



Convegno di Medio Termine dell'Associazione Italiana di Ingegneria Agraria
Belgirate, 22-24 settembre 2011
memoria n.

L'ANALISI ENERGETICA INTEGRATA PER LA FILIERA LATTIERO CASEARIA

V. Giovenzana¹, R. Beghi¹, R. Guidetti¹

(1) Dipartimento di Ingegneria Agraria, Università degli Studi di Milano

SOMMARIO

La sostenibilità ambientale delle filiere agro-alimentari sta diventando sempre più un vero valore aggiunto per le produzioni; il consumatore viene sensibilizzato verso queste tematiche dalle continue sollecitazioni provenienti da una maggiore attenzione alle problematiche ambientaliste ed al loro impatto su tematiche etiche. La ricerca ha evidenziato i problemi che possono emergere nella contabilizzazione dei consumi energetici lungo la filiera lattiero-casearia: partendo dalla filosofia delle metodiche LCA si sono identificati i principali step della filiera produttiva legati alla trasformazione: allevamento, caseificio e punto di vendita. Le analisi condotte hanno evidenziato come spesso ci si trovi di fronte a problematiche diverse non sempre facilmente conciliabili: i dati provenienti dalle valutazioni energetiche hanno necessitato di un attento e specifico processo di normalizzazione avendo a che fare con dati specifici rispetto a parametri diversi ($kWh/t_{latte\ prodotto}$, $kWh/t_{latte\ trasformato}$, kWh/m^2_{pdv}). La contabilizzazione, riferita a casi produttivi (due allevamenti, due caseifici e due punti vendita della GDO) localizzati in Lombardia, ha portato a calcolare i valori di energia elettrica, termica e le emissioni di anidride carbonica. Riferendosi ai dati della produzione di anidride carbonica si è ottenuto un dato complessivo pari a 2,8 $kgCO_2/kg_{formaggio}$ (39% allevamento; 40 % caseificio; 1% GDO). La problematica risulta ancora aperta e oggetto di studio al fine di fornire al consumatore informazioni corrette e sempre più precise che possano essere anche elemento di scelta finale.

Parole chiave: sostenibilità, filiera alimentare, etichetta energetica.

1 INTRODUZIONE

La Comunità Europea ha adottato, sin dal 1996, disposizioni comuni relative all'inquinamento tramite la Direttiva 96/61 (Direttiva IPPC, Integrated Pollution Prevention and Control) successivamente abrogata dalla Direttiva 2008/1 che la riprende e completa, con lo scopo di prevenire e ridurre le emissioni di inquinanti nell'ambiente da varie attività industriali ed agricole. In seguito sono stati redatti una serie di documenti tecnici di riferimento (Commissione Europea, 2006), detti Best Available Techniques Reference Document (BREF), specifici per ogni settore industriale considerato e uno dei quali (Food, Drink and Milk Industries - BREF FDM) relativo all'industria degli alimenti, delle bevande e del latte.

È necessario identificare una metodologia integrata che consenta di “misurare” in maniera trasparente e oggettiva i consumi energetici lungo le filiere produttive agro-alimentari: mentre finora le ricerche in tali settori si sono sempre limitate a valutare “tratti di filiera” specifici, l’innovazione di questo approccio metodologico è quella di identificare i consumi lungo una “filiera integrata” (field to fork) ossia dalle valutazioni di campo fino alla vendita al consumatore finale in maniera tale da poter definire una metodologia per giungere alla certificazione energetica. L’introduzione di una etichetta ecologica di filiera (Green Label) applicata agli alimenti rappresenterebbe uno strumento importante nelle mani del consumatore, che diventerebbe consapevole delle proprie scelte di acquisto anche in termini di impatto ambientale del prodotto. Allo stato attuale esistono realtà in cui un’etichetta energetica è già presente sul mercato alimentare: “Climate Labelling for Food” in Svezia (www.klimatmarkningen.se/in-english), “Carbon Label” in Inghilterra (Edwards-Jones *et al.*, 2009). Entrambi i casi si basano sul metodo LCA (Life Cycle Assessment) per la determinazione dei consumi energetici e delle emissioni di gas serra. Il metodo LCA ha lo scopo di studiare l’intero sistema produttivo (Consoli, 1993). La complessità della procedura di valutazione, l’aggregazione del metodo per gli impatti ambientali dei diversi settori e i calcoli finali degli indici ambientali, sono ancora in fase di dibattito (Brentrup *et al.*, 2004) e spesso oggetto di opportune semplificazioni (Hochschorner & Finnveden, 2003).

Il settore agro-alimentare consuma energia per la coltivazione della materia prima (in corrispondenza di tale fase è opportuno anche considerare la CO₂ fissata durante la vita delle piante), per i processi di trasformazione, per il trasporto di materia prima e del prodotto finito ai punti vendita, per le operazioni di conservazione e per il packaging. In previsione di creare un’etichetta della filiera integrata, ovvero una “Green Label” nella quale ogni attore della stessa ha l’onere del computo dei consumi e delle emissioni di gas serra, è opportuno che esista un metodo trasparente e oggettivo, semplice ma completo. L’applicazione del metodo LCA al settore agro-alimentare è complesso a causa della natura del processo produttivo. Sebbene moderne e tecnologiche aziende possono essere comparate a sistemi industriali, alcuni aspetti peculiari del settore devono essere presi in considerazione. Infatti mentre per il processo produttivo vero e proprio è più facile una comparazione con l’industria in quanto più facilmente controllabile poiché dipende quasi esclusivamente dalle decisioni e dal controllo umani, l’agricoltura potrebbe essere considerata come un’aggregazione di fenomeni naturali e processi industrializzati che possono essere guidati, ma non completamente controllati. Quindi è importante definire un metodo di valutazione in grado di osservare accuratamente sia fenomeni naturali che umani. In passato (Audsley *et al.*, 1997; Blengini & Busto, 2009; Williams *et al.*, 2005), hanno considerato tale problematica. Obiettivo del presente lavoro, pertanto, è stato quello di evidenziare le criticità che emergono in tali studi quando si passa a un caso applicativo. Come *case study* si è adottata la produzione di formaggio, esempio di filiera integrata di notevole importanza per l’ambito nazionale.

2 MATERIALI E METODI

Lo studio è stato condotto analizzando la situazione dei consumi energetici di sei distinte aziende: due allevamenti di vacche da latte, un caseificio per la produzione di formaggio stagionato (Parmigiano Reggiano), un caseificio che produce formaggi

freschi e semi stagionati e due punti vendita della Grande Distribuzione Organizzata (GDO). In Tabella 1 sono indicate le tre fasi previste dall'analisi energetica.

L'ANALISI ENERGETICA	
ANALISI DOCUMENTALE	Raccolta di dati che provengono da bollette elettriche, produttività, consumi idrici e di combustibili, tutti riferiti allo stesso anno solare
ANALISI AZIENDALE	Incontro con personale aziendale in grado di illustrare il processo produttivo, le potenze e tempi di utilizzo di tutte le utenze elettriche e termiche presenti in azienda
OUTPUT	Flow sheet di processo con dati energetici; identificazione e quantificazione dei flussi energetici in entrata e in uscita; disequilibri energetici (punti critici energetici); suddivisione dei consumi tra i reparti; contabilizzazione del "valore energetico" del prodotto ($\text{kWh/t}_{\text{prodotto}}$) e delle emissioni di anidride carbonica ($\text{kg CO}_2/\text{t}_{\text{prodotto}}$)

Tabella 1. Fasi dell'analisi energetica.

I dati elaborati sono stati confrontati con quelli fatturati in bolletta dall'ente erogatore nel periodo di riferimento, a conferma dei dati stimati. La stima di emissione di CO_2 , in relazione all'energia elettrica consumata, è calcolata considerando $0,461 \text{ kg CO}_2/\text{kWh}$ il fattore di emissione valido a livello nazionale per l'anno 2007 (Terna), e rappresenta le emissioni di anidride carbonica necessarie in media in Italia per produrre un kWh di energia elettrica. La stima delle emissioni di CO_2 relativa ai consumi di combustibili è calcolata come da disposizioni comunitarie (Dir. CE 87/2003).

3 RISULTATI

Sommando le emissioni associate ai consumi elettrici e a tutti i combustibili impiegati, si ottiene una stima complessiva che, rapportata alle tonnellate di prodotto, fornisce un indice emissivo specifico ($\text{kg CO}_2/\text{t}_{\text{prodotto}}$), confrontabile con i dati disponibili in letteratura. Per le attività prese in considerazione dalle BAT, si è valutata la corrispondenza tra i consumi elettrici e termici e i dati di riferimento a livello europeo (Tabella 2), con l'intento di verificare se le aziende sono in linea con quanto indicato ed eventualmente individuare gli interventi più opportuni per migliorare l'impiego dell'energia nel processo produttivo.

Documento BAT – Capitolo 3.3.5 – Settore lattiero-caseario	
	$\text{GJ/t}_{\text{latte trasformato}}$
Consumo elettrico	0,08 – 2,9
Consumo termico	0,15 – 4,6
Consumi idrici (l/kg)	1 – 60

Tabella 2. Valori di riferimento BAT per i consumi legati alla lavorazione del latte.

Per poter operare confronti con dati di riferimento derivanti dalle BAT o dalla bibliografia è opportuno utilizzare il medesimo livello di aggregazione dei dati. Nello specifico, per l'allevamento (*Allev. 1 e 2*) è stato possibile effettuare solo un confronto

sui consumi elettrici per capo allevato (kWh/capo al giorno), per il caseificio (*Cas. 1* e *2*) il riferimento è stata la tonnellata di latte trasformato ($\text{kWh}/t_{\text{latte trasformato}}$) e infine, per i punti di vendita della GDO il confronto è stato possibile rapportando l'energia consumata alle dimensioni del punto vendita ($\text{kWh}/\text{m}^2_{\text{pdv}}$). In Tabella 3 sono indicati i valori specifici risultanti da ogni analisi energetica.

Azienda	Valori annuali			Valore specifico			Valore di riferimento		
	MWh _e	MWh _t	kg CO ₂	kWh _e	kWh _t	kg CO ₂	kWh _e	kWh _t	kg CO ₂
Allev. 1	254	316	212.770	77 ■	95 ■	64 ■	Dato mancante		
Allev. 2	160	133	91.580	105 ■	90 ■	60 ■	Dato mancante		
Cas.1	450	2.675	496.830	60 ▲	355 ▲	0,9 ●	22-806 ▲	41,7-1279 ▲	0,32 ●
Cas. 2	104	190	93.550	420 ▲	760 ▲	2,5 ●	22-806 ▲	41,7-1279 ▲	0,32 ●
GDO 1	1.974	400	92.057	617 ◆	125 ◆	29 ◆	Dato mancante		
GDO 2	4.098	615	142.184	820 ◆	123 ◆	28 ◆	Dato mancante		

Tabella 3. Consumi elettrici, termici e delle emissioni di CO₂ riferiti a un anno solare, specifici e di riferimento per le varie aziende analizzate. Le emissioni di CO₂ sono la somma derivante dal consumo elettrico e termico. “■” valore specifico riferito a $t_{\text{latte prodotto}}$; “▲” valore specifico riferito a $t_{\text{latte trasformato}}$; “●” valore specifico riferito a $\text{kg}_{\text{formaggio}}$; “◆” valore specifico riferito a m^2_{pdv} .

Per l'allevamento è stato possibile effettuare solo un confronto sui consumi elettrici per capo allevato. L'allevamento 1 presenta consumi elettrici specifici pari a 1,99 kWh/capo al giorno, mentre per l'allevamento 2 si è ottenuto un valore di circa 2,2 kWh/capo al giorno. I dati riscontrabili in letteratura indicano valori compresi tra 0,8 e 1,6 kWh/capo al giorno: in entrambi i casi, quindi, i consumi specifici risultano leggermente superiori ai valori di confronto (Libri della Regione Piemonte, 2003).

Da sottolineare la differenza tra le unità di misura con cui vengono indicati i dati relativi per la possibilità di un confronto con riferimenti bibliografici.

Per l'allevamento è stato possibile calcolare i $\text{kWh}/t_{\text{latte prodotto}}$ ma in letteratura non esiste alcun riferimento che permetta un confronto. Gli unici dati riscontrati sono riferiti a capo. Per il caseificio invece il confronto con dati presenti in letteratura è stato possibile solo calcolando consumi per tonnellata di latte trasformato ($\text{kWh}/t_{\text{latte trasformato}}$) e non per formaggio prodotto come invece è stato necessario per il confronto tra le emissioni ($\text{kgCO}_2/\text{kg}_{\text{formaggio}}$). Per i punti vendita della GDO invece i dati di consumo ed emissione sono stati indicati in base all'area di vendita (kWh/m^2) anche se in letteratura non esistono. Da notare anche l'ampio range del riferimento, i consumi dei caseifici, affinché un'azienda sia virtuosa in termini di consumi deve rientrare tra 22 e 806 kWh_e (chilowattora elettrici) e tra 47,7 e 1279 per il consumo termico.

Inoltre, l'obiettivo è quello di determinare il costo energetico e l'impatto ambientale della filiera integrata del formaggio e quindi in termini di kWh e kgCO_2 per tonnellata di formaggio prodotto. Per fare ciò è stato necessario effettuare una serie di normalizzazioni che possono essere così riassunte:

- *Allevamenti*: è stato considerato il valore complessivo di latte prodotto in un arco temporale e, considerando la destinazione finale riferita alla tipologia di formaggio, sono state valutate opportune rese (7,5 % per il Parmigiano Reggiano, 15 % per i formaggi freschi);
- *Trasformazioni*: i risultati dell'analisi risultano già congruenti;

- *Punti vendita della GDO*: i dati considerati sono quelli riconducibili all'energia necessaria per la refrigerazione e l'illuminazione dei banchi frigo destinati al formaggio valutando la reale superficie resa disponibile per la vendita e le quantità annuali di formaggio vendute.

Dai valori precedentemente indicati in Tabella 4, e sottoposti a rielaborazione, è stato possibile calcolare i consumi e le emissioni normalizzate alla tonnellata di formaggio prodotto, o venduto nel caso della GDO (Tabella 2.2).

	<i>Consumo elettrico specifico</i>	<i>Consumo termico specifico</i>	<i>Emissioni specifiche (energia elettrica)</i>	<i>Emissioni specifiche (energia termica)</i>
<i>Unità di misura</i>	kWh/t _{formaggio}		kg CO ₂ /t _{formaggio}	
<i>Allevamento</i>	1533	2418	743	360
<i>Caseificio</i>	1791	4762	869	824
<i>GDO</i>	5,3	-	2,6	-
<i>Totale</i>	3329	7181	1615	1184

Tabella 4. Consumi ed emissioni specifiche risultanti dalla normalizzazione rispetto alla quantità di formaggio (prodotta o venduta). Il simbolo “-“ indica il dato mancante.

I consumi energetici associati alla sola produzione di formaggio (Figura 2.2) corrispondono a circa 6,55 kWh/kg, pari a circa 23,58 MJ/kg: questo valore rientra nell'ampio intervallo di confronto per i Paesi europei, presente in letteratura: 2,1 - 68 MJ/kg di formaggio (Xu *et al.*, 2009). I fattori che maggiormente influenzano i consumi ottenuti per i caseifici sono la dimensione della struttura produttiva, la tipologia di formaggio prodotto (presenza o meno nel processo della fase di stagionatura) e la tecnologia impiegata, vista come età dell'impianto, efficienza dei macchinari e tipo di combustibili impiegati.

4 CONCLUSIONI

Sulla base delle osservazioni fatte finora e dei problemi riscontrati nello studio di casi pratici è di fondamentale importanza focalizzare l'attenzione sulle problematiche da risolvere affinché possano essere prese in considerazione e studiate in modo più approfondito.

Le problematiche da affrontare riguardano il computo della CO₂ fissata durante la coltivazione di vegetali che nel settore agro-alimentare costituisce, nella maggior parte dei casi, la materia prima. Sono attualmente in corso diversi studi relativi a tale informazione che affermano l'evidente potenzialità dei frutteti, e delle coltivazioni in genere, nell'assorbire CO₂ atmosferica. La separazione tra il mondo agricolo e quello delle trasformazioni è, a volte, un ostacolo all'integrazione di questi dati.

Il trasporto è una fase piuttosto critica della filiera integrata. Innanzitutto se parliamo di importazioni ed esportazioni si deve considerare il fatto che ogni paese ha propri coefficienti (Terna, 2007) per il computo delle emissioni di CO₂ che devono essere considerate. Esistono studi relativi al computo dell'emissione di gas serra relativi ai

trasporti che valutano il risparmio energetico nel consumare alimenti nazionali piuttosto che importati (Edwards-Jones *et al.*, 2009). Tale fase della filiera integrata è estremamente complessa, inoltre, perché richiede a priori delle stime del bacino commerciale del prodotto. Affinché esista un'etichetta energetica sul packaging del prodotto finale è opportuno che venga definito un metodo comune (standard) semplice rispettato, magari, sotto il controllo di un ente certificatore. E' importante individuare anche il responsabile della redazione dell'etichetta che includa tutti i consumi e le emissioni della filiera integrata analizzata: tale figura potrebbe essere ricoperta dal referente dell'immissione in commercio del prodotto. Altro problema è la mancanza di dati ufficiali per un confronto, per poter valutare la capacità aziendale in termini di impatto ambientale: devono essere incoraggiati anche a livello nazionale studi di bilanci energetici con lo scopo di quantificare questi valori integrati.

Tale lavoro vuole mettere in luce le difficoltà che si incontrano durante il computo del consumo di energia e delle emissioni di CO₂. E' un punto di partenza fondamentale per capire i problemi da risolvere e costituisce un primo apporto ad alcune esigenze che il mercato comincia a nominare. Il raggiungimento dell'obiettivo finale (quantificazione della CO₂ emessa per filiera integrata) è comunque ancora lontano considerando soprattutto il fatto delle diversità tra le filiere agro-alimentari.

BIBLIOGRAFIA

- Audsley, E., Alber, S., Clift, R., Cowell, S., Crettaz, P., Gaillard, G., Hausheer, J., Jolliet, O., Kleijn, R., Mortensen, B., Pearce, D., Roger, E., Teulon, H., Weidema, B., & Zeits, H. Report on Concerted Action AIR3-CT94-2028. Harmonisation of Environmental Life Cycle Assessment for agriculture. European Commission, DG VI Agriculture, Brussels, 103.
- Blengini G.A, Busto M., 2009. The life cycle of rice: LCA of alternative agri-food chain management systems in Vercelli. *Journal of environmental management*, 1997, 90: 1512-1522.
- Brentrup F., Kusters J., Kuhlmann H., & Lammel J. Environmental impact assessment of agricultural production system using the life cycle assessment methodology tailored o crop production. *European Journal of Agronomy*, 2004, 20: 247-264.
- Consoli F., Allen D., Boustead I., Fava J., Franklin W., Jensen A.A., de Oude N., Parrish r., Perriman R., Postlethwaite D., Quay B., Seguin J., & Vignon B. Guidelines for Life-Cycle Assessment: a code of practice. *Society of Environmental Toxicology and chemistry* (SETAC) Brussels, 1993.
- Edwards-Jones G., Plassmann K., York E.H., Hounsome B., Jones D.L., Mila I., & Canals L. Vulnerability of exporting nations to the development of a carbon label in the United Kingdom. *Environmental Science & Policy*, 2009, 12: 479-490.
- Hochschorner E. & Finnveden G. Evaluation of two simplified life cycle assessment methods. *LCA Methodology*, 2003.
- Regione Piemonte – Agrienergia. Il consumo energetico delle aziende agricole: rilevamento, analisi e ottimizzazione, *libri della Regione Piemonte, Agricoltura*, 2003. 15/99.
- Williams, A.G., Audsley, E. & Sandars, D.L. *Final Report to Defra on Project IS0205: Determining the Environmental Burdens and Resource Use in the Production of Agricultural and Horticultural Commodities*. Department of Environment, Food, and Rural Affairs (Defra), London, 2005.
- Xu T., Flapper J., & Kramer K. J. Characterization of Energy Use and Performance of Global Cheese Processing. *Energy*, 2009, 34: 1993-2000.