



# Life Cycle Assessment di un barattolo di passata di pomodoro

Ing. Ph.D. Roberta Stefanini

Ricercatrice e Docente  
presso Università di Parma  
[roberta.stefanini@unipr.it](mailto:roberta.stefanini@unipr.it)

# Di cosa parliamo in questa lezione?



Gli strumenti volontari di valutazione e certificazione della sostenibilità ambientale.

Metodologia Life Cycle Assessment (LCA): principi e linee guida. Le fasi dell'LCA.  
**Caso studio aziendale di analisi LCA.** Plastica o vetro? LCA come strumento di scelta.

Certificazione B Corporation: il percorso per l'ottenimento.

Carbon footprint di organizzazione e di prodotto: caratteristiche, norme di riferimento, vantaggi.  
Esempi pratici di certificazioni.

Water footprint: caratteristiche, norma di riferimento, vantaggi. Esempi pratici di casi aziendali.

I Sistemi di Gestione ambientale.

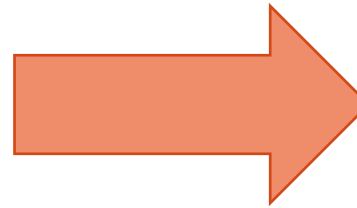
Etichette e dichiarazioni ambientali. Casi pratici di certificazioni di tipo I, II, III.  
Lettura di Environmental Product Declaration (EPD) di noti prodotti industriali.

Bilancio di sostenibilità: requisiti, contenuti, norme di riferimento. Approfondimento di bilanci di sostenibilità di due aziende scelte dagli studenti tra le proposte fornite.

Esercitazioni LCA in classe: guida al software SimaPro 9.5. Modellazione di un packaging.  
Esercitazione avanzata: LCA di una macchina alimentare. Esercizio a gruppi sui confini del sistema.



# LCA di un barattolo di passata di pomodoro

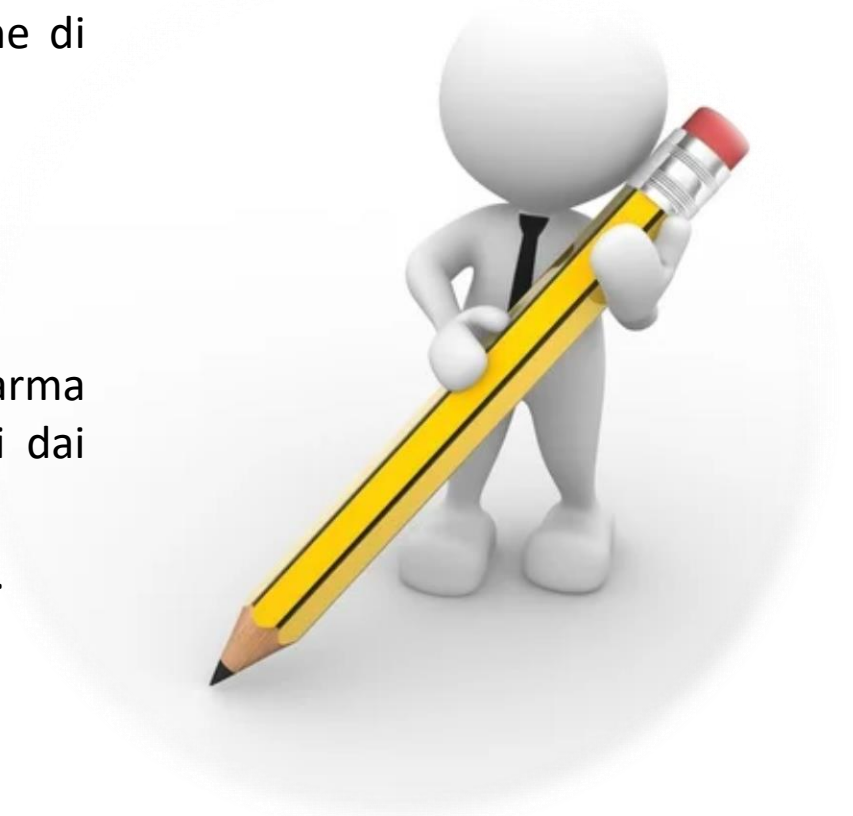


0,628 kg CO<sub>2</sub> eq



# Definizione dell'obiettivo e del campo di applicazione

- ✓ **Obiettivo:** valutare l'impatto del ciclo di vita di un vasetto di passata di pomodoro per conoscere le principali fasi responsabili di impatto, al fine di supportare strategie di miglioramento.
- ✓ **Applicazione:** l'LCA è stato svolto per una valutazione interna.
- ✓ **Unità funzionale:** 1 vasetto di passata di pomodoro da 700 g.
- ✓ **Confini del sistema:** analisi «dalla culla alla tomba».
- ✓ **Origine dei dati:** dati primari forniti da una azienda della provincia di Parma relativi all'anno 2011; dati secondari relativi a processi europei ricavati dai database Ecoinvent 3.8.
- ✓ **Software:** l'analisi LCA è stata realizzata utilizzando il software SimaPro 9.4.
- ✓ **Metodi di valutazione dell'impatto ambientale:** metodo EPD 2018





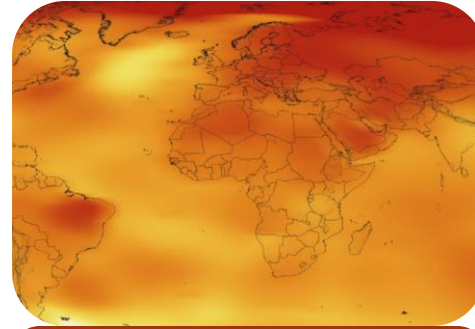
# Metodo EPD 2018



Acidificazione  
[kg SO<sub>2</sub> eq]



Eutrofizzazione  
[kg PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> eq]



Surriscaldamento globale  
[kg CO<sub>2</sub> eq]



Ossidazione fotochimica  
[NMVOC]



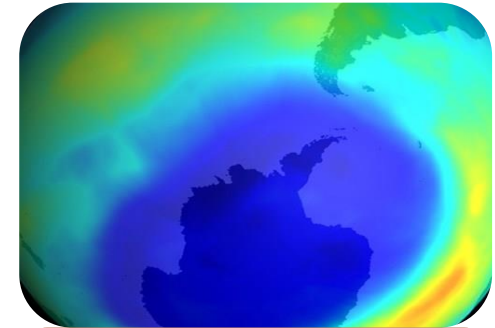
Esaurimento di elementi naturali  
[kg Sb eq]



Esaurimento di combustibili fossili [MJ]



Scarsità idrica  
[m<sup>3</sup>]



Assottigliamento dello strato di ozono  
[kg CFC-11 eq]



# Definizione dell'obiettivo e del campo di applicazione

✓ Diagramma di flusso dei confini del sistema:



*Qual è la fase più impattante?*

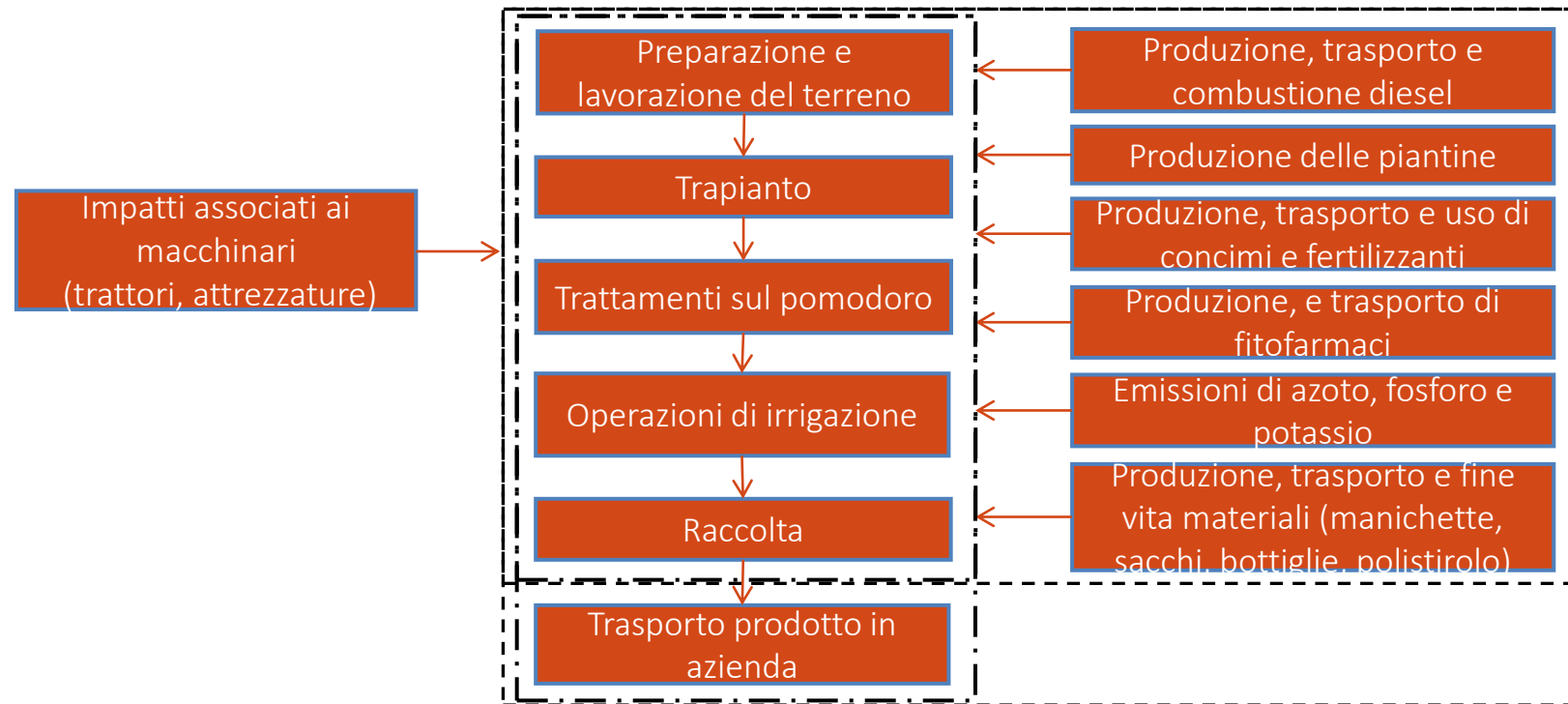


*Quali sono gli hotspots di ciascuna fase?*



# Analisi di inventario: A) Fase di coltivazione

- ✓ In prima analisi sono stati valutati gli impatti associati alle sole operazioni agricole
- ✓ Successivamente è stato valutato anche l'impatto del trasporto in azienda
- ✓ Sono stati esclusi dai confini del sistema gli impatti associati ai macchinari



# Analisi di inventario: A) Fase di coltivazione

Preparazione del terreno				
Consumi diesel	111,72	kg/ha	0,00219	kg/vasetto
Consumi diesel	15,12	kg/ha	0,00030	kg/vasetto
Quantitativo P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	3,9	kg/ha	0,00008	kg/vasetto
Semi pomodoro	-	-	0,479	p/vasetto
Trattamenti sul pomodoro				
Consumi diesel	42,84	kg/ha	0,00084	kg/vasetto
Quantitativo N	114,59	kg/ha	0,00224	kg/vasetto
Quantitativo P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	61,2	kg/ha	0,00120	kg/vasetto
Quantitativo K <sub>2</sub> O	158,42	kg/ha	0,00310	kg/vasetto
Diserbanti	8	kg/ha	0,00016	kg/vasetto
Insetticidi	1,5	kg/ha	0,00003	kg/vasetto
Anticrittogamici	45	kg/ha	0,00088	kg/vasetto
Sacchetti di carta	0,225	kg/ha	0,000004	kg/vasetto
Bottiglie di plastica	0,77	kg/ha	0,000015	kg/vasetto
Irrigazione				
Consumo diesel	195,3	kg/ha	0,003826	kg/vasetto
Consumo acqua	1775	m <sup>3</sup> /ha	0,03477	m <sup>3</sup> /vasetto
Manichette in PVC	66	kg/ha	0,001293	kg/vasetto
Raccolta				
Consumo diesel	99,12	kg/ha	0,001942	kg/vasetto



Per modellare i consumi relativi al trasporto è stata utilizzato il seguente dataset  
Ecoinvent: *Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, euro5 {RER}* | market for transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO5 | Cut-off, S

TRASPORTO PRODOTTO IN AZIENDA		
Distanza media	73,56	km
TRASPORTO DA FORNITORI		
Distanza fornitore concimi	200	km
Distanza fornitore sostanze trattamenti	30	km





# Analisi di inventario: B) Fase di trasformazione

- ✓ Ogni confezione richiede 1,387 kg di pomodoro, il cui impatto è calcolato nella fase precedente
- ✓ Sono esclusi dai confini del sistema gli impatti associati ai macchinari e alla fase d'uso del prodotto



# Analisi di inventario: B) Fase di trasformazione



<b>Scarico, calibratura e lavaggio</b>				
Energia Elettrica	17,5	kWh	0,0014	kWh/vasetto
<b>Scottatura, passata, filtrazione</b>				
Energia Elettrica	45	kWh	0,0036	kWh/vasetto
Heat from natural gas	5777,80	MJ/h	0,462	MJ/vasetto
<b>Concentrazione e pastorizzazione</b>				
Energia Elettrica	95	kWh	0,0076	kWh/vasetto
Heat from natural gas	6760	MJ/h	0,54	MJ/vasetto
<b>Riempimento, seconda pastorizzazione, ed etichettatura</b>				
Energia elettrica	44	kWh	0,00352	kWh/vasetto
Heat from natural gas	2744,44	MJ/h	0,219	MJ/vasetto
<b>Confezionamento e magazzinaggio</b>				
Energia elettrica	88,08	kWh	0,007046	kWh/vasetto
Diesel	1,75	kg/h	0,00014	kg/vasetto
<b>CIP &amp; SIP</b>				
Soda	2,77672	kg/h	0,000222	kg/vasetto
Acido nitrico	0,35714	kg/h	0,0000286	kg/vasetto



# Analisi di inventario: C) Fase di confezionamento

I dati sui materiali di confezionamento comprendono sia quelli utilizzati per il prodotto finito, sia quelli utilizzati come imballaggio dei vasetti trasportati in azienda prima di essere riempiti. Questi ultimi vengono considerati come materiali ausiliari.

Materiali di confezionamento	Quantità (kg/vasetto)	Distanza Fornitore (km)
Vasetto	0,193	750
Film LDPE (bottiglie in entrata)	0,00216	750
Interfaldia plastica (bottiglie in entrata)	0,00612	750
Pallet (bottiglie in entrata)	0,0178	750
Capsula	0,00942	800
Etichetta	0,0009	90
Interfaldia	0,00482	80
Vassoio	0,00666	80
Film termoretraibile	0,00225	100
Film estensibile	0,0002604	650
Pallet per confezionamento	0,0324	170

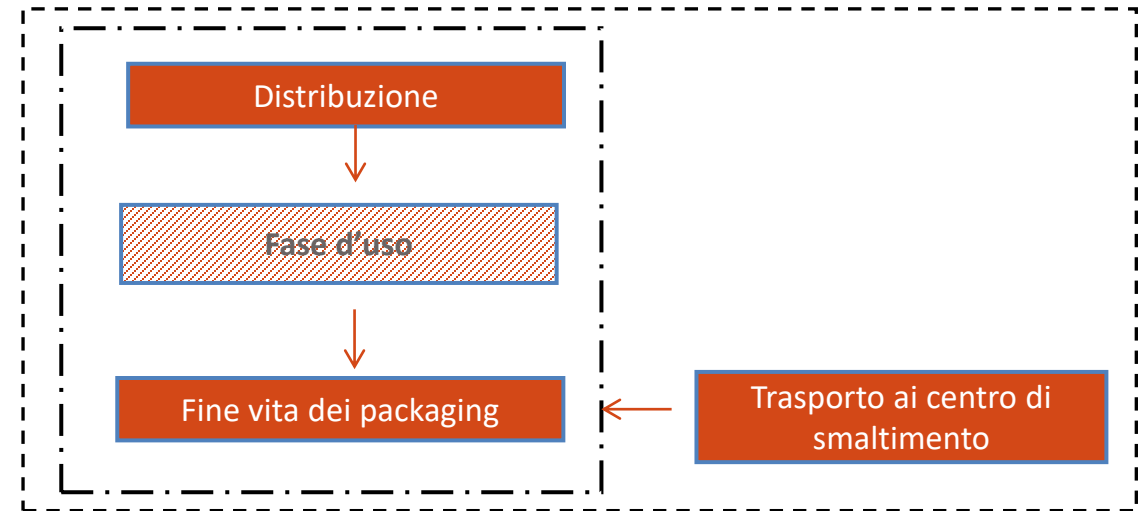


# Analisi di inventario: D) Distribuzione ed E) Fine vita

Per il trasporto rappresentativo della fase di distribuzione è assunta una distanza media di 545 km

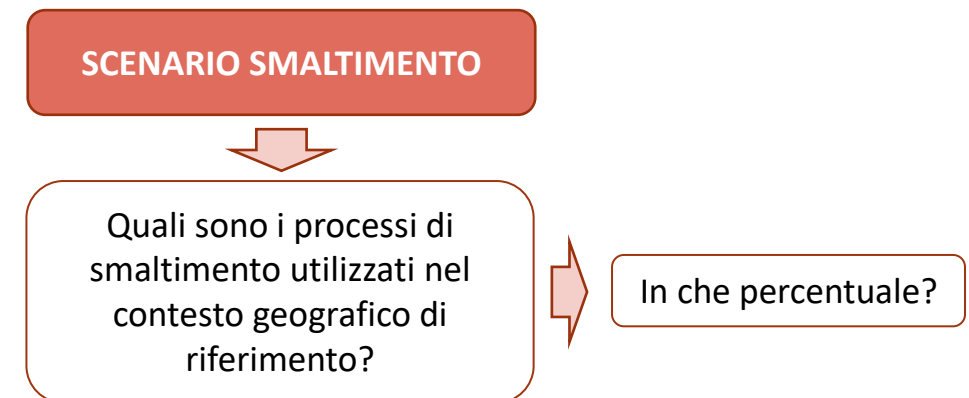
Prodotto finito	Quantità (kg/vasetto)	Distanza (km)
Trasporto prodotto uscita (distribuzione)	0,927	545

La fase d'uso non è considerata nell'analisi  
Per il trasporto del packaging ai vari centri di smaltimento è stata ipotizzata una distanza percorsa di 100 km



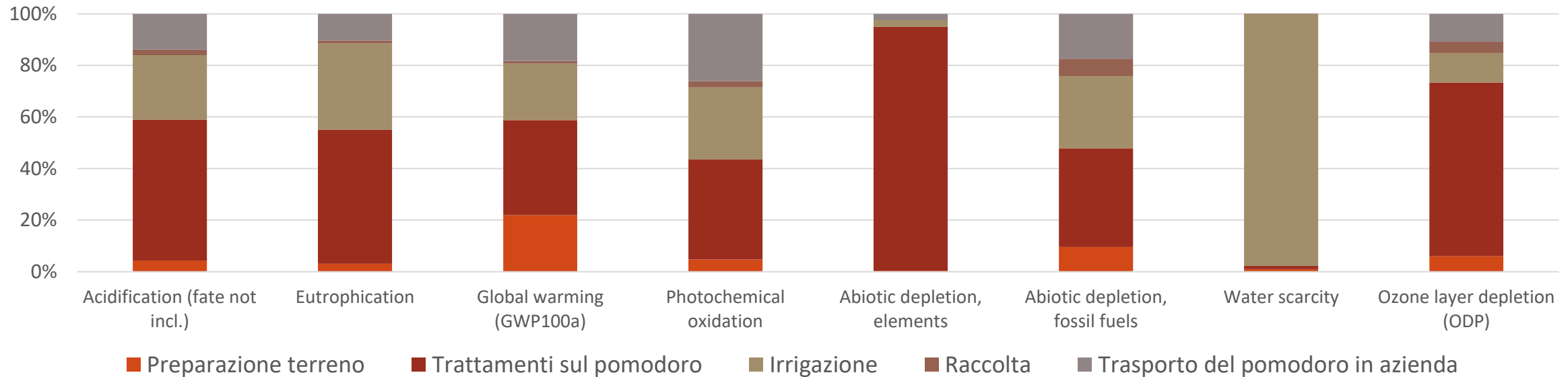
Per valutare il fine vita dei materiali sono stati ricavati i dati dai consorzi specifici italiani, siccome il prodotto è commercializzato per oltre il 95% in Italia

Materiali di confezionamento	Riciclo	Recupero energetico	Discarica	Fonte
Vetro	77,3%	-	22,7%	Coreve
Banda stagnata	82,2%	-	17,8%	Ricrea
Plastica	47%	48%	5%	Corepla
Carta	87,35%	7,5%	5,15%	Comieco
Legno	62,44%	2,24%	35,32%	Rilegno





# Valutazione dell'impatto - Fase di coltivazione



L'impatto in termini di global warming potential è di 91,5 g CO<sub>2</sub>eq.

I trattamenti sul pomodoro danno il contributo maggiore all'impatto totale in tutte le categorie eccetto che nella «water scarcity»

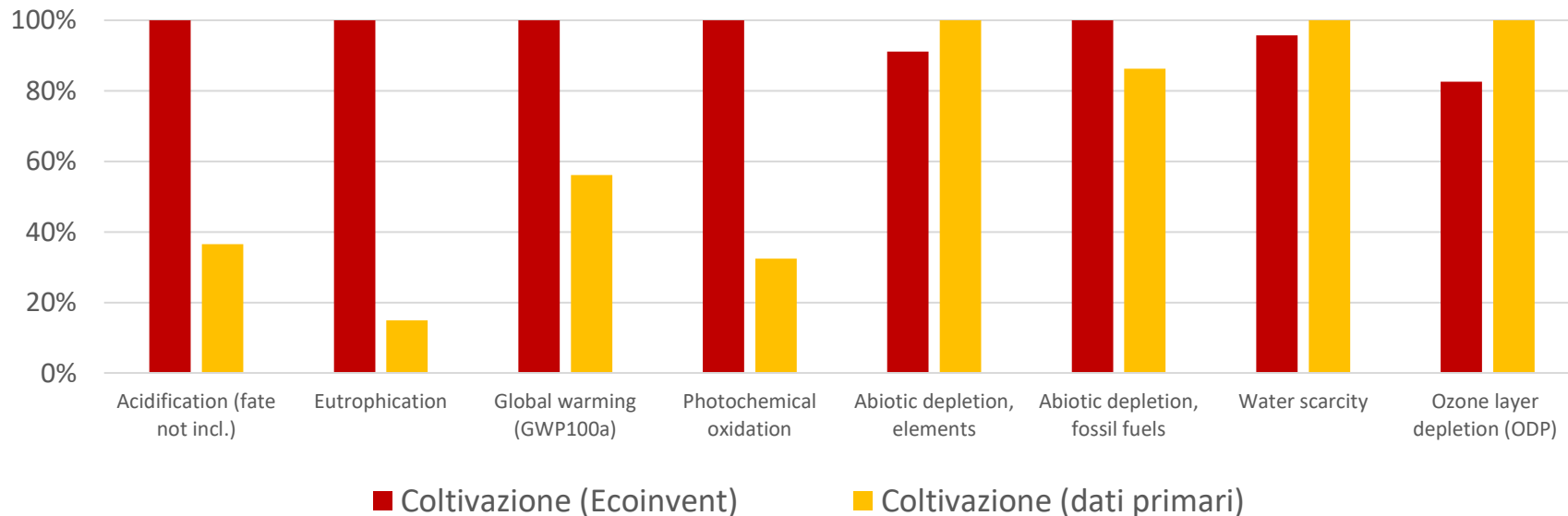
Categoria d'impatto		Totale
Acidification	kg SO <sub>2</sub> eq	4,33E-04
Eutrophication	kg PO <sub>4</sub> --- eq	1,14E-04
Global warming (GWP100a)	kg CO <sub>2</sub> eq	9,15E-02
Photochemical oxidation	kg NMVOC	2,66E-04
Abiotic depletion, elements	kg Sb eq	2,43E-06
Abiotic depletion, fossil fuels	MJ	1,44E+00
Water scarcity	m <sup>3</sup> eq	1,47E+00
Ozone layer depletion (ODP)	kg CFC-11 eq	2,88E-08



# Valutazione dell'impatto - Fase di coltivazione (dato primario VS secondario)

Categoria d'impatto		Impatto da dati primari	Impatto da dati secondari (Ecoinvent)
Acidification (fate not incl.)	kg SO <sub>2</sub> eq	4,33E-04	1,19E-03
Eutrophication	kg PO <sub>4</sub> --- eq	1,14E-04	7,67E-04
Global warming (GWP100a)	kg CO <sub>2</sub> eq	9,15E-02	16,3E-02
Photochemical oxidation	kg NMVOC	2,66E-04	8,19E-04
Abiotic depletion, elements	kg Sb eq	2,43E-06	2,22E-06
Abiotic depletion, fossil fuels	MJ	1,44E+00	1,67E+00
Water scarcity	m <sup>3</sup> eq	1,47E+00	1,40E+00
Ozone layer depletion (ODP)	kg CFC-11 eq	2,88E-08	2,38E-08

L'utilizzo del dataset Ecoinvent *Tomato, processing grade {IT}* tomato production, processing grade, open field | Cut-off, S per modellare la fase di coltivazione del pomodoro porterebbe a sovrastimare gli impatti legati alla fase di coltivazione.



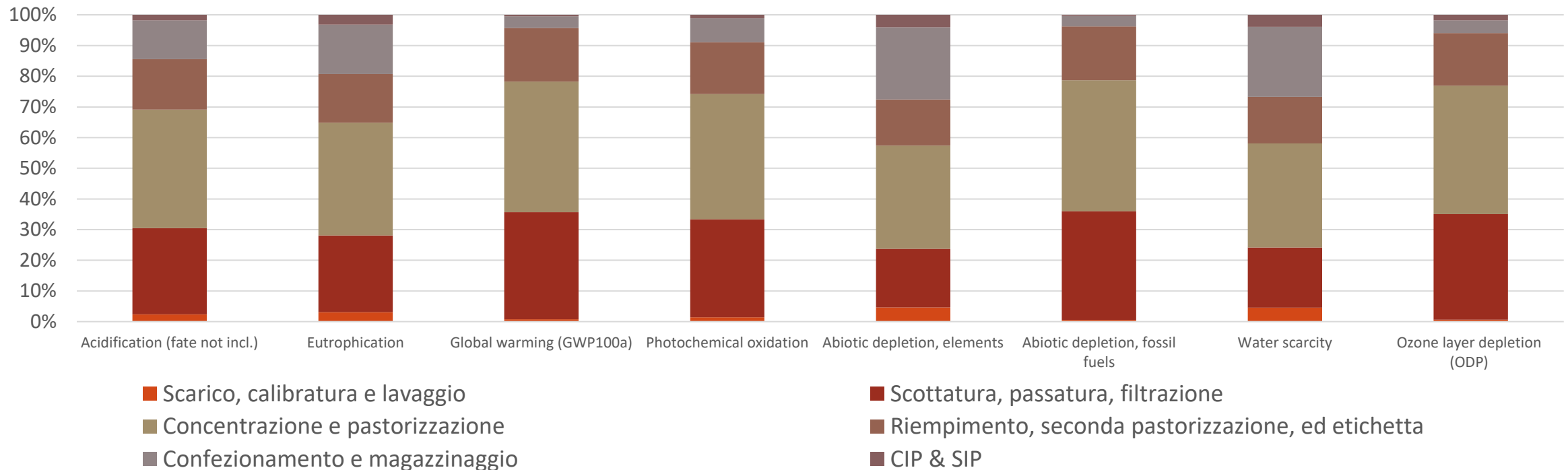
**L'utilizzo di dati primari, se disponibili, è sempre preferibile**



# Valutazione dell'impatto - trasformazione

L'impatto in termini di global warming potential è di 71,2 g CO<sub>2</sub>eq.  
Le operazioni più impattanti sono scottatura-passatura-filtrazione e concentrazione-pastorizzazione per gli elevati consumi energetici

Categoria d'impatto		Totale
Acidification (fate not incl.)	kg SO <sub>2</sub> eq	9,08E-05
Eutrophication	kg PO <sub>4</sub> --- eq	1,85E-05
Global warming (GWP100a)	kg CO <sub>2</sub> eq	7,12E-02
Photochemical oxidation	kg NMVOC	8,49E-05
Abiotic depletion, elements	kg Sb eq	1,12E-07
Abiotic depletion, fossil fuels	MJ	1,18E+00
Water scarcity	m <sup>3</sup> eq	7,73E-03
Ozone layer depletion (ODP)	kg CFC-11 eq	9,87E-09

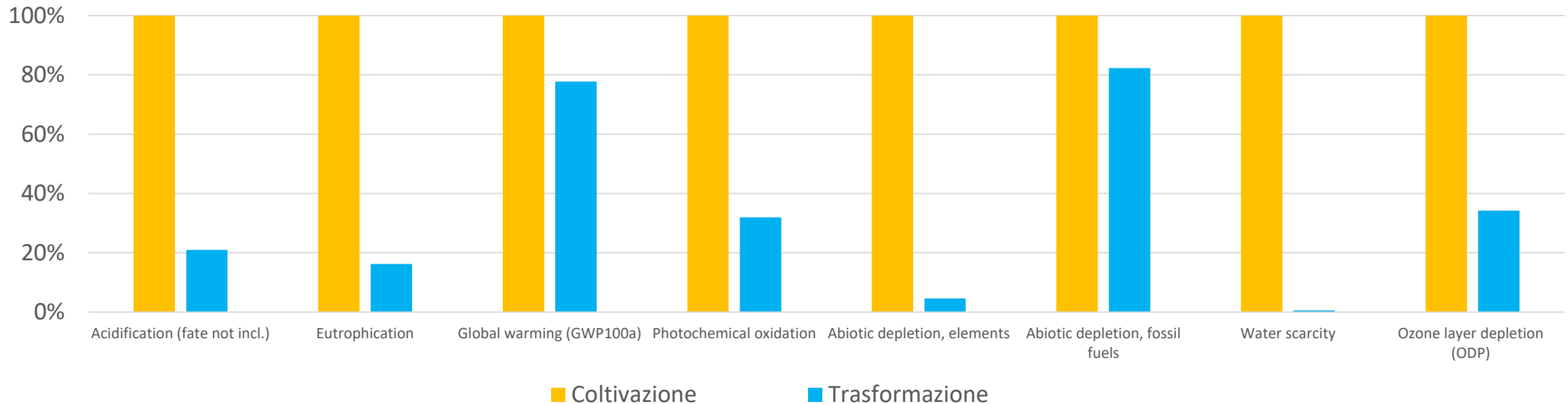


# Valutazione dell'impatto - coltivazione vs trasformazione

La fase di coltivazione ha un impatto superiore alla fase di trasformazione in tutte le categorie di impatto.

Nella categoria GWP la fase di trasformazione ha un impatto pari al 78% di quella di coltivazione e dell'82% nella categoria relativa all'esaurimento di risorse fossili.

Categoria d'impatto		Coltivazione	Trasformazione
Acidification (fate not incl.)	kg SO <sub>2</sub> eq	4,33E-04	9,08E-05
Eutrophication	kg PO <sub>4</sub> <sup>---</sup> eq	1,14E-04	1,85E-05
Global warming (GWP100a)	kg CO <sub>2</sub> eq	9,15E-02	7,12E-02
Photochemical oxidation	kg NMVOC	2,66E-04	8,49E-05
Abiotic depletion, elements	kg Sb eq	2,43E-06	1,12E-07
Abiotic depletion, fossil fuels	MJ	1,44E+00	1,18E+00
Water scarcity	m <sup>3</sup> eq	1,47E+00	7,73E-03
Ozone layer depletion (ODP)	kg CFC-11 eq	2,88E-08	9,87E-09

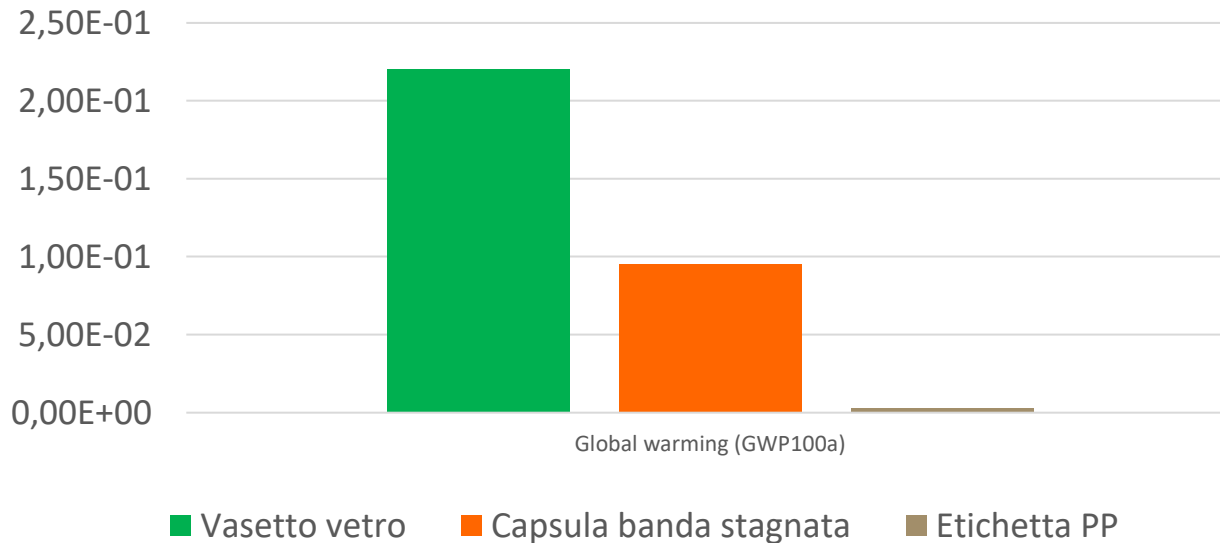




# Valutazione dell'impatto - packaging

La causa dell'elevato impatto del packaging è attribuito in massima parte alla bottiglia in vetro.

Categoria d'impatto		Vasetto	Capsula	Etichetta
Acidification (fate not incl.)	kg SO <sub>2</sub> eq	1,55E-03	1,12E-03	9,61E-06
Eutrophication	kg PO <sub>4</sub> <sup>---</sup> eq	2,37E-04	8,54E-04	2,84E-06
Global warming (GWP100a)	kg CO <sub>2</sub> eq	2,20E-01	9,54E-02	2,52E-03
Photochemical oxidation	kg NMVOC	9,45E-04	8,23E-04	8,34E-06
Abiotic depletion, elements	kg Sb eq	1,52E-06	2,54E-04	1,38E-08
Abiotic depletion, fossil fuels	MJ	2,82E+00	1,11E+00	7,12E-02
Water scarcity	m <sup>3</sup> eq	3,46E-02	2,07E-01	1,58E-03
Ozone layer depletion (ODP)	kg CFC-11 eq	2,38E-08	5,54E-09	5,40E-11



Focus su global warming potential: la capsula ha un impatto del 43% e l'etichetta dell'1% rispetto a quello del vasetto in vetro e l'etichetta



# Valutazione dell'impatto totale

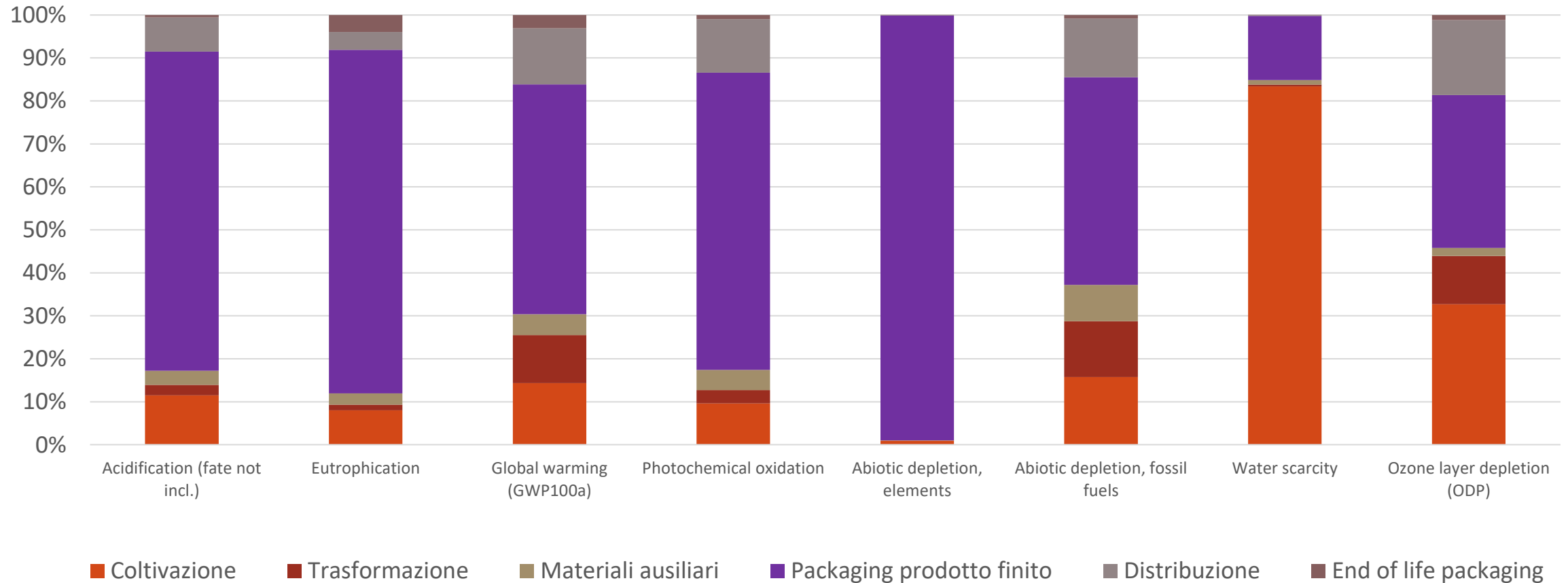
L'impatto complessivo di una confezione di passata per la categoria global warming potential è di 0,638 kg CO<sub>2</sub> eq con il contributo maggiore dato dal packaging del prodotto finito (53%). Le fasi di coltivazione e trasformazione contribuiscono insieme per il 25%. La sola fase di distribuzione dà un contributo piuttosto rilevante (13%) e questo è dovuto sia ai km percorsi che al peso del prodotto che viene trasportato.

Categoria d'impatto		Coltivazione	Trasformazione	Materiali ausiliari	Packaging prodotto finito	Distribuzione	Fine vita	Totale
Acidification (fate not incl.)	kg SO <sub>2</sub> eq	4,33E-04	9,08E-05	1,26E-04	2,80E-03	2,98E-04	2,25E-05	3,77E-03
Eutrophication	kg PO <sub>4</sub> --- eq	1,14E-04	1,85E-05	3,77E-05	1,14E-03	5,89E-05	5,66E-05	1,43E-03
Global warming (GWP100a)	kg CO <sub>2</sub> eq	9,15E-02	7,12E-02	3,11E-02	3,41E-01	8,32E-02	1,98E-02	6,38E-01
Photochemical oxidation	kg NMVOC	2,66E-04	8,49E-05	1,29E-04	1,91E-03	3,44E-04	2,67E-05	2,76E-03
Abiotic depletion, elements	kg Sb eq	2,43E-06	1,12E-07	1,77E-07	2,56E-04	2,92E-07	1,96E-08	2,59E-04
Abiotic depletion, fossil fuels	MJ	1,44E+00	1,18E+00	7,73E-01	4,41E+00	1,24E+00	7,80E-02	9,13E+00
Water scarcity	m <sup>3</sup> eq	1,47E+00	7,73E-03	1,86E-02	2,62E-01	3,82E-03	4,00E-04	1,76E+00
Ozone layer depletion (ODP)	kg CFC-11 eq	2,88E-08	9,87E-09	1,68E-09	3,13E-08	1,54E-08	1,02E-09	8,82E-08



# Valutazione dell'impatto totale

Il grafico mostra che l'impatto maggiore è dovuto al packaging per la quasi totalità delle categorie di impatto  
Per la categoria «water scarcity» l'impatto maggiore è attribuito alla fase di coltivazione (83%)



# Interpretazione dei risultati

Il confezionamento del pomodoro è altamente impattante rispetto alle altre fasi del ciclo di vita.

La fase di coltivazione impatta di più di quella di trasformazione.

L'impatto del trasporto del prodotto al cliente è significativo e questo è dovuto sia alla elevata distanza media (545 km) che al peso del prodotto trasportato.

Il vasetto in vetro rappresenta la maggiore causa di impatto per tutte le categorie, a causa degli alti consumi energetici in fase di produzione del vetro. Un'analisi di sensitività sul packaging potrebbe considerare l'uso di un diverso materiale, ma andrebbero verificate le caratteristiche di tale packaging per conservare il prodotto allo stesso modo. Un'altra possibilità potrebbe essere riutilizzare il vasetto in vetro.





# Grazie per l'attenzione



roberta.stefanini@unipr.it

0521 905850

Ricercatrice RTDA presso Università di Parma  
Dipartimento di Ingegneria dei Sistemi e delle Tecnologie Industriali - DISTI  
Palazzina 7 – Sede scientifica («cubi»)

