

# ***CHIMICA AMBIENTALE***

*CdL triennale in  
Scienze e Tecnologie per l'Ambiente e la Natura  
CdL triennale in Chimica*

*Docente  
Pierluigi Barbieri*

***SSD Chimica dell'ambiente e dei beni culturali, CHIM/12***

# Tecnologie di bonifica di suoli

## *Soil remediation*

- <http://www.isprambiente.gov.it/it/temi/siti-contaminati/tecnologie-di-bonifica>
- <http://storm.fsv.cvut.cz/data/files/p%C5%99edm%C4%9Bty/SCR/SCR8.pdf>
- <http://www.soilutions.co.uk/upload/Soilutions-Soil-Remediation-Guide-2012.pdf>
- [http://ceeserver.cee.cornell.edu/mw24/Archive/01/cee453/Lectures/soil\\_washing.ppt](http://ceeserver.cee.cornell.edu/mw24/Archive/01/cee453/Lectures/soil_washing.ppt)
- [http://www.geoengineer.org/images/students/videos/Vitrification\\_Presentation\\_Slides.pptx](http://www.geoengineer.org/images/students/videos/Vitrification_Presentation_Slides.pptx)

# Rifiuti

Argomento correlato a inquinamento e risanamento di matrici allo stato solido (suoli-sedimenti) è costituito da studio della natura e dello smaltimento e eventuale riciclaggio (recupero e trasformazione) di rifiuti (wastes): da spazzatura a rifiuti pericolosi <https://www.eea.europa.eu/soer-2015/europe/waste>

The screenshot shows the EEA website interface. At the top, there is a navigation bar with links for 'Subscriptions', 'Mobile', 'Contact us', and 'EEA homepage in y'. Below this is the EEA logo and a search bar with the text 'Search Europe's environment...'. A secondary navigation bar contains 'Topics', 'Data and maps', 'Indicators', 'Publications', 'Media', and 'About EEA'. The main content area features a breadcrumb trail: 'Signals — Living in a changing climate > Signals 2014 > Articles > Waste: a problem or a ...'. The article title is 'Waste: a problem or a resource?' with a 'Change language' option. Below the title, it states 'Article — Published 02 Jun 2014 — Last modified 03 Jun 2016, 01:11 AM'. There is a PDF icon and the text 'PDF'. The article text begins: 'Waste is not only an environmental problem, but also an economic loss. On average Europeans produce 481 kilogrammes of municipal waste per year. An increasing share of this is recycled or composted, and less is sent to landfill. How can we change the way we produce and consume so as to produce less and less waste, while using all waste as a resource?'. A photo of industrial machinery is partially visible at the bottom. On the right, a sidebar shows 'Signals — Living in a changing climate' with sub-sections for 'Signals 2015', 'Signals 2014', and 'Articles'. A yellow button at the bottom of the sidebar reads 'Waste: a problem or a resource?'.

<https://www.eea.europa.eu/airs/2018/resource-efficiency-and-low-carbon-economy/waste-generation>

The Seventh Environment Action Programme (7th EAP) states that, by 2020, absolute and per capita waste generation should be in decline. A society that meets its needs while producing less waste is more resource efficient, with lower environmental risks from waste management. The total amount of waste generated, excluding major mineral wastes, is used as the indicator to track progress towards a reduction in waste generation. The amount of this waste in the EU increased by 5.1 % in absolute amounts and by 3.6 % per capita between 2010 and 2016. The key driver behind the increase in waste generation seems to be the increase in the generation of secondary waste, triggered by a move away from landfilling towards recycling and incineration. The prospects of waste generation declining by 2020 are uncertain as the increase in waste generation is associated mainly with only one data point (2014-2016) and because there are methodological uncertainties (short time series — only four data points — and some data collection improvements in waste statistics) related to the past trend. There is, however, a risk that waste generation continues to increase in line with economic growth. On the other hand, there is an expectation that the measures in the Circular Economy Package will contribute to a reduction in waste generation in the longer term.

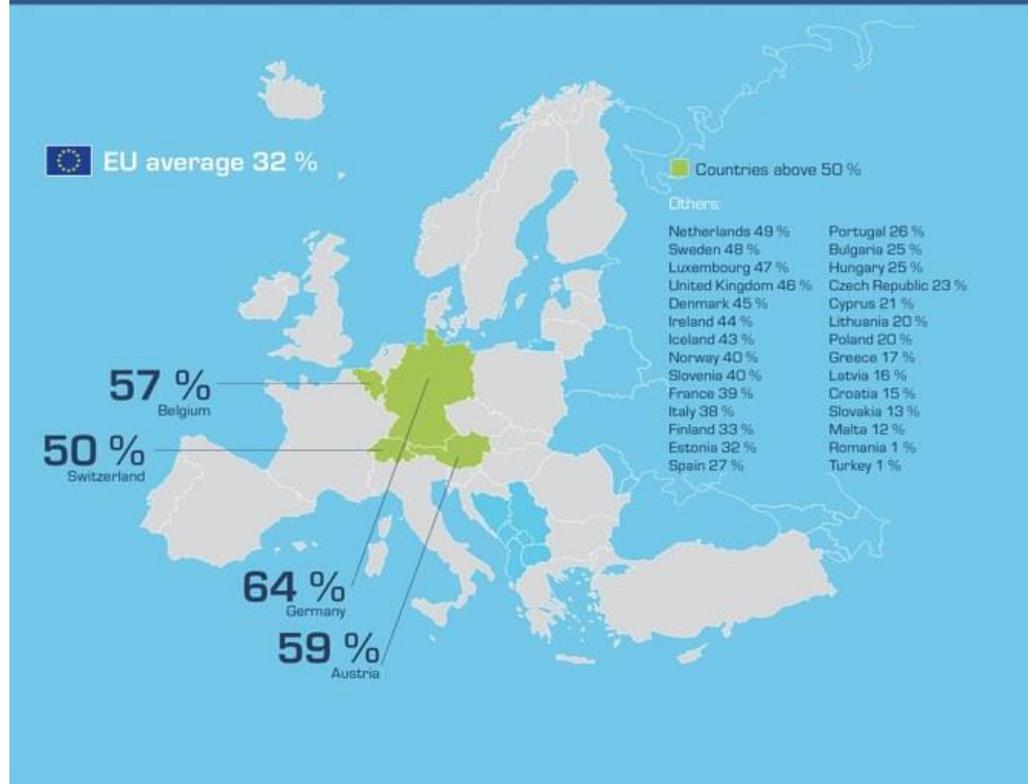
Indicator	Indicator past trend		Selected objective to be met by 2020	Indicative outlook for the EU meeting the selected objective by 2020
Waste generation in Europe (excluding major mineral wastes) — absolute and per capita levels	<b>EU</b> 	<b>EEA</b> 	Reduce absolute and per capita waste generation — 7th EAP	

The past trend (2010-2016) shows an increase in waste generation. The outlook towards 2020 remains, however, uncertain since the examined past time series is short and the increase relates mostly to just one data point (2014-2016).

For further information on the scoreboard methodology please see Box I.3 in the [EEA Environmental indicator report 2018](#)

## How much of our municipal waste do we recycle?

Much of the waste we throw away can be recycled. Recycling benefits the environment by diverting waste away from landfills and by providing raw materials for new products. Recycling can also encourage innovation and create jobs.



In Europe, employment related to recycling increased by 45 % between 2000 and 2007.

**50 %**

EU countries should recycle at least 50 % of their municipal waste by 2020.

**45 %**

EU countries should recycle at least 45 % of used batteries by 2020.

Sources: Eurostat [2012], EEA, European Commission  
Read more: [www.eea.europa.eu/waste](http://www.eea.europa.eu/waste)



## Resource efficiency and waste

[Change language](#)

The global environmental problems we face today are largely the result of human overexploitation of natural resources, including (fossil) fuels, minerals, water, land and biodiversity. It has become increasingly clear that Europe's prevailing model of economic development — based on high resource use, waste generation and pollution — cannot be sustained in the long term. Today, the European Union (EU) is heavily reliant on imports and we need twice the total land area of the EU to meet our resource demands. Many of the resources are only in use for a short period of time, or they are lost to the economy through being landfilled or downcycled (involving a decrease of quality during recovery operations). [More](#)



### Subtopics

- [Municipal waste](#)
- [Resource efficiency](#)
- [Waste prevention](#)

Resource efficiency and reduction of environmental pressures

<https://www.eea.europa.eu/highlights/integrating-circular-economy-and-bioeconomy>

'The circular economy and the bioeconomy — Partners in sustainability' is the third EEA report on the circular economy that aims to support the framing, implementation and evaluation of European circular economy policy from an environmental perspective. The two previous reports were:

- Circular economy in Europe – Developing the knowledge base; and
- Circular by design – Products in the circular economy.

The bioeconomy encompasses the production of renewable biological resources and their conversion into food, feed, bio-based products and bioenergy. It includes agriculture, forestry, fisheries, food, and pulp and paper production, as well as parts of the chemical, biotechnological and energy industries.

Strategies for waste prevention, i.e. ***decoupling waste generation from economic growth and environmental impacts.*** \_

Waste Framework Directive (WFD) (2008/98/EC), the Thematic Strategy on the prevention and recycling of waste and the 6th Environmental Action Programme (EAP).

***La gerarchia delle azioni nella gestione dei rifiuti***



**How can we reduce and make better use of waste?**

The best way to reduce the environmental impacts of waste is to prevent it in the first place. Many items that we throw away could also be re-used, and others can be recycled for raw materials.



**481 kg**

of municipal waste is generated per person per year in the EU.

**42%**

of treated municipal waste in the EU is recycled or composted.



Recycling an aluminium can saves around 95 % of the energy needed to make a new one from raw material.

Sources: Eurostat (2012)  
Read more: [www.eea.europa.eu/waste](http://www.eea.europa.eu/waste)

- Rifiuti domestici e commerciali e smaltimento
- Rifiuti pericolosi e smaltimento

# Rifiuti domestici o commerciali: smaltimento e riduzione

Maggior parte di materiale che eliminiamo e che deve essere smaltito non è pericoloso (immondizia o spazzatura)

Componente più voluminosa di rifiuti solidi (raccolti e trasportati da mezzi diversi dall'acqua) è formata da materiale edile e di demolizione (molto riusato e interrato)

Altra componente voluminosa è industriale e da commercio

Poi componente da abitazioni

Europei circa 1,3kg/die rifiuti pro capite (americani circa 2 kg/die)

(NB: Non trattiamo qui rifiuti da industrie petrolifere e dell'agricoltura, ne' ceneri da centrali elettriche e liquami)

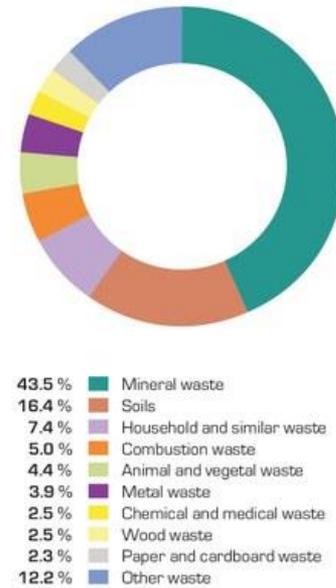
## Europe's waste streams

In total, about 2500 million tonnes of waste was generated in the EU-28 and Norway in 2010. Here is an overview of where the waste came from and what it was composed of.

Waste streams by source



Waste streams by type of waste



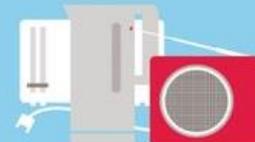
Source: Eurostat 2010 data on EU-28 and Norway



On average, we generate 157 kg of packaging waste per capita in the EU.



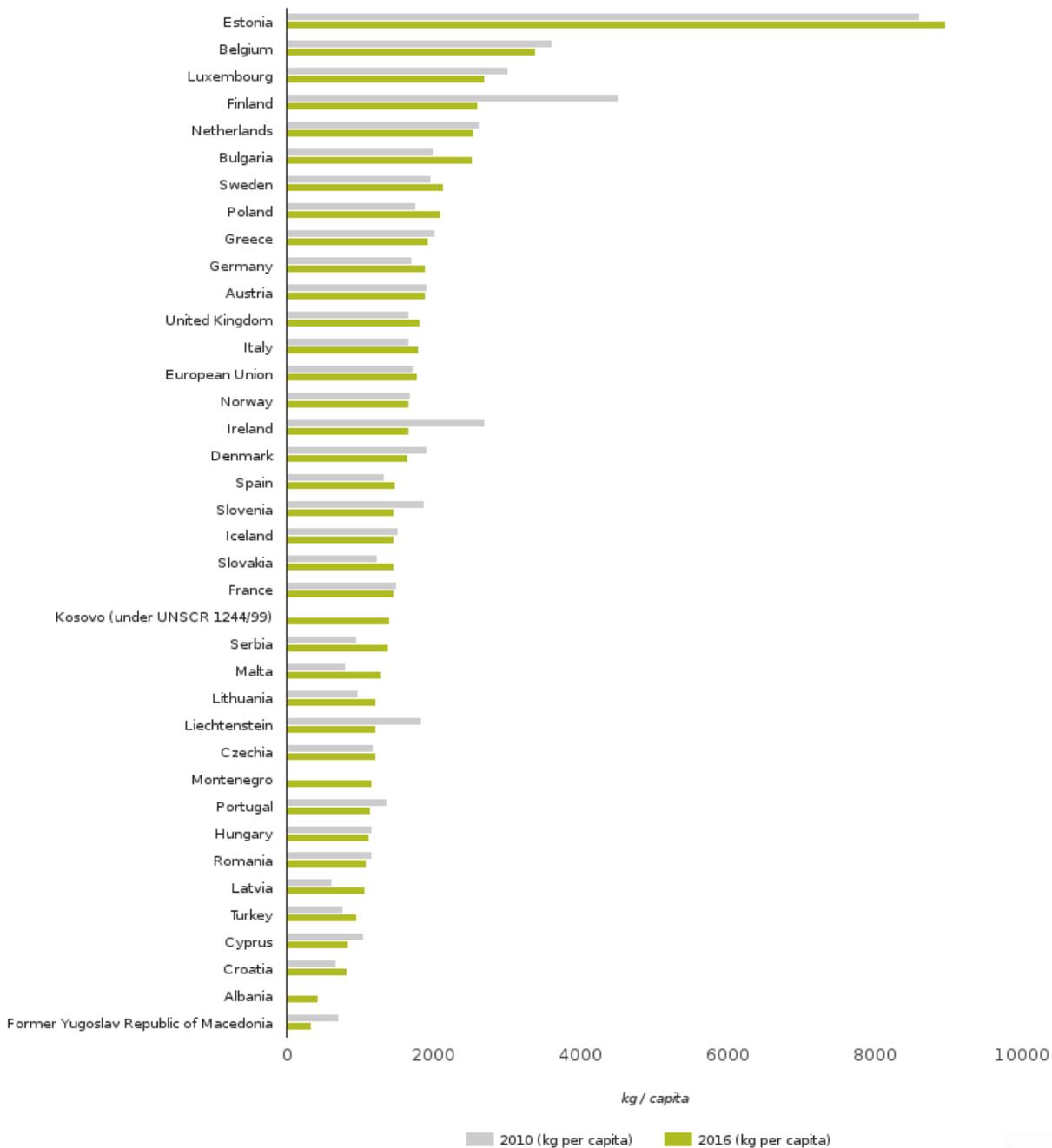
Every year, the generation of some 74 million tonnes of hazardous waste is reported in the EU.



Electrical and electronic equipment is the fastest growing waste stream in the EU, estimated to reach 12 million tonnes a year by 2020.

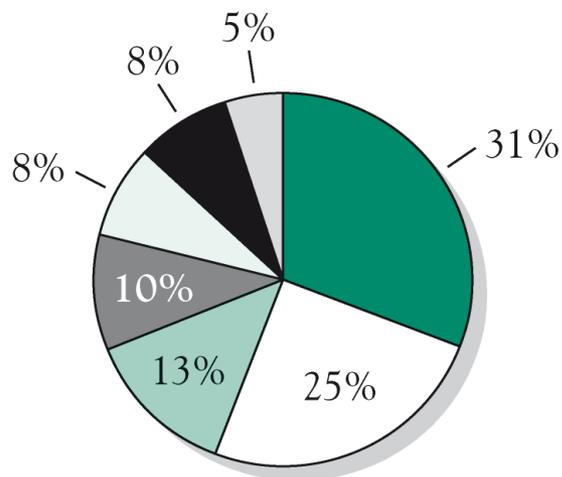
Sources: EEA, Eurostat, European Commission  
Read more: [www.eea.europa.eu/waste](http://www.eea.europa.eu/waste)

Chart — Total waste excluding major mineral wastes

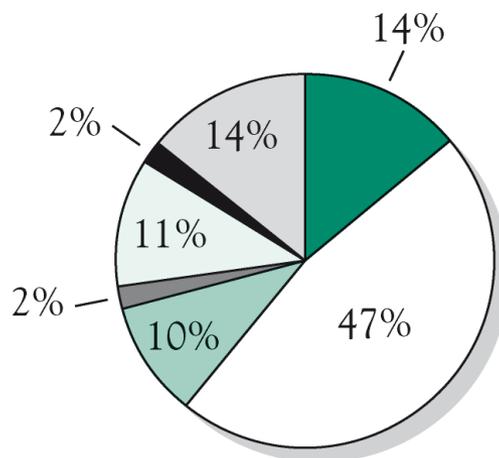


# Le componenti variabili dei rifiuti domestici

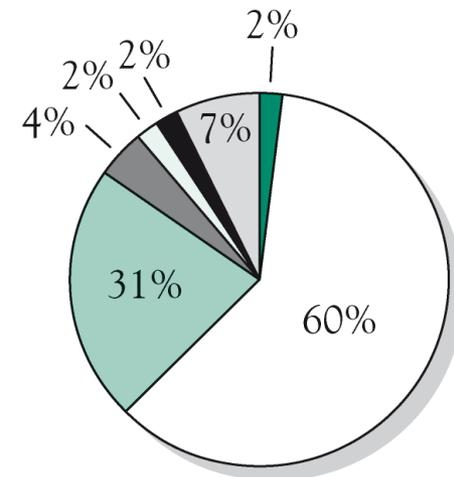
Paesi industrializzati



Paesi a medio reddito



Paesi a basso reddito



Scarti alimentari preponderanti

Vedi trend di vegetali, opposto a carta (giornali e imballaggi)

Per plastica, vetro e metalli nei paesi industrializzati influisce % di riciclo

# Interramento dei rifiuti nelle discariche

Il metodo più comune per lo smaltimento dei rifiuti solidi urbani (RSU o MSW) è quello di gettarli in discarica (*landfill*):

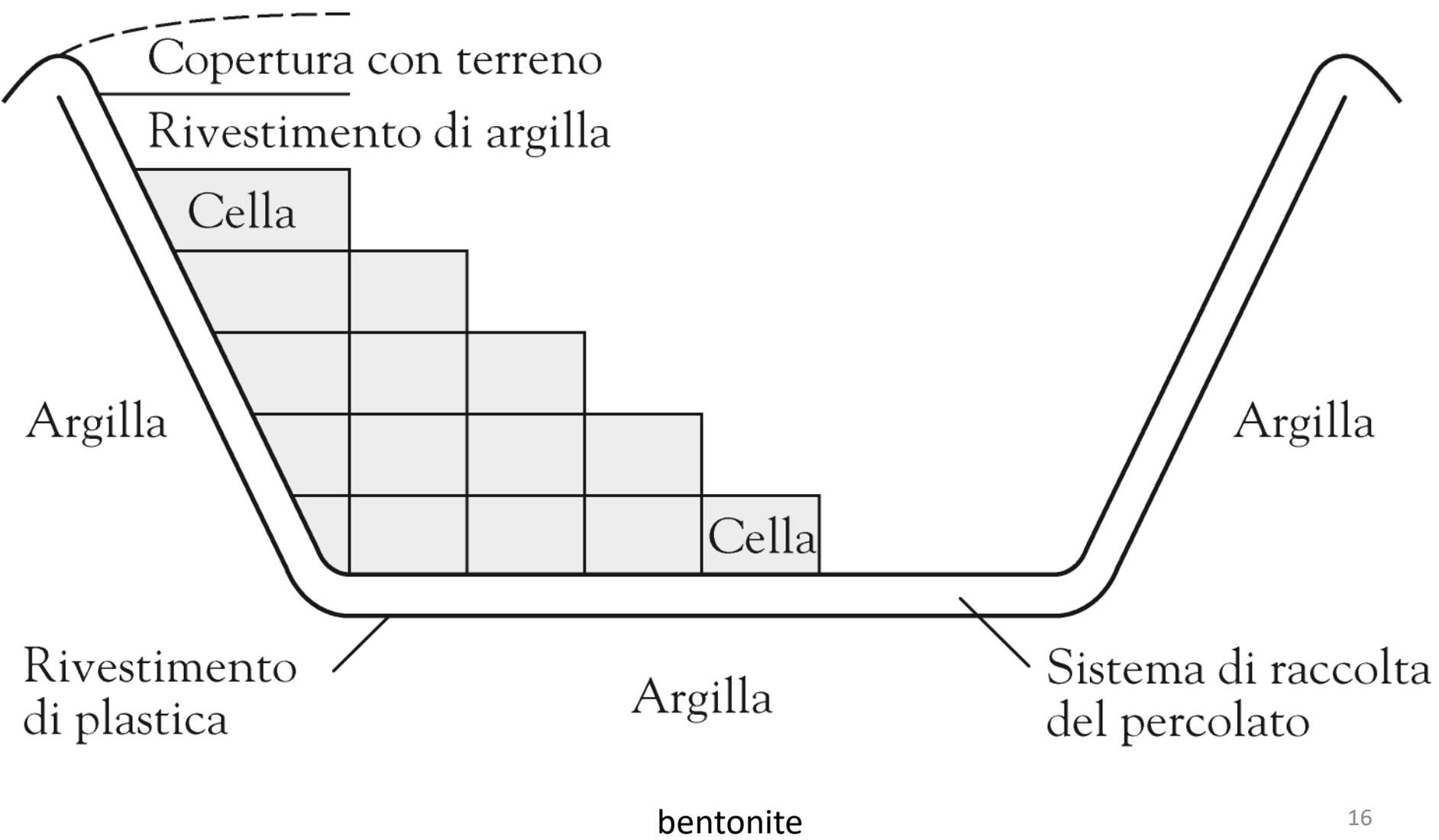
Fossa di terreno che una volta riempita è ricoperta da terra/argilla

UK:85% dei rifiuti va in discarica 8% incenerito e circa 7% riciclato (aree urbane di USA hanno situazione simile)

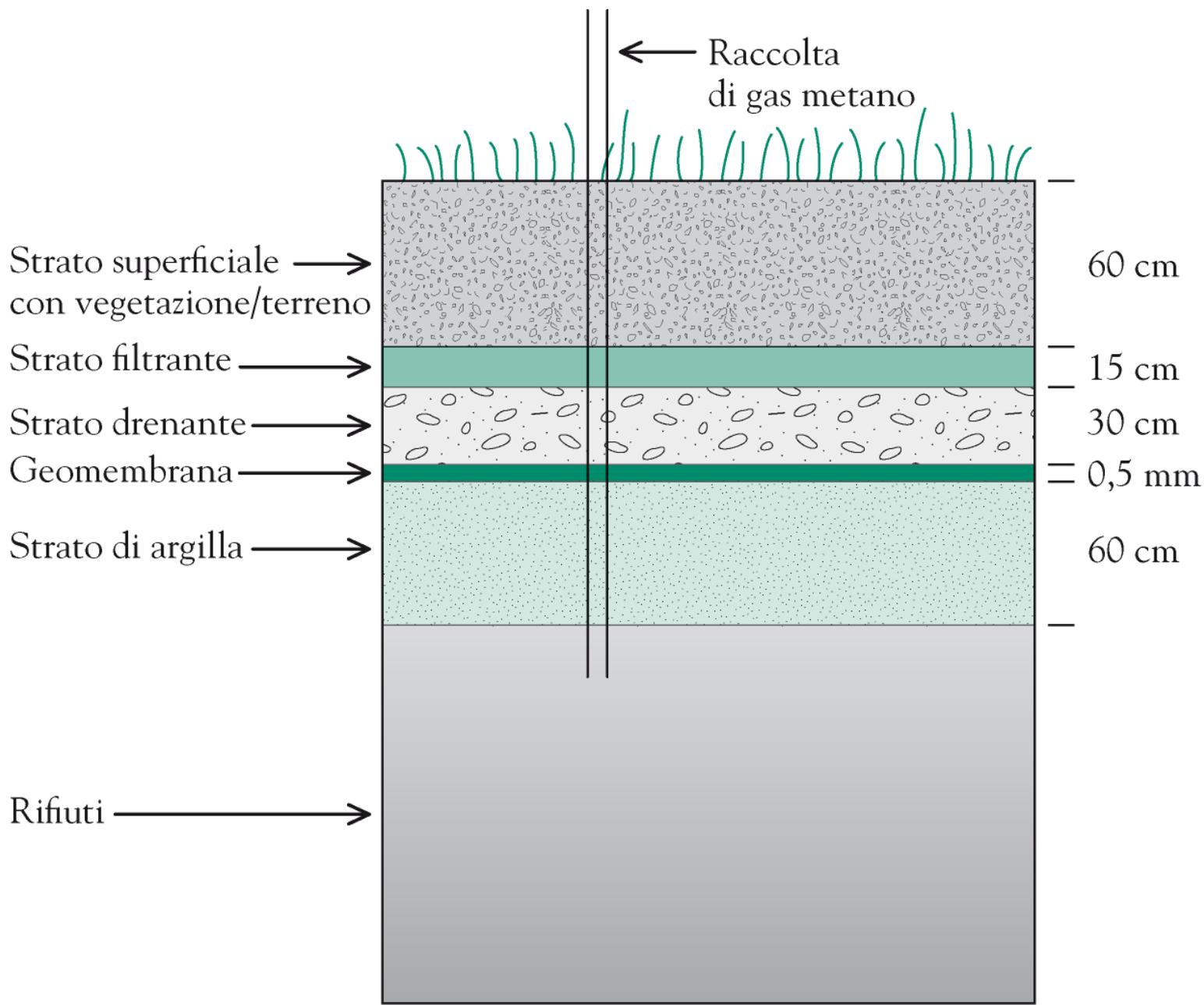
È il metodo più diffuso perché i costi DIRETTI sono inferiori di altre opzioni di smaltimento

In passato si usavano vecchie cave di sabbia o ghiaia: dispersioni che contaminano acquiferi sottostanti. Discariche non erano progettate, né controllate né supervisionate; accoglievano rifiuti anche pericolosi.

Moderne discariche progettate in modo elaborato: scavate in siti idonei, accettano rifiuti selezionati. Discarica controllata o *sanitary landfill*: quotidianamente RSU compattati e ricoperti da ca 20 cm terra: tante «celle».



Per isolare si usano anche geomembrane plastiche



Decomposizione di RSU in discarica (prima con processi aerobi e poi anaerobi), e infiltrazioni di acque piovane generano un liquido detto **percolato** (*leachate*), che contiene inquinanti disciolti, sospesi e di natura microbica. Il volume di p. è importante specie nei primi anni.

### Composizione:

Acidi organici volatili come acido acetico e vari acidi grassi a catena lunga

Batteri

Metalli pesanti in bassa concentrazione

Sali di comuni ioni inorganici

Toluene, diclorometano

Pozzi e «pump and treat»; ricircolo,

Approfondimento:

es.

[http://www.arpae.it/cms3/documenti/cerca\\_doc/bologna/2014/relazione\\_ng\\_a\\_nno\\_2013.pdf](http://www.arpae.it/cms3/documenti/cerca_doc/bologna/2014/relazione_ng_a_nno_2013.pdf)

Es.:

www.italcave.it/sito.swf



Modello di organizzazione ■  
Politica per la sicurezza,  
l'ambiente e la qualità A4 ■



AREA RISERVATA

L'AZIENDA  
L'AZIENDA



L'AZIENDA

CAVA

DEPOSITO CARBONE

AMBIENTE

PORTUALITA'

TURISMO

EDILIZIA

SOCIETA' PARTECIPATE



tutti i diritti riservati italcave s.p.a.  
via per statte, 6000 - 74123 taranto - telefono 099 4718222 - fax 099 4707543 - e-mail: italcave@italcave.it  
partita iva e numero di iscrizione al registro imprese di taranto 00138490735 capitale sociale euro 15.000.000 i.v.

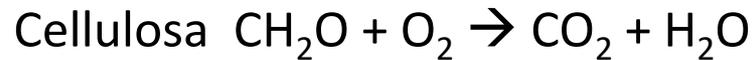


SOUND ON

# Fasi del processo di decomposizione dei rifiuti in una discarica

La decomposizione dei rifiuti avviene in tre fasi

**Prima breve fase aerobia:** negli interramenti è presente ossigeno che ossida il materiale organico a  $\text{CO}_2$  e acqua con liberazione di calore



**Seconda fase anaerobia:** fermentazione acida che genera ammoniaca, idrogeno e biossido di carbonio in forma gassosa e notevoli quantità di composti organici parzialmente degradati, soprattutto acidi organici

$2\text{CH}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH}$  acidi carbossilici organici e esteri che si dissolvono in acque (odore dolciastro nauseabondo associato a esteri e tioesteri)

**Terza fase anaerobia metanogena:** dopo sei mesi – un anno dopo la copertura degli interramenti e continua a lungo. I batteri anaerobi lavorano lentamente per decomporre gli acidi organici.  $\text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow \text{CH}_4 + \text{CO}_2$

Consumo di acidi  $\rightarrow$  percolato a pH 7-8

Gas metano in torcia o captato

# Incenerimento dei rifiuti

Incenerimento o ossidazione mediante combustione controllata di materiali, in prodotti semplici mineralizzati con  $\text{CO}_2$  e  $\text{H}_2\text{O}$ .

**Riduzione di volume** prima di conferimento in discarica

**Riduzione di tossicità** (es incenerimento di rifiuti ospedaleiri, anche per sterilizzazione )

Giappone e Danimarca inceneriscono più della metà dei rifiuti domestici (carta, plastica e legno sono carburante per il fuoco), in altre zone è pratica proibita.

- I più comuni inceneritori/termodistruttori di RSU sono unità di combustione di massa a una fase, mentre i più recenti è il tipo modulare a due fasi. Rifiuti introdotti in prima camera dove bruciano a  $760\text{ }^\circ\text{C}$ ; gas e particelle aerodisperse vengono poi bruciati a temperature superiori a  $870\text{ }^\circ\text{C}$  in seconda camera di combustione.
- Recupero energia termica → termovalorizzatori
- Si producono gas finali e residui solidi (circa un terzo del peso e volume iniziale dei rifiuti) . La cenere di fondo /*bottom ash* rappresenta il materiale non combustibile portato dall'aria, che si raccoglie sul fondo dell'inceneritore, mentre la cenere volatile /*flying ash* rappresenta il minuscolo particolato che rimane intrappolato nei sistemi di controllo per evitare dispersione di contaminanti in atmosfera. Principalmente componenti inorganiche. F.A. sono circa i 10-25% di ceneri totali ma sono considerate le più tossiche.

La criticità è costituita da emissioni di gas e particolato.

- Camera di filtri: sacchi di tessuto per particolato con diametro superiore a 0,5 micrometri (svuotamento periodico e inversione flussi)
- Elettrofiltri: elettrodi ionizzano gas che può trasferire carica a particolato e contaminanti, che poi scaricano su elettrodi di raccolta
- «Lavaggio dei gas»: flusso di sostanze liquide o solide in controcorrente ai fumi
  - (CaO per HCl o SO<sub>2</sub> e metalli;
  - urea o NH<sub>3</sub> per NO<sub>x</sub>;
  - carboni attivi per PCDX e mercurio )

Un video allarmistico:

<http://www.retuvasa.org/gestione-rifiuti/sporchi-da-morire-documentario-sugli-inceneritori>

Studi rassicuranti:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X14000993#b0075> («*The contribution of WtEs to the daily dose can be considered as negligible*”).

[http://www.acegasapsamga.it/attivita\\_servizi/home\\_ambiente/impianti\\_ambiente/impianti\\_ambiente\\_trieste/](http://www.acegasapsamga.it/attivita_servizi/home_ambiente/impianti_ambiente/impianti_ambiente_trieste/)



Riciclo dei rifiuti domestici e commerciali,  
metalli, vetro, carta, pneumatici, plastiche

Vedi Capitolo 16

Colin Baird, Michael Cann

Chimica ambientale

Zanichelli 2013

ISBN: 9788808173782



RETE CIVICA  
COMUNICATI STAMPA  
CENTRI CIVICI  
CONTATTI

CERCA



Il Comune e l'Ambiente

Iniziative

Documenti

Il Comune Informa

Politica energetica

Formazione

Qualità dell'aria e PAC

Come Faccio Per

## Raccolta differenziata



### La raccolta differenziata dei rifiuti

A Trieste la raccolta differenziata raggiunge percentuali ancora troppo basse (sotto il 30 % dei rifiuti totali).

Ricordiamo che sono attivi in città i seguenti servizi di raccolta differenziata:

- le "isole ecologiche stradali" (destinate al conferimento dei rifiuti non riciclabili, della carta, della plastica, del vetro e delle lattine)
- i Centri di Raccolta (per il conferimento dei rifiuti ingombranti, pericolosi, elettrici, inerti, legno, metalli, materassi, mobili, suppellettili, ecc.)
- il servizio di prelievo "a domicilio" dei rifiuti ingombranti
- il servizio di raccolta "porta a porta" del "verde" dei giardini privati
- il servizio di raccolta degli imballaggi in cartone, presso i punti "SRC", dedicato alle attività commerciali
- il servizio di raccolta del rifiuto "umido" riservato alle "grandi utenze" (i ristoranti, le mense, i supermercati, ecc.).
- il servizio di raccolta del rifiuto "umido" riservato ai cittadini

### IN EVIDENZA



**Patto dei  
Sindaci**

Un impegno per  
l'energia sostenibile



**pulizia  
delle strade**



**cattive**