digest.



PER QUÈ CAL VALORITZAR LA FORM?

MOTIUS AMBIENTALS

Estalvi de fertilitzants i millora de la qualitat dels sòls.

El compost es pot utilitzar com a adob orgànic per a l'agricultura i la jardineria.

Contribuim a augmentar la matèria orgànica dels sòls agrícoles, millorant la seva fertilitat.

Reducció de residus biodegradables als dipòsits controlats i plantes incineradores.

Reduïm els problemes d'emissions de gasos, d'olors i de lixiviat que es generen en els dipòsits controlats.

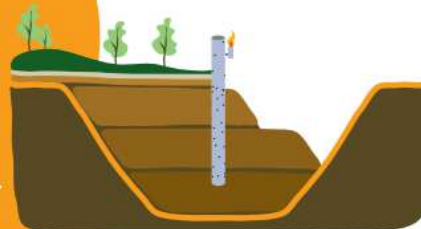
En arribar menys residus a les infraestructures de tractament finalistes, es redueix la necessitat de realitzar-ne de noves.

Disminució de gasos d'efecte hivernacle per lluitar contra el Canvi Climàtic.

Disminuïm les emissions de metà (CH₄) que es generen en els dipòsits controlats a causa del procés de descomposició anaeròbia.

L'aplicació del compost contribueix a generar una reserva de carboni al sòl.

L'aprofitament del biogàs procedent de la digestió anaeròbia redueix el consum de combustibles fòssils.



MOTIUS ECONÒMICS



Estalvi econòmic associat a la disminució de l'entrada de residus al dipòsit controlat o la incineradora.

A Catalunya cada tona de residus que entra en aquestes instal·lacions de disposició finalistes, es grava amb un impost ecològic (cànon).

Possibilitat de beneficiar-se del Retorn del Fons de gestió del cànon de Residus.

Els ens locals que recullen selectivament la FORM, es beneficien d'un retorn econòmic procedent del Fons de gestió del cànon. Aquests ingressos són més elevats quan més tones de FORM es recullen i millor sigui la seva qualitat.

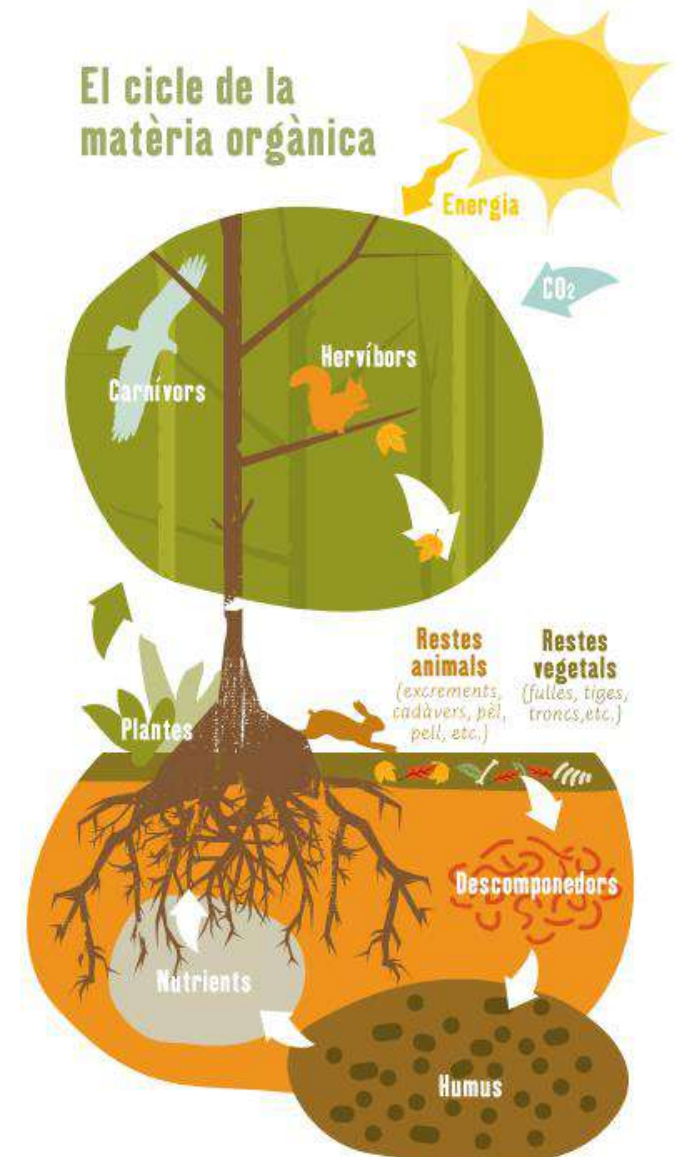


El cicle de la matèria orgànica



Dels diferents materials i residus orgànics

(els fems, les restes vegetals, la fracció orgànica dels residus municipals, els fangs de depuradora i residus de la indústria alimentària) es poden obtenir altres productes.



Quines són les característiques d'aquests residus orgànics?

Quins residus orgànics es composten a les plantes de compostatge de Catalunya?

Hi ha molts tipus de residus orgànics que poden ser tractats mitjançant el procés de compostatge, però els que arriben en major quantitat a les plantes de compostatge de Catalunya són:

- Fracció orgànica de residus municipals (FORM) procedent de la recollida selectiva
- Fangs d'estacions depuradores d'aigües residuals urbanes/agroindustrials
- Fems i altres residus ramaders
- Restes vegetals
- Altres residus orgànics (indústria agroalimentària, indústria de la fusta, etc.)

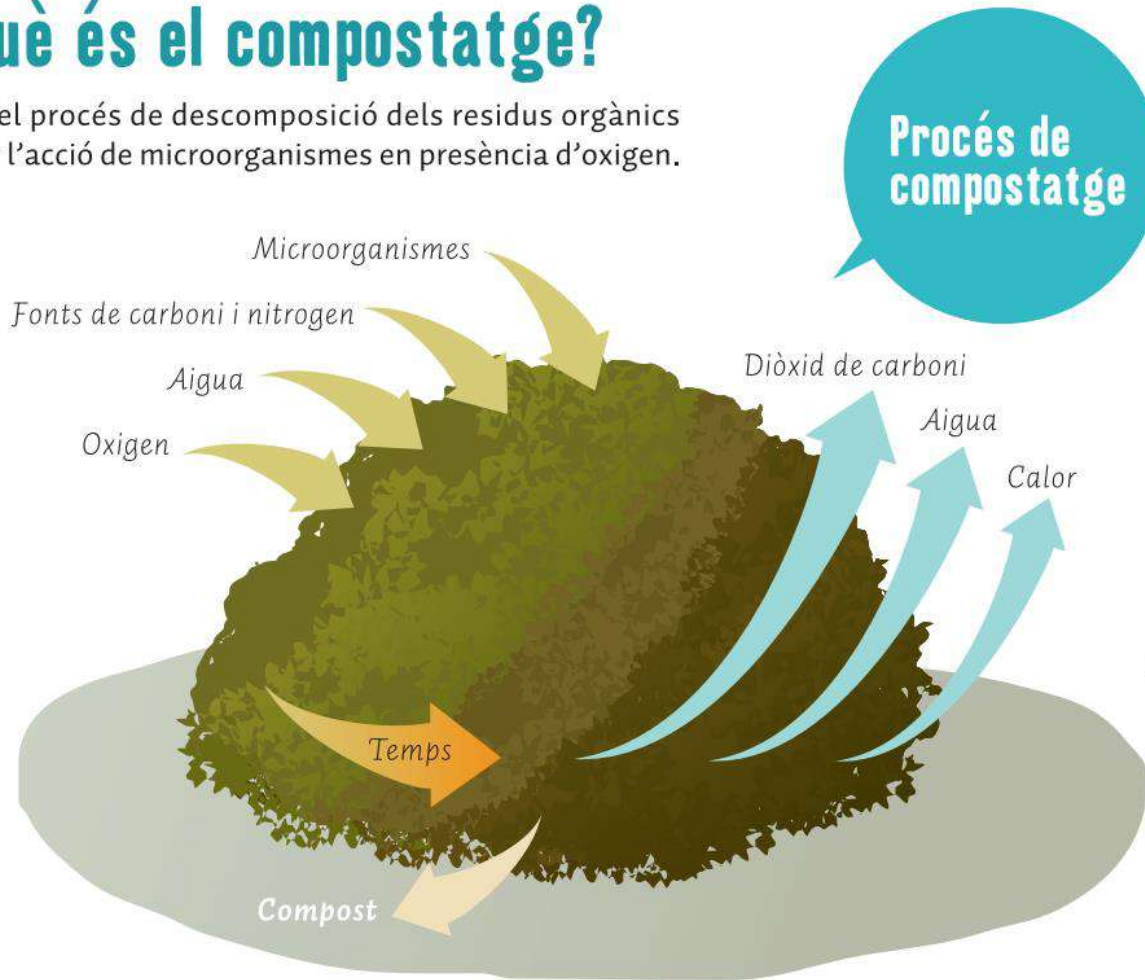
La FORM, els fangs d'EDAR i els fems tenen una alta degradabilitat, amb una humitat i densitat elevades i un contingut de nitrogen alt.

Les restes vegetals tenen una baixa degradabilitat (excepte la gespa i la fullaraca), amb una humitat menor, una densitat baixa i un contingut de nitrogen també baix. Gairebé sempre requereixen trituració per facilitar-ne el compostatge.

	FORM	FANGS D'EDAR DESHIDRATATS	FEMS	RESTES VEGETALS TRITURADES
HUMITAT (%)	70 – 85	75 – 85	75 – 85	25 – 35
DENSITAT (T/m³)	0,55 – 0,75	0,9 – 1	0,8 – 0,9	0,25 – 0,35
NITROGEN (% sms)	2 – 2,5	3,5 – 5	2,5 – 3	0,25 – 0,75

Què és el compostatge?

És el procés de descomposició dels residus orgànics per l'acció de microorganismes en presència d'oxigen.

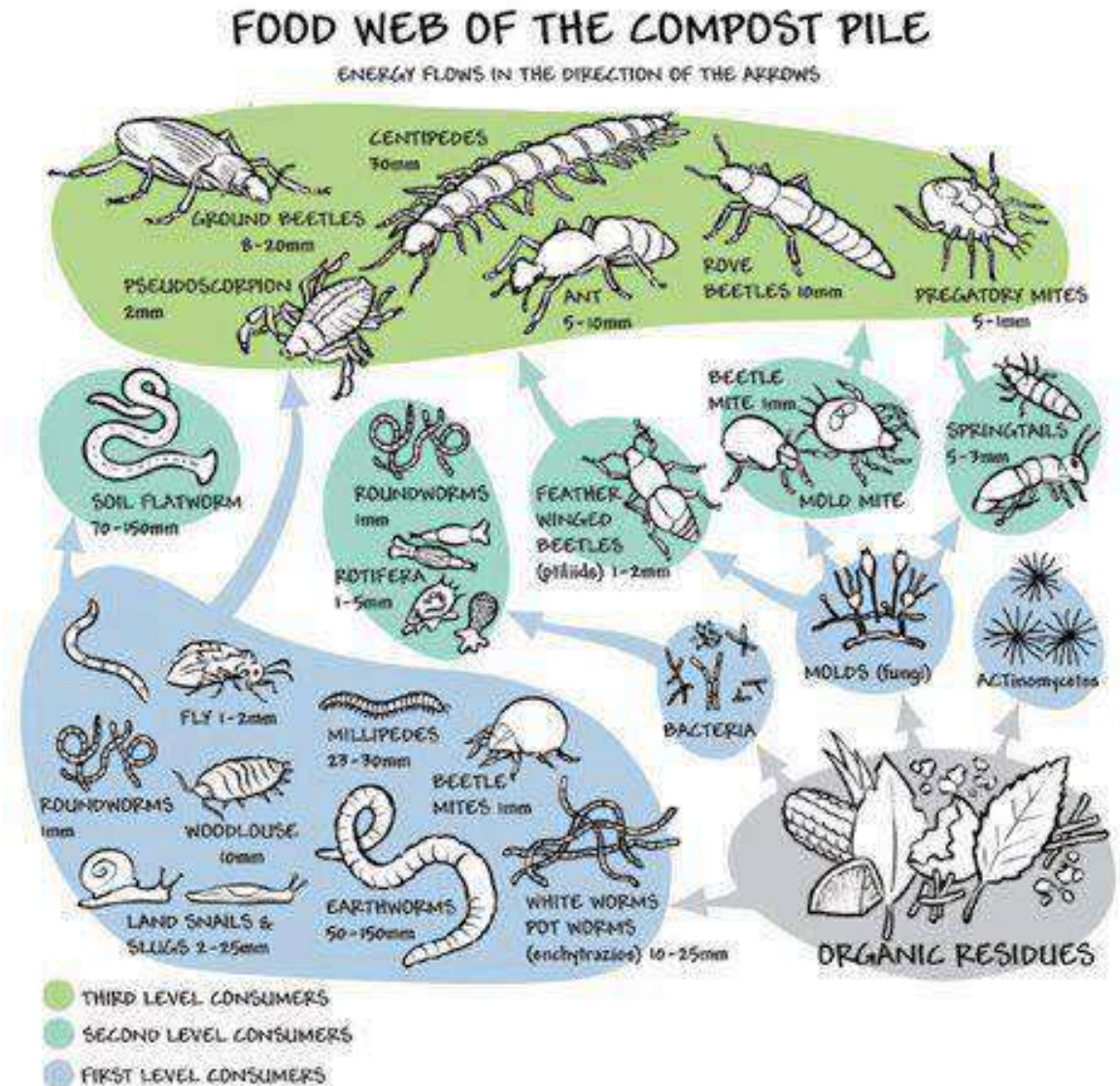


Què s'obté del procés de compostatge?

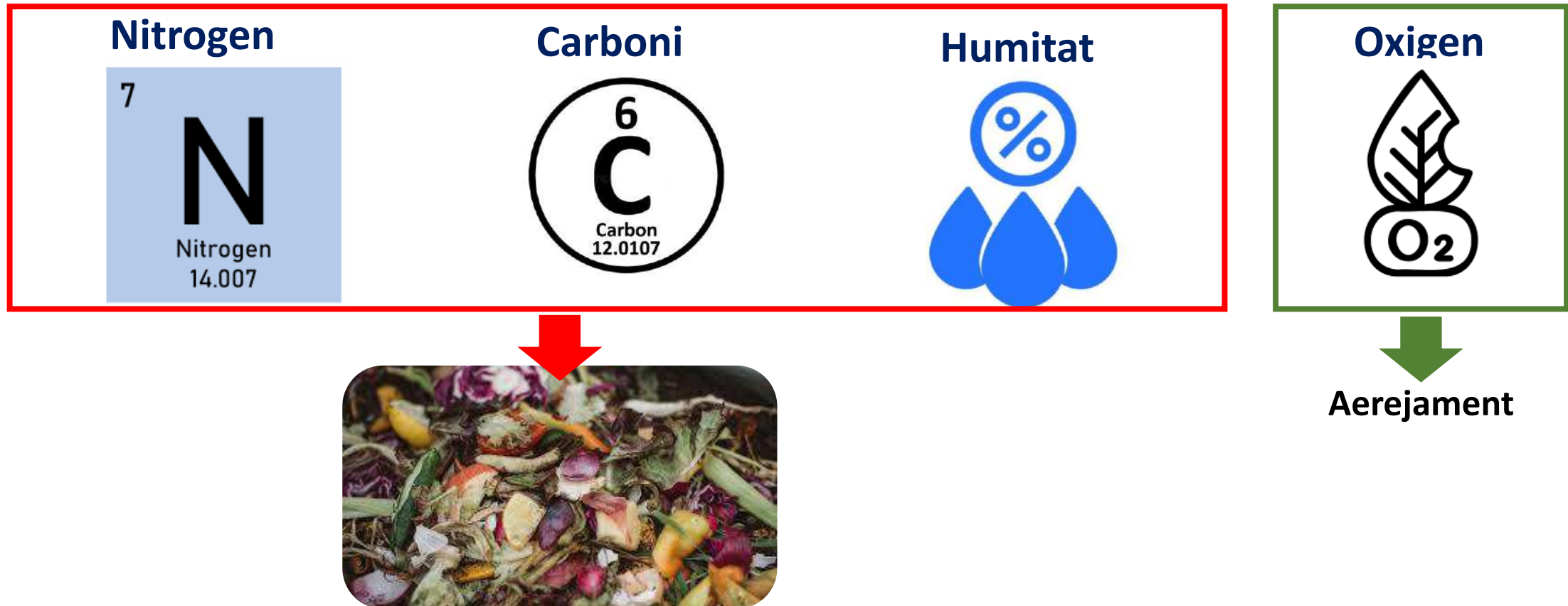
S'obté compost, un adob natural útil en agricultura, jardineria, obra pública o restauració d'espais naturals.



El procés de compostatge crea un ecosistema que transforma la matèria orgànica en compost. Aquests són els microorganismes responsables que això passi: bacteris, fongs i organismes més grans com cucs, insectes de truja, nematodes i molts altres.



Els organismes que fan el compostatge necessiten quatre elements clau per prosperar:



Com s'aconsegueix un bon procés de compostatge?

Com s'aconsegueix un bon procés de compostatge?

És molt important que la barreja de residus orgànics tingui unes condicions inicials físiques i químiques òptimes.

Per aconseguir-ho barregem residus d'alta degradabilitat amb residus de baixa degradabilitat per obtenir una barreja amb valors òptims d'humitat, porositat i densitat i un bon equilibri de nutrients.

D'altra banda, és molt important que la FORM sigui neta o tingui un baix contingut d'impropis. Els impropis que es poden trobar a la FORM no són materials biodegradables i incideixen negativament en el procés i en la qualitat del compost.

ELS IMPROPIIS DE LA FORM, QUÈ SÓN?

Són tots aquells residus que es llancen a la fracció orgànica i no formen part d'aquesta fracció. Es consideren impropis i no són FORM:



**RESIDUS QUE NO ES
PODEN LLENÇAR AL
CUBELL DE L'ORGÀNICA**



Pols d'escombrar,
cendra i burilles
de cigarreta



Bosses de
plàstic (no
biodegradable)



Bolquers i
tèxtil
sanitari



Residus objecte de recollida
selectiva (vidre, paper i cartró,
llaunes, ampolles de plàstic,
bric, etc.)

La presència d'impropis a la matèria orgànica comporta:

Dificultat en el tractament i la valorització de la FORM.

Difículten l'aireació del material i augmenta el risc de generar olors en el procés de compostatge.

Encariment del tractament de la FORM.

L'extracció dels impropis de la FORM requereix d'unes instal·lacions més complexes, a més del cost afegit que comporta la gestió del rebuig que generen aquests impropis.

Empitjorament de la qualitat del compost dificultant la seva comercialització.

Malgrat els equips de separació dels impropis en les instal·lacions, quants més impropis entren amb la FORM, més impureses resten en el compost final.

Quins aspectes condicionen el procés de compostatge?

Quins aspectes condicionen el procés de compostatge?

Els principals responsables de la descomposició de la matèria orgànica són els microorganismes, que necessiten unes condicions òptimes per viure i desenvolupar el procés de compostatge.

Hi ha tres condicionants ambientals que regulen el procés de compostatge i són indicadors del seu bon funcionament:

Oxigen (15-21%)

Els microorganismes necessiten oxigen per respirar. És important que l'aire arribi a tot el material que s'està descomponent per evitar les condicions anaeròbies.

Temperatura (45-65 °C)

L'augment de temperatura es produeix per l'alliberament d'energia provocat per l'activitat dels microorganismes. Cal controlar l'excés de temperatura, ja que temperatures superiors a 65 °C poden inhibir l'activitat microbiana.

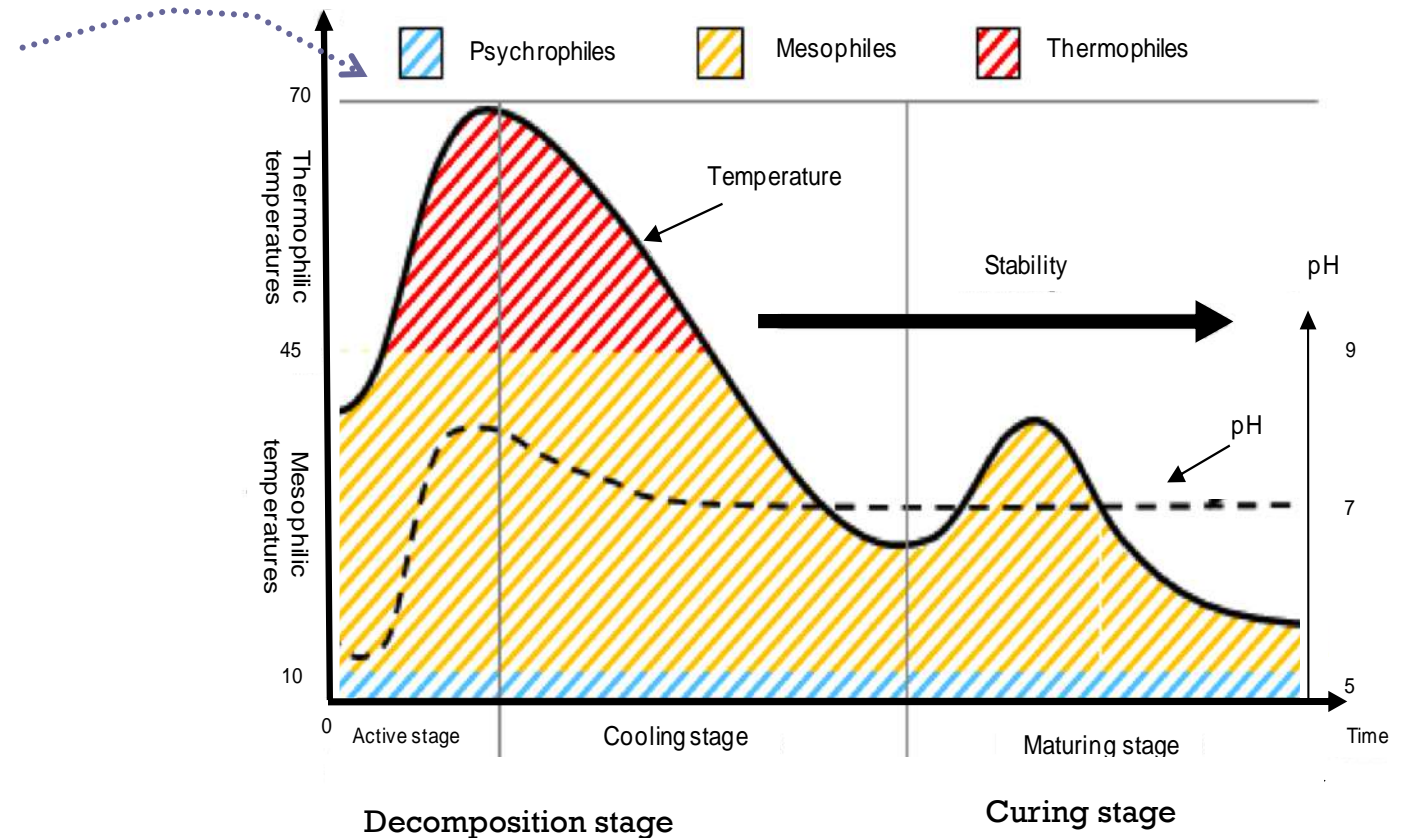
La temperatura permet també la higienització dels residus que s'estan compostant.

Humitat (45-55%)

Els microorganismes només són actius en ambients humits. Si falta aigua, el procés s'alenteix, i, si n'hi ha en excés, es creen condicions anaeròbies i la matèria orgànica es podreix i es generen males olors.

Temperatura (45-65 °C)

L'augment de temperatura es produeix per l'alliberament d'energia provocat per l'activitat dels microorganismes.



QUÈ ÉS EL COMPOST?

El compost és el producte resultant de la descomposició aeròbia de la matèria orgànica mitjançant el procés de compostatge.

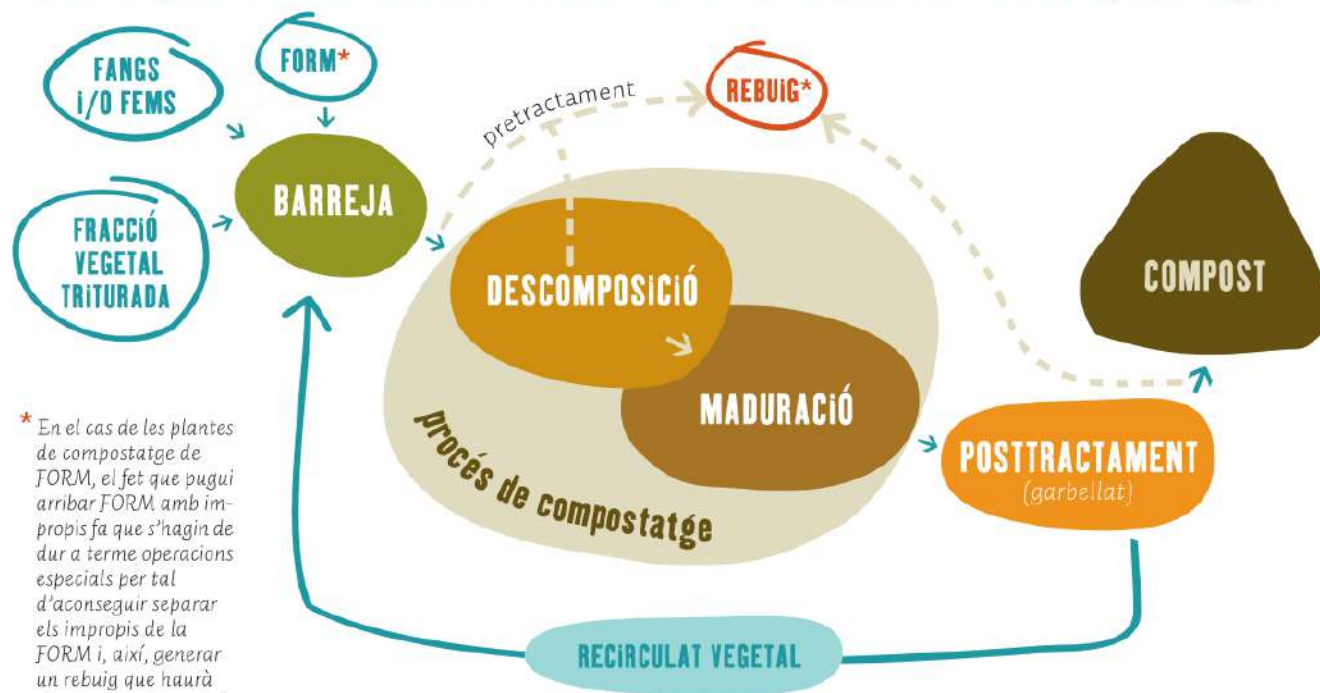


EL COMPOST POT SER UTILITZAT EN DIVERSOS ÀMBITS:

- Com a adob orgànic en agricultura (cereals, horta, vinya, etc.)
- Com a fertilitzant en jardineria, pública o privada, i en la formulació de substrats.
- Com a restauració de sòls degradats en projectes d'obra pública o en restauració d'activitats extractives.



Quins processos es duen a terme en una planta de compostatge?



* En el cas de les plantes de compostatge de FORM, el fet que pugui arribar FORM amb impropis fa que s'hagin de dur a terme operacions especials per tal d'aconseguir separar els impropis de la FORM i, així, generar un rebuig que haurà d'anar a tractament finalista.

RECEPCIÓ, PREPARACIÓ PRÈVIA I BARREJA:

els residus són rebuts i les restes vegetals són triturades prèviament a la preparació de la barreja. En el cas de les plantes de compostatge de FORM, una vegada realitzada la barreja, es realitza un pretractament amb la finalitat d'eliminar possibles impropis (vidre, plàstics, altres) abans de començar el procés. A vegades aquesta operació es fa després d'una primera etapa a la fase de descomposició.

MADURACIÓ:

la matèria orgànica comença a establir-se i acaba de madurar fins que s'obté un compost de qualitat; baixen les temperatures i la necessitat d'oxigen. La durada és de 6-10 setmanes.

DESCOMPOSICIÓ:

és la fase més activa del procés, amb altes temperatures (60-70°C) i una necessitat elevada d'oxigen. La durada és de 4-6 setmanes, tot i que es pot reduir a 2-4 setmanes realitzant-la de forma intensiva en recintes tancats i amb airejament forçat, tractant els aires en biofiltres per desodoritzar-los abans que siguin emesos.

POSTTRACTAMENT:

es realitza quan finalitza el procés de compostatge. Es garbella el compost per aconseguir una granulometria homogènia per poder comercialitzar-lo. La part grollera, que correspon a la fracció vegetal que no s'ha degradat, es recicla i s'incorpora en un nou cicle de compostatge. En el cas de la FORM s'hi inclouen sistemes per eliminar impropis del compost.

BENEFICIS AMBIENTALS DE L'ÚS DEL COMPOST



- Contribueix a l'increment de matèria orgànica dels sòls agrícoles, i per tant a la millora de la seva fertilitat, estructura i retenció hídrica, prevenint així la seva erosió i degradació.
 - Estalvia recursos i d'ús d'adobs químics, ja que el compost conté macronutrients (N, P, K) i micronutrients indispensables per al creixement de les plantes.
 - Disminueix les emissions dels gasos d'efecte hivernacle. Amb la valorització dels residus orgànics com a compost, disminueixen les entrades de residus biodegradables als dipòsits i a les incineradores, i per tant les emissions de metà (CH_4) a causa del procés de descomposició anaeròbia i les emissions de CO_2 degut al procés de combustió de les restes orgàniques, respectivament.
 - Reté carboni en el sòl, per tant incrementa el potencial de sòl com a reservori de carboni.
 - Tancament del cicle de la matèria orgànica. Al valoritzar la matèria orgànica dels residus orgànics en compost, que s'utilitzarà en l'agricultura per a la producció d'aliments, tanquem el cicle de la matèria orgànica.
- 



Casa (casolà o domèstic)

S'aprofita per compostar a la pròpia llar les restes de la cuina i del jardí.

Com controlar:

- ✓ Barrejar restes humides i restes seques;
- ✓ Voltejar sovint.

Compostador comunitari



Projecte DECOST





Beta

Biodiversitat, Ecologia,
Tecnologia Ambiental i Alimentària

Gràcies

UVIC

UNIVERSITAT DE VIC
UNIVERSITAT CENTRAL DE CATALUNYA



Beta


Biodiversitat, Ecologia,
Tecnologia Ambiental i Alimentària

BETA Technological Center

Universitat de Vic – Universitat Central de Catalunya

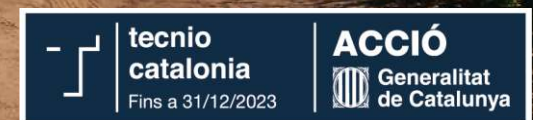
www.betatechcenter.com

 https://twitter.com/BETA_TechCenter

 <https://www.linkedin.com/company/betatechcenter>

UVIC

UNIVERSITAT DE VIC
UNIVERSITAT CENTRAL DE CATALUNYA





Beta

Biodiversitat, Ecologia,
Tecnologia Ambiental i Alimentària



UNIVERSITAT DE VIC
UNIVERSITAT CENTRAL
DE CATALUNYA

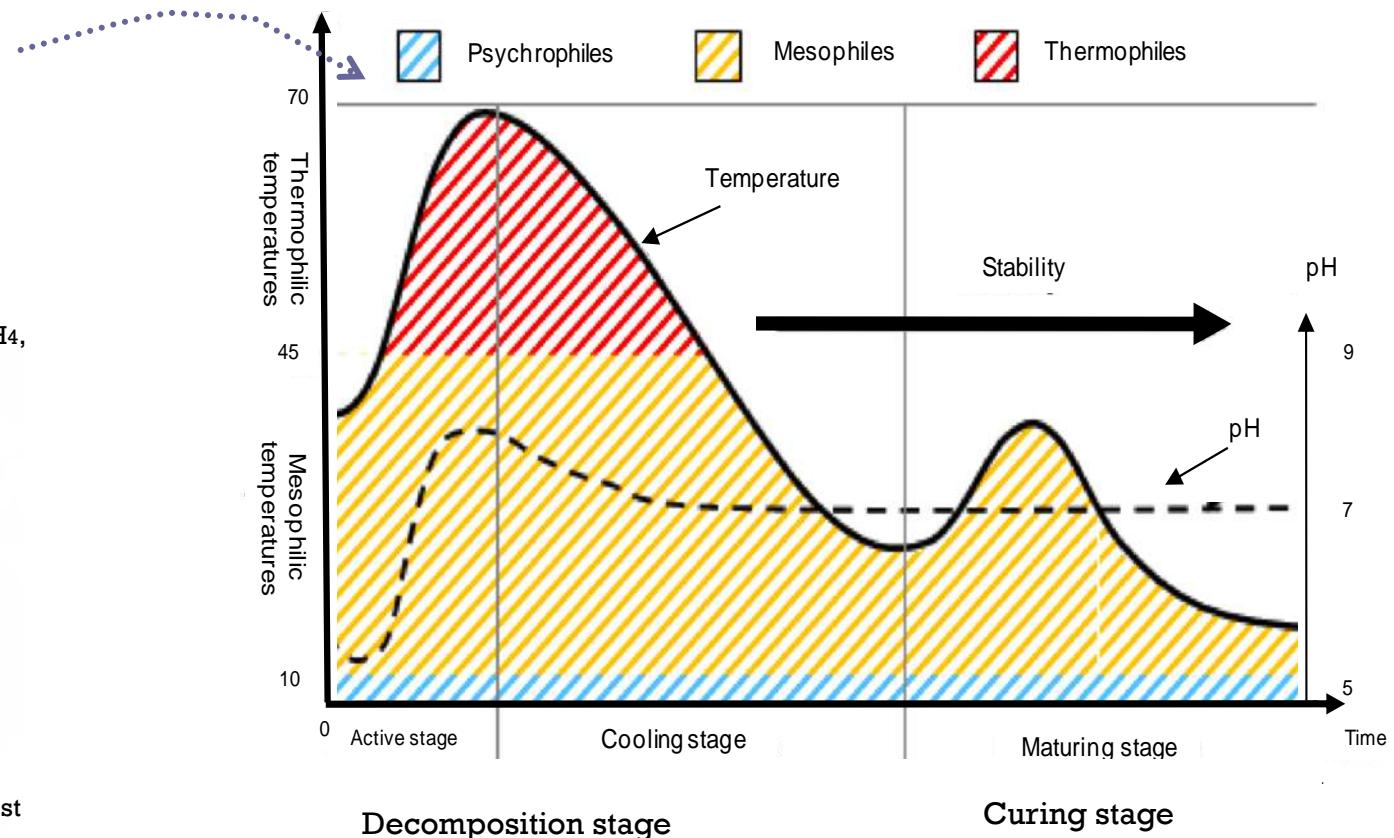
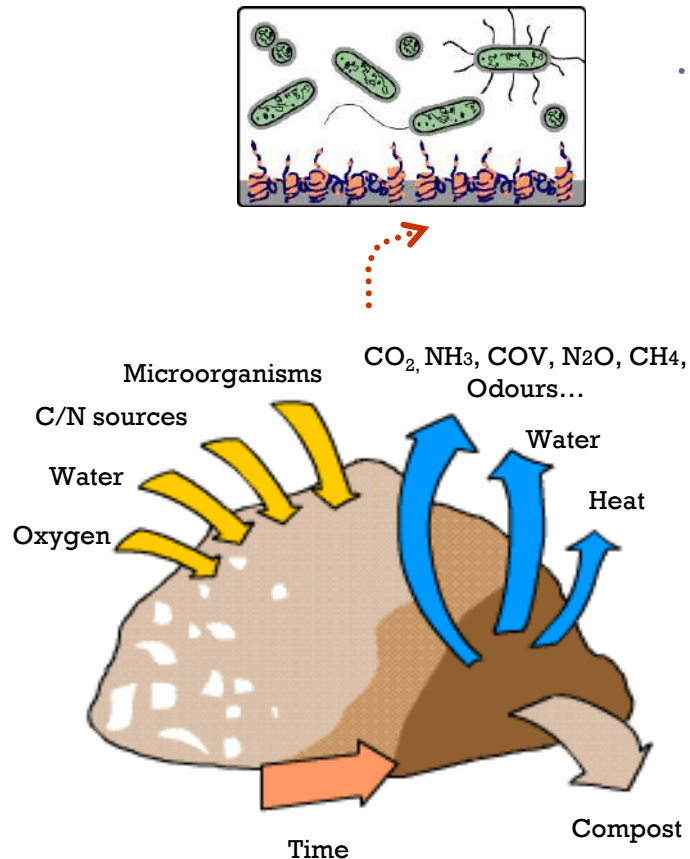
Caracterización del compost y su clasificación

Angélica Oviedo Ospina
Experta en compostaje comunitario
Centro Tecnológico BETA

1. Definición Compost
2. Factores y parámetros Clave del Compost
3. Legislación Decreto 506 de 2013/Definición Calidad del Compost
4. Soluciones a problemáticas del proceso de compostaje.

Definición Compost

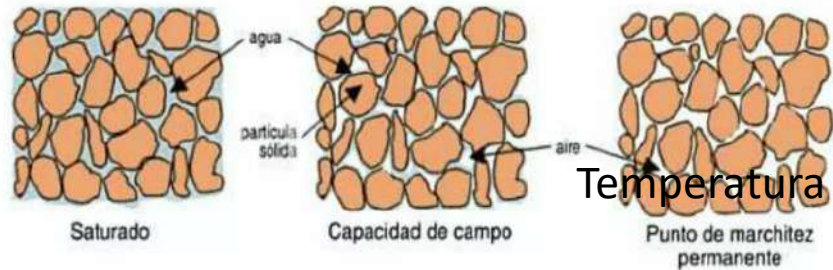
"El compostaje se define como la descomposición biológica aeróbica de sustratos orgánicos, en condiciones que permiten alcanzar temperaturas termófilas como resultado del calor producido biológicamente, para generar un producto final que es estable, libre de patógenos y semillas de plantas, y que puede ser aplicado beneficiosamente a la tierra"



Factores y parámetros clave del Compost

Factores que afectan el compostaje

Porosidad, estructura, tamaño de la partícula



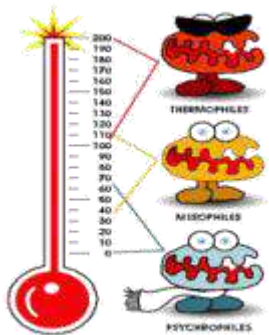
Temperatura

Tiempo

Trimestre	Mes	Semana				
1	0	0	1	2	3	4
	1	5	6	7	8	
	2	9	10	11	12	
	3	13				
2	3		14	15	16	17
	4		18	19	20	21
	5		22	23	24	25
	6		26	27		
3	6			28	29	30
	7		31	32	33	34
	8		35	36	37	38
	9		39	40	41	42



Oxígeno

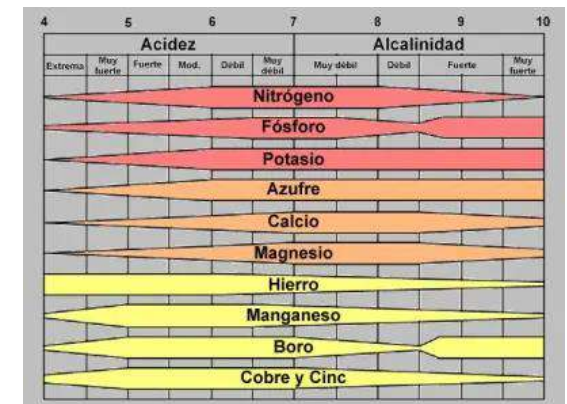


Temperatura

Humedad



Proporción de Carbono/Nitrógeno



pH

La ciencia del compostaje

Parametros clave



Propiedades del compost

- ❖ Materia orgánica estabilizada
- ❖ Libre de patógenos
- ❖ Libre de olores
- ❖ Rico en N, P, K y oligoelementos.
- ❖ Bajo contenido en humedad



Factores que muestran que un compost es de buena calidad

Físicos

Olor: Si huele a tierra de bosque, está bien compostado y se puede utilizar sin problemas.

Humedad y textura: Un buen compost tiene una textura suelta y granulosa. Si al coger un puñado y apretarlo con la mano, el compost no gotea ni se desmenuza, es bueno.

Si el compost se desmenuza, está demasiado seco. Si al apretar gotea agua, está demasiado húmedo

Color y aspecto: Un compost bien hecho es de color oscuro y no se reconocen los componentes originales.

Si reconocemos los componentes, el compost está demasiado fresco. Una coloración blanquecina o grisácea, indica sequedad u hongos.

Respirometrias dinamicas

El análisis de la eficacia del tratamiento de residuos requiere una medida fiable del contenido de materia orgánica biodegradable de los residuos orgánicos y, por tanto, de su estabilidad, definida como el grado de descomposición de la materia orgánica fácilmente biodegradable.

En este campo, la aplicación de índices de respiración (IR) está ampliamente aceptada tanto en la literatura científica como en las legislaciones europeas

El IDR 24 (mg O₂ g⁻¹ MS h⁻¹) se determinó como la media de los 24 índices instantáneos de respiración (DRli) obtenidos durante las 24 h de **actividad biológica más intensa** (valores más altos de DRli).

AT4 (mg O₂ g⁻¹ MS) se determinó como el **Consumo Acumulado de Oxígeno** registrado durante 96 h (4 días) mediante la integración numérica de los DRli obtenidos durante 96 h

Biologicos

Respirometrias dinamicas

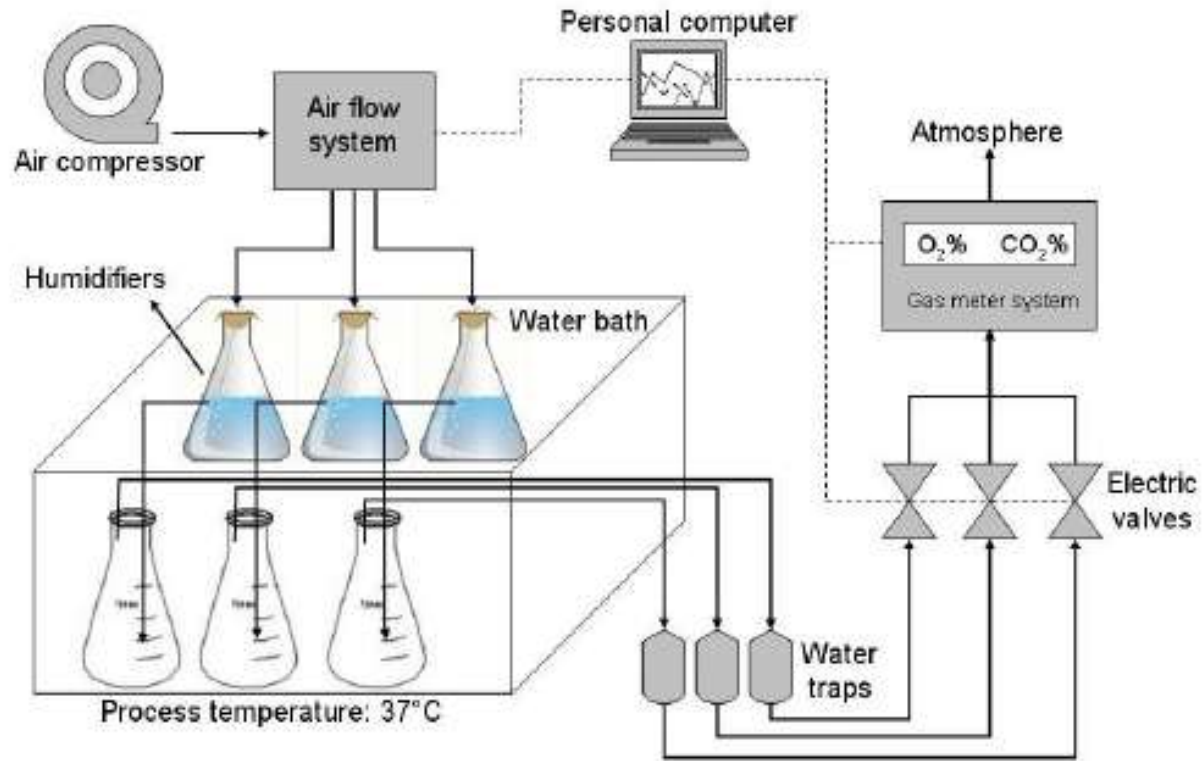


Figura 3.2. Esquema experimental del respiròmetre dinàmic utilitzat per a l'anàlisi de mostres en triplicat (Pognani, 2011)

Respirometrias dinamicas

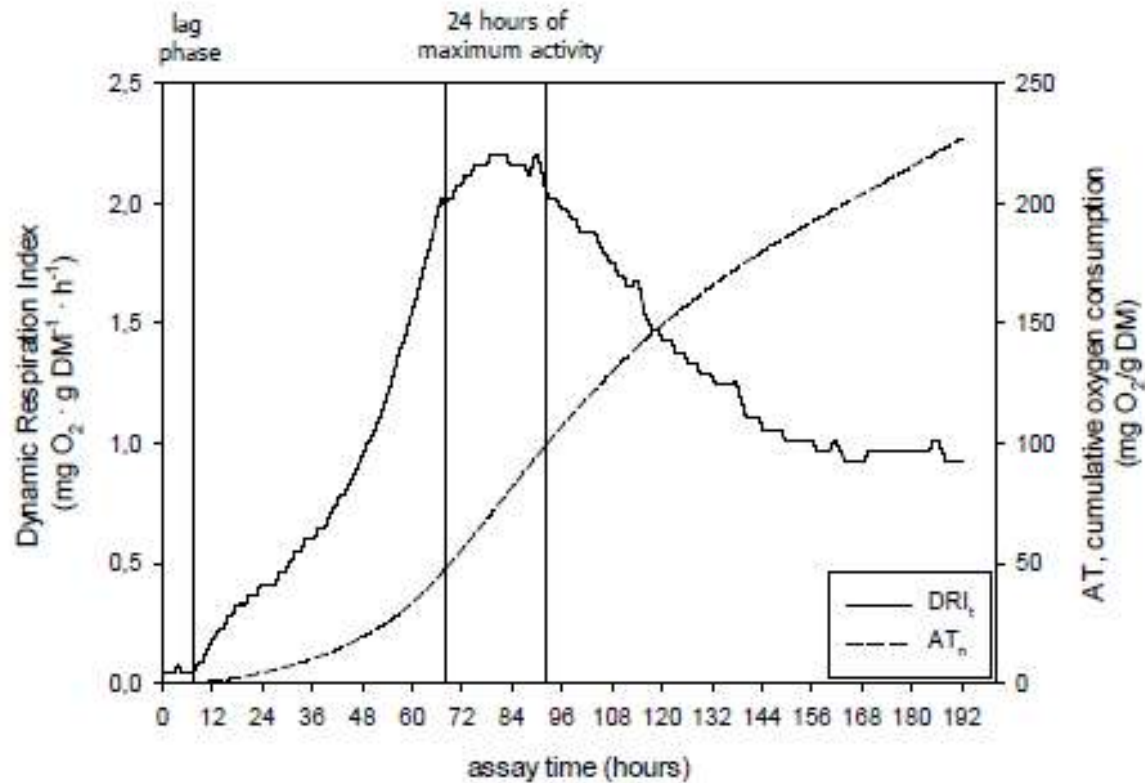


Figure 4.5. Typical curve for dynamic respiration indices evolution and calculation.

DRI ₂₄ Value	Stability
< 0.5	Highly stabilized
0.5 – 1	Stable (legislation proposed limit)
1 – 2	Partially stabilized
2 - 3	Not stable
> 3	Fresh material





Debe estar libre de semillas y plántulas

Biologicos

Recordando la definición del compost

"El compostaje se define como la descomposición biológica aeróbica de sustratos orgánicos, en condiciones que permiten alcanzar temperaturas termófilas como resultado del calor producido biológicamente, para generar un producto final que es estable, libre de patógenos y semillas de plantas, y que puede ser aplicado beneficiosamente a la tierra"



- ✓ Estable
- ✓ Libre de patógenos, plantas y semillas
- ✓ Puede aplicarse beneficiosamente a la tierra

Biologicos

¿Qué función tiene el Nitrógeno ?



La mayoría de plantas no pueden absorber el nitrógeno de la atmósfera. De hecho, las únicas capaces de fijarlo son las leguminosas y gracias a la colaboración de las bacterias *Rhizobium*. Debido a esto, las plantas necesitan recurrir al **nitrógeno presente en el suelo de forma natural**, aunque su presencia es mucho menor que en la atmósfera.

Siendo más concretos, interviene en la división celular y en muchos otros procesos, **como la producción de clorofila, sin la cual la fotosíntesis no es posible**

Químicos

¿Qué función tiene la relación C/N?

La relación Carbono-Nitrógeno del compost es un indicador muy útil para evaluar el desarrollo y calidad de nuestro compostaje

Carbono

- ❖ Tritura seca de poda (estructurante)
- ❖ Aserrín
- ❖ Madera
- ❖ Cartón de huevos
- ❖ Envoltorios de papel
- ❖ Toallas de papel de cocina

Nitrógeno

- ❖ Materia orgánica: Residuos de comida (verduras, frutas, carne, mariscos, cáscaras)
- ❖ Recortes de césped, podas verdes
- ❖ Bolsas de té

Químicos

¿Qué sucede si la relación C/N es muy alta?

- > Cantidad de elementos de carbono = Producción de CO₂ a la atmosfera + proceso lento y disminución de la temperatura .
Mayor tiempo en obtener compost.
- > Cantidad de elementos de Nitrógeno = Producción de amoniaco a la atmosfera+ olores y temperaturas muy altas.



¿Cómo identificar la relación C/N en el compost?



Temperatura del compost alta



Alto contenido de nitrógeno



Olor desagradable de amoníaco



Proceso de compostaje lento



Alto contenido de carbono

Químicos

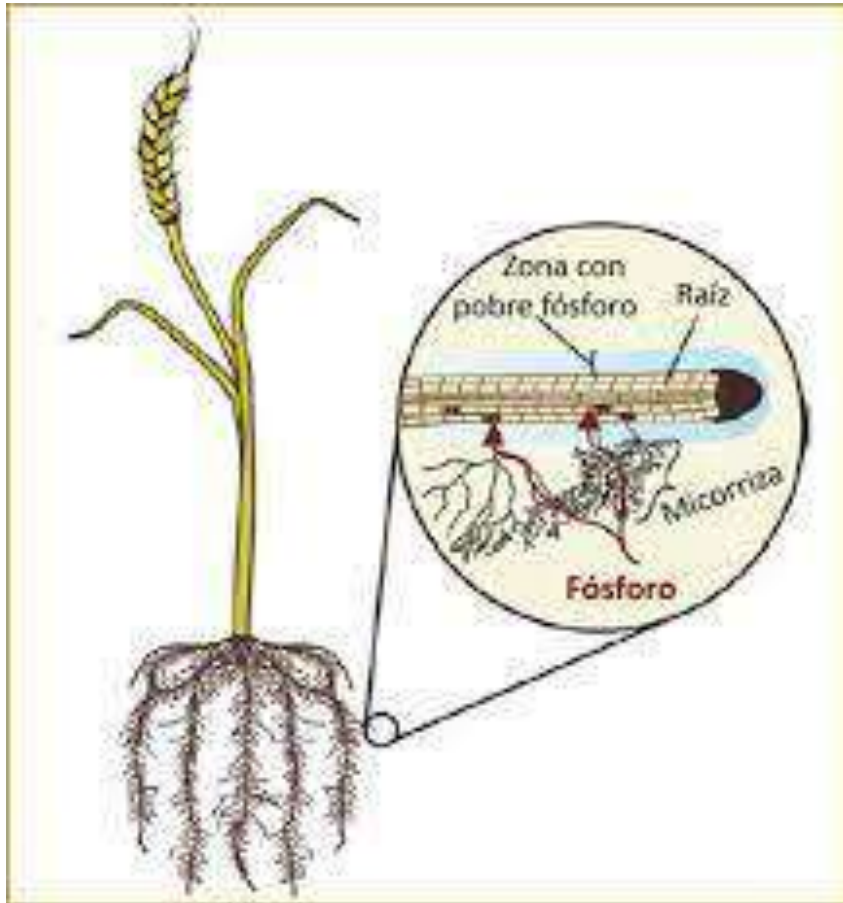
¿Qué función tiene el Potasio ?



Figura 3. La falta de K provoca un pobre crecimiento de la raíz de las plantas. Fuente: Cakmak et al., 1994.

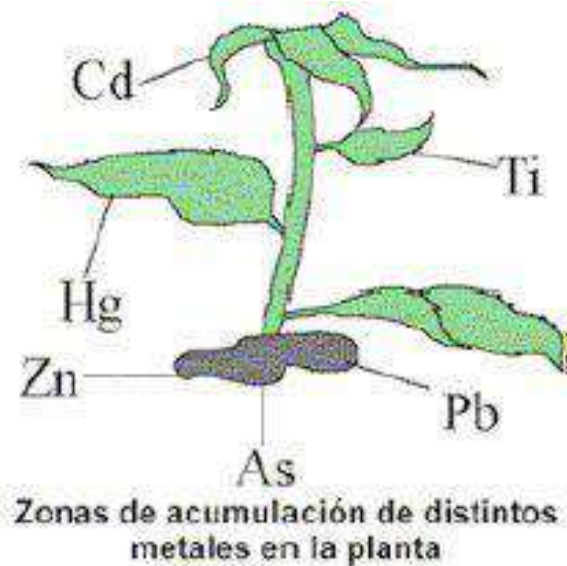
El potasio es un nutriente fundamental para la elongación celular, **principalmente para el crecimiento de las raíces.**

¿Qué función tiene el Fósforo para el suelo y las plantas ?



- ❖ Participa en los procesos de **transporte de nutrientes, fotosíntesis, respiración**
- ❖ **Fomenta el enraizamiento** de los cultivos.

¿Porque las cantidades de metales pesados deben ser bajas en el Compost?



Los metales pesados son persistentes en la naturaleza, por lo tanto, tienden a acumularse en las plantas **afectando negativamente el crecimiento, la fotosíntesis, la biomasa y la productividad de varios cultivos y restringe la captación de elementos esenciales y nutrientes a la planta.**

Una vez los metales pesados ingresan a la planta, estos se bioacumulan en la cadena trófica.

Legislación Decreto 506 de 2013 /Definición Calidad del Compost

Artículo 1. *Objeto y fines.*

1. Este real decreto tiene por objeto **establecer la normativa básica en materia de productos fertilizantes** y las normas necesarias de coordinación con las comunidades autónomas.

Artículo 2. *Definiciones.*

A los efectos del presente real decreto, se entenderá como:

1. Nutriente: elemento químico esencial para la vida vegetal y el crecimiento de las plantas. Además del carbono (C), el oxígeno (O) y el hidrógeno (H), procedentes especialmente del aire y del agua, los elementos nutrientes se clasifican en: nutrientes principales, nutrientes secundarios y micronutrientes.

2. Nutriente principal: exclusivamente los elementos nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K).

3. Nutriente secundario: los elementos calcio (Ca), magnesio (Mg), sodio (Na) y azufre (S).

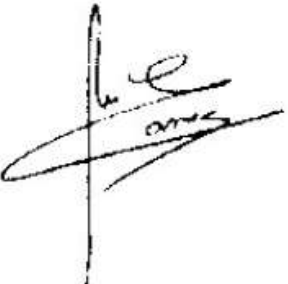
Características Fisico químicas del Compost

Calidad del Compost de acuerdo al Real Decreto 506/2013 (Spain)

Parametro	Valor en el compost		
Materia orgánica (% db)	35%		
Contenido de humedad (%)	40%		
C/N	< 20%		
N _{org} vs N _{total} (%)	> 1%		
Granulometria			
pedras > 5 mm (%)	< 2%		
Impurezas > 2mm (%)	< 1,5%		
Tamaño de las particulas < 25 mm (% w/w)	90%		
Microorganismos			
Salmonella	No presente en 25 del producto		
Echericia coli	<1000 MPN per gram of product		
Metales (mg/kg db)			
	Class A	Class B	Class C
Cd	0.7	2	3
Cu	70	300	400
Ni	25	90	100
Pb	45	150	200
Zn	200	500	1000
Hg	0.4	1.5	2.5
Cr total	70	250	300
Cr (VI)	0	0	0

Propietats bàsiques		Resultats	Interpretació (*)
XK05V	XK Matèria seca a 105°C Mètode : C5110015 Gravimetria Matèria seca	56.2 %	
Matèria Orgànica		Resultats	Interpretació (*)
XK06E	XK Matèria orgànica Mètode : C5110115 Calcinació Matèria orgànica (550°C)	55.9 % s.m.s.	
XK0A3 (*)	XK Carboni orgànic Mètode : Mètode Intern Càlcul Carboni orgànic	32.4 % s.m.s.	
Relacions de interès		Resultats	Interpretació (*)
XK0A6 (*)	XK Relació Carboni/ Nitrogen Mètode : Mètode Intern Càlcul Relació C/N	9.35	

ANÁLISIS QUÍMICO		Resultats	Interpretació (*)
XK07B	XK Nitrogen (N) sobre mostra fresca Mètode : C5110230 Titulació Volumètrica Nitrogen	3.27 % s.m.s.	
XK06N	XK Nitrogen orgànic (N) Mètode : Mètode Intern Càlcul (* Nitrogen orgànic (N))	2.99 % s.m.s.	
XK06Q	XK Nitrogen amoniacal (N) Mètode : Mètode Intern Titulometria (* Nitrogen Amoniacal (N))	0.28 % s.m.s.	
XK07E	XK Fòsfor (P) (extracte àcid) Mètode : C5110228 Espectrometria ICP-OES Fòsfor sms	1.00 % s.m.s.	
XK07J	XK Potassi (K) (extracte àcid) Mètode : C5110228 Espectrometria ICP-OES Potassi sms	2.70 % s.m.s.	
XK08I	XK Cadmi (Cd) (extracte àcid) Mètode : C5110228 Espectrometria ICP-OES Cadmi sms	0.52 mg/Kg s.m.s.	Classe A (RD 506/2013)
XK08K	XK Coure (Cu) (extracte àcid) Mètode : C5110228 Espectrometria ICP-OES Coure (Cu)	41.4 mg/Kg s.m.s.	Classe A (RD 506/2013)
XK08M	XK Crom (Cr) (extracte àcid) Mètode : C5110228 Espectrometria ICP-OES Crom sms	Detec. (<10) mg/Kg s.m.s.	Classe A (RD 506/2013)
XK08R	XK Mercuri (Hg) (extracte àcid) Mètode : C5110228 Espectrometria ICP-OES Mercuri (Hg)	<0.4 mg/Kg s.m.s.	Classe A (RD 506/2013)
XK08T	XK Níquel (Ni) (extracte àcid) Mètode : C5110228 Espectrometria ICP-OES Níquel (Ni)	Detec. (<5) mg/Kg s.m.s.	Classe A (RD 506/2013)

ANÁLISIS QUÍMICO		Resultats	Interpretació (*)
XK08V	XK Plom (Pb) (extracte àcid) Mètode : C5110228 Espectrometria ICP-OES Plom (Pb)	Detec. (<5) mg/Kg s.m.s.	Classe A (RD 506/2013)
XK08X	XK Zinc (Zn) (extracte àcid) Mètode : C5110228 Espectrometria ICP-OES Zinc (Zn)	299 mg/Kg s.m.s.	Classe B (RD 506/2013)
Análisis Microbiológico		Resultats	Interpretació (*)
UM5AT	NG Samonella (D) (compost) Mètode : AFNOR BRD 07/11-12/05 mod. (*) Salmonella	No detectado /25 g	
UM9AM	NG Escherichia coli Mètode : Internal Method, Recompte per cultiu (medi cromogènic) (*) Escherichia coli	< 10 cfu/g	
SIGNATURA			
		Mar Torres Laboratory Technician	

Características Fisico químicas del Compost

Propietats bàsiques			Resultats
XK05V	XK Matèria seca a 105°C Matèria seca	Mètode : C5110015 Gravimetria	56.2 %
Matèria Orgànica			Resultats
XK06E	XK Matèria orgànica Matèria orgànica (550°C)	Mètode : C5110115 Calcinació	55.9 % s.m.s.
XK0A3 (*)	XK Carboni orgànic Carboni orgànic	Mètode : Mètode Intern Càlcul	32.4 % s.m.s.
Relacions de interès			Resultats
XK0A6 (*)	XK Relació Carboni/ Nitrogen Relació C/N	Mètode : Mètode Intern Càlcul	9.35

Calidad del Compost de acuerdo al Real Decreto 506/2013 (Spain)

Parametro	Valor en el compost		
Materia orgánica (% db)	35%		
Contenido de humedad (%)	40%		
C/N	< 20%		
N _{org} vs N _{total} (%)	> 1%		
Granulometria			
pedras > 5 mm (%)	< 2%		
Impurezas > 2mm (%)	< 1,5%		
Tamaño de las particulas < 25 mm (% w/w)	90%		
Microorganismos			
Salmonella	No presente en 25 del producto		
Echericia coli	<1000 MPN per gram of product		
Metales (mg/kg db)			
	Class A	Class B	Class C
Cd	0.7	2	3
Cu	70	300	400
Ni	25	90	100
Pb	45	150	200
Zn	200	500	1000
Hg	0.4	1.5	2.5
Cr total	70	250	300
Cr (VI)	0	0	0

Características Fisico químicas del Compost

ANÁLISIS QUÍMICO		Resultats
XK07B	XK Nitrogen (N) sobre mostra fresca Nitrogen	Mètode : C5110230 Titulació Volumètrica 3.27 % s.m.s.
XK06N	XK Nitrogen orgànic (N) (*) Nitrogen orgànic (N)	Mètode : Mètode Intern Càlcul 2.99 % s.m.s.
XK06Q	XK Nitrogen amoniacal (N) (*) Nitrogen Amoniactal (N)	Mètode : Mètode Intern Titulometria 0.28 % s.m.s.
XK07E	XK Fòsfor (P) (extracte àcid) Fòsfor sms	Mètode : C5110228 Espectrometria ICP-OES 1.00 % s.m.s.
XK07J	XK Potassi (K) (extracte àcid) Potassi sms	Mètode : C5110228 Espectrometria ICP-OES 2.70 % s.m.s.
XK08I	XK Cadmi (Cd) (extracte àcid) Cadmi sms	Mètode : C5110228 Espectrometria ICP-OES 0.52 mg/Kg s.m.s.
XK08K	XK Coure (Cu) (extracte àcid) Coure (Cu)	Mètode : C5110228 Espectrometria ICP-OES 41.4 mg/Kg s.m.s.
XK08M	XK Crom (Cr) (extracte àcid) Crom sms	Mètode : C5110228 Espectrometria ICP-OES Detec. (<10) mg/Kg s.m.s.
XK08R	XK Mercuri (Hg) (extracte àcid) Mercuri (Hg)	Mètode : C5110228 Espectrometria ICP-OES <0.4 mg/Kg s.m.s.
XK08T	XK Níquel (Ni) (extracte àcid) Níquel (Ni)	Mètode : C5110228 Espectrometria ICP-OES Detec. (<5) mg/Kg s.m.s.

Calidad del Compost de acuerdo al Real Decreto 506/2013 (Spain)

Parametro	Valor en el compost		
Materia orgánica (% db)	35%		
Contenido de humedad (%)	40%		
C/N	< 20%		
N _{org} vs N _{total} (%)	> 1%		
Granulometria			
pedras > 5 mm (%)	< 2%		
Impurezas > 2mm (%)	< 1,5%		
Tamaño de las particulas < 25 mm (% w/w)	90%		
Microorganismos			
Salmonella	No presente en 25 del producto		
Echericia coli	<1000 MPN per gram of product		
Metales (mg/kg db)			
	Class A	Class B	Class C
Cd	0.7	2	3
Cu	70	300	400
Ni	25	90	100
Pb	45	150	200
Zn	200	500	1000
Hg	0.4	1.5	2.5
Cr total	70	250	300
Cr (VI)	0	0	0

ANÁLISIS QUÍMICO		Resultats
XK08V	XK Plom (Pb) (extracte àcid)	Mètode : C5110228 Espectrometria ICP-OES Plom (Pb) Detec. (<5) mg/Kg s.m.s.
XK08X	XK Zinc (Zn) (extracte àcid)	Mètode : C5110228 Espectrometria ICP-OES Zinc (Zn) 299 mg/Kg s.m.s.
Anàlisi Microbiològic		Resultats
UM5AT	NG Salmonella (D) (compost)	Mètode : AFNOR BRD 07/11-12/05 mod. (*) Salmonella No detectado /25 g
UM9AM	NG Escherichia coli	Mètode : Internal Method, Recompte per cultiu (medi cromogènic) (*) Escherichia coli < 10 cfu/g

2. En los productos fertilizantes de origen orgánico, se acreditará que no superan los siguientes niveles máximos de microorganismos:

Salmonella: Ausente en 25 g de producto elaborado

Escherichia coli: < 1000 número más probable (NMP) por gramo de producto elaborado

Parametro	Valor en el compost		
Materia orgánica (% db)	35%		
Contenido de humedad (%)	40%		
C/N	< 20%		
N _{org} vs N _{total} (%)	> 1%		
Granulometria			
pedras > 5 mm (%)	< 2%		
Impurezas > 2mm (%)	< 1,5%		
Tamaño de las particulas < 25 mm (% w/w)	90%		
Microorganismos			
Salmonella	No presente en 25 del producto		
Echericia coli	<1000 MPN per gram of product		
Metales (mg/kg db)			
	Class A	Class B	Class C
Cd	0.7	2	3
Cu	70	300	400
Ni	25	90	100
Pb	45	150	200
Zn	200	500	1000
Hg	0.4	1.5	2.5
Cr total	70	250	300
Cr (VI)	0	0	0

Soluciones a problemáticas del proceso de compostaje

Soluciones a problemáticas del compost

PROBLEMA

SOLUCION

Olor a podrido

Añadir más estructurante y mayor agitación



Compost excesivamente seco

Añadir agua y remover para que toda la mezcla disponga de humedad suficiente



Soluciones a problemáticas del compost

PROBLEMA

SOLUCION

La formación de compost está detenida

Añadir más materia orgánica, si falta humedad añadir agua y agitar.



Presencia excesiva de moscas



Mezclar bien y en algunas ocasiones funciona introducir plantas aromáticas como la hierbabuena.



Actividad: Identifica el compost que no va bien



Actividad: Identifica el compost que se ve bien





Beta

Biodiversitat, Ecologia,
Tecnologia Ambiental i Alimentària



UNIVERSITAT DE VIC
UNIVERSITAT CENTRAL
DE CATALUNYA

Gracias por vuestra atención

<https://www.mancoplana.cat/>



Tauler d'anuncis

Bases i convocatòria del procés de selecció, de dues places de tècnic/a mitjà/ana, categoria A2, com a personal laboral, adscrites al lloc de treball de tècnic/a de desenvolupament local i al lloc de tècnic/a d'ocupació i la creació d'una borsa de treball

Dimecres, 22 de març de 2023 a les 07:51
Bases i convocatòria del procés de selecció, de dues places de tècnic/a mitjà/ana, categoria A2, com a personal laboral, adscrites al lloc de treball de tècnic/a de desenvolupament local i al lloc de tècnic/a d'ocupació i la creació d'una borsa de treball


[Anar al tauler](#)

Notície




Mancomunitat La Plana - Àrea Social


Oficines centrals de l'àrea de serveis socials i ciutadania.


 Sector el Quadro s/n - 08522 Malla - Barcelona

 Telèfon: 93 812 54 45

 Fax: 93 812 47 02

 Adreça electrònica: serveissocials@mancoplana.cat

 Lloc web: www.mancoplana.cat

 Horari: De dilluns a divendres de 9 a 15 hores.

 [Vegeu-ne la situació al mapa](#)

Tweets from @Mancoplana

 Mancomunitat La Plana
Retweeted



BETA Tech Center
@BETA_TechCenter · 1h



Aquesta setmana estem fent una formació sobre recollida i gestió de residus per a [@CreuRojaCAT](#) i [@fitreball](#). 😊

 Moltes gràcies [@Mancoplana](#) per deixar-nos visitar avui les vostres instal·lacions!





Scheda Tecnica

Capacità di trattamento	da 50 a 25 T/Anno
Tempo di permanenza	da 30 a 90 giorni
Dimensioni d'ingombro	L= 1.79 [m]; H=2.15[m]; P=4[m];
Volume*(Vu)	V=÷5.3 [m ³]

Struttura compostiera doppia camera:

Cilindro acciaio inox AISI 304

Albero interno in acciaio inox AISI 304

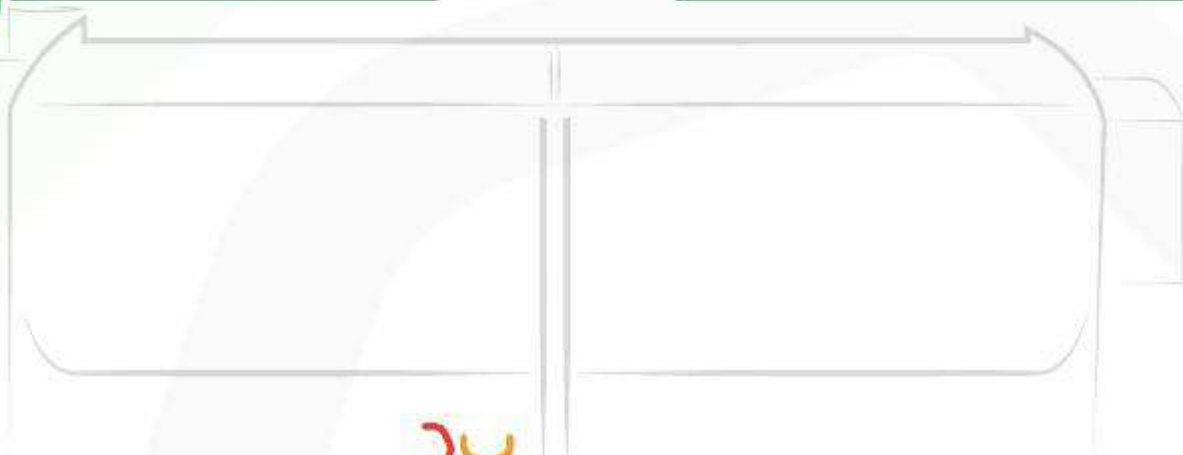
Potenza nominale impianto: 4 Kw trifase

N° 2 Motoriduttori da 1.5 KW
Attacco a quadro 32A

Quadro di comando

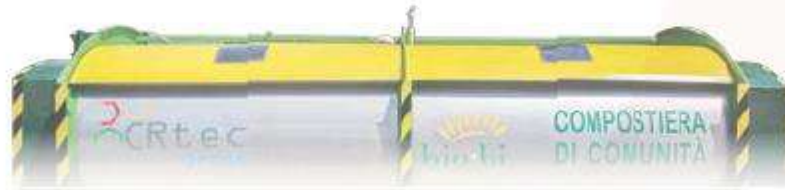
PLC (Programmable Logic Controller) con monitor touch screen 7"

Sportelli ispezione per ogni camera di processo





4.X



N° 1 Sistema di Areazione (in-out/out-in) per camera di processo:

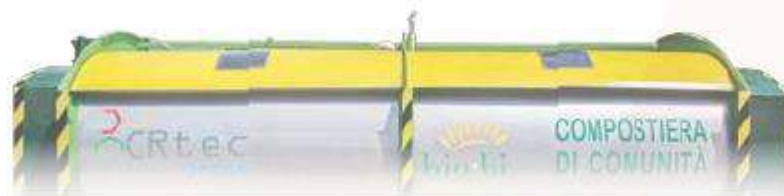
- Aspirazione In/Out con n° 1 aspiratori da 145/190 [m³/h] circa
(Kit di estrazione d' aria composto da estrattore bi-potenza; bio filtro a carboni attivi per eliminare gli odori)
- Soffiante Out/in con n° 1 soffianti da 145/190 [m³/h] circa
(Batteria per il riscaldamento del condotto di ventilazione prima camera di processo – Monofase Ø110mm; potenza max. 750W)

- Controllo Remoto, scarico dati su penna USB e/o micro SD Card
- N° 2 sonde di temperatura per camera di processo
- Controllo in continuo della CO₂ di condotta
- Sistema di ozonizzazione

Optional

- Pedana rialzo
- Bilancia
- Trituratore esterno con sistema di caricamento
- Vaschetta PP per raccolta condensa





*volume:

la formula riportata è utilizzata per la determinazione del volume, essa scaturisce da una precisa valutazione delle quantità da trattare e della tecnologia che le nostre macchine adottano.

$$Vu = \left[\frac{Ct}{Ca \times \rho} - \left(\frac{Ct}{Ca \times \rho} \times R\% \right) \right] \times K$$

Ct = CAPACITA' ANNUA DA TRATTARE [T / anno]

Ca = NUMERO DI CICLI DA ESEGUIRE IN 1 ANNO, SONO FUNZIONE DEL TEMPO DI PERMANENZA DEL COMPOST ALL'INTERNO DELLA COMPOSTIERA [cicli / anno]

ρ = DENSITA' DELLA FRAZIONE ORGANICA, E' FUNZIONE DEL TIPO DI RIFIUTO ORGANICO, VALORI TIPICI COMPRESI TRA (0,5 - 0,7) [T / m³]

$R\%$ = (50 - 60 %) INDICE DI DEGRADAZIONE PERCENTUALE DEL COMPOST, IL VALORE MEDIO ADOTTATO SCATURISCE DA UNA COMBINAZIONE DI DATI TEORICI E SPERIMENTALI, FUNZIONE DI PIU' PARAMETRI

$K = \frac{4}{3}$ E' UNA COSTANTE DI AMPLIAMENTO DEL VOLUME OCCUPATO DAI RIFIUTI ORGANICI CHE SCATURISCE DALLA TIPOLOGIA DI MACCHINA UTILIZZATA, INFATTI GRAZIE ALLA TECNOLOGIA DELLE NOSTRE MACCHINE E' POSSIBILE MOVIMENTARE ED AREARE IL MATERIALE RIDUCENDO LE DIMENSIONI DELLE COMPOSTIERE.



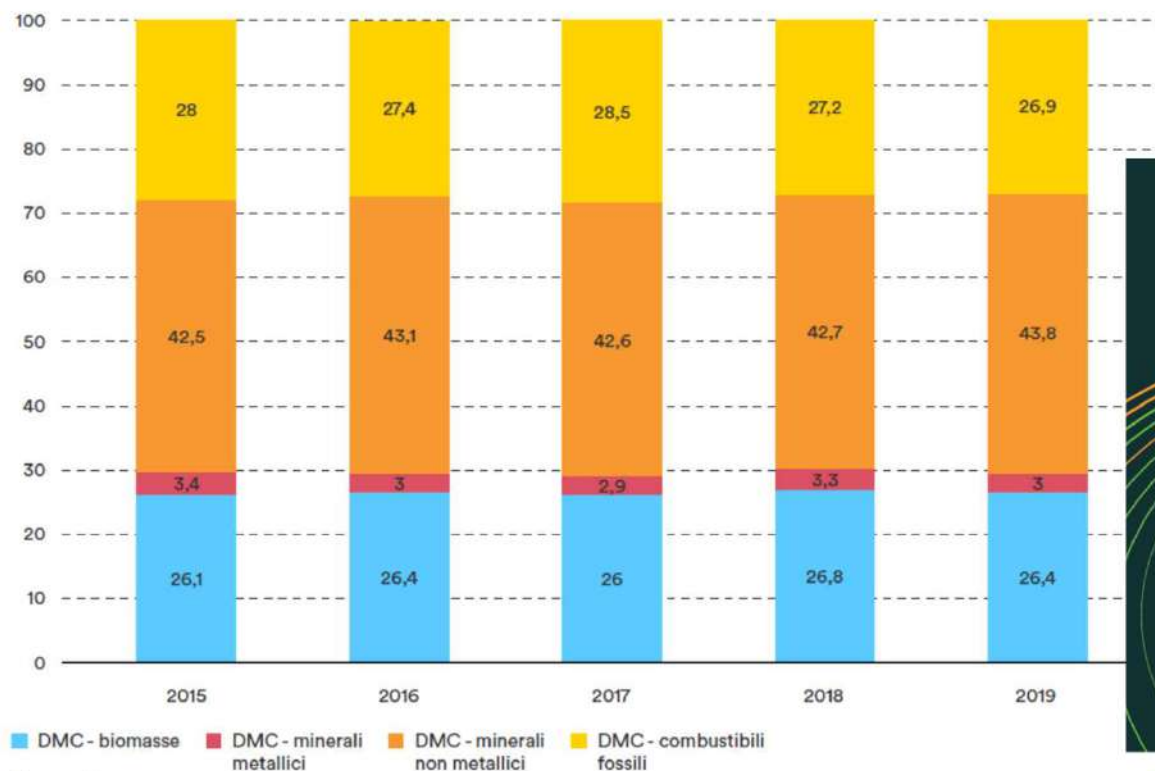


ECONOMIA LINEARE



Flussi materiali

Nell'ultimo decennio è cresciuto il ruolo delle biomasse, passate dal 20% a oltre il 26% (130 Mt) nel 2019 (solo 7.2 Mt sono organico)

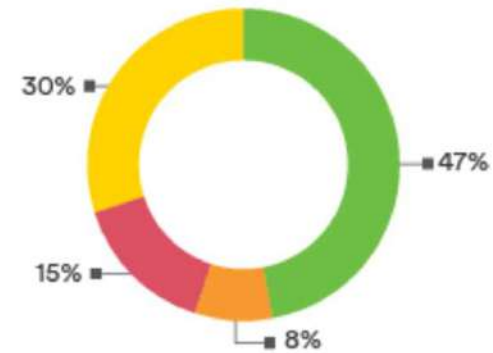


Fonte: Eurostat



Flussi materiali

Le perdite sono del 30% mentre in Germania del 25% e in Polonia del 17%



■ Cibo e mangimi ■ Biomateriali
■ Bioenergia ■ Perdite ■ Export





Suolo e cambiamenti climatici

Il suolo è un elemento importante (e spesso trascurato) del sistema climatico. Esso costituisce il secondo serbatoio o “sink” di carbonio dopo gli oceani. A seconda delle regioni, il cambiamento climatico può causare un maggiore accumulo di carbonio nelle piante e nel suolo a causa della crescita della vegetazione, oppure un maggiore rilascio di carbonio nell’atmosfera. Ripristinare i principali ecosistemi terrestri e tornare a un uso sostenibile del suolo nelle aree urbane e rurali può contribuire a mitigare il cambiamento climatico e a favorire l’adattamento ad esso.

<https://www.youtube.com/watch?v=bj9O877Czdl&t=14s>

Gerarchia europea sui rifiuti



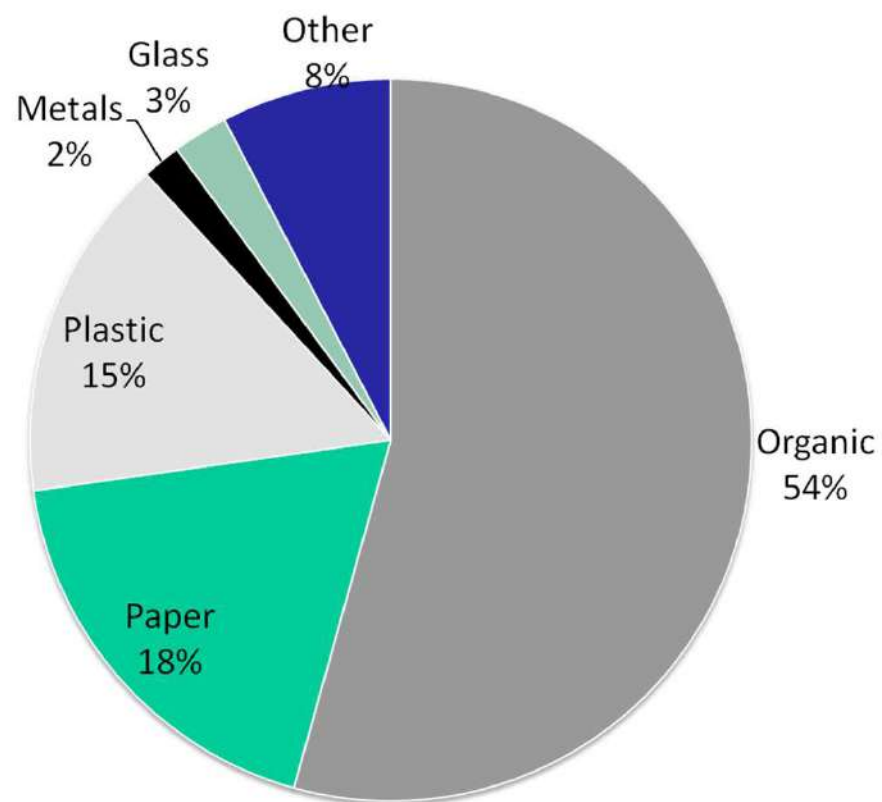
Organico: primo componente nella produzione rifiuti

Tabella 3.1 – Composizione merceologica dei rifiuti urbani stimata da ISPRA (media periodo 2009 - 2020)

Frazione merceologica	Nord	Centro	Sud	Italia
	(%)			
Frazione organica (umido + verde)	33,4	32,4	40,9	35,5
Carta	21,4	24,9	20,0	21,7
Plastica	11,7	14,4	12,8	12,6
Metalli	2,4	2,7	2,3	2,4
Vetro	9,4	6,7	6,9	8,0
Legno	4,6	2,9	1,9	3,4
RAEE	-	-	-	0,9
Tessili	-	-	-	3,6
Materiali inerti/spazzamento	-	-	-	0,8
Selettiva	-	-	-	0,3
Pannolini/materiali assorbenti	-	-	-	4,5
Altro	-	-	-	6,3
Totale				100,0

Fonte: stime ISPRA

Organico: prima componente nei costi



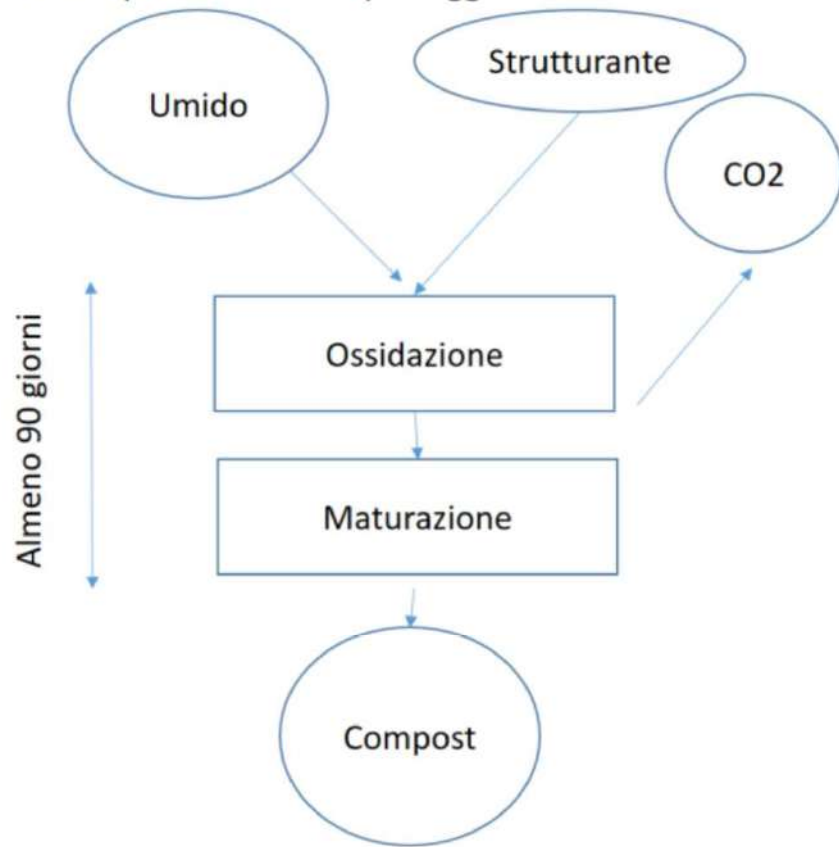
Fonte: nostre stime su dati ISPRA

Prima Definizione (dalla Treccani)

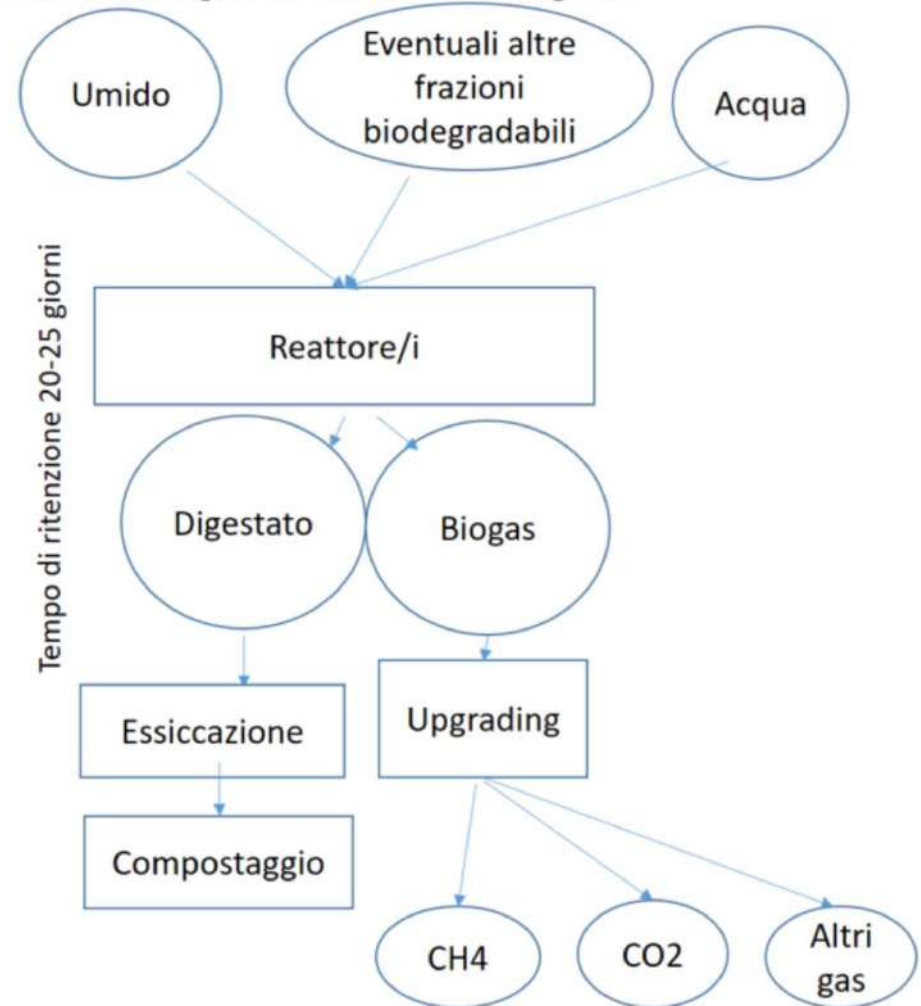
Compost: Miscela simile a terriccio bruno, soffice, ottenuta mediante un processo di triturazione e fermentazione (compostaggio) di rifiuti organici, usata in agricoltura soprattutto per migliorare le caratteristiche nutritive del terreno, cui apporta preziosa materia organica. Di particolare interesse è la trasformazione dei rifiuti solidi urbani in c., per la quale è opportuno ricorrere a monte a una raccolta differenziata dei rifiuti provenienti dai mercati ortofrutticoli, dalle mense e dai giardini; è ottenuta tramite fermentazione aerobica dei rifiuti, previa triturazione.



Schema processo di compostaggio



Schema di digestore anaerobico integrato



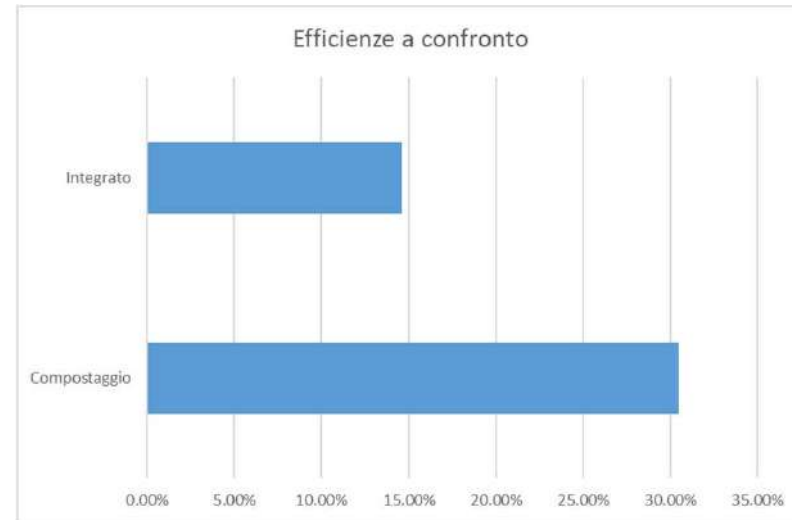
La grandezza degli impianti

1. Impatto su territorio
2. Costi di trasporto
3. Vulnerabilità
4. Rigidità
5. Tempi di realizzazione
6. Occupazione
7. Perdita di consapevolezza

Si passa da una dimensione media per gli impianti di compostaggio da 20 mila t/anno a quelli di digestione anaerobica da 46 mila t/anno (più che un raddoppio) a quelli integrati anaerobici/aerobici con circa 95 mila t/anno (oltre 4 volte la dimensione media di un impianto di compostaggio)

“il ritrattamento di rifiuti biodegradabili in materiali destinati a essere utilizzati come combustibile o altro mezzo di produzione di energia, smaltiti o destinati a essere utilizzati in qualsiasi operazione avente la medesima finalità di *recupero di rifiuti che non sia la preparazione per il riutilizzo e il riciclaggio*, non dovrebbe essere computata ai fini del conseguimento degli obiettivi di riciclaggio.”

Direttiva EU 851 punto 48

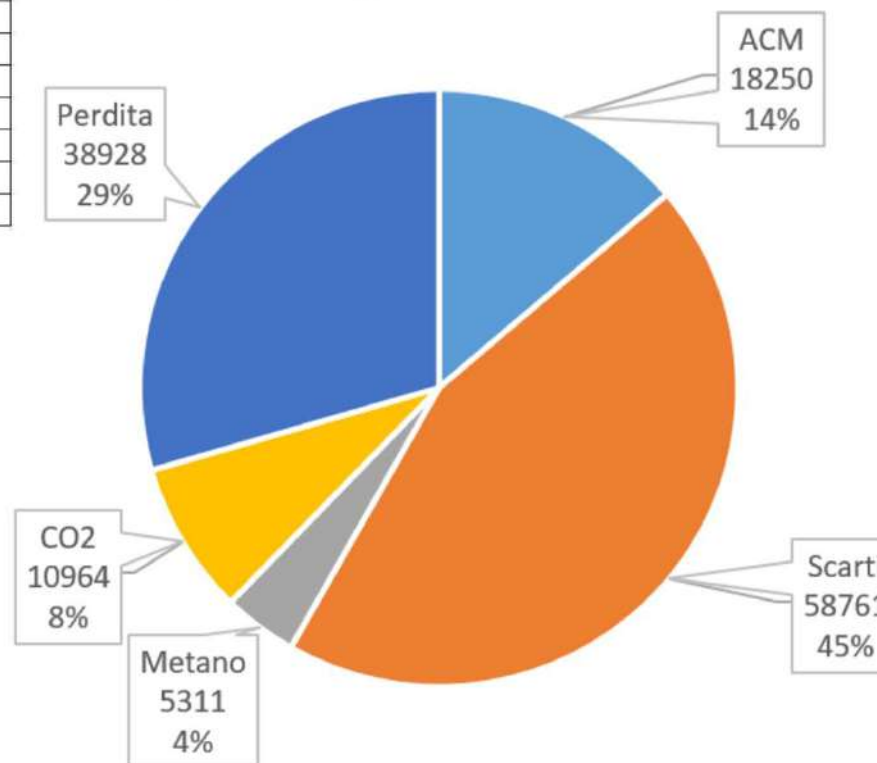


Tipo impianto	Rifiuti	di cui	%	Compost	%
		umido da RD	umido		su input
	t/anno			Mt/anno	
Compostaggio	3939025	3140950	79.74%	1.20	30.46%
Integrato	3125583	2546535	81.47%	0.46	14.62%
Anaerobico	877160	324867	37.04%		0.00%

Valore	Unità	descrizione	Fonte
98916	t/anno	RSU umido in entrata	ISPRA
33298	t/anno	verde in entrata	ISPRA
12955331	mc	biogas prodotto	ISPRA
7406994	mc	mc metano prodotto	ISPRA
5548337	mc	CO2=differenza biogas-metano	stima
57.17%	%	% metano nel biogas (metano/biogas)	calcolo
42.83%	%	% CO2 nel biogas (metano/biogas)	calcolo
0.717	kg/mc	peso specifico metano 25C° 1 atm	WIKI
1.976	kg/mc	peso specifico CO2 25C° 1 atm	WIKI
5311	t/anno	stima peso metano	calcolo
10964	t/anno	Stima peso CO2	calcolo
132214	t/anno	INPUT:Totale Trattati (RUS+umido)	ISPRA
18250	t/anno	OUT1:Ammendante Compostato Misto	ISPRA
58761	t/anno	OUT2:Scarti	ISPRA
16274	t/anno	OUT3:Metano+CO2	calcolo
93285	t/anno	OUTPUT:Totale prodotti in uscita	calcolo
38929	t/anno	Input-Output=perdite processo	calcolo

La maggior produzione dell'impianto
Sono..... gli scarti

Sant'Agata Bolognese: bilancio di massa



Secondo

<https://luce-gas.it/guida/consumo/gas>

Una famiglia consuma 1.309 mc/anno
7.406.994 mc/anno sono

5.658 famiglie

LA LEGGE: Il Testo Unico Ambientale (TUA) D.Lgs 152/2006

Parte prima - Disposizioni comuni e principi generali

Parte seconda - Procedure per la valutazione ambientale strategica (VAS), per la valutazione d'impatto ambientale (VIA) e per l'autorizzazione ambientale integrata (IPPC)

Parte terza - Norme in materia di difesa del suolo e lotta alla desertificazione, di tutela delle acque dall'inquinamento e di gestione delle risorse idriche

Parte quarta - Norme in materia di gestione dei rifiuti e di bonifica dei siti inquinati

Parte quinta - Norme in materia di tutela dell'aria e di riduzione delle emissioni in atmosfera

Parte quinta-bis - Disposizioni per particolari installazioni

Parte sesta - Norme in materia di tutela risarcitoria contro i danni all'ambiente

Parte sesta-bis - Disciplina sanzionatoria degli illeciti amministrativi e penali in materia di tutela ambientale.

La parte IV del Dlgs 152/2006

NORME IN MATERIA DI GESTIONE DEI RIFIUTI E DI BONIFICA DEI SITI INQUINATI

TITOLO I:GESTIONE DEI RIFIUTI

CAPO I:DISPOSIZIONI GENERALI

CAPO II:COMPETENZE

CAPO III:SERVIZIO DI GESTIONE INTEGRATA DEI RIFIUTI

CAPO IV:AUTORIZZAZIONI E ISCRIZIONI

CAPO V:PROCEDURE SEMPLIFICATE

TITOLO II:GESTIONE DEGLI IMBALLAGGI

TITOLO III:GESTIONE DI PARTICOLARI CATEGORIE DI RIFIUTI

TITOLO IV:TARIFFA PER LA GESTIONE DEI RIFIUTI URBANI

TITOLO V:BONIFICA DI SITI CONTAMINATI

TITOLO VI:SISTEMA SANZIONATORIO E DISPOSIZIONI TRANSITORIE E
FINALI

CAPO I:SANZIONI

CAPO II:DISPOSIZIONI TRANSITORIE E FINALI

Disposizioni Generali

Definizione di rifiuto

“qualsiasi sostanza od oggetto di cui il detentore si disfi o abbia l'intenzione o abbia l'obbligo di disfarsi”

Art. 183 152/2006

Detentore: il produttore dei rifiuti o il soggetto che li detiene;

Produttore: il soggetto la cui attività produce rifiuti e il soggetto al quale sia giuridicamente riferibile detta produzione (produttore iniziale) o chiunque effettui operazioni di pretrattamento, di miscelazione o altre operazioni che hanno modificato la natura o la composizione di detti rifiuti (nuovo produttore);

Disfarsi =avviare un oggetto o sostanza ad operazioni di smaltimento o di recupero (rispettivamente allegati B e C alla parte quarta del D.Lgs. 152/2006).

Circolare del Ministero dell'Ambiente 28.06.1999

ee) "**compost**": prodotto ottenuto dal compostaggio, o da processi integrati di digestione anaerobica e compostaggio, dei rifiuti organici raccolti separatamente, di altri materiali organici non qualificati come rifiuti, di sottoprodotti e altri rifiuti a matrice organica che rispettino i requisiti e le caratteristiche stabilite dalla vigente normativa in tema di fertilizzanti e di compostaggio sul luogo di produzione;

ff) "**digestato da rifiuti**": prodotto ottenuto dalla digestione anaerobica di rifiuti organici raccolti separatamente, che rispettino i requisiti contenuti in norme tecniche da emanarsi con decreto del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare, di concerto con il Ministero delle politiche agricole alimentari e forestali;

qq-ter) "**compostaggio**": trattamento biologico aerobico di degradazione e stabilizzazione, finalizzato alla produzione di compost dai rifiuti organici differenziati alla fonte, da altri materiali organici non qualificati come rifiuti, da sottoprodotti e da altri rifiuti a matrice organica previsti dalla disciplina nazionale in tema di fertilizzanti nonché dalle disposizioni della parte quarta del presente decreto relative alla disciplina delle attività di compostaggio sul luogo di produzione.

Disposizioni Generali

Il Riciclaggio e lo smaltimento (art. 183)



"*riciclaggio*": qualsiasi operazione di recupero attraverso cui i rifiuti sono trattati per ottenere prodotti, materiali o sostanze da utilizzare per la loro funzione originaria o per altri fini. Include il trattamento di materiale organico ma non il recupero di energia ne' il ritrattamento per ottenere materiali da utilizzare quali combustibili o in operazioni di riempimento;



"*smaltimento*": qualsiasi operazione diversa dal recupero anche quando l'operazione ha come conseguenza secondaria il recupero di sostanze o di energia. L'Allegato B alla parte IV riporta un elenco non esaustivo delle operazioni di smaltimento; Questi sono elencati con D1,...,15 es. D1=Deposito sul o nel suolo (ad esempio discarica).

ALLEGATO B - Operazioni di smaltimento

D1 Deposito sul o nel suolo (ad esempio discarica).

D2 Trattamento in ambiente terrestre (ad esempio biodegradazione di rifiuti liquidi o fanghi nei suoli).

D3 Iniezioni in profondità (ad esempio iniezioni dei rifiuti pompabili in pozzi, in cupole saline o faglie geologiche naturali).

D4 Lagunaggio (ad esempio scarico di rifiuti liquidi o di fanghi in pozzi, stagni o lagune, ecc.).

D5 Messa in discarica specialmente allestita (ad esempio sistematizzazione in alveoli stagni, separati, ricoperti o isolati gli uni dagli altri e dall'ambiente).

D6 Scarico dei rifiuti solidi nell'ambiente idrico eccetto l'immersione.

D7 Immersione, compreso il seppellimento nel sottosuolo marino.

D8 Trattamento biologico non specificato altrove nel presente allegato, che dia origine a composti o a miscugli che vengono eliminati secondo uno dei procedimenti elencati nei punti da D1 a D12.

D9 Trattamento fisico-chimico non specificato altrove nel presente allegato, che dia origine a composti o a miscugli eliminati secondo uno dei procedimenti elencati nei punti da D1 a D12 (ad esempio evaporazione, essiccazione, calcinazione, ecc.)

D10 Incenerimento a terra.

D11 Incenerimento in mare. VIETATO!

D12 Deposito permanente (ad esempio sistemazione di contenitori in una miniera).

D13 Raggruppamento preliminare prima di una delle operazioni di cui ai punti da D1 a D12.(2)

D14 Ricondizionamento preliminare prima di una delle operazioni di cui ai punti da D1 a D13.

D15 Deposito preliminare prima di uno delle operazioni di cui ai punti da D1 a D14 (escluso il deposito temporaneo, prima della raccolta, nel luogo in cui sono prodotti).

ALLEGATO C - Operazioni di recupero

R1 Utilizzazione principalmente come combustibile o come altro mezzo per produrre energia (nota inceneritori con recupero energetico solo ad alta efficienza ≥ 0.65)

R2 Rigenerazione/recupero di solventi

R3 Riciclaggio/recupero delle sostanze organiche non utilizzate come solventi (comprese le operazioni di compostaggio e altre trasformazioni biologiche)

R4 Riciclaggio/recupero dei metalli e dei composti metallici

R5 Riciclaggio/recupero di altre sostanze inorganiche

R6 Rigenerazione degli acidi o delle basi

R7 Recupero dei prodotti che servono a ridurre l'inquinamento

R8 Recupero dei prodotti provenienti dai catalizzatori

R9 Rigenerazione o altri reimpieghi degli oli

R10 Trattamento in ambiente terrestre a beneficio dell'agricoltura o dell'ecologia (Nota: esempio spandimento Fanghi)

R11 Utilizzazione di rifiuti ottenuti da una delle operazioni indicate da R1 a R10

R12 Scambio di rifiuti per sottoporli a una delle operazioni indicate da R1 a R11

R13 Messa in riserva di rifiuti per sottoporli a una delle operazioni indicate nei punti da R1 a R12 (escluso il deposito temporaneo, prima della raccolta, nel luogo in cui sono prodotti).

Ma come funzionano e a cosa serviranno questi due impianti? I biodigestori smaltiscono i rifiuti organici, riducono le emissioni di gas serra in atmosfera e contemporaneamente creano energia termica ed elettrica. Si tratta di impianti in cui vengono trattati, attraverso un processo di compostaggio che avviene per via anaerobica (cioè in assenza di ossigeno), i rifiuti organici domestici e gli scarti agricoli. «Cominciamo a progettare un futuro efficiente del sistema di raccolta e gestione dei rifiuti a Roma», ha commentato Gualtieri. «Il Comune e Ama lavoreranno insieme per sfruttare al

La questione rifiuti di Roma

“È normale ci siamo delle preoccupazioni sul tema, ma l’assessore Alfonsi ha rassicurato che **i nuovi impianti sono ecosostenibili**. Andremo a breve a vedere gli impianti di Bologna. Andremo avanti su quelli in programma con i fondi Pnrr e poi con gli altri che saranno indicati nel **piano industriale Ama**. Con questi **2 biodigestori** (stazioni di riciclaggio per lo smaltimento dei rifiuti organici, che trasformano in energia n.d.r.) a regime **risparmieremo 20 milioni**. Tra le priorità dei prossimi 6 mesi ci sarà il piano dettagliato di tutta l’impiantistica: è uno dei compiti che ci diamo per questo periodo. Quando avremo completato il piano lo comunicheremo”.

I biodigestori

I biodigestori sono stazioni di riciclaggio per lo smaltimento dei rifiuti organici, che trasformano in energia. Il processo, che prende il nome di digestione anaerobica (DA) si svolge in reattori chiusi (i digestori): i rifiuti vengono “digeriti” e miscelati con dei batteri; il compost così ottenuto in un secondo momento viene trasformato in biogas, una miscela costituita prevalentemente da metano e anidride carbonica.

Si tratta di una nuova tecnologia e in Italia già sono presenti soprattutto al Nord. il

l'autocompostaggio è una pratica di “compostaggio degli scarti organici dei propri rifiuti urbani, effettuato da utenze domestiche ((e non domestiche)), ai fini dell'utilizzo in sito del materiale prodotto” (articolo 183, comma 1, lettera e)

il compostaggio di comunità è una pratica di “*compostaggio effettuato collettivamente da piu' utenze domestiche e non domestiche della frazione organica dei rifiuti urbani prodotti dalle medesime, al fine dell'utilizzo del compost prodotto da parte delle utenze conferenti*” (articolo 183, comma 1, lettera qq-bis)

i criteri operativi e le procedure autorizzative semplificate sono definiti nel DM 29 dicembre 2016, n. 266: SOGGETTO COLLETTIVO-CONDUTTORE

il compostaggio “locale” è un “impianto di compostaggio aerobico di rifiuti biodegradabili derivanti da attività agricole e vivaistiche o da cucine, mense, mercati, giardini o parchi, che hanno una capacità di trattamento non eccedente 80 tonnellate annue e sono destinati esclusivamente al trattamento di rifiuti raccolti nel comune dove i suddetti rifiuti sono prodotti” (articolo 214, comma 7-bis) -> PARERE ARPA-NOMINA GESTORE

BENEFICI DEL COMPOST:

- Agricoltura e florovivaistica, ma anche nella strategia complessiva di lotta al cambiamento climatico;
- Sostituzione di materiale non rinnovabile (come la torba) o di agrochimici;
- Promozione dell'utilizzo di materie prime seconde;
- Sensibilizzazione, lotta contro lo spreco alimentare, all'usa e getta ecc.;
- Aumento della ritenzione idrica del suolo e la lavorabilità dei terreni.



Fertilità:

Capacità del terreno di consentire lo sviluppo ottimale delle piante ai fini produttivi.

Insieme di caratteristiche:

- Biologiche;
- Fisiche;
- Chimiche.



Biologiche:

La sostanza organica nel suolo può essere distinta in quattro classi:

Edaphon: è la sostanza organica costituita dalla biomassa vivente

la sostanza organica non decomposta costituita dalla biomassa morta.

la sostanza organica in via di decomposizione.

L'Humus: le sostanze organiche del terreno formatesi con la decomposizione



Compostaggio: processo biologico aerobico e controllato dall'uomo che porta alla produzione di una miscela di sostanze umificate (il compost) a partire da residui biodegradabili vegetali o di animali mediante l'azione di batteri e funghi.

Tariffa puntuale



Tariffa puntuale



Il Green Public Procurement: uno strumento strategico per il rilancio di un'economia sostenibile



La Pubblica Amministrazione è il più grande “*consumatore*” delle moderne società. È pertanto subito evidente l’importanza di una politica pubblica di “*Acquisti Verdi*”.

Con il GPP (Green Public Procurement = Acquisti verdi della Pubblica Amministrazione) la Pubblica Amministrazione diventa protagonista di una strategia di sviluppo sostenibile.

La stessa Commissione europea assegna al GPP un ruolo di carattere strategico per le politiche di sostenibilità ambientale, sociale ed economica. Grazie al GPP le Pubbliche Amministrazioni possono:

- influenzare il mercato
- le imprese e i prodotti/servizi ivi presenti,
- favorire l’integrazione delle considerazioni ambientali nelle altre politiche
- favorire, attraverso il proprio esempio, l’acquisizione di una maggiore consapevolezza ambientale da parte dei consumatori.



Il Piano d'azione nazionale sugli acquisti verdi e i “criteri ambientali minimi”



I “**Criteri Ambientali Minimi**”, o CAM, riportano delle indicazioni generali volte ad indirizzare l’ente verso la razionalizzazione dei consumi e degli acquisti e forniscono delle “considerazioni ambientali” propriamente dette, collegate alle diverse fasi delle procedure di gara (oggetto dell’appalto, specifiche tecniche, caratteristiche tecniche premianti collegate alla modalità di aggiudicazione all’offerta economicamente più vantaggiosa, condizioni di esecuzione dell’appalto) e volte a qualificare ambientalmente sia le forniture che gli affidamenti lungo l’intero ciclo di vita del servizio/prodotto.

Tra i vari CAM pubblicati vi sono da segnalare quelli per i servizi di:

- Gestione Rifiuti
- gestione del verde pubblico e la fornitura di prodotti per la cura del verde
- ristorazione collettiva e fornitura derrate alimentari

<https://www.youtube.com/watch?v=uhvzqW8JydI>

4-4-2020

GAZZETTA UFFICIALE DELLA REPUBBLICA ITALIANA

Serie generale - n. 90

DECRETI, DELIBERE E ORDINANZE MINISTERIALI

MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE

DECRETO 10 marzo 2020.

Criteri ambientali minimi per il servizio di gestione del verde pubblico e la fornitura di prodotti per la cura del verde.

IL MINISTRO DELL'AMBIENTE
E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO
E DEL MARE

Visto l'art. 34 del decreto legislativo 18 aprile 2016, n. 50, recante «Criteri di sostenibilità energetica ed ambientale» che stabilisce che le stazioni appaltanti contribuiscono al conseguimento degli obiettivi ambientali pre-

Valutato che l'attività istruttoria per la predisposizione dei nuovi Criteri ambientali minimi per il servizio di progettazione e manutenzione del verde pubblico e per la fornitura di prodotti per la gestione del verde è stata improntata al conseguimento di detti obiettivi prioritari e ha previsto inoltre un costante confronto con le parti interessate e con esperti, così come prevede il citato Piano d'azione;

Decreta:

Art. 1.

Oggetto e ambito di applicazione

1. Ai sensi e per gli effetti dell'art. 34 del decreto legislativo 18 aprile 2016, n. 50, sono adottati i criteri ambientali minimi di cui all'allegato 1, parte integrante del presente decreto, per i seguenti servizi e forniture:

Criteri ambientali minimi per il servizio di ristorazione collettiva e fornitura di derrate alimentari.

E' previsto che le eccedenze di cibo servito siano raccolte direttamente nella sala mensa, per poi essere destinate all'alimentazione degli animali (in canili o in gattili) oppure destinate a recupero in sistemi di compostaggio di prossimità se presenti in zone limitrofe o, in ultima analisi, nei contenitori adibiti alla raccolta della frazione umida.

..Per i rifiuti organici generati è auspicabile che il servizio mensa possa rientrare in progetti territoriali di compostaggio di prossimità, dal compostaggio di comunità al compostaggio locale se attivi.



Servizio Gestione rifiuti

Indicazioni per la Stazione appaltante:

4.2.7 Autocompostaggio

4.2.8 Compostaggio di comunità

4.2.14 Gestione e manutenzione dei contenitori per la raccolta di rifiuti

Criteria

4.3.4 Promozione e sostegno dell'autocompostaggio e del compostaggio di comunità





Nel progetto, a cura della stazione appaltante, devono esserci:

- criteri di scelta delle specie vegetali (arboree, arbustive e erbacee) da selezionare e i criteri per la loro messa a dimora;
- soluzioni adottate per la conservazione e la tutela della fauna selvatica ove pertinente;
- migliore gestione delle acque (anche quelle meteoriche), tenendo conto della fascia climatica e della morfologia dell'area, della tipologia e concentrazione degli inquinanti, delle caratteristiche dei suoli e della fragilità delle falde;
- eventuali interventi di ingegneria naturalistica atti alla sistemazione idrogeologica di scarpate o alla riqualificazione dei versanti o corsi d'acqua, ove pertinente;
- impianti di illuminazione pubblica;
- eventuali opere di arredo urbano;
- indicazioni per la gestione dei cantieri per la nuova realizzazione o per la riqualificazione di aree verdi;
- piano di gestione e manutenzione delle aree verdi;
- eventuale predisposizione di un'area di compostaggio all'interno del sito al fine di produrre terriccio riutilizzabile come fertilizzante per la cura dell'area verde.

Predisposizione di un'area di compostaggio.

Ove la dimensione dell'area verde da progettare lo consenta, è prevista la predisposizione di un'area di compostaggio delimitata da un'adeguata recinzione che vieti l'accesso ai non addetti ai lavori. Tale area è realizzata favorendo le migliori condizioni climatiche che con gli opportuni accorgimenti e pratiche consentano un processo naturale di decomposizione ottimale per l'ottenimento di un terriccio ricco di humus da impiegare come fertilizzante all'interno del sito stesso.



B) Clausole contrattuali.

1. Clausola sociale.(CCNL)
2. Sicurezza dei lavoratori (Anche formazione, dpi)
3. Competenze tecniche professionali (qualifica manutentore del verde)
4. Rapporto periodico (relazione annuale rispetto requisiti)
5. Formazione continua (anche sui rifiuti)
6. Piano della comunicazione (coinvolgimento cittadini)
7. Aggiornamento del censimento (es. alberi?)
- 8. Reimpiego dei materiali residuali (cfr dopo)**
9. Rispetto della fauna (minor disturbo, fertilizzazione con sostanze naturali tipo compost)
10. Inerenti meccanici (non provocare danni, meglio elettriche)
11. Manutenzione del patrimonio arboreo e arbustivo. (potature ecc.)
12. Manutenzione delle superfici prative.(mulching)
13. Prodotti fitosanitari. (lotta biologica e difesa integrata)
14. Attrezzature per la distribuzione dei prodotti fitosanitari. (manutenzione)
15. Prodotti fertilizzanti (proibita torba, in alternativa compost)
16. Monitoraggio degli impianti di irrigazione. (adattamento al cambiamento climatico)
17. Gestione dei rifiuti (individuare la competenza)
18. Oli biodegradabili per la manutenzione delle macchine. (Almeno 60% biodegradabili)



8. Reimpiego di materiali organici residuali.

I residui organici generati da interventi di manutenzione ordinaria delle aree verdi quali sfalci e potature, devono essere preferibilmente compostati in loco o cippati « in situ » e, ove tecnicamente possibile, utilizzati come pacciame nelle aree idonee per ridurre il fenomeno di evaporazione dal terreno.

Qualora le attività suddette non possano essere svolte interamente nelle aree verdi gestite nell'ambito del contratto, le eccedenze di tali materiali organici devono essere compostate all'interno dei terreni di proprietà della ditta appaltatrice, se disponibili, o in impianti autorizzati, oppure, ove abbiano le caratteristiche fisiche adeguate, devono essere recuperate in microfiliere per la realizzazione di arredi.

Verifica: relazione tecnica che definisce le operazioni eseguite per reimpiegare il materiale generato dalle attività di manutenzione supportata da copie di eventuali accordi con terzi per l'impiego del materiale in altre biofiliere (preferibilmente compostaggio).

CRITERI PREMIANTI

1. Educazione ambientale (Scuole)
2. Criteri sociali
3. Sistemi di gestione ambientale (UNI 14001 ..)
4. Incidenza trasporti (minimizzazione, basse o zero emissioni)
5. Utilizzo di macchine ed attrezzature a basso impatto ambientale. (a batteria)
6. Utilizzo di attrezzature per la distribuzione dei prodotti fitosanitari a basso impatto ambientale. (irrorazione di precisione)
7. Uso esclusivo di metodi fisico-meccanici per la cura delle piante. (no fotosanitari)
8. Miglioramento (upgrade) del censimento
9. **Valorizzazione e gestione del materiale residuale.**



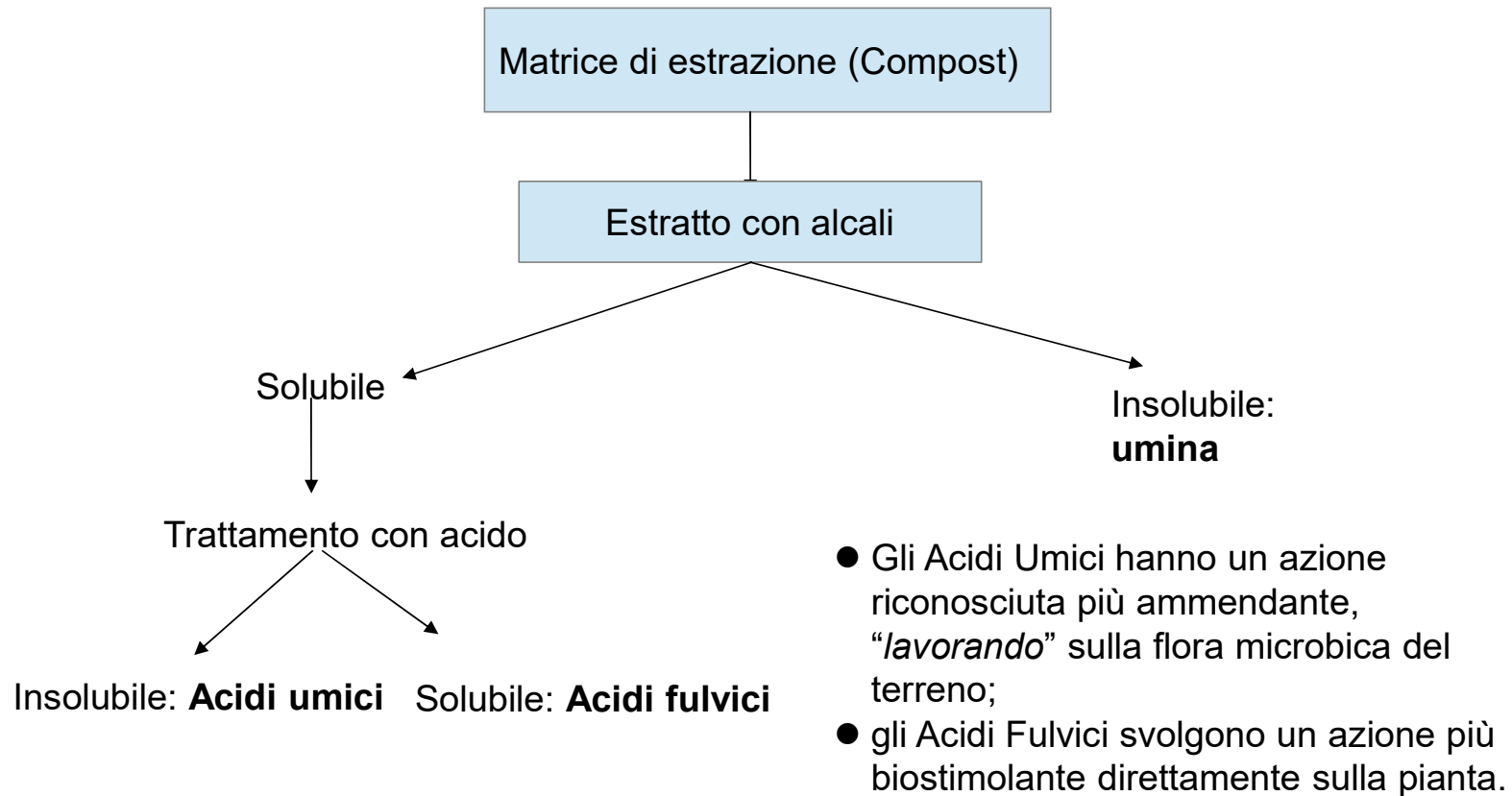
9. Valorizzazione e gestione del materiale residuale.

Si attribuisce un punteggio tecnico premiante nel caso in cui l'offerente si impegni a valorizzare il materiale residuale generato dalle attività di manutenzione delle aree verdi (ramaglie, erba, potature, foglie secche) mediante sua consegna a sistemi di compostaggio di prossimità quale materiale strutturante.



Sostanze humiche

Rappresentano la sostanza organica più diffusa:
nei terreni circa l'80%.



Coefficiente Isoumico

TRASFORMAZIONE DELLA S.O. NEL TERRENO, BILANCIO DELLA S.O. E BILANCIO UMICO.

Coefficiente isoumico: Quantità di humus stabile formato (dopo la decomposizione, tempo minimo 3 anni) dall' unità di peso di un determinato materiale organico (**K₁**)

Dipende principalmente dalle caratteristiche del materiale organico di partenza.

prodotto	sostanza secca %	sostanza organica %	rapporto C/N	coeff. isoumico (K ₁)	humus stabile prodotto per q.le di prodotto tal quale (K ₁ X S.O.) kg
Residui vegetali					
residui di mais	84,4	76,63	52	20%	15,326
paglia avena	87,00	80,64	100	15%	12,036
paglia grano	88,91	82,79	111	15%	12,418
paglia orzo	86,40	81,14	87	15%	12,170
paglia segale	88,50	83,99	63	15%	12,600
piante girasole	85,00	55,00	30	20%	11,000
piante sorgo secco	85,00	66,00	95	20%	13,200
sanse olive	91,51	68,55	32	20%	13,700
bucce pomodoro	90,00	86,50	31	20%	17,00
farina vinaccioli	89,00	86,25	23	20%	17,00

Coefficiente Isoumico e terreni

Sabbia	0,025
Sabbia-limo	0,02
Sabbia-argilla	0,018
Limo-argilla	0,012
Limo	0,015
Limo leggero	0,017
Argilla	0,010
Argilla-sabbia	0,012
Terreno calcareo (+ di 20%)	0,08
Terreno calcareo (+ di 50%)	0,004

Coefficiente di distruzione dell'Humus o tasso di mineralizzazione

E' la frazione di humus che viene annualmente mineralizzato, asportato e lisciviato dal terreno (K₂). Dipende principalmente dal tipo di terreno in funzione della sua macroporosità e relativo potenziale redox. Varia tra 2.5% (terreni sabbiosi) all' 1% (terreni argillosi)

TIPO DI TERRENO	argilla ‰	calcare ‰	pH	K ₂ %
Sabbioso neutro	50	2	7.0	2.0
Sabbioso acido	50	0	5.0	1.0
Sabbioso calcareo	50	100	8.0	1.7
Limoso medio	150	2	7.5	1.6
Limoso argilloso	220	2	7.5	1.3
Limoso calcareo	100	300	8.1	0.9
Argilloso	380	2	7.5	1.0
Argilloso calcareo	300	150	8.0	0.7

Uso del Compost

Assunzioni:

Peso specifico del terreno di medio impasto lavorato a 30 cm di profondità: $1,2 \text{ t/m}^3$
massa considerata = $10000 \text{ m}^2 \times 0,3 \text{ m} \times 1,2 = 3600 \text{ t}$

Sostanza organica 2% = 72 t

Coefficiente di mineralizzazione del 2% (humus mineralizzato): $72000 \times 0,02 = 1440$
kg

Necessità di compost per reintegrare la sostanza organica mineralizzata su un ettaro:

$1440 \text{ kg/soc/K/U} = 28.800 \text{ kg} = 29 \text{ t/ha.}$

con:

soc = sostanza organica % del compost (50% nell'esempio);

K = coefficiente isoumico % del compost (20% nell'esempio);

U = umidità % del compost (50% nell'esempio).

Si suggerisce l'uso di 20-30 t/ha di compost.

Ferilità fisica: la tessitura del terreno

Scheletro (>2 mm)

E:

Sabbia grossa 2.0 - 0.2 mm

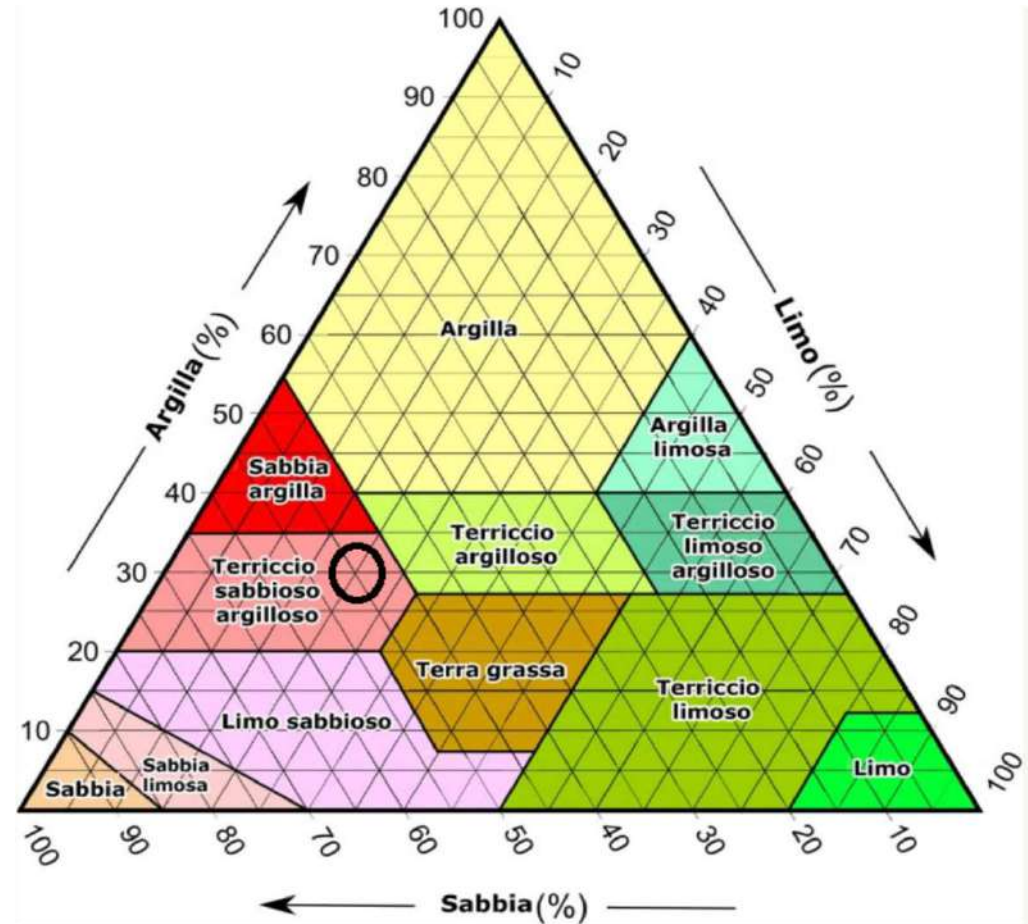
Sabbia fine 0.2 - 0.05 mm

Limo grosso 0.05 - 0.02 mm

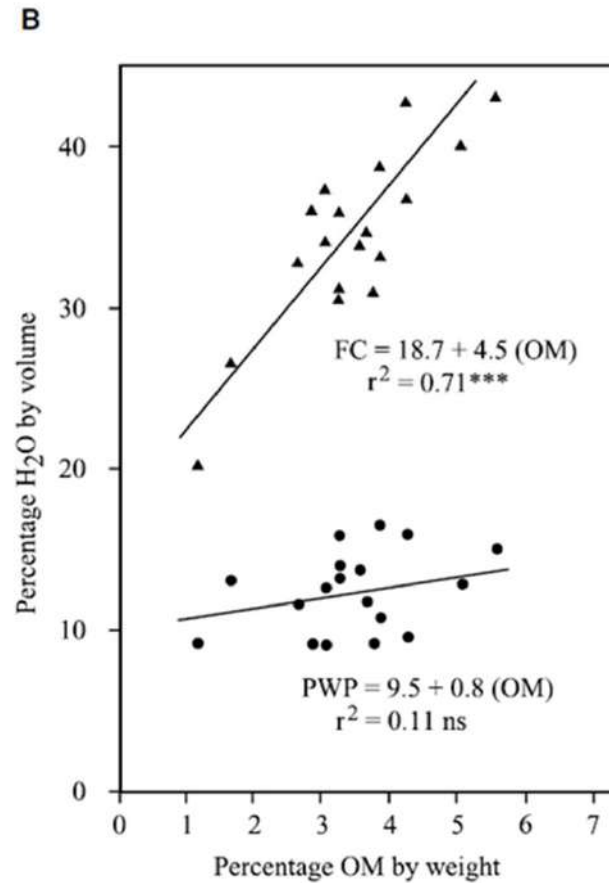
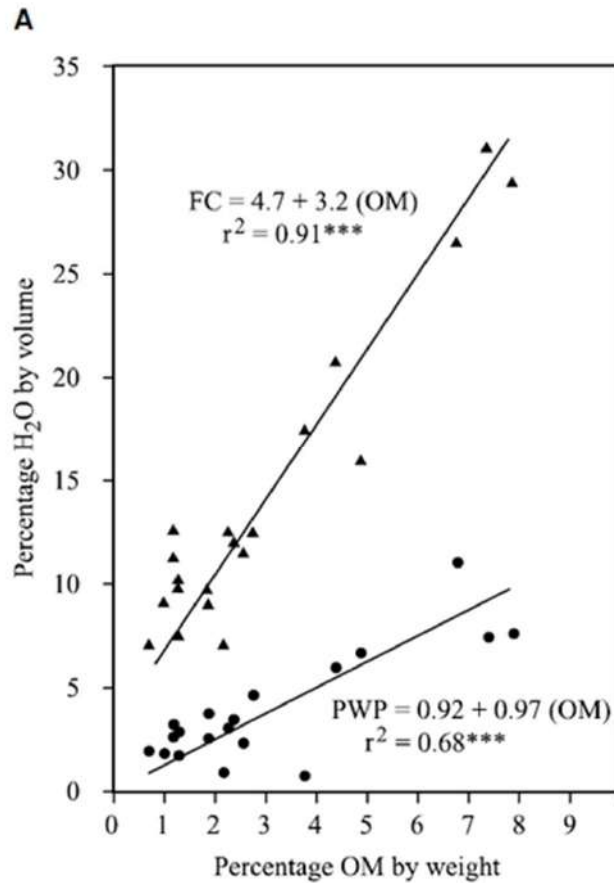
Limo fine 0.02 - 0.002 mm

Argilla < 0.002 mm = 2 micron

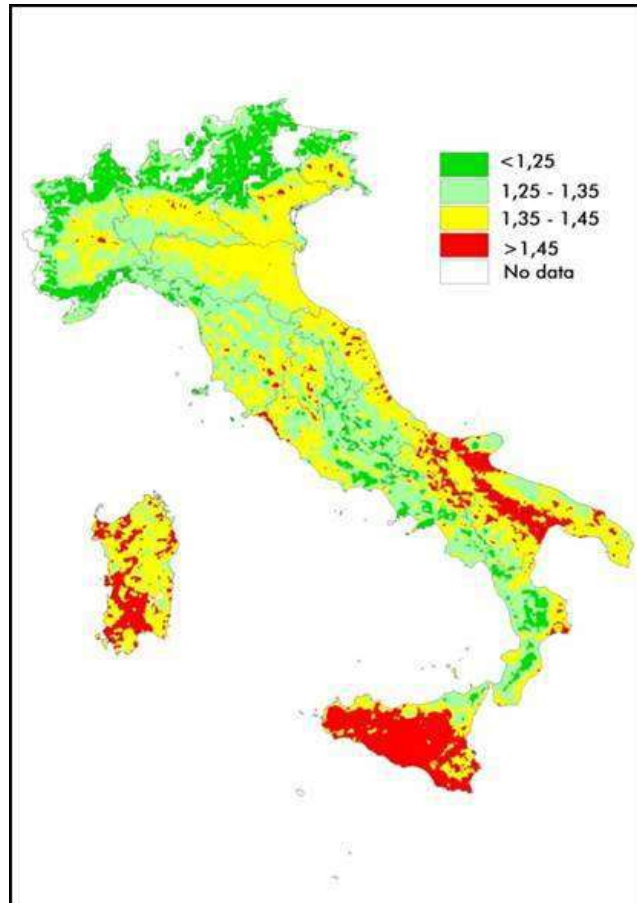
Definizione USDA



Contenuto d'acqua alla capacità del campo (FC) e punto di appassimento permanente (PWP) per suoli strutturati sabbiosi (A) e limo-limosi (B)



Desertificazione

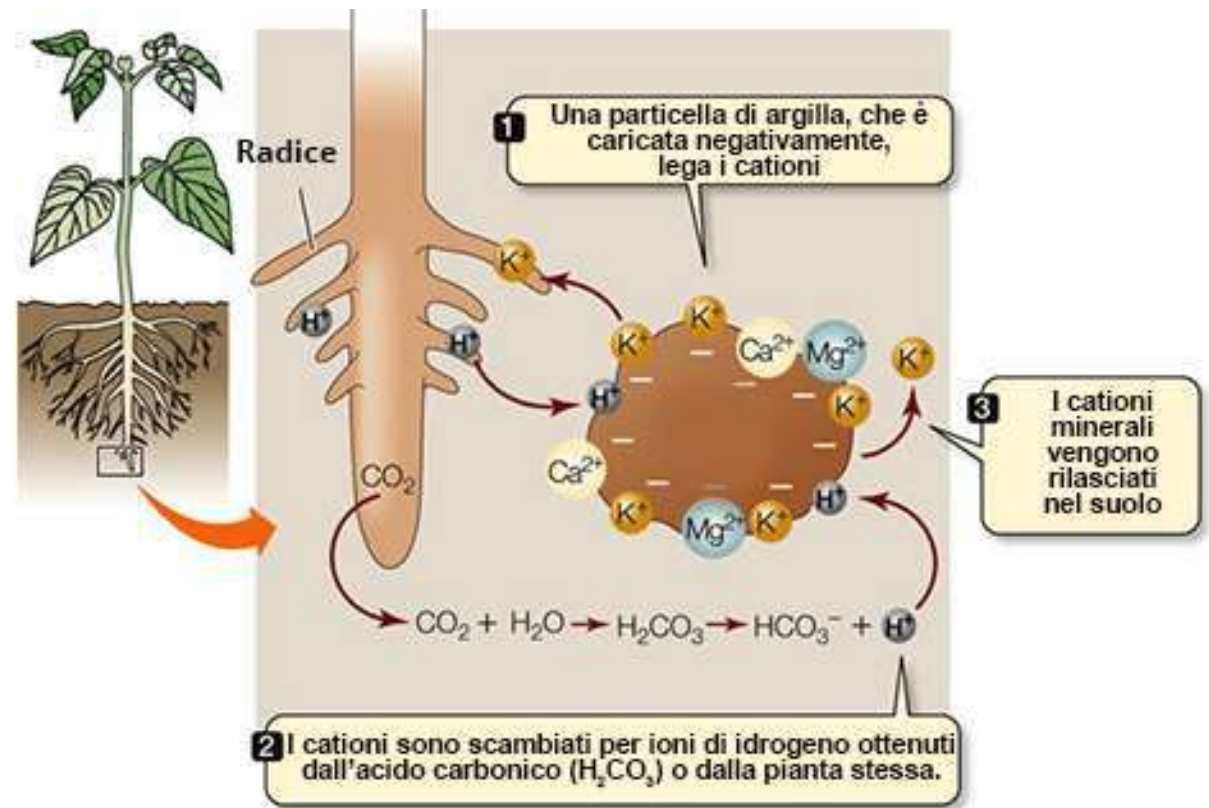


Fonte: L. Perini, L. Salvati, T. Ceccarelli, S. Sorrenti, M. Ziti, 2008, La desertificazione in Italia, Bonanno Editore.

La fertilità chimica di un suolo:

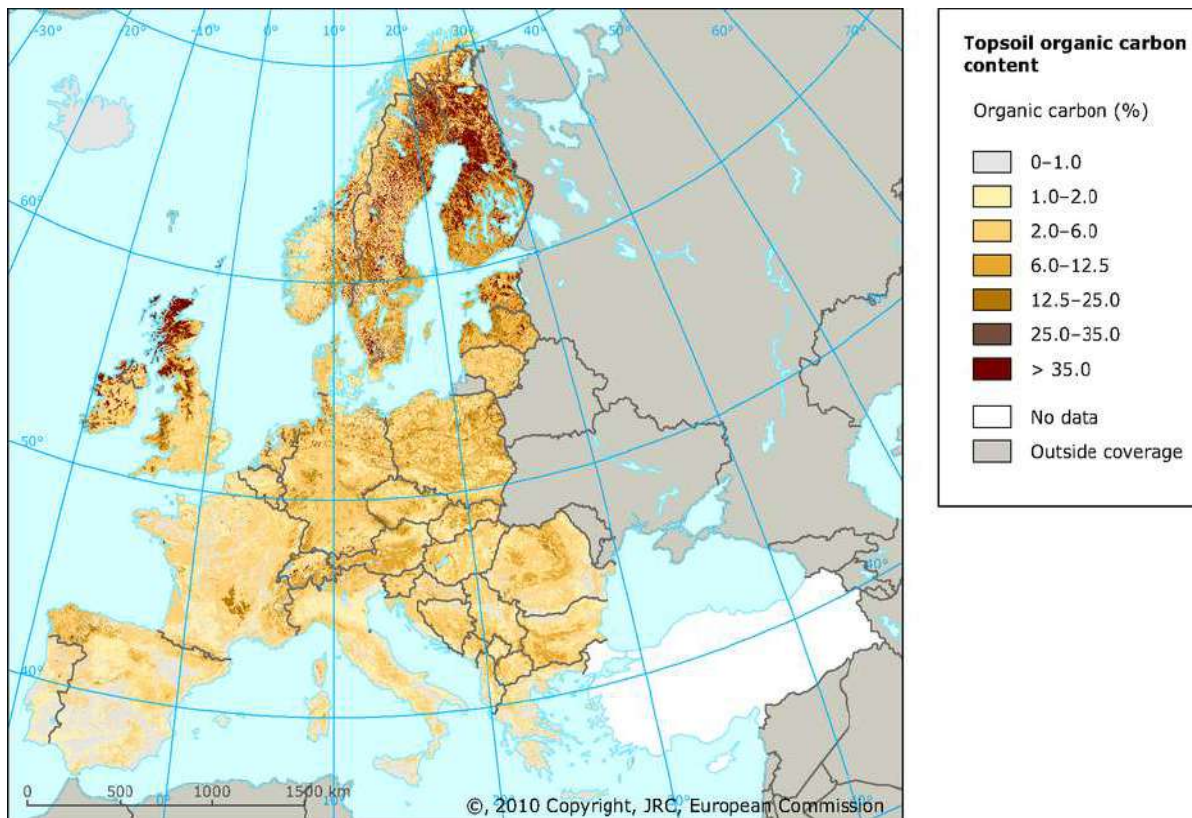
capacità continuata nel tempo di fornire gli elementi della nutrizione minerale delle piante

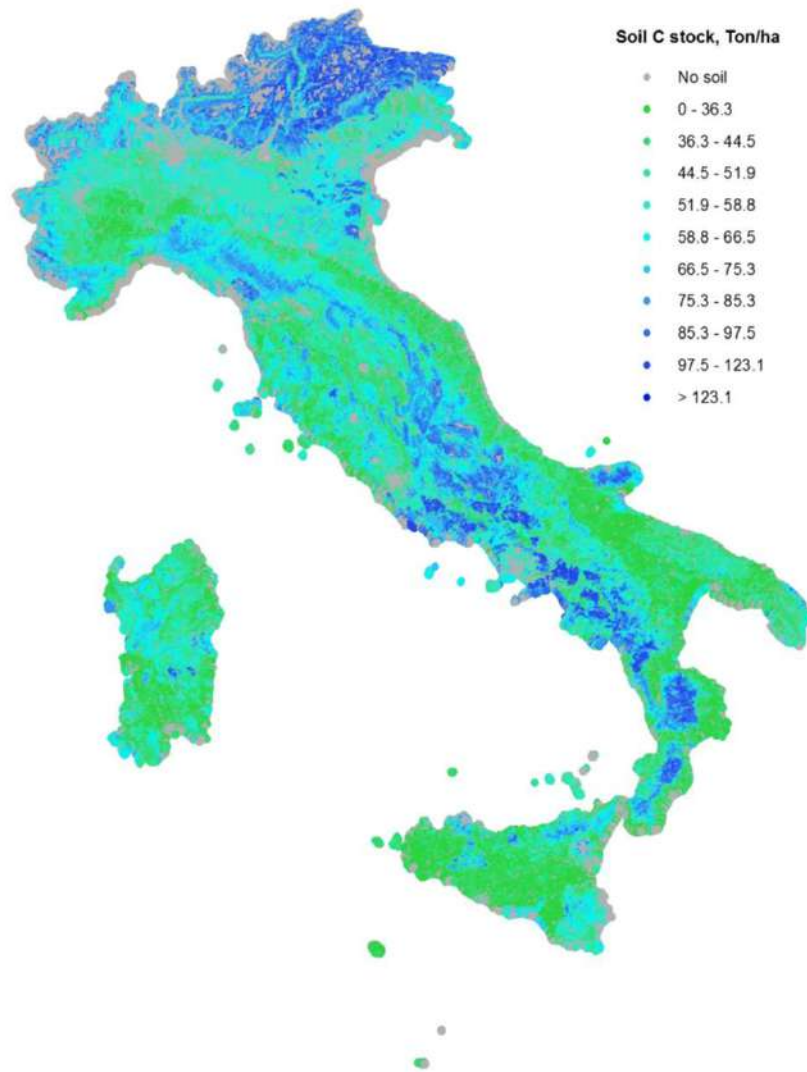
Carbonio totale e organico
Azoto totale e organico
Scambio cationico (CSC)



Sud Europa: C nel suolo

Fonte: European Soil Bureau

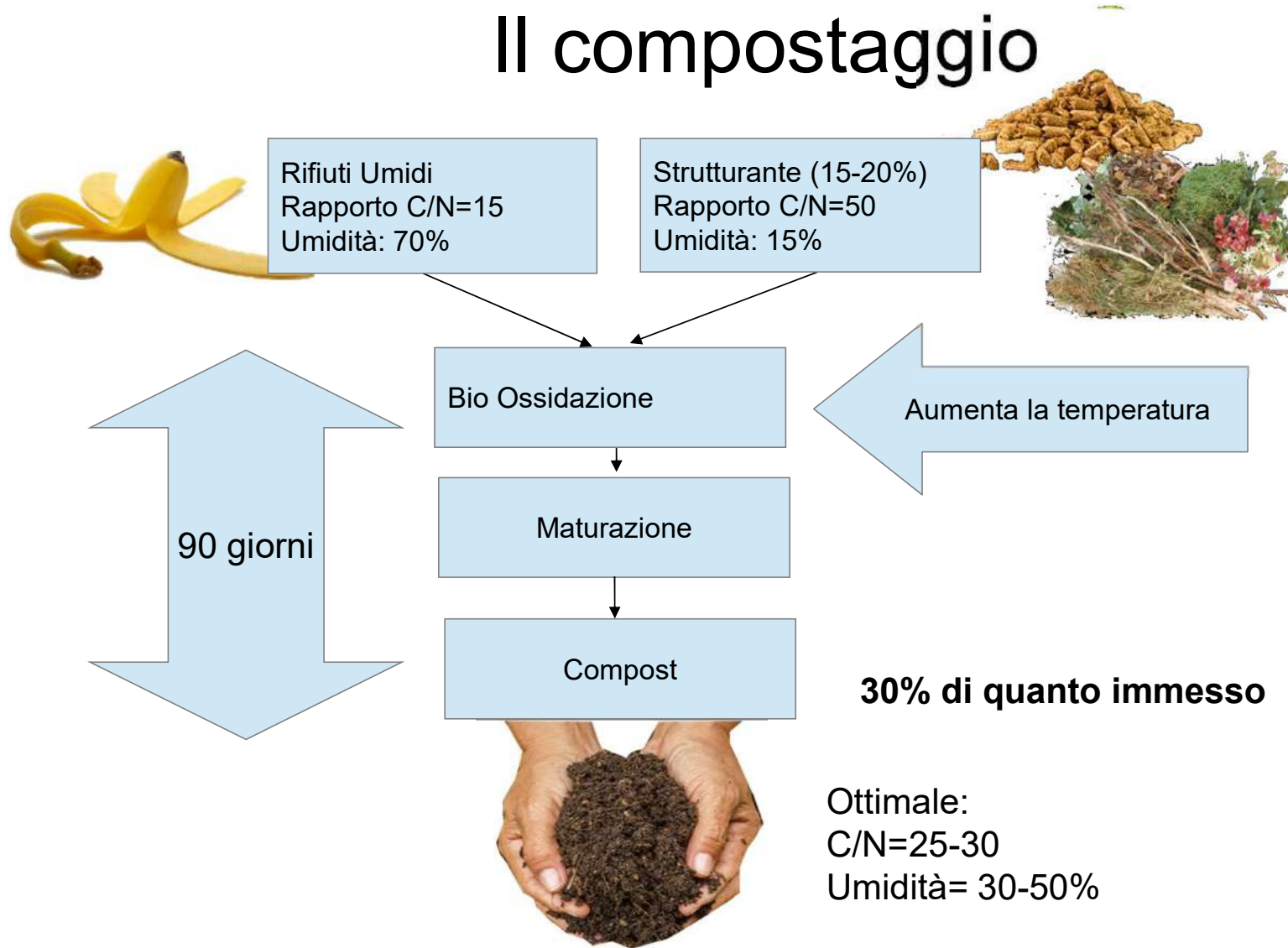




Per il suolo italiano, estremamente povero di carbonio organico.
Utilizzare tutte le risorse possibili come **ammendanti**.

**Progetto 4 X 1000
COP21 del 2015**

Il compostaggio



Le scale del compostaggio

- Grandi impianti
- Piccoli impianti
- Compostaggio locale
- Compostaggio di comunità
- Auto compostaggio



Decreto fertilizzanti

Concimi

Ammendanti

l'Ammendante compostato verde (ACV) ha un titolo NPK 1,7:0,7:1,3, caratteristica che, unitamente ad una dotazione media di carbonio organico pari al 25,5% della SS e alla bassa salinità (23,3 meq/100 g Sostanza Secca), lo rendono idoneo soprattutto nel settore del florovivaismo in sostituzione delle torbe;

l'Ammendante compostato misto (ACM) e quello con fanghi (Acf), invece, hanno un buon contenuto medio sia di elementi fertilizzanti (titolo NPK 2,3:1,4:1,4) che di carbonio organico (26,4% SS) e trovano la loro principale applicazione nell'agricoltura in pieno campo, in aggiunta/integrazione dei concimi minerali, organici e letame.

Compost - Allegato 2 D.lgs. 75/2010

PARAMETRO	LIMITE
Umidità	<50%
pH	6-8,8
Azoto Organico ss	> 80% of total Nitrogen
Carbonio Organico ACM-ACV	≥20% d.m.
Rame – Cu	230 p.p.m d.m.
Zinco– Zn	500 p.p.m d.m.
Pimbo - Pb	140 p.p.m d.m.
Cadmio - Cd	1,5 p.p.m d.m.
Nichel- Ni	100 p.p.m d.m.
Mercurio - Hg	1,5 p.p.m d.m.
Cromo VI	0,5 p.p.m d.m.
Plastica, vetro e metalli ($\varnothing \leq 0,2$ mm)	≤ 0,5 % d.m.
Inerti (pietre, litoidi) ($\varnothing \leq 5$ mm)	< 5% d.m.
Salmonelle	absent in 25 g f.m.
Escherichia Coli	≤ 1×10^3 UFC per g
Indice di Germinazione	>60%

Cumuli



Compostiere domestiche





Nuovi tipi
di compostiere
domestiche

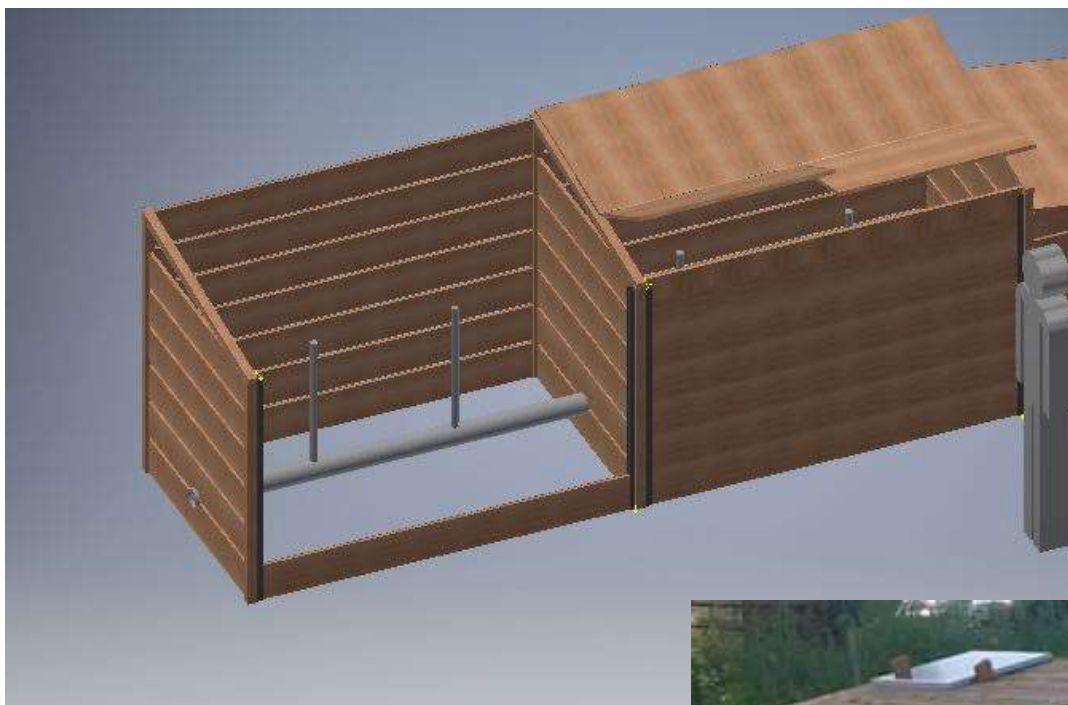




Andane







Casse statiche:
esempio di
Berceto





Chalet del COMPOSTAGGIO

Indicazioni per gli utenti

- Differenziare a cura di esperti di rifiuti e portarli alle isole di raccolta o al servizio di raccolta.
- Avvicinare nella parte dello chalet marcati agli "scarti organici" (senza sacchetti) (senza l'impugnatura e l'impugnatura).
- Periodicamente verrà commissionato l'uso. Il compost sarà pronto per l'uso a partire da 6 mesi.

Cosa si può mettere nello chalet

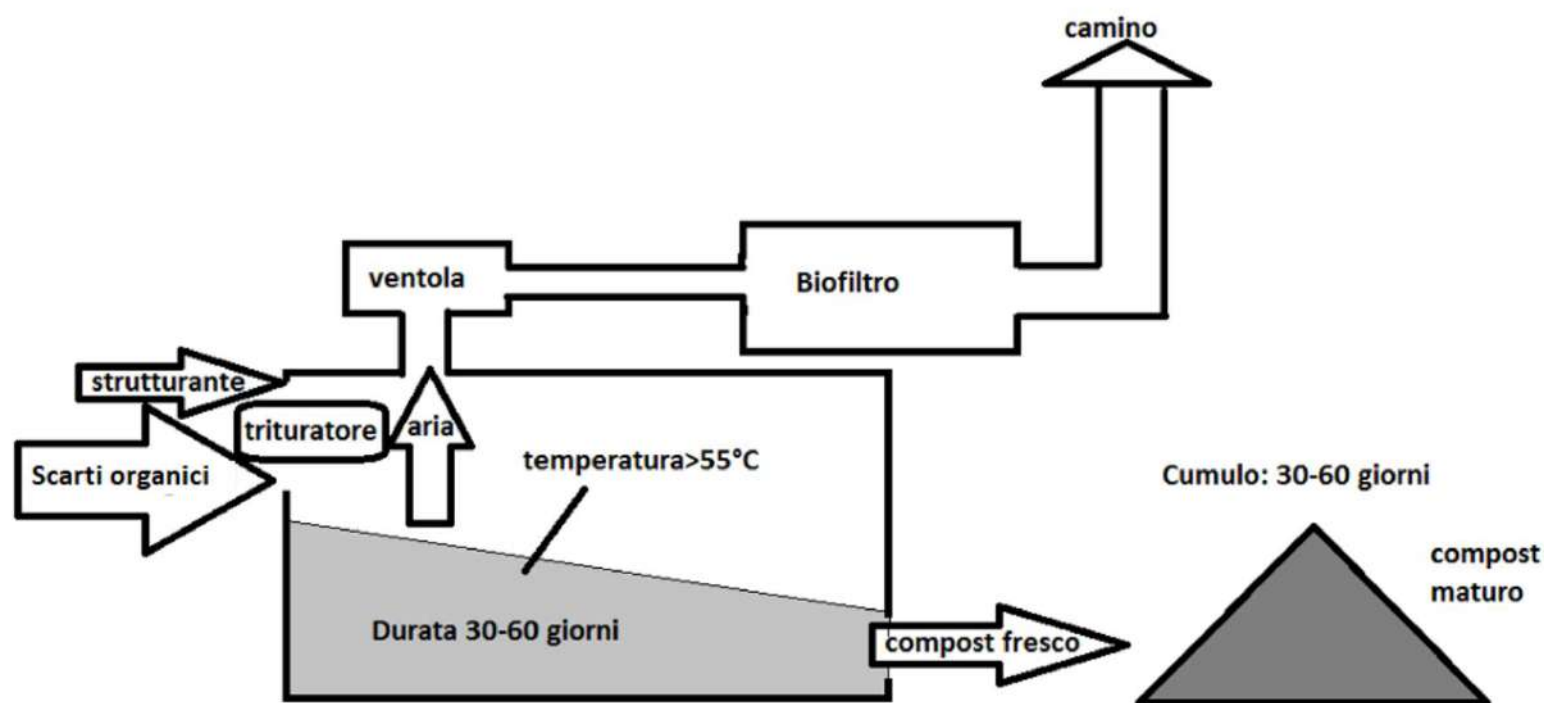
- Verde:** Avanzi di cucina, Alimenti vegetali, Cusci di letto e saponi, Fusti di caffè, fusti di tè, Fiori recisi, erbe, paglia, Cusci di lana.
- Giallo:** Avanzi di frutta, gusci di uova, scarti di ortaggi, foglie di piante composte, Ceneri di legno.
- Rosso:** Avanzi di carne, ossa, latte, panna, saponi, oli, fusti di detersivi, fusti di prodotti per la pulizia, fusti di prodotti per la cura della persona.

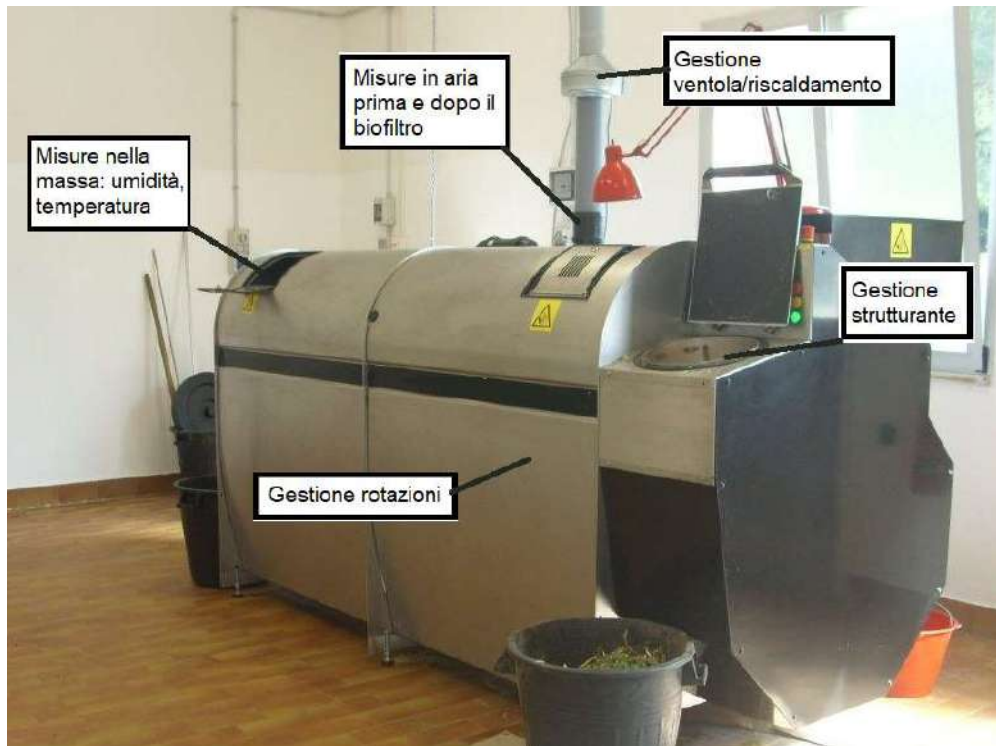
Per la buona riuscita del processo...

- Un volume di rifiuti aggiuntivo qualitativamente notevole.
- Seguire "strutturazione".
- Un processo strutturato garantisce il successo del compostaggio.
- In questo momento di emergenza sanitaria, ridurre il consumo di acqua e energia.
- Evitare di usare prodotti di pulizia e di cura della persona.

CSA

Schema di un compostatore elettromeccanico





Melpignano (LE)





Compostaggio

Acea Smart Comp

Gestione e valorizzazione dei rifiuti

Una soluzione innovativa per il rifiuto organico che viene trasformato in compost direttamente dove viene prodotto e abbatte le emissioni di CO2 e i costi di raccolta e trattamento.



Il compostaggio diffuso

Esempio di collocazione in un parco pubblico (Tivoli): compostaggio di comunità





Cuccaro Vetere

www.associazioneitalianacompostaggio.it

Biocelle, Inserimento BATCH: tutto in una volta





[www.associazioneitalianacompostaggio
io.it](http://www.associazioneitalianacompostaggio.it)

Stutturante



Produzione sfalci e potature

Fonte	Stima	Note
	t/ha	
ADR	30	Aeroporti di Roma taglio erba
Parco Gran Sasso	30-40	fieno per ettaro prato classe V
Wikipedia	10	Prato stabile
Provincia Varese	13-20	Prato non irrigato
Regione Sicilia	22	Media, Valori da 10 a 50

Biotrituratori



Caravaggi Bio 150
Euro 2300
Fonte:
Compost sharing

VAGLI



Sacchi compostabili

Dalle certificazioni

CIC	VINCOTTE	DIN CERTCO
		



Gli standard di riferimento che consentono di definire una materia plastica come biodegradabile e/o compostabile sono determinati

- dalla norma tecnica **UNI EN 13432**, relativa ai soli imballaggi
- dalla UNI EN 14955 relativa alle materie plastiche, che riguarda la “*valutazione della compostabilità-schema di prova e specificazioni*”,
- dalla ISO 17088 “Specification for compostable plastics”.

Per questi standard un prodotto è definito compostabile quando soddisfa essenzialmente quattro criteri:

- a) deve essere biodegradabile (> 90%) in un processo di compostaggio;
- b) deve disintegrarsi in un ciclo di trattamento (90 giorni);
- c) non deve avere effetti tossici sul compost prodotto;
- d) non deve alterare il processo di compostaggio.

	Sostanza secca (kg/t t.q.)	Sostanza organica (kg/t t.q.)	N (kg/t t.q.)	P ₂ O ₅ (kg/t t.q.)	K ₂ O (kg/t t.q.)
Letame bovino	250	188	5,0	2,5	7,0
ACV	536	379	8,0	3,7	6,4
ACM	678	507	15,6	12,4	11,4

Valori medi provenienti dalla banca dati sugli ammendanti di A.R.P.A.V. - Osservatorio Regionale per il Compostaggio

Dosi di compost (t/ha) per il mantenimento della dotazione di sostanza organica nei suoli				
Contenuto in sostanza organica del suolo (% ss)	Dose di compost con contenuto in sostanza organica (% s.s.)			
	35 ÷ 40	40 ÷ 45	45 ÷ 50	50 ÷ 55
<1,5	24 - 31	21 - 27	19 - 24	17 - 22
1,5+2,0	32 - 41	28 - 36	25 - 32	23 - 29
>2,0	42 - 51	37 - 45	33 - 40	30 - 36

(tratto da Centemero, 2006)

P₂O₅= Anidride fosforica K₂O=Ossido di potassio

CONFRONTO TRA ASPORTAZIONI MEDIE ED APPORTI MEDI DI NUTRIENTI CON COMPOST PER LE PRINCIPALI COLTURE ERBACEE DA RINNOVO				
Colture da rinnovo		N (kg/ha)	P ₂ O ₅ (kg/ha)	K ₂ O (kg/ha)
Mais (resa granella: 10t/ha)	Asportazioni	220-245	95-105	185-210
	Apporti efficienti (dose 33t/ha) con compost	116	243	232
Sorgo (resa granella: 7-8t/ha)	Asportazioni	180-210	70-80	105-120
	Apporti efficienti (dose 28t/ha) con compost	98	120	194
Barbabietola da zucchero (resa: 50-60t/ha)	Asportazioni	135-160	70-85	300-350
	Apporti efficienti (dose 21t/ha) con compost	74	91	147
Girasole (resa granella: 2,5-3,5t/ha)	Asportazioni	125-170	50-70	240-340
	Apporti efficienti (dose 21t/ha) con compost	74	91	147
Cereali autunno-vernini		N (kg/ha)	P ₂ O ₅ (kg/ha)	K ₂ O (kg/ha)
Fruento tenero (resa granella: 6-7t/ha)	Asportazioni	150-170	60-70	80-95
	Apporti efficienti (dose 23t/ha) con compost	80	98	159
Fruento duro (resa granella: 6-7t/ha)	Asportazioni	160-190	60-70	80-95
	Apporti efficienti (dose 25t/ha) con compost	88	108	174
Orzo (resa granella: 5-6t/ha)	Asportazioni	105-125	50-60	80-95
	Apporti efficienti (dose 16t/ha) con compost	58	71	115
Colture foraggere		N (kg/ha)	P ₂ O ₅ (kg/ha)	K ₂ O (kg/ha)
Graminacee (resa SS: 10-12t/ha)	Asportazioni	130-215	45-80	190-330
	Apporti efficienti (dose 25t/ha) con compost	86	106	172
Prati polifiti (resa SS: 11-13t/ha)	Asportazioni	300-360	60-70	300-350
	Apporti efficienti (dose 60t/ha) con compost	150	256	415
Erba medica (resa SS: 10-12t/ha)	Asportazioni	270-320	60-75	190-230
	Apporti efficienti (dose 60t/ha) con compost	150	256	415

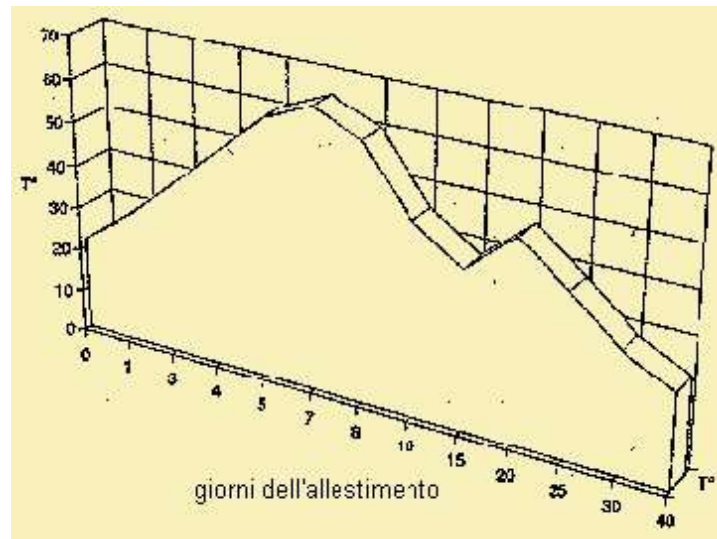
(Tratto da: Osservatorio Regionale per il compostaggio dell'Arpav - Terra e Vita n°27/2007- modificato)

TIPO DI IMPIEGO	DOSE E TECNICA DI APPLICAZIONE	BENEFICI
Fertilizzazione preimpianto	<ul style="list-style-type: none"> - 50-100 t/ha - Applicazione in superficie a pieno campo e interramento con le lavorazioni convenzionali 	<ul style="list-style-type: none"> - Reintegrazione della sostanza organica - Interramento di elementi nutritivi poco mobili (P e K)
Fertilizzazione in copertura	<ul style="list-style-type: none"> - 40-60 t/ha ogni 2-3 anni - Applicazione in superficie a pieno campo o localizzata nel sottofilare, con o senza interramento mediante le lavorazioni 	<ul style="list-style-type: none"> - Reintegrazione della sostanza organica - Restituzione degli elementi nutritivi asportati con le produzioni - Mantenimento di un adeguato equilibrio vegeto-produttivo
Pacciamatura	<ul style="list-style-type: none"> - 30-100 t/ha ogni 2-3 anni - Distribuzione localizzata nel sottofilare: distribuire uno strato di compost per ca. 4-6 cm di spessore 	<ul style="list-style-type: none"> - Controllo delle infestanti - Miglioramento del bilancio idrico e riduzione delle escursioni termiche - Restituzione degli elementi nutritivi asportati con le produzioni
Applicazione in buca di piantagione	<ul style="list-style-type: none"> - 5-20 t/ha in funzione del sesto di impianto - Applicazione direttamente a contatto con gli apparati radicali al momento dell'impianto 	<ul style="list-style-type: none"> - Favorire l'attecchimento - Migliorare l'ambiente edafico intorno alle radici

(tratto da Centemero)

LE FASI DEL COMPOSTAGGIO

1. DECOMPOSIZIONE: mese 1°. Per primi entrano in azione i batteri termofili che, grazie alla presenza di ossigeno, attaccano la materia organica più facilmente degradabile (zuccheri, amminoacidi, proteine, grassi) sviluppando calore: si ha un progressivo innalzamento delle temperature della massa di rifiuti (anche 70° C). In questa fase la massa viene purificata dai microrganismi dannosi e dagli agenti patogeni presenti negli scarti.



LE FASI DEL COMPOSTAGGIO

2. TRASFORMAZIONE: mese 2°. La temperatura **scende** fino a circa 25 °C, per l'attività di batteri e funghi decompositori.

Il cumulo diminuisce di volume per l'evaporazione dell'acqua contenuta nei residui organici.

3. MATURAZIONE: mese 3°. La temperatura **scende** ulteriormente. L'intervento di piccoli invertebrati, quali **lombrichi**, lumache opilionidi, centopiedi e alghe azzurre, completa la maturazione del compost riducendolo in humus.

Gli agenti del processo di compostaggio

Fonte: La tecnologia del compostaggio ARPAV

TEMPERATURA °C	
MICROORGANISMI PSICROFILI	$0 < t < 30$
MICROORGANISMI MESOFILI	$30 < t < 45$
MICROORGANISMI TERMOFILI	$45 < t < 90$

MICROORGANISMI	TEMPERATURA °C	
	<40	40 < t < 70
BATTERI		
mesofili	10^8	10^6
termofili	10^4	10^9
ATTINOMICETI		
termofili	10^4	10^8
FUNGHI		
mesofili	10^6	10^3
termofili	10^6	10^7

Batteri: organismi unicellulari

Attinomiceti: Gram positivi, simili ai funghi

Intervallo di temperatura termofili:

50-60 gradi

Non maggiore di 80°

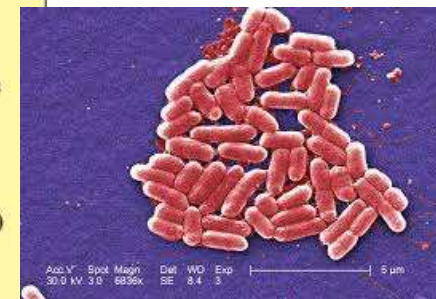
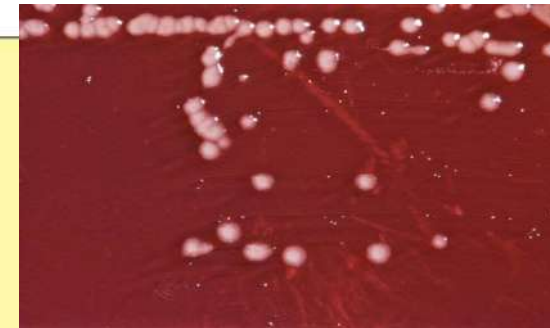
Nota: Si definiscono Gram-positivi quei batteri che rimangono colorati di blu o viola dopo aver subito la colorazione di Gram. Si contrappongono ai batteri Gram-negativi, che invece subiscono la decolorazione

BATTERI ETEROTROFI

BATTERI AUTOTROFI

I primi, che nel compostaggio sono nettamente prevalenti, utilizzano esclusivamente come fonte di carbonio quello organico e possono utilizzare anche l'azoto organico; i secondi utilizzano come fonte di carbonio quello minerale (anidride carbonica e carbonati) e come fonti di azoto l'ammoniaca, i nitriti, i nitrati e l'azoto gassoso.

BATTERI	FAMIGLIA	GENERE
Pseudomonadales		Pseudomonas, Nitrosomonas, Nitrobacter Thiobacillus, Vibrio, Acetobacter (tutti Gram -)
Hypomicrobiales		Hypomicrobium (fanghi impianti depurazione)
Eubacterales	Azotobacteriaceae	Azotobacter, Beijerinckia (fissatori liberi di azoto atmosferico)
Organoheterotrophes	Rhizobacteriaceae	Rhizobium
Enterobacteriaceae	Achromobacteriaceae	Achromobacter, Flavobacterium Escherichia (colibacillum), Proteus, Aerobacter, Serratia (degradano la sostanza organica)
Lactobacillales		Streptococcus, Lactobacillus, Staphylococcus (degradano gli zuccheri)
	Corinebacteriaceae	Corynebacterium, Arthrobacter (debole potere fermentativo)
	Bacillaceae	Bacillus (aerobio), Clostridium (anaerobio) (alcuni sono fissatori dell'azoto atmosferico)



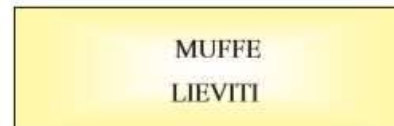
I FUNGHI

I funghi sono presenti pressoché ovunque in natura e, in particolare, sono agenti della decomposizione della materia organica nel terreno, soprattutto in condizioni di acidità. Metabolicamente sono assimilabili ai batteri eterotrofi: usano, infatti, per lo più gli stessi substrati, trovandosi perciò spesso in competizione con questi e possono dissolvere il substrato solido tramite secrezione di enzimi idrolitici extracellulari.

Diversamente dai batteri, i funghi possono vivere anche in ambienti con bassa umidità e possono crescere su substrati secchi, sfruttando l'umidità dell'atmosfera.

I funghi sono favoriti rispetto ai batteri da rapporti C/N alti, vivono in un ampio *range* di pH, potendo operare tra $2 < \text{pH} < 9$, ed hanno spesso più basse richieste di azoto dei batteri [22, 73, 74, 88, 125].

I funghi possono essere distinti in:



Le muffe hanno un metabolismo aerobico e tendono a formare strutture filamentose. Svolgono un ruolo importante nelle fasi finali del processo, con l'ossidazione dei materiali ricchi di lignina. I lieviti, tendenzialmente unicellulari, hanno metabolismo aerobico ed anaerobico e svolgono un ruolo importante nei fenomeni di umificazione.

FAMIGLIA		GENERE
Siphomycetes	Myxomycetes	Mixococcus
	Myxomycetales, Acrasiales	(substrati in decomposizione)
Eumycetes (Septomycetes)	Zygomycetes	Mucor, Rizhopus
		(muffe presenti in tutti i substrati prima del compostaggio: decompongono amidi, cellulosa)
Ascomycetes	Protoacomycetes	Candida, Torula, Lipomyces, Cryptococcus (lieviti sporigeni, utili nell'umificazione)
	Euascomycetes	Penicillum, Aspergillum, Sclerotinia, Bothritys, Fusarium
		(muffe, 30.000 specie,)
Basidiomycetes		Coprinus (fungo sul compost)

Sommatoria classificazione dei funghi coinvolti nel processo di compostaggio

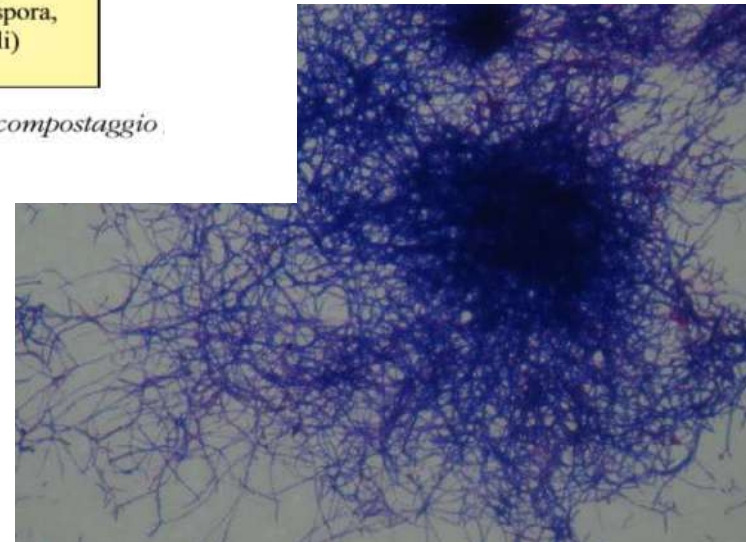
GLI ATTINOMICETI

Gli attinomiceti presenti nel processo di compostaggio sono aerobi e termofili. Sono assimilabili ai funghi (per la formazione di ife) e ai batteri. Se le condizioni ambientali sono sfavorevoli, come strategia di sopravvivenza, non si osserva riproduzione sessuale ma produzione di endospore. Sono microrganismi eterotrofi: per l'azoto usano prevalentemente quello organico (alcuni *Mycobacterium* sono in grado di fissare l'azoto gassoso); come sorgente di carbonio usano quello della sostanza organica ed in particolare la cellulosa e la lignina. Come fonte di energia utilizzano quella sprigionata dalla rottura dei legami biochimici.

FAMIGLIA	GENERE
Mycobacteriacees	<i>Mycobacterium</i> (<i>M. Tuberculose</i> patogeno)
Actinomycetacees	<i>Nocardia</i> , <i>Pseudonocardia</i>
Streptomycetacees	<i>Streptomyces</i> (la famiglia più diffusa nel suolo) <i>Micromonospora</i> (nel letame), <i>Thermonospora</i> , <i>Thermopolyspora</i> , <i>Thermoactinomyces</i> (termofili)

Classificazione degli attinomiceti coinvolti nel processo di compostaggio.

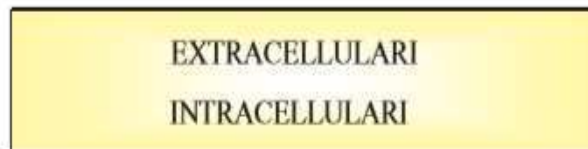
Con il termine ife si indicano i filamenti unicellulari o pluricellulari, uninucleati o polinucleati di forma cilindrica allungati, che disposti uno sull'altro formano il micelio, ovvero il corpo vegetativo dei funghi.



Gli enzimi

La trasformazione della sostanza organica ad opera dei microrganismi è garantita dagli enzimi, proteine speciali aventi il ruolo di catalizzatori di tutte le reazioni biochimiche.

Gli enzimi possono essere classificati in:



Gli enzimi sono prodotti dai microrganismi in attività; quelli extracellulari servono per idrolizzare le molecole che, per le loro dimensioni, non riescono ad entrare nelle cellule attraverso la membrana cellulare; quelli intracellulari operano all'interno delle cellule e servono per la demolizione delle molecole più piccole.

Col termine saprofita si indicano quegli organismi che si nutrono di materia organica morta o in decomposizione.

ALTRI AGENTI

Le Alghe

Sono organismi clorofilliani che si sviluppano in superficie, non oltre uno spessore di 0,1 m di prodotto. Vivono su substrati umidi con pH attorno alla neutralità o leggermente alcalino. In assenza di luce possono diventare organismi eterotrofi.

Le cianofite

Chiamate alghe blu-verdi, pur non essendo alghe, sono microrganismi procarioti simili ai batteri: sono fissatrici di azoto atmosferico e sono aerobie.

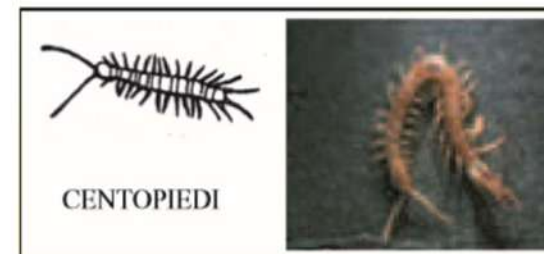
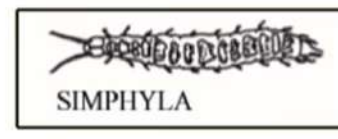
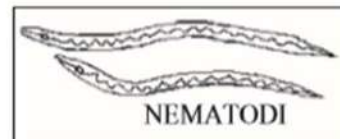
I protozoi

Sono organismi unicellulari mobili per la maggior parte saprofiti o predatori di batteri (alcune decine di migliaia nella vita) ed anche di altri microrganismi. Richiedono un ambiente umido.

Il loro ruolo nel compostaggio non è ben definito.

MICROFAUNA

Costituita da consumatori primari, secondari e terziari che svolgono essenzialmente il ruolo di predatori: tra cui aracnidi, miriapodi (centopiedi) ed insetti (collemboli, staphilinidae).



Mosca soldato (Hermetia illucens)



Cetonia aurata e il Maggiolino (Melolontha melolontha)



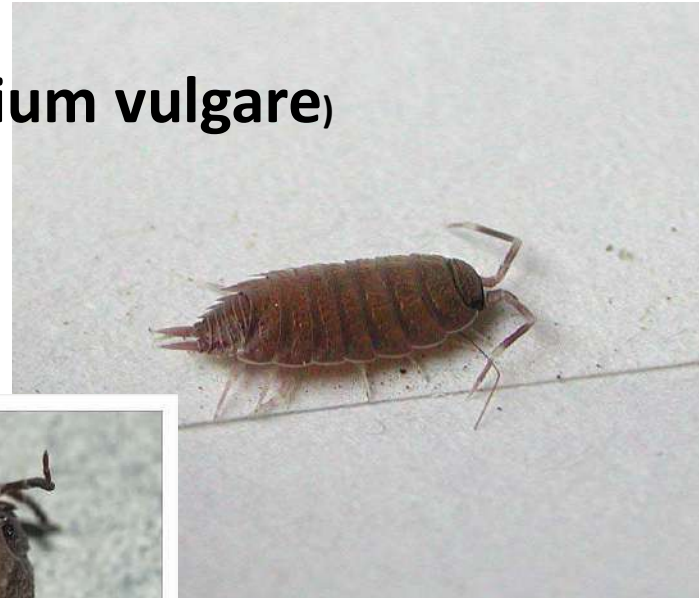
Larva di maggiolino (fonte [tutti pazzi per le piante](#))



Larva di Cetonia (fonte [le vite verdi](#))

Ispezionare le zampette della zona toracica: se sono piccole e atrofizzate ci troviamo di fronte a una larva di cetonia

Porcellino di terra (*Armadillidium vulgare*)



La porosità

Nel compostaggio si è in presenza di un sistema a tre variabili:
acqua, aria e materiale organico.

Si definisce porosità totale, o spazio lacunare, il rapporto (espresso in percentuale) tra il volume occupato dagli spazi vuoti all'interno della biomassa e quello occupato dalla biomassa stessa.

I vuoti sono occupati in parte da aria ed in parte da acqua:

la porosità libera, che in bibliografia viene anche indicata con il termine

F.A.S. = free air space

indica la percentuale di volume occupata dall'aria.

In condizioni ottimali lo spazio lacunare si attesta su valori compresi tra il 35 e il 50%.

$$\begin{aligned} & \text{Porosità totale} \\ & (V_v) / V_t \\ \\ & \text{Porosità libera} \\ & (V_v - V_a) / V_t \end{aligned}$$

ove:
 V_v = volume spazi vuoti
 V_a = volume occupato da acqua
 V_t = volume totale

La pezzatura ottimale del materiale risulta dell'ordine di 25-75 mm. Nel caso in cui la matrice compostabile abbia dimensioni inferiori (erba, foglie, deiezioni zootecniche) sarà necessario utilizzare dei materiali strutturanti (corteccia, cippato ecc.)

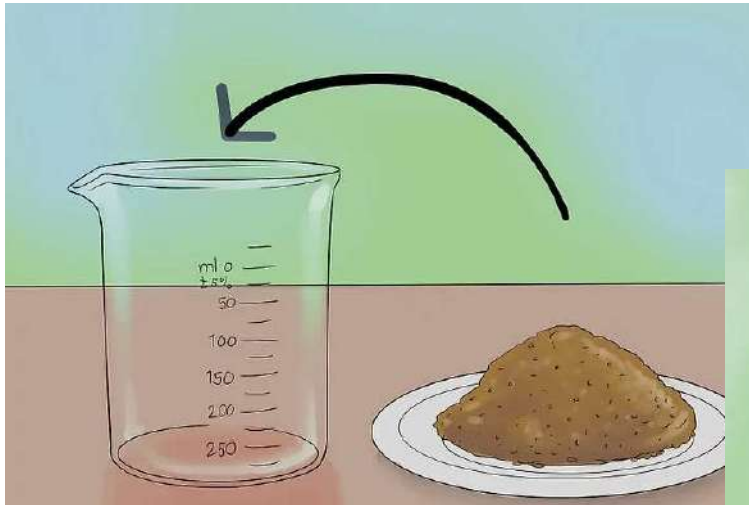
Dalla porosità alla densità

MATERIALE ORGANICO	MASSA VOLUMICA (t/m ³)
RESIDUI VERDI	
Rifiuti lignocellulosici derivanti dalla manutenzione del verde ornamentale	0,30-0,50
Scarti di legno non impregnato	0,40-0,50
Segatura, trucioli, frammenti di legno, di sughero	0,40-0,60
FORSU	
Fanghi di depurazione a da digestione anaerobica	0,70-0,80
Fanghi di depurazione civili e alimentari	0,85-0,95
Fibra e fanghi di carta	0,75-0,85
SCARTI E DEIEZIONI ANIMALI	
Rifiuti tessili di origine animale, cascami e scarti	0,65-0,75
Deiezioni animali da sole o in miscela con materiale di lettiera	0,65-0,75
Contenuto di prestomaci	0,60-0,70
RIFIUTI VEGETALI E ALTRI	
Rifiuti tessili di origine vegetale, cascami e scarti	0,65-0,75
Rifiuti vegetali di coltivazioni agricole	0,50-0,60
Rifiuti vegetali derivanti da attività agroindustriali	0,60-0,70
Carta e cartone	0,60-0,70

Peso specifico dell'organico in fase di raccolta: 0,5 – 0,7 t/m³

Per ottenere una matrice compostabile dalle ottimali caratteristiche di massa volumica, indicativamente di **0,60 t/m³**, risulta di massima importanza la miscelazione di diversi materiali.

Misura della porosità



Umidità

I valori di umidità ottimali del materiale sono compresi tra il 65 e il 40%.

Con:

- <40% si ha un notevole rallentamento dell'attività biologica,
- <25-30% si ferma attività biologica.
- > 65% ossigeno non circola e può portare a condizioni anossiche

MATERIALE ORGANICO	MASSA VOLUMICA (t/m ³)
RESIDUI VERDI	
Rifiuti lignocellulosici derivanti dalla manutenzione del verde ornamentale	0,30-0,50
Scarti di legno non impregnato	0,40-0,50
Segatura, trucioli, frammenti di legno, di sughero	0,40-0,60
FORSU	
Fanghi di depurazione a da digestione anaerobica	0,70-0,80
Fanghi di depurazione civili e alimentari	0,85-0,95
Fibra e fanghi di carta	0,75-0,85
SCARTI E DEIEZIONI ANIMALI	
Rifiuti tessili di origine animale, cascami e scarti	0,65-0,75
Deiezioni animali da sole o in miscela con materiale di lettiera	0,65-0,75
Contenuto di prestomaci	0,60-0,70
RIFIUTI VEGETALI E ALTRI	
Rifiuti tessili di origine vegetale, cascami e scarti	0,65-0,75
Rifiuti vegetali di coltivazioni agricole	0,50-0,60
Rifiuti vegetali derivanti da attività agroindustriali	0,60-0,70
Carta e cartone	0,60-0,70

Limiti umidità nel compost (266/16 Allegato 6): 30-50

Misurare l'umidità

Umidità totale

Generalità L'umidità totale viene determinata sul campione umido mediante essiccamento in stufa.

La determinazione serve per conoscere il contenuto in acqua totale e nello stesso tempo per riferire i dati analitici, ottenuti sul campione umido, alla sostanza secca.

Apparecchiatura - Stufa regolabile alla temperatura di $105^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$. Bilancia
Altrimenti: forno al microonde con aggiunta di un contenitore d'acqua da almeno 200cc

Procedimento Pesare da 100,0 g a 200,0 g di materiale fresco in capsula o altro adatto recipiente di vetro o porcellana. Porre in stufa a $105^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ per 12h a 24h.

Per accorciare i tempi di disidratazione del campione, può utilmente essere impiegato anche il forno a microonde. In questo caso, si riesce a rimuovere completamente l'acqua dalla matrice in esame nell'arco di alcuni minuti (es. alla potenza di 600 watts, 8 minuti possono risultare sufficienti per essiccare campioni di 100 g).

Raffreddare in essiccatore e pesare. Ripetere fino a massa costante.

Calcolo

Calcolare l'umidità totale U_t in per cento del campione con la formula:

$$U_t = 100 * ((P_u - P_s) / P_u)$$

Dove : P_s è uguale alla massa del campione dopo essiccamento in stufa,

P_u è uguale alla massa del campione umido.

Correggere l'umidità: tabella effetti aggiunta acqua

Litri aggiunti

Percentuale in un quintale

	10	20	30	40	50	60	70	80
10	18%	25%	31%	36%	40%	44%	47%	50%
20	27%	33%	38%	43%	47%	50%	53%	56%
30	36%	42%	46%	50%	53%	56%	59%	61%
40	45%	50%	54%	57%	60%	63%	65%	67%
50	55%	58%	62%	64%	67%	69%	71%	72%
60	64%	67%	69%	71%	73%	75%	76%	78%
70	73%	75%	77%	79%	80%	81%	82%	83%

Correggere l'umidità: tabella aggiunta/rimozione acqua per avere una assegnata percentuale

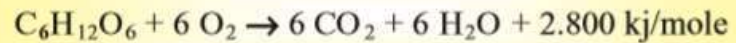
Percentuale desiderata

Percentuale attuale

	10%	20%	30%	40%	50%	60%
10%	0%	13%	29%	50%	80%	125%
20%	-11%	0%	14%	33%	60%	100%
30%	-22%	-13%	0%	17%	40%	75%
40%	-33%	-25%	-14%	0%	20%	50%
50%	-44%	-38%	-29%	-17%	0%	25%

Ossigeno

In condizioni aerobiche la degradazione di un substrato ricco di carbonio determina un forte consumo di ossigeno, con produzione di anidride carbonica, acqua e calore, come indicato di seguito, a titolo di esempio, per i carboidrati:



I microrganismi aerobi usano approssimativamente

1,6 kg di ossigeno per elaborare 1,0 kg di materia organica.

	(% in volume)
PRIMA FASE	5 - 15
SECONDA FASE	1 - 5

Necessità di O₂ nelle diverse fasi del processo di compostaggio

L'aria necessaria per il processo viene indicata tra i

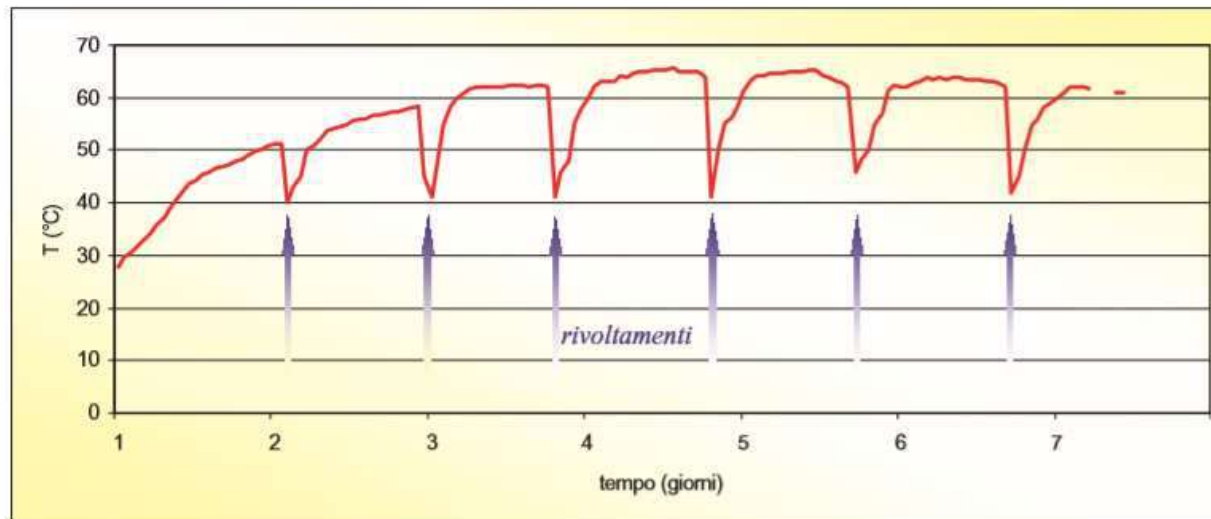
10 e 100 Nm³/h per tonnellata di materiale organico

LA TEMPERATURA DI PROCESSO

La temperatura della massa in compostaggio è il parametro che meglio indica l'andamento del processo ed è anche quello di più facile monitoraggio.

Oltre che per una corretta trasformazione della sostanza organica da parte dei microrganismi ai fini di renderla disponibile per gli usi agronomici, va ricordato che la fase termofila è molto importante nel processo, perché porta a:

- l'**igienizzazione** del prodotto, con la distruzione dei microrganismi patogeni, che si ha a temperature non inferiori ai 55°C,
- L'**inattivazione** dei semi di erbe infestanti e dei parassiti delle piante, che si ha a non meno di 60°C.



Andamento della temperatura in un cumulo rivoltato

Rapporto Carbonio/Azoto

Carbonio, azoto, fosforo e potassio sono naturalmente contenuti nella maggior parte delle matrici compostabili.

La loro presenza è fondamentale per il processo, in quanto non sono solo unità strutturali, ma anche fonti di energia per i microrganismi.

In particolare è assai importante avere un equilibrato rapporto tra carbonio e azoto: la carenza di uno dei due elementi (ma anche di altri nutrienti) è un fattore limitante per l'attività microbica, nonché per il suo sviluppo.

Infatti, **i microrganismi utilizzano il carbonio come fonte di energia e hanno bisogno dell'azoto** per sintetizzare le proteine.

C/N OTTIMALE	
INIZIALE	25-35
FINALE	< 20

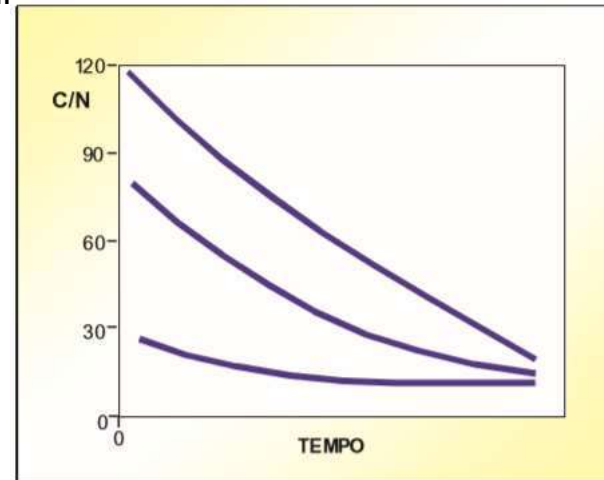
Considerando che in genere vengono utilizzati trenta atomi di carbonio per ogni atomo di azoto, si deduce che il rapporto ottimale C/N all'inizio del compostaggio dovrebbe attestarsi su un valore di 30.

In condizioni di eccesso di carbonio (**C/N > 30**) si ha un rallentamento della decomposizione, con allungamento della durata del processo.

Per contro con un valore di C/N < **20**, si verifica la liberazione dell'eccesso di azoto sotto forma di NH₃ (Ammoniaca)

Il rapporto C/N nel tempo

Il rapporto C/N diminuisce nel tempo in quanto si verifica una perdita di carbonio per emissione di CO₂ mentre l'azoto, componente delle strutture aromatiche delle sostanze umiche, tende a rimanere nella massa. **Alla fine del processo di compostaggio il C/N risulta inferiore a quello di partenza:** in condizioni ottimali si arriva a valori **C/N = 15 - 20**. Con un valore troppo basso del rapporto C/N il compost può essere tossico per le piante, per il potenziale rilascio di ammoniaca; con un valore troppo alto, invece, può determinare una competizione tra radici e microrganismi del suolo per l'azoto disponibile.



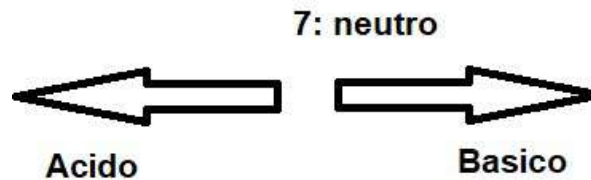
Rapporto Carbonio/Azoto

Per un buon risultato, il rapporto medio C/N deve essere di circa 25 max 35 in entrata.

Elemento	C/N min.	C/N max.	C/N medio
Segatura e trucioli	80	230	155
Potature	58	188	123
Paglia	55	125	90
Foglie	27	92	59,5
Scarti giardino	20	60	40
Erba	19	21	20
Scarti orto	13	13	13
Rifiuti cucina	12	20	16
Scarti verdura	12	24	18
Ossa e scarti animali cucina	10	14	12
Deiezioni animali da cortile	9,6	12,5	11,05

Il pH

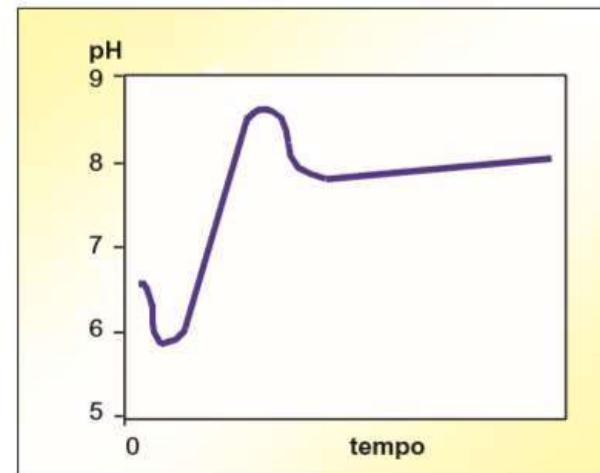
Range 0-14



Il processo di compostaggio avviene con pH estremamente variabili, ma i valori ottimali per la miscela di partenza sono compresi tra **5,5 e 8,0**, considerato che i batteri preferiscono un pH vicino alla neutralità e che i funghi preferiscono pH acidi.

All'inizio del processo si ha un naturale spostamento di pH verso valori acidi a seguito della formazione di CO₂ e di acidi organici; successivamente il pH sale fino ad **8-9** a causa dell'eliminazione di CO₂ con l'aerazione ed a seguito della decomposizione delle proteine con produzione di ammoniaca

Limiti nel compost (266/2016): 6 – 8,5



Andamento del pH nel corso del processo

Misurare il pH

Procedimento Pesare 10.0g di campione umido e porli nel contenitore di plastica. Aggiungere 100ml di acqua e agitare meccanicamente per 15 min. Lasciare a riposo per 30 min.

Apparecchiatura

Phmetro con elettrodo di vetro.

Cartine tornasole

Procedimento

La misura viene effettuata direttamente sulla sospensione filtrata.

Temperatura



Modello di evoluzione della temperatura nel cumulo durante il processo di compostaggio.

Buona Pratica: 55 gradi X tre giorni

Agente patogeno

Salmonella typhosa

Salmonella sp.

Shigella sp.

Escherichia coli

Eutamoeba histolytica cyste

Taenia saginata

Trichinella spiralis larva

Brucella abortus o suis

Mycrococcus pyogenes var. aureus

Streptococcus pyogenes

Mycobacterium tuberculosis var. hominis

Corynebacterium diphtheriae

Necator americanus

Ascaris lumbricoides (uova)

Temperatura di scomparsa

Non si sviluppa oltre i 46 °C e muore in 30' a 55-60 °C e in 20' a 60 °C

Muore in 60' a 55 °C e in 15-20' a 60 °C

Muore in 60' a 55 °C

Muore in 60' a 55 °C e in 15-20' a 60 °C

Muore in pochi minuti a 45 °C e in pochi secondi a 55 °C

Muore in pochi minuti a 55 °C

Muore istantaneamente a 60 °C

Muore in 3' a 62 °C e in 60' a 55 °C

Muore in 10' a 50 °C

Muore in 10' a 54 °C

Muore in 15-20' a 66 °C e istantaneamente a 67 °C

Muore in 45' a 55 °C

Muore in 50' a 45 °C

Muore in 50-55' sopra i 50 °C

Temperatura



Termometro della compost system

GLI INDICI DI STABILITA'

Appare di notevole rilevanza la necessità di ricorrere ad indici che permettano di valutare la stabilità biologica del materiale compostato. I parametri principalmente utilizzati a questo scopo sono:

- l'indice di germinazione ($>60\%$)
- l'indice di mineralizzazione dell'azoto ($<3,5\%$)
- l'indice di respirazione (<1000 e <700 mg/h/kg)
- l'indice di umificazione $<0,5$ (>1 compost non maturo)

Con il termine di stabilità biologica si intende quello stadio di evoluzione della sostanza organica in cui i processi risultano decisamente rallentati, perché non esistono più le condizioni per una normale attività dei microrganismi responsabili dei processi di trasformazione biologica delle biomasse

Strumento per Indice respirometrico in Enea



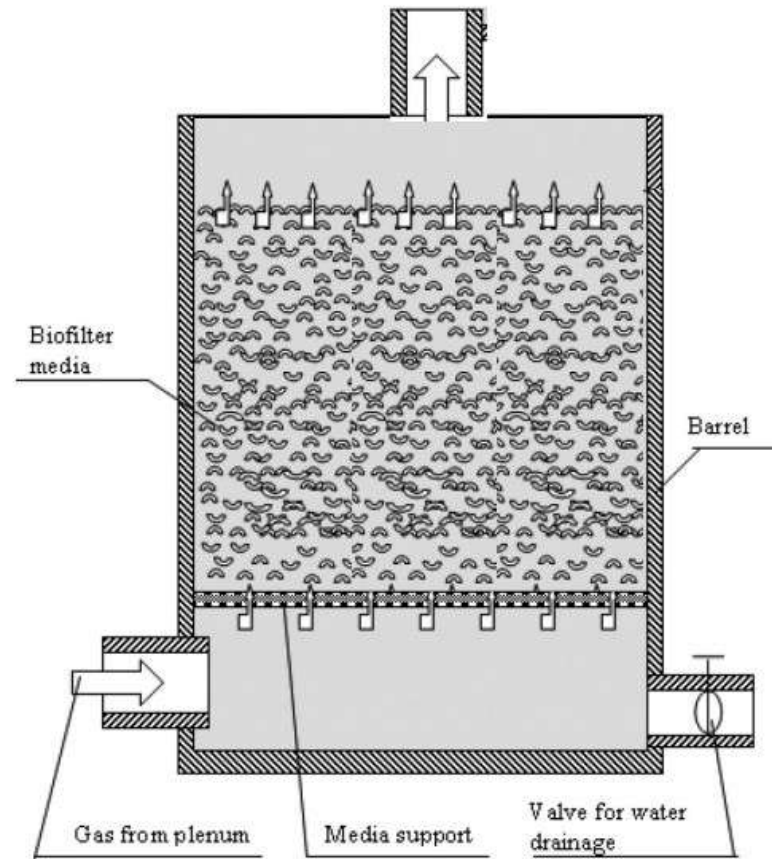
Cattivi odori

I cattivi odori sono causati dalla presenza nelle emissioni in atmosfera di diverse categorie di composti: tra le più note, anche perché di più facile determinazione, si ricordano l'ammoniaca mercaptani, l'indolo e lo scatolo, l'acido solfidrico, il dimetilsolfuro; altri composti sono riportati nella tabella

O. U. (odour units) l'emissività in odori di un composto gassoso. Questo valore rappresenta il numero di diluizioni con aria pulita alla quale l'odore non è più avvertibile. Questa determinazione viene fatta con uno strumento chiamato olfattometro ad opera di un panel di persone - generalmente di quattro unità.

Classe dei composti	Composto	Formula	Sensazione olfattiva	Soglia di percezione mg/Nm ³
Composti solforati	Acido solfidrico	H ₂ S	Uova marce	0,0001-0,03
	Metilmercaptano	CH ₃ SH	Cavolo, aglio	0,0005-0,08
	Etilmercaptano	C ₂ H ₅ SH	Cavolo marcio	0,0001-0,03
	Dimetilsolfuro	(CH ₃) ₂ S	Legumi marci	0,0025-0,65
	Dietilsolfuro	(C ₂ H ₅) ₂ S	Fetido, aglio	0,0045-0,31
	Dimetildisolfuro	(CH ₃) ₂ S ₂	Putrido	0,003-0,14
Composti azotati	Ammoniaca	NH ₃	Irritante	0,5-37
	Metilammina	CH ₃ NH ₂	Pesce marcio	0,021
	Etilammina	C ₂ H ₅ NH ₂	Irritante	0,05-0,83
	Dimetilammina	(CH ₃) ₂ NH	Pesce marcio	0,047-0,16
	Indolo	C ₈ H ₆ NH	Fecale, nauseabondo	0,0006
	Scatolo	C ₉ H ₈ NH	Fecale, nauseabondo	0,0008-0,1
Acidi volatili	Cadaverina	NH ₂ (CH ₂) ₅ NH ₂	Cibo in decomposizione	-
	Acetico	CH ₃ COOH	Aceto	0,025-6,5
	Butirrico	C ₃ H ₇ COOH	Burro rancido	0,0004-3
Aldeidi e chetoni	Valerico	CH ₄ CH ₇ COOH	Sudore	0,0008-1,3
	Formaldeide	HCHO	Acre	0,033-12
	Acetaldeide	CH ₃ CHO	Frutta, mele	0,04-1,8
	Aldeide butirrica	C ₃ H ₇ CHO	Rancido	0,013-15
	Isovalerica	(CH ₃) ₂ CHCH ₂ CO	Frutta, mele	0,072
Acetone	CH ₃ COCH ₃	Frutta, mele	1,1-240	

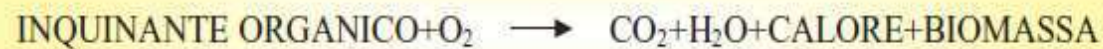
Biofiltri



IL FUNZIONAMENTO DEI BIOFILTRI

La biofiltrazione è sostanzialmente un processo biologico di abbattimento degli odori che sfrutta l'azione di una popolazione microbica eterogenea, costituita da lieviti, muffe e batteri, che vive essenzialmente in forma adesa sulle particelle del materiale filtrante costituente il biofiltro.

La rimozione delle molecole maleodoranti avviene schematicamente secondo la seguente reazione:

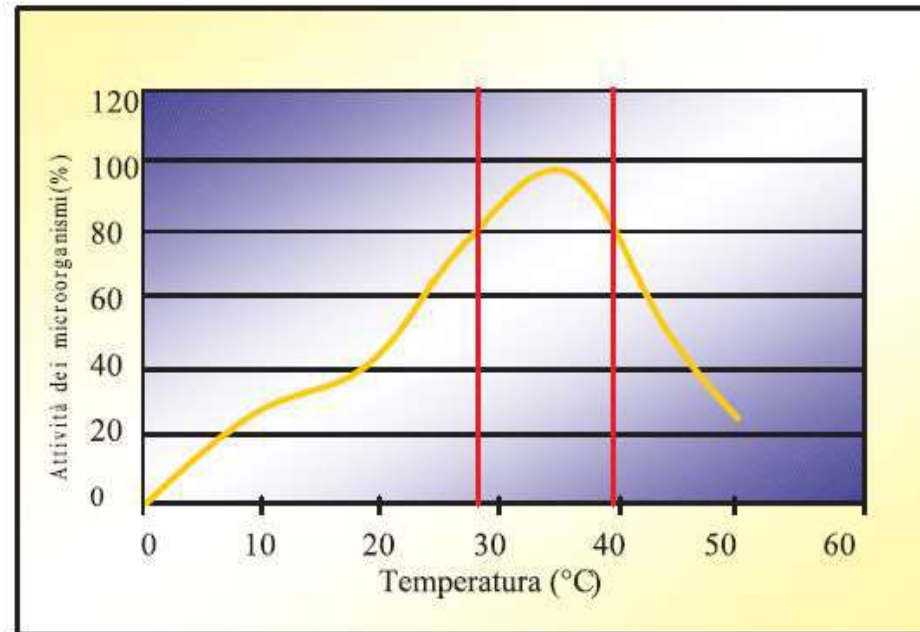


Dal biofiltro vengono rilasciati principalmente anidride carbonica, acqua e composti inorganici e solo una piccola quantità di molecole odorigene.

Gli agenti biologici del processo eliminano le molecole responsabili degli odori attraverso specifiche attività metaboliche, che trasformano i composti indesiderati in molecole non più maleodoranti.

Temperatura nei biofiltri

Non solo alle basse temperature, ma anche a temperature superiori ai 40°C l'attività ossidativa dei microrganismi diminuisce rapidamente e come conseguenza si ha un crollo dell'efficienza del biofiltro.



Effetto della temperatura sull'attività dei microrganismi

Influenza dell'umidità sul biofiltro

*L'efficienza del biofilm batterico che circonda le particelle solide costituenti il letto del biofiltro è correlata con la sua umidità: le condizioni ottimali sono comprese **tra il 50 ed il 70%**.*

una eccessiva:

essiccazione del materiale con conseguente diminuzione dell'attività biologica: è aspetto da considerare con massima attenzione;

umidificazione del biofiltro, con conseguente sviluppo di fenomeni di anaerobiosi ed aumento delle perdite di carico. Quando questo si verifica l'efficienza del biofiltro decresce, per la diminuzione della portata d'aria del ventilatore e per le maggiori fughe d'aria attraverso canali preferenziali.

IL MATERIALE FILTRANTE

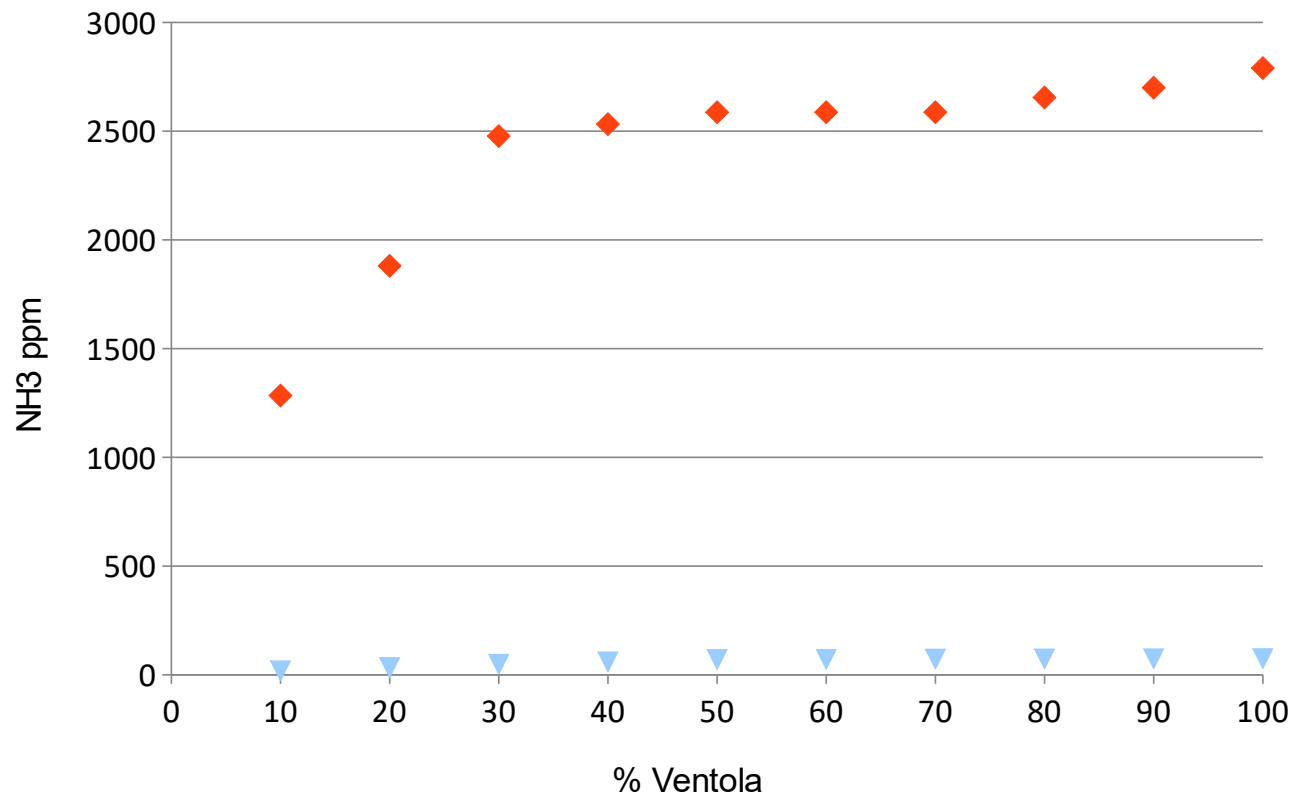
Il materiale che costituisce *il letto* del biofiltro, deve essere poroso, omogeneo, non facilmente biodegradabile, in modo da non essere facilmente distrutto dai microrganismi. Può essere usato virtualmente qualsiasi materiale in grado di garantire ai microrganismi la formazione di biofilm adesi e condizioni di ambiente ottimali, ma la scelta di un materiale piuttosto di un altro può risultare il fattore determinante sia per l'efficacia del trattamento, sia per la stessa durata del biofiltro.

Terriccio
Torba
Sfagni

Erica
Fibra di cocco
Cortecce

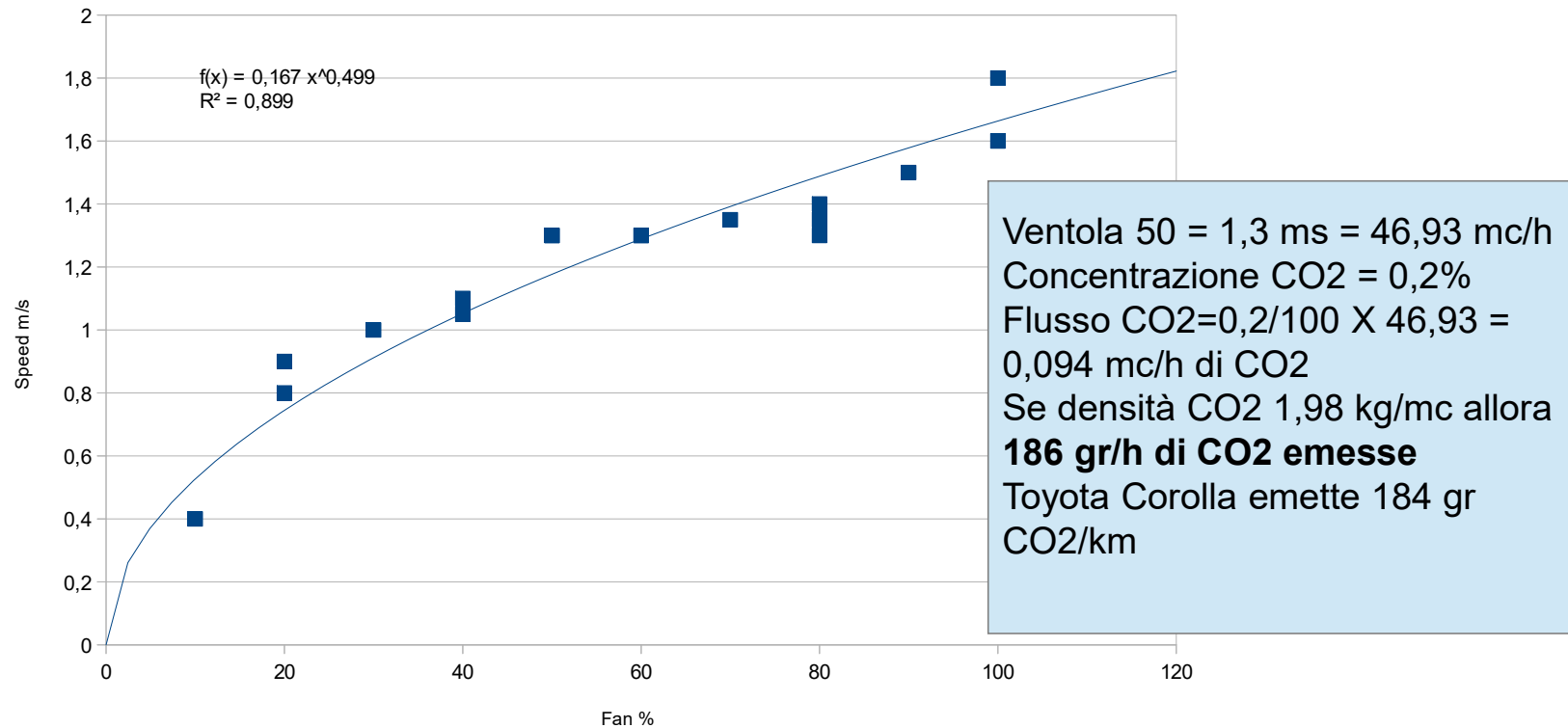
Cippato di legno
Compost

Effetto del biofiltro sull'ammoniaca

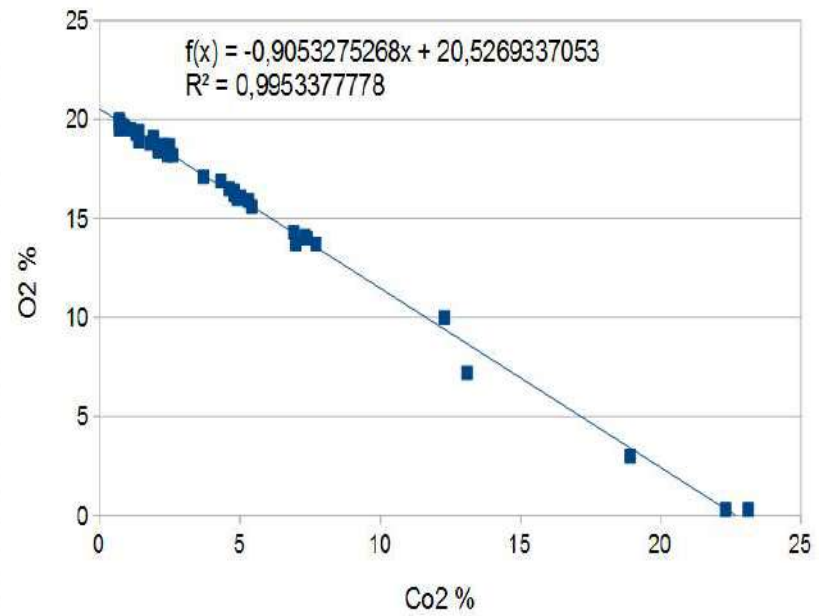
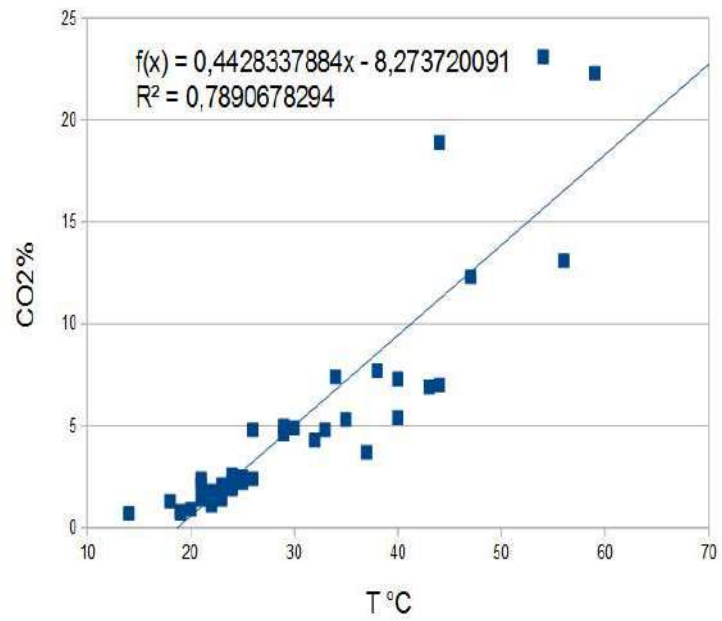


Stima CO2 da portata aria tubo da 113 mm e misura di concentrazione (**2000 ppm**)

Fan % speed vs air speed



Temperatura-CO₂-O₂



Dimensionamento cumuli

Si assume una quantità da trattare di 30 t/anno e che la macchina mantenga al suo interno il materiale per 30 giorni. Si hanno $30/12=2,5$ t/mese introdotte. La perdita di acqua porta in uscita il 30% del materiale (0,75 t/mese di compost).

Se si immaginano i cumuli di forma conica allora:

$$\text{volume del cono} = \frac{\pi}{3} r^2 h$$

dove r è il raggio alla base e h l'altezza del cono.

Naturalmente l'altezza è pari alla tangente dell'angolo alla base per il raggio.

Immaginando un angolo di trenta gradi (angolo di natural declivio per terre vegetali umide) si ha che $h=r \times \tan(30) = r \times 0,577$

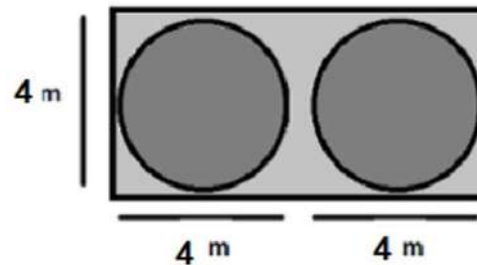
$$\text{volume del cono} = 2 \text{ m}^3 = \frac{\pi}{3} r^3 0,577$$

Cioè raggio= $r = \sqrt[3]{\frac{2 \times 3}{\pi} / 0,577} = 1,49$ m e diametro di 2,98 metri.

$$\text{Altezza cumulo} = h = 1,49 \times \tan(30) = 0,86 \text{ m}$$

con questo raggio si ha un'occupazione di $\pi r^2 = 6,97$ metri quadri a cumulo.

Se si immaginano i due cumuli da 4 metri (cautelativo) di diametro affiancati si ha una superficie rettangolare per lo stoccaggio di $4 \times (4+4) = 32$ metri quadri.



Misurazioni

- temperatura (dovrebbe avere punte superiori ai 50 gradi)
- ph (quando il processo è terminato dovrebbe essere tra 7 e 8)
- potenziale redox (mostra se il processo è in fase riduttiva o ossidativa, al termine dovrebbe essere tra 27 e 29)
- Ossigeno (O_2): il processo aerobico consuma ossigeno e rilascia CO_2
- Anidride carbonica (CO_2), vedi sopra Ossigeno
- Azoto (NH_3 , NO_3^- (ione nitrato), NO_2^- (nitrito), NH_4^+ (ione ammonio)): Il nitrato di per sé è innocuo. In determinate circostanze (p.e. lunghi tempi di conservazione, calore, pH acido) può però trasformarsi in nitrito, dagli effetti tossici.
- Acido Solfidrico (H_2S): tipicamente rilasciato da processi anaerobici
- Metano (CH_4): tipicamente rilasciato da processi anaerobici



Kit della Compost System

Kit Test Solvita per rilascio CO2 e NH3



Semplice strumentazione



UNI/PdR xx:2021	Linee guida sulle apparecchiature elettromeccaniche per il compostaggio di piccola scala dinamico
Sommario	<p>La presente prassi di riferimento si applica alle apparecchiature elettromeccaniche per il compostaggio di piccola scala dinamico (biomassa movimentata all'interno di un contenitore) e non alle apparecchiature elettromeccaniche per il compostaggio di piccola scala statico (biomassa accumulata in cumuli sottoposti ad aerazione passiva o forzata).</p> <p>Il documento definisce dei criteri guida per l'acquisto delle apparecchiature riferendosi alle taglie più diffuse.</p> <p>Fornisce infatti indicazioni all'acquirente (pubblica amministrazione o privato) per:</p> <ul style="list-style-type: none">- identificare le caratteristiche delle apparecchiature fondamentali per garantire una corretta gestione del processo di compostaggio;- eseguire, prima dell'acquisto, il dimensionamento dell'apparecchiatura sulla base della produzione di rifiuto organico- verificare che siano rispettate determinate caratteristiche funzionali in fase di installazione e prestazionali durante l'intero processo di compostaggio. <p>È quindi un utile strumento di riferimento per le amministrazioni pubbliche per la redazione dei bandi di gara, per gli acquirenti privati per la richiesta di fornitura e infine per i fabbricanti per la fabbricazione delle apparecchiature stesse.</p>
Data	2021-xx-xx

PREMESSA

La presente prassi di riferimento UNI/PdR xx:2021 non è una norma nazionale, ma è un documento pubblicato da UNI, come previsto dal Regolamento UE n.1025/2012, che raccoglie prescrizioni relative a prassi condivise all'interno del seguente soggetto firmatario di un accordo di collaborazione con UNI:

AIC - Associazione Italiana Compostaggio

Via Anguillarese km 1+300

00123 ROMA

La presente prassi di riferimento è stata elaborata dal Tavolo "TITOLO DEL TAVOLO" condotto da UNI, costituito dai seguenti esperti:

Andrea Cocchi – Project Leader (AIC)

Fabio Musmeci (AIC)

Umberto Lo Re (AIC)

Ivano Esposito (AIC)

Luciano Dell'Acqua (UNI/CT 004/GL 05 Suolo e rifiuti e UNI/CT 042/GL 55 Metodi e sistemi di gestione della salute e sicurezza sul lavoro)

)

La presente prassi di riferimento è stata ratificata dal Presidente dell'UNI il xx xxxx 2021.

Le prassi di riferimento, adottate esclusivamente in ambito nazionale, rientrano fra i "prodotti della normazione europea", come previsti dal Regolamento UE n.1025/2012, e sono documenti che introducono prescrizioni tecniche, elaborati sulla base di un rapido processo ristretto ai soli autori, sotto la conduzione operativa di UNI.

Le prassi di riferimento sono disponibili per un periodo non superiore a 5 anni, tempo massimo dalla loro pubblicazione entro il quale possono essere trasformate in un documento normativo (UNI, UNI/TS, UNI/TR) oppure devono essere ritirate.

Chiunque ritenesse, a seguito dell'applicazione della presente prassi di riferimento, di poter fornire suggerimenti per un suo miglioramento è pregato di inviare i propri contributi all'UNI, Ente Italiano di Normazione, che li terrà in considerazione.

SOMMARIO

INTRODUZIONE	4
1 SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE	5
2 RIFERIMENTI NORMATIVI E LEGISLATIVI.....	5
3 TERMINI E DEFINIZIONI	6
4 PRINCIPIO	9
5 CLASSIFICAZIONE DELLE APPARECCHIATURE.....	9
6 DESCRIZIONE DELL'APPARECCHIATURA E DEL PROCESSO DI COMPOSTAGGIO DI PICCOLA SCALA	9
6.1 DESCRIZIONE DELL'APPARECCHIATURA	9
6.1.1 ELEMENTI PRINCIPALI	9
6.1.2 DESCRIZIONE DEL BIOFILTRO	11
6.1.3 ELEMENTI OPZIONALI	11
6.2 DESCRIZIONE DEL PROCESSO DI COMPOSTAGGIO DI PICCOLA SCALA.....	12
7 INFORMAZIONI FORNITE DALL'ACQUIRENTE.....	13
8 CARATTERISTICHE DELLE APPARECCHIATURE E DELLE AREE DI PERTINENZA	14
8.1 CARATTERISTICHE DELLE APPARECCHIATURE	14
8.1.1 MATERIALI	14
8.1.2 SENSORISTICA.....	14
8.1.3 INTERFACCIA UOMO-MACCHINA	14
8.1.4 POTENZE INSTALLATE E CONSUMI.....	16
8.2 CARATTERISTICHE DELLE AREE DI PERTINENZA DELLE APPARECCHIATURE.....	17
8.2.1 GENERALITA'	17
8.2.2 ERGONOMIA	17
9 DIMENSIONAMENTO DELLE APPARECCHIATURE E DELLE AREE DI STOCCAGGIO DEI CUMULI.....	18
9.1 GENERALITA'	18
9.2 DIMENSIONAMENTO DELLE APPARECCHIATURE	18
9.2.1 STIMA DELLA PRODUZIONE DI RIFIUTO ORGANICO E DEGLI ABITANTI SERVITI.....	18
9.2.2 VOLUMI DELLE APPARECCHIATURE.....	20
9.2.3 VOLUMI MINIMI DEL BIOFILTRO	21
9.3 DIMENSIONAMENTO DELLE AREE DI STOCCAGGIO DEI CUMULI	21
9.3.1 GENERALITA'	21
9.3.2 AREE DEI CUMULI IN MATURAZIONE	22
9.3.3 AREE DEI CUMULI DI STRUTTURANTE.....	24
10 VERIFICHE.....	25
10.1 GENERALITA'	25
10.2 VERIFICHE DI PROCESSO	25

10.2.1	VERIFICHE DELLA QUALITA' MERCEOLOGICA DEI RIFIUTI ORGANICI.....	25
10.2.2	VERIFICHE PRESTAZIONALI DEL PROCESSO DI COMPOSTAGGIO DI PICCOLA SCALA DINAMICO.....	26
10.2.3	VERIFICHE DELLA TARATURA DEL SISTEMA DI PESATURA E DEI LIVELLI DI RUMORE.....	29
10.3	VERIFICHE IN FASE DI INSTALLAZIONE.....	29
10.4	VERIFICHE DOPO L'AVVIO DELLE APPARECCHIATURE (ENTRO I PRIMI 30 GIORNI).....	30
10.4.1	PREPARAZIONE DELLE VERIFICHE	30
10.4.2	ESECUZIONE DELLE VERIFICHE	32
10.5	VERIFICHE IN FASE DI ESERCIZIO (DOPO I PRIMI 30 GIORNI).....	33
10.5.1	VERIFICHE DEL GRADO DI MATURAZIONE DEL COMPOST	33
10.5.2	VERIFICHE DELL'EFFICACIA DEL BIOFILTRO	33
	APPENDICE A	37
	CALCOLO DEI VOLUMI DELLE APPARECCHIATURE.....	37
	APPENDICE B	42
	CALCOLO DEI VOLUMI DEL BIOFILTRO	42
	APPENDICE C	45
	CALCOLO DELLE AREE DEI CUMULI IN MATURAZIONE.....	45
	APPENDICE D	46
	CALCOLO DELLE AREE DI PERTINENZA DELL'APPARECCHIATURA	46
	APPENDICE E	49
	FORMAZIONE SUL PROCESSO DI COMPOSTAGGIO DI PICCOLA SCALA DINAMICO	49
	APPENDICE F.....	50
	ASPETTI DI SICUREZZA	50
	BIBLIOGRAFIA.....	52

INTRODUZIONE

Il compostaggio è il processo aerobico (in presenza d'ossigeno) di riciclo del rifiuto organico (cosiddetto "umido") che permette il recupero del materiale come ammendante. Fino a pochi anni fa il compostaggio veniva effettuato a livello volontario nella singola utenza (compostaggio domestico) oppure a livello di grande impianto industriale.

Tra il compostaggio industriale e quello domestico si è andata affermando, da alcuni anni, una tecnologia intermedia basata sull'introduzione di apparecchiature elettromeccaniche di piccola scala. Queste apparecchiature, in termini di capacità di trattamento annuo, sono di molto inferiori al limite delle 1000 tonnellate/anno degli impianti presi in considerazione dall'ISPRA nei propri rapporti annuali sui rifiuti urbani, e per questo classificate di seguito come "apparecchiature per il compostaggio di piccola scala". Questo tipo di apparecchiature si offrono, in particolare, come possibile soluzione per la gestione "in loco" dei rifiuti organici in quello che viene denominato "compostaggio di prossimità", concetto citato anche dal Testo Unico Ambientale negli articoli 181, 182 bis e 198 bis.

1 SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE

La presente prassi di riferimento si applica alle apparecchiature elettromeccaniche per il compostaggio di piccola scala dinamico (biomassa movimentata all'interno di un contenitore) e non alle apparecchiature elettromeccaniche per il compostaggio di piccola scala statico (biomassa accumulata in cumuli sottoposti ad aerazione passiva o forzata).

Il documento definisce dei criteri guida per l'acquisto delle apparecchiature riferendosi alle taglie più diffuse.

Fornisce infatti indicazioni all'acquirente (pubblica amministrazione o privato) per:

- identificare le caratteristiche delle apparecchiature fondamentali per garantire una corretta gestione del processo di compostaggio;
- eseguire, prima dell'acquisto, il dimensionamento dell'apparecchiatura sulla base della produzione di rifiuto organico
- verificare che siano rispettate determinate caratteristiche funzionali in fase di installazione e prestazionali durante l'intero processo di compostaggio.

È quindi un utile strumento di riferimento per le amministrazioni pubbliche per la redazione dei bandi di gara, per gli acquirenti privati per la richiesta di fornitura e infine per i fabbricanti per la fabbricazione delle apparecchiature stesse.

2 RIFERIMENTI NORMATIVI E LEGISLATIVI

La presente prassi di riferimento rimanda, mediante riferimenti datati e non, a disposizioni contenute in altre pubblicazioni. Tali riferimenti normativi e legislativi sono citati nei punti appropriati del testo e sono di seguito elencati. Per quanto riguarda i riferimenti datati, successive modifiche o revisioni apportate a dette pubblicazioni valgono unicamente se introdotte nel presente documento come aggiornamento o revisione. Per i riferimenti non datati vale l'ultima edizione della pubblicazione alla quale si fa riferimento.

Decreto 29 dicembre 2016, n. 266 Regolamento recante i criteri operativi e le procedure autorizzative semplificate per il compostaggio di comunità di rifiuti organici ai sensi dell'articolo 180, comma 1-octies, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, così come introdotto dall'articolo 38 della legge 28 dicembre 2015, n. 221

Decreto Legislativo 29 aprile 2010, n. 75 Riordino e revisione della disciplina in materia di fertilizzanti, a norma dell'articolo 13 della legge 7 luglio 2009, n. 88

Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 Norme in materia ambientale

UNI 10780 Compost - Classificazione, requisiti e modalità di impiego

UNI 11184 Rifiuti e combustibili ricavati da rifiuti - Determinazione della stabilità biologica mediante l'Indice di Respirazione Dinamico (IRD)

UNI EN 10088-1 Acciai inossidabili - Parte 1: Lista degli acciai inossidabili

3 TERMINI E DEFINIZIONI

Ai fini del presente documento valgono i termini e le definizioni seguenti:

3.1 apparecchiatura di compostaggio di piccola scala: Struttura idonea all'attività di compostaggio, finalizzata alla produzione di compost mediante decomposizione aerobica in cui l'aerazione avviene in modo naturale o indotto.

3.2 autocompostaggio: Compostaggio dei rifiuti organici dei propri rifiuti urbani, effettuato da utenze domestiche e non domestiche, ai fini dell'utilizzo in sito del materiale prodotto.

NOTA Definizione tratta da D.lgs. 152/2006, art. 183 comma 6.

3.3 biofiltro: Substrato utilizzato per il trattamento di depurazione delle emissioni gassose basato sul processo di ossidazione biochimica effettuata da parte di microrganismi aerobici (lieviti, muffe e batteri) sui composti organici inquinanti aerodispersi e spesso odorigeni.

3.4 compostaggio: Processo aerobico di degradazione, stabilizzazione e umificazione della sostanza organica per la produzione di compost

3.5 biomassa organica: Rifiuto organico mescolato con materiale strutturante

3.6 compost: Miscela di sostanze umificate derivanti dalla degradazione biologica aerobica di rifiuti organici in ambiente controllato (ovvero gestito da uno o più operatori).

3.7 compost fresco: Compost non maturo conseguente alla fase di bioossidazione accelerata che avviene nei primi 30 giorni di attività microbiologica.

3.8 compostaggio statico: Compostaggio in cui la biomassa viene accumulata in cumuli sottoposti ad aerazione passiva o forzata.

3.9 compostaggio dinamico: Compostaggio in cui la biomassa viene movimentata all'interno di un contenitore.

NOTA Il compostaggio dinamico può prevedere una fase di maturazione esterna all'apparecchiatura in cui la biomassa viene accumulata in cumuli.

3.10 compostaggio di comunità: Compostaggio effettuato collettivamente da più utenze domestiche e non domestiche della frazione organica dei rifiuti urbani prodotti dalle medesime, al fine dell'utilizzo del compost prodotto da parte delle utenze conferenti. Con utilizzo di apparecchiature con taglia massima pari a 130 ton/anno.

NOTA Definizione tratta da D.lgs. 152/2006, art. 183, comma qq-bis

3.11 compostaggio locale: Compostaggio aerobico di rifiuti biodegradabili derivanti da attività agricole e vivaistiche o da cucine, mense, mercati, giardini o parchi, che hanno una capacità di trattamento non eccedente 80 tonnellate annue.

NOTA 1 Definizione tratta da D.lgs. 152/2006, art. 214, comma 7 bis

NOTA 2 L'art. 214, comma 7 bis del D.lgs. 152/06 prevede che l'impianto di compostaggio locale sia destinato esclusivamente al trattamento di rifiuti raccolti nel comune dove i suddetti rifiuti sono prodotti e nei comuni confinanti che stipulano una convenzione di associazione per la gestione congiunta del servizio, acquisito il parere dell'Agenzia regionale per la protezione dell'ambiente (Arpa) previa predisposizione di un regolamento di gestione dell'impianto che preveda anche la nomina di un gestore da individuare in ambito comunale.

3.12 compostaggio di piccola scala: Compostaggio di quantitativi di rifiuto organico entro 1000 t/anno.

NOTA Comprende autocompostaggio, compostaggio di comunità, e compostaggio locale

3.13 conduttore: Soggetto incaricato della conduzione dell'apparecchiatura

NOTA Definizione tratta da DM 266/2016, art. 2, comma 1g

3.14 cumulo: Ammasso ordinato di biomassa organica per lo stoccaggio dello strutturante nella fase iniziale del processo oppure per la maturazione (in caso di utilizzo di apparecchiature a 30 giorni e a 60 giorni) nella fase finale del processo.

NOTA Il cumulo per la maturazione è aerato mediante ventilazione forzata ovvero mediante movimentazione.

3.15 fornitore: Persona fisica e giuridica che commercializza le apparecchiature.

NOTA Il fornitore può coincidere con il fabbricante

3.16 indice di umificazione (HI): Indicatore di stabilità del compost dato da $HI = \frac{NH}{HA+FA}$

Dove:

NH= frazione non umificata

HA=acidi umici

FA= acidi fulvici

HA +FA= frazione umificata

NOTA Nella biomassa organica avvengono delle trasformazioni con formazione di sostanze umiche quali acidi umici e acidi fulvici

3.17 indice di respirazione: Indice che rappresenta la stima del consumo di ossigeno della biomassa organica.

NOTA L'indice di respirazione è inversamente correlato con la stabilità biologica del materiale: più alto è l'indice di respirazione, meno stabile è il prodotto e viceversa.

Si suddivide in due tipi:

- Dinamico: la misura del consumo di ossigeno avviene su un substrato aerato
- Statico: la misura del consumo di ossigeno avviene su un substrato non aerato

3.18 rifiuto organico: Rifiuto biodegradabile di giardini e parchi, rifiuto alimentare e di cucina prodotto da nuclei domestici, ristoranti, uffici, attività all'ingrosso, mense, servizi di ristorazione e punti vendita al dettaglio e rifiuto equiparabile a prodotti dagli impianti dell'industria alimentare

NOTA Definizione tratta da Dlgs 152/2006, art. 183, comma d

3.19 rifiuto organico artificiale: Rifiuto organico composto da elementi le cui percentuali sono definite artificialmente.

3.20 strutturante: Materiale ligneo-cellulosico di granulometria adeguata alle caratteristiche dell'apparecchiatura, impiegato con la funzione di ottimizzare il processo di compostaggio

3.21 substrato filtrante: Materiale ligneo poroso ed igroscopico, in grado di trattenere l'umidità e costituito da cortecce o cippato grossolano di legno (di oltre 2 cm di spessore) utilizzato all'interno del biofiltro.

3.22 taglia: Capacità dell'apparecchiatura in t/anno.

NOTA Le taglie più diffuse in commercio sono le seguenti: 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110, 120, 130, 200, 250, 500, 1000

3.23 TLV (Treshold Limit Value): Valore limite di esposizione professionale è il limite della concentrazione media ponderata nel tempo di un agente chimico nell'aria all'interno della zona di respirazione di un lavoratore in relazione ad un determinato periodo di riferimento; un primo elenco di tali valori è riportato nell'ALLEGATO XXXVIII del D.Lgs.81/08 e smi.

NOTA: Tali valori sono utilizzati **per effettuare, se previsto, la valutazione del rischio di esposizione dei lavoratori agli agenti chimici pericolosi.**

3.24 TLV-TWA (Treshold Limit Value): Misurato o calcolato in relazione ad un periodo di riferimento di otto ore, come media ponderata nel tempo.

3.25 TLV-STEL (Threshold Limit Value - Short Time Exposure Limit): Limite di esposizione a breve termine (STEL). Valore limite che non deve essere superato. Il periodo di riferimento è di 15 minuti, se non altrimenti specificato

4 PRINCIPIO

La presente prassi di riferimento definisce, al punto 5, la classificazione delle apparecchiature di compostaggio di piccola scala dinamico. Descrive quindi al punto 6 l'apparecchiatura e il processo eseguito al suo interno e all'esterno. Il punto 7 definisce le informazioni fornite dall'acquirente al momento della richiesta di fornitura o durante la redazione di un bando di gara. Su queste informazioni si soffermano i punti 8 e 9 che affrontano rispettivamente:

- le caratteristiche delle apparecchiature e delle loro aree di pertinenza;
- il dimensionamento delle apparecchiature stesse e delle aree di stoccaggio dei cumuli (nel caso di apparecchiature a 30 giorni e a 60 giorni).

Infine il punto 10 tratta tutte le verifiche che devono essere effettuate in fase di installazione e durante l'intero corso del processo di compostaggio.

5 CLASSIFICAZIONE DELLE APPARECCHIATURE

Le apparecchiature per il compostaggio di piccola scala dinamico si classificano in relazione alla durata del processo che avviene all'interno del contenitore:

- apparecchiature a 30 giorni (minimo) con cumuli in maturazione a 60 giorni;
- apparecchiature a 60 giorni con cumuli in maturazione a 30 giorni;
- apparecchiature a 90 giorni (o a "ciclo completo") senza cumuli in maturazione.

A differenza delle apparecchiature a 90 giorni o a ciclo completo, le apparecchiature a 30 giorni e a 60 giorni non portano a maturazione la biomassa organica

Solo nel caso di apparecchiature a 90 giorni il compost prodotto può essere utilizzato come ammendante agronomico.

6 DESCRIZIONE DELL'APPARECCHIATURA E DEL PROCESSO DI COMPOSTAGGIO DI PICCOLA SCALA

6.1 DESCRIZIONE DELL'APPARECCHIATURA

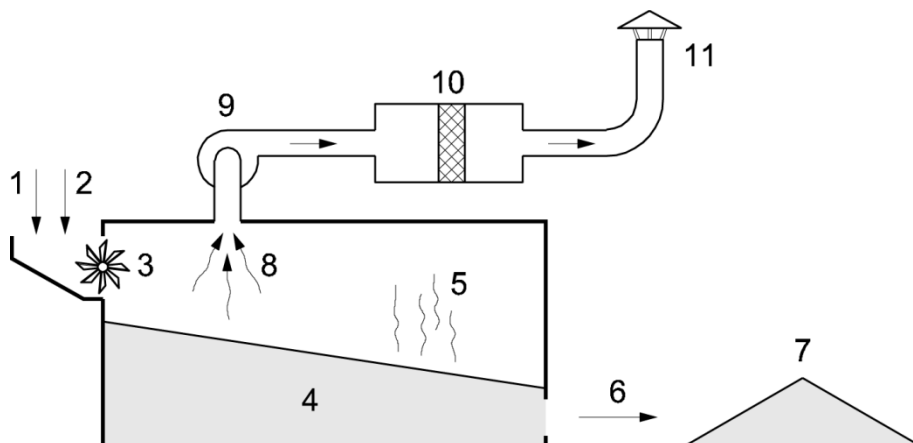
6.1.1 ELEMENTI PRINCIPALI

Il processo di compostaggio di piccola scala è eseguito da una apparecchiatura generalmente di forma cilindrica costituita dai seguenti elementi principali (vedere Figura 1):

- tramoggia di carico della biomassa organica, con sistema di pesatura del materiale immesso;
- contenitore dove avviene la trasformazione in compost della biomassa organica, (può essere un corpo unico oppure può essere costituito da 2 o 3 corpi);
- eventuale presenza di aspi e coclee interne al contenitore per la movimentazione della biomassa organica;
- motore e ventola per l'aspirazione dell'aria;

- biofiltro per filtrare l'aria esausta e abbattere gli eventuali cattivi odori presenti (vedere descrizione del biofiltro al punto 6.1.2);
- eventuale raccordo idraulico a complemento del biofiltro per l'immissione dell'aria esausta nel sistema fognario;
- camino di uscita dell'aria filtrata e sensori di gas (CO₂, CH₄, NH₃, H₂S);
- eventuale resistenza con motore per il riscaldamento artificiale della biomassa organica, collocata nella parte anteriore dell'apparecchiatura (dove avviene l'ingresso della biomassa organica), o in alternativa collocate lungo il corpo del contenitore;

Figura 1 Schematizzazione di un'apparecchiatura di compostaggio di piccola scala dinamica



Legenda:

- 1 Scarti organici
- 2 Strutturante
- 3 Trituratore
- 4 Biomassa organica in permanenza 30 giorni/60 giorni/90 giorni
- 5 Temperatura maggiore di 55 °C e minore di 70 °C
- 6 Compost fresco
- 7 Cumulo di compost in maturazione per 60 giorni (apparecchiature a 30 giorni), 30 giorni (apparecchiature a 60 giorni)
- 8 Aria
- 9 Ventola
- 10 Biofiltro
- 11 Camino

Oltre agli elementi sopracitati, possono essere presenti ulteriori elementi opzionali (vedere punto 6.1.3).

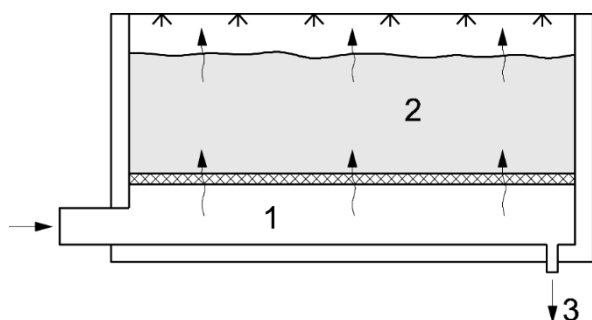
6.1.2 DESCRIZIONE DEL BIOFILTRO

Il biofiltro è un contenitore a forma di parallelepipedo o cubica.

È costituito dai seguenti elementi (vedere Figura 2):

- camera di espansione dell'aria esausta;
- griglia per il passaggio dell'aria esausta nella zona soprastante;
- substrato filtrante poroso ed igroscopico per trattenere l'umidità costituito da cortecce o cippato grossolano di legno (di oltre 2 cm di spessore);
- coperchio.
- scarico condensa

Figura 2 Schematizzazione del biofiltro



Legenda:

- 1 Camera di espansione aria
- 2 Substrato filtrante
- 3 Scarico liquidi di condensazione

L'aria esausta entra nella camera di espansione in basso, passa attraverso la griglia, entra in contatto con il substrato filtrante, e viene convogliata esternamente attraverso il camino.

6.1.3 ELEMENTI OPZIONALI

Elementi opzionali per la miscelazione di rifiuto organico e strutturante e il recupero delle frazioni estranee a fine processo sono:

- pressomiscelatori ad alberi con dentatura calettata, accorpati all'apparecchiatura o esterni e aventi funzione di premere il materiale, miscelarlo e avanzarlo senza sminuzzare i materiali estranei;
- miscelatori, a coclee con dentatura grossa, accorpati all'apparecchiatura o esterni e aventi funzione di miscelarlo e avanzarlo;
- trituratori a lame rotanti o a mulino.

I sistemi di carico e scarico (ribaltatori, nastri di selezione, coclee o nastri trasportatori), presenti sulle apparecchiature più grandi, possono essere:

- accorpati all'apparecchiatura e annessi elettricamente ad essa con opportune sicurezze elettriche e meccaniche, oppure
- sistemi con gestione elettrica indipendente, ma con interscambio di segnali con l'apparecchiatura di compostaggio.

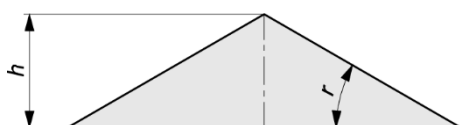
I contenitori per scaricare il compost dall'apparecchiatura sono dotati di ruote per trasportarlo in apposite aree dove completa la maturazione.

6.2 DESCRIZIONE DEL PROCESSO DI COMPOSTAGGIO DI PICCOLA SCALA

Il processo di compostaggio di piccola scala consta dei seguenti passi:

- Lo strutturante viene stoccato in cumuli di forma conica (vedere Figura 3);
- Il rifiuto organico portato dalle utenze o dai raccoglitori e lo strutturante vengono immessi nella tramoggia;
- La biomassa organica entra nel contenitore dove viene sottoposta a movimentazione da parte di coclee o aspi e trasformata in compost;
- La biomassa organica viene messa in depressione a mezzo di motore e ventola e l'aria esausta viene convogliata nel biofiltro, che diventa il solo punto emissivo e impedisce quindi all'aria e ad eventuali odori di uscire dalle aperture di conferimento, di ispezione e di uscita del compost. La ventola fornisce aria e quindi ossigeno alla biomassa organica;
- L'aria ripulita esce dal biofiltro e entra nel camino, dove viene analizzata dai sensori di gas e dove viene misurata la sua velocità con un anemometro;
- La biomassa organica completa la maturazione nel contenitore (apparecchiature a 90 giorni) o all'esterno in cumuli (apparecchiature a 30 giorni o apparecchiature a 60 giorni);
- Il processo termina dopo non meno di 90 giorni dall'entrata della biomassa organica;
- Entro tre mesi dall'istallazione dell'apparecchiatura e ogni qual volta si svuotano completamente i contenitori possono essere aggiunti alla biomassa organica microrganismi selezionati (per esempio microrganismi effettivi), lieviti, o compost fresco (contenente microrganismi effettivi), per aumentare la temperatura e facilitare quindi il processo.

Figura 3 Cumulo a forma di cono



Legenda:

h altezza del cono

r angolo di natural declivio per terre vegetali umide (pari a 30°)

I principali parametri di processo sono: rapporto C/N, umidità, concentrazione di O₂ (o in alternativa CO₂), dimensioni delle particelle, pH, temperatura (vedere punto 10.2.2)

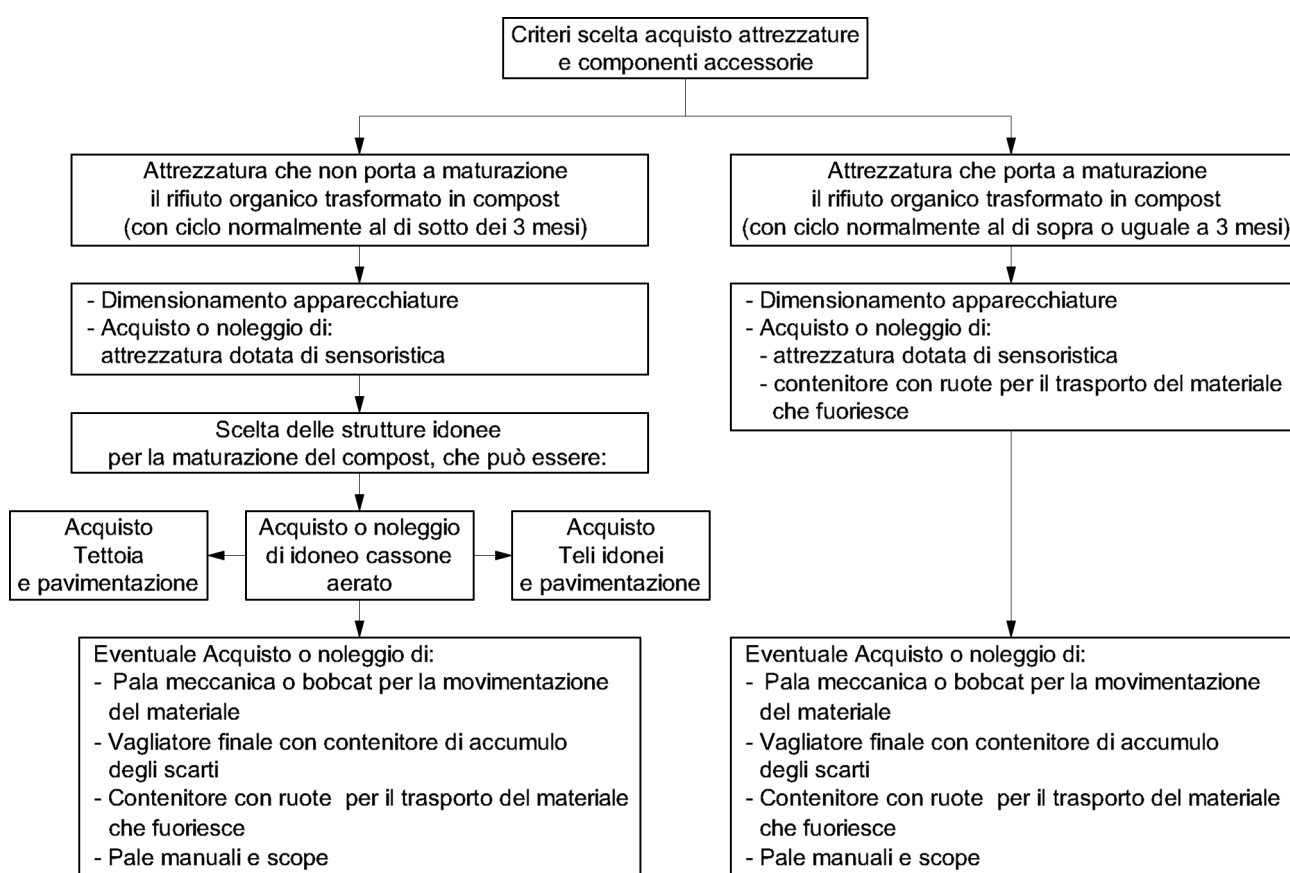
7 INFORMAZIONI FORNITE DALL'ACQUIRENTE

Al momento della richiesta di fornitura o nel bando, l'acquirente dovrebbe fornire le seguenti informazioni:

- Caratteristiche delle apparecchiature (materiali, sensoristica, interfaccia uomo-macchina, potenze installate e consumi);
- Dimensionamento delle apparecchiature (volumi minimi apparecchiature, volume biofiltro);
- Dimensionamento delle aree di stoccaggio dei cumuli (aree dei cumuli in maturazione, aree dei cumuli di strutturante) nel caso di apparecchiature a 30 giorni o apparecchiature a 60 giorni.

Il diagramma di flusso in Figura 4 rappresenta i criteri di scelta per l'acquisto delle apparecchiature e delle componenti accessorie in caso di ciclo di maturazione sotto i 90 giorni (3 mesi) o uguale o maggiore di 90 giorni (3 mesi).

Figura 4 Diagramma di flusso sui criteri di scelta per l'acquisto di apparecchiature e componenti accessorie



8 CARATTERISTICHE DELLE APPARECCHIATURE E DELLE AREE DI PERTINENZA

8.1 CARATTERISTICHE DELLE APPARECCHIATURE

Le apparecchiature considerate nella presente prassi devono essere costruite secondo i criteri stabiliti dalla Direttiva Macchine 2006/42/CE, recepita in Italia dal D.Lgs 17/2010

8.1.1 MATERIALI

Tutte le tipologie di apparecchiature considerate, comprese le eventuali tramogge, le vasche di ricezione, le vasche di trasferimento e il contenitore del biofiltro, dovrebbero essere costruite con materiali o rivestimenti che non rilascino residui di ossidazione da attacchi acidi (dovuti alla trasformazione dell'organico) e che trattengano i liquidi.

In particolare, per la realizzazione di tutte le zone a diretto contatto con il rifiuto organico, si raccomanda l'utilizzo di acciaio inox AISI 316L X5CrNiMo 17-12-2 (UNI EN 10088-1) o AISI 304 X5CrNi 18-10 (UNI EN 10088-1). Possono essere utilizzati altri materiali purché abbiano caratteristiche di resistenza meccanica e all'aggressione degli acidi umici simili a quelle dei materiali sopracitati.

E' consigliabile che le apparecchiature appoggino su un basamento in cemento e qualora non siano in ambiente confinato (capannone, casetta in legno ecc) è consigliabile la presenza di una tettoia di protezione.

8.1.2 SENSORISTICA

I sensori di gas (CO₂, CH₄, NH₃, H₂S) dovrebbero essere collocati nel condotto di emissione dell'aria esausta. Qualora l'apparecchiatura sia collocata in realtà confinate e scarsamente areate è consigliabile avere una sensoristica collocata nell'ambiente di lavoro. I sensori per il rilievo della temperatura e dell'umidità dovrebbero essere collocati in zone a diretto contatto con il rifiuto organico.

8.1.3 INTERFACCIA UOMO-MACCHINA

L'interfaccia dovrebbe garantire la leggibilità dei valori rappresentati attraverso l'utilizzo di caratteri e con una dimensione minima di 12 pixel.

Nel caso di apparecchiature semplici e di piccole dimensioni l'interfaccia può essere di tipo elettromeccanico, altrimenti dovrebbe essere costituita da un sistema di pannelli operatori touchscreen dotati di menù che consente di:

- evincere i valori di temperatura e umidità, la concentrazione di anidride carbonica CH₄, NH₃, H₂S, e le pesate di processo;
- evidenziare l'innesco della fase termofila in maniera naturale e non indotta (per una corretta igienizzazione);

- dare la possibilità agli operatori di fare le giuste correzioni parametriche al fine di rendere ottimale il processo.

8.1.4 POTENZE INSTALLATE E CONSUMI

Le potenze variano in funzione della tipologia di macchina: le apparecchiature ad aspi interne necessitano di potenze maggiori rispetto a quelle a tamburo rotante.

In assenza di fonti di calore aggiuntive, le potenze dovrebbero rientrare entro i valori massimi indicati nel Prospetto 1.

Fonti di calore aggiuntive (preferibilmente utilizzando energie rinnovabili come pannelli termici, pannelli solari, geotermia ecc.) possono essere utilizzate soltanto a completamento del riscaldamento naturale derivante dall'attività microbica ottenuto con aggiunta di microrganismi, cicli di rimescolamento e insufflazione di aria nella biomassa organica.

Prospetto 1 Potenze installate e consumi

Taglia/Tonnellate	KW max installati	Consumo mensile (KW/h mese)
10	4,3	127
20	4,9	153
30	5,4	177
40	5,6	186
50	6,8	232
60	7,0	239
70	8,4	298
80	9,8	314
90	9,8	314
100	9,8	314
120	11,6	396
130	11,7	396
200	14,5	502
250	15,5	547
500	18,7	667
1000	24,2	888

8.2 CARATTERISTICHE DELLE AREE DI PERTINENZA DELLE APPARECCHIATURE

8.2.1 GENERALITA'

Le aree di pertinenza delle apparecchiature dovrebbero comprendere aree di stoccaggio dei cumuli che siano:

- collocate in ambiente confinato (per esempio in cassoni ermetici aerati) oppure
- coperte da tettoie o teli impermeabili, ma traspiranti, chimicamente stabili contro acidi e alcali e biologicamente stabili, resistente ai raggi UV in modo tale da proteggere il compost fresco dall'esposizione agli agenti atmosferici (vento o sole) e garantire il corretto livello di umidità gravimetrica (vedere punto 10.2.2).

Le superfici di accumulo dovrebbero essere progettate in maniera tale da avere un indice di permeabilità k minore di 10^{-7} m/s su 10 cm di spessore (raggiungibile per esempio con una platea di cemento o teli impermeabili o argille compresse). Eventuali residui liquidi prodotti dai cumuli dovrebbero essere raccolti in apposite vasche di stoccaggio e successivamente riutilizzati sui cumuli stessi oppure smaltiti ai sensi del D.lgs. 152/2006. In caso di utilizzo di cassoni ermetici aerati questi possono essere collocati direttamente sul terreno indipendentemente dall'indice di permeabilità k .

8.2.2 ERGONOMIA

Qualora i punti di carico non siano ad altezza d'uomo (minimo 1,00 m; massimo 1,50 m), dovrebbero essere previsti accessori che facilitino la corretta fruizione della macchina, per esempio: passerelle, sistemi di caricamento, contenitori per la raccolta e per l'eventuale messa in cumulo del compost prodotto, ecc.

Qualora il compostaggio non sia a livello del terreno, lo scarico per la raccolta in contenitori o accessori simili dovrebbe essere posto ad un'altezza maggiore o uguale a 60 cm.

9 DIMENSIONAMENTO DELLE APPARECCHIATURE E DELLE AREE DI STOCCAGGIO DEI CUMULI

9.1 GENERALITA'

Prima dell'ordine o della redazione di un bando, l'acquirente dovrebbe effettuare il dimensionamento delle apparecchiature e delle aree di stoccaggio dei cumuli al fine di individuare l'apparecchiatura adatta alle proprie esigenze.

Il dimensionamento delle apparecchiature consta dei seguenti passi:

- stima della produzione di rifiuto organico e degli abitanti da servire;
- calcolo della taglia dell'apparecchiatura;
- calcolo del volume dell'apparecchiatura.

Il dimensionamento delle aree di stoccaggio dei cumuli consta dei seguenti passi:

- dimensionamento dei cumuli di strutturante;
- dimensionamento dei cumuli del compost in maturazione qualora si opti per apparecchiature con trattamento a 30 giorni o a 60 giorni.

9.2 DIMENSIONAMENTO DELLE APPARECCHIATURE

9.2.1 STIMA DELLA PRODUZIONE DI RIFIUTO ORGANICO E DEGLI ABITANTI SERVITI

Per la stima della produzione di rifiuto organico si raccomanda di utilizzare i dati della propria provincia estrapolati dai rapporti rifiuti regionali più recenti (la produzione di rifiuto organico varia tra 74 kg/ab/anno e 183 kg/ab/anno a seconda della regione [11]).

In assenza di dati provinciali si dovrebbe utilizzare:

- per le mense (maggiori produttori di rifiuto organico urbano) la stima di 235 g/pasto [12];
- in tutti gli altri casi, la stima di 120 kg/ab/anno ai sensi del DM 266/2016.

Data una produzione di rifiuto organico pari a 120 kg/ab/anno, noti il materiale strutturante (pari al 15% del rifiuto organico) e il numero di abitanti da servire è possibile calcolare la taglia dell'apparecchiatura (rapporto tra la capacità in t e anno) (vedere Prospetto 2):

$$Taglia = \frac{ab}{7,083}$$

Dove:

7,083 è un coefficiente lineare $\left(\frac{ab \times anno}{t}\right)$

Ab sono gli abitanti da servire.

Qualora la produzione di rifiuti organici sia diversa da 120 kg/ab/anno, la taglia si calcola con formula seguente, approssimando il risultato a quello immediatamente superiore tra quelli commercialmente disponibili :

$$Taglia = \frac{(pr * ab)}{85} * 100/1000$$

Dove:

Pr: produzione di rifiuto organico kg/ab/anno

Ab: abitanti da servire

Prospetto 2 Taglia in funzione di produzione di rifiuto organico, strutturante e abitanti da servire

Taglia	Pr	Strutturante	ABITANTI
t/anno	t/anno	t/anno	-
10	8,5	1,5	71
20	17,0	3,0	142
30	25,5	4,5	213
40	34,0	6,0	283
50	42,5	7,5	354
60	51,0	9,0	425
70	59,5	10,5	496
80	68,0	12,0	567
90	76,5	13,5	638
100	85,0	15,0	708
110	93,5	16,5	779
120	102,0	18,0	850
130	110,5	19,5	921
200	170,0	30	1.417
250	212,5	37,5	1.771
500	425,0	75,0	3.541
1000	850,0	150	7.083

9.2.2 VOLUMI DELLE APPARECCHIATURE

Si raccomanda che i volumi ricadano nell'intervallo tra $\pm 10\%$ dei valori indicati nel Prospetto 3 in funzione della Taglia e del tempo di permanenza del materiale (30 giorni, 60 giorni o 90 giorni). Le modalità di calcolo sono illustrate in APPENDICE A.

Prospetto 3 Volumi minimi in funzione della Taglia

Taglia	Volumi (m ³)		
	30 giorni	60 giorni	90 giorni
10	1,4	2,4	3,4
20	2,7	4,8	6,8
30	4,1	7,2	10,3
40	5,5	9,6	13,7
50	6,8	12,0	17,1
60	8,2	14,4	20,5
70	9,6	16,8	24,0
80	11,0	19,2	27,4
90	12,3	21,6	30,8
100	13,7	24,0	34,2
110	15,1	26,4	37,7
120	16,4	28,8	41,1
130	17,8	31,2	44,5
200	27,4	47,9	68,5
250	34,2	59,9	85,6
500	68,5	119,9	171,2
1000	137,0	239,7	342,5

9.2.3 VOLUMI MINIMI DEL BIOFILTRO

I volumi minimi raccomandati del biofiltro in funzione di taglia e classe di apparecchiatura (a 30 giorni, a 60 giorni o a 90 giorni) sono indicati nel Prospetto 4. Le modalità di calcolo sono illustrate in APPENDICE B.

Prospetto 4 Volumi minimi del biofiltro

Taglia	Apparecchiatura a 30 giorni	Apparecchiatura a 60 giorni	Apparecchiatura a 90 giorni
t/anno	m³	m³	m³
10	0,07	0,10	0,14
20	0,14	0,21	0,28
30	0,21	0,31	0,42
40	0,28	0,42	0,56
50	0,35	0,52	0,69
60	0,42	0,63	0,83
70	0,49	0,73	0,97
80	0,56	0,83	1,11
90	0,63	0,94	1,25
100	0,69	1,04	1,39
110	0,76	1,15	1,53
120	0,83	1,25	1,67
130	0,90	1,35	1,81
200	1,39	2,08	2,78
250	1,74	2,60	3,47
500	3,47	5,21	6,94
1000	6,94	10,42	13,89

9.3 DIMENSIONAMENTO DELLE AREE DI STOCCAGGIO DEI CUMULI

9.3.1 GENERALITA'

Il dimensionamento delle aree di stoccaggio dei cumuli per la maturazione della biomassa organica e per l'accumulo dello strutturante è fondamentale per finalizzare al meglio gli acquisti delle strutture accessorie necessarie (vedere punto 8.2.1).

Per calcolare le aree dei cumuli si raccomanda di schematizzare i cumuli come coni (figura 3).

9.3.2 AREE DEI CUMULI IN MATURAZIONE

9.3.2.1 AREE DEI CUMULI IN MATURAZIONE A 60 GIORNI (APPARECCHIATURE A 30 GIORNI)

Le aree raccomandate per i cumuli in maturazione a 60 giorni in funzione di Taglia, biomassa organica immessa, biomassa organica in maturazione, volume, raggio e altezza del cono sono indicati nel Prospetto 5. Le modalità di calcolo sono illustrate in APPENDICE C.

Prospetto 5 Aree dei cumuli in maturazione per 60 giorni (apparecchiature a 30 giorni)

Taglia	Biomassa organica immessa	Biomassa organica in maturazione	Volume	Raggio	Altezza	Area
t/anno	t/mese	t/mese	m3	m	m	m2
10	0,8	0,4	1,0	1,2	0,7	4,5
20	1,7	0,8	2,1	1,5	0,9	7,2
30	2,5	1,3	3,1	1,7	1,0	9,4
40	3,3	1,7	4,2	1,9	1,1	11,4
50	4,2	2,1	5,2	2,1	1,2	13,2
60	5,0	2,5	6,3	2,2	1,3	14,9
70	5,8	2,9	7,3	2,3	1,3	16,5
80	6,7	3,3	8,3	2,4	1,4	18,1
90	7,5	3,8	9,4	2,5	1,4	19,5
100	8,3	4,2	10,4	2,6	1,5	21,0
110	9,2	4,6	11,5	2,7	1,5	22,3
120	10,0	5,0	12,5	2,7	1,6	23,7
130	10,8	5,4	13,5	2,8	1,6	25,0
200	16,7	8,3	20,8	3,3	1,9	33,3
250	20,8	10,4	26,0	3,5	2,0	38,6
500	41,7	20,8	52,1	4,4	2,5	61,3
1000	83,3	41,7	104,2	5,6	3,2	97,3

9.3.2.2 AREE DEI CUMULI IN MATURAZIONE PER 30 GIORNI (APPARECCHIATURE A 60 GIORNI)

Le aree raccomandate dei cumuli in maturazione per 30 giorni in funzione di Taglia, biomassa organica immessa, biomassa organica in maturazione, volume, raggio e altezza del cono sono indicati nel Prospetto 6. Le modalità di calcolo sono illustrate in APPENDICE C.

Prospetto 6 Aree dei cumuli in maturazione per 30 giorni (apparecchiature a 60 giorni)

Taglia	Biomassa organica immessa	Biomassa organica in maturazione	Volume	Raggio	Altezza	Area
t/anno	ton/mese	ton/mese	m3	m	m	m2
10	0,8	0,3	0,8	1,1	0,6	3,9
20	1,7	0,7	1,7	1,4	0,8	6,2
30	2,5	1,0	2,5	1,6	0,9	8,1
40	3,3	1,3	3,3	1,8	1,0	9,8
50	4,2	1,7	4,2	1,9	1,1	11,4
60	5,0	2,0	5,0	2,0	1,2	12,9
70	5,8	2,3	5,8	2,1	1,2	14,2
80	6,7	2,7	6,7	2,2	1,3	15,6
90	7,5	3,0	7,5	2,3	1,3	16,8
100	8,3	3,3	8,3	2,4	1,4	18,1
110	9,2	3,7	9,2	2,5	1,4	19,2
120	10,0	4,0	10,0	2,5	1,5	20,4
130	10,8	4,3	10,8	2,6	1,5	21,5
200	16,7	6,7	16,7	3,0	1,7	28,7
250	20,8	8,3	20,8	3,3	1,9	33,3
500	41,7	16,7	41,7	4,1	2,4	52,8
1000	83,3	33,3	83,3	5,2	3,0	83,8

9.3.3 AREE DEI CUMULI DI STRUTTURANTE

Le aree raccomandate per i cumuli di strutturante, in accumulo per minimo 30 giorni, in funzione di Taglia, biomassa organica immessa, biomassa organica in maturazione, volume, raggio e altezza del cono sono indicati nel Prospetto 7. Le modalità di calcolo sono illustrate in APPENDICE C.

Prospetto 7 Aree dei cumuli di strutturante

Taglia	Biomassa organica immessa	Strutturante	Volume	Raggio	Altezza	Area
t/anno	t/mese	t/mese	m3	m	m	m2
10	0,8	0,1	0,4	0,9	0,5	2,5
20	1,7	0,3	0,8	1,1	0,6	3,8
30	2,5	0,4	1,3	1,3	0,8	5,3
40	3,3	0,5	1,7	1,4	0,8	6,2
50	4,2	0,6	2,1	1,5	0,9	7,1
60	5,0	0,8	2,5	1,6	0,9	8,0
70	5,8	0,9	2,9	1,7	1,0	9,1
80	6,7	1,0	3,3	1,8	1,0	10,2
90	7,5	1,1	3,8	1,8	1,0	10,2
100	8,3	1,3	4,2	1,9	1,1	11,3
110	9,2	1,4	4,6	2	1,2	12,6
120	10,0	1,5	5,0	2	1,2	12,6
130	10,8	1,6	5,4	2,1	1,2	13,8
200	16,7	2,5	8,3	3,1	1,8	30,2
250	20,8	3,1	10,4	4,1	2,4	52,8
500	41,7	6,3	20,8	5,1	2,9	81,7
1000	83,3	12,5	41,7	6,1	3,5	116,8

10 VERIFICHE

10.1 GENERALITA'

Le verifiche si articolano in quattro categorie:

1. Verifiche durante l'intero corso del processo di compostaggio di piccola scala dinamico:
 - Verifica della qualità merceologica dei rifiuti organici;
 - Verifiche delle caratteristiche prestazionali del processo;
 - Verifiche della taratura del sistema di pesatura e dei livelli di rumore.
2. Verifiche in fase di installazione delle apparecchiature;
3. Verifiche di collaudo dopo l'avvio delle apparecchiature (entro i primi 30 giorni);
4. Verifiche in fase di esercizio del processo di compostaggio di piccola scala dinamico (dopo i primi 30 giorni):
 - Verifica del grado di maturazione del compost;
 - Verifica dell'efficacia del biofiltro.

A queste si aggiungono le verifiche previste dal D.lgs. 75/2010, unicamente riferite al compostaggio locale, che dovrebbero essere effettuate ogni due anni qualora la qualità del rifiuto sia elevata (vedere punto) e sia presente una sensoristica in grado di rilevare in continuo (almeno 1 all'ora) livelli di CO₂, temperatura e componenti odorogene (NH₃, H₂S).

10.2 VERIFICHE DI PROCESSO

10.2.1 VERIFICHE DELLA QUALITA' MERCEOLOGICA DEI RIFIUTI ORGANICI

Ai sensi del DM 266/2016, il rifiuto organico da utilizzare nella miscela deve avere una presenza di frazioni estranee non compostabili inferiore al 2% in peso. La valutazione delle impurità dovrebbe essere eseguita su un campione di partenza di 50 kg procedendo ad analisi merceologica secondo le indicazioni fornite dalla "metodologia IRSA-CNR" [13].

Con apparecchiature di Taglia fino a 50 t/anno si raccomanda di effettuare almeno 1 analisi all'anno. Con apparecchiature di Taglia sopra le 50 t/anno si raccomanda di effettuare almeno 2 analisi all'anno, distanziate di almeno 3 mesi.

Qualora vengano rilevate delle impurità oltre il 2%, le analisi dovrebbero essere ripetute altre 2 volte e se il superamento del 2% viene confermato, il rifiuto organico non può essere trattato, ma avviato a smaltimento o ad impianto industriale.

Qualora invece il compost maturo derivi da rifiuti organici con impurità sotto il 2% e abbia superato il test dell'humus totale degli acidi umici e fulvici o il test di germinazione, eventuali scarti ottenuti dalla selezione, differenziati per materiale, possono essere inseriti nella gestione dei rifiuti urbani per la raccolta differenziata.

10.2.2 VERIFICHE PRESTAZIONALI DEL PROCESSO DI COMPOSTAGGIO DI PICCOLA SCALA DINAMICO

Le verifiche prestazionali del processo di compostaggio di piccola scala dinamico riguardano i seguenti parametri (valori di riferimento riportati nel Prospetto 8):

- Rapporto carbonio azoto (C/N): La verifica si effettua confrontando i dati ottenuti tramite almeno due analisi merceologiche su un campione di rifiuto organico di peso minore o uguale a 50 kg, eseguite secondo la "metodologia IRSA-CNR" [13], con i dati indicati nell'appendice 1 del Manuale ANPA [14]. Conoscendo il rapporto C/N di ogni componente del rifiuto organico e il rapporto C/N dello strutturante, si esegue la media pesata per ricavare il rapporto carbonio azoto da confrontare con il rapporto carbonio azoto (C/N) accettabile o ottimale di Prospetto 8). In alternativa si sottopone il residuo organico, derivante dai due campionamenti (effettuati sempre con la "metodologia IRSA-CNR" [13]) ad un'analisi secondo la UNI 10780 e si confronta con il rapporto carbonio azoto accettabile o ottimale di Prospetto 8);
- Temperatura nella biomassa organica: la temperatura dovrebbe essere compresa tra 35 °C e 60 °C e non dovrebbe mai superare 65 °C, perché oltre questa temperatura il processo uccide i microrganismi utili. Inoltre, per almeno 3 giorni, la temperatura dovrebbe raggiungere 55°C. La temperatura si misura prima nella biomassa organica e successivamente nei cumuli in maturazione (ove presenti). Il rilievo si effettua in continuo (almeno 1 rilievo all'ora) tramite sensori collocati alla base del contenitore. Qualora si rilevi una temperatura sotto 35 °C, si diminuiscono le insufflazioni di aria o i rimescolamenti e si aggiunge materiale fresco. Se le temperature superano i 70°C, si aggiunge acqua nell'apparecchiatura.
- Umidità gravimetrica: la percentuale di umidità gravimetrica dovrebbe essere compresa tra 57% e 63% e non dovrebbe mai essere minore di 45% o maggiore del 65%. Un'umidità minore del 45% o maggiore del 65%, infatti, provoca l'arresto del processo di compostaggio. Il rilievo si effettua in continuo (almeno 1 all'ora) tramite sensori posti nel camino di uscita del biofiltro. Se l'umidità è minore del 57% si aggiunge acqua nell'apparecchiatura, se è maggiore del 63% si aggiunge materiale strutturante e si aumentano i rimescolamenti/insufflazioni di aria;
- Proprietà fisico-meccaniche del substrato: il diametro medio delle particelle di biomassa organica dovrebbe essere compreso tra 0,5 cm e 5 cm al fine di avere una congrua porosità. La misura si esegue ogni qual volta viene conferito il rifiuto organico nell'apparecchiatura e comunque almeno una volta ogni 90 giorni. Si esegue prendendo circa 10 kg di rifiuto organico dello scarico di giornata, facendo 10 prelievi in 5 punti diversi scelti casualmente. In ogni punto si preleva circa 1 kg di materiale in superficie e un 1 kg di materiale ad una profondità di tra 20 cm e 30 cm. Successivamente si setacciano i 10 kg con vaglio avente maglie di 5 cm². Il sottovaglio ottenuto, viene vagliato a sua volta con setaccio avente maglie di 0,5 cm². Infine si eseguono le pesate del sopravaglio della setacciatura a 5 cm² e del sottovaglio della setacciatura a 0,5 cm². In presenza di particelle con diametro maggiore di 5 cm eccedenti il 20 % della verifica, si sottopone il rifiuto organico all'azione di un tritatore. In presenza di particelle con diametro minore di 0,5 cm eccedenti il 20% della verifica, il rifiuto organico può essere scartato oppure compostato qualora lo strutturante sia maggiore del 40% della biomassa organica;
- Ph: i valori di pH della biomassa organica dovrebbero essere compresi tra 5,5 e 9. Il rilievo si effettua tramite pHmetro a sonda, su 1 kg di biomassa organica, all'avvio dell'apparecchiatura e mensilmente, sul compost maturo ogni tre mesi. In caso di ph minore di 6,5 o maggiore di 8,5, si agisce sulle quantità delle varie componenti della miscela in termini ed in particolare sul rapporto C/N;

- Portata d'aria nei primi 30 giorni: la portata d'aria nei primi 30 giorni dovrebbe essere maggiore o uguale di 10 m³/h per tonnellata di rifiuto organico presente nel contenitore. Questo valore si raggiunge con rimescolamenti della biomassa organica e insufflazione dell'aria nell'apparecchiatura (almeno tre ricambi di aria l'ora). Il rilievo è effettuato in continuo (almeno 1 all'ora) tramite anemometro nel camino di uscita del filtro.

Prospetto 8 Intervalli di compatibilità e intervalli ottimali dei principali parametri di processo

Parametro	Intervallo compatibilità	Intervallo ottimale
Rapporto C/N	20:1 ÷ 40:1	20:1 ÷ 30:1
Temperatura nella biomassa organica (°C)	35 ÷ 70	35 ÷ 60
Umidità gravimetrica (%)	45 ÷ 65	57 ÷ 63
Dimensione delle particelle (Ø cm)	0,5 ÷ 5,0	0,5÷5,0
pH	5,5 ÷ 9,0	6,5 ÷ 8,5
Portata d'aria (m ³ /h/ton)	≥10	≥10

Oltre ai parametri sopramenzionati, assumono particolare importanza i seguenti gas:

- CO₂ (anidride carbonica): indicatore della respirazione batterica;
- CH₄ (metano): indicatore di processi anaerobici in atto;
- NH₃ (ammoniaca): indicatore del rilascio di azoto e di cattivi odori;
- H₂S (acido solfidrico): indicatore del rilascio di zolfo e di cattivi odori;
- N₂O (ossido di diazoto): indicatore di alterazione del clima.

Questi gas dovrebbero essere rilevati in continuo (almeno un rilievo all'ora):

1. con strumento aspiratore munito di sensori, posto a due metri dal camino (area dove può trovarsi il lavoratore o l'utente del conferimento diretto);
2. con sensori posti sul camino in uscita del biofiltro.

I valori misurati nel primo caso sono messi in relazione con le soglie massime TWA e STEL, nel secondo caso con le soglie limite di intervento.

Il Prospetto 9 riporta:

- le soglie massime TWA e STEL;
- i valori minimi e massimi che possono essere rilevati dai sensori;
- gli errori di misura dei sensori;
- le soglie limite di intervento (oltre le quali si deve fare uno o più interventi per rientrare nei limiti);
- gli interventi raccomandati al superamento delle soglie limite.

Prospetto 9 Valori di riferimento dei gas coinvolti nel processo di compostaggio di piccola scala dinamico

Parametro	TLV-TWA	TLV-STEL	Min	Max	Errore di misura	Soglia limite di intervento	Intervento
CO2 (ppm)	5000	1500	400	100 000	100	10 000	Aumento della ventilazione
CH4 (ppm)	1 000	n.a.	2	1 000	10	100	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento di rimescolamenti/insufflazioni di aria • Nuova verifica di proprietà fisico-meccaniche della biomassa organica e rapporto C/N
NH3 (ppm)	24	34	0	1000	5	10	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento di rimescolamenti/insufflazioni di aria • Nuova verifica di rapporto C/N e efficienza del biofiltro
H2S (ppm)	10	15	0	100	5	5	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento di rimescolamenti/insufflazioni di aria • Nuova verifica proprietà fisico-meccaniche della biomassa organica, rapporto C/N e efficienza del biofiltro
N2O (ppm)	25	200	0	300	5	20	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento di rimescolamenti/insufflazioni di aria • Nuova verifica di proprietà fisico-meccaniche della biomassa organica e rapporto C/N

10.2.3 VERIFICHE DELLA TARATURA DEL SISTEMA DI PESATURA E DEI LIVELLI DI RUMORE

La verifica della taratura del sistema di pesatura consta dei seguenti passi:

- l'operatore viene pesato con bilancia;
- l'operatore entra nella vasca ad apparecchiatura ferma e viene ripeso;

Qualora si verificano delle difformità tra le due pesature maggiori del 10%, l'apparecchiatura dovrebbe essere tarata nuovamente da azienda specializzata.

La verifica dei livelli di rumore dovrebbe essere effettuata almeno con cadenza annuale utilizzando strumenti empirici (per esempio vedere riferimento [15]). Qualora si ottenga uno sfioramento del 10% dei livelli di rumore previsti dal certificato fonometrico, le verifiche dovrebbero essere ripetute da tecnico specializzato. Qualora queste verifiche confermino lo sfioramento, si sottopone l'apparecchiatura a manutenzione.

10.3 VERIFICHE IN FASE DI INSTALLAZIONE

Le verifiche (valide anche per apparecchiature usate e/o noleggiate) in fase di installazione hanno inizio quando l'installatore e/o collaudatore (che potrebbe non coincidere con il fornitore) consegna la "dichiarazione di corretta installazione" all'acquirente e sono effettuate in giornata. Non si discostano da quelle eseguite presso lo stabilimento del fabbricante salvo il fatto che, nella fase finale, sono condotte in presenza dell'acquirente al fine di attestare che i requisiti prestazionali dichiarati siano effettivamente soddisfatti.

Sono suddivise in:

- verifica della corrispondenza delle caratteristiche dimensionali rispetto a quanto indicato nel bando di gara o nella richiesta di fornitura;
- verifica della corrispondenza dei parametri dell'apparecchiatura con quanto indicato nel "manuale d'uso e manutenzione" che dovrebbe avere i seguenti contenuti minimi:
 - descrizione dell'apparecchiatura
 - materiali utilizzati
 - specifiche tecniche dei motori, della parte elettrica, del biofiltro, dei sensori;
 - descrizione del ciclo di funzionamento in relazione alle varie parti dell'apparecchiatura;
 - modalità di installazione dell'apparecchiatura;
 - descrizione della manutenzione;
 - informazioni sulla sicurezza e utilizzo dei pittogrammi;
 - modalità di dismissione dell'apparecchiatura;
- qualora sia presente un sistema di pesatura della biomassa organica, verifica della presenza di un apposito certificato di taratura secondo la UNI/EN 17025;
- verifica della presenza di un certificato fonometrico emesso da un tecnico abilitato secondo la UNI EN ISO 3740 e la UNI EN ISO 3747.
- verifica della coibentazione (ossia del mantenimento del calore nei contenitori): La verifica si effettua con coperchi, prese d'aria e valvole chiuse, in assenza di vento e all'ombra ed ha inizio quando la temperatura, misurata con termometri con risoluzione di ± 0.5 °C, supera la temperatura di 10 °C. Si carica un volume di acqua calda pari a 1/3 del volume dei contenitori. Si registra il tempo necessario affinché la temperatura dell'acqua calda scenda di 5 °C. La verifica è superata se il tempo necessario affinché la temperatura dell'acqua calda scenda di 5 °C, è maggiore o uguale di 4 ore.

- verifica della coibentazione qualora le apparecchiature non presentino la tenuta del contenitore ai liquidi ma abbiano una vasca sotto al contenitore per la loro raccolta con sistema di ricircolo in continuo: una resistenza di calore si porta a 60 °C e si appoggia per 30 minuti su ognuno dei 4 punti opposti interni alla parete del contenitore. Trascorse 4 ore per ogni punto si misura la temperatura esternamente, nel punto corrispondente della parete del contenitore con un termoscanner. La verifica è superata qualora la temperatura rilevata in tutti i 4 punti sia compresa tra 0 °C e 40 °C;
- verifica della tenuta idrica: Si carica un volume di acqua calda pari a 1/3 del volume dei contenitori. Si esegue una linea di almeno 10 cm con un pennarello rosso a livello del pelo superficiale dell'acqua, in qualsiasi punto della parete del contenitore. Dopo almeno 4 ore (al termine del test di coibentazione), si esegue un'altra linea con pennarello rosso, a livello del pelo superficiale dell'acqua. A questo punto si misura con un metro la distanza in altezza delle due linee: la verifica è superata qualora questa distanza non superi i 5 cm;
- verifica della tenuta idrica qualora le apparecchiature non presentino la tenuta del contenitore ai liquidi ma abbiano una vasca sotto al contenitore per la loro raccolta, con sistema di ricircolo in continuo: dopo aver chiuso tutte le valvole si riempie la vasca per circa 2/3 e si segna con un pennarello rosso una linea rossa di almeno 10 cm, sulla parte interna della vasca in qualsiasi punto. Dopo 4 ore si verifica se il livello si è abbassato, segnando il punto con pennarello rosso con una linea lunga almeno 10 cm. Si misura la distanza tra le due linee: la verifica è superata se tale distanza è inferiore a 1 cm;
- verifica dei consumi elettrici: si eseguono due misurazioni dei consumi elettrici (1 ora per ciascuna misurazione) distanziate di almeno 24 ore e senza utilizzo di resistenze: la verifica è superata se le misure rientrano entro i limiti del Prospetto 1.

Dopo l'esecuzione delle prove, il fornitore redige e sottoscrive un rapporto di prova chiaro e conciso, attraverso il quale dà evidenza dell'esito positivo del collaudo finale e più in generale del corretto funzionamento della macchina. Nel rapporto di prova l'installatore e/o il collaudatore (persona incaricata dal fornitore) indica le condizioni di collaudo, i valori ottenuti durante le prove e le valutazioni effettuate durante le verifiche. La consegna del rapporto di prova all'utilizzatore finale individua la conclusione del processo di installazione dell'apparecchiatura.

10.4 VERIFICHE DOPO L'AVVIO DELLE APPARECCHIATURE (ENTRO I PRIMI 30 GIORNI)

Queste verifiche condotte normalmente dall'acquirente o suo delegato possono considerarsi opzionali, anche se caldamente consigliate e hanno il fine di comprendere meglio le caratteristiche dell'apparecchiatura acquistata. Diventano cogenti qualora ci sia una diatriba fra fabbricante/commerciante e acquirente

10.4.1 PREPARAZIONE DELLE VERIFICHE

Per effettuare le verifiche di collaudo nei primi 30 giorni è necessario preliminarmente creare una miscela di rifiuto organico e strutturante come segue:

- riempire il contenitore del biofiltro con corteccia di dimensioni comprese tra 1 cm e 5 cm, microrganismi effettivi e acqua (fino a raggiungere un contenuto di umidità pari al 60% del peso della massa filtrante);
- inserire nell'apparecchiatura il rifiuto organico che deve avere caratteristiche descritte nel prospetto 10. Il rifiuto organico deve essere inserito da 8 a 12 volte nell'apparecchiatura nel corso dei primi 30 giorni. Prima di ogni inserimento deve essere svolta almeno una analisi merceologica volta a determinare le caratteristiche del rifiuto organico, indicate nel prospetto 10, seguendo la metodica descritta nel punto 10.2.1
- inserire nell'apparecchiatura uno strutturante costituito da segatura, cippato, pellet da stufa, o da un mix di questi materiali che rispetti le seguenti condizioni:
 - o umidità compresa tra 20 % e 30 %;

- rapporto C/N oltre 100.

Prospetto 10 Caratteristiche del rifiuto organico utilizzato nei primi 30 giorni di verifica

parametro	Limiti di accettabilità	Modalità di verifica
C/N	25-35	Analisi merceologica e determinazione come specificato nel punto 10.2.2
Umidità in %	50-60	Analisi merceologica e determinazione attraverso apposita sonda e sensoristica
Impurità presenti in %	< 2%	Analisi merceologica

In termini quantitativi:

- quantità totale di rifiuto organico (QTRUF) da sottoporre a verifica: $QTRUF = \frac{Taglia}{12}$
- quantità giornaliera di rifiuto organico (QGRUF) da sottoporre a verifica: $QGRUF = \frac{QTRUF}{30}$
- quantità giornaliera di strutturante: almeno il 15% della quantità giornaliera di rifiuto organico;
- quantità giornaliera di biomassa organica artificiale:

$$QGBOA = QGRUF + STRUT \times \frac{QGRUF}{100} \times 15$$

10.4.2 ESECUZIONE DELLE VERIFICHE

Le verifiche da effettuare nei primi 30 giorni (dopo l'avvio delle apparecchiature) sono le seguenti:

- verifica dei consumi elettrici giornalieri e delle potenze impegnate: la verifica è superata se i consumi elettrici giornalieri registrati e le potenze impegnate rientrano entro i limiti del Prospetto 1;
- verifica del tempo di permanenza della biomassa organica nell'apparecchiatura: almeno 20 elementi traccianti costituiti da tappi di bottiglia in plastica vengono immessi nel contenitore. All'uscita dell'apparecchiatura vengono raccolti gli elementi traccianti. I giorni trascorsi dall'immissione a quando sono usciti 10 elementi traccianti sono assunti come stima del tempo di permanenza che non dovrebbe essere mai minore di 30 giorni;
- verifica dell'areazione: si attiva la ventola e si misura la velocità del flusso di aria in uscita tramite anemometro collocato nel camino. La verifica è superata se le velocità rilevate sono maggiori o uguali delle velocità riportate nei prospetti riportati nel punto 10.5.2.2.

10.5 VERIFICHE IN FASE DI ESERCIZIO (DOPO I PRIMI 30 GIORNI)

10.5.1 VERIFICHE DEL GRADO DI MATURAZIONE DEL COMPOST

Per verificare il grado di maturazione del compost si raccomanda di misurare i seguenti parametri:

- l'indice di respirazione statico (vedere UNI 10780) o indice di respirazione dinamico (vedere UNI 11184);
- l'humus totale degli acidi umici e fulvici (vedere UNI 10780) o l'indice di germinazione (vedere UNI 10780).

I valori dell'indice di respirazione dovrebbero rispettare le seguenti disuguaglianze:

$$IR_{statico} < \frac{250 \text{ mg di } O_2}{\text{kg di solidi volatili all'ora}}$$

$$IR_{statico} < \frac{500 \text{ mg di } O_2}{\text{kg di solidi volatili all'ora}}$$

Il valore dell'humus totale degli acidi umici e fulvici dovrebbe essere minore del 7% del valore secco come indicato nel Dlgs 75/10.

In alternativa alla misura dell'humus totale degli acidi umici e fulvici, può essere eseguita la prova di germinazione utilizzando come pianta indicatore il *lepidium sativum* (vedere UNI 10780): qualora le radici del campione risultino avere un accrescimento maggiore del 25% rispetto al testimone, il compost, oltre a non avere componenti fitotossiche, può essere considerato maturo e utilizzabile come ammendante [16].

Le prove di respirazione sul compost dovrebbero essere eseguite dopo 90 giorni di trattamento e minimo ogni 2 anni, trimestralmente soltanto in assenza di una sola delle seguenti condizioni:

- sensoristica in grado di rilevare in continuo CO₂, temperatura e componenti odorigene (NH₃, H₂S);
- impurità nel compost finale minori del 2%.

La determinazione dell'humus totale degli acidi umici e fulvici o il test di germinazione dovrebbero essere eseguiti ogni tre mesi.

10.5.2 VERIFICHE DELL'EFFICACIA DEL BIOFILTRO

10.5.2.1 GENERALITA'

L'efficacia del biofiltro dipende dai seguenti parametri:

- umidità relativa misurata una volta a settimana con sonda: qualora sia minore del 90% è necessario aggiungere acqua nel substrato filtrante;
- ph misurato una volta a settimana con phmetro a sonda: qualora il valore sia minore di 5 si sostituisce il substrato filtrante (che dovrebbe essere sostituita in ogni caso ogni 6 mesi);
- velocità del flusso dell'aria in uscita dal camino del biofiltro misurata in continuo con anemometro: vedere punto 10.5.2.2.

10.5.2.2 VERIFICA DELLA VELOCITA' DEL FLUSSO DI ARIA IN USCITA DAL CAMINO DEL BIOFILTRO

La verifica è superata quando il valore della velocità di flusso è uguale o maggiore dei valori di velocità indicati in Prospetto 11, Prospetto 12, Prospetto 13. Tali valori garantiscono anche l'areazione minima della biomassa organica contenuta nel contenitore. Inoltre, per garantire l'abbattimento degli odori si dovrebbe avere un tempo minimo di contatto dell'aria esausta con il substrato filtrante di 30 secondi e una velocità del flusso d'aria all'interno del substrato filtrante di 0,014 m/s.

Prospetto 11 Portate e velocità di flusso d'aria per apparecchiature a 30 giorni

Taglia	Taglia mensile	Portata d'aria totale richiesta	Velocità
t/anno	ton/mese	m3/h	m/s
10	0,83	8,33	0,24
20	1,67	16,67	0,49
30	2,50	25,00	0,73
40	3,33	33,33	0,97
50	4,17	41,67	1,22
60	5,00	50,00	1,46
70	5,83	58,33	1,71
80	6,67	66,67	1,95
90	7,50	75,00	2,19
100	8,33	83,33	2,44
110	9,17	91,67	2,68
120	10,00	100,00	2,92
130	10,83	108,33	3,17
200	16,67	166,67	4,87
250	20,83	208,33	6,09
500	41,67	416,67	12,18
1000	83,33	833,33	24,37

Prospetto 12 Portate e velocità di flusso d'aria per apparecchiature a 60 giorni

Taglia	Taglia mensile	Portata d'aria totale richiesta	Velocità
t/anno	t/mese	m3/h	m/s
10	0,83	12,50	0,37
20	1,67	25,00	0,73
30	2,50	37,50	1,10
40	3,33	50,00	1,46
50	4,17	62,50	1,83
60	5,00	75,00	2,19
70	5,83	87,50	2,56
80	6,67	100,00	2,92

Taglia	Taglia mensile	Portata d'aria totale richiesta	Velocità
t/anno	t/mese	m ³ /h	m/s
90	7,50	112,50	3,29
100	8,33	125,00	3,65
110	9,17	137,50	4,02
120	10,00	150,00	4,39
130	10,83	162,50	4,75
200	16,67	250,00	7,31
250	20,83	312,50	9,14
500	41,67	625,00	18,27
1000	83,33	1250,00	36,55

Prospetto 13 Portate e velocità di flusso d'aria per apparecchiature a 90 giorni

Taglia	Taglia mensile	Portata d'aria totale richiesta	Velocità
t/anno	t/mese	m ³ /h	m/s
10	0,83	16,67	0,49
20	1,67	33,33	0,97
30	2,50	50,00	1,46
40	3,33	66,67	1,95
50	4,17	83,33	2,44
60	5,00	100,00	2,92
70	5,83	116,67	3,41
80	6,67	133,33	3,90
90	7,50	150,00	4,39
100	8,33	166,67	4,87
110	9,17	183,33	5,36
120	10,00	200,00	5,85
130	10,83	216,67	6,34
200	16,67	333,33	9,75
250	20,83	416,67	12,18
500	41,67	833,33	24,37
1000	83,33	1666,67	48,73

Le modalità di calcolo delle velocità riportate in Prospetto 11, Prospetto 12 e Prospetto 13 sono le seguenti:

- Dividendo la Taglia per 12 si calcola la Taglia mensile;
- Si calcola la portata richiesta Q:
 - per apparecchiature di 30 gg $Q\left(\frac{m^3}{h}\right) = Q_1 = 10$;
 - per apparecchiature di 60 gg $Q\left(\frac{m^3}{h}\right) = Q_1 + 5$;
 - per apparecchiature di 90 gg $Q\left(\frac{m^3}{h}\right) = Q_1 + 2 * (5)$;

- Si ricava la portata totale richiesta $Q_{tot} = \text{Taglia mensile} \times Q$
- Nota la l'area della sezione del camino (generalmente $0,0095 \text{ m}^2$), si ricava la velocità:

$$v = \frac{Q_{tot}}{A}$$

APPENDICE A

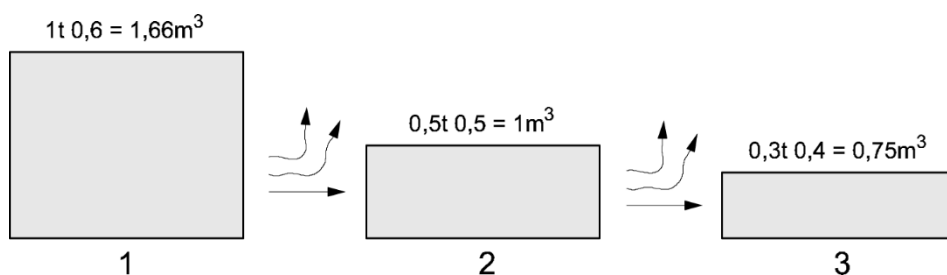
CALCOLO DEI VOLUMI DELLE APPARECCHIATURE

A.1 IPOTESI ALLA BASE DEL CALCOLO DEI VOLUMI

Per dimensionare i volumi delle apparecchiature si considerano le seguenti ipotesi alla base:

- si suppone che la biomassa organica resti in macchina minimo 30 giorni;
- si considera, in via cautelativa, un riempimento del contenitore pari al 60% del volume;
- si ipotizza per l'apparecchiatura una forma cilindrica dove il rapporto tra la lunghezza e il diametro del cilindro sia pari al rapporto aureo ovvero 1,618 (i volumi riportati nel Prospetto 3 sono comunque validi anche per apparecchiature aventi forme o rapporti diametro e lunghezza diversi);
- si suppone che il volume medio occupato da una tonnellata di biomassa organica è di 1 m^3 nei primi 30 giorni di processo e di $0,75 \text{ m}^3$ al termine del processo (vedere Figura A. 1), infatti:
 - 1 tonnellata di biomassa organica occupa un volume di $1,66 \text{ m}^3$ (peso specifico di $0,6 \text{ t/m}^3$);
 - nei primi giorni del processo di compostaggio la biomassa organica perde acqua fino a diventare compost con un peso di circa il 30% rispetto alla biomassa organica (per esempio 1000 kg di biomassa organica diventano 300 kg di compost fresco);
 - Al termine dei 30 giorni il compost diventa compost fresco con un peso di circa $0,5 \text{ t}$ che corrisponde a un volume di 1 m^3 (peso specifico di $0,5 \text{ t/m}^3$).
 - Al termine del processo le quantità si riducono a $0,3 \text{ t}$ corrispondenti a $0,75 \text{ m}^3$ (peso specifico $0,4 \text{ m}^3/\text{ton}$).

Figura A. 1 Volumi occupati dalla biomassa organica nel corso del processo di compostaggio di piccola scala dinamico



Legenda:

- 1 Biomassa organica
- 2 Compost fresco
- 3 Compost maturo

A.2 VOLUMI APPARECCHIATURE A 30 GIORNI

A partire dalle ipotesi illustrate al punto A.1, il peso di biomassa organica si calcola come segue:

$$\text{peso biomassa organica} = \frac{\text{Taglia}}{365} \times 30$$

I volumi minimi nei primi 30 giorni, come indicato al punto A.1, corrispondono al peso di biomassa moltiplicato per uno (1 t di biomassa=1m³) e sono riportati nel Prospetto A. 1.

Prospetto A. 1 Volumi minimi richiesti per i primi 30 giorni

Capacità	Biomassa organica	Volume
t/anno	t/30gg	m ³
10	0,82	0,82
20	1,64	1,64
30	2,47	2,47
40	3,29	3,29
50	4,11	4,11
60	4,93	4,93
70	5,75	5,75
80	6,58	6,58
90	7,40	7,40
100	8,22	8,22
110	9,04	9,04
120	9,86	9,86
130	10,68	10,68
200	16,44	16,44
250	20,55	20,55
500	41,10	41,10
1.000	82,19	82,19

Si utilizzano le formule geometriche del cilindro (l'apparecchiatura è schematizzata come un cilindro capovolto): il raggio si ricava dal volume e la lunghezza dal rapporto aureo definito al punto A.1. Infine l'area occupata dall'apparecchiatura si schematizza come un rettangolo che ha come lati la lunghezza e il diametro dell'apparecchiatura stessa. I risultati del dimensionamento sono riportati nel Prospetto A. 2.

Prospetto A. 2 Risultati del dimensionamento di apparecchiature a 30 giorni

Capacità	mese	Volume	Riemp.	Volume cilindro	Raggio	Lunghezza	Area
t/anno	t/mese	m³	%	m³	m	m	m²
10	0,82	0,82	60%	1,37	0,51	1,66	1,7
20	1,64	1,64	60%	2,74	0,65	2,09	2,7
30	2,47	2,47	60%	4,11	0,74	2,39	3,5
40	3,29	3,29	60%	5,48	0,81	2,63	4,3
50	4,11	4,11	60%	6,85	0,88	2,84	5,0
60	4,93	4,93	60%	8,22	0,93	3,02	5,6
70	5,75	5,75	60%	9,59	0,98	3,17	6,2
80	6,58	6,58	60%	10,96	1,03	3,32	6,8
90	7,40	7,40	60%	12,33	1,07	3,45	7,4
100	8,22	8,22	60%	13,70	1,10	3,57	7,9
110	9,04	9,04	60%	15,07	1,14	3,69	8,4
120	9,86	9,86	60%	16,44	1,17	3,80	8,9
130	10,68	10,68	60%	17,81	1,21	3,90	9,4
200	16,44	16,44	60%	27,40	1,39	4,50	12,5
250	20,55	20,55	60%	34,25	1,50	4,85	14,5
500	41,10	41,10	60%	68,49	1,89	6,11	23,1
1000	82,19	82,19	60%	136,99	2,38	7,70	36,7

A.3 VOLUMI APPARECCHIATURE A 60 GIORNI

Nel caso in cui la biomassa organica resti nell'apparecchiatura per ulteriori 30 giorni, i volumi minimi richiesti sono indicati nel Prospetto A. 3 (il volume occupato nella seconda fase è 0,75 m³ per tonnellata immessa, come definito al punto A.1).

Prospetto A. 3 Volumi minimi richiesti per i secondi 30 giorni

Capacità	Rifiuto organico	Volume
t/anno	t/30 giorni	m³
10	0,82	0,62
20	1,64	1,23
30	2,47	1,85
40	3,29	2,47
50	4,11	3,08
60	4,93	3,70
70	5,75	4,32
80	6,58	4,93
90	7,40	5,55
100	8,22	6,16
110	9,04	6,78
120	9,86	7,40

Capacità	Rifiuto organico	Volume
t/anno	t/30 giorni	m³
130	10,68	8,01
200	16,44	12,33
250	20,55	15,41
500	41,10	30,82
1.000	82,19	61,64

I risultati del dimensionamento sono riportati nel Prospetto A. 4.

Prospetto A. 4 Risultati del dimensionamento di apparecchiature a 60 giorni

Taglia	Taglia mensile	Volume	Riempimento	Volume cilindro	Raggio	Lunghezza	Area
t/anno	t/mese	m³	%	m³	m	m	m²
10	0,82	1,4	60%	2,4	0,62	2,00	2,5
20	1,64	2,9	60%	4,8	0,78	2,52	3,9
30	2,47	4,3	60%	7,2	0,89	2,88	5,1
40	3,29	5,8	60%	9,6	0,98	3,17	6,2
50	4,11	7,2	60%	12,0	1,06	3,42	7,2
60	4,93	8,6	60%	14,4	1,12	3,63	8,2
70	5,75	10,1	60%	16,8	1,18	3,83	9,0
80	6,58	11,5	60%	19,2	1,24	4,00	9,9
90	7,40	12,9	60%	21,6	1,29	4,16	10,7
100	8,22	14,4	60%	24,0	1,33	4,31	11,5
110	9,04	15,8	60%	26,4	1,37	4,45	12,2
120	9,86	17,3	60%	28,8	1,41	4,58	13,0
130	10,68	18,7	60%	31,2	1,45	4,70	13,7
200	16,44	28,8	60%	47,9	1,68	5,43	18,2
250	20,55	36,0	60%	59,9	1,81	5,85	21,1
500	41,10	71,9	60%	119,9	2,28	7,37	33,5
1000	82,19	143,8	60%	239,7	2,87	9,28	53,2

I volumi per una ipotetica terza fase di 30 giorni (dal 60° giorno al 90° giorno) sono gli stessi indicati nel Prospetto A. 3.

A.4 VOLUMI APPARECCHIATURE A 90 GIORNI

I volumi minimi delle apparecchiature a 90 giorni sono riportati nel Prospetto A. 5 e si ricavano sommando i volumi del Prospetto A. 1 a quelli del Prospetto A. 3 (per esempio il volume per una Taglia di 80 t/anno è calcolato come $6,58 \text{ m}^3 + 4,93 \text{ m}^3 + 4,93 \text{ m}^3 = 16,44 \text{ m}^3$).

Prospetto A. 5 Risultati del dimensionamento di apparecchiature a 90 giorni

Taglia	Taglia mensile		Volume	Riempimento	Volume cilindro	Raggio	Lunghezza	Area
t/anno	t/mese		m3	%	m3	m	m	m3
10	0,82		2,1	60%	3,4	0,70	2,25	3,1
20	1,64		4,1	60%	6,8	0,88	2,84	5,0
30	2,47		6,2	60%	10,3	1,00	3,25	6,5
40	3,29		8,2	60%	13,7	1,10	3,57	7,9
50	4,11		10,3	60%	17,1	1,19	3,85	9,2
60	4,93		12,3	60%	20,5	1,26	4,09	10,3
70	5,75		14,4	60%	24,0	1,33	4,31	11,5
80	6,58		16,4	60%	27,4	1,39	4,50	12,5
90	7,40		18,5	60%	30,8	1,45	4,68	13,6
100	8,22		20,5	60%	34,2	1,50	4,85	14,5
110	9,04		22,6	60%	37,7	1,55	5,01	15,5
120	9,86		24,7	60%	41,1	1,59	5,16	16,4
130	10,68		26,7	60%	44,5	1,64	5,30	17,3
200	16,44		41,1	60%	68,5	1,89	6,11	23,1
250	20,55		51,4	60%	85,6	2,03	6,58	26,8
500	41,10		102,7	60%	171,2	2,56	8,30	42,5
1000	82,19		205,5	60%	342,5	3,23	10,45	67,5

APPENDICE B

CALCOLO DEI VOLUMI DEL BIOFILTRO

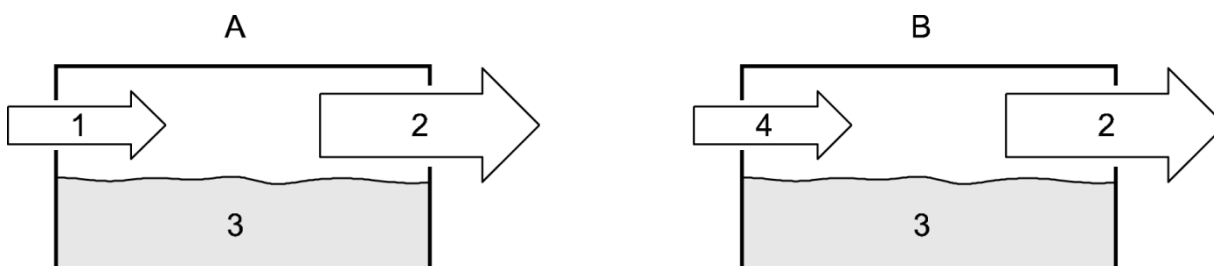
B.1 CALCOLO DELLA LUNGHEZZA DEL BIOFILTRO

Per dimensionare il volume del biofiltro è necessario calcolare la lunghezza del biofiltro.

Per calcolare la lunghezza del biofiltro si assumono [14]:

- un tempo minimo di contatto tra aria e materiale filtrante pari a 30 s.
- una velocità dell'aria in uscita pari a 0,014 m/sec
- una portata dell'aria di passaggio nella biomassa organica e convogliata nel substrato filtrante pari a 10 m³/h/ton. La portata richiesta cambia dopo i primi 30 giorni come indicato nella Figura B. 1.

Figura B. 1 Parametri fase di bioossidazione e fase di maturazione



Legenda:

A Bioossidazione

B Maturazione

1 portata d'aria fase di bioossidazione (10 m³/ora/t)

2 velocità dell'aria in uscita (0,014 m/sec)

3 tempo di permanenza (30 giorni/60 giorni/90 giorni)

4 portata d'aria fase di maturazione (10 m³/ora/t)

La Lunghezza del biofiltro (l) si calcola con la seguente formula:

$$l = 0,014 \frac{m}{s} \times 30 s = 0,42 m$$

I valori dei parametri del biofiltro sono riassunti nel Prospetto B. 1.

Prospetto B. 1 Valori parametri del biofiltro

Parametro	Valore	Unità di
<i>Portata Richiesta</i>	10	M ³ /h/t
<i>Tempo di contatto</i>	30	s
<i>Velocità richiesta</i>	0.014	m/s
<i>Lunghezza biofiltro</i>	0,42	m

I calcoli dei volumi del biofiltro (vedere punti 9.2.3.1, 9.2.3.2 e 9.2.3.3) variano a seconda della tipologia di apparecchiatura (a 30 giorni, a 60 giorni o a 90 giorni).

B.2 VOLUMI MINIMI DEL BIOFILTRO NEL CASO DI APPARECCHIATURE A 30 GIORNI

A partire dalla Taglia e dalla portata richiesta si calcola la portata totale (PT1). Nota la portata totale e la velocità si calcola l'area di sezione (SE1). A partire dall'area di sezione e dalla lunghezza del biofiltro si calcola il volume del biofiltro (VB1).

Si riportano di seguito le formule:

$$PT1 = \left(\frac{Taglia}{12} \right) \times \frac{10}{3600}$$

$$SE1 = \frac{PT1}{0,014}$$

$$VB1 = SE1 \times 0,42$$

B.3 VOLUMI MINIMI DEL BIOFILTRO NEL CASO DI APPARECCHIATURE A 60 GIORNI

Nel calcolo occorre tenere conto di due diverse portate, nei primi 30 giorni (10 m³/ora/t) e nella fase di maturazione (5 m³/ora/t). Pertanto al volume VB1 dei primi 30 giorni si somma il volume VB2 dei secondi 30 giorni, per ottenere il volume complessivo totale VB2T.

Per il calcolo di VB2 si seguono i medesimi calcoli di cui al punto 9.2.3.2.

Si riportano di seguito le formule:

$$PT2 = \left(\frac{Taglia}{12} \right) \times \frac{5}{3600}$$

$$SE2 = \frac{PT2}{0,014}$$

$$VB2 = SE2 \times 0,42$$

$$VB2T = VB1 + VB2$$

B.4 VOLUMI MINIMI DEL BIOFILTRO NEL CASO DI APPARECCHIATURE A 90 GIORNI

Nel calcolo occorre tenere conto di due diverse portate, nei primi 30 giorni (10 m³/h/t) e nella fase di maturazione (5 m³/h/t). Pertanto al volume VB1 dei primi 30 giorni si somma il volume VB2 dei secondi 30 giorni, infine il VB3 dei terzi 30 giorni per ottenere il volume complessivo totale

Per il calcolo di VB3 si seguono i medesimi calcoli di cui ai punti 9.2.3.2 e 9.2.3.3.

Si riportano di seguito le formule:

$$PT3 = \left(\frac{Taglia}{12} \right) \times \frac{5}{3600}$$

$$SE3 = \frac{PT3}{0,014}$$

$$VB3 = SE3 \times 0,42$$

$$VB3T = VB1 + VB2 + VB3$$

APPENDICE C

CALCOLO DELLE AREE DEI CUMULI IN MATURAZIONE

Il calcolo dell'area dei cumuli in maturazione consta dei seguenti passi:

- 1) Si calcola il peso mensile della biomassa organica immessa (BO_i):

$$BO_i = \frac{\text{Taglia}}{12}$$

- 2) Si imposta il peso specifico della biomassa organica in maturazione ps:

- 0,5 t/m³ nel caso di cumuli in maturazione per 60 giorni;
- 0,4 t/m³ nel caso di cumuli in maturazione per 30 giorni;
- 0,3 t/m³ nel caso di cumuli di strutturante.

- 3) Si determina il peso mensile della biomassa organica in maturazione BO_m :

- 50% della biomassa organica immessa nel caso di cumuli in maturazione per 60 giorni;
- 40% della biomassa organica immessa nel caso di cumuli in maturazione per 30 giorni;
- 15% della biomassa organica immessa nel caso di cumuli di strutturante.

- 4) Si calcola il volume occupato dal cumulo: $V = \frac{BO_m}{ps}$

- 5) A partire dalla formula del volume del cono si ricava la formula del raggio con i seguenti passaggi:

- $V = \frac{\pi}{3} x r^2 x h$
- $h = \tan(\alpha) x r = 0,577 x r$
- $V = \frac{\pi}{3} x r^3 x 0,577$
- $r = \sqrt[3]{\frac{V x 3}{\pi x 0,577}}$

- 6) Con la formula ricavata al punto 5) inserendo il volume calcolato al punto 4) si ricava il raggio;

- 7) Noto il raggio, si calcola l'area (formula del cerchio): $A = \pi x r^2$

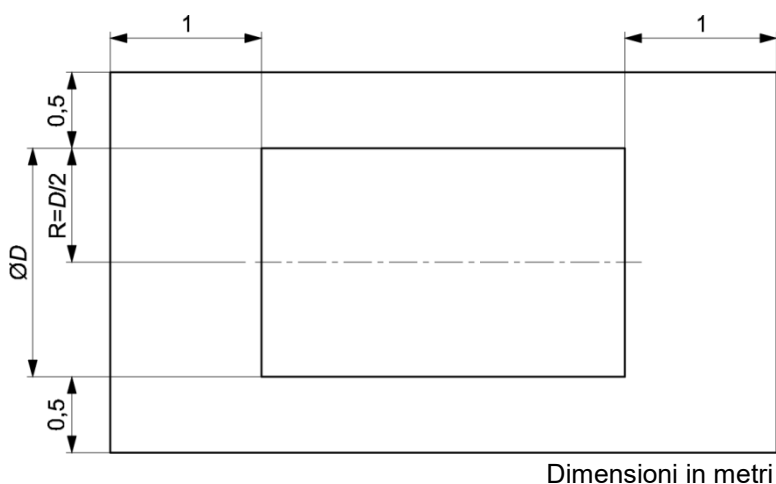
APPENDICE D

CALCOLO DELLE AREE DI PERTINENZA DELL'APPARECCHIATURA

L'area di pertinenza dell'apparecchiatura è costituita da:

- area occupata dall'apparecchiatura (vedere APPENDICE A);
- area di manovra attorno all'apparecchiatura: 1 m dalla parte posteriore, 1 m dalla parte anteriore dell'apparecchiatura e 50 cm dai due lati dell'apparecchiatura (vedere Figura D. 1).
- area del biofiltro: volumi del Prospetto 4 diviso altezza standard pari a 1 m.

Figura D. 1 Area di pertinenza dell'apparecchiatura



Dimensioni in metri

Le aree di pertinenza minime per le apparecchiature a 30 giorni, a 60 giorni e a 90 giorni sono riportate in Prospetto D. 1, Prospetto D. 2 e Prospetto D. 3.

Prospetto D. 1 Aree di pertinenza apparecchiature a 30 giorni

Capacità	Larghezza	Lunghezza	Area	Area con biofiltro
t/anno	m	m	m ²	m ²
10	2,03	3,66	7,41	7,48
20	2,29	4,09	9,38	9,52
30	2,48	4,39	10,89	11,10
40	2,63	4,63	12,18	12,46
50	2,75	4,84	13,32	13,67
60	2,86	5,02	14,36	14,78
70	2,96	5,17	15,32	15,81
80	3,05	5,32	16,23	16,79
90	3,13	5,45	17,08	17,71
100	3,21	5,57	17,89	18,58
110	3,28	5,69	18,67	19,43
120	3,35	5,80	19,41	20,24
130	3,41	5,90	20,13	21,03

Capacità	Larghezza	Lunghezza	Area	Area con biofiltro
t/anno	m	m	m2	m2
200	3,78	6,50	24,61	26,00
250	4,00	6,85	27,40	29,14
500	4,78	8,11	38,76	42,23
1000	5,76	9,70	55,88	62,82

Prospetto D. 2 Aree di pertinenza per apparecchiature a 60 giorni

Capacità	Larghezza	Lunghezza	Area	Area con biofiltro
t/anno	m	m	m2	m2
10	2,24	4,00	8,94	9,04
20	2,56	4,52	11,56	11,77
30	2,78	4,88	13,59	13,90
40	2,96	5,17	15,32	15,74
50	3,11	5,42	16,87	17,39
60	3,25	5,63	18,28	18,91
70	3,36	5,83	19,60	20,33
80	3,47	6,00	20,83	21,66
90	3,57	6,16	21,99	22,93
100	3,66	6,31	23,10	24,14
110	3,75	6,45	24,17	25,32
120	3,83	6,58	25,19	26,44
130	3,91	6,70	26,18	27,53
200	4,35	7,43	32,34	34,42
250	4,61	7,85	36,20	38,80
500	5,55	9,37	52,01	57,22
1000	6,74	11,28	75,99	86,41

Prospetto D. 3 Aree di pertinenza per apparecchiature a 90 giorni

Capacità	Larghezza	Lunghezza	Area	Area con biofiltro
t/anno	m	m	m2	m2
10	2,39	4,25	10,17	10,31
20	2,75	4,84	13,32	13,60

Capacità	Larghezza	Lunghezza	Area	Area con biofiltro
t/anno	m	m	m2	m2
30	3,01	5,25	15,78	16,20
40	3,21	5,57	17,89	18,45
50	3,38	5,85	19,78	20,47
60	3,53	6,09	21,50	22,33
70	3,66	6,31	23,10	24,07
80	3,78	6,50	24,61	25,72
90	3,90	6,68	26,04	27,29
100	4,00	6,85	27,40	28,79
110	4,10	7,01	28,70	30,23
120	4,19	7,16	29,96	31,63
130	4,27	7,30	31,17	32,98
200	4,78	8,11	38,76	41,54
250	5,07	8,58	43,52	46,99
500	6,13	10,30	63,09	70,03
1000	7,46	12,45	92,90	106,79

APPENDICE E

FORMAZIONE SUL PROCESSO DI COMPOSTAGGIO DI PICCOLA SCALA DINAMICO

Il conduttore delle apparecchiature dovrebbe aver svolto due tipologie diverse di formazione, teorica e pratica.

La formazione teorica dovrebbe essere svolta da un esperto di compostaggio di piccola scala e riguardare i seguenti temi:

- La definizione del compostaggio
- la legislazione
- i parametri del compostaggio
- le modalità di esecuzione del processo
- La durata del processo
- L'aereazione e i rimescolamenti
- I parametri da misurare e la sensoristica
- gli odori e la loro prevenzione
- le problematiche igienico sanitarie e prevenzione
- le operazioni da adottare in caso di problematiche
- la maturazione
- le operazioni finali di vagliatura
- l'utilizzo del compost
- normativa applicabile di Salute e Sicurezza

La formazione pratica dovrebbe essere svolta dal fabbricante dell'apparecchiatura o da un suo incaricato e riguardare i seguenti temi:

- le apparecchiature per il compostaggio e il loro funzionamento
- le modalità di carico
- le modalità di scarico
- i rimescolamenti
- il passaggio da una camera all'altra
- la parte elettrica ed elettronica
- la sensoristica
- I filtri
- la manutenzione ordinaria
- la sicurezza nel conferimento, del sistema elettrico, dell'apparato di movimentazione, durante le operazioni di manutenzione ordinaria, nella fase di scarico e maturazione
- le operazioni da svolgere durante tutte le fasi di maturazione
- comportamenti in caso di incendio e ai fini preventivi
- test pratico ripetuto più volte di utilizzo dell'apparecchiatura
- la qualità del rifiuto organico compostato e i relativi controlli
- i controlli effettuati della biomassa organica in uscita dall'apparecchiatura
- i controlli sul prodotto finale maturo

La formazione dovrà prevedere la registrazione, su apposito registro, dell'attività di formazione effettuata (data, numero di ore di formazione effettuate, nominativi partecipanti e dei docenti, denominazione della specifica attrezzatura, ecc...).

APPENDICE F

ASPETTI DI SICUREZZA

F.1 GENERALITA'

Le apparecchiature per il compostaggio di piccola scala dinamico rientrano nel campo di applicazione della Direttiva Macchine 2006/42/CE, recepita in Italia dal D.Lgs 17/2010, che impone ai fabbricanti il soddisfacimento dei pertinenti Requisiti Essenziali di Sicurezza (RES) prima di procedere con l'immissione sul mercato o la messa in servizio di una macchina.

Nel dettaglio, la direttiva individua le operazioni che costituiscono la cosiddetta procedura di certificazione, la quale prevede che il fabbricante prima di adempiere formalmente alla redazione della Dichiarazione di conformità e all'apposizione della marcatura CE effettui quanto di seguito riportato:

- individuare la procedura di valutazione della conformità da adottare;
- verificare che i R.E.S. siano soddisfatti;
- redigere il fascicolo tecnico e il manuale di uso e manutenzione (Allegato VII della Direttiva Apparecchiature 2006/42/CE).

F.2 VALUTAZIONE E RIDUZIONE DEL RISCHIO

Per completare l'iter di certificazione di una apparecchiatura è fondamentale eseguire la valutazione del rischio, ovvero il processo complessivo attraverso il quale i rischi vengono analizzati e calcolati. Solo a valle di questo processo è possibile progettare e mettere in atto i sistemi e le procedure atte a gestire i rischi individuati.

In particolare, la Direttiva Macchine 2006/42/CE sancisce per i fabbricanti l'obbligo di eseguire la valutazione del rischio e di considerarne i risultati sin dalle prime fasi della progettazione della macchina e in tutte le fasi dell'esistenza prevedibile della stessa.

Nella fattispecie la UNI EN ISO 12100 definisce i principi e la metodologia per ottenere la sicurezza nella progettazione del macchinario. Nello specifico, le azioni per implementare la valutazione e la riduzione del rischio sono:

- 1) determinare i limiti del macchinario (uso previsto e qualsiasi uso scorretto ragionevolmente prevedibile dello stesso);
- 2) identificare i pericoli e le situazioni pericolose associate;
- 3) stimare i rischi per ogni pericolo e situazione pericolosa identificata;
- 4) ponderare il rischio e prendere decisioni sulla necessità di riduzione del rischio;
- 5) eliminare il pericolo o ridurre il rischio associato per mezzo di misure di protezione.

La valutazione del rischio è dunque costituita da una serie di passaggi logici che consentono di analizzare (ovvero identificare e stimare i rischi) e calcolare se il livello di rischio è accettabile o necessita di un'ulteriore riduzione.

L'obiettivo della riduzione del rischio può essere raggiunto rimuovendo completamente i pericoli (eliminazione del rischio) o riducendo, separatamente o simultaneamente, ciascuno dei due elementi che determinano il rischio associato (riduzione del rischio), ovvero:

- gravità del danno derivato dal pericolo considerato;
- probabilità che si verifichi quel danno.

Il metodo dei tre stadi definisce la sequenza con la quale applicare le misure di protezione:

- STADIO 1: Misure di protezione integrate nella progettazione;
- STADIO 2: Protezioni e/o misure di protezione complementari;
- STADIO 3: Informazioni per l'uso.

Poiché l'impiego della tecnologia non consente di garantire la totale assenza di rischio, alcuni rischi non possono essere eliminati totalmente. Il rischio residuo è il rischio che permane dopo che tutte le misure di protezione sono state prese in considerazione e implementate. Le istruzioni operative riportano anche la gestione del rischio residuo.

A titolo esemplificativo, ma non esaustivo, i rischi che tipicamente possono essere individuati nelle apparecchiature oggetto del presente documento, sono:

- rischi meccanici correlati, per esempio, al pericolo di schiacciamento connesso agli organi in movimento dell'apparecchiatura e ai coperchi di copertura/chiusura (spesso, questo tipo di rischio, può essere gestito interbloccando con opportuni sistemi le aperture verso gli organi interni in modo che le operazioni di manutenzione siano effettuabili con organi interni "fermi") o al pericolo nello scarico della macchina (in caso di utilizzo di apparecchiature con aspi o rotanti per la fuoriuscita del prodotto in sacco o in appositi contenitori questo tipo di rischio, spesso può essere gestito utilizzando apposite cuffie di protezione di tipo meccanico o protezioni contro il cesoiamento o l'avvolgimento)
- rischi di natura elettrica connessi alla presenza di circuiti e impianti in tensione;
- rischio incendio correlato alla presenza di sostanze e/o materiali infiammabili. La presenza di tali sostanze e/o materiali può essere fisicamente allocata "internamente" all'apparecchiatura e/o "esternamente" ad essa. A titolo esemplificativo, ma non esaustivo, la presenza e la corretta manutenzione di adeguati sistemi di "protezione attiva" antincendio come estintori, idranti, rivelatori di fumo, segnaletica di sicurezza e illuminazione di emergenza assume particolare importanza nella corretta gestione di questo rischio;
- rischio chimico e/o di ambienti sospetti di inquinamento ovvero spazi confinati dove è possibile il rilascio di gas deleteri (tipico è l'eccesso di CO₂ che può prodursi durante il processo di compostaggio). Di solito questa tipologia di rischio espone i lavoratori al rischio di asfissia o di intossicazione dovuta ad esalazione di sostanze tossiche o nocive presenti nell'ambiente di lavoro della macchina in esame. Tali rischi possono essere presenti o all'interno dell'ambiente chiuso in cui la macchina opera, oppure all'interno di essa (in tal caso, qualora l'operatore dovesse entrare in uno spazio confinato della macchina, questo tipo di rischio spesso può essere gestito prevedendo sistemi e/o procedure, come per esempio un'adeguata ventilazione interna della macchina prima dell'ingresso dell'operatore e/o sensori che segnalino l'abitabilità degli spazi confinati);
- Rischio biologico connesso all'aspirazione di batteri e miceti prodotti durante il processo di compostaggio (può essere ridotto usando mascherine, in particolare quando si aprono le apparecchiature).

BIBLIOGRAFIA

- [1] Direttiva 2006/42/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 17 maggio 2006 , relativa alle apparecchiature e che modifica la direttiva 95/16/CE (rifusione) (Testo rilevante ai fini del SEE).
- [2] Direttiva 2008/98/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 19 novembre 2008, relativa ai rifiuti e che abroga alcune direttive.
- [3] Decreto Ministeriale 5 febbraio 1998 Individuazione dei rifiuti non pericolosi sottoposti alle procedure semplificate di recupero ai sensi degli articoli 31 e 33 del decreto legislativo 5 febbraio 1997, n. 22.
- [4] Decreto 29 gennaio 2007 Emanazione di linee guida per l'individuazione e l'utilizzazione delle migliori tecniche disponibili in materia di gestione dei rifiuti, per le attività elencate nell'allegato I del decreto legislativo 18 febbraio 2005, n. 59.
- [5] Decreto Legislativo 27 gennaio 2010, n. 17 Attuazione della direttiva 2006/42/CE, relativa alle apparecchiature e che modifica la direttiva 95/16/CE relativa agli ascensori.
- [6] Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 Norme in materia ambientale.
- [7] D. d. G. R. Sicilia, Linee guida destinate ai Comuni per l'adozione di appositi regolamenti comunali per il compostaggio, n. 252, 13 luglio 2018.
- [8] UNI EN ISO 12100 Sicurezza del macchinario - Principi generali di progettazione - Valutazione del rischio e riduzione del rischio.
- [9] UNI EN ISO 13849-1 Sicurezza del macchinario - Parti dei sistemi di comando legate alla sicurezza - Parte 1: Principi generali per la progettazione.
- [10] UNI EN 13432 Imballaggi - Requisiti per imballaggi recuperabili mediante compostaggio e biodegradazione - Schema di prova e criteri di valutazione per l'accettazione finale degli imballaggi.
- [11] ISPRA, «Rapporto Rifiuti Urbani,» 2021.
- [12] «Calcolo produzione scarti organici mensa,» [Online]. Available: <https://www.associazioneitalianacompostaggio.it/wp-content/uploads/2021/11/allegato-3-Calcolo-produzione-scarti-organici-mensa.pdf>.
- [13] ANPA, «Analisi merceologica dei rifiuti urbani,» RTI CTN_RIF 1/2000. [Online]. Available: https://www.arpal.liguria.it/files/rifiuti/ANPA_Merceologia.pdf.
- [14] ANPA, «Il recupero di sostanza organica,» 2002. [Online]. Available: <https://www.isprambiente.gov.it/contentfiles/00003500/3526-manuali-2002-07.pdf/>.
- [15] ARPA, «OpeNoise: app per misurare il rumore,» [Online]. Available: <http://www.arpa.piemonte.it/approfondimenti/temi-ambientali/rumore/rumore/openoise-2>.
- [16] B. Suisse, Richtlinien für die erzeugung, verarbeitung und den handel von knospe-produkten, 2021.
- [17] P. Antoine, Z. Benoît, R. Joze, C. Michele e R. Serge, «Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Waste treatment Industrial Emissions Directive 2010/75/EU (Integrated Pollution Prevention and Control),» 2018. [Online]. Available: <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC113018>.
- [18] M. C. S. M. F. B. SAIC Sally Brown, «METHANE AVOIDANCE FROM COMPOSTING,» 15 September 2009. [Online].

- [19] E. E. Agency, «Biological treatment of waste - Composting,» 2019. [Online].
- [20] A. -. O. R. p. i. C. Regione Veneto, La tecnologia del compostaggio, 2001.
- [21] ANPA, Metodi di analisi del compost, 2001.
- [22] «The Carbon : Nitrogen Ratio in Composting,» [Online]. Available: <http://www.carryoncomposting.com/416920203>.
- [23] «Coffee Grounds Compost,» [Online]. Available: <https://www.the-compost-gardener.com/coffee-grounds-compost.html>.
- [24] J. A. F. C. R. M. I. C. Chukwunonye Ezeah, «Characterisation and Compositional Analyses of Institutional Waste in the United Kingdom: A case study of the University of Wolverhampton,» 2015. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/280575063_Characterisation_and_Compositional_Analyses_of_Institutional_Waste_in_the_United_Kingdom_A_case_study_of_the_University_of_Wolverhampton.
- [25] UNEP, «Food Waste Index Report,» 2021.
- [26] F. A. L. F. Claudia Giordano, «Quantities, Determinants, and Awareness of Households' Food Waste in Italy: A Comparison between Diary and Questionnaires Quantities,» 2019. [Online]. Available: <https://www.mdpi.com/2071-1050/11/12/3381>.
- [27] APAT, «Metodi di misura delle emissioni olfattive,» 19/2003. [Online]. Available: <https://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/manuali-e-linee-guida/metodi-di-misura-delle-emissioni-olfattive>.
- [28] A. Lazio, «Linee guida sul compostaggio locale,» Ottobre 2021. [Online]. Available: https://www.arpalazio.it/documents/20124/52505/Linee_guida_sul_compostaggio_locale_di_rifiuti_organici.pdf.
- [29] [Online]. Available: <https://www.associazioneitalianacompostaggio.it/wp-content/uploads/2021/11/allegato-1-dati-di-bibliografia-di-emissione-dei-gas.pdf>.
- [30] «Sistemi di comando,» [Online]. Available: <https://www.associazioneitalianacompostaggio.it/wp-content/uploads/2021/11/allegato-4-parametri-di-sicurezza.pdf>.
- [31] «Raccolta differenziata Organico,» [Online]. Available: <https://www.associazioneitalianacompostaggio.it/wp-content/uploads/2021/11/allegato-5-dati-Raccolta-differenziata-Organico.pdf>.
- [32] «Regolamento comunale per la pratica del compostaggio di comunità,» [Online]. Available: <https://www.associazioneitalianacompostaggio.it/wp-content/uploads/2021/11/allegato-6-Regolamento-comunale-per-la-pratica-del-compostaggio-di-comunit%C3%A0.pdf>.
- [33] «Test di tolleranza delle piante,» [Online]. Available: <https://www.associazioneitalianacompostaggio.it/wp-content/uploads/2021/11/allegato-2-test-svizzero-di-fitotossicit%C3%A0.pdf>.

حتى ينجح الكمبوست يجب مراعاة التالي:

- 1- الانتباه لكمية الماء المضافة، بحيث تكون كافية لترطيب فقط (القوام مشابه للإسفنجة الرطبة المعصورة).
- 2- تقطيع الخليط المضاف إلى قطع صغيرة قدر الإمكان، لتسهيل و تسريع عملية التحلل.
- 3- التقليب مرتين الى ثلاث مرات أسبوعياً، حيث يمنع التعفن و يساعد على مرور الهواء داخل الخليط.
- 4- ضع حاوية الكمبوست في مكان بعيد عن أشعة الشمس المباشرة، خصوصاً في فصل الصيف.
- 5- لا يجوز إضافة اللحوم و العظام و الزيوت و الألبان لخلطة الكمبوست.
- 6- إبقاء الغطاء مقللاً باستمرار.

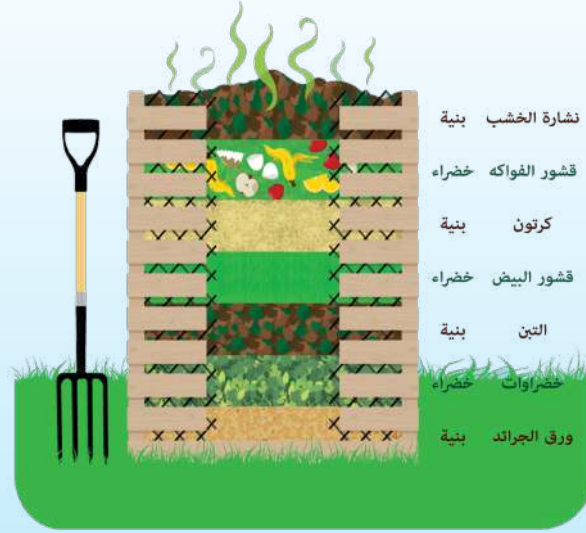
7- التأكد باستمرار أن فتحات التهوية نظيفة و خالية من الشوائب، لضمان التهوية الجيدة داخل الكمبوستر.

8- يتم التخلص من العصارة الزائدة من خلال الفتحات المخصصة أسفل الكمبوستر.



ما هو الكمبوست؟

هو مغذي طبيعي للتربة متعدد المكونات، ناتج عن التحلل الطبيعي لبقايا الطعام النباتية و المخلفات النباتية كالقش و الحطب و الأعشاب و الأغصان والأوراق والخضروات بطرؤف هوائية ملائمة في حاوية الكمبوست لينتج مادة مناسبة للاستخدام الزراعي. الكمبوست الناتج ترابي، لونه بني، و له رائحة الأرض.



فوائد الكمبوست:

للكمبوست فوائد متعددة على عدة مستويات سواءاً الاقتصادية أو الاجتماعية أو البيئية، و أهمها:

- الكمبوست مغذي طبيعي للتربة، فيزيد خصوبتها و يقلل الحاجة للأسمدة الكيماوية، كما أنه يحافظ على رطوبة التربة، فيقلل الحاجة المستمرة لري المزروعات.
- يزيد من إنتاجية المحاصيل الزراعية و يرفع من جودتها.
- التقليل من كمية النفايات المنزلية المرسله إلى مكب النفايات، حيث سيتم إعادة تدويرها و الاستفادة منها.
- تأسيس الوعي اللازم بأهمية استخدام المنتجات العضوية وغيرالضارة بيئياً، بدلاً من الأسمدة الكيماوية الضارة، ذات الإنبعاثات و الروائح الضارة و المزعجة.

ضع بصمتك لتمييز بيئتك و اصنع بيدك بديل السماد العضوي -الكمبوست- في حديقة منزلك ... بثلاث خطوات سهلة...

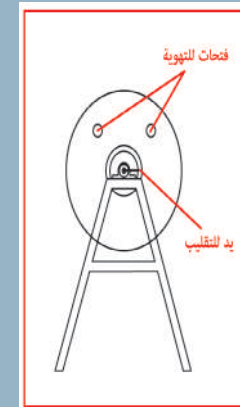
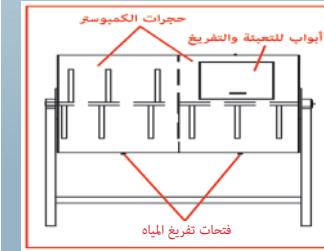
1- اجمع النفايات النباتية المنزلية مثل الخضار و الفواكه و أوراق النبات (الطبقة الخضراء) في حاوية النفايات المخصصة للنفايات العضوية.

2- ضعها في حاوية الكمبوست مع الكرتون و القش و نشارة الخشب، حسب المتوفر (الطبقة البنية)، بنسبة 3 من الطبقة البنية : 1 من الطبقة الخضراء.

3- قم بإضافة الماء حسب الحاجة، بالإضافة إلى عملية تقليب المكونات باستمرار، لمدة تتراوح من شهرين الى ثلاثة شهور.

ملاحظة: تتكون حاوية الكمبوست الواردة إليك من حجرتين، قم بملأ الحجر الأولى تدريجياً، بحيث تترك مسافة شبر فارغة في الحجر، ثم ابدأ بملأ الحجر الثانية.

و النتيجة بيئة نظيفة، كمبوست بكلفة محدودة، و هو بديل عن السماد، صديق للبيئة، و مغذي للتربة و للنبات.



نشرة ارشادية حول وحدات انتاج الكمبوست المنزلي

الكمبوست Compost

(الربال)

بقايا
طعامك
«حياة»
لترتك



أسئلة و أجوبة شائعة حول الكمبوست:

- ❖ للخليط رائحة كريهة تشبه البيض؟
- التهوية غير كافية، قم بتقليب الكومبوست بشكل أكثر.
- ❖ للخليط رائحة تشبه النشادر؟
- نسبة المواد الخضراء عالية، قم بإضافة المواد البنية.
- ❖ الخليط رطب جداً؟
- نسبة الخضراوات عالية مقارنةً بالخليط الجاف.
- ❖ يوجد حشرات داخل حاوية الكومبوست؟
- قم بإضافة مواد بنية جافة للخليط.

- ❖ هل يعتبر الكومبوست جاهزاً بالرغم من تواجد قطع كبيرة داخل الكمبوست؟
- نعم، يعتبر جاهزاً، حيث يمكن تفتيت القطع الكبيرة للاستفادة منها.
- ❖ ما هو المقدار المناسب من الكمبوست الواجب إضافته للتربة؟
- يفضل إضافة الكمبوست بسماكة ٢ سم تقريباً للتربة و خلطه جيداً، ليتجانس مع الطبقات السفلية من التربة.

للمزيد من المعلومات الإتصال على قسم الصحة والبيئة / بلدية عين عنتا 2673401 داخلي 213

مراحل تشكل الكمبوست:

- ١- المرحلة الأولى: في الأسابيع الأولى تبدأ المخلفات بالتحلل، و ترتفع درجة الحرارة إلى ٤٥-٥٥ درجة مئوية (مشابهة لحرارة المياه الدافئة).
- ٢- المرحلة الثانية: في الأسابيع التالية، ترتفع درجة الحرارة الى 60-65 درجة مئوية (حرارة الماء الساخن)، و تدوم هذه الفترة لوقت قصير جداً، في حال ارتفاع الحرارة لأعلى من الدرجات المذكورة، حينها قم بتقليب الخليط بشكل أكبر، لمنع قتل البكتيريا المفيدة.
- ٣- المرحلة الثالثة: تبدأ درجة الحرارة بالهبوط، و يتم تحلل المكونات الأكثر تعقيداً، و تستمر هذه المرحلة لمدة شهرين تقريباً (تعتمد طول الفترة على درجة حرارة الجو).
- ٤- اذا كنت غير قادرٍ على تمييز المحتويات الأصلية، و تكوّن تراب لونه بني داكن برائحة الأرض المبللة، عندها يكون الكمبوست جاهز للاستخدام، و يمكنك عندها البدء بدورة جديدة. حيث تفرغ المحتويات، و تغربل لاستعمال الكمبوست الناتج، و يتم إعادة استعمال القطع الكبيرة لخلطات الكمبوست الجديدة.

مكب النفايات VS الكمبوست

