

Misurare la circolarità

LUCIA ROCCHI- INCONTRO STUDIO 07.05.2024

A solid green horizontal bar at the bottom of the slide.

Economia circolare & Sostenibilità

- La relazione tra i principi della sostenibilità e la dimensione aziendale è diventata una questione chiave negli ultimi decenni.
- L'Economia Circolare come uno dei possibili approcci per comprendere le implicazioni commerciali, ambientali e sociali dei prodotti/settori ("System perspective approach" -approccio basato sulla prospettiva di sistema)
- Il grande interesse per la CE è dovuto alla sua capacità di rendere operativo il concetto di sviluppo sostenibile per le imprese.
- Popolarità tra gli ambientalisti, i governi e i leader aziendali: Ellen Macarthur Foundation (2012); gli ultimi due piani quinquennali del governo cinese (Zhijun e Nailing, 2007) e il piano d'azione dell'UE per l'economia circolare (Commissione europea; 2015).
- I principi di base della CE non sono nuovi: uso efficiente delle risorse; zero/riduzione dei rifiuti; approccio al ciclo di vita/progettazione.

Misurare la circolarità

- Non esiste un framework unico accettato dalla comunità scientifica come strumento ideale per valutare la circolarità delle organizzazioni.
- Al fine di informare il proprio processo decisionale, le aziende utilizzano una serie di metriche e strumenti in tutti gli aspetti della loro attività, dalla progettazione del prodotto alla rendicontazione.
- Non esiste un modo riconosciuto per stimare l'efficacia di un prodotto o di un'azienda nel passare da una modalità di funzionamento lineare a una circolare, né esistono strumenti che supportino tali misurazioni.
- Tre livelli: Macro (Regioni/Nazioni)- Meso (Distretti industriali)- Micro (impresa)

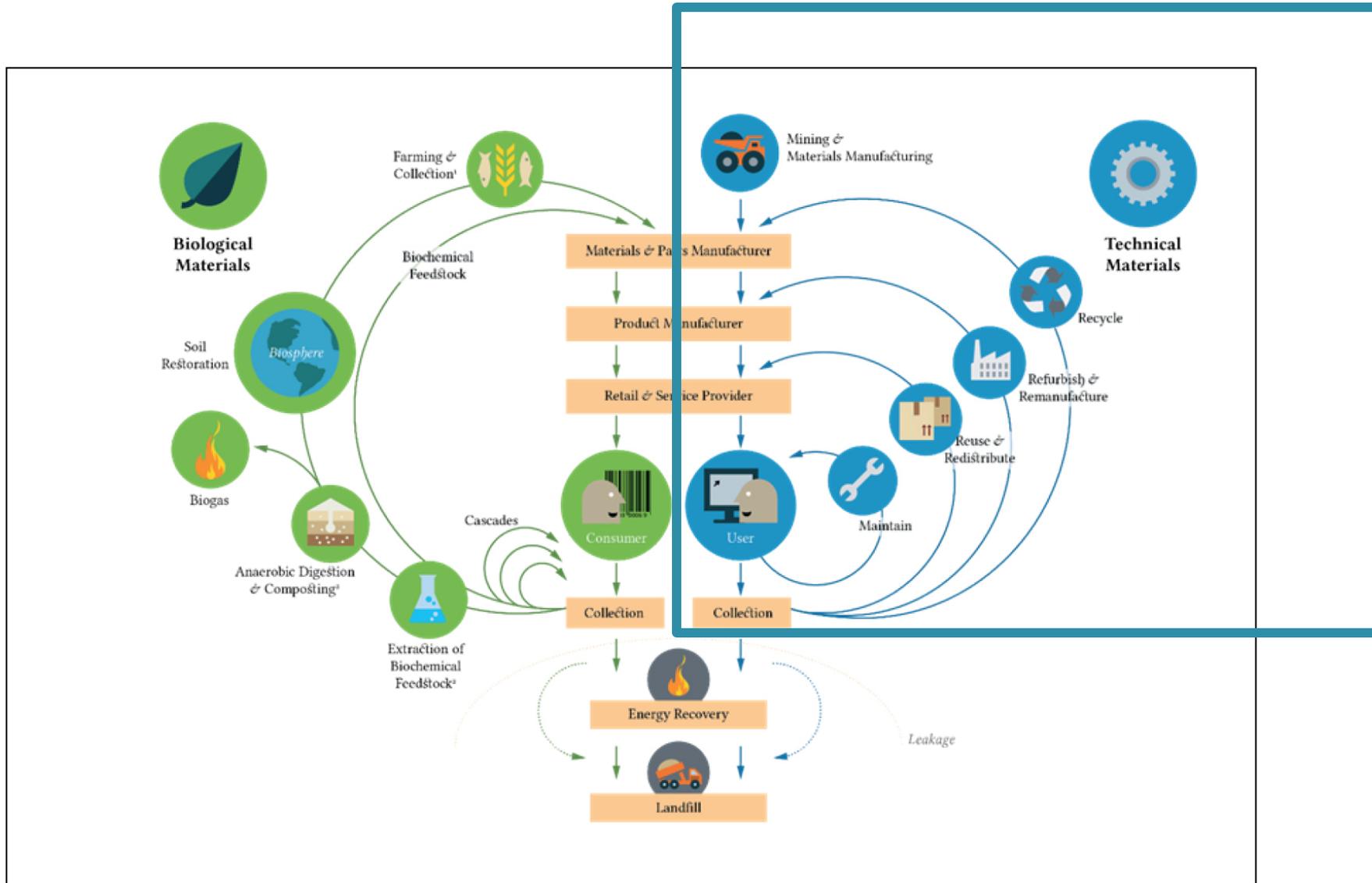
Come misurare

<div style="text-align: right;">Type</div> <div style="text-align: left;">Parameter</div>	Single indicator	Multiple indicators
Material flow	<ul style="list-style-type: none"> - Water Footprint - Material Inputs per Unit of Service - Ecological Rucksack 	<ul style="list-style-type: none"> - Material Flow Analysis - Substance Flow Analysis
Energy flow	<ul style="list-style-type: none"> - Cumulative Energy Demand - Embodied Energy - Emergy Analysis - Exergy Analysis 	
Land use & consumption	<ul style="list-style-type: none"> - Ecological Footprint - Sustainable Process Index - Dissipation Area Index 	
Other life cycle based	<ul style="list-style-type: none"> - Carbon Footprint - Ecosystem Damage Potential 	<ul style="list-style-type: none"> - Life Cycle Assessment - Environmental Performance Strategy Map - Sustainable Environmental Performance Indicator

Source: Elia et al., 2017

Material Circularity Indicator

- L'indicatore di circolarità dei materiali (MCI) si concentra sul ripristino dei flussi di materiali a livello di prodotto o di azienda (MacArthur Foundation, 2015).
- L'MCI di un prodotto misura quanto il flusso lineare è stato minimizzato e il flusso di ripristino massimizzato per i suoi componenti e, allo stesso tempo, per quanto tempo e con quale intensità.
- Sviluppato specificamente per i prodotti industriali (cicli tecnici).
- Quattro principi guida:
 - i) utilizzare materie prime provenienti da fonti riutilizzate o riciclate;
 - ii) riutilizzare i componenti o riciclare i materiali dopo l'uso;
 - iii) conservare i prodotti più a lungo
 - iv) fare un uso più intensivo dei prodotti. I punti i e ii sono legati alla parte riparativa della produzione; i punti iii e iv sono legati a quella lineare. I prodotti secondari non sono considerati.

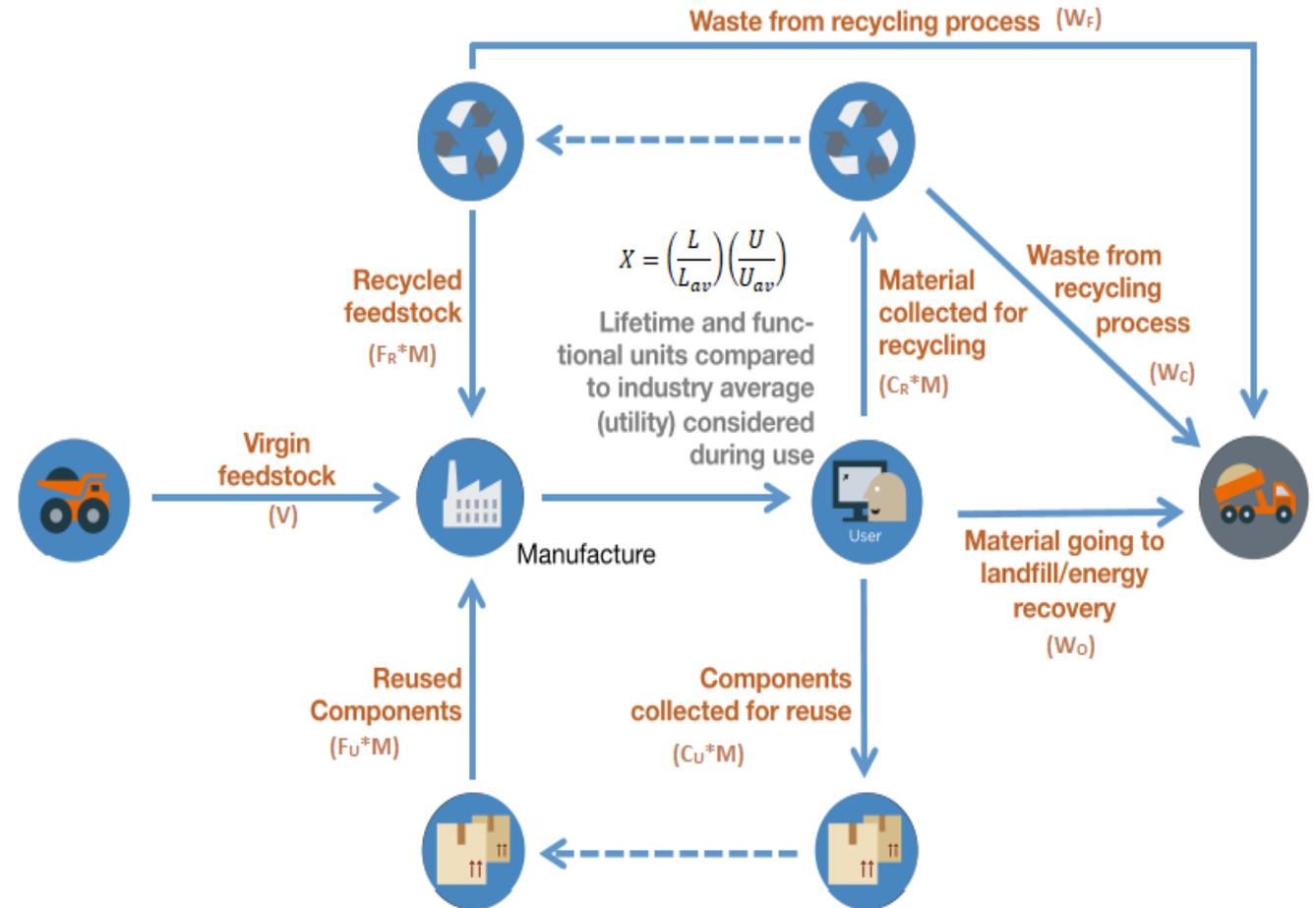


MCI is constructed by steps:

- (1) computation of the virgin feedstock (V);
- (2) calculation of the unrecoverable waste (W0) and of the utility conversion factor X.
- (3) Calculation of the Linear Flow index (LFI)
- (4) Calculation of utility X (related to length and intensity of the use) (F(X)).

$$MCI^*_P = 1 - LFI * F(X)$$

$$MCI_P = \max(0, MCI^*)$$



RESEARCH

Open Access

Measuring circularity: an application of modified Material Circularity Indicator to agricultural systems



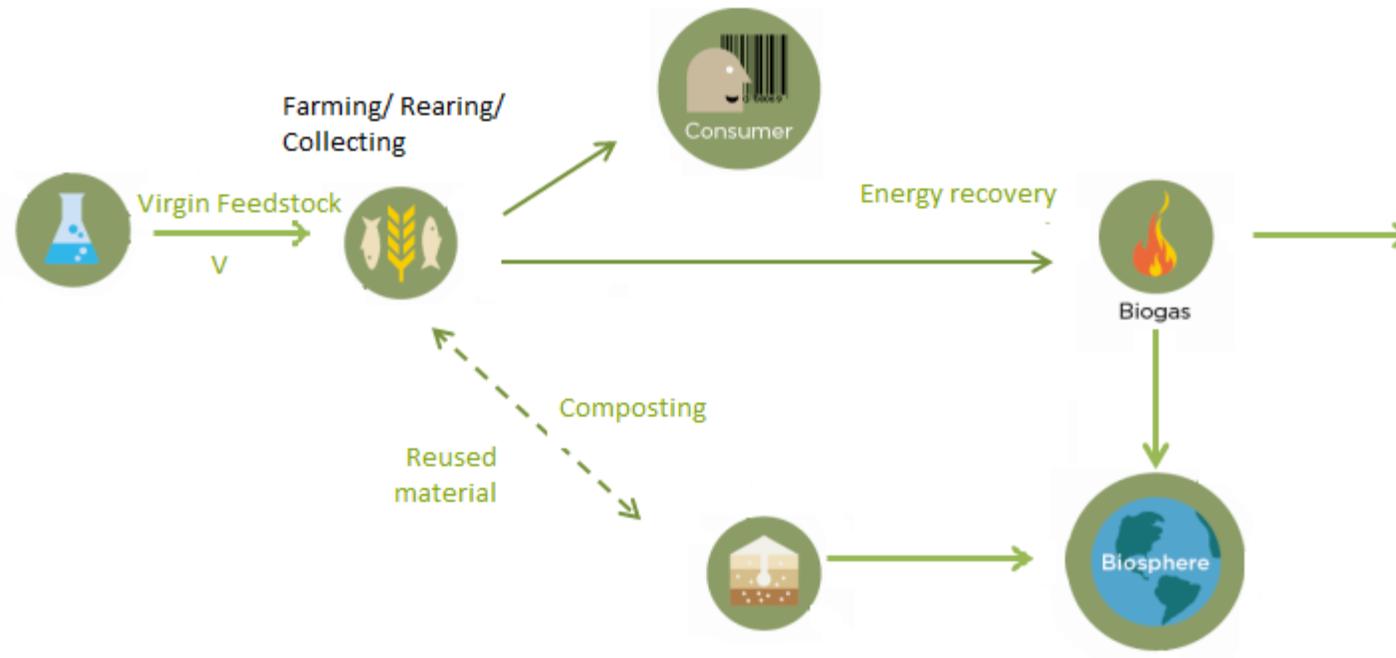
L. Rocchi* , L. Paolotti, C. Cortina, F. F. Fagioli and A. Boggia

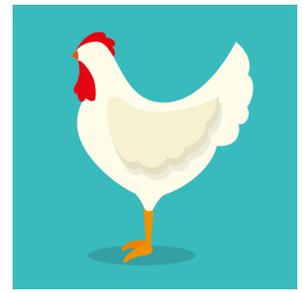


Modified MCI

- Alcune produzioni agricole possono avere un forte impatto sull'ambiente (Notarnicola et al., 2017),
- La produzione zootecnica, in particolare i processi di produzione intensiva di carne (ad esempio, suini e pollame), hanno una struttura prevalentemente lineare.
- L'economia circolare in agricoltura significa recuperare la produzione di beni utilizzando la minima quantità di input esterni, chiudendo i cicli di nutrienti e riducendo gli output negativi (cioè riducendo i rifiuti e le emissioni).
- Lo sviluppo di un nuovo indice è necessario per i cicli biologici → Non è possibile applicare direttamente l'MCI al ciclo biologico.
- La modifica dell'MCI può essere considerata un primo tentativo per la creazione di un indice dedicato ai cicli biologici.

Modified MCI: uno schema

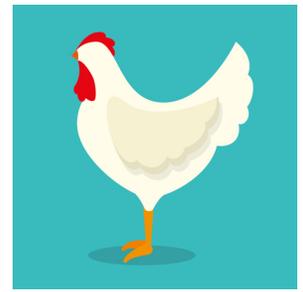




Modified MCI: il caso studio dei broilers

- Sistema avicolo intensivo: allevamento tradizionale di polli da carne, con l'utilizzo di volatili da carne, mangimi concentrati e stabulazione controllata (luce artificiale e controllo del clima, fornitura automatica di acqua e mangime).
- Caso studio: basato su Castellini et al. (2012) per un'integrazione con una valutazione del ciclo di vita (LCA); allevamento intensivo standard del centro Italia.
 - La massa V è riferita solo ai pulcini e al loro mangime a mangime di conversione per ottenere la massa totale.
 - La massa W è calcolata considerando la differenza con le frazioni utilizzate per il compostaggio dei rifiuti (materiali riutilizzati) o per il recupero tramite biogas (es.: letame).
- Problema del letame
 - Il fattore di conversione dell'utilità (X) è stato calcolato utilizzando il complemento del tasso di mortalità. Il complementare del tasso di mortalità rappresenta la percentuale di prodotto (polli) che rimane per l'intero ciclo, ovvero il tempo più lungo prima della fase di consumo.

.



Results- I

Input	Material	Mass (t)
Input 1	chicks	0.27
Input 2	feed	31.62

$V=M$ (not recycled neither reused fractions).

$V=M/1.9= 16.64$ t.

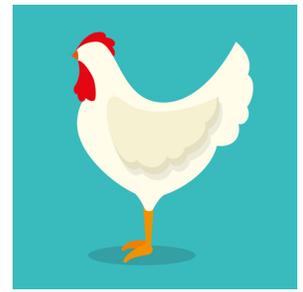
W_0 (unrecoverable waste)

C_R (recycling fraction): biogas (McArthur Foundation (2012))

C_R is equal to 0.25 for discards (equal to the 7% of the mass M) and 0.5 for the manure

C_U (reusing fraction): manure for composting

$$W_0 = 16.6 * ((1 * 0.07) - 0.25) = 15.8 \text{ t}$$



Results- II

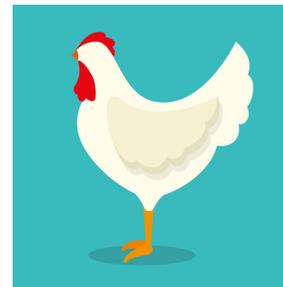
LINEAR FLOW INDEX

$$\text{LFI} = \frac{V+W}{2M} = \frac{16.64+0.78}{2*16.64} = 0.52$$

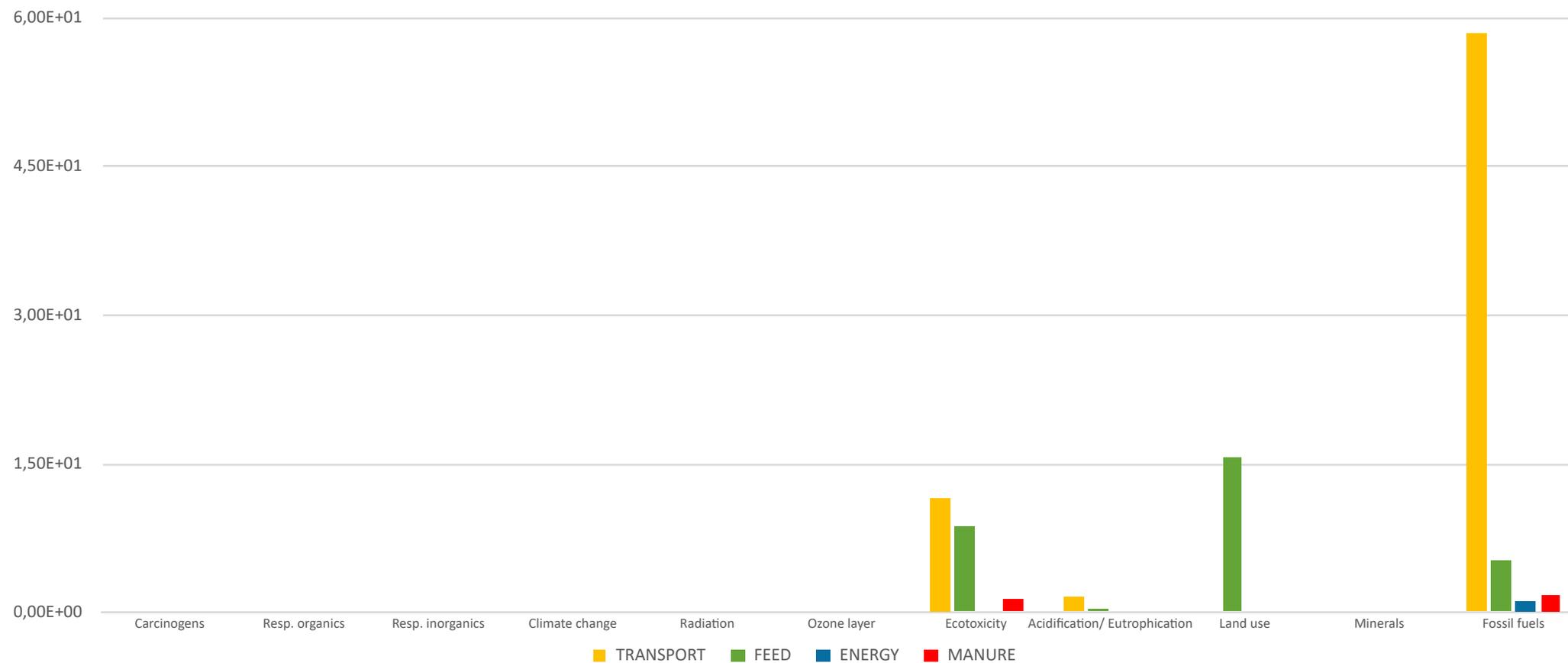
UTILITY CONVERSION FACTOR

$$F(X) = (1-0.04)=0.96.$$

$$\text{MCI} = 1-\text{LFI}*F(X)=0.5008$$



LCA



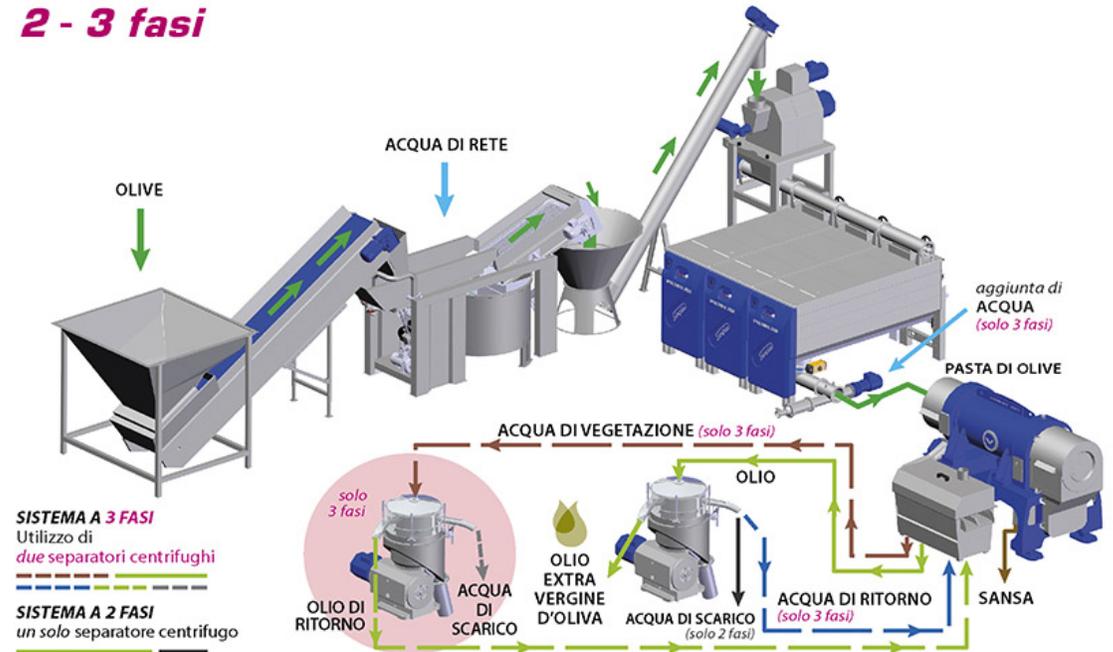
Modified MCI 2.0

GRUPPO DI LAVORO: ROCCHI L., MENEGALDO G., PAOLOTTI L.,
BOGGIA A.

Ulteriori miglioramenti

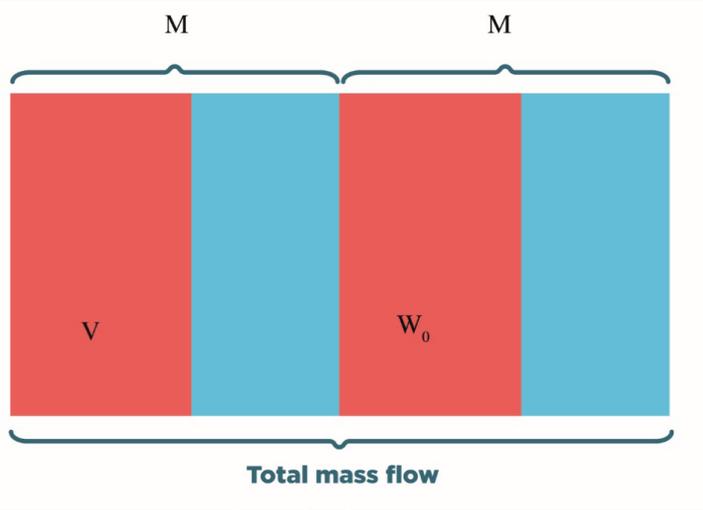
- La MAF ha apportato delle modifiche al MCI per migliorare l'adattabilità del metodo ai cicli biologici → introdotto il compostaggio e il prelievo da fonti sostenibili naturali (anche se la parte definitoria è un po' ampia/vaga)
- Rimangono delle discrepanze dovute ad alcuni aspetti intrinseci dei processi biologici (es. resa dei prodotti vs assemblaggio; cicli a cascata; come calcolare l'utilità).
- Proposta di modifica sul nuovo MCI usando come caso studio la filiera olivicola questa volta → solo fase trasformazione

2 - 3 fasi



Rapporto M&V

- Su MCI produzione= Assemblaggio



- Waste is feed $\rightarrow M_1, M_2, M_3 \dots$

- $V = \sum_1^n M_n$

- $LFI = \frac{V+W}{2V}$ (permette di mantenere $V=W \rightarrow LFI=1$ perfettamente lineare)

Come calcolare l'utilità (X) \rightarrow due componenti:

- La durata della fase di utilizzo (L/L_{AV});
- L'intensità d'uso (U/U_{AV})

$$X = \left(\frac{L}{L_{av}}\right) \cdot \left(\frac{U}{U_{av}}\right)$$

Come si traduce per un prodotto alimentare il concetto di utilità?

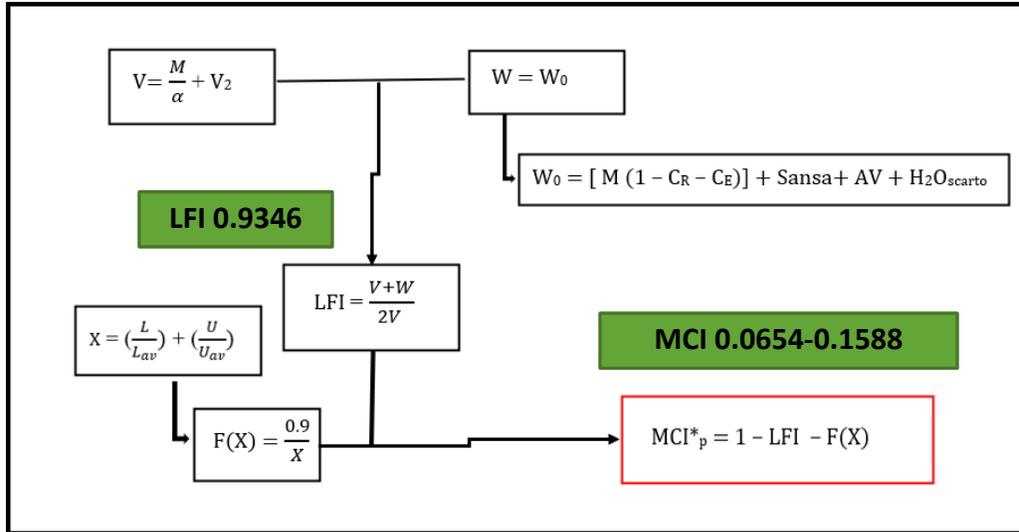
- Spreco alimentare
- Shelf life
- Sensitivity analysis

Includere l'acqua

Che processo è l'alimentazione?

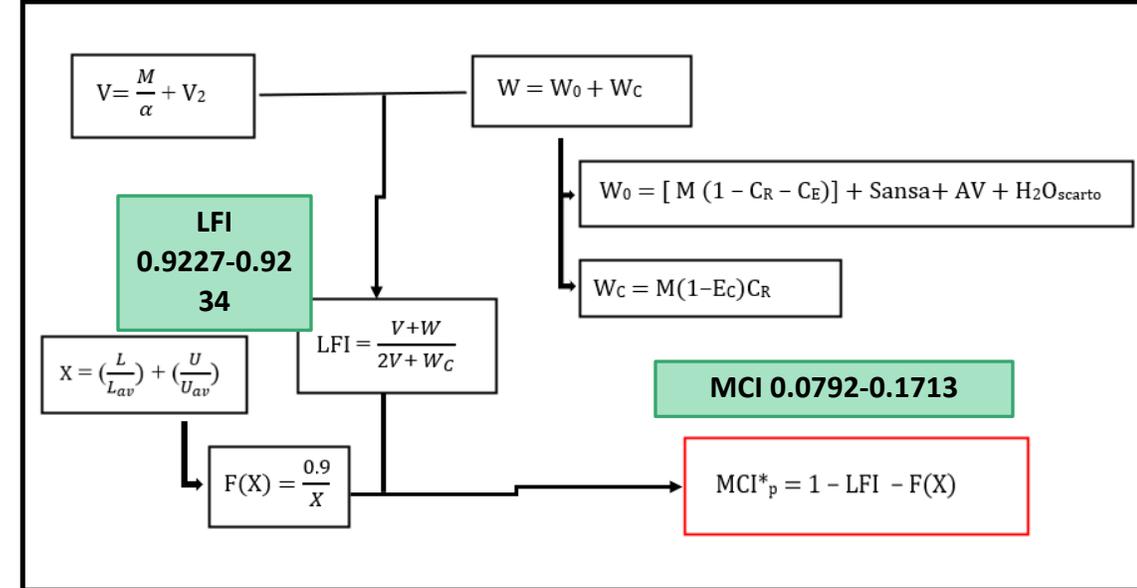
- Interpretato come un mix di **RICICLO** (C_R) e di **VALORIZZAZIONE ENERGETICA** (C_E) \rightarrow permette anche di considerare lo scarto

Tre scenari identificati

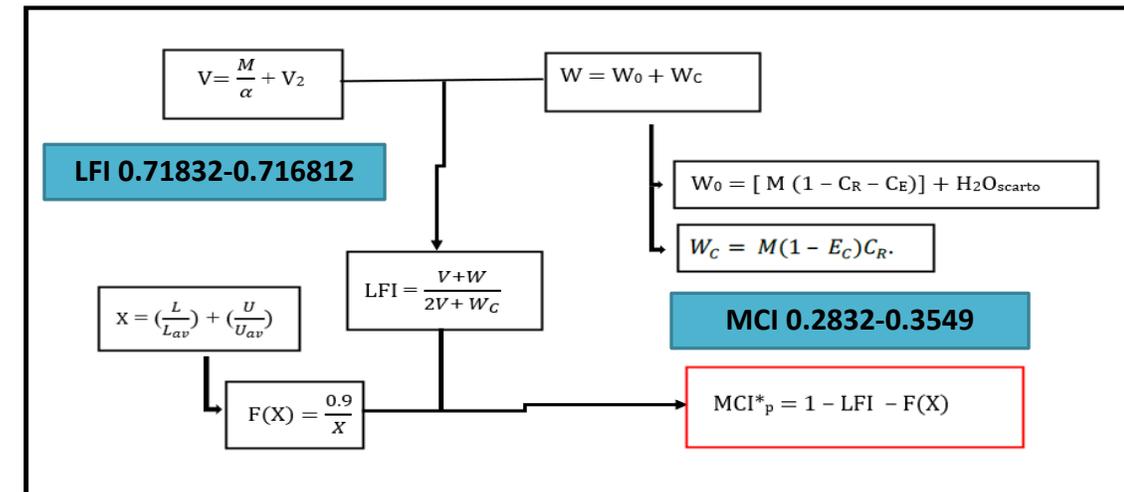


1. Scenario base: solo produzione olio (nulla viene riciclato ne recuperato, né in fase produttiva né in fase di consumo)

2. Scenario biodiesel: produzione olio + recupero dell'olio post consumo per la produzione di biodiesel



3. Scenario sansa: produzione olio + recupero per biodiesel + uso di sansa come ammendante



Concludendo

- l'indicatore MCI è utile per misurare il livello di circolarità delle produzioni agroalimentari, in particolare per
 - (i) effettuare comparazioni;
 - (ii) dare una prima valutazione 'grezza' della circolarità (molti meno dati che LCA);
 - (iii) valutare alternative produzione.
- come già indicato nella prima modifica, MCI da solo non si adatta perfettamente e altre modifiche/correzioni/integrazioni vanno apportate considerando le peculiarità della produzione agroalimentare
 - differenze cicli tecnici/ differenze tra cicli biologici

Thank you for attention

lucia.rocchi@unipg.it