



Ordine
Nazionale
Biologi



Corso propedeutico all'Esame di Stato per Biologo a cura della Delegazione Campania dell'ONB

Igiene, prevenzione e Sanità Pubblica



Prof. Giorgio Liguori

Cattedra di Igiene ed Epidemiologia
Dipartimento di Scienze Motorie e del Benessere (DiSMeB)
Università degli Studi di Napoli "Parthenope"

giorgio.liguori@uniparthenope.it



Napoli, 5-6 novembre 2020

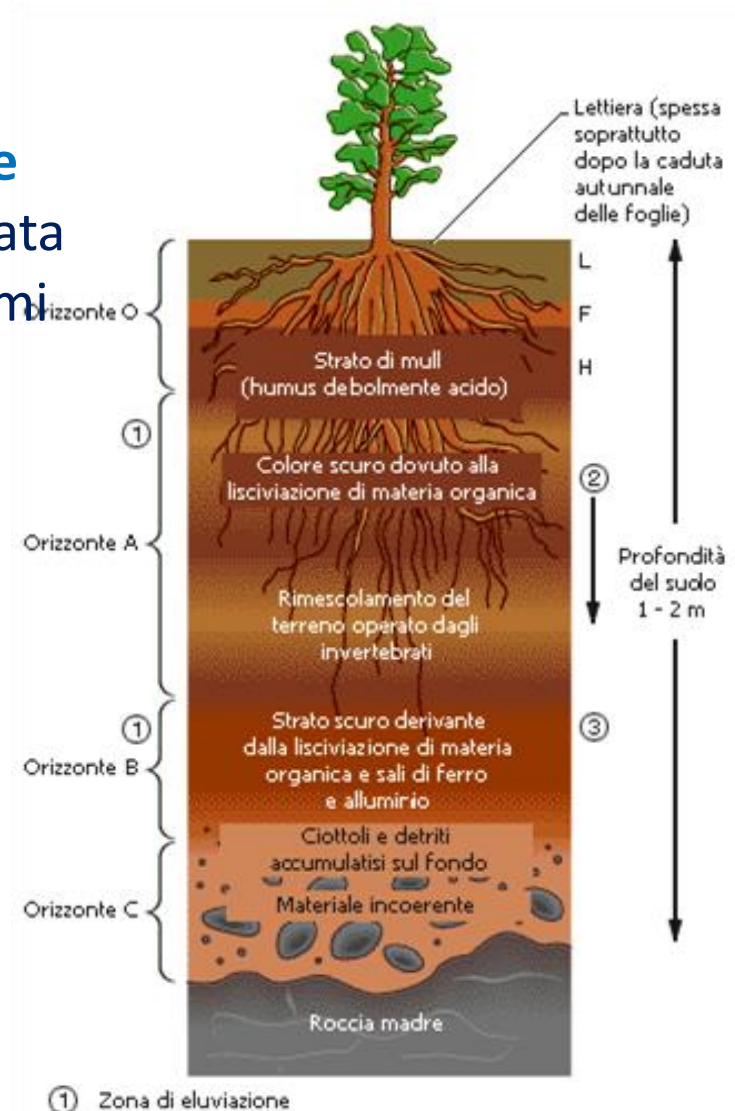
il suolo

strato superficiale della crosta terrestre, derivante dall'alterazione della **roccia madre** per azione chimica, fisica e biologica esercitata da tutti gli agenti superficiali e dagli organismi presenti su di esso

composto da una *parte solida* (organica e minerale), una *parte liquida* e da una *parte gassosa*

suddiviso in **tre zone**:

- **parte superficiale** o strato attivo, dove si svolgono i cicli dell'azoto, del carbonio e di altri elementi
- **strato inerte**
- **sottosuolo** costituito essenzialmente da roccia



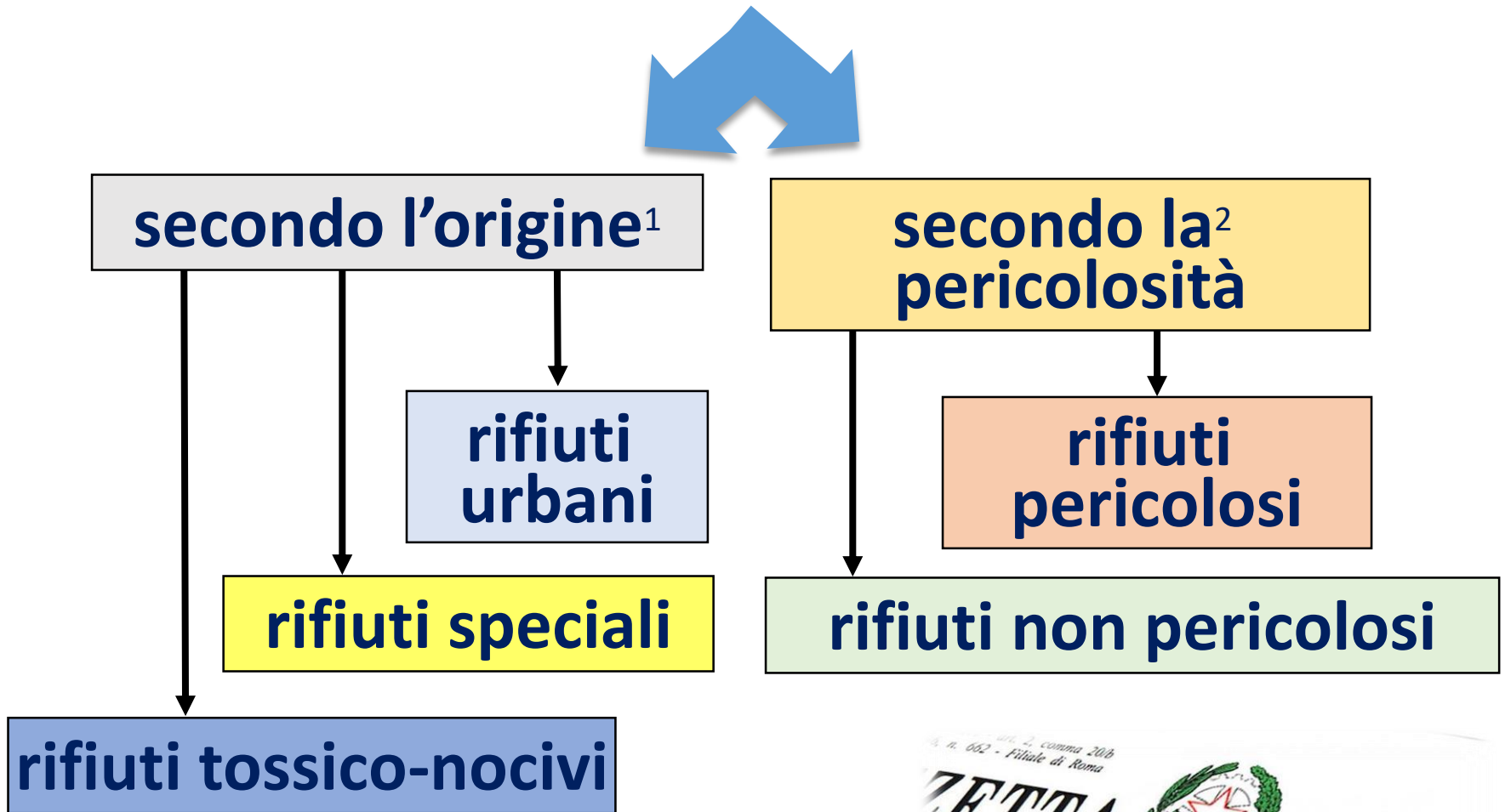
inquinamento del suolo

può essere causato dall'immissione di inquinanti

- **solidi** (rifiuti)
- **liquidi** (reflui)



classificazione dei rifiuti solidi



¹ D.P.R. n.915 del 10 ottobre 1982

² D. Lgs n.22 del 5 febbraio 1997 (22 - Decreto Ronchi)



definizione

art.183 del D.Lgs n.152/06 e ss.mm.ii. coerente con quanto indicato nella direttiva comunitaria 98/2008/CE

“Rifiuto è qualsiasi sostanza od oggetto di cui il detentore si disfi o abbia deciso o abbia l’obbligo di disfarsi “

definizione fondata, come con il precedente D.Lgs. 22/1997 (Decreto Ronchi), sul concetto del “disfarsi”, che costituisce la **condizione necessaria e sufficiente** perché un oggetto, un bene o un materiale sia classificato come rifiuto e, successivamente, codificato sulla base del vigente elenco europeo dei rifiuti e avviato ad operazioni di smaltimento o di recupero

(Circolare del Ministero dell'Ambiente 28.06.1999)

i rifiuti solidi

classificazione in base all'origine (D.P.R. n. 915/10/10/1982):

- **RIFIUTI URBANI** (domestici e stradali)
- **RIFIUTI SPECIALI** (prodotti dalle attività industriali e agricole, dagli ospedali e dalle case di cura, dai lavori di costruzione, ecc.)
- **RIFIUTI TOSSICO-NOCIVI** (contenenti sostanze tossiche per l'uomo e l'ambiente)

rifiuti solidi urbani

- **domestici**, anche ingombranti, provenienti da locali e luoghi adibiti ad uso di civile abitazione
- **non pericolosi** provenienti da locali e luoghi adibiti a usi diversi da quelli del punto 1, assimilati ai RU urbani per qualità e quantità
- provenienti dalla **pulitura delle strade**
- di qualunque natura o provenienza, **giacenti sulle strade ed aree pubbliche** o sulle strade ed aree private comunque soggette ad uso pubblico o sulle spiagge e sulle rive dei corsi d'acqua
- **vegetali** provenienti da aree verdi, quali giardini, parchi e aree cimiteriali
- provenienti da **esumazioni ed estumulazioni**, nonché gli altri rifiuti provenienti da attività cimiteriale

rifiuti speciali

- da attività agricole e agro-industriali
- derivanti dalle attività di demolizione, costruzione, nonché i rifiuti che derivano dalle attività di scavo
- derivanti dalle attività di recupero e smaltimento di rifiuti, i fanghi prodotti dalla potabilizzazione e da altri trattamenti delle acque e dalla depurazione delle acque reflue e da abbattimento di fumi
- da lavorazioni industriali
- da lavorazioni artigianali
- derivanti da attività sanitarie
- da attività commerciali
- da attività di servizio



rifiuti speciali sanitari

- rifiuti prodotti dalle strutture sanitarie
- sono distinti in **non pericolosi** (assimilabili agli urbani) e **pericolosi** per la salute pubblica (per *rischio infettivo* e per *rischio chimico*)
- raccolta in appositi contenitori
- smaltimento per termodistruzione



rifiuti tossico-nocivi

- materiali di scarto che possono causare danni o morte a creature viventi, o che possono porre a rischio l'ambiente circostante
- generalmente prodotti di provenienza **industriale** e **commerciale**, ma anche di **uso domestico** (prodotti delle pulizie, batterie, cosmetici, prodotti di giardinaggio), in **agricoltura** (fertilizzanti chimici, pesticidi), **militare** (armi nucleari e chimiche), **servizi medici** (prodotti farmaceutici), **fonti radioattive**, **industria leggera** (impianti di lavaggio a secco)
- si diffondono facilmente e possono contaminare laghi, fiumi, falde acquifere



rifiuti tossico-nocivi

principali sostanze e composti presenti in rifiuti che costituiscono pericolo per la salute e l'ambiente:

- arsenico, mercurio, cadmio, berillio, piombo, cromo e loro composti
- cianuri
- fenoli
- solventi clorurati
- composti farmaceutici
- eteri
- amianto
- composti policiclici aromatici
- composti del rame solubili



rifiuti tossico-nocivi

- **raccolta:** contenitori resistenti, con idonea chiusura per impedire la fuoriuscita del contenuto e con etichette o targhe che indichino la pericolosità del rifiuto
- **trasporto:** si devono utilizzare mezzi e contenitori provvisti di targa di metallo gialla con R nera e adeguate misure contro l'urto tra i contenitori
- **smaltimento:** incenerimento; **discarica** di II o III categoria



TOSSICO



ESTREMAMENTE TOSSICO



IRRITANTE



NOCIVO



PERICOLOSO PER L'AMBIENTE



INFIAMMABILE



INFIAMMABILE



ESTREMAMENTE INFIAMMABILE



COMBURENTE



CORROSIVO

Catalogo Europeo Rifiuti (CER)

il Catalogo europeo dei rifiuti (**allegato D** del Testo Unico vecchio D.Lgs. 626/94), istituito conformemente alla normativa comunitaria e suscettibile di periodiche revisioni, assegna ad ogni tipologia di rifiuto un **codice a 6 cifre** (codice CER) che ne consente una più facile identificazione



Catalogo Europeo Rifiuti (CER)



gestione dei RSU

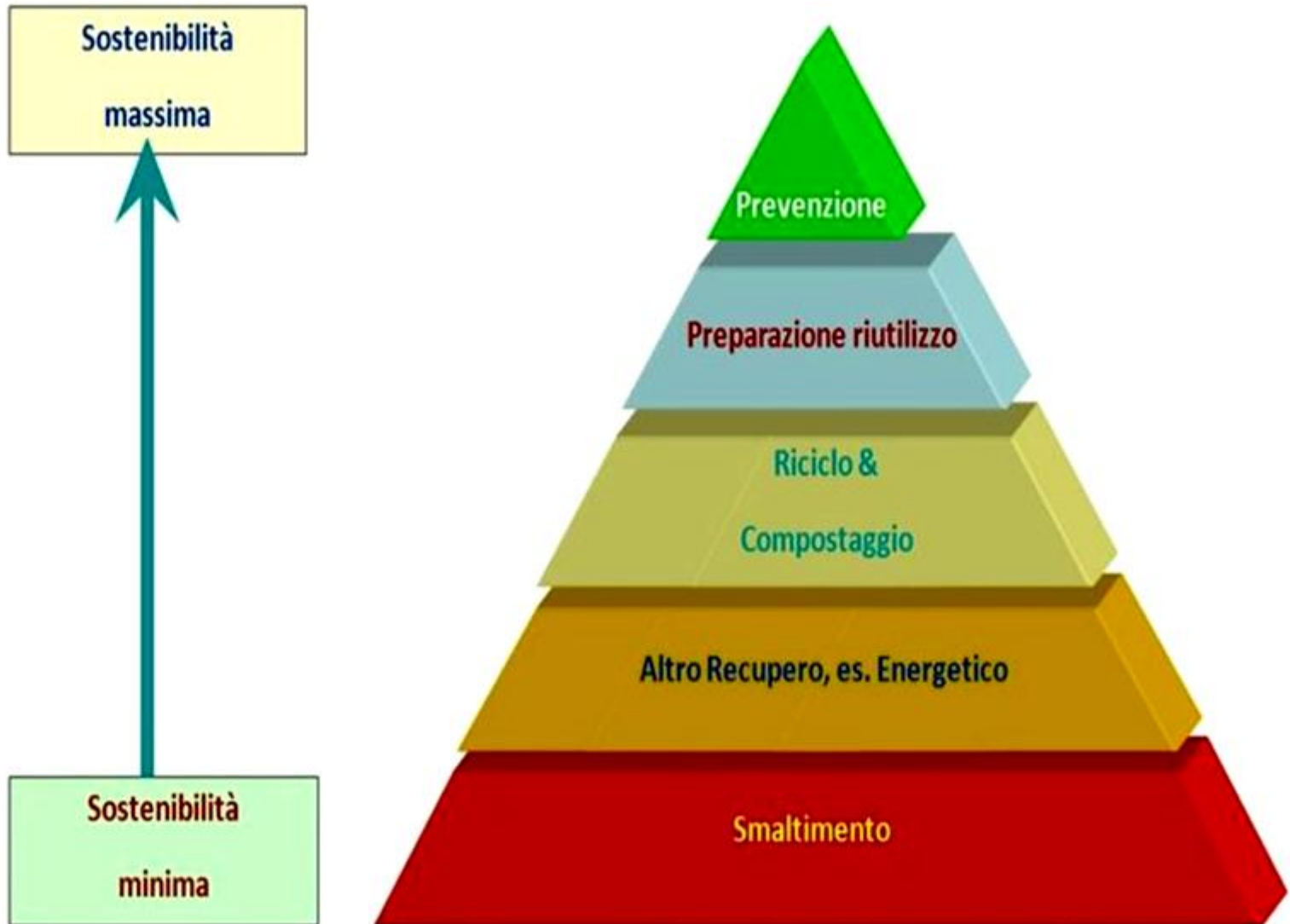
l'insieme delle azioni volte a gestire l'intero processo dei rifiuti, dalla produzione alla trasformazione finale: **raccolta, trasporto, trattamento** (*riciclaggio o smaltimento*), **riutilizzo** dei materiali di scarto, prodotti dalle attività umane, nel tentativo di *ridurre i loro effetti sulla salute dell'uomo e sull'ambiente*



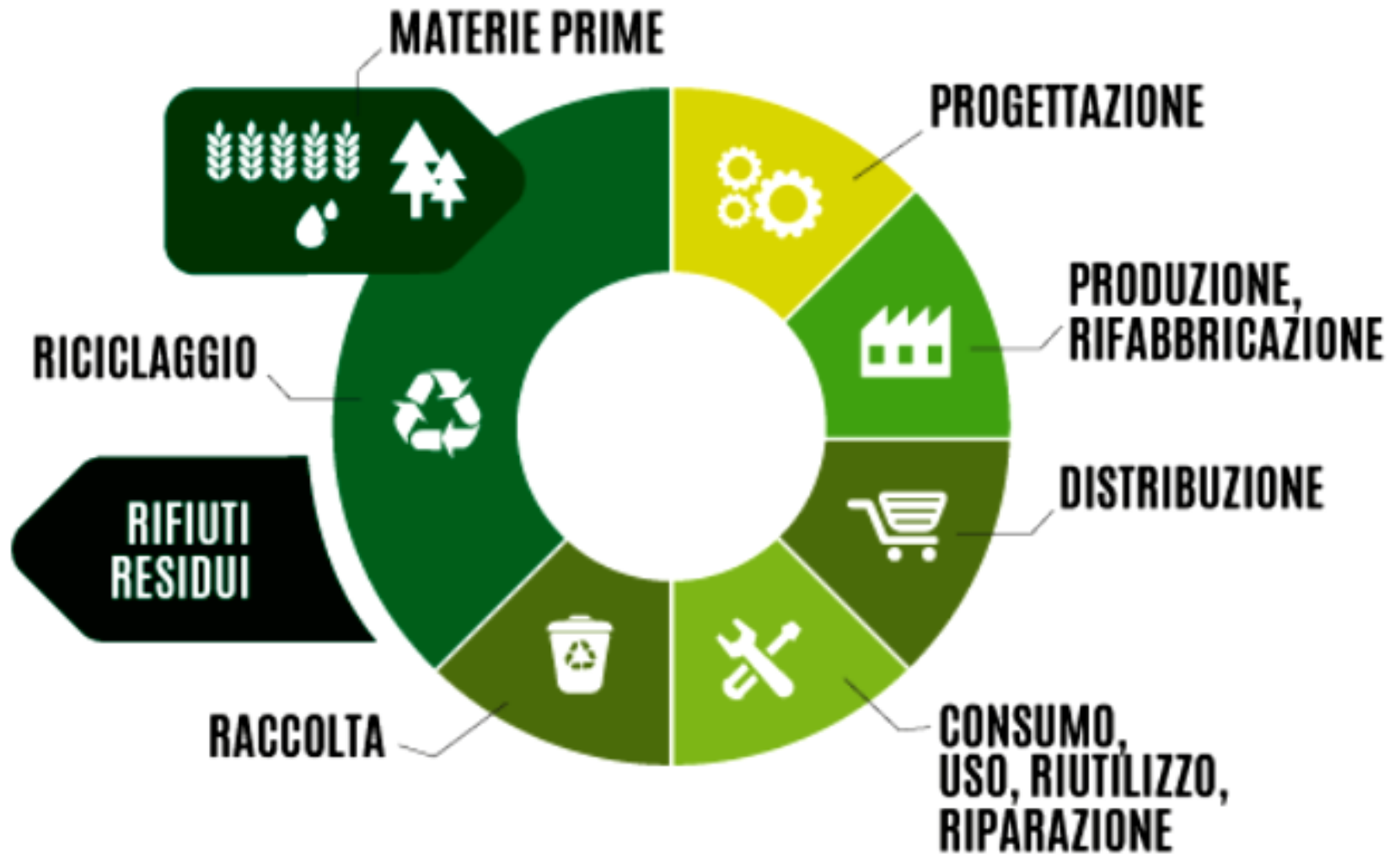
gestione dei RSU

- insieme di **politiche** volte a disincentivare, penalizzare economicamente o vietare la produzione di materiali e manufatti a ciclo di vita molto breve e destinati a diventare rifiuti senza possibilità di riuso
- necessità di **prevenire** la formazione dei rifiuti e di ridurre la pericolosità
- esigenza di **riutilizzare** i prodotti (es, bottiglie con il vuoto a rendere) e, se non è possibile il riuso, riciclare i materiali (es, carta)
- soggetti interessati possono essere sia le imprese, sia i comuni cittadini, incentivati a ridurre a monte la produzione dei RSU, e ad effettuare la **raccolta differenziata**

gerarchia di rivalorizzazione e riuso dei rifiuti



gestione dei RSU ed economia circolare



raccolta e allontanamento degli RSU

- le immondizie prodotte presso un unico edificio sono raccolte all'interno di sacchetti in appositi recipienti (**pattumiere**) costruiti con materiale liscio, facilmente lavabile, con coperchio a tenuta, e quindi in recipienti collettivi (**cassonetti**) posti in strade o cortili e ritirati dagli addetti alla nettezza urbana
- il trasporto fino ai recipienti di raccolta può essere a mano oppure mediante canne a caduta



trattamento dei RSU

- insieme di **tecniche** volte ad assicurare che i rifiuti, qualunque sia la loro sorte, abbiano il minimo impatto sull'ambiente
- può riguardare sostanze *solide, liquide o gassose*, con metodi e campi di ricerca diversi per ciascuno
- la carenza di efficaci politiche integrate di riduzione, riciclo e riuso fanno dello smaltimento in discarica ancora la prima soluzione applicata in Italia ed in altri paesi europei

trattamento dei rifiuti

- le **pratiche** di trattamento dei RSU sono **diverse** tra paesi sviluppati e paesi in via di sviluppo, tra città e campagna e a seconda che i **produttori** siano *residenziali, industriali o commerciali*
- il trattamento dei RSU per gli utenti residenti e istituzionali nelle aree metropolitane è solitamente responsabilità delle autorità di **governo locale**, mentre il trattamento per utenti commerciali e industriali è solitamente responsabilità di **colui che ha prodotto** i rifiuti

quantità dei rifiuti (RSU)

quantità e composizione dei RSU variano da luogo a luogo e, nello stesso luogo, in base al giorno della settimana, alla stagione e alle abitudini della popolazione

- **QUANTITÀ TOTALE:** è legata al tenore di vita della popolazione, aumentando quando il tenore di vita medio è più alto (**0,715** Kg/abit./giorno, **>15** milioni di ton/anno in Italia)
- **DURANTE la SETTIMANA:** costante dal martedì al venerdì, picchi dal sabato al lunedì
- **CON le STAGIONI:** media in autunno e primavera, bassa in estate; alta in inverno

i rifiuti solidi: accumulo irrazionale

- degradazione del paesaggio
- sviluppo di cattivi odori (H_2S , mercaptani, metano, acidi grassi)
- produzione di fumo (eventuali incendi)
- presenza di mosche, ratti e topi
- produzione di aerosol microbici
- formazione di gas nocivi
- inquinamento delle acque superficiali e profonde



composizione dei rifiuti solidi urbani



30% carta e cartone

23% scarti di cucina

10% vetro

9% metalli

5% plastica

3% stoffa e vestiti

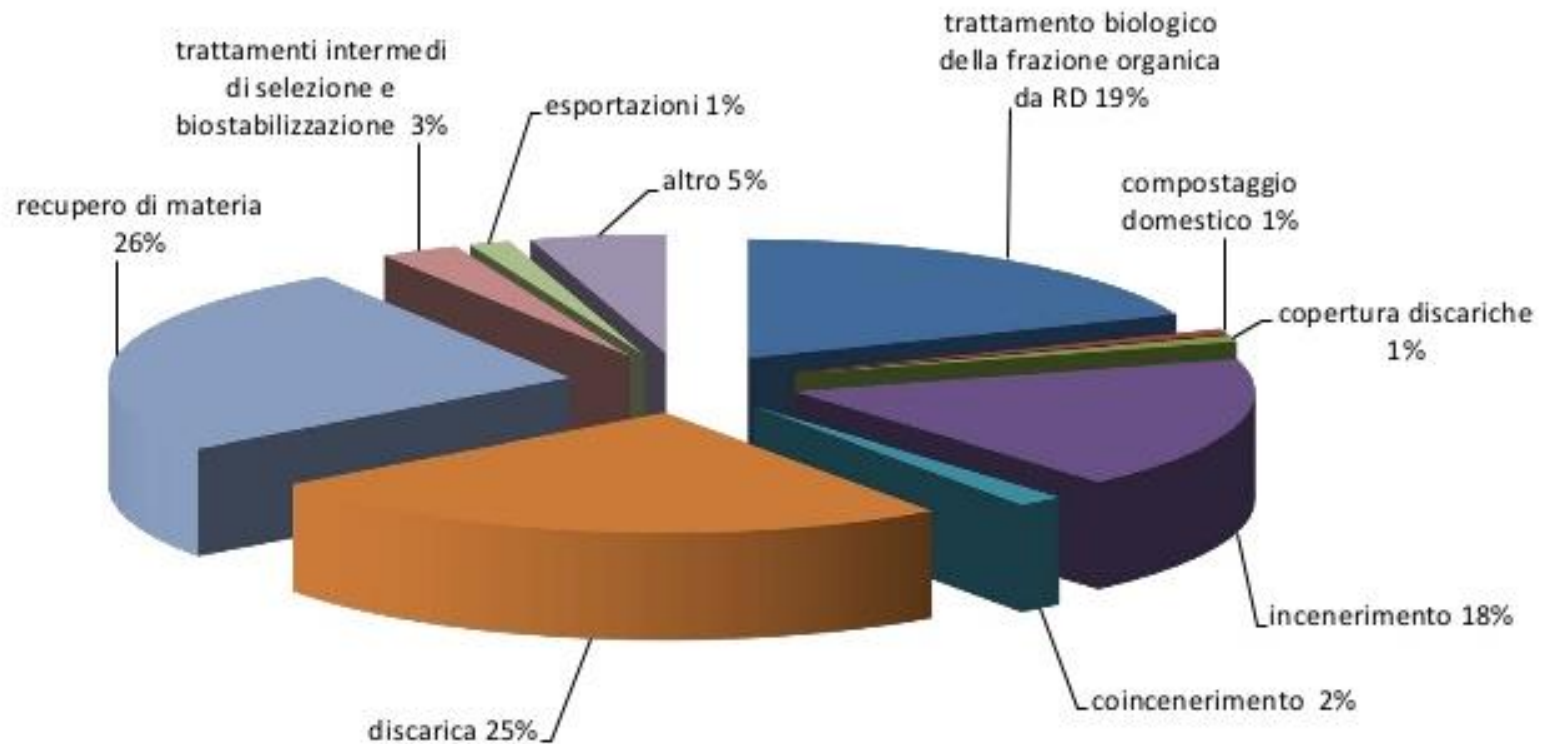
10% polvere

10% altri rifiuti

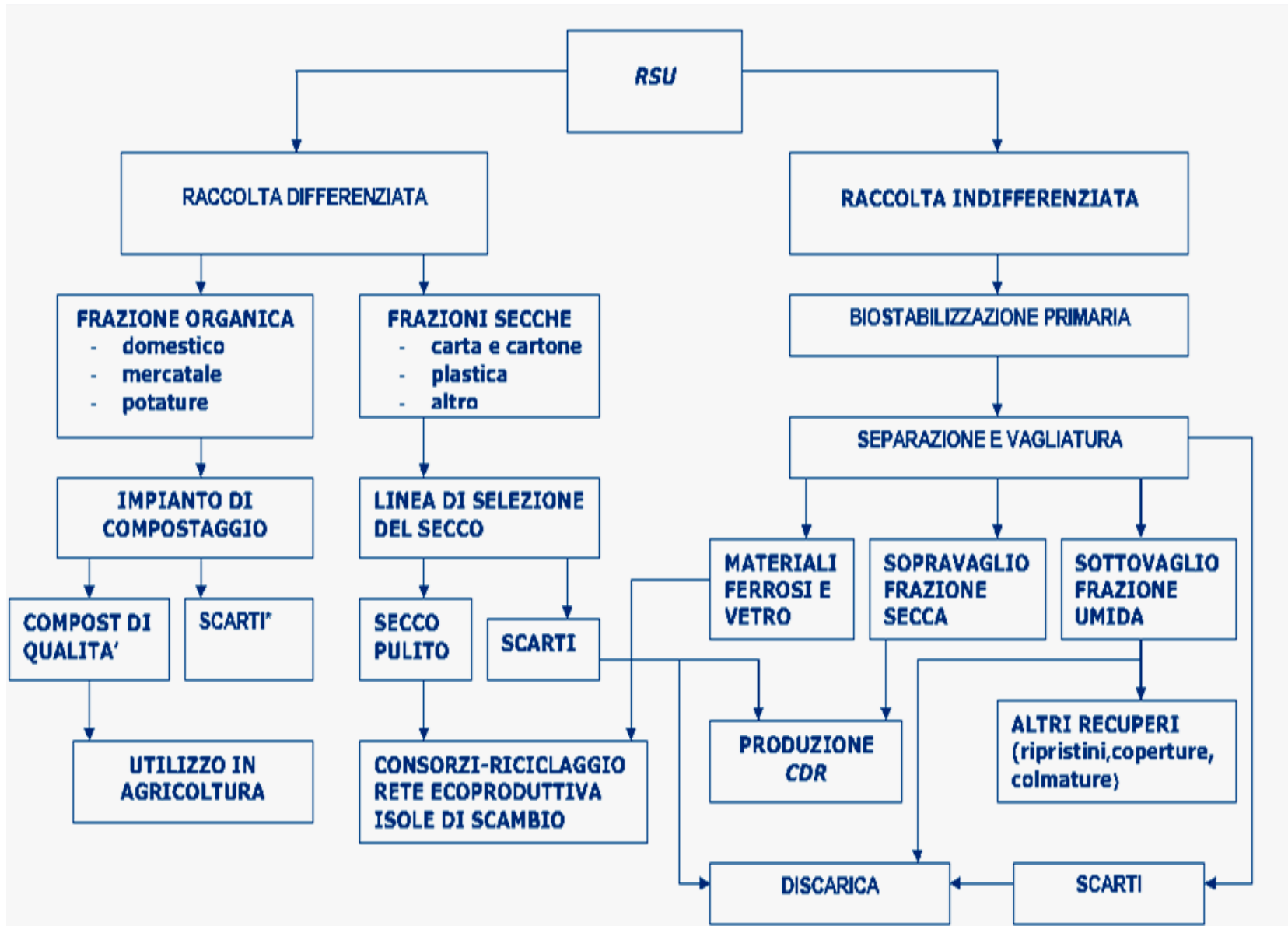


ISPRA

gestione dei RSU in Italia



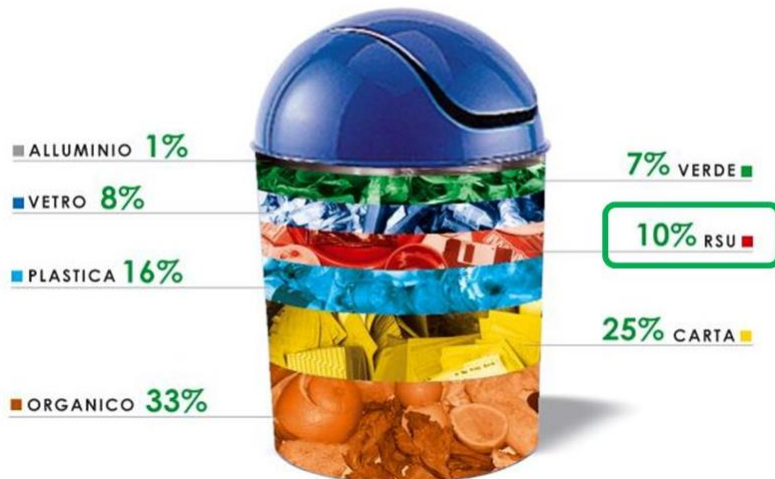
flusso generale dei RSU



filiera della raccolta differenziata

i rifiuti raccolti in maniera differenziata possono sostanzialmente essere trattati, a seconda del tipo, mediante **due procedure**:

- **riciclaggio**, per le frazioni *secche*
- **compostaggio**, per la frazione *umida*



riciclaggio dei rifiuti (RSU)

- comprende tutte le **strategie organizzative** e **tecnologiche** per riutilizzare come materie prime materiali di scarto altrimenti destinati allo smaltimento in discarica o distruttivo
- materiali riciclati più frequentemente: carta, legno, stoffe, plastica, vetro, metalli, ecc.
- soluzioni particolarmente efficienti, come la raccolta differenziata porta a porta, ove adottate, permettono di incrementare notevolmente la percentuale di rifiuti riciclati



raccolta differenziata



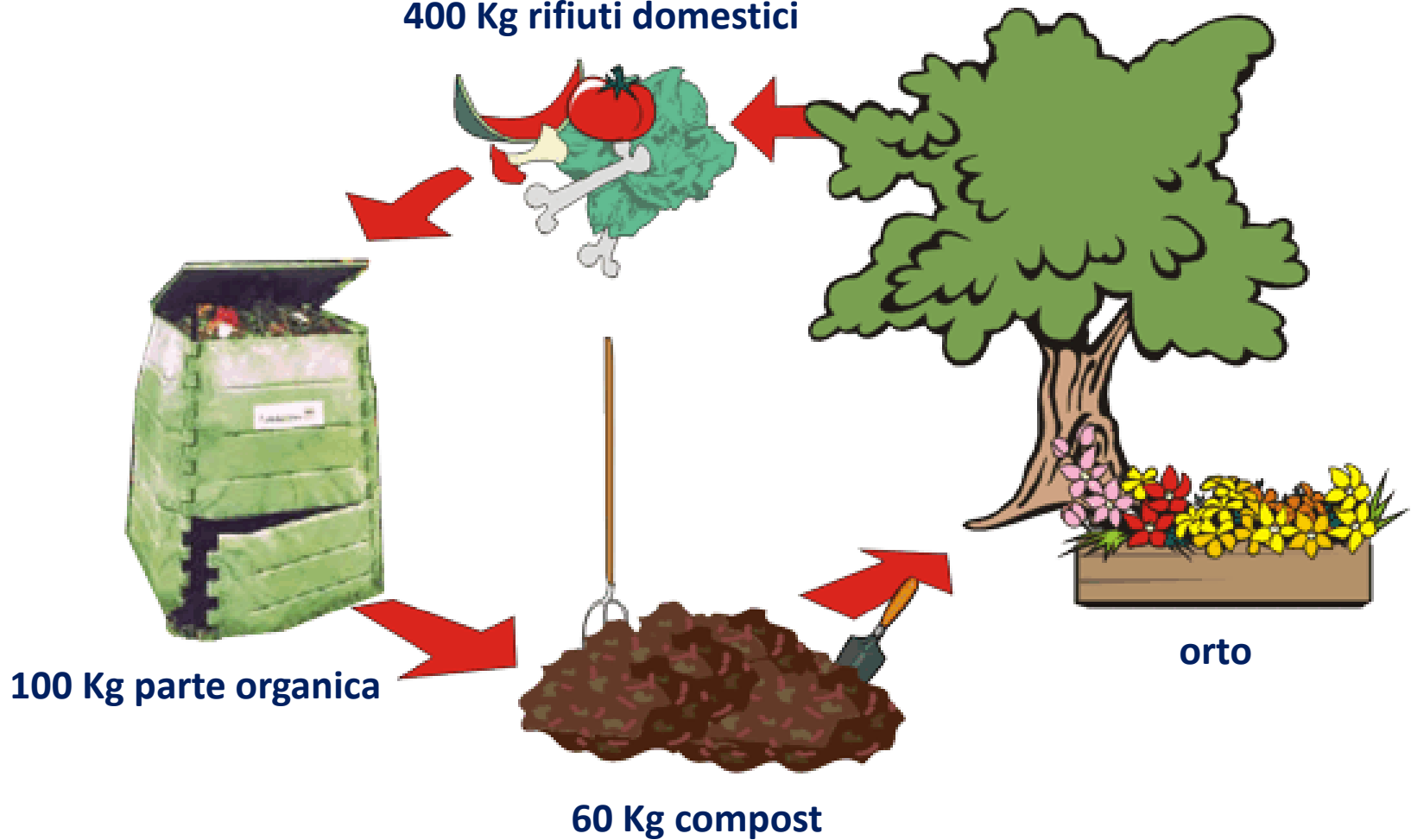
in Italia il tasso di raccolta differenziata sta gradualmente aumentando ma è ancora inferiore alle potenzialità del sistema

compostaggio della frazione umida

- il compostaggio, o **biostabilizzazione**, è un processo biologico aerobio usato per trattare la frazione organica dei rifiuti raccolta differenziatamente (**umido**) sfruttando un processo di **bio-ossidazione** che porta alla produzione di una miscela di sostanze umidificate (**compost**) a partire da residui vegetali o animali mediante l'azione di batteri e funghi
- tramite digestione anaerobica viene ottenuto anche **biogas** che può essere bruciato per produrre energia elettrica e calore
- in tal modo è possibile diminuire il livello di emissioni inquinanti della discarica e migliorarne la gestione approfittando anche della conseguente diminuzione dei volumi legata al riciclo dell'umido

compostaggio

400 Kg rifiuti domestici



100 Kg parte organica

60 Kg compost

orto

compost

- risultato della **decomposizione** e dell'**umificazione** di materie organiche (es. residui di potatura, scarti di cucina, letame, liquame o foglie ed erba) da parte di macro e microrganismi in condizioni di presenza di ossigeno ed equilibrio tra gli elementi chimici della materia coinvolta nella trasformazione
- il compost può essere utilizzato come **fertilizzante** su prati o prima dell'aratura
- l'utilizzo, con l'apporto di sostanza organica, migliora la struttura del suolo e la **biodisponibilità** di elementi nutritivi (composti del fosforo e dell'azoto); come attivatore biologico aumenta inoltre la **biodiversità** della microflora nel suolo

1



SCEGLI UN POSTO ADATTO

L'AREA SCELTA DEVE ESSERE UMIDA,
ALL'OMBRA E VICINA A UN PUNTO
DI APPROVVIGIONAMENTO ACQUA.

2



INSERISCI I RIFIUTI DEGRADABILI

GETTARE I RIFIUTI NELLA COMPOSTIERA.
SCEGLIERE PRODOTTI SIA RICCHI
DI CARBONIO SIA DI AZOTO PER
MIGLIORARE IL PROCESSO.

3



AGGIUNGERE ACQUA

LA MISCELA NON DEVE ESSERE
NÉ TROPPO SECCA
NÉ TROPPO UMIDA.

4



RICORDARSI DI MESCOLARE GLI SCARTI

RICORDARSI DI MESCOLARE IL
COMPOSTO PER PORTARE
ARIA AL MATERIALE

5



COMPOST MATURO

IL COMPOST RISULTA MATURO
DOPO CIRCA 6-8 MESI.



la filiera della raccolta indifferenziata

i rifiuti raccolti in modo indifferenziato sono naturalmente molto più difficili da trattare di quelli raccolti in modo differenziato

tre strade principali:

- **trattamenti a freddo**, ovvero separazione e parziale recupero di materiali, biostabilizzazione e conferimento in *discarica*
- **trattamenti a caldo** ovvero incenerimento tal quale o a valle di separazione e produzione di **CDR (combustibile derivato dai rifiuti)** e conferimento in *discarica* dei residui
- conferimento diretto in *discarica*

trattamento a freddo

obiettivi dei processi di trattamento *a freddo* dei rifiuti indifferenziati o residui (ossia i rifiuti che rimangono dopo la raccolta differenziata)

- **recuperare** una ulteriore parte di materiali riciclabili
- **ridurre** il volume del materiale in vista dello smaltimento finale
- **stabilizzare** i rifiuti in modo tale che venga minimizzata la formazione dei gas di decomposizione ed il percolato

da questi processi (fra cui il compostaggio), si ricavano in genere sia materiali riciclabili, sia il **biogas** (metano)



trattamento meccanico-biologico (TMB)

- principale tipo di trattamento a freddo: **separa** la **frazione organica** ed i **materiali riciclabili** prima della raccolta differenziata
- incrementa il recupero di materiali, permettendo una ulteriore riduzione dell'uso delle discariche e degli inceneritori, con **emissioni** inquinanti nettamente **inferiori** rispetto a tali impianti
- il TMB può essere utilizzato anche per **produrre CDR** (**combustibile derivato dai rifiuti**), applicazione che ufficialmente ne viene fatta in Italia, soprattutto al Sud
- in questo caso va rimosso solamente l'umido ed i materiali non combustibili (vetro, metalli) mentre carta e plastica sarebbero confezionati in "**ecoballe**" da incenerire: in questo modo il trattamento a freddo si può intrecciare con quello termico

trattamento termico

tra i processi di trattamento a caldo (o termico) dei rifiuti, si distinguono tre processi di base:

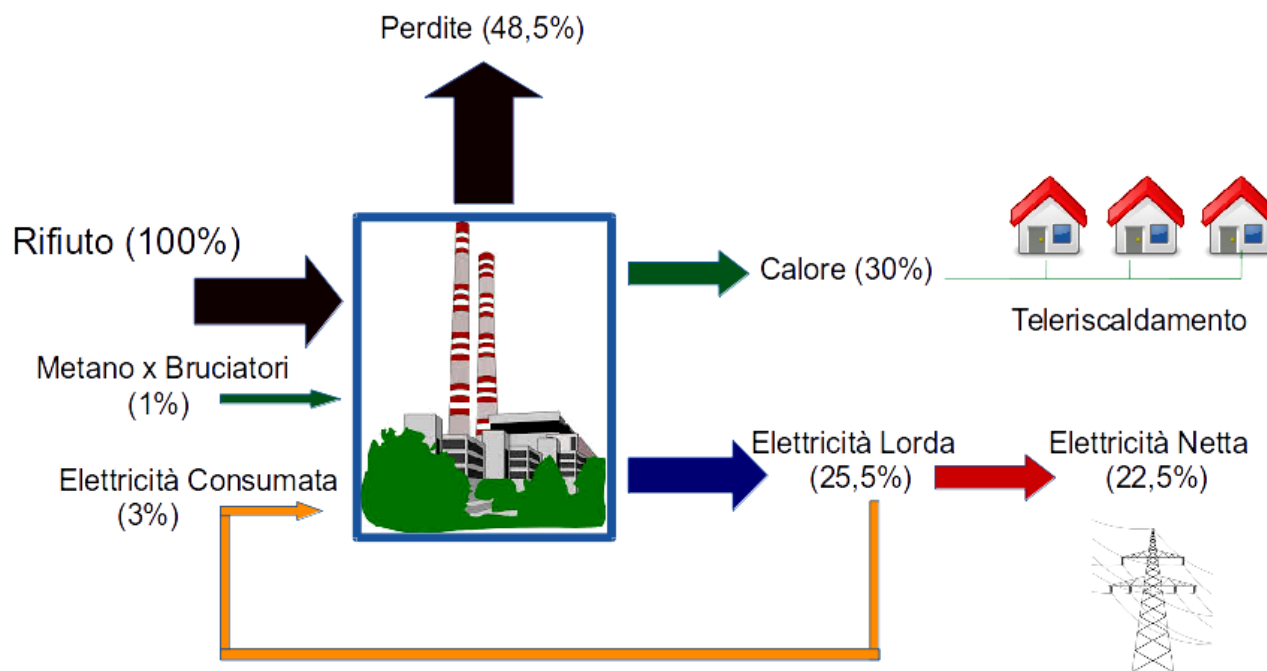
1. **combustione** (incenerimento)
2. **pirolisi**
3. **gassificazione**

tutte queste tecnologie producono residui, a volte speciali, che richiedono **smaltimento**, generalmente in discarica

sia in **Italia** che in **Europa**, gli impianti di trattamento termico di gran lunga più diffusi per i rifiuti urbani sono gli **inceneritori**

incenerimento con recupero energetico

tecnologia consolidata che permette di ottenere **energia elettrica** e fare del teleriscaldamento sfruttando i rifiuti indifferenziati o il **CDR**, bruciati in forni inceneritori; l'energia termica dei fumi viene usata per produrre vapore acqueo che, tramite una turbina, genera energia elettrica



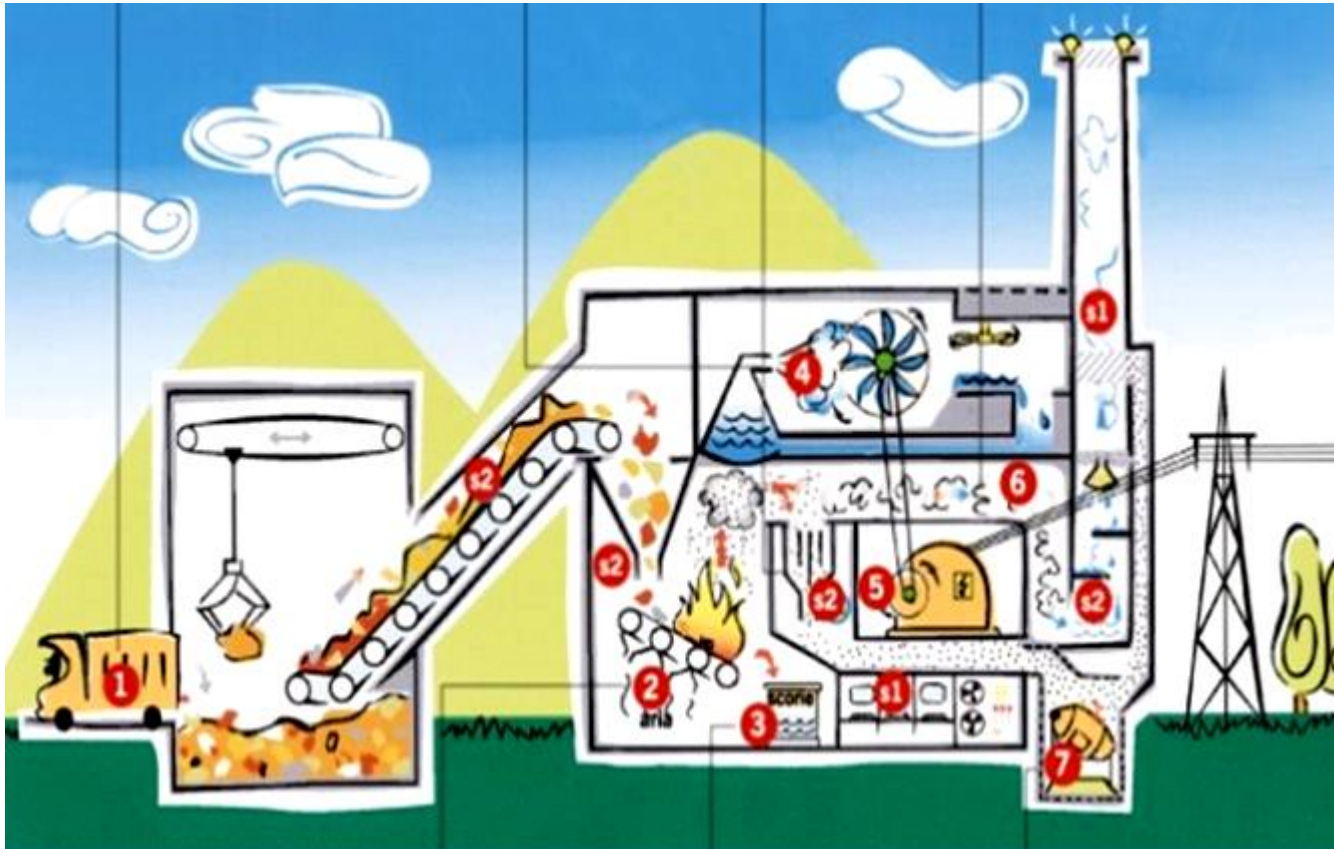
la quantità di energia elettrica recuperata è piuttosto bassa (**19-25%**), mentre quella termica è molto maggiore

gli inceneritori

- il processo di **combustione ad alta temperatura** (*incenerimento*) genera come prodotti finali un effluente gassoso, ceneri e polveri
- negli impianti più moderni, il calore sviluppato durante la combustione dei rifiuti viene recuperato e utilizzato per produrre **vapore**, poi utilizzato per la produzione di **energia elettrica** o come **vettore di calore** (ad esempio per il teleriscaldamento)
- gli impianti con tecnologie per il recupero vengono indicati *inceneritori con recupero energetico*, o più comunemente **termovalorizzatori**



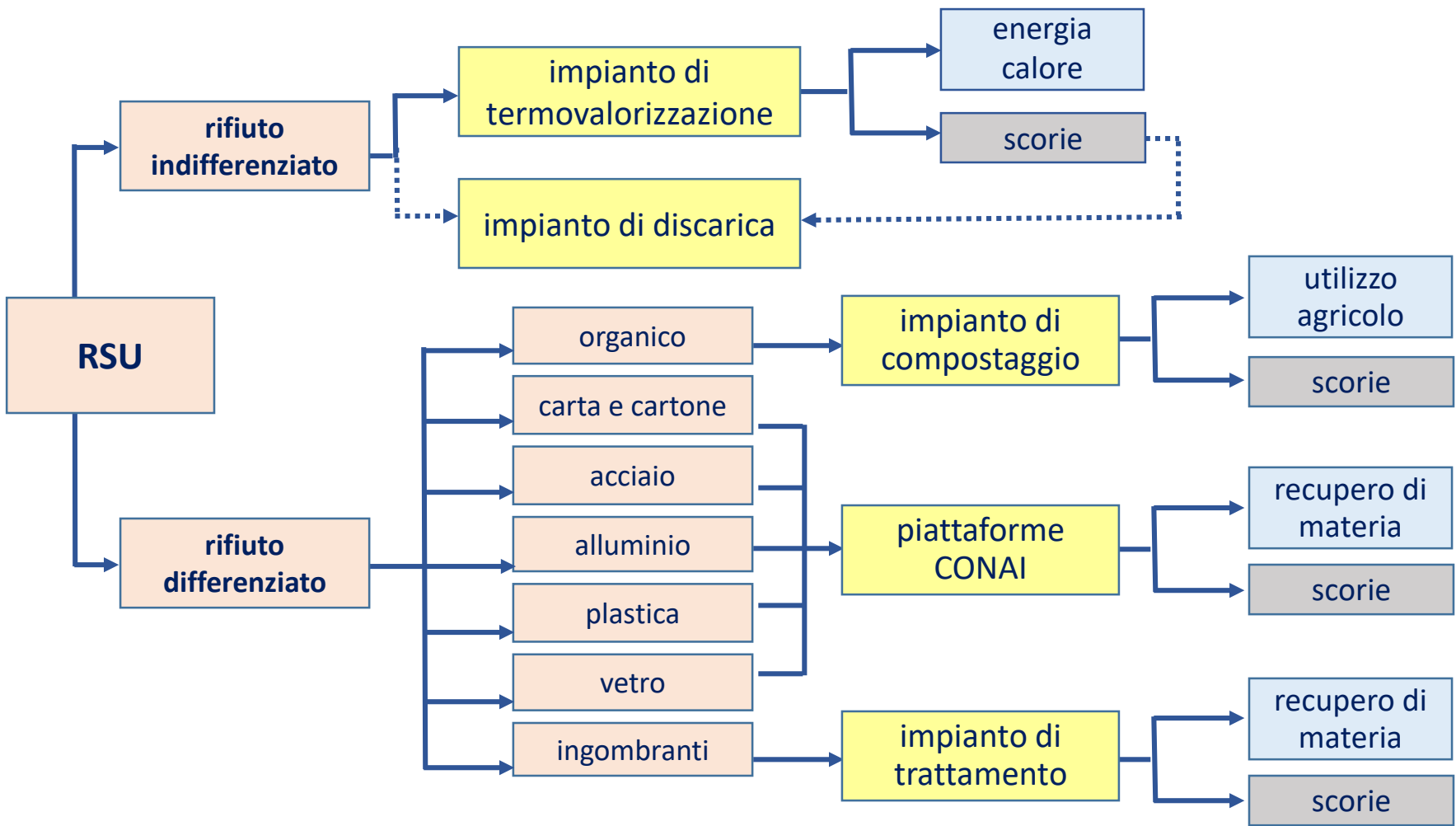
termovalorizzatore



1. rifiuti in arrivo
2. combustione
3. estrazione delle scorie
4. vapore
5. energia
6. trattamento dei fumi
7. inertizzazione
8. controllo delle emissioni
9. riduzione delle sostanze

nel forno interno vengono bruciati i rifiuti (CDR), talvolta con l'ausilio di metano per innalzare la temperatura di combustione (CDR con caratteristiche di potere calorifico assenti/scarse); il calore porta a vaporizzazione l'acqua che circola nella caldaia a valle; il vapore così generato aziona la turbina che trasforma l'energia termica in energia elettrica

moderno termovalorizzatore



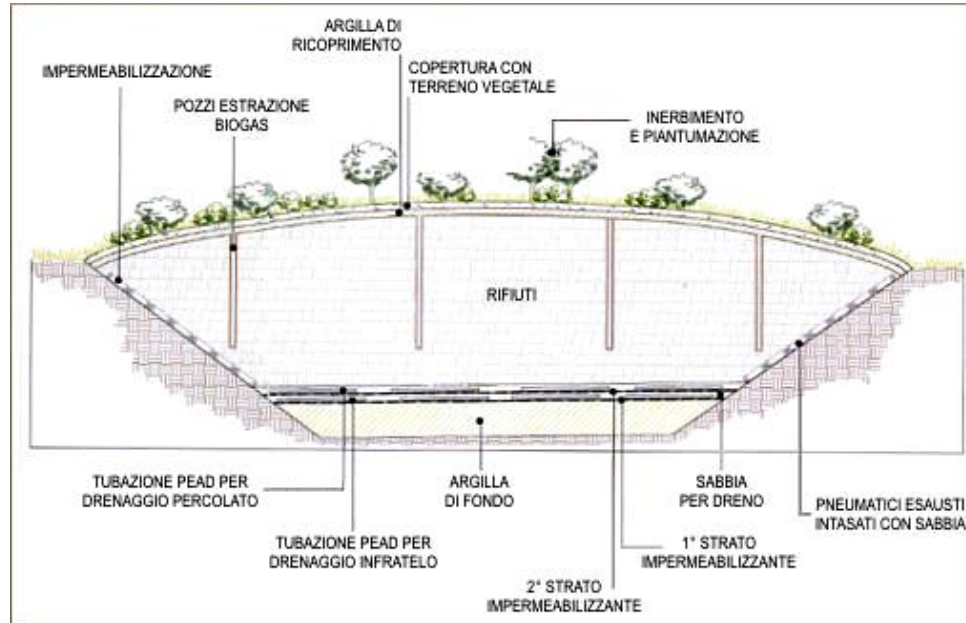
discarica

luogo dove vengono **depositati** in modo non selezionato i rifiuti solidi urbani e tutti i rifiuti provenienti dalle attività umane (detriti di costruzioni, scarti industriali, ecc.) che non si è *voluto* o *potuto* riciclare, *inviare* al trattamento meccanico-biologico (**TMB**) eventualmente per produrre energia tramite bio-ossidazione a freddo, gassificare o bruciare ed utilizzare come combustibile negli inceneritori (**termovalorizzatori**)



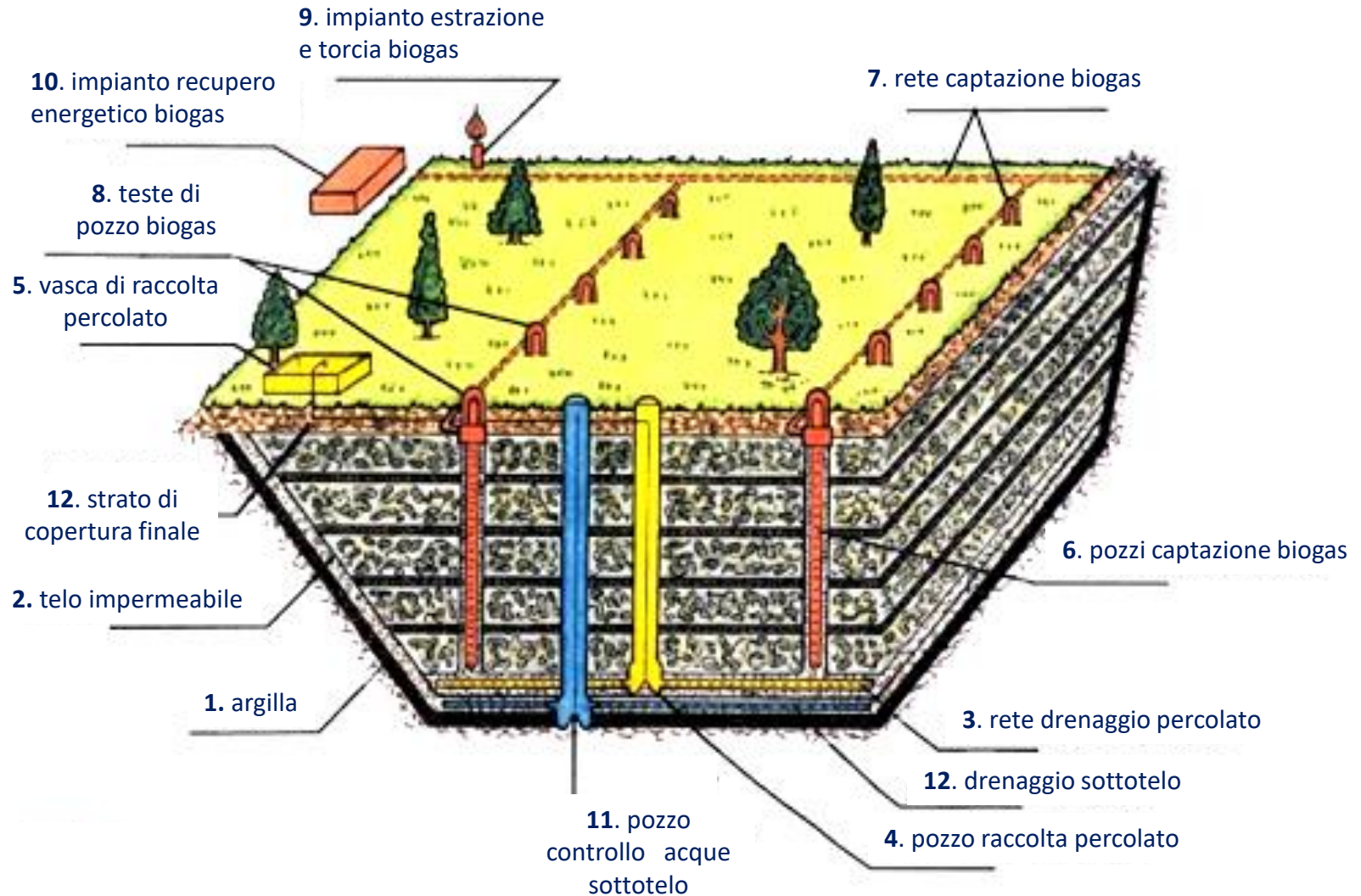
discarica

- i residui dei RSU organici restano attivi per oltre **30 anni** e, attraverso i naturali processi di decomposizione anaerobica, producono **biogas** e numerosi **liquami (percolato)** altamente contaminanti per il terreno e le falde acquifere



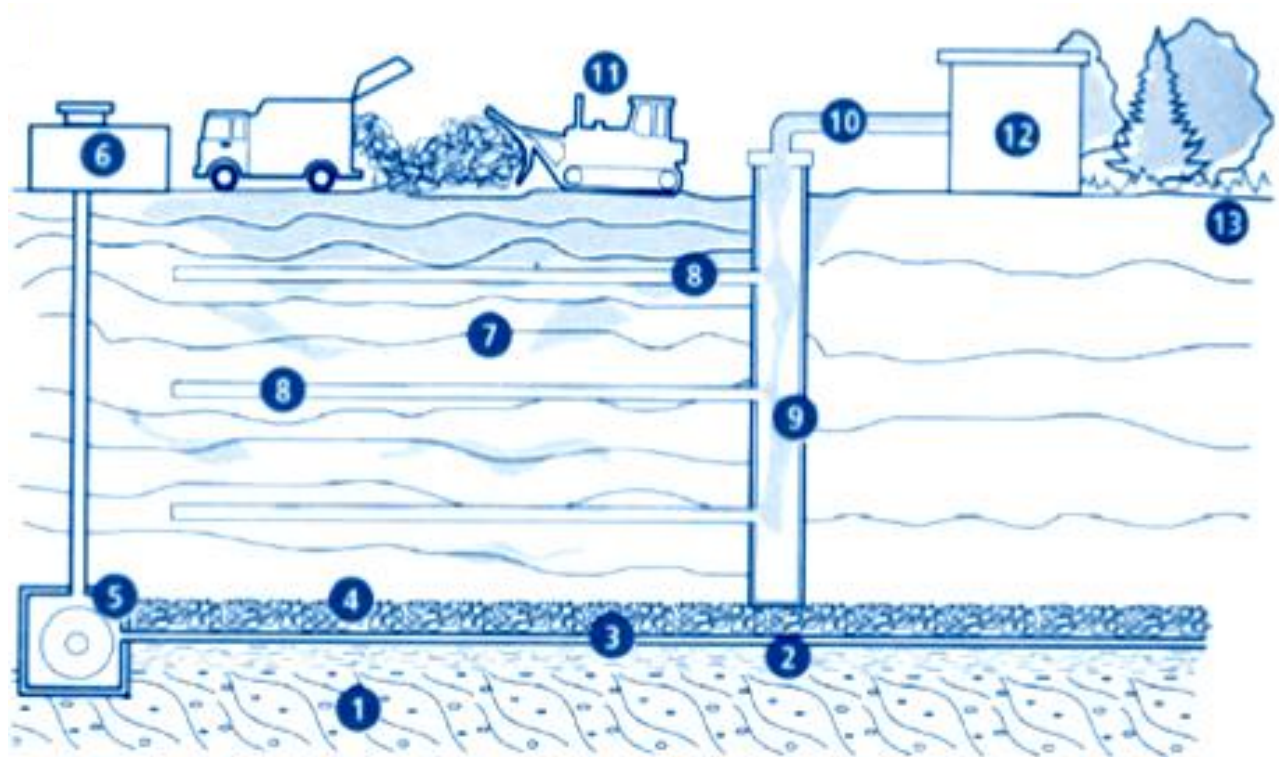
- per i **tempi di degradabilità** dei materiali normalmente conferiti in discarica si stima la possibilità di rilevarne tracce *dopo la chiusura* per un periodo di tempo tra **300-1000 anni**

discarica controllata



discarica controllata

1. falda acquifera
2. strato impermeabile
3. collettore raccolta percolato
4. strato di sabbia
5. pozzetto raccolta percolato
6. serbatoio
7. strato di rifiuti
8. tubi captazione dei biogas
9. pozzetto raccolta gas
10. gasdotto
11. compattatore
12. torre di combustione
13. ripristino della superficie della discarica



nella discarica finiranno i residui che non possono essere smaltiti in altro modo

discarica

- **principale metodo** di eliminazione dei rifiuti in Italia, in quanto semplice ed economico
- molto intenso nei paesi poco sviluppati, mentre la tendenza generale è volta a **limitare il conferimento in discarica** applicando attivamente politiche di riduzione, riuso e riciclo, e sfruttando tecnologie quali il compostaggio e l'incenerimento per i residui



discarica

prodotti più pericolosi di una discarica:

- il **percolato**, liquido che si origina dall'infiltrazione di acqua piovana nella massa dei rifiuti unitamente al liquido che proviene dalla decomposizione degli stessi
- il **biogas**, miscela di vari gas (metano 50-80%) prodotti dalla fermentazione batterica dei residui organici in anaerobiosi



struttura di una moderna discarica

le discariche moderne devono essere costruite con una struttura a **barriera geologica** in modo da isolare i rifiuti dal terreno, rispettare gli standard igienici e la biosfera, e riutilizzare i biogas prodotti come combustibile per generare energia

"**deposito sotterraneo**", strutturato dal basso verso l'alto da:

- un terreno di fondazione e sottofondo della discarica
- una barriera di impermeabilizzazione sul fondo e sui fianchi costituita da geomembrane per impedire la fuoriuscita del percolato
- un sistema di drenaggio del percolato
- l'ammasso dei rifiuti in strati compattati
- le coperture tra i vari strati
- un sistema per la captazione del biogas
- la copertura finale provvista di piante

anche in una discarica moderna si riesce a recuperare solo il **40%** circa del metano, mentre il resto viene disperso

classificazione delle discariche

- **discariche di I categoria** (RSU, rifiuti speciali assimilabili agli urbani, fanghi non tossici e nocivi provenienti da impianti di depurazione delle acque di scarico urbane)
- **discariche di II categoria**
 - **TIPO A** (materiali provenienti da demolizioni, costruzioni ecc.)
 - **TIPO B** (rifiuti speciali e tossico-nocivi in concentrazioni $\leq 1/100$ della concentrazione limite)
 - **TIPO C** (rifiuti speciali tossici e nocivi)
- **discariche di III categoria** (rifiuti tossici e nocivi ad alto grado di pericolosità)

classificazione delle discariche



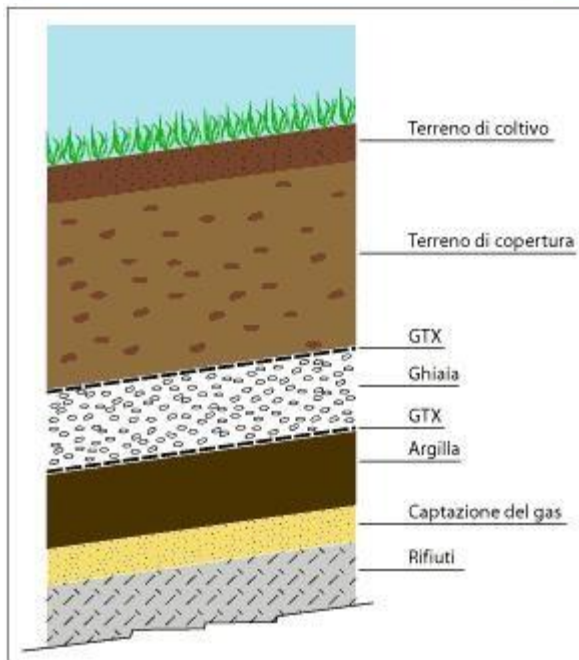
Discarica
Rifiuti inerti



Discarica
Rifiuti non pericolosi



Discarica
rifiuti pericolosi



- terreno di fondazione e sottofondo della discarica
- barriera di impermeabilizzazione sul fondo, sui fianchi costituita da geo-membrane per impedire la fuoriuscita di percolato
- sistema di drenaggio del percolato
- ammasso dei rifiuti in strati compattati
- coperture per i vari strati
- sistema di captazione del biogas
- copertura finale provvista di piante

gestione di una discarica di rifiuti

la discarica deve essere costantemente **controllata** in tutte le sue fasi di vita, dalla realizzazione alla gestione dopo la sua chiusura

tutti i controlli vengono fatti seguendo un **piano di sorveglianza e controllo** che prevede una serie di parametri da monitorare e misurare

monitoraggio da svolgere su:

- acque sotterranee
- acque meteoriche che attraversano la discarica
- percolato prodotto dai rifiuti in fase di deterioramento
- emissioni di gas dalla discarica e qualità dell'aria presente nelle vicinanze della discarica
- discariche in cui vengono smaltiti rifiuti contenenti amianto
- parametri meteorologici della zona in cui ha sede la discarica
- morfologia della discarica

dove costruire una discarica?

- una discarica deve essere costruita in zone non troppo piovose e non troppo aride in base al tipo di rifiuti
- il **monitoraggio** della morfologia della discarica permette di seguire nel tempo la deformazione strutturale che avviene con il deterioramento dei rifiuti e con la loro diminuzione di volume
- il terreno in cui viene costruita deve essere solido, non deve situarsi in pianure alluvionali e la zona non deve essere fortemente sismica
- se la discarica è progettata e costruita correttamente, i rifiuti devono comunque rimanere sorvegliati per almeno **30 anni** dopo la sua chiusura; nel frattempo l'area è utilizzabile per altri scopi (in genere il terreno superficiale può essere usato per la crescita di piante)