



FEASR



REGIONE DEL VENETO



FONDO EUROPEO AGRICOLO PER LO SVILUPPO RURALE: L'EUROPA INVESTE NELLE ZONE RURALI



Low Emission Meat

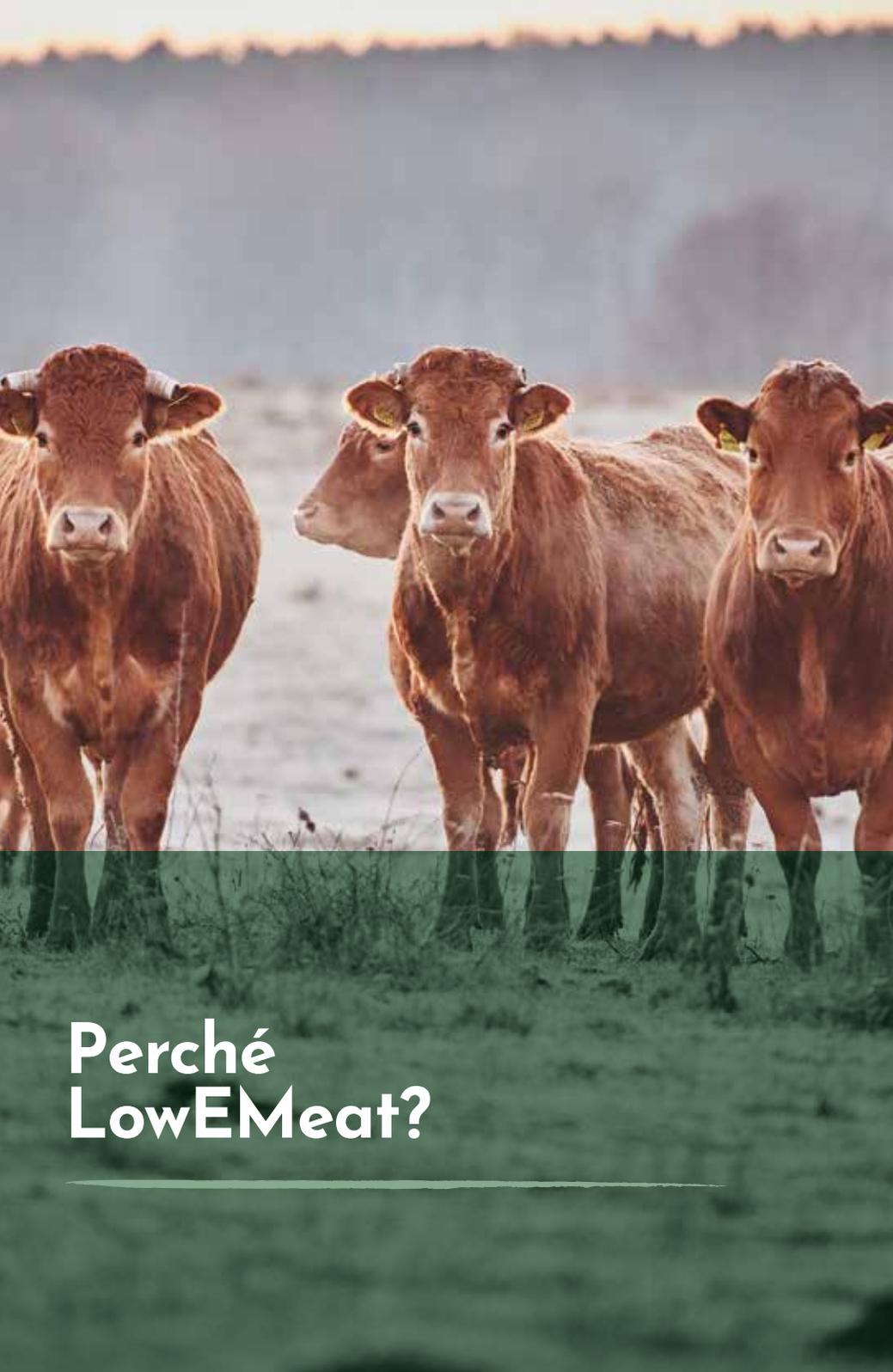
COLLAUDO DI UN SISTEMA DI ALLEVAMENTO DEL VITELLONE
DA CARNE A BASSE EMISSIONI DI GAS SERRA IN VENETO
I RISULTATI DEL PROGETTO



Low Emission Meat

Indice

Perchè LowEMeat?	4
L'allevamento del bovino da carne a basse emissioni parte dal lavoro in campagna!	8
Alimentazione di precisione Risultati dell'utilizzo di un sistema automatico di preparazione e distribuzione della razione nel vitellone da carne.	18
Controllo da remoto del comportamento edei parametri indicativi dello stato di salute degli animali	26
La PEF (Product Environmental Footprint) o Impronta Ambientale di Prodotto come strumento di valutazione delle performance ambientali degli allevamenti e delle innovazioni introdotte da LowEMeat	35



Perché LowEMeat?

A partire dall'inizio del XX° secolo, ricercatori e scienziati hanno registrato un progressivo innalzamento delle temperature medie terrestri con un trend di crescita esponenziale negli ultimi decenni. Questi cambiamenti climatici sono la conseguenza dell'inquinamento prodotto dalle attività umane che aumentano la concentrazione di gas serra nell'atmosfera. I gas serra infatti trattengono parte della radiazione solare che colpisce la Terra, impedendo la rifrazione del calore. Se da un lato questo fenomeno ha reso possibile la presenza di temperature adatte allo sviluppo della vita sul nostro pianeta, oggi la sua intensità è tale da produrre importanti conseguenze (quali lo scioglimento dei ghiacciai, l'innalzamento del livello del mare, i prolungati periodi di siccità, l'ampliamento delle zone aride, i fenomeni meteorologici estremi ecc.) che preoccupano seriamente ricercatori, cittadini e istituzioni.

Accanto al tema del cambiamento climatico, per la Pianura Padana esiste un problema aggiuntivo collegato alla qualità dell'aria. Per le sue caratteristiche orografiche il bacino Padano risente di un limitato ricambio dell'aria ed è quindi soggetto all'accumulo di polveri sottili che sono alla base di un problema questa volta di inquinamento ambientale che crea danni alla salute essendo il particolato sottile causa di patologie alle vie respiratorie ma anche di tumori.

Anche l'agricoltura e la zootecnia contribuiscono all'emissione nell'ambiente di gas serra, come metano e protossido di azoto, e alla produzione di un precursore delle polveri sottili che è l'ammoniaca.

Il progetto nasce quindi dal senso di responsabilità degli allevatori che li spinge a partecipare ad un processo globale di cambiamento per il controllo dei mutamenti climatici e il miglioramento della qualità dell'aria.

Per troppo tempo gli effetti sul clima e sulla gestione dei beni essenziali e non riproducibili (aria, acqua e suolo) derivanti dalle attività antropiche (non solo l'agricoltura) sono stati sottovalutati. Ora per le conseguenze e gli effetti osservabili anche a livello locale e che ciascuno tocca con mano quotidianamente (siccità o inondazioni, temperature al di sopra della norma, peggioramento della qualità dell'aria), è evidente la necessità di proporre delle azioni mirate affinché ogni settore contribuisca a contenere questi processi avversi.

Nello specifico, nel processo di produzione della carne bovina secondo il principio "from farm to fork" ossia partendo dal campo, con la coltivazione e raccolta degli alimenti per gli animali, passando per la stalla fino ad arrivare al macello, è possibile adottare pratiche o applicare tecnologie di agricoltura/zootecnia di precisione che consentono di ridurre il contributo del settore alle emissioni in atmosfera e al cambiamento climatico.

Questo risultato si può ottenere riducendo le risorse immesse nel sistema (INPUT) e massimizzando la quantità di carne ottenuta. Il concetto è schematizzato nella seguente figura:

PRINCIPIO: MIGLIORARE L'EFFICIENZA DI UTILIZZAZIONE DELLE RISORSE PER UNITÀ DI PRODOTTO (KG DI CARNE)

- CARBURANTI
- ENERGIA
- FERTILIZZANTI
- ANTIPARASSITARI
- DISERBANTI
- ACQUA
- FARMACI
- ALIMENTI



Il progetto LowEMeat è un progetto finanziato dal Piano di Sviluppo Rurale della Regione Veneto e nasce dalla volontà di AZOVE - organizzazione di produttori di carni bovine - di valutare in modo oggettivo l'impatto ambientale con particolare riferimento all'inquinamento dell'aria e dell'acqua, degli allevamenti di bovini da carne in Veneto. Partendo da questa fotografia e individuando gli elementi di criticità, è stato possibile stimare il beneficio in termini di riduzione dell'impatto ambientale derivante dall'applicazione delle migliori strategie e innovazioni tecnologiche ad oggi disponibili per il settore. Il gruppo operativo ha avuto quindi come obiettivo quello di guidare in primis le aziende socie di Azove e, indirettamente, tutti gli allevamenti di bovini da carne della Regione, verso un processo virtuoso nel controllo della riduzione delle emissioni di gas serra, rispondendo nel contempo alle esigenze dei consumatori sempre più orientati verso la scelta di alimenti provenienti da sistemi ecosostenibili. Partner di Azove è l'Università di Padova con i dipartimenti MAPS - Medicina Animale, Produzioni e Salute, e ICEA - Ingegneria Civile Edile e Ambientale, le Stalle Sociali di Monastier e Fossalunga e l'Ente di Formazione IRECOOP; il progetto si è avvalso inoltre della collaborazione esterna di due aziende, Corteva Agriscienze e Lely, già impegnate a fianco degli allevatori nell'innovazione analitica, tecnologica e digitale delle attività per migliorare le rese e le produzioni ottimizzando l'utilizzo delle risorse e dei prodotti presenti in azienda. L'ente di certificazione CSQA ha gestito le procedure di valutazione delle aziende secondo la metodica PEF - impronta ambientale del prodotto - per stimare in primo luogo le diverse tipologie di impatto degli allevamenti di bovini da carne attraverso l'uso di 15 indicatori (climatici, ambientali, di tossicità) e valutando successivamente le variazioni di questi indicatori in seguito all'adozione di azioni di mitigazione.

La strategia "Farm to Fork o F2F" è il piano decennale messo a punto dalla Commissione Europea e approvato da Consiglio e Parlamento Europeo nel giugno 2021 per guidare la transizione verso un sistema alimentare equo, sano e rispettoso dell'ambiente. Il progetto LowEMeat ha pienamente abbracciato questo approccio lavorando per aumentare la sostenibilità di tutto il processo di produzione della carne bovina secondo il modello di allevamento diffuso in Veneto.



Il gruppo operativo al lavoro: momenti di discussione e confronto sui temi del progetto.

I PARTNERS GO DEL PROGETTO





L'allevamento del bovino da carne a basse emissioni parte dal lavoro in campagna!

Come possiamo produrre alimenti per i bovini in modo più efficiente dal punto di vista ambientale? Questo obiettivo si può raggiungere lavorando prima di tutto con metodo e precisione! Da tempo si stanno infatti esplorando diverse opzioni, tra queste molte sono riconducibili alla meccanizzazione allo scopo di praticare un'agricoltura di precisione per ridurre i costi e l'impatto delle lavorazioni dei terreni (riduzione del consumo di combustibili fossili, mantenimento della struttura e della sostanza organica nel suolo). Ma per le aziende zootecniche è prioritario lavorare sulla valorizzazione agronomica degli effluenti zootecnici che da "scarto" e problema devono sempre più diventare una risorsa. Che cosa ha fatto quindi il progetto LowEMeat in questo ambito? Partendo da un confronto con gli allevatori in fase di preparazione della proposta di ricerca si è pensato di sviluppare una pratica che richiedesse: limitato investimento, praticabilità da una larga platea di allevatori, efficacia nel miglioramento delle performance ambientali delle aziende. Si è scelto quindi di proporre un protocollo di lavoro finalizzato a realizzare una concimazione mirata. Questa scelta è stata anche determinata da esperienze condotte in anni precedenti da alcuni allevamenti di Azove in collaborazione con aziende leader del settore delle sementi di mais e soia che da tempo propongono soluzioni finalizzate al miglioramento dell'efficienza di utilizzazione dei fertilizzanti e dell'azoto in particolare.

Il protocollo si è concentrato prevalentemente su tre azioni:

- 1.** Analisi dei terreni per conoscerne i più importanti parametri fisici e chimici dal punto di vista agronomico (tessitura, contenuto in sostanza organica, disponibilità di macronutrienti e micronutrienti).
- 2.** Analisi degli effluenti zootecnici, perché anche a parità di tipologia (letame, liquame e digestato) la loro composizione non è costante. La variabilità di composizione è legata al regime alimentare degli animali (maggiore o minore escrezione azotata in funzione della composizione della razione), ma anche all'andamento climatico e alla copertura delle vasche (effetto diluizione determinato dall'ingresso dell'acqua piovana negli stoccaggi o perdite per volatilizzazione). Queste analisi consentono di dare un valore fertilizzante a ogni singolo refluo, espresso in unità di azoto (N), fosforo (P_2O_5) e potassio (K_2O) per tonnellata di refluo tal quale.
- 3.** Consegna di uno specifico report poco prima del periodo di concimazione in copertura. Partendo dall'analisi dei suoli, degli effluenti e dalla quantità di N prontamente disponibile quantificata in laboratorio viene consigliata la quantità di N, e quindi urea, da distribuire per raggiungere una determinata produzione attesa, campo per campo. Questo consente la preparazione di un piano di concimazione personalizzato basato prioritariamente sull'impiego degli effluenti presenti in azienda puntando a minimizzare il ricorso ai fertilizzanti chimici. Dare la precedenza ai fertilizzanti organici presenti in azienda e provenienti dalla stalla fa sì che gli effluenti diventino quindi una vera risorsa a costo zero, anziché essere un problema da smaltire.

LowEMeat, cosa abbiamo fatto?

In un gruppo complessivo di 22 aziende che hanno aderito volontariamente allo studio sono stati individuati degli appezzamenti omogenei da suddividere in due lotti. Uno di questi era destinato al piano di concimazione usato abitualmente dall'azienda e l'altro invece è stato sottoposto al protocollo di concimazione mirata precedentemente descritto. Quindi per tre stagioni sono state effettuate analisi sui terreni (prima della semina e in copertura) e sugli effluenti zootecnici ed è stata poi monitorata la produttività e la qualità dei prodotti al momento della raccolta delle colture (mais e cereali autunno vernini).



Risultati

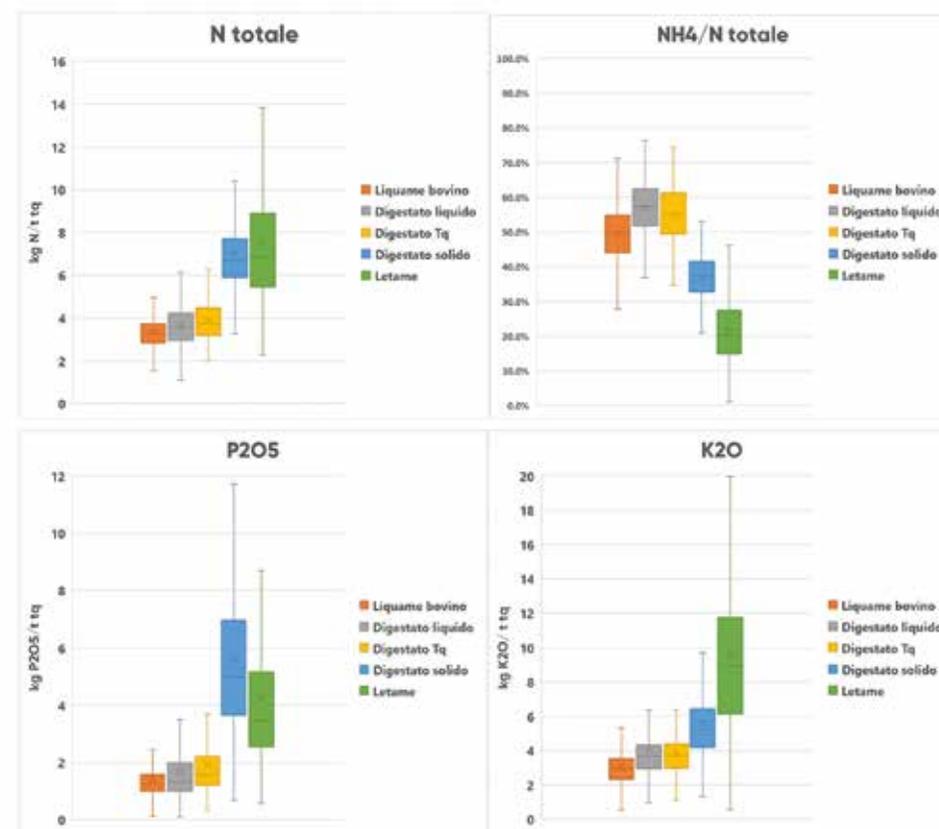
Caratteristiche dei reflui zootecnici

L'analisi chimica dei reflui zootecnici aziendali ha messo in luce una considerevole variabilità di composizione a parità di prodotto analizzato (letame, liquame, digestato). Queste oscillazioni sono riconducibili in prima battuta ai piani alimentari utilizzati in allevamento (in particolare il livello proteico delle razioni) e ai substrati usati come lettiera, ma un ruolo rilevante lo hanno anche le modalità di gestione e i tempi di stoccaggio degli effluenti. In generale la loro qualità migliora con la copertura delle vasche e delle concimaie perché si riducono le perdite per volatilizzazione di ammoniaca (NH_3), specialmente con temperature ambientali elevate, e si evita il fenomeno di diluizione dovuto all'ingresso negli stoccaggi delle acque meteoriche. In figura 1 sono riportate la concentrazione di N totale, azoto ammoniacale, P_2O_5 e K_2O in diverse tipologie di effluenti. L'ampiezza di ogni box plot (quadrato colorato) indica la variabilità in termini di contenuto di uno specifico elemento nutritivo nel prodotto in esame. Se si considera ad esempio il letame questo si caratterizza per un contenuto medio di azoto totale più elevato rispetto alle altre matrici, ma allo stesso tempo mostra anche le oscillazioni più ampie con un minimo di 5,8 kg N/t di TQ e un massimo di 9 kg N/t di TQ. Dal punto di vista pratico, ciò significa che con un carro di letame si possono distribuire da un minimo 116 kg di azoto ($5,8 \text{ kg N/t} \cdot 20\text{t}$) a un massimo di 180 kg (64 unità di azoto in più). Con questo semplice esempio è facile comprendere l'importanza di disporre di un dato reale e non tabellare sul contenuto di azoto per usare in modo razionale il prodotto da distribuire. Conoscere poi l'incidenza della frazione più volatile dell'azoto (NH_4^+ su azoto totale) è una informazione importante per gestire con maggiore attenzione il momento di distribuzione del prodotto in funzione della capacità di assorbimento da parte della pianta. A questo si aggiunge il fatto che

la copertura degli stoccaggi prioritariamente deve interessare gli effluenti con maggiori percentuali di azoto volatile.

Nel progetto quindi la conoscenza precisa del valore fertilizzante degli effluenti ha consentito di dosare con accuratezza la loro distribuzione nei terreni, in termini di quantità ma anche di tempistica, in modo da seguire i fabbisogni nutrizionali della coltura anche in funzione delle fasi fenologiche.

➤ **Figura 1:** Concentrazione di N totale, azoto ammoniacale, P_2O_5 e K_2O in diverse tipologie di effluenti raccolti nelle aziende AZOVE che hanno partecipato al progetto.



Analisi chimica dei terreni

Con l'analisi dei terreni, agli agricoltori è stato restituito un report con le informazioni relative alla struttura dei terreni e alla quota disponibile di azoto, fosforo e potassio (figura 2). Il report ha quattro sezioni principali: la prima relativa alla granulometria; la seconda riguarda le caratteristiche chimiche (pH, carbonio organico, capacità di scambio cationico); la terza riporta i dati dei vari nutrienti; l'ultima parte invece, indica la quota disponibile di macronutrienti presenti nel campo. Sulla base delle caratteristiche sopraelencate e della resa attesa per ettaro, all'agricoltore vengono fornite delle indicazioni operative sui fabbisogni di concimazione dell'appezzamento. Per avere un dato più rappresentativo della situazione, si deve prestare molta attenzione alla tecnica di campionamento dato che la variabilità in termini di caratteristiche fisiche e chimiche può esser molto elevata anche in un appezzamento apparentemente omogeneo. Durante il progetto venivano quindi effettuati almeno tre sotto-campioni distribuiti in varie parti dell'appezzamento effettuando un carotaggio con profondità di circa di 30 cm. I tre sotto-campioni venivano poi miscelati all'interno di un sacchetto e conservati in congelatore fino al momento dell'analisi per evitare le perdite degli elementi volatili (azoto ammoniacale in particolare). L'applicazione di questa procedura ha consentito di ottenere un dato medio del lotto, ma è logico che queste informazioni sono tanto più precise quanto maggiore è il numero dei prelievi e di campioni analizzati per singolo lotto.

Un'ulteriore evoluzione del processo sarà quella di creare delle mappe che possano descrivere la variabilità intracampo dei diversi parametri al fine di produrre delle mappe degli schemi di prescrizione. Questo approccio darà l'opportunità di variare la quantità dei principali fattori della produzione (quali fertilizzanti di sintesi e organici, semente ed acqua irrigua) in funzione delle dotazioni incrementando la loro efficienza di utilizzo.

I dati raccolti nel corso del progetto nelle aziende AZOVE hanno evidenziato come la fertilizzazione con effluenti zootecnici porti migliorie non solo riguardo al P_2O_5 e al K_2O , ma anche alla sostanza organica. Se ci confrontassimo con aziende agricole non zootecniche, ma situate nello stesso areale, questa maggiore vitalità dei suoli si potrebbe stimare con un aumento del 22% della sostanza organica e con dotazioni di P_2O_5 , K_2O e magnesio più che sufficienti a sostenere i fabbisogni delle principali colture agricole. Nella tabella seguente (tabella 1) sono rappresentati i dati relativi a 125 campioni, raccolti negli ultimi tre anni in alcune aziende che hanno aderito al progetto. Nonostante la grande variabilità tra le varie zone presenti in tutto il territorio Veneto, è possibile apprezzare le elevate quantità medie di sostanza organica, P_2O_5 e K_2O , riscontrate nel terreno. Ad esempio, per il mais, che è l'alimento principale nella razione dei bovini da carne, si potrebbe produrre nella maggior parte dei casi, senza alcuna integrazione di fosforo e potassio di sintesi.

Figura 2: Esempio di report relativo ad un'analisi del suolo.

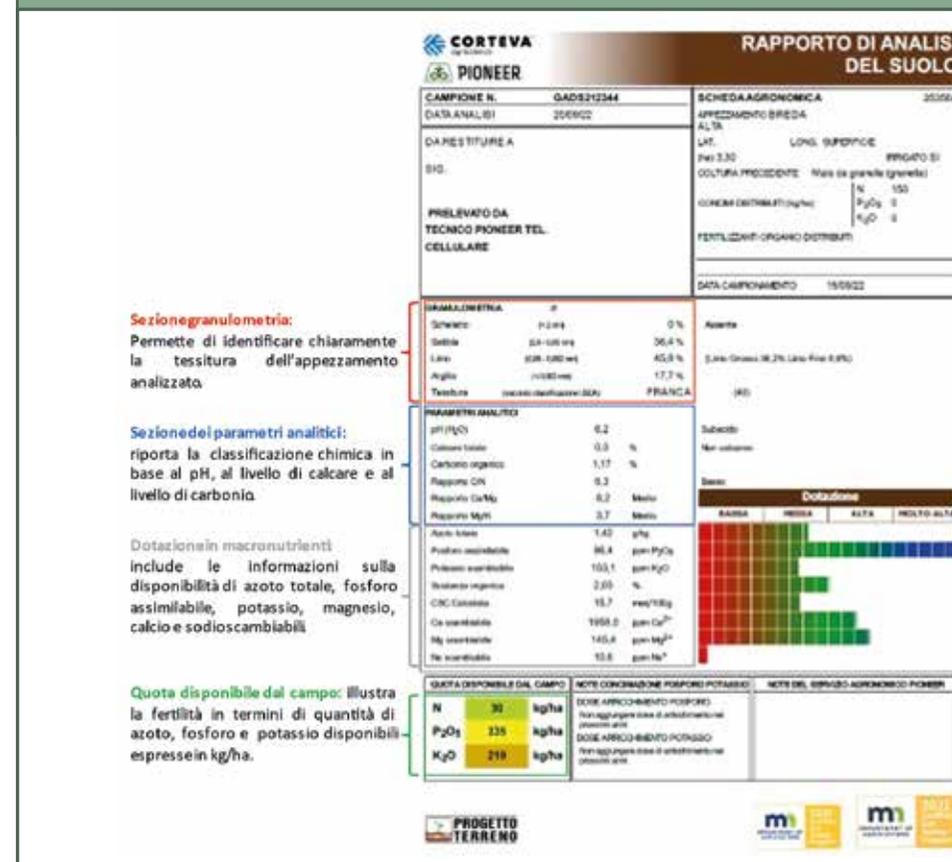


Tabella 1: Caratteristiche medie dei campioni di terreno analizzati nel corso del progetto.

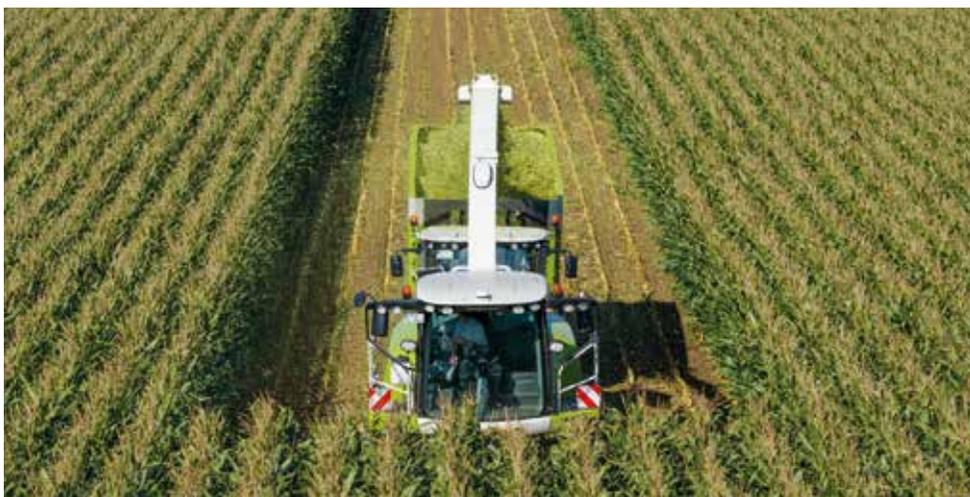
	Sostanza Organica %	P ₂ O ₅ kg/ha	K ₂ O kg/ha
Contenuto medio	2,67	538	836
Campioni con meno del 2% di Sostanza Organica	23%	—	—
Campioni con meno di 100 kg/ha di P2O5 disponibile	—	14	—
Campioni con meno di 200 kg/ha di K2O disponibile	—	—	10

Risultati dell'applicazione delle concimazioni mirate

Prima di illustrare i dati ottenuti è importante comprendere il concetto di NUE (Nitrogen Use Efficiency) o efficienza di utilizzazione dell'azoto, che è il rapporto azoto asportato dalla pianta/azoto somministrato al terreno: più il valore della NUE è vicino a 100, più l'efficienza di utilizzo di questo elemento da parte della coltura è elevata; viceversa, se il valore dell'indice NUE tende a 0 si è di fronte ad un'enorme inefficienza di utilizzo di questo nutriente fondamentale. L'elevata inefficienza ovviamente coincide con un impatto ambientale ed economico maggiore (elevata volatilizzazione dell'ammoniaca ed elevata lisciviazione di nitrati).

Lo studio comparativo condotto per tre stagioni successive ha evidenziato i seguenti risultati:

- Riguardo le colture autunno-vernine, due terzi delle aziende sono state in grado di migliorare in maniera sostanziale la loro redditività economica oppure di mantenerla costante. Nel 28% dei casi si è riusciti ad avere una maggiore efficienza di utilizzo dell'azoto misurata con l'indicatore NUE. Questi dati dimostrano che le quantità di fertilizzanti distribuite, sono in buona parte coerenti con le esigenze della pianta e quindi le concimazioni effettuate nei lotti in prova raggiungono in generale un buon livello di efficientamento.
- Per quanto riguarda il mais, nel 54% dei casi si è registrato un pareggio economico tra concimazione tradizionale e mirata mentre in un altro 23% si è verificato anche un significativo vantaggio economico. Un dato interessante per le ricadute sull'ambiente è che in un 68% dei casi la concimazione mirata è riuscita a migliorare il dato della NUE. In sintesi possiamo dire che per molte aziende di Azove è ancora possibile migliorare le performance ambientali agendo sulla concimazione e in diversi casi questo si accompagna anche a un aumento del tornaconto economico dato che può esserci un significativo risparmio nell'acquisto dei fertilizzanti chimici e nei costi legati alla loro distribuzione.



Che conclusioni si possono trarre da questa esperienza?

L'agricoltore/allevatore che è interessato a migliorare la sostenibilità (ambientale, economica e sociale) della sua azienda:

- Non può fare affidamento solo alle sue capacità e/o esperienze, ma deve sempre più basare le scelte agronomiche su dati oggettivi. Conoscere il potenziale nutritivo del terreno nelle varie fasi di sviluppo della coltura, la composizione dei reflui e registrare accuratamente la produzione dei diversi appezzamenti nonché la qualità del prodotto raccolto, sono nozioni essenziali per raggiungere un buon livello di efficienza delle produzioni.
- Deve tenere sotto controllo il valore della NUE per intraprendere eventuali azioni correttive sull'azoto distribuito al fine di ridurre il rischio di inquinamento ambientale.
- Deve guardare con occhi nuovi a tutto il processo produttivo aziendale per dare un valore tecnico ed economico a tutti i prodotti. Un allevamento di vitelloni quindi non sarà solo un produttore di carne, ma anche di fertilizzanti organici. Con questa logica deve essere abbandonata l'idea che gli effluenti sono un "rifiuto" del ciclo produttivo che bisogna smaltire.

Questi concetti, sono di grande rilevanza per il settore, soprattutto oggi, anche considerando tutte le difficoltà che giungono dall'esterno (pandemia da COVID, siccità e aumento dei costi di produzione per effetto del conflitto in Ucraina) e che richiedono un processo di rinnovamento/adattamento. Non va dimenticato il fatto che il tema della sostenibilità ambientale è una priorità dell'Unione Europea pertanto queste pratiche potranno beneficiare di specifici incentivi.

Valutazione della qualità dei trinciati e degli insilati

La qualità degli alimenti inseriti nella razione dei bovini ha una rilevante importanza in termini di performance e quindi di efficienza di conversione in carne; controllarne la qualità nella fase di produzione, alla raccolta e durante la conservazione, consente di migliorare significativamente l'uso delle risorse impiegate nell'intero processo. Il controllo della produzione degli alimenti (trinciati, pastoni e fieni) permette agli allevatori di ottenere prodotti con caratteristiche quanti-qualitative migliori e consente di andare verso l'alimentazione di precisione degli animali. Tra i fattori che influenzano la qualità dell'insilato di mais, principale alimento dei bovini da carne, sono molto importanti, oltre alla scelta dell'ibrido, la gestione agronomica, le condizioni ambientali e la scelta del momento della raccolta. Dai dati dei campionamenti eseguiti nel corso del progetto è emerso che il range di sostanza secca del trinciato verde di mais varia dal 28 al 44%, con una media che nei diversi anni si attesta intorno al 35% (**Tabella 2**). Anche per il contenuto di amido la forchetta è ampia con un minimo di 24% e un massimo del 43% sulla sostanza secca.

► **Tabella 2:** Medie di sostanza secca e amido di campioni di trinciato di mais raccolti nei 3 anni del progetto.

	2020	2021	2022
Sostanza Secca (%)	34,5	36,1	35,4
Amido (% s.s.)	35,0	31,9	30,1

Dal grafico sottostante (**Figura 3**) è possibile notare come l'annata 2022, caratterizzata da siccità ed elevate temperature, abbia provocato un peggioramento qualitativo del trinciato in quanto è diminuita la quantità di amido a fronte di un aumento della sostanza secca. Questa variazione è attribuibile alla stretta idrica subita dal mais in fase di fioritura che ha ridotto significativamente il numero di ranghi, la lunghezza della spiga e la percentuale di fecondazione. Il prodotto finale quindi è di bassa qualità in termini di apporti di energia. Se si considera l'intero set di campioni raccolti nel corso del progetto circa il 70% sono stati raccolti nell'intervallo ottimale di sostanza secca (compreso tra 31 e il 38%). Quindi per il 30% circa dei trinciati raccolti con umidità superiori o inferiori al range di riferimento il rischio è di ricavare un insilato di scarsa qualità e quindi, in definitiva, un impatto negativo sulla qualità della razione che arriva alla bocca dei bovini, influenzando le performance di crescita e lo stato di salute e benessere.

► **Figura 3:** Percentuale di sostanza secca e amido nei campioni dei trinciati raccolti nelle diverse annate di prova.



L'esperienza maturata in questi anni sui processi di insilamento porta talvolta a sottovalutare i rischi per la qualità del prodotto finale connessi alla non corretta gestione di tutte le fasi dal campo alla stalla. Anche per gli insilati analogamente a quanto visto per terreni ed effluenti, è fortemente raccomandato un monitoraggio attento basato su analisi di laboratorio o predizioni NIRS di tutte le fasi di produzione per individuare le criticità (umidità del prodotto, tempestività del cantiere di raccolta scarico e pressatura) che possono influenzare la qualità finale (come evidenziato in **Tabella 3**).

Gli insilati (foraggi e pastoni), sono degli alimenti a basso costo rispetto al potenziale nutritivo, ma devono essere gestiti al meglio per garantire salute e performance di crescita ottimali dei bovini da carne.

► **Tabella 3:** Qualità dei silomais analizzati nel corso del progetto e indicazione della % di campioni che non rispettano i valori indicati come ottimali in letterature per ciascun parametro progetto.

Parametro	Unità di misura	Valore medio	Valore di riferimento	% di campioni fuori range di riferimento
Sostanza secca	%	34,43	Sostanza secca fuori range 31-38%	20
pH	-	3,98	pH maggiore di 4	28
Etanolo	% ss	0,29	Etanolo superiore allo 0,5%	7
NH3	% ss	7,85	NH3 maggiore del 9%	17
Zuccheri totali	% ss	0,26	Zuccheri totali superiori allo 0,5%	11
Acido Lattico	% ss	3,03	Acido lattico inferiore al 2%	20
Acido Butirrico	% ss	0,08	Acido butirrico superiore alla 0,1%	13





Alimentazione di precisione

Risultati dell'utilizzo di un sistema automatico di preparazione e distribuzione della razione nel vitellone da carne.

Per rendere più efficiente l'uso delle risorse aziendali, migliorare lo stato di salute degli animali e il loro benessere, il progetto LowEMeat ha confrontato un sistema di alimentazione automatico con quello tradizionale. Alimentare gli animali con un sistema automatico consente di frazionare la razione giornaliera in più distribuzioni assecondando l'andamento dell'ingestione, che può cambiare per esempio per effetto della stagione, in modo da avere sempre alimento fresco in mangiatoia, evitare gli sprechi e massimizzare l'ingestione da parte degli animali.

Il sistema di alimentazione automatico è costituito da un robot MFR (Vector) e da una cucina. La cucina è uno spazio destinato allo stoccaggio degli alimenti che compongono la razione. Sopra la cucina è collocato un carrozzone con la pinza che preleva i diversi alimenti e li carica nel Vector seguendo la razione impostata nel software dell'impianto. Nel vector gli alimenti sono miscelati per un tempo variabile a seconda delle caratteristiche della razione (per esempio, lunghezza della fibra). Terminata la fase di miscelazione, l'unità mobile raggiunge la stalla seguendo i percorsi predisposti e distribuisce l'alimento secondo le necessità e i consumi di ciascun box.

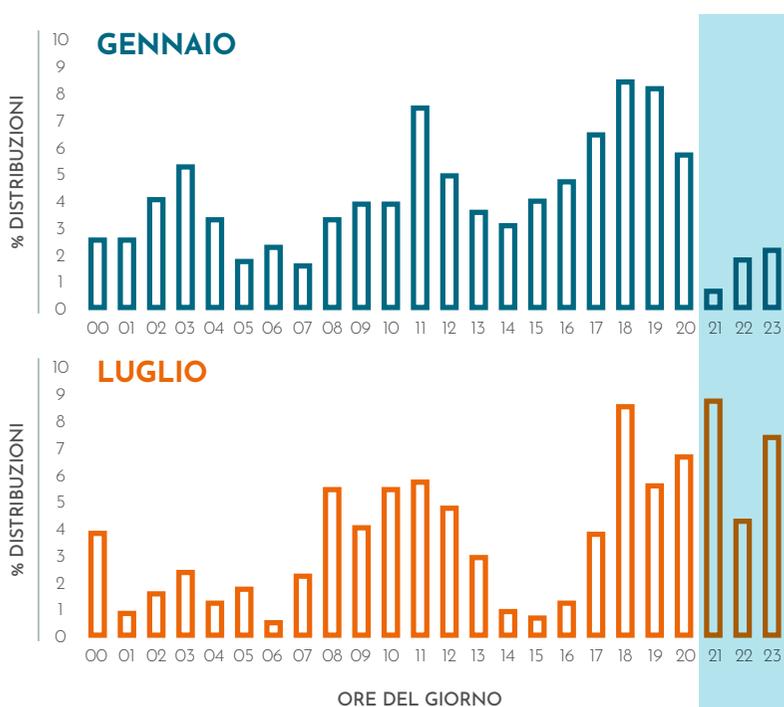


Un sistema di alimentazione di questo tipo è stato installato presso la **Stalla Sociale di Fossalunga** (Treviso) e gli effetti del suo utilizzo sono stati confrontati con quelli del sistema di alimentazione tradizionale, rappresentato dal carro miscelatore con distribuzione della razione una volta al giorno. La prova ha riguardato animali di razza **Limousine**, sia maschi che femmine, ed è durata circa 28 mesi. Gli animali erano stabulati in due stalle uguali, in una erano alimentati con il sistema automatico, nell'altra con il carro miscelatore. Durante la prova sono stati raccolti i dati relativi all'ingestione di alimento, lo stato di salute e i trattamenti sanitari, il comportamento alimentare e sociale degli animali, le performance di crescita e macellazione. Al macello sono stati inoltre ispezionati i ruminanti degli animali nei due trattamenti per verificare la presenza di alterazioni della mucosa.



Risultati

Con il sistema automatico, la razione giornaliera è frazionata in circa 4 distribuzioni per box. Di conseguenza in mangiatoia è presente sempre alimento fresco e questo stimola l'ingestione da parte degli animali e riduce i problemi di selezione alimentare e competitività. Osservando, a titolo di esempio, il confronto di quando viene distribuito l'alimento nei mesi di gennaio e luglio, quindi con condizioni climatiche molto diverse, è evidente come nei periodi caldi il consumo di alimento si sposti dalle ore pomeridiane a quelle serali (**figura 1**)



➤ **Figura 1:** Frequenza di distribuzione dell'alimento da parte del sistema automatico di alimentazione, nel corso delle 24 ore, in condizioni climatiche diverse.

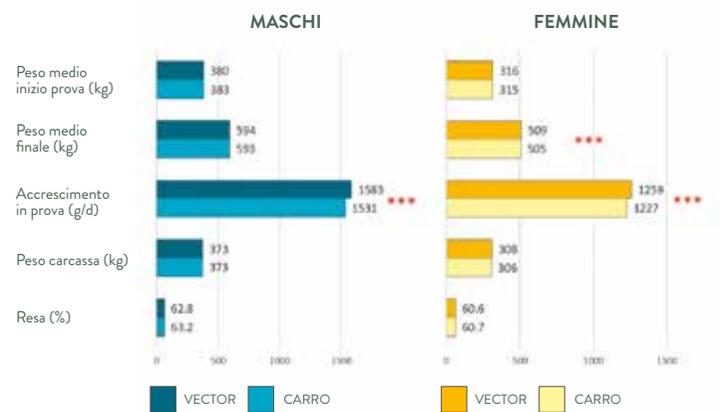
Nel corso della prova, l'ingestione di sostanza secca e gli indici di conversione sono risultati maggiori negli animali alimentati con il sistema automatico (**figura 2**), sia nei vitelloni che nelle manze.

➤ **Figura 2:**

Ingestione di sostanza secca, indici di conversione e giorni di ingrasso di vitelloni e manze Limousine alimentati con sistema tradizionale (CARRO) e sistema automatico (VECTOR).

	MASCHI		FEMMINE	
	CARRO	VECTOR	CARRO	VECTOR
Numero di animali	500	517	411	363
Ingestione di sostanza secca (kg/d)	8,0	8,5 ***	7,4	7,7 ***
Indice di conversione (kg ss/kg)	5,4	5,6 ***	6,1	6,2 *
Giorni di ingrasso	139	136 ***	155	154

Gli accrescimenti, calcolati dal giorno di ingresso in prova (che avveniva dopo 30/40 giorni di condizionamento), al giorno di partenza verso il macello, sono stati maggiori con il sistema di alimentazione automatico. In un'azienda come quella di Fossalunga, dove gli accrescimenti erano già ottimali rispetto alle potenzialità della razza, con il sistema di alimentazione automatico i maschi sono cresciuti mediamente 52 g/giorno in più, le femmine 32 g/giorno in più, rispetto ai bovini alimentati una sola volta al giorno con il carro miscelatore. Le femmine hanno anche un peso vivo finale maggiore e una conformazione delle carcasse con una maggiore copertura di grasso, mentre il peso delle carcasse al macello e la resa percentuale non sono risultati diversi nei due trattamenti (**figura 3**). Con il sistema automatico, inoltre, non ci sono state carcasse classificate come scarti nella classe R.



► **Figura 3:**

Performance di crescita e macellazione di vitelloni e manze Limousine alimentati con sistema tradizionale (CARRO) e sistema automatico (VECTOR).

Le osservazioni del comportamento hanno evidenziato che con il sistema automatico l'ingestione di alimento avviene in maniera costante durante tutto il giorno con piccoli pasti. La parte centrale della giornata è dedicata prevalentemente al decubito e alla ruminazione. In particolare, con il sistema automatico aumenta il tempo dedicato alla ruminazione, che avviene in maniera più accurata con un maggior numero di atti masticatori per singolo bolo (figura 4).

	MASCHI		FEMMINE	
ATTIVITÀ (MIN/ORA)	CARRO	VECTOR	CARRO	VECTOR
RIPOSA	22.5	24.2	18.2	19.2
MANGIA	4.18	3.91	4.32	4.50
RUMINA	5.17	7.38	5.28	7.17
BEVE	1.02	0.90	0.78	0.72

► **Figura 4:**

Tempo in minuti/ora impiegato in diverse attività da vitelloni e manze Limousine alimentati con sistema tradizionale (CARRO) e sistema automatico (VECTOR).

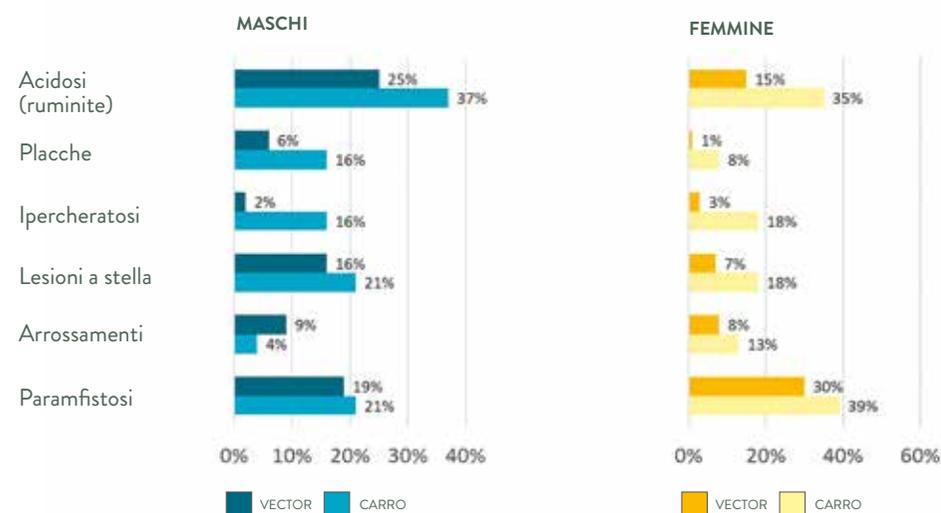
Questo si riflette in una maggiore salute del ruminante. Con l'alimentazione automatica diminuiscono l'incidenza di ruminiti, dovute ad una condizione di acidosi sub-clinica, e di ipercheratosi che è un ispessimento della mucosa del ruminante che può interferire con l'assorbimento degli acidi grassi volatili (figura 5).

► **Figura 5:**

Incidenza di alterazione della mucosa del ruminante in vitelloni e manze Limousine alimentati con sistema tradizionale (CARRO) e sistema automatico (VECTOR).



► **Mucosa ruminale con lesioni da acidosi e cicatrice stellata.**



A termine della prova è stato possibile anche fare una stima sull'uso delle risorse nei due sistemi. Il sistema di alimentazione automatico, alimentato con energia elettrica, permette di ridurre il consumo di combustibili fossili. Se la stalla di Fossalunga (con circa 1000 capi) fosse interamente servita da questo sistema, potrebbe risparmiare circa 8000 litri/anno di gasolio, mentre i consumi elettrici dell'impianto sarebbero di circa 2400 kw/anno. A queste economie si deve poi aggiungere anche il minor lavoro umano permesso dall'automazione, che può essere quantificato in almeno un'ora al giorno di lavoro in meno.



Conclusioni



Il sistema automatizzato aumenta l'ingestione di alimento, l'indice di conversione e l'accrescimento degli animali.



Gli animali esprimono un comportamento più vicino a quello naturale, con maggior tempo dedicato alla ruminazione, che si compie più lentamente con atti masticatori per bolo ruminale più numerosi. Il maggior benessere degli animali è evidente anche alla valutazione della mucosa ruminale che presenta minore incidenza di lesioni.



Il minore consumo di combustibili fossili si traduce in un risparmio economico per l'azienda e un ridotto impatto ambientale.



Il sistema automatico di alimentazione non esonera comunque l'allevatore dagli abituali passaggi di controllo degli animali e richiede che sia prestata una certa attenzione al suo funzionamento, sia nella fase di avviamento dell'impianto che nella operatività quotidiana, in modo da evidenziare subito eventuali problemi nei percorsi o nelle distribuzioni.





Controllo da remoto del comportamento e dei parametri indicativi dello stato di salute degli animali

Negli ultimi anni si è osservato un trend che indica come l'allevamento del bovino da ingrasso nell'areale padano si stia evolvendo in direzione di aziende di dimensioni sempre maggiori, questo soprattutto nell'ottica di ottimizzare gli investimenti, i costi di gestione, ma anche per valorizzare preziose competenze tecniche e professionali maturate nel tempo. Questa maggiore dimensione di allevamenti permette di aumentare l'efficienza economica, tuttavia, per rispondere alle istanze dell'opinione pubblica che chiede "più attenzione per l'ambiente, più benessere animale e meno uso del farmaco" è fondamentale affinare le pratiche di controllo e monitoraggio degli animali in modo da individuare il più precocemente possibile stati di sofferenza dei bovini e insorgenza di malattie. A questo maggior controllo sui singoli soggetti si aggiunge anche la necessità di tutelare la sicurezza fisica del personale di stalla a contatto diretto con gli animali.

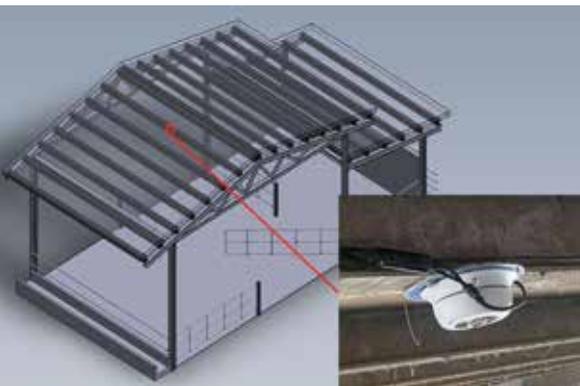
Negli ultimi anni la zootecnia di precisione ha fatto notevoli passi in avanti per venire incontro anche a questo tipo di esigenze, sebbene in molti casi sia ancora a livello sperimentale. È esattamente in questo frangente che si colloca il prototipo di sistema di monitoraggio progettato e testato nell'ambito del progetto LowEMeat. L'obiettivo è stato dunque quello di selezionare strumenti versatili e a basso costo da impiegare per identificare precocemente i capi che presentano o sono in procinto di sviluppare problemi sanitari favorendo interventi sanitari efficaci e mirati, che contribuiscono a ridurre il consumo di farmaco e a limitare le perdite in termini di performance.

Per raggiungere questo obiettivo è stato selezionato un box di prova presso la Stalla Sociale Cooperativa di Monastier, dove sono state installate le attrezzature che hanno portato alla raccolta di video, immagini termografiche utili all'identificazione dei vitelloni, e che sono state successivamente utilizzate per monitorare gli spostamenti effettuati nell'arco della giornata (distanza percorsa), il tempo di permanenza in mangiatoia e all'abbeveratoio per bere, e la temperatura corporea.





La strumentazione utilizzata



Telecamera a soffitto.



Telecamera frontale e termocamera

Gli strumenti utilizzati per la raccolta dei dati sono stati i seguenti:

- telecamere con visuale dall'alto per lo sviluppo del sistema di tracciamento degli spostamenti (metri percorsi nelle 24 ore: m/giorno) e del tempo speso in mangiatoia (minuti/giorno);
- telecamera frontale posizionata davanti l'abbeveratoio per la misurazione del tempo speso a bere (minuti/giorno);
- termocamera per la misura della temperatura corporea (°C);
- RFID (identificazione a radiofrequenza) per il riconoscimento dei singoli individui. Questo sistema di riconoscimento dell'individuo è stato parte del testing iniziale del progetto, tuttavia in un secondo momento si è deciso di adoperare un sistema di identificazione basato sul riconoscimento delle ultime 4 cifre della marca auricolare, raccolte tramite termocamera frontale nel momento in cui l'animale si recava a bere.

In un secondo momento è stato aggiunto anche un sistema di rilevazione dei dati ambientali tramite dei sensori di temperatura e umidità posizionati all'interno del box.



Funzionamento del sistema



Il tracciamento degli spostamenti è stato eseguito rilevando nelle immagini la sagoma degli animali e seguendola nella sequenza di frame.

Quando un animale si trovava nelle vicinanze dell'abbeveratoio, venivano ottenute dagli altri due sistemi anche le informazioni su identità e temperatura. Ogni dieci minuti venivano registrati su file i metri percorsi dall'animale, i minuti di stazionamento in mangiatoia (tramite telecamera a soffitto), e all'abbeveratoio (tramite telecamera frontale).



La telecamera frontale posta davanti l'abbeveratoio inoltre identifica l'animale tramite sistema di riconoscimento della marca auricolare.

Quando appare il riquadro verde il sistema riconosce che l'animale è all'abbeveratoio, ma non sta bevendo.

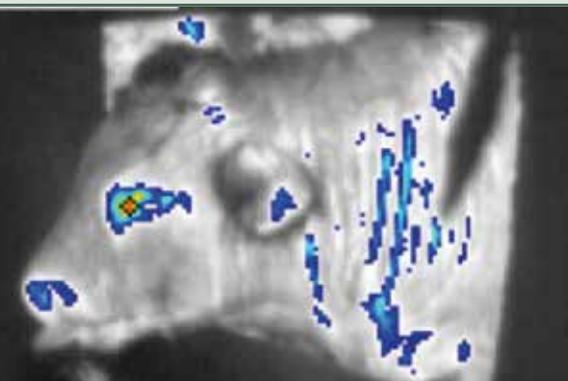


Quando appare il riquadro rosso il sistema riconosce che l'animale sta bevendo.

Il riquadro giallo permette il riconoscimento delle 4 cifre identificative dell'animale.



Risultati



Nel momento in cui l'animale si reca a bere viene eseguita inoltre la misurazione della temperatura tramite termocamera ad infrarossi posizionata davanti l'abbeveratoio. Il sistema misura la temperatura a livello dell'occhio in quanto essendo zona non coperta da pelo né sporcia questo rende la misurazione più affidabile.

L'output dei dati fornito dal sistema per i gruppi di animali, controllati presso la Stalla Sociale di Monastier, è costituito da migliaia di record contenenti le informazioni relative agli spostamenti, all'attività in mangiatoia e abbeveratoio, e ai dati di temperatura corporea. Per istruire il sistema in modo che esso sia in grado di individuare precocemente gli animali con segni di sofferenza, è stato necessario validare le informazioni raccolte in modo automatizzato, con dati sullo stato di salute degli animali registrati dai ricercatori e dal personale di stalla osservando direttamente sui bovini.

In questo modo è stato possibile studiare il comportamento degli animali sani rispetto a quello degli animali che hanno manifestato sintomi tali da richiedere un trattamento farmacologico per individuare eventuali alterazioni del pattern comportamentale.

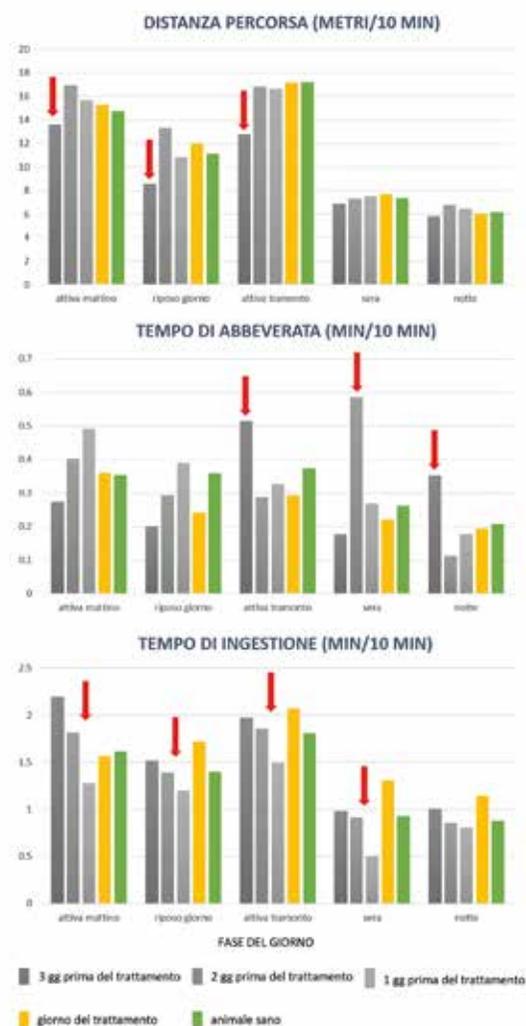
Dal momento che fisiologicamente i comportamenti possono essere influenzati dalla fascia oraria e dalla stagione, per le elaborazioni ogni giornata è stata suddivisa in diversi momenti. Sono state individuate due fasi normalmente caratterizzate da una maggiore attività: al mattino (fase "attiva mattino") e al tramonto (fase "attiva tramonto"), e tre fasi caratterizzate da un maggior riposo: fase "riposo giorno", e le fasi "sera" e "notte". Per i soggetti che all'osservazione diretta di ricercatori e personale di stalla hanno manifestato sintomatologia e/o sono stati trattati, è stato analizzato in dettaglio il comportamento nei giorni immediatamente precedenti l'insorgenza di sintomi e/o il trattamento rispetto a soggetti sani.

1. Monitoraggio del comportamento

I risultati fin qui raggiunti permettono di evidenziare alcune modifiche del comportamento degli animali malati. Per esempio tre giorni prima del trattamento è evidente una sensibile riduzione della distanza percorsa almeno durante le fasi diurne (**figura 1**), mentre 2 o 3 giorni prima del trattamento si osserva il progressivo aumento dei tempi di abbeverata con picchi pronunciati al tramonto e nelle ore notturne e serali. Il tempo trascorso in mangiatoia invece sembra diminuire progressivamente nei giorni precedenti il trattamento in tutte le fasi della giornata, mentre nel giorno di trattamento si osserva un aumento che può essere considerato una forma di compensazione della minore ingestione registrata dei giorni precedenti (**figura 1**).

Questi risultati evidenziano che, come da obiettivi del progetto, il prototipo di sistema di monitoraggio installato presso la Stalla Sociale di Monastier funziona e può fornire indicazioni davvero utili all'allevatore per migliorare il benessere degli animali, ridurre le perdite e rendere più efficiente l'allevamento con minor uso di risorse. Tuttavia, ulteriori approfondimenti, analisi e affinamento degli algoritmi di riconoscimento si rendono necessari per confermare gli schemi di comportamento fin qui evidenziati, è per questo motivo che sarebbe auspicabile continuare con la raccolta di dati comportamentali e clinici.





► **Figura 1**

Distanza percorsa (m/10min), tempo all'abbeveratoio e tempo in mangiatoia (min/10min) di vitelloni e manze di razza Limousine in diverse fasi della giornata e in relazione al loro stato di salute.

2. Monitoraggio della temperatura

Le misurazioni della temperatura corporea effettuate con la termocamera risentono dell'effetto della temperatura ambientale. Dai dati riportati in **figura 2** si osserva infatti come l'andamento della temperatura massima misurata sugli animali (linea blu) segua l'andamento della temperatura massima ambientale (linea in giallo).

► **Figura 2.** Andamento della temperatura massima dell'animale (tracciato blu) rispetto alla temperatura massima ambientale (tracciato giallo). Dal grafico si può osservare come per temperature ambientali più basse la temperatura misurata con termocamera fosse inferiore rispetto a quella misurata con termometro, questo errore di misurazione è andato diminuendo all'aumentare delle temperature ambientali, evidenziando così l'influenza della temperatura ambientale sull'errore di misura.



Detto questo però, a livello pratico è importante capire se la misurazione della temperatura corporea effettuata con la termocamera riflette realmente la temperatura dell'animale ed eventualmente quali correttivi bisogna mettere in atto per migliorarne le performance predittive della strumentazione.

Nella **figura 3**, sono riportati gli scostamenti tra la misura effettuata con termometro (linea rossa) e quella rilevata dalla termocamera (tracciato blu). Si osserva come la temperatura misurata tramite termocamera nel corso del tempo si sia avvicinata sempre di più alla linea rossa,

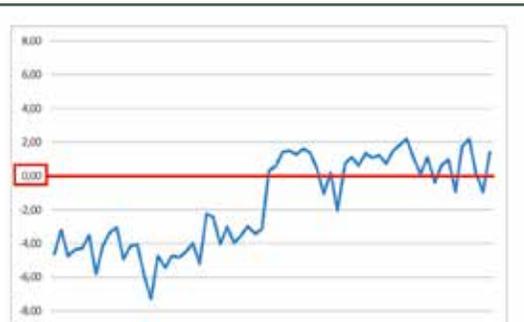
indicando come lo scostamento tra le due temperature misurate si stia progressivamente avvicinando allo zero e quindi alla quasi perfetta corrispondenza tra i due metodi di misurazione.

> Figura 3

In rosso si evidenzia la condizione ideale di errore di misura nullo.

In blu lo scostamento tra temperatura rilevata con termometro rettale rispetto alla temperatura misurata con termocamera.

Quando il tracciato blu incontra la riga rossa (valore zero) significa che esiste perfetta corrispondenza tra le due temperature.



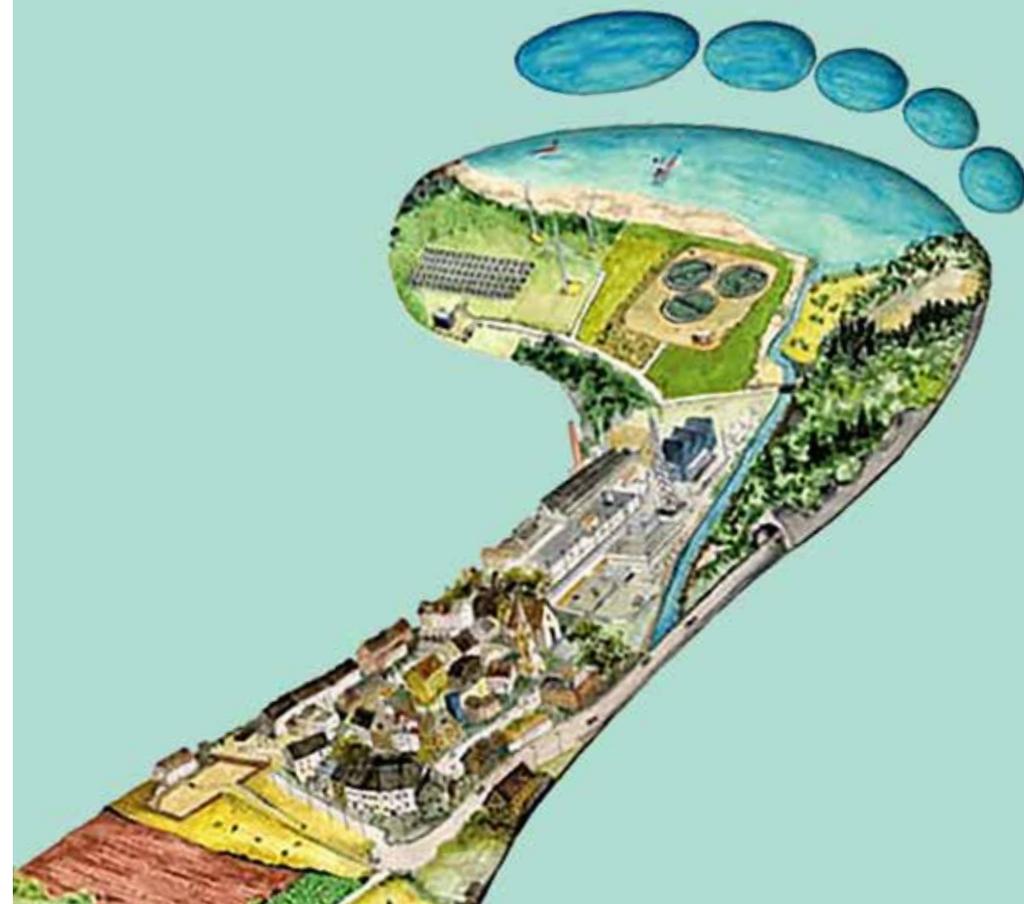
Con i dati al momento disponibili la misurazione della temperatura corporea tramite termocamera risulta essere più precisa quando la temperatura ambientale media è superiore ai 25°C. Per temperature inferiori si è stimato di poter correggere il dato applicando un coefficiente di 0,16°C per ciascun grado °C di differenza al di sotto dei 25 °C. Per quanto riguarda la capacità di predizione dei problemi sanitari, purtroppo il numero di casi di animali che si sono ammalati si è rivelato troppo basso e in questa fase quindi non si possono trarre delle conclusioni di carattere definitivo. Tuttavia, il sistema si è rivelato promettente, anche se ancora a livello sperimentale, per cui è stato replicato in un secondo gruppo sperimentale ed è attualmente è ancora in funzione per ulteriori test di sensibilità.

Conclusioni

C'è una grande aspettativa da parte degli allevatori di avere a disposizione sistemi di controllo della salute e del benessere degli animali da remoto.

La registrazione del comportamento da remoto ha consentito di individuare dei pattern comportamentali differenti per animali sani e malati. Tuttavia gli algoritmi che individuano i capi con problemi richiedono un ulteriore lavoro di verifica per ottenere un sistema applicabile su larga scala.

Il sistema di rilevazione della temperatura da remoto con termocamera si è dimostrato affidabile se il dato raccolto viene corretto considerando la temperatura ambientale. In questa fase è ancora complesso dare un giudizio sulla sua capacità di predizione dello stato di salute dell'animale, in quanto la casistica rilevata nel box di prova è stata insufficiente per effettuare elaborazioni statistiche robuste.



La PEF

(Product Environmental Footprint)
o Impronta Ambientale di Prodotto
come strumento di valutazione
delle performance ambientali
degli allevamenti e delle innovazioni
introdotte da LowEMeat

In cosa consiste la PEF

La PEF è un sistema di analisi complesso, che considera 16 indicatori (**tabella 1**), riferibili principalmente a cinque categorie di impatto relative ai cambiamenti climatici, al particolato e allo smog, all'eutrofizzazione delle acque, al consumo di acqua, alla tossicità per gli esseri umani e gli ecosistemi. Il sistema di calcolo alla fine genera un report che evidenzia lo stato della singola azienda. Lo strumento della PEF nel caso del progetto LowE-Meat è stato utilizzato per valutare gli impatti ambientali relativi a 1 kg di carne bovina in allevamenti del Veneto, considerando l'intero ciclo di produzione, dal campo con la fase di produzione degli **alimenti fino al macello, con la valutazione di pesi e rese della carcassa**. La PEF è stata applicata inoltre per quantificare l'effetto delle misure degli interventi attuati in campagne e in stalla nel corso del progetto per la riduzione dell'inquinamento ambientale. Il sistema PEF può essere utile per individuare specifici punti critici delle diverse aziende e quindi **per programmare gli interventi mirati a migliorare le prestazioni ambientali di ogni singolo allevamento** purché ci sia la disponibilità a raccogliere con puntualità i dati che verranno successivamente descritti.

► **Tabella 1:** Specifiche tecniche degli Indicatori di Impatto generati dall'analisi PEF

Categorie di impatto	Indicatore	Descrizione
Cambiamenti climatici (GWP 100 - IPCC 2013)	kg CO2 eq	Capacità di un gas a effetto serra di influenzare i cambiamenti della temperatura media globale dell'aria a livello del suolo e alle successive variazioni di diversi parametri climatici e dei loro effetti (espresso in unità di CO ₂ -equivalenti e in uno specifico arco temporale: 100 anni).
Riduzione dello strato di ozono (WMO 1999)	kg CFC-11 eq	Degradazione dell'ozono stratosferico dovuta alle emissioni di sostanze lesive dell'ozono, quali gas contenenti cloro e bromo di lunga durata (per esempio CFC, HCFC, halon).
Tossicità per gli esseri umani - effetti cancerogeni (Rosenbaum et al. 2008)	CTUh (unità tossica comparativa per gli esseri umani)	Effetti negativi sulla salute degli esseri umani causati dall'assunzione di sostanze tossiche per inalazione di aria, ingestione di cibo/acqua, penetrazione cutanea, nella misura in cui si tratta di sostanze cancerogene.
Tossicità per gli esseri umani - effetti non cancerogeni (Rosenbaum et al. 2008)	CTUh (unità tossica comparativa per gli esseri umani)	Effetti negativi sulla salute degli esseri umani causati dall'assunzione di sostanze tossiche per inalazione di aria, ingestione di cibo/acqua, penetrazione cutanea, nella misura in cui si tratta di sostanze non cancerogene non causate da particolato/smog provocato dalle emissioni di sostanze inorganiche o da radiazioni ionizzanti.
Particolato/smog provocato dalle emissioni di sostanze inorganiche (UNEP 2016)	Incidenza di malattia	Effetti avversi sulla salute umana causati dalle emissioni di particolato (PM) e dai suoi precursori (NO _x , SO _x , NH ₃).

Categorie di impatto	Indicatore	Descrizione
Radiazione ionizzante - effetti sulla salute umana (Dreicer et al. 1995)	kg U235 eq	Effetti negativi sulla salute umana causati da emissioni radioattive.
Formazione di ozono fotochimico (Van Zel et al. 2008 applicato in ReCiPe)	kg NMVOC eq	Formazione di ozono al livello del suolo della troposfera causata da ossidazione fotochimica di composti organici volatili (VOC) e monossido di carbonio (CO) in presenza di ossidi di azoto (NO _x) e luce solare. Alte concentrazioni di ozono troposferico a livello del suolo sono dannose per la vegetazione, le vie respiratorie dell'uomo e i materiali artificiali attraverso la reazione con materiali organici.
Acidificazione (Seppala et al. 2006, Posch et al. 2008)	molc H ⁺ eq	Ripercussioni delle sostanze acidificanti sull'ambiente. Le emissioni di NO _x , NH ₃ e SO _x comportano il rilascio di ioni idrogeno quando i gas sono mineralizzati. I protoni favoriscono l'acidificazione dei suoli e delle acque, se rilasciati in superfici dove la capacità tampone è bassa, con conseguente deterioramento delle foreste e acidificazione dei laghi.
Eutrofizzazione terrestre (Seppala et al. 2006, Posch et al. 2008)	mol N eq	I nutrienti (principalmente azoto e fosforo) di scarichi fognari e terreni agricoli fertilizzati accelerano la crescita di vegetazione. Il deterioramento di materiale organico consuma ossigeno provocando così carenza dello stesso.
Eutrofizzazione acquatica (Struijs et al. 2009 attuato in ReCiPe)	kg P eq	I nutrienti (principalmente azoto e fosforo) di scarichi fognari e terreni agricoli fertilizzati accelerano la crescita di alghe e altra vegetazione nelle acque. Il deterioramento di materiale organico consuma ossigeno provocando così carenza dello stesso e, in alcuni casi, moria ittica.
Eutrofizzazione marina	kg N eq	I nutrienti (principalmente azoto e fosforo) di scarichi fognari e terreni agricoli fertilizzati accelerano la crescita di alghe e altra vegetazione nelle acque. Il deterioramento di materiale organico consuma ossigeno provocando così carenza dello stesso e, in alcuni casi, moria ittica.
Ecotossicità per l'ambiente acquatico, acqua dolce (Rosenbaum et al. 2008)	CTUe (unità tossica comparativa per gli ecosistemi)	Impatti tossici su un ecosistema, che danneggiano le singole specie e modificano la struttura e la funzione dell'ecosistema.
Trasformazione del terreno (Beck et al. 2010 e Bos et al. 2016)	pt	Utilizzo e trasformazione del territorio con attività quali agricoltura, costruzione di strade, case, miniere, ecc. L'occupazione del suolo considera gli effetti della destinazione del suolo, la superficie del territorio interessato e la durata della sua occupazione (variazioni della qualità moltiplicate per superficie e durata).
Uso dell'acqua (UNEP 2016)	m ³ world eq	Uso di m ³ di acqua connesso alla scarsità locale di acqua.
Uso delle risorse (minerali e metalli) (Guinée et al. 2002 e Van Oers et al. 2002)	kg Sb eq	kg di antimonio (Sb) equivalente.
Uso delle risorse fossili (Guinée et al. 2002 e Van Oers et al. 2002)	MJ	MJ

Come si è svolto lo studio PEF

Nel caso dell'allevamento del bovino da carne, sono state analizzate la fase di produzione degli alimenti destinati agli animali (prodotti in azienda o acquistati) e l'attività di allevamento dei bovini. Per cercare di dare una rappresentazione abbastanza fedele della situazione della produzione della carne bovina in Veneto sono stati raccolti i dati da otto aziende, site nelle diverse Province (Treviso, Vicenza, Venezia, Verona e Rovigo). Sempre per garantire una buona rappresentatività sono stati inclusi allevamenti con diversa numerosità di capi allevati (da 400 a 2800 unità) che allevano bovini di razze da carne francesi (Charolaise e Limousine). L'unità di analisi considerata per il ciclo di vita è stata il chilogrammo di carne (peso vivo).

I dati raccolti per la valutazione degli impatti derivanti della produzione degli alimenti a uso zootecnico sono stati:

- Il consumo di sementi
- Il consumo di fertilizzanti organici e chimici
- Il consumo di diserbanti e fitofarmaci
- Il consumo di combustibili, grassi e oli per tutte le lavorazioni
- Il consumo di acqua (prevalentemente di irrigazione)
- Il consumo di energia elettrica
- La produzione delle colture

Per la valutazione degli impatti derivanti dalla fase di allevamento dei bovini sono stati raccolti i seguenti dati:

- Il consumo acqua di abbeverata e per le pulizie
- Il consumo di alimenti (sia di produzione aziendale che acquistati)
- Il consumo di energia elettrica
- Il consumo di combustibili (preparazione razione, movimentazione animali)
- Il consumo di farmaci
- La produzione di rifiuti
- La tipologia e la quantità di effluenti zootecnici
- Il peso degli animali in entrata e uscita dall'allevamento

L'insieme di queste informazioni inserite in un programma di calcolo specifico hanno generato un report articolato. Per ciascuno dei 16 indicatori di impatto sono riportati tre valori: il primo è il valore complessivo di impatto, il secondo riporta il contributo della fase mangimi e il terzo quello della fase di allevamento. In **Tabella 2** sono riportati a titolo di

esempio 3 indicatori su 16. Appare evidente come l'indicatore relativo ai cambiamenti climatici sia più influenzato dalla fase di allevamento (produzione di metano enterico e per volatilizzazione dalle deiezioni) piuttosto che dalla fase di coltivazione, che invece influenza di più la riduzione dello strato di ozono.

► **Tabella 2** : Risultati ottenuti dall'applicazione della metodologia PEF all'allevamento di bovini su tre indicatori scelti a titolo di esempio PEF

Categoria di impatto	Indicatore	Totale per 1 kg di bovino vivo	Produzione Mangimi	Allevamento Bovini
Cambiamenti climatici	kg CO2 eq	10,44	1,67	8,77
Riduzione dello strato di ozono	kg CFC-11 eq	2,31E-08	2,05E-08	0,26E-08
Particolato/smog provocato dalle emissioni di sostanze inorganiche	Incidenza di malattia.	1,69E-06	1,38E-07	1,55E-06

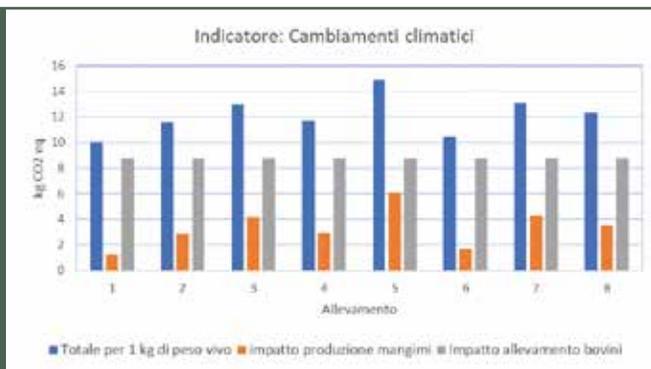
Alcune considerazioni sui risultati ottenuti dall'applicazione della PEF:

1. La valutazione fatta al momento zero ossia con dati raccolti all'inizio del progetto ci ha permesso di avere un ordine di grandezza di tutte le tipologie di impatti. In letteratura infatti è possibile trovare analisi relative alla produzione di CO2 equivalente o all'impronta idrica, in questo caso si possono fare considerazioni anche su altri tipi di impatti che generalmente non sono noti. L'aspetto più interessante quindi di un'analisi così complessa che ci aiuta a prendere coscienza della numerosità di effetti ambientali causati dalle attività antropiche e che l'allevamento dei bovini non è escluso da questi. L'applicazione di una metodologia codificata nell'effettuare la valutazione PEF consente di fare delle comparazioni tra allevamenti. In **figura 1** è riportato l'indicatore dei cambiamenti climatici delle otto aziende considerate nello studio. Dal grafico emerge una certa differenza tra allevamenti con un valore dell'indicatore complessivo che va da un minimo di 10 a un massimo di 15 kg CO2 eq. In tutte le aziende è la fase di allevamento quella che contribuisce maggiormente al risultato complessivo ma questo apporto è di fatto costante tra allevamenti (circa 8,7 kg CO2 eq) perciò quello che fa veramente la differenza tra aziende è la fase di produzione dei mangimi. Le operazioni effettuate in campo possono quindi incidere sull'indicatore totale da un minimo del 12% fino a un massimo del 41%.

Un ragionamento del tutto analogo si può fare anche per l'Indicatore di particolato/smog provocato dalle emissioni di sostanze inorganiche e importante marcatore della qualità dell'aria (**Figura 2**). Questi risultati devono spingere le aziende a una analisi della situazione e al confronto per individuare le strategie più efficaci da applicare per andare nella direzione del miglioramento di performance ambientali.

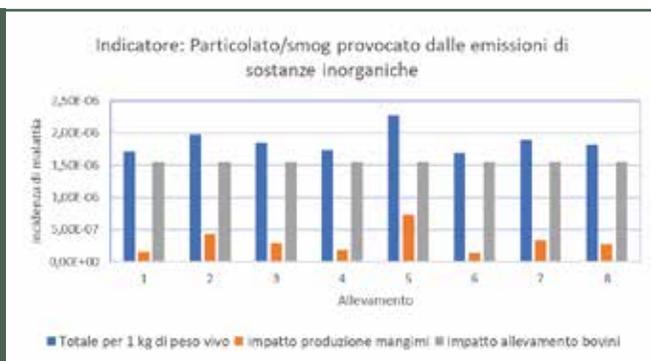
> Figura 1:

Indicatore dei cambiamenti climatici calcolato per le otto aziende coinvolte nello studio



> Figura 2:

Indicatore di Particolato/smog provocato dalle emissioni di sostanze inorganiche calcolato per le otto aziende coinvolte nello studio



2. Nel progetto LowEMeat l'obiettivo era agire sulla riduzione dei gas climalteranti e su quelli con effetti sull'inquinamento dell'aria (particolato e smog). Pertanto tutti gli interventi studiati (attenzione alle concimazioni, efficienza nella raccolta e stoccaggio degli alimenti, modalità di distribuzione degli alimenti) non necessariamente hanno portato a un miglioramento di tutti gli indicatori. I valori di riferimento iniziali sono comunque di interesse se si intende, in futuro, studiare l'efficacia di altre azioni a valenza ambientale.

3. Le aziende che nel progetto hanno testato il protocollo di concimazione mirata (che nella maggior parte dei casi ha portato a una riduzione dell'uso del concime chimico azotato) hanno registrato una variazione significativa degli indicatori relativi al cambiamento climatico, allo strato di ozono, all'uso delle risorse minerali e di quelle fossili.

In **tabella 3** è riportata per ciascun indicatore la forchetta di miglioramento (in percentuale); l'effetto più rilevante degli interventi sulla concimazione mirata si osserva sull'uso delle risorse minerali e dei metalli e sullo strato di ozono.

> Tabella 3:

Diminuzione degli impatti per effetto della concimazione mirata

DIMINUIZIONE IMPATTI CONCIMAZIONE MIRATA

CAMBIAMENTI CLIMATICI	0.3 - 0.5%
RIDUZIONE DELLO STRATO DI OZONO	6.9 - 4.1%
USO RISORSE - MINERALI E METALLI	13.3 - 6.3%
USO RISORSE - FOSSILI	2.2 - 2.3%

La stalla sociale di Fossalunga che ha testato sia interventi effettuati in campagna che in stalla ha avuto un netto miglioramento delle performance ambientali misurabile con la variazione di molti indicatori.

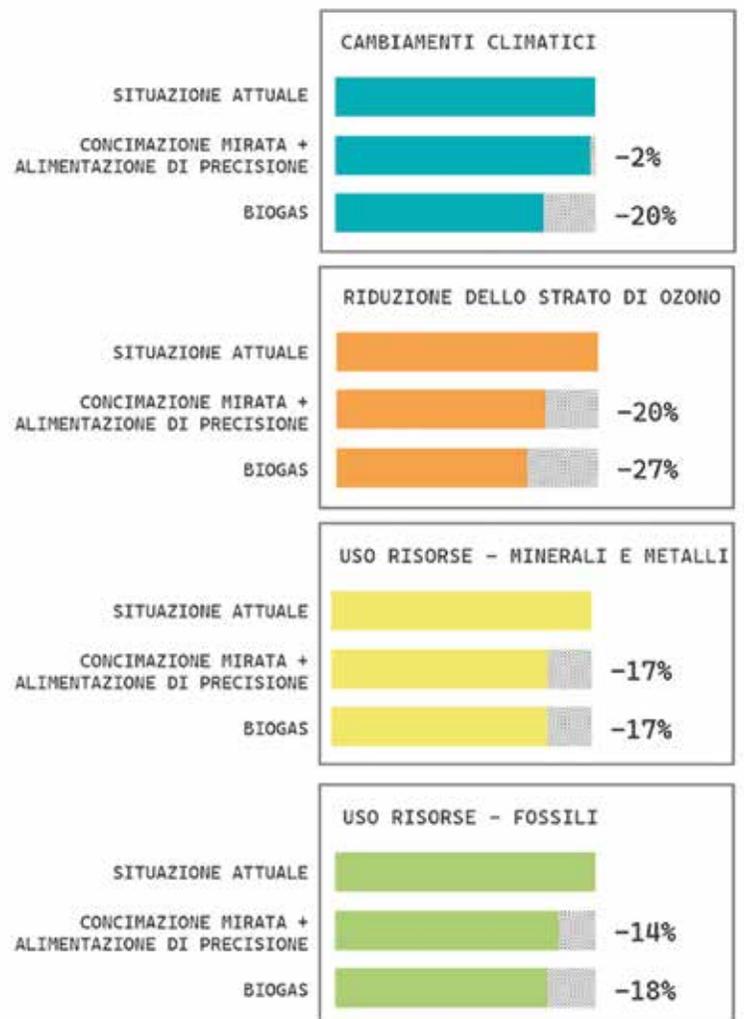
In **Figura 4** sono riportati i principali miglioramenti rispetto al riferimento iniziale (situazione attuale) della Stalla Sociale di Fossalunga. Sull'indicatore dei cambiamenti climatici incide relativamente poco l'introduzione della concimazione mirata o l'introduzione del sistema automatico di alimentazione, mentre ha un impatto molto importante la presenza dell'impianto di biogas (l'entità del miglioramento netto è del 18%). Questo si spiega con il fatto che questo indicatore è fortemente condizionato dalle produzioni di metano enterico derivante dai processi digestivi dell'animale e di quello che si libera per volatilizzazione dalle deiezioni. L'inserimento del digestore, sottraendo di fatto la quasi totalità del metano delle deiezioni, riduce significativamente il potenziale impatto della stalla sull'indicatore di cambiamento climatico.

Il sistema di alimentazione automatizzata fa registrare un evidente miglioramento dell'indicatore sull'uso delle risorse fossili, questo soprattutto per effetto della riduzione dell'uso di combustibile fossile dato che l'impianto funziona in elettrico e il consumo di combu-

stibili fossili per la stalla si limita alle operazioni di rifornimento dell'area di preparazione dell'Unifeed e alle operazioni di pulizia.

Come abbiamo già visto prima, la concimazione mirata anche in questa azienda concentra i suoi benefici prevalentemente sull'indicatore "USO RISORSE - MINERALI E METALLI".

► Figura 4:



Conclusioni

Con il progetto LowEMeat sono state testate delle buone pratiche agronomiche (valorizzazione degli effluenti zootecnici, ottimizzazione dell'uso dei fertilizzanti chimici, controllo della fase di raccolta e stoccaggio degli alimenti a uso zootecnico) e alcune innovazioni da applicare in stalla (distribuzione automatizzata dell'unifeed, controllo da remoto di comportamento e temperatura corporea degli animali) con l'intento di aumentare la sostenibilità ambientale (con particolare riguardo alla qualità dell'aria dei cambiamenti climatici) dell'allevamento del bovino da carne in Veneto. La sfida del progetto era dare una "misura" dell'efficacia ambientale a questi interventi!

L'applicazione dell'analisi PEF, si è dimostrata un valido strumento di misurazione dei benefici ambientali determinati dai cambiamenti gestionali testati nei tre anni di lavoro. L'aspetto più interessante dell'applicazione di questa metodologia è che anche cambiamenti considerati "marginali" o comunque di natura prettamente gestionale hanno prodotto risultati misurabili e su molteplici indicatori. Questo risultato deve quindi incoraggiare gli allevatori a perseguire la strada di cambiamento che spesso si concretizza con una modifica della prassi operativa più che sulla scelta di onerosi investimenti.

Considerando l'importanza che gli aspetti ambientali (cambiamenti climatici e qualità dell'aria) stanno assumendo nelle scelte gestionali degli allevamenti (per effetto della normativa e di provvedimenti di protezione della salute pubblica) l'approccio PEF consentirà in primo luogo di individuare le aree prioritarie sulle quali intervenire e successivamente di effettuare una stima del costo/beneficio di possibili interventi di mitigazione da adottare.

Più in generale i risultati di questo progetto potranno essere utili anche per una programmazione territoriale degli interventi da sostenere considerando il livello di applicabilità, l'investimento richiesto e gli effettivi risultati prodotti in termini dei benefici per la salute dell'ambiente e dell'uomo.

AZIONE 4. Formazione produttori

Come previsto dal progetto il GO ha organizzato i corsi di formazione dal titolo “Ridurre le emissioni di gas a effetto serra e di ammoniaca prodotte in zootecnia”. I corsi hanno avuto come obiettivo di divulgare i risultati del progetto LowEMeat e di fornire, in un quadro più ampio, una serie di nozioni teoriche e pratiche relative al miglioramento della gestione aziendale al fine di ridurre l’impatto ambientale prodotto dalla zootecnia da carne. Il GO del progetto LowEMeat, ha avuto molta attenzione alla parte relativa alla formazione, in quanto la sostenibilità degli allevamenti inizia con la presa di coscienza da parte dell’agricoltore/allevatore delle possibili aree di intervento considerando soprattutto l’applicazione di buone pratiche agronomiche e di allevamento.

Nella formulazione del programma di corsi, il GO si è in primo luogo ispirato ai temi affrontati con le innovazioni studiate in LowEMeat (valorizzazione agronomica degli effluenti zootecnici, concimazione mirate del colture del progetto, alimentazione di precisione dei bovini) ma sono stati anche trattati altri temi collegati alla sostenibilità come ad esempio l’uso razionale della risorsa acqua (in campagna e in stalla) e la valorizzazione dei sottoprodotti aziendali per la produzione di energia o di prodotti ad alto contenuto tecnologico (bioplastiche). Accanto ai temi di natura tecnica sono stati considerati anche gli aspetti delle politiche europee sui temi ambientali, delle certificazioni ambientali e della comunicazione verso i consumatori e l’opinione pubblica. Il dettaglio delle tematiche affrontate dai corsi è riportato nella tabella sottostante. Sono stati numerosi i docenti coinvolti durante i corsi di formazione, docenti universitari (Dipartimenti MAPS, ICEA, TESAF, DAFNAE e DII – Università degli Studi di Padova, Gottardo Flaviana, Rossetto Luca, GianMaria Concheri, Andrea Pretto, Anna Mazzi, Giulio Cozzi, Paolo Berzaghi, Marina Basaglia) ma anche tecnici del settore (prevalentemente Agronomi e Veterinari, Lorenzo Benvenuti, Stefano Guercini, Alessandro Ferri, Claudio Ceccato, Emanuele Florian, Giorgia Fabbri, Paola Prevedello) in modo da offrire ai partecipanti la visione più ampia e aggiornata delle tematiche considerate.

Irecoop Veneto in qualità di partner del progetto ha organizzato e gestito due corsi della durata di 26 ore ciascuno e che si sono svolti nel periodo marzo – maggio 2022. Visto il perdurare dello stato di emergenza i corsi sono stati svolti interamente in modalità Fad (Formazione a distanza) su piattaforma zoom con seminari di 2 ore per 2 incontri settimanali (martedì e giovedì) dalle 17:00 alle 19:00. Le attività formative previste da progetto hanno visto in totale il coinvolgimento di 50 operatori del settore della produzione primaria (allevatori, familiari e dipendenti) non esclusivamente soci di AZOVE.

Argomenti affrontati nel corso

Dove ci porterà la nuova Politica Agricola Comunitaria?
La gestione degli effluenti zootecnici in stalla e negli stoccaggi finalizzata al contenimento delle emissioni e al miglioramento della qualità dell’aria nella stalla per aumentare il benessere animale
La produzione di biogas come strumento di contenimento delle emissioni in atmosfera: Biogas 4.0, I risultati di un percorso di innovazione, caratterizzazione di reflui e scarti mediante metodiche rapide e non distruttive per l’ottimizzazione degli impianti di Biogas.
Valorizzazione degli scarti di macellazione per la produzione di bioplastiche: un esempio di economia circolare applicata al settore della produzione della carne
Ridurre le emissioni in agricoltura e in zootecnia riconducibili alla meccanizzazione: distribuzione effluenti e concimi minerali, lavorazioni minime, agricoltura conservativa
La concimazione di precisione come strumento mitigazione delle emissioni in atmosfera: le analisi dei terreni, degli effluenti, i fabbisogni della coltura, le strategie di distribuzione nel corso dell’annata agraria.
Razionalizzare l’utilizzo della risorsa idrica negli allevamenti di bovini da carne (acqua per l’irrigazione, cenni al risparmio aziendale di acqua). Gestione terreni in ottica sostenibile affiancando al mais e al sorgo cereali foraggeri
Conservare le caratteristiche nutrizionali e di sicurezza degli alimenti zootecnici dalla fase di raccolta allo stoccaggio per migliorare l’efficienza produttiva e il benessere animale.
L’approvvigionamento degli alimenti ad uso zootecnico in un contesto nazionale ed internazionale: prospettive per il settore del bovino da carne.
L’autoproduzione di alimenti ad uso zootecnico in un’ottica di sostenibilità dell’allevamento del bovino da carne.
Alimentazione e abbeverata di precisione: strumenti tecnologici a disposizione degli allevamenti di bovini da carne per la preparazione e distribuzione della razione (controlli di qualità, metodi di distribuzione).
La zootecnia di precisione: strumenti tecnologici a disposizione degli allevamenti di bovini da carne, sistemi di monitoraggio del comportamento finalizzati alla identificazione precoce di problemi sanitari e migliorare così le performance, la salute e il benessere degli animali.
La gestione dei ristalli: strategie utili ad abbassare lo stress degli animali all’arrivo in stalla per ridurre l’incidenza delle patologie e l’uso del farmaco. Criticità emerse da Classyfarm.
Le certificazioni ambientali: la PEF (Impronta ambientale di prodotto), fattori sui quali agire per migliorare le performance ambientali per kg di carne nel settore del bovino da carne. Importanza della qualità del dato da inserire nello strumento di valutazione
Quanto è importante comunicare/informare l’opinione pubblica sulle modalità di produzione della carne.

I componenti del Gruppo Operativo LowEMeat

Coordinatore del progetto: Daniele Bonfante, (AZOVE)

Coordinamento scientifico: Flaviana Gottardo, (MAPS - Dipartimento di Medicina Animale Produzione e Salute - Università degli Studi di Padova)

- **Gruppo di lavoro sulla parte agronomica:** Simone Dante (Università di Padova MAPS), Marco Scomparin (Stalla Sociale di Monastier), Paolo Berzaghi (Università di Padova MAPS), Alessandro Ferri (Corteva AgriScience), Emanuele Florian (AZOVE).
- Gruppo di lavoro sull'alimentazione automatizzata: Fabio Lupi (presidente s.s. Fossalunga), Paola Prevedello (Università di Padova MAPS), Luisa Magrin (Università di Padova MAPS), Paola Bertolo (Università di Padova MAPS), Claudio Ceccato (AZOVE).
- **Gruppo di lavoro sul sistema di rilevamento da remoto del comportamento e della temperatura corporea dei bovini:** Andrea Pretto (Università di Padova Dip. ICEA), Gianmaria Concheri (Università di Padova Dip. ICEA), Gianpaolo Savio (Università di Padova Dip. ICEA), Giorgia Fabbri (Università di Padova Dip. MAPS) e Claudio Ceccato (AZOVE).
- **Gruppo di Lavoro sulla valutazione PEF:** Simone Dante (Università di Padova Dip. MAPS), Giacomo Franco (AZOVE), Irene Grigoletto (CSQA), Guido Croce (CSQA).
- **Supporto Amministrativo:** Stefania Fortin (AZOVE), Paolo Gera (AZOVE), Manuela Serena Lipori (Università di Padova Dip. MAPS).

Le aziende che hanno partecipato alle prove agronomiche e alla raccolta dati per la PEF

Az. Agr. ANSELMI F.Ili (VR); Az. Agr. BELTRAME Giampietro (VR); Soc. Agr. CASE LEVI s.r.l. (TV); Soc. Agr. CONVENTO (PD); Soc. Agr. DANTE (PD); Soc. Agr. FOSCA S.S. dei F.Ili Nicolin & C. (VI); Soc. Agr. GIACCON F.LLI di Giaccon M. & A. (VR); Az. Agr. MEZZANATO Antonio (RO); Soc. Agr. MIDA (PD); Soc. Agr. PIOVAN (RO); Az. Agr. PORCELLATO Federico (TV); Soc. Agr. ZECCHIN F.Ili (VE); Soc. Agr. ZOIA E SOSELLA (PD); LA ROVERE Soc. Agr. Coop. (VR); STALLA SOCIALE BONAVIGO Soc. Agr. Coop. (VR); STALLA SOCIALE di FOSSALUNGA Soc. Agr. Coop. (TV); STALLA SOCIALE di MONASTIER Soc. Agr. Coop. (TV); STALLA SOCIALE LA BATTISTEI Soc. Agr. Coop. (PD); STALLA SOCIALE LA MOLINELLA Soc. Agr. Coop. (VE); STALLA SOCIALE QUADRIFOGLIO Soc. Agr. Coop. (TV); STALLA SOCIALE SAN BOVO Soc. Agr. Coop. (PD); STALLA SOCIALE SAN GIACOMO Soc. Agr. Coop. (PD); STALLA SOCIALE SIMEONE Soc. Agr. Coop. (TV).

Ringraziamenti

Il gruppo operativo del progetto LowEMeat ringrazia per la preziosa e indispensabile collaborazione:

Emanuela Murarotto e Valerio Basso della stalla sociale di Fossalunga, Gianni e Andrea Nichele, Gianluca Gasparini e Andrea Pravato della stalla sociale di Monastier, Chiara Ferrarese, Irene Grigoletto, Marco Adami e Guido Croce di CSQA. Si ringraziano inoltre per il contributo alla progettazione dello studio e al commento dei risultati agronomici Alessandro Ferri e Matteo Piombino di Corteva Agriscience nonché Michele Boccoli di Lely per la messa a punto del sistema automatico di alimentazione.

Leader partner

AZOVE soc.agr.coop Associazione Produttori

Via del macello 9 - 35013 Cittadella (PD) | www.azove.it | e-mail: segreteria@azove.eu

Partner | Responsabile scientifico

Università degli Studi di Padova - Dipartimento di Medicina Animale, Produzioni e Salute

Viale dell'Università 16 - Legnaro (PD) | www.Unipd.it | e-mail: flaviana.gottardo@unipd.it