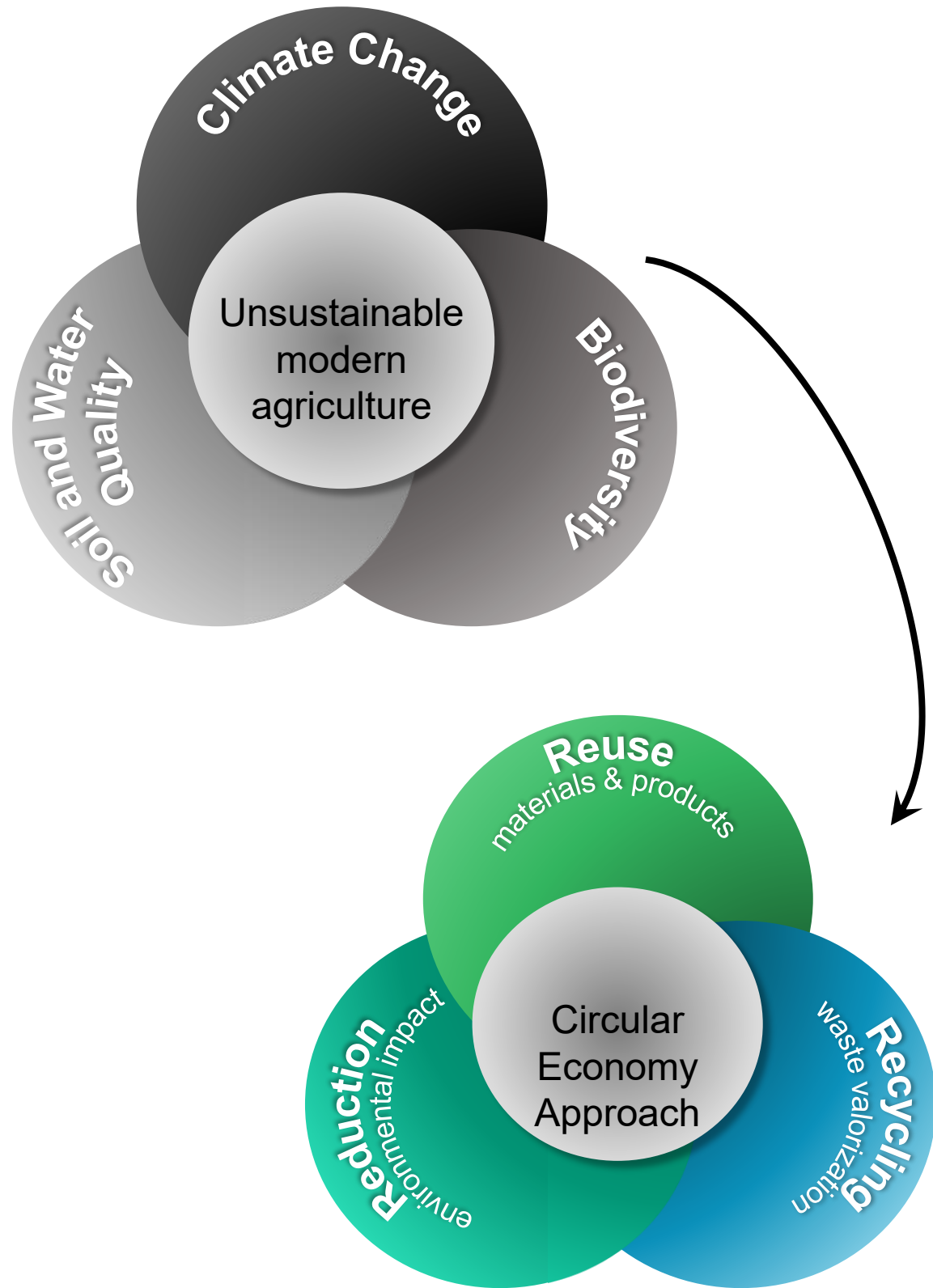


# Migliorare le tecnologie per la gestione dei biorifiuti e il recupero dei nutrienti

Luisella Celi — Alice Boarino, Martina Friuli, Elio Padoan, Daniel Said-Pullicino, Maria Martin, Elio Dinuccio

Università di Torino · Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari





## Verso un'agricoltura sostenibile

L'agricoltura moderna affronta sfide critiche: cambiamento climatico, degrado del suolo e perdita di biodiversità. L'approccio dell'economia circolare — basato su riutilizzo, riciclo e riduzione dell'impatto ambientale — è la risposta necessaria.

### Clima

Ridurre le emissioni di gas serra

### Suolo e Acqua

Preservare la qualità delle risorse

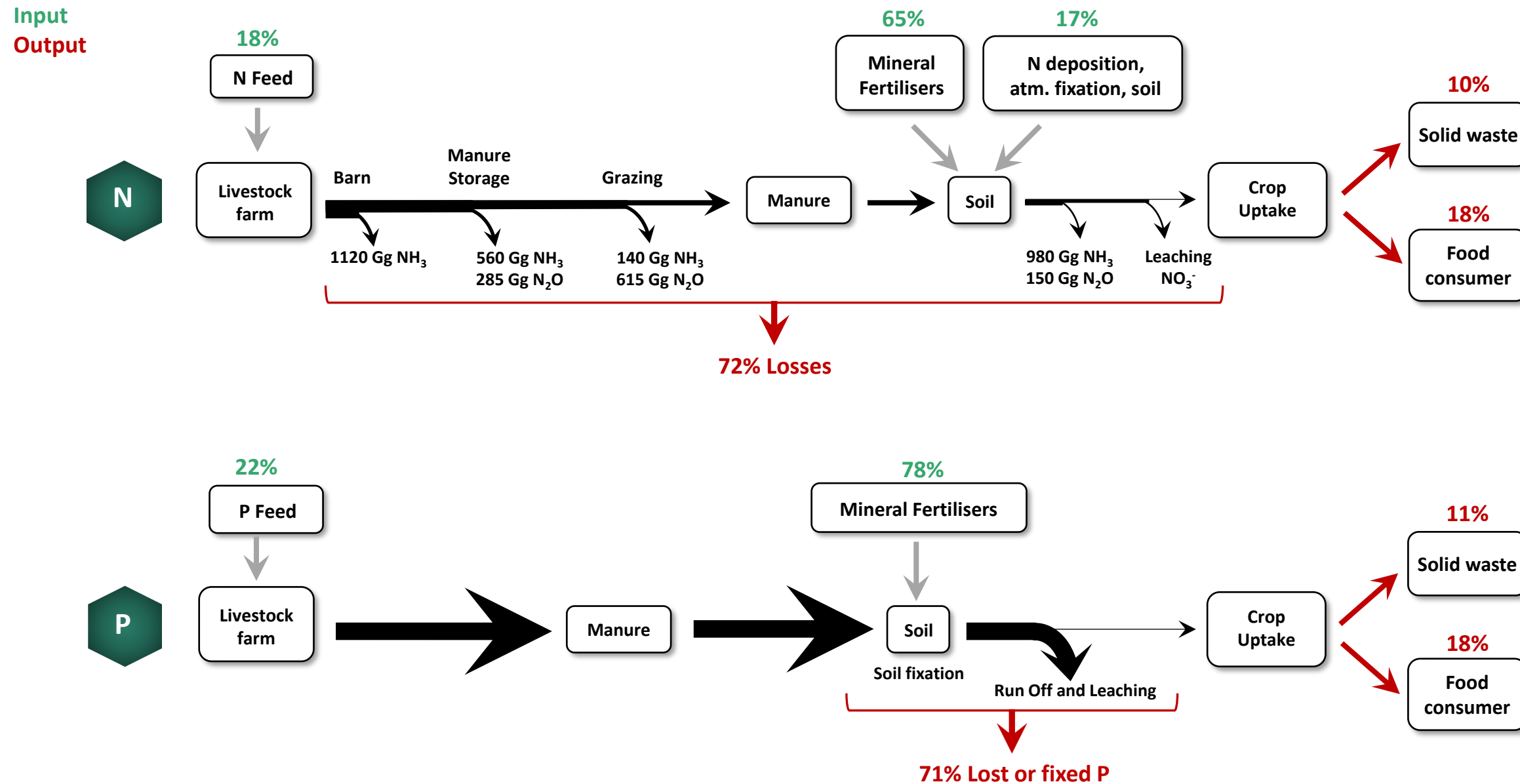
### Biodiversità

Proteggere gli ecosistemi naturali

### Economia Circolare

Valorizzare i rifiuti organici

# Trasferimento Lineare e Inefficiente dei Nutrienti



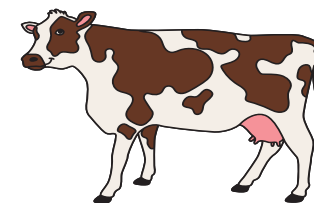
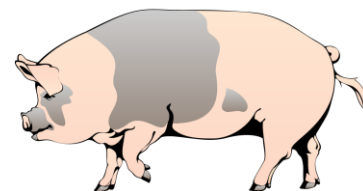
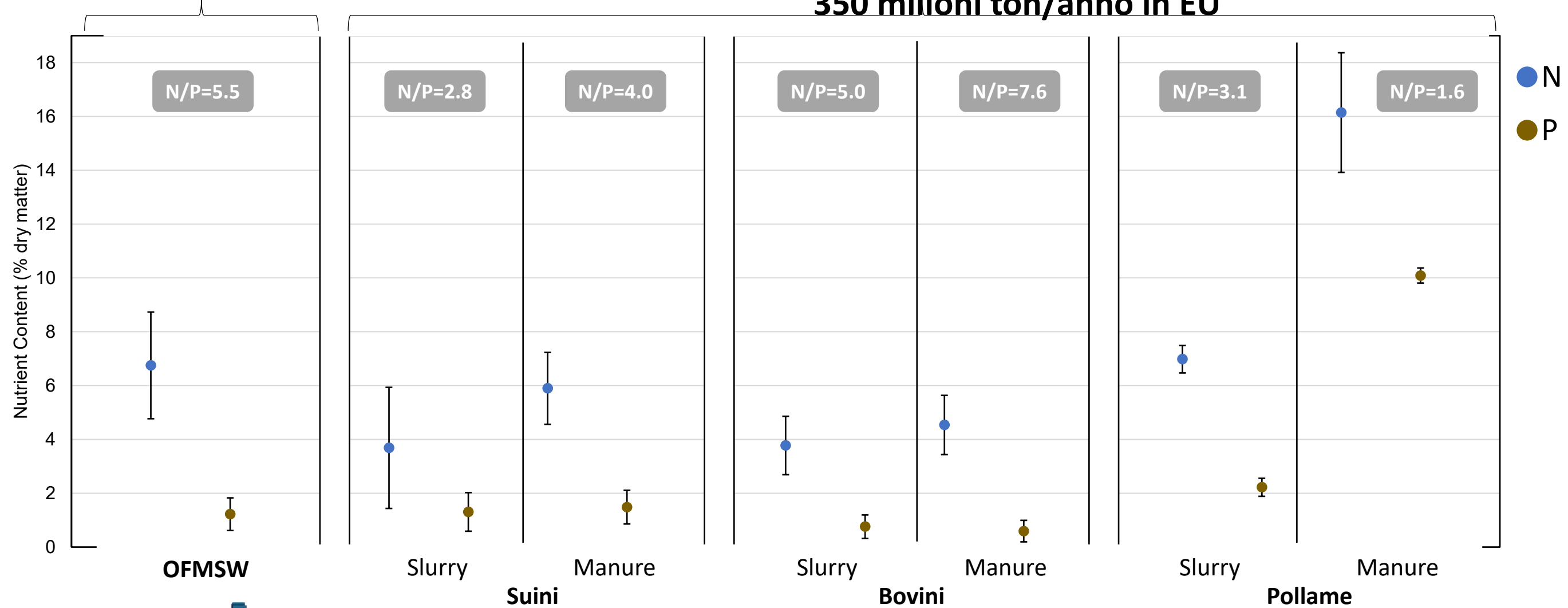
# Biomasse di scarto in Europa

Frazione organica dei rifiuti solidi urbani (OFMSW):

**58 milioni ton/anno in EU**

Reflui zootecnici:

**350 milioni ton/anno in EU**



# Biomasse di scarto in ITALIA



Reflui zootecnici: **140 milioni ton/anno in ITALIA**

Valore fertilizzante (emissioni evitate):

**N**  $\approx 420 \times 10^3 \text{ t}$  ( $\approx 1900 \times 10^3 \text{ tCO}_{2\text{eq.}}$ )

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>**  $\approx 225 \times 10^3 \text{ t}$  ( $\approx 182 \times 10^3 \text{ tCO}_{2\text{eq.}}$ )

**K<sub>2</sub>O**  $\approx 364 \times 10^3$  ( $\approx 180 \times 10^3 \text{ tCO}_{2\text{eq.}}$ )

# Biomasse agroalimentari di scarto in Italia

## Scarti Vegetali (~8,5 Mt/anno)

Residui della filiera ortofrutticola  
(Bucce, semi, foglie e parti non commestibili)

## Scarti di Macellazione (~1,0 Mt/anno)

Residui dalla lavorazione della carne  
(Sangue, piume, unghie, ossa, parti di stomaci,..)

## Residui Enologici (~1,0 Mt/anno)

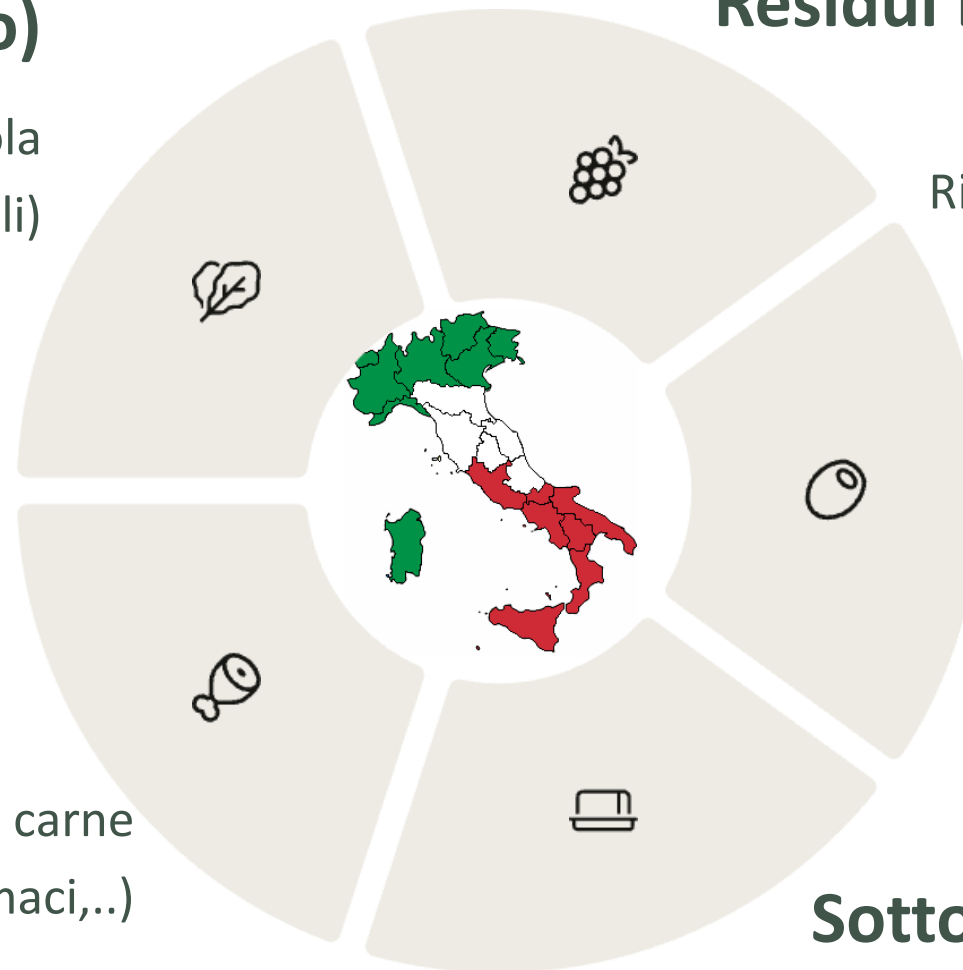
Vinacce, raspi e fecce  
Ricchi di polifenoli e composti antiossidanti

## Residui Oleari (~2,2 Mt/anno)

Acque di vegetazione, sansa, nocciolino  
Ricchi di polifenoli e composti antiossidanti

## Sottoprodotti Caseari (~8,0 Mt/anno)

Siero, latticello e residui di lavorazione  
Ricchi di proteine e nutrienti



# Obiettivo Chiave di ECONUTRI

Ottimizzare, validare e dimostrare tecnologie innovative per ridurre l'inquinamento da nutrienti rilasciato da biomasse di scarto, valutandone l'impatto ambientale

## Strategia di Recupero: Chiudere il Ciclo

La transizione da un sistema lineare a uno circolare richiede l'intercettazione dei nutrienti nei punti critici della catena. Le tecnologie di recupero devono essere ottimizzate per massimizzare la disponibilità agronomica di N e P, riducendo al contempo le emissioni gassose e il dilavamento.



### Intercettazione

Cattura dei nutrienti alla fonte  
(allevamenti, impianti di



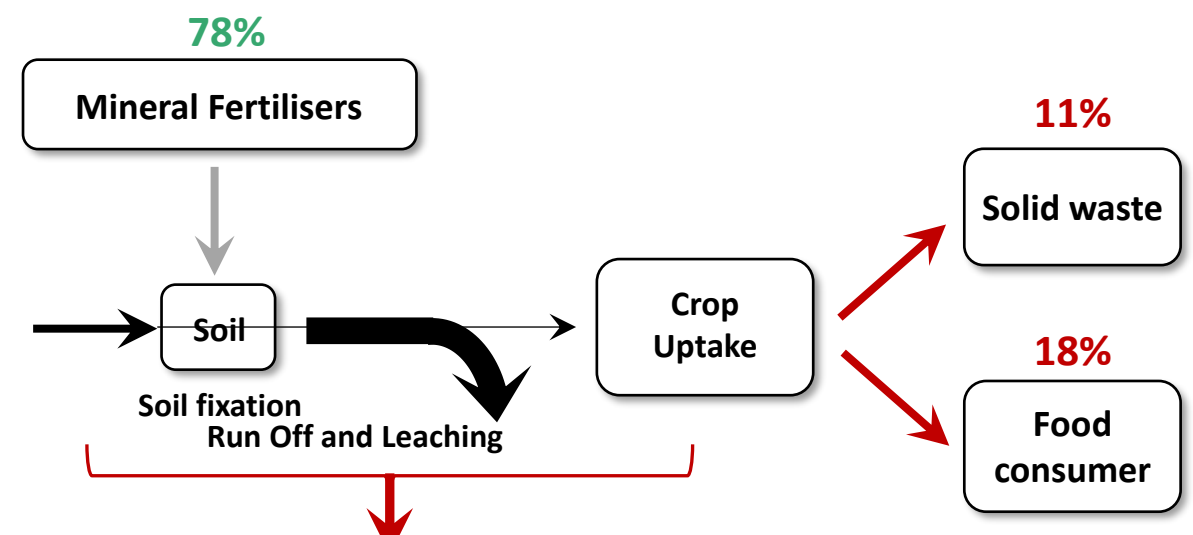
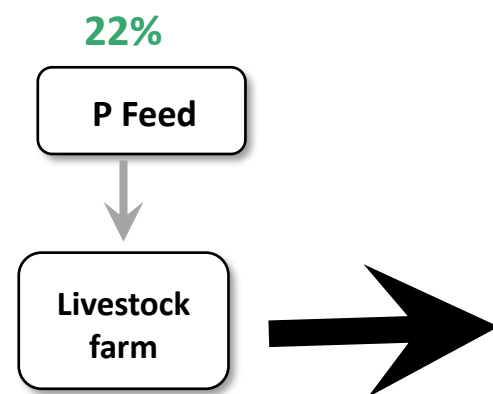
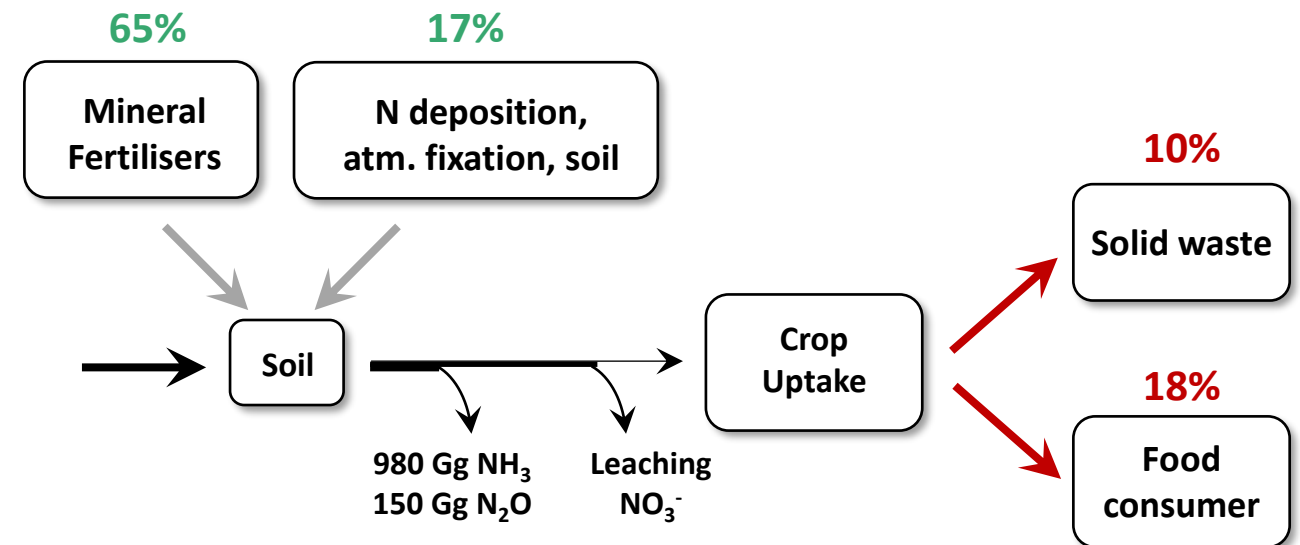
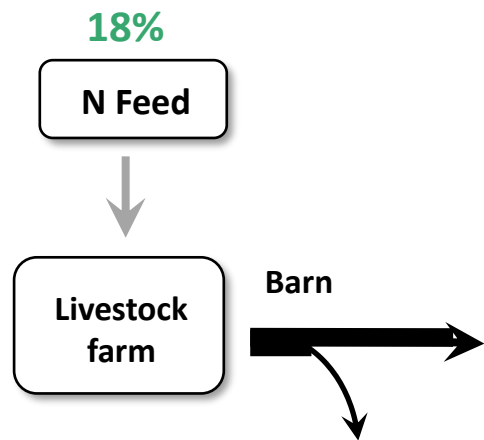
### Trattamento

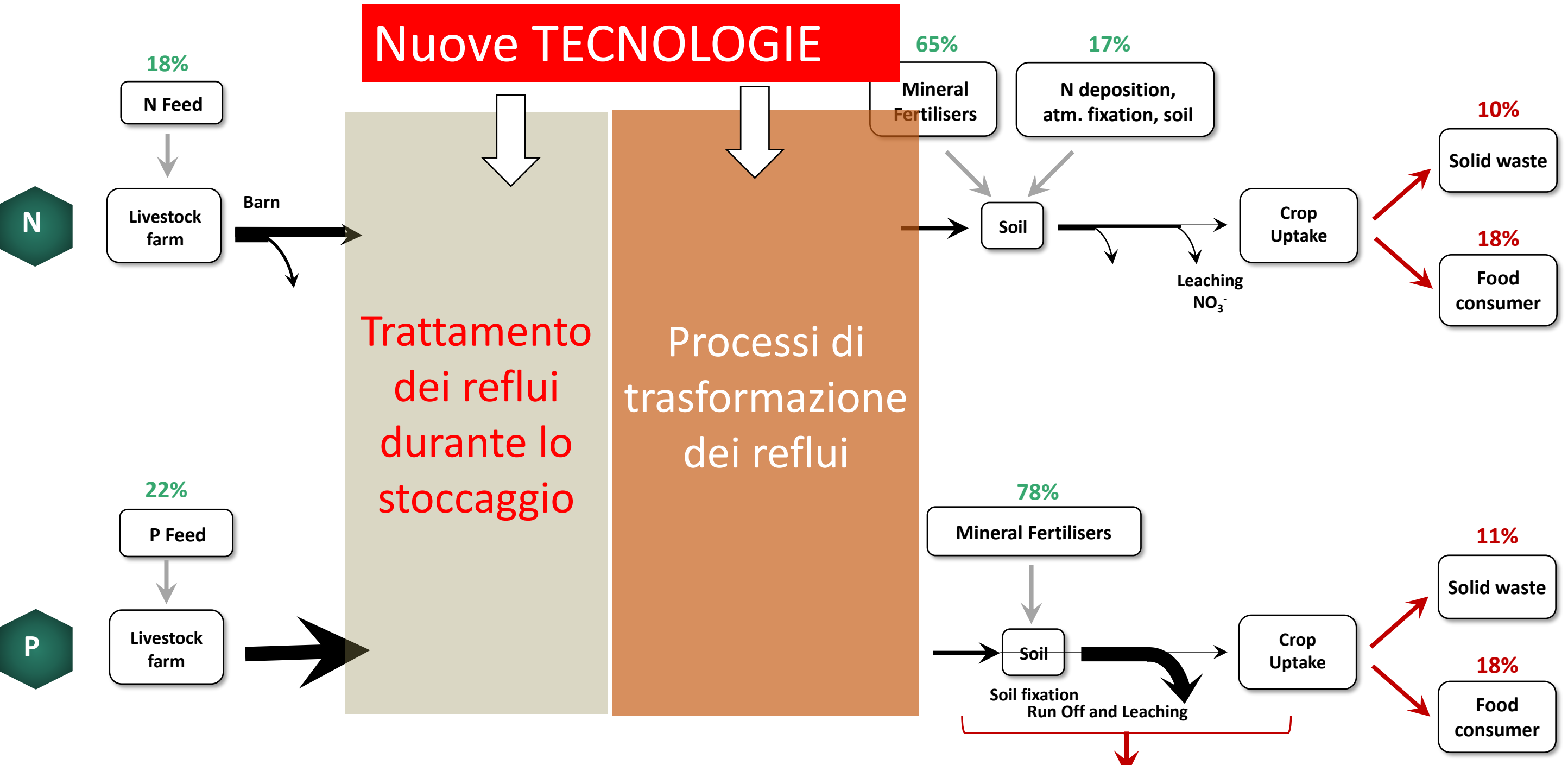
Tecnologie innovative per  
stabilizzare e concentrare N e P



### Valorizzazione

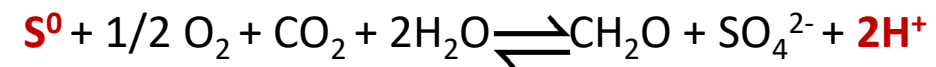
Reimpiego agronomico come  
fertilizzanti recuperati





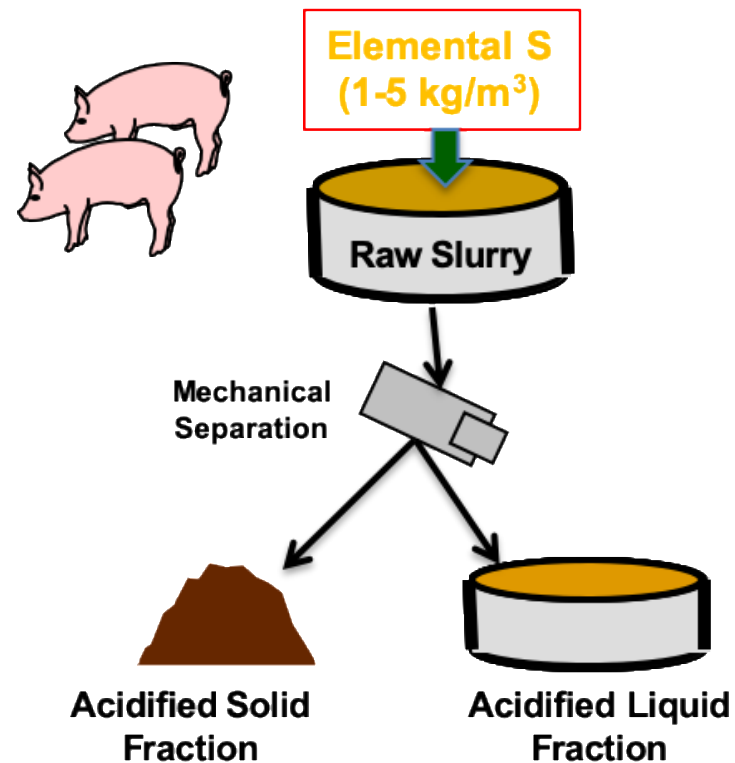
# ACIDIFICAZIONE DEL LIQUAME

## Addizione di S elementare



→ Stoccaggio del liquame:  
**riduzione del 35% di emissioni di NH<sub>3</sub>**

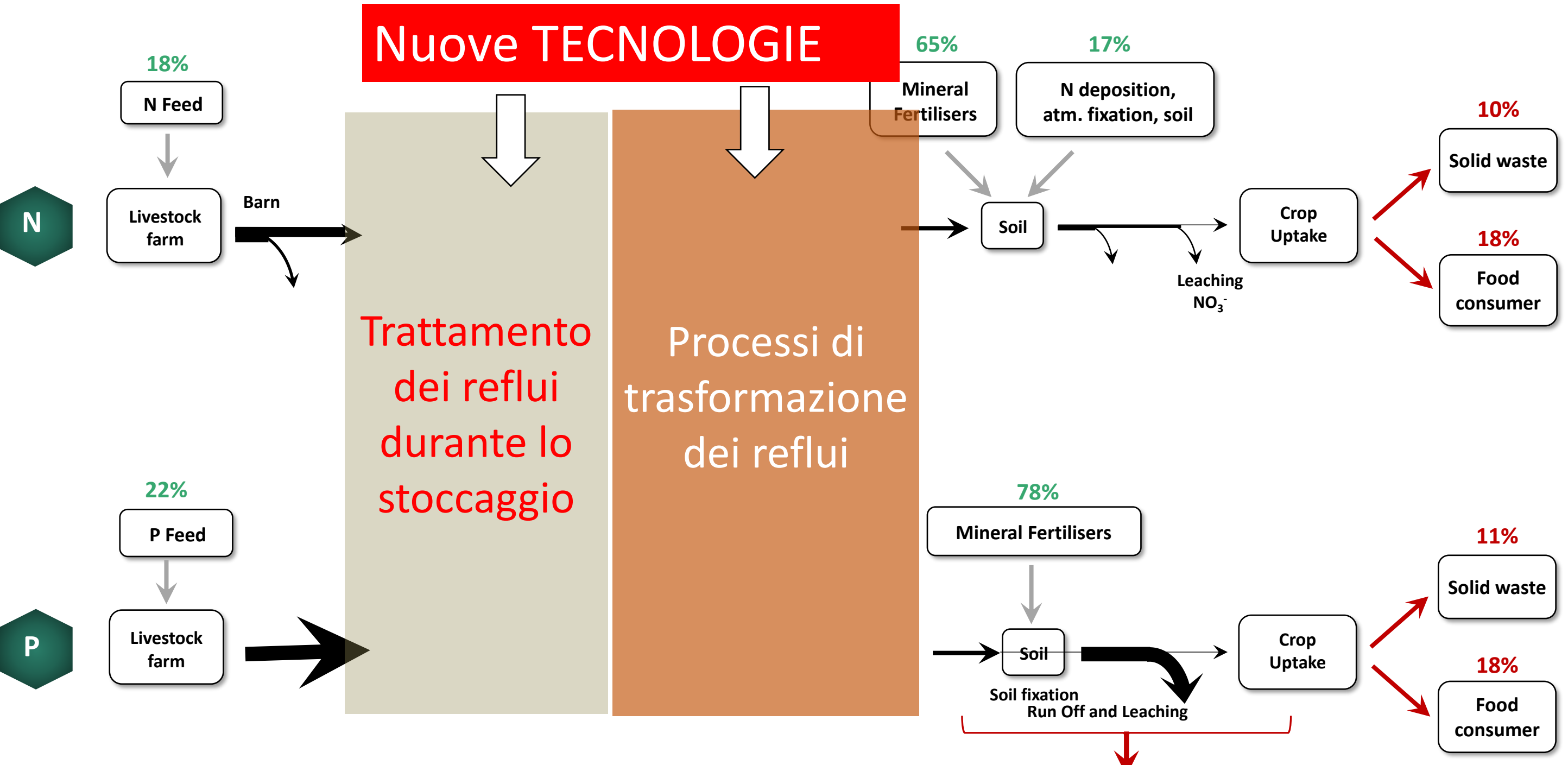
→ Stoccaggio delle frazioni liquida + solida:  
**riduzione del 60% di emissioni di NH<sub>3</sub>**



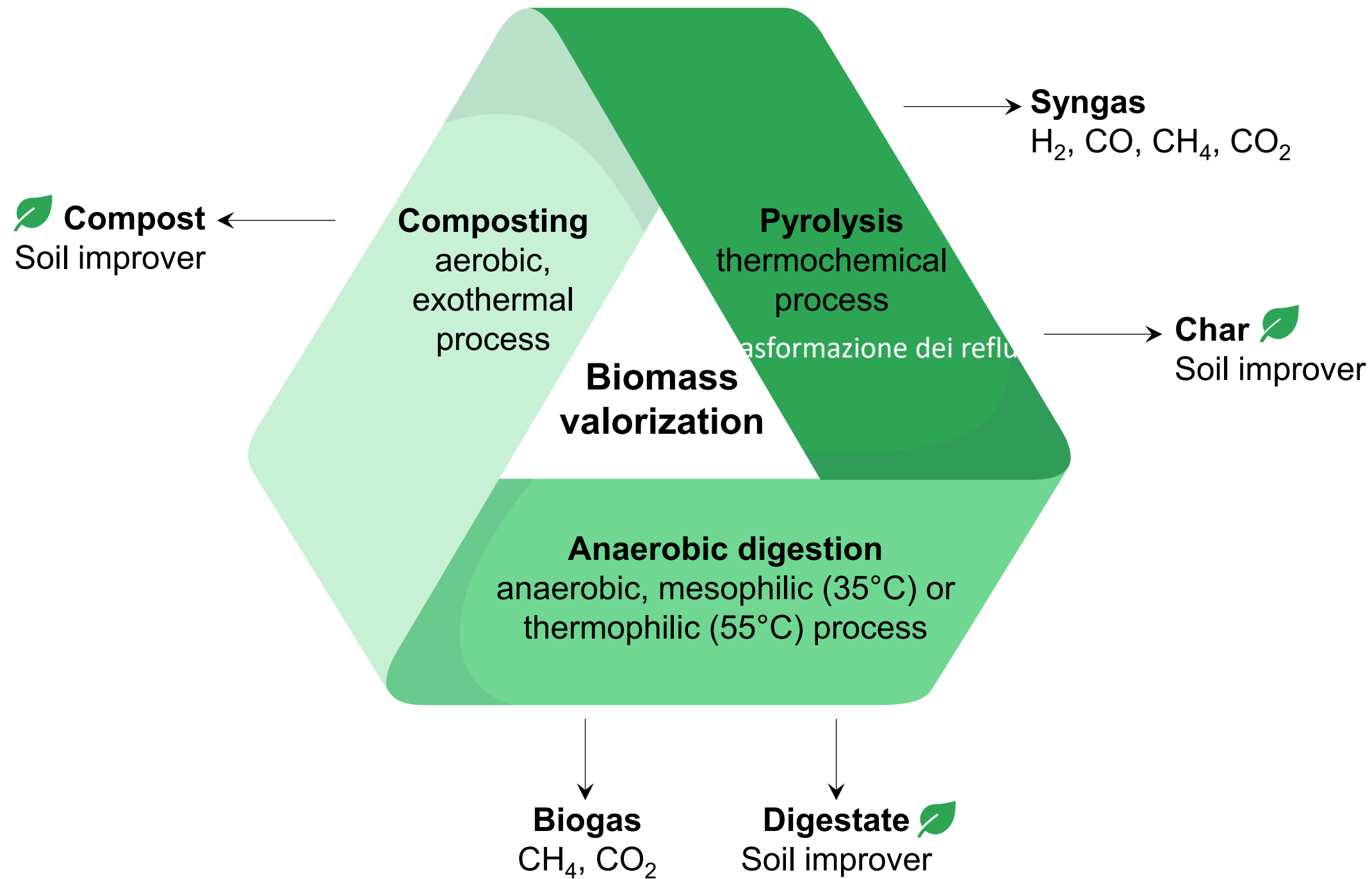
In campo



- Maggiore disponibilità di ammonio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)
- Riduzione delle emissioni di GHG
- Maggior bilanciamento di N e P per le colture



# Trattamenti di trasformazione delle biomasse



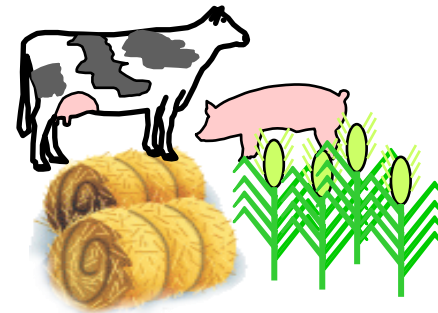
# BIODIGESTIONE ANAEROBICA



La filiera di produzione del biogas/biometano

> 1700 impianti di digestione anaerobica

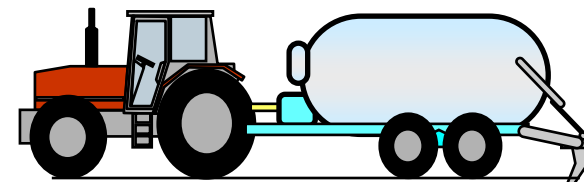
Alimentati con effluenti di allevamento,  
colture energetiche e sottoprodotti



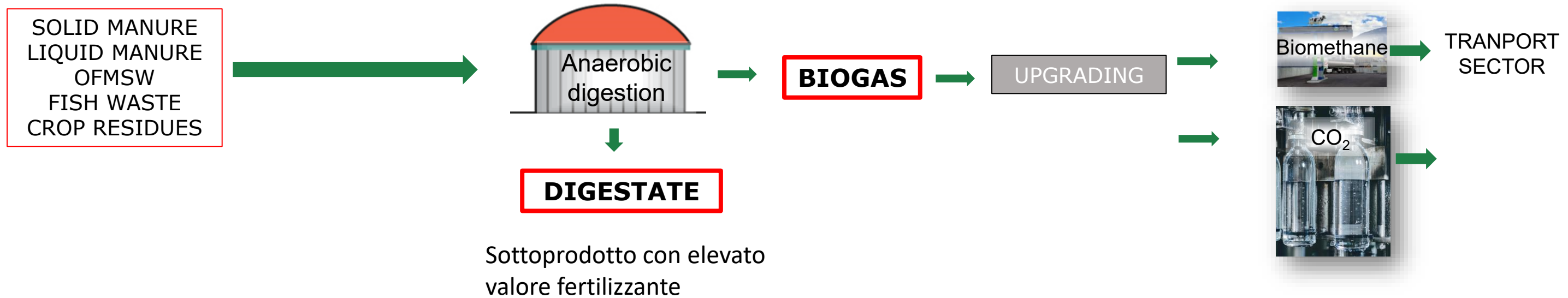
1000 MWeI ( $\approx$  4,5 miliardi m<sup>3</sup> biogas)

Crescente interesse per il biometano  
( $\approx$  8.5 miliardi m<sup>3</sup> potenziali al 2030)

30 Mton/anno di liquame digerito

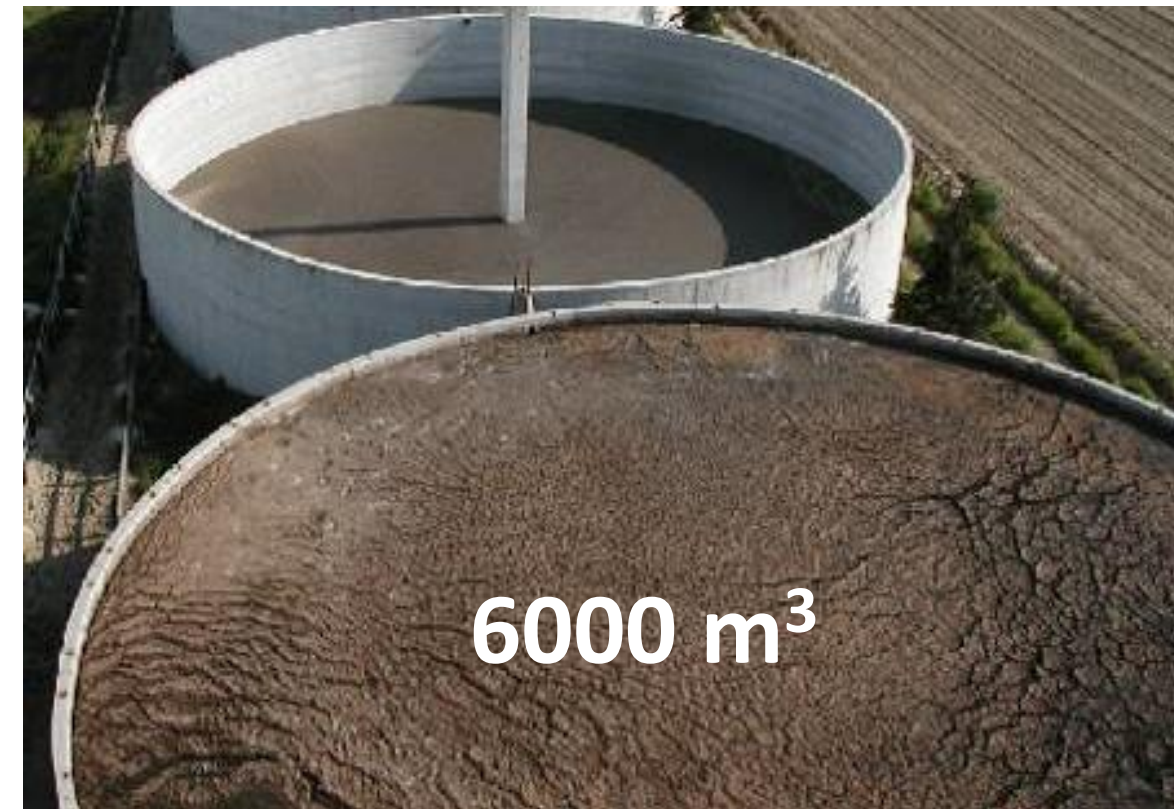


# Biodigestione anaerobica



# Biodigestato prodotto negli impianti di digestione anaerobica in Piemonte

	n	ST	N tot	N-NH <sub>3</sub>	N-NH <sub>3</sub> /Ntot	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	C
		%						
Refluo zootecnico (RZ) > 50%	44	7.3	4.8	2.5	0.52	1.8	4.7	27.4
RZ + colture energetiche (EC)	37	7.3	5.1	2.5	0.49	1.7	4.9	29.8
RZ +EC + sottoprodotti ind. Agroalimentare	15	7.0	4.5	2.5	0.56	1.7	4.9	27.5



**Valore fertilizzante (emissioni evitate)**

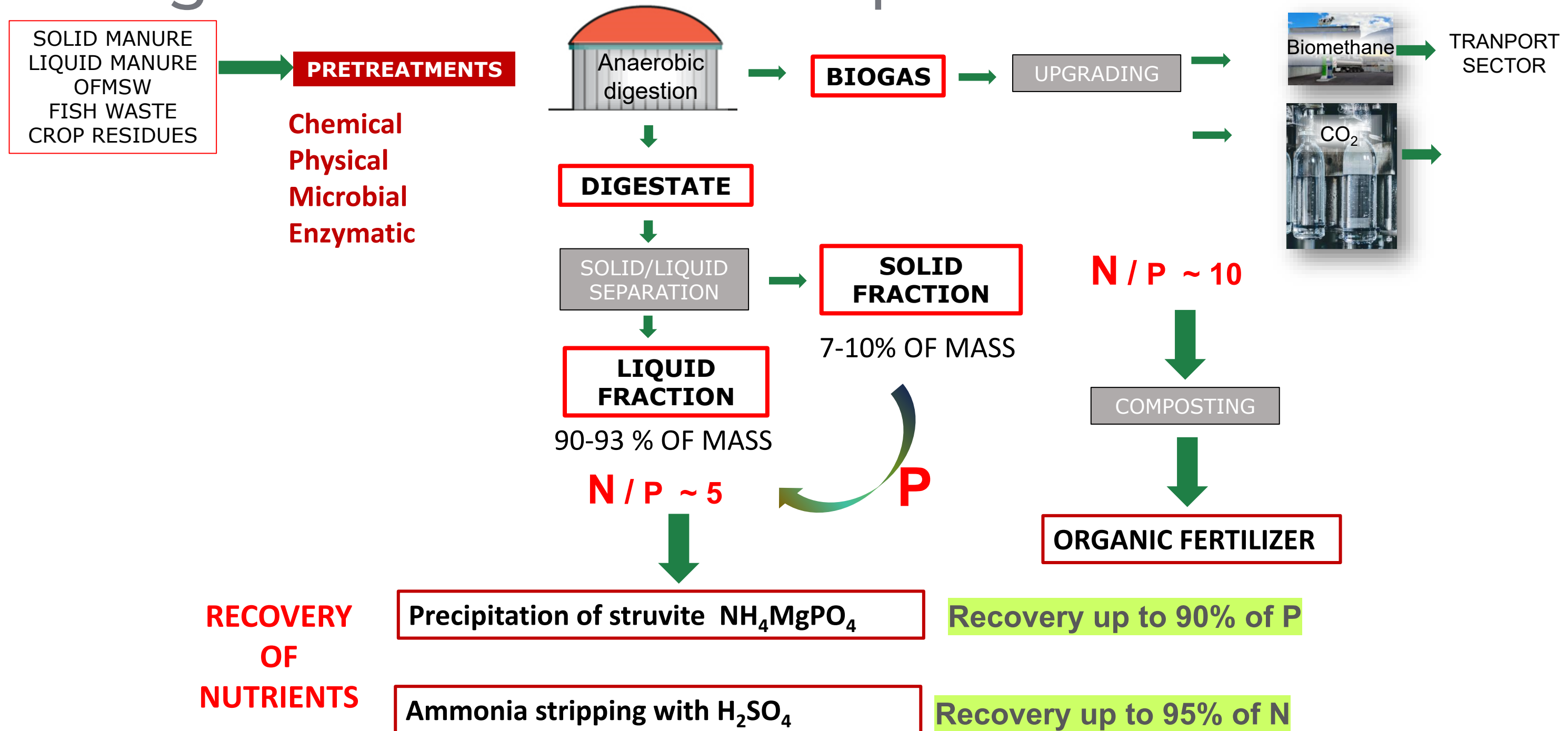
**N (Urea) = 60-80 t (180-240tCO<sub>2eq.</sub>)**

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 10-20 t (10-20tCO<sub>2eq.</sub>)**

**K<sub>2</sub>O = 10-25 t (6-15tCO<sub>2eq.</sub>)**

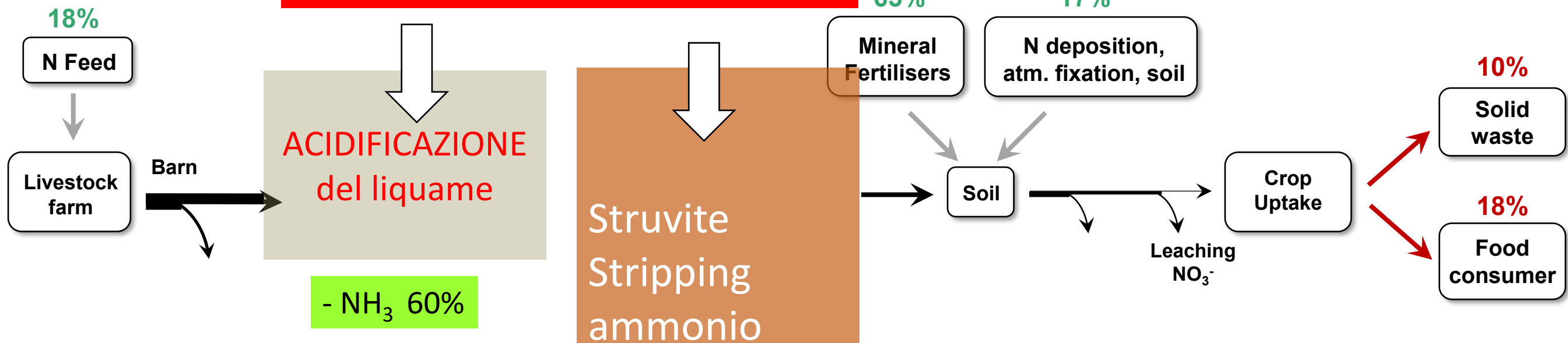


# Biodigestione anaerobica: quale valorizzazione?

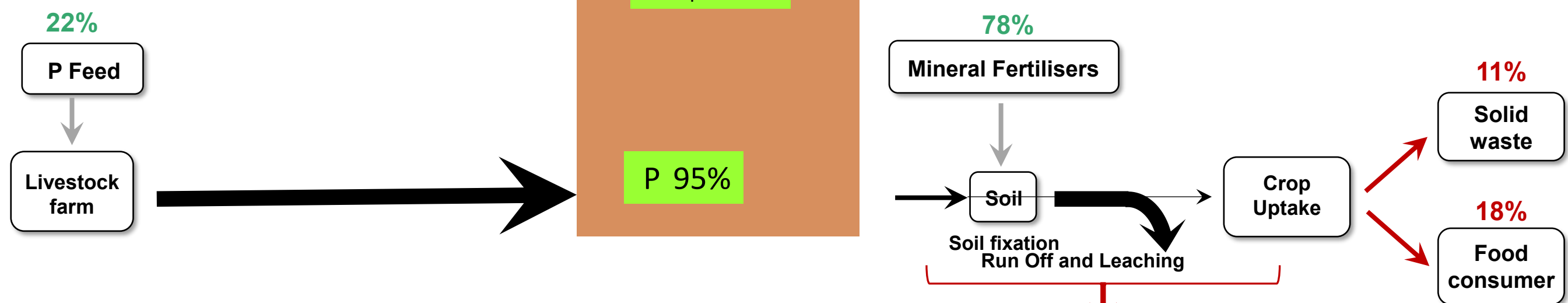


# NUOVE TECNOLOGIE

N

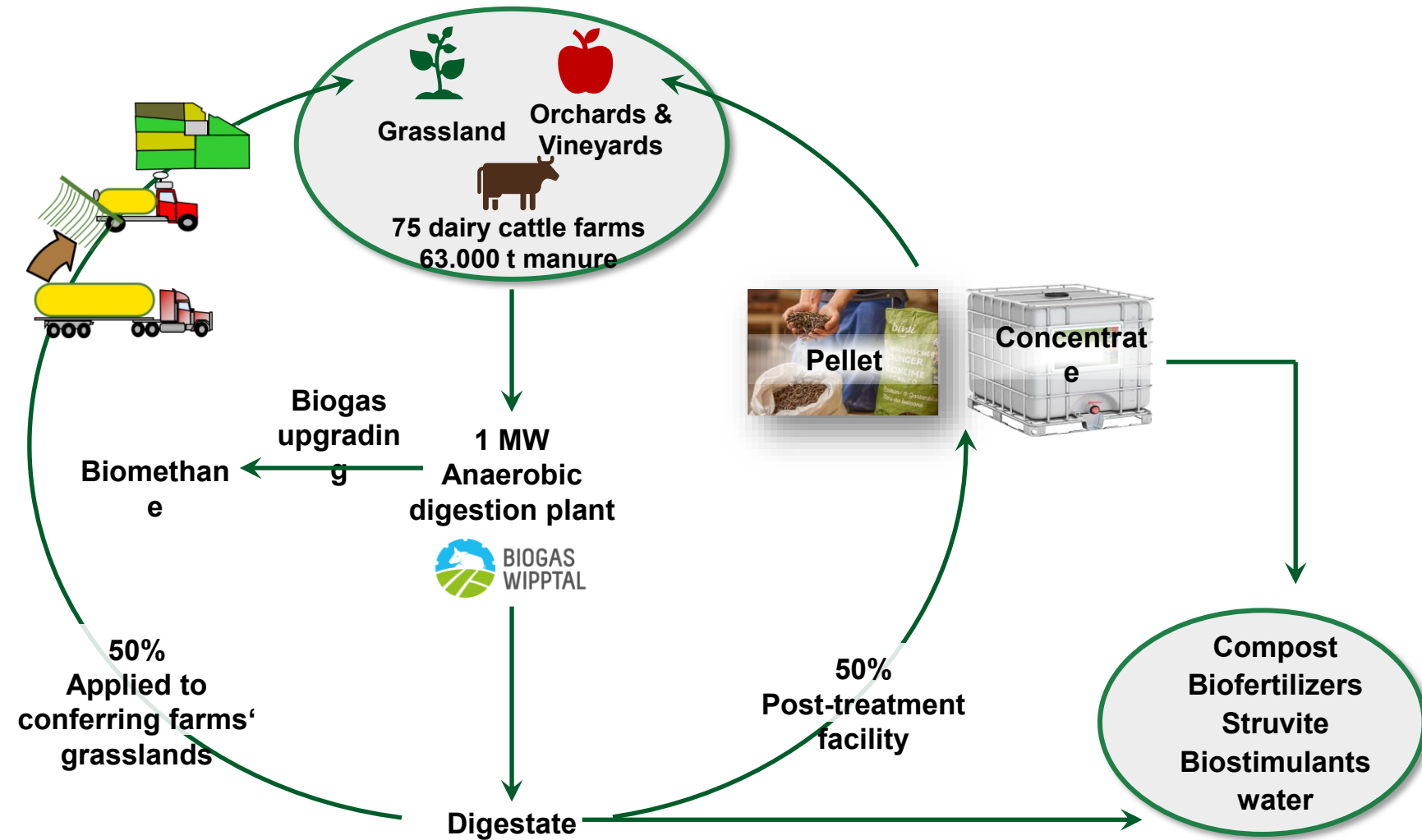


P



# MODELLO di circolarità: ERBA LATTE

# Biogas Wipptal



# DOMANDE

## Ottimizzazione

Processi migliorati per massimizzare il recupero

## Validazione

Dati sperimentali robusti e riproducibili

## Dimostrazione

Applicazione su scala pilota e reale

Dove è meglio intervenire nella catena?

Quali soluzioni possono essere facilmente applicabili?

Quali criticità evidenziamo nell'applicazione?

Come creare valore in un rifiuto?

Quali criticità a livello legislativo?

**DIVISIONE in due SALE:** A) nomi dalla A alla L modera L. Celi  
B) nomi dalla M alla Z modera A. Boarino

*Innovative concepts and technologies for ECOlogically sustainable NUTRIent management in agriculture aiming to prevent, mitigate and eliminate pollution in soils, water and air*



# Dove Interveniamo nella Catena?

