

stato di cose non sembra poter garantire che le uniche teorie rigorose della mente debbano essere teorie delle strutture cerebrali più di quanto il fatto che le molecole di DNA sono composte di particelle fisiche elementari garantisca che una teoria definitiva della riproduzione sarà trovata nel campo della fisica fondamentale. Anche se appare scontato l'enorme contributo che le scienze del cervello forniranno per delineare una teoria compiuta dei fenomeni mentali e cognitivi, la natura precisa delle correlazioni teoriche tra le descrizioni dei fenomeni mentali e quelle delle strutture e dei processi neurali rimane largamente da scoprire.

BIBLIOGRAFIA: K. SCHAFFNER, *Discovery and explanation in biology and medicine*, Chicago 1993; J. BICKLE, *Psychoneural reduction: the New Wave*, Cambridge (Mass.) 1998; R. ENDICOTT, *Collapse of the New Wave*, «The journal of philosophy», 1998, 95, 2, pp. 53-72; R. ENDICOTT, *Post-structuralist angst-critical notice. John Bickle, psychoneural reduction: the New Wave*, «Philosophy of science», 2001, 68, 3, pp. 377-93; J. BICKLE, *Philosophy and neuroscience: a ruthlessly reductive account*, Dordrecht-Boston-London 2003; P. GODFREY-SMITH, *Theory and reality. An introduction to the philosophy of science*, Chicago 2003; J. BICKLE, *Real reduction in real neuroscience: metascience, not philosophy of science (and certainly not metaphysics!)*, in *Being reduced. New essays on reduction, explanation and causation*, ed. J. Hohwy, J. Kallestrup, Oxford 2008, pp. 34-51; L. DARDEN, J. TABERY, *Molecular biology*, in *The Stanford encyclopedia of philosophy. Fall 2010 edition*, ed. E.N. Zalta, 2009, <https://plato.stanford.edu/archives/fall2010/entries/molecular-biology/> (3 sett. 2020); F. DIZADJI-BAHMANI, R. FRIGG, S. HARTMANN, *Who is afraid of nagelian reduction?*, «Erkenntnis», 2010, 73, pp. 393-412; J. BUTTERFIELD, *Emergence, reduction and supervenience: a varied landscape*, «Foundations of physics», 2011, 41, pp. 920-59; F.C. FANG, A. CASADEVALL, *Reductionistic and holistic science*, «Infection and immunity», 2011, 79, 4, pp. 1401-04; M.I. KAISER, *The limits of reductionism in the life sciences*, «History and philosophy of the life sciences», 2011, 33, 4, pp. 453-76; R. VAN RIEL, *Nagelian reduction beyond the Nagel-model*, «Philosophy of science», 2011, 78, 3, pp. 353-75; K. SCHAFFNER, *Ernest Nagel and reduction*, «Journal of philosophy», 2012, 109, 8-9, pp. 534-65; H. KINCAID, *Reductionism*, in *The Routledge companion to philosophy of social science*, ed. L. McIntyre, A. Rosenberg, New York-London 2017, pp. 113-23; R. VAN RIEL, R. VAN GULICK, *Scientific reduction*, in *The Stanford encyclopedia of philosophy. Spring 2019 Edition*, ed. E.N. Zalta, 2019, <https://plato.stanford.edu/archives/spr2019/entries/scientific-reduction/> (3 sett. 2020).

Federico Laudisa

RIFIUTI. – PRODUZIONE E CLASSIFICAZIONE DEI RIFIUTI. LA GESTIONE DEI RIFIUTI. LA FRAZIONE ORGANICA DEI RIFIUTI URBANI. IL COMPOSTAGGIO. IL TRATTAMENTO MECCANICO-BIOLOGICO. LA DIGESTIONE ANAEROBICA. INCENERIMENTO CON RECUPERO DI ENERGIA. PROSPETTIVE FUTURE. Bibliografia. Webgrafia

In base alla normativa vigente – parte IV del d. legis. 3 apr. 2006 nr. 152 e successive modifiche e interpretazioni (s.m.i.) negli artt. 177-238 –, un rifiuto è qualsiasi sostanza o oggetto (solido, liquido o gassoso) di cui il detentore si disfi o abbia deciso o abbia l'obbligo di disfarsi. In quest'ambito, esiste un preciso dovere,

dettagliatamente regolamentato, affinché la gestione appropriata dei rifiuti risponda a criteri di tutela della salute e di salvaguardia ambientale.

La gestione dei rifiuti, tuttavia, non rappresenta solo un obbligo, ma anche un'opportunità; infatti, un sistema sociale ed economico intelligente dovrebbe tentare sia di ridurre al minimo la produzione di rifiuti sia di utilizzare i rifiuti inevitabili come una risorsa rinnovabile. La Comunità europea ha di recente emanato un pacchetto di misure a supporto dello sviluppo di un'economia circolare (European commission 2014), che intende promuovere la transizione da modelli economici lineari basati su estrazione risorse-produzione-consumo-smaltimento rifiuti verso modelli economici circolari dove i materiali riciccolano, teoricamente all'infinito, secondo logiche di riuso, riparazione, redistribuzione, ristrutturazione, rigenerazione (fig. 1).

La tendenza verso una società vicina all'opzione 'zero' per i rifiuti ha quindi una logica ambientale, ma può rappresentare anche un fattore di competitività economica. Per es., la Comunità europea stima che la piena applicazione del pacchetto sull'economia circolare possa consentire di ridurre le emissioni di CO₂ di 450 milioni di tonnellate entro il 2030 e di risparmiare 600 miliardi di euro, creando 580.000 nuovi posti di lavoro.

Queste premesse portano a valorizzare gli elementi prioritari per le scelte tecnologiche che costituiranno il sistema di gestione dei rifiuti. La tutela della salute e dell'ambiente rimarrà il cardine di ogni politica sui rifiuti, ma andrà accoppiata la massimizzazione dei recuperi di materia e di energia. Elementi di giudizio sulle tecnologie più appropriate diventano quindi i bilanci di materia ed energia della gestione dei rifiuti fino agli utilizzi finali, valutando gli impatti su diversi

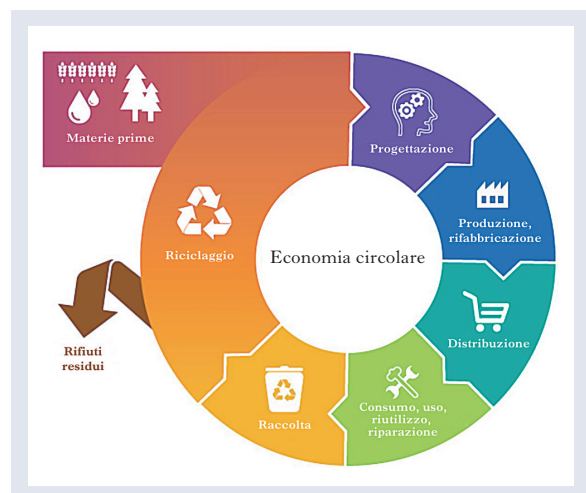


Fig. 1 – Schema dell'economia circolare. Fonte: <https://www.europarl.europa.eu/news/it/headlines/economy/20151201STO05603/economia-circolare-definizione-importanza-e-vantaggi>

RIFIUTI

indicatori ambientali (come le emissioni di gas climalteranti) secondo l'approccio ormai consolidato dell'analisi del ciclo di vita (LCA, *Life Cycle Assessment*).

La produzione di nuovi materiali dai rifiuti e la loro collocazione sul mercato devono essere accompagnate da politiche economiche d'indirizzo comunitario non più settoriali, ma partecipate, condivise e interdipendenti; parlando, per es., di recupero di determinati materiali dai rifiuti è imprescindibile che il segmento industriale della gestione del rifiuto (fortemente connesso al bacino di raccolta) si interfacci con il segmento industriale interessato all'utilizzo di tali materiali (per la produzione di prodotti da collocare sul mercato, più o meno locale), avendo ciascun segmento proprie e specifiche esigenze tecniche, regolamentari e di mercato, secondo il concetto della cosiddetta simbiosi industriale.

PRODUZIONE E CLASSIFICAZIONE DEI RIFIUTI. – Eurostat per il 2016 ha stimato una produzione su scala europea dei rifiuti, intesi come sommatoria delle attività economiche e domestiche, pari a 2538 milioni di tonnellate all'anno. Nell'Unione Europea dei 28 (UE 28), il settore delle costruzioni ha contribuito per il 36,4% del totale, seguito dalle attività estrattive (25,3%), dalle attività manifatturiere (10,3%), dai servizi nel settore delle acque e dei rifiuti (10%) e dalle attività domestiche (8,5%); il restante 9,5% dei rifiuti è stato generato da altre attività economiche, principalmente i

servizi (4,6%) e l'energia (3,1%). Escludendo la parte di rifiuti considerati di tipo minerale, rimangono circa 905 milioni di t/anno di rifiuti non minerali, pari al 36% circa del totale (Eurostat 2019).

In Italia, i rifiuti sono classificati in base alla loro origine in urbani e speciali e in base alle caratteristiche in rifiuti pericolosi e non pericolosi (v. tab.).

L'applicazione della disciplina sui rifiuti, in particolare su quelli speciali, richiede un'approfondita conoscenza delle procedure amministrative (registri di carico e scarico, formulari d'identificazione ai fini del trasporto, sistema di tracciabilità, regime delle autorizzazioni) e il rispetto delle prescrizioni tecniche per gli impianti di trattamento, riportate nelle autorizzazioni e nella disciplina di rango secondario (compostaggio, digestione anaerobica, discarica, incenerimento). Si tratta di una vasta mole di norme il cui rispetto letterale può risultare complesso. Tale disciplina, così restrittiva e vincolante, è stata anche indotta dalla necessità di contrastare le attività malavitose volte allo smaltimento illegale, con il fine di conseguire ingenti guadagni in disprezzo delle più elementari regole relative alla tutela della salute e dell'ambiente. Parallelamente gli enti territoriali e locali deputati al rilascio delle autorizzazioni e al controllo, quali le Regioni e le Agenzie regionali per la protezione ambientale, applicano spesso le norme con modalità rigide e conservative, che possono, per es., allungare i tempi di rilascio delle autorizzazioni oltre ogni ragionevolezza.

Criteri di classificazione dei rifiuti (d. legisl. 3 apr. 2006 nr. 152 e s.m.i., art. 184)		
Rifiuti urbani	Rifiuti speciali	Rifiuti pericolosi
Rifiuti: • domestici, anche ingombranti, provenienti da civili abitazioni o anche da locali e luoghi di diversa destinazione, purché non pericolosi e assimilati ai rifiuti urbani per qualità e quantità; • provenienti dallo spazzamento delle strade; • giacenti su strade e aree pubbliche o private soggette a uso pubblico, su spiagge marittime e lacuali e su rive dei corsi d'acqua; • vegetali provenienti da aree verdi; • provenienti da esumazioni ed estumulazioni, e altri provenienti da attività cimiteriale	Rifiuti derivanti: • da lavorazioni industriali e artigianali; • da attività agricole e agroindustriali, di demolizione/costruzione/scavo, commerciali, di servizio e sanitarie; • da attività di recupero e smaltimento di rifiuti, dal trattamento delle acque destinate al consumo umano (fanghi) e dalla depurazione delle acque reflue e dall'abbattimento di fumi	Rifiuti che presentano una o più delle 15 caratteristiche di pericolo riportate nell'Allegato I alla Parte IV del d. legisl. ¹ : • esplosivo; • comburente; • infiammabile; • irritante, irritazione cutanea e lesioni oculari; • tossicità specifica per ogni bersaglio/tossicità in caso di aspirazione; • tossicità acuta; • cancerogeno; • corrosivo; • infettivo; • tossico per la riproduzione; • mutageno; • liberazione di gas a tossicità acuta; • sensibilizzante; • ecotossico; • rifiuto che non possiede direttamente una delle caratteristiche di pericolo suddette, ma che può manifestarla successivamente

¹ Le quindici caratteristiche di pericolo dei rifiuti sono state aggiornate con il regolamento (UE) nr. 1357/2014 della Commissione del 18/12/2014. Tale regolamento doveva essere applicato entro il 1° giugno 2015

RIFIUTI

In alcuni casi può risultare incerta la classificazione tra rifiuto urbano e speciale. Ciò può portare a provvedimenti delle autorità – Regione, ARPA (*Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale*), magistratura –, con possibili contestazioni penali. Infatti, mentre i rifiuti speciali possono essere trasportati senza limiti anche per lunghi tragitti (in Italia, nel 2016, sono stati percorsi circa 1,2 miliardi di km; *L'Italia del riciclo*, 2018, p. 38), per i rifiuti urbani esiste il divieto di smaltimento fuori dal territorio della regione dove sono stati prodotti, tranne nel caso di accordi interregionali. Il cosiddetto turismo dei rifiuti è originato dalla carenza impiantistica di alcune regioni e dalla parallela disponibilità di altre, maturata nel corso degli anni per effetto dell'incremento della raccolta differenziata.

LA GESTIONE DEI RIFIUTI. – L'Europa ha una consolidata esperienza nella gestione dei rifiuti, con una politica orientata alla riduzione della produzione, al riciclaggio e al recupero di energia, non trascurando le possibilità di dare ai rifiuti un ruolo ancora utile prima del loro smaltimento.

I criteri prioritari introdotti in Europa con la direttiva quadro sui rifiuti del 2008/98/CE, recentemente aggiornata con la direttiva (UE) 2018/851, hanno introdotto una gerarchia degli approcci in cinque fasi che dà la priorità alla prevenzione, seguita dalla preparazione al riutilizzo, dal riciclaggio, dal recupero energetico e infine dallo smaltimento in discarica, che rappresenta l'ultima opzione possibile.

L'Italia ha trasposto questi principi nell'art. 179 del d. legisl. 3 apr. 2006 nr. 152. La prevenzione comprende tutte le attività volte alla riduzione della produzione dei rifiuti e della loro pericolosità. Per preparazione al riutilizzo si intendono le operazioni di controllo, pulizia, smontaggio e riparazione attraverso cui prodotti o componenti di prodotti diventati rifiuti sono preparati in modo da essere reimpiegati senza altro pretrattamento. Il riciclaggio comprende tutte le operazioni di produzione di materiali, sostanze e oggetti, utilizzando quanto di ancora utile è presente nei rifiuti, e quindi di nuovi beni che perdono la qualifica di rifiuto (art. 184 *ter* del d. legisl. 3 apr. 2006 nr. 152) e possono perciò essere trasportati, commercializzati e utilizzati senza i relativi vincoli specifici della disciplina sui rifiuti. Per recupero si intende qualsiasi operazione che permetta ai rifiuti di svolgere un ruolo utile, sostituendo altri materiali. Da osservare che la nuova disciplina europea introdotta con il pacchetto sull'economia circolare ha operato una distinzione tra recupero e recupero di materia, dove quest'ultimo comprende unicamente le operazioni, diverse dal recupero di energia, per ottenere materiali da utilizzare come combustibili, per es., il combustibile solido secondario.

Nel riciclaggio si collocano tutte le operazioni che portano a una valorizzazione dei rifiuti e quindi anche di quelli organici (cosiddetto carbonio secondario), in materiali ad alto valore aggiunto, che perdono la

qualificazione di rifiuti. Esempi tipici di riciclaggio sono la produzione di nuovi materiali in carta, plastica, vetro, gomma, legno, ferro e metalli non ferrosi, con caratteristiche equivalenti a quelle dei medesimi beni, prodotti utilizzando materie prime vergini. Nel nostro Paese non mancano esempi virtuosi di una fiorente industria del riciclaggio. Per es., nel 2017 sono state ottenute percentuali rilevanti di avvio a riciclaggio rispetto ai prodotti immessi al consumo, pari all'80% per carta e cartone, al 73% per il vetro, al 43% per la plastica, al 60% per il legno, al 63% per l'alluminio, al 75% per l'acciaio e al 76% (dato relativo al 2016) per i rifiuti inerti da costruzione e demolizione (*L'Italia del riciclo*, 2018, pp. 13-16). Si noti il tasso di riciclaggio molto minore per la plastica rispetto agli altri materiali, tanto che la Comunità europea ha definito una specifica strategia (Commissione europea 2018) volta a diminuire l'impatto ambientale dell'uso delle plastiche, che include specifiche azioni per incrementare la riciclabilità dei manufatti in plastica e principalmente degli imballaggi.

I nuovi materiali derivanti dal riciclaggio dei rifiuti dovranno osservare le regole dettate da specifici dossier che implicano la cessazione dello stato di rifiuto (*end of waste criteria*) a cura del ministero dell'Ambiente o delle Regioni (l. 2 nov. 2019 nr. 128), in quest'ultimo caso vigilati dall'Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale (ISPRA).

All'ultimo posto della gerarchia vi è lo smaltimento: esso può essere effettuato in forme diverse (allegato B alla parte IV del d. legisl. 3 apr. 2006 nr. 152), tra le quali nel nostro Paese prevalgono lo smaltimento in discarica e l'incenerimento, che non va confuso con l'uso dei rifiuti come combustibile per produrre energia, che è invece un'operazione di recupero.

Le nuove direttive UE del 2018, facenti parte del pacchetto sull'economia circolare (la 849 su veicoli a fine vita, pile e accumulatori, rifiuti delle apparecchiature elettriche ed elettroniche, la 850 sulle discariche, la 851 con le modifiche e integrazioni della direttiva quadro sui rifiuti 2008/98 e la 852 sugli imballaggi), hanno profondamente innovato il settore dei rifiuti, enfatizzando gli obiettivi di riduzione della produzione di rifiuti da imballaggi, di incremento del riciclaggio, con i conseguenti obiettivi da raggiungere che hanno sostituito quelli della raccolta differenziata, e di riduzione del conferimento di rifiuti urbani in discarica, implementando il concetto di responsabilità estesa del produttore per dare maggiore enfasi alla necessità che la produzione industriale sia orientata a beni da riciclare con facilità.

LA FRAZIONE ORGANICA DEI RIFIUTI URBANI. – I dati dell'ISPRA (2018) mostrano che, tra il 2005 e il 2017, la produzione di rifiuti solidi urbani (RSU) è diminuita da 539 kg/ab. a 489 kg/ab., come illustrato nella figura 2. Inoltre, la percentuale di frazione organica da rifiuti solidi urbani (FORSU) avviata a recupero è

RIFIUTI



Fig. 2 – Evoluzione della produzione *pro capite* di rifiuti solidi urbani in Italia. Fonte: ISPRA 2018, p. 35

pari al 41% di tutti i rifiuti avviati a riciclaggio (fig. 3). Il suo recupero, perciò, occupa un ruolo fondamentale nell'industria dei rifiuti.

Ai fini del suo riciclaggio è consolidata la produzione di *compost*, distinto in *compost verde* di qualità a partire da una raccolta differenziata della frazione organica (FORSU) quanto più selettiva possibile, come nel sistema cosiddetto porta a porta, che viene utilizzato come ammendante agricolo, e in *compost grigio*, quando proviene dalla separazione meccanica degli RSU non differenziati, anche detto *biostabilizzato* o *frazione organica stabilizzata* (FOS). Quest'ultimo è solitamente smaltito in discarica e in minima

parte recuperato come materiale finale di copertura delle discariche o per recuperi ambientali come riempimenti. Inoltre, si è ormai consolidato il processo di digestione anaerobica (DA), che consente la produzione di biogas, un combustibile, permettendo un effettivo recupero di energia, rispetto al consumo netto nel caso di solo compostaggio. La DA può essere anche utilizzata in accoppiamento con il compostaggio (si veda oltre).

Complessivamente, al 2016 l'Italia ha portato a riciclaggio ben 7.870.000 t/anno di rifiuti urbani. Contemporaneamente, sono circa 5.721.000 le tonnellate di RSU indirizzate ogni anno verso compostaggio e/o digestione anaerobica. Quest'ultimo dato non si sarebbe mai potuto ottenere se non fosse stata introdotta in modo massivo la raccolta differenziata che ha creato nuovi flussi di rifiuti con caratteristiche di omogeneità decisamente migliori rispetto al passato.

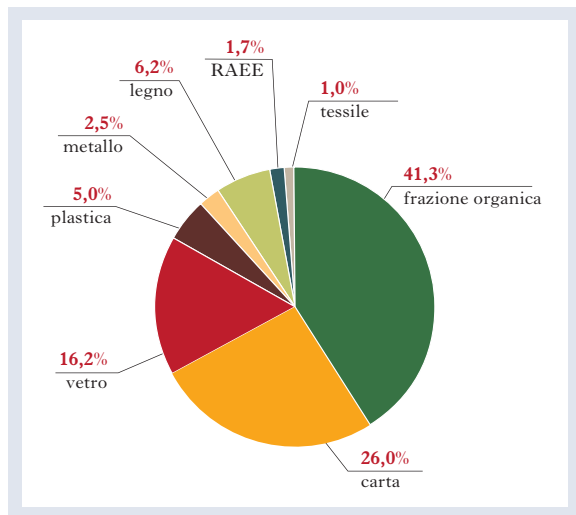


Fig. 3 – Frazioni di diversi rifiuti urbani da raccolta differenziata avviati a riciclaggio. RAEE (Rifiuti di Apparecchiature Elettriche ed Elettroniche). Fonte: ISPRA 2018, p. 88

IL COMPOSTAGGIO. – Il compostaggio è un processo controllato di decomposizione biologica che sfrutta l'azione della flora microbica spontaneamente presente nel rifiuto. A una prima fase di bio-ossidazione, avente una durata di 3-4 settimane, segue una fase di biostabilizzazione (maturazione) di circa 2 mesi. Il processo richiede una preventiva miscelazione della FORSU tritata con rifiuti ligneo-cellulosici che conferiscono una struttura porosa, facilitando un'aerazione omogenea di tutta la massa. In alcuni casi possono essere miscelati anche fanghi di depurazione.

Il prodotto ottenuto prende il nome di *compost*, in quanto assomiglia a un terriccio con tipico odore di humus maturo. Esso trova impiego in agricoltura come ammendante organico che favorisce un aumento della permeabilità e della capacità di ritenzione dell'acqua, creando condizioni idonee per lo sviluppo dei processi microbiologici nel terreno e incrementando la

RIFIUTI

disponibilità di elementi nutritivi con riduzione dell'uso di fertilizzanti. La vendita del compost come prodotto commerciale è possibile solo se le matrici in ingresso al processo derivano da raccolta differenziata di FORSU, da rifiuti di origine animale (compresi i reflui zootecnici), da rifiuti di attività agroindustriali, nonché da altri rifiuti di origine vegetale (d. legisl. 29 apr. 2010 nr. 75 e s.m.i.). Il compost prodotto viene commercializzato assumendo diversi nomi in funzione dei rifiuti utilizzati (*ammendante compostato verde*, *ammendante compostato misto*, *ammendante compostato con fanghi* e *ammendante torboso composto*). In Italia, la produzione complessiva di questi ammendanti, attraverso 285 impianti attivi, è stata di circa 1,4 Mt nel 2017.

IL TRATTAMENTO MECCANICO-BIOLOGICO. – Si intende per trattamento meccanico-biologico il processo realizzato negli impianti ove sono conferiti i rifiuti urbani indifferenziati o residui dopo la raccolta differenziata. I rifiuti in ingresso sono separati, attraverso vagliatura, in due frazioni principali: i *sovvalli*, costituiti dalla frazione secca, che adeguatamente raffinata va a costituire il combustibile solido secondario (CSS), e il *sottovaglio*, ossia la frazione organica umida, che viene avviata a biostabilizzazione utilizzando le medesime tecniche descritte nel compostaggio. In questo caso non è però richiesta la miscelazione con rifiuti ligneo-cellulosici. Il compost così prodotto assume il nome di *compost grigio* o, come detto, di *biostabilizzato* o di FOS. A differenza degli ammendanti, questo compost è un rifiuto ed è solitamente smaltito in discarica o recuperato come materiale di copertura di discariche o per riempimenti e consolidamenti, miscelato a terreno o altri inerti (recuperi ambientali). In tutti i suddetti casi il recupero o lo smaltimento devono essere autorizzati.

In alcuni schemi adottati può essere presente una prima fase di stabilizzazione biologica di tutta la massa dei rifiuti conferiti; questo per sfruttare il calore delle reazioni biologiche al fine di ridurre l'umidità della massa e consentire di realizzare a valle una migliore separazione della frazione secca da quella umida.

Se si considera la grande quantità di energia che deve essere spesa per i pretrattamenti meccanici e quelli biologici, nonché il limitato utilizzo della FOS, ben si comprende la limitata valenza ambientale di questa soluzione. Inoltre, con il progressivo incremento della raccolta differenziata della FORSU è venuta meno la convenienza di adottare i processi meccanico-biologici in quanto oggi, soprattutto in alcune regioni, il cosiddetto rifiuto urbano residuo, cioè la frazione raccolta come non riciclabile, è prevalentemente secco.

LA DIGESTIONE ANAEROBICA. – Più recentemente, grazie anche a incentivi statali a sostegno della produzione di energie rinnovabili, è stato consolidato il processo di digestione anaerobica, attraverso il quale si ottiene la produzione di biogas, da utilizzare per la

produzione di energia elettrica. Questo processo, perciò, è vantaggioso rispetto a quello di compostaggio, che è abbastanza energivoro. Sono peraltro piuttosto diffusi processi dove a una preventiva DA segue una fase convenzionale di compostaggio aerobico (Cecchi, Vallini, Mata-Alvarez 1990). Infatti, il digestato può essere fitotossico se applicato in campo durante i periodi vegetativi. Uno schema accoppiato digestione anaerobica + compostaggio può ridurre i tempi di stabilizzazione biologica della FORSU da 90 giorni (compostaggio + maturazione) a 40-50 giorni (20 giorni DA + 20-30 giorni compostaggio). Come nel compostaggio, anche nel caso combinato digestione anaerobica + compostaggio si producono liquidi inquinanti e ciò comporta la necessità di assicurare un trattamento per questi fluidi a elevato carico organico e di nutrienti, con conseguenti elevati oneri di trattamento (v. anche INQUINAMENTO).

La digestione anaerobica è un processo biologico naturale in assenza di ossigeno (diversamente dal compostaggio) e procede per stadi successivi di conversione biologica grazie a una catena trofica di organismi fermentativi, acidogenici e metanogenici, attraverso i quali la sostanza organica si trasforma in biogas. Questo gas combustibile, saturo di acqua, contiene anidride carbonica (30-45%), metano (55-70%) e altri gas in tracce (acido solfidrico, ammoniaca, silossani), con potere calorifico di 1200-1500 kJ/m³. Il biogas da DA è tipicamente utilizzato, previa purificazione dei gas in tracce, per il recupero energetico *in situ*, con cogenerazione di elettricità e di calore (tipiche efficienze del 35% e del 50% rispettivamente). Oggi il biogas, depurato della componente inerte di CO₂ e degli altri gas in tracce, può essere convertito in biometano, gas di caratteristiche analoghe al gas naturale di rete e con possibile utilizzo quale biocarburante per autotrazione.

La DA può avvenire utilizzando rifiuti a elevato contenuto di acqua (60-70% per i processi in fase solida e superiore al 95% per i processi in fase liquida) e a temperatura mesofila o termofila (35 °C o 55 °C, rispettivamente). L'energia termica necessaria al riscaldamento del rifiuto è assicurata dal calore disponibile a valle della cogenerazione di energia elettrica e calore (acqua di raffreddamento dei motori e gas di scarico). La DA è anche utilizzata per il trattamento di rifiuti solidi e liquidi zootecnici e agroindustriali a elevato carico organico biodegradabile.

Un aspetto importante è la possibilità di combinare in un unico reattore il trattamento di più rifiuti diversi (codigestione), per es., utilizzando i digestori già esistenti nei depuratori, dove insieme ai fanghi può essere trattata la frazione organica dei rifiuti solidi quando vi sia capacità residua di trattamento non utilizzata (Bolzoni, Battistoni, Susini, Cecchi 2006). La soluzione della codigestione negli impianti di depurazione può ovviare anche al problema di assicurare il trattamento dei percolati a elevato carico organico, minimizzando i costi d'impianto e di esercizio. Attualmente, in Italia

RIFIUTI

la DA della FORSU è applicata in circa cinquanta impianti (sono complessivamente circa trecento gli impianti di trattamento biologico della FORSU), anche in combinazione con il compostaggio, mentre ancora limitate sono le esperienze di codigestione negli impianti di depurazione.

INCENERIMENTO CON RECUPERO DI ENERGIA. – L'Italia negli anni Settanta aveva un robusto know-how nell'incenerimento dei rifiuti, prima dell'incidente di Seveso avvenuto il 10 luglio 1976, quando una nube tossica di diossina fuoriuscì da un'impresa svizzera di produzione di diserbanti. La sensibilità verso questo inquinante ha focalizzato l'attenzione sulle emissioni dei vecchi inceneritori di rifiuti urbani, dove è stata riscontrata la presenza di vari composti di elevata tossicità, tra cui le tetraclorodibenzodiossine (TCDD) e i tetraclorodibenzofurani (TCDF), composti con due anelli benzenici legati da due atomi di ossigeno (TCDD) o uno solo (TCDF) e con cloro in sostituzione di uno o più atomi d'idrogeno. Si tratta degli stessi composti a elevata tossicità dell'incidente di Seveso. Tale evidenza ha scatenato una diffusa ostilità verso l'adozione di questo sistema di gestione dei rifiuti che ha portato a preferire forme di gestione ove si privilegia il recupero di materia piuttosto che il recupero di energia. La disciplina europea su incenerimento e coincenerimento è dettata dalla direttiva 24 novembre 2010, nr. 75, recepita nel nostro ordinamento nel 2014, essendo inclusa nella parte IV del TU ambientale (artt. da 237 *bis* a 237 *duovicies*). Le norme hanno fissato un limite nelle emissioni per policlorodibenzodiossine/policlorodibenzofurani (PCDD/PCDF) di un decimo di milionesimo di grammo per metro cubo, ampiamente cautelativo. Infatti, oggi i nuovi impianti d'incenerimento sono attrezzati con un sistema di depurazione dei fumi assai complesso che può contare su almeno quattro stadi in serie, con un costo che può incidere per oltre il 30% dei costi totali d'impianto. Molti impianti d'incenerimento sono presenti nel tessuto urbano delle città europee senza destare alcun problema nella popolazione residente (si vedano, per es., i casi di Zurigo e di Copenaghen). Questi impianti offrono il vantaggio di un significativo recupero di energia elettrica (fino a 700-800 kWh/t di rifiuto trattato) e termica che consente di alimentare la rete di teleriscaldamento di quartieri limitrofi. A oggi gli impianti sono classificati come impianti di recupero d'energia a condizione che possano rendere disponibile e realmente utilizzato il 65% del potere calorifico nel rifiuto alimentato. Tale situazione non ha però modificato, almeno in Italia, la tradizionale aversità verso queste forme di trattamento dei rifiuti, spostando l'attenzione da diossine e furani alle emissioni di nanoparticelle. Va inoltre ricordato come nella nuova disciplina europea il recupero di energia abbia una bassa collocazione nella scala di priorità della gestione dei rifiuti, essendo da preferire il riciclo e il recupero di materia.

PROSPETTIVE FUTURE. – Non esiste un sistema standardizzato di gestione dei rifiuti urbani che possa costituire un riferimento per le future installazioni. Ogni situazione territoriale richiede un'analisi delle sue vocazioni, della complessità e dell'articolazione delle utenze da servire e della disponibilità di infrastrutture ancillari necessarie per completare e rendere effettivo il recupero di materia nell'ottica dell'economia circolare. La raccolta differenziata, che deve privilegiare oggi la qualità prima della quantità, deve essere supportata da una rete di piattaforme cui sono destinati i rifiuti da raccolta differenziata per renderne operativo il riciclaggio. Naturalmente, quando i materiali raccolti sono di cattiva qualità anche il recupero di risorse risulta complesso e a volte non fattibile.

In prospettiva, il processo di DA è la base sulla quale innestare logiche innovative di recupero di bioprodotto ad alto valore aggiunto. Infatti, il passaggio da un'economia di tipo lineare a una circolare impone in particolare una valorizzazione più spinta del carbonio secondario che può essere vista in una logica di destini a priorità crescente. Le tecnologie e le strategie disponibili oggi e su cui la Comunità europea sta orientando gli investimenti in ricerca e sviluppo sono *in primis* la conversione a materiali ad alto valore aggiunto, quali *building blocks* organici (in particolare acidi carbossilici a basso peso molecolare, alcoli leggeri ecc.), biopolimeri (quali i poli-idrossialcanoati, biopolimeri naturali biodegradabili; Valentino, Morgan-Sagastume, Campanari et al. 2017), sostanze utili per la nutraceutica ecc., e in secondo luogo biocombustibili di maggiore pregio rispetto al classico biogas, quali il biometano (con contenuto di metano inferiore al 95%, ottenuto dalla raffinazione del biogas) e il bioidrometano (ovvero una sorta di biogas 'arricchito' fino al 10% con idrogeno), anch'esso ottenuto attraverso processi biologici. Infatti, separando la fase acidogenica da quella metanigena, è possibile, da una parte, ricavare *building blocks* da destinare a vari usi (come la produzione di bioplastiche) e idrogeno, e dall'altra portare a termine la conversione a metano utilizzando il carbonio residuo dalla prima fase, ottenendo quindi la massima valorizzazione possibile della matrice. Un forte orientamento in tale direzione è già presente nella legge per l'uso di energie rinnovabili (v. d.m. 6 luglio 2012), dove il concetto convenzionale dell'utilizzo diretto del biogas da DA per la produzione di energia cambia verso la trasformazione in biocarburante, con più elevato valore aggiunto, da utilizzare, per es., per l'autotrazione. Si affianca inoltre a questi approcci il processo ancillare della raffinazione del biogas, ossia il recupero della CO₂, da destinare al mercato anche alimentare e dei nutrienti da indirizzare in quello degli ammendanti e dei fertilizzanti.

BIBLIOGRAFIA: F. CECCHI, G. VALLINI, J. MATA-ALVAREZ, *Anaerobic digestion and composting in an integrated strategy for managing vegetable residues from agro-industries or sorted organic fraction of municipal solid waste*, «Water science and technology»,

1990, 22, 9, pp. 33-41; D. BOLZONELLA, P. BATTISTONI, C. SUSINI, F. CECCHI, *Anaerobic codigestion of waste activated sludge and OFMSW: the experiences of Viareggio and Treviso plants*, «Water science and technology», 2006, 53, 8, pp. 203-11; F. VALENTINO, F. MORGAN-SAGASTUME, S. CAMPANARI ET AL., *Carbon recovery from wastewater through bioconversion into biodegradable polymers*, «New biotechnology», 2017, 37, A, pp. 9-23; G. MORETTO, F. ARDOLINO, A. PIASENTIN ET AL., *Integrated anaerobic codigestion system for the organic fraction of municipal solid waste and sewage sludge treatment: an Italian case study*, «Journal of chemical technology and biotechnology», 2019.

WEBGRAFIA: EUROPEAN COMMISSION, *Towards a circular economy. A zero waste programme for Europe*, COM(2014) 398 final, Brussels 2/7/2014, <https://ec.europa.eu/environment/circular-economy/pdf/circular-economy-communication.pdf>; COMMISSIONE EUROPEA, *Strategia europea per la plastica nell'economia circolare*, Strasburgo 16/1/2018, COM(2018) 28 final, https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:2df5d1d2-fac7-11e7-b8f5-01aa75ed71a1.0018.02/DOC_1&format=PDF; ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale), *Rapporto rifiuti urbani. Edizione 2018*, Roma 2018, <https://www.isprambiente.gov.it/files/2018/publicazioni/rapporti/RapportoRif297.pdf>; *L'Italia del riciclo 2018*, Fondazione per lo sviluppo sostenibile, FISE UNICIRCULAR, Roma 2018, https://www.fondazionevilupposostenibile.org/wp-content/uploads/dlm_uploads/2018/12/REPORT_2018_web_0412-compressed.pdf; EUROSTAT, *Statistiche sui rifiuti*, 2019, https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Waste_statistics/it.

Tutte le pagine web si intendono visitate per l'ultima volta il 30 settembre 2020.

David Bolzonella - Franco Cecchi - Mauro Majone - Giuseppe Mininni - Paolo Pavan

RIFUGIATI. – CHI SONO I RIFUGIATI? L'ESTENSIONE DEL CONCETTO DI RIFUGIATO. L'ASILO COSTITUZIONALE E LA PROTEZIONE UMANITARIA. CHI SONO I RICHIEDENTI ASILO? DA DOVE VENGONO E DOVE SI TROVANO I RIFUGIATI? LA 'CRISI DEI RIFUGIATI IN EUROPA'. COME ARRIVANO I RIFUGIATI? PROSPETTIVE. Bibliografia. Sintografia

CHI SONO I RIFUGIATI? – Il termine *rifugiato* ha una precisa definizione universale contenuta nell'articolo 1 della Convenzione di Ginevra del 28 luglio 1951 relativa allo *status* di rifugiati. Il rifugiato è una persona che si trova fuori del proprio Paese per il fondato timore di subire persecuzioni e, a causa di questo timore, non può o non vuole avvalersi della protezione da parte dello Stato di appartenenza. Non sono compresi nella definizione quindi gli sfollati interni, *internally displaced persons* (IDPs), ossia le persone costrette a fuggire senza tuttavia attraversare una frontiera internazionale. Il rifugiato è sempre uno 'straniero' che non possiede la cittadinanza dello Stato di accoglienza.

La persecuzione subita o temuta deve essere motivata da uno dei cinque elementi elencati nella Convenzione di Ginevra: religione; appartenenza etnica; nazionalità; opinione politica; appartenenza a un determinato gruppo sociale. Il timore per la propria vita

o per l'incolumità fisica, per es. a causa di un conflitto armato, non è previsto nella definizione, almeno che tale timore non sia riconducibile a una «persecuzione» in riferimento a uno o più dei cinque elementi elencati sopra. Pertanto, i «rifugiati di guerra» non sono di per sé rifugiati nel senso stretto. La Convenzione di Ginevra ha adottato un approccio essenzialmente individualistico. L'esame destinato a valutare il presupposto per il riconoscimento dello *status* di rifugiato prevede, di regola, l'accertamento delle condizioni personali del richiedente e della sua situazione nel Paese d'origine. Le convenzioni internazionali promosse dalla Società delle Nazioni (prima della Seconda guerra mondiale) avevano, invece, previsto di concedere protezione internazionale a intere popolazioni di rifugiati solo sulla base della loro appartenenza a un gruppo nazionale o a una minoranza etnica o religiosa, per es., ai cittadini russi fuggiti dopo la rivoluzione del 1917 o ai cittadini armeni dopo il crollo dell'Impero ottomano.

La protezione internazionale dei rifugiati intende sostituire temporaneamente la mancanza della protezione del proprio Paese (Hathaway 1991, p. 135). Secondo il diritto pubblico internazionale, gli Stati hanno l'obbligo di proteggere i propri cittadini. In accordo con il concetto della «responsability to protect» la violazione di questo obbligo non comporta tuttavia il diritto a un intervento internazionale, con l'eccezione di casi di genocidio, crimini di guerra, pulizia etnica o crimini contro l'umanità. Spetta però alla comunità internazionale di occuparsi delle vittime di violazioni dei diritti umani (v.) costrette a cercare asilo in altri Paesi. La protezione internazionale viene concessa da un altro Stato oppure, in via supplementare, dall'Alto Commissariato delle Nazioni Unite per i rifugiati (UNHCR, *United Nations High Commissioner for Refugees*). Quest'organizzazione è stata creata dall'Assemblea generale dell'ONU pochi mesi prima dell'approvazione della Convenzione di Ginevra con il compito, tra l'altro, di sorvegliare l'applicazione delle disposizioni della stessa.

La Convenzione, considerata la pietra miliare del sistema internazionale di protezione dei rifugiati, non è stata mai modificata. Nonostante inizialmente applicabile esclusivamente nei confronti di rifugiati dell'immediato postguerra, questa limitazione temporale è stata abolita dal Protocollo di New York del 31 gennaio 1967 quando ormai era evidente che altre situazioni, non più legate alla Seconda guerra mondiale, avrebbero provocato nuovi esodi di rifugiati bisognosi di protezione. Nell'aderire alla Convenzione, gli Stati potevano dichiarare di applicarla solo in favore di rifugiati di origine europea. Inizialmente molti Stati, tra cui l'Italia, hanno attuato tale limitazione geografica. L'Italia ha poi abolito la restrizione nel 1990 in concomitanza con la prima legge nazionale sul diritto d'asilo e sull'immigrazione (l. 28 febr. 1990 nr. 39, cosiddetta legge Martelli). La limitazione geografica