

La Chimica e la Società

Nell'Antropocene, l'epoca geologica attuale fortemente caratterizzata dalle attività dell'uomo, la Chimica ha il compito di custodire il pianeta e aiutare a ridurre le diseguaglianze mediante l'uso delle energie rinnovabili e dell'economia circolare.

Economia circolare, fonti energetiche rinnovabili, cambiamento di stile di vita

Posted on 23 gennaio 2019 by [devoldev](#)

Fabio Olmi*

... tra indispensabile praticabilità reale e qualche "ma" tecnico (**).

Ormai non passa giorno che non compaiano sui giornali articoli sulla economia circolare, il riciclo dei materiali e la sostituzione delle energie di origine fossile con quelle rinnovabili. Questo sarebbe positivo e indice di aumento della sensibilità per tematiche di assoluta importanza per alimentare uno sviluppo sostenibile e cercare di combattere il riscaldamento globale, peccato che spesso si generalizzano situazioni al di là del possibile o peggio si contrabbandino idee sbagliate.

Il riciclo dei materiali

Affrontiamo brevemente la prima tematica. La promozione dell'economia circolare e la massimizzazione della raccolta differenziata dei rifiuti è senz'altro una pratica da spingere al più elevato tasso possibile[1], tuttavia la separazione di carta, plastiche, vetro e umido (organico), ciascuna incanalata nella propria filiera di recupero, non può mai esaurire tutto il materiale di rifiuto e sarà sempre accompagnata da una frazione NON differenziabile e, al momento, non più riciclabile. E anche nel recupero delle altre frazioni differenziate *si ha sempre al loro interno una parte di materiale non più riciclabile* e quindi non reimpiegabile all'interno delle singole filiere. Questo non sembra essere sufficientemente noto. Facciamo alcuni esempi.

Nella zona di Lucca sono ampiamente diffuse varie industrie per la fabbricazione della carta[2]. Ebbene anche questo materiale, che potrebbe sembrare riciclabile al 100%, comporta un residuo allo stato attuale non riciclabile: si tratta di vari tipi di rifiuti della lavorazione di polpa, carta e cartone che dipendono dal ciclo di lavorazione. Il Codice Europeo dei Rifiuti (CER) [3] indica, ad

esempio, scarti della separazione meccanica nella produzione di polpa da rifiuti di carta e cartone, fanghi prodotti dai processi di disinchiostrazione del riciclaggio della carta, ecc. Un recente articolo apparso su *La Repubblica*[4] mette in evidenza il problema e l'industria locale ha progettato un termovalorizzatore per il recupero almeno energetico di quest'ultima frazione. Tuttavia l'opposizione dell'opinione pubblica ne ha bocciata la realizzazione. Dove vengono smaltiti gli scarti di produzione? Per ora per la maggior parte continuano ad intasare i depositi delle varie industrie. Di recente, dopo alcuni anni di ricerca e sperimentazione, il gruppo Sofidel[5] ha messo in produzione un materiale che sfrutta una frazione dei rifiuti di lavorazione della carta per produrre, miscelandoli con plastiche di riciclo, pannelli. Il 12% del materiale di impasto è formato da residui della lavorazione della carta: speriamo che questo sistema consenta un buon riciclo di almeno parte di tali residui e che la ricerca consenta in futuro di aumentare sempre più il riciclo.

Altro esempio è il caso del tessile a Prato (il distretto tessile pratese è il più grande d'Europa e conta circa 7000 imprese di cui 2000 nel tessile in senso stretto: tessuti per l'industria dell'abbigliamento, filati per la maglieria, tessuti per l'arredamento, ecc.) e il problema qui è diventato più acuto quando gli scarti del tessile, pari a circa 50.000 tonnellate annue, sono stati riclassificati da Rifiuti Solidi Urbani (RSU) a Rifiuti Speciali (RS) e gli impianti per smaltimento di RS in Toscana mancavano e mancano. Questi rifiuti sono di vario tipo (Codice CER 04): rifiuti da materiali compositi (fibre impregnate, elastomeri, plastomeri), materiale organico proveniente da prodotti naturali (ad es. grassi e cere), rifiuti provenienti da operazioni di finitura contenenti solventi organici, rifiuti da fibre tessili grezze, ecc.[6] È chiaro che, a parte criminali che hanno imboccato scorciatoie illecite, le aziende serie hanno trasportato i rifiuti finali della lavorazione all'inceneritore di Brescia o Terni o addirittura in Austria e i costi di smaltimento, ad esempio, dei ritagli e della peluria, sono raddoppiati, mettendo in crisi molte aziende. La peggiore soluzione per lo smaltimento di rifiuti classificabili come RSU (come quelli delle cartiere) è quella, largamente diffusa nel nostro paese, di gettarli in discarica. Invece anche questa frazione potrebbe essere valorizzata ricavando da essa energia in appositi impianti di termovalorizzazione. Marcello Gozzi, Direttore di Confindustria Toscana Nord, sostiene che *non c'è economia circolare senza termovalorizzazione che trasforma in energia lo scarto ultimo del riciclo*[7]. In questo modo si avrebbe come residuo finale solo una piccola quantità di ceneri. C'è chi sostiene che questo processo risulterebbe inquinante per l'aria e dunque per l'ambiente e per la salute. Esistono però ormai molti esempi di termovalorizzatori realizzati anche in centro di città come Vienna e, per rimanere in Italia, Brescia[8] che, fatti funzionare opportunamente a determinate temperature e

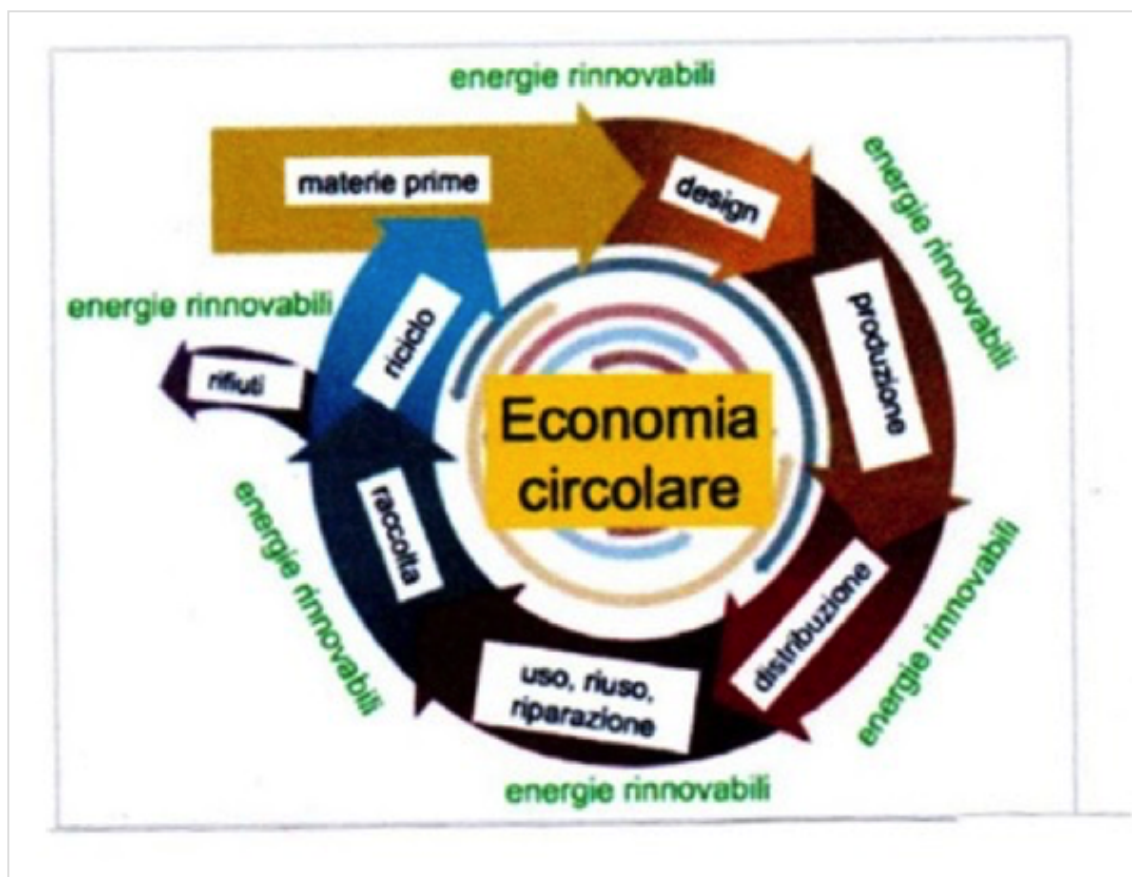


Fig.1 Schema di un sistema di economia circolare

con moderni sistemi di depurazione dei fumi, rendono estremamente bassi gli inquinanti nei fumi di scarico. Concludendo, non è sufficiente fare la sola differenziata e riciclare le singole frazioni differenziate: *anche nel caso dell'attuazione integrale dell'economia circolare si avrà sempre una frazione finale di rifiuti, sia pure piccola, non più riciclabile.*

Sfruttando un'immagine particolarmente chiara di questo processo riporto una figura (Fig.1) presente in un bellissimo, ampio e ben documentato articolo del prof. Vincenzo Balzani dell'Università di Bologna apparso recentemente sull'organo ufficiale della Società Chimica Italiana, "La chimica e l'industria"[9]. Anche se non riusciremo a sfruttare anche quest'ultima frazione dei nostri residui e dovessimo ricorrere all'uso della discarica questa accoglierebbe quantità di residui estremamente ridotte. Non c'è dubbio, infine, che nella costruzione dei nostri manufatti di ogni tipo, si dovrà prestare sempre maggiore attenzione a rendere facilmente separabili e recuperabili i componenti di natura diversa (metallo, plastica, vetro, ecc.) con cui vengono costruiti.

Le energie rinnovabili

Affrontiamo brevemente la seconda tematica. Le fonti di energia rinnovabile costituiscono la risposta al problema della disponibilità di energia sostenibile al più basso impatto inquinante e c'è chi sostiene che esse potrebbero soddisfare l'intero fabbisogno energetico dei vari Paesi sostituendo completamente i combustibili fossili (carbone, petrolio, gas naturale). Sempre nell'articolo precedentemente citato, il professor Balzani, dopo ad aver messo in chiara evidenza

le difficoltà connesse alla transizione energetica dai combustibili fossili alle energie rinnovabili (e aggiunge dall'economia lineare all'economia circolare e dal consumismo alla sobrietà) riporta lo studio dettagliato fatto da M. Z Jacobson (e collaboratori) della Stanford University denominato WWS (wind, water, sunlight) che, in sintesi, sostiene che *le energie rinnovabili possono sostituire completamente le fonti fossili entro il 2050* e presenta una roadmap di transizione per 139 paesi del mondo, compresa l'Italia, molto più spinta di quelle previste dagli accordi di Parigi[10]. Sostituire come *sorgenti di sola energia* le fonti fossili non è solo possibile ma è necessario promuoverlo sempre più rapidamente, stante i problemi causati da queste fonti fossili come cause principali del riscaldamento generale del pianeta e come inquinanti e pericolose per la nostra salute: può essere assunto a testimone di questi fatti il bel libro uscito recentemente del climatologo Luca Mercalli [11]. E' scientificamente provato che, nella produzione di energia elettrica, si possono eliminare i combustibili fossili (centrali termiche di diverso tipo) e l'energia elettrica può alimentare vari altri processi compreso quello della mobilità, almeno sulla terra e, come risulta da alcune sperimentazioni fatte, anche via mare. Ma c'è di più: è notizia di questi giorni [12] che il gruppo Maersk, il colosso danese dei supercontainer, sarà carbon free entro il 2050. L'articolo di Luca Pagni prosegue: il gruppo ha annunciato che entro il 2030 sceglierà la tecnologia più appropriata per raggiungere emissioni zero e riporta il comunicato della società: *"Non solo i governi, ma anche le imprese devono dare il loro contributo per contribuire a combattere il climate change"*. Per sottolineare l'importanza della decisione è bene tener presente che l'80% delle merci viaggia per il mondo via mare e la sola nafta per uso marittimo contribuisce al 3% delle emissioni globali. Sembra invece assai problematico che i possibili sviluppi delle tecnologie portino alla sostituzione dell'attuale mobilità via aerea: come si possono rimpiazzare vantaggiosamente i reattori dei nostri attuali aerei? Il problema è ancora del tutto aperto.

Alcuni "ma"...

Fin qui alcuni aspetti propositivi per agire con successo sulle problematiche trattate. A questo punto ci sono però alcuni ma: che cosa succede per esempio in due essenziali processi industriali di base come quello per la produzione del cemento e quello per la produzione del ferro?

Il cemento rappresenta il materiale di più elevata produzione al mondo e anche l'Italia partecipava in ampia misura a questa produzione: abbiamo usato l'imperfetto perché il nostro Paese, a fronte di una produzione di 46 milioni di tonnellate nel 2006 [13], dopo la crisi del 2008, ha drasticamente ridotto la produzione e i dati del 2017 indicano un calo di oltre il 60% di questa produzione. Questo drastico ridimensionamento ha determinato la chiusura di molti impianti e la perdita del 30% di occupati. Nonostante questa situazione, che ancora non accenna a modificarsi, il cemento resta un prodotto di base indispensabile per gran parte dell'industria.

Il cemento viene prodotto con apposite apparecchiature in cementifici. Il materiale di partenza è costituito da una miscela opportunamente dosata di calcare e argilla che viene frantumata e omogeneizzata e immessa, dopo un preliminare riscaldamento, in un lungo tubo rotante inclinato riscaldato dalla combustione di rifiuti e/o carbone (l'impiego del gas metano non è economicamente conveniente in Italia). Portando la temperatura a circa 1450°C la miscela di rocce calcina e si trasforma in clinker di cemento (essenzialmente silicati di calcio). Dove si usa

metano si potrà sostituire questo con biogas ottenuto dalla fermentazione di recuperi organici, ma *la combustione è comunque necessaria allo sviluppo del processo: è impensabile che questo, almeno allo stato attuale della tecnologia, possa essere alimentato dall'elettricità.*

C'è poi un altro processo industriale essenziale in cui la disponibilità energetica termica è *connessa strettamente a trasformazioni chimiche indissolubilmente legate a combustibili fossili.* Com'è noto in un altoforno viene introdotta una carica formata da minerale e carbon coke e *un altoforno non potrà mai essere alimentato con energie rinnovabili o da elettricità da esse ricavata; cerchiamo di capire perché.* La disponibilità del metallo più impiegato nell'industria, il ferro, è legata alla trasformazione dei suoi minerali che contengono ossigeno (in genere sono ossidi) e questo va da essi sottratto per ottenere il metallo come tale. Ebbene, la trasformazione in questione avviene in presenza di carbonio e quindi l'uso del carbone (coke) nell'altoforno non ha solo la funzione di raggiungere la necessaria temperatura di fusione del ferro ma, con un processo chimico combinandosi con l'ossigeno, *rende possibile l'estrazione del ferro dai suoi minerali* (con produzione di CO₂).

Per la produzione di acciaio si utilizzano su ampia scala anche forni elettrici che impiegano rottami di ferro per produrre nuovamente acciaio. L'elettrosiderurgia in Italia produceva oltre 16 milioni di tonnellate di acciaio su un totale di 26,8 milioni di tonnellate e rappresentava il 62% dell'intera produzione[14]. Con la crisi dell'ILVA e la chiusura dell'altoforno di Piombino, oggi la produzione di acciaio in Italia si aggira sui 24 milioni di tonnellate e l'elettrosiderurgia ha aumentato la sua percentuale di produzione: l'Italia insieme alla Spagna costituisce il Paese a maggior produzione di acciaio con forni elettrici in Europa (in Germania la produzione da altoforno copre circa il 70% e quella da forni elettrici il 30% e su percentuali del genere si aggirano anche paesi come la Francia e il Regno Unito). E' chiaro che questi forni si possono utilizzare solo come *mezzi per riciclare il ferro di risulta da demolizioni di navi, treni, macchine, ecc., ma non potranno rimpiazzare gli altiforni nella produzione del metallo ferro dal minerale.* C'è poi da tener presente che esistono due colli di bottiglia nell'impiego dei rottami di ferro: il primo è quello della impossibilità di far fronte alle richieste con una capacità di fornitura di rottami variabile e praticamente *impossibile da programmare*; il secondo è che il recupero non è di fatto del ferro ma di acciai di vario tipo che contengono elementi secondari (Ni, Cr, Mo, ecc.) e questi rendono difficile, se non talvolta impossibile, la loro separazione per ottenere il nuovo acciaio[15].

Nel tentativo di superare la produzione di acciaio dal minerale con altiforni si è venuto sviluppando una nuova tecnologia di estrazione del ferro, quella della produzione di "ferro ridotto" (sigla inglese di ferro ridotto diretto, DRI) cioè del cambiamento che il minerale di ferro subisce quando viene riscaldato in forno ad alte temperature (inferiori però a quella di fusione del ferro) *in presenza di gas ricchi di idrocarburi* (essenzialmente metano), come si evince da una bibliografia segnalatami gentilmente dal collega Della Volpe [16]. Si ottiene in questo modo un prodotto solido in grumi che solitamente viene compresso in bricchette (Fig.2) prima del raffreddamento e costituisce il prodotto commerciale



Fig. 2- Bricchette di ferro

chiamato HBI. In altre parole, ecco il nostro secondo ma..., *si può eliminare il carbone coke sostituendo l'altoforno, ma non il carbonio dei gas riducenti necessari per produrre DRI e questi sono sempre fonti di energia fossile*. Si sono anche messi a punto nuovi processi di "fusione diretta" in cui si riduce l'ossido di ferro del minerale direttamente a ferro metallico in uno stato fuso con ottenimento di un prodotto simile a quello dell'altoforno. Tra questi tipi di processi, di cui alcuni sono attivi in Sud Africa e in Australia) ricordiamo quello Corex che parte da minerale e da carbone (senza produzione di coke, che costituisce uno dei processi più inquinanti della tecnologia dell'altoforno). Il carbone viene gassificato e la produzione di vari gas, tra cui CO e H₂, costituiscono la componente riduttiva del minerale: la riduzione diretta fornisce ghisa liquida simile a quella di altoforno. Anche eliminando gli altiforni, la trasformazione del minerale in ferro comporta sempre l'uso di carbone o gas naturali, ribadendo il concetto sottolineato in precedenza: per passare dal minerale di ferro all'acciaio è comunque necessario l'impiego di carbone o di gas naturale.

Tenendo presente le eccezioni dei due processi ricordati, per attuare la transizione dall'economia lineare a quella circolare e per la sostituzione delle energie di fonte fossile con quelle rinnovabili, per evitare il rapido riscaldamento del pianeta, saranno necessari interventi mirati di orientamento e stimolo di tipo politico sostenuti da altri di natura economico-finanziaria e profonde modifiche nel modello di sviluppo consumistico per orientarlo verso un modello meno energivoro e sostenibile basato sulla sobrietà.

Infine, è ormai chiaro che un elemento indispensabile al raggiungimento di un'economia circolare, sia legato al *comportamento responsabile e adeguato di ciascuno di noi*: ogni singolo nostro atto che vada incontro a una accurata differenziazione dei rifiuti e al responsabile utilizzo delle energie necessarie alla nostra vita dovrebbe essere attuato e promosso là dove è possibile. In questo campo mi ritengo fortunato perché, con la mia professione di insegnante di scuola secondaria di secondo grado, sono riuscito a interagire con molti studenti e sensibilizzarli sui temi ambientali, aumentando sicuramente la loro consapevolezza dell'esigenza di promuovere la qualità dell'ambiente orientando i loro comportamenti. Negli anni in cui ho insegnato al liceo "L. da Vinci" di Firenze, nei corsi sperimentali che avevo attivato alla fine degli anni '70 del secolo scorso, ho suggerito e discusso letture e attuato pratiche di controllo della qualità ambientale (soprattutto sull'acqua e sull'aria della città) con gli studenti delle mie classi quarte. E inoltre, per allargare agli studenti dell'intero Liceo la sensibilità verso i problemi del rispetto ambientale, ho creato un "Gruppo ambiente" (Fig.3) promuovendo letture e incontri, come pure attività di pulizia di alcune spiagge toscane dai rifiuti di ogni genere abbandonati, in accordo con le amministrazioni locali di recupero rifiuti.

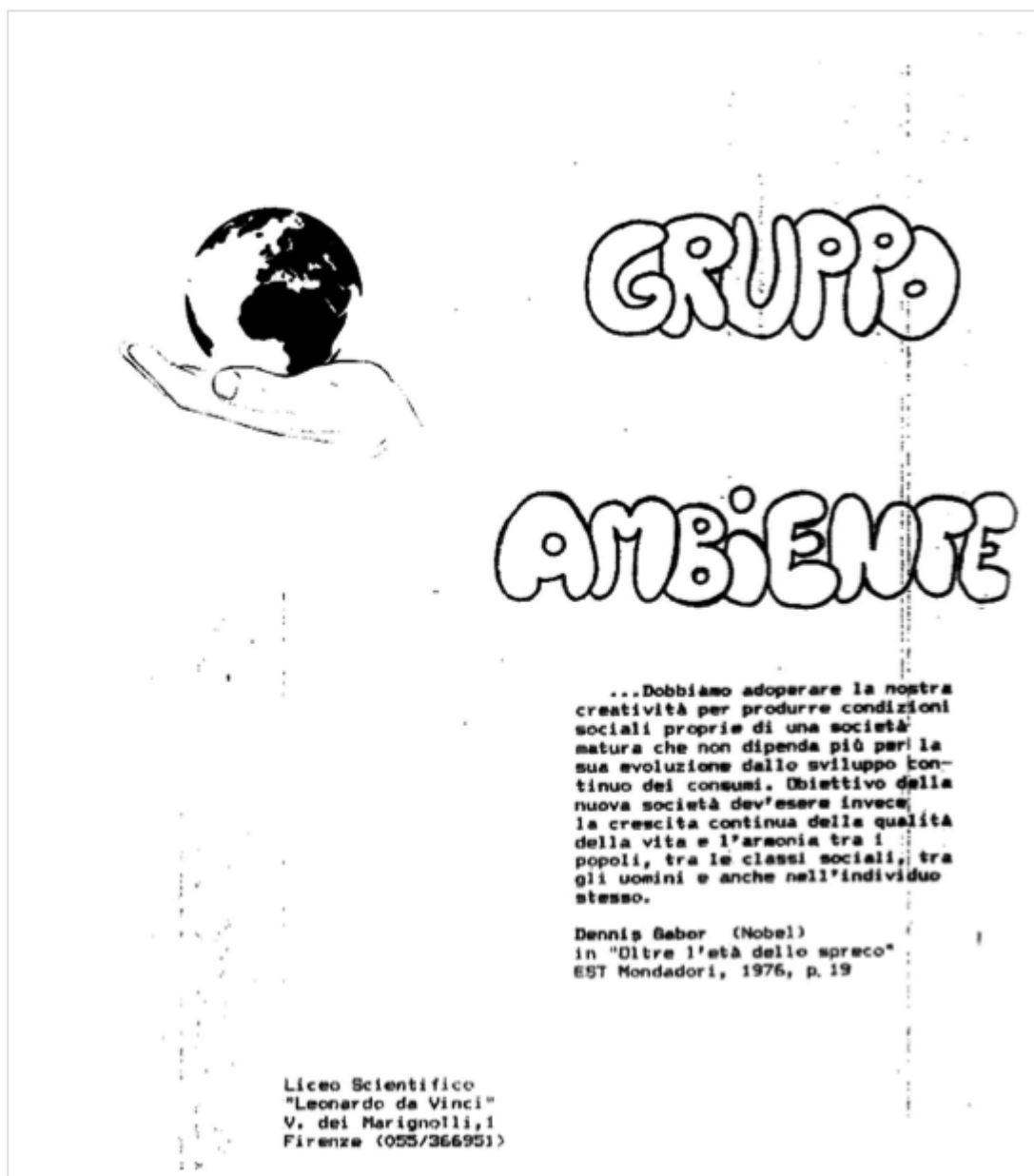


Fig.3 – Pagina iniziale del depliant che illustrava caratteristiche e attività del *Gruppo Ambiente*.

Si trattava forse ancora di un ambientalismo di tipo *naïf* e ricordo che allora era parere diffuso che le energie rinnovabili potessero essere solo integrative di quelle fossili e, ancora, si parlava di green economy ma non di economia circolare. Ho però una nitida memoria, ora accompagnata da un velo di commozione, di quando, nei primi anni novanta del secolo scorso, invitai nel mio Liceo l'amico prof. Enzo Tiezzi, chimico di chiara fama dell'Università di Siena. I miei studenti di IV che avevano letto il suo libro "*Tempi storici, tempi biologici*"^[17] e quelli di V che avevano letto "*I limiti dello sviluppo*"^[18] parteciparono con grande interesse e numerosi interventi alla conferenza tenuta da Tiezzi sulle variazioni del clima sulla terra dove egli presentò i risultati di una ricerca da cui emergeva l'andamento del tutto parallelo tra l'incremento del valore della CO₂ nell'atmosfera dovuta alle nostre combustioni e l'aumento dei fenomeni atmosferici di grande violenza (tempeste, uragani, tornado,...) verificatisi negli Stati Uniti.

Allora queste cose potevano sembrare preoccupazioni eccessive per eventi molto lontani nel tempo, sensibilità di una minoranza elitaria, purtroppo la realtà di oggi è ben più grave di quello

che pensavamo e gli effetti dei cambiamenti climatici anche in varie parti del nostro Paese si registrano ormai nelle cronache quotidiane. Se non si riuscirà a livello mondiale a trovare concretamente il modo di intervenire sui fattori che determinano il riscaldamento globale, quale futuro lasciamo in mano ai nostri figli e nipoti?

(*) Fabio Olmi è un insegnante in pensione che si è occupato per anni di didattica della Chimica anche a livello ministeriale. La sua multiforme attività educativa e formativa è documentata [nel suo sito web](#) dove c'è anche un elenco dei molti articoli da lui pubblicati.

(**) L'articolo in forma ridotta è stato pubblicato sulla rivista *Insegnare – CIDI, Roma*, sezione *Temi e problemi*, il 15/12/2018

[1] ARPAT- Rapporto rifiuti urbani 2017: i dati sulla raccolta differenziata (RD) in Italia. La RD in Italia riferita all'anno 2016 risulta del 52,5% , dato assai modesto. Se poi si esaminano le percentuali di raccolta differenziata delle varie macro-aree del Paese si hanno i seguenti dati: 64,2% per le regioni settentrionali, il 48,6% per quelle del centro, il 37,6% per quelle meridionali.

[2] Silvia Pieraccini- La carta di Lucca modello di successo- Il sole 24ore-5/7/17. Il distretto cartario di Lucca, specializzato nel tissue (carta per usi igienico-domestici) nel 2016 ha avuto un fatturato di 4,4 miliardi di euro e contava circa 200 aziende con circa 10.000 addetti complessivi

[3] Il CER riporta nella categoria 03 i diversi 11 tipi di rifiuti

[4] Maurizio Bogni – Marmo, tessile, carta, l'impennata dei costi per smaltire i rifiuti- La Repubblica, 20/11/2018

[5] Il Gruppo Sofidel è uno dei più grossi produttori di carta per uso igienico e domestico (il suo brand più noto è carta "Regina"), ha oltre 6000 dipendenti in 13 paesi del mondo (in Italia a Porcari (Lucca) ne ha circa 1200) e ha una capacità produttiva di oltre 1 milione di tonn./anno. E' un Gruppo orientato verso una produzione sostenibile, ha una forte produzione di energia da fonti rinnovabili, investe in efficienza energetica e in formazione continua del personale.

[6] Il Codice europeo CER contiene, alla tipologia 04, 11 categorie di rifiuti tessili.

[7] Ibidem 4.

[8]<https://www.a2a.eu/index.php/it/gruppo/i-nostri-impianti/termoutilizzatori/brescia>

[9] Vincenzo Balzani- Salvare il pianeta:energie rinnovabili, economia circolare, sobrietà- La Chimica e l'Industria n. 6, 11/2018, pag.20

[10] Ibidem 6, pag.7.

[11] Luca Mercalli- Non c'è più tempo-, Einaudi, Torino, 2018.

[12] Luca Pagni- Maersk, il colosso danese dei supercontainer, sarà carbon-free entro il 2050- Repubblica- Economia e Finanza, 5/12/2018.

[13] FILCA-CISL, Cemento, la produzione italiana si espande in tutto il mondo, 21 Aprile 2006.

[14] Siderweb- Forni elettrici, Italia prima in Europa, 27/4/2004.

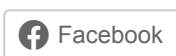
[15] Daniell B.Muller, Tao Wang, Benjamin Duvall, T.E. Graedel, Exploring the engine of anthropogenic iron cycles, Ed. Harvard University, 2006

[16] F.Grobler, R.C.A. Minnit, The increasing role of direct reduced iron in global steelmaking- The Journal of South African Institute of Mining and Metallurgy, March/April 1999, p. 111. Bibliografia

[17] E. Tiezzi - *Tempi storici, tempi biologici* - Garzanti, Milano, 1984.

[18] AA.VV. I limiti dello sviluppo - Club di Roma diretto da Aurelio Peccei- EST Mondadori, Milano, 1972.

SHARE THIS:



Questo piace a **3 blogger**.

CORRELATI

Si fa presto a dire
riciclamo.... 1. Premessa.
In "Articoli"

Standard, norme e
certificazioni. 2. Il loro ruolo
nell'economia circolare.
In "Articoli"

Reinventare il ruolo della
Chimica nella Società
In "Articoli"

Questo articolo è stato pubblicato in [Articoli](#) e contrassegnato come [economia circolare](#), [energia rinnovabile](#) da [devoldev](#). Aggiungi il [permalink](#) [<https://ilblogdellasci.wordpress.com/2019/01/23/economia-circolare-fonti-energetiche-rinnovabili-cambiamento-di-stile-di-vita/>] ai segnalibri.



Informazioni su devoldev

chemist, university researcher, marxian, peakoiler, climate worried, bridge player, Mozart/Vivaldi loving, pedal biker

[Visualizza tutti gli articoli di devoldev →](#)

5 PENSIERI SU "ECONOMIA CIRCOLARE, FONTI ENERGETICHE RINNOVABILI, CAMBIAMENTO DI STILE DI VITA"



Vincenzo

in [23 gennaio 2019 alle 09:24](#) ha detto:

Articolo molto utile anche perché scende nel concreto con molti esempi.



devoldev

in [23 gennaio 2019 alle 10:07](#) ha detto:

Concordo sull'utilità; tuttavia ci sono alcuni aspetti che approfondirò appena ne ho tempo: per esempio quante ceneri? a me risultano da un quinto a un terzo della massa di rifiuto; sono parecchie da smaltire o riusare; poi l'aspetto della riprogettazione della plastica: certe plastiche non puoi bruciarle, per esempio il PVC o il PVF perchè i loro fumi sono corrosivi al massimo; converrebbe come ho scritto altrove NON produrle più, ripensarle, usarle il meno possibile; questo della riprogettazione degli oggetti e dei materiali non è un tema da singoli disponibili dovrebbe essere un progetto di ricerca finanziato; altro tema: quanto ferro e quanto cemento ci servono? da questo dipende poi la strategia per produrlo; in certi paesi come gli USA il ferro in uso è talmente tanto che di fatto la sua massa pro capite è costante nel tempo, in paesi africani viceversa si incrementerà con le infrastrutture; ecco dunque che la riduzione diretta è un argomento da paese giovane mentre le acciaierie elettriche più da paese come noi; ci ritornerò in futuro.



Massimo Ippolito

in [23 gennaio 2019 alle 11:12](#) ha detto:

Trovo inopportuno citare Jacobson che ha preferito superare la normale peer to peer review rivolgendosi alle aule di un tribunale. L'aggressione a Christopher Clack per 10 milioni di dollari lo ha completamente squalificato. Inoltre per molti che qui sanno far di conto e padroneggiano la materia risulta evidente quanto fosse fallace il paper di Jacobson. Mi dispiaccio per questa disinformazione che continua ad allontanare la comprensione del problema e le ovvie soluzioni dall'essere metabolizzate.

Pingback: [La tavola periodica degli elementi: Ferro, 26. 1. La biogeochimica del ferro.](#) | [La Chimica e la Società](#)

Pingback: [La tavola periodica degli elementi: Ferro, 26. 1. L'uomo d'acciaio.](#) | [La Chimica e la Società](#)

Questo sito utilizza Akismet per ridurre lo spam. [Scopri come vengono elaborati i dati derivati dai commenti.](#)

