

# ACQUAINNOVA 2.0

*Nuovi mangimi per l'acquacoltura sostenibile  
e circolare*

*L'impronta ambientale del pesce allevato: l'importanza dei mangimi.*

*Roberto Pastres CIHEAM -Università Ca' Foscari, Venezia*

*[pastres@unive.it](mailto:pastres@unive.it)*

*Collaboratori: Guido Croce, Andrea Alberto Forchino - CIHEAM*

# La «transizione energetica» e la «decarbonizzazione»

L'Unione Europea ha intrapreso un percorso, il «Green Deal» che prevede ambiziosi obiettivi di «decarbonizzazione» dell'economia.

Tutti i settori sono coinvolti nel processo di transizione energetica: per quanto riguarda l'acquacoltura, nel giugno 2023 l'UE ha lanciato la «Energy transition partnerships for EU Fisheries and Aquaculture» .

[https://blue-economy-observatory.ec.europa.eu/energy-transition-partnership\\_en](https://blue-economy-observatory.ec.europa.eu/energy-transition-partnership_en)

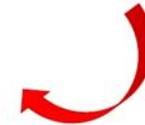
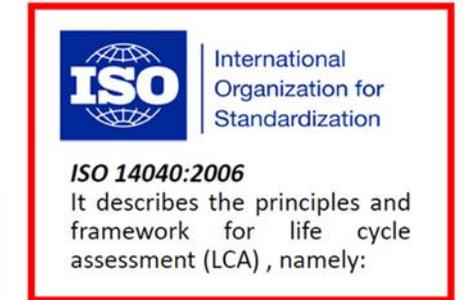
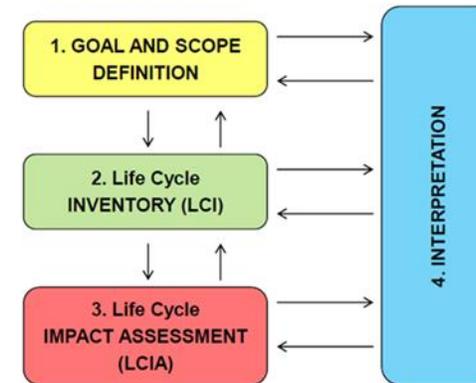
Questa iniziativa ha l'obiettivo di **coordinare le azioni di tutti gli attori della filiera** per rendere il settore «climaticamente neutrale» entro il 2050, come richiesto dalla [Communication on the energy transition in EU fisheries and aquaculture.](#)

L'impronta carbonica è espressa in **CO<sub>2</sub>equivalenti (CO<sub>2</sub>e)**, in quanto aggrega le **emissioni dei principali «gas serra», GHG**, utilizzando dei coefficienti che consentono di tener conto del loro effetto sulla «forzante radiativa», cioè sulla loro capacità di **schermare le emissioni di energia radiante** dal pianeta terra.

Si calcola utilizzando una metodologia ormai consolidata: **LCA** (Life Cycle Assessment) – Analisi del Ciclo di Vita, che traccia le emissioni di GHG legate ad un prodotto/servizio.

Per definire le tappe del percorso di decarbonizzazione, è **importante capire quale sia il punto di partenza (baseline)**.

## THE LCA METHOD



# L'impronta carbonica dell'acquacoltura nella UE

**Table 2-26 Total CO<sub>2</sub>e emissions and EU average emission intensities for the main species accounted for 92% of the EU aquaculture sector in 2019.**

Commercial species	EU production 2019 [tonne]	Total CO <sub>2</sub> e emissions [tonne]	Percentage contribution	EU Average Emission intensity [kgCO <sub>2</sub> e/kg lw]
S1.1 Mussel	453,559	208,170	9.8	0.46
S1.1 Oyster	101,683	32,318	1.5	0.32
S1.1 Clam	32,734	9,662	0.5	0.30
S1.2 Seabream	92,476	424,930	20.0	4.59
S1.2 Seabass	83,872	407,332	19.1	4.84
S2.1 Carp	80,195	481,170	22.6	6.00
S2.2 Trout	196,837	564,472	26.5	2.87
<b>Total EU 2019</b>	<b>1,041,386</b>	<b>2,112,085</b>	<b>100</b>	<b>2.043</b>

## Techno-economic analysis for the energy transition of the EU fisheries and aquaculture sector



Written by Jan Maarten de Vet (Ecorys), Hugh Gardner (Ecorys), Manuel Sala Pérez (Ecorys), David Matheus (Ecorys), Marta Mirambell Huguet (Ecorys), Anna Bessin (Ecorys), Maria Reyes (Ecorys), Roberto Pastres (BlueFarm), Frédéric Herpers (SML), Dagmar Nelissen (CE Delft), Eefje de Gelder (CE Delft), Daan van Seters (CE Delft), Sander Raphael

<https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/92af2ddd-198a-11ef-a251-01aa75ed71a1/language-en>

# Impronta carbonica del pesce allevato e mangimi

L'LCA è uno studio piuttosto complesso, in cui devono essere considerati, in linea di principio, tutti i flussi di materia ed energia utilizzati per ottenere un prodotto o servizio.

I numerosi studi pubblicati sui prodotti della piscicoltura indicano però **che i principali impatti sono legati ai CONSUMABILI.**

Table 2-23 Emission intensities (upstream, grow-out, total) and direct energy use in grow-out per Functional Unit, e.g., 1 tonne of trout, live weight at farm gate produced in FTS.

Source	Upstream-feed CO <sub>2</sub> e [tonne/FU]	Grow-out CO <sub>2</sub> e [tonne/FU]	CO <sub>2</sub> e per FU [tonne/FU]	Energy use/FU [kWh/FU]	CO <sub>2</sub> e due to energy use [tonne/FU]
Maiolo&al., 2021	2.022	0.806	2.828	1035	0.53
Samuel-Fitwi&al, 2013	1.640	1.922	3.562	2554	1.89
Sanchez-Matos&al., 2023	1.272	0.507	1.779	1095	0.29
Wind&al., 2022	1.180	0.630	1.810	238	0.25
Average	1.528	0.966	2.495	1220.5	0.74

**Trocoltura (raceway):  
circa 2.5 kg CO<sub>2</sub>e/kg.**

**Il mangime contribuisce  
per circa il 60%. (FCR ≈ 1.1)**

# Impronta carbonica del pesce allevato e mangimi

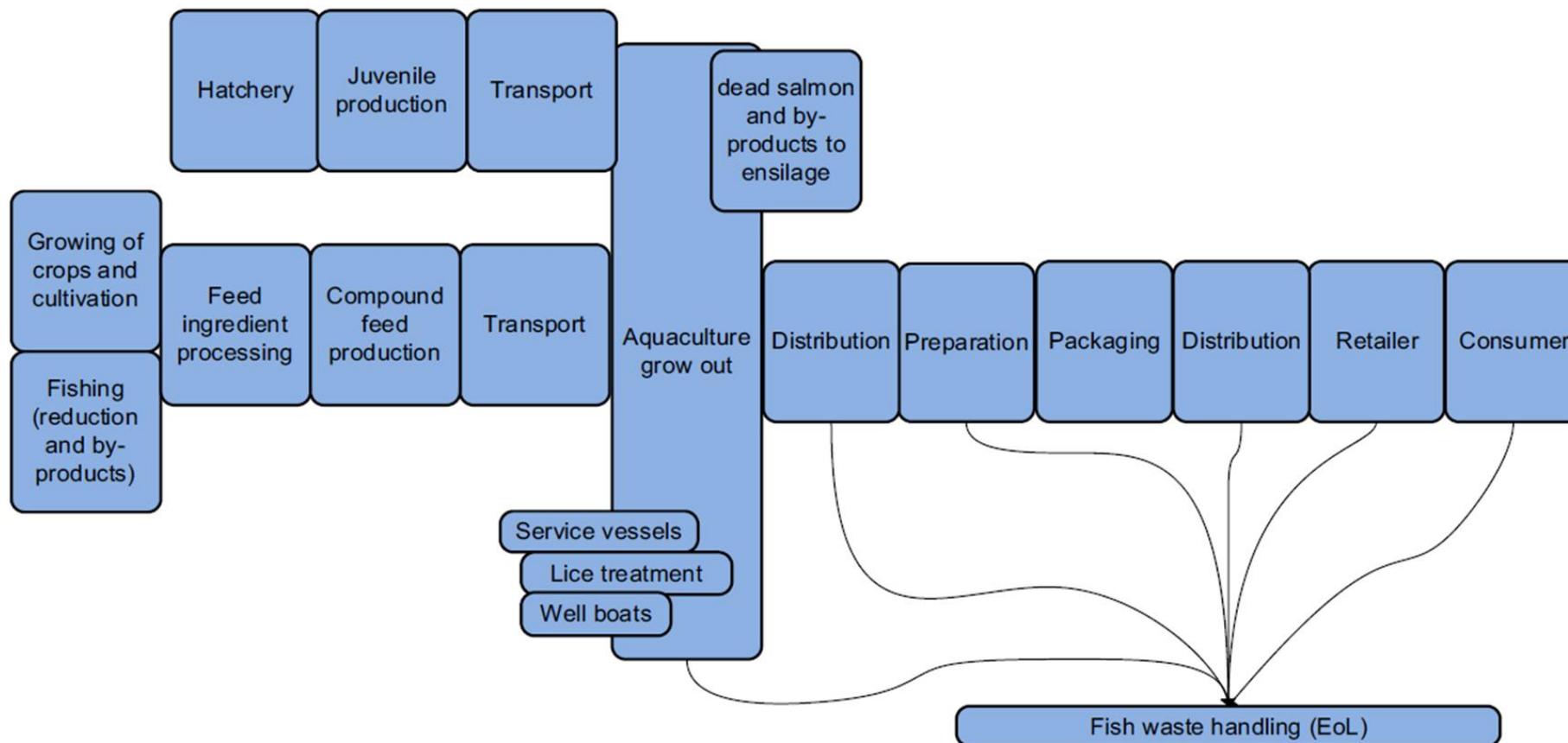
Table 2-17 Emission intensities (upstream, grow-out, total) and direct energy use in grow-out per Functional Unit, e.g., 1 tonne of seabream, live weight at farm gate.

Source	Upstream-feed CO <sub>2</sub> e [tonne/FU]	Grow-out CO <sub>2</sub> e [tonne/FU]	CO <sub>2</sub> e per FU [tonne/FU]	Energy use/FU [kWh/FU]	CO <sub>2</sub> e due to energy use [tonne/FU]
Kallitsis&al., 2020	3.061	0.924	3.985	1270	Not available
Garcia&al., 2016	5.058	2.066	7.124	5316	1.995

Maricoltura 3-5 kg CO<sub>2</sub>e/kg.

Il mangime contribuisce per circa 70-77%. (FCR 1.6/2).

# L'impronta ambientale di prodotto o PEF – Product Environmental Footprint



La filiera dell'acquacoltura è talvolta molto complessa: **gli impatti ambientali non si limitano alle emissioni di GHG.**

Figure 3-2 System scope farmed marine fish products

# L'impronta ambientale di prodotto o PEF – Product Environmental Footprint

E' importante quantificare gli impatti per ridurli, rendendo la produzione più sostenibile dal punto di vista ambientale.

In alcuni casi, **ciò può comportare anche un beneficio economico**: ad es. **ridurre lo spreco di mangime e aumentare l'efficienza energetica diminuisce sia l'impronta carbonica sia i costi.**

L'LCA, pur essendo standardizzata, può fornire risultati diversi in base ad alcune scelte metodologiche, in una certa misura, soggettive riguardanti, ad esempio:

- ✓ I confini del sistema da analizzare;
- ✓ L'allocazione degli impatti, in presenza di co-prodotti;
- ✓ Gli algoritmi per il calcolo degli impatti,

# L'impronta ambientale di prodotto o PEF – Product Environmental Footprint

Per considerare, ad ampio spettro, l'impatto ambientale di prodotti e servizi e standardizzarne il calcolo, la UE sta pianificando l'introduzione della PEF

- ✓ PEF: è una metodologia per **quantificare gli impatti ambientali rilevanti** di un **prodotto, bene o servizio**.
- ✓ PEF considera il **ciclo di vita** di un prodotto, bene o servizio, che viene analizzato mediante la metodologia **Life Cycle Assessment (LCA)**.
- ✓ Il risultato dell'analisi è il profilo dell'impronta ambientale del prodotto o **PEF Profile**, che include la stima di diversi indicatori di impatti, relativi ad alcune, ben specificate, categorie di danno, nonché alcune informazioni aggiuntive (ad es. impatti sulla biodiversità).

# Come si migliorano riproducibilità e comparabilità di uno studio LCA?

- ✓ Standardizzando gli algoritmi di calcolo: per lo studio PEF vanno utilizzati quelli previsti dalla metodologia «**Environmental Footprint**» - **EF**.
- ✓ Introducendo un insieme di «regole» aggiuntive, che specifichino sia come, nell'ambito dello standard ISO, debba essere condotta una LCA sia come debbano essere presentati i risultati.
- ✓ Da qui l'esigenza di introdurre regole specifiche per diverse categorie di prodotti, ovvero le **Product Category Rules, o PCR**.
- ✓ Le PCR che saranno utilizzate per calcolare la PEF sono denominate **PEFCRs** (Product Environmental Footprint Category Rules)

**No**, si applicherà su **base volontaria** ma dovrebbe essere **fortemente raccomandata e incentivata**.

La Racc. della Commissione (EU 2021/2279) **chiede**:

- ✓ agli stati membri e associazioni industriali di tenerne conto nella definizione delle linee di condotta volontarie (policy) relative alla valutazione comunicazione delle prestazioni ambientali dei prodotti, di **fornire assistenza alle PMI** che vogliono calcolarle per i propri prodotti, di promuoverne l'utilizzo al di fuori della UE.
- ✓ agli stati membri un **rapporto annuale** riguardo i progressi fatti nell'applicazione della PEF.

Per questo la **PEF** è stata inserita nella certificazione «**Acquacoltura sostenibile**» attiva dal **2020** e approvata dal **MASAF**.

# E' possibile condurre uno studio PEF relativo a pesce allevato?

Ci troviamo ora **nella fase di transizione**, del percorso che, iniziato nel 2013, **dovrebbe concludersi nel 2025** con l'introduzione della PEF.

Attualmente sono disponibili bozze di PEFCR per:

- mangimi : <https://fefac.eu/priorities/sustainability/pefcr-feed/>
- pesce marino non processato: <https://www.marinefishpefcr.eu>

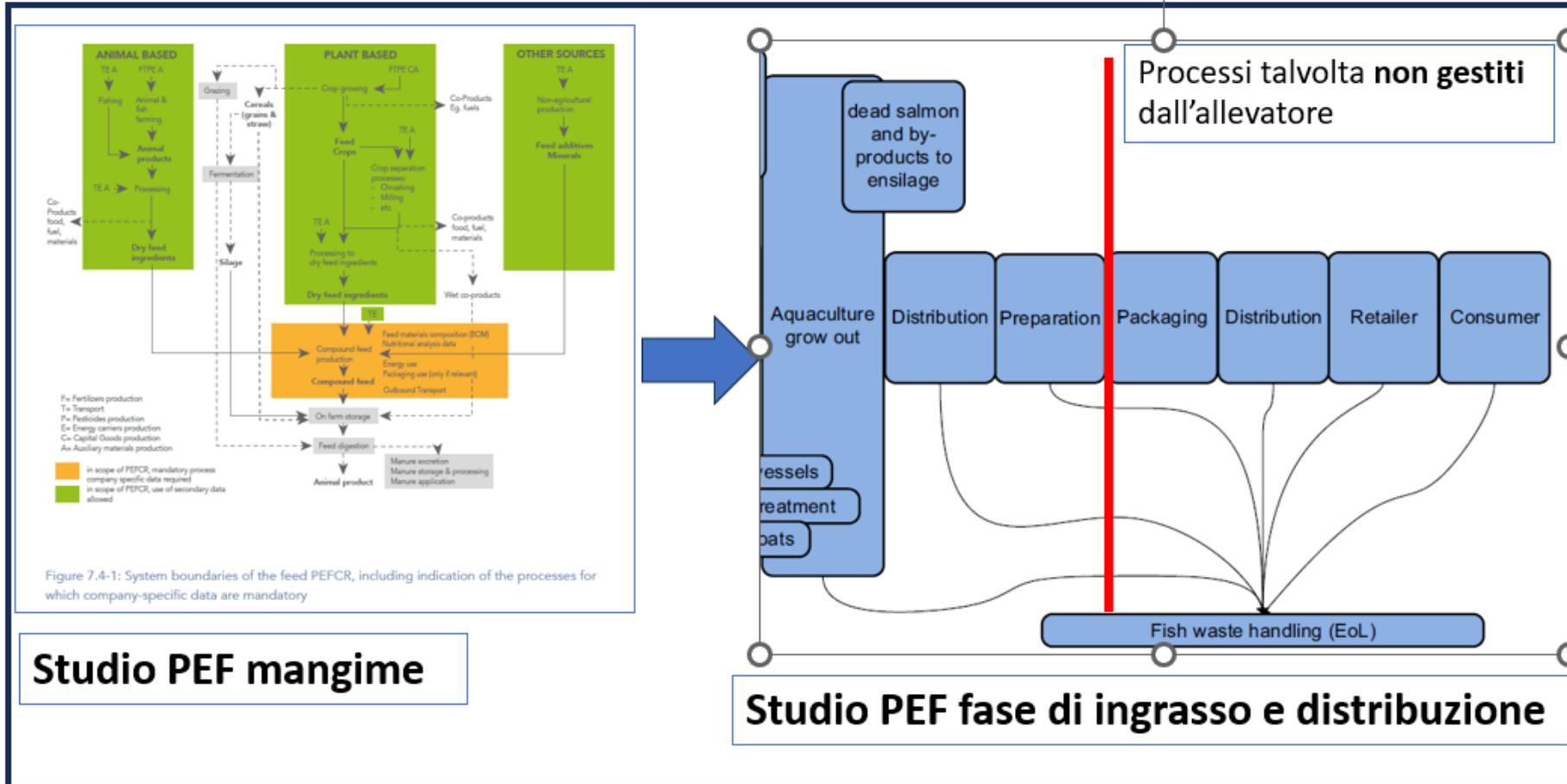
Quindi, a rigore, è possibile condurre uno studio completo, **che riguardi tutta la filiera**, solo per pesce marino non processato.

**Per altri prodotti da acquacoltura (molluschi, pesce d'acqua dolce)**, si può ottenere una stima **seguendo le linee guida generali**.

# La valutazione della PEF richiede la cooperazione e trasparenza lungo tutta la filiera



ACQUAINNOVA<sup>2.0</sup>



PEF pesce preparato



# La cooperazione potrebbe rappresentare un limite.

Sarebbe possibile stimare la PEF del mangime se **il produttore degli ingredienti non condividesse lo studio PEF** con il produttore del mangime?

**Si, perché le PEFCR per i mangimi si possono usare i cosiddetti «dati secondari» per gli ingredienti.**

Sarebbe possibile stimare la PEF del pesce al cancello di un impianto di acquacoltura **se il produttore di mangime non condividesse lo studio PEF** con l'allevatore?

**Le PEFCR del pesce non sono chiare: per questo è importante partecipare, se possibile, ai processi di consultazione pubblica degli studi pilota (l'ultimo si è concluso il 15 luglio).**

Cosa accade se l'allevatore **non** è anche distributore, fino al dettaglio?

**Le PEFCR del pesce non chiariscono quale attore debba produrre la stima da comunicare al consumatore.**



PEF prevede la stima di **16 indicatori di impatto**, mediante l'applicazione di metodologie ben definite al modello del processo produttivo.

Il calcolo viene effettuato nella terza fase dello studio, Life Cycle Impact Assessment LCIA.

Gli algoritmi di calcolo sono inclusi nei principali software per l'applicazione di LCA, come SimaPro, Gabi e OpenLCA.

Le unità di misura sembrano un po' particolari ma vengono comunemente utilizzate in LCA.

Indicatore – Categoria d'Impatto	Unità di Misura
<b>Climate change</b>	kg CO2 eq
<b>Ozone depletion</b>	kg CFC-11 eq
<b>Human toxicity, cancer effects</b>	CTUh
<b>Human toxicity, non-cancer</b>	CTUh
<b>Respiratory Inorganics</b>	Disease inc.
<b>Ionizing radiation HH</b>	kBq U235 eq
<b>Photochemical ozone formation</b>	kg NMVOC eq
<b>Acidification</b>	molc H+ eq
<b>Terrestrial eutrophication</b>	molc N eq
<b>Freshwater eutrophication</b>	kg P eq
<b>Marine eutrophication</b>	kg N eq
<b>Freshwater ecotoxicity</b>	CTUe
<b>Land use</b>	Pt
<b>Water scarcity</b>	m3 depriv.
<b>Resource Use, minerals and metals</b>	kg Sb eq
<b>Resource Use, fossils</b>	MJ

La PEF è, di fatto, un indice (o indicatore composito) ottenuto **combinando linearmente gli indicatori di impatto**.

Per calcolarlo è necessario :

- 1) normalizzare gli indicatori, in modo da poterli sommare;
- 2) ponderare gli indicatori, attribuendo una diversa importanza a ciascuno di essi;
- 3) escludere gli indicatori di impatto e i processi definiti **non rilevanti**.

Il risultato viene espresso in «**punti**» **Pt**, o sottomultipli.

- ✓ I fattori di normalizzazione e la pesatura e il criterio per l'esclusione di indicatori/processi sono fissati **nelle linee guida per l'applicazione della PEF**.
- ✓ In questa fase iniziale, **in assenza di benchmark**, è un po' difficile interpretare i risultati e fornire indicazioni agli attori della filiera per migliorare le proprie prestazioni ambientali



Categoria di danno	FN : Fattore di normalizzazione [umcd/persona]	Peso
Acidification	5.55E+01	0.062
<b>Climate change</b>	<b>7.76E+03</b>	<b>0.2106</b>
Ecotoxicity, freshwater	1.18E+04	0.0192
Particulate matter	6.37E-04	0.0896
Eutrophication, marine	2.83E+01	0.0296
Eutrophication, freshwater	2.55E+00	0.028
Eutrophication, terrestrial	1.77E+02	0.0371
Human toxicity, cancer	3.85E-05	0.0213
Human toxicity, non-cancer	4.75E-04	0.0184
Ionising radiation	4.22E+03	0.0501
Land use	1.33E+06	0.0794
Ozone depletion	2.34E-02	0.0631
Photochemical ozone formation	4.06E+01	0.0478
Resource use, fossils	6.53E+04	0.0832
Resource use, minerals and metals	5.79E-02	0.0755
Water use	1.15E+04	0.0851
		1

Esempio: normalizzazione e pesatura per la categoria Climate Change.

CC Mangime: 1.5 [ kg CO<sub>2</sub>eq/kg mangime]

Conversione in «unità PEF» – pt

$1.5 [ \text{kg CO}_2\text{eq kg mangime}^{-1}] / 7760 [ \text{kg CO}_2\text{eq persona}^{-1}] = 0.000193 [ \text{persona/kg mangime}]$

Introducendo la pesatura:

$\text{PEF(CC)} = 0.000193 \times 0.2106 = 0.0000407 [ \text{pt/kg mangime}]$

Spesso si usano sottomultipli: **i risultati di Acquainnova 2 saranno presentati in  $\mu\text{pt} = 10^{-6} \text{ pt}$**

$\text{PEF(CC)} = 40.7 [ \mu\text{pt/kg mangime}]$

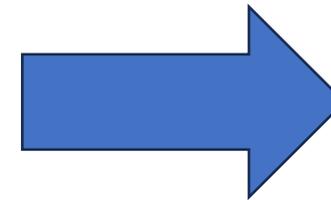
## Selezione delle Categorie

- Calcolo dei contributi percentuali all'EF
- Ordinamento decrescente
- Selezione delle prime «n» categorie che cumulativamente contribuiscono all'80% dell'EF.
- Eliminazione delle rimanenti.**



## Selezione degli Ingredienti

- Per ogni categoria rilevante, calcolo dei contributi percentuali all'EF.
- Ordinamento decrescente.
- Selezione dei primi «m» ingredienti che cumulativamente contribuiscono all'80% dell'EF.
- Eliminazione dei rimanenti.**


$$PEF = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m Ing_{i,j}$$

**$Ing_{i,j}$ : contributo dell'ingrediente «j» alla EF della categoria «i».**

# Risultati di Acquainnova 1

8 formulazioni innovative, 4 per l'orata (*Sparus aurata*) e 4 per la trota iridea (*Oncorhynchus mykiss*).

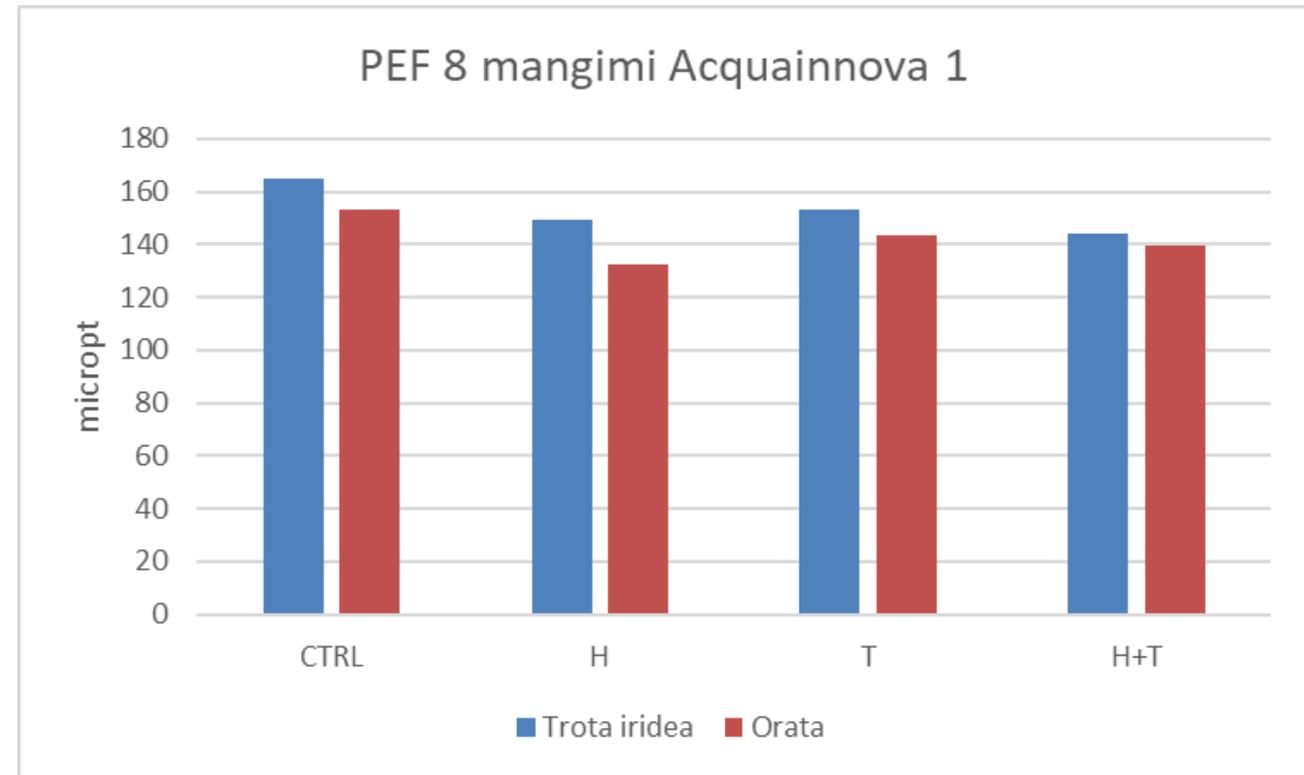
Sostituzione di farina e olio di pesce (Fish meal – FM e Fish Oil -FO) con PAT di origine avicola farina di insetto.

CTRL : non è presente la farina di insetto.

H : mangime con 12% di *Hermetia illucens* (mosca soldato nera);

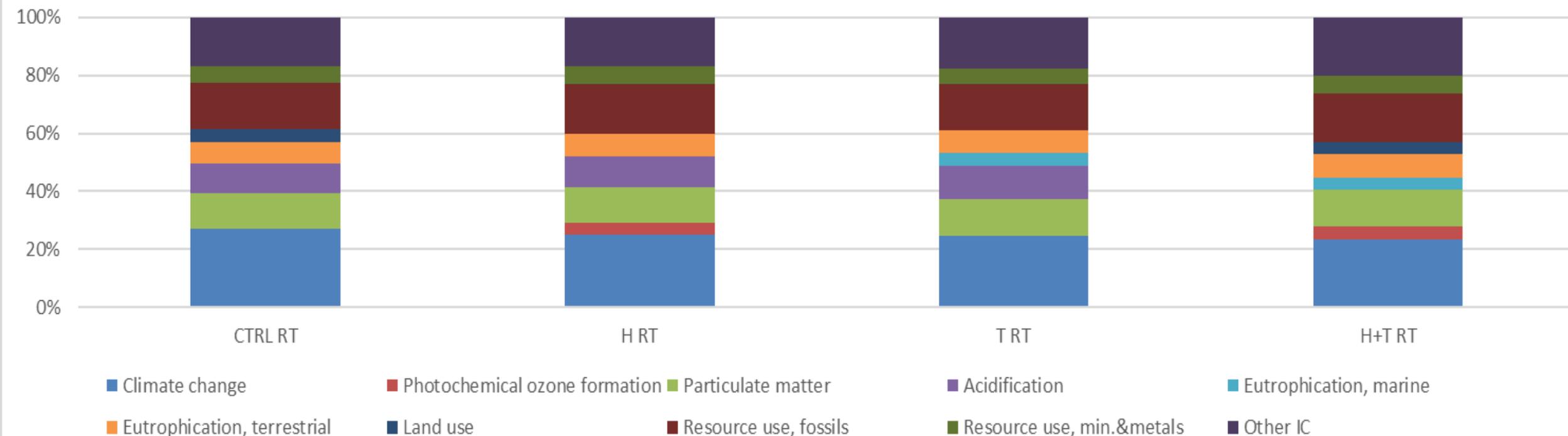
T: mangime con 12% di *Tenebrio molitor* (tarma della farina);

H +T: mangime con 6 % di *Hermetia illucens* e 6% di *Tenebrio molitor*



# Risultati di Acquainnova 1: Trota iridea – categorie rilevanti

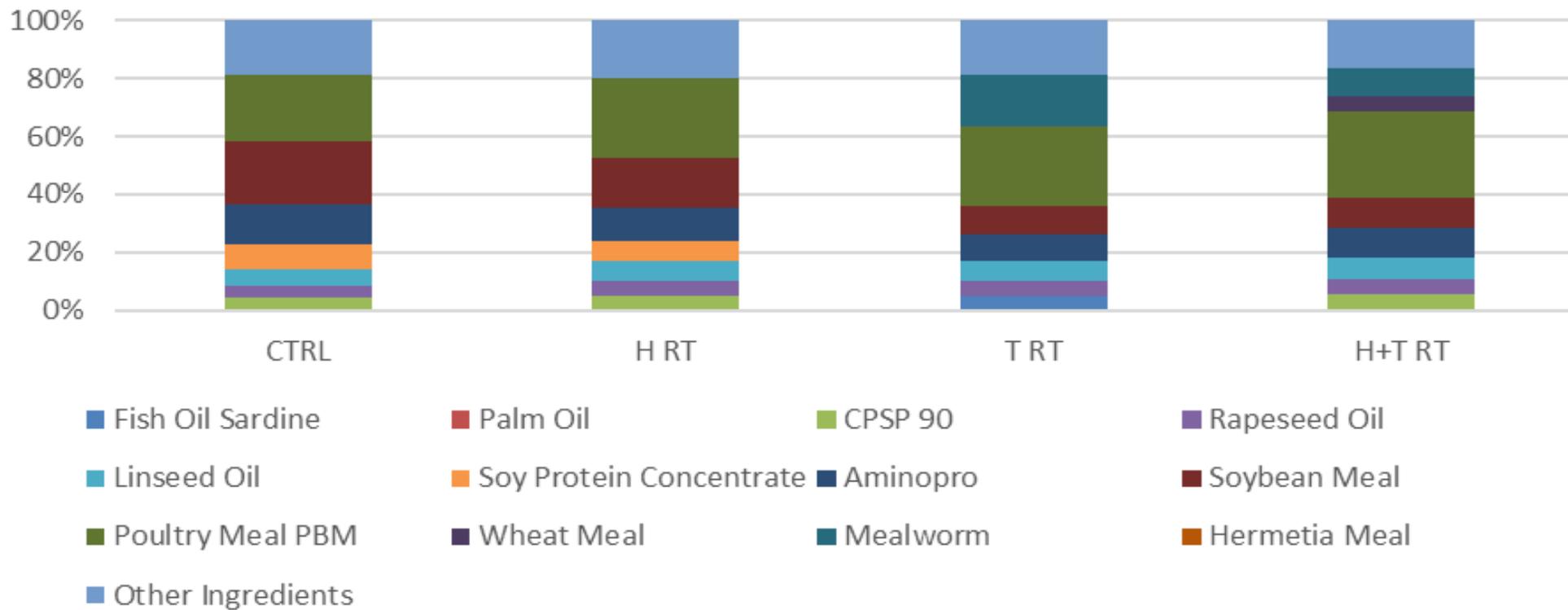
Trota iridea



Le più importanti sono Climate Change (23-25%), Resource use – fossil fuel (15-16%), Particulate Matter (12-13%), Acidificazione (10-11%). Climate Change e Acidificazione sono ampiamente utilizzate nella letteratura relativa all’acquacoltura.

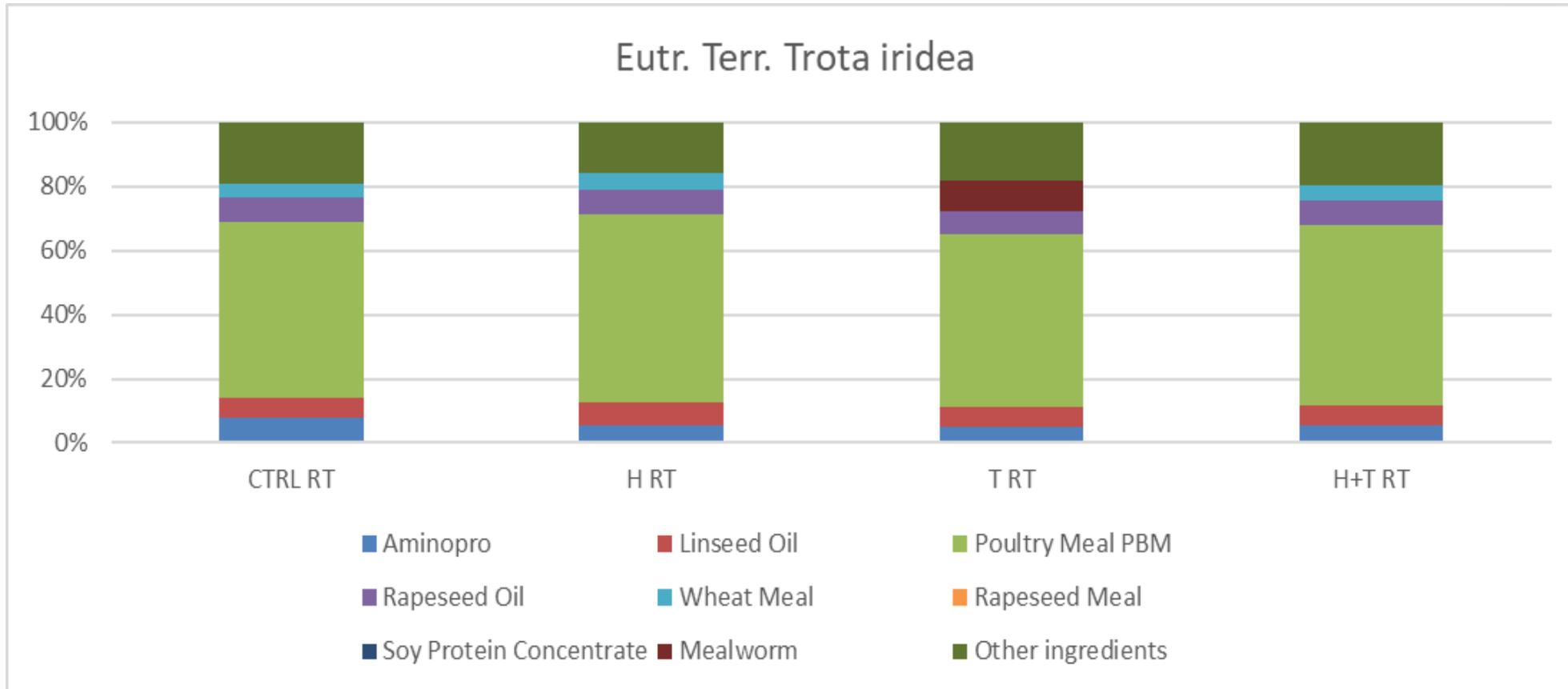
# Risultati Acquainnova 1 : Trota iridea – impronta carbonica

CC - Trota iridea



Nel mangime di controllo i contributi più rilevanti sono dati da **Poultry Meal** e **Soybean Meal**: quest'ultimo si riduce notevolmente con la parziale sostituzione con farina di insetto, che, in termini percentuali, lo compensa.

# Risultati Acquainnova 1 – Trota iridea - Eutrofizzazione



# La valutazione della sostenibilità in Acquainnova 2

La stima della PEF dei mangimi innovativi Acquainnova 2 sarà ottenuta:

- 1) Seguendo le attuali PEFCR dei mangimi, adottate dalla FEFAC ed utilizzate dalle principali aziende produttrici di mangimi, tra cui Skretting. E' importante sottolineare che esse prevedono **l'allocazione di tipo economico**: questa scelta è **coerente con una visione di sostenibilità che privilegi i processi circolari**.
- 2) Nella presentazione dei risultati, oltre all'indice adimensionale, saranno evidenziati gli impatti relativi alle 6 categorie:
  - Climate change
  - Acidification terrestrial and freshwater
  - Eutrophication terrestrial
  - Particulate matter
  - Land use
  - Water scarcity

Questa scelta, raccomandata da FEFAC, facilita l'interpretazione dei risultati

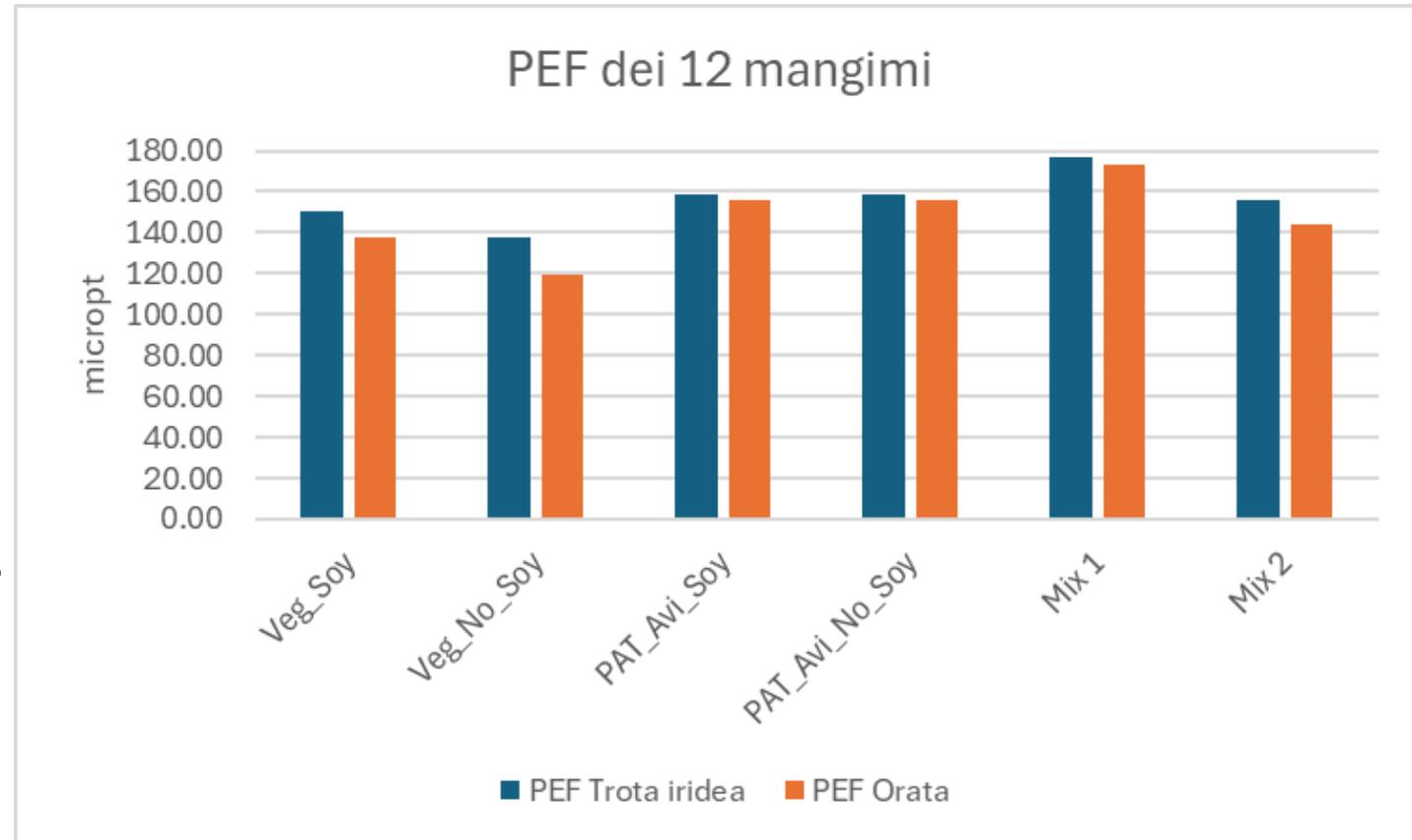
12 formulazioni innovative, 6 per trota iridea e 6 per orata.

VEG: a maggior % di proteine di origine vegetale

PAT\_AVI: Proteine Animali Trasformate di origine avicole;

Mix1: Proteine Animali Trasformate di origine avicola e suina.

Mix2: Proteine Animali Trasformate di origine avicola e insetti.



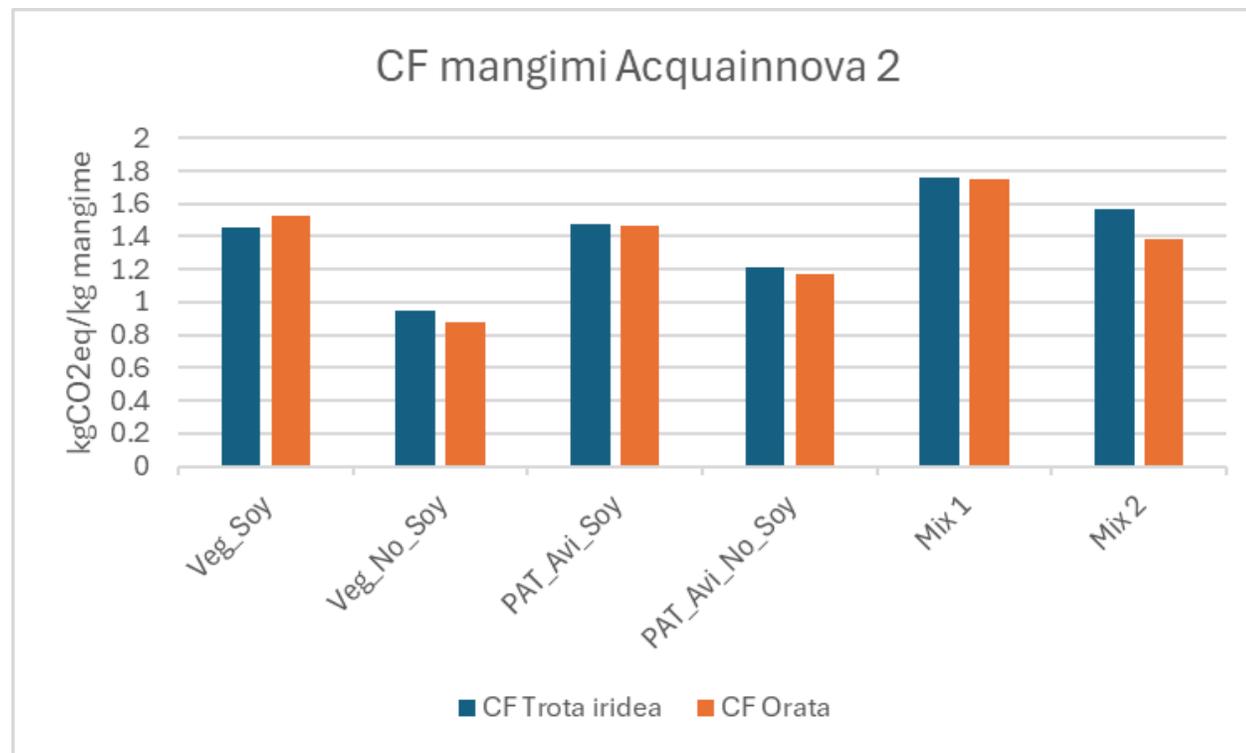
# Risultati preliminari: l'impronta carbonica dei mangimi

L'impronta carbonica risulta inferiore per i mangimi a maggior percentuale di proteine vegetali, quando la soia viene sostituita: in questo caso, risulta inferiore ad 1 KgCO<sub>2</sub>eq/kg mangime.

L'utilizzo di PAT di origine avicola e suina la aumenta, fino a circa 1.7 kgCO<sub>2</sub>eq/kg di mangime.

Queste stime sono consistenti con quelle dei mangimi attualmente commercializzati.

La comparazione dei risultati delle prove alimentari potrebbe dare risultati di estremo interesse, qualora i mangimi VEG dessero risultati paragonabili agli altri.



# Risultati preliminari: l'impronta carbonica dei mangimi

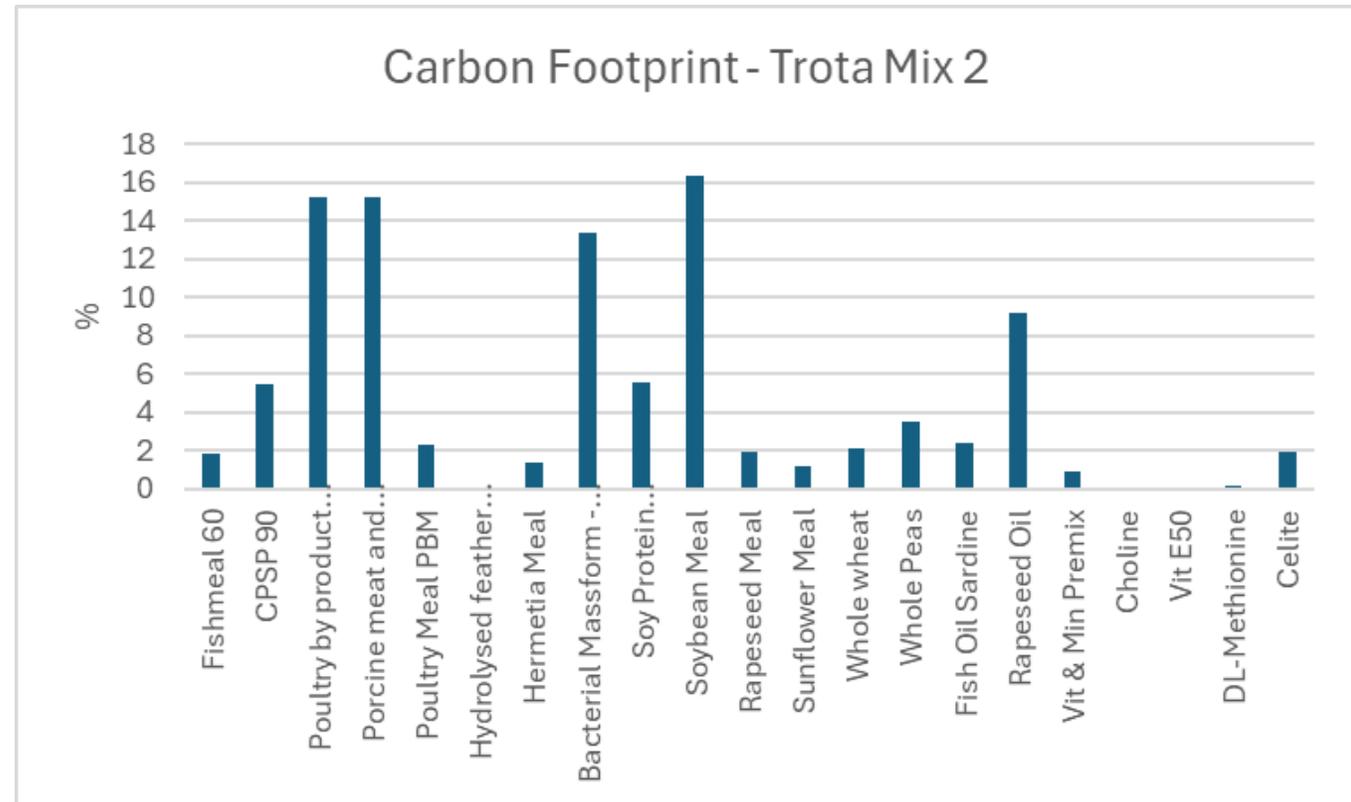
La metodologia consente di quantificare il contributo di ciascun ingrediente ad ogni categoria di impatto.

In questo caso, i contributi maggiori si riferiscono a:

- PAT avicole;
- PAT suine;
- Biomassa batterica;
- Farina di soia
- Olio di colza

In totale, questi ingredienti contribuiscono a circa il 70% degli 1.7 kgCO<sub>2</sub>eq/kg di mangime.

L'analisi può quindi fornire criteri aggiuntivi da tener presenti nella formulazione dei mangimi.

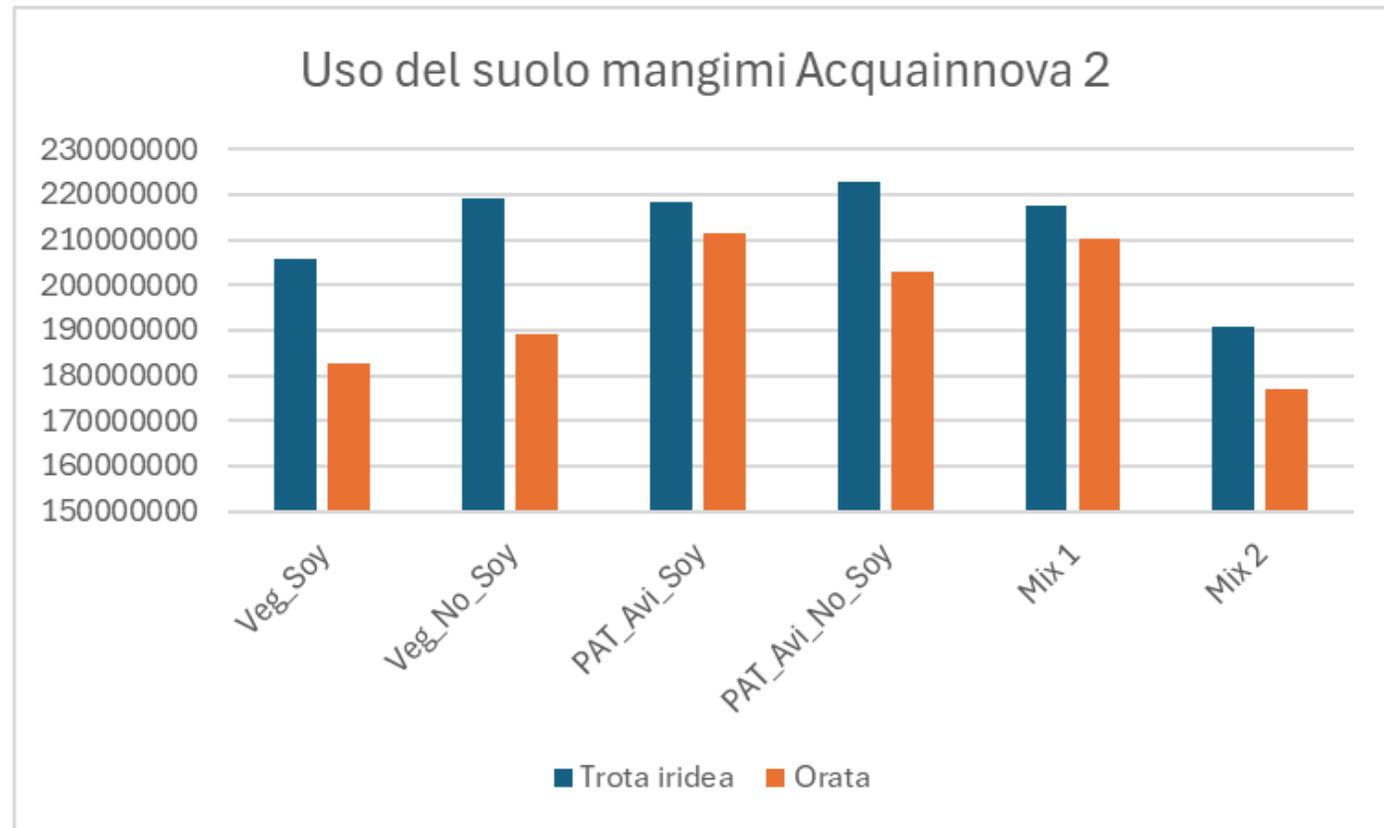


# Risultati preliminari: land use (uso del suolo)

Rispetto a questa categoria, i mangimi per orata presentano sempre impatto inferiore.

A differenza dell'impronta carbonica, l'uso del suolo aumenta quando la soia viene sostituita.

I mangimi Mix2, che contengono, PAT avicole e insetti, sono caratterizzati dal minor uso del suolo.



# La valutazione della sostenibilità di Acquainnova 2



In Acquainnova 2, cercheremo di calcolare la PEF di orate e trote non processate, **simulando una filiera virtuale** e tenendo conto, per quanto possibile, **delle PEFCR per la produzione del mangime e le successive fasi di ingrasso, preparazione e distribuzione del pesce.**

Ciò consentirà di ottenere, **oltre al ranking dei mangimi innovativi circolari, basati su PAP**, due **benchmark preliminari** per queste due tipologie di allevamento, utili anche per valutare altre azioni mirate ad aumentare la sostenibilità ambientale ed economica.

- Le PEF dei mangimi Acquainnova 2 e Acquainnova 1 consentono di valutare **un intervallo di variazione per le prestazioni ambientali dei mangimi: 120 -180 micropt.**
- La **PEF** dei mangimi innovativi per **trota iridea è leggermente inferiore** a quella dei mangimi per trota, a parità di criteri di formulazione;
- La **PEF** dei **mangimi a maggior contenuto di proteine vegetali è più bassa**, in particolare quando la soia viene sostituita introducendo il glutine di mais ed aumentando le percentuali di colza e girasole.
- **L'introduzione di farina di insetti** a parziale sostituzione delle PAT di origine avicola (Mix1) **non aumenta l'impronta ambientale.**
- L'introduzione di PAT di origine suina a parziale sostituzione di quelle di origine avicola conduce ad un aumento dell'impronta ambientale di circa il 10%.



ACQUAINNOVA<sup>2.0</sup>

GRAZIE PER L'ATTENZIONE

Maggiori informazioni sul nostro sito  
[www.acquainnova.org](http://www.acquainnova.org)