



FEDERAZIONE NAZIONALE
DEGLI ORDINI
DEI CHIMICI E DEI FISICI

LA RICERCA PER IL MIGLIORAMENTO DELLE TECNOLOGIE A FAVORE DELL'AMBIENTE

13.04.2024

dott. chim. Nausicaa Orlandi

Presidente Federazione Nazionale degli Ordini dei Chimici e dei Fisici



La tutela dell'ambiente e la sostenibilità ambientale richiedono ricerca, rinnovamento e miglioramento delle tecnologie e della produzione. Si sono pertanto avviate negli ultimi anni delle sfide che perseguono tra gli altri gli obiettivi del GREEN DEAL EUROPEO che prevede l'obiettivo di un'economia moderna, efficiente dal punto di vista delle risorse e della competitiva, garantendo:

- **l'assenza di emissioni nette di gas a effetto serra entro il 2050;**
- **una crescita economica svincolata dall'impiego delle risorse;**
- **che nessuna persona e nessun luogo siano lasciati indietro.**





Economia circolare
Biodiversità

Strategia dal produttore al consumatore

Normativa europea sul clima

Piano d'azione inquinamento zero

Strategia in materia di sostanze chimiche per la
sostenibilità verso un ambiente privo di sostanze
tossiche

MIRANO

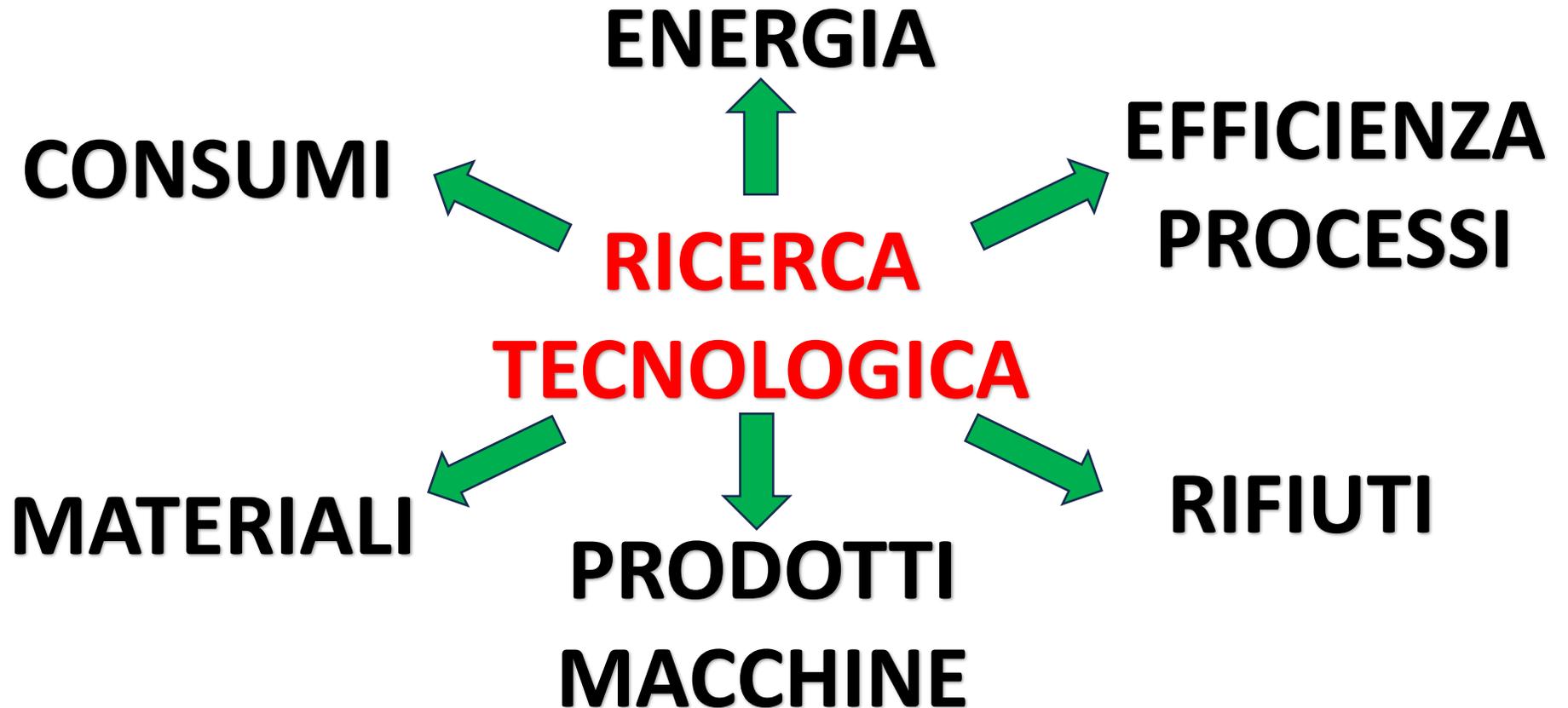
a passare a un'economia sostenibile in cui le
persone vivono bene nel rispetto dei limiti del
pianeta.

**INNOVAZIONE E
RICERCA NELLA
TECNOLOGIA
APPLICATA ALLA
PRODUZIONE**



TECNOLOGIE PER L'AMBIENTE: ENERGIA

Le tecnologie per l'ambiente, dette anche tecnologie verdi o tecnologie pulite, sono un complesso d'innovazioni ampio e variegato: parliamo di chimica verde, prodotti ecocompatibili, monitoraggi ambientali, fonti di energia rinnovabili.





TECNOLOGIE PER L'AMBIENTE: ENERGIA

La tecnologia diviene al servizio dell'ambiente a partire dall'ottenere maggiore efficienza nella **produzione e riduzione di consumo di energia**. Buona parte dell'energia viene perduta a causa dell'impiego di tecnologie poco efficienti, per sprechi e usi impropri: e questo si può verificare in tutta la filiera produttiva a partire dalle centrali termoelettriche.

Nelle centrali termoelettriche dove si bruciano combustibili fossili il rendimento è solitamente dal 40% al 65% (centrali di moderna concezione). Una possibile soluzione è quella di recuperare il calore sprigionato dalla combustione e utilizzarlo negli impianti di riscaldamento come energia termica. (es. impianti di microgenerazione diffusa).



**Centrale ACEA di Tor di Valle
(potenza di 28,5 MW nel 2021).**

Il calore prodotto in centrale viene distribuito, attraverso tubazioni installate nel sottosuolo, e utilizzato per riscaldare a distanza condomini, negozi, uffici e abitazioni

Foto: sito ACEA



ENERGIA RINNOVABILE

Le fonti di energia che, per la loro capacità di rigenerarsi in tempi più o meno brevi, sono considerate inesauribili vengono definite «rinnovabili».

Tra queste rientrano **l'energia solare** (fotovoltaica e termica), **l'energia eolica**, **l'energia idroelettrica**, **l'energia geotermica**, **l'energia ricavata da biomasse**, **l'energia del mare**.

Sta alla ricerca, attraverso la messa a punto di tecnologie sempre più efficienti, riuscire a utilizzare queste fonti nel migliore dei modi, riducendo l'impatto ambientale che anche le stesse presentano seppur in forma ridotta (es. riduzione degli spazi, disturbo alla fauna e flora).

Accanto alla ricerca anche la **normativa spinge l'impiego di queste energie rinnovabili** contribuendo con finanziamenti e\o con snellimenti normativi.



ENERGIA DA BIOMASSA COMBUSTIBILE

Nel 2023 da agosto è entrato in vigore il Decreto del Ministero dell'Ambiente 8.05.2023 n.89 che stabilisce le **condizioni per utilizzare il legno lamellare in forma di cippato come biomassa combustibile**.

Viene modificato l'allegato X parte II sez.4 alla Parte V del D.Lgs. 152/06 introducendo l'impiego di residui di legno derivanti da lavorazioni di tavole di legno incollato, pannelli di tavole incollate a strati incrociati e legno per falegnameria (rif. UNI EN 942).

Le condizioni per la qualifica come biomassa combustibile riguardano la tipologia di **trattamenti** (consentiti solo i meccanici, il lavaggio con acqua ed essiccazione), gli **induritori utilizzati** (limiti a metalli pesanti e composti alogenati) e **rispetto dei residui di determinati valori limite** inseriti nel decreto.

POSSONO ESSERE USATE SOLO NELLO STABILIMENTO IN CUI I RESIDUI SONO PRODOTTI CON IMPIANTI CON POTENZA SUPERIORE A 500KW E RENDIMENTO SUPERIORE A 85%.



ENERGIA RINNOVABILE E STOCCAGGI

Le energie rinnovabili sono inevitabilmente soggette a variazioni di disponibilità. Hanno la necessità di avere sempre un supporto per garantire la costanza di erogazione energetica, anche proveniente da più fonti, e nel contempo di percorrere strade che portino a sistemi di stoccaggio energetico sempre più performanti.

I **sistemi di storage** sono fondamentali per il futuro; il loro ruolo è immagazzinare l'elettricità e renderla disponibile quando c'è maggiore necessità, fungendo da bilancia tra domanda e offerta e contribuendo a stabilizzare la rete. Le batterie - collegate in sequenza - sono oggi tra i sistemi di storage più diffusi (ad eccezione ovviamente dei sistemi idroelettrici di pompaggio) e stanno attraversando una vera e propria **rivoluzione tecnologica**: anno dopo anno si introducono nuovi materiali e soluzioni tecnologiche d'avanguardia, garantendo così maggiore efficienza, costi più bassi e un approccio design-to-recycle, mirato ad ottenere un prodotto sempre più sostenibile.



ENERGIA RINNOVABILE E STOCCAGGI

Secondo stime dell'Unione Europea la richiesta di sistemi di stoccaggio crescerà nel prossimo futuro del 20% annuo per arrivare dai ca.12 GWh attuali ad almeno 45 GWh entro il 2030.

Una fetta sempre maggiore di questo mercato è quella dei **sistemi di storage di lunga durata** (8-10 ore o più) indispensabili per la gestione del fabbisogno elettrico, per la riduzione dei picchi e per la stabilizzazione delle reti: è in questo ambito che si dimostrano molto promettenti le **batterie a flusso**, o **“Redox Flow Batteries”** (letteralmente “batterie a flusso a ossidoriduzione”).

Nelle batterie a flusso gli elettroliti liquidi sono stoccati in serbatoi separati, per poi fluire nella cella centrale, dove sono messi a reagire nella fase di carica e scarica.

La ricerca punta sulla scienza dei materiali: da un lato si cerca di migliorare ulteriormente le prestazioni delle **batterie al vanadio**; dall'altro sono allo studio, con diversi gradi di maturità e in parte già disponibili commercialmente, vari altri modelli, fra cui quelli **a base di zinco o di ferro**.



ENERGIA RINNOVABILE E STOCCAGGI

Un esempio recente di sistema di batterie a flusso è la centrale fotovoltaica di **Son Orlandis** a Maiorca: è la prima batteria a flusso al vanadio del Gruppo Enel in Spagna ed è la più grande d'Europa, con una potenza di 1,1 MW e una capacità di 5,5 MWh.



ALTRE STRADE E STRATEGIE: accanto alle batterie a flusso di ultima generazione, appaiono promettenti le soluzioni di accumulo a energia gravitazionale, cinetica, termica e meccanica, e ovviamente l'accumulo chimico.



ENERGIA RINNOVABILE E STOCCAGGI

Gli **stoccaggi a energia meccanica** usano aria compressa (Compressed Air Energy Storage – CAES) o aria liquida (Liquid Air Energy Storage – LAES).

L'energia usata per la compressione viene rilasciata quando il fluido viene fatto fuoriuscire ad alta velocità azionando una turbina. In entrambi i casi, per aumentare l'efficienza, è possibile accumulare anche il calore e il freddo che vengono sviluppati durante le fasi di compressione ed espansione dell'aria.

Limitazione: necessità di avere a disposizione serbatoi naturali come cavità sotterranee

L'accumulo chimico, cioè per mezzo di batterie si trova in fase di studio avanzato nell'impiego di altri materiali. La tecnologia più utilizzata è quella al litio, che nei sistemi stazionari è declinata sostanzialmente nella chimica litio-ferro-fosfato, in cui l'uso di materiali critici è ridotto o evitato (ad esempio per quanto riguarda il cobalto). Fra le alternative al litio, stanno emergendo **soluzioni basate sullo zinco o sugli ioni di sodio**.

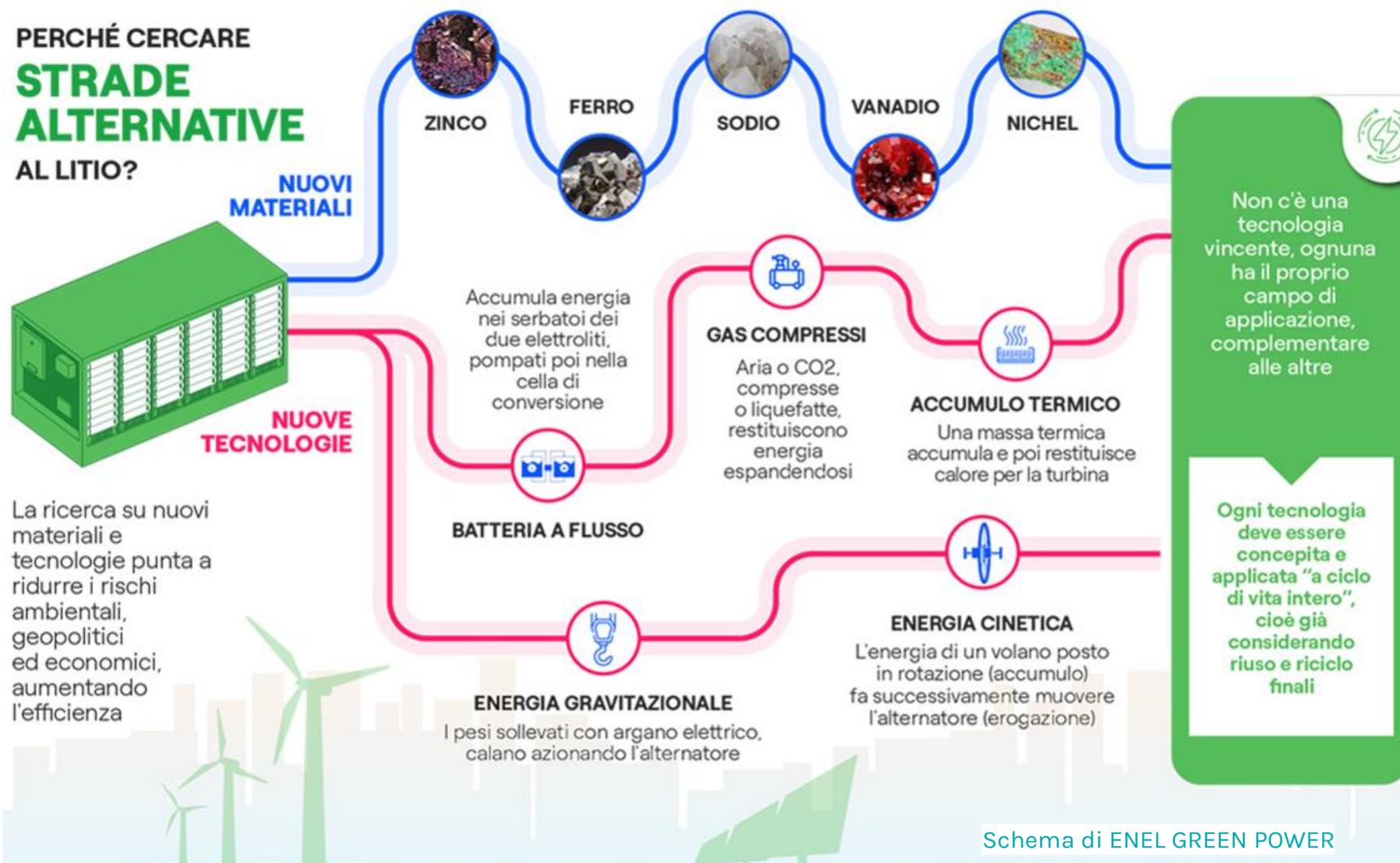


ENERGIA RINNOVABILE E STOCCAGGI

OLTRE IL LITIO

UN FUTURO PER LE BATTERIE, NUOVE OPPORTUNITÀ PER LO STORAGE

PERCHÉ CERCARE
**STRADE
ALTERNATIVE**
AL LITIO?



La ricerca su nuovi materiali e tecnologie punta a ridurre i rischi ambientali, geopolitici ed economici, aumentando l'efficienza





IDROGENO

Nel parlare del futuro dell'energia non si può non citare l'IDROGENO, in particolare Idrogeno verde, vettore energetico su cui il *Next Generation Eu* investe in modo importante così come l'Italia che ha stanziato 18,2 miliardi di euro sui 222 del Recovery Plan.

Studi ricerche ed investimenti si stanno concentrando sulla produzione di *idrogeno green* e specificatamente del *bioidrogeno*. Questo si può produrre in vari modi: dalla dark fermentation di rifiuti organici, oppure da microalghe, batteri e altro. Tra le produzioni innovative di bioidrogeno molecolare a partire da microrganismi fotosintetici coltivati troviamo il *Green Propulsion Laboratory di Fusina (Venezia)*: vengono usati batteri purpurei, immobilizzati in un gel trasparente all'interno di un bioreattore, la fotosintesi di tali batteri produce non ossigeno ma idrogeno.



Merita ricordare che il ruolo di chimici e fisici è anche quello di operare nella ricerca e nell'applicazione industriale dei suoi risultati nella **gestione energetica** sapendo bilanciare le varie forme rinnovabili, e nella **mobilità sostenibile** che interessa il trasporto aereo, navale e terrestre.





L'aumento della richiesta di prodotti chimici SOSTENIBILI e COMPATIBILI con l'ambiente ha portato inevitabilmente ad incrementare la ricerca e lo sviluppo di NUOVE TECNOLOGIE, PROCESSI E MATERIE PRIME.





UN CASO PARTICOLARE: IL MONDO DELLE MATERIE PLASTICHE

Da metà del secolo scorso le scoperte quali quella dei materiali plastici hanno rivoluzionato la vita delle persone al punto di condizionarne lo stile e non poterne fare a meno. A livello globale la **capacità produttiva di plastica dal 1950 al 2020 è passata da circa 2 milioni di tonnellate a circa 367 milioni, con una previsione di 500 milioni di tonnellate entro il 2025.**

Sono state proprio la versatilità, il basso costo, la leggerezza, la resistenza alla corrosione, le proprietà chimiche e fisiche delle plastiche che hanno aumentato i campi di impiego delle stesse, rendendole fondamentali in alcune applicazioni.





UN CASO PARTICOLARE: IL MONDO DELLE MATERIE PLASTICHE

La legislazione che porta ad una riduzione delle plastiche del tipo «monouso» e che incentiva il riutilizzo e l'adozione per i prodotti di principi di LCA non basta. Saranno le sfide tecnologiche quelle che determineranno un nuovo approccio basato su:

- **riduzione di rifiuti plastici** tramite processi di riciclo e decomposizione
- **introduzione di prodotti alternativi biodegradabili e sostenibili.**

Molti investimenti sono stati fatti per elevare la produzione di cellulosa nelle piante per **l'applicazione di bioplastiche, le nanofibre e i nanomateriali fototermici, la struttura di polimeri per ingegneria tissutale, la sintesi di nanomateriali per applicazioni bioingegneristiche e polimeriche.**



MATERIALI BIOPLASTICI

Lo sviluppo tecnologico si è orientato verso la produzione di plastiche completamente degradabili («bioplastiche») a partire da materiali biodegradabili con impiego in settori come agricoltura, sanità, imballaggi. *Secondo la definizione data dalla European Bioplastics, per bioplastica s'intende la plastica che deriva da materie prime rinnovabili o è biodegradabile oppure che abbia entrambe le proprietà, oltre che essere riciclabile*

Quali i **vantaggi dei materiali bioplastici?**

- produzione da risorse rinnovabili anziché da combustibili fossili, con evidente minor impronta di carbonio (si stima una riduzione dell'80% di CO2 rispetto alla plastica «convenzionale»)
- Riduzione di consumi energetici per la produzione
- Riduzione di problematiche di smaltimento e conferimento rifiuti



MATERIALI BIOPLASTICI

La materia prima di partenza è generalmente vegetale, per cui sono suddivisibili in tre categorie:

- **Materie prime provenienti da prodotti agricoli** come canna da zucchero, grano, mais, oli
- **Biomasse agricole** come legno e paglia
- **Fonti biologiche come alghe**

esempi

- Bioplastiche ottenute da amido di mais, grano, tapioca e/o patate: Biolice, Bioplast, Biotecnomais, Solanyl, Vegemat, Cereplast Compostables;
- Bioplastiche biodegradabili: Apinat; Poli(acido lattico): Pla Ingeo
- Poliidrossialcanoati (PHA)
- Poliidrossibutirrato (PHB)
- Poliidrossivalerato (PHV)
- Poliidrossiesanoato (PHH)
- Bioplastiche a base di cellulosa: Biograde



MATERIALI BIOPLASTICI e BIODEGRADABILITA'

Classificazione delle plastiche in base alla fonte

TYPE	PLASTIC PRODUCTS	SOURCE	DEGRADABILITY
Petrochemical-based plastics	PE	Fossil fuels (petroleum, natural gas)	Non-biodegradable
	PS		
	PVC		
	PP		
	PC		
Petrochemical-based plastics	PBS	Fossil fuels (petroleum, natural gas)	Semi-biodegradable
	PCL		
	PBAT		
Biobased plastics	Bio-PE	Bioresources (corn, sugar cane)	Semi-biodegradable
	Bio-PET		
	Bio-PVC		
Biobased plastics	PHA	Bioresources (corn, sugar cane, vegetable oil)	Biodegradable
	PHB		
	PLA		
	PU		

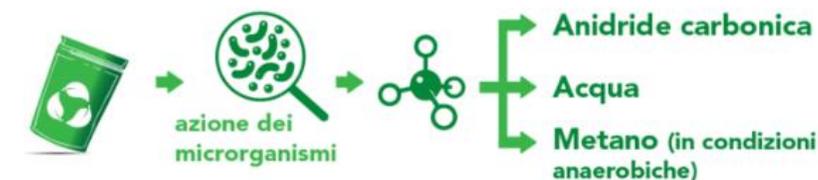
ABBREVIATIONS: PE, polyethylene; PS, polystyrene; PVC, poly(vinyl chloride); PP, polypropylene; PC, polycarbonate; PU, polyurethane; PBS, poly(butylene succinate); PCL, polycaprolactone; PBAT, poly(butylene adipate terephthalate); PET, poly(ethylene terephthalate); PHA, polyhydroxyalkanoate.

Fonte CM Magazine feb 2024

Sono **biodegradabili** quei materiali organici che si scompongono grazie a microrganismi naturali in sostanze più semplici, fino a diventare acqua, metano e anidride carbonica. **La biodegradabilità** si riferisce alla proprietà di un materiale di subire un processo di biodegradazione.



Materiali biodegradabili



- Possono essere degradati da agenti biologici.
- Vengono scomposti in sostanze semplici (acqua, metano, anidride carbonica.)



MATERIALI BIOPLASTICI

La ricerca in questo settore è fortemente spinta non solo dalla legislazione ambientale e dalle necessità di ridurre gli impatti ambientali, ma anche e soprattutto dalla necessità di procedere a rispondere alle esigenze di mercato.

POLIETILENE BIOBASED

I'm Green™ Polietilene è un biopolimero a base di etanolo da canna da zucchero. Ha le stesse proprietà, grande versatilità applicativa e lavorazione come un classico polietilene ed è riciclabile come il PE standard.

E' particolarmente adatto per la produzione di imballaggi rigidi e flessibili (per alimenti e bevande, detersivi e cosmetici), giocattoli e contenitori o sacchetti.

ACIDO POLILATTICO

PLA Ingeo™ (acido polilattico) è ottenuto polimerizzando l'acido lattico ottenuto dalla fermentazione degli zuccheri di mais.

L'utilizzo riduce le emissioni di gas a effetto serra rispetto ai materiali plastici convenzionali come PS o PET.

Viene utilizzato principalmente nell'industria dell'imballaggio, per la produzione di articoli monouso e per filamenti 3D.



MATERIALI BIOPLASTICI E NORMATIVE

EN 16640:2017 Prodotti biobased - Contenuto di carbonio biobased - Determinazione del contenuto di carbonio biobased con il metodo del radiocarbonio

La norma specifica un metodo per la determinazione del contenuto di carbonio biobased applicabile a qualsiasi prodotto contenente carbonio, compresi i biocompositi, basato sulla misurazione del contenuto di ^{14}C . Il contenuto di carbonio biobased è espresso come frazione della massa del campione o come frazione del contenuto totale di carbonio.

EN 17033:2018 Plastiche. Pellicole pacciamanti biodegradabili per uso in agricoltura e orticoltura. Requisiti e metodi di prova.

Specifica i requisiti per i film biodegradabili, fabbricati con materiali termoplastici, da utilizzare per le applicazioni di pacciamatura in agricoltura e orticoltura. La norma definisce i metodi per valutare la biodegradabilità in suolo e per escludere effetti di ecotossicità nell'ambiente. I teli biodegradabili in suolo possono essere lasciati sul campo e arati insieme al terreno quando esauriscono la loro funzione.

EN 13432:2002 Requisiti per imballaggi recuperabili mediante compostaggio e biodegradazione - Schema di prova e criteri di valutazione per l'accettazione finale degli imballaggi.

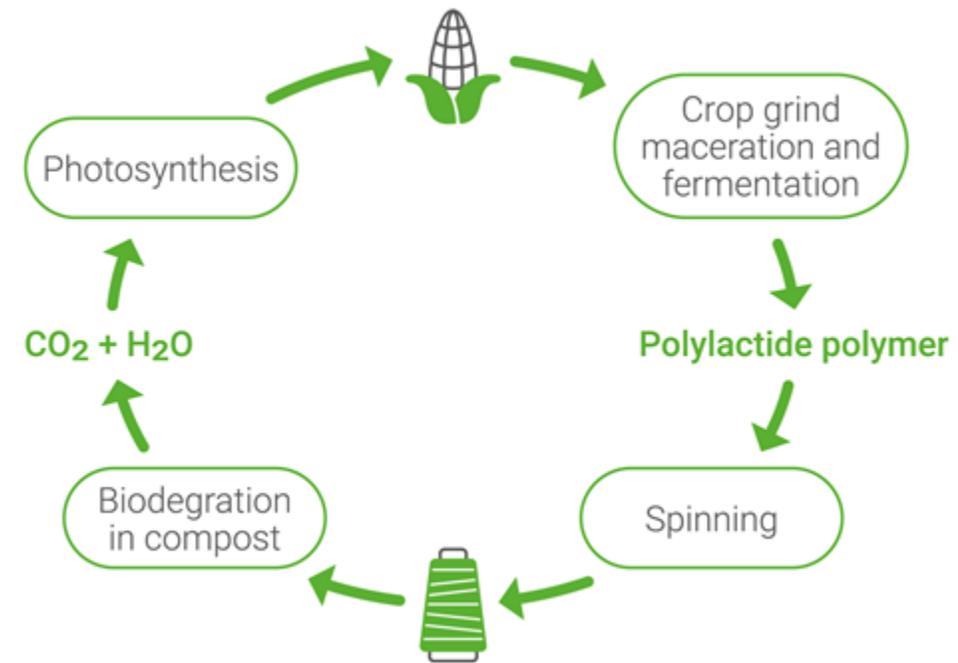
•È una norma che definisce i requisiti di un materiale per potersi definire biodegradabile o compostabile (degradarsi almeno del 90% in 6 mesi; avere uno spessore inferiore ad un valore massimo che permette la disintegrazione in un ciclo di compostaggio; il materiale non deve avere effetti negativi sul processo di compostaggio; bassa concentrazione dei metalli pesanti e di altri potenziali contaminanti.)



MODA

Anche la moda che tendenzialmente è un comparto energivoro e con un impatto ambientale importante si sta muovendo verso una transizione ecologica di brand e design. Vengono presentati nelle ultime sfilate filati completamente di origine naturali con performance tecniche estetiche ed ambientali elevate.

Un esempio: abito lungo realizzato in Biofeel® eleven, un filato continuo realizzato con resina polilattica (acido polilattico), sintetizzata da materie prime vegetali non OGM. Il filato si ricava a partire da dei fagioli coltivati in terreni semiaride destinati a non essere in concorrenza con la produzione alimentare. Da tali fagioli si ricava un olio necessario per creare il biopolimero che alimenta il successivo processo di filatura. Questo tipo di filato oltre ad essere 100% biobased, è 100% riciclabile per composizione monomateriale.





INTELLIGENZA ARTIFICIALE E TUTELA DELL'AMBIENTE

L'intelligenza artificiale può aiutare ad affrontare la tutela dell'ambiente ad esempio anche esaminando i dati sulle emissioni di gas serra, sui modelli meteorologici e su altri fattori ambientali.

Tuttavia sono diversi i rischi della IA per la sostenibilità:

- **Consumo energetico:** per il funzionamento e la formazione dei modelli, contribuendo alle emissioni di gas serra. Con l'espansione dell'utilizzo dell'intelligenza artificiale, è fondamentale prevenire l'aumento del consumo di energia e delle emissioni
- **Rifiuti elettronici:** lo sviluppo e l'uso delle tecnologie di intelligenza artificiale possono contribuire alla produzione di rifiuti elettronici, che possono avere impatti ambientali dannosi. Per ridurre al minimo i rifiuti elettronici, è fondamentale progettare hardware e componenti AI che garantiscano durabilità, riparabilità e riciclaggio.
- **Consumo di metalli fondamentali per la tecnologia,** le cui risorse in un futuro possono scarseggiare.

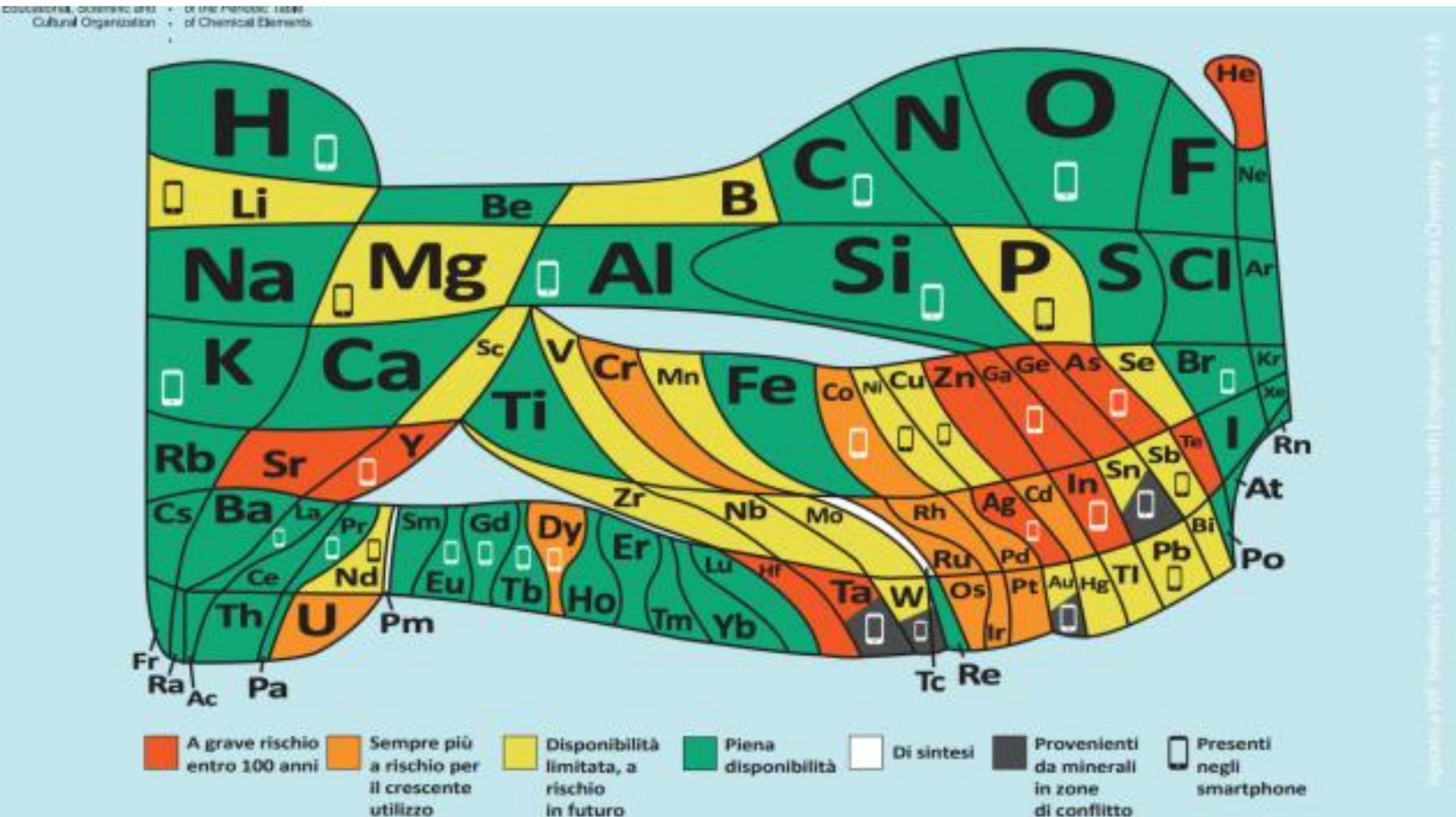


Ricerca e tecnologia sono strettamente correlate alla necessità di permettere una **corretta gestione dei rifiuti** in modo da favorire il riutilizzo, il riciclo ed il reimpiego come materie prime secondarie, soprattutto per quanto riguarda il **recupero dei metalli ed altri elementi fondamentali per la tecnologia.**

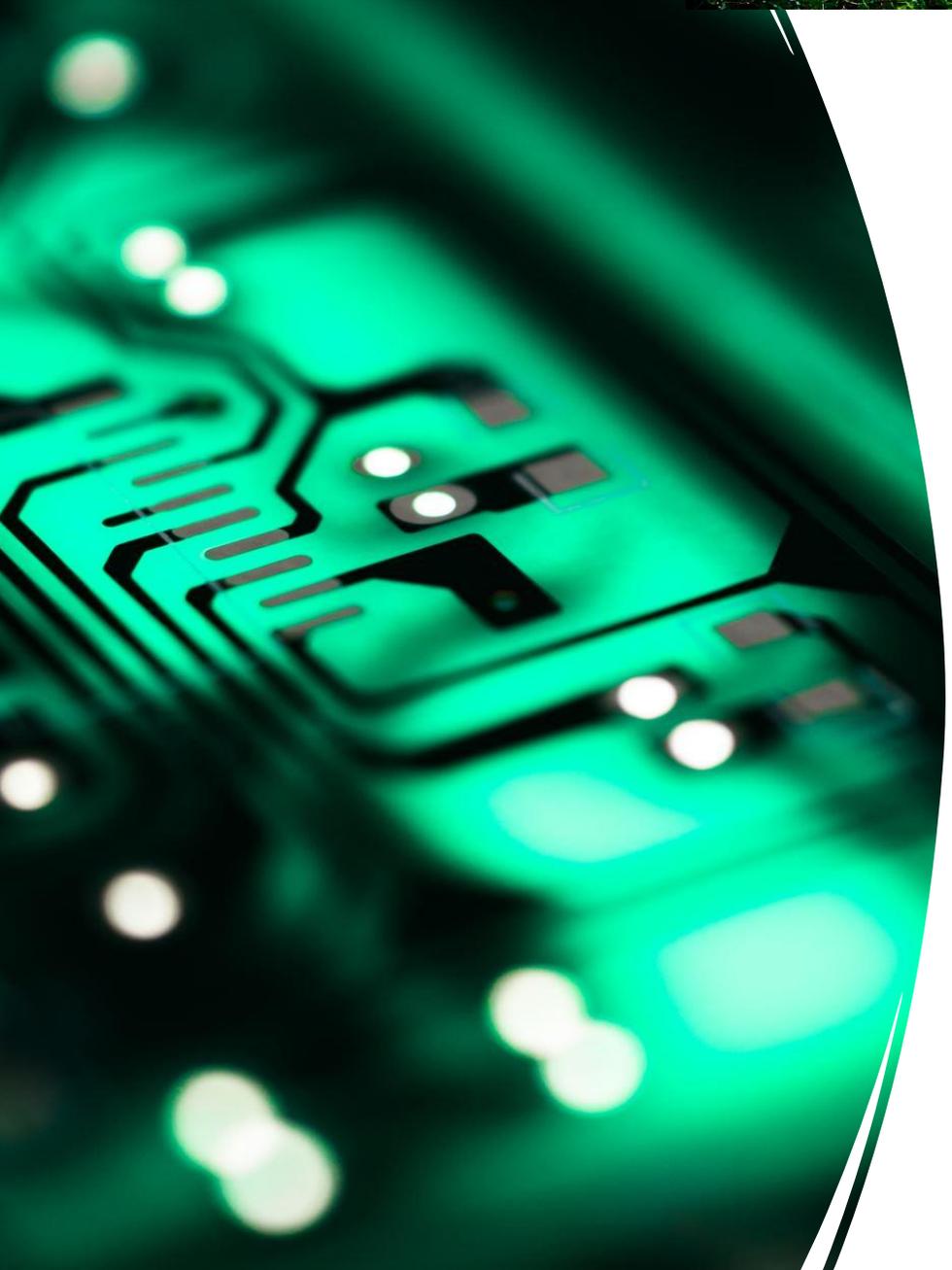


ELEMENTI SCARSITA' E RECUPERO

Riciclare metalli preziosi dagli smartphone è la sfida tra nuove tecnologie



Una tonnellata di schede elettroniche contiene in media: 276 g di oro; 345 g di argento; 132 kg di rame. Inoltre negli smartphone sono presenti magneti e antenne, da cui è possibile recuperare fino a 2,7 chili di terre rare, come neodimio, praseodimio e disprosio, per ogni tonnellata di telefoni.



L'utilizzo di materie **prime rinnovabili** al posto di fonti fossili unito alla **riduzione di consumi** grazie ad **energia pulita** e l'introduzione di **nuovi materiali** più ecosostenibili permette di realizzare dei **processi produttivi meno impattanti sull'ecosistema e più efficienti dal punto di vista economico**.

Chimica e fisica in particolare contribuiscono con la ricerca e lo sviluppo di nuove tecnologie, nuove strategie e nuove materie a ridotto impatto ambientale, alla trasformazione in chiave green di diversi comparti del tessuto produttivo dall'agricoltura alle industrie.