

1.2.4 Solid Waste Management and Greenhouse gases (US EPA, 2006)

<http://www.epa.gov/climatechange/wycd/waste/downloads/fullreport.pdf>

Lo studio dell'EPA, giunto alla sua terza edizione (dopo quelle del 1998 e del 2002) presenta una valutazione e una comparazione dei consumi energetici e delle emissioni di gas climalteranti associati alla produzione, al riciclo, allo smaltimento in discarica e allo smaltimento per incenerimento di diverse tipologie di materiali e di rifiuti misti.

In particolare, il rapporto EPA ha valutato i consumi energetici e le emissioni di gas climalteranti (GHG) associati alla produzione dei seguenti prodotti da materiale vergine e da materiale riciclato:

Alluminio (lattine)	Plastica - HDPE
Acciaio (lattine)	Plastica - LDPE
Rame (cavi)	Plastica - PET
Vetro	Cartone ondulato
Tessili	Carta patinata
Personal Computers	Carta per giornali
Mattoni	Carta da ufficio
Cemento	Legno
Pneumatici	Pannelli truciolari (MDF)

Le stime contenute nel rapporto dell'US EPA sono state compilate considerando:

1. *L'energia e le emissioni di gas climalteranti (GHG) stimate attraverso l'intero ciclo di vita del materiale.* Poiché gran parte dell'energia associata alla produzione di un prodotto è consumata in stadi successivi, lo studio ha preso in considerazione l'energia e le emissioni di gas climalteranti associate durante i seguenti stadi:
 - Estrazione e uso del materiale primario grezzo (nel caso del riciclo questo include sia i processi di selezione e preparazione del rifiuto al suo utilizzo industriale, sia i materiali ausiliari necessari per la produzione)
 - Produzione del prodotto, includendo anche energia di pre-combustione dove questo esiste (nel caso del riciclo questo include il ciclo di manifattura a partire da macero o rottame)
 - Gestione del fine vita degli scarti di lavorazione
 - Trasporto del prodotto e dei materiali attraverso ogni step del ciclo di vita, senza però considerare il trasporto del prodotto al consumatore.

Il rapporto US Epa confronta il prodotto vergine, il prodotto con un mix di vergine e riciclato "medio", un prodotto integralmente a base di riciclo. Per le finalità del nostro studio consideriamo solo la comparazione con l'opzione di riciclo integrale. Questa opzione, però, in alcuni casi non corrisponde ad una reale condizione produttiva, ma ad una estrapolazione teorica.

I risultati sono riportati in termini di emissioni di gas climalteranti per tonnellata di materiale raccolto per il riciclo. I valori energetici e di emissioni climalteranti considerano perciò che una quota del rifiuto raccolto non è riciclabile e che per alcuni prodotti il rapporto tra materia prima e materia di riciclo è diverso da 1.

Il riciclo è stato generalmente considerato a “ciclo chiuso”, cioè per produrre nuovamente lo stesso materiale. In alcuni casi però – ad esempio per i tappeti – sono stati considerati dei “cicli aperti” di riciclo, con sostituzione di una diversa tipologia di prodotto.

I dati di US EPA presentano i consumi energetici e le emissioni climalteranti distinti per due grandi stadi:

- consumi ed emissioni del processo di manifattura (o del processo di riciclo)
- consumi ed emissioni di trasporto

I valori relativi alle emissioni e consumi del processo di manifattura o di riciclo sono basati su valori medi di produzione degli Stati Uniti e sul sistema energetico degli Stati Uniti

Nel calcolo delle emissioni di gas serra, oltre alle emissioni di gas climalteranti associate agli usi energetici, sono anche state considerate le emissioni di gas climalteranti che derivano non dalla energia di processo ma vengono rilasciate durante i vari processi produttivi. Per esempio la produzione di acciaio o alluminio richiede ossido di calcio (CaO) che è prodotto da pietre calcaree (carbonato di calcio CaCO_3). La produzione di CaO risulta in emissioni di CO_2 .

Ogni diverso combustibile fossile è stato determinato nella misura usata per compiere quella determinata azione e le emissioni di gas climalteranti sono state calcolate usando coefficienti di emissione validi per gli USA. Inoltre tutta l'energia è stata contabilizzata, a prescindere da dove è stata utilizzata. Per esempio, gran parte dell'alluminio prodotto negli USA è fatto da bauxite che è estratta e processata per diventare allumina in altri paesi. L'energia necessaria per l'estrazione ed associate azioni di processo all'estero sono state prese in considerazione e contabilizzate.

2. *Il contenuto di carbonio stoccato nelle foreste produttive.* Una delle assunzioni dello studio è che le foreste negli USA saranno usate in modo sostenibile e che il sequestro del carbonio dall'atmosfera aumenti per effetto del riciclo di carta (o per la riduzione dell'uso) perché viene preservato lo stock forestale, altrimenti ridotto. Lo studio dell'EPA ha concluso che l'aumento del riciclaggio della carta e dei prodotti in legno determina un sequestro aggiuntivo di carbonio pari a 0,55 – 0,83 tonnellate di carbonio equivalente (MTCE) sottratto per tonnellata di carta riciclata (a seconda della tipologia di cellulosa sostituita) e a 0,69 – 0,83 MTCE/ton per i prodotti in legno. US EPA ha usato un set di modelli che stimano l'impatto sulla crescita forestale e la sua capacità di assorbimento e di mantenimento dello stock di carbonio in funzione dei prelievi necessari per la fornitura di materia prima per la produzione di cellulosa (da processo meccanico o chimico)..

Questo approccio non è usato in tutti gli studi di LCA, negli studi europei è più usualmente considerato neutro l'impatto forestale (si assume cioè non solo che il patrimonio forestale rimanga invariato, ma anche che sia neutro l'effetto sulla capacità di assorbimento forestale della CO_2 , benché nei periodi iniziali le piante abbiano una capacità di assorbimento inferiore). Però, come osserva anche ..., il fatto che il riciclo della carta o de legno preservino il patrimonio forestale potrebbe essere considerato anche dal punto di vista della creazione di una maggiore disponibilità di biomassa per usi energetici. Da questo punto di vista,

definita costante la quantità di biomassa utilizzabile a fini produttivi, il riciclo renderebbe disponibile una maggiore quantità di biomassa energetica che andrebbe a sostituire l'impiego di combustibili fossili.

3. *Stime per diversi percorsi di smaltimento.* Lo studio US EPA 2006 ha considerato 5 vie di gestione dei rifiuti: la prevenzione (cioè la non produzione di un determinato prodotto e materiale), il riciclo, il compostaggio, il recupero energetico, lo smaltimento in discarica.

Per ciascun materiale sono state considerate solo le modalità di gestione applicabili (non c'è la possibilità di compostaggio del vetro, né di riciclo degli scarti alimentari). Per gli altri scenari di smaltimento si può sinteticamente ricordare che:

nel caso del compostaggio si considera – e ciò rappresenta una significativa novità – anche gli effetti di stoccaggio del carbonio nei suoli (valutandone anche la progressiva perdita nel tempo) e di miglioramento della formazione di humus conseguente all'applicazione di compost; l'effetto considerato è pari a un sequestro di 0,05 MTCE per tonnellata di rifiuto organico compostata nel caso dell'incenerimento lo studio US EPA 2006 considera un recupero energetico per produzione di energia elettrica, rimpiazzando combustibili fossili che sarebbero stati necessariamente consumati per produrre una medesima quantità di energia. Il recupero energetico è sempre stimato come recupero in un processo di combustione del mix di rifiuti, con una efficienza energetica di ca. il 18%. Le emissioni di gas climalteranti derivanti dalla combustione dei rifiuti sono compensate dalle emissioni evitate;

nel caso della discarica si considerano una parziale degradazione anaerobica (con formazione di CH₄) e aerobica (con formazione di CO₂), mentre parte del contenuto di carbonio di origine biogenica si considera stoccato. Solo le emissioni di metano (che pur biogeniche hanno un effetto serra superiore a quello dell'anidride carbonica che sono contabilizzate ai fini del calcolo delle emissioni climalteranti (pur se di origine biogenica, infatti, la trasformazione metano non è compensato dall'assorbimento di C avvenuto nel ciclo di crescita delle sostanze organiche) mentre tutte le emissioni di anidride carbonica sono considerate neutre. Considerando una discarica controllata, lo studio US EPA assume un tasso medio di intercettazione del biogas generato, in parte destinato alla combustione in torcia, in parte a recupero energetico (che viene accreditato come nel recupero energetico da incenerimento)

Altri aspetti caratteristici rilevanti dello studio sono:

- L'approccio usato in questa analisi fornisce valori per emissioni di gas climalteranti medie per unità di materiale prodotto, ma non le emissioni marginali per unità incrementale di prodotto. In alcuni casi, le emissioni marginali potrebbero essere sostanzialmente differenti ma sono più difficili da stimare;
- L'analisi assume che i gas climalteranti emessi dalla produzione di un determinato prodotto cambino in modo lineare, cioè restando costanti sia l'intensità energetica che il mix energetico impiegato;

- I risultati dell'analisi possono cambiare nel caso in cui il mix energetico nazionale cambi. Essendo riferito a valori medi stimati fino al 2010 questi dati sono suscettibili di differenze rispetto alla situazione reale;
- Le emissioni di gas climalteranti risultanti dallo smaltimento dei rifiuti industriali quali quelli provenienti dalla produzione di carta e cellulose, non sono stati considerati;

Tab. 9. Consumi energetici produzione vergine e produzione riciclata (MJ/t materiale) nello studio EPA 2006

	Produzione da materiale vergine			Produzione da materiale riciclato			SALDO
	energia di processo	energia di trasporto	Totale	energia di processo	energia di trasporto	totale	
Alluminio (lattine)	244.264	7.874	252.138	32.446	1.815	34.262	-217.876
Acciaio (lattine)	33.333	5.183	38.515	12.856	4.591	17.447	-21.068
Rame (cavi)	129.320	813	130.133	43.149	-190	42.959	-87.174
Vetro	6.850	1.689	8.539	4.834	1.467	6.301	-2.238
Plastica - HDPE	73.621	507	74.128	19.822	570	20.392	-53.736
Plastica - LDPE	80.556	507	81.062	21.374	570	21.944	-59.119
Plastica - PET	76.239	507	76.745	20.403	570	20.973	-55.773
Cartone ondulato	26.525	1.720	28.245	11.041	939	11.980	-16.265
Carta patinata	34.821	274	35.095	34.093	274	34.367	-728
Carta per giornali	42.136	802	42.938	25.174	359	25.533	-17.405
Carta da ufficio	39.064	274	39.338	28.425	274	28.699	-10.639
Legno	2.670	1.056	3.726	3.219	1.129	4.349	623
Pannelli truciolari (MDF)	10.745	1.404	12.149	11.431	1.625	13.057	908
Tappeti	94.678	1.435	96.114	-14.745	-570	-15.315	-111.429
Personal Computers	1.004.530	5.309	1.009.839	960.252	3.747	963.999	-45.840
Cemento	53	201	253	42	106	148	-106
Pneumatici	93.063	NA	93.063	38.220	0	38.220	-54.844

Fonte: rielaborazione da US EPA 2006

Tab. 10. Emissioni di gas climalteranti con produzione vergine e con produzione riciclata (t CO₂eq/ton di prodotto) nello studio EPA 2006

Materiale	Produzione materiale vergine	Produzione materiale riciclato	Totale Riduzione
Alluminio (lattine)	15,64	2,07	-13,57
Acciaio (lattine)	3,69	1,9	-1,79
Rame (cavi)	7,4	2,48	-4,92
Vetro	0,65	0,37	-0,28
Plastica - HDPE	1,97	0,57	-1,4
Plastica - LDPE	2,35	0,65	-1,7
Plastica - PET	2,15	0,61	-1,54
Cartone ondulato	0,83	0,77	-0,06
Carta patinata	1,69	1,68	-0,01
Carta per giornali	2,12	1,34	-0,78
Carta da ufficio	1,02	1,22	0,2
Legno	0,18	0,26	0,08
Pannelli truciolari (MDF)	0,37	0,43	0,06
Tappeti	3,99	-3,19	-7,18
Personal Computers	55,47	53,21	-2,26
Pneumatici	13,97	7,57	-6,4

Tab. 11. Riduzioni di emissioni climalteranti per fase del ciclo di vita (t CO2eq/ton di prodotto) nello studio EPA 2006

Materiale	Produzione da materiale riciclato			Sequestro Carbonio forestale	Totale Riduzione
	Risparmio di energia di processo	Risparmio energia trasporti	Risparmio emissioni non energetiche		
Alluminio (lattine)	-10,7	-0,44	-2,43	0	-13,57
Acciaio (lattine)	-1,75	-0,04	0	0	-1,79
Rame (cavi)	-4,86	-0,06	0	0	-4,92
Vetro	-0,12	-0,02	-0,14	0	-0,28
Plastica - HDPE	-1,25	0	-0,15	0	-1,4
Plastica - LDPE	-1,55	0	-0,15	0	-1,7
Plastica - PET	-1,46	0	-0,08	0	-1,54
Cartone ondulato	0	-0,05	-0,01	-3,06	-3,12
Carta patinata	-0,01	0	0	-3,06	-3,07
Carta per giornali	-0,75	-0,03	0	-2,02	-2,8
Carta da ufficio	0,22	0	-0,02	-3,06	-2,86
Legno	0,07	0,01	0	-2,53	-2,45
Pannelli truciolari (MDF)	0,05	0,01	0	-2,53	-2,47
Tappeti	-5,38	-0,06	-1,74	0	-7,18
Personal Computers	-1,49	-0,04	-0,73	0	-2,26
Pneumatici	-6,4	0	0	0	-6,4

Riduzione delle emissioni climalteranti complessiva da riciclo (produzione e sequestro di carbonio) (t CO₂eq/ton di prodotto) nello studio EPA 2006

Materiale	Riduzione Produzione	Sequestro Carbonio forestale	Totale Riduzione
Alluminio (lattine)	-13,57	0	-13,57
Acciaio (lattine)	-1,79	0	-1,79
Rame (cavi)	-4,92	0	-4,92
Vetro	-0,28	0	-0,28
Plastica - HDPE	-1,4	0	-1,4
Plastica - LDPE	-1,7	0	-1,7
Plastica - PET	-1,54	0	-1,54
Cartone ondulato	-0,06	-3,06	-3,12
Carta patinata	-0,01	-3,06	-3,07
Carta per giornali	-0,78	-2,02	-2,8
Carta da ufficio	0,2	-3,06	-2,86
Legno	0,08	-2,53	-2,45
Pannelli truciolari (MDF)	0,06	-2,53	-2,47
Tappeti	-7,18	0	-7,18
Personal Computers	-2,26	0	-2,26
Pneumatici	-6,4	0	-6,4