

ALMA MATER STUDIORUM

UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Scuola Di Scienze

Corso di Laurea Magistrale in Analisi e Gestione dell'Ambiente

**L'impronta ambientale dei servizi:
il caso della ristorazione scolastica**

Tesi di Laurea in Sistemi Di Gestione Ambientale, Di Politica ed
Economia Ambientale

Relatrice

Prof.ssa Serena Righi

Presentata da:

Silvia Salomoni

Correlatore

Dott.ssa Alessandra Zamagni

Sessione III

Anno Accademico 2017/ 2018

Abstract

La metodologia PEF – Product Environmental Footprint, rappresenta il metodo raccomandato dalla Commissione Europea per la quantificazione dell'impronta ambientale di prodotti e servizi, finalizzato a favorirne il confronto, come stimolo alla competitività delle organizzazioni. Nel presente studio tale metodologia è stata applicata e discussa per la prima volta a livello internazionale ad un servizio, in particolare ad un segmento specifico del servizio di ristorazione scolastica svolto da CAMST. Tale studio ha permesso di analizzare e discutere un'applicazione concreta della PEF sui servizi e di validare e fornire input di miglioramento per la Product Environmental Footprint Category Rules (PEFCR) elaborata da ENEA, regole specifiche per il calcolo dell'impronta ambientale che definiscono nel dettaglio come condurre uno studio PEF per la specifica applicazione. Dopo la definizione degli obiettivi dello studio, che comprendono sia gli obiettivi generali dello studio che quelli specifici del committente, viene descritto nel dettaglio la raccolta ed elaborazione dei dati, la definizione del modello concettuale, la sua realizzazione con il software GaBi e infine l'interpretazione dei risultati. I risultati sono stati discussi in relazione a due principali aspetti. Il primo riguarda l'analisi dei risultati dello studio PEF in relazione agli obiettivi dello studio secondo l'approccio suggerito dalla PEFCR, quindi oltre a testare l'applicabilità della PEFCR sono state individuate le complessità di carattere metodologico fornendo un primo contributo migliorativo alle problematiche identificate. Il secondo aspetto riguarda l'analisi dei risultati adottando un diverso livello di dettaglio che potesse rispondere e fornire supporto alle richieste del committente. A questo proposito sono stati individuati gli aspetti più significativi del servizio su cui mettere in atto azioni strategiche da attuare in ottica di miglioramento del servizio.

INDICE

INDICE DELLE FIGURE	III
INDICE DELLE TABELLE	IV
1. INTRODUZIONE	1
1.1 L'ambiente: una leva per la competitività delle imprese	1
1.2 Gli strumenti operativi per le imprese: il ruolo dell'analisi del ciclo di vita	5
1.3 Verso un mercato unico dei prodotti verdi.....	8
1.4 La metodologia di valutazione dell'impronta ambientale di prodotto – PEF (Product Environmental Footprint).....	11
1.4.1 PEF e LCA	20
2. SCOPO DELLA RICERCA	32
3. MATERIALI E METODI DELLA RICERCA.....	33
3.1 Il contesto della ricerca: il progetto LIFE EFFIGE	33
3.2 Approccio metodologico	35
3.3 Impostazione dello studio	42
3.3.1 Obiettivi dello studio	42
3.3.2 Campo di applicazione	42
3.3.3 Compilazione dell'inventario.....	48
3.4 Costruzione del modello PEF: elaborazione dei dati e loro modellazione	48
3.4.1 Preproduzione.....	49
3.4.1.1. Produzione del cibo e relativo packaging	49
3.4.1.2. Trasporto del cibo al CEDI	56
3.4.1.3. Stoccaggio nel CEDI.....	58
3.4.1.4. Trasporto del cibo dal CEDI alla cucina centralizzata.....	59
3.4.1.5. Trasporto diretto fornitore-cucina centralizzata.....	60
3.4.1.6. Rifiuti della fase di preproduzione	61
3.4.2 Produzione.....	62
3.4.2.1. Materiali ausiliari	62
3.4.2.2. Consumi della cucina centralizzata	65
3.4.2.3. Infrastruttura e attrezzatura della cucina	66
3.4.2.4. Rifiuti della fase di produzione	67
3.4.3 Distribuzione	70
3.4.3.1. Trasporto dalla cucina centralizzata alla scuola	70
3.4.3.2. Trasporto dalle scuole alla cucina centralizzata	73
3.4.4 Fase d'uso	73
3.4.4.1. Consumo di acqua, detersivi, elettricità e refluo delle lavastoviglie	74
3.4.4.2 Meal set	75
3.4.4.3. Acqua consumata durante il servizio mensa	77
3.4.5 Fine vita	77

3.4.5.1. Fine vita dei <i>meal set</i>	78
3.4.5.2. Fine vita packaging primario merende.....	78
3.4.5.3. Cibo ed acqua serviti ma non consumati.....	79
4. RISULTATI E DISCUSSIONE	80
4.1 Risultati dello studio PEF e loro interpretazione	80
4.1.1. Individuazione delle categorie di impatto più significative	80
4.1.2. Individuazione delle fasi del ciclo di vita più significative.....	83
4.1.3. Individuazione dei processi più significativi.....	84
4.1.4. Confronto con i risultati riportati in PEFCR.....	85
4.1.5. Identificazione degli aspetti ambientali significativi per il committente	88
4.1.6. Input per PEFCR	91
4.2 Contributo allo stato dell'arte.....	99
4.2.1 Granularità della PEFCR	99
4.2.2. Qualità dei dati	106
4.2.3. Rappresentatività del menù	110
5. CONCLUSIONI	113
Riferimenti bibliografici	116
Riferimenti web.....	117
ALLEGATO I.....	118

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1. Motivazioni della sostenibilità aziendale delle imprese (elaborazione su dati Unioncamere-Report 2018 GreenItaly).....	2
Figura 2. Impatto degli investimenti green sulle performance aziendali (elaborazione su dati Unioncamere-Report 2018 Green Italy).....	3
Figura 3. Performance 2017 delle imprese che hanno investito in prodotti e tecnologie green (elaborazione su dati Unioncamere-Report 2018 Green Italy).....	3
Figura 4. Posizionamento secondo l'indicatore Eco-IS dei paesi membri, al 2017 (Eurostat). 4	
Figura 5. Le quattro fasi di uno studio LCA (Fonte: ISO 2006).....	6
Figura 6. Interdipendenza tra ecosistema, economia e benessere umano (Fonte: Agenzia europea dell'ambiente).	8
Figura 7. Struttura di uno studio PEF.....	16
Figura 8. Logo del progetto Life Effige.....	33
Figura 9. Schema relativo all'approccio metodologico del progetto.....	35
Figura 10. Schema relativo alle tipologie di dati da raccogliere per ogni categoria di dato.	37
Figura 11. Suddivisione in cinque piani del modello concettuale: preproduzione, produzione, distribuzione, uso e fine vita.	39
Figura 12. Organizzazione in piani e livelli del modello concettuale.	40
Figura 13. Le due tipologie di trasporto: diretto (rosso), tramite CEDI (azzurro).....	42
Figura 14. Le sei fasi del ciclo di vita del servizio.....	44
Figura 15. Le fasi e le sottofasi del servizio.	45
Figura 16. Diagramma relativo ai confini del sistema.....	47
Figura 17. Dettaglio di modellazione relativo alla fase di preproduzione.	49
Figura 18. Dettaglio di modellazione della fase di produzione.	62
Figura 19. Dettaglio di modellazione della fase di distribuzione.	70
Figura 20. Schema in merito alla quantità di cibo trasportata.....	71
Figura 21. Dettaglio di modellazione della fase d'uso.	73
Figura 22. Dettaglio di modellazione relativo alla fase di fine vita.	77
Figura 23. In figura sono riportati i contributi di ogni categoria di impatto valutata. La linea tratteggiata rossa indica l'80%.	82
Figura 24. In figura sono riportate le fasi di impatti significative per ogni categoria valutata. La linea tratteggiata rossa indica l'80%.	83
Figura 25. Confronto tra caso studio e PEFCR relativo alle categorie di impatto più significative.....	85
Figura 26. Confronto grafico tra le fasi rilevanti del caso studio e della PEFCR.....	86
Figura 27. In figura sono mostrati i confronti tra caso studio e PEFCR.	87
Figura 28. Livello di dettaglio dei dataset relativi alla categoria degli alimenti.	97
Figura 29. Aggregazione a livello -1 dei dataset.	101

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1. Esempio di UF e flusso di riferimento (Commissione europea, 2013).	21
Tabella 2. Metodo di valutazione degli impatti (PEFCR 6.3).	22
Tabella 3. Indice di qualità dei dati.....	28
Tabella 4. Data Need Matrix (DNM).....	31
Tabella 5. Classificazione, dataset e database della categoria latticini (PEFCR).	50
Tabella 6. Descrizione dei dataset relativi al prodotto “pasta secca” (estratto della PEFCR).	51
Tabella 7. Estratto della PEFCR relativo al packaging primario.	52
Tabella 8. Tipologie di packaging primario non presenti in PEFCR. Per ognuna è stato misurato il peso (kg/ kg di cibo).	53
Tabella 9. Dettaglio estratto dalla PEFCR relativo al packaging 2° e 3°.....	53
Tabella 10. Dati primari e di default della PEFCR relativi al packaging primario.	53
Tabella 11. Estratto tabella PEFCR relativa alla formula CFF.....	54
Tabella 12. Le informazioni relative alla materia prima comprendono: la fornitura (via CEDI o diretta), la categoria a cui è stato assegnato il prodotto, la tipologia di elaborazione, come viene trasportato, il codice di prodotto, il fornitore, se biologico o convenzionale, la quantità, la materia prima e il proxy.....	55
Tabella 13. Esempio di informazioni relative al packaging primario, secondario e terziario specificando la tipologia, la quantità per kg di prodotto e il proxy.	55
Tabella 14. Esempio di eaborazione riassuntiva finale relativa alla categoria latticini.	56
Tabella 15. Quantità (kg) per ogni tipologia di classe (dry, fresh, frozen).....	57
Tabella 16. Mix energetico del CEDI.	58
Tabella 17- Dettaglio idroelettrico.	58
Tabella 18. Sommatoria in kg per ogni tipologia di classe.	59
Tabella 19. Dati primari relativi ai mezzi impiegati per il trasporto.....	59
Tabella 20. Estratto relativo al riepilogo dei mezzi utilizzati nel trasporto diretto fornitore – cucina centralizzata.	60
Tabella 21. Estratto tabella relative ai parametri per l'implementazione della formula CFF...61	61
Tabella 22. Tipologie di materiali ausiliari, peso di default e dataset (PEFCR).....	62
Tabella 23. Estratto del file Excel di raccolta dati.....	63
Tabella 24. Estratto tabella Excel relativa ai detersivi per la pulizia della cucina.	64
Tabella 25. Dati relativi al trasporto dal fornitore al CEDI, stoccaggio nel CEDI e trasporto dal CEDI alla cucina (PEFCR).....	64
Tabella 26. Consumi cucina centralizzata.....	65
Tabella 27. Dati di default relativi all'attrezzatura della cucina e alla infrastruttura (PEFCR). 66	66
Tabella 28. In tabella sono presenti all'interno della colonna “Losses ANNEX B”, le percentuali relative alla perdita per ogni categoria di cibo (PEFCR). Nella colonna successiva sono riportati i kg di rifiuti per ogni categoria.....	67
Tabella 29. Riepilogo sui rifiuti relativi al packaging.	68
Tabella 30. Rifiuti generati dai materiali ausiliari.	69
Tabella 31. Parametri per l'implementazione della formula CFF.	69
Tabella 32. Mezzi di trasporto per la fase di distribuzione.....	70
Tabella 33. Trasporto A/R gastronomico e polistirolo.	73
Tabella 34. Tabella relativa alle scuole materne ed elementari e al numero di pasti serviti in scuole con lavastoviglie.....	74
Tabella 35. Dati relativi alla modellazione per il consumo di acqua, di detersivi, di elettricità e il quantitativo di refluo.....	74

Tabella 36. Dati primari relativi al kit usa e getta.....	75
Tabella 37. Materiali relativi al kit riutilizzabile.....	75
Tabella 38. Pesi relativi ai materiali dei kit riutilizzabili.	76
Tabella 39. Dato relativo al consumo di acqua (PEFCR).	77
Tabella 40. Quantità di materiali costituenti i kit.	78
Tabella 41. Quantità di packaging per la modellazione del fine vita.	78
Tabella 42. Tabella riassuntiva relativa ai kg di cibos ervito e non consumato.....	79
Tabella 43. Valori di normalizzazione per le categorie di impatto del metodo ILCD	81
Tabella 44. Tabella dei risultati normalizzati e pesati.....	81
Tabella 45. In arancione sono evidenziate le categorie che contribuiscono al 90,46% dell'impatto totale.	82
Tabella 46. In tabella sono riportati i contributi percentuali di ogni fase (colorate con colori differenti) per ogni categoria risultata significativa. Il perimetro rosso limita il valore dell'80%.	83
Tabella 47. In tabella i processi più rilevanti sono evidenziati in arancione.	84
Tabella 48. In tabella sono riportati i contributi percentuali dei processi rilevanti per il caso studio e per la PEFCR.....	86
Tabella 49. Lista dei processi analizzati per rispondere alle richieste del committente.	88
Tabella 50. Processi rilevanti sono evidenziati in rosso.	89
Tabella 51. In tabella sono riportati i 38 processi individuati per l'interpretazione dei risultati.	103
Tabella 52. Processi significativi evidenziati in rosso.....	104
Tabella 54. Assegnazione dei valori DQR relativi all'activity data. PEF : precision dei flussi elementary; PAD : precisione activity data; TiR-EF : rappresentatività temporale per I flussi elementary; TiR-AD : rappresentatività temporale per for activity data; TiR-SD : rappresentatività temporale relative ai dataset; TeR-EF : rappresentatività tencologica per i flussi elementari; TeR-SD : rappresentatività tencologica per i datasets; GR-EF : rappresentatività geografica per i flussi elementari; GR-SD : rappresentatività geografica dei dataset.	108
Tabella 53. Tabella relativa all'assegnazione dei valori DQR per la valutazione qualitativa dei dataset. TiR: rappresentatività temporale; TeR: rappresentatività tecnologica; GR: rappresentatività geografica.	108
Tabella 55. GWP degli alimenti selezionati.....	111

1. INTRODUZIONE

1.1 L'ambiente: una leva per la competitività delle imprese

L'economia mondiale è fondata su un intensivo consumo di risorse, il quale, tenendo conto del crescente numero della popolazione e dello sviluppo globalizzato, non è più sostenibile. Le pressioni e i danni provocati dall'attuale modello di sviluppo sul patrimonio naturale del nostro pianeta sono ingenti e insostenibili. È necessario un ripensamento complessivo e radicale di questo modello economico lineare basato sullo sfruttamento di risorse naturali sempre nuove e sulla produzione di scarti una volta consumate.

“Ambiente e sviluppo non sono realtà separate, ma al contrario presentano una stretta connessione. Lo sviluppo non può infatti sussistere se le risorse ambientali sono in via di deterioramento, così come l'ambiente non può essere protetto se la crescita non considera l'importanza anche economica del fattore ambientale. Si tratta, in breve, di problemi reciprocamente legati in un complesso sistema di causa ed effetto, che non possono essere affrontati separatamente, da singole istituzioni e con politiche frammentarie” (Brundtland, 1987)

È necessario quindi adottare un approccio circolare attento al prezioso equilibrio esistente tra ambiente e sviluppo, che permetta di rendere minimi sia l'estrazione che lo sperpero di risorse. La Ellen MacArthur Foundation definisce l'economia circolare come “un'economia pensata per potersi rigenerare da sola. In un'economia circolare i flussi di materiali sono di due tipi: quelli biologici, in grado di essere reintegrati nella biosfera, e quelli tecnici, destinati ad essere rivalorizzati senza entrare nella biosfera” (McDonough e Braungart, 2002).

L'economia circolare può rappresentare un'importante leva per il miglioramento della competitività e per lo sviluppo della *green economy*. La *green economy* nasce dalla presa di coscienza dell'insostenibilità del modello economico lineare e dalla necessità di un cambiamento epocale in grado di fornire soluzioni impegnative ma possibili ai problemi globali contemporanei, sostenendo ridotte emissioni di carbonio e una elevata qualità ecologica. Per fare ciò è necessario anche migliorare la riciclabilità dei prodotti e implementare il mercato delle materie prime seconde e dei prodotti riciclati; investire nella ricerca e nell'ecoinnovazione, ponendo l'attenzione sulla riutilizzabilità dei prodotti, sulla gestione dei sottoprodotti, sulla minimizzazione degli smaltimenti

tramite scarica o incenerimento e sull'adozione di processi industriali sempre più puliti (GreenEconomy, 2017).

Per quel che riguarda le imprese, ciò che ha determinato un importante miglioramento dell'impatto ambientale è stata la necessità di un nuovo modello di sviluppo per i sistemi produttivi. Il raggiungimento di target qualitativi sempre più elevati ha permesso di incentivare il cambiamento e diminuire la pressione antropica legata alla produzione mediante un ripensamento di quest'ultima in un'ottica green (GreenItaly, 2018). Così è venuta a crearsi da parte delle imprese una strategia comunicativa orientata ad una domanda del consumatore più attenta, basata sull'attenzione a differenti temi come: energia pulita, emissioni atmosferiche e riduzione dell'impatto. Il consumatore ha un ruolo molto importante in questo ripensamento del processo produttivo perché "oggi un consumatore su due è disposto a spendere di più per un prodotto 'verde'" (GreenItaly, 2018), ciò fa sì che sempre più imprese puntino su questo fattore per aumentare la propria competitività.

La *green economy* è un importante driver per lo sviluppo. All'interno del Rapporto 2018 della Green Italy viene riportato come l'aumento della competitività delle imprese sia la prima motivazione che le porta ad investire nella sostenibilità. I dati tratti da un'indagine Unioncamere svolta nel 2018 su un campione di 3007 imprese manifatturiere che hanno investito nella sostenibilità confermano come le motivazioni alla base siano principalmente legate alla competitività aziendale (27%), al rispetto delle regole (23%) e al rischio rappresentato dall'inquinamento e dal cambiamento climatico globale (9%) (fig.1).

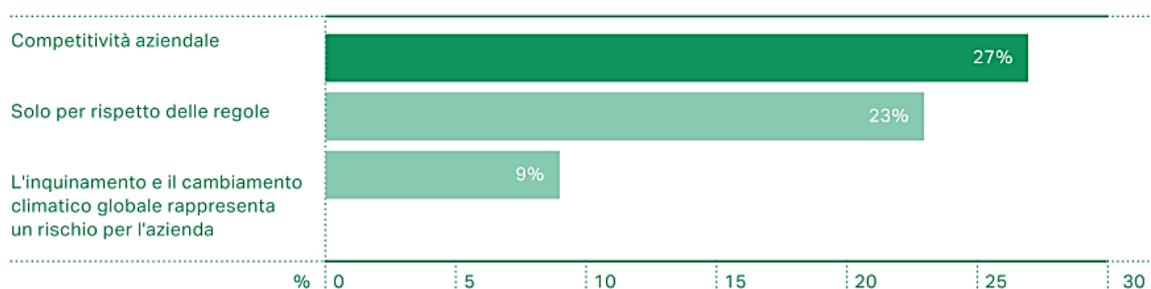


Figura 1. Motivazioni della sostenibilità aziendale delle imprese (elaborazione su dati Unioncamere-Report 2018 GreenItaly).

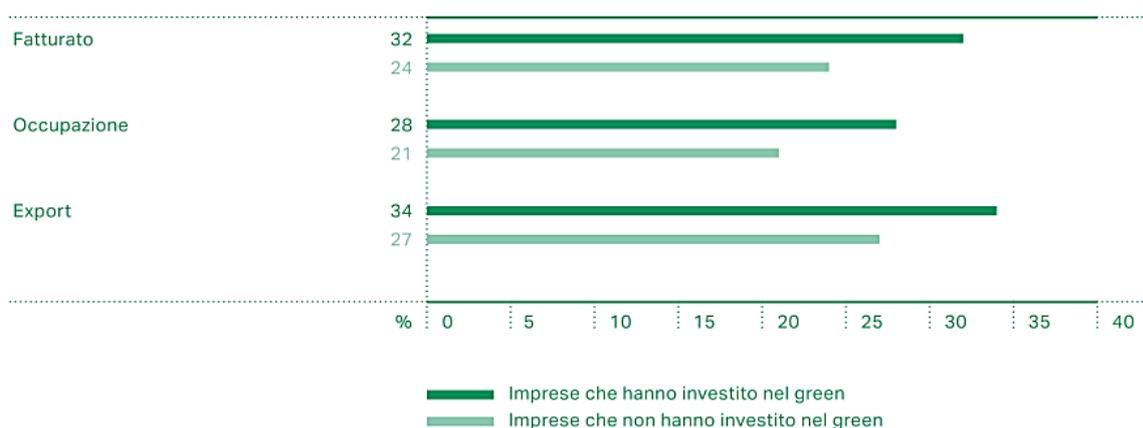


Figura 2. Impatto degli investimenti green sulle performance aziendali (elaborazione su dati Unioncamere-Report 2018 Green Italy).

In figura 2 viene messo in evidenza come le aziende che hanno investito nel triennio 2015-2017 in prodotti e tecnologie green abbiano registrato performance migliori sia dal punto di vista del fatturato, che da quello occupazionale e di export. Per quello che riguarda l'export, il miglioramento della performance del 34% delle aziende rispetto al 27% conferma come nel campo della competitività, la costante richiesta di qualità e innovazione da parte dei mercati internazionali rappresenti un importante stimolo.

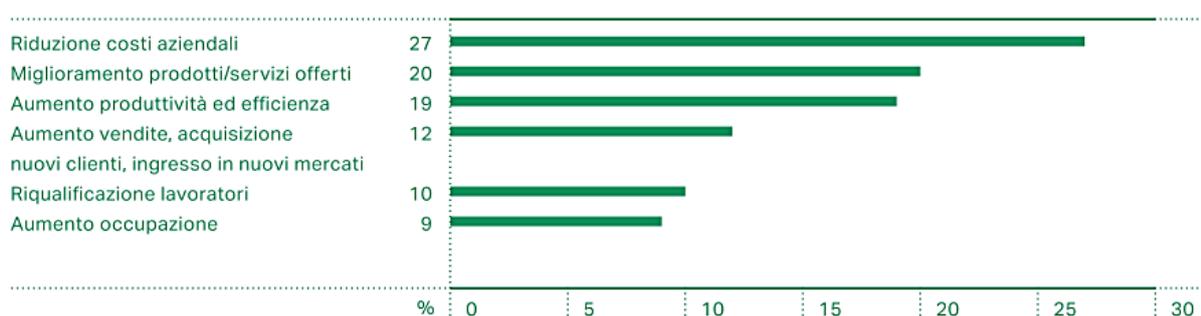


Figura 3. Performance 2017 delle imprese che hanno investito in prodotti e tecnologie green (elaborazione su dati Unioncamere-Report 2018 Green Italy).

All'interno del campione di imprese prese in considerazione, viene messo in evidenza come la green economy consenta miglioramenti importanti in relazione al rinnovamento aziendale (fig. 3). Gli aspetti protagonisti di tale miglioramento sono: riduzione dei costi aziendali dovuti alla migliore efficienza energetica, miglioramento dei prodotti, aumento della produttività, dell'efficienza, delle vendite, dell'occupazione, acquisizione di nuovi clienti e ingresso in nuovi mercati.

Lo stato della green economy viene valutato annualmente dall'organizzazione degli Stati Generali della Green Economy composta da 66 organizzazioni di imprese italiane di green economy in collaborazione con il Ministero dell'Ambiente, con il patrocinio del Ministero Sviluppo Economico e con la Commissione europea. Durante l'appuntamento annuale vengono presentate proposte per l'agenda di policy in modo

tale da inquadrare e trasmettere il tema della green economy a livello governativo. A questo proposito all'interno della Relazione sullo Stato della green economy 2018 viene evidenziato come le dieci scelte di investimento in misure di green economy abbiano portato importanti vantaggi sia dal punto di vista economico relativi ai costi evitati dell'inquinamento e di altri impatti e sia dal punto di vista della promozione dell'innovazione e delle diffusione di buone pratiche e tecniche (Relazione sullo stato della Green Economy, 2018). Le misure evidenziate riguardano: le fonti rinnovabili, la riqualificazione energetica delle abitazioni, la rigenerazione urbana, lo sviluppo di filiere di riutilizzo in ottica di economia circolare, la ricerca in materia ambientale, la riqualificazione del sistema idrico nazionale e del rischio idrogeologico, il rafforzamento dell'agricoltura biologica, la bonifica dei siti contaminati e le misure strategiche per una mobilità sostenibile. All'interno del rapporto viene illustrato come le dieci misure genererebbero cambiamenti positivi sull'economia permettendo inoltre la creazione di nuovi posti di lavoro. L'organizzazione ambientale delle Nazioni Unite (UN Environment), infatti, dichiara come la green economy sia un generatore netto di posti di lavoro. Viene inoltre affrontato il tema dell'ecoinnovazione. Nell'Eco-Innovation Scoreboard, composto da sedici indicatori e utilizzato dall'Osservatorio europeo per la valutazione dell'ecoinnovazione, l'Italia si posiziona al di sopra della media europea ottenendo il settimo posto con un punteggio di 113 rispetto alla media europea di 100 (fig. 4).

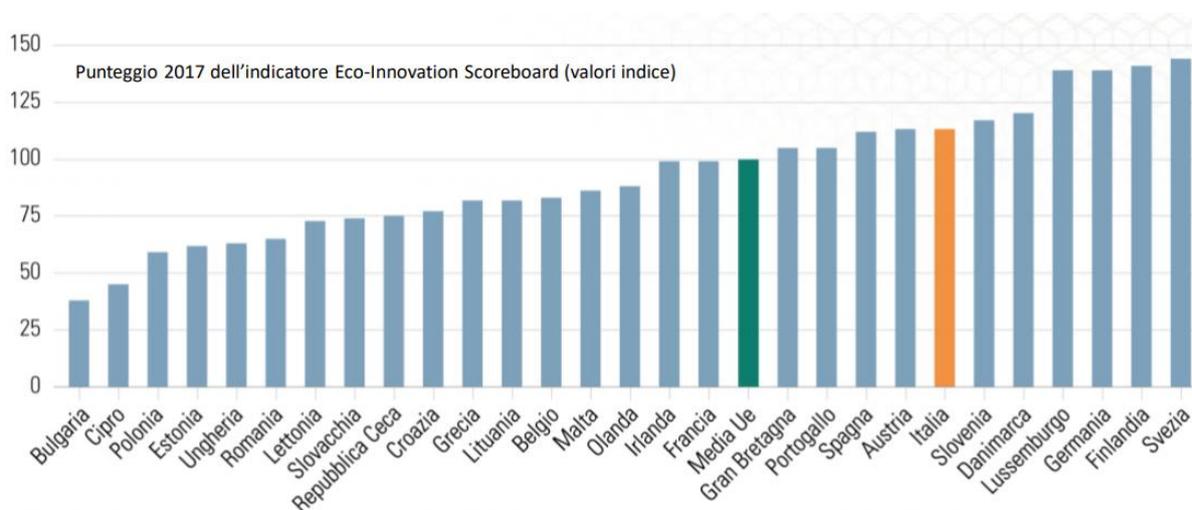


Figura 4. Posizionamento secondo l'indicatore Eco-IS dei paesi membri, al 2017 (Eurostat).

Dal momento in cui è nata la consapevolezza della possibilità di ridurre i propri impatti e contemporaneamente aumentare i profitti, un numero sempre più elevato di aziende ha iniziato ad intraprendere la strada del "green", permettendo di fissare i primi tasselli per una economia globale sostenibile.

1.2 Gli strumenti operativi per le imprese: il ruolo dell'analisi del ciclo di vita

I primi approcci per affrontare le problematiche ambientali vennero utilizzati nel tentativo di rimediare ai problemi esistenti generati nei siti di produzione, e furono definiti "End of pipe". Il limite di questo approccio era quello di concentrarsi solo sulla fase finale dei processi produttivi con l'obiettivo di ridurre le emissioni attraverso tecnologie di abbattimento degli inquinanti. Questa logica di intervento "a posteriori" è oramai superata da un approccio preventivo e inclusivo, denominato "*Life Cycle Thinking*" il quale mira a prevenire le questioni ambientali prima che si verifichi il danno attraverso un'analisi del ciclo di vita di un prodotto/servizio¹. Si tratta di un approccio di sistema, che prende in considerazione l'intero ciclo di vita di un prodotto a partire dall'estrazione delle materie prime, trasformazione in semilavorati e/o prodotti, uso del prodotto e relativo fine vita; quest'ottica di sistema consente di evitare il problema del burden "*shifting*" quindi dello spostamento del problema ambientale da una fase all'altra del ciclo di vita, da un comparto ambientale ad un altro oppure da un'area geografica all'altra. Il "*Life Cycle Thinking*" trova un'applicazione pratica, in relazione alla valutazione dell'impronta ambientale, nella metodologia "*Life Cycle Assessment-LCA*" definita come: "[...] compilazione e valutazione attraverso tutto il ciclo di vita dei flussi in entrata e in uscita, nonché i potenziali impatti ambientali, di un sistema di prodotto." (ISO 14040, 2006).

La rilevanza di tale metodologia risiede principalmente nel suo approccio innovativo che consiste nel valutare tutte le fasi del ciclo vita di un prodotto come correlate e dipendenti.

La metodologia LCA comincia ad essere applicata verso l'inizio degli anni '70 quando a causa della crisi energetica le aziende iniziano ad adottare questa metodologia per la gestione dell'energia. Se da principio l'ambito di applicazione era molto ristretto, con il passare degli anni divenne più articolato e complesso. Negli anni successivi (1970-1990) la mancanza di un framework teorico chiaro e univoco generò una situazione di confusione dovuta all'utilizzo di approcci divergenti e alla scarsa uniformità delle valutazioni che portavano a risultati diversi anche se gli oggetti degli studi erano gli stessi. A causa di ciò, la metodologia sembrava non poter diventare uno strumento analitico accettato.

Gli anni dal 1990 al 2000 furono gli anni dello sviluppo in termini metodologici tramite la standardizzazione che, con il supporto delle attività svolte dalla Society of

¹ In ottica standard ISO 14040, il termine prodotto indica indistintamente prodotti e servizi.

Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC), hanno portato allo sviluppo delle norme ISO (International Standard Organization), aggiornate nel corso degli anni 2000, e rappresentate da:

- ISO 14040:2006 “Gestione ambientale - Valutazione del ciclo di vita – principio e quadro di riferimento;
- ISO 14044:2006 “Gestione ambientale – Valutazione del ciclo di vita – requisiti e linee guida”.

Secondo tali norme, uno studio LCA è articolato nelle seguenti quattro fasi (fig. 5):

1. definizione dell’obiettivo e del campo di applicazione (Goal and Scope Definition). La definizione dell’obiettivo comprende la descrizione delle applicazioni previste, le ragioni per le quali viene svolto lo studio, i destinatari ai quali è rivolto ed inoltre viene specificato se lo studio avrà una funzione comparativa. All’interno invece del campo di applicazione, vengono definite l’unità funzionale, i confini del sistema, i processi coinvolti, i cut-off ed i requisiti di qualità del dato.

2. analisi dell’inventario (Life Cycle Inventory – LCI). Durante tale fase vengono raccolti i dati necessari allo studio, quantificando i flussi in ingresso e in uscita dal sistema.

3. valutazione dell’impatto del ciclo di vita (Life Cycle Impact Assessment – LCIA). Questa fase ha l’obiettivo di valutare e quantificare gli impatti ambientali relativi al sistema considerato. Tale fase è composta da quattro fasi: classificazione e caratterizzazione (obbligatorie), normalizzazione e ponderazione (facoltative).

4. interpretazione dei risultati (Interpretation). Tramite questa fase viene verificato il raggiungimento degli obiettivi posti, formulate conclusioni e ipotesi di miglioramento.

Negli anni successivi alla standardizzazione l’LCA fu protagonista di un importante ampliamento circa il campo di applicazione, tale da diventare un metodo non solo per la valutazione dei prodotti ma anche della sostenibilità, ponendosi come strumento anche per l’analisi della componente economica e -sociale, rispettivamente con le metodologie di Life Cycle Costing (LCC) e Social Life Cycle Assessment (SLCA).

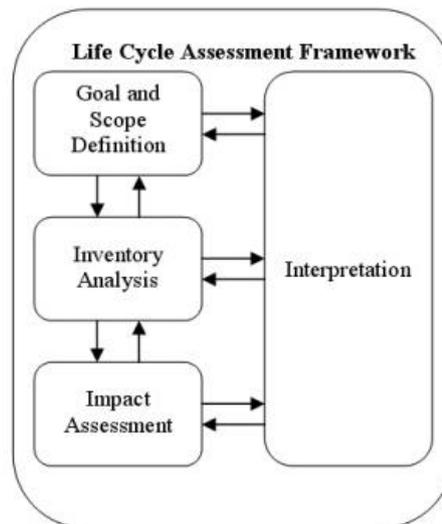


Figura 5. Le quattro fasi di uno studio LCA (Fonte: ISO 2006).

Tramite una valutazione complessiva del ciclo di vita dei prodotti, è possibile ottimizzare non solo i processi all'interno del sistema ma supportare la politica ambientale aziendale e pianificare strategie volte alla riduzione degli impatti del sistema in considerazione. Lo studio del ciclo di vita dei prodotti è anche alla base dello sviluppo di etichette ambientali, come per esempio:

- Eco-Label: è un sistema di etichettatura di tipo I volontaria riconosciuta a livello europeo, basata su un sistema di criteri selettivi costantemente aggiornati che tiene conto degli impatti ambientali del prodotto lungo l'intero ciclo di vita. È necessaria la certificazione da parte di un organismo competente indipendente;
- EPD (*Environmental Product Declaration*): è una dichiarazione ambientale certificata da parte terza, riconosciuta a livello internazionale e fornisce dati ambientali sul ciclo di vita dei prodotti.

1.3 Verso un mercato unico dei prodotti verdi

Nel primo decennio degli anni duemila vengono sviluppate ed adottate dall'Unione Europea numerose iniziative volte a migliorare gli strumenti di politica ambientale. All'interno del documento di conclusioni "Improving environmental policy instruments" (Improving environmental policy instruments, 2010) vengono indicati i progressi ottenuti fino a quel momento sottolineando come gli sforzi fatti non fossero abbastanza. Ciò che viene evidenziata è la necessità di una migliore pianificazione, attuazione e soprattutto integrazione delle politiche esistenti focalizzando l'attenzione sulle principali sfide della politica ambientale. Risulta fondamentale puntare sull'efficacia e la coerenza delle strategie da attuare in sinergia con quelle esistenti, in un contesto di sviluppo sostenibile globale.

I passati modelli di crescita economica sono caratterizzati da un uso intensivo, sconosciuto e poco efficiente delle risorse. L'epoca delle risorse abbondanti è finita mentre la domanda di materie prime, minerali essenziali e metalli continua a crescere. È necessario un cambiamento radicale dell'economia, la promozione di un uso efficiente delle risorse e l'attuazione di un quadro strategico incentrato sull'innovazione. L'Europa tramite iniziative come "Europa 2020" e "un'Europa efficiente nell'impiego delle risorse" inizia ad avviarsi verso questa trasformazione. All'interno di "Resource Efficiency Roadmap" (COM (2011) 57) viene descritta la tabella di marcia per definire gli obiettivi di medio e lungo termine e i mezzi necessari per conseguirli. La trasformazione dell'economia verso un utilizzo efficiente delle risorse presuppone strategie che prendano atto della interdipendenza tra economia, benessere e risorse (fig. 6)

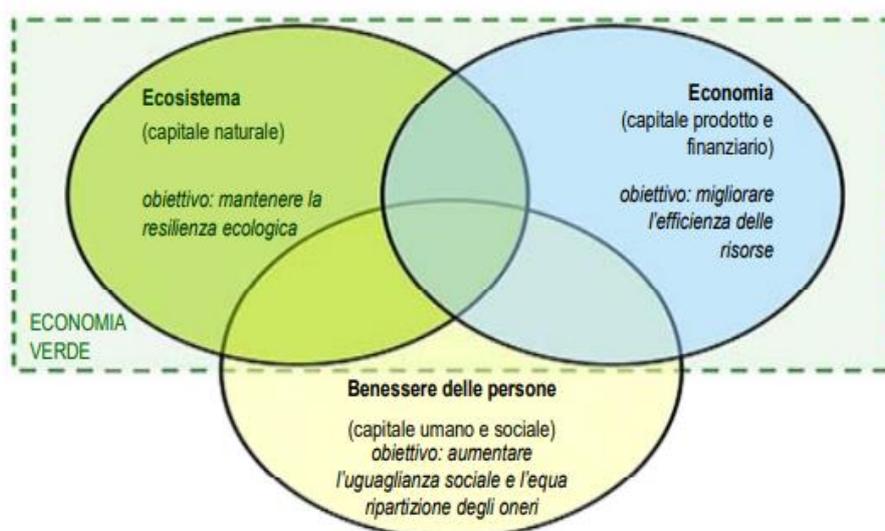


Figura 6. Interdipendenza tra ecosistema, economia e benessere umano (Fonte: Agenzia europea dell'ambiente).

All'interno della tabella di marcia descritta vengono affrontate le sfide più grandi da includere all'interno del quadro d'azione, come ad esempio: la biodiversità, le risorse marine, minerarie e idriche, i suoli, i rifiuti, l'alimentazione, la mobilità. Per ognuno dei temi riportati sono sottolineati i primi passi da compiere con l'obiettivo di fornire una prospettiva stabile per trasformare l'economia. La Commissione Europea invita ad appoggiare e prendere parte a questo progetto reagendo in modo integrato e coerente in quanto la necessità di una molteplicità di strategie deve essere supportata da un'attuazione sinergica delle stesse.

Una successiva iniziativa attuata dall'unione europea è rappresentata da "Costruire il mercato unico dei prodotti verdi" riportata all'interno della comunicazione della Commissione al Parlamento Europeo *"Facilitating better information on the environmental performance of products and organisations"* (COM (2013) 196). "La tabella di marcia verso un'Europa efficiente nell'impiego delle risorse fissa un obiettivo ambizioso per il 2020: incoraggiare adeguatamente i cittadini e le autorità pubbliche a scegliere i prodotti più efficienti dal punto di vista delle risorse, grazie a segnali di prezzo corretti e informazioni chiare in materia ambientale. [...] La presente iniziativa – "Costruire il mercato unico dei prodotti verdi" – rappresenta un passo importante in questa direzione". All'interno di questa comunicazione viene affrontato il problema della definizione di prodotto e organizzazione "verde". I prodotti verdi vengono definiti come "quelli più efficienti sotto il profilo dell'utilizzo delle risorse e meno dannosi per l'ambiente nel loro ciclo di vita". La diffusione sul mercato di questi prodotti consentirebbe di apportare benefici per la società in generale sia in termini di un uso efficiente di risorse e di minor impatto ambientale. Viene quindi sottolineato il problema della presenza di molteplici metodologie eterogenee per la misurazione delle prestazioni ambientali, le quali non garantiscono la piena comparabilità quando vengono utilizzate per confrontare i diversi prodotti/servizi.

"L'attuale proliferazione di metodi e iniziative diversi destinati a valutare e comunicare le prestazioni ambientali generano confusione e una certa diffidenza nei confronti delle informazioni sulle prestazioni ambientali. Tale proliferazione può comportare anche costi supplementari per le imprese, se esse sono tenute a misurare le prestazioni ambientali dei prodotti o dell'organizzazione in base ai diversi metodi in uso presso le autorità pubbliche, i partner commerciali, le iniziative private e gli investitori." (Raccomandazione 179/2003).

Oltre ad apportare possibili costi aggiuntivi per le aziende, questa situazione genera ambiguità intorno al concetto di “green” sia per i produttori che per i consumatori.

Si delinea quindi la necessità di una metodologia robusta e priva di ambiguità interpretative, e riconosciuta come ufficiale per valutare le performance ambientali di un prodotto. Per far fronte a questo problema la comunicazione introduce due metodologie per la misurazione delle prestazioni ambientali dei prodotti e delle organizzazioni e una serie di principi su cui basare la loro comunicazione. La comunicazione è accompagnata da una Raccomandazione (179/2013) relativa all'uso di metodologie comuni per misurare e comunicare le prestazioni ambientali, che incoraggia gli stati membri a utilizzare gli approcci descritti in essa per contribuire a eliminare potenziali ostacoli alla libera circolazione dei prodotti verdi in un mercato unico e garantire un'equa competitività tra le imprese.

In allegato a tale raccomandazione sono pubblicate le due metodologie per misurare le prestazioni ambientali:

- Il metodo di determinazione dell'impronta ambientale dei prodotti (di seguito **PEF – Product Environmental Footprint**) basato sull'LCA, impiegato al fine di calcolare la performance ambientale di un prodotto o di un servizio;
- Il metodo di determinazione dell'impronta ambientale delle organizzazioni (di seguito **OEF – Organisation Environmental Footprint**) il quale utilizza il medesimo approccio per calcolare la performance di una organizzazione.

Considerando in particolare l'ottica del prodotto, la PEF, pur basandosi sulla LCA e sugli standard ISO 14040 e 14044, introduce i requisiti prescrittivi per la gestione di numerosi aspetti metodologici, quali ad esempio:

- una chiara definizione delle categorie che esprimono il potenziale impatto ambientale;
- l'introduzione di prescrizioni minime riguardo alla qualità dei dati;
- istruzioni tecniche più precise per affrontare alcune criticità degli studi LCA, quali la gestione della multifunzionalità, la modellazione dei trasporti, delle emissioni dei gas climalteranti, la gestione del fine vita di un prodotto, l'interpretazione dei risultati.

Di seguito vengono descritte nel dettaglio le caratteristiche del metodo PEF.

1.4 La metodologia di valutazione dell'impronta ambientale di prodotto – PEF (Product Environmental Footprint)

Come riportato precedentemente, la PEF ha un duplice obiettivo: armonizzare il calcolo dell'impronta ambientale dei prodotti, e favorirne il confronto, come stimolo alla competitività. Questa metodologia si basa sull'LCA, e sulle norme ISO di riferimento, ma rispetto all'LCA come definita nello standard e nelle diverse linee guida disponibili, introduce ulteriori specifiche metodologiche. A livello di policy l'importanza strategica dell'adozione della metodologia LCA come strumento scientificamente robusto per supportare il processo decisionale viene riconosciuta già nel Green Paper COM 2001/68/CE e nella COM 2003/302/CE sulla Politica Integrata dei Prodotti. A seguito di questa dichiarazione nel 2005 viene realizzata la “*European Platform on LCA-EPLCA*”, la quale sviluppa strumenti fondamentali come:

- Life Cycle Data Network (LCDN), il quale ha lo scopo di fornire un'infrastruttura utilizzabile a livello globale per la pubblicazione di dati LCA di qualità garantita;
- European reference Life Cycle Database (ELCD), il quale comprende dati di Life Cycle Inventory relativi ai processi più comuni (trasporti, energia, sistemi di gestione rifiuti, materiali);
- International reference Life Cycle Data System (*ILCD Handbook*), il quale consiste in una serie di linee guida che approfondiscono i diversi aspetti della metodologia LCA, integrando il quadro generale fornito dalle ISO 14040 e 14044.

All'interno della Raccomandazione 2013/179/UE vengono riportati i potenziali ambiti di applicazione per la metodologia PEF:

- ottimizzazione dei processi durante il ciclo di vita di un prodotto;
- sostegno alla progettazione del prodotto che riduca al minimo gli impatti ambientali nel corso del ciclo di vita;
- comunicazione delle informazioni relative alle prestazioni ambientali nel corso del ciclo di vita dei prodotti (ad esempio mediante la documentazione che accompagna il prodotto, siti internet e app) da parte delle singole imprese o mediante programmi su base volontaria;
- programmi relativi alle dichiarazioni ambientali, in particolare garantendo una sufficiente affidabilità e completezza delle dichiarazioni;
- identificazione degli impatti ambientali significativi al fine di stabilire criteri per i marchi di qualità ecologica;

- incentivi basati sulle prestazioni ambientali nel corso del ciclo di vita, ove opportuno.

La PEF è stata sviluppata nell'ambito di un'azione pilota iniziata nel 2013 e terminata ad aprile 2018, che ha coinvolto più di duemila stakeholder e oltre 300 aziende (rappresentanti in media il 70% del mercato europeo dei prodotti selezionati) col fine di elaborare regole specifiche per i prodotti coinvolti. Queste regole, denominate Product Environmental Footprint Category Rules (PEFCR), sono regole specifiche di prodotto/servizio che definiscono nel dettaglio come condurre uno studio PEF per la specifica applicazione. Sono analoghe alle Product Category Rules (PCR) definite nel sistema di Dichiarazione Ambientale di Prodotto (EPD), ma si differenziano per due elementi principali:

- maggiore livello di dettaglio e prescrizione;
- maggiore partecipazione delle parti interessate nella definizione delle regole, in quanto sono state redatte con il coinvolgimento di almeno il 51% del mercato.

Le PEFCR, poggiando appunto sulle disposizioni generali dei metodi per il calcolo dell'impronta ambientale, consentono di semplificare in modo importante il lavoro dell'analista, in quanto definiscono: le scelte di modellazione, i dati da utilizzare, gli aspetti ambientali significativi, le tipologie di dati da raccogliere. In questo modo i risultati provenienti da valutazioni distinte saranno maggiormente comparabili all'interno di una determinata categoria di prodotti, indipendentemente da chi le effettua.

La partecipazione alla fase pilota è una azione volontaria degli stakeholder interessati in una specifica categoria di prodotto. Per organizzare e coordinare il lavoro al meglio sono state istituite le seguenti figure:

- **comitato di direzione (steering committee SC):** il suo ruolo è quello di approvare il prodotto rappresentativo per ogni PEFCR sviluppata all'interno dell'azione pilota, monitorare il progresso delle PEFCR, esprimere una opinione sulla seconda bozza delle PEFCR prima dell'inizio del *supporting study* e approvare la PEFCR finale;
- **comitato consultivo tecnico:** il loro compito è quello di dare supporto al comitato di direzione, fornendo, per esempio, consulenza tecnica sui progetti PEFCR, durante la verifica e esprimendo un'opinione sulla PEFCR finale prima dell'approvazione;

- **segreteria tecnica (TS):** è l'organo responsabile della redazione della PEFCR, e anche del mantenimento e della comunicazione di tutte le istruzioni relative alla PEFCR. Ha il compito inoltre di facilitare l'armonizzazione con le PCR esistenti, organizzare le consultazioni fisiche e gestire il forum virtuale. Durante la fase pilota europea il ruolo del segretario tecnico può essere svolto da una unica società, da una ONG, da uno stato membro, da un'istituzione nazionale e internazionale, da una università o un istituto di ricerca. L'opzione migliore è quella secondo la quale il segretariato tecnico è composto da un mix delle organizzazioni appena riportate.
- **helpdesk tecnico:** ha il ruolo di sostenere la Commissione Europea nella revisione di qualsiasi documento rilasciato dalla Segreteria Tecnica (ad esempio il progetto PEFCR o il prodotto rappresentativo), fornire spiegazioni e supporto su fasi specifiche della PEFCR, organizzare sessioni di formazione specifiche durante la fase pilota;
- **forum di consultazione virtuale:** è il ruolo dove vengono resi disponibili tutti i documenti relativi alla fase pilota PEF e alle diverse PEFCR esistenti. Il forum viene gestito dalla Commissione con il coinvolgimento dell'helpdesk tecnico e della segreteria tecnica.

Gli obiettivi della fase pilota erano i seguenti:

- validare il processo di sviluppo delle PEFCR, partendo da quanto già sviluppato nell'ambito di altre iniziative o norme specifiche per settore o categoria, per i gruppi di prodotto selezionati;
- applicare le PEFCRs e monitorarne l'attuazione;
- sperimentare approcci diversi per la comunicazione dei risultati;
- continuare il dibattito politico circa il futuro della PEF.

La fase pilota è costituita da passaggi ben definiti:

1. Analisi delle PCRs esistenti, da cui partire per lo sviluppo di nuove PEFCR;
2. Consultazione pubblica relativa alla definizione dei prodotti rappresentativi: definizione precisa della categoria di prodotto in questione in modo da garantire la comparabilità dei risultati (i prodotti assegnati alla medesima categoria di prodotto sono caratterizzati dalla stessa unità funzionale) e definizione del prodotto rappresentativo che descrive le caratteristiche di un prodotto medio/virtuale venduto sul mercato;
3. Approvazione di ogni pilota da parte della Segreteria Tecnica;
4. Screening: viene eseguita una prima valutazione di impronta ambientale per il prodotto rappresentativo da parte della Segreteria Tecnica. Viene eseguito per individuare le categorie d'impatto, le fasi e i processi più rilevanti del ciclo di vita del prodotto considerato e per eventuali indicazioni sulla qualità dei dati, come base per la definizione delle PEFCR;
5. 1° draft delle PEFCR/OEFSR: sulla base dei risultati dello screening viene preparato un primo draft di PEFCR e si ha una prima consultazione virtuale sulla quale viene successivamente prodotta la seconda bozza del documento;
6. Approvazione del 2° draft: è il documento guida che permette di eseguire gli studi di supporto (supporting studies) della PEFCR;
7. Supporting studies: il profilo di impronta ambientale viene calcolato per almeno 3 prodotti sulla base del 2° draft della PEFCR. Gli studi di supporto della PEFCR hanno l'obiettivo di testare la pertinenza e l'applicabilità della PEFCR, includendo l'identificazione degli impatti ambientali, delle fasi di vita e dei processi più rilevanti. I risultati costituiranno la base per la fase di comunicazione e di verifica;
8. Sperimentazione dei veicoli di comunicazione;
9. Consultazione finale: la PEFCR finale include gli input derivanti dai supporting studies e le osservazioni dei revisori di parte terza;
10. Approvazione da parte del Comitato di direzione.

Questo percorso si è concluso con la pubblicazione di una serie di risultati, tra cui:

- PEFCRs oggetto dell'azione pilota: le PEFCR pubblicate sono relative al settore del *food* (birra, latticini, acqua confezionata, pasta, vino e cibo per animali) e al settore di *manufacturing* (attrezzatura informatica, pitture decorative e pelle);
- Dataset di LCI, conformi ai requisiti di qualità della PEF, per i seguenti settori: mangimi, prodotti chimici, prodotti chimici per vernici, energia, trasporti, packaging, metalli, fine vita, incenerimento, plastica e elettronica;
- Product Environmental Footprint Category Rules Guidance: sono linee guida che in assenza di PEFCR specifiche per il prodotto o l'organizzazione a cui si è interessati, hanno valenza applicativa fornendo indicazioni su come svolgere lo studio di impronta ambientale;
- Moduli di e-learning: sono moduli didattici inseriti all'interno di una piattaforma di apprendimento a distanza. Tramite questi moduli è possibile fare formazione e aiutare le aziende a comprendere l'impronta ambientale e il tipo di informazioni contenute all'interno delle PEFCR.

Nel periodo successivo alla fine della fase pilota dell'impronta ambientale e precedentemente all'eventuale adozione di politiche che attuano le metodologie PEF e l'OEF, viene stabilita una fase di transizione (2019-2021). Durante questa fase le aziende interessate sono invitate a sviluppare nuove PEFCR e ad applicare le PEFCR sviluppate nella fase pilota, applicarle all'interno del loro contesto aziendale in modo tale da testare la loro applicabilità. Infine, un ulteriore obiettivo della fase di transizione è relativo alla definizione di scenari di sviluppo di policy di questo strumento innovativo.

L'esecuzione di uno studio PEF, e i principali requisiti metodologici, vengono definiti nei seguenti documenti principali:

- Raccomandazione 2013/179/UE
- PEFCR Guidance



Figura 7. Struttura di uno studio PEF.

La struttura dello studio PEF ricalca quello di uno studio LCA, come definito negli standard ISO 14040 e 14044, e comprende pertanto le seguenti fasi, come descritto in figura 7: definizione degli obiettivi e del campo di applicazione, analisi del profilo delle risorse e delle emissioni (inventario dei dati in ingresso e in uscita relativi alle diverse fasi del ciclo di vita del prodotto), valutazione dell'impronta ambientale e interpretazione e comunicazione dell'impronta ambientale.

In primo luogo si stabilisce in modo chiaro l'obiettivo dello studio in modo tale che i metodi e i risultati siano coerenti e allineati, al fine di garantire un risultato robusto dello studio PEF. Oltre ad individuare le applicazioni previste per tale studio è importante soffermarsi anche sul grado di profondità e di rigore delle

analisi. Questa prima fase inoltre deve comprendere i motivi per cui si effettua lo studio, i destinatari, se lo studio ha scopi comparativi con altri prodotti o servizi (equivalenza o superiorità di un prodotto rispetto ad un altro prodotto che svolge la stessa funzione), il committente dello studio ed infine l'eventuale procedura di revisione.

Successivamente è necessaria la definizione del campo d'applicazione, il quale deve essere coerente con gli obiettivi definiti e comprenderà: unità funzionale (che verrà approfondita nel capitolo successivo) e flusso di riferimento, confini del sistema, ipotesi e limitazioni. I confini del sistema devono comprendere tutte le fasi, dall'estrazione della materia prima, alla trasformazione, alla produzione, alla distribuzione, allo stoccaggio, all'utilizzo e al trattamento del fine vita del prodotto secondo la catena di approvvigionamento del sistema. Questo approccio viene definito "cradle to grave" in quanto analizza tutte le fasi del ciclo di vita, ossia dalla culla alla tomba. I processi all'interno dei confini del sistema possono essere di due tipologie: *foreground* e *background*. I processi di foreground sono quelli che di norma sono sotto il controllo dell'organizzazione e per i quali è possibile l'accesso ai dati primari; i processi di

background invece non sono di norma sotto il diretto controllo, e vengono rappresentati con dati secondari ricavati dalle banche dati o dalla letteratura.

Durante lo studio possono affiorare delle limitazioni nella realizzazione dell'analisi, le quali fanno sì che si debba rivedere l'impostazione dello studio (ad esempio limitando i confini del sistema o ridefinendo l'obiettivo), oppure che i risultati ottenuti abbiano una validità limitata. Le assunzioni e le limitazioni devono essere comunicate in maniera dettagliata e trasparente all'interno della relazione di studio della PEF.

Una fase molto importante è la compilazione di un inventario del ciclo di vita (espressione utilizzata nella norma 14044) denominato profilo delle risorse e delle emissioni, che comprendente tutti i flussi di materia e di energia sia in entrata che in uscita e le eventuali emissioni nel suolo, in acqua, nell'aria. La compilazione di questo profilo deve essere effettuata seguendo i requisiti della Data Need Matrix descritta approfonditamente nel capitolo successivo.

All'interno di tale matrice sono riportate le situazioni in cui è obbligatoria la raccolta di dati specifici e le situazioni in cui è possibile utilizzare dati generici

- **Dati specifici:** dati per i quali è prevista una raccolta diretta mediante la misurazione presso un impianto specifico o ottenuti tramite questionari o colloqui con i gestori dell'impianto. I dati specifici sono obbligatori per tutti i processi di foreground.
- **Dati generici:** sono dati non basati su misurazioni o questionari ma possono provenire da pubblicazioni, documenti scientifici, precedenti studi LCA, database LCA o da un'altra fonte conforme ai requisiti di qualità del calcolo della PEF. Generalmente questo tipo di dati deve essere utilizzato solo per i processi di background.

All'interno del profilo vengono classificati i flussi come:

- Flussi elementari: *"i materiali o l'energia in entrata nel sistema oggetto di studio che sono stati prelevati dall'ambiente senza alcuna preventiva trasformazione operata dall'uomo, o i materiali o l'energia in uscita dal sistema oggetto di studio che vengono scaricati nell'ambiente senza alcuna ulteriore trasformazione operata dall'uomo"* (ISO 14040:2006, 3.12).
- Flussi non elementari: rappresentano i restanti flussi in entrata che necessitano di operazioni di modellazione per essere convertiti in flussi elementari. La trasformazione in flussi elementari è obbligatoria.

I dati inclusi all'interno del profilo di utilizzo delle risorse e delle emissioni sono i seguenti:

- Acquisizione delle materie prime e dei semi-lavorati: questa fase ha inizio con l'estrazione delle risorse dalla natura e termina quando queste ultime entrano nell'impianto di produzione del prodotto.
- Beni strumentali: rappresentano per esempio i macchinari impiegati, gli edifici e le infrastrutture.
- Produzione: questa fase invece inizia quando i componenti del prodotto entrano nel sito di produzione e termina nel momento in cui il prodotto lascia l'impianto.
- Distribuzione e stoccaggio dei prodotti: i prodotti vengono distribuiti agli utenti finali e immagazzinati. In questa fase bisogna porre l'attenzione sui processi connessi alla distribuzione e allo stoccaggio come per esempio l'utilizzo di carburante, di mezzi refrigerati, l'illuminazione dei magazzini, ecc. Per quanto riguarda la logistica: la modellazione del trasporto comprende la presa in considerazione di: tipo di trasporto, tipo di veicolo e di carburante, tasso di carico, fattore di riempimento, distanze, infrastrutture, risorse e strumenti.
- Fase di utilizzo: inizia nel momento in cui il consumatore prende possesso del prodotto e termina quando quest'ultimo viene gettato per poi essere riciclato o smaltito. Bisogna tenere conto che l'utilizzo di alcuni prodotti è associato al consumo di energia.
- Fine vita: questa ultima fase ha inizio nel momento in cui il prodotto ha terminato la sua funzione da parte dell'utilizzatore finale e diventa un rifiuto, che deve essere opportunamente trattato e smaltito, oppure può essere riciclato e rientrare all'interno del ciclo di vita di un altro prodotto.

La metodologia PEF prevede la valutazione in termini quantitativi dei dati raccolti all'interno del profilo d'uso e una dettagliata gestione del fine vita. Entrambi gli aspetti saranno approfonditi nei capitoli successivi.

Una volta definito il profilo di impiego delle risorse e delle emissioni, viene valutato il potenziale impatto ambientale mediante quattro fasi:

1. Classificazione: in questa fase si classificano i flussi elementari inventariati nel profilo di impiego, ossia ogni flusso elementare viene associato ad una o più categoria di impatto.
2. Caratterizzazione: fase all'interno della quale viene quantificato il contributo di ciascun flusso in entrata e uscita attraverso l'utilizzo di fattori di caratterizzazione

(CF), i quali rappresentano l'intensità dell'impatto di una sostanza rispetto alla sostanza di riferimento per la categoria di impatto ambientale considerata. Il calcolo si effettua tramite una moltiplicazione tra i dati del profilo di utilizzo e i fattori di caratterizzazione pertinenti ad ogni categoria. Tramite questa conversione è possibile sommare tutti i contributi all'interno della stessa categoria al fine di ottenere una singola misura espressa con l'unità di misura della sostanza di riferimento.

3. Normalizzazione: attraverso la normalizzazione è possibile confrontare i risultati delle diverse categorie d'impatto ambientale in quanto resi adimensionali dalla moltiplicazione con i fattori di normalizzazione (per esempio gli impatti di un cittadino EU in un anno).
4. Ponderazione: questa fase ha lo scopo di facilitare l'interpretazione e la comunicazione dei risultati dell'analisi. I risultati dell'impronta ambientale vengono moltiplicati per dei fattori di ponderazione che rispecchiano l'importanza relativa di ogni categoria. I fattori di ponderazione sono stati sviluppati recentemente dalla Commissione Europea ma non sono ancora stati implementati all'interno degli strumenti utilizzati per l'analisi.

La normalizzazione e la pesatura in uno studio PEF non possono essere utilizzati per comunicare i risultati dello studio, ma vengono utilizzate nell'ultima fase del procedimento di valutazione dell'impronta ambientale che prevede l'interpretazione dei risultati. Mediante queste fasi è possibile individuare le categorie di impatto, le fasi di vita e i processi più significativi.

La fase di interpretazione verrà approfondita nel capitolo successivo.

1.4.1 PEF e LCA

La metodologia PEF, come riportato precedentemente, si basa sull'analisi del ciclo di vita ma è caratterizzata da alcuni aspetti tecnici che fungono da ulteriori elementi di guida rispetto alla ISO 14040 e 14044. Fornendo queste prescrizioni tecniche è possibile diminuire l'arbitrarietà presente nelle scelte caratterizzanti uno studio LCA; dove non sempre è univoca la modalità con la quale affrontare alcuni aspetti della modellazione. Per far sì che sia possibile confrontare prodotti appartenenti alla stessa categoria è necessaria una guida rigida che riduca al minimo le interpretazioni soggettive e le scelte in fase di modellazione da parte dell'analista. A questo proposito la PEF vuole essere una metodologia riproducibile ed armonizzata, e fornisce requisiti tecnici specifici su una serie di elementi, tra i quali:

- **Definizione dell'unità funzionale**
- **Metodo di valutazione degli impatti**
- **Interpretazione**
- **Gestione della multi-funzionalità nelle situazioni di riciclo e recupero energetico**
- **Requisiti di qualità del dato**

Definizione dell'unità funzionale

Un sistema prodotto può avere numerose funzioni possibili e la funzione scelta per lo studio dipende dall'obiettivo. Una volta scelta la funzione è necessario individuare l'unità funzionale che soddisfi la funzione scelta. La norma ISO 14040 definisce l'unità funzionale come "la prestazione quantificata di un sistema di prodotto da utilizzare come unità di riferimento in uno studio di valutazione del ciclo di vita". Per poter definire la funzione in modo completo e non ambiguo, la PEF identifica i seguenti aspetti da valutare:

- **"What"**: la funzione o il servizio fornito;
- **"How much"**: la quantità necessaria per assolvere la funzione;
- **"How long"**: la durata del prodotto o del servizio;
- **"How well"**: il livello di qualità previsto.

Occorre inoltre determinare un adeguato flusso di riferimento il quale rappresenta la quantità di prodotto necessario per soddisfare la funzione definita, che tenga conto anche della durata del prodotto/servizio.

Nella tabella 1 è riportato un esempio di definizione dell'UF e del flusso di riferimento per un ipotetico studio di valutazione del ciclo di vita di una T shirt (tratto dalla Raccomandazione 2013).

Tabella 1. Esempio di UF e flusso di riferimento (Commissione europea, 2013).

Cosa	T shirt (misure S, M, L) in poliestere
Quanto	Una T shirt
Per quanto tempo	Per 5 anni
Livello di qualità	Da indossare una volta la settimana lavare in lavatrice a 30°
Flusso di riferimento	160 g di poliestere

Metodo di valutazione degli impatti

La valutazione degli impatti secondo la metodologia PEF prevede i medesimi quattro step dello standard ISO: classificazione, caratterizzazione normalizzazione e ponderazione. La normalizzazione e la pesatura vengono utilizzate solamente al fine di supportare l'interpretazione dei risultati. Il metodo raccomandato dalla PEF per la valutazione degli impatti è il metodo ILCD, come definito all'interno del documento "*Recommendations for Life Cycle Impact Assessment in the European context ILCD Handbook (2011)*". Attualmente il metodo è stato aggiornato ma non è al momento disponibile all'interno degli strumenti di calcolo. Il metodo ILCD consiste di 16 categorie di impatto per le quali è indicato il metodo di caratterizzazione midpoint raccomandato dalla Commissione Europea. I metodi raccomandati e i fattori di caratterizzazione sono classificati in base alla loro qualità in tre livelli (riportati in tabella 2 con il termine "*robustness*"):

- **Livello 1:** raccomandato e soddisfacente
- **Livello 2:** raccomandato, ma alcuni miglioramenti sono necessari
- **Livello 3:** raccomandato, ma da applicare con cautela

Infine la lista dei fattori di normalizzazione e di pesatura aggiornati è disponibile nell'allegato A della PEFCR Guidance v 6.3 ma attualmente anch'essi come il metodo, non sono disponibili all'interno degli strumenti di calcolo.

Tabella 2. Metodo di valutazione degli impatti (PEFCR 6.3).

Impact category	Indicator	Unit	Recommended default LCIA method	Source of CFs	Robustness
Climate change²⁰	Radiative forcing as Global Warming Potential (GWP100)	kg CO ₂ eq	Baseline model of 100 years of the IPCC (based on IPCC 2013)	EC- JRC, 2017	I
Ozone depletion	Ozone Depletion Potential (ODP)	kg CFC-11 eq	Steady-state ODPs as in (WMO 1999)	EC- JRC, 2017	I
Human toxicity, cancer*	Comparative Toxic Unit for humans	CTUh	USEtox model (Rosenbaum et al, 2008)	EC- JRC, 2017	III/int erim
Human toxicity, non-cancer*	Comparative Toxic Unit for humans	CTUh	USEtox model (Rosenbaum)	EC- JRC,	III/int erim
Particulate matter	Impact on human health	disease incidence	PM method recommended by UNEP 2016	EC- JRC, 2017	I
Ionising radiation, human health	Human exposure efficiency relative to U ²³⁵	kBq U ²³⁵ eq	Human health effect model as developed by Dreicer et al. 1995 (Frischknecht et al, 2000)	EC- JRC, 2017	II
Photochemical ozone formation, human health	Tropospheric ozone concentration increase	kg NMVOC eq	LOTOS-EUROS model (Van Zelm et al, 2008) as implemented in ReCiPe 2008	EC- JRC, 2017	II
Acidification	Accumulated Exceedance (AE)	mol H ⁺ eq	Accumulated Exceedance (Seppälä et al. 2006, Posch et al, 2008)	EC- JRC, 2017	II
Eutrophication, terrestrial	Accumulated Exceedance (AE)	mol N eq	Accumulated Exceedance (Seppälä et al. 2006, Posch et al, 2008)	EC- JRC, 2017	II
Eutrophication, freshwater	Fraction of nutrients reaching freshwater end compartment	kg P eq	EUTREND model (Struijs et al, 2009) as implemented in ReCiPe	EC- JRC, 2017	II
Eutrophication, marine	Fraction of nutrients reaching marine end compartment (N)	kg N eq	EUTREND model (Struijs et al, 2009) as implemented in ReCiPe	EC- JRC, 2017	II
Ecotoxicity, freshwater*	Comparative Toxic Unit for ecosystems (CTUe)	CTUe	USEtox model, (Rosenbaum et al, 2008)	EC- JRC, 2017	III/int erim
Land use	Soil quality index ²² Biotic production Erosion resistance Mechanical filtration Groundw.replenish	Dimension kg biotic kg soil m ³ water m ³ groundw.	Soil quality index based on LANCA (Beck et al. 2010 and Bos et al. 2016)	EC- JRC, 2017	III
Water use[#]	User deprivation potential	m ³ world eq	Available Water Remaining (AWARE)	EC- JRC, 2017	III
Resource use, minerals and metals	Abiotic resource depletion (ADP ultimate reserves)	kg Sb eq	CML 2002 (Guinée et al., 2002) and van Oers et al. 2002.		III
Resource use, fossils	Abiotic resource depletion – fossil fuels (ADP-fossil)	MJ	CML 2002 (Guinée et al., 2002) and van Oers et al. 2002	EC- JRC, 2017	III

Interpretazione dei risultati

Una delle fasi più importanti dello studio PEF è rappresentata dall'interpretazione dei risultati. In questa fase vengono identificati le categorie di impatto, le fasi del ciclo di vita, i processi e i flussi diretti più rilevanti del sistema analizzato. Questa identificazione permette all'azienda di intervenire per un eventuale miglioramento del prodotto individuando quelle parti del sistema su cui concentrare la propria attenzione per migliorare la performance ambientale del prodotto e ipotizzare azioni pratiche da effettuare (ad esempio, modificare un processo, applicare tecnologie anti inquinamento). Oltre alla possibilità di miglioramento, un ulteriore importante aspetto è quello comunicativo rivolto al consumatore, al quale viene fornita un'informazione importante sul prodotto e sulla sua impronta ambientale.

L'identificazione delle categorie di impatto più rilevanti è basata sui risultati normalizzati e pesati, ordinati dal maggiore al minore (in termini di contributo percentuale). Nello specifico, si selezionano le categorie che contribuiscono cumulativamente ad almeno l'80% dell'impatto ambientale totale (escluse le categorie relative alla tossicità in quanto i metodi non sono ancora abbastanza robusti). Le categorie di impatto selezionate sono quelle su cui si effettuerà l'analisi delle fasi del ciclo di vita più rilevanti con il medesimo procedimento, quindi andando a selezionare quelle i cui contributi cumulativamente superano l'80% dell'impatto ambientale totale, per ogni categoria ambientale significativa. Le fasi di vita che obbligatoriamente bisogna considerare in questa analisi sono: acquisizione delle materie prime, produzione del prodotto, distribuzione e stoccaggio, fase d'uso e fine vita. Viene applicato il medesimo procedimento anche per l'identificazione di processi e flussi più rilevanti. Per quanto riguarda i flussi viene applicato il concetto di materialità prendendo in considerazione quelli su cui si ha la possibilità diretta di intervenire, quindi sui flussi legati ai processi di foreground.

Gestione della multifunzionalità nel fine vita

La multifunzionalità nel fine vita si origina ogni volta che un prodotto può essere recuperato dal punto di vista materico, con il riciclaggio, o energetico, con l'incenerimento. Se un materiale viene riciclato ed entra a far parte di un sistema diverso da quello di partenza è necessario comprendere come considerare il suo fine vita nel sistema precedente e in quello successivo. La PEF gestisce questo aspetto tramite la formula *CFF- Circular Footprint Formula*, descritta all'interno della *PEFCR Guidance* (v. 6.3). Tramite questa formula viene valutato l'intero ciclo di vita, partendo dalla produzione del materiale.

Tale formula è composta da tre addendi principali, uno relativo ai materiali, un secondo all'energia e l'ultimo allo smaltimento:

$$\begin{aligned} & (1 - R_1)E_v + R_1 * \left(AE_{recycled} + (1 - A)E_v * \frac{Q_{sin}}{Q_p} \right) + (1 - A)R_2 * \left(E_{recyclingEoL} - E * v * \frac{Q_{sout}}{Q_p} \right) \\ & \quad + \\ & \quad (1 - B)R_3 * (E_{ER} - LHV * X_{ER,heat} * X_{SE,heat} - LHV * X_{ER,elec} * X_{SE,elec}) \\ & \quad + \\ & \quad (1 - R_2 - R_3) * E_D \end{aligned}$$

All'interno di tale formula sono presenti i seguenti parametri:

- **A**: fattore di allocazione di impatti e benefici tra il fornitore e l'utilizzatore dei materiali riciclati.
- **B**: fattore di allocazione dei processi di recupero di energia applicato sia agli impatti che ai benefici.
- **Q_{Sin}**: qualità del materiale secondario in entrata
- **Q_{Sout}**: qualità del materiale secondario in uscita
- **Q_p**: qualità del materiale primario (vergine).
- **R₁**: proporzione del materiale in ingresso alla produzione che è stato riciclato da un sistema precedente ($0 \leq R_1 \leq 1$).
- **R₂**: proporzione del materiale nel prodotto che verrà riciclata o riutilizzata in un sistema successivo ($0 \leq R_2 \leq 1$). R2 deve tener conto delle inefficienze nei processi di raccolta e di riciclaggio.
- **R₃**: proporzione di materiale del prodotto che viene utilizzato per il recupero di energia durante la fase di fine vita ($0 \leq R_3 \leq 1$).

- $X_{ER,heat}$ e $X_{ER,elec}$: efficienza del processo di recupero di energia, di calore ed elettricità, cioè il rapporto tra il contenuto di energia in uscita e il contenuto di energia del materiale nel prodotto che viene utilizzato per il recupero di energia.
- **LHV**: potere calorifico inferiore del materiale prodotto che viene utilizzato per il recupero di energia. Questo parametro viene stabilito con un metodo di laboratorio adeguato.

Oltre ai parametri descritti, sono presenti inoltre degli impatti ambientali, contrassegnati con la lettera E:

- $E_{recycled}$ (E_{rec}): emissioni specifiche e risorse consumate derivanti dal processo di riciclaggio del materiale riciclato, compresi i processi di raccolta, smistamento e trasporto.
- $E_{recyclingEoL}$ (E_{recEoL}): emissioni specifiche e risorse consumate derivanti dal processo di riciclaggio nella fase di fine vita, compresi i processi di raccolta, smistamento e trasporto.
- E_v : emissioni specifiche e risorse consumate derivanti dalla produzione del materiale vergine.
- E^*_v : emissioni specifiche e risorse consumate derivanti dall'acquisizione e dal pretrattamento di materiale vergine che si assume venga sostituito con materiali riciclabili.
- E_{ER} : emissioni specifiche e risorse consumate derivanti dal processo di recupero di energia.
- $E_{SE, heat}$ e $E_{SE,elec}$: emissioni specifiche e risorse consumate che sarebbero derivate dalla fonte di energia sostituita, rispettivamente calore ed energia elettrica.
- **ED**: emissioni specifiche e risorse consumate derivanti dallo smaltimento dei rifiuti in fase di fine vita del prodotto, senza recupero energetico.

Materiali

$$(1 - R_1)E_v + R_1 * \left(AE_{recycled} + (1 - A)E_v * \frac{Q_{sin}}{Q_p} \right) + (1 - A)R_2 * \left(E_{recyclingEoL} - E_{*v} * \frac{Q_{sout}}{Q_p} \right)$$

Per quanto riguarda i materiali, all'interno della CFF, sono presenti diversi parametri in relazione ai materiali in entrata e in uscita. I materiali in entrata sono rappresentati da:

- Materiale vergine: (1-R1);
- Materiale riciclato (R1);

mentre i materiali in uscita sono:

- Materiale che verrà riciclato R2
- Materiale utilizzato per il recupero di energia durante la fase di fine vita R3
- Materiale che verrà smaltito (1-R2-R3)

Analizzando la formula, possiamo dividerla in tre parti principali:

1. $(1 - R_1)E_v$, rappresentazione dell'impatto relativo al materiale vergine
2. $R_1 * \left(AE_{recycled} + (1 - A)E_v * \frac{Q_{sin}}{Q_p} \right)$, relativo agli impatti e ai benefici derivanti dal materiale riciclato;
3. $(1 - A)R_2 * \left(E_{recyclingEoL} - E_{*v} * \frac{Q_{sout}}{Q_p} \right)$, relativo agli impatti e ai benefici derivati dal materiale che verrà riciclato.

Per quanto riguarda il parametro A, il suo valore è compreso tra 0.2 e 0.8 per poter catturare entrambi gli aspetti del riciclaggio (materiale riciclato e riciclabilità durante il fine vita). Per determinare questo parametro è necessario analizzare la situazione di mercato:

- **A=0.2**, l'offerta di materiale riciclabile è bassa mentre la richiesta è alta, quindi la formula verterà sulla riciclabilità durante il fine vita.
- **A=0.8**, l'offerta di materiale riciclabile è alta mentre la richiesta è bassa, quindi nella formula sarà evidenziato il contenuto riciclato.
- **A=0.5**, rappresenta una situazione intermedia, un equilibrio tra la domanda e l'offerta.

I valori di default di tale parametro sono riportati all'interno dell'allegato C della PEFCR Guidance, ma per le categorie di prodotto per le quali è presente la PEFCR, i valori saranno presenti all'interno di quest'ultima.

All'interno della formula riportata sono presenti due importanti rapporti: Q_{Sin}/Q_p e Q_{Sout}/Q_p . Questi ultimi sono necessari per tenere conto della qualità dei materiali riciclati in entrata e in uscita e la loro quantificazione è basata su aspetti economici. Due differenti casi devono essere distinti:

1. ha luogo solamente il riciclaggio *closed loop*: $E^*V = EV$. Il materiale generato all'interno del sistema produttivo viene riciclato nel medesimo sistema ed il materiale che viene sostituito dal materiale riciclato è simile al materiale vergine. In questo caso devono essere calcolate entrambi i rapporti di qualità;
2. ha luogo solamente il riciclaggio *open loop*: $E^*V \neq EV$. Il materiale generato all'interno di un sistema produttivo è riciclato in sistemi produttivi esterni e per questo il materiale che viene sostituito dal materiale riciclato è diverso dal materiale vergine. In questo caso è necessario il calcolo del rapporto di qualità Q_{Sin}/Q_p .

Energia

$$(1 - B)R_3 * (E_{ER} - LHV * X_{ER,heat} * X_{SE,heat} - LHV * X_{ER,elec} * X_{SE,elec})$$

All'interno della formula riguardante l'energia sono presenti tre parti che descrivono:

1. $(1 - B)R_3 * (E_{ER})$, l'impatto dovuto al recupero di energia. Attualmente il valore del fattore di allocazione B all'interno degli studi PEF è 0;
2. $-LHV * X_{ER,heat} * X_{SE,heat}$, i benefici in relazione al recupero di energia termica;
3. $LHV * X_{ER,elec} * X_{SE,elec}$, benefici per il recupero di energia elettrica.

Smaltimento

$$(1 - R_2 - R_3) * E_D$$

La formula relativa allo smaltimento descrive l'impatto del materiale che non viene impiegato né nel riciclaggio e né nel recupero di energia.

Requisiti di qualità del dato

Per ciò che riguarda i requisiti di qualità del dato, la metodologia PEF applica il principio di materialità, cioè indirizza l'attenzione su ciò che è importante. I criteri di qualità del dato utilizzati sono quattro:

- **rappresentatività tecnologica (TeR)**: identifica il grado in cui i dati di inventario rappresentano il processo rispetto alle sue caratteristiche tecnologiche che sono documentate nelle informazioni descrittive del dataset;
- **rappresentatività temporale (TiR)**: descrive la rappresentatività del processo rispetto all'età. La tecnologia cambia velocemente nel tempo e questo fa sì che TiR sia strettamente legata a TeR;
- **rappresentatività geografica (GR)**: identifica il grado in cui i dati dell'inventario rappresentano il processo rispetto al contesto geografico;
- **Precisione/incertezza (P)**.

La rappresentatività (tecnologica, temporale e geografica) definisce la misura con la quale i processi descrivono il sistema, mentre la precisione indica il modo in cui sono stati ricavati i dati e il loro relativo grado di incertezza. L'indice di qualità dei dati (*Data Quality Rating-DQR*) viene calcolato sommando l'indice di qualità per ogni criterio di qualità, diviso per il numero totale dei criteri:

$$DQR = \frac{TeR + GR + TiR + P}{4}$$

Una volta calcolato il DQR viene attribuito un livello di qualità del dato come mostrato in tabella 3.

Tabella 3. *Indice di qualità dei dati.*

Indice di qualità dei dati complessivo (DQR)	Livello di qualità dei dati complessivo
≤ 1.6	"Ottima qualità"
Da > 1.6 a 2.0	"Qualità molto buona"
Da 2.0 a 3.0	"Buona qualità"
Da 3.0 a 4.0	"Qualità soddisfacente"
> 4	"Scarsa qualità"

Per comprendere la tipologia dei dati da raccogliere in uno studio PEF, all'interno della PEFCR è riportata la matrice *DNM-Data Need Matrix* (tab.4) mediante la quale è possibile capire la tipologia di dato da raccogliere e la qualità necessaria. Tutti i processi necessari alla modellazione devono essere valutati utilizzando tale matrice. In particolare per i processi identificati come più rilevanti per il sistema analizzato, la PEF richiede che i dati relativi a tali processi devono essere caratterizzati da un livello di qualità superiore rispetto ai processi meno rilevanti. All'interno delle PEFCR viene riportato l'elenco dei dati specifici che obbligatoriamente devono provenire dall'azienda. e vengono forniti anche dati di default per tutti quei processi per i quali le organizzazioni non hanno nessun tipo di controllo o alcuna possibilità di accedere ad informazioni da parte dei fornitori. Anche per i dati secondari, è richiesto comunque il rispetto di un determinato livello di qualità.

All'interno del contesto PEF la valutazione della qualità viene fatta su due livelli: sia a livello del singolo dataset che dell'intero studio. Per quanto riguarda il dato, la qualità a sua volta viene analizzata a due livelli: il dataset e il dato di attività. Nello specifico, prendendo in considerazione un dataset presente all'interno della banca dati di GaBi, esso è composto da input e output che forniscono l'impatto di un quantitativo di riferimento (per esempio 1 kg). Questo dataset è caratterizzato da una determinata qualità. Nel momento in cui viene utilizzato, viene impostata la quantità relativa al dato raccolto (per esempio 100 kg del prodotto/materiale in questione) Nell'ambito della PEF questa tipologia di dato, ossia la quantità di un determinato prodotto/materiale/energia, viene chiamata *activity data*, ossia dato dell'attività.

Quando nella tabella è riportata la dicitura "*secondary dataset*", essa si riferisce al dato presente in banca dati mentre quando è riportato "*specific data company*" rappresenta il dato su cui si ha l'obbligo di raccolta (dato di attività).

La DNM si basa sul livello d'influenza dell'azienda su ogni processo analizzato ed è composta da tre colonne: la prima definisce la situazione in cui ci si trova, la seconda e la terza definiscono i requisiti di qualità che si applicano a seconda della rilevanza o meno del processo.

Le situazioni possibili descritte nella prima colonna sono tre:

- **Situazione 1:** il processo è gestito dall'azienda che applica la PEFCR;
- **Situazione 2:** il processo non è gestito dall'azienda ma l'azienda ha accesso a specifiche informazioni riguardanti il processo in questione;
- **Situazione 3:** l'azienda non gestisce il processo e non ha accesso a dati specifici.

Per ogni processo all'interno della situazione 1 sono presenti due opzioni: il processo è all'interno della lista dei processi più rilevanti oppure non è incluso. L'opzione 1 prevede che per tutti i processi gestiti dall'azienda venga calcolato il DQR attraverso le tabelle specifiche e la soglia massima è $DQR \leq 1$. L'opzione 2 prevede invece che per i processi non rilevanti venga utilizzato un dataset secondario riportato all'interno della PEFCR e ne venga calcolato il DQR attraverso i valori di default. In questo caso il DQR deve essere ≤ 3 .

La situazione 2 prevede tre possibili opzioni: l'azienda ha accesso a specifiche informazioni e crea un nuovo dataset coerente con l'approccio PEF e ne calcola il DQR ($DQR \leq 1$); l'azienda ha accesso a qualche informazione (es. mix energetico utilizzato dal fornitore o distanza di approvvigionamento del bene acquistato) e modifica di conseguenza il dataset ($DQR \leq 3$), infine il processo non è all'interno della lista dei processi più rilevanti e l'azienda può utilizzare un dataset secondario e calcola il DQR tramite i valori di default ($DQR \leq 4$).

Infine all'interno della situazione 3 l'unica differenza tra un processo rilevante ed uno non, risiede nel requisito di diversa qualità del dato secondario, $DQR \leq 3$ per il processo rilevante e $DQR \leq 4$ per quello non rilevante.

Quindi per i dati sui quali l'azienda ha diretto controllo è obbligatoria la raccolta, se invece questi non sono sotto controllo, in relazione alla capacità di reperirli è necessaria una data qualità. Le soglie di qualità riportate all'interno della matrice sono un obbligo a cui bisogna sottostare per far sì che lo studio sia conforme ai requisiti PEF. Questa rappresenta una grande differenza tra la valutazione della qualità in uno studio PEF e in uno studio LCA in quanto in uno studio LCA il dato viene valutato in modo qualitativo, esprimendo un giudizio su un'ampia serie di criteri (maggiori di quelli considerati nella PEF), ma senza tradursi in punteggi.

Tabella 4. Data Need Matrix (DNM).

		Most relevant process	Other process
Situation 1: process run by the company applying the PEFCR	Option 1	Provide company-specific data (as requested in the PEFCR) and create a company-specific dataset partially disaggregated at level 1 (DQR≤1.6) Calculate the DQR values (for each criterion + total)	
	Option 2		Use default secondary dataset in PEFCR, in aggregated form (DQR≤3.0) Use the default DQR values
Situation 2: process <u>not</u> run by the company applying the PEFCR but with access to company-specific information	Option 1	Provide company-specific data (as requested in the PEFCR) and create a company-specific dataset partially disaggregated at level 1 (DQR≤1.6) Calculate the DQR values (for each criterion + total)	
	Option 2	Use company-specific activity data for transport (distance), and substitute the sub-processes used for electricity mix and transport with supply-chain specific EF compliant datasets (DQR≤3.0) Re-evaluate the DQR criteria within the product specific context	
	Option 3		Use company-specific activity data for transport (distance), and substitute the sub-processes used for electricity mix and transport with supply-chain specific EF compliant datasets (DQR≤4.0) Use the default DQR values
Situation 3: process <u>not</u> run by the company applying the PEFCR and without access to company-specific information	Option 1	Use default secondary data set in aggregated form (DQR≤3.0) Re-evaluate the DQR criteria within the product specific context	
	Option 2		Use default secondary data set in aggregated form (DQR≤4.0) Use the default DQR values

2. SCOPO DELLA RICERCA

L'ambito di applicazione della presente ricerca riguarda l'implementazione della metodologia PEF all'interno del contesto dei servizi. Tale applicazione è stata svolta all'interno del progetto europeo EFFIGE, finalizzato alla tutela ambientale con lo scopo di sviluppare e diffondere l'impronta ambientale nell'UE.

L'innovatività della ricerca è data dalla mancanza a livello internazionale di studi relativi all'applicazione di tale metodologia sui servizi e quindi dalla possibilità di testarne l'applicabilità in questo ambito. Infatti, nel contesto degli studi pilota europei relativi alla metodologia PEF, i servizi non sono stati coinvolti, in quanto, tale metodologia è stata analizzata solo nell'ambito dei prodotti.

Tale studio ha quindi permesso di eseguire, analizzare e discutere un'applicazione concreta della PEF ad un segmento specifico del servizio di ristorazione svolto da CAMST, e di fornire indicazioni di carattere metodologico ed applicativo per migliorarne l'applicabilità. Al fine di misurare l'impronta ambientale di tale servizio è stata applicata la PEFCR elaborata da ENEA, cui sono stati forniti input per un suo miglioramento.

Le domande della ricerca cui si vuole fornire una prima risposta sono le seguenti:

- *La metodologia PEF può essere applicata ai servizi? Quali sono le eventuali complessità di carattere metodologico che si possono riscontrare? Ed inoltre, le problematiche individuate possono fornire input per la PEFCR in ottica migliorativa?*
- *Quale tipologia di supporto può fornire concretamente la PEF all'organizzazione che eroga il servizio? Tale strumento permette di individuare possibili azioni strategiche da attuare in ottica di miglioramento del servizio?*

Per rispondere a queste domande, si è analizzato prima il contesto della ricerca, rappresentato dal progetto europeo EFFIGE e dal settore analizzato, quello della ristorazione scolastica. Lo studio viene poi descritto, in relazione ai principali aspetti metodologici ed applicativi riscontrati, e fornendo un contributo originale anche nella discussione dei risultati, che sono stati analizzati secondo una duplice prospettiva: una procedurale, come richiesto dalla PEF, ed una più aziendalista, da consentire una maggiore fruibilità dei risultati per CAMST. Infine, nel capitolo conclusivo si forniscono anche degli input metodologici per affinare l'applicazione della metodologia PEF nel contesto dei servizi di ristorazione scolastica, e si valutano complessivamente l'applicabilità del metodo e il suo valore aggiunto.

3. MATERIALI E METODI DELLA RICERCA

3.1 Il contesto della ricerca: il progetto LIFE EFFIGE

Il programma LIFE è lo strumento finanziario dell'Unione Europea a sostegno dei progetti di tutela dell'ambiente, della conservazione della natura e dell'azione di contrasto ai cambiamenti climatici in tutta l'UE (fig. 8). Il programma persegue in particolare i seguenti obiettivi: contribuire al passaggio ad una economia efficiente in termini di risorse, migliorare lo sviluppo e l'attuazione della politica e della legislazione ambientale e infine sostenere maggiormente la governance ambientale. Nel perseguire tali obiettivi, il programma LIFE rappresenta un importante strumento per contribuire allo sviluppo sostenibile e per il raggiungimento degli obiettivi e delle finalità della strategia Europa 2020. Dal 1992, LIFE ha cofinanziato oltre 4500 progetti. Le sovvenzioni possono finanziare progetti di natura diversa, come ad esempio, progetti pilota, definiti all'interno del Regolamento UE N.1293/2013 dell'11 dicembre 2013 come: *“progetti che applicano una tecnica o un metodo che non è stato applicato e sperimentato prima, o altrove, e che offrono potenziali vantaggi ambientali o climatici rispetto alle attuali migliori pratiche e che possono essere applicati successivamente su scala più ampia in situazioni analoghe”*.

A tal proposito, nell'ambito del bando 2016 la Commissione Europea ha finanziato il progetto EFFIGE il quale ha l'obiettivo di supportare le piccole e medie imprese (PMI) italiane nel misurare con trasparenza, chiarezza ed efficacia la propria impronta ambientale, tramite



Figura 8. Logo del progetto Life Effige.

la sperimentazione di nuovi approcci e metodi e lo sviluppo di strumenti per l'applicazione dell'impronta ambientale di prodotto (PEF). Le indagini europee evidenziano come il mercato richieda prodotti sempre più sostenibili ed il progetto EFFIGE è finalizzato a rispondere a tale esigenza attraverso la sperimentazione dell'adozione della PEF in quattro settori: fonderie, legno arredo, agroalimentare e servizio di ristorazione. Questa sperimentazione coinvolge numerose imprese che saranno impegnate nel miglioramento dell'impronta ambientale dei propri prodotti e servizi, pianificando strategie più sostenibili per una maggiore competitività. Con l'applicazione del metodo PEF all'interno di settori produttivi non ancora coinvolti negli studi pilota europei, EFFIGE contribuisce allo sviluppo e alla diffusione dell'impronta

ambientale nell'UE, che è diventata una priorità assoluta in termini di *green economy* e di economia circolare.

Ulteriori obiettivi del progetto sono:

- dimostrare l'efficacia della metodologia PEF per sostenere il miglioramento delle prestazioni ambientali dei prodotti;
- migliorare la comunicazione riguardo alle prestazioni ambientali dei prodotti consentendo ai consumatori e alle aziende di prendere decisioni più consapevoli;
- contribuire allo sviluppo di banche dati pubbliche di dati di impronta ambientale, come sottolineato nella Raccomandazione della Commissione Europea (Rac. 2013/179/UE);
- stimolare l'integrazione della metodologia PEF nelle politiche ambientali dell'UE.

Il progetto è coordinato dall'Istituto di Management della Scuola Superiore Sant'Anna, e vede la partecipazione in qualità di partner di: Enea (Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile), DAI CARULINA (società nell'ambito della produzione agroalimentare), ASSOFOND Associazione italiana fonderie, Consorzio Agrituristico Mantovano (impresa di turismo rurale), CAMST ristorazione italiana, FLA Federlegno Arredo. Le organizzazioni appena citate rappresentano i quattro settori precedentemente descritti col fine di aiutare numerose imprese italiane ad attuare la PEF in quanto avvieranno "l'esperienza pilota". A partire da tali esperienze pilota sarà possibile elaborare proposte di PEFCR per le classi di prodotti analizzati.

Nell'ambito del progetto EFFIGE, il settore della ristorazione scolastica è rappresentato da CAMST, supportato da Ecoinnovazione per le attività tecniche. CAMST rappresenta una tra le imprese più importanti della ristorazione italiana, il cui ruolo nel progetto è quello di: contribuire alla definizione delle PEFCR per il servizio ristorazione scolastica, calcolare l'impronta ambientale del servizio di ristorazione svolto da una cucina centralizzata CAMST e individuare le misure per ridurre gli hotspot ambientali lungo il ciclo di vita del servizio. Tale studio, oltre a verificare l'applicabilità della PEFCR, permetterà di fornire un'applicazione concreta della metodologia PEF ad un segmento specifico del servizio svolto da CAMST. Inoltre, l'applicazione della PEF ad un servizio rappresenta il primo caso a livello internazionale, offrendo pertanto la possibilità di testare l'applicabilità della metodologia PEF anche a questo ambito.

3.2 Approccio metodologico

All'interno del progetto EFFIGE si ripropone l'approccio metodologico che ha caratterizzato il processo di creazione delle PEFCR nell'ambito dell'azione pilota europea. Tuttavia, sono state adottate delle semplificazioni, in quanto l'obiettivo non era quello di creare delle PEFCR valide a livello europeo. In particolare le semplificazioni riguardano i seguenti aspetti:

- coinvolgimento degli stakeholder nello sviluppo delle PEFCR: le PEFCR non vengono sottoposte a consultazione pubblica, a causa delle limitazioni temporali del progetto, ma vengono sottoposte ad una prima validazione all'interno del consorzio;
- rappresentatività dei partecipanti al tavolo per la definizione delle PEFCR: per tutti i settori coinvolti, non c'è l'obiettivo di raggiungere il 51% del mercato come partecipanti ai lavori (come invece è richiesto nei pilota condotti dalla CE). Nel caso specifico della ristorazione scolastica, il settore è rappresentato da CAMST e dai propri fornitori, ma non sono presenti i concorrenti sul mercato;
- validità delle PEFCR: le PEFCR non avranno una validità europea, in quanto l'ambito di applicazione del servizio considerato è nazionale e limitato ad un solo operatore, che però garantisce la rappresentatività del servizio.

L'approccio metodologico del progetto viene di seguito sintetizzato con riferimento al servizio di ristorazione scolastica svolto da CAMST (fig. 9).

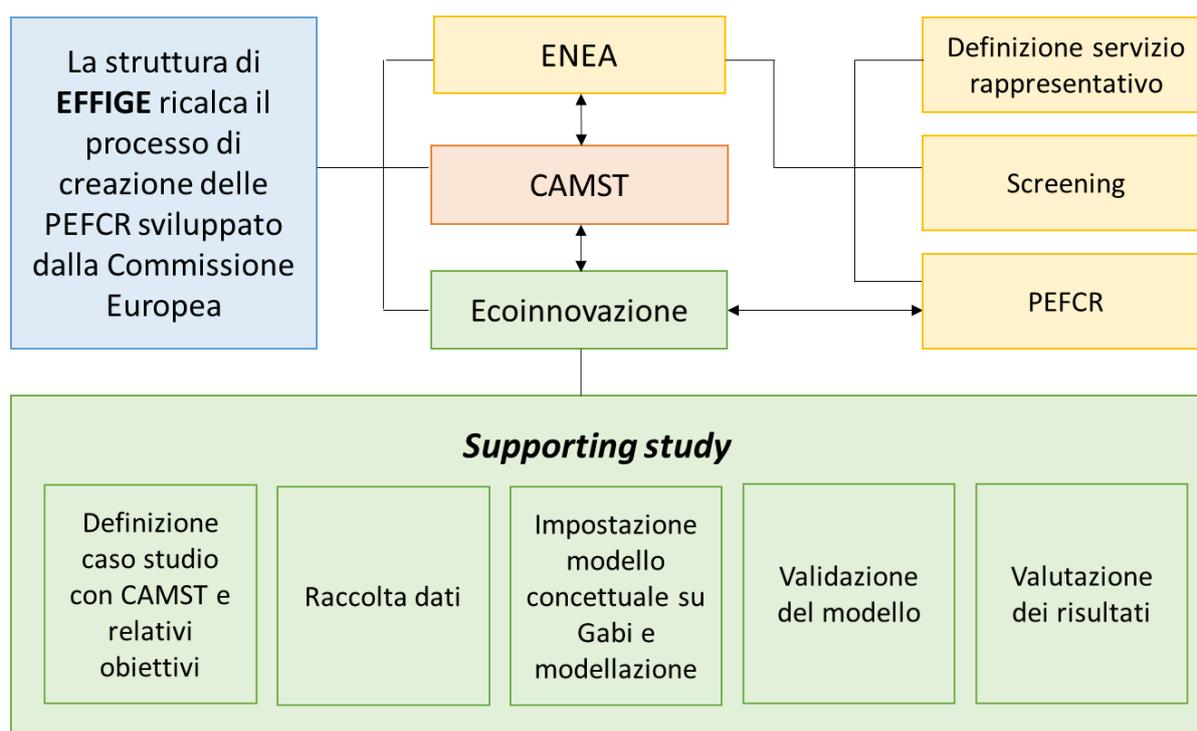


Figura 9. Schema relativo all'approccio metodologico del progetto.

Il punto di partenza di tale progetto è rappresentato dalla creazione della PEFCR della ristorazione collettiva, elaborata da ENEA. Punto di partenza per la realizzazione della PEFCR è stata la definizione del servizio rappresentativo, che rappresenta un servizio virtuale, definito sulla base dei dati di mercato CAMST sul territorio nazionale, rispetto al quale verranno definite le regole per l'esecuzione di uno studio PEF. Questo servizio virtuale si riferisce ad un campione costituito da asili nido, materne, elementari e scuole secondarie di primo livello. Al loro interno sono presenti cucine centrali e scolastiche con diversi livelli di efficienza, delle quali viene analizzato il processo di preparazione dei pasti.

È stato poi effettuato uno studio PEF di screening, che ha valutato l'impronta ambientale del servizio rappresentativo, individuando le categorie di impatto, le fasi e i processi del ciclo di vita più rilevanti. Sulla base del risultato dello screening è stato possibile stilare la prima versione delle PEFCR sulla ristorazione scolastica denominata "PEFCR of contracted supply service for school meals", coerentemente con le disposizioni presenti all'interno della PEFCR Guidance v6.3 (2018). In parallelo alla finalizzazione della PEFCR ha avuto inizio il supporting study svolto da Ecoinnovazione, relativo ad un servizio specifico di ristorazione scolastica, con l'obiettivo di verificare l'applicabilità della PEFCR e di identificare elementi per un suo miglioramento. Lo studio è stato caratterizzato da un costante dialogo tra Ecoinnovazione e CAMST durante la fase di realizzazione, e con ENEA in relazione alla PEFCR.

In primo luogo è stato definito il caso studio assieme al committente in modo tale da individuare gli obiettivi strategici di CAMST, al di là dell'applicazione della metodologia PEF e della validazione della PEFCR. La definizione degli obiettivi è una fase estremamente importante in quanto condiziona l'intero studio e la possibilità di avere risultati coerenti con quanto deciso. Gli obiettivi messi in luce da tale confronto sono stati i seguenti:

- l'individuazione del legame tra impatto ambientale del servizio e le scelte a livello di menù, a parità di caratteristiche nutrizionali;
- la promozione della tracciabilità della filiera degli ingredienti di differenti menù.
- l'individuazione di interventi di miglioramento, di natura tecnologica e gestionale, al livello dei processi di lavorazione svolti all'interno della cucina centralizzata, permettendo quindi la riduzione dell'impatto del servizio.

I risultati di questo studio sono quindi rivolti principalmente all'azienda CAMST, in particolare al personale coinvolto nell'individuazione di interventi a favore della sostenibilità ambientale. Inoltre, i risultati potranno essere utilizzati anche per una comunicazione esterna per dimostrare l'impegno dell'azienda nei confronti dell'ambiente e della trasparenza verso il consumatore, a valle di una verifica di parte terza indipendente.

Successivamente alla definizione degli obiettivi strategici è stato analizzato in dettaglio il servizio effettuando una visita presso la cucina centralizzata prescelta, durante la quale si sono raccolte le informazioni necessarie per disporre la raccolta dati.

A valle di ciò sono state definite le categorie di dati da considerare:

- informazioni relative alle scuole primarie e materne considerate;
- informazioni relative al centro di distribuzione;
- dati relativi alle diverse tipologie di trasporti durante l'intero ciclo di vita del servizio;
- dati relativi alla cucina centralizzata analizzata;
- dati relativi alla fase di erogazione e consumo del pasto nei refettori.

Una volta definite le categorie dei dati, è stato predisposto un file Excel contenente le tipologie di dati da raccogliere, file che l'azienda ha compilato in ogni sua parte. Il file in questione è strutturato in modo tale che ogni foglio è relativo ad una specifica categoria dati, come mostrato figura 10, e descritto di seguito:



Figura 10. Schema relativo alle tipologie di dati da raccogliere per ogni categoria di dato.

01 Dati generali di servizio: numero scuole servite, luogo, numero di pasti annuali prodotti ed erogati, specificando il numero di diete speciali;

02 Materie prime e ausiliari: per quello che riguarda le materie prime deve essere specificata la tipologia, la quantità (in kg), la provenienza, la tecnica produttiva (convenzionale o biologico), il packaging (primario, secondario e terziario), la conservazione (ad esempio fresco, surgelato e inscatolato), la tipologia di mezzo con il quale vengono trasportate e le distanze percorse. La cucina riceve le materie prime sia direttamente dal fornitore che da un centro di distribuzione chiamato CEDI. Per quello che riguarda i materiali ausiliari non alimentari (abbigliamento, detersivi utilizzati per la pulizia, contenitori, ecc.), è necessario specificare la tipologia, la quantità (kg), i materiali di cui sono fatti, la tipologia di mezzo con il quale vengono trasportate e le distanze percorse;

03 Centro di distribuzione CEDI: l'immagazzinamento dei prodotti nel centro di distribuzione deve essere descritto specificando i consumi di elettricità per la conservazione del cibo (secco, fresco, surgelato), il consumo di acqua, i rifiuti, la quantità di prodotti immagazzinata e il trasporto dal fornitore al CEDI.

04 Trasporto diretto e da CEDI: per quanto riguarda il trasporto, sia quello direttamente dal fornitore che quello dal CEDI, è necessario indicare la distanza e la tipologia di mezzo utilizzato (categoria EURO, alimentazione e tonnellaggio).

05 Cucina centralizzata analizzata:

- la quantità di energia elettrica (kWh/anno), acqua (m³/anno) e gas refrigeranti (m³/anno);
- prodotti di detergenza per il sistema di pulizia riportando la tipologia e il consumo kg/anno;
- produzione rifiuti, specificandone la tipologia e la quantità (scarti di lavorazione in kg/anno, reflui lt/anno o m³/anno);
- gas refrigeranti (ricarica di gas kg/anno).

06 Attrezzatura cucina: tipo, numero di attrezzature utilizzate e loro composizione.

07 Trasporti verso il refettorio: è necessario riportare la distanza dalle scuole materne e dalle primarie, la tipologia di mezzo distinto per le due categorie di scuole considerate, il consumo di carburante (l/anno) e il tonnellaggio. Indicare inoltre il numero medio di contenitori impiegati per la consegna in ciascun furgone per ogni viaggio;

08 Rifiuti: per quello che riguarda i rifiuti devono essere specificati gli scarti di lavorazione in cucina e gli scarti in refettorio, indicando la quantità e la tipologia.

La fase di raccolta dati è caratterizzata da una elevata complessità legata all'elevato numero di prodotti acquistati, e alla gestione del servizio. La raccolta dati è stata strutturata considerando i requisiti di qualità dei dati definiti nella PEFCR e le prescrizioni relative alla Data Need Matrix, che lega i requisiti di qualità dei dati alla rilevanza ambientale del processo analizzato e al livello di controllo che l'organizzazione esercita sul processo stesso. Le indicazioni presenti all'interno della PEFCR in relazione ai requisiti di qualità dei dati sono da testare nel presente *supporting study*. A questo proposito i dati primari raccolti sono relativi alle materie prime acquistate e ai consumi della cucina centralizzata, mentre i dati da includere nella raccolta, attualmente non classificati come obbligatoriamente primari sono: materiali ausiliari, consumi del centro di distribuzione, le attrezzature della cucina, i trasporti dalla cucina alle scuole e i rifiuti di ogni fase del servizio considerato. Nelle situazioni in cui non è possibile la raccolta di un dato primario, la PEFCR fornisce dei dati di default. Le difficoltà riscontrate sono state la conseguenza della numerosità dei dati coinvolti e del loro livello di dettaglio.

In seguito alla fase di raccolta, è necessario definire il modello concettuale per lo studio LCA per permettere, attraverso la modellazione, di poter interpretare i dati coerentemente con gli obiettivi fissati dallo studio e con le modalità richieste dalla PEFCR, potendo quindi indagare i risultati su più livelli, sia per fasi del ciclo di vita (e relative sotto-fasi e processi) che per tipologia di menù. Il software utilizzato all'interno dello studio è GaBi, il quale permette di organizzare i dati utilizzando tre elementi: piani, processi e flussi. All'interno dei piani sono racchiuse le informazioni sotto forma di processi e ulteriori piani, mentre ciò che caratterizza i processi è l'insieme di dati in input e output che caratterizzano l'informazione in questione. Infine i flussi collegano tra loro i processi fornendo informazioni come la quantità e le relative unità di misura.



Figura 11. Suddivisione in cinque piani del modello concettuale: preproduzione, produzione, distribuzione, uso e fine vita.

Il modello concettuale elaborato vede la suddivisione in cinque piani differenti che individuano cinque fasi principali: preproduzione, produzione, distribuzione, uso e fine vita (fig.11).

All'interno di questi piani sono presenti ulteriori piani caratterizzanti ognuna delle cinque fasi individuate. Organizzando il modello in questo modo, in un secondo momento è possibile visualizzare i risultati relativi alle singole fasi del servizio, ai singoli piani all'interno di una fase e via via sempre più in profondità all'interno del modello fino ad arrivare all'ultimo livello di dettaglio possibile estraibile nei risultati. Per rendere più immediata la comprensione, consideriamo il primo macro-piano denominato preproduzione (fig. 12).

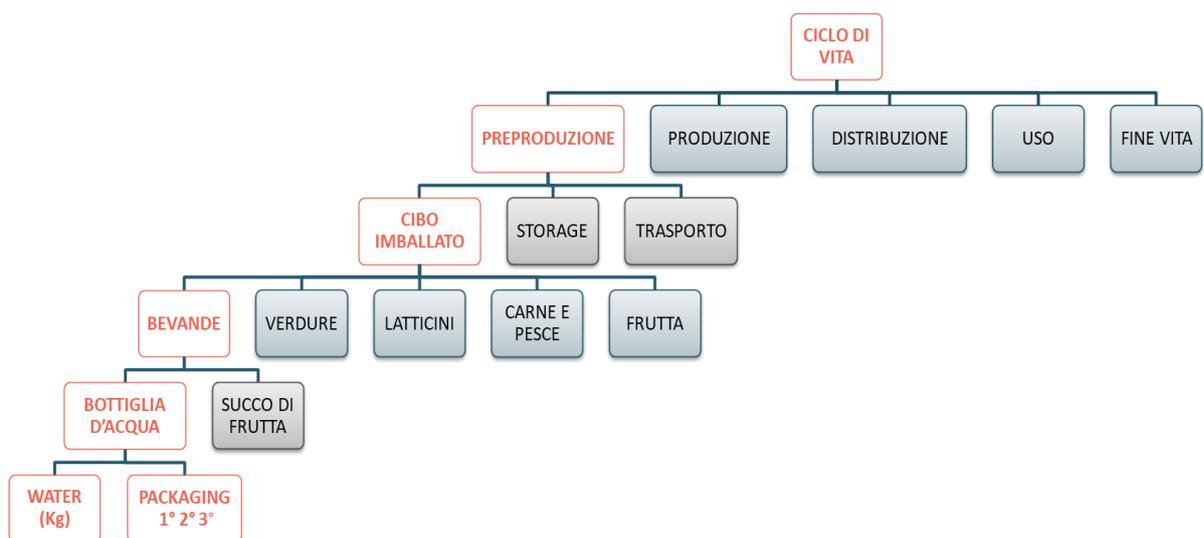


Figura 12. Organizzazione in piani e livelli del modello concettuale.

Al suo interno sono presenti ulteriori piani come: il cibo con imballato quindi tutto il materiale alimentare (sia cibo che bevande) compreso il relativo packaging primario, secondario e terziario, lo stoccaggio all'interno del centro di distribuzione considerando tutti i relativi consumi e le diverse tipologie di trasporto che saranno descritte nel capitolo successivo. A sua volta all'interno del piano descritto sono presenti ulteriori piani come mostrato in figura. Indagando verticalmente all'interno di quest'ultimo si evince come il livello di dettaglio passi dal macro gruppo cibo imballato alla categoria di cibo, quindi bevande, fino ad arrivare al singolo prodotto (bottiglia d'acqua) e alla sua descrizione in termini di quantità del prodotto (kg) e di packaging (kg).

La medesima logica è utilizzata per i quattro piani restanti (produzione, distribuzione, uso e fine vita, non approfonditi in figura).

A valle del modello concettuale, e dell'elaborazione dei dati raccolti, viene effettuata la modellazione, che deve essere validata prima di procedere con l'estrazione dei

risultati. La validazione del modello viene fatta mediante un processo iterativo di valutazione dei primi risultati al fine di identificare potenziali problematiche legate ad un errore di modellazione o ad un dato raccolto. Nel caso studio CAMST il fatto di avere una PEFCR fa sì che siano già indicati al suo interno i possibili elementi critici quindi uno scostamento da questi ultimi rappresenta un possibile - ma non unico - campanello di allarme da valutare dettagliatamente. Una volta effettuati tutti i possibili controlli, si procede con l'estrazione dei risultati e con la loro analisi.

3.3 Impostazione dello studio

3.3.1 Obiettivi dello studio

L'obiettivo del presente studio è la **quantificazione dell'impronta ambientale del servizio di ristorazione scolastica svolto da CAMST tramite una cucina centralizzata e l'individuazione di hotspot ambientali lungo il ciclo di vita del servizio**. Tale studio inoltre permette di:

- verificare l'applicabilità della PEFCR elaborata da ENEA;
- applicare la metodologia PEF;
- individuare interventi di miglioramento di natura gestionale e tecnologica in ottica di riduzione dell'impatto del servizio;
- soddisfare obiettivi di natura strategica come: individuazione del legame tra impatto ambientale e scelte a livello di menù e promuovere la tracciabilità a livello di filiera.

3.3.2 Campo di applicazione

Lo studio analizza l'intero ciclo di vita del servizio di ristorazione scolastica erogato da CAMST tramite una cucina centralizzata nell'anno scolastico 2017/2018 da settembre a giugno. Nell'arco di tempo che va da giugno ad agosto, la cucina non viene utilizzata pertanto non è necessario procedere con un'allocazione dei consumi. Tale servizio coinvolge scuole materne ed elementari per un numero totale di 45 punti di consumo e 652.886 pasti annuali (sono inclusi sia i pasti per gli alunni che quelli per gli insegnanti e il personale scolastico). Le materie prime vengono acquistate da diversi fornitori e il loro trasporto verso la cucina centralizzata è caratterizzato da due percorsi differenti: uno è finalizzato a portare parte delle materie prime ad un centro di distribuzione (CEDI) in cui vengono stoccate e conservate fino al giorno dopo quando vengono trasportate alla cucina; un secondo trasporto non prevede lo stoccaggio nel CEDI ma la consegna diretta dai fornitori alla cucina (fig. 13).

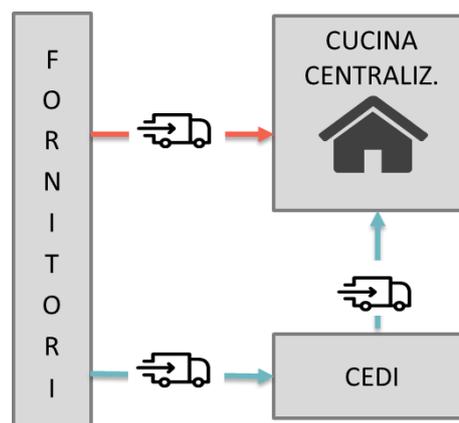


Figura 13. Le due tipologie di trasporto: diretto (rosso), tramite CEDI (azzurro).

I pasti vengono preparati presso una cucina centralizzata e poi trasportati presso i refettori delle scuole in legame fresco-caldo e confezionati in multi porzione da porzionare presso il punto di consumo. La cucina è caratterizzata da un impianto a

vapore (acceso solo nella fascia oraria di funzionamento della cucina) e da uno elettrico, che alimentano le seguenti apparecchiature:

- attrezzature elettriche: le celle frigorifere, che restano accese per tutto il periodo dell'anno scolastico, 2 forni, alcuni macchinari specifici (es. impanatrice, impastatrice) e l'illuminazione;
- attrezzature a vapore: le restanti attrezzature, l'impianto di aspirazione e di riscaldamento.

Il consumo della centrale a vapore è indipendente dal numero di attrezzature accese. Nella cucina si lavorano circa 4.000 pasti al giorno (ha una capacità di circa 5.000 pasti). Per quanto riguarda le scuole considerate nello studio, le scuole materne sono tutte dotate di lavastoviglie mentre le scuole primarie solo in parte. Le scuole materne e primarie dotate di lavastoviglie lavano al loro interno i kit riutilizzabili adoperati durante il servizio e gli utensili da cucina. Ogni kit è composto da un piatto fondo, un piatto piano, un bicchiere e le posate. Le scuole primarie senza lavastoviglie utilizzano kit usa e getta composti da piatti fondi e piani mentre i bicchieri e le posate sono portati da casa dai bambini.

L' Unità Funzionale (UF) adottata nello studio è la **preparazione e il servizio di un pasto medio giornaliero considerando un periodo di erogazione del servizio pari a un anno scolastico (costituito da circa 200 giorni) e quindi 652.886 pasti annuali**. Tale pasto giornaliero è rappresentativo di una media tra i diversi pasti preparati per le scuole materne ed elementari caratterizzate da uno specifico apporto nutrizionale, in termini di proteine, grassi, carboidrati e calorie in accordo con quanto disposto dalle raccomandazioni del Ministero della salute italiano (come specificato nella PEFCR). Tale pasto è comprensivo del cibo servito come pranzo e merenda; inoltre include anche la presenza di menù speciali legati a diete specifiche per motivi di salute, religione o ragioni etiche.

Nello specifico l'UF è stata definita, in accordo con le PEFCR; in termini di:

- COSA: fornire un pasto medio scolastico;
- QUANTO: un pasto giornaliero;
- COME: in accordo con i documenti di indirizzo:
 - "Linee guida per una sana alimentazione italiana" (Ministero delle Politiche Agricole e forestali, Istituto Nazionale di ricerca per gli alimenti e la nutrizione);
 - "LINEE DI INDIRIZZO NAZIONALE PER LA RISTORAZIONE SCOLASTICA" (Ministero della Salute);

- linee strategiche per la ristorazione scolastica in Emilia-Romagna (Servizio Sanitario regionale Emilia Romagna);
- linee di indirizzo rivolte agli enti gestori di mense scolastiche, aziendali, ospedaliere, sociali e di comunità, al fine di prevenire e ridurre lo spreco connesso alla somministrazione degli alimenti (Ministero della Salute).
- PER QUANTO TEMPO: servizio erogato in 1 anno (considerando 200 giorni scolastici).

Il **flusso di riferimento** è la quantità di prodotto necessario per la realizzazione della funzione sopra descritta, misurato come “numero di pasti”. Il numero di pasti complessivo è 652.886. Tutti i dati raccolti devono essere riferiti a questo flusso di riferimento.

Per quel che concerne i **confini del sistema**, questi ultimi sono definiti in accordo con quanto definito dalla PEFCR ed includono le seguenti fasi (fig. 14): preproduzione, logistica, produzione, distribuzione, uso e fine vita.

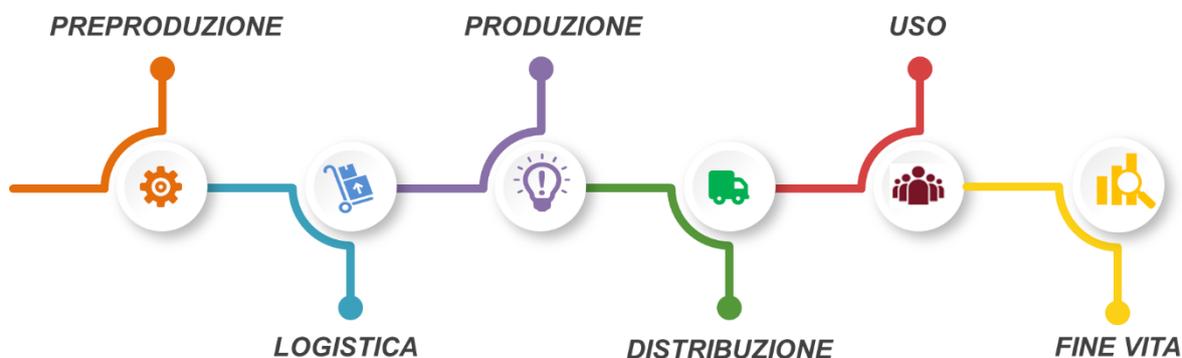


Figura 14. Le sei fasi del ciclo di vita del servizio.

All'interno di ogni fase sono presenti le seguenti sottofasi (riportate in figura 15):

<i>FASI</i>	<i>SOTTOFASI</i>
<i>PREPRODUZIONE LOGISTICA e CEDI</i>	Produzione del cibo con annesso relativo packaging
	Trasporto dal fornitore al CEDI
	Stoccaggio nel CEDI
	Trasporto dal CEDI alla cucina
	Trasporto diretto fornitore- cucina
<i>PRODUZIONE</i>	Fine vita packaging 2° e 3°
	Produzione, trasporto e stoccaggio dei materiali ausiliari e detergenti
	Attrezzatura e infrastruttura della cucina
	Fine vita packaging 1° 3° e attrezzatura cucina
	Sfidi organici dovuti alla lavorazione
<i>DISTRIBUZIONE USO</i>	Trasporto A/R cucina - mensa
	Produzione e trasporto kit usa e getta e riutilizzabili
<i>FINE VITA</i>	Consumo di acqua potabile
	Consumi relativi alla lavastoviglie
	Fine vita packaging 1° 2° 3°merende
	Fine vita materiali ausiliari
	Fine vita kit usa e getta e riutilizzabili
	Fine vita rifiuti organici della mensa

Figura 15. Le fasi e le sottofasi del servizio.

- **Preproduzione:** questa è la prima fase del servizio considerato e comprende la produzione del cibo in forma di materia prima e/o semi-lavorato, con annesso il relativo imballaggio sia primario che secondario e terziario, necessari per la conservazione e per il trasporto;
- **Logistica e centro di distribuzione:** una volta prodotto il cibo imballato deve essere trasportato. All'interno del sistema considerato sono presenti due tipologie di trasporto: una diretta al centro di distribuzione (CEDI), dove viene immagazzinata e conservata, e la seconda diretta alla cucina. Per quel che riguarda il centro di distribuzione, esso è caratterizzato da tre tipologie di conservazione differenti: *fresh* (tramite l'utilizzo del frigo), *dry* e *frozen* (tramite l'utilizzo del freezer). Nello specifico, gli input considerati sono: i consumi dovuti alla conservazione (energia e gas), la costruzione del centro di distribuzione (building) e un packaging ulteriore costituito da un film di plastica che viene applicato ai prodotti una volta usciti dal CEDI. Gli output sono rappresentati da: scarti dovuti alle perdite di cibo in fase di produzione e il packaging secondario e terziario in quanto, una volta raggiunto il CEDI, entrambi vengono eliminati. Una volta usciti dal CEDI, gli alimenti vengono trasportati alla cucina centralizzata.
- **Produzione:** questa fase inizia una volta che il cibo e i materiali, provenienti sia dal CEDI che in diretta dal fornitore, vengono trasportati in cucina. All'interno di questa fase viene considerata anche la produzione di materiali ausiliari come

pellicole, stoviglie monoporzione, carta da cucina, abbigliamento (es. guanti e grembiuli), detersivi, il loro relativo trasporto al CEDI, lo stoccaggio e la distribuzione alle cucine. Il packaging relativo ai materiali ausiliari è considerato un cut-off come da PEFCR. Gli input di questa fase sono rappresentati dai consumi di energia, acqua e gas legati alla preparazione dei pasti e al lavaggio delle stoviglie riutilizzabili (teglie, attrezzature per la produzione, porzionamenti e somministrazione dei pasti), dai detersivi utilizzati per la pulizia e la sanitizzazione delle attrezzature e degli spazi della cucina e dalla presenza di attrezzature. Gli output di tale fase sono invece dati dalla produzione di rifiuti (reflui), dagli scarti di lavorazione (sfridi, come per esempio la buccia delle carote), dal packaging primario dei prodotti e dal packaging costituito da un film di plastica dei prodotti provenienti dal CEDI.

- **Distribuzione:** una volta conclusa la produzione inizia la fase di distribuzione caratterizzata dal trasporto dei pasti dalla cucina ai refettori. Tale trasporto avviene in subappalto, con furgoncini alimentati a diesel, biodiesel e metano. Per il trasporto dei pasti cucinati si utilizzano due tipologie di imballaggi: gastronorm (contenitore in acciaio inox utilizzato per il trasporto) e contenitori di polistirolo, all'interno dei quali vengono messe le gastronorm. In questo caso studio, oltre ai pasti, vengono trasportate anche alcune stoviglie (piatti riutilizzabili), su cui è importante fare una precisazione. Le scuole materne e primarie dotate di lavastoviglie, lavano in autonomia i piatti e gli utensili da cucina usati per lo sporzionamento e le gastronorm. Gli utensili da cucina e le gastronorm utilizzati nelle scuole primarie senza lavastoviglie vengono riportate in cucina centralizzata per il lavaggio. Per questioni igieniche, una volta che le gastronorm provenienti da entrambe le tipologie di scuola raggiungono nuovamente la cucina, vengono lavate nella lavastoviglie industriale.
- **Uso:** questa fase comprende le attività svolte nei refettori delle scuole materne e primarie. Entrambe sono accomunate dai medesimi input: energia per riscaldare o rinfrescare il cibo, per illuminare e per la pulizia, acqua utilizzata sia nella pulizia che fornita durante il pasto (in tutte le scuole considerate, l'acqua fornita durante il servizio mensa è l'acqua di rete), i detersivi utilizzati per il lavaggio delle stoviglie riutilizzabili mediante lavastoviglie e infine le attrezzature. In questa fase sono compresi anche la produzione e il trasporto dei kit usa e getta e riutilizzabili utilizzati nel servizio mensa. Per quel che riguarda gli output, essendo sia le scuole materne che le primarie in parte dotate di lavastoviglie, sono caratterizzate dai

reflui prodotti e dagli scarti di cibo nel refettorio. Le scuole elementari non dotate di lavastoviglie sono dotate di un ulteriore output, ossia le stoviglie usa e getta.

- **Fine vita:** è quella fase che comprende il fine vita degli imballaggi del cibo (imballaggi primari, secondari e terziari dei prodotti consumati nei refettori, per esempio vasetti dello yogurt, succhi di frutta e snack), dei materiali ausiliari, delle stoviglie utilizzate e del *food waste* ossia degli scarti o avanzi nei piatti del refettorio.

Il diagramma complessivo dei confini del sistema è rappresentato in figura 16.

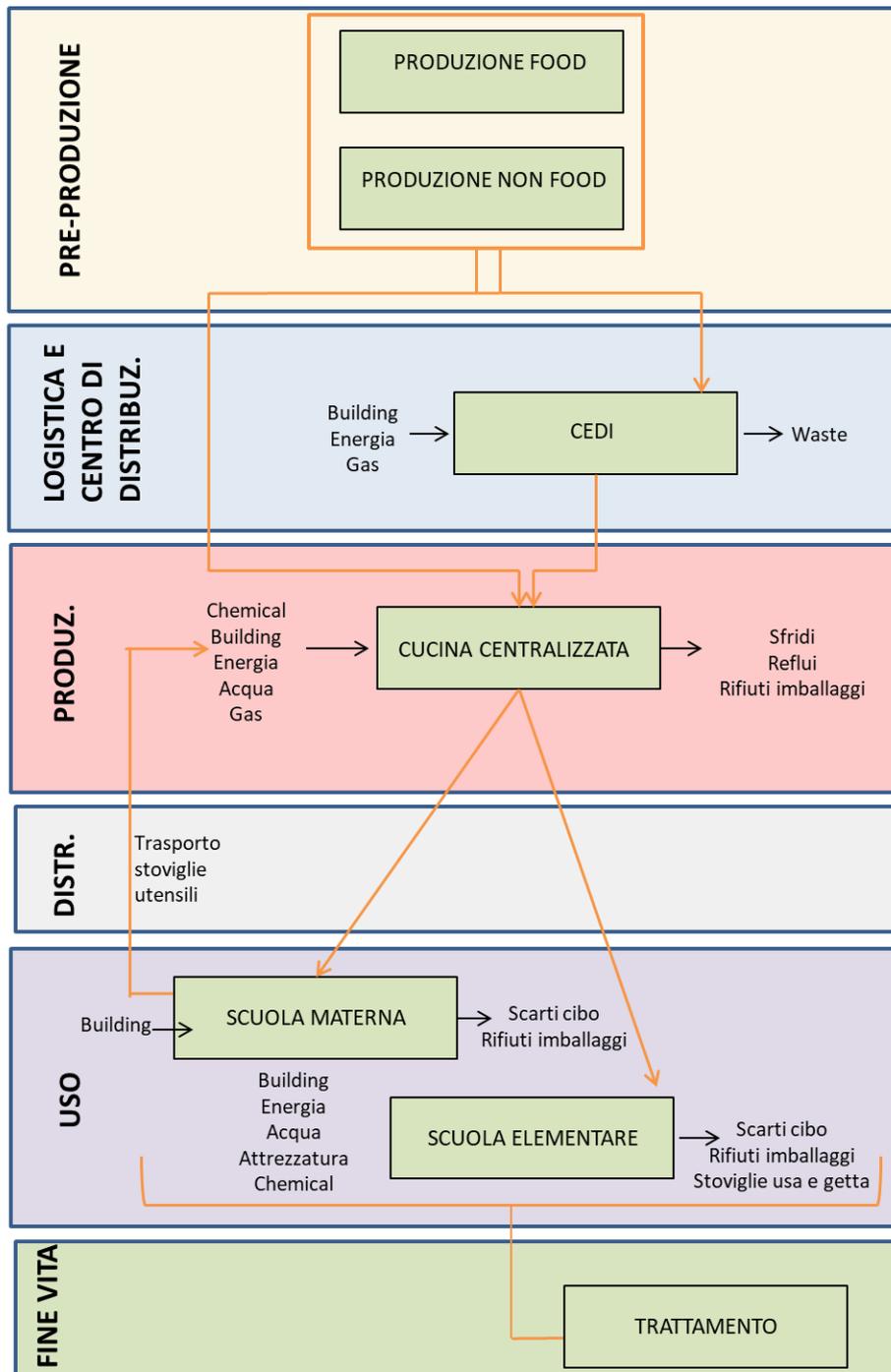


Figura 16. Diagramma relativo ai confini del sistema.

3.3.3 Compilazione dell'inventario

La terza fase dello studio è quella relativa all'inventario, all'interno della quale vengono raccolti i dati in ingresso e in uscita relativi alle diverse fasi del ciclo di vita del prodotto. Tale fase è descritta nel dettaglio nel capitolo successivo relativo alla costruzione del modello PEF.

3.4 Costruzione del modello PEF: elaborazione dei dati e loro modellazione

La costruzione del modello prevede come prima cosa l'organizzazione dei dati raccolti in fase di inventario. I dati raccolti sono riferiti al consumo annuale e solo successivamente vengono riportati all'UF nel modello LCA nel seguente modo: i flussi riferiti al consumo annuale vengono divisi per il numero di pasti totali prodotti dalla cucina cioè 652.886 e in questo modo si ottengono i flussi riferiti ad un singolo pasto. Successivamente questi ultimi vengono riportati all'UF moltiplicando per 200. Questa operazione viene fatta nei casi in cui i flussi si riferiscano ad un consumo annuale mentre quando vengono utilizzati dati di default della PEFCR, questi sono già riferiti all'UF. La descrizione dell'elaborazione dei dati è divisa nelle cinque fasi descritte precedentemente.

Prima di procedere con l'analisi, è necessaria una importante precisazione: la modellazione dei dati raccolti è caratterizzata anche dall'applicazione della formula CFF per valutare l'intero ciclo di vita dei materiali utilizzati in ogni fase, partendo dalla loro produzione fino al fine vita. La formula, come riportato precedentemente è caratterizzata da tre parti principali: una relativa ai materiali, una all'energia e una allo smaltimento. Dal punto di vista operativo viene applicata:

- alla produzione dei materiali utilizzati, in modo da calcolare l'impatto derivante e contabilizzare l'eventuale presenza di contenuto riciclato all'interno del prodotto finito. I materiali per i quali è stata applicata la CFF in merito alla produzione sono: i packaging, i materiali ausiliari, l'attrezzatura della cucina e i meal set sia usa e getta che riutilizzabili (verranno trattati singolarmente nelle relative fasi);
- al fine vita dei materiali utilizzati: packaging primario secondario e terziario, ai rifiuti relativi al cibo, al materiale ausiliare, all'attrezzatura presente in cucina e ai meal set della fase d'uso (verranno trattati singolarmente nelle rispettive fasi nei capitoli successivi).

All'interno di GaBi è stato creato un piano per ogni tipologia di materiale e al suo interno è stata sviluppata la formula (sia in fase di produzione che in fase di fine vita dei materiali utilizzati). I parametri usati per tale modellazione sono: A, R1, R2, Qsin/Qp, Qsout/Qp, B, R3, (1- R2- R3) i quali sono riportati all'interno della PEFCR insieme ai dataset relativi agli impatti. Nel dettaglio, i valori relativi a R1 servono per contabilizzare il quantitativo di riciclato nel prodotto finito mentre i valori di R2 definiscono la riciclabilità del materiale nella fase di fine vita.

3.4.1 Preproduzione

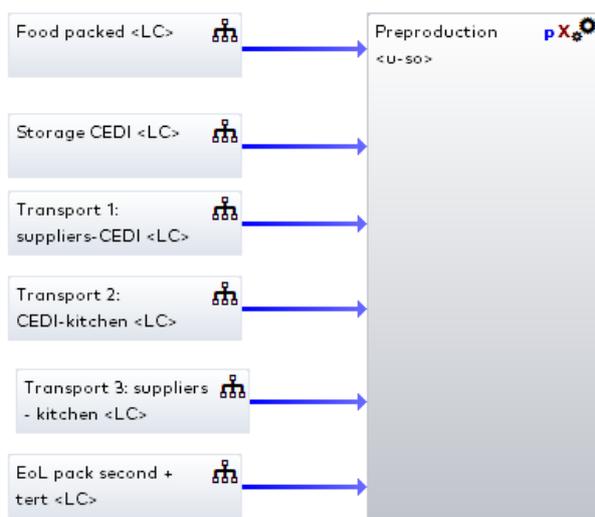


Figura 17. Dettaglio di modellazione relativo alla fase di preproduzione.

I processi inclusi all'interno della fase di preproduzione sono: la produzione del cibo con il suo relativo packaging e il suo trasporto al centro di distribuzione, lo stoccaggio nel CEDI, il trasporto del cibo imballato alla cucina, il trasporto diretto del cibo imballato dal fornitore alla cucina senza lo stoccaggio nel CEDI e i rifiuti di tale fase. Questi processi sono mostrati in figura 17, la quale mostra

l'organizzazione della modellazione di questa fase sul software. Ogni processo

descritto è rappresentato da un piano all'interno del quale vengono modellate nel dettaglio le caratteristiche del processo stesso. Questa modellazione è analizzata nei capitoli successivi.

3.4.1.1. Produzione del cibo e relativo packaging

Prendendo in primo luogo in considerazione i dati relativi al cibo e al proprio packaging (primario, secondario e terziario), questi sono stati organizzati con un diverso livello di dettaglio rispetto a quanto riportato nella PEFCR. All'interno di quest'ultima le categorie mediante le quali raggruppare tipologie differenti di cibo sono:

- vegetali e legumi
- frutta
- carne pesce e uova
- latticini
- cereali
- prodotti da forno
- condimenti
- bevande

Queste ultime sono state modificate in modo tale da poter elaborare i risultati anche seguendo un’ottica di menù, all’interno della quale per esempio vegetali e legumi sono considerate due categorie distinte in quanto all’interno di una eventuale dieta vegetariana le proteine dei legumi potrebbero sostituire quelle della carne. Un’ulteriore modifica rispetto alle indicazioni della PEFCR è rappresentata dall’accorpamento “Cerali, pasta e prodotti a base di farina” che comprendono tutti i prodotti per i quali è necessaria una preparazione in cucina e quindi un dispendio anche maggiore di consumi. Pane e snack rappresentano altre modifiche e comprendono rispettivamente i prodotti assimilabili al pane per i quali non è necessaria una preparazione in cucina (pane fresco, grissini) e l’insieme dei prodotti costituenti le merende servite (biscotti, gallette e confetture). Le categorie considerate nel modello PEF sono quindi:

- Vegetali
- Legumi
- Frutta
- Carne, pesce e uova
- Latticini
- Cereali, pasta e prodotti a base di farina
- Pane
- Snack
- Condimenti
- Bevande

La PEFCR fornisce, per ogni categoria individuata, i dataset da utilizzare, e il relativo database di appartenenza, come illustrato in tab. 5.

Tabella 5. Classificazione, dataset e database della categoria latticini (PEFCR).

LATTICINI		
Classificazione	Proxy DATASET	Database
Formaggio, burro e gelato	Cheese, from cheese production	Agri-footprint

I database utilizzati per modellare la componente food sono Agrifootprint e Ecoinvent 3, e i dati primari forniti da CAMST sono relativi alle tipologie di prodotti acquistati e relative quantità (kg). Per alcune categorie di alimenti, alle informazioni riportate nella tabella appena descritta vengono aggiunte ulteriori indicazioni:

- per ciò che riguarda la frutta, la verdura e i legumi la PEFCR li classifica in famiglie botaniche e per ognuna delle famiglie identifica il rispettivo proxy, ossia il prodotto identificato per rappresentare la famiglia. Ad esempio all’interno della categoria frutta è presente la classificazione “frutta da albero (autunno e

inverno)” e per questa categoria il proxy è dato dalla “mela”, quindi sia la pera, la mela e i kaki sono riconducibili (in termini di potenziali impatti ambientali) al proxy individuato. In alcuni casi esiste più di un singolo proxy per la medesima famiglia col fine di rispettare le specifiche differenze presenti all’interno della stessa categoria. Un esempio di questa dinamica è dato dal pomodoro fresco utilizzato per esempio per le insalate, il quale ha un proxy differente dal pomodoro utilizzato per le passate.

Tabella 6. Descrizione dei dataset relativi al prodotto “pasta secca” (estratto della PEFCR).

PRODOTTI A BASE DI FARINA			
Classificazione	Proxy DATASET	Database	Quantità per 1kg di prodotto
Pasta secca (1kg)	Wheat flour, from dry milling	Agri-footprint	1.07 kg
	Tap water	Ecoinvent 3	1.4 kg
	Electricity, medium voltage	Ecoinvent 3	0.2 kWh
	Heat, from steam, in chemical industry	Ecoinvent 3	1.9 MJ

- Per ciò che riguarda prodotti come pasta e prodotti a base di farina sono riportate delle “ricette” che comprendono tutte le informazioni necessarie per rappresentare il prodotto e la sua produzione. Per esempio, per ciò che riguarda la pasta secca, è necessario considerare la farina, l’acqua, l’elettricità e il calore. Per ognuno di questi quattro “ingredienti” all’interno della tabella viene fornito anche la quantità per kg di prodotto da considerare (tab 6).

Attualmente i dataset conformi alla PEF, sviluppati nell’ambito dell’azione pilota europea, non sono ancora disponibili all’interno dei software commerciali di LCA. Pertanto la PEFCR ha utilizzato i dati attualmente disponibili nello strumento software utilizzato per la realizzazione dello studio di screening. Tuttavia, occorre tener presente che alcune banche dati sono vincolate allo strumento software utilizzato per il modello LCA, come accade ad esempio per il database Agrifootprint, che è disponibile solamente in Simapro. Pertanto, al fine di poter applicare la PEFCR e garantire pari condizioni di applicazione, non essendo in GaBi disponibile la banca dati di Agrifootprint, e non essendo implementata la banca dati di Ecoinvent nella versione utilizzata, i dataset relativi a tutti i prodotti alimentari sono stati rappresentati in termini di potenziali impatti ambientale.

I prodotti, oltre a venire organizzati all'interno della specifica categoria di prodotto, vengono inoltre divisi a seconda della preparazione: "fresh", "canned" e "frozen". Per i prodotti all'interno delle categorie "canned" e "frozen", oltre alla quantità di prodotto considerato, deve essere considerata anche l'energia per il processo considerato e nel caso dei "canned" anche l'acqua utilizzata. Entrambi i dati vengono forniti dalla PEFCR in relazione ad 1 kg di prodotto.

Le informazioni da raccogliere sul prodotto non riguardano solo la quantità ma anche la tipologia e il quantitativo di packaging utilizzato. Il packaging è diviso in tre categorie: quello primario è a diretto contatto con il prodotto e costituisce l'unità di vendita per l'utente finale, il secondario raggruppa un certo numero di unità di vendita e ha una finalità prettamente logistica mentre il terziario facilita il trasporto. Per quel che riguarda il packaging primario, nel caso in cui non siano disponibili dati primari a riguardo, la PEFCR fornisce delle tipologie di packaging in relazione alle tipologie di cibo prodotto. In tabella 7 è presente un estratto della tabella PEFCR relativa al packaging primario.

Tabella 7. Estratto della PEFCR relativo al packaging primario.

PACKAGING PRIMARIO				
Tipo di packaging	Tipologia cibo	Database	Quantità per 1kg di prodotto	
Plastic PP box	Fruit and vegetables	Polypropylene, granulate	50	
Plastic (PET) tray	Meat, fish and cheese	Polyethylene terephthalate, granulate, amorphous	70	
Plastic (PET) Bottle	Bottled water	Polyethylene terephthalate, granulate, amorphous	24	
Liquid packaging board	Milk + juice + all type of drinks	Liquid packaging board	60	

Nella PEFCR non sono presenti dataset per differenti tipologie di packaging primario: bag in box, carta (utilizzata per l'imballaggio della farina e del burro), vetro, cartoncino (utilizzato per l'imballaggio del sale, del tè e della frutta) e infine una tipologia di imballaggio costituita sia da cartone che da plastica utilizzata per l'imballaggio di frutta e verdura e che è stata nominata veg/fruit box. I dataset di queste tipologie di packaging appena riportate sono stati individuati all'interno della banca dati di GaBi e utilizzati. Per quanto riguarda invece la loro relazione tra kg di packaging per 1 kg di prodotto è stata misurata pesando sia il packaging che la quantità di prodotto contenuto rapportandola al kg (tab. 8).

Tabella 8. Tipologie di packaging primario non presenti in PEFCR. Per ognuna è stato misurato il peso (kg/ kg di cibo).

PACKAGING 1°			
Materiale		Peso	Unità
BiB	BiB cartone	0.00268	Kg/ kg cibo
	BiB maniglia	0.107	Kg/ kg cibo
	BiB sacco	0.0309	Kg/ kg cibo
BiB totale		0.141	Kg/ kg cibo
Kraft	K. Paper farina	0.012	Kg/ kg cibo
Paper	K paper burro	0.02	Kg/ kg cibo
Kraft paper media		0.016	Kg/ kg cibo
Vetro marmellata		0.536	Kg/ kg cibo
Veg/fruit box		0.056	Kg/ kg cibo
Solid unbleached board	Solid unbl. sale	0.040	Kg/ kg cibo
	Solid unbl. tè	0.213	Kg/ kg cibo
	Solid unbl. frutta	0.213	Kg/ kg cibo
Solid unble. board media		0.156	Kg/ kg cibo

I risultati sono riportati all'interno della tabella 8 e sono riferiti a: le diverse componenti del *bag in box (BiB)*, una media del peso della carta utilizzata per la farina e per il burro, il vetro del vasetto di marmellata e una media del peso tra i cartoncini utilizzati per contenere il sale, il tè e la frutta. Per quanto riguarda il packaging primario della maggior parte della frutta e della verdura denominato con il nome *veg/fruit box*, il dato primario fornito da CAMST descrive un contenitore composto da 80% cartone e 20% plastica.

Il packaging secondario e terziario è il medesimo per ogni tipologia di prodotto: cartone per il secondario, pallet e film plastico per il terziario, e nel modello sono stati utilizzati i dati di default della PEFCR (tab 9).

Tabella 9. Dettaglio estratto dalla PEFCR relativo al packaging 2° e 3°.

PACKAGING 2°-3°			
Tipo di packaging	Tipologia cibo	Database	Quantità per 1kg di prodotto
Cardboard Box	All food and beverages	Corrugated board box	25g
Pallet	All food and beverages	EUR-flat pallet	7g
Plastic film needed to wrap the pallet	All food and beverages	Packaging film	0.34g

Nel caso studio laddove è risultato possibile utilizzare i dati specifici relativi al packaging di CAMST sono stati individuati e raccolti mentre per quei prodotti per i quali

Tabella 10. Dati primari e di default della PEFCR relativi al packaging primario.

Materia prima	Tipologia packaging	Quantità per unità di prodotto	Dato
Pomodoro passata ITA BRICK	Liquid packaging board	0.06	Dato CAMST
Pomodoro passata ITA	Plastic bag LDPE	0.04	Dato PEFCR
Farina mais bramata	Plastic PP box	0.05	Dato PEFCR
Farina tipo "0" per pizza	Kraft paper	0.016	Dato CAMST
Farina tipo "00" per sfoglia	Kraft paper	0.016	Dato CAMST
Farina DR SCHAR	Plastic PP bag	0.05	Dato CAMST

non era possibile raccogliere dati primari sono stati utilizzati i dataset forniti dalla PEFCR, come mostrato in tabella 10 nella quarta colonna.

In merito alla fase di produzione dei packaging relativi a questa fase di riproduzione è stata applicata la formula CFF in modo tale da calcolarne l'impatto e contabilizzare l'eventuale presenza di contenuto riciclato all'interno del prodotto finito. Questa elaborazione è stata svolta per ogni tipologia di packaging utilizzato, mediante i parametri presenti all'interno della PEFCR. Nella tabella 11 è riportato un estratto delle tabelle presenti in PEFCR relative ai parametri per l'implementazione della formula CFF in merito alla produzione del packaging secondario, il cartone, e del packaging terziario, il pallet.

Tabella 11. Estratto tabella PEFCR relativa alla formula CFF.

CFF MATERIALI									
Tipo	A	R1	R2	Qsin /Qp	Qsout /Qp	Ev	Erecycled	ErecyclingEoL	Ev*
Cartone	0.2	0	0.62	1	1	Corrugated board box	-	Waste paper, sorted	Sulfate pulp
Pallet	0.8	0	0.39	1	1	flat pallet	-	Wood chipping, industrial	Residual wood,

Tutte queste informazioni finora descritte sono riportate ed elaborate all'interno di un foglio Excel, assieme alle seguenti ulteriori informazioni:

- distinzione tra ciò che proviene dal centro di distribuzione e ciò che viene trasportato dal fornitore direttamente alla cucina. Questa distinzione è importante per la fase di elaborazione successiva perché permette di stabilire la quantità di prodotto per ognuno dei due trasporti, che vengono effettuati con mezzi e su distanze diverse;
- dati tecnici come codice del prodotto e fornitore;
- descrizione della materia prima specificando se biologica o convenzionale e se adatta ad una dieta senza glutine o meno. In fase di elaborazione dati questa informazione è stata riportata in modo tale da poter distinguere le due produzioni. Attualmente questa differenza non può essere colta in fase di modellazione in quanto non sono disponibili dataset che possano distinguere le diverse produzioni. Tenendo tracciata questa informazione, sarà possibile una volta disponibili i dataset, modellare il servizio tenendo conto della differenza di impatto tra le diverse produzioni.

Le seguenti tabelle mostrano un estratto di elaborazione riguardante le informazioni raccolte relative ad una bottiglia d'acqua naturale e una confezione di riso:

1. Informazioni relative alla materia prima (tab. 12).

Tabella 12. Le informazioni relative alla materia prima comprendono: la fornitura (via CEDI o diretta), la categoria a cui è stato assegnato il prodotto, la tipologia di elaborazione, come viene trasportato, il codice di prodotto, il fornitore, se biologico o convenzionale, la quantità, la materia prima e il proxy.

Fornitura	Categoria	Elaborazione	Trasporto	Codice prodotto	Fornitore
CEDI	Bevande	Fresh	Dry	10000099	CEDI
CEDI	Cereali, farina, pasta	Fresh	Dry	10086945	CEDI
Bio/Conv	Quantità (kg)	Materia prima	Dataset		
Convenzionale	3537	Acqua min nat	Tap water		
Biologico	660	Riso thai BIO	Rice		

2. Informazioni relative al packaging (tab. 13)

Tabella 13. Esempio di informazioni relative al packaging primario, secondario e terziario specificando la tipologia, la quantità per kg di prodotto e il proxy.

Prodotto	Tipologia P. PRIMARIO	Kg per kg prodotto	Dataset
Acqua	Plastic (pet) bottle	0.024	Polyethylene terephthalate, granulate
Riso thai	Plastic (PP) bag	0.05	Polypropylene, granulate
Prodotto	Tipologia P. SECONDARIO	Kg per kg prodotto	Dataset
Acqua	Cardboard box	0.25	Corrugated board box
Riso thai	Cardboard box	0.25	Corrugated board box
Prodotto	Tipologia P. TERZIARIO	Kg per kg prodotto	Dataset
Acqua	Pallet	0.007	EUR-flat pallet
	Film plastico	0.00034	Packaging film, low density polyethylene
Riso thai	Pallet	0.007	EUR-flat pallet
	Film plastico	0.00034	Packaging film, low density polyethylene

Infine è stata elaborata una tabella riassuntiva all'interno della quale viene indicata la categoria del cibo, il dataset corrispondente, l'elaborazione, la quantità, il packaging corrispondente e la quantità di prodotto con relativo imballaggio. All'interno della tabella 14 viene riportato un estratto di tale elaborazione riguardante la categoria dei latticini.

Tabella 14. Esempio di elaborazione riassuntiva finale relativa alla categoria latticini.

TABELLA RIASSUNTIVA					
Categoria	Dataset	Elaborazione	Somma Kg	Packaging 1°	Somma Kg
Latticini	Cheese	Fresh	13842	Kraft paper	650
				Plastic PET	12981
				Plastic PP	2
				Plastic PS/Alum	25
				Plastic LDPE	185
	Raw milk	Fresh	10377	Liquid board	9408
				Plastic PET	5
				Plastic PP	28
				Plastic PS/Alum	935
		Frozen	1760	Plastic PET	1747
			Solid unbleached	13	

All'interno della categoria "latticini" sono presenti due dataset (formaggio e latte) cui ricondurre tutte le materie prime raccolte corrispondenti. Il formaggio è caratterizzato da una sola tipologia di elaborazione ossia quella "fresh", la quale implica che sia per lo stoccaggio nel CEDI che per il trasporto necessita di una refrigerazione. La somma delle materie prime raccolte ricondotte al dataset *cheese* è 13.842 kg. Nella colonna "packaging 1°" sono riportate le diverse tipologie di packaging e nella successiva colonna i Kg relativi di materie prime contenute nello stesso. Come si evince dalla tabella xx, per quanto riguarda le materie prime ricondotte al dataset *cheese*, sono presenti cinque differenti tipologie di packaging. Mentre quelle riconducibili al dataset *raw milk*, sono caratterizzate da sei tipologie di packaging differenti.

La medesima elaborazione è stata fatta per tutte le categorie di cibo considerate.

Il totale dei dati elaborati riguardanti il cibo è di 462 differenti alimenti.

3.4.1.2. Trasporto del cibo al CEDI

Per quel che riguarda il trasporto del cibo imballato verso il CEDI, la quantità totale trasportata è data dalla quantità del cibo con i rispettivi packaging. In mancanza dei dati primari relativi al trasporto e alla distanza, la PEFCR fornisce tre tipologie di distanza: per prodotti fabbricati in Italia 600 km con camion 16-32 t EURO 4, per prodotti fabbricati in Europa 1500 km con camion 16-32 t EURO 4 e per prodotti fabbricati fuori dall'Europa 1500 km con nave e 1500 km con camion. La PEFCR aggiunge che per selezionare la tipologia di trasporto è necessario dividere il cibo in tre macro gruppi: il cibo secco (*dry*), il cibo fresco (*fresh*) e il cibo congelato (*frozen*).

Per ognuna delle tipologie di cibo appena descritte, viene riportato all'interno della PEFCR un relativo dataset.

Nel caso studio è stata fatta la sommatoria del cibo in ogni classe (*dry*, *fresh*, *frozen*) e riportata la quantità in tonnellate (tab.15).

Tabella 15. Quantità (kg) per ogni tipologia di classe (*dry*, *fresh*, *frozen*).

Tipologia di trasporto	Quantità [ton] (food+p1°+p2°+p3°)	Km
Dry	103.2	600
Fresh	42.3	600
Frozen	68.7	600

Per quel che riguarda la distanza, è stata preso il dato di default di 600 km in quanto il cibo era caratterizzato da una produzione italiana ma non era a disposizione l'informazione relativa alla localizzazione dei fornitori. In merito alla tipologia dei trasporti impiegati, non avendo a disposizione dati primari, sono state prese in considerazione le informazioni presenti in tabella 10. I dataset presenti in questa tabella non sono disponibili all'interno del software utilizzato, quindi sono serviti da riferimento per l'individuazione di dataset analoghi all'interno della banca dati di GaBi. Riguardo al trasporto del cibo *dry* è stato adottato un camion di portata 16-32 ton EURO 4 come da riferimento in tabella 50, mentre nel caso del trasporto di cibo *fresh* e *frozen* è stato individuato un dataset di un camion con portata 7.5-16ton EURO 4, ma è stato aggiunto anche il diesel consumato per la refrigerazione e la surgelazione in quanto non era disponibile un dataset per il trasporto refrigerato rispondente alle caratteristiche dello studio. Il consumo di carburante è stato calcolato tramite letteratura (Thinkstep). Gli elementi presi in considerazione dalla letteratura necessari per il calcolo sono: il consumo orario di diesel per la refrigerazione (1.2 l/h) e per la surgelazione (1.7 l/h), il peso specifico, le velocità del camion in città e in autostrada. La distanza e la quantità di cibo *fresh* e *frozen* sono rispettivamente dati di default e dati primari. Il consumo aggiuntivo di diesel per la refrigerazione viene calcolato tramite il prodotto del consumo di diesel orario (l/h), della velocità media, del peso specifico e della distanza. Quindi l'aggiunta di diesel dipende solamente dalla velocità media e dalla distanza. Parallelamente alla quantità aggiuntiva di diesel vengono considerate anche le ulteriori emissioni dirette di CO₂.

3.4.1.3. Stoccaggio nel CEDI

Per modellare gli impatti dovuti allo stoccaggio del cibo nel CEDI, sono stati utilizzati i dati di default della PEFCR in relazione alle quantità di cibo presenti, facendo una distinzione tra cibo secco, cibo fresco e cibo congelato in quanto queste diverse categorie richiedono modalità di conservazione differenti. Il dato di default della PEFCR considera l'area di occupazione del materiale e i dati di consumo (ad es. acqua, refrigeranti, elettricità) relativi al centro di distribuzione sono stati pertanto allocati sulla base della massa.

In merito al mix elettrico del CEDI sono stati utilizzati valori primari (tab. 16). Il mix elettrico è caratterizzato dalla presenza di un sistema fotovoltaico la cui energia prodotta viene in parte consumata e in parte immessa in rete. Il restante fabbisogno di energia elettrica viene soddisfatto mediante energia da rete dotata di garanzia di origine rinnovabile (Idraulica-oceanica).

Tabella 16. Mix energetico del CEDI.

Mix energetico CEDI		
Prodotta Fotovoltaico [kWh]	652.208	
autoconsumata [kWh]	597.908	92%
immessa in rete [kWh]	54.300	8%
Consumata da rete [kWh]	3.578.565	
Consumo totale [kWh]	4.176.473	
di cui		
fotovoltaico	14,3%	
da rete (avente GO (garanzia d'origine rinnovabile))	86%	Rinnovabile
di cui		
imp a serbatoio con pompaggio	9,3%	
imp a bacino	38,2%	
imp ad acqua fluente	38,2%	

Tramite un'analisi di letteratura (Terna 2017-Impianti di generazione 2017) è stato ricavato il dettaglio relativo all'energia idroelettrica, che viene prodotta da un impianto a serbatoio con pompaggio, un impianto a bacino e un impianto ad acqua fluente, ognuno con la relativa percentuale (tab 17)

Tabella 17- Dettaglio idroelettrico.

dettaglio idroelettrico	fonte bilancio elettrico Terna 2017	
imp a serbatoio con pompaggio	5877,9	11%
imp a bacino	24218,3	45%
imp ad acqua fluente	24244,1	45%
TOT	54340,3	

3.4.1.4. Trasporto del cibo dal CEDI alla cucina centralizzata

Affrontando il tema del trasporto dal CEDI alla cucina centralizzata, l'elaborazione dati è stata la medesima del trasporto precedentemente descritto. È stata fatta la sommatoria del cibo per ogni tipologia di classe (*dry, fresh e frozen*) e è stata riportata la quantità in tonnellate (tab. 18).

Tabella 18. Sommatoria in kg per ogni tipologia di classe.

Tipologia di trasporto	Quantità [ton] (food+p1°+film aggiuntivo°)	Km
Dry	100.2	88
Fresh	41.0	88
Frozen	66.6	88

La distanza presa in considerazione è la distanza esistente tra la sede del CEDI e la cucina centralizzata scelta (88 km). In merito alla tipologia dei trasporti impiegati, sono stati utilizzati i dati primari raccolti. In tabella 19 sono presenti otto mezzi raggruppati in due gruppi: i mezzi dal numero uno al tre sono mezzi caratterizzati dalla refrigerazione mentre i restanti cinque no. I mezzi del secondo gruppo, quindi senza refrigerazione, hanno tutti la medesima portata e sono tutti alimentati a gasolio tranne uno a metano.

Tabella 19. Dati primari relativi ai mezzi impiegati per il trasporto.

MEZZO	CAT. EUR	ALIMENTAZ.	CAT. TONNELLAGGIO
1	E5	GASOLIO	Motrice con gruppo frigorifero, categoria N3, massa > 12 Tonnellate
2	E5	GASOLIO	Motrice con gruppo frigorifero, categoria N3, massa > 12 Tonnellate
3	E5	GASOLIO	Motrice con gruppo frigorifero, categoria N2, massa > 3,5, < 12 Tonnellate
4	E6	METANO	Trattore e semirimorchio, categoria N3, massa > 12 Tonnellate
5	E6	GASOLIO	Trattore e semirimorchio, categoria N3, massa > 12 Tonnellate
6	E6	GASOLIO	Trattore e semirimorchio, categoria N3, massa > 12 Tonnellate
7	E6	GASOLIO	Trattore e semirimorchio, categoria N3, massa > 12 Tonnellate
8	E6	GASOLIO	Trattore e semirimorchio, categoria N3, massa > 12 Tonnellate

Per poter modellare i mezzi del secondo gruppo è risultato necessario fare una media tra le caratteristiche riportate in tabella quindi è stato preso in considerazione un dataset dalla banca dati di GaBi rappresentante un mezzo EURO 6, con una portata tra 7.5 e 16 ton. In merito al gruppo di mezzi con refrigerazione (il primo gruppo), in tabella si evince che hanno tutti la medesima alimentazione, la stessa tipologia di EURO e diversa portata. Per soddisfare le condizioni medie, è stato utilizzato un dataset rappresentante un mezzo EURO 5 con portata minore di 12 tonnellate al quale

è stato aggiunto il consumo di carburante per la refrigerazione. Relativamente al trasporto del cibo surgelato, non erano disponibili dati primari, quindi è stato utilizzato lo stesso dataset associando il consumo di carburante aggiuntivo per la surgelazione. L'aggiunta di carburante è stata calcolata nella medesima modalità del trasporto dal fornitore al CEDI, cambiando il chilometraggio da 600 km a 88 km.

3.4.1.5. Trasporto diretto fornitore-cucina centralizzata

Nel caso studio è presente una tipologia di trasporto diretta dal fornitore alla cucina centralizzata. Questo genere di trasporto non viene considerato all'interno della PEFCR. I dati primari raccolti sono in parte riportati all'interno della tabella 20 dove per ogni tipologia di fornitore compreso all'interno della filiera sono stati raccolti i dati relativi alla distanza e alla quantità di cibo trasportato diviso nelle categorie *dry*, *fresh* e *frozen* (in tonnellate). Le informazioni raccolte non hanno permesso di tenere conto per ogni fornitore individuato, di un dato puntuale relativo alla distanza e alla tipologia di mezzo. A questo proposito, laddove le informazioni lo permettevano è stata fatta una media delle tipologie di mezzo impiegate per il trasporto da uno stesso fornitore alla cucina (vedi in tabella i fornitori A e C).

Tabella 20. Estratto relativo al riepilogo dei mezzi utilizzati nel trasporto diretto fornitore – cucina centralizzata.

RIEPILOGO TRASPORTI					
Fornitore	Modellazione	Distanza km	Quantità DRY ton	Quantità FRESH ton	Quantità FROZEN ton
A	Si scelgono due tipologie di mezzi: EURO 3 gasolio portata 7.8-26ton; EURO 5 portata 9.7 ton. Entrambi in modalità dry e fresh.	34.5	1.28	151.63	0
B	Si usano i mezzi CEDI (Trasp. 2) assumendo distanza CEDI-cucina 88 km, in modalità fresh	88	0	30	0
C	Si scelgono tre tipologie di mezzi: EURO 4, EURO5, EURO6 con portata 0.7-7 ton in modalità fresh	40	0	1.02	0

Per quei trasporti dai fornitori alla cucina per i quali non sono disponibili informazioni come la tipologia di mezzo o la distanza (vedi in tabella fornitore B), sono stati presi di default i seguenti dati: la distanza è stata approssimata a 88 km (distanza dalla sede del CEDI alla cucina centralizzata) e per la tipologia di mezzi sono stati presi in considerazione i mezzi utilizzati per il trasporto dal CEDI alla cucina, tenendo conto della categoria di cibo trasportato e dell'eventuale aggiunta di carburante per la refrigerazione e la surgelazione.

3.4.1.6. Rifiuti della fase di produzione

In merito alla fase di produzione i rifiuti generati sono: packaging secondario (cartone) e packaging terziario (pallet e film plastico). Questi imballaggi, infatti, vengono eliminati dal cibo una volta raggiunto il CEDI. Per modellare il fine vita di tali materiali è stata utilizzata la formula CFF mediante i relativi parametri presenti all'interno delle tabelle della PEFCR.

Nella tabella 21 è riportato un estratto delle tabelle presenti in PEFCR relative ai parametri per l'implementazione della formula CFF del packaging secondario, il cartone, e del packaging terziario, il pallet, sia per quanto riguarda la produzione che il fine vita.

Tabella 21. Estratto tabella relative ai parametri per l'implementazione della formula CFF.

CFF MATERIALI									
Tipo	A	R1	R2	Qsin/ Qp	Qsout /Qp	Ev	Erecy cled	ErecyclingEoL	Ev*
Cartone	0.2	0	0.62	1	1	Corrugated board box GLO	-	Waste paper, sorted	Sulfate pulp
Pallet	0.8	0	0.39	1	1	EUR-flat pallet RER	-	Wood chipping, industrial residual wood	Residual wood, dry
CFF ENERGIA									
Tipo	B	R3	LHV	Xer, heat	Xwe, elec	Eer	Ese, heat	Ese, elec	
Cartone	0	0.133	15.92	25%	13%	Waste paperboard	Heat central or small-scale, natural gas	Electricity, medium voltage IT	
Pallet	0	0.2135	17	25%	12%	Waste wood	Heat central or small-scale, natural gas	Electricity, medium voltage IT	
CFF SMALTIMENTO									
Tipo	(1-R2-R3)	Ed							
Cartone	0.247	Waste paperboard							
Pallet	0.3965	Waste wood							

3.4.2 Produzione

Gli elementi elaborati e modellati all'interno di tale fase sono i seguenti: i materiali ausiliari, i consumi della cucina, l'attrezzatura e l'infrastruttura della cucina e i rifiuti prodotti nella fase di produzione (in figura 18 è presente il dettaglio organizzativo della modellazione di tali processi su GaBi).

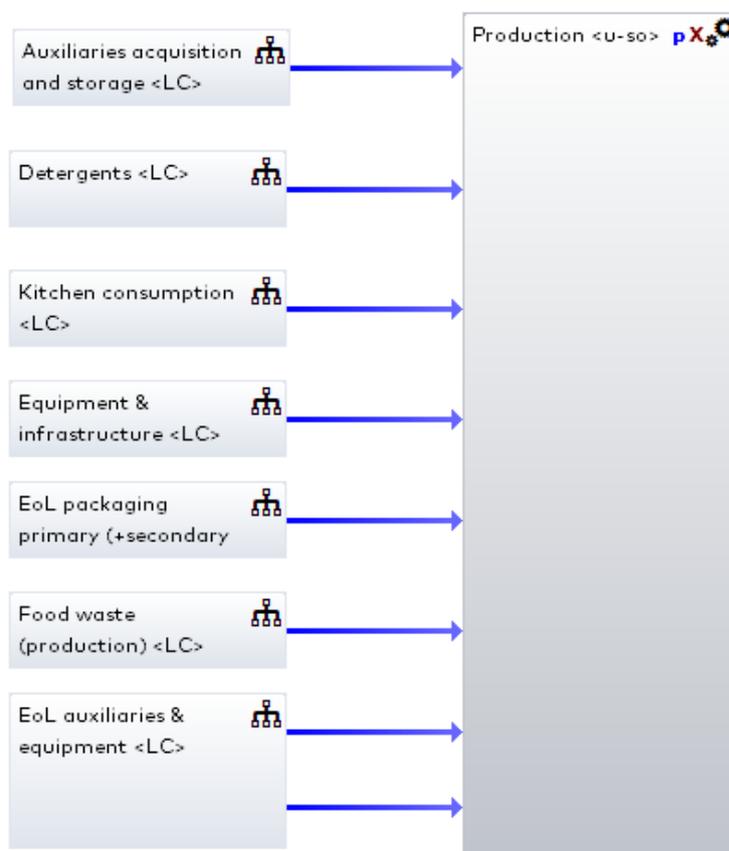


Figura 18. Dettaglio di modellazione della fase di produzione.

3.4.2.1. Materiali ausiliari

I materiali ausiliari sono tutti quei materiali utilizzati in cucina come, ad esempio, gli accessori per la pulizia, i contenitori in alluminio, i vari generi di abbigliamento necessario e i sacchetti utilizzati per la spazzatura. La PEFCE fornisce valori di default in caso non sia possibile la raccolta di dati primari. Come indicato in tabella 22, le

Tabella 22. Tipologie di materiali ausiliari, peso di default e dataset (PEFCR).

Tipologia	Default amount	Unità	Default dataset
Paper for auxiliary materials	0.49	kg	Tissue paper
PP for auxiliary materials	1.24	kg	Polypropylene, granulate
PS for auxiliary materials	0.01	kg	Polystyrene, general purpose
Textile for auxiliary materials	0.01	kg	Textile, woven cotton
LDPE for auxiliary materials	0.97	kg	Polyethylene, linear low density, granulate
Aluminium for auxiliary materials	0.13	kg	Aluminium, wrought alloy

tipologie di materiali ausiliari riportate in PEFCR sono raggruppate nelle seguenti categorie di materiali: carta, polipropilene, polistirene, tessuto, LDPE e alluminio. Per ognuna di queste categorie è inoltre indicata la somma in Kg e il dataset da utilizzare per la modellazione.

Nel caso studio sono stati raccolti i materiali ausiliari e organizzati in un file Excel in modo da tenere in considerazione la fornitura (se stoccati nel CEDI o portati direttamente in cucina), la categoria di materiale, i Kg totali, la materia prima ed infine per ogni voce il dataset corrispondente. Per alcuni dei materiali raccolti, non è stato possibile utilizzare i dataset di default indicati nella PEFCR in quanto non presenti per quella specifica categoria (per esempio per i manici di metallo, per la spugna a doppio uso e per il grembiule in PVC). In questi casi sono stati individuati ed utilizzati dataset della banca dati di GaBi.

Queste informazioni sono riportate in tabella 23, la quale rappresenta un estratto del file Excel di raccolta.

Tabella 23. Estratto del file Excel di raccolta dati.

Fornitura	Categoria	kg	Materia prima	Default dataset
CEDI	Abbigliamento	1	Cuffia a rete	Textile, woven cotton
CEDI	Acces. in carta	244	Rotolo asciugat.	Tissue paper
CEDI	Acces. pulizia	3	Manici metallo	Steel, chromium steel 18/8
DIRETTA	Contenitori in alluminio	1760	Contenitore allum.	Aluminium, wrought alloy
CEDI	Contenitori in alluminio	111	Vaschetta allum.	Aluminium, wrought alloy
CEDI	Generi vari	4	Camice monouso	Polyethylene, linear low density, granulate
CEDI	Grembiule	8	Grembiule PVC	polyvinylidencchloride
CEDI	Generi vari	0.4	Spugna	GLO market for polyester resin

In merito alla produzione dei materiali ausiliari, è stata applicata la formula CFF in modo da calcolarne l'impatto e contabilizzare il contenuto di riciclato in ognuno dei materiali finiti mediante i parametri riportati in PEFCR.

All'interno degli ausiliari sono presenti anche i detersivi utilizzati per la pulizia della cucina. Questi sono stati raccolti (estratto della raccolta in tab 24) e per ogni tipologia di detersivo (per esempio Suma Cit, SURE Floor, ecc) sono stati indicati i Kg acquistati, i corrispettivi dataset (indicati in PEFCR) dei componenti e la loro proporzione (kg di principio attivo su Kg di prodotto) all'interno del detersivo. Sono

stati aggiunti alcuni dataset dalla banca dati di GaBi in quanto non presenti nella lista fornita dalla PEFRCR.

Tabella 24. Estratto tabella Excel relativa ai detersivi per la pulizia della cucina.

Detersivi per pulizia cucina			
Nome commerciale	[kg]	Dataset	Quantità [kg/kg]
Suma Cit	15	Citric acid	0,400
		Isopropanol	0,065
		Tap water	0,535
SURE Floor Cleaner	20	Soap	0,065
		Lactic acid	0,020
		Tap water	0,915
SURE Hand Dishwash	10	Ethoxylated alcohol	0,065
		Non-ionic surfactant	0,020
		Tap water	0,915

La modellazione dei materiali ausiliari non comprende il loro packaging, in quanto è considerato cut-off secondo la PEFRCR.

In merito al trasporto degli ausiliari dal fornitore al CEDI, al loro stoccaggio nel CEDI e al trasporto dal CEDI alla cucina centralizzata, i dati indicati dalla PEFRCR sono riportati in tabella 25.

Tabella 25. Dati relativi al trasporto dal fornitore al CEDI, stoccaggio nel CEDI e trasporto dal CEDI alla cucina (PEFCR).

Processo	Default amount	Unità	Default dataset
Transport from supplier to DC	9.29	tkm	Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO4
Dry storage in DC	6.19	kg	Dry storage
Transport from DC to kitchen	0.991	tkm	Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO4
	0.743		Transport, freight, lorry 3.5-7.5 metric ton, EURO4
	0.743		Transport, freight, lorry 7.5-16 metric ton, EURO4

La maggior parte degli ausiliari (per esempio tutti i detersivi) vengono stoccati nel CEDI, mentre alcuni sono caratterizzati da un trasporto diretto.

Affrontando il tema del trasporto dal fornitore al CEDI, non avendo a disposizione dati primari relativi alla distanza, è stato considerato il dato riportato in PEFRCR relativo al trasporto da fornitore al CEDI (9.29 tkm), allocato sulla base delle quantità trasportate.

Inoltre, come mezzo di trasporto è stato utilizzato il medesimo mezzo di trasporto utilizzato per il cibo indirizzato al CEDI senza refrigerazione e surgelazione. Il trasporto dal CEDI alla cucina centralizzata è stato modellato mediante l'utilizzo dei mezzi considerati per il trasporto del cibo dal CEDI alla cucina senza aggiunte di refrigerazione, ponendo la distanza uguale a 88 km, come da dato primario. Per la modellazione dello stoccaggio, sono stati utilizzati i dati di default relativi ai consumi del *dry food*.

3.4.2.2. Consumi della cucina centralizzata

I dati relativi al consumo di acqua (per cucinare e per la pulizia), di elettricità (per cucinare, per l'illuminazione e l'aria condizionata) e di gas (per cucinare e per riscaldare) sono stati raccolti ed elaborati in tabella 26, attribuendo ad ogni voce il dataset indicato in PEFCR.

Tabella 26. Consumi cucina centralizzata.

Consumi cucina centralizzata			
Tipologia consumo	Unità	Quantità	Dataset
Energia elettrica	kWh/anno	206.000	Electricity, low voltage
Gas naturale	m3/anno	74821	Heat, central or small-scale, natural gas
Acqua	m3/anno	6770	Tap water
Ricarica gas	kg/anno	0	

Per l'energia elettrica si è considerato il mix nazionale in quanto la fornitura di energia elettrica con garanzia di origine è operativa dal 1° dicembre 2017, e pertanto è al di fuori dell'ambito temporale dello studio. Riguardo alle ricariche di gas, non sono state eseguiti reintegri.

3.4.2.3. Infrastruttura e attrezzatura della cucina

In merito ai dati sull'infrastruttura (materie prime per la costruzione della cucina e dell'area esterna di carico e scarico) e l'attrezzatura della cucina (ad esempio i tavoli, gli scaffali, i forni, frigoriferi e lavatrici), sono stati utilizzati i dati di default indicati in PEFCR con i relativi dataset (tab. 27). È inoltre stata applicata la formula CFF in merito alla produzione delle attrezzature in modo da conteggiare il contenuto di riciclato all'interno di ogni materiale costituente l'attrezzatura stessa e calcolarne l'impatto.

Tabella 27. Dati di default relativi all'attrezzatura della cucina e alla infrastruttura (PEFCR).

Equipment				
Name of the process	Unit per FU	Default	Unit per meal	Default dataset
Equipment - Steel	kg	0,606	kg/meal	Stainless steel (see
Plastic part of Equipment	kg	0,0897	kg/meal	Polypropylene, gra
Equipment - Aluminium	kg	0,131	kg/meal	Aluminium, wroug
Equipment - Electronic Components	kg	0,0262	kg/meal	Electronic compon
Equipment - Printed Wiring Board	kg	0,0009	kg/meal	Printed wiring boa
Infrastructure				
Name of the process	Unit	Default	Unit per meal	Default dataset
Kitchen building	m3	0,0178	m3/meal	Building, multi-sto
External loading/unloading area	m2a	0,0635	m2a/meal	Road, company, in

3.4.2.4. Rifiuti della fase di produzione

I rifiuti inclusi in questa fase riguardano le seguenti categorie:

1. rifiuti relativi alla lavorazione in cucina del cibo;
2. il packaging primario e il film plastico aggiuntivo con i quali il cibo stoccato al CEDI arriva in cucina e il packaging primario e secondario del cibo caratterizzato dal trasporto diretto fornitore-cucina;
3. lo smaltimento dei materiali ausiliari;
4. il fine vita dell'attrezzatura.

In merito ai rifiuti organici generati dalla lavorazione del cibo in cucina, sono stati considerati i valori di default forniti nella PEFCR per le diverse categorie, come riportato in tabella 28.

Tabella 28. In tabella sono presenti all'interno della colonna "Losses ANNEX B", le percentuali relative alla perdita per ogni categoria di cibo (PEFCR). Nella colonna successiva sono riportati i kg di rifiuti per ogni categoria.

categoria	dataset	elaboration	somma [kg]	Losses ANNEX B, F	ORGANIC WASTE [kg]
Meat, fish and eggs	beef	pre-cooked	1.645	0,04	66
		fresh	1.307	0,09	118
	chicken	fresh	10.377	0,02	208
		eggs	fresh	6.271	0,1
	fish	frozen	16.841	already included	
		canned	1.808	already included	
	pig	fresh	2.568	0,09	231
Vegetables	Aubergine	fresh	6.957,50	0,19	1322
	Broccoli	fresh	23.451,31	0,39	9146
	Carote	fresh	5.973	0,18	1075
	Iceberg lettuce	fresh	15.894,11	0,26	4132
	onion	fresh	8.122	0,11	893
	potato	fresh	42,12	0,19	8
	spinach	fresh	33.780,66	0,26	8783
	tomato	fresh	136,05	0,09	12
	zucchini	fresh	34.571,31	0,05	1729
Total organic waste					28350

Per quanto riguarda il packaging, i rifiuti prodotti sono relativi al packaging primario e al film plastico aggiuntivo per tutti gli alimentari stoccati nel CEDI e portati successivamente in cucina, e il packaging primario e secondario dei prodotti alimentari con trasporto diretto in cucina. Questi dati sono riportati in tabella 29.

Tabella 29. Riepilogo sui rifiuti relativi al packaging.

Packaging		Material	[kg] cibo	Quant PACK kg
Primary	Plastic (PET) tray 02	PET	6271	627
Primary	Plastic (PP) box	PP	5998	300
Primary	Plastic (PP) box; Paper	pp+cardboard	121822	6768
Primary	BiB mondo del vino	cardboard+LDPE	23260	3270
Primary	Kraft paper	paper	5553	89
Primary	Liquid packaging board	liquid packaging	9655	579
Primary	Plastic (PET) tray 01	PET	28878	2021
Primary	Plastic (PET) Bottle	PET	5	0
Primary	Plastic (PP) bag	PP	62500	3125
Primary	Plastic (PP) Jar	PP	23	1
Primary	Plastic (PS) /Aluminium Jar	polystyrene+alur	25	1
Primary	Plastic bag (LDPE) 02	LDPE	23	1
Primary	Plastic bag (LPDE) 01	LDPE	68319	1503
Primary	Solid unbleached board	cardboard	20712	3222
Primary	Steel Can	steel	2218	266
Primary	White glass	glass	25	13
additional	LDPE film	LDPE	197.552	67
Secondary	Cardboard Box	Cardboard	179.987	4500

Per la modellazione, per ognuno di questi materiali elencati in tabella 29 è stato creato un piano su GaBi in cui viene elaborata la formula CFF mediante i parametri e i dataset presenti all'interno della PEFCE. All'interno di questa lista non sono riportate le quantità di packaging dei prodotti alimentari come gli snack, gli yogurt e tutte le bevande in quanto vengono trasportati nelle scuole ancora imballati e solo una volta arrivati nel refettorio vengono consumati come merende, e si generano pertanto i relativi rifiuti d'imballaggio.

Tabella 30. Rifiuti generati dai materiali ausiliari.

Material	Quantità [kg]
Aluminium	2062,7
Polyester resin	4,7
Microfibra	4,8
LDPE	1143,6
PP	706,8
latex	30,0
PVC	8,0
Steel	3,3
Textile (cotton)	20,3
Tissue	839,1

In merito ai rifiuti generati dai materiali ausiliari (tab. 30) viene fatta l'assunzione che tutti i prodotti ausiliari comprati all'inizio dell'anno di riferimento dello studio, vengano smaltiti a fine anno.

Per quanto riguarda i rifiuti solidi relativi all'attrezzatura della cucina, viene fatto riferimento alla tabella 27 all'interno della quale i valori indicati sono allocati all'anno considerato e riferiti all'unità funzionale.

La difficoltà della modellazione dei rifiuti della fase di produzione sta nel fatto che per esempio il materiale alluminio è presente sia nella modellazione del materiale costituente il packaging primario, sia come uno dei componenti dell'imballaggio di cartone per le bevande sia nei materiali costituenti i prodotti ausiliari e sia nei materiali dell'attrezzatura. Anche se si tratta del medesimo materiale, i parametri e i dataset presenti all'interno della PEFCE sono differenti in quanto hanno riciclabilità (R2) diverse (tab 31).

Tabella 31. Parametri per l'implementazione della formula CFF.

Tipo	A	R1	R2	Qs in/ Qp	Qs out /Qp	Ev	ErecyclingEoL	Ev*
Pack Alluminio	0.2	0	0.72	1	1	Aluminium, primary,	Aluminium scrap, postconsumer,	Aluminium, wrought alloy
Cartone Bevande Alluminio	0.2	0	0.43	1	1	Liquid packaging board	Aluminium scrap, postconsumer,	Aluminium, wrought alloy
Ausiliari Alluminio	0.2	0	0.72	1	1	Aluminium, wrought alloy	Aluminium scrap, postconsumer,	Aluminium, wrought alloy
Attrezz. Alluminio	0.2	0	0.9	1	1	Aluminium, wrought alloy	Aluminium scrap, postconsumer,	Aluminium, wrought alloy

3.4.3 Distribuzione

In questa fase viene analizzato il trasporto di andata e ritorno dalla cucina centralizzata alle scuole (fig. 19).

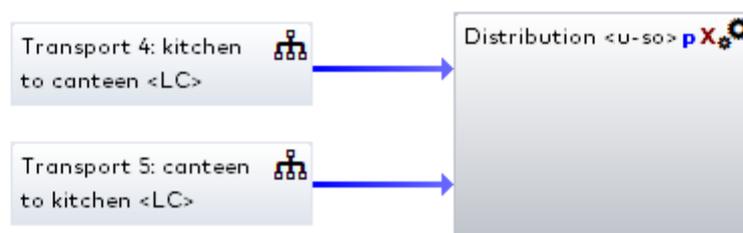


Figura 19. Dettaglio di modellazione della fase di distribuzione.

3.4.3.1. Trasporto dalla cucina centralizzata alla scuola

Sono stati raccolti dati relativi ai mezzi di trasporto e alle quantità trasportate.

- Mezzi di trasporto: in tabella 32 sono riportati gli otto mezzi impiegati i quali hanno la medesima alimentazione, la portata ≤ 1450 Kg ma differiscono per la diversa tipologia di EURO. Sono quindi stati elaborati quattro diversi mezzi ognuno per una categoria EURO considerata (EURO 3/4/5/6), con alimentazione a gasolio e portata ≤ 1450 kg. Nella banca dati di GaBi sono quindi stati individuati quattro dataset corrispondenti.

Tabella 32. Mezzi di trasporto per la fase di distribuzione.

Veicolo	EURO	Alimentazione	Portata kg
1	6	Gasolio	1365
2	6	Gasolio	1450
3	4	Gasolio	1450
4	4	Gasolio	1050
5	5	Gasolio	1450
6	6	Gasolio	1450
7	5	Gasolio	1450
8	3	Gasolio	1350

- In merito alla quantità di cibo trasportata è stata elaborata la figura 20, costituita da:

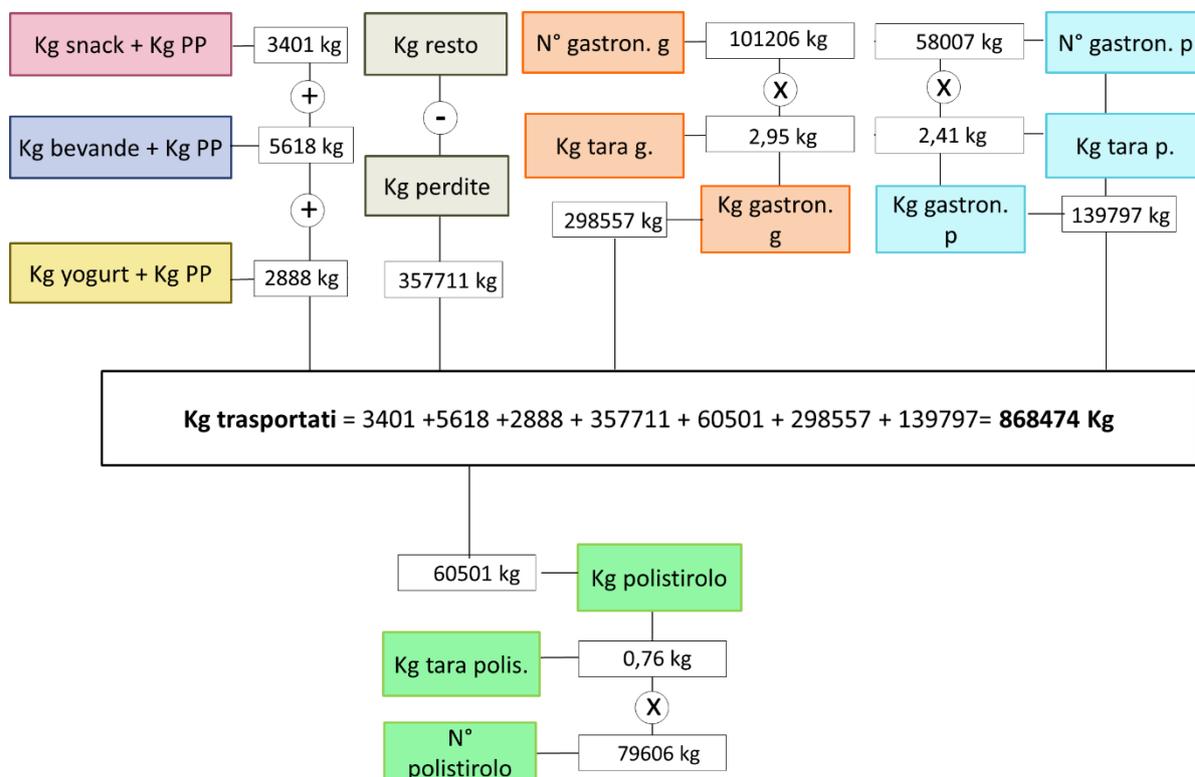


Figura 20. Schema in merito alla quantità di cibo trasportata.

1. kg di snack, bevande e yogurt e Kg dei loro packaging primari. Questi prodotti arrivano alla mensa ancora con il loro imballaggio primario e vengono consumati come merende.
2. kg di tutti i restanti alimenti ai quali vengono sottratte le perdite dovute alla lavorazione in cucina. Queste perdite coinvolgono solo le categorie di verdure, carne, pesce e uova riportate in tabella 28.
3. Il peso delle gastronorm piene trasportate e dei contenitori di polistirolo (utilizzati per il trasporto delle gastronorm) impiegati. I dati primari disponibili per tale elaborazione sono:
 - il peso di una gastronorm grande (2.95 kg)
 - il peso di una gastronorm piccola (2.41 kg)
 - il peso del contenitore di polistirolo grande (0.76 kg).

Un contenitore di polistirolo può contenere o due gastronorm grandi o tre di dimensione piccola. Sulla base delle informazioni raccolte, il carico del mezzo di trasporto dalla cucina alle scuole in una giornata in cui il menù necessita di un

utilizzo numeroso di gastronorm (approccio conservativo) è composto da 37 gastronorm grandi, 27 piccole, per un totale di 64 gastronorm. Per il trasporto delle 64 gastronorm sono utilizzati 32 contenitori di polistirolo, e si è ipotizzato che all'interno di ogni contenitore di polistirolo siano collocate due gastronorm, indipendentemente dalla loro dimensione. È stato assunto un peso lordo per entrambe le dimensioni delle gastronorm per poter ricavare il loro peso netto.

Successivamente, per calcolare il numero delle gastronorm grandi impiegate per il trasporto dei prodotti alimentari si è considerata la quantità (kg) complessiva del cibo cucinato per la percentuale di gastronorm grandi (58%), rispetto al peso netto, secondo la formula 1:

$$n^{\circ} \text{ gastronorm grandi} = \frac{\text{kg di cibo cucinato} * 0.58}{\text{peso netto}} = 101206$$

La medesima operazione è stata eseguita per calcolare il numero delle gastronorm piccole, pari a 58007.

Il peso totale delle gastronorm vuote, piccole e grandi, complessivamente trasportate, è pari quindi a:

$$\text{kg di gastronorm grandi} = n^{\circ} \text{ gastronorm grandi} * 2.95 = 298557$$

$$\text{kg di gastronorm piccole} = n^{\circ} \text{ gastronorm piccole} * 2.41 = 139797$$

4. Per quanto riguarda i contenitori di polistirolo, il numero complessivo e il loro peso totale sono stati ricavati partendo dal dato di carico di un mezzo, ossia 32 contenitori di polistirolo per trasportare complessivamente 64 gastronorm, sia grandi che piccole, e dal peso di quest'ultime. Complessivamente si hanno 79606 contenitori in polistirolo, per un peso complessivo di 60501 kg.

La quantità in Kg totale del cibo trasportato è quindi dato dalla seguente somma:

kg trasportati

$$\begin{aligned} &= \text{kg (snack + bevande + yogurt)} + (\text{kg resto} - \text{kg perdite}) \\ &+ \text{kg gastr grandi} + \text{kg gastr piccole} + \text{kg polistirolo} \\ &= 3401 + 5618 + 2888 + 357711 + 298557 + 139797 + 60501 \\ &= 868474 \text{ kg} \end{aligned}$$

3.4.3.2. Trasporto dalle scuole alla cucina centralizzata

Per la modellazione del viaggio di ritorno sono stati presi in considerazione i medesimi mezzi descritti per il viaggio di andata, mentre per il ritorno occorre considerare che le gastronorm sono vuote. Pertanto i Kg totali trasportati sono dati dai Kg di gastronorm grandi e piccole vuote (numero di gastronorm per la loro tara) a cui si aggiungono i Kg di polistirolo (numero di contenitori di polistirolo per la loro tara). Il totale è 498.856 Kg come mostrato in tabella 33.

Tabella 33. Trasporto A/R gastronorm e polistirolo.

Materiali	n°	Tara	Kg TOT
Gastronorm grande	101206	2.95	298557
Gastronorm piccola	58007	2.41	139797
Polistirolo	79606	0.76	60501
TOT			498856

3.4.4 Fase d'uso

Questa fase include il servizio ed il consumo dei pasti nelle scuole. Vengono elaborati e modellati i seguenti elementi: il consumo di detersivi, elettricità e refluo delle lavastoviglie, i *meal set* usa e getta, ossia le stoviglie usa e getta utilizzate dalle scuole senza lavastoviglie, *meal set* riutilizzabili ovvero le stoviglie riutilizzate nelle scuole con lavastoviglie e il consumo di acqua di rete durante il servizio mensa (figura 21).

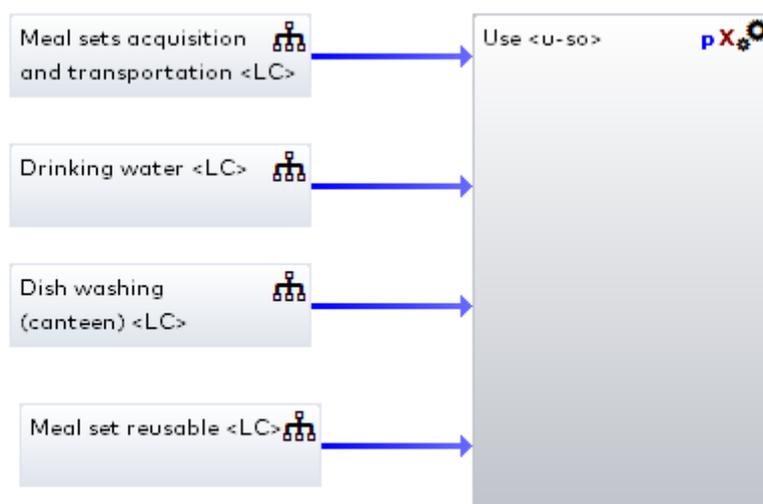


Figura 21. Dettaglio di modellazione della fase d'uso.

3.4.4.1. Consumo di acqua, detersivi, elettricità e refluo delle lavastoviglie

Le scuole servite dal servizio di CAMST sono 23 materne e 22 elementari, per un totale di 45 scuole. Tutte le materne sono dotate di lavastoviglie quindi sono dotate di stoviglie riutilizzabili e sono autonome nel loro lavaggio. La totalità dei pasti serviti in questa tipologia di scuole è 280.127 (tab 34). In merito alle scuole elementari, solamente 4 scuole su 22 sono dotate di lavastoviglie, per un totale di 62.500 pasti. Il rimanente dei pasti serviti in questa tipologia di scuola (310.259) è servito con piatti usa e getta. Il totale dei pasti serviti in scuole con lavastoviglie ammonta a 342.627.

Tabella 34. Tabella relativa alle scuole materne ed elementari e al numero di pasti serviti in scuole con lavastoviglie.

	MATERNE	ELEMENTARI		TOT
N° scuole	23	22		45
N° pasti	280127	372759		652886
N° scuole con lavastoviglie	23	4	/	27
N° scuole senza lavastoviglie	/	/	18	18
TOT pasti	280127	62500	310259	652886
TOT pasti serviti con lavast.	280127	62500		342627

Per modellare il consumo di acqua, di detersivi, di elettricità e il quantitativo di refluo prodotto dalle lavastoviglie, sono stati usati i valori di default della PEFCR presenti in tab 35.

Tabella 35. Dati relativi alla modellazione per il consumo di acqua, di detersivi, di elettricità e il quantitativo di refluo.

Processo	Unit	Default amount	Default dataset
Water for Washing Meal Sets	L	51	Tap water
Detergent for Washing Meal Sets	g	34	Soap
Electricity for Washing Meal Sets	kWh	4.08	Electricity
Wastewater Treatment	L	51	Wastewater, average

3.4.4.2 Meal set

In merito ai *meal set* questi si dividono in due tipologie:

1. Kit Usa e getta: utilizzati nelle scuole primarie sprovviste di lavastoviglie. Un kit di meal set usa e getta è composto da: un piatto fondo, uno piano e un tovagliolo. Per quanto riguarda i bicchieri e le posate, questi vengono portati dal bambino. I dati primari raccolti in merito sono indicati all'interno della tab. 36 e sono rappresentati da: piatti fondi, piatti piani, bicchieri e tovaglioli. Nonostante i bicchieri siano portati da casa si suppone che ne venga comprata una scorta ad inizio anno. I kit usa e getta sono stoccati nel CEDI, come si evince in tabella. Per la modellazione della produzione di questa tipologia di kit sono stati utilizzati i dataset di default indicati nella PEFCR ed in merito allo stoccaggio e al trasporto, sono stati modellati come i prodotti ausiliari descritti nei capitoli precedenti, quindi stoccati come *food dry* nel CEDI e trasportati successivamente nelle scuole tramite mezzi senza refrigerazione.

Tabella 36. Dati primari relativi al kit usa e getta.

Fornitura	CATEGORIE	Kg	Materia prima	Default dataset
CEDI	Monouso cellulosa	5075	Piatto fondo	GLO market for solid bleached board
CEDI	Monouso cellulosa	5317	Piatto piano	GLO market for solid bleached board
CEDI	Monouso propile	39	Bicchieri	Polypropylene, granulate
CEDI	Tovaglioli	1705	Tovaglioli	Tissue paper

2. Kit riutilizzabile: viene utilizzato nelle scuole dotate di lavastoviglie ed è composto da un piatto fondo, uno piano, un bicchiere, le posate e un tovagliolo. Per la modellazione di questa tipologia di kit, a causa della non disponibilità di dati primari, è stata presa in considerazione la tabella 37 della PEFCR.

Tabella 37. Materiali relativi al kit riutilizzabile.

Materiale	Unità di misura	Default amount	Default dataset
Melamine Resin for Meal Sets	Kg	0.0568	Melamine
Paper and Cellulose for Meal Sets	Kg	1.56	Tissue paper
PC (Polycarbonate) for Meal Sets	Kg	0.00910	Polycarbonate
Stainless Steel for Meal Sets	Kg	0.0231	Steel, chromium steel 18/8

All'interno di questa tabella sono riportati i dati di default riferiti ai materiali costituenti i meal set riutilizzabili. Questi valori si riferiscono alla percentuale (17%) di pasti del campione rappresentativo della PEFCR, in cui vengono utilizzati meal set riutilizzabili. Se ogni valore riportato in tabella viene diviso per la percentuale riportata, si ottengono i pesi in Kg di ogni materiale considerato, riportato in tabella 38.

Tabella 38. Pesi relativi ai materiali dei kit riutilizzabili.

Materiale	Unità	Peso	Kg totali
Melamine Resin for Meal Sets	Kg	0.33	572
Paper and Cellulose for Meal Sets	Kg	0.0039	7
PC (Polycarbonate) for Meal Sets	Kg	0.053	92
Stainless Steel for Meal Sets	Kg	0.13	233

Considerando il numero di pasti serviti con questa tipologia di kit e il peso di ogni differente materiale, si sono ricavati i Kg totali di materiali utilizzati i quali sono stati utilizzati per la modellazione della produzione, dello storage e del trasporto. Lo storage e il trasporto sono stati modellati nella medesima modalità impiegata per il kit usa e getta.

Per entrambe le tipologie di *meal set* (anche per i bicchieri e le posate portate da casa nelle scuole che utilizzano il kit usa e getta), è stata applicata la formula CFF relativa alla loro produzione, in modo tale da calcolarne l'impatto e conteggiare il contenuto di riciclato in ogni tipologia di materiale finito utilizzato.

Per quanto concerne il fine vita di entrambe le tipologie di *meal set*, questo viene trattato nella fase successiva denominata "Fine vita".

3.4.4.3. Acqua consumata durante il servizio mensa

Durante il servizio di mensa la maggior parte dell'acqua utilizzata è quella di rete ma in fase di inventario è stato raccolto un dato riferito a 4.269 kg di bottiglie di acqua naturale. Si è supposto che durante l'anno di riferimento, queste bottiglie fossero usate durante i pasti per eventuali necessità.

Tabella 39. Dato relativo al consumo di acqua (PEFCR).

Processo	Unit	Default amount	Default dataset
Drinking Water	kg	35	Tap water

La PEFCR riporta un dato di default (tab. 39), per UF; di 35 kg d'acqua, che corrisponde a 0.175 kg d'acqua a pasto (indicativamente corrisponde ad un bicchiere). Inoltre dividendo 4269 kg di acqua acquistata per i kg di acqua utilizzata a pasto (0.175 kg) si è ricavato il numero di pasti (24.394 pasti) in cui invece che l'acqua di rete si è consumata l'acqua acquistata in bottiglia. Successivamente si è scalato questa quantità al valore dell'acqua di rete utilizzata (calcolata mediante il valore di default della PEFCR) in modo tale da considerare sia l'acqua di rete utilizzata che il consumo delle bottiglie acquistate.

3.4.5 Fine vita

Nella fase di fine vita sono modellati i seguenti elementi: il fine vita dei *meal set* della fase precedente, il fine vita del packaging primario di snack, yogurt e bevande consumati durante la merenda e il cibo e l'acqua serviti ma non consumati (fig. 22).

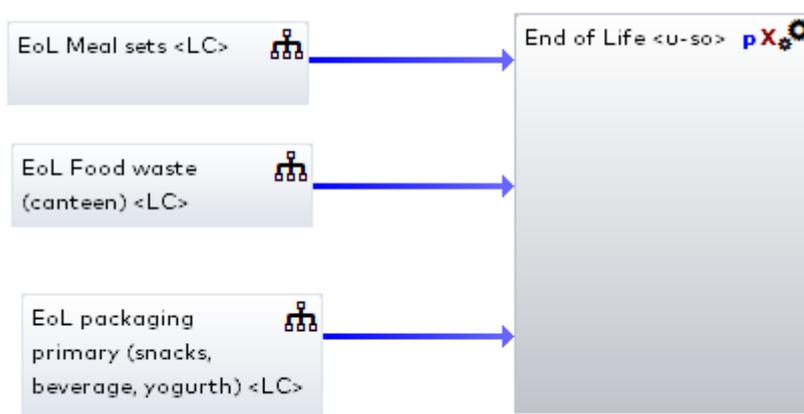


Figura 22. Dettaglio di modellazione relativo alla fase di fine vita.

3.4.5.1. Fine vita dei *meal set*

Tabella 40. Quantità di materiali costituenti i kit.

Materiali kit usa e getta	Quantità [kg]
Solid bleached board	10.392
PP	39
Tissue	1.705
Materiali kit riutilizzabili	Quantità [kg]
Melamina	572
Polycarbonato	175
Acciaio	419
Carta	7

In tabella 40 sono riportate le quantità in Kg dei materiali di cui sono composti i *meal set* (compresi i materiali che costituiscono i bicchieri e le posate portate da casa nelle scuole che utilizzano il kit usa e getta). Per ognuno dei materiali presenti è stato creato un plan su GaBi all'interno del quale è stata elaborata la formula CFF mediante i parametri e i dataset riportati in PEF CR.

3.4.5.2. Fine vita packaging primario merende

In merito agli snack, agli yogurt e alle bevande consumati come merende nei refettori, è stato modellato il fine vita del loro packaging primario. A questo proposito in tabella 41 sono riportate le quantità in kg delle diverse tipologie di packaging utilizzate come imballaggio per le categorie di cibo appena descritte. Per ognuno di questi materiali è stata elaborata la formula CFF utilizzando i parametri e i dataset della PEF CR.

Tabella 41. Quantità di packaging per la modellazione del fine vita.

Tipologia Packaging	kg packaging
Liquid packaging board	70,1
Plastic (PET) Bottle	102,5
Solid unbleached board	7,5
Plastic (PS) /Aluminium Jar	39,3
Plastic (PET) tray 01	124,8
Plastic (PP) box	18,4
White glass	48,1
Plastic (PP) bag	132,8
Plastic bag (LDPE) 01	0,4
Plastic (PP) Jar	1,6

3.4.5.3. Cibo ed acqua serviti ma non consumati

Durante il servizio mensa le quantità di cibo e di acqua servite non sempre vengono consumate interamente, ma di norma una quota parte viene lasciata nel piatto oppure non viene servita. Riguardo a ciò è importante calcolare la quota di cibo che effettivamente viene buttata e in secondo luogo analizzare l'eventuale trattamento organico o indifferenziato di tale porzione di cibo. Rispetto a queste dinamiche all'interno della PEFCR viene fornito una percentuale uguale al 22.5% che rappresenta la porzione di cibo che una volta servito non viene consumato. Questa percentuale viene applicata ad ogni categoria di cibo indistintamente dalle caratteristiche. In tabella 42 è riportato il risultato di tale applicazione che vede 82.322,7 kg di cibo serviti e non consumati.

In merito a ciò è stata effettuata una indagine aggiuntiva volta ad approfondire il tema relativo alla produzione degli scarti alimentari durante la fase d'uso, si rimanda all'allegato I per approfondimenti.

Tabella 42. Tabella riassuntiva relativa ai kg di cibo servito e non consumato.

categoria	dataset	elaboratic	somma	Non consumato kg
legumes	beans	fresh	1632	367,2
		canned	88	19,7
		frozen	3710	834,8
	pea	frozen	710	159,8
		pre-cooked	128	28,7
Meat, fish and e	beef	pre-cooked	1.645	355,3
		fresh	1.307	267,7
	chicken	fresh	10.377	2288,1
	eggs	fresh	6.271	1269,9
	fish	frozen	16.841	3789,3
		canned	1.808	406,9
	pig	fresh	2.568	525,8
Vegetables	Aubergine	fresh	430	78,5
	Broccoli	fresh	1.254	172,1
		frozen	6.978	1569,9
	Carote	fresh	17.420	3214,0
		frozen	2.813	632,8
	Iceberg lettuce	fresh	8.158	1358,3
	onion	fresh	1.482	296,8
		frozen	150	33,8
	potato	fresh	1.680	306,1
		frozen	23.285	5239,1
	spinach	fresh	326	54,3
		frozen	2.820	634,5
	tomato	fresh	5.130	1050,4
zucchini	fresh	7.215	1542,2	
	frozen	1.778	399,9	
	Olive	?	410	92,3
TOT				82322,7

4. RISULTATI E DISCUSSIONE

I risultati di questo studio sono presentati e discussi in relazione a due aspetti principali:

- analisi dei risultati dello studio PEF, in relazione agli obiettivi dello studio, secondo l'approccio suggerito dalla PEFCR;
- analisi dei risultati dello studio PEF adottando un diverso livello di dettaglio nell'identificazione degli aspetti ambientali significativi, per meglio rispondere alle richieste del committente.

Verranno inoltre evidenziate le maggiori difficoltà e limitazioni dello studio, e si darà evidenza del contributo originale al lavoro svolto. Infine, verranno discussi i principali elementi di carattere metodologico ed applicativo, come input per una successiva revisione della PEFCR, e come spunto di riflessione a supporto dell'intero processo di sviluppo della PEF a livello internazionale.

4.1 Risultati dello studio PEF e loro interpretazione

Al fine di interpretare i risultati dello studio PEF è necessario individuare le categorie di impatto, le fasi del ciclo di vita e i processi più significativi. La procedura di identificazione di ognuno di questi aspetti (categorie, fasi di vita e processi) richiede che vengano utilizzati i valori assoluti di tali risultati.

4.1.1. Individuazione delle categorie di impatto più significative

L'individuazione delle categorie di impatto più significative si basa sui risultati normalizzati e pesati in quanto attraverso la normalizzazione, è possibile renderli adimensionali e confrontarli, mentre mediante la pesatura viene considerata l'importanza relativa di ogni categoria tramite dei fattori di pesatura specifici per ogni categoria. Poiché questi ultimi sono stati sviluppati recentemente dalla Commissione Europea, non sono ancora stati implementati all'interno degli strumenti utilizzati per l'analisi. A valle di ciò, per ogni categoria è stato considerato un peso uguale ad 1, come definito nella precedente versione della PEFCR Guidance (metodo ILCD v1.09). I valori di normalizzazione per ogni categoria sono riportati in tabella 43.

Tabella 43. Valori di normalizzazione per le categorie di impatto del metodo ILCD

ILCD Impact Category	Unità	EC-JRC Global (2010 or 2013), per person
Climate change	kg CO ₂ eq.	7,07E+03
Ozone depletion	kg CFC-11 eq.	1,22E-02
Human toxicity, cancer effects	CTUh	1,24E-05
Human toxicity, non-cancer effects	CTUh	1,55E-04
Particulate matter/Respiratory inorganics	kg PM2.5 eq.	5,07E+00
Ionizing radiation, human health	kBq U ²³⁵ eq. (to air)	2,41E+02
Photochemical ozone formation, human health	kg NMVOC eq.	4,53E+01
Acidification	mol H+ eq.	5,61E+01
Eutrophication terrestrial	mol N eq.	1,64E+02
Eutrophication freshwater	kg P eq.	6,54E+00
Eutrophication marine	kg N eq.	3,04E+01
Land use	kg C deficit	5,20E+06
Ecotoxicity freshwater	CTUe	3,74E+03
Resource depletion water	m ³ water eq.	6,89E+01
Resource depletion, mineral, fossils and renewables	kg Sb eq.	1,93E-01

I risultati (normalizzati e pesati) sono riportati in tabella 44:

Tabella 44. Tabella dei risultati normalizzati e pesati.

RISULTATI NORMALIZZATI E PESATI						
CATEGORIE	1. Preprod	2. Product	3. Distribu	4. Use	5. EoL	Tot
Acidification	5,62E-02	7,54E-03	9,81E-05	1,59E-03	-4,20E-04	6,50E-02
Climate change, incl biogenic carbon	2,68E-02	1,53E-02	1,53E-04	2,50E-03	4,85E-04	4,53E-02
Ecotoxicity freshwater	8,41E-01	1,69E+00	1,43E-04	2,72E-02	-1,37E-03	2,56E+00
Eutrophication freshwater	4,97E-03	1,64E-02	3,13E-06	4,80E-04	1,56E-04	2,20E-02
Eutrophication marine	4,32E-02	2,71E-03	6,52E-05	1,00E-03	2,59E-06	4,70E-02
Eutrophication terrestrial	8,05E-02	4,85E-03	1,32E-04	1,22E-03	-3,92E-04	8,63E-02
Human toxicity, cancer effects	3,00E-01	8,82E-01	4,13E-04	7,34E-02	-8,57E-03	1,25E+00
Human toxicity, non-cancer effects	1,66E+00	1,11E+00	1,40E-04	3,72E-02	-3,42E-03	2,80E+00
Ionizing radiation midpoint HH	1,90E-02	3,12E-02	3,59E-04	1,07E-02	-1,71E-03	5,95E-02
Land use	3,52E-04	1,13E-05	5,55E-07	1,49E-05	-3,55E-06	3,75E-04
Ozone depletion	7,52E-04	9,26E-04	1,84E-05	9,82E-05	-1,78E-05	1,78E-03
Particulate matter	2,13E-02	8,21E-03	5,40E-05	2,13E-03	-6,56E-04	3,11E-02
Photochemical ozone formation mid	1,07E-02	4,98E-03	9,99E-05	1,14E-03	-7,21E-05	1,68E-02
Resource depletion water	2,51E-01	2,23E-02	1,31E-05	8,48E-03	-9,11E-04	2,81E-01
Resource depletion mineral	3,17E-02	6,34E-02	2,96E-05	4,15E-03	-4,64E-04	9,88E-02

In ottica di interpretazione, per comprendere le categorie di impatto più significative del caso studio è necessario calcolare il contributo di ogni categoria rispetto al totale, escludendo le categorie relative alla tossicità (ecotossicità e tossicità umana), in quanto i modelli ambientali che ne descrivono l'impatto non sono sufficientemente robusti. All'interno della tabella 45 sono riportati gli impatti totali per ogni categoria e il contributo percentuale di ogni categoria al totale. Una volta calcolato il contributo percentuale di ogni categoria, questi vengono ordinati dal maggiore al minore. Si definiscono come significative quelle categorie d'impatto ambientale che contribuiscono cumulativamente ad almeno l'80% dell'impatto ambientale totale. La PEFCR Guidance inoltre, specifica la possibilità di includere ulteriori categorie oltre quelle che contribuiscono all'80%, per questioni strategiche relative allo studio. A questo proposito è stata considerata anche la categoria del cambiamento climatico.

Tabella 45. In arancione sono evidenziate le categorie che contribuiscono al 90,46% dell'impatto totale.

CATEGORIE	Tot	%
Water depletion	2,81E-01	37,22%
Mineral depletion	9,88E-02	13,09%
Eutroph. terrestrial	8,63E-02	11,43%
Acidification	6,50E-02	8,61%
Ionizing radiation HH	5,95E-02	7,88%
Eutroph. marine	4,70E-02	6,23%
Climate change	4,53E-02	6,00%
Particulate matter	3,11E-02	4,12%
Eutroph. freshwater	2,20E-02	2,91%
Photoch. ozone	1,68E-02	2,23%
Ozone depletion	1,78E-03	0,24%
Land use	3,75E-04	0,05%
TOT		90,46%

Le categorie più significative sono sette e sono le seguenti: consumo delle risorse idriche, consumo delle risorse minerarie e fossili, eutrofizzazione terrestre, acidificazione, radiazioni ionizzanti, eutrofizzazione marina e cambiamento climatico. Queste complessivamente rappresentano il 90.46% del contributo totale e sono rappresentate in figura 23.

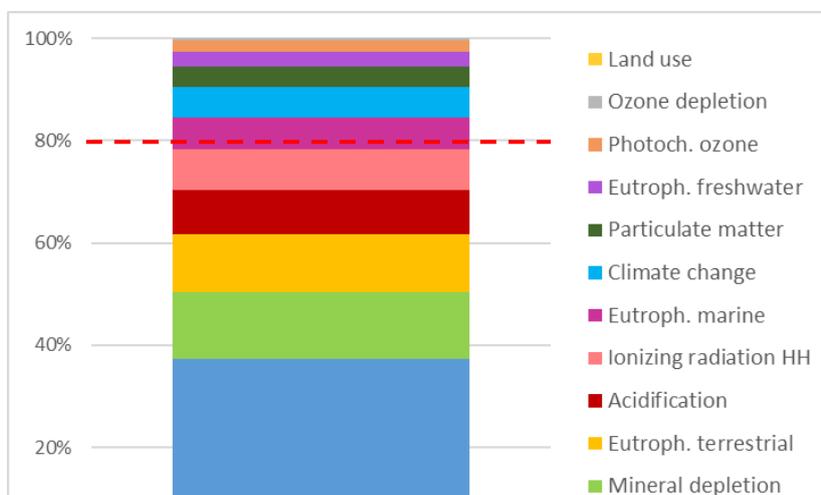


Figura 23. In figura sono riportati i contributi di ogni categoria di impatto valutata. La linea tratteggiata rossa indica l'80%.

4.1.2. Individuazione delle fasi del ciclo di vita più significative

Una volta individuate le categorie di impatto più significative, lo stesso procedimento viene effettuato per individuare le fasi del ciclo di vita più significative. Per ogni categoria significativa, le fasi più significative sono quelle che contribuiscono almeno all'80% dell'intero impatto, ordinandone i contributi dal maggiore al minore. I risultati di tale elaborazione sono riportati in tabella 46.

Tabella 46. In tabella sono riportati i contributi percentuali di ogni fase (colorate con colori differenti) per ogni categoria risultata significativa. Il perimetro rosso limita il valore dell'80%.

CATEGORIE	CONTRIBUTI PERCENTUALI					Fasi
	Prepr.	Prod.	Uso	Distrib.	EoL	
Acidification	85,4%	11,4%	2,4%	0,1%	0,6%	Prepr.
Eutrophication terrest.	92,4%	5,6%	1,4%	0,5%	0,2%	Prod.
Eutrophication marine	91,9%	5,8%	2,1%	0,1%	0,0%	Distrib.
Ionizing radiation HH	49,6%	30,2%	17,0%	2,7%	0,6%	Uso
Water depletion	88,8%	7,9%	3,0%	0,3%	0,0%	EoL
Mineral depletion	63,6%	31,8%	4,2%	0,5%	0,0%	
Climate change	59,2%	33,9%	5,5%	1,1%	0,3%	

Le fasi di vita più significative sono mostrate graficamente in figura 24:

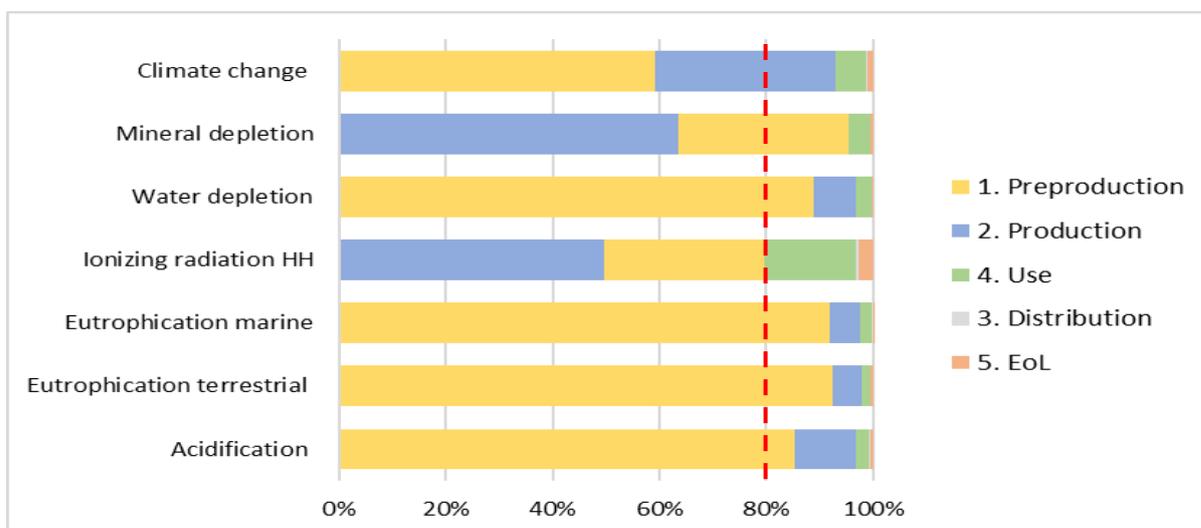


Figura 24. In figura sono riportate le fasi di impatti significative per ogni categoria valutata. La linea tratteggiata rossa indica l'80%.

- la fase di preproduzione risulta essere significativa per tutte le categorie valutate, con contributi che vanno dal 30% al 92%;
- la fase di produzione è significativa per le categorie di cambiamento climatico, riduzione di risorse minerali e fossili e infine per la categoria relativa alle radiazioni ionizzanti. I contributi di tale fase nelle categorie appena riportate vanno dal 34% al 64%;

- la fase d'uso risulta significativa solamente per la categoria relativa alle radiazioni ionizzanti con un contributo pari al 17%.

4.1.3. Individuazione dei processi più significativi

Ciascuna categoria di impatto significativa viene esaminata al fine di individuare i processi più significativi utilizzati per modellare ciascuna fase del ciclo di vita. Come da PEFCR Guidance, i processi devono essere modellati come disaggregati a livello - 1. In merito a processi simili (per esempio il trasporto) che si svolgono in diverse fasi del ciclo di vita, essi devono essere valutati separatamente.

I processi più significativi sono quei processi che cumulativamente contribuiscono almeno all'80% dell'impatto totale di ogni categoria di impatto significativa.

Per questa prima analisi dei risultati, ci si è attenuti al livello di aggregazione dei processi riportato nella PEFCR, secondo la quale i processi, per le fasi di pre-produzione e produzione, sono aggregati come segue:

- All'interno della fase di preproduzione:
 - produzione del cibo (incluso il packaging);
 - trasporto del cibo al centro di distribuzione DC (incluso il packaging);
 - trasporto del cibo dal DC alla cucina (incluso il packaging);
- All'interno della fase di produzione:
 - consumo di elettricità nella cucina;
 - attrezzature della cucina;
 - consumo di calore nella cucina.

Mediante la procedura dell'80%, i processi individuati come significativi sono (tab. 47):

Tabella 47. In tabella i processi più rilevanti sono evidenziati in arancione.

CATEGORIE	PREPROD.	PROD.			USE
	Food packed	Kitchen electr.	Kitchen equip.	Kitchen heat	Dishwasher
Acidification	84%	1%	6%	1%	1%
Climate change	52%	7%	7%	16%	3%
Eutrophication marine	91%	1%	3%	1%	1%
Eutrophication terrestre	92%	1%	3%	1%	1%
Ionizing radiation	26%	23%	24%	0%	8%
Water depletion	89%	5%	1%	0%	2%
Mineral depletion	27%	1%	57%	0%	0%

- la produzione del cibo compreso il relativo packaging (processo relativo alla fase di preproduzione), per ogni categoria d'impatto considerata. I contributi percentuali di tale processo variano dal 26% al 92%;
- il consumo di energia elettrica della cucina (fase di produzione del ciclo di vita), per le categorie del cambiamento climatico, radiazioni ionizzanti e riduzione delle risorse acquatiche. Tali contributi variano dal 5% al 23%;
- l'attrezzatura della cucina (fase di produzione del ciclo di vita), per le categorie del cambiamento climatico, radiazioni ionizzanti e la riduzione delle risorse minerali e fossili, con contributi che variano complessivamente dal 7% al 57%;
- il consumo di calore della cucina (fase di produzione del ciclo di vita), per la categoria del cambiamento climatico con un contributo del 16%;
- i consumi relativi alle lavastoviglie (fase d'uso) per la categoria relativa alle radiazioni ionizzanti con un contributo pari all'8%.

4.1.4. Confronto con i risultati riportati in PEFCR

Questo studio ha confermato l'identificazione delle categorie d'impatto ambientale più significative identificate nella PEFCR, come mostrato in figura 25, anche con contributi simili, fatta eccezione per la categoria "water depletion".

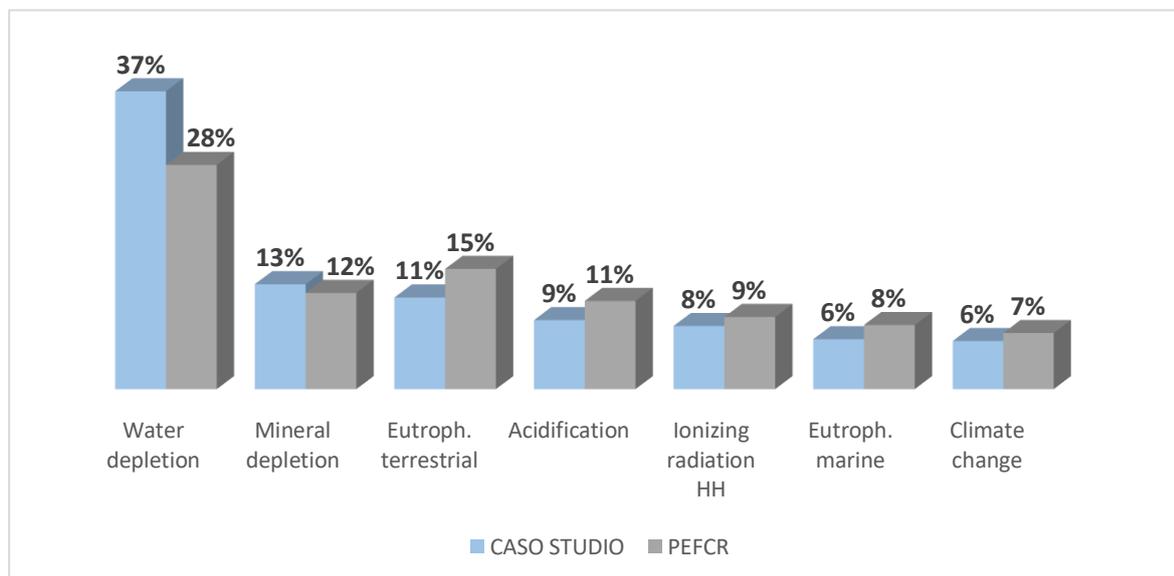


Figura 25. Confronto tra caso studio e PEFCR relativo alle categorie di impatto più significative.

In merito alle fasi del ciclo di vita, il confronto tra i risultati del caso studio e della PEFCR è riportato graficamente in figura 26: rispetto a quanto definito nella PEFCR, lo studio ha confermato le fasi di preproduzione e produzione come le più significative, anche con contributi simili, ma ha evidenziato anche l'importanza della fase d'uso. Tale scostamento è dovuto ai consumi relativi alla fase di lavaggio della lavastoviglie, e ulteriori approfondimenti verranno discussi nei capitoli successivi.

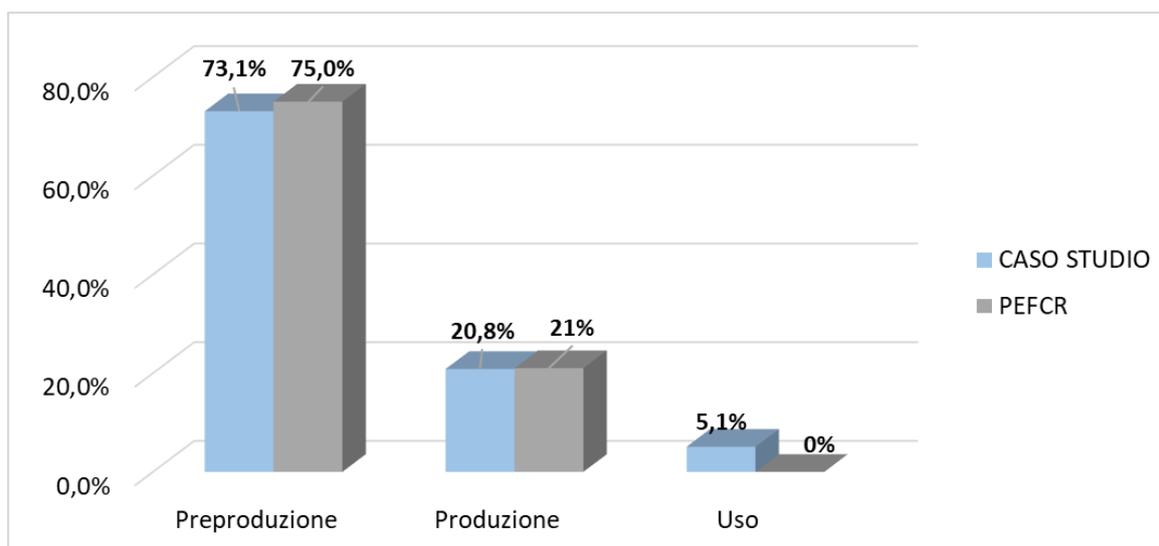


Figura 26. Confronto grafico tra le fasi rilevanti del caso studio e della PEFCR.

Per quel che riguarda processi più rilevanti, i risultati relativi al confronto tra il caso studio e la PEFCR sono riportati in tabella 48. Nel confronto non è presente la categoria radiazioni ionizzanti in quanto all'interno della PEFCR non sono riportate informazioni riguardo alle percentuali dei processi rilevanti.

Tabella 48. In tabella sono riportati i contributi percentuali dei processi rilevanti per il caso studio e per la PEFCR.

CATEGORIE	C A S O	P E F C R	PREPROD.			PROD.		
			Food packed	Transp. 1: suppliers-CEDI	Transp. 2: CEDI-kitchen	Kitchen electr.	Kitchen equip.	Kitchen heat
Acidification	CASO STUDIO		84%					
	PEFCR		79%			7%		
Climate change	CASO STUDIO		52%			7%	7%	16%
	PEFCR		44%	12%		11%	7%	8%
Eutrophication marine	CASO STUDIO		91%					
	PEFCR		87%					
Eutrophication terrestr.	CASO STUDIO		92%					
	PEFCR		86%					
Water depletion	CASO STUDIO		89%			5%		
	PEFCR		94%					
Mineral depletion	CASO STUDIO		27%				57%	
	PEFCR		14%	20%	11%		35%	

Il confronto è mostrato graficamente in figura 27:

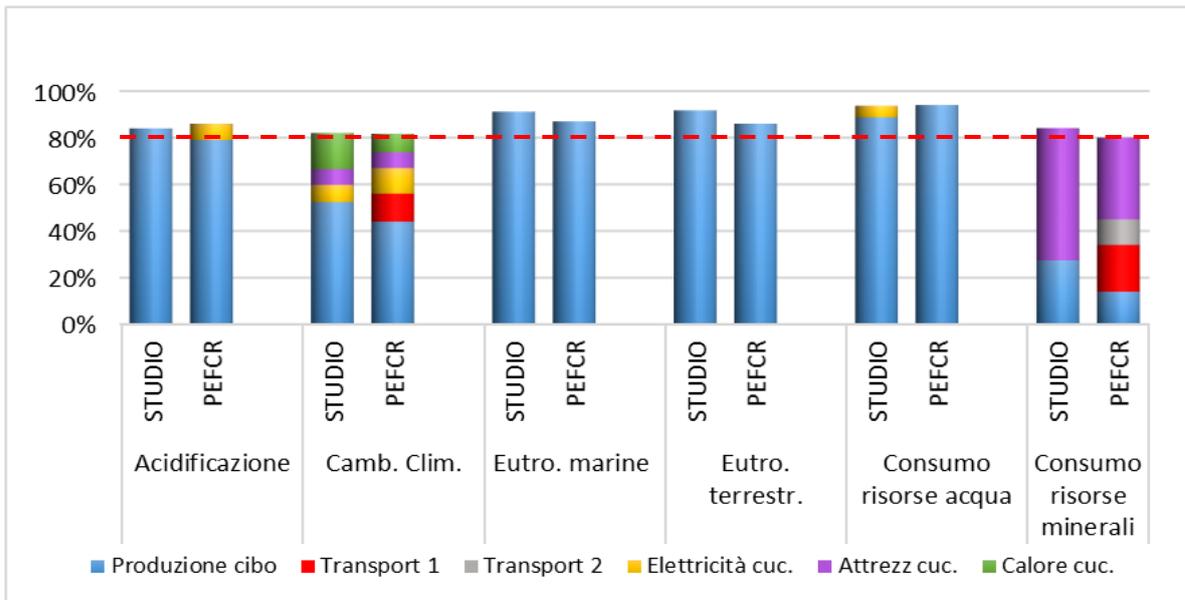


Figura 27. In figura sono mostrati i confronti tra caso studio e PEFCR.

- la produzione di cibo (fase di preproduzione) rappresenta un processo rilevante per tutte le categorie di impatto considerate sia per il caso studio che per la PEFCR. I contributi percentuali vanno dal 14% al 94%;
- sia il trasporto 1, dal fornitore al CEDI, che il trasporto 2, dal CEDI alla cucina, sono processi rilevanti solo per la PEFCR. Il primo sia per la categoria relativa al cambiamento climatico (12%) che per la riduzione di risorse minerali e fossili (20%), il secondo solo per la categoria relativa alla riduzione di delle risorse minerali e fossili (11%);
- il consumo elettrico della cucina è risultato rilevante per tre categorie:
 - l'acidificazione, solo per la PEFCR (7%);
 - il cambiamento climatico, sia per la PEFCR che per lo studio, con contributi percentuali simili;
 - riduzione delle risorse minerali, sia per la PEFCR che per lo studio con percentuali maggiori nel caso studio.

La ragione di tali discostamenti viene indagata nei prossimi capitoli.

4.1.5. Identificazione degli aspetti ambientali significativi per il committente

Di seguito sono analizzati gli aspetti ambientali adottando un maggiore livello di dettaglio per rispondere alle richieste del committente. Gli obiettivi posti da CAMST sono i seguenti:

- l'individuazione del legame tra impatto ambientale del servizio e le scelte a livello di menù, a parità di caratteristiche nutrizionali;
- la promozione della tracciabilità della filiera degli ingredienti di differenti menù.
- l'individuazione di interventi di miglioramento al fine di ridurre l'impatto del servizio.

A questo proposito sono stati individuati e analizzati complessivamente 38 processi relativi all'intero ciclo di vita come definiti in tab. 49:

Tabella 49. Lista dei processi analizzati per rispondere alle richieste del committente.

Fase	1. Preproduzione	2. Produzione	3. Distrib.	4. Uso	5. Fine vita
Processi	Produzione bevande	Produzione e stoccaggio	Trasporto	Produzione trasporto e stoccaggio kit usa e getta	Fine vita kit
	Produzione pane	CEDI degli ausiliari	cucina-mensa		Produzione trasporto e stoccaggio kit riutilizzabile
	Produzione cereali	Trasporto ausiliari	Trasporto mensa-cucina	Consumo di acqua Consumo lavastoviglie (elettricità, detersivi, acqua)	
	Produzione condimenti	Produzione e stoccaggio CEDI dei detersivi			
	Produzione latticini	Trasporto dei detersivi			
	Produzione frutta	Consumo elettr. cucina			
	Produzione legumi	Consumo calore cucina			
	Produzione carne e pesce	Consumo acqua cucina			
	Produzione Snack	Attrezzatura cucina			
	Produzione vegetali	Infrastruttura cucina			
	Packaging 1° 2° 3° cibo	Fine vita packaging 1° (esclusi snack, yogurt, beverage)			
	Trasporto cibo fornitore-CEDI	Fine vita ausiliari			
	Trasporto CEDI- diretta	Fine vita attrezz. cucina			
	Trasporto diretto	Fine vita rifiuti organici			
	Stoccaggio cibo nel CEDI				
	Fine vita packaging 2° e 3°				

- fase di preproduzione: ogni categoria di cibo rappresenta un processo a sé stante in modo tale da indagare i diversi impatti e in un'ottica di miglioramento del menù, individuare quali categorie di cibo hanno un impatto maggiore rispetto ad altre. All'interno dei processi appena descritti viene escluso il packaging in quanto questo è analizzato singolarmente in modo da valutarne la significatività. Le tre tipologie di trasporto sono tenute separate, come richiesto dalla PEFCR Guidance, così come lo stoccaggio nel CEDI e il fine vita dei packaging secondari e terziari;

- fase di produzione: la produzione e lo stoccaggio dei materiali è tenuta separata dalla produzione e lo stoccaggio dei detergenti, così come i rispettivi trasporti. Le tre tipologie di consumo in cucina (elettrico, calore e acqua) sono caratterizzate dal medesimo livello di dettaglio riportato in PEFCR precedentemente analizzato. Infine ogni tipologia di fine vita è tenuto separato;
- fase di distribuzione: i due tipi di trasporto sono separati;
- fase d'uso: la produzione, lo stoccaggio e il trasporto delle due tipologie di kit sono tenuti distinti in modo tale da riconoscere il più impattante al fine di migliorare il servizio. Gli ulteriori processi presenti sono relativi al consumo d'acqua e ai consumi dovuti all'uso della lavastoviglie;
- fase di fine vita: ogni categoria di fine vita è tenuta separata.

Da questa analisi dettagliata i processi più rilevanti emersi sono riportati in tabella 50.

Tabella 50. Processi rilevanti sono evidenziati in rosso.

	PROCESSI	Acidif.	Climate change	Eutroph. marine	Eutroph. terrestr.	Ionizing radiation	Water depletion	Mineral depletion
P R O D	Bevande	0,3%	1,3%	0,2%	0,2%	3,8%	1,2%	0,1%
	Cereali	4,0%	4,1%	8,7%	4,1%	2,2%	4,2%	0,6%
	Condimenti	3,4%	4,8%	2,4%	3,2%	0,8%	57,0%	12,5%
	Latticini	22,8%	10,5%	20,4%	27,2%	1,3%	0,3%	0,1%
	Frutta	2,0%	2,6%	1,7%	1,4%	1,3%	10,9%	4,3%
	Legumi	3,0%	0,7%	4,9%	3,6%	0,2%	0,0%	0,0%
	Carne	36,8%	18,7%	36,8%	43,8%	3,6%	8,6%	0,2%
	Vegetali	2,1%	1,7%	6,6%	2,3%	1,6%	3,6%	3,0%
	Pack 123	2,2%	3,9%	3,2%	1,1%	7,4%	0,8%	5,4%
	Trasp. al CEDI	0,8%	5,4%	0,7%	0,7%	2,8%	0,1%	2,9%
P R O D	Ausiliari prod + stor	3,6%	4,1%	1,2%	1,2%	3,1%	0,5%	1,1%
	Cucina elettr.	1,3%	7,0%	1,0%	1,0%	20,5%	4,7%	0,5%
	Cucina vapore	1,0%	14,8%	1,1%	1,2%	0,2%	0,1%	0,1%
	Cucina attrezz	5,3%	6,3%	2,5%	2,5%	21,4%	1,1%	55,2%
	Cucina infra	2,4%	1,6%	0,8%	0,7%	2,2%	0,2%	5,6%
	EoL pack 1 (no sn/yo/be)	0,5%	0,2%	0,3%	0,2%	3,3%	0,5%	0,5%
U S O	Meal sets usa e getta	1,2%	1,8%	0,8%	0,6%	5,5%	0,5%	1,7%
	Dishwasher use	0,7%	2,9%	1,2%	0,5%	8,5%	2,2%	0,4%

All'interno della fase di riproduzione i processi che risultano contribuire in maniera importante alle categorie valutate sono:

- i condimenti sulla riduzione delle risorse acquatiche (57%);
- i latticini sull'acidificazione (23%), sul cambiamento climatico (11.1%), sull'eutrofizzazione marina (20%) e su quella terrestre (27%);
- la frutta sulla riduzione delle risorse acquatiche (11%);
- la carne sull'acidificazione (37%), sul cambiamento climatico (19%), sull'eutrofizzazione marina (37%) e su quella terrestre (44%).

La medesima analisi è stata svolta per la fase di produzione:

- il consumo di elettricità in cucina influisce sulle radiazioni ionizzanti (20%);
- il consumo relativo al vapore sul cambiamento climatico (15%);
- le attrezzature della cucina incidono sulle radiazioni ionizzanti (21%) e sulla riduzione delle risorse minerali e fossili (55%);

In merito alla fase d'uso i processi significativi sono due: la produzione e lo stoccaggio dei kit usa e getta per quanti riguarda la categoria relativa alle radiazioni ionizzanti (5%) e il consumo relativo alle lavastoviglie le quali influiscono sul cambiamento climatico (3%) e sulle radiazioni ionizzanti (9%).

Da questa analisi risulta che i processi più impattanti sono quelli relativi alla carne, ai latticini e ai condimenti, per la fase di pre-produzione, e ai consumi di elettricità e all'attrezzatura della cucina per la fase di produzione. D'altra parte viene evidenziato anche come tutti i processi relativi alla distribuzione e al fine vita (processi di fine vita presenti sia nelle singole fasi che nella fase di fine vita stessa) non sono risultati essere significativi.

In merito alle richieste del committente, per quanto riguarda la ridefinizione in ottica di ecodesign del menù, si evince come mediante questo livello di dettaglio sia possibile indagare in maniera più approfondita, individuando le categorie di alimenti più impattanti. A fronte di ciò è possibile modificare il menù a parità di caratteristiche nutrizionali in modo tale da diminuire la quantità di alimenti caratterizzati da un elevato impatto ambientale. Tale modifica però non è sempre possibile metterla in atto, in quanto dipende dalla libertà di scelta del committente circa la composizione del menù. Un intervento sicuramente possibile è quello relativo alla valutazione del diverso

approvvigionamento (trasporto) dei prodotti che compongono il menù, e valutare pertanto elementi richiesti anche negli appalti pubblici verdi, quali ad esempio la fornitura di prodotti a km 0.

Per quanto concerne gli interventi di miglioramento del servizio, questi riguardano:

- riduzione dei consumi della cucina (fase di produzione), il quale rappresenta un obiettivo a lungo termine;
- interventi di efficientamento nelle scuole mediante installazione di ulteriori lavastoviglie (fase d'uso), in merito al quale è necessario comprendere mediante studi ad hoc se ciò porterebbe una complessiva riduzione degli impatti, tenendo conto della rilevanza del processo relativo all'uso delle stesse.

4.1.6. Input per PEFCR

Al fine di suggerire input per il miglioramento della PEFCR, di seguito sono analizzate le assunzioni fatte all'interno del caso studio, e la scelta dei dati primari rispetto a quelli di default presenti nella PEFCR, ed inoltre sono individuati quali, tra questi aspetti (assunzioni e dati), possono causare effetti importanti sui risultati finali pregiudicandone la robustezza. Le assunzioni sono analizzate per ciascuna delle cinque fasi in cui è articolato il ciclo di vita del servizio.

Pre-produzione

- Per descrivere il cibo acquistato da CAMST sono state considerate categorie di cibo più dettagliate rispetto a quelle riportate nella PEFCR. La finalità di tale modifica risiede nella possibilità di indagare l'impatto ambientale con un maggior livello di dettaglio in un'ottica di possibile miglioramento del menù, potendo quindi individuare le categorie più significative e intervenire con azioni strategiche su queste. Attualmente i risultati dello studio non consentono un intervento migliorativo sul menù perché la variabilità dei prodotti (la produzione biologica rispetto a quella convenzionale, i prodotti senza glutine rispetto a quelli convenzionali) non è sufficientemente rappresentata dai dataset attualmente disponibili. Al momento, quindi, la PEFCR permette di valutare la rilevanza complessiva del processo relativo al cibo e all'interno dello stesso identificare le categorie di cibo più significative.
- Sono stati aggiunti dataset provenienti dalla banca dati di Ecoinvent, relativi a processi e prodotti non rappresentati nella PEFCR. Nel dettaglio questi sono

- rappresentati dai seguenti dataset: cacao, insalata iceberg e olive. Inoltre la pasta all'uovo presente nel capitolato di CAMST è stata modellata mediante la ricetta relativa alla pasta secca presente in PEFCR. L'aggiunta di tali dataset ha permesso di rendere più dettagliata la modellazione ma non ha influito sul risultato finale in quanto il processo più significativo è risultato essere quello relativo alla produzione complessiva del cibo, come risulta anche nella PEFCR;
- Nella PEFCR non erano presenti alcune tipologie di packaging (bag in box, carta, cartoncino e vetro) caratterizzanti alcuni prodotti acquistati da CAMST. Al fine di tenere conto dei dati primari, questi sono stati aggiunti e sono stati calcolati i loro relativi pesi in Kg rispetto al Kg di prodotto contenuto. Il packaging è emerso non essere trascurabile: infatti, è risultato un processo significativo per le categorie del cambiamento climatico, l'eutrofizzazione marina, le radiazioni ionizzanti e la riduzione delle risorse acquatiche. Pertanto, è importante affinare la modellazione del packaging, inserendo anche le tipologie di imballaggio emerse da questo studio;
 - Per lo stoccaggio del cibo e dei materiali ausiliari nel CEDI non è stato utilizzato il dataset relativo al mix elettrico nazionale indicato in PEFCR ma il dato primario relativo al mix elettrico utilizzato. Il processo relativo allo stoccaggio non risulta essere significativo;
 - Il trasporto dai fornitori al CEDI è stato modellato come da PEFCR con un'unica modifica riguardo al mezzo e al chilometraggio in quanto nella PEFCR vengono considerati tre differenti trasporti: mediante camion all'interno del territorio nazionale, mediante camion in territorio Europeo e mediante nave e camion per i prodotti fuori Europa. Essendo a conoscenza della provenienza italiana dei prodotti di CAMST è stata considerata solo la prima modalità riportata. Il trasporto fornitori-CEDI è risultato essere un processo significativo in PEFCR con un contributo del 12 % mentre nel caso studio con un contributo del 5.7%;
 - Sia per il trasporto CEDI-cucina che per il trasporto diretto fornitore-cucina (non presente in PEFCR) sono stati utilizzati dati primari relativi sia al chilometraggio sia ai mezzi impiegati per i quali è stata considerata una media. Il processo relativo al trasporto CEDI-cucina risulta rilevante in PEFCR (11% sulla categoria riguardo la riduzione delle risorse minerali) ma non nel caso studio.

Produzione

- Sono stati aggiunti dataset relativi alla produzione di dodecanolo (utilizzato in relazione alla produzione dei detergenti), latex, PVC e resina. In merito all'implementazione della formula CFF relativa alla produzione dei materiali latex, PVC e resina, in ottica conservativa non essendo disponibili i dati relativi a R1 e R2, questi sono stati impostati uguali a zero rappresentando una condizione di non riciclabilità del materiale e di assenza del contenuto di riciclato all'interno del prodotto finito. Il processo relativo alla produzione degli ausiliari è risultato significativo ma con contributi dal 3 % al 4%;
- In merito ai consumi di elettricità e calore sono stati utilizzati dati primari relativi ai consumi effettivi. Il contributo percentuale del consumo di vapore per la categoria relativa al cambiamento climatico è maggiore nel caso studio (15.6%) rispetto alla PEFCR (8%). Questo scostamento può essere dovuto al fatto che il consumo della centrale a vapore è indipendente dal numero di attrezzature accese, oltre al fatto che la PEFCR ha considerato un campione diverso di cucine, con caratteristiche tecnologiche e di efficienza diverse. Il consumo relativo all'elettricità e l'impatto dovuto all'attrezzatura presente in cucina, per la quale sono stati adottati i dati di default della PEFCR, risultano essere molto elevati in corrispondenza della categoria relativa alle radiazioni ionizzanti (24-25%). Ci si può aspettare un drastico cambiamento del risultato a valle dell'implementazione del metodo di valutazione degli impatti aggiornato;

Distribuzione

- Sono stati utilizzati dati primari relativi alle tonnellate al km e ai mezzi da utilizzare. All'interno di tale modellazione è stato assunto un determinato peso lordo per entrambe le dimensioni delle gastronorm. Il processo relativo al trasporto non risulta essere significativo, ed anche raddoppiando il peso lordo delle gastronorm, il risultato rimane tale.

Uso

- In merito ai meal set, nella PEFCR sono considerate tre tipologie: riutilizzabili, usa e getta non compostabile e usa e getta compostabile. I valori di default relativi a tali materiali sono settati rispetto alla composizione del campione virtuale. Nel caso studio le tipologie di meal set sono solamente due, usa e getta non compostabile e riutilizzabile. Per tali categorie sono stati utilizzati dati primari in

relazione alle quantità mentre il dato di default nella PEFCR è stato utilizzato per la modellazione dei materiali (tranne per il caso dei piatti usa e getta per il quale è stato utilizzato il dato primario riguardo al materiale, cellulosa, rispetto al polistirolo indicato in PEFCR). A questo proposito sono stati convertiti i dati di default in modo tale che non fossero riferiti alla composizione del campione virtuale.

Durante la fase d'interpretazione dei risultati si è notato come il processo relativo ai meal set usa e getta sia rilevante con una percentuale del 6,7% solo per la categoria radiazioni ionizzanti. I dati primari relativi alla quantità delle diverse tipologie di meal set sono pertanto importanti, e pertanto la PEFCR dovrebbe fornire i dati di default per modellarne la produzione svincolati dalla composizione del campione virtuale.

- Riguardo ai consumi relativi all'acqua di rete in refettorio, questi comprendono solamente la quota di pasti a cui non viene fornita l'acqua in bottiglia. Quindi partendo dai litri di acqua acquistati e dal consumo di acqua per unità funzionale riportato in PEFCR, sono stati stimati i pasti corrispondenti ai litri di acqua in bottiglia e per differenza poi sono stati calcolati i pasti corrispondenti al consumo di acqua di rete. Il processo relativo a tali consumi non è risultato significativo e il grado di dettaglio utilizzato è stato considerato sufficiente.
- In merito ai consumi derivati dall'uso della lavastoviglie, sono stati utilizzati quelli riportati in PEFCR i quali sono riferiti ai dati di consumo di una lavastoviglie domestica. Il dato fornito da quest'ultima è riferito alle seguenti condizioni (Kaenzig and Jolliet 2006):
 - a. Il carico della lavastoviglie è di 40 tazze di caffè a ciclo;
 - b. Il consumo energetico è di 1.2 kWh/ ciclo;
 - c. Il consumo di acqua è di 15 l/ciclo;
 - d. Il consumo di detergente è 10 g/ciclo.

In merito a tali consumi si è approfondita la ricerca in legislatura all'interno del regolamento europeo 1016/2010 riguardo alla progettazione ecocompatibile delle lavastoviglie per uso domestico. In tale regolamento vengono forniti i consumi e le efficienze di lavastoviglie con diverse possibilità di carico (da 15 coperti a 4). I consumi energetici variano da un massimo di 0.88 kWh/ciclo, per la lavastoviglie a maggior carico, fino ad un minimo di 0.51 kWh/ciclo mentre il consumo di acqua è compreso all'interno dell'intervallo tra 10 e 7 l/ciclo. Tale

ricerca ha permesso di evidenziare un'elevata variabilità dei consumi e delle efficienze e ha messo in luce il fatto che i dati considerati nello studio sono estremamente conservativi rispetto a quelli riportati nel regolamento europeo 1016/2010 in relazione anche al carico più elevato. Tutti i consumi analizzati riguardano lavastoviglie domestiche mentre si presume che le lavastoviglie utilizzate durante la fase d'uso siano industriali e quindi caratterizzate da efficienze e consumi molto differenti. Il processo relativo ai consumi della lavastoviglie è l'unico processo relativo alla fase d'uso responsabile della risultata significatività di tale fase, mediante un contributo percentuale del 10,3%. A fronte di questa considerazione, l'approccio conservativo della PEFCR è condivisibile, in quanto consente di cogliere gli interventi specifici dei singoli fornitori del servizio (sostituzione lavastoviglie, inserimento di nuove lavastoviglie nelle scuole, utilizzo del solo kit di stoviglie riutilizzabili e non usa e getta), i quali saranno chiamati a dichiarare dati primari per comprovare il consumo effettivo. Nel lavaggio non sono considerati le gastronorm utilizzate nelle mense perché l'informazione relativo al loro numero non era disponibile, mentre per contabilizzare l'impatto del lavaggio di posate e bicchieri portati da casa, è stato conservativamente allocato l'impatto di un intero kit usa e getta (all'interno del quale sono presenti piatti usa e getta e bicchieri e posate portati da casa). Il processo relativo ai consumi della lavastoviglie è l'unico processo relativo alla fase d'uso responsabile della significatività di tale fase, con un contributo percentuale del 8,5%. Questo conferma l'importanza di disporre di un dato puntuale sui consumi energetici e di acqua della lavastoviglie, tenendo conto dell'efficienza dell'elettrodomestico (uso domestico vs uso industriale, classe energetica) e dell'effettiva quantità di stoviglie lavate (allocazione di un solo pezzo vs allocazione dell'intero kit).

Fine vita

- I dataset relativi all'incenerimento e alla discarica sono stati presi dalla banca dati di GaBi, discostandosi pertanto da quanto riportato in PEFCR. Inoltre sono stati considerati i benefici ambientali dell'energia elettrica prodotta dalla combustione del biogas derivante dalla discarica, in linea con la CFF. Per quanto concerne la formula CFF, i valori dei parametri R1, R2, R3, e QS per quei materiali non inclusi

nella PEFCR; sono stati considerati i parametri riportati nell'allegato C della PEFCR Guidance.

- Tale fase non è risultata essere significativa, con contributi complessivi sull'intero ciclo di vita tra 0,01-1,61 %.

Alla luce delle assunzioni e caratteristiche dei dati utilizzati, e dei risultati ottenuti, in linea con l'obiettivo del supporting study, sono state identificate le seguenti opzioni di miglioramento della PEFCR.

1. È necessario identificare in modo più stringente i processi per i quali sono necessari dati primari e quelli per i quali è possibile utilizzare i dati di default forniti dalla PEFCR. Per quanto riguarda il caso specifico dei meal set, sono importanti due considerazioni:
 - in relazione all'importanza del loro impatto sulla fase d'uso, una soluzione potrebbe essere quella di rendere il dato relativo alla quantità e alla tipologia, obbligatorio;
 - nell'eventualità dell'impossibilità di reperire dati primari relativi alla loro tipologia e alla quantità la soluzione potrebbe essere quella di non rendere questi dati obbligatori a patto che il dato di default presente nella PEFCR sia molto conservativo riguardo alle quantità medie.
2. Svincolare la modellazione della produzione dei meal set dal campione rappresentativo: all'interno della fase d'uso i meal set rappresentano un elemento non sottovalutabile, non solo in relazione all'impatto dei meal set stessi ma anche sull'impatto dei consumi della lavastoviglie. A questo proposito è necessario ritardare i dati di default della PEFCR per la modellazione della produzione dei meal set e renderli svincolati dal campione virtuale.
3. definizione del benchmark a livello di specifico servizio o gruppi di servizio in quanto vista la variabilità del servizio per le differenti tipologie di scuole considerate, ragionare in modo collettivo può risultare limitante.
4. completare i dataset di default mancanti nella PEFCR in relazione all'imballaggio primario il quale è risultato essere un processo non trascurabile. Le tipologie di packaging aggiunte per rappresentare l'imballaggio primario sono le seguenti: bag in box, carta (utilizzata per l'imballaggio della farina e del burro), vetro, cartoncino (utilizzato per l'imballaggio del sale, del tè e della frutta)

e infine una tipologia di imballaggio costituita sia da cartone che da plastica utilizzata per l'imballaggio di frutta e verdura e che è stata nominata veg/fruit box. I dataset relativi alla produzione e alla modellazione del fine vita mediante la formula CFF (Ev, Erecycled, Ev* e ErecyclingEoL) sono stati individuati all'interno della banca dati di GaBi e utilizzati, mentre i parametri R1, R2, R3, A, B e Q sono stati individuati all'interno dell'allegato C della PEFCR Guidance.

5. Dettagliare il livello di granularità con cui si rappresentano le tipologie di cibo: all'interno di ogni categoria di alimento è possibile aumentare il livello di dettaglio con cui estrapolare i risultati (fig. 28).

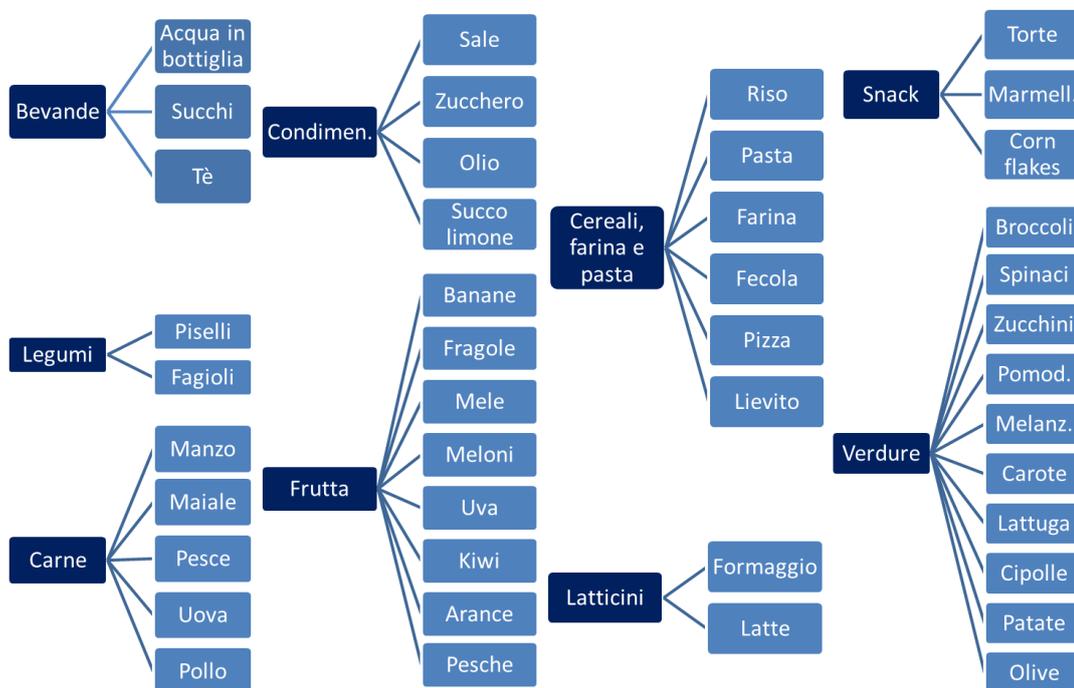


Figura 28. Livello di dettaglio dei dataset relativi alla categoria degli alimenti.

Per alcune tipologie di alimenti questo grado di dettaglio è già disponibile grazie allo sviluppo delle PEFCR a livello europeo mediante gli studi pilota. Le PEFCR sono state sviluppate per le seguenti categorie di alimento: latticini, carne, pasta secca e acqua confezionata. All'interno per esempio della PEFCR relativa ai latticini sono riportati i profili ambientali del latte, del burro, dello yogurt e del formaggio mentre in quella della carne sono presenti i profili ambientali della carne di manzo, di maiale e di ovino. Ad oggi, implementando questi profili ambientali all'interno della PEFCR al posto dei dataset presenti ora, per le categorie di cibo per le quali sono presenti PEFCR specifiche, sarebbe possibile aumentare il livello di dettaglio e di qualità dell'informazione, permettendo una valutazione delle categorie di cibo più dettagliata.

6. Aumentare il livello di conservatività relativo alla fase di distribuzione (trasporto del pasto dalla cucina alle mense e ritorno). Per quanto riguarda il GWP è emerso che il valore della fase di distribuzione del caso studio è 1,19 kg CO₂ eq. mentre per la PEFCR il valore è di 0,54 kg di CO₂ eq. Ciò dimostra che le condizioni considerate riguardo tale fase nella PEFCR non sono sufficientemente conservative in quanto risultano avere un impatto minore di quelle relative ai dati primari del caso studio. È necessario pertanto definire dati di default più conservativi relativi a tale fase in modo tale che la raccolta di dati primari sia di stimolo per l'azienda.
7. Specificare il livello di dettaglio con cui identificare i processi significativi: i processi risultanti significativi per la PEFCR su tutto il ciclo di vita del servizio sono sei e sono caratterizzati da un certo livello di aggregazione di cui non viene riportata la spiegazione. La difficoltà riscontrata è stata relativa a definire il livello di aggregazione dei rimanenti processi da considerare al fine di interpretare i risultati in modo coerente. Un'ulteriore proposta pertanto è quella di identificare i processi significativi sulla base del controllo che l'azienda ha su quei processi, in linea con la Data Need Matrix, distinguendo il livello al quale si modella dal livello relativo alla significatività del processo.

Attualmente il metodo di valutazione degli impatti è stato aggiornato sia per quanto riguarda le categorie di impatto che i fattori di caratterizzazione, normalizzazione e pesatura. Queste modifiche non è ancora possibile implementarle all'interno dei software utilizzati per modellare lo studio di impronta ambientale, ma una volta rese disponibili, ci si attendono delle modifiche importanti nei risultati. In questa ottica è necessario tenere traccia di tutte le assunzioni fatte.

4.2 Contributo allo stato dell'arte

Il contributo allo stato dell'arte viene di seguito discusso relativamente a tre aspetti metodologici principali: la granularità della PEFCR, la qualità del dato e la complessità relativa alla rappresentazione del menù.

4.2.1 Granularità della PEFCR

La PEFCR *of contracted supply service for school meals* si riferisce al servizio di ristorazione offerto ai bambini che frequentano gli asili nido, la scuola materna, le elementari e la scuola secondaria di primo livello, inclusi gli insegnanti e gli operatori che lavorano in tali scuole. Il punto di partenza di tale PEFCR è stata la definizione del servizio rappresentativo ossia del servizio virtuale composto da un campione di diverse tipologie di scuole (nidi, materne, elementari e medie) rispetto al quale sono state definite le regole per l'esecuzione dello studio PEF. Quindi il campione virtuale è composto da tipologie differenti di scuole al cui interno la modalità del servizio di ristorazione può essere gestita in modo diverso: le cucine impiegate possono avere livelli di efficienza differenti, il trasporto delle materie prime può essere diretto in cucina o stoccato in un centro di distribuzione e le stoviglie utilizzate per il pasto possono essere usa e getta in una scuola e riutilizzabile nell'altra.

Il termine granularità indica quanto l'ambito di applicazione di una PEFCR debba essere più o meno ampio per consentire la definizione di regole applicabili ad un numero maggiore di servizi, caratterizzati da una variabilità relativa a: tipologia di servizio (pasti per scuole materne, elementari, medie), condizioni in cui lavorano le cucine e le modalità in cui avviene la distribuzione e l'erogazione del pasto. Il problema della granularità è un aspetto dibattuto in ambito PEF in quanto rappresenta un elemento che condiziona la rappresentatività dei risultati: il caso di CAMST consente di ragionare su questo aspetto, e di valutarne pro e contro.

La questione relativa alla granularità è strettamente legata alla definizione delle regole per l'esecuzione dello studio e al benchmark, ossia al profilo ambientale del prodotto/servizio rappresentativo. A questo proposito gli interrogativi a cui si vuole dare un primo contributo sono i seguenti:

- *le regole della PEFCR sono risultate essere applicabili e l'aggregazione dei dati è risultata essere ad un livello opportuno?*
- *è utile avere un benchmark anche per il settore dei servizi e a quale livello andrebbe definito?*

In merito alle **regole** che definiscono come eseguire lo studio, un primo interrogativo al quale si è cercato di rispondere è il seguente: *queste regole sono risultate essere applicabili concretamente ad ogni tipologia di scuola considerata?* Nel caso studio, il quale è caratterizzato da una composizione percentuale relativa alle diverse tipologie di scuole probabilmente molto simile a quella del servizio virtuale (come in parte confermato dall'analisi del peso medio del piatto servito, calcolato "a crudo"), è stata confermata l'applicabilità di tale regole dimostrando un buon livello di dettaglio della PEFCR. Si è tuttavia evidenziata una grande variabilità nell'erogazione del servizio e nella fruizione del pasto mediante l'uso di stoviglie le quali possono essere riutilizzabili o usa e getta in relazione alla presenza o meno di lavastoviglie nella scuola. Nella situazione di utilizzo delle stoviglie usa e getta, i bicchieri e le posate vengono portate da casa dal bambino. Oltre alle diverse tipologie di stoviglie, è importante riportare anche le diverse dinamiche di lavaggio degli utensili utilizzati in tale fase. Infatti, nelle scuole in cui è presente la lavastoviglie, oltre che le stoviglie riutilizzabili, vengono lavate anche le gastronorm e gli utensili utilizzati per l'erogazione del pasto. Sia le gastronorm che gli utensili vengono poi riportati nella cucina centralizzata per poi essere rilavati insieme alle gastronorm e agli utensili utilizzati nelle scuole senza lavastoviglie. La variabilità delle dinamiche che possono presentarsi all'interno di tale fase non è quindi trascurabile. Nel campione del servizio virtuale al quale fa riferimento la PEFCR, la porzione di scuole che utilizzano stoviglie usa e getta o stoviglie riutilizzabili è differente rispetto al caso studio. A questo proposito la PEFCR oltre a non supportare in maniera sufficientemente dettagliata la modellazione di tali dinamiche, fornisce valori di default calcolati in relazione alle caratteristiche del proprio campione virtuale. Infatti, i valori di default rispetto ai materiali dei meal set riutilizzabili e ai consumi delle lavastoviglie sono riferiti alla percentuale di scuole del campione virtuale in cui sono presenti queste condizioni (17% del campione è costituito da scuole con lavastoviglie che utilizzano kit riutilizzabili). A questo proposito sarebbe utile se i dati di default relativi alla fase d'uso non riflettessero la struttura del campione virtuale ma fossero forniti svincolati da tale caratteristica in quanto dall'analisi dei risultati è emerso che i processi relativi ai meal set e al consumo derivato dalla lavastoviglie condizionano in maniera importante l'impatto di tale fase.

Un ulteriore spunto di riflessione in merito alle regole definite per lo studio PEF è il seguente: *il livello di aggregazione dei dati presente in PEFCR è risultato essere chiaro e opportuno rispetto al livello con il quale indagare i processi significativi?* A questo proposito sono state fatte le seguenti considerazioni:

- i processi risultanti significativi per la PEFCR su tutto il ciclo di vita del servizio sono sei e sono caratterizzati da un certo livello di aggregazione di cui non viene riportata la spiegazione. La difficoltà riscontrata è stata relativa a definire il livello di aggregazione dei rimanenti processi da considerare al fine di interpretare i risultati in modo coerente;
- a fronte di questa considerazione, l'attenzione è stata posta anche sul livello rispetto al quale è necessario misurare i processi significativi secondo la PEFCR Guidance, ossia il livello disaggregato -1, che implica una disaggregazione al livello di dataset come riportato in figura 29.

A titolo di esempio, in figura è riportato l'esempio relativo alla produzione di 1 kg

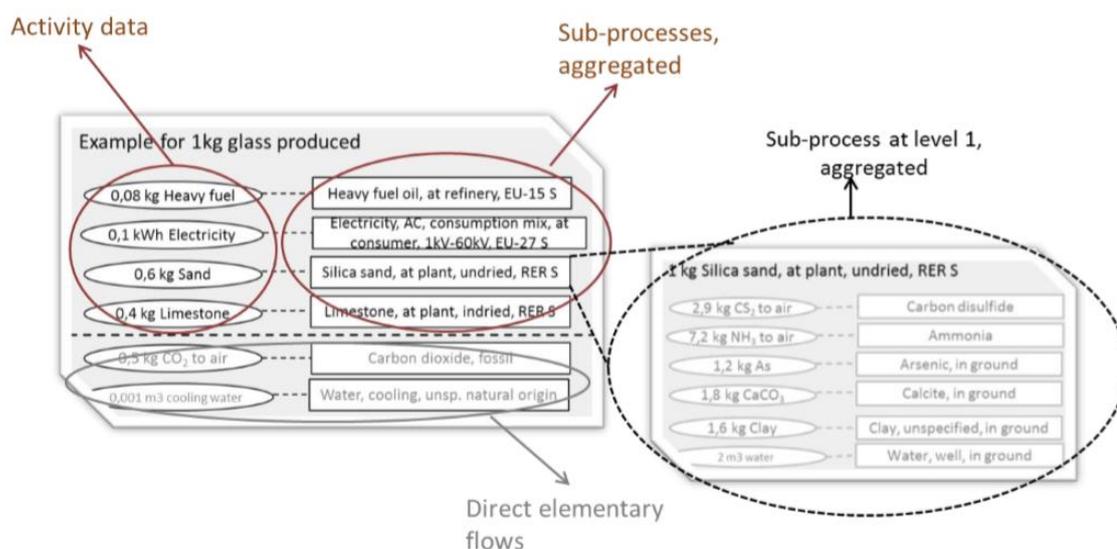


Figura 29. Aggregazione a livello -1 dei dataset.

di vetro, la quale necessita di combustibile, elettricità, sabbia e calcare. Ognuno di questi componenti è rappresentato da un dataset (*sub-processes aggregated*) il quale a sua volta è composto da ulteriori dataset (*sub.process at level 1, aggregated*). In figura è riportato l'esempio relativo al dataset sabbia composto dai seguenti ulteriori dataset (disaggregati -1): disolfuro di carbonio, ammoniaca, arsenico, calcite, argilla e acqua. Secondo la PEF Guidance questo livello disaggregato -1 rappresenta il livello con il quale indagare i processi significativi. Ciò risulta essere molto limitante per diverse ragioni, in primis tale livello di

dettaglio non è supportato dalla banca dati di GaBi, nella quale tutti i processi presenti in figura come disaggregati a livello -1, sono aggregati, permettendo solamente una analisi dei processi aggregati al livello dei materiali (sabbia, elettricità, carburante e calcare). Inoltre, anche limitando l'analisi al livello di aggregazione superiore (nell'esempio, al dataset "sabbia" e a quello "vetro"), la corretta identificazione del livello di aggregazione pone delle problematiche in fase di interpretazione. Per rendere più chiaro il problema si prenda in considerazione la modellazione del fine vita di una determinata tipologia di packaging. La modellazione è caratterizzata da un dataset relativo all'impatto del riciclaggio ($E_{\text{recyclingEoL}}$) quindi alle emissioni specifiche e risorse consumate derivanti dal processo di riciclaggio, e da un dataset relativo all'impatto evitato della materia prima vergine (E^*_v), quindi le emissioni specifiche e risorse consumate derivanti dall'acquisizione e dal pretrattamento di materiale vergine la cui produzione viene evitata. Se l'interpretazione dei processi significativi viene fatta come da PEFCR Guidance, quindi a livello di dataset, il processo significativo può essere identificato a livello del dataset E^*_v . Questa informazione non è rilevante per l'ipotetica azienda che sta svolgendo questa analisi in ottica di miglioramento ambientale. Sarebbe più utile un maggior livello di concretezza dei risultati fornendo la possibilità di indagare i processi rilevanti ad un livello di dettaglio che possa identificare come significativo per esempio il processo del riciclaggio rispetto al recupero energetico e alla discarica. Questo livello rappresenterebbe un'interpretazione più concreta per l'azienda rispetto all'individuazione del dataset più significativo.

La proposta pertanto è quella di identificare i processi significativi sulla base del controllo che l'azienda ha su quei processi, in linea con la Data Need Matrix, distinguendo il livello al quale si modella dal livello relativo alla significatività del processo.

Un ulteriore aspetto legato alla granularità della modellazione, è relativo al grado di dettaglio con cui sono stati modellati i processi, in particolare quelli relativi alla fase di pre-produzione, che risulta la più significativa in tutte le categorie ambientali rilevanti per lo studio. Mantenendo il livello di aggregazione definito nella PEFCR (ossia il processo significativo è rappresentato dalla produzione di tutto il cibo e del relativo imballaggio), l'unica informazione deducibile da tale risultato è che la produzione di tutto il cibo ha un impatto ambientale importante ma tale informazione risulta essere

limitata se non è possibile indagare in maniera verticale su tale processo. Mediante questa modalità non è possibile individuare le categorie di cibo più importanti su cui poter attuare azioni strategiche al fine di ridurre l'impatto. Se la finalità dello studio è proprio quella di incoraggiare al miglioramento occorre fornire un livello più elevato di dettaglio. Attualmente questo livello di aggregazione è dovuto al fatto che è necessario tener conto della variabilità del campione di scuole considerate in cui la totalità degli alimenti acquistati (tipologia e quantità) e la modalità di erogazione del servizio sono differenti da scuola a scuola. Nel momento in cui viene aumentata la granularità è possibile indagare i processi significativi ad un livello più elevato di dettaglio. In tabella 51 sono riportati i 38 processi individuati una volta aumentato il livello di dettaglio.

Tabella 51. In tabella sono riportati i 38 processi individuati per l'interpretazione dei risultati.

Fase	1. Preproduzione	2. Produzione	3. Distrib.	4. Uso	5. Fine vita
Processi	Produzione bevande	Produzione e stoccaggio CEDI degli ausiliari	Trasporto cucina-mensa	Produzione trasporto e stoccaggio kit usa e getta	Fine vita kit
	Produzione pane				Fine vita 1° packaging snack y og bev
	Produzione cereali	Trasporto ausiliari	Trasporto mensa-cucina	Produzione trasporto e stoccaggio kit riutilizzabile	
	Produzione condimenti	Produzione e stoccaggio CEDI dei detergenti			
	Produzione latticini	Trasporto dei detergenti		Consumo di acqua	Cibo e acqua serviti e nonconsumati
	Produzione frutta	Consumo elettr. cucina			
	Produzione legumi	Consumo calore cucina			
	Produzione carne e pesce	Consumo acqua cucina			
	Produzione Snack	Attrezzatura cucina			
	Produzione vegetali	Infrastruttura cucina			
	Packaging 1° 2° 3° cibo	Fine vita packaging 1° (esclusi snack, yogurt, beverage)			
	Trasporto cibo fornitore-CEDI			Fine vita ausiliari	
	Trasporto CEDI- diretta	Fine vita attrezz. cucina			
	Trasporto diretto	Fine vita rifiuti organici			
	Stoccaggio cibo nel CEDI				
	Fine vita packaging 2° e 3°				

Questo aumento di dettaglio in fase di interpretazione, consente di individuare all'interno della categoria cibo quali tipologie di alimenti rappresentano i processi rilevanti, fornendo una informazione più concreta, come in tab. 52.

Tabella 52. Processi significativi evidenziati in rosso.

	PROCESSI	Acidif.	Climate change	Eutroph. marine	Eutroph. terrestr.	Ionizing radiation	Water depletion	Mineral depletion
P R E P R O D	Bevande	0,3%	1,3%	0,2%	0,2%	3,8%	1,2%	0,1%
	Cereali	4,0%	4,1%	8,7%	4,1%	2,2%	4,2%	0,6%
	Condimenti	3,4%	4,8%	2,4%	3,2%	0,8%	57,0%	12,5%
	Latticini	22,8%	10,5%	20,4%	27,2%	1,3%	0,3%	0,1%
	Frutta	2,0%	2,6%	1,7%	1,4%	1,3%	10,9%	4,3%
	Legumi	3,0%	0,7%	4,9%	3,6%	0,2%	0,0%	0,0%
	Carne	36,8%	18,7%	36,8%	43,8%	3,6%	8,6%	0,2%
	Vegetali	2,1%	1,7%	6,6%	2,3%	1,6%	3,6%	3,0%
	Pack 123	2,2%	3,9%	3,2%	1,1%	7,4%	0,8%	5,4%
	Trasp. al CEDI	0,8%	5,4%	0,7%	0,7%	2,8%	0,1%	2,9%
P R O D	Ausiliari prod + stor	3,6%	4,1%	1,2%	1,2%	3,1%	0,5%	1,1%
	Cucina elettr.	1,3%	7,0%	1,0%	1,0%	20,5%	4,7%	0,5%
	Cucina vapore	1,0%	14,8%	1,1%	1,2%	0,2%	0,1%	0,1%
	Cucina attrezz	5,3%	6,3%	2,5%	2,5%	21,4%	1,1%	55,2%
	Cucina infra	2,4%	1,6%	0,8%	0,7%	2,2%	0,2%	5,6%
	EoL pack 1 (no sn/yo/be)	0,5%	0,2%	0,3%	0,2%	3,3%	0,5%	0,5%
U S O	Meal sets usa e getta	1,2%	1,8%	0,8%	0,6%	5,5%	0,5%	1,7%
	Dishwasher use	0,7%	2,9%	1,2%	0,5%	8,5%	2,2%	0,4%

Se da una parte l'aumento della granularità, e quindi del livello di dettaglio dei processi significativi, consente un'interpretazione più completa e robusta, dall'altra parte, può rappresentare un problema nel momento in cui i processi significativi riportati in PEFCR si dimostrano essere diversi dai processi significativi dell'ipotetico caso studio in quanto la significatività dei processi può essere legata alla quantità e alla tipologia degli alimenti acquistati nelle scuole considerate. Col fine di capire se è possibile aumentare la granularità, risulta di elevata importanza verificare mediante ulteriori studi che effettivamente i processi significativi relativi alla categoria cibo risultano essere sempre gli stessi all'interno del contesto di servizio considerato.

La questione della granularità è quindi legata anche alla definizione del **benchmark**, al quale sono riferiti i risultati dell'impatto del servizio virtuale. A questo proposito, a valle dell'analisi dei risultati, sono emersi i seguenti interrogativi:

- *È utile avere un benchmark anche per il settore dei servizi?*
- *A quale livello andrebbe definito il benchmark?*

In merito al primo interrogativo, il problema nasce dalle molteplici possibilità di erogazione del servizio. Il dibattito relativo a questo problema è attivo in quanto il servizio è una realtà molto particolare le cui caratteristiche sono strettamente legate alle tecniche gestionali della singola organizzazione, le quali rendono difficile la possibilità di confronto del servizio.

Per quanto riguarda invece la questione del benchmark complessivo o suddiviso per servizio è necessario interrogarsi sulla finalità originaria del benchmark stesso. Infatti, lo scopo del benchmark è quello di avere un riferimento rispetto al quale misurarsi e confrontarsi, come stimolo al miglioramento continuo. Nel presente caso studio sono compresi i servizi di ristorazione di quattro scuole differenti, caratterizzate da modalità di erogazione del pasto diverse. Per tale servizio, la PEFCR ha definito un benchmark unico. Dall'analisi dei risultati, si può però supporre che, vista la variabilità del servizio per le differenti tipologie di scuole considerate, ragionare in modo collettivo può risultare limitante perché alcuni elementi condizionano in maniera non trascurabile il servizio stesso. A questo proposito risulta importante riportare un'ulteriore osservazione: l'unità funzionale dello studio è la **preparazione e il servizio di un pasto medio giornaliero considerando un periodo di erogazione del servizio pari a un anno scolastico (costituito da circa 200 giorni)**. Di conseguenza all'interno della fase di riproduzione, la produzione delle materie prime alimentari è riferita all'unità funzionale che è rappresentata dal numero di pasti e non dalla quantità di cibo di un pasto. Quindi nel caso in cui si stesse adottando questa PEFCR per l'analisi di una sola tipologia di scuola per esempio l'asilo nido, andando successivamente a confrontare i risultati, questi potrebbero risultare essere molto inferiori rispetto alla PEFCR in quanto anche solo il quantitativo di cibo acquistato per il servizio è molto più ridotto. A tal proposito una soluzione sarebbe quella relativa ad una ridefinizione dell'unità funzionale tenendo la quantità di cibo come valore specifico oppure la definizione di un benchmark per tipologia di servizio erogato nelle singole tipologie di scuola.

4.2.2. Qualità dei dati

Nell'ambito dello studio svolto, è stata analizzata e discussa la procedura di valutazione della qualità del dato in relazione ai seguenti aspetti:

- Fattibilità del calcolo del Data Quality Rating (DQR), in relazione alla Data Need Matrix e alla disponibilità dei dataset;
- Valore aggiunto rappresentato da una valutazione quantitativa, contrapposto alla prassi applicata in campo LCA, rappresentata da una valutazione qualitativa secondo lo standard ISO 14044.

Fattibilità del calcolo del DQR

La fattibilità di una valutazione quantitativa si è dimostrata essere molto ridotta in questa fase, per gli aspetti principali elencati di seguito:

1. Non disponibilità – allo stato attuale – di dataset conformi ai requisiti di qualità PEF, elemento che comporta anche il calcolo aggiuntivo di un peso da attribuire al punteggio di qualità finale per ogni dataset non conforme alla PEF. Infatti all'interno della PEFCR Guidance viene riportata una gerarchia decisionale rispetto alla tipologia di dataset da scegliere per la modellazione: innanzitutto se i dataset conformi alla PEF sono disponibili, è obbligatorio il loro utilizzo; nel caso in cui non siano disponibili né loro e né i proxy, è necessario scegliere dataset conformi ILCD. Nel caso studio analizzato i dataset scelti sono in parte conformi all'ILCD e in parte non conformi né alla PEF e né all'ILCD
2. Difficoltà nel reperire informazioni relative alla qualità dei dataset utilizzati: a supporto di ciò sono state analizzate le documentazioni di dataset utilizzati nel caso studio provenienti da Ecoinvent e GaBi. In merito alla banca dati di Ecoinvent è stato analizzato il dataset relativo alla produzione della banana, all'interno del quale sono riportate informazioni relative alla rappresentatività temporale come per esempio l'anno di pubblicazione del dataset e l'arco di tempo valido per l'utilizzo di tale dataset. Oltre a tali informazioni sono riportate informazioni anche per quel che riguarda la tecnologia (l'ampiezza in ettari del campo analizzato, la durata della coltura, le attività in relazione alla produzione come per esempio l'utilizzo di pesticidi, quelle di raccolta e di stoccaggio compreso l'utilizzo della relativa energia elettrica) e il contesto geografico. Il secondo dataset analizzato è l'electricity grid mix, utilizzato per modellare il consumo elettrico della cucina e appartenente alla banca dati di GaBi. Nella sua documentazione sono riportati dati relativi alla rappresentatività temporale

(intervallo di validità del dataset), geografica (italiana) e tecnologica. In questo caso le informazioni riportate rispetto alla rappresentatività tecnologica riguardano informazioni relative alle centrali dove viene prodotta, gli standard tecnologici, il contributo rinnovabile, le emissioni, il riutilizzo dei residui da combustione ecc.). Il punteggio di qualità complessiva riportato nella documentazione è 1,8 giudicato come "buona qualità generale".

Da questa analisi si deduce la possibilità della mancanza nella documentazione di alcuni dataset di un punteggio di qualità, la quale rende necessario lo svolgimento della valutazione di qualità per ognuno di questi, con elementi di soggettività da parte dell'analista dello studio.

3. Complessità del procedimento di valutazione quantitativa e semi-quantitativa: la metodologia PEF prevede la valutazione in termini quantitativi sia dei processi risultati significativi a valle dell'interpretazione sia di quelli non rilevanti. Tale valutazione di qualità deve essere effettuata su due livelli:

- al livello del dataset utilizzato;
- a livello dell'intero studio.

Il primo livello descritto è caratterizzato da una duplice valutazione di qualità in quanto questa è valutata sia sul profilo ambientale del dataset stesso che sull'*activity data* che rappresenta la quantità impostata dall'analista rispetto al dato raccolto, ossia si riferisce al dato primario chiesto all'azienda. In merito a questa duplice valutazione, all'interno della PEF Guidance sono presenti due tabelle in cui sono riportati i parametri per la valutazione della qualità del dataset (tab.53) e quelli per la valutazione dell'*activity data* (tab. 54). Quindi per ogni dataset utilizzato nello studio deve essere fatta questa duplice valutazione il che rappresenta un importante impiego di risorse e di tempo perchè il numero di dataset utilizzati è elevato.

Tabella 54. Tabella relativa all'assegnazione dei valori DQR per la valutazione qualitativa dei dataset. *TiR*: rappresentatività temporale; *TeR*: rappresentatività tecnologica; *GR*: rappresentatività geografica.

	<i>TiR</i>	<i>TeR</i>	<i>GR</i>
1	The EF report publication date happens within the time validity of the dataset	The technology used in the EF study is exactly the same as the one in scope of the dataset	The process modelled in the EF study takes place in the country the dataset is valid for
2	The EF report publication date happens not later than 2 years beyond the time validity of the dataset	The technologies used in the EF study is included in the mix of technologies in scope of the dataset	The process modelled in the EF study takes place in the geographical region (e.g. Europe) the dataset is valid for
3	The EF report publication date happens not later than 4 years beyond the time validity of the dataset	The technologies used in the EF study are only partly included in the scope of the dataset	The process modelled in the EF study takes place in one of the geographical regions the dataset is valid for
4	The EF report publication date happens not later than 6 years beyond the time validity of the dataset	The technologies used in the EF study are similar to those included in the scope of the dataset	The process modelled in the EF study takes place in a country that is not included in the geographical region(s) the dataset is valid for, but sufficient similarities are estimated based on expert judgement.
5	The EF report publication date happens later than 6 years after the time validity of the dataset	The technologies used in the EF study are different from those included in the scope of the dataset	The process modelled in the EF study takes place in a different country than the one the dataset is valid for

Tabella 53. Assegnazione dei valori DQR relativi all'activity data. *PEF*: precision dei flussi elementary; *PAD*: precisione activity data; *TiR-EF*: rappresentatività temporale per i flussi elementary; *TiR-AD*: rappresentatività temporale per for activity data; *TiR-SD*: rappresentatività temporale relative ai dataset; *TeR-EF*: rappresentatività tecnologica per i flussi elementari; *TeR-SD*: rappresentatività tecnologica per i datasets; *GR-EF*: rappresentatività geografica per i flussi elementari; *GR-SD*: rappresentatività geografica dei dataset.

	<i>P_{EF}</i> and <i>P_{AD}</i>	<i>TiR-EF</i> and <i>TiR-AD</i>	<i>TiR-SD</i>	<i>TeR-EF</i> and <i>TeR-SD</i>	<i>GR-EF</i> and <i>GR-SD</i>
1	Measured/calculated and externally verified	The data refers to the most recent annual administration period with respect to the EF report publication date	The EF report publication date happens within the time validity of the dataset	The elementary flows and the secondary dataset reflect exactly the technology of the newly developed dataset	The data(set) reflects the exact geography where the process modelled in the newly created dataset takes place
2	Measured/calculated and internally verified, plausibility checked by reviewer	The data refers to maximum 2 annual administration periods with respect to the EF report publication date	The EF report publication date happens not later than 2 years beyond the time validity of the dataset	The elementary flows and the secondary dataset is a proxy of the technology of the newly developed dataset	The data(set) partly reflects the geography where the process modelled in the newly created dataset takes place
3	Measured/calculated/literature and plausibility not checked by reviewer OR Qualified estimate based on calculations plausibility checked by reviewer	The data refers to maximum three annual administration periods with respect to the EF report publication date	Not applicable	Not applicable	Not applicable
4-5	Not applicable	Not applicable	Not applicable	Not applicable	Not applicable

4. Mancanza di specifiche chiare su come calcolare la qualità del dato di un processo significativo, quando quest'ultimo è a sua volta rappresentato da più dataset. Ad esempio il processo relativo alla produzione di cibo, il quale è risultato essere significativo, è costituito da processi relativi ad ogni categoria di cibo (carne, latticini, verdure etc.) ognuno aggregato all'informazione relativa all'imballaggio primario, secondario e terziario. Se si dovesse applicare tale procedura, bisognerebbe valutare la qualità sia del dataset relativo alla categoria di cibo in questione, sia il dataset dell'imballaggio primario che secondario e terziario. Una volta valutate queste qualità singole, non è chiaro come valutare la qualità complessiva di tale processo aggregato.

Valore aggiunto rappresentato da una valutazione quantitativa

- Allo stato attuale l'applicazione di tale valutazione tenendo conto delle criticità appena riportate nel caso relativo all'utilizzo di dataset non conformi, risulta essere molto onerosa, e troverebbe una giustificazione solo nel momento in cui venisse usata ad esempio per esprimere un giudizio sull'incertezza e robustezza complessiva dello studio. Pertanto, fino a quando non saranno disponibili dataset conformi alla PEF, si suggerisce di applicare una valutazione qualitativa secondo gli standard LCA. La valutazione di qualità secondo tale metodologia riporta i seguenti requisiti obbligatori:
 - rappresentatività temporale, geografica e tecnologica;
 - precisione: misura della variabilità dei valori dei dati per ciascun dato espresso (ad esempio varianza);
 - completezza: percentuale misurata o stimata;
 - coerenza: valutazione qualitativa del fatto che la metodologia di studio sia applicata in modo uniforme ai vari componenti dell'analisi;
 - riproducibilità: valutazione qualitativa della misura in cui le informazioni sulla metodologia e i dati valori consentirebbero a un professionista indipendente di riprodurre i risultati riportati nello studio;
 - fonti dei dati;
 - incertezza delle informazioni.

Tali requisiti risultano essere simili ai requisiti richiesti dalla PEF ma la loro valutazione viene espressa tramite un giudizio di qualità complessivo, che consente comunque di cogliere gli elementi qualitativi complessivi dello studio.

4.2.3. Rappresentatività del menù

Lo studio condotto ha evidenziato come i risultati finali, che sono dominati in maniera determinante dal potenziale impatto ambientale dei prodotti alimentari acquistati, sono influenzati dall'attuale disponibilità di dataset di background disponibili nelle banche dati di LCA. Come già descritto all'interno del capitolo 3.5.1.1, i prodotti alimentari acquistati da CAMST sono in totale 462, i quali sono rappresentati da 36 dataset. Questo è dovuto al fatto che all'interno di un unico dataset sono ricondotti più alimenti, sulla base dei seguenti criteri:

- disponibilità del dataset per un dato alimento (ad esempio, la banana è l'unico frutto tropicale disponibile per il quale sia disponibile un dataset di LCI);
- appartenenza alla classe botanica (ad esempio, la famiglia delle *liliaceae* è stata rappresentata con un dataset relativo alla cipolla; la frutta da inverno è stata rappresentata dalla mela, cui vanno ricondotti anche i profili ambientali della pera e del kaki, a titolo di esempio).

In questo modo 105 alimenti delle categorie vegetali e legumi sono ricondotti all'interno di 10 dataset, e i 39 alimenti della categoria frutta, sono stati rappresentati con 8 dataset.

Inoltre, gli attuali dataset non consentono di cogliere le differenze legate alle diverse tecniche di produzione (convenzionale vs biologico vs lotta integrata), e ai requisiti delle diete speciali (ad esempio, un alimento realizzato senza glutine o senza lattosio). Occorre puntualizzare che nella letteratura scientifica sono presenti diversi studi di LCA relativi a prodotti alimentari, che sono in grado di coprire un numero maggiore di alimenti, e relativa variabilità produttiva (e.g. Notarnicola et al, 2015). Tuttavia questi dati non sono sempre direttamente utilizzabili per uno studio di impronta ambientale secondo la metodologia PEF, per i seguenti motivi:

- gli studi sono stati svolti adottando un approccio metodologico diverso da quello raccomandato dalla PEF, ad esempio per la gestione della multifunzionalità;
- i risultati sono presentati calcolati con riferimento ad un metodo di valutazione degli impatti diverso da quello raccomandato dalla PEF (ILCD);

- gli studi non sono ben documentati, e non è pertanto possibile ricavare un inventario puntuale.

Le informazioni e i dati disponibili in letteratura, ci consentono però di valutare la rappresentatività dei proxy identificati nelle PEFCR, e di capire quale variabilità esiste tra i profili ambientali di diversi alimenti appartenenti alla stessa classe botanica o categoria.

A tal fine, sono stati analizzati i dati di EPD relativi a uno yogurt all'albicocca, un latte intero biologico, un latte di soia (senza lattosio e glutine) e un latte intero, alimenti che nella PEFCR sono rappresentati con il dataset "latte".

Sono stati valutati i risultati relativi al cambiamento climatico dello yogurt, del latte senza lattosio e del latte biologico rispetto a quelli relativi al latte intero, in quanto questo confronto ha lo scopo di valutare la variabilità dei risultati dei tre alimenti con quello che in PEFCR è considerato l'alimento di riferimento, il latte.

Ogni alimento selezionato è caratterizzato da una specifica particolarità:

- lo yogurt d'albicocca consente di valutare la variabilità dell'impatto di un alimento diverso da quello di riferimento;
- il latte biologico consente di valutare la produzione biologica, rispetto a quella convenzionale del latte di riferimento;
- il latte senza lattosio consente invece di valutare una dieta speciale.

In tabella 55 sono riportati i valori del GWP (kg di CO₂ eq.) dei quattro alimenti considerati, tutti rapportati a 1 kg di prodotto. La valutazione relativa al profilo ambientale è stata effettuata considerando, per ognuno dei quattro alimenti, le seguenti fasi del ciclo di vita: materie prime, packaging, materiali ausiliari, processo, distribuzione, conservazione e fine vita relativo al packaging.

Tabella 55. GWP degli alimenti selezionati.

ALIMENTI	GWP
Latte	1,67
Yogurt albicocca	3,17
Latte biologico	2,4
Latte senza lattosio e senza glutine (soia)	1,02

Dal confronto si nota come il GWP del latte (alimento di riferimento) sia caratterizzato dal medesimo ordine di grandezza dei GWP dei tre alimenti ma sia inferiore alla media dei loro GWP. Questo dimostra come le caratteristiche di ogni alimento considerato, sia relative alla produzione (convenzionale, biologica, senza lattosio o senza glutine) sia relative alla particolarità dell'alimento stesso (lo yogurt è un alimento diverso dal latte), non possano essere colte. Per poter cogliere queste caratteristiche sono necessarie attività di sviluppo ad hoc dei dati ambientali dei diversi alimenti.

Nonostante l'attuale disponibilità dei dataset non consenta di cogliere le differenze legate alle diverse tecniche di produzione e ai requisiti delle diete speciali, questa è stata sufficiente al fine del raggiungimento dell'obiettivo dello studio permettendo quindi di identificare pertanto alcuni primi contributi. Infatti, analizzando prima le categorie di impatto e poi le fasi di vita, è stato possibile individuare la fase più significativa dell'intero servizio ossia la produzione del cibo e mediante una successiva valutazione dei processi di tale fase, sono state identificate le tipologie di alimento più rilevanti: carne, latticini e condimenti (rispetto alla categoria cambiamento climatico, rispettivamente 19 %, 11% e 5%).

In ottica PEF-CR è possibile aumentare la granularità e la scelta dei dataset rispetto allo stato attuale. Infatti, è possibile utilizzare i profili ambientali dei benchmark delle PEF-CR sviluppate tramite gli studi pilota a livello europeo, per alcune tipologie di alimenti come: carne (bovino, suino, ovino), latticini (latte, yogurt, burro e formaggio), pasta secca e acqua confezionata.

5. CONCLUSIONI

Lo studio ha permesso di quantificare l'impronta ambientale del servizio di ristorazione svolto da CAMST tramite una cucina centralizzata e di individuare gli hotspot ambientali lungo il ciclo di vita del servizio. Le difficoltà riscontrate sono legate sia alla complessità del sistema analizzato, dovute all'elevato numero di alimenti acquistati (462 diverse tipologie) e all'articolata erogazione del servizio, sia all'applicazione per la prima volta della metodologia PEF sui servizi. È stata infatti verificata l'applicabilità della PEFCR elaborata da ENEA la quale è risultata essere applicabile ed i risultati ottenuti dal supporting study si sono mostrati essere in linea con quanto riportato nella PEFCR. Inoltre l'approccio conservativo della PEFCR ha permesso di valorizzare l'utilizzo di dati primari.

Dall'applicazione di tale PEFCR si sono delineate alcune complessità di carattere metodologico e applicativo in merito ai seguenti elementi:

- la scelta dei dataset, in quanto non disponibili quelli conformi alla PEF;
- non chiara prescrizione sul livello di obbligatorietà dei dati primari, i quali definiscono sotto quali condizioni uno studio può essere dichiarato conforme alla PEF;
- identificazione dei processi significativi ad un livello di aggregazione poco rappresentativo: per esempio il processo relativo alla produzione di cibo permette di tener conto della variabilità del campione delle scuole ma non di indagare in maniera verticale su tale processo individuando le categorie di alimenti più impattanti;
- modalità di erogazione diverse in relazione alle diverse tipologie di scuole rendono limitante il confronto con un benchmark complessivo;
- fattibilità del calcolo del Data Quality Rating (DQR), in relazione alla Data Need Matrix e alla disponibilità dei dataset;
- non chiaro il valore aggiunto rappresentato da una valutazione quantitativa della qualità dei dati e dello studio, contrapposto alla prassi applicata in campo LCA, rappresentata da una valutazione qualitativa secondo lo standard ISO 14044.

Tale studio, oltre a verificare l'applicabilità, ha permesso di elaborare alcuni input per il miglioramento della PEFCR. Questi ultimi sono riportati di seguito:

- identificare in modo più stringente i processi per i quali sono necessari dati primari;
- svincolare la modellazione della produzione dei meal seat dal campione rappresentativo;
- definire un benchmark a livello di specifico servizio/gruppi di servizio;
- completare i dataset di default per rappresentare l'imballaggio primario;
- aumentare il livello di granularità con cui si rappresentano le tipologie di alimenti;
- aumentare il livello di conservatività dei dati di default nella fase di distribuzione;
- per quanto riguarda i processi significativi, specificare il livello di dettaglio con cui identificarli richiedendo inoltre di dettagliare il livello di granularità per la categoria relativa al cibo.

I risultati di questo studio hanno inoltre permesso di identificare gli aspetti ambientali significativi per meglio rispondere alle richieste del committente. Mediante l'individuazione delle fasi del ciclo di vita più significative è emerso che la fase che più contribuisce all'impatto ambientale è quella di produzione all'interno della quale sono state inoltre individuate le tipologie di alimento più significative, al fine di un miglioramento del menù in ottica di ecodesign. Infatti a fronte di ciò è possibile modificare il menù a parità di caratteristiche nutrizionali in modo tale da diminuire la quantità di alimenti caratterizzati da un elevato impatto ambientale. Per quanto concerne l'individuazione di interventi di natura tecnologica in ottica di riduzione dell'impatto del servizio sono stati individuati due importanti hotspot: i consumi relativi alla cucina e l'incidenza delle lavastoviglie nelle mense.

Tale studio ha quindi permesso di fornire un'applicazione concreta della metodologia PEF al servizio specifico svolto da CAMST. Inoltre, l'applicazione della PEF ad un servizio rappresenta il primo caso a livello internazionale, offrendo pertanto la possibilità di testare l'applicabilità della metodologia PEF anche a questo ambito. L'applicazione della metodologia PEF ai servizi si è dimostrata essere più complessa rispetto a quella applicata ai prodotti a causa della variabilità e complessità del servizio

stesso. Le complessità e problematiche riscontrate e analizzate e la loro risoluzione sono tappe fondamentali al fine dello sviluppo e miglioramento della metodologia PEF in ottica di sostenibilità ambientale.

La sperimentazione dell'adozione della PEF nel servizio della ristorazione scolastica all'interno del contesto EFFIGE ha permesso di pianificare strategie più sostenibili per una maggiore competitività all'interno di un settore produttivo non ancora coinvolto negli studi pilota europei, contribuendo allo sviluppo e alla diffusione dell'impronta ambientale nell'UE, che è diventata una priorità assoluta in termini di *green economy* e di economia circolare.

Riferimenti bibliografici

Benini L., Mancini L., Sala S., Manfredi S., Schau E. M., Pant R. Normalisation method and data for Environmental Footprints. European Commission, Joint Research Center, Institute for Environment and Sustainability, Publications Office of the European Union, Luxemburg, 2014.

Brundtland, Gro Harlem, Khalid M., and Agnelli S., "Our common future." New York (1987), 29-31.

COM (2001) 68, Green Paper on integrated product policy, Brussels.

COM (2003) 302, Comunicazione Sulla Politica Integrata dei Prodotti, Brussels.

COM (2011) 571, "Tabella di marcia verso un'Europa efficiente nell'impiego delle risorse", Brussels.

COM (2013) 196, "Building the Single Market for Green Products, Facilitating better information on the environmental performance of products and organisations", Brussels.

Council conclusions, "Improving environmental policy instruments", Brussels, 2010.

European Commission, Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability. (2010). International Reference Life Cycle Data System (ILCD) Handbook - General guide for Life Cycle Assessment -- Detailed guidance.

European Commission, n. 1016/2010, implementing Directive 2009/125/EC of the European Parliament and of the Council with regard to ecodesign requirements for household dishwashers.

ISO 14040. (2006). Environmental management, Life cycle assessment, "Principles and framework".

ISO 14044. (2006). Environmental management, Life cycle assessment, "Requirements and guidelines".

Kaenzig J, Jolliet O., Consommation respectueuse de l'environnement: décisions et acteurs clés, modèles de consommation, 2006.

McDonough W., Braungart M., “Cradle to Cradle: remaking the way we make things”, New York: North Point Press, 2002.

Notarnicola B, Salomone R, Petti L, et al. (eds), Life cycle assessment in the Agri-food sector. Springer International Publishing, Switzerland, 2015.

Product Environmental Footprint Category Rules Guidance v.6.3, 2018.

Raccomandazione UE n. 179/2013 della commissione, relativa a relativa all'uso di metodologie comuni per misurare e comunicare le prestazioni ambientali nel corso del ciclo di vita dei prodotti e delle organizzazioni.

Rapporto Green Italy, “Una risposta alla crisi, una sfida per il futuro”, I Quaderni di Symbola, 2018, 84-95.

Regolamento UE n.1293/2013, Sull'istituzione di un programma per l'ambiente e per l'azione per il clima (LIFE) e che abroga il regolamento CE n.614/2007.

Relazione sullo stato della Green Economy, 2018, 4, 10, 38.

Stati Generali della Green Economy, “Programma per la transizione alla Green Economy in Italia”, Italia, 2017.

Tonini D., Albizzati P. F., & Astrup T. F. “Environmental impacts of food waste: Learnings and challenges from a case study on UK”. Waste Management, 2018, 76, 744-766.

Riferimenti web

http://ec.europa.eu/environment/eussd/smgp/ef_pilots

<http://www.guidaeuroprogettazione.eu/>

<https://www.eea.europa.eu/it>

<https://www.environdec.com>

<https://www.lifeeffige.eu/>

ALLEGATO I

Gli aspetti di rilievo relativi allo spreco alimentare durante la fase d'uso riguardano sia le quantità di cibo servito ma non consumato che la percentuale di quest'ultimo sottoposto a trattamento organico. Mediante una indagine in letteratura è emersa la difficoltà nel trovare valori relativi allo spreco alimentare. Sono stati presi in considerazione i dati riportati all'interno dell'articolo "Environmental Impacts of Food Waste: Learnings and Challenges from a Case Study on UK" (Tonini et al, 2018) nel quale viene analizzata la questione dello "spreco evitabile", definito come la porzione di cibo servito ma non consumato all'interno di un contesto di food service. Il contesto geografico di tale studio (UK) è differente da quello del caso studio CAMST ed inoltre le percentuali corrispondenti ad ogni categoria di cibo valutata sono molto distanti dalla percentuale del 22,5 % riportata in PEFCR. Il valore utilizzato (22,5%) in ottica conservativa, può rappresentare una sovrastima da ridimensione all'interno di una realtà specifica. Nel caso in cui ci fosse l'interesse di intervenire tramite una azione di riduzione degli sprechi all'interno del caso studio analizzato, sarebbe necessario innanzitutto individuare quali sono le categorie di cibo che contribuiscono in modo maggiore in modo tale da elaborare e mettere in atto una azione puntuale su tale categoria. Attualmente la PEFCR non fornisce informazioni per supportare pratiche di prevenzione dello spreco a causa della mancanza di dati robusti.

Tabella 1. Percentuali relative allo spreco alimentare nelle diverse categorie di cibo. (Tonini et al, 2018)

Food Category	Food Product	Food Service
Meat & Meat Products	Pork	2,0%
	Beef	3,8%
	Chicken	9,1%
	Lamb	1,3%
Milk & Dairy Products	Milk	0,0%
	Cheese	0,0%
	Butter	0,0%
	Yogurt	0,0%
Fish & Fish Products	Fish	1,1%
Bakery & Dry Products	White bread & similar non-brown bread	6,6%
	Brown, whole meal, and other bread	2,4%
	Cakes, biscuits, other bakery products	4,7%
	Cereals & cereals products	6,7%
	Rice	1,6%
	Flour	1,0%
	Sugar	1,8%
Fruit & Vegetable	Fresh oranges	1,4%
	Other fresh citrus fruits	2,2%
	Fresh apples	4,1%
	Fresh pears	1,1%
	Fresh grapes	1,6%
	Fresh bananas	6,5%
	Fresh melons	1,0%
	Fresh cabbages	1,0%
	Fresh cauliflower	1,7%
	Leafy salads fresh	1,5%
	Peas	0,6%
	Beans	3,7%
	Fresh carrots	3,0%
	Fresh onions, leeks and shallots	3,3%
	Tomatoes	4,1%
	Potatoes (fresh and processed)	20,9%
Drinks	Non-alcohol	0,0%
	Alcohol	0,0%
	Fruit juices	0,0%