



Economia circolare in ambito urbano

La transizione da un'economia lineare verso un'economia circolare è una necessità e allo stesso tempo un'opportunità, con il potenziale di offrire vantaggi economici, ambientali e sociali a lungo termine, coinvolgendo molteplici attori, in processi cooperativi, e favorendo un incremento del ritorno delle risorse nell'economia del territorio

DOI 10.12910/EAI2017-009

di Carolina Innella, Grazia Barberio, Claudia Brunori, Fabio Musmeci e Luigi Petta, ENEA

Un'economia circolare offre un modello alternativo, dove il valore di prodotti materiali e risorse è mantenuto il più a lungo possibile e gli sprechi (in termini di scarti e rifiuti) sono notevolmente ridotti o addirittura eliminati in tutte le fasi del ciclo di vita.

La transizione verso un'economia circolare rappresenta anche nuove sfide per le imprese, nuove modalità di comportamento dei consumatori e nuove soluzioni per valorizzare gli scarti e i rifiuti come risorse.

Ci sono diverse ragioni alla base dell'implementazione di questa nuova politica: la crescita del consumo globale di risorse non rinnovabili, la progressiva carenza di materie prime, incluso il progressivo esaurimento delle fonti di approvvigionamento idrico, la riduzione dello spazio destinato alla raccolta finale dei rifiuti e, quindi, la necessità di ridurre in volume quantità e pericolosità la generazione degli stessi, il bisogno di tenere sotto controllo la contaminazione ambientale causata dalle emissioni derivanti dalla gestione dei reflui e dei rifiuti, l'attitudine sociale che si sta spingendo sempre più verso una nuova gestione degli scarti.

Le città, dove vive il 54% della popolazione mondiale e dove avviene l'80% delle emissioni globali a effetto serra, a causa dell'elevata concentrazione di attività economiche e all'uso intensivo delle risorse, rappresentano il luogo privilegiato in cui realizzare questa epocale transizione.

Uso efficiente delle risorse nelle città

La transizione verso l'economia circolare in un ambiente urbano richiede una sempre maggiore ef-

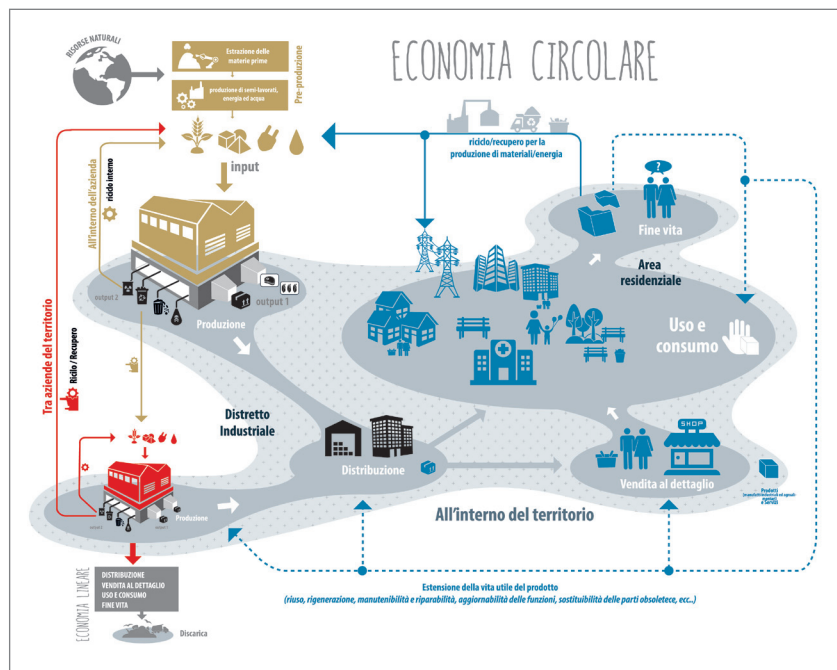


Fig. 1 Dall'economia lineare verso l'economia circolare - Efficienza delle risorse
Fonte: ENEA

ficienza nell'uso delle risorse e una minimizzazione della produzione di reflui e rifiuti, attraverso politiche di prevenzione, preparazione per il riutilizzo, riciclo e altre forme di recupero degli scarti, al fine di raggiungere la chiusura dei cicli di processo e di prodotto.

La gestione degli scarti, che non sono da considerare rifiuti ma risorse da valorizzare e far entrare nuovamente nel ciclo economico, rappresenta una parte sempre più rilevante nell'ambito del più ampio concetto di gestione efficiente delle risorse (Figura 1).

Le azioni da perseguire in tal senso derivano dalle indicazioni della Commissione Europea^{1,2} agli Stati membri, che ha individuato nell'economia circolare una delle principali strategie di sviluppo con un nuovo "pacchetto sull'Economia Circolare"³, che affianca alla tematica della gestione sostenibile

dei rifiuti altri aspetti importanti: i modelli di produzione e consumo sostenibile, la valorizzazione delle materie prime seconde e la promozione dei processi di eco-innovazione.

A livello nazionale la legge n. 221/2015⁴ indica la necessità di sviluppare una strategia che favorisca la transizione da un modello economico di tipo lineare a uno di tipo circolare, per promuovere misure di green economy e per il contenimento dell'uso eccessivo di risorse naturali. Cosa fare, dunque, per realizzare una gestione efficiente delle risorse urbane?

È innanzitutto necessario ridefinire il modello di città e andare verso una Smart City: il necessario coinvolgimento di tutti gli assi secondo i quali si può declinare lo sviluppo "intelligente" richiede un modello con cui ridefinire le modalità di sviluppo della società e l'economia circolare

soddisfa pienamente questa esigenza.

Affinché la transizione verso l'economia circolare avvenga con successo, occorre che sia supportata da un ente tecnico che possa coniugare competenze multidisciplinari, infrastrutture tecnologiche e strumenti innovativi per la gestione delle risorse. L'ENEA possiede le caratteristiche necessarie per svolgere tale ruolo di supporto all'implementazione di azioni volte all'uso efficiente di risorse, includendo la valutazione degli impatti ambientali e sociali derivanti dall'uso delle risorse, dal consumo e dai processi produttivi, nonché l'analisi di percorsi nazionali per dotarsi di una contabilità delle risorse e lo sviluppo di metodologie e strumenti per favorire l'uso efficiente di risorse. In questo contesto il concetto di Urban Mining, inteso come l'insieme di azioni e tecnologie volte al recupero di materie prime secondarie ed energia dai prodotti del catabolismo urbano, favorisce la gestione sistematica delle scorte di risorse antropogeniche e rifiuti.

Una metodologia molto efficace dell'economia circolare che attua

eco-innovazione di sistema per l'uso efficiente di risorse è la simbiosi industriale (SI). La SI, attraverso il trasferimento di risorse di scarto in esubero o sottoutilizzate da un'industria a un'altra, consente di conseguire benefici economici e ambientali derivanti dal mancato smaltimento dei rifiuti e dall'evitato consumo di risorse primarie, consentendo di effettuare una pianificazione territoriale per la valorizzazione locale delle risorse.

L'ENEA, nell'ambito del progetto "Eco-innovazione Sicilia", ha sviluppato e implementato la prima piattaforma di simbiosi industriale italiana⁵[1,2].

Il supporto tecnico alla transizione richiede inoltre la capacità di svolgere attività di analisi e attuazione di strumenti volti a favorire percorsi virtuosi di economia circolare all'interno della filiera dell'*edilizia* e dell'attività estrattiva, nonché delle filiere a essa connesse, che ha portato a diverse possibilità di simbiosi nel settore dei materiali inerti e da costruzione.

In ambito urbano è necessaria una competenza trasversale e multidisciplinare

sui temi inerenti alla *gestione dei rifiuti urbani* e alla *gestione della risorsa idrica*, su cui l'ENEA è da diversi anni impegnata, con la messa a punto e applicazione dalla scala laboratorio fino alla scala reale, in modo particolare delle tecnologie di trattamento della frazione organica dei rifiuti, del recupero di plastiche e metalli preziosi dai RAEE (Rifiuti di Apparecchiature Elettriche ed Elettroniche), nonché della gestione della risorsa idrica.

Un interessante esempio di eco-innovazione sistemica applicabile nel settore dei rifiuti riguarda il trattamento e recupero della frazione organica effettuate il più vicino possibile ai luoghi di produzione, attraverso una rete di piccoli impianti di trascurabile impatto [3]. Il compostaggio dei rifiuti organici occupa un posto di rilievo nella strategia di gestione sostenibile dei rifiuti, in quanto oltre il 30% del rifiuto urbano è organico e la sua gestione rappresenta il 50% dei costi dell'intera gestione rifiuti. Il compostaggio di comunità, complementare al compostaggio domestico e di larga scala, è uno strumento indispensabile per la chiusura del ci-

Esempi di possibili soluzioni tecnologiche per la chiusura dei cicli negli impianti di depurazione municipali

- Sistemi di concentrazione per via fisica, chimica, biologica dei reflui grezzi in ingresso per una loro successiva valorizzazione energetica per via anaerobica mediante la produzione di biogas, ovvero di biometano;
- Sistemi di rimozione dell'azoto residuo dai flussi chiarificati, mediante processi a basso consumo di ossigeno (es. nitrificazione parziale e rimozione autotrofa dell'azoto mediante batteri Anammox);
- Sistemi per il recupero di fosforo e azoto dai flussi concentrati in uscita dalle fasi di stabilizzazione, anche in ottica

- di produzione di fertilizzanti o ammendanti di recupero;
- Unità di affinamento terziario mediante filtrazione spinta (fino ai processi di osmosi inversa) e disinfezione, per il riutilizzo idrico dei reflui inviati allo scarico finale;
- Co-digestione dei fanghi di supero con ulteriori matrici organiche da conferire (es. Frazione Organica Rifiuti Solidi Urbani, sottoprodotti dell'agroindustria) sfruttando le capacità di trattamento residue dei digestori municipali;
- Integrazione di sistemi Power-to-Gas (P2G) finalizzati allo stoccaggio dei picchi di produzione di fonti energetiche rinnovabili;
- Sistemi per il recupero termico dai reflui collettati in fognatura o invasati nelle unità di trattamento depurativo.



clo della frazione organica sul territorio, con piccole attrezzature poste vicino ai luoghi di produzione.

L'attuale normativa, in modo particolare gli articoli 37 e 38 del Collegato Ambientale 2015, e il Decreto 266/2016 del Ministero dell'Ambiente di recente pubblicazione, vanno nella direzione di integrare *compostaggio di comunità* con il sistema di gestione dei rifiuti.

Altro approccio innovativo nel settore dei rifiuti urbani riguarda i RAEE, intesi come risorsa per la comunità. La realizzazione di un Centro per il Riuso dotato di officine digitali per la promozione della raccolta e del riutilizzo di RAEE, potrebbe consentire di valorizzare i rifiuti prodotti sul territorio urbano, creando opportunità di business e nuove professioni, attraverso la realizzazione di un sistema integrato per la loro valorizzazione, supportato da un'officina di ricerca per processi e prodotti eco-innovativi per il riutilizzo di RAEE. Gli scarti dell'elettronica di consumo non funzionante e destinata a smaltimento potrebbero infine essere valorizzati con il recupero di metalli preziosi e plastiche, mediante l'applicazione di tecnologie di riciclo selettive a basso impatto ambientale [4,5].

In ambiente urbano risulta particolarmente critico adottare un cambio di paradigma negli approcci di gestione del ciclo idrico integrato al fine di garantire una piena sostenibilità sia dal punto di vista ambientale che economico[6].

La riduzione dei consumi in ambito residenziale va perseguita sia mediante l'introduzione di specifici dispositivi per il contenimento dei consumi a livello domestico, sia promuovendo una gestione consapevole da parte dei consumatori, attraverso l'introduzione di sistemi

smart metering, in grado di restituire le informazioni di consumo in tempo reale da correlare ad aspetti economici e ambientali da trasferire all'utenza.

Per quanto concerne le *reti di drenaggio urbano*, invece, in via prioritaria è necessario favorire la gestione separata delle acque meteoriche mediante la realizzazione di reti dedicate in ambiti di nuova realizzazione e il miglioramento della laminazione idraulica delle portate meteoriche, al fine di ri-

nalizzate alla gestione ottimale delle acque reflue municipali.

Smart Community del futuro ed economia circolare

Il processo di sviluppo della rigenerazione urbana in senso smart non può procedere simultaneamente su tutta la città, poiché il problema è molto complesso sotto diversi punti di vista (tecnologico, sociale, economico, politico) e richiede una *roadmap* per passi, che qualifichi



Fig. 2 Compostiera di comunità a doppia camera
Fonte: ENEA in collaborazione con CRTech di Potenza

dure i fenomeni alluvionali oltre agli scarichi incontrollati nei corpi idrici.

Riguardo il settore della *gestione dei reflui municipali* occorre implementare soluzioni tecnologiche che consentano di riutilizzare, recuperare o riciclare tutto ciò che attualmente viene inviato allo scarico finale o scartato come rifiuto. Nell'ambito di diversi progetti l'ENEA è attiva nello sviluppo, messa a punto e monitoraggio di specifiche tecnologie fi-

dappima le tecnologie su piccola scala, poi su scale più ampie (distretti smart) ed infine sull'intera città. La "scala atomica" per arrivare ad un modello replicabile sembra essere proprio lo *smart district*. In questo contesto è necessario dunque intervenire nella economia dello *smart district*, ispirandosi ai principi di economia circolare, e trasformando il distretto in un ecosistema di servizi interoperanti. Questo presuppone interventi sull'organiz-

zazione socio-economica e il comportamento sostenibile e interventi legati all'impatto della vita urbana sull'ambiente (in particolare acqua e rifiuti).

Le autorità locali e regionali possono giocare un ruolo primario in questa trasformazione, promuovendo modelli di consumo sostenibile e incentivando stili di vita orientati alla gestione e all'uso efficiente delle risorse, attraverso formazione e campagne di sensibilizzazione, promuovendo approcci di "economia di condivisione", incoraggiando il riutilizzo e il ripristino, migliorando la raccolta dei rifiuti e incoraggiando il riciclaggio di alta qualità dei rifiuti urbani nell'accezione dell'*Urban Mining*. Guardando poi alla fase di produzione, città e regioni possono lavorare con altri soggetti interessati a promuovere l'approvvigionamento sostenibile delle materie prime e diverse modalità di circolazione di

risorsa, ad esempio di simbiosi industriale, o di rigenerazione.

Conclusioni

La transizione verso un'economia circolare rappresenta una potente sfida per la società attuale, e implica l'applicazione di approcci sistemici per l'implementazione di tecnologie e metodologie eco-innovative e misure di promozione di nuovi modelli di uso e consumo delle risorse.

Le città, in cui si concentra oltre la metà della popolazione globale, sono luoghi in cui convivono rilevanti criticità e significative opportunità, entrambe derivanti dall'elevata densità di abitazione. In tal senso le città rappresentano un luogo prioritario in cui operare una transizione verso l'economia circolare, attraverso interventi di eco-innovazione sistemica che integrino azioni per la gestione e l'uso efficiente delle risorse

a vari livelli, traguardando un nuovo modello di città. In altre parole una Smart City, intesa come una città o una comunità in cui con approccio inclusivo le istituzioni pubbliche, i cittadini, il mondo delle imprese e quello della ricerca, si alleano nello sforzo di migliorare la qualità della vita urbana, attraverso soluzioni integrate, sostenibili e tecnologicamente avanzate, con effetti positivi su ambiente, economia e coesione sociale.

Questa transizione epocale necessita di un supporto tecnico da parte di un attore che possiede competenze multidisciplinari, infrastrutture tecnologiche e strumenti innovativi per la gestione delle risorse.

ENEA possiede le caratteristiche necessarie per svolgere tale ruolo di supporto, per l'implementazione di azioni e per lo sviluppo di metodologie e strumenti per favorire l'uso efficiente di risorse.

¹ Direttiva quadro 2008/98/CE recepita in Italia con Decreto Legislativo 205/2010

² Towards a circular economy: A zero waste programme for Europe. Bruxelles, 02.07.2014, COM(2014) 398 e successive modifiche del 25.09.2015

³ Comunicazione della Commissione al Parlamento Europeo, al Consiglio, al Comitato economico e sociale europeo e al Comitato delle regioni “L’anello mancante - Piano d’azione dell’Unione Europea per l’Economia Circolare”, COM (2015) 614 Final -2 dicembre 2015

⁴ Legge n. 221/2015 recante “Disposizioni in materia ambientale per promuovere misure di green economy e per il contenimento dell’uso eccessivo di risorse naturali” (c.d. Collegato ambientale alla legge di stabilità 2014)

⁵ <http://www.industrialsymbiosis.it/>

BIBLIOGRAFIA

- [1] L. Cutaia, A. Luciano, G. Barberio, S. Scaffoni, E. Mancuso, M. La Monica, C. Scagliarino (2015), “The experience of the first industrial symbiosis platform in Italy”, *Environmental Engineering and Management Journal* 14 (7), pagg. 1521-1533
- [2] G. Barberio, et al. (2014), “Sviluppo dell’eco-innovazione e imprese in Italia”, pagg. 2-3; “Green economy, eco-innovazione e sostenibilità dei sistemi produttivi” pagg. 4-14; “Un esempio di eco-innovazione di sistema attraverso la valorizzazione territoriale di risorse: nuovo approccio cooperativo tra mondo industriale, scientifico e istituzionale” pagg. 76-88. *Energia, Ambiente e Innovazione*, 5, ENEA
- [3] P.G. Landolfo, F. Musmeci (2013), “Il compostaggio di comunità”, *Energia Ambiente e Innovazione*, 5, pagg. 95-101, ENEA
- [4] C. Brunori, L. Cafiero, R. De Carolis, D. Fontana, M. Pietrantonio, E. Trinca, R. Tuffi (2013), “Tecnologie innovative per il recupero/riciclo di materie prime da RAEE: il progetto Eco-innovazione Sicilia”, *Energia Ambiente e Innovazione*, 5, pagg. 78-85, ENEA
- [5] C. Brunori, L. Cafiero, R. De Carolis, D. Fontana, R. Guzzinati, M. Pietrantonio, S. Pucciarmati, G.N. Torelli, E. Trinca, R. Tuffi (2015), “Innovative Technologies for metal recovery and plastic valorization from electric and electronic waste: an integrated approach”, *Environmental Engineering and Management Journal* vol. 14, 7, pagg. 1553-1562
- [6] A. Spagni, M. Ferraris, D. Mattioli, L. Petta, C. Brunori (2016), “Water-energy nexus: la parte oscura del ciclo dell’acqua, cambiamenti climatici ed economia circolare”, *Energia Ambiente e Innovazione*, 1, pagg. 82-87, ENEA