

Il progetto “Applicazione integrata di **BEST PRACTICES** nella gestione degli effluenti zootecnici”

**Bilancio aziendale degli effluenti prodotti:
metodologia e primi risultati**

Treviglio (BG)

13 maggio 2025

PARAMETRI MONITORATI

Rilevati dalla sensoristica

Dati registrati in stalla

Sensori T, UR,
illuminamento

Volume acqua di
abbeverata, lavaggio,
sprinkler

Sensori di livello delle
vasche

Velocità e direzione
aria

Concentrazione gas
(NH_3 , CO_2 , H_2S) e
rumore

Concentrazione PM
(1, 2.5, 4, 10)

Centralina meteo
esterna (con NH_3 ,
 CO_2 , H_2S , PM)

Unità centrale
(gateway)

cloud

Dati registrati per il controllo della
distribuzione in campo

Quantità di liquame
distribuito

Nutrienti contenuti nel
liquame

Derivanti da registrazioni o prelievi

Dati aziendali

Consistenza dei capi
per gruppo

Razioni alimentari dei
diversi gruppi

Produzioni di latte

Caratteristiche del latte
(contenuto in grassi e
proteine)

Campioni di liquame

Analisi di laboratorio

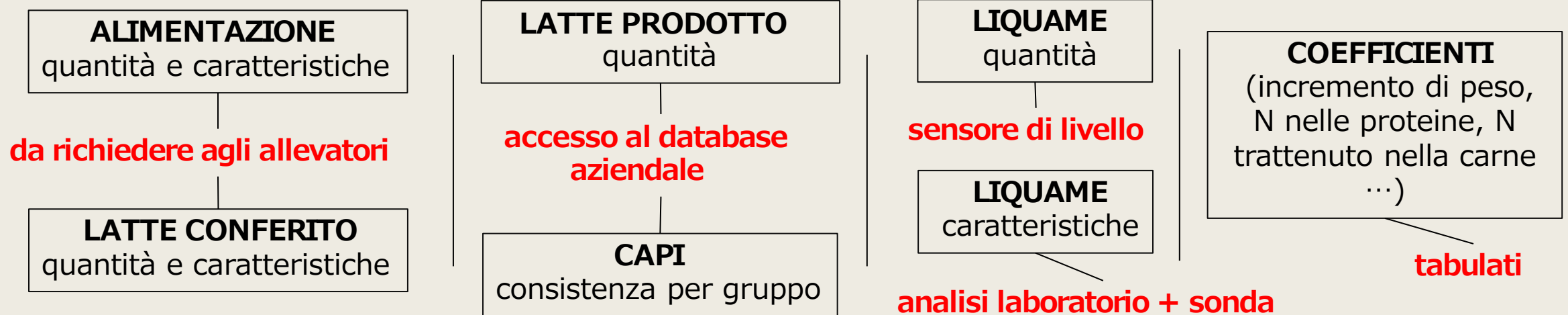
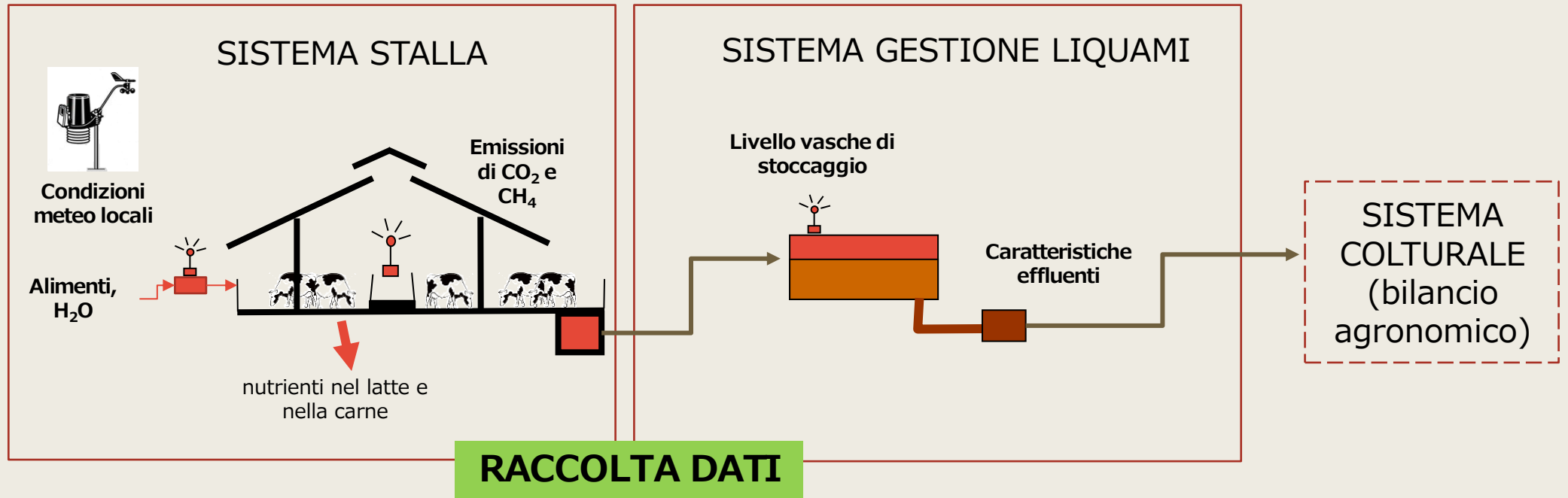
Contenuto in azoto
totale, ammoniacale del
liquame

Solidi totali, solidi
volatile, ceneri, pH e
conduttività del liquame

Contenuto di azoto nel
suolo

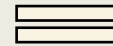
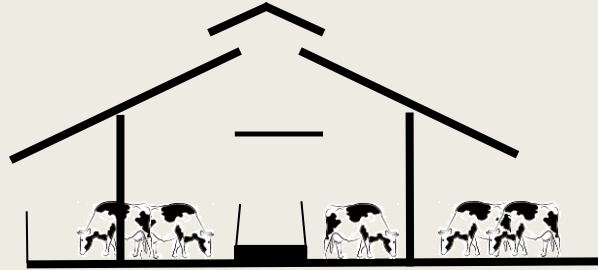
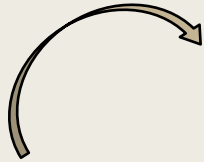
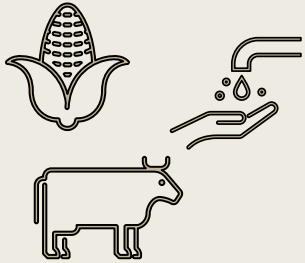
Contenuto di nutrienti
nelle colture

Bilancio dell'azoto, del fosforo e degli effluenti prodotti



BILANCIO ALIMENTARE

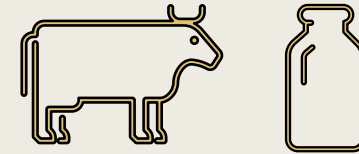
Kg, kg N/P



CH₄, NH₃, N₂O, CO₂



Kg, kg N/P



FORMULE

kg N e P escreto

= N/P razione – N/P latte – N/P ritenuto

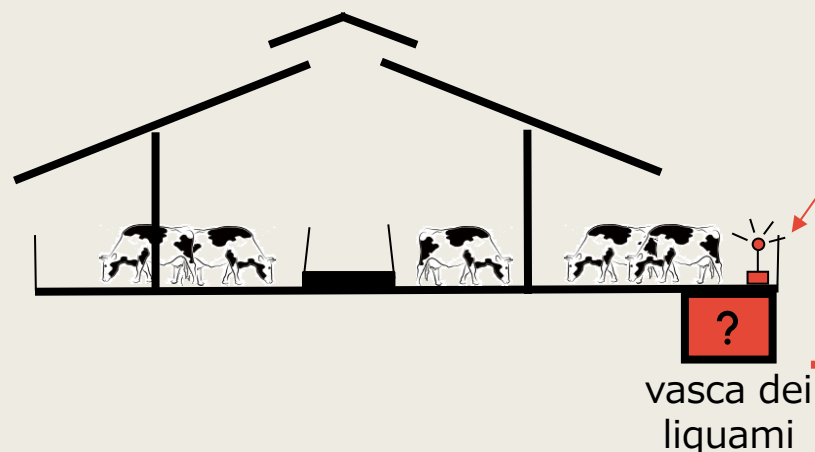
m³ liquame escreto

= m³ H₂O in + m³ escreti – H₂O latte – H₂O evaporata



- m³ liquame
- kg di N escreto
- kg di P escreto

PRODUZIONE DI LIQUAME E NUTRIENTI IN VASCA



Sensore di livello = misura della quantità prodotta giornalmente dalla mandria (m^3 di liquame).

(verifica manuale periodica del livello)

FORMULE

m^3 liquame = m^3 liquame prodotto
(sensore livello)

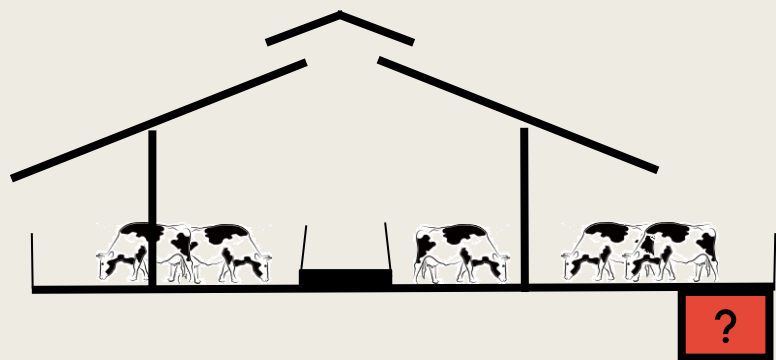
kg N = m^3 liquame prodotto * kg
N/ m^3 liquame

kg P = m^3 liquame prodotto * kg
P/ m^3 liquame



Analisi di laboratorio
= misura del contenuto in N e
P del liquame nella vasca (kg
N o P/ m^3 liquame).

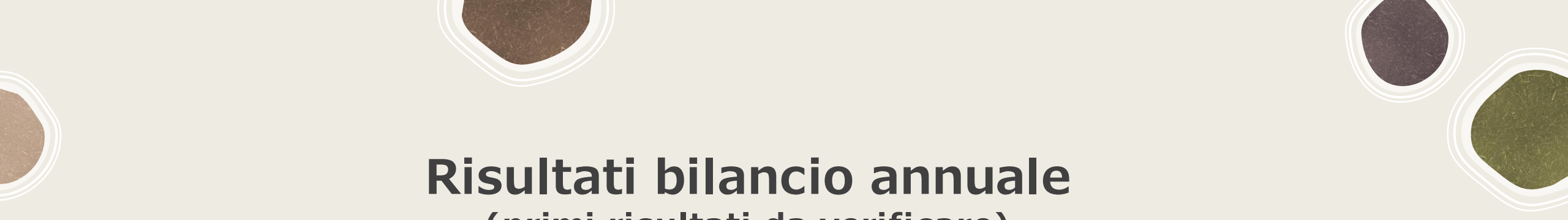
PRODUZIONE NORMATIVA DI AZOTO



“Programma d’Azione regionale per la protezione delle acque dall’inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole nelle zone vulnerabili ai sensi della Direttiva nitrati 91/676/CEE – 2024-2027”

Azoto e Fosforo prodotto da animali di interesse zootecnico: valori al campo per anno al netto delle perdite per emissioni di ammoniaca; ripartizione dell’azoto tra liquame e letame

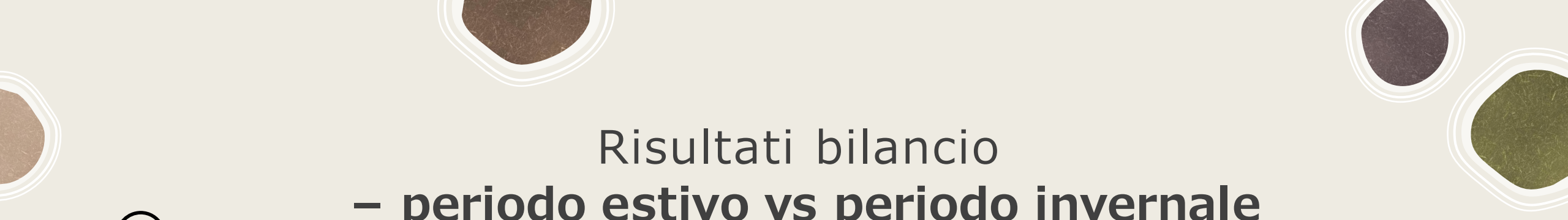
Effluenti zootecnici: quantità di effluente prodotta per peso vivo e per anno in relazione alla tipologia di stabulazione.



Risultati bilancio annuale

(primi risultati da verificare)

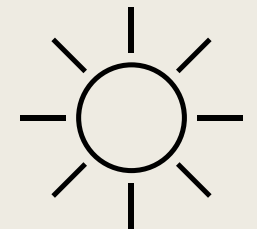
	PRODUZIONE DA BILANCIO	PRODUZIONE IN VASCA	PRODUZIONE NORMATIVA
m ³ liquame /anno	6 500	6 500	2600 (+ H ₂ O)
kg N/anno	14 600	15 300	15 600
kg P/anno	2 500	ANALISI IN CORSO	2 300



Risultati bilancio – periodo estivo vs periodo invernale



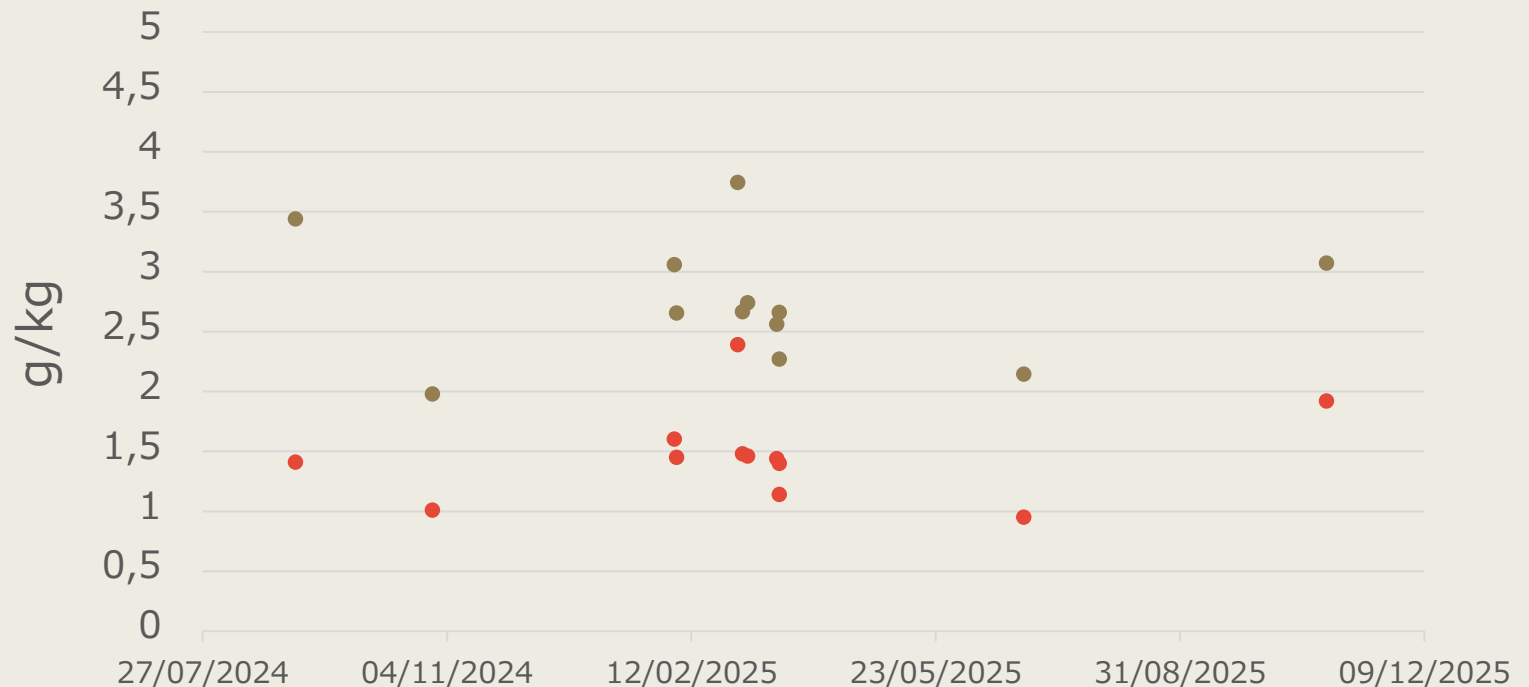
	PERIODO ESTIVO (giu-sett)	PERIODO INVERNALE (ott-gen)
m ³ liquame	2475	1867
g/kg N	2.0	2.8
g/kg P	0.35	0.5



Analisi liquame- laboratorio

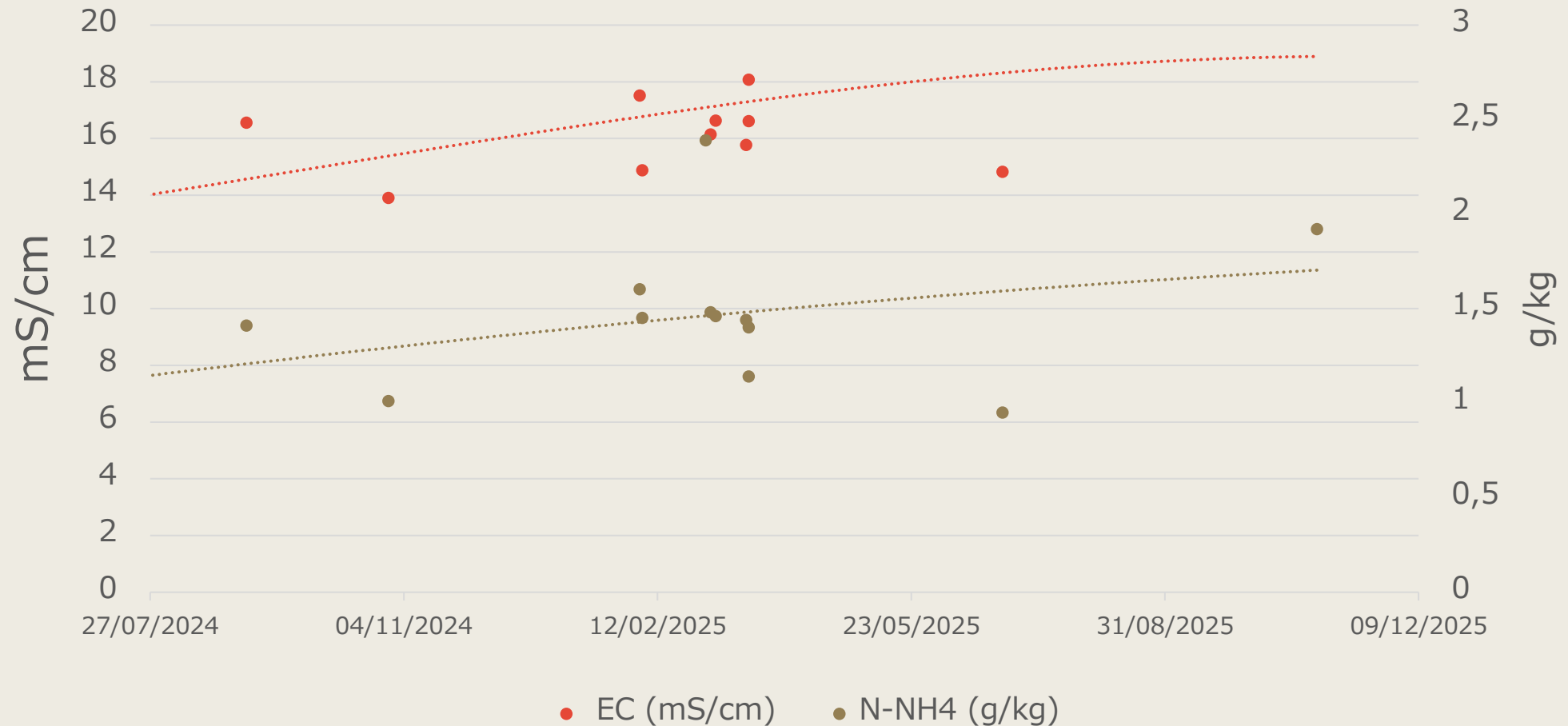
- Valore medio TKN: 2.7 g/kg
- Valore medio TAN: 1.5 g/kg
- PH medio: 7.2
- Conduttività media: 16.7 mS/cm
- ST medi: 5.3 %
- SV% medi/ST: 21.5 %

Andamento del TAN e del TKN nel tempo



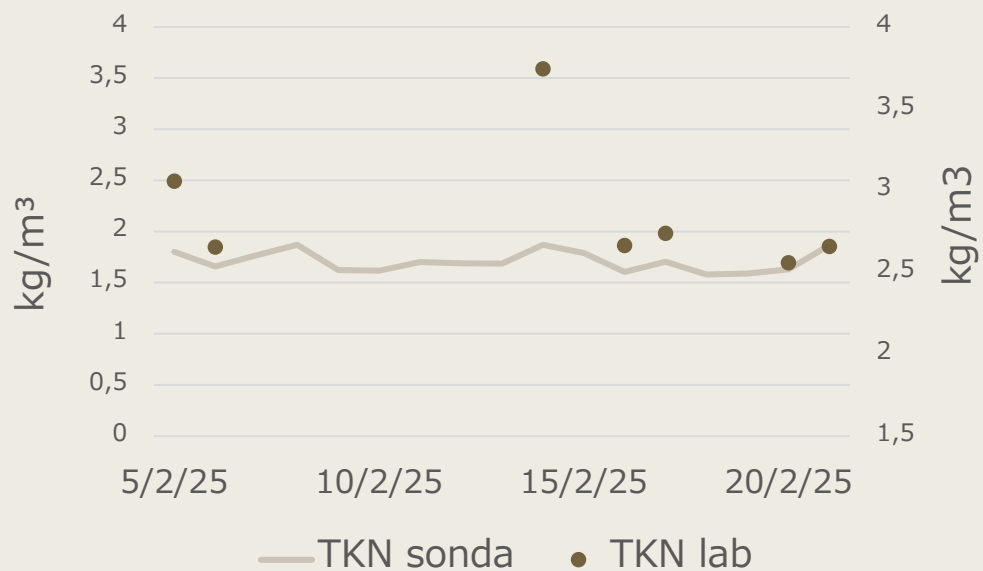
Analisi liquame-laboratorio

Andamento del TAN ed EC nel tempo

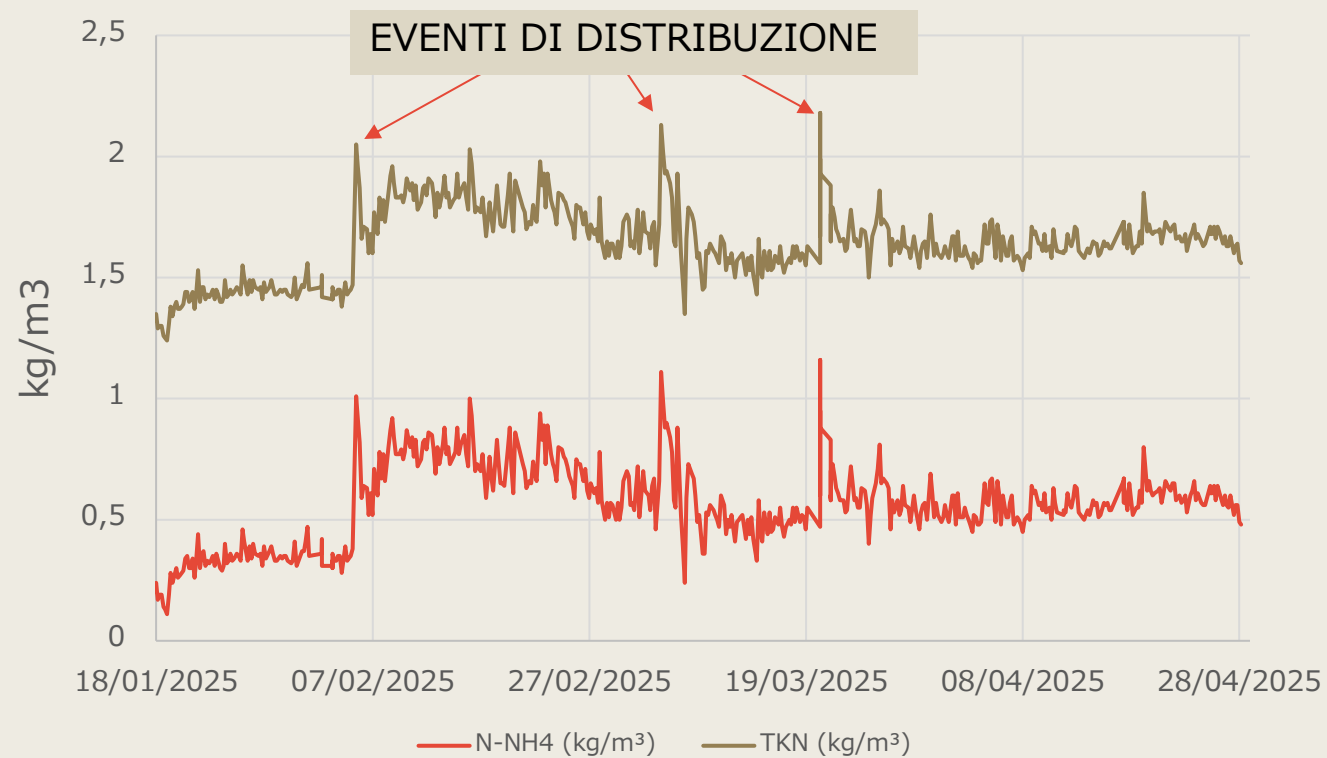


Analisi liquame- sonda

Andamento TKN sonda e TKN analisi



Andamento del TAN e TKN nella vasca di stoccaggio



EMISSIONI DI METANO (CH₄) e PROTOSSIDO DI AZOTO (N₂O)

Calcolate seguendo le linee guida dell'IPCC

	TIER 1	TIER 2
Livello di dettaglio	Basso (generico)	Medio (più specifico al paese o alla regione)
Dati utilizzati	Fattori di emissione predefiniti	Fattori di emissione specifici (nazionali o regionali)
Facilità d'uso	Facile da applicare	Più complesso, richiede più dati locali
Affidabilità	Meno accurato	Più accurato e rappresentativo

Fonte dei fattori di emissione: *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*

EMISSIONI DI CH₄ e N₂O– TIER 1

$\text{CH}_4_{\text{fermentazione enterica}} = \text{numero di capi} * (\text{coefficiente tabulato} / 10^6)$

- 117 kg/CH₄ capo/anno
- 54 kg/CH₄ capo/anno

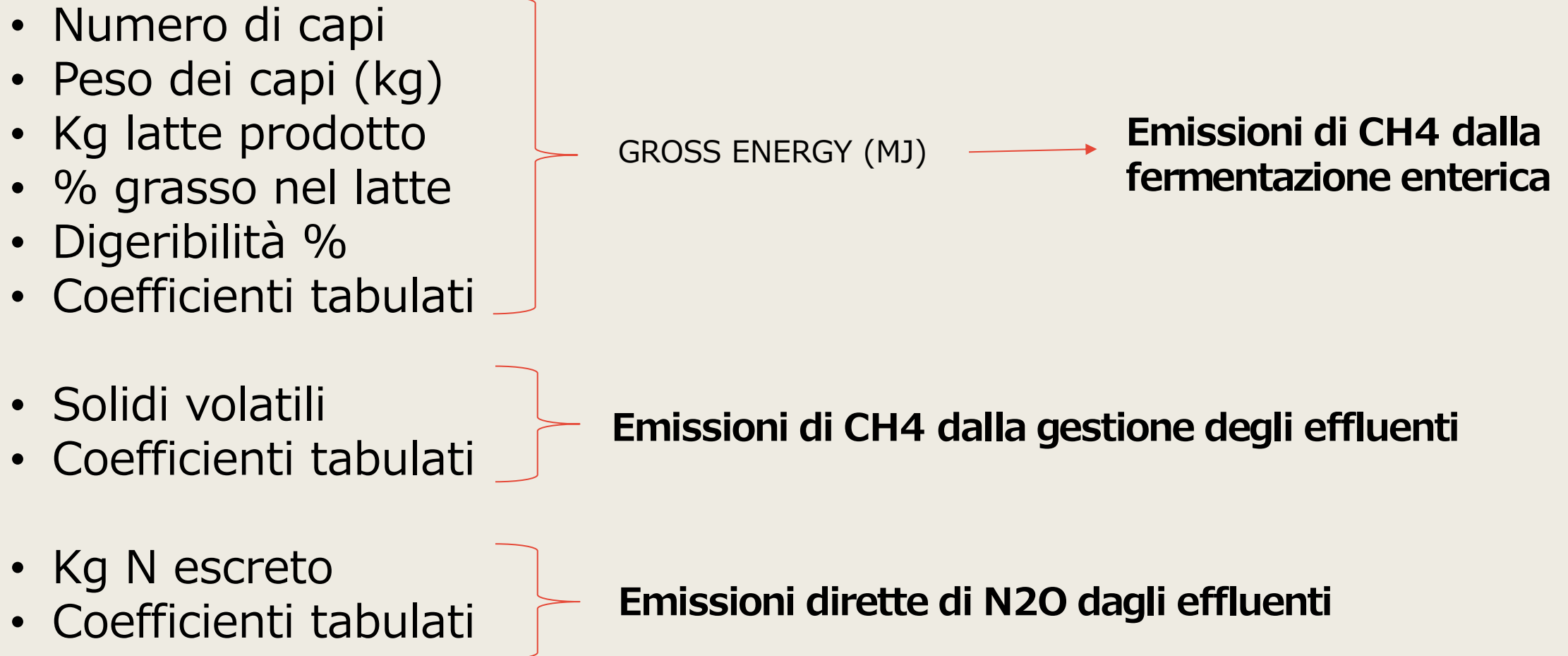
$\text{CH}_4_{\text{gestione effluenti}} = (\text{coefficiente tabulato} * n \text{ capi}) / 10^6$

- 40 kg/CH₄ capo/anno

$\text{N}_2\text{O}_{\text{dirette}} = \text{numero di capi} * \text{Nex} * \text{coeff tabulato}$

- 0.005 kg N₂O-N

EMISSIONI DI METANO (CH₄) e PROTOSSIDO DI AZOTO (N₂O) – TIER 2



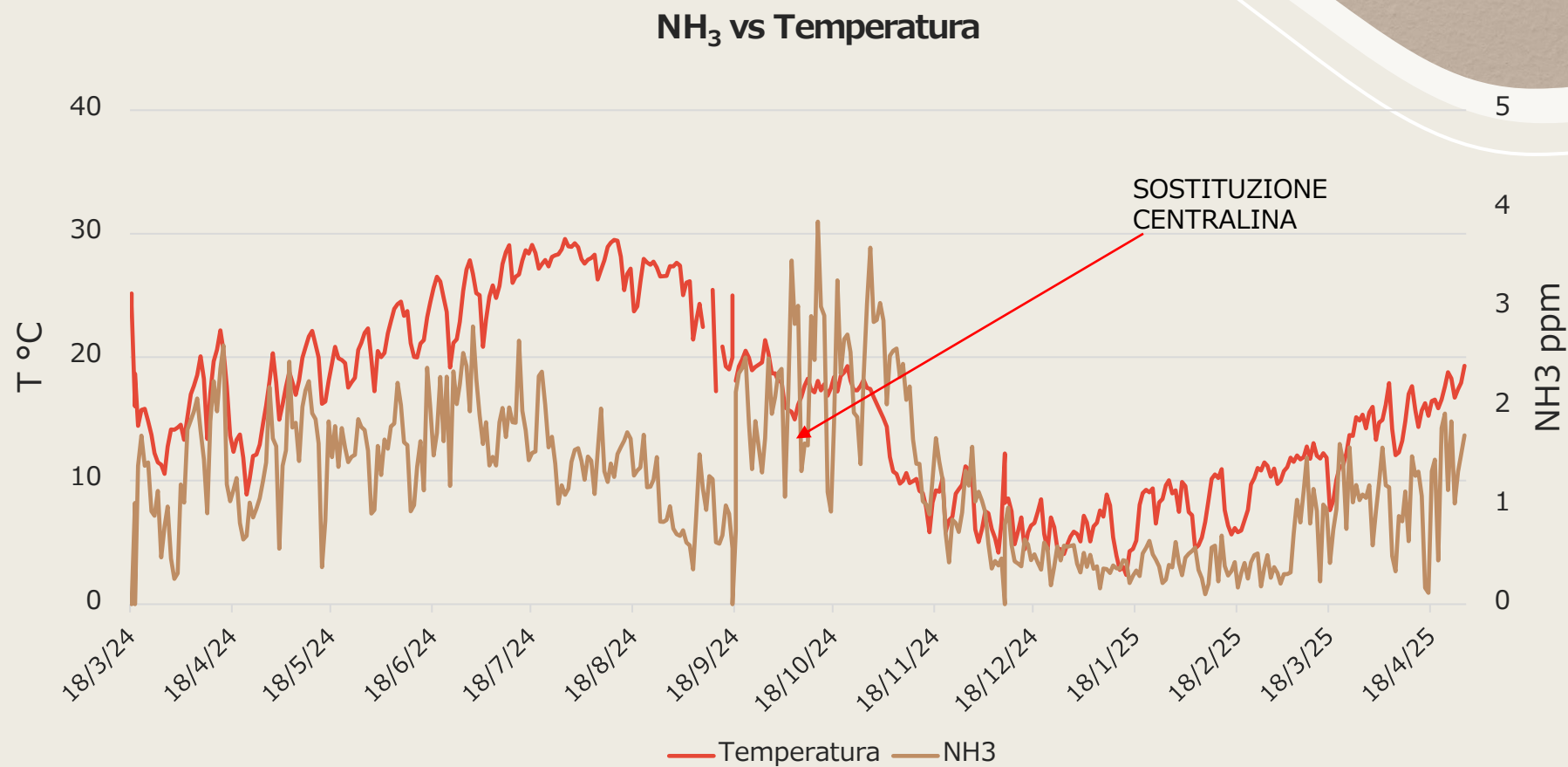
Emissioni di N₂O e CH₄ (Tier 1 e 2 da IPCC)



	CH4 (fermentazione enterica)	CH4 (effluenti)	N ₂ O (dirette)	metodo
t/anno	19.02	8.8	0.10	TIER 1
t/anno	20.5	4.3	0.13	TIER 2

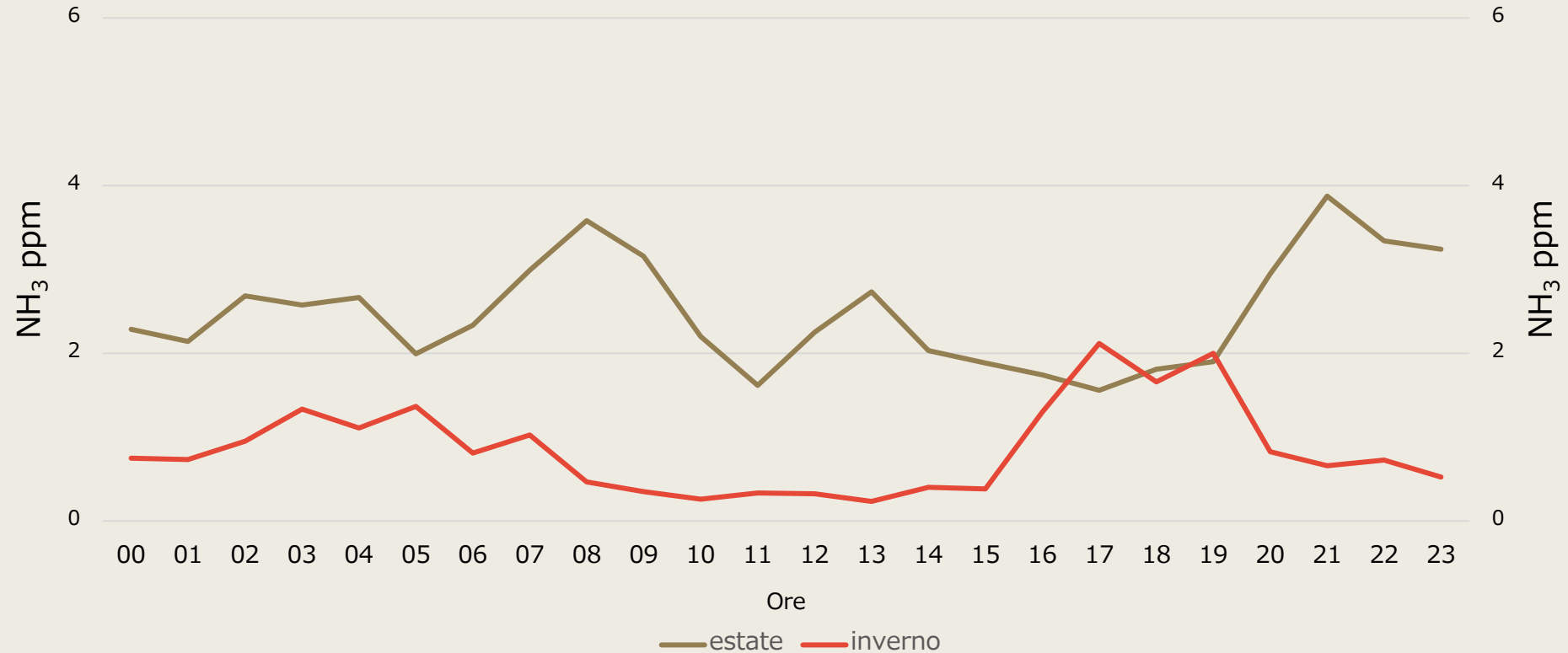
Fonte dei fattori di emissione: *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*

Monitoraggio dei Parametri Ambientali in Stalla



Concentrazione media di NH₃: 1.25 ppm
Temperatura media: 22°C

Concentrazioni orarie di ammoniaca (NH_3) in due diverse condizioni climatiche stagionali

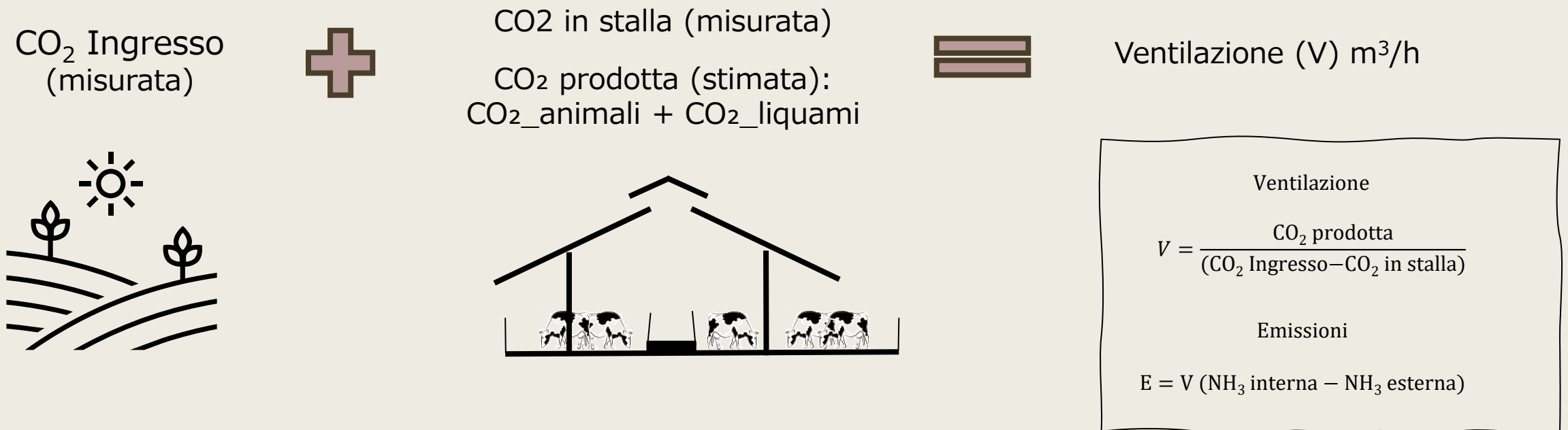


Media estiva: 2.48 ppm
Media invernale: 0.86 ppm

Le concentrazioni misurate risentono di eventi
che si verificano in stalla
(mungitura, pulizia, distribuzione alimento)

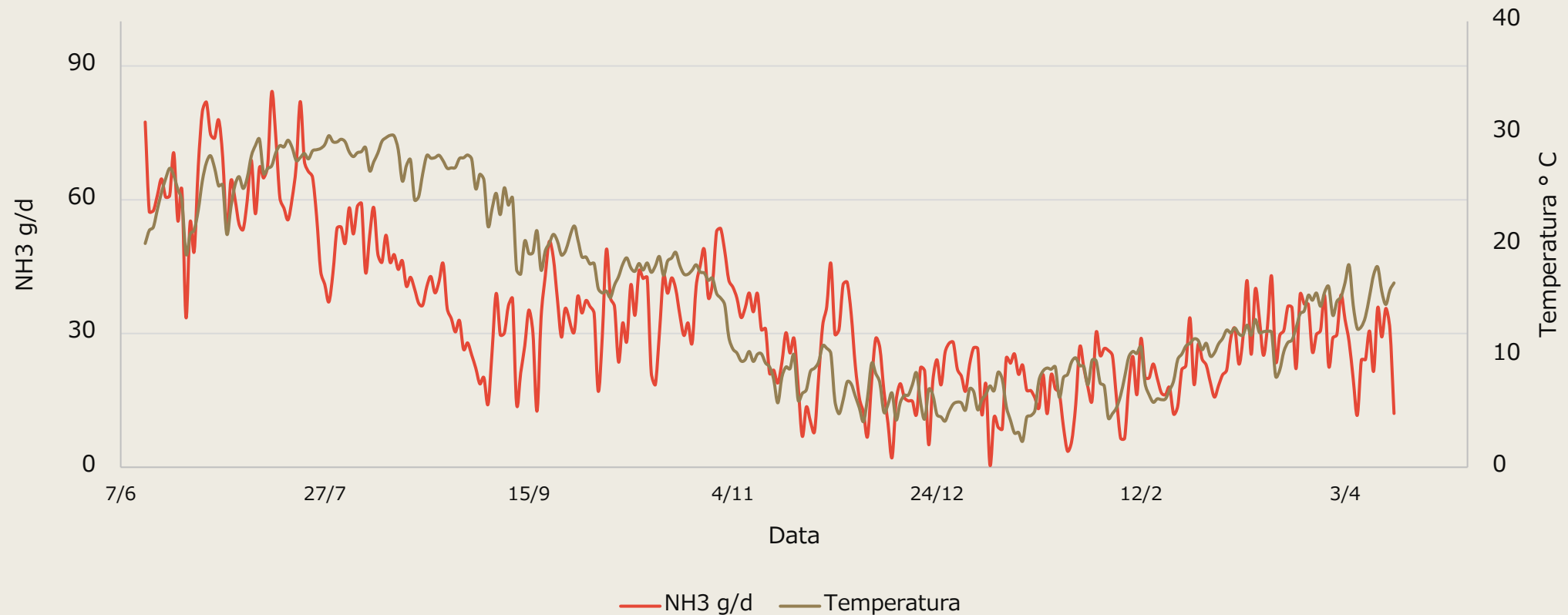
Stima del Tasso di Ventilazione e delle Emissioni Gassose: Metodo Indiretto del Bilancio della CO₂

Il metodo si basa sulla misurazione delle concentrazioni di gas inquinanti, come l'ammoniaca (NH₃), e del tracciante CO₂, sia nell'aria in ingresso che in quella presente all'interno della stalla. All'interno della stalla, la stima della produzione di CO₂ considera due principali fonti: la CO₂ prodotta dagli animali (**CO₂_animali**) e quella derivante dalla decomposizione dei liquami (**CO₂_liquami**).



Qualità dell'aria in stalla: emissioni di ammoniaca

Emissioni Ammoniacali vs Temperatura stalla



Concentrazioni di Ammoniaca (NH₃) e Anidride Carbonica (CO₂) a Diverse Temperature Stagionali



Periodo	Temperatura (°C)	NH ₃ media (ppm)	NH ₃ max (ppm)	NH ₃ min (ppm)	CO ₂ (ppm)	NH ₃ /capo (g)	NH ₃ /gg (g)
13 Giugno 31 Ottobre	23.6	1.5	2.5	0.5	764	0.5	45.7
1 Novembre 10 Febbraio	7.4	0.8	2.4	0.2	750	0.2	21.9
3 Febbraio 27 Aprile	13.0	0.8	1.7	0.2	709	0.5	46.0

Conclusioni e risvolti futuri

- Elaborazioni in corso – risultati ancora preliminari
- I risultati verranno rafforzati dal monitoraggio che proseguirà fino al 2026
- Il sistema di monitoraggio e il calcolo della produzione di liquame e nutrienti consente di ottenere dei risultati in tempo reale e quindi a supporto della gestione
- Anche se ancora da mettere a punto la metodologia utilizzata sembra rispondere pienamente agli obiettivi, consentendo una valutazione della sostenibilità ambientale dell'allevamento e di valutare l'efficacia delle tecniche di mitigazione



