

# LA LEGISLAZIONE EUROPEA IN MATERIA DI ECONOMIA CIRCOLARE E IL RUOLO DEI GOVERNI NAZIONALI

Massimo Mari<sup>1,\*</sup>, Antonio Fardelli<sup>1</sup>, Lia Millucci<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Consiglio Nazionale delle Ricerche – Istituto sull'inquinamento atmosferico – Roma.

<sup>2</sup> Dipartimento di Biotecnologie, Chimica e Farmacia – Università di Siena – Siena.

**Sommario** – L'articolo offre un quadro sintetico del contesto normativo europeo in materia di "economia circolare". Vengono *in primis* rilevate le attuali condizioni economiche e ambientali che hanno determinato la necessità di elaborare questo nuovo modello economico, che dovrebbe mostrarsi in grado, al di là di *slogan* e parole ad effetto, di garantire gli attuali livelli di *welfare* senza compromettere ulteriormente gli equilibri eco-sistemici planetari. In quest'ambito gli autori hanno prestato particolare attenzione a rilevare i principi cardine e le ragioni ambientali, sociali e tecnico scientifiche che hanno originariamente ispirato la definizione del modello "economia circolare". Si propone poi, nella parte conclusiva, un'analisi critica della recente e ambiziosa normativa europea in materia, focalizzando l'attenzione su alcuni "elementi chiave" che, nella fase di recepimento nell'ordinamento nazionale degli Stati Membri, determineranno, secondo gli autori e a prescindere dal raggiungimento dei *target* quantitativi di riferimento adottati, il successo o l'insuccesso dell'iniziativa normativa nel lungo periodo.

**Parole chiave:** economia circolare; sviluppo sostenibile; gestione delle risorse e dei rifiuti; bioeconomia; legislazione europea.

## THE EUROPEAN LEGISLATION ON CIRCULAR ECONOMY AND THE ROLE OF MEMBER STATES

**Abstract** – The paper gives a brief description of the European regulatory framework in terms of "circular economy". First of all, readers can observe the analysis of the current environmental and economic situation, which determined the need of implementing a new economic model, able to guarantee the existing welfare level without further undermining the equilibrium of the global ecosystem. In this context, the authors decided to pay specific attention to reveal the original fundamentals and the environmental, social, technical and economic reasons that first inspired the definition of the circular economy model. The final part of the article, while analysing the latest and ambitious European legislation, focuses the attention on some key elements that, during the national transposition phase, will determine the success or the failure of the regulatory package in the long period, regardless of the identified quantitative targets achievement.

\* Per contatti: C.N.R. – I.I.A. – Via Salaria km. 33, Roma. Tel. 3804715301; e-mail: m.mari@iia.cnr.it.

**Keywords:** circular economy; sustainable development; resources and waste management; bioeconomy; European environmental legislation.

Ricevuto il 20-12-2018. Correzioni richieste il 17-4-2019. Accettazione il 20-5-2019.

## 1. INTRODUZIONE

In questi anni le sfide economico ambientali più complesse e ambiziose vengono spesso presentate attraverso l'utilizzo frequente, e a volte improprio, di *slogan* e definizioni di sicuro impatto mediatico, ma troppo spesso non in grado, per loro stessa natura, di rilevare la complessità degli argomenti trattati e la valenza che determinate decisioni comportano, a causa della molteplicità di interconnessioni presenti nell'attuale sistema economico-ambientale. Del resto, coniugare lo sviluppo economico industriale e gli attuali livelli di *welfare* con il rispetto per i fragili ecosistemi che ci circondano appare una sfida impossibile considerato l'attuale assetto politico internazionale. Nonostante la molteplicità di provvedimenti emanati e sottoscritti in materia negli ultimi decenni, possiamo dire che, paradossalmente, le migliori *performance* ambientali si sono avute "grazie" alla recente crisi economica mondiale e al rallentamento dei consumi ad essa direttamente imputabile.

Dopo anni di "green economy", ora si parla sempre più frequentemente di "circular economy", in particolare a seguito dell'entrata in vigore di una specifica normativa europea in materia. Si tratta di una *vision* nuova e credibile per lo sviluppo economico sostenibile del nostro pianeta o si tratta semplicemente di *slogan* creati *ad hoc* per l'ottenimento di consensi politici di breve durata o per assicurare gli interessi economici di alcune *lobbies* industriali?

L'Unione europea dopo aver registrato il mancato raggiungimento degli ambiziosi obiettivi ambientali individuati, connessi alle politiche sulla qualità dell'aria e di contrasto ai cambiamenti climatici, caratterizzate da ampia risonanza mediatica, partenze

*sprint* e risultati insoddisfacenti, non può evidentemente permettersi un altro passo falso. Specialmente ove essa voglia ancora, come da sempre annunciato, rivestire un ruolo di primo piano per l'adozione di politiche ambientali all'avanguardia.

## 2. IL CONTESTO

Il modello economico industriale che ha caratterizzato gli ultimi 150 anni di storia è stato definito "economia lineare". Un sistema economico basato sulla continua estrazione di materie prime, sulla produzione e sul consumo di massa. Questo modello ha fallito. Pur permettendo una straordinaria crescita economica, almeno in una significativa porzione del nostro pianeta, l'economia lineare ha causato effetti gravi e dannosi, la cui portata è tale da non poter essere misurata (nella tabella 1 vengono riportati alcuni dati che rilevano l'attuale livello di contaminazione ambientale dovuta alle attività antropiche). Basti pensare, giusto per fare qualche esempio, al livello attuale di contaminazione dei mari e della terra, alle guerre per il controllo delle materie prime, al dramma dei rifiuti, alle emissioni di gas in atmosfera derivanti da attività antropiche, responsabili dei cambiamenti climatici in atto.

La produzione di beni di consumo a livello mondiale è in crescita esponenziale, secondo un recente studio (*O.E.C.D. – Organizzazione per la cooperazione e lo sviluppo economico, 2018*) nel 2050 avrà triplicato il suo valore attuale. L'intensità di sfruttamento di risorse, già nel 2030, secondo analisi specifiche (*S.E.R.I. – Sustainable Europe Re-*

*search Institute, 2017*), sarà doppia rispetto al livello attuale. Sono queste considerazioni, relative alle proiezioni e agli scenari che si prospettano per il prossimo futuro, nonché la realtà che viviamo ogni giorno, a palesare il drammatico fallimento di un sistema economico di tipo lineare. Nasce così la necessità di elaborare un nuovo modello di sviluppo economico.

La *British Standard Institution*, principale organizzazione di standardizzazione a livello globale, è stata la prima a fornire concrete indicazioni alle aziende interessate all'implementazione del modello "economia circolare". La norma n. BS8001 rappresenta il primo "standard guida" in materia, fornendo un fondamentale riferimento per le aziende interessate. Tra i principali contenuti, si ravvisano in essa i sei principi fondamentali che governano il modello, graficamente rappresentata nella Figura 1.

L'"economia circolare" è un modello che punta alla riduzione e all'eliminazione dello scarto, alla differenziazione delle fonti di approvvigionamento di materie, all'allungamento del ciclo di vita dei prodotti. Questo sistema può rappresentare l'alternativa al modello lineare "take-make-consume-dispose", non più sostenibile per l'umanità e per il pianeta. Nella Figura 2 si riporta una rappresentazione grafica del modello, già utilizzata dal Parlamento europeo.

In Europa i benefici derivanti dall'implementazione dell'economia circolare sarebbero consistenti, non solo a livello ambientale, ma anche socio economico, specie considerando la forte dipendenza del vecchio continente dalle importa-

**Tabella 1 – Alcuni dati e proiezioni dalle più autorevoli organizzazioni internazionali palesano la gravità dell'attuale condizione ambientale. Nella prima colonna il dato/proiezione, nella seconda l'indicazione della relativa fonte**

CRITICITÀ AMBIENTALE RILEVATA	FONTE
La contaminazione dei mari da materiale plastico è fuori controllo (rilevata anche nel ghiaccio artico). Nel 2050 avremo più kg di plastica che di pesce in mare.	World Economic Forum Report – Gennaio 2016 – "Rethinking the future of plastics".
Si utilizza una quantità di plastica 20 volte superiore alla quantità consumata 50 anni fa.	
Nel mondo vengono prodotti 1,3 miliardi di tonnellate di rifiuti l'anno, molti di più di quanto possano essere mai trattati o riciclati.	R. Geyer; J. Jambeck; K. Lavender Law – Science Advances Vol. 3, no. 7, Luglio 2017 "Production, use, and fate of all plastics ever made".
Circa il 50% delle emissioni in atmosfera di gas serra derivano dalle operazioni relative al "flusso dei materiali".	OECD (Organizzazione per la cooperazione e lo sviluppo economico) "Material resources, productivity and the environment: key findings" (2013).
Si stima un aumento del 100%, rispetto agli attuali livelli, nello sfruttamento delle risorse naturali dal 2050.	Report UNEP United Nations Environment Programme – Febbraio 2018.

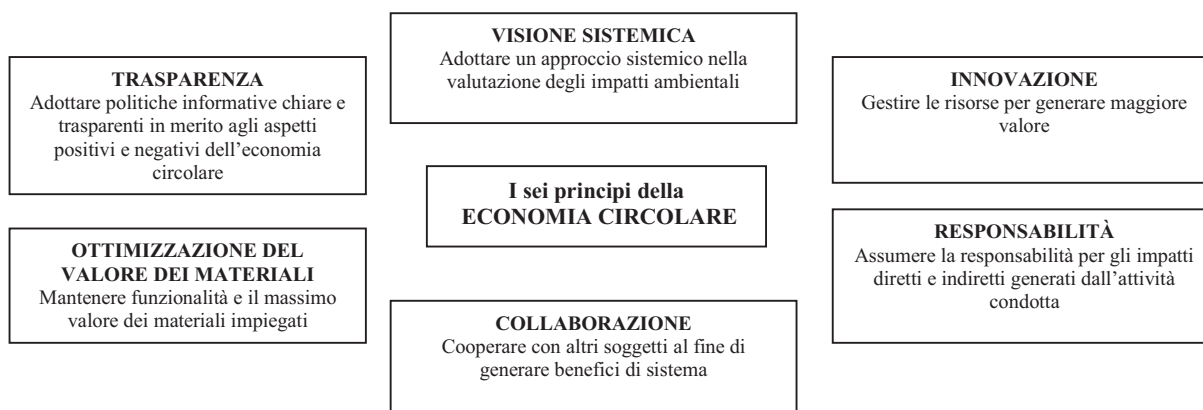


Figura 1 – Elaborazione autore. Nella rappresentazione grafica vengono evidenziati i sei principi fondamentali dell'economia circolare secondo la British Standard Institution. La collaborazione è uno dei sei principi. L'economia circolare non può essere considerata sinonimo di "simbiosi industriale", ossia come semplice e profittevole collaborazione (scambio materie) tra aziende



Figura 2 – Schema economia circolare (Parlamento europeo)

zioni di risorse energetiche e materie prime. Gli effetti positivi attesi dall'adozione del modello "economica circolare" si riscontrerebbero, direttamente, nelle attività di sfruttamento e approvvigionamento di risorse e materie prime nonché nella quantità di scarti prodotti. Indirettamente, è poi lecito attendersi dei benefici sociali in termini di creazione di nuovi posti di lavoro e vantaggi economici dovuti allo sviluppo di nuovi mercati e filiere economiche. D'altro canto, è giusto sottolineare che anche con l'economia circolare, come accaduto in passato con lo sviluppo del modello di tipo lineare, i benefici attesi non avranno carattere globale. Alcuni paesi, che basano la loro economia sull'esportazione di materie prime e fonti di energia di tipo fossile, potranno subire effetti economici negativi e pesanti ripercussioni a livello sociale e occupazionale. In ogni caso, la transi-

zione verso questo nuovo modello non dovrà prescindere dal coinvolgimento di tutti gli *stakeholders* (governo, industria e società civile), dall'introduzione di specifici sistemi fiscali di incentivazione e dall'implementazione di nuove tecnologie, opportuni modelli di organizzazione sociale e di gestione del *business*.

L'Europa, che da sempre riveste un ruolo di primo piano nell'adozione di politiche innovative per il rispetto dell'ambiente e la promozione di modelli economici sostenibili, potrà realizzare la transizione verso questo nuovo modello anche attraverso l'adozione delle quattro direttive del pacchetto "economia circolare" (direttive del 30/05/2018: n. 849/2018/EU; n. 850/2018/EU; n. 851/2018/EU; n. 852/2018/EU).

Questi provvedimenti modificano significativamente la precedente legislazione comunitaria in materia di rifiuti. Vengono infatti considerevolmente modificate le precedenti direttive: n. 2008/98/Ce (direttiva principale in materia di gestione rifiuti); 1994/62 (in materia di imballaggi); n. 1999/31/Ce (in materia di discariche); n. 2012/19/Ce (in materia di RAEE – rifiuti da apparecchiature elettriche e elettroniche); n. 2000/53/Ce (in materia di veicoli fuori uso); n. 2006/66/Ce (in materia di pile e accumulatori).

Le modifiche apportate sono in vigore dal 04/07/2018 e dovranno essere recepite nell'ordinamento nazionale degli Stati Membri entro il 05/07/2020.

La nuova normativa è volta a rafforzare la gerarchia sul trattamento dei rifiuti, elemento portante della legislazione europea in materia. Nella Figura 3 è rappresentata graficamente in forma piramidale la gerarchia di trattamento dei rifiuti.

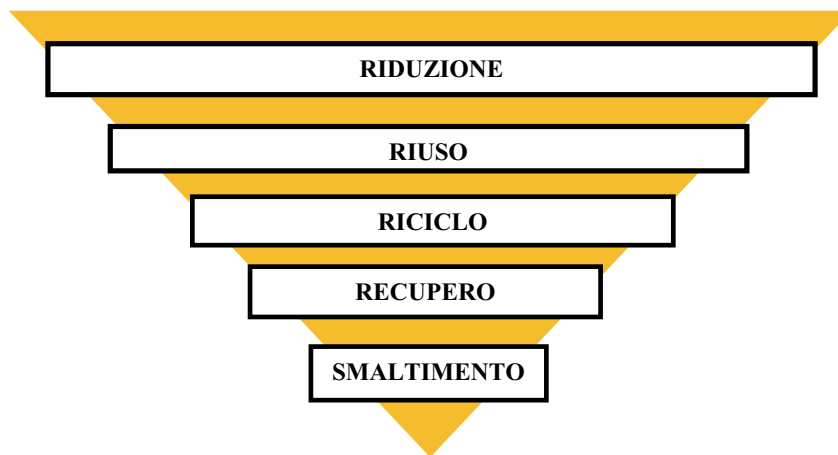


Figura 3 – Piramide gerarchica trattamento rifiuti (elaborazione dell'autore da "gerarchia rifiuti" ex legislazione dell'Unione europea, art. 4 direttiva 30 maggio 2018, n. 851)

Il rafforzamento di tale gerarchia appare un obiettivo molto ambizioso, viste le criticità che attualmente si riscontrano in Europa nella gestione dei rifiuti. L'adozione di un sistema normativo che si pone degli obiettivi così ambiziosi non potrà prescindere dalla preventiva individuazione delle priorità d'azione e dalla definizione delle modalità di implementazione e di sviluppo di adeguati strumenti funzionali alla crescita del sistema stesso. Nella Tabella 2 vengono riportati schematicamente, in relazione alle singole fasi di trattamento di cui alla gerarchia, gli obiettivi individuati e le possibili azioni volte a favorirne il raggiungimento. La normativa europea in esame, per assicurare il governo di questo nuovo modello economico, fa riferimento a tre principi cardine:

- 1) *valorizzazione del prodotto prima della sua effettiva dismissione (unused value)* – eliminazione dello "spreco d'uso" del prodotto e dunque contestuale valorizzazione dello stesso prima di procedere alla sua dismissione;
- 2) *utilizzazione di scarti come materia prima (waste as raw materials)* – guardare alle materie di scarto come a giacimenti di materia da reintrodurre nel ciclo di produzione (c.d. "materia prima seconda");
- 3) *fine della dismissione prematura di materiale (end of materials early death)* – non permettere che materia sana venga dismessa. Troppo spesso il guasto o il deterioramento di un componente di un oggetto comporta la contestuale dismissione di parti sane.

Tabella 2 – Sono riportate in tabella le varie modalità di trattamento secondo l'ordine gerarchico definito dalla legislazione europea. Per ogni gradino della gerarchia (colonna 1) vengono indicati gli ambiti di azione (colonna 2), gli obiettivi individuati (colonna 3) e le possibili azioni per favorirne il raggiungimento (colonna 4). E.E.A. (2016), report n. 2/2016

Gerarchia	Ambito	Obiettivo	Possibili azioni
RIDUZIONE	PRODUZIONE	Minimizzare l'utilizzo di materie prime/risorse naturali, energia e acqua; ridurre l'impatto ambientale delle attività produttive; minimizzare gli sprechi del ciclo produttivo	Eco design dei prodotti; sostituzione materiali tradizionali; sviluppo sistemi alternativi di produzione; maggior utilizzo risorse rinnovabili; ridurre inquinamento e emissioni in atmosfera delle attività produttive
RIUSO	RICOLLOCA- MENTO	Chiudere il ciclo vitale di materiali e prodotti; favorire la reintroduzione nel mercato di materiali o componenti	Dare la priorità alla rivalorizzazione degli scarti e alla riparazione
RICICLO	TRATTAMENTO	Favorire il trattamento dei rifiuti volto al loro riciclo	Uso di materiale riciclato al posto di materia prima vergine; preferire l'utilizzo di materiali tecnicamente idonei al riciclo
RECUPERO	TRATTAMENTO	Favorire il recupero energetico rispetto all'incenerimento fine a se stesso; in particolare il coincenerimento offre maggiori garanzie tecnico ambientali	Coicenerimento in stabilimenti esistenti e idonei (cementifici; acciaierie); incenerimento con recupero energetico
SMALTIMENTO	ELIMINAZIONE	Minimizzare il conferimento di rifiuti in discarica	Divieto autorizzazione nuove discariche e ampliamenti

I principali risultati che si vogliono raggiungere, secondo le modifiche apportate dalla direttiva n. 849/2018/UE, sono i seguenti:

- il riciclaggio dei rifiuti urbani dovrà raggiungere la quota del 55% entro il 2025, quella del 60% entro il 2030 e del 65% entro il 2035;
- il ricorso allo smaltimento in discarica dovrà essere limitato ad un massimo del 10% entro il 2035;
- gli imballaggi dovranno essere riciclati per il 65% entro il 2025 e per il 70% entro il 2030;
- i rifiuti tessili e rifiuti pericolosi derivanti dalle famiglie dovranno essere raccolti separatamente dal 2025;
- i rifiuti biodegradabili dovranno essere raccolti separatamente o riciclati attraverso compostaggio entro l'anno 2024.

Al fine di perseguire gli obiettivi sopra riportati, l'Unione europea invita gli Stati Membri ad attivare strumenti economico/finanziari tali da rendere economicamente più convenienti le operazioni di prevenzione, riutilizzo, preparazione per il riutilizzo e riciclaggio, rendendo contestualmente più onerose le azioni volte allo smaltimento.

Al riguardo, la normativa europea in materia fornisce l'indicazione di possibili strumenti economici per l'implementazione dell'economia circolare e dunque per il rafforzamento della gerarchia dei rifiuti (allegato 1 direttiva 2008/98/Ce):

- tasse e restrizioni per il collocamento in discarica e l'incenerimento dei rifiuti;
- regimi tariffari puntuali (“*pay as you throw*”) che gravano sui produttori di rifiuti sulla base della quantità effettiva di rifiuti prodotti;
- incentivi fiscali per la donazione di prodotti, in particolare quelli alimentari;
- regimi di responsabilità estesa del produttore;
- misure per incoraggiare la raccolta efficiente di prodotti e materiali usati;
- pianificazione degli investimenti nelle infrastrutture per la gestione dei rifiuti;
- appalti pubblici sostenibili per incoraggiare una migliore gestione dei rifiuti e l'uso di prodotti e materiali riciclati;
- eliminazione graduale delle sovvenzioni in contrasto con la gerarchia dei rifiuti;
- ricorso a misure fiscali o altri mezzi per promuovere la diffusione di prodotti e materiali che sono preparati per il riutilizzo o riciclati;
- sostegno alla ricerca e all'innovazione nelle tecnologie avanzate di riciclaggio e nella ricostruzione;
- utilizzo delle migliori tecniche disponibili per il trattamento dei rifiuti;

- incentivi economici per le autorità locali e regionali, volti in particolare a promuovere la prevenzione dei rifiuti e ad intensificare i regimi di raccolta differenziata;
- campagne di sensibilizzazione pubblica e integrazione nell'educazione e nella formazione;
- sistemi di coordinamento, anche per via digitale, tra le autorità pubbliche che intervengono nella gestione dei rifiuti;
- promozione di un dialogo e una cooperazione continui tra tutte le parti interessate alla gestione dei rifiuti.

### 3. ANALISI DEGLI ELEMENTI CHIAVE INDIVIDUATI

Come evidenziato nel paragrafo introduttivo, il globale stato di emergenza ambientale, in particolare in materia di rifiuti, ha una portata di una dimensione tale da non permettere errori nella scelta delle politiche da adottare nei prossimi anni. È necessario, come detto, un nuovo modello economico che dovrà affidarsi, per il suo sviluppo, a opportuni strumenti, incisivi e coordinati. Non è dunque sufficiente agire con tempestività, ma occorre definire le soluzioni opportune, individuare le priorità e agire con estrema decisione per poter combattere una delle sfide più ardue dei nostri tempi.

Nel paragrafo precedente è stato riportato un quadro sintetico dell'ambiziosa normativa europea in materia di “*economia circolare*”. Per descrivere questo nuovo sistema economico sono stati individuati alcuni elementi chiave su cui condurre un *focus*:

- principi cardine;
- obiettivi (rafforzamento gerarchia rifiuti – target e limitazioni per operazioni di trattamento e dismissione);
- strumenti proposti per il raggiungimento dei risultati individuati.

Come detto, è necessario che questi elementi siano connessi in maniera logica e opportuna per permettere il raggiungimento degli obiettivi e dei risultati individuati, nel rispetto della gerarchia dei rifiuti che si intende rafforzare.

Procedendo ad un'analisi critica dei tre elementi chiave individuati, emerge che:

- in relazione ai *principi cardine*, non si rilevano omissioni o criticità nella selezione dei principi scelti per l'introduzione e l'implementazione del modello “*economia circolare*”. Valorizzare lo spreco d'uso, utilizzare scarti in sostituzione di materia prima, evitare la dismissione prematura di

- prodotti e materiali, assicurare la responsabilità estesa del produttore sono concetti fondamentali per lo sviluppo del modello “economia circolare”;
- in relazione agli *obiettivi*, l’obiettivo di rafforzare la gerarchia europea, adottata in relazione alle modalità di trattamento dei rifiuti, appare virtuoso, condiviso e in linea con le esigenze attuali. I risultati, che gli Stati Membri dovranno conseguire con l’adozione del “pacchetto economia circolare”, tuttavia, riguardano solo alcune delle fasi di trattamento (preparazione al riuso/riciclo; riciclo; smaltimento) e sono quantificati attraverso valori percentuali. Il loro raggiungimento dunque non comporterà necessariamente la riduzione del valore assoluto totale nazionale degli scarti prodotti. Al riguardo appare importante sottolineare anche quanto emerso dalle più recenti statistiche condotte in Europa sulle attività di riciclo e recupero. Secondo studi statistici recenti (*Eurostat, 2019*) infatti, durante il 2016, i tassi di riciclo e recupero nell’Unione europea sono in costante crescita, mentre solo il 12% dei materiali utilizzati proviene da prodotti riciclati o materiali recuperati;
  - in relazione agli *strumenti*, l’U.E., proponendo una lunga lista di esempi di strumenti economici o altre misure per incentivare l’applicazione della gerarchia dei rifiuti, lascia, nei fatti, ampia libertà agli Stati Membri in fase di recepimento delle direttive del pacchetto “economia circolare”. È proprio la scelta degli strumenti per l’implementazione e lo sviluppo del nuovo modello economico che, qualora ponderata in base alle reali peculiarità territoriali, determinerà il raggiungimento degli obiettivi attesi, non solo nel breve periodo.

#### 4. LA SCELTA DEGLI STATI MEMBRI

Alla luce di quanto finora esposto, possiamo senz’altro affermare che le direttive del pacchetto economia circolare individuano la strada da percorrere per l’implementazione di questo nuovo modello economico. I principi individuati e posti alla base di questo nuovo modello sono validi e condivisibili. Il raggiungimento dei risultati attesi dipenderà dalle scelte che ogni governo nazionale dovrà compiere in merito agli strumenti economici, o di altra natura, da attivare e promuovere.

Considerato tale contesto, proponiamo due possibili scenari, in relazione alle scelte che gli Stati Membri potrebbero compiere nella delicata fase di recepimento:

- *SCENARIO A*  
*Recepimento nazionale criticabile e conseguente scelta di strumenti di incentivazione del modello economia circolare non idonei al contesto nazionale.*
- *SCENARIO B*  
*Recepimento nazionale virtuoso e conseguente scelta di idonei strumenti di incentivazione del modello economia circolare.*

#### SCENARIO A

Probabilmente, considerati in particolare i risultati attesi dalla normativa europea sull’economia circolare, gli Stati Membri potrebbero destinare ingenti risorse allo sviluppo di adeguate filiere che garantiscano lo svolgimento ottimale delle fasi di trattamento del rifiuto volte a permetterne la successiva reintroduzione nel mercato, attraverso il riuso o il riciclo. Queste sono attività virtuose, che dovranno necessariamente aumentare nel prossimo futuro le proprie capacità di trattamento, sia da un punto di vista quantitativo che qualitativo. È senz’altro opportuno dunque prevedere strumenti economici che possano permetterne lo sviluppo. Tuttavia, in questo contesto, è molto facile prendere la strada sbagliata. Gli obiettivi individuati dalle direttive (ricorso massimo in discarica al 10% entro il 2035; riciclaggio rifiuti urbani al 55% nel 2025, al 60% nel 2030, 65% nel 2035), potrebbero indurre gli S.M. ad agire con impazienza, concedendo contributi e agevolazioni “a pioggia” per il finanziamento di attività volte al riciclo, anche laddove non sussistano le condizioni ottimali a livello ambientale e socio-territoriale. In un tale scenario, non si può prescindere dal rilevare determinate criticità proprie di un’eventuale proliferazione di stabilimenti di trattamento non opportunamente pianificati:

- le attività di trattamento dei rifiuti volte al riciclo non sono ad impatto zero e spesso comportano consumo di risorse e energia e il coinvolgimento continuo di mezzi di trasporto;
- la concessione di finanziamenti “a pioggia”, senza opportuna pianificazione, comporterebbe l’attrazione di numerose realtà interessate a conseguire facili introiti o vantaggi economici per le proprie attività già in essere. Sussiste, dunque, il rischio di infiltrazioni, il rischio di favorire potenti *lobbies* industriali nazionali e la probabilità conseguente di ottenere risultati non soddisfacenti;
- gli stabilimenti di trattamento di rifiuti sono caratterizzati da un altissimo livello di rischio in-

dustriale. Secondo un recente studio condotto nel Regno Unito (*HSE Health and safety, 2017*) gli incidenti in tali stabilimenti hanno una frequenza quattro volte superiore a quella registrata in stabilimenti industriali dediti ad altre attività e i lavoratori impiegati in impianti di trattamento dei rifiuti sono sei volte più a rischio di infortunio rispetto ai lavoratori impiegati in altre attività industriali; in Italia nei sette mesi tra maggio 2017 e febbraio 2018 sono stati registrati ben tre “incidenti rilevanti” in impianti di trattamento rifiuti (*Ministero dell’ambiente e della tutela del territorio e del mare – Direzione per le autorizzazioni e le valutazioni ambientali – Divisione Rischio industriale, 2018*);

- le filiere di trattamento dei rifiuti comportano il coinvolgimento di diversi soggetti (produttori; cittadini/consumatori; selezionatori e raccoglitori; trasportatori; responsabili del trattamento; operatori di mercato) e necessitano dunque di assoluta armonia per svilupparsi in modo da garantire i risultati attesi. Una filiera è dunque composta di numerosi ingranaggi e qualora uno solo di questi ingranaggi si bloccasse, in poco tempo si passerebbe da un beneficio atteso a un danno già registrato;
- concentrare le risorse sul finanziamento di filiere per il riciclo anche laddove non si ravvisino idonee condizioni territoriali, sarebbe un errore in un’ottica di lungo termine. Appare, in tal senso, poco lungimirante riservare risorse eccessive per il finanziamento di filiere per il riciclo di scarti derivanti dall’uso di prodotti/materiali altamente inquinanti, come quelli plastici, la cui produzione, alla luce dell’attuale livello di inquinamento e contaminazione, dovrà necessariamente essere ridotta con la massima urgenza;
- sempre in un’ottica di lungo termine, il proliferare di stabilimenti di trattamento che si alimentano di scarti, potrebbe, per ragioni economiche sfavorire l’adozione di politiche volte alla riduzione della produzione di rifiuti.

#### SCENARIO B

Appare evidente, a valle dell’analisi condotta, che l’economia circolare, per rendere i frutti attesi, debba essere concepita come un modello d’innovazione continua applicata ai territori, in grado di interessare comunità e realtà locali, valorizzando peculiarità e specificità. Uno Stato Membro, chiamato a recepire la normativa europea in ma-

teria di “economia circolare”, che voglia cogliere questa straordinaria occasione di progresso sociale e abbia conoscenza delle criticità che potrebbero manifestarsi adottando scelte, misure e strumenti non idonei allo sviluppo di un modello economico tarato sulle caratteristiche del territorio interessato (vedi SCENARIO A), dovrebbe riservare, dunque, larga parte delle risorse individuate per fornire il necessario supporto allo sviluppo di filiere già esistenti, specie per quelle che hanno origine dal settore agricolo. Il settore primario è caratterizzato, infatti, dalla produzione di considerevoli volumi di scarti. Questi scarti hanno origine biologica ed il loro conferimento in discarica, ove manchino opportune filiere di trattamento in grado di garantire la loro rivalorizzazione, appare, dal punto di vista ambientale e considerando i limiti stabiliti per i conferimenti in discarica (ricorso a discarica non superiore al 10% nel 2035), una pratica anacronistica e non più accettabile.

Premesso ciò, nel contesto “SCENARIO B”, si propongono le possibili aree di intervento individuate, cui uno Stato Membro dovrebbe dedicare le risorse da destinare all’implementazione del modello “economia circolare”:

#### *AREA INTERVENTO 1: ricerca e innovazione*

*In primis* una consistente parte delle risorse individuate dovrebbe essere utilizzata per il finanziamento di attività di ricerca volte all’acquisizione di nuove conoscenze, all’introduzione di innovazioni tecnologiche che permettano l’adozione di sistemi di trattamento avanzati e meno impattanti nonché all’introduzione, specie nella fase di produzione, anche attraverso l’*ecodesign*, di materiali ecocompatibili in sostituzione di materie prime tradizionali.

Negli ultimi anni la maggiore consapevolezza ambientale ha spinto il mondo industriale a ricercare soluzioni volte a diminuire la dipendenza dei prodotti dai combustibili a base di petrolio. Questo sta portando le attività di ricerca a concentrare i propri sforzi sullo studio di materiali sostenibili ed ecocompatibili per sostituire quelli convenzionali esistenti. L’enorme aumento della produzione e dell’uso di materiali plastici in ogni settore antropico conduce infatti alla inevitabile formazione di enormi quantità di sprechi di plastica e, quindi, di risorse preziose. Gli attuali e crescenti problemi di smaltimento, inoltre, come pure gli stringenti vincoli imposti per il rispetto dell’ambiente, hanno indirizzato gran parte della ri-

cerca scientifica verso l'introduzione dei così detti "eco compositi".

Tra i diversi tipi di eco-compositi quelli che contengono fibre naturali e polimeri da fonti naturali rinnovabili, meglio se riciclabili e/o biodegradabili, hanno un ruolo chiave nel contesto descritto.

Considerando il prezzo elevato delle matrici eco-compatibili, che rappresenta la principale limitazione all'uso diffuso, attualmente il primo passo verso il raggiungimento di compositi *eco-friendly* è rappresentato dall'uso di fibre naturali come rinforzo anche in matrici sintetiche non *eco-friendly*. I biopolimeri sono polimeri derivati da risorse rinnovabili, generalmente mais, canna da zucchero, amido di patata o olio di ricino, e sono oggi materiali competitivi dal punto di vista prestazionale rispetto ai polimeri tradizionali derivati dal petrolio chimico. Si deve osservare tuttavia che non tutti i polimeri derivati da risorse rinnovabili sono totalmente biodegradabili e a "rifiuto zero". Esiste infatti una nuova categoria di polimeri parzialmente o totalmente derivanti da materiale di origine biologica che vengono realizzati combinando una percentuale variabile di un componente di derivazione naturale con componenti classici di derivazione fossile.

Al riguardo è interessante condurre un approfondimento su un settore in grande espansione e caratterizzato da notevoli e crescenti impatti ambientali: l'industria del tessile. Dal 2000 al 2015 il numero di capi di vestiario venduti in un anno nel mondo è raddoppiato. La produzione di 1 kg di tessuto comporta mediamente l'emissione di 23 kg di gas serra, specie a causa dell'utilizzo di fibre artificiali (*World Economic Forum, 2019*). La maggioranza dei capi sono composti di *mix* di materiali, il che rende il riciclaggio molto difficile (circa l'1% dei materiali che compongono un tessuto viene riciclato per farne vestiario). A causa poi dei trattamenti chimici richiesti dai tessuti, l'industria tessile è responsabile del 20% dell'inquinamento idrico industriale a livello mondiale (*World Economic Forum, 2019*). Considerati dunque la crescita del mercato e gli impatti ambientali dovuti alle attività dell'industria tessile, si spiega la marcata propensione all'introduzione di materiali ecocompatibili in sostituzione di fibre artificiali. Al riguardo, l'industria tessile appare come un settore applicativo a parte, ne fanno parte tessuti da fibre di latte, bambù, canapa o anche da materiali da riciclo (es. PET ricavato da bottiglie di plastica). La tecnologia ha permesso uno sviluppo notevole a questo settore industria-

le, caratterizzato da una sorprendente velocità di cambiamento. Una prima rivoluzione tecnologica a livello di mercato si può ricondurre ai tessuti tecnici, quando al nylon nero si alternava la fibra di poliestere e una di tessuti stretch. Attualmente vi è un ritorno alla naturalità anche nei tessuti cosiddetti sintetici, anch'essi stanno diventando naturali per acquisire l'aspetto e la "mano" del cotone o della lana senza perdere le proprie caratteristiche di *performance*.

Il lino può essere assunto, invece, come esempio per l'impatto ambientale di qualunque fibra estratta da stelo (juta, canapa, kenaf, ecc.).

L'estrazione di fibre da foglia presenta maggiore impatto sulla filatura, di solito più difficile e che richiede più trattamenti chimici spesso altamente inquinanti e impattanti per l'ambiente. L'estrazione permette la rimozione della pectina dalle fibre (in particolare quelle estratte dallo stelo, cioè decorticate). L'estrazione può essere naturale (macerazione e decorticazione in campi allagati, a opera dei batteri) oppure enzimatica per mezzo di pectinasi (danneggia meno le fibre). Se non si ottengono sufficienti proprietà meccaniche, può essere necessario un trattamento delle fibre: ipoclorito di sodio (candeggina) soda caustica (trattamento generale) acetilazione benzoilazione. Il tutto con pesantissime ricadute ambientali che rendono vano il primitivo lodevole intento di produrre una fibra ecologica.

#### *AREA INTERVENTO 2: bio filiere locali*

Sarebbe poi fondamentale assicurare l'opportuno finanziamento e il necessario supporto allo sviluppo di bio filiere individuate in base alle caratteristiche e alle peculiarità territoriali. In questo contesto, è auspicabile che la bioeconomia reciti un ruolo di massima rilevanza.

*"Bioeconomy and circular economy need to go together to develop synergies between the two systems in order to ensure that resources are used more productively and efficiently in both economics (...)" (European Bioeconomy Stakeholders Panel, 2017)*, questo è quanto recentemente dichiarato dai maggiori esponenti e portatori di interesse del settore a livello europeo.

La bioeconomia mira alla produzione di risorse biologiche rinnovabili e alla loro conversione in cibo, foraggio, prodotti bio e bioenergia. Essa interessa e coinvolge da un lato l'agricoltura, la gestione forestale, la pesca, l'industria del cibo e della carta e dall'altro anche parte dell'industria chimica, biotecnologica ed energetica. Tutti que-



sti settori sono dotati di un forte potenziale di innovazione per la moltitudine di aree scientifiche che interessano (*European Commission, 2012*). Al riguardo è significativo rilevare che il livello di innovazione e di sviluppo dei mercati relativi alla bioeconomia è in rapida crescita, specialmente nei settori relativi alla creazione di bioplastiche e composti bio. Le attività per l'innovazione si concentrano in particolare sulla sostituzione di risorse di origine fossile, su applicazioni nel settore agricolo, sulla produzione di bioplastiche da biomasse e rifiuti organici non commestibili.

Le risorse di origine biologica sono parte del ciclo naturale, che si rigenera e non produce rifiuti. Un improvviso ed esasperato ricorso a materiali di origine biologica, potrebbe tuttavia tradursi in un eccessivo sfruttamento delle risorse naturali. È, infatti, diffusa l'idea di poter perpetuare gli attuali stili di vita, sostituendo un materiale "dannoso" con un altro "bio", e dunque sostenibile. Ad esempio sostituendo le tazzine da caffè in plastica con tazze compostabili derivate dall'amido di mais. In questo caso, prima di definire teorie in merito alla sostenibilità dei processi a confronto, occorrerebbe analizzare i processi utilizzati attualmente per la produzione di amido di mais, nonché gli effetti collaterali della coltura stessa, nota per causare l'erosione del suolo e l'impiego di massicce dosi di pesticidi e fertilizzanti.

Negli anni recenti c'è stato un profondo cambiamento nell'approccio verso le problematiche ambientali e più genericamente dell'approccio alla sostenibilità. Questo percorso virtuoso ha portato le imprese dalla semplice reattività a modifiche normative o legislative, a un comportamento più attivo di miglioramento continuo di tutti i processi per la riduzione degli impatti. Questo nuovo approccio si apre a tutte le fasi di preparazione, produzione, trasformazione, uso e riciclo dei prodotti e si basa sulla valutazione del ciclo di vita e noto come metodologia LCA (*Life Cycle Assessment*) / LCT (*Life Cycle Thinking*).

L'obiettivo di questa metodologia è di analizzare un prodotto, un processo o un'attività durante tutte le fasi del suo ciclo di vita, per poterne identificare i potenziali effetti che produce sull'ambiente. L'LCA si basa sulla compilazione, quantificazione e valutazione di tutti gli ingressi e le uscite di materiali ed energia e degli impatti ambientali associati, attribuibili ad un prodotto nell'arco del suo ciclo di vita, includendo quindi l'estrazione delle materie prime e la loro lavorazione, la fabbricazione

del prodotto, il trasporto, la distribuzione, l'uso e l'eventuale riuso, la raccolta, lo stoccaggio, il riciclaggio, il recupero e lo smaltimento finale del rifiuto che deriva dall'utilizzo del prodotto. Questo strumento metodologico è compreso all'interno del più ampio approccio LCT. L'approccio LCT richiede alle aziende di cambiare il punto di osservazione delle valutazioni degli impatti ed estendere l'orizzonte dei propri obiettivi, puntando alla limitazione dell'uso di risorse naturali e degli impatti ambientali, economici e sociali, in tutte le fasi di cui si compone la catena valoriale del manufatto prodotto.

I risultati prospettati dagli studi LCT permettono di definire percorsi evolutivi diversi, più faticosi ma virtuosi e meno impattanti, che configurano il raggiungimento della sostenibilità energetico-ambientale e che a volte rivelano un forte impatto anche in altri settori. Emblematico in tal senso, per importanza e dimensione della problematica, il caso delle bioenergie. Per far fronte a un consumo atteso di energia mondiale dell'ammontare di 20 TW, bisognerebbe coltivare a biomassa un'area corrispondente a quasi tre volte tutta la terra coltivata usata per l'agricoltura a livello globale. L'uso di piante a grande resa energetica non cambierebbe di molto tale dato. La produzione agricola di biomasse – canna da zucchero, mais, soia – sottrae terreni alla produzione alimentare per le persone: le terre sfruttate per coltivare raccolti destinati alla produzione di energia sono strappate alla produzione di calorie, di "energia umana", in un mondo in cui la fame e la denutrizione non sono stati ancora vinti. È evidente quindi che un'analisi olistica del ciclo di vita è indispensabile per consentire una crescita reale e ecosostenibile di qualsiasi impresa.

Da questo esempio emerge come, senza l'adozione di una visione sistemica sugli impatti ambientali ed economici e sulle conseguenze che i nuovi materiali avrebbero sulle realtà già esistenti, le tesi alla base dell'auspicata "*circular economy*" rimangono sceve di concretezza.

Pur considerando dunque che anche la bioeconomia non è priva di possibili externalità ambientali negative (es: la trasformazione di biomateriali comporta la creazione di prodotti non biodegradabili, vedi alcune bioplastiche; il trattamento di materiali bio può avere dannosi impatti ambientali), essa ha un carattere fortemente territoriale ed è attualmente l'unico modello economico che preveda un completo e definitivo affrancamento dall'impiego di fonti fossili di energia.

Appaiono necessarie, e dunque quanto mai opportune, politiche di incentivazione che favoriscano la creazione e lo sviluppo di filiere locali per la valorizzazione degli scarti e dei residui, che mirino almeno a creare parità di condizione sul mercato tra prodotti fossili e bioprodotto.

Un esempio virtuoso, in tale ambito, può essere rappresentato dal progetto “*Circle economy in Amsterdam*”. Tale progetto riguarda il potenziale utilizzo dei rifiuti biologici comunali come materia prima per alimentare nuove bioraffinerie locali. I risultati mostrano vantaggi, in ottica di economia circolare, come generazione di nuovi posti di lavoro, crescita economica e abbattimento contestuale delle emissioni di CO<sub>2</sub>.

#### *AREA INTERVENTO 3: divieti e limitazioni*

Inoltre uno Stato Membro, seriamente interessato a raggiungere le vere finalità che il modello economia circolare si pone, non dovrebbe avere alcuna remora ad adottare, attraverso il recepimento nell’ordinamento nazionale, veri e propri divieti nonché limitazioni alla produzione e alla commercializzazione di prodotti di origine fossile, non indispensabili e soprattutto non più sostenibili per la salute umana, l’ambiente e gli ecosistemi.

In questo senso, appaiono quanto mai opportune le recenti scelte adottate dal Parlamento europeo in materia di divieti sulla plastica “usa e getta”, costituente, secondo analisi specifiche, ben il 70% dei rifiuti marini. È stato, infatti, approvato il divieto al consumo di alcuni prodotti plastici monouso (es. posate, bastoncini, cannucce, ecc.). Tale divieto, considerando un tempo di due anni dalla pubblicazione del testo normativo definitivo in Gazzetta ufficiale, dovrebbe entrare in vigore nei paesi dell’Unione Europea dal 2021.

La politica di gestione del Fondo Sovrano della Norvegia, in questo contesto, costituisce un esempio virtuoso e offre degli ottimi spunti per l’individuazione di scelte di investimento compatibili dal punto di vista ambientale. Tale fondo, il più ricco al mondo, dopo aver deciso, nel 2017, di azzerare tutti gli investimenti nei settori del petrolio e del gas, ha annunciato la volontà di impegnarsi per combattere l’inquinamento derivante dalla plastica che colpisce gli oceani. Nello specifico, oggi il fondo sovrano norvegese investe in circa 9.000 imprese (70 nazioni) selezionate anche in base al loro livello di compatibilità ambientale. Queste imprese sono state scelte perché lo sviluppo del proprio business è diretta-

mente legato alla salute degli oceani. Se l’inquinamento da plastiche degli oceani continuasse ai livelli attuali, queste aziende ne subirebbero direttamente le conseguenze e gli investitori verrebbero penalizzati nel lungo periodo (*il sole 24 ore*, 01/02/2018).

#### *AREA INTERVENTO 4: defiscalizzazione*

Uno Stato Membro che voglia procedere a un virtuoso recepimento della normativa europea in materia di economia circolare, rafforzando realmente la gerarchia dei rifiuti secondo i principi che sono alla base della sua ideazione, dovrebbe poi riservare opportune risorse per incentivare (attraverso defiscalizzazione) l’acquisto di prodotti di alta qualità e realizzati secondo principi innovativi che li rendano davvero durevoli e ecocompatibili.

Esiste una crescente porzione del mondo industriale occidentale seriamente interessata alla sostenibilità ambientale, dunque all’innovazione tecnologica e progettuale. Queste realtà aziendali si mostrano idonee e disponibili al trasferimento, a livello operativo, dei risultati delle ricerche e, tuttavia, trovano difficoltà di approvvigionamento. Infatti, troppo spesso, anche nei casi in cui le aziende finanziano studi *ad hoc* per “giustificare” determinate scelte industriali, si rilevano *performance* ambientali non soddisfacenti. Le valutazioni *LCA* e *EPD* (*Environmental Product Declaration*) commissionate e diffuse dalle aziende sono spesso incomplete perché non considerano gli impatti e gli effetti collaterali della fase di fine vita del prodotto, che variano a seconda del contesto geografico. Un approccio orientato al ciclo di vita è ormai assolutamente indispensabile.

D’altra parte, sono molteplici le aziende che, in vari settori, hanno sviluppato modelli di eccellenza per la produzione, la distribuzione e l’utilizzo ecocompatibile dei prodotti che immettono nel mercato e che, per questo, meriterebbero opportune agevolazioni fiscali.

#### *AREA INTERVENTO 5: formazione, informazione, sensibilizzazione pubblica*

Infine, un altro ambito di azione di sicura rilevanza per lo sviluppo, specie nel lungo termine, dell’economia circolare è senz’altro rappresentato dalla formazione, dall’informazione e dall’adozione di opportune campagne di sensibilizzazione pubblica in materia di consumismo, di gestione degli scarti e di obsolescenza programmata.

## 5. CONCLUSIONI

La quantità di rifiuti prodotta dipende da un'ampia e complessa gamma di fattori che includono i livelli di attività economica, i cambiamenti demografici, le innovazioni tecnologiche, gli stili di vita e, più in generale, i modelli di produzione e di consumo. Gli obiettivi di prevenzione dei rifiuti non garantiscono quindi gli effetti sperati, qualora individuati prescindendo dalle politiche sui prodotti e sulle risorse.

Ad esempio, all'interno dell'Unione europea, sulla cui normativa in materia di economia circolare abbiamo concentrato la nostra analisi, alcune aree, potrebbero essere caratterizzate da una carenza attuazione, specie laddove la legislazione comunitaria pur venendo recepita correttamente da un punto di vista formale, non fosse accompagnata da azioni che abbiano un significativo impatto ambientale. Un'attuazione carente e lacunosa avrebbe senz'altro impatti devastanti in relazione a questioni di primaria importanza come il conferimento di rifiuti in discariche mal gestite o la spedizione di rifiuti pericolosi in violazione delle convenzioni internazionali. Sono necessarie informazioni più precise sugli impatti ambientali di aspetti complessi come la produzione e la gestione dei rifiuti, il loro recupero e riciclaggio. Quest'ultimo, per esempio, è una soluzione interessante e ampiamente diffusa per la gestione dei rifiuti, ma non sempre è anche quella più vantaggiosa. L'esempio delle materie plastiche può aiutare a chiarire questo punto. La fusione e la successiva ritrasformazione dei rifiuti plastici per il loro uso originario (per esempio per la produzione di tubature o bottiglie) può tradursi in molti casi in vantaggi significativi, ma quando le materie plastiche raccolte sono contaminate o non differenziate, i prodotti della loro trasformazione possono essere usati solamente in applicazioni non tecniche e sostituire materiali meno inquinanti come il legno o il cemento. In tal caso non si evita dunque la produzione di materie plastiche vergini e il riciclaggio diventa poco vantaggioso dal punto di vista ambientale. Le future politiche dovranno quindi fondarsi su informazioni più approfondite che non sono ancora disponibili al momento.

Un altro aspetto da considerare è che le quantità di rifiuti prodotte stanno aumentando di pari passo con la crescita economica. Poiché la prevenzione dei rifiuti può contribuire a ridurre l'onere ambientale derivante dalle attuali modalità di uso delle risorse, si rende evidente la necessità di com-

piere ulteriori passi in avanti nella lotta contro l'aumento della produzione di rifiuti. Le politiche da sviluppare non dovranno riguardare indiscriminatamente tutti i rifiuti, che possono essere più o meno inquinanti, ma rivolgersi a quei rifiuti che hanno un maggiore impatto sull'ambiente. Infatti l'implementazione del modello "economia circolare" appare una straordinaria opportunità di sviluppo solo per quei paesi che saranno in grado di dotarsi di una progettazione in funzione dell'ambiente, piuttosto che in vista del riciclo.

La valutazione degli effetti integrati delle scelte di programmazione e pianificazione orientate a una maggiore sostenibilità ambientale costituiscono un tema prioritario per tutti gli Stati Membri.

In tale contesto, la *Life Cycle Sustainability Assessment* (LCSA) può rappresentare un approccio metodologico efficace nella definizione di obiettivi di sostenibilità e strategie innovative nella sfida nel supporto ai processi decisionali delle policy pubbliche e aziendali.

Le difficoltà da superare per arrivare a questo traguardo sono tante: la responsabilizzazione delle persone, la disponibilità di informazioni ambientali, la definizione degli scenari di durata dei materiali, nonché l'integrazione di indicatori relativi alla sostenibilità economica che si affianchino a LCA e LCT. Infatti l'analisi dei costi degli impatti ambientali (LCC) associati ai beni e servizi è una fase importante per definire, sulla base di determinate esigenze e necessità, quali possono essere le risposte migliori e maggiormente efficienti non solo dal punto di vista ambientale, ma anche da quello economico. È quindi imprescindibile orientare gli studi, la ricerca e le normative verso l'uso e l'applicazione di strumenti adeguati per il raggiungimento di una reale sostenibilità in un'ottica di medio e lungo termine.

È dunque di vitale importanza, al fine di garantire la convenienza economica e la sostenibilità ambientale del processo, concentrare e coordinare gli sforzi della ricerca di base, sostenere, con decisione e attraverso l'impegno di opportune risorse finanziarie, sia la ricerca di base che quella sperimentale, industriale e applicativa, per ottimizzare le fasi di produzione e di estrazione/formulazione del prodotto finale.

Parlando di prevenzione dei rifiuti, è chiaro quindi che molti aspetti a essa relativi possono essere gestiti con maggiore efficacia a livello nazionale, regionale o locale. Il punto è stabilire, al di là delle apparenze, fino a che punto gli obiettivi individuati a livello europeo siano realmente connessi con questa constatazione.

## 6. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Riccardo Barlaam (2018) I primi 10 fondi sovrani al mondo. Il sole 24 ore, numero del 01/02/2018.
- British Standard (2017) Framework for implementing the principles of the circular economy in organizations. U.K., B.S. n. 8001:2017.
- Stefano Cernuschi, Mario Grosso (2014) Implicazioni ambientali dell'utilizzo di combustibili alternativi derivati da rifiuti nella produzione di cemento – Emissioni atmosferiche di inquinanti in traccia e caratteristiche ambientali del prodotto finale. Piacenza, LEAP Laboratorio Energia e Ambiente Piacenza.
- Commissione europea (2018) Report on Critical Raw Materials and the Circular Economy. Bruxelles, 16/01/2018.
- Commissione europea (2018) A European Strategy for Plastics in a Circular Economy. Bruxelles, 16/01/2018.
- Environment Agency (2008) The use of substitute fuels in the UK cement and lime industries". Bristol, Science Report n. SCO30168.
- E.E.A (2016) Circular economy in Europe. Copenhagen, report n. 2/2016".
- E.E.A. (2018) Circular economy and bioeconomy. Copenhagen, report n. 8/2018.
- Eurostat (2019) Riciclaggio in crescita, ma niente mercato per prodotti ottenuti. Speciale Economia Circolare 04 marzo 2019.
- Luca Gaetani, Massimo Mari, et al. (2007) Il coincenerimento nella gestione integrata dei rifiuti solidi urbani. Roma, Staffetta Quotidiana, 2007 n. 224 del 08/12/2007.
- Francesco Geri, Antonio Fardelli, Massimo Mari, et al. (2016) Metodologie per la gestione di eventi NaTech – Roma, Istituto Superiore Antincendi VGR 2016 (ISBN 978-88-902391-8-2).
- Roland Geyer, Jenna R. Jambeckand, Kara Lavender Law (2017) Production, use, and fate of all plastics ever made. Science Advances 19 July 2017: Vol. 3, no. 7, e1700782 DOI: 10.1126/sciadv.1700782.
- Health and safety (2017) Health and safety statistics for the waste sector in Great Britain. Bootle (UK), Health and safety Executive report.
- ISPRA (2017) Rapporto rifiuti urbani 2017. Roma, ottobre 2017.
- ISPRA, Sistema nazionale per la protezione dell'ambiente (2017) - Il ruolo della termovalorizzazione nell'economia circolare. Roma, 26/03/2017. Comunicazione n. 34 della Commissione europea al Parlamento europeo, al Consiglio, al Comitato economico e sociale europeo e al Comitato delle Regioni. Audizione alla XIII Commissione del Senato.
- Joint Research Centre (2018) Best available techniques – Reference document for waste incineration. Bruxelles, dicembre 2018.
- Massimo Mari, Antonio Fardelli, Francesco Geri, Francesco Astorri (2017) Climate change, NaTech events and required adaptation. Roma, Accademia Nazionale dei Lincei, (ISBN 978-88-218-1167-8 pag. 100/110).
- Network Business for Sustainability & Politecnico di Bari (2011) Alternative energy sources in cement manufactu- ring – A systematic review of the body of knowledge. Politecnico di Bari.
- Science Advances, 2017 Production, use, and fate of all plastics ever made. Washington D.C., 19 Jul 2017, Vol. 3, no. 7.
- U.N.E.P. (2018) Annual Report. Nairobi, febbraio 2018.
- World economic forum (2016) The new plastics economy. Rethinking the future of plastics. Cologny, report del 20-23/01/2016.

## 7. SITI WEB

- Commissione Europea (2015) Circular economy: definition, importance and benefits, disponibile su: <http://www.europarl.europa.eu/news/en/headlines/priorities/circular-economy/20151201STO05603/circular-economy-definition-importance-and-benefits>
- Commissione Europea (2016) Implementation of circular economy action plan, disponibile su: [http://ec.europa.eu/environment/circular-economy/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/environment/circular-economy/index_en.htm)
- Commissione Europea (2018) The circular economy package, disponibile su: <https://ec.europa.eu/info/eu-regional-and-urban-development/topics/cities-and-urban-development/priority-themes/circular-economy-cities>
- Fondazione sviluppo sostenibile (2016) Rifiuti e circular economy, disponibile su: <https://www.fondazionevilupposostenibile.org/rifiuti-circular-economy>
- Fondazione sviluppo sostenibile, FISE Unicircular (2018) L'Italia del riciclo 2018, disponibile su: [www.fondazionevilupposostenibile.org](http://www.fondazionevilupposostenibile.org)
- Green Report (2018) Come cambiare i propri consumi per ridurre l'inquinamento da rifiuti plastici in mare, disponibile su: <http://www.greenreport.it/news/consumi/come-cambiare-i-propri-consumi-per-ridurre-linquinamento-da-rifiuti-plastici-in-mare/>
- Infobuild (2018) Il riciclo della plastica: una soluzione per ridurre l'inquinamento, disponibile su: <https://www.infobuild.it/approfondimenti/riciclo-plastica-soluzione-ridurre-inquinamento>
- Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare, ISPRA (2018) Inventario nazionale stabilimenti a rischio di incidente rilevante, disponibile su: <https://www.rischioindustriale.isprambiente.gov.it/seveso-query-105/lo-gin.php>
- National Geographic (2017) La plastica prodotta nel mondo pesa come un miliardo di elefanti, disponibile su [http://www.nationalgeographic.it/ambiente/2017/12/14/news/sopra\\_un\\_mondo\\_di\\_plastica-3792305/](http://www.nationalgeographic.it/ambiente/2017/12/14/news/sopra_un_mondo_di_plastica-3792305/)
- O.E.C.D. (2013) Material resources, productivity and the environment: key findings, disponibile su: [www.oecd.org](http://www.oecd.org).
- Sustainable Europe Research Institute (2017) From Imperialist Lifestyle to Circular Economy, disponibile su: <http://www.seri.at/en>
- UN Environment (2018) The weight of cities, disponibile su: <https://www.unenvironment.org/news-and-stories/story/weight-cities>
- World Economic Forum (2019) Fashion has a huge waste problem. Here's how it can change, disponibile su: <https://www.weforum.org/agenda/2019/02/how-the-circular-economy-is-redesigning-fashion-future/>



# INGEGNERIA DELL'AMBIENTE

per il 2019 è sostenuta da:



INGEGNERIA  
DELL'AMBIENTE



N. 2/2019

