



UNIONE EUROPEA
Fondo Sociale Europeo



Sintesi della tesi

Sviluppo di un database di Life Cycle Inventory per la realizzazione degli studi di Life Cycle Assessment (LCA) sulla filiera alimentare della pasta **Dottorando: Serena Masini**

L'elaborato finale dal titolo "Sviluppo di un database di Life Cycle Inventory per la realizzazione degli studi di Life Cycle Assessment (LCA) sulla filiera alimentare della pasta", sviluppato all'interno del percorso di ricerca nel triennio 2017-2020 nell'ambito del Programma Operativo Nazionale FSE-FESR Ricerca e Innovazione (PON RI 2014-2020, Asse prioritario I "Investimenti in Capitale Umano" - Azione I.1), sviluppa una banca dati di inventario per realizzare gli studi di Life Cycle Assessment della pasta. La ricerca condotta è stata espletata sia in ambito accademico, sia in ambito aziendale, sia all'estero. In particolare, è stato svolto un periodo di studio e ricerca presso imprese (6 mesi, da novembre 2017 ad Aprile 2018 presso il Pastificio Granoro di Bari) e un periodo di studio e ricerca all'estero (6 mesi, da novembre 2018 ad Aprile 2019 presso l'IRTA di Barcellona.)

Partendo dall'analisi del settore agroalimentare europeo e italiano, l'elaborato approfondisce nel capitolo 1, lo strumento LCA, disciplinato dalle ISO 14040 e 14044, e la sua applicazione alle filiere agroalimentari. Negli ultimi anni, lo strumento LCA ha, infatti, trovato ampia diffusione, con l'obiettivo di individuare metodi di produzione e consumo alimentari sostenibili e di supportare il processo decisionale ambientale attraverso l'identificazione degli impatti ambientali durante i cicli di vita dei sistemi agroalimentari. In particolare, è stata condotta un'analisi di review degli studi di LCA applicata alla filiera del grano, al fine di comprendere come la comunità scientifica abbia affrontato le problematiche metodologiche della Food LCA e di verificarne la comparabilità, individuare eventuali differenze e relative motivazioni, individuare i punti critici comuni e porre le basi per migliorarne la qualità.

Considerata l'importanza strategica del settore e la sua importanza da un punto di vista nutritivo, nel secondo capitolo, è stata approfondita la filiera produttiva della pasta, analizzando, da un punto di vista merceologico il grano, la semola e la pasta.



UNIONE EUROPEA
Fondo Sociale Europeo



Dall'analisi condotta nei primi due capitoli emerge un quadro degli studi LCA del settore disomogeneo nelle assunzioni che impedisce il confronto dei risultati, sui quali incidono una serie di questioni metodologiche, proprie del settore dei cereali. L'emersione di queste criticità metodologiche permette di evidenziare la necessità di una migliore comprensione delle difficoltà riscontrabili nell'applicazione della metodologia LCA al settore agroalimentare. Tra queste, di primaria importanza, vi è la necessità di ampliare sia la quantità che la qualità delle banche dati di LCA dei sistemi alimentari al fine di ampliare l'accuratezza e la comparabilità degli studi. Numerosi database di LCI sono stati sviluppati negli ultimi anni, ma la maggior parte di essi sono caratterizzati da limiti sulla trasparenza e sono incompleti in quanto prendono in considerazione solo pochi processi, non regionalizzati. Inoltre, le banche dati in uso sono inconsistenti a causa dei differenti approcci e assunzioni utilizzate. Ciò può comportare a conclusioni e interpretazioni ambigue. Inoltre, tutti i database attualmente sviluppati per il comparto agroalimentare sono tutti di provenienza estera, limitando l'analisi di LCA dei prodotti agroalimentari italiani, come è il caso della Pasta. Accanto a questo, gli attuali database agroalimentari presentano ulteriori limiti dovuti a: presenza di dati di inventario relativi a pochi processi non rappresentativi della produzione in oggetto; mancanza di informazioni che rappresentino la variabilità dei dati di inventario; presenza di dati relativi a processi riferiti a pochi paesi.

A fronte di tali ragioni, nel capitolo 3, è stata costruita una banca dati italiana sulla pasta, che intende superare tutti questi limiti, attraverso una puntale raccolta dei dati rappresentativi della situazione produttiva italiana e mediante la revisione della letteratura. Per la costruzione della banca dati è stata definita una metodologia chiara e coerente, basata su una raccolta dati differenziata per zona di produzione e su di una serie di analisi statistiche, coprendo l'intera filiera: dalla coltivazione del grano duro alla fase di smaltimento dei rifiuti alimentari. Nel dettaglio, per la fase agricola è stato adottato un approccio metodologico che combina una serie di dati statistici (rese, superficie, produttività), attraverso la consultazione di dati statistici regionali ISTAT, con quelli descritti nei disciplinari di produzione. Per le fasi di trasformazione della semola e della pasta, sono state individuate le principali aziende nazionali di trasformazione e sono stati individuati i relativi dati di impianto e di produzione attraverso la consultazione dei dati ufficiali, come quelli, ad esempio, dichiarati nelle dichiarazioni



UNIONE EUROPEA
Fondo Sociale Europeo



ambientali, redatte in conformità al Reg. CE n. 1505/2017 (EMAS). Per la fase di distribuzione sono state considerate le vendite del prodotto finito (espresso in tonnellate) con destinazione nazionale e quelle destinate ai paesi esteri che rappresentano la destinazione di almeno l'80% delle vendite del prodotto specifico. Per le vendite in Italia è stato assunto che vengono effettuate su strada con camion, calcolando la distanza dal cancello alla/e piattaforma/e logistica di destinazione, mentre per le vendite estere è stato considerato che, per quei paesi non collegati da rotte terrestri, il trasporto venga effettuato via camion dal cancello dell'azienda al porto più vicino, via mare dal porto di origine al porto di destinazione e via terra dal porto alla capitale del paese esportatore. Per la fase d'uso sono stati presi in considerazione due aspetti: il trasporto a casa del consumatore e la fase di uso domestico. Per la fase di smaltimento dei rifiuti, sono stati utilizzati i dati sullo smaltimento dei rifiuti nell'UE-28 sulla base della banca dati Eurostat che contiene statistiche sul "Trattamento dei rifiuti [env_wastrt]". Si riporta di seguito il database sviluppato: per la fase agricola, in Tabella 1 sono riportati i sedici inventari regionalizzati, in Tabella 2 è riportato l'inventario nazionale e in Tabella 3 i quattro inventari esteri; per la fase industriale di trasformazione due inventari nazionali sono riportati in Tabella 4 e in Tabella 5, rispettivamente, l'inventario della semola e l'inventario della pasta; per la fase distributiva è riportato, in Tabella 6 l' inventario nazionale; in Tabella 7 è riportato l'inventario della fase d'uso ed, infine, in Tabella 8 è riportato l' inventario per la fase di smaltimento dei rifiuti.



Tabella 1: Inventari regionalizzati relativi alla coltivazione del grano duro in 1 ha

Regione	Carburante kg/ha	Olio lubrificante kg/ha	Fertilizzanti Azotati kg/ha	Fertilizzanti Fosfatici kg/ha	Carbendazima (L/ha)	Fenpropimorf (L/ha)	loxinil (L/ha)	Bromoxinil (L/ha)	Mecoprop-P (L/ha)	Resa produttiva (kg/ha)
ABRUZZO	57,09	1,20	110	60	2,5	1	1,1	1,4	5	3.749
BASILICATA	56,31	1,18	110	60	2,5	1	1,1	1,4	5	2.986
CALABRIA	56,29	1,18	110	60	2,5	1	1,1	1,4	5	2.698
CAMPANIA	55,93	1,18	130	115	2,5	1	1,1	1,4	5	2.990
EMILIA ROMAGNA	53,78	1,13	160	70	2,5	1	1,1	1,4	5	6.117
LAZIO	55,69	1,17	130	115	2,5	1	1,1	1,4	5	2.890
LOMBARDIA	52,98	1,11	140	60	2,5	1	1,1	1,4	5	5.690
MARCHE	57,09	1,20	130	115	2,5	1	1,1	1,4	5	4.240
MOLISE	57,09	1,20	110	60	2,5	1	1,1	1,4	5	3.070
PIEMONTE	54,67	1,15	155	60	2,5	1	1,1	1,4	5	4.310
PUGLIA	54,28	1,14	110	60	2,5	1	1,1	1,4	5	2.951
SARDEGNA	55,98	1,18	75	50	2,5	1	1,1	1,4	5	2.665
SICILIA	56,12	1,18	160	60	2,5	1	1,1	1,4	5	2.760
TOSCANA	56,51	1,19	170	100	2,5	1	1,1	1,4	5	3.131
UMBRIA	57,09	1,20	160	60	2,5	1	1,1	1,4	5	4.884
VENETO	52,96	1,11	160	60	2,5	1	1,1	1,4	5	6.052

Per validare e valutare la coerenza dei dati inseriti nel database, soprattutto per quelli collegati alla fase agricola, è stato eseguito un test sul bilancio di azoto che consiste nel bilanciare gli apporti e le asportazioni di azoto avvenuti nella coltura del grano, attenendosi alle dosi standard di fertilizzazione, contemplate nei disciplinari regionali di produzione integrata.



Tabella 2: Inventario nazionale medio relativo alla coltivazione del grano duro in 1 ha

Carburante kg/ha	Olio lubrificante kg/ha	Fertilizzanti Azotati kg/ha	Fertilizzanti Fosfatici kg/ha	Carbendazima (L/ha)	Fenpropimorf (L/ha)	loxin il (L/ha)	Bromoxinil (L/ha)	Mecoprop-P (L/ha)	Resa produttiva (kg/ha)
55,62	1,17	132,5	72,81	2,5	1	1,1	1,4	5	3.824

Tabella 3: Inventari esteri relativi alla coltivazione del grano duro in 1 ha

Paese	INPUT									OUTPUT			
	Fertilizzanti azotati N (kg/ha)	Fertilizzanti potassici (K ₂ O/ha)	Fertilizzanti fosfatici (kg P ₂ O ₅ /ha)	Isoprotruron (kg/ha)	MCP A - sodium salt (kg/ha)	Glyphosate (kg/ha)	Azoxystrobin (kg/ha)	Propiconazole (kg/ha)	Chlormequat (kg/ha)	Carburante (MJ)	Elettricità	Grano	Paglia
Kazakistan	10,6	4,8		0,065	0,06	0,05	0,02	0,025	0,025	2390		1140	640
Canada	50	6,75	22,6	0,13	0,12	0,11	0,04	0,05	0,05	4789	65	3140	1760
Stati Uniti	70	25,5	13,8	0,13	0,12	0,11	0,04	0,05	0,05	4789	64	3080	1720
Australia	72	30,5	2,5	0,13	0,12	0,11	0,04	0,05	0,05	4789	64	1970	1100

Tabella 4: Inventario relativo alla produzione di 1 t di semola

A. Output	Unità	Dati medi
1. Semola	t	1
2. Crusca	t	0,38
3. Farine	t	0,50
4. Granotto	t	0,30
B. Input		
1. Grano duro	t	1,44
2. Acqua	L	30
3. Energia Elettrica	kWh	70



Tabella 5: Inventario relativo alla produzione di 1 t di pasta

<u>A.Output</u>	Unità	Dati medi
1. Pasta	t	1
2. Scarto Fresco	t	0,008
3. Scarto Secco	t	0,007
<u>B. Input</u>		
1. Semola	t	1,059
2. Acqua	L	300
3. Energia elettrica	kWh	143,6
4: Energia termica	MJ	700
5. Film da imballaggio	t	0,009
6. Cartone da imballaggio	t	0,033
7. Rifiuti da film in plastica	t	0,0010
8. Rifiuti da cartone	t	0,0019

Tabella 6: Inventario relativo alla distribuzione di 1 t di pasta

<u>A.Output</u>	Unità	Dati medi
1. Pasta	t	1
<u>B. Input</u>		
1. Trasporto su camion	tkm	849
2. Trasporto su nave	tkm	1.227

Tabella 7: Inventario relativo alla fase d'uso di 1 t di pasta

<u>A.Output</u>	Unità	Dati medi
1. Pasta	kg	1
<u>B. Input</u>		
1. Trasporto in macchina	personkm	0,133
2. Energia per la cottura	kWh	1,30
3. Acqua	L	1



Tabella 8 Inventario relativo alla fase di smaltimento di 1 t di pasta

<u>A.Input</u>	Unità	Dati medi
1. Rifiuti alimentari	t	1
<u>B. Output</u>		
1. Incenerimento	t	0,32
2. Trattamento di recupero	t	0,67
3. Discarica	t	0,01

Il database sviluppato risultata essere coerente con metodologia PEF (Product Environmental Footprint - PEF) e le relative PEFCR. La PEF è una metodologia armonizzata per il calcolo dell'impronta ambientale dei prodotti basata sull'approccio del ciclo di vita. L'obiettivo della PEF è quello di porre le basi per una migliore riproducibilità e comparabilità dei risultati diminuendo la flessibilità delle scelte metodologiche e aumentando la comparabilità dei prodotti. Le PEFCR 3.0 sviluppate per la pasta secca rappresentano una guida tecnica dettagliata e completa e forniscono requisiti metodologici coerenti per l'intera LCA. Tuttavia, esse evidenziano alcuni limiti riscontrabili nella valutazione dell'impronta ambientale. Uno di questi è la mancanza di informazioni dettagliate sulla produzione di grano e semola. Spesso i produttori di pasta non hanno il controllo delle materie prime e non hanno sufficientemente accesso ai dati primari. Il database del presente lavoro di ricerca è stato sviluppato avendo accesso a diversi dati primari, nonché ad una serie di informazioni sul suolo e le condizioni pedoclimatiche in cui avviene la coltivazione del grano.

Nel capitolo 4 è stato utilizzato il database sviluppato per la determinazione del profilo ambientale degli Spaghetti Dedicato, prodotto finale della filiera certificata "Dedicato" di Granoro, partner del progetto di ricerca. L'analisi di inventario è stata condotta principalmente adottando gli inventari del database, anche se in alcuni casi, avendo pieno accesso ai dati primari aziendali, sono stati utilizzati dati di inventario differenti, come per la fase agricola, per il packaging del prodotto e per la fase distributiva. In particolare, per la fase agricola, si è costruito un inventario dettagliato per ciascun agricoltore facente parte della filiera certificata. La fase di valutazione degli impatti ha messo in



UNIONE EUROPEA
Fondo Sociale Europeo



evidenza come le fasi del ciclo di vita più critiche, da un punto di vista ambientale, siano quella agricola e quella d'uso. Lo studio di LCA condotto ha rappresentato, per l'azienda, una leva strategica sia in un'ottica di miglioramento delle performance aziendali e di conseguimento di risparmi sui costi attraverso l'ottimizzazione del ciclo di produzione e quindi della produttività delle risorse, sia per l'ottenimento futuro di certificazioni ambientali di prodotto (come ad esempio la Dichiarazione Ambientale di Prodotto EPD - Environmental Product Declaration che potrebbe rafforzare l'immagine dell'azienda e l'impegno verso la sostenibilità nei confronti dei consumatori.

La banca dati italiana sulle fasi del processo produttivo della pasta sviluppata ha consentito, non solo di determinare il profilo ambientale, di una specifica produzione, ma è stata impiegata per effettuare altre tipologie di analisi, come quella sviluppata nel capitolo 5, che riguarda la determinazione del profilo ambientale della coltivazione del grano duro in Italia e la determinazione di un profilo energetico della coltura del grano duro.

Per l'aggiornamento dei dati del database sviluppato in questo lavoro di ricerca e per quelli di futura costruzione relativi ad altre filiere agroalimentari strategiche nazionali, potrebbe essere interessante, attraverso la ricerca, studiare l'applicazione degli algoritmi semantici, i quali, attraverso il Natural Language Processing (NPL), tecnica basata sui Machine Learning, stanno sempre più perfezionando la capacità di trasformare i dati in conoscenza.

In particolare, l'applicazione di tali strumenti avrebbe considerevoli vantaggi potendo estrarre informazioni utili da una moltitudine di dati ed estrapolare il significato corretto anche in presenza di contaminazione di lingue differenti.

Attraverso l'inserimento di "dati di addestramento", tali algoritmi consentirebbero l'aggiornamento automatico dei dati, accrescendone la qualità