

Impronta ambientale delle soluzioni di confezionamento del Grana Padano DOP

Luca Gianelli¹, Carlo Proserpio¹, Valentina Castellani¹, Jacopo Famiglietti², Pieter Ravaglia²

¹Politecnico di Milano – Dipartimento di Design

²Politecnico di Milano – Dipartimento di Energia

Email: luca.gianelli@polimi.it

Abstract

Nel presente articolo è stato valutato il profilo ambientale della fase di confezionamento del Grana Padano DOP (approccio dal cancello al cancello), tramite l'applicazione delle Product Category Rules for dairy products, promosse all'interno del programma Environmental Footprint della Commissione Europea. Lo studio fa riferimento a 113 prodotti confezionati, i cui dati sono stati raccolti presso 16 aziende analizzate nel progetto LIFE The Tough Get Going. I prodotti sono stati successivamente clusterizzati in 5 soluzioni di confezionamento. I risultati ottenuti mostrano come processi più impattanti: il consumo di energia (43%, somma dei consumi di elettricità e gas naturale), il packaging primario (32%) e il packaging secondario (11%). Lo studio riporta un'analisi di sensibilità dell'impatto ambientale del packaging primario al variare del database: l'impatto stimato dal database EF 2.0 è inferiore dell'11% rispetto a quello ottenuto da Ecoinvent 3.6.

1. Introduzione

Negli studi di Environmental Life Cycle Assessment (E-LCA) la scelta dei software, dei database, dei metodi di caratterizzazione e dei fattori di normalizzazione e pesatura degli impatti rappresentano fattori rilevanti al fine di determinare risultati affidabili (Song et al., 2018) e confrontabili (Bach et al., 2018). Per armonizzare queste scelte e rendere gli studi LCA maggiormente paragonabili, la Commissione Europea (CE) ha sviluppato il database EF 2.0 (European Commission, 2018a) all'interno della metodologia per il calcolo della Environmental Footprint (European Commission, 2013).

L'obiettivo del presente articolo è confrontare il profilo ambientale di 5 soluzioni di confezionamento rappresentative del formaggio Grana Padano DOP (GP) e condurre un'analisi di sensibilità sull'importanza dei datasets scelti per modellare il packaging primario, utilizzando i database EF 2.0 ed Ecoinvent 3.6 (Wernet et al., 2016).

Il GP si contraddistingue nel mercato per l'eterogeneità dei formati (porzionato, grattugiato, scaglie, cubetti, julienne, ecc.) e delle masse (da minimo 5 g a massimo 19 kg) in cui è confezionato. I dati e i risultati dell'articolo provengono dal progetto LIFE 16 ENV/IT/000225 –The Tough Get Going (Politecnico di Milano, 2017).

2. Metodo

Il presente capitolo descrive la metodologia utilizzata e riporta i confini del sistema, l'unità funzionale, il metodo di allocazione e le categorie di impatto ambientale indicati dalle Product Category Rules (PEFCR Dairy) for dairy products (EDA et al., 2018) e nei documenti di supporto (Zampori & Pant, 2019). Il metodo di impatto utilizzato è EF 2.0; i datasets impiegati appartengono al

database EF 2.0, disponibili in European Commission (2018b), ed in particolare nei nodi Thinkstep, Quantis, Ecoinvent e RDC.

2.1. Confini del sistema

La Figura 1 mostra i confini tecnici del sistema analizzato con approccio dal cancello al cancello. I dati di attività sito-specifici sono stati raccolti solamente per la fase di confezionamento.

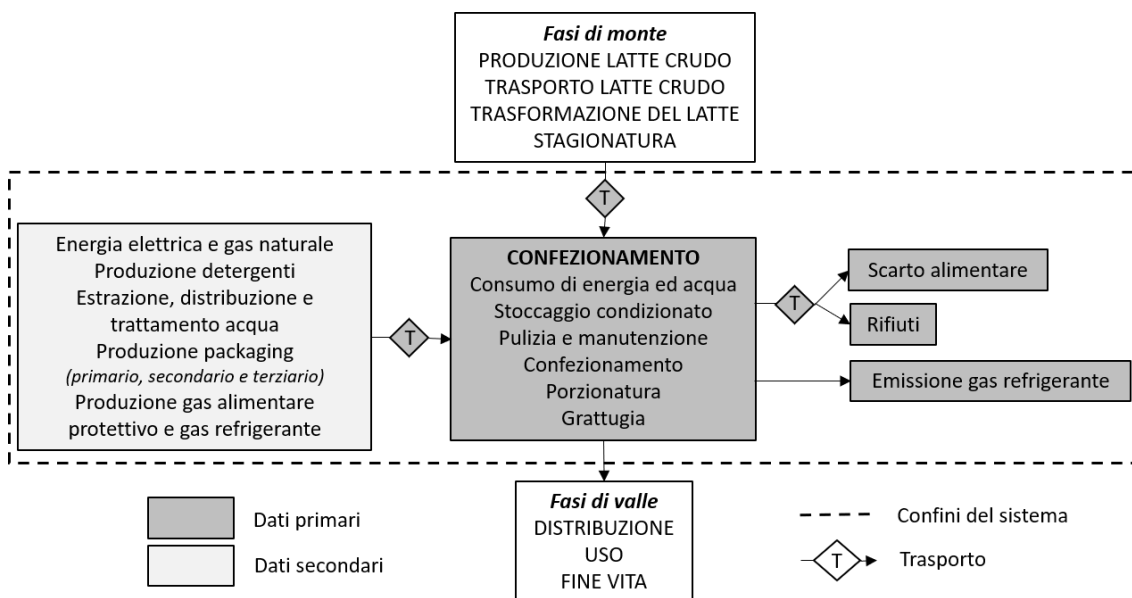


Figura 1. Confini del sistema considerati.

2.2. Unità funzionale

L'unità funzionale è il confezionamento di 1 kg di GP con un contenuto del 67,5% di sostanza secca (come definito nel Disciplinare di Produzione).

2.3. Metodo di allocazione

Per la ripartizione di consumi e materie prime, l'allocazione è stata effettuata applicando le PEFCR Dairy, considerando la massa di sostanza secca di GP destinata al confezionamento e la quantità di scarto di formaggio se venduto come coprodotto (ad esempio, riutilizzato nella filiera zootecnica).

2.4. Categorie di impatto ambientale

Il profilo ambientale delle 5 soluzioni di confezionamento è stato valutato considerando le 16 categorie di impatto del metodo EF 2.0 (Fazio et al., 2018): tossicità per gli esseri umani, effetti cancerogeni e non cancerogeni; impoverimento delle risorse idriche, delle risorse fossili, delle risorse minerali e metalliche; formazione di ozono fotochimico; acidificazione; riduzione dello strato di ozono; radiazioni ionizzanti per la salute umana; eutrofizzazione terrestre, dell'acqua dolce e marina; particolato e smog provocato dalle emissioni di

sostanze inorganiche; utilizzo del suolo; ecotossicità dell'acqua dolce; cambiamento climatico.

Per il calcolo degli impatti caratterizzati è stato impiegato il tool Look@LCI (versione 1.0) (JRC, 2018), mentre per l'analisi di sensibilità il software SimaPro (versione 9.0).

3. Raccolta dati

I dati raccolti sono relativi agli anni 2016 e 2017. Solo in assenza dei dati primari sono stati impiegati i dati secondari suggeriti nelle PEFCR Dairy o in alternativa la media aritmetica dei valori raccolti presso gli altri confezionatori. La raccolta dati è stata condotta presso 16 confezionatori abilitati dal Consorzio di Tutela del Grana Padano alla porzionatura e/o alla grattugia del GP e riguarda 113 prodotti confezionati (in media 7 per stabilimento).

A causa delle caratteristiche aziendali, i consumi (energetici, di gas refrigeranti ed alimentari, idrici e di detergenti) sono stati attribuiti in modo uniforme fra i prodotti confezionati da una medesima azienda.

I dati riferiti alla quantità di packaging primario sono stati raccolti specificatamente per ciascun prodotto valutato. La raccolta dati è stata effettuata sia consultando le schede tecniche che pesando i campioni forniti dai confezionatori.

4. Rielaborazione dei dati

Nel presente paragrafo è ricapitolata la procedura relativa alla clusterizzazione e rielaborazione dei dati raccolti, ed è esposta la procedura di calcolo dei dati di attività del packaging primario.

I 113 prodotti confezionati sono stati clusterizzati in 5 soluzioni di confezionamento ritenute rappresentative:

- a. porzionato nel film con gas alimentare protettivo (7 prodotti). Massa media GP 0,29 kg;
- b. porzionato nel film termoretraibile sottovuoto (51 prodotti). Massa media GP 2,75 kg;
- c. porzionato nella vaschetta rigida con gas alimentare protettivo (10 prodotti). Massa media GP 0,20 kg;
- d. porzionato nella vaschetta flessibile sottovuoto (9 prodotti). Massa media GP 0,34 kg;
- e. scrostato nella busta con o senza zip con gas alimentare protettivo (36 prodotti). Massa media GP 0,47 kg.

Definite le 5 soluzioni rappresentative, i dati raccolti presso gli stabilimenti sono stati mediati aritmeticamente, al fine di elaborare i dati utili a determinare il profilo ambientale di ciascuna soluzione. La media aritmetica è stata effettuata su due livelli: i) a livello di confezionatore (media annuale fra 2016 e 2017); ii) a livello di soluzione (media fra i prodotti appartenenti allo stesso cluster).

I 113 packaging primari esaminati hanno evidenziato una notevole variabilità in termini di composizioni materiche dei multistrati plastici, masse, spessori e grammature di ciascuno strato, provenienza e quantità di rifiuti (sfridi) generati nelle operazioni di taglio e imbustamento. Al fine di modellizzare adeguatamente il materiale che compone il packaging primario, garantendo al tempo stesso conformità alle PEFCR Dairy, due aspetti si sono rivelati particolarmente critici:

- il numero limitato dei datasets EF 2.0. Il GP è confezionato in packaging primari ad alta barriera protettiva e composti da multistrati polimerici differenti. L'unico dataset EF 2.0 disponibile, adatto al caso studio, è *Packaging film, High barrier PE/EVOH/PE {EU-28+EFTA} | raw material production, extrusion, blowing, flattening | single route, at plant | grammage: 0.066 kg/m² outer, 0.042 kg/m² inner; thickness: 135 μm (outer film: 90 μm, inner film: 45 μm) | LCI result (UUID: 3bc4d696-e1ed-4ac8-b275-0630500e976c)*, impiegato nel presente articolo indipendentemente dalla composizione polimerica;
- il calcolo dei dati di attività. Il dataset EF 2.0 utilizzato richiede un dato di attività di superficie (in m²), ma a parità di area due confezioni possono avere masse, spessori, grammature e conseguenti impatti ambientali diversi. Per poter modellizzare adeguatamente tali differenze è stata applicata la seguente formula, al fine di ricavare il dato di attività di superficie in m² ($S_{packaging}$) a partire dal dato di massa ($m_{packaging}$) riferita a 1 kg di GP:

$$S_{packaging} = \frac{m_{packaging}}{\gamma_{dataset\ EF\ 2.0}} \quad (1)$$

con $\gamma_{dataset\ EF\ 2.0} = 108 \frac{g}{m^2}$, pari alla grammatura presente nel dataset EF 2.0 (somma delle grammature dei due strati). Questa formula garantisce una relazione lineare fra la superficie e la massa del packaging primario (fattore che include sia lo spessore, sia la grammatura degli strati della confezione) e un impatto ambientale direttamente proporzionale alla massa.

In Tabella 1 sono riportati i dati di attività per la fase di confezionamento per ciascuna soluzione, identificata dalla lettera riportata nell'elenco precedente.

Tabella 1. Dati di attività per la fase di confezionamento, riferiti a 1 kg di Grana Padano DOP, per le 5 soluzioni.

Processo	a	b	c	d	e
Trasporti [tonkm]	1,21E-01	7,96E-02	1,67E-01	9,28E-02	1,12E-01
Packaging primario [m ²]	1,52E-01	1,16E-01	1,09E+00	4,00E-01	3,69E-01
Packaging secondario [kg]	4,62E-02	3,89E-02	7,20E-02	4,56E-02	8,11E-02
Film estensibile [m ²]	1,49E-02	1,62E-02	1,64E-02	1,43E-02	1,95E-02
Pallet [pezzo]	2,40E-04	2,40E-04	2,40E-04	2,40E-04	2,40E-04
Gas alimentare – CO ₂ [kg]	2,64E-02	0,00E+00	5,00E-02	0,00E+00	4,78E-02

Gas alimentare – N ₂ [kg]	2,04E-02	0,00E+00	5,09E-02	0,00E+00	5,61E-02
Gas refrigerante [kg]	4,69E-06	2,41E-06	5,26E-06	3,40E-06	4,28E-06
Acqua [kg]	1,77E+00	2,04E+00	1,91E+00	2,74E+00	2,54E+00
Elettricità [kWh]	2,43E-01	2,44E-01	2,66E-01	2,43E-01	2,70E-01
Gas naturale [MJ]	1,65E+00	1,08E+00	1,25E+00	1,46E+00	1,72E+00
Detergenti [kg]	1,07E-04	2,67E-04	1,30E-04	8,24E-05	1,05E-04
Sfrido del packaging primario [kg]	1,87E-03	2,28E-03	4,54E-02	1,65E-02	3,00E-03
Scarto alimentare [kg]	2,64E-03	6,56E-03	5,02E-04	1,49E-03	7,29E-04

5. Risultati di impatto ambientale

Gli impatti ambientali caratterizzati delle 5 soluzioni di confezionamento sono riportati in Tabella 2, riferiti a 1 kg di GP. La tabella riporta le categorie di impatto che contribuiscono almeno all'80% dell'impatto pesato per ognuna delle 5 soluzioni di confezionamento.

Tabella 2. Impatto ambientale della caratterizzazione per la fase di confezionamento, riferito a 1 kg di Grana Padano DOP, per le 5 soluzioni.

Categoria di impatto ambientale	a	b	c	d	e
Cambiamento climatico [kg CO ₂ eq.]	3,68E-01	2,76E-01	7,13E-01	4,11E-01	5,16E-01
Impoverimento delle risorse fossili [MJ]	6,09E+00	4,69E+00	14,6E+00	7,66E+00	9,68E+00
Impoverimento delle risorse idriche [m ³ d'acqua]	1,40E-01	1,41E-01	2,82E-01	2,08E-01	2,27E-01
Utilizzo del suolo [indice di qualità del suolo]	1,79E+01	1,51E+01	2,86E+01	1,78E+01	3,15E+01
Emissioni di particolato [incidenza di malattie]	7,21E-09	5,81E-09	13,54E-09	7,54E-09	10,77E-09
Tossicità per gli esseri umani, effetti cancerogeni [CTUh]	1,11E-09	0,77E-09	4,31E-09	1,72E-09	2,19E-09

Gli impatti caratterizzati sono stati successivamente normalizzati e pesati. Gli impatti in termini di punteggio singolo di pesatura sono illustrati in Figura 2, dove sono riportati i processi più impattanti relativi al confezionamento.

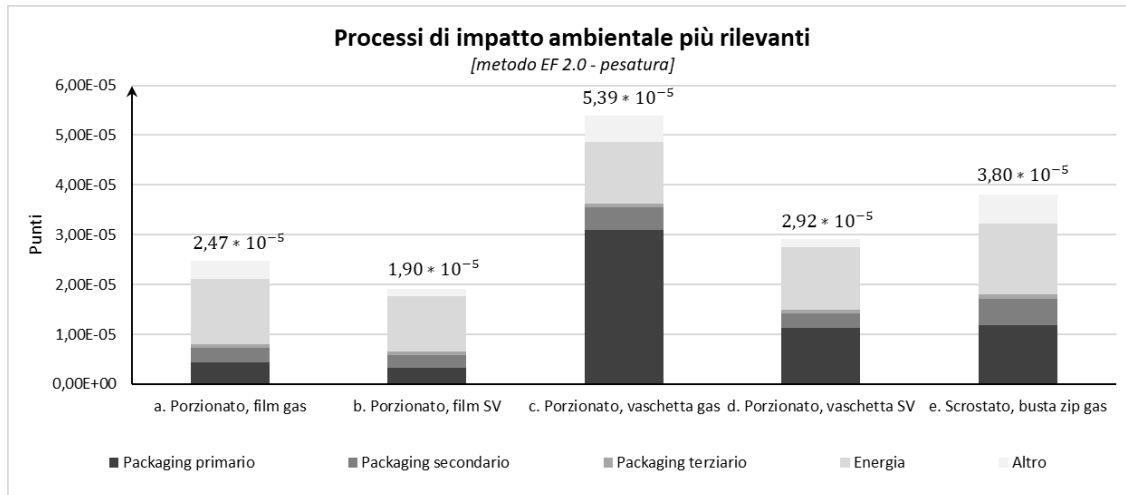


Figura 2. Impatto ambientale della pesatura per la fase di confezionamento, riferito a 1 kg di Grana Padano DOP, per le 5 soluzioni.

6. Analisi di sensibilità

Come si evince dai risultati mostrati in Figura 2, il packaging primario risulta essere il processo più significativo (pari in media al 32%). A tal fine è stata condotta un'analisi di sensibilità sostituendo il database EF 2.0 con il database Ecoinvent 3.6, utilizzando datasets specifici che rappresentassero i materiali di composizione degli strati dei packaging primari e le relative lavorazioni.

I 113 packaging primari sono stati modellizzati utilizzando il dato di attività in massa di ogni singolo strato, ricavato tramite le seguenti formule:

$$\alpha_i(h_i, \delta_i) = \frac{h_i * \delta_i}{\sum_{i=1}^N h_i * \delta_i} \quad (2)$$

$$m_i = \alpha_i(h_i, \delta_i) * m_{packaging} \quad (3)$$

con:

$m_{packaging} = \sum_{i=1}^N m_i$, massa totale di un packaging primario ed m_i massa di ogni strato i-esimo.

$h_{packaging} = \sum_{i=1}^N h_i$, spessore totale di un packaging primario ed h_i spessore di ogni strato i-esimo.

$\delta_{packaging} = \sum_{i=1}^N \delta_i$, grammatura totale di un packaging primario e δ_i grammatura di ogni strato i-esimo.

α_i , parametro percentuale direttamente proporzionale allo spessore (h_i) e alla grammatura (δ_i) dello strato i-esimo.

N , numero di strati di diverso materiale che compongono un packaging primario.

Il valore m_i ricavato rappresenta il dato di attività utilizzato per determinare il profilo ambientale del packaging primario con il database Ecoinvent 3.6. Nelle schede tecniche dei packaging primari, dove non fossero disponibili né informazioni relative agli spessori né alle grammature dei diversi strati, è stata

ipotizzata una distribuzione uniforme della massa fra gli strati. Qualora fosse disponibile solo un dato fra spessore e grammatura per gli strati coinvolti, è stato calcolato il coefficiente α_i in funzione del solo dato disponibile.

Gli strati di adesivo, inchiostro e la barriera per la permeazione dei gas esterni sono stati trascurati, in quanto il loro impatto risulta meno rilevante dei materiali che costituiscono il packaging primario (Kliaugaitė & Staniškis, 2013), registrando valori inferiori di spessore e grammatura. Inoltre, sono stati esclusi dall'analisi anche il rifiuto generato nelle operazioni di confezionamento e il suo smaltimento, il trasporto dal fornitore allo stabilimento di confezionamento e la chiusura zip (per la soluzione "e"), per potersi concentrare esclusivamente sui materiali della confezione. L'esito dell'analisi di sensibilità è illustrato in Tabella 3, riferito al packaging primario necessario a confezionare 1 kg di GP.

Tabella 3. Analisi di sensibilità dell'impatto ambientale del punteggio singolo di pesatura, relativo al packaging primario delle 5 soluzioni, per il confezionamento di 1 kg di Grana Padano DOP.

Database	Unità di misura	a	b	c	d	e
EF 2.0	Punti	4,31E-06	3,29E-06	3,09E-05	1,13E-05	1,03E-05
Ecoinvent 3.6	Punti	5,03E-06	4,02E-06	2,72E-05	1,18E-05	1,28E-05

7. Discussione e conclusioni

Fra le 16 categorie di impatto ambientale valutate, le due che maggiormente contribuiscono al valore di punteggio singolo di pesatura, come media aritmetica fra le 5 soluzioni di confezionamento, sono il cambiamento climatico (in media 38%) e l'impovertimento delle risorse fossili (in media 33%). Come mostra la Figura 2, i tre processi più rilevanti risultano: l'energia (in media 43%, somma dei consumi di elettricità e gas naturale), il packaging primario (in media 32%) e il packaging secondario (in media 11%). Sempre dalla Figura 2 si deduce che la soluzione di confezionamento del GP a maggior impatto risulta il porzionato nella vaschetta rigida con gas alimentare protettivo (soluzione "c"), con un impatto 2,8 volte maggiore della soluzione meno impattante (il porzionato nel film termoretraibile sottovuoto, soluzione "b").

Dall'analisi di sensibilità sul packaging primario si evince che il dataset utilizzato per rappresentare i materiali dei diversi packaging primari, conforme alla PEF ma meno rappresentativo dei materiali della confezione, sottostima l'impatto ambientale per 4 soluzioni di confezionamento su 5 (in termini di punteggio singolo di pesatura). L'unica soluzione il cui impatto ambientale risulta maggiore quando calcolato utilizzando il dataset EF 2.0 è il porzionato nella vaschetta rigida con gas alimentare protettivo (soluzione "c"). In media, l'impatto ambientale calcolato utilizzando il database EF 2.0 è inferiore dell'11% rispetto a quello calcolato utilizzando Ecoinvent 3.6. Considerando che l'impatto ambientale del packaging primario risulta l'1% circa rispetto all'impatto dell'intera filiera del GP (analizzata nel progetto LIFE TTGG), la semplificazione proposta dalle PEFCR Dairy risulta accettabile in ottica dalla culla alla tomba. Il valore ottenuto risulta leggermente maggiore rispetto ai risultati di Barrucand (2016) e Berlin (2002), ma decisamente minore rispetto al risultato ottenuto da Fromageries BEL SA (2016).

Nel caso in cui si esegua uno studio con l'obiettivo di confrontare varie soluzioni di confezionamento, l'attuale limitatezza dei datasets EF disponibili non consente di differenziare le performance ambientali dei diversi materiali. Pertanto risulterebbe utile ampliare il database, al fine di consentire un confronto appropriato fra le tipologie di packaging primario adottate per i prodotti alimentari, considerando anche il ruolo del packaging nella riduzione dello spreco alimentare.

Bibliografia

- Bach, V., Lehmann, A., Görmer, M., & Finkbeiner, M. (2018). Product environmental footprint (PEF) pilot phase-comparability over flexibility? *Sustainability*, *10*(2898). <https://doi.org/doi:10.3390>
- Barrucand, F. P. (2016). Product Environmental Footprint Supporting Study Beurre ECHIRE - AOP Poitou-Charentes. *European Commission*.
- Berlin, J. (2002). Environmental life cycle assessment (LCA) of Swedish semi-hard cheese. *International Dairy Journal*, *12*, 939–953.
- EDA, ACTALIA, ACE, ADEME, BEL group, CGDD, Constantia Flexibles, CLS, CNIEL/ATLA, Danone, DMK GROUP, FEVE, Fonterra, FrieslandCampina, IDF, IDELE, REWE Group, Q. (2018). Product Environmental Footprint Category Rules for Dairy Products. *European Commission*.
- European Commission. (2013). Raccomandazione della Commissione del 9 aprile 2013 relativa all'uso di metodologie comuni per misurare e comunicare le prestazioni ambientali nel corso del ciclo di vita dei prodotti e delle organizzazioni. *Gazzetta Ufficiale Dell'Unione Europea*, 2010.
- European Commission. (2018a). *Metodo EF 2.0*. European Commission. <https://eplca.jrc.ec.europa.eu/LCDN/developerEF.xhtml>
- European Commission. (2018b). *Nodi EF*. European Commission. <https://eplca.jrc.ec.europa.eu/LCDN/contactListEF.xhtml>
- Fazio, S., Castellani, V., Sala, S., Schau, E. M., Secchi, M., Zampori, L., & Diaconu, E. (2018). Supporting information to the characterisation factors of recommended EF Life Cycle Impact Assessment method. *European Commission*. <https://doi.org/10.2760/671368>
- Fromageries BEL SA. (2016). Product Environmental Footprint Supporting Study Babybel. *European Commission*.
- JRC. (2018). *LOOK@LCI*. European Commission. <https://eplca.jrc.ec.europa.eu/LCDN/developer.xhtml>
- Kliaugaitė, D., & Staniškis, J. K. (2013). Comparative Life Cycle Assessment of high barrier polymer packaging for selecting resource efficient and environmentally low-impact materials. *International Journal of Environmental, Earth Science and Engineering*.
- Politecnico di Milano. (2017). *LIFE TTGG*. <http://www.lifettgg.eu/>
- Song, M. L., Fisher, R., Wang, J. L., & Cui, L. B. (2018). Environmental performance evaluation with big data: theories and methods. *Annals of Operations Research*.
- Wernet, G., Bauer, C., Steubing, B., Reinhard, J., Moreno-Ruiz, E., & Weidema, B. (2016). The Ecoinvent database. *Ecoinvent Website*, 1218–1230. <http://link.springer.com/10.1007/s11367-016-1087-8>
- Zampori, L., & Pant, R. (2019). Suggestions for updating the Product Environmental Footprint (PEF) method. *European Commission*, 248. <https://ec.europa.eu/jrc>