

Relazione del progetto 124
Carbon Foot-print degli allevamenti bovini
umbri

“BovinePrint2020”

a cura di

Massimo Chiorri, Biancamaria Torquati e Lucio Cecchini

Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari ed Ambientali (DS3A)

Indice

1. Premessa	4
2. attività svolte	4
2.1 Azione 1 - Costituzione di un' Associazione Temporanea di Scopo	4
2.2 Azione 2 - Predisposizione di schede e registri per la raccolta di dati dei processi produttivi e delle consistenze aziendali	5
DSA3 UR Economia	5
CM (Comunità Montana Monti del Trasimeno), e DSA3 UR Economia	5
Cirraf - UNIPG	7
DSA3 UR zootecnia	7
IZSUM – Scheda benessere animale	8
2.3 Azione 3 Predisposizione Tool d'elaborazione dati "Bovinprint2020"	9
2.4 Azione 4 - Raccolta delle informazioni della gestione tecnico-economica, dei dati ambientali del benessere animale.	11
2.5 Azione 5 - Esecuzione analisi chimiche e valutazione del carbonio	13
2.5.1 Metodologia di campionamento degli effluenti e determinazioni analitiche	13
2.5.2. Metodologia di campionamento dei suoli e determinazioni analitiche	13
2.6 Azione 6 - Esecuzione calcoli per la determinazione del consumo energetico, della Carbon footprint, degli indicatori economici e del benessere animale	19
2.6.1 DSA3 – UR Economia Applicata	19
2.6.1.1 Metodologia dell'analisi economica	19
a. Livello "aziendale"	20
b. Livello "Prodotto"	21
c. Livello "operazione"	22
2.6.1.2 Risultati intermedi	23
2.6.1.3 – Risultati economico-patrimoniali ed indicatori sintetici	30
Risultati – livello "aziendale"	30
Risultati – livello "prodotto"	36
Risultati – Livello "operazione"	39
2.6.2 DSA3 UR Economia - Comunità Montana Monti Trasimeno	40
2.6.2.1 Materiali, metodi e strumenti adottati	40
2.6.2.2 Risultati ambientali di sintesi	42
Risultati a Livello aziendale	43
Risultati a livello di operazione	59
Risultati a livello di prodotto	60
2.6.3 Cirraf – UNIPG	62
2.6.3.1 Materiali, metodi e strumenti	62
Analisi dell'inventario - Produzione delle razioni	63
Emissioni dirette (N ₂ O)	64
2.6.3.2 Risultati	69
Aziende da carne	72
Aziende da latte	78
2.6.4 DSA3 - UR Zootecnia	81
2.6.4.1 Materiali e metodi	81
2.6.4.2 Risultati conseguiti	82
Caratteristiche delle razioni adottate allevamenti bovini da latte	83
Caratteristiche delle razioni impiegate negli allevamenti bovini da carne.	83
Emissioni di origine enterica prodotte.	84
2.6.5 Istituto Zootecnico Sperimentale per l'Umbria e le Marche	86
2.6.6. DSA3 UR Economia Applicata predisposizione "Modello di analisi"	88
2.6.6.1 Caratteri generali - Metodologia del modello di analisi proposto	88
2.6.6.2 Identificazione e stima delle azioni migliorative	90
2.6.6.3 Modello concettuale per la valutazione aggregata della sostenibilità	91

2.7 - Azione 7 Simulazione dei risultati conseguibili ipotizzando usi alternativi dei sottoprodotti	94
2.7.1. Introduzione	94
2.7.2. Analisi chimico-fisiche ed energetiche: strumentazioni e metodologia	94
2.7.3 Strumentazione per Test ABP	94
2.7.4 Risultati della campagna sperimentale	96
2.8 Azione - Rapporto di audit e verifica con aziende	100
2.9 - Azione 2.9 proposte di azioni correttive	102
2.9.1 IZSUM – Azioni correttive rispetto al benessere animale	102
2.9.2 Ciriaf - Studio di fattibilità tecnico-economica	103
2.9.2.1 Prova su digestione pilota	103
2.9.2 Ciriaf Azioni correttive proposte	109
Applicazione di alcuni interventi correttivi alle aziende oggetto di studio	112
AZIENDE DA CARNE	112
AZIENDE DA LATTE	113
2.9.3 DSA3 UR Zootecnia - azioni proposte	114
2.10 Azione 10 - Redazione di un piano di comunicazione dei risultati conseguiti	116
2.11 Azione - Diffusione dei Risultati ed attività formative	117
2.11.1. Premessa	117
2.11.2 - ATTIVITÀ SVOLTE DALLA 3A-PARCO TECNOLOGICO AGROALIMENTARE DELL'UMBRIA	118
2.11.3 ATTIVITÀ DI DIFFUSIONE DEI RISULTATI E ORGANIZZAZIONE CONVEGNO FINALE	118
2.5.12 - Coordinamento, attività amministrativa e rendicontazione	122
3. Risultati ottenuti e discussioni	123
3.1 DSA3 - Determinazione degli indicatori ambientali e valori economici	124
3.1.1 Indicatori ambientali per unità di prodotto ACCT	124
3.1.2 Determinazione valori economici	125
3.2. Risultati dell'applicazione del Modello	132
3.3 Discussioni e conclusione	136
Bibliografia suddivisa per partner	138

1. Premessa

Il presente report è incentrato nella descrizione in dettaglio delle attività progettuali messe in essere dalla costituita ATI "BovinePrint2020", in particolare vengono dettagliate le azioni eseguite nelle diverse attività, i prodotti intermedi e finali ottenuti nonché i risultati conseguiti.

La relazione terrà conto ed evidenzierà, inoltre, le criticità emerse nell'attuazione delle azioni previste, coerentemente con gli obiettivi e con il diagramma di Gantt, proposto in fase di progettazione.

In particolare nel capitolo 2, verranno descritte nel dettaglio le diverse azioni attuate dai diversi partner con i risultati/ prodotti intermedi, la cui tabulazione viene riportata, per brevità, negli allegati tecnici, mentre nel capitolo 3 saranno dettagliati i risultati ottenuti, le criticità emerse e le conseguenti azioni correttive attuate per il raggiungimento degli obiettivi e dei risultati finali di sintesi; questi ultimi saranno dettagliati per azienda, per indirizzo produttivo e per metodo di produzione nel paragrafo 4.

Infine il crono-programma (Gantt) ed il prospetto finanziario saranno riportati rispettivamente nei paragrafi 6 e 7: quest'ultimo è dedicato al dettaglio della rendicontazione finanziaria del progetto.

2. attività svolte

2.1 Azione 1 - Costituzione di un' Associazione Temporanea di Scopo

Il mese di dicembre 2014 è stato dedicato alla costituzione dell'ATS, concretizzatasi con la registrazione dell'Atto sottoscritto da tutti i partner all'Agenzia delle Entrate di Perugia il 22 dicembre 2014.

I partner, coerentemente con il progetto presentato ed approvato con Determina dirigenziale n. 9726 del 25/11/2014, sottoscrivono l'Atto e sono, per sintesi, da ora in avanti così denominati:

- Università degli Studi di Perugia: DSA3, Dica e Ciriad
- Comunità Montana Monti del Trasimeno: P2;
- Istituto Zooprofilattico Sperimentale dell'Umbria e delle Marche: P3;
- 3A - Parco Tecnologico Agroalimentare: P4;
- Allevamento Alessio Cassano sas;
- Azienda Agricola "le due Torri;
- Agricola Ciri Snc di F. Ciri e c;
- Azienda Agricola Casale Perla;
- Azienda Agricola Bolli Paola e Figli;
- Società Agricola Luchetti Basilio e Claudio;
- Molini Popolari Riuniti Ellera-Umbertide Soc. Coop. Agr;
- Gruppo Cooperative Agricole di Trevi SCA.

Sono imputate 2 ore ciascuno per i partner da **P5 a P8**

2.2 Azione 2 - Predisposizione di schede e registri per la raccolta di dati dei processi produttivi e delle consistenze aziendali

L'azione si è svolta nel mese di dicembre 2014 e gennaio 2015, ha coinvolto congiuntamente il capofila (DSA3) e i partner Dica, Ciriaf, P2 e P3; essa si è incentrata nell'elaborazione in formato cartaceo ed elettronico di tutti gli strumenti per la rilevazione dei dati e delle informazioni aziendali riguardanti le aziende partner e delle relative attività produttive praticate.

La documentazione relativa ai registri/questionari è riportata in allegato (allegati della serie da 2.1 a 2.7 per tutti i partner pubblici), per quanto riguarda il benessere animale e l'evoluzione del carbonio nel terreno è stata predisposta rispettivamente dal IZSUM e dal Dica-UnIPG; mentre DSA3, Ciriaf e Comunità Montana Monti del Trasimeno hanno collaborato per quanto riguarda la scheda di rilevazione della tecnica produttiva e degli impieghi volti alla determinazione dei flussi energetici e dell'impiego di CO₂ equivalenti. Le schede aziendali, relative alle dotazioni strumentali e dei vari immobilizzi ed agli impieghi tecnici per coltura/allevamento, sono state predisposte esclusivamente dal DSA3. Il prodotto si sostanzia in una serie di file utilizzati congiuntamente da DSA3 – economia, Ciriaf e Comunità Montana.

DSA3 UR Economia

In allegato 2.4 viene riportata la tabellazione completa del registro per la raccolta dei dati strutturali (relativi al patrimonio ed a tutti gli investimenti, nonché alla parte finanziaria e della gestione economica contabilizzando ogni voce di spesa, relativamente a tutti i fattori produttivi, nonché al livello di imposizione fiscale, e ricavo).

In allegato 2.4.1 viene proposto il modello di riclassificazione del bilancio d'esercizio – per l'evidenziazione dei risultati economici e patrimoniali della gestione – utile alla determinazione degli indicatori generali e specifici d'efficienza (allegato 2.4.2). Inoltre nell'allegato 2.4.3 si riporta il modello per il livello di prodotto dei bilanci parziali (conto colturale e di stalla), mentre a livello di operazione in allegato 2.4.4 il modello per il costo di ogni operazione.

CM (Comunità Montana Monti del Trasimeno), e DSA3 UR Economia

Le due Unità hanno collaborato al fine di implementare ed integrare lo strumento di calcolo in possesso da cui, come programmato, si è partiti per realizzare lo strumento specifico del progetto. Congiuntamente è stata condivisa l'impostazione della raccolta delle informazioni di base sulle quali sarebbero poi state fatte delle elaborazioni finalizzate all'ottenimento dei risultati attesi.

Sono stati inizialmente individuati i settori di maggior interesse per il progetto e di conseguenza sono state definite il tipo di informazioni ed il numero di domande da inserire nel questionario per la raccolta dei dati. Il questionario utilizzato per le indagini è stato realizzato sotto forma di scheda registro attraverso la cui compilazione ed elaborazione ha consentito di ricostruire tutte le fasi del ciclo produttivo.

Le schede-registro (allegati 2.6) sono state realizzate in formato elettronico e organizzate in sezioni riguardanti rispettivamente: anagrafica aziendale, informazioni pedo-climatiche, materiali di consumo, gestione stalla, gestione terreni, utilizzo di fitofarmaci e/o di fertilizzanti artificiali/naturali, stoccaggio di carbonio, consumo di energia, beni strumentali ecc.

Inizialmente sono stati individuati i settori di maggior interesse per il progetto e di conseguenza sono state definite il tipo di informazioni e quindi il numero di domande da inserire nel questionario per la raccolta dei dati.

A parte le informazioni esclusivamente di carattere economico riguardanti i costi attribuiti ai processi o all'acquisto-vendita di forniture/prodotti, tutte le informazioni utilizzate per la definizione del bilancio economico sono servite anche per la realizzazione del bilancio energetico/GHG; è stata condivisa anche l'impostazione della raccolta delle informazioni di base sulle quali sarebbero poi state fatte le elaborazioni finalizzate all'ottenimento dei risultati attesi.

Ci si riferisce per esempio all'inventario del parco beni strumentali tra cui veicoli, mezzi agricoli, ed edifici: le informazioni riguardo alla loro quantità e qualità sono servite sia per una stima del patrimonio aziendale, sia per stimare l'energia/GHG indirette relative all'utilizzo di quei beni in quanto, secondo la metodologia adottata, ad ogni utilizzo viene corrisposto un peso in termini di energia/GHG.

Attraverso i dati rilevati è stato possibile definire subito i flussi di massa e energia in ingresso e in uscita per ogni processo produttivo individuato.

Il questionario realizzato per la raccolta di informazioni da inserire nel tool BovinePrint è stato sviluppato appositamente in maniera tale da rendere immediato l'inserimento nei database dei fogli di calcolo.

Le informazioni che vengono raccolte come dati in ingresso sono suddivise in 7 gruppi:

- Animali
- Colture
- Stoccaggio di carbonio
- Energia consumata
- Utilizzo sostanze chimiche
- Materiali di consumo
- Edifici

Per quanto riguarda le informazioni sugli animali allevati sono riferite alla tipologia, numero, tempo trascorso in azienda, numero di nascite, peso medio, kg/giorno razione, acquisti, produzione, input/output materia organica (acquistata/comprata, ...), inoltre è stato considerato anche il sistema di gestione delle deiezioni per tipologia di animale.

Per le colture vengono rilevate informazioni su tipologia, superficie, destinazione d'uso, resa/ha, nPK, erbicidi, fungicidi, materia organica, raccolta paglie, superficie lavorata, presenza leguminose nella coltura.

Una sezione è dedicata alla raccolta dei dati riguardanti lo stoccaggio di carbonio: viene rilevata la variazione della quantità di carbonio fissato nelle coltivazioni legnose (alberi da frutto, vigne, oliveti, ecc.); per i terreni lavorati ed erbai: low o no-tillage (semina diretta, inerbimento vigne, stabilizzazione prati permanenti, ecc.)

Ovviamente è presente una sezione per la registrazione delle informazioni sui consumi di energia da fonte fossile. Tipologia e quantità di energia combustibile, elettrica, uso riscaldamento o motori, quota per irrigazione e abbeveraggio degli animali e movimentazione prodotti in azienda

Sono altresì quantificati tutti gli acquisti legati ai beni consumabili nel breve termine quali sementi, fertilizzanti minerali, pesticidi, farmaci, fitofarmaci ed i materiali consumati per la produzione quali nastri, imballaggi, sacchi, corde, ecc. Inoltre in questa sezione sono inclusi tutti i mezzi meccanici e a motore e le strumentazioni e gli impianti tecnologici utilizzati per i quali vengono appuntati anno di fabbricazione, peso, materiale di costituzione, ore di uso annuo, ecc.

Altra voce che caratterizza il metodo BovinePrint2020 è l'includere nell'analisi anche le informazioni riguardanti gli edifici e le costruzioni aziendali interessate dalla produzione, quali anno di costruzione, tipologia e materiali di costruzione, poiché nel calcolo dell'impronta di carbonio viene considerato anche l'ammortamento delle emissioni equivalenti che erano state prodotte per la realizzazione degli immobili. Anche le trattorie e tutta l'attrezzatura utilizzata vengono trattati analogamente.

In allegato (All. 2.6) si riportano le schede:

- per la raccolta dei dati sugli edifici pre-compilata. I campi richiesti riguardano: denominazione, materiali di costruzione, superficie/volumetria, anno di costruzione, % utilizzata per la produzione, tempo di ammortamento tecnico.
- dell'inventario dei mezzi utilizzati in azienda per i quali vengono definiti: attività, per proprietà, peso, potenza, anno di fabbricazione, durata tecnica.
- di compilazione parziale delle quantità e tipologie di alimenti che vengono somministrati per il razionamento.
- Il registro di tutte le operazioni aziendali, suddivise in operazioni colturali, di stalla e gestione delle deiezioni (coltura o allevamento a cui sono riferiti, fase di lavorazione specifica di questo prodotto, destinazione del prodotto, quantità prodotta, superficie della coltura/UBA, n. ore funzionamento e potenza mezzi energivori, mezzi agricoli non energivori, quantità di materiali consumabili (concimi, sementi, alimentazione, combustibili, altro).

L'attività di raccolta delle informazioni attraverso l'utilizzo delle schede e l'inserimento degli inventari nel foglio di calcolo ha prodotto le seguenti quantità di dati:

1. n. 1545 file di registro totali per le 8 aziende per gli anni 2014 e 2015 di cui:
 - a. 1212 riguardanti operazioni colturali

- b. 313 riguardanti attività legate alle operazioni di stalla
- c. 20 riguardanti la gestione delle deiezioni
- 2. n. 40 produzioni colturali complessive
- 3. n. 2 gruppi di allevamento (vacche da latte e bovini da carne)
- 4. n. 40 operazioni colturali
- 5. n. 20 operazioni di stalla
- 6. n. 6 operazioni per la gestione delle deiezioni
- 7. n. 130 attività relative a tutte le operazioni
- 8. n. 70 mezzi/strumentazioni energivore
- 9. n. 100 mezzi agricoli/tecnici meccanici
- 10.n. 90 tipologie di prodotti consumati

Cirialf - UNIPG

Le rilevazioni di questa unità hanno riguardato la raccolta dati per l'analisi d'inventario, relativamente alle colture praticate, ai consumi di materiali e combustibili, alle emissioni di metano, di protossido di azoto, di anidride carbonica; per gli allevamenti le consistenze, la composizione della razione ed il consumo pro capite giornaliero, la fermentazione enterica, i consumi di energia elettrica, gasolio e metano; la gestione delle deiezioni, come emissioni e consumi energetici. La sintesi dei dati raccolti ed in parte pre elaborati per brevità vengono prodotti in allegato (All. 2.7)

DSA3 UR zootecnia

Per la zootecnia La predisposizione delle schede di rilevazione ha prodotto due tipologie diverse a seconda dell'indirizzo produttivo: bovini da latte e bovini da carne.

Bovini da latte - nella scheda di rilevazione, se utili potevano essere informazioni relative unicamente alla stima delle emissioni enteriche per le quali fondamentali sono risultate essere le informazioni relative alla composizione della mandria in termini di bovine adulte e della relativa rimonta. In tale tipo di rilevazioni fondamentali risultano essere alcune informazioni per la corretta stima della consistenza delle varie categorie di animali presenti in allevamento nel corso dell'anno, quali la mortalità neo, peri e post natale, il numero di bovine riformate o morte nel corso dell'anno, l'età al primo parto e soprattutto l'interparto medio che permette di ricavare mediante opportuni algoritmi la popolazione media delle varie categorie mediamente presente nel corso dell'anno e quindi il n. di vacche in lattazione, di vacche in asciutta, di vitelle e manze da rimonta ascrivibili alle seguenti categorie di età: 0-3 mesi; 3-6 mesi; 6-9 mesi; 9-15 mesi; 15-18 mesi; 18 mesi – mesi al primo parto (variabili da allevamento ad allevamento). Ai fini della stima dei parametri fondamentali per la stima dei nutrienti apportati e delle emissioni si è provveduto inoltre a predisporre un foglio al fine di raccogliere gli apporti dei singoli alimenti nelle razioni adottate per le categorie prima elencate, aggiungendo la categoria, quando presente, delle bovine nella seconda fase della gestazione o la quantità dei singoli alimenti caricati sul carro unifeed per le diverse categorie presenti ed il numero di razioni effettivamente caricate ogni giorno, così come la composizione dei concentrati prodotti in azienda;

Bovini da carne - Relativamente agli allevamenti bovini da carne nella scheda di rilevazione, rispetto a quella relativa ai bovini da latte si è provveduto ad aggiungere i record relativi alle cause di vendita in modo di avere le seguenti informazioni:

- n. di maschi venduti come riproduttori ed età vendita;
- n. di femmine venduti come riproduttori ed età di vendita;
- n. di maschi venduti da ristallo ed età di vendita;
- n. di femmine vendute da ristallo ed età di vendita;
- n. di maschi venduti da macello ed età e peso di macellazione;
- n. di femmine vendute da macello ed età e peso di macellazione;
- n. di vacche riformate e peso alla vendita;

nel caso della predisposizione di schede per la raccolta di dati negli allevamenti bovini da carne occorre considerare come la razione è spesso costituita da foraggi somministrati ad libitum e concentrati, piuttosto che da razioni unifeed. Per cui la quantificazione della reale capacità di ingestione non può che essere fatta a posteriori o confrontando i consumi dichiarati annualmente con le capacità di ingestioni teoriche.

IZSUM – Scheda benessere animale

E' stato innanzitutto necessario definire con esattezza gli indicatori del benessere animale da prendere in considerazione. In suddetta scelta si è puntato su rilevazioni oggettive e facilmente misurabili nonché su aspetti maggiormente presenti nella bibliografia più recente. La valutazione dell'ambiente in cui gli animali vivono permette, tramite misurazioni oggettive, di definire la qualità dello stesso. Tuttavia non è possibile giudicare il livello di benessere dell'allevamento soffermandosi solo su strutture e aspetti manageriali, ma rimane di fondamentale importanza analizzare anche le reazioni che gli animali in condizioni di allevamento restituiscono (ABMs). La valutazione è stata completata tramite l'aggiunta dell'analisi dei parametri concernenti i sistemi di condizionamento ambientale e i sistemi di gestione delle emergenze e con l'aggiunta dell'analisi del livello di biosicurezza.

Le misure sono state suddivise secondo in differenti aree.

Area A. Management e personale

Area B. Strutture ed equipaggiamento

Area C. Animal based measures

Area D. Condizioni ambientali e sistemi di allarme

Area E. Biosicurezza

Per la determinazione quali-quantitativa degli elementi determinanti il benessere ed la sanità dei bovini allevati, in tutte le loro fasi funzionali, sono state predisposti dei registri per raccogliere in modo chiaro e semplice i dati necessari per fotografare dettagliatamente la situazione esistente. Viste le diverse tipologie di allevamento prese in considerazione (allevamento per la produzione di latte e per la produzione di carne), è stato necessario differenziare due schede diverse per la raccolta dati, in quanto la diversità, a partire dalle strutture per arrivare alla tipologia e razza di animali considerati, è spesso netta tra le due categorie. Le aziende partner del progetto sono otto, di cui tre allevamenti di animali da carne (razza Chianina) e cinque allevamenti da latte. Due allevamenti (uno da latte e uno da carne) aderiscono al disciplinare del prodotto Biologico.

All'interno della lista di osservazioni individuate alcune sono state ritenute pertinenti per entrambe le tipologie di allevamento e pertanto inserite in entrambe le valutazioni. Altre, pur pertinenti per entrambe le tipologie sono state ritenute meno influenti e non inserite nella lista di osservazioni per l'una o per l'altra tipologia. Altre invece, sono pertinenti solo ed esclusivamente ad una tipologia di allevamento e quindi inserite solo in una delle due liste di osservazioni per la valutazione del benessere.

Si è giunti così alla definizione di 89 osservazioni per la tipologia "da latte" e 65 osservazioni per la tipologia "da carne", di seguito elencate suddivise per area e categoria produttiva:

2.3 Azione 3 Predisposizione Tool d'elaborazione dati "Bovinprint2020"

L'azione in oggetto si è protratta nei primi due mesi dell'attività progettuale, secondo quanto previsto dal diagramma di Gantt e parallelamente alle prime visite aziendali; ha avuto, comunque, continui aggiornamenti e revisioni anche nei periodi successivi, revisioni rese necessarie per calibrare l'azione e testare le procedure di calcolo.

Trattasi, coerentemente con quanto previsto in fase di progetto, di uno strumento semplificato ad uso aziendale per determinare l'impronta ecologica, il relativo livello espresso in CO₂ equivalenti ed il trade-off economico.

La valutazione economica, l'impostazione basata sul singolo processo produttivo, ed i forti adattamenti metodologici necessari, rappresentano il punto di forza del progetto stesso, rendendolo uno strumento flessibile, utile a molteplici impieghi operativi, sia a livello aziendale che pubblico.

Gli adattamenti, rispetto a metodi ormai consolidati come ad esempio ACCT, lo rendono utilizzabile non solo in analisi di livello aziendale, ma anche a livello di singola attività produttiva e di singola operazione, sia essa colturale, che di stalla. Opera indifferentemente sia sul processo che sul prodotto finale, evidenziando secondo le procedure di valutazione standard il livello di emissioni espresso in CO₂ equivalenti, e di bilancio energetico e carbonico.

Molteplici sono i possibili utilizzi di un software di questo tipo:

- la relativa facilità d'uso, almeno rispetto agli strumenti standard, lo rende utilizzabile anche da un operatore non particolarmente esperto e formato allo scopo;
- valutazione ex post dell'impronta carbonica a livello aziendale, di prodotto, di processo;
- determinazione del valore economico delle precedenti valutazioni;
- valutazione ex ante, e quindi in fase programmatica, della gestione dei processi produttivi in funzione del livello di emissione e del relativo impatto economico sulla gestione generale dell'azienda, della singola attività (coltura o allevamento), della singola operazione, della singola risorsa impiegata (ad es. un componente della razione);
- la determinazione del costo per unità di GHG emessa/sequestrata, può rappresentare una misura oggettiva nella quantificazione/determinazione del valore/costo dei certificati ambientali;

La funzione programmatica, di non secondaria importanza, può essere svolta anche a livello del policy maker utilizzando "Bovinprint2020" per prevedere gli impatti economici ed ambientali di alcune misure di politica. A tale scopo potrebbe essere utilizzato da una rete regionale pubblica, fornendo il servizio della determinazione/quantificazione dei Certificati Ambientali attribuibili ad una particolare impresa, attività produttiva e/o metodo di produzione.

"Bovinprint2020" si basa su un'insieme di fogli elettronici tra di loro collegati, che, operazione per operazione, ne elaborano l'impronta ambientale ed il singolo valore di costo/ricavo;

Un primo foglio (allegato 3.1, che costituisce parte del DB complessivo) descrive tutti gli impieghi aziendali di risorse, suddividendolo per attività (colture/allevamenti), dimensione della stessa (ha o UBA), rese (q, litri ecc), operazione (aratura, distribuzione unifed ecc), attrezzatura (potenza, consumi, utilizzo), mezzi tecnici impiegati (fertilizzanti, mangimi ecc). In esso con particolari routine (che utilizzano i DB ufficiali) sono ricalcolati per operazione i relativi parametri di energia diretta ed indiretta (MJ) e di produzione/sequestro di CO₂.

A supporto del DB (allegato 3.1) sono predisposti altri file per la determinazione degli Inventari e di altri consumi:

- Allegato 3.2 è relativo alla razione utilizzata nell'allevamento, determinandone la produzione complessiva di CO₂ e di energia;
- Allegato 3.3 con una descrizione puntuale delle macchine ed attrezzature aziendali, di cui si riporta la potenza, il peso, l'età, i consumi specifici, gli impieghi aziendali ecc, non che la produzione di CO₂ ed i consumi energetici; sono determinati sia gli ammortamenti economici che quelli di natura "ambientale"; forniscono alcuni parametri di base per la compilazione in automatico del Allegato 3.1;
- Allegato 3.4 ha contenuto analogo al precedente, ma serve per raccogliere e parametrizzare le informazioni sulle strutture fisse destinate al processo produttivo aziendale: hanno natura tecnica ed economica;

L'Allegato 3.5 riassume sinteticamente i parametri che nell'insieme configurano l'impronta ecologica ed il relativo trade-off economico, sia a livello di azienda che di prodotto.

Quanto esposto è chiaramente una sintesi degli indicatori elaborati, ma danno immediatamente l'idea dell'impatto ambientale ed economico relativo.

I parametri utilizzati per la determinazione del benchmark di riferimento hanno fatto riferimento, oltre alle banche dati ufficiali, anche alle informazioni/elaborazioni messi a disposizione dagli altri partner, in particolare IZSUM (benessere animale), DICA (variazioni e bilancio carbonico del terreno), DSA3-Zootecnia (valutazione dei parametri zootecnici), Ciriaf (valutazione LCA per prodotto e DSA3-Economia. Il DSA3-Economia in particolare con l'azione 6, oltre alle valutazioni classiche di natura tecnico-economica, ha messo a punto degli indici di correlazione che interpolano e sintetizzano i dati raccolti e forniscono i parametri per le elaborazioni di natura previsionale.

2.4 Azione 4 - Raccolta delle informazioni della gestione tecnico-economica, dei dati ambientali del benessere animale.

Con l'azione 4 sono stati definiti e quantificati gli inventari aziendali ed identificate le tecniche produttive negli anni considerati, come previsto dal progetto: i rilevatori delle diverse unità hanno intervistato le aziende partner, eseguendo numerosi sopralluoghi ed interviste; in una seconda fase, quanto rilevato e misurato, è stato trasferito nei format elettronici, necessari per le diverse elaborazioni. Le procedure di rilevazione sono state eseguite dal gennaio 2015 a tutto agosto 2015, momento in cui quasi tutte le produzioni agrarie interessate sono concluse.

Di seguito verranno riportati i primi risultati ottenuti distinti per Partner scientifico, ad eccezione del DICA – UNIPG che è limitato all'azione 5.

DSA3 UR Economia e Comunità Montana Monti del Trasimeno - Le procedure di rilevazione sono state eseguite dal gennaio 2015 a tutto agosto 2015, momento in cui quasi tutte le produzioni agrarie interessate sono concluse.

Parallelamente, inizialmente sotto forma raccolta spot e poi successivamente attraverso l'utilizzo delle schede di registro, sono state realizzate le visite presso le sedi amministrative e le strutture produttive delle aziende agricole partner del progetto. Sono stati rilevati sia dati consuntivi relativi all'anno 2014 che quelli relativi all'annata 2015 in corso. La rilevazione per l'anno in corso (2015) è stata svolta con cadenza mensile.

La raccolta dati, così come previsto, ha consentito di ricostruire il quadro della gestione tecnico-economica ed ambientale dell'azienda. Molto importante in questa fase di raccolta è stato anche il rapporto di collaborazione con le aziende partner. Durante i sopralluoghi è stato particolarmente utile il confronto diretto con l'imprenditore in quanto dal colloquio è emerso anche l'aspetto esperienziale della gestione dell'azienda agricola. Il confronto con l'imprenditore che ha collaborato all'implementazione, per quanto di sua competenza, dei format è stato proficuo alla luce della messa a punto delle procedure e metodiche di raccolta dei dati di base, elaborati successivamente dai partner tecnici.

Altresì si è rilevato l'interesse da parte delle aziende nei confronti dei temi legati alla sostenibilità ambientale collegata ai parametri tecnici ed economici, e quindi al significato delle azioni e che si stavano svolgendo e gli obiettivi perseguiti.

Ciriaf - UNIPG Nel caso specifico i rilevatori di questa unità hanno perseguito la raccolta dati per l'analisi d'inventario, relativamente alle colture praticate consumi di materiali e combustibili, le emissioni di metano, protossido di azoto, anidride carbonica; per gli allevamenti le consistenze, la composizione della razione ed il consumo pro capite giornaliero, la fermentazione enterica, i consumi di energia elettrica, gasolio e metano; la gestione delle deiezioni, come emissioni e consumi energetici. La sintesi dei dati raccolti ed in parte pre elaborati per brevità vengono prodotti in allegato (All. 2.7)

DSA3 – UR Zootecnia L'azione si è concretizzata nella fase di contatto vera e propria con le aziende coinvolte nel progetto, succeduta da ulteriori contatti via posta elettronica o telefonici.

Allevamenti bovini da latte - Le visite aziendali svolte, oltre alla mera raccolta delle informazioni tramite la verifica delle razioni somministrate, sono state anche integrate dalla raccolta dei cartellini relativi alla composizione dei mangimi industriali impiegati al fine di stimarne la composizione. Le visite hanno, inoltre, costituito un motivo di confronto importante, facilitato anche dalla disponibilità di quasi tutti gli allevamenti a fornire i dati precisi derivanti dal software di gestione di stalla, mentre le informazioni relative al razionamento, soprattutto del bestiame da rimonta, hanno richiesto un confronto maggiore volto a meglio definire i quantitativi degli alimenti caricati e/o poi aggiunti alle singole categorie. Infine è stato raccolto il dato relativo al prodotto nel corso dell'annata 2014-15.

Allevamenti bovini da carne - La raccolta dei dati è stata sicuramente più difficoltosa sebbene i tre allevamenti considerati avessero a disposizione il carro unifeed e razioni codificate. Più difficoltosa è stata la determinazione dell'inter-parto a causa del lacunoso sistema di assistenza tecnica e di raccolta dati in allevamento, molto spesso

ancora manuale (registro di stalla) e soprattutto all'assenza di supporti informatici di gestione stalla analoghi a quelli disponibili per l'allevamento bovino da latte.

IZSUM - Benessere animale La verifica degli aspetti concernenti il benessere animale è stata fatta direttamente in campo, effettuando quindi due visite audit per azienda. La raccolta dei dati è stata effettuata in collaborazione con le aziende partner ed ha previsto due fasi:

- un prima fase di ricostruzione delle osservazioni misurabili nell'arco di tempo che va dal 2014 al 2015, tramite l'accesso ai registri di stalla e ai dati produttivi.
- una seconda fase di doppio sopralluogo in azienda e verifica direttamente in stalla degli aspetti concernenti benessere animale e biosicurezza.

Ogni dato è stato ottenuto attraverso le seguenti azioni:

- domande poste al personale dell'allevamento (gestore) in merito alle attività gestionali
- valutazione delle strutture e delle attrezzature presenti in stalla
- osservazione diretta degli animali per la valutazione delle ABMs

Inoltre, dati riguardanti lo stato sanitario e produttivo sono stati costantemente aggiornati tramite contatto diretto con le aziende partner.

Per ciascuna azienda sarà elaborato un diagramma di flusso che schematizzi le diverse fasi del ciclo produttivo, individuando i processi di diretta responsabilità dell'azienda. Successivamente saranno rilevate le schede per la raccolta dei dati necessari alla determinazione dei flussi di massa ed energia in ingresso ed in uscita da ciascun processo incluso nel ciclo di vita esaminato.

Per il benessere animale, dopo la rilevazione, si procederà alla valutazione del rapporto esistente tra aspetto produttivo e benessere degli animali nelle varie tipologie di allevamento. Verranno infine individuati e quantificati i fattori specifici che influenzano il rapporto tra la produzione, in termini quantitativi, ed il benessere animale per individuare, a parità di impatto ambientale, la condizione "ottimale" del rapporto tra il livello produttivo dell'allevamento ed il suo indice di benessere.

2.5 Azione 5 - Esecuzione analisi chimiche e valutazione del carbonio

L'azione 5 è svolta in toto dal solo partner DICA-UnIPG ed ha previsto la determinazione del bilancio del carbonio in tutte le aziende interessate, attraverso la caratterizzazione dei reflui zootecnici utilizzati per la fertilizzazione previa analisi dei terreni. In particolare il Laboratorio di Chimica Agraria-Chimica delle Biomasse di Uso Agrario, Dipartimento di Ingegneria Civile ed Ambientale, si è occupato dell'esecuzione di:

- campionamenti di effluenti zootecnici;
- campionamenti di suolo presso le aziende Partner;
- analisi di laboratorio degli effluenti zootecnici;
- analisi di laboratorio dei suoli oggetto di studio.

Il campionamento è quindi volto ad evidenziare le variazioni di livello di Carbonio organico ed inorganico in tutte le forme, a evidenziare le variazioni funzione dei processi produttivi, a valutare le emissioni ed i sequestri effettuati da microrganismi e dai organismi vegetali.

2.5.1 Metodologia di campionamento degli effluenti e determinazioni analitiche

I materiali palabili (letame, frazione solida del digestato e compost), provenienti dal trattamento degli effluenti zootecnici, sono stati prelevati in base a quanto stabilito per i prodotti sfusi dalle metodiche pubblicate nel "Metodi di Analisi del Compost", AnPA dicembre 2001. Per quanto riguarda i materiali pompabili (liquame, digestato t.q. e frazione liquida del digestato), il campionamento è stato eseguito in base ai Metodi Ufficiali per i Fanghi di Depurazione.

I campioni delle frazioni palabili sono stati prelevati dalle concimaie a platea dotate di pareti di contenimento perimetrali. Dai cumuli venivano effettuati più subcampioni in numero non inferiore a sei e di peso non inferiore a 1,5 kg, provvedendo a scartare i 10 cm più superficiali che naturalmente si mostravano molto più secchi rispetto al resto della massa sottostante, prelevando a due differenti profondità verso il cuore del cumulo. I subcampioni venivano tra loro mescolati per portare all'analisi un campione finale del peso di circa 2 kg. Le frazioni pompabili sono state invece campionate nelle vasche di stoccaggio con l'ausilio di un dispositivo dotato di un secchio per il prelievo di liquami a diverse profondità. Tutti i campioni erano posti in vasi di vetro e refrigerati per il trasporto in laboratorio. Una volta in laboratorio i campioni erano conservati a 4 °C per le successive determinazioni analitiche.

La determinazione del carbonio organico totale è stata condotta con il metodo Springer-Klee, mentre la determinazione dell'azoto totale è stata effettuata secondo il metodo Kjeldhal che prevede la mineralizzazione del campione a 380°C in acido solforico concentrato e successiva distillazione Kjeldhal.

Per ogni azienda sono riportate le informazioni/dati generali utili ad integrare le risultanze analitiche (Allegato 5.1)

2.5.2. Metodologia di campionamento dei suoli e determinazioni analitiche

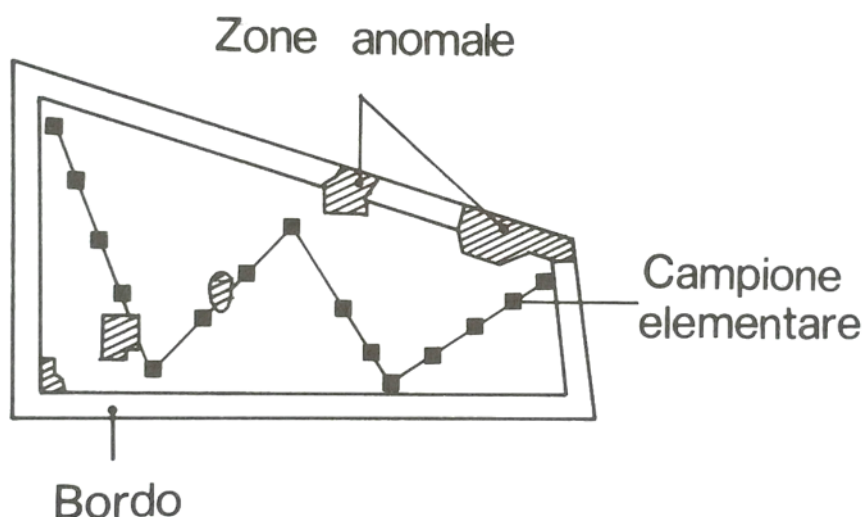
I campioni di suolo sono stati prelevati in diversi periodi dell'anno, al fine di valutare il contenuto di carbonio e azoto prima e dopo l'applicazione degli effluenti zootecnici.

I campionamenti di suolo sono stati eseguiti secondo quanto riportato base ai Metodi Ufficiali di Analisi Chimica dei Suoli (Violante, 2000). In particolare, la superficie della zona di campionamento prevedeva il prelievo di almeno 15 campioni elementari, prelevando non meno di 6 campioni per ettaro, secondo uno schema non sistematico a "W" (Fig.5.1).

All'interno di ogni unità di campionamento sono stati evitati i bordi della zona di campionamento ed evitate le zone di accumulo di fertilizzanti e sottoprodotti delle attività agricole e ristagni d'acqua.

nel caso di suoli agrari frequentemente arati, i campioni sono stati prelevati alla massima profondità di lavorazione. Mentre nei suoli a prato o pascolo, è stata eliminata la parte aerea della vegetazione ed il campione è stato prelevato alla profondità interessata dalla maggior parte delle radici. In tutti i casi i campionamenti sono stati eseguiti mediante l'utilizzo di una trivella, ad una profondità di circa 20-30 cm (Fig.5.2).

Fig. 5.2 Campionamento del suolo



In laboratorio il campione di suolo è stato distribuito in bacinelle e lasciato seccare all'aria, sminuzzandolo quanto più possibile facendo attenzione a non rompere i granuli minerali (calcare). Il suolo una volta secco all'aria, è stato setacciato a 2 mm per eliminare le frazioni minerali grossolane ed i residui vegetali indecomposti. nel caso delle determinazioni analitiche necessarie ai fini del progetto, si è reso opportuno pestare la terra fine e setacciarla a 0,2 mm per ridurre l'errore di campionamento.

Ai fini del progetto è stato analizzato il contenuto di carbonio organico e azoto totale. Entrambe le suddette determinazioni sono state eseguite in base ai Metodi Ufficiali di Analisi Chimica dei Suoli (Violante, 2000)¹.

In particolare, il metodo per la determinazione del carbonio organico prevede che la sostanza organica venga ossidata con bicromato di potassio in presenza di acido solforico, con produzione di anidride carbonica. La velocità della reazione viene favorita dall'innalzamento della temperatura conseguente alla brusca diluizione dell'acido. Dopo un tempo stabilito, la reazione viene interrotta per aggiunta di un opportuno volume di acqua e la quantità di potassio bicromato che non ha reagito viene determinata per titolazione con una soluzione di ferro II solfato eptaidrato. Il punto finale della titolazione viene accertato con l'aggiunta di un indicatore di ossidoriduzione.

Il metodo per la determinazione dell'azoto totale si basa sull'ossidazione del campione in acido solforico concentrato (metodologia Kjeldhal). L'azoto ammoniacale viene così determinato distillando la soluzione precedentemente descritta, in ambiente alcalino e assorbito in soluzione a titolo noto di acido solforico. L'eccesso di acido solforico viene titolato con soluzione a titolo noto di sodio idrossido.

L'azienda 1 aveva a disposizione il letame proveniente dall'allevamento di bovini da carne. Considerato che l'effluente zootecnico viene utilizzato per alimentare un impianto a biogas da 50 kW in fase di avviamento, l'azienda non esegue da almeno un anno alcuno spandimento sui terreni aziendali. Quindi è stato possibile campionare solamente un suolo non ammendato, che presentava una concentrazione di carbonio organico totale pari a 0,8% sul secco. I risultati sono di seguito riportati:

Materiali organici	Carbonio organico totale (% s.s)	Azoto totale (% s.s.)
Letame	34,2	2,2

L'Azienda 2 aveva a disposizione solo il letame proveniente dall'allevamento biologico di bovini da carne. L'effluente zootecnico, come nell'Azienda biologica "Casale Perla", non veniva sottoposto ad alcun tipo di trattamento ed utilizzato direttamente sui suoli destinati alla coltivazione del frumento e del girasole. I risultati sono di seguito riportati

Materiali organici	Carbonio organico totale (% s.s)	Azoto totale (% s.s.)
Letame	51,5	1,2

Suoli trattati con:	Carbonio organico totale (% s.s)
Letame	0,9

L'azienda 3 aveva a disposizione il letame prodotto dall'allevamento di bovini da latte. In questo caso è stato possibile campionare un suolo non ammendato, che presentava una concentrazione in carbonio organico totale pari a 0,9% sul secco. I risultati sono di seguito riportati

Materiali organici	Carbonio organico totale (% s.s)	Azoto totale (% s.s.)
Letame	39,4	2,3

Suoli trattati con:	Carbonio organico totale (% s.s)
Letame	1,0

L'Azienda 4 aveva a disposizione come effluente zootecnico solo il letame proveniente dall'allevamento biologico di bovini da latte, che era applicato sui suoli destinati alla coltivazione del girasole. Anche in questo caso è stato possibile prelevare un campione di suolo non ammendato da 4 anni e che presentava una concentrazione in carbonio organico totale pari al 4,8% sul secco. I risultati sono di sotto riportati.

Materiali organici	Carbonio organico totale (% s.s)	Azoto totale (% s.s.)
Letame	39,8	1,5

Suoli trattati con:	Carbonio organico totale (% s.s)
Letame	3,0

L'Azienda 5 aveva a disposizione il liquame ed il letame prodotto dall'allevamento di vacche latte. Entrambi sono stati caratterizzati per il contenuto in carbonio organico totale e azoto totale, anche se al momento del campionamento veniva distribuito solo il letame sui suoli destinati alla coltivazione del mais. I risultati sono di seguito riportati:

Materiali organici	Carbonio organico totale (% s.s)	Azoto totale (% s.s.)
Letame	47,6	1,8
Liquame	51,4	2,2

Suoli trattati con:	Carbonio organico totale (% s.s)
Letame	1,2

L'azienda 6 aveva a disposizione la frazione liquida e la frazione solida del digestato proveniente dal trattamento anaerobico degli effluenti zootecnici prodotti dall'allevamento di bovini da carne. In questo caso è stato possibile campionare un suolo non ammendato, che presentava una concentrazione in carbonio organico totale pari a 0,9% sul secco. Dai risultati delle analisi è emerso che l'applicazione di entrambe le frazioni, portavano ad un arricchimento del carbonio organico totale nei suoli destinati alla produzione del frumento. I risultati sono di seguito riportati:

Materiali organici	Carbonio organico totale (% s.s)	Azoto totale (% s.s.)
Digestato liquido	36,5	2,8
Digestato solido	50,7	0,3

Suoli trattati con:	Carbonio organico totale (% s.s)
---------------------	----------------------------------

Digestato liquido	1,7
Digestato solido	2,2

L'Azienda 7 aveva a disposizione il letame prodotto dall'allevamento di bovini da latte, che viene utilizzato interamente per ammendare i suoli aziendali. In questo caso è stato campionato un suolo non ammendato e un suolo trattato con il letame. Il suolo non ammendato presentava un tenore di carbonio organico totale pari a 1,1% sul secco. I risultati delle analisi sono di seguito :

Materiali organici	Carbonio organico totale (% s.s)	Azoto totale (% s.s.)
Letame	46,3	1,5

Suoli trattati con:	Carbonio organico totale (% s.s)
Letame	1,0

L'azienda 8 disponeva di tre tipologie di effluenti zootecnici (digestato t.q., frazione liquida e solida del digestato) e di un compost. Tutti i materiali organici sono stati impiegati per l'utilizzo agronomico, dunque si è ritenuto opportuno procedere con i seguenti campionamenti di suolo:

- suolo trattato con il digestato t.q.;
- suolo trattato con la frazione liquida del digestato;
- suolo trattato con la frazione solida del digestato;
- suolo trattato con il compost.

Al fine di confrontare l'effetto dell'applicazione dei suddetti materiali organici, è stato campionato anche un suolo non ammendato, che presentava una concentrazione di carbonio organico totale pari a 1,5 % sul secco. Dai risultati è emerso che lo spandimento dei materiali disponibili in azienda influenzava il contenuto di carbonio organico del suolo. I risultati sono di seguito riportati:

Materiali organici	Carbonio organico totale (% s.s)	Azoto totale (% s.s.)
Digestato t.q.,	51,1	6,6
Frazione liquida digestato	44,5	9,2
Frazione solida digestato	47,8	3,5
Compost	30,9	2,4

Suoli trattati con:	Carbonio organico totale (% s.s)

Digestato t.q.,	1,9
Frazione liquida digestato	2,6
Frazione solida digestato	2,2
Compost	1,8

2.6 Azione 6 - Esecuzione calcoli per la determinazione del consumo energetico, della Carbon footprint, degli indicatori economici e del benessere animale

2.6.1 DSA3 – UR Economia Applicata

2.6.1.1 Metodologia dell'analisi economica

La presente azione si è svolta nei periodi dal 3° al 4° mese e dal 7° al 10° mese come previsto dal Diagramma di Gantt dell'attività progettuale. In particolare, nel periodo dal 3° al 4° mese l'attività è consistita nell'elaborazione dei dati raccolti dal 1° al 3° mese e riguardanti l'anno solare 2014. Nel periodo dal 7° al 10° mese sono stati invece processate le informazioni raccolte mediante le rilevazioni periodiche con riferimento all'anno 2015.

I dati raccolti ed elaborati nelle due fasi sono stati sottoposti ad accurate verifiche incrementalmente di congruità con le aziende coinvolte, al fine di valutarne l'affidabilità e la rispondenza sul campo con i reali processi aziendali. L'obiettivo di tale azione è rappresentato dalla valutazione in termini di efficienza economica e tecnica dei risultati ottenuti nei singoli processi produttivi agricoli realizzati dalle aziende partner del progetto, al fine di giungere alla determinazione di livelli di benchmark di riferimento per le performances economiche relative alle produzioni zootecniche regionali, con particolare riferimento al latte bovino e alla carne chianina.

Preliminarmente alla determinazione dei risultati economici si è proceduto a fornire una descrizione d'insieme delle aziende partner che si è focalizzata essenzialmente sullo studio dei seguenti elementi:

1. Forma di conduzione.
2. Capitale fondiario:
 - a. ubicazione, natura del terreno;
 - b. numero, estensione e configurazione degli appezzamenti;
 - c. SAT e sua ripartizione;
 - d. SAU e sua ripartizione in seminativi, pascoli, colture permanenti, orto familiare;
 - e. SAU e relativo ordinamento colturale praticato;
 - f. miglioramenti fondiari: fabbricati, viabilità interna, sistemazione di superficie e impianti irrigui fissi, altri miglioramenti;
3. Capitale di esercizio:
 - a. macchine motrici: tipo di macchine, quantità, caratteristiche tecniche, valore a nuovo, valore attuale, quota ammortamento, fondo ammortamento, indice di vetustà;
 - b. macchine operatrici: tipo di macchine, quantità, caratteristiche tecniche, valore a nuovo, valore attuale, quota ammortamento, fondo ammortamento, indice di vetustà;
 - c. inventari bestiame: specie, razza e attitudine produttiva, tipo di allevamento, indirizzo produttivo, numero di soggetti (per categoria e per età), valore per tipologia, UBA, UBA/SAU;
 - d. inventari prodotti agricoli e prodotti di scorta (mezzi tecnici di campo e di stalla, foraggi, letame): quantità e valore;
4. Lavoro:
 - a. unità lavorative familiari: full time o part time (per specializzazione);
 - b. unità lavorative salariate o stipendiate: fisse o avventizie, full time o part time (per specializzazione);
 - c. ULU e rapporti derivati ULU/SAU;

Successivamente a tale fase puramente descrittiva delle varie tipologie di organizzazione aziendale praticate dalle imprese partner, il processo di elaborazione si è focalizzato sulla valutazione dell'efficienza economica dei diversi processi produttivi attuati a livello aziendale, con riferimento sia all'attività di stalla (latte e carne) che di campo (produzioni vegetali).

Gli indicatori economici, calcolati sulla base dei dati rilevati durante le visite aziendali, sono stati dunque riferiti a **tre diversi livelli** di analisi, con grado di dettaglio crescente e precisamente: aziendale, prodotto (latte, carne e prodotti vegetali) e operazione. Per tutti e tre i livelli esaminati la metodologia utilizzata è stata quella della contabilità analitica che, sulla scorta delle informazioni della contabilità generale e delle altre contabilità aziendali, si sostanzia nel processo di rilevazione contabile relativo alla singola attività, intesa come unità minima di raggruppamento dei costi e ricavi. Nei paragrafi seguenti saranno esaminate più nel dettaglio gli aspetti metodologici inerenti rispettivamente ai tre livelli di analisi esaminati.

a. Livello “aziendale”

Il livello aziendale rappresenta il primo stadio dell'analisi realizzata e mira a valutare dal punto di vista economico l'efficacia e l'efficienza della gestione nelle 8 aziende partner del progetto. Tale processo si è articolato nelle sotto-fasi di seguito riportate:

Fase preliminare: raccolta informazioni Tale fase, fondamentale ai fini delle elaborazioni successive, si è concretizzata nella ricostruzione delle contabilità generale e delle diverse contabilità aziendali rappresentate da contabilità di magazzino, contabilità del personale e contabilità delle immobilizzazioni.

Nelle aziende dove non è prevista un sistema di tenuta della contabilità si è proceduto alla rilevazione puntuale delle singole informazioni rilevanti al fine di costituire dapprima le singole componenti appena elencate, funzionali per giungere ad una definizione il più possibile corrispondente alla realtà del quadro economico-patrimoniale dell'impresa stessa.

Fase principale: predisposizione bilanci d'esercizio In base alle informazioni ricavate dalla fase preliminare sono stati ricostruiti i bilanci d'esercizio (conto economico e stato patrimoniale) delle aziende partner con riferimento all'anno solare 2014. In particolare lo schema di bilancio utilizzato è quello tipico del bilancio civilistico nella versione estesa, mentre si riporta nella parte relativa ai risultati del presente report la versione sintetica per ciascuna azienda.

Il conto economico presenta la classica struttura scalare caratterizzata dalle due sezioni, rispettivamente rappresentate dalle voci di ricavo, nella zona superiore, e dalle voci di costo, in quella inferiore. Entrambe le sezioni sono caratterizzate dalla ripartizione in tre aree caratterizzate da una differente matrice gestionale:

- Area caratteristica
- Area finanziaria
- Area straordinaria.

nella sezione superiore (indicata con la lettera A) è riportato il valore della produzione in cui vengono indicati i ricavi con separata indicazione in relazione ai ricavi da vendite ed ai ricavi complementari, cui si sommano le variazioni di inventario dei prodotti finiti e quelli in corso di lavorazione rappresentati, nel caso di specie, dai prodotti agricoli e dal bestiame. La somma di queste voci determina il valore della produzione. Nella sezione sottostante (B) sono invece riportate tutte le voci di costo dirette e indirette sostenute durante l'esercizio secondo il criterio del costo di utilizzazione determinato sommando alle materie acquistate l'inventario iniziale dei mezzi tecnici presenti in azienda, cui si sottraggono poi le esistenze finali. La differenza fra il valore totale della produzione e la somma dei costi determina il reddito operativo, che comprende i valori di costi e ricavo direttamente connessi alla vendita della produzione, cioè inerenti strettamente il core business dell'azienda esaminata.

Come già accennato, all'interno del conto economico una sezione a se stante è dedicata all'area finanziaria, articolata in due sottosezioni (C e D) che comprende i valori di costo (interessi passivi, ecc.) e ricavo (interessi attivi, ecc.) relativi al finanziamento della produzione. Dalla somma algebrica delle due voci si ottiene il saldo dell'area finanziaria. L'ultima sezione è rappresentata dall'area straordinaria, in cui sono inserite tutti i costi ed i ricavi connessi ad eventi non riferibili alla ordinaria gestione aziendale, il cui carattere di eccezionalità ne determina la separata indicazione rispetto all'ordinarietà dell'amministrazione. Anche per quest'area, il saldo è determinato dalla differenza fra le componenti positive e negative.

Dalla somma algebrica dei risultati delle 3 aree appena citate si ottiene l'utile d'esercizio al lordo delle imposte, dal quale, sottraendo gli oneri tributari, si perviene al reddito netto che fornisce in sostanza una misura delle performances economiche della gestione aziendale per l'anno 2014.

L'altra sezione fondamentale nella composizione del bilancio d'esercizio è lo stato patrimoniale, in cui viene riportata la classica distinzione fra impieghi, costituenti la parte attiva del conto, e le fonti, che identificano i mezzi di finanziamento dell'impresa.

La sezione delle attività mostra la configurazione del capitale investito, che presenta la seguente classificazione, in relazione al grado di realizzabilità in valori numerari: attivo fisso, in cui rientrano le tipologie di immobilizzazioni, materiali immateriali e finanziarie; attivo circolante in cui sono ricomprese i crediti, le rimanenze e i valori liquidi.

Le passività si articolano sostanzialmente in due parti fondamentali in base alla provenienza dei mezzi finanziari: il patrimonio netto, nelle disponibilità del titolare, e il capitale di credito, rispettivamente distinto in debiti a breve e debiti a medio-lungo termine, in base sempre al criterio di estinguibilità.

Fase valutativa: calcolo degli indici economici - Sulla base dei bilanci d'esercizio sono stati determinati i principali indicatori di bilancio inerenti rispettivamente le tre principali categorie di valutazione sotto il punto di vista economico: la redditività, l'economicità e la gestione finanziaria dell'impresa.

In relazione al primo aspetto sono stati calcolati i seguenti indici: il ROE, il ROI e il ROS.

Il ROE rappresenta l'indice di redditività del capitale di rischio e si ottiene dal rapporto fra il reddito netto e il capitale di rischio apportato dall'imprenditore. Oltre al ROE si è poi proceduto a calcolare il ROI che misura la redditività dell'intero capitale investito e si esprime mediante il rapporto fra il reddito operativo e il capitale investito. Il terzo indice è rappresentato dal ROS, che costituisce l'indice di redditività delle vendite, ed è dato dal valore del reddito netto diviso per il valore delle vendite.

In ordine agli indicatori esprimenti il grado di economicità si è ritenuto opportuno calcolare l'indice di economicità generale che si ottiene dal rapporto della valore della produzione totale per i costi totali sostenuti per determinarla.

La valutazione della situazione finanziaria dell'impresa è stata condotta mediante il ricorso a due tipologie di indici di composizione: gli indici di elasticità e rigidità relativamente agli impieghi, gli indici di immobilizzo, di indebitamento e l'indice di autonomia finanziaria dal lato delle fonti di finanziamento.

b. Livello “Prodotto”

Con il passaggio al livello di prodotto, l'oggetto dell'analisi ha visto un ulteriore approfondimento passando dal livello aziendale a quello del singolo prodotto realizzato dall'azienda. Tale livello ha dunque considerato in maniera separata ogni processo produttivo, focalizzando l'attenzione su tutti i costi relativi ai fattori impiegati in ciascun processo produttivo, sia esso relativo alle produzioni vegetali che a quelli di stalla. A tale fine questa fase si è articolata nei momenti logici di seguito elencati:

- Classificazione e localizzazione dei costi elementari in base alla natura fisica fattori diretti impiegati nel processo produttivo;
- Imputazione dei costi indiretti al singolo processo produttivo.
- Determinazione del risultato d'esercizio

I successivi paragrafi saranno dedicati all'approfondimento di ciascuno dei punti appena menzionati.

Classificazione dei costi elementari in base alla natura fisica fattori diretti impiegati nel processo produttivo

Preliminarmente alla determinazione dei costi di produzione sono stati stabiliti i criteri di classificazione dei costi diretti, al fine di ottenere la massima utilità dalle informazioni raccolte presso le aziende partner. Successivamente a tale fase i costi classificati sono stati assegnati al singolo processo produttivo mediante la ricostruzione rispettivamente della Scheda tecnica colturale, che rileva tutte le operazioni svolte relativamente alle attività vegetali (Allegati da 6.2.1 a 6.2.8), e della scheda tecnica di stalla in cui viene ricostruito l'impiego giornaliero dei singoli fattori in ordine alle produzioni zootecniche.

La rilevazione ha pertanto preso in esame in questa fase i soli costi diretti, cioè quelli derivanti dall'uso di fattori che prendono parte al processo tecnico di produzione (macchine, materie prime, lavoro, ecc), comprendendo ovviamente sia i costi fissi che variabili associati a questi ultimi. Nel primo caso rientrano tutti quelle voci di spesa che non variano a variare dell'output di prodotto, diversamente da quanto accade per i secondi dove il livello di variabilità è associato a modificazione della quantità prodotta. Per quanto riguarda i costi fissi sono stati contabilizzati i costi legati all'uso di fattori a fecondità ripetuta rappresentati dalle quote rispettivamente associate all'utilizzo del capitale fondiario e del capitale agrario. Per entrambe le tipologie sono state dunque considerate le quote di reintegrazione mediante la formula dell'ammortamento finanziario, le quote di manutenzione, come percentuale del valore a nuovo di fabbricati e macchine, rispettivamente pari all'1% e al 2%. Nello stesso modo, ma con percentuale pari allo 0,3% del valore a nuovo delle macchine e del 2% del valore di ricostruzione dei fabbricati, sono state determinate le quote di assicurazione. Come detto in precedenza, oltre ai costi fissi, all'interno dei costi diretti sono

stati considerate tutte le voci di costo variabile, per le attività di campo e di stalla, associate al consumo di fattori a fecondità semplice e costituiti, più nel dettaglio, da: carburanti, lubrificanti, energia elettrica, mezzi tecnici, manodopera e conto-terzismo passivo. In relazione al costo della manodopera si sono considerate le voci di spesa per salariati sia fissi che avventizi, di campo e di stalla, oltre agli stipendi per cui è stata fatta un'imputazione per attività (colture o stalla) in base alla Produzione Lorda Vendibile di competenza. Nel caso del lavoro familiare, sebbene il costo sia solo figurativo per l'azienda, in riferimento alla voce mezzi tecnici si è tenuto conto delle voci di spesa associate all'acquisto di sementi, concimi, erbicidi e di ogni altro materiale di consumo utilizzato per l'attività agricola. Parallelamente per l'attività zootecnica la rilevazione ha preso in esame tutti i costi relativi all'acquisto di prodotti esterni all'azienda e rappresentati essenzialmente da mangimi ed integratori destinati all'alimentazione del bestiame, acqua, energia elettrica e da tutti i presidi sanitari e tecnici impiegati nell'attività di stalla e, se presente, nella successiva trasformazione dei prodotti.

Imputazione dei costi indiretti al singolo processo produttivo - In aggiunta ai costi diretti, l'indagine ha preso in esame tutte le voci di costo connesse all'uso di fattori indiretti, cioè legati al processo di produzione economica ma non a quello di natura tecnica. Più specificatamente, all'interno di tali costi sono stati ricompresi quelli relativi alle spese generali, di consulenza, amministrative, e a tutti quei centri di costo ausiliari e comuni che svolgono prestazioni di natura sussidiaria e perciò non entrano direttamente nel ciclo di lavorazione ma sono comunque essenziali al funzionamento complessivo dell'impresa.

Il criterio di imputazione scelto in tal senso è stato quello della ripartizione percentuale in proporzione alla Produzione lorda vendibile associata rispettivamente all'attività zootecnica (produzione di carne o latte) e alle singole colture praticate. Tale parametro di tipo economico è stato preferito ad un criterio di base tecnico in quanto essendo l'attività zootecnica la fase di maggiormente responsabile della creazione di valore aggiunto, ad essa sono pertanto da imputare in misura proporzionale una quota maggiore dei costi indiretti sostenuti dall'impresa.

Determinazione dei ricavi e del risultato d'esercizio - Determinati il costo complessivo derivante dalla somma di tutti i fattori diretti ed indiretti di produzione, si è poi passati alla ricostruzione delle componenti positive del reddito rappresentate dai ricavi. Per i prodotti vegetali venduti si è fatto riferimento al prezzo di vendita riportato nella singola fattura moltiplicato per la rispettiva quantità, mentre per i prodotti immagazzinati si è tenuto conto del costo di produzione. Lo stesso procedimento è stato applicato anche nel caso delle produzioni di carne e latte: nel primo caso i ricavi sono stati determinati attraverso il calcolo dell'Utile Lordo di Stalla (ULS), dato dalla differenza fra le vendite e gli acquisti cui si aggiunge la variazione fra inventario finale ed iniziale di stalla. L'ULS così calcolato è stato contabilizzato fra i ricavi, in relazione ai sottoprodotti, anche nel caso dei bilanci parziali relativi alle stalle da latte in cui la voce di ricavo principale è ovviamente rappresentata dalla vendita del latte il cui importo è stato desunto anche in questo caso dalle rispettive fatture emesse dalle aziende partner.

Dalla differenza fra i ricavi parziali di ogni attività ed i rispettivi costi diretti ed indiretti sostenuti si è ricavato il reddito operativo (R.O.) al netto dell'area finanziaria e delle tasse, che non sono state considerate nei bilanci parziali, al fine di rendere maggiormente confrontabili le diverse aziende partner depurando l'analisi dagli effetti delle diverse modalità di approvvigionamento dei capitali e dall'incidenza delle imposte, aspetti entrambi caratterizzati da un notevole grado di variabilità fra le aziende partner.

c. Livello “operazione”

L'ultimo livello di rilevazione ed indagine, in termini di dettaglio, è costituito dall'analisi della singola operazione compiuta giornalmente nelle aziende partner sia in relazione alle produzioni vegetali che a quelle zootecniche. A tal fine sono state predisposte le schede di rilevazione tecnica descritte nell'azione 3 in cui, per ciascuna operazione colturale (es. aratura, erpicatura ecc.) o di stalla compiuta dal singolo operatore, è stato rilevato l'impiego del singolo fattore produttivo ed i relativi prezzi unitari associati.

Dalle schede di rilevazione è stato quindi possibile risalire alle singole voci di costo distinte in base alla classificazione dei fattori impiegati già descritta per il precedente livello.

Pertanto, sia per le attività di stalla che di campo le voci di costo rilevate sono state le seguenti, limitatamente ai fattori diretti: manodopera, carburanti, lubrificanti e mezzi tecnici (campo e stalla) in relazione ai costi variabili, quote di ammortamento, assicurazione e manutenzione di macchine, impianti e fabbricati relativamente ai costi fissi. Più nel dettaglio, fra i mezzi tecnici sono stati considerati le sementi, i diserbanti e i concimi e ogni altro materiale di consumo impiegato per le operazioni inerenti le colture di campo; parallelamente per l'attività zootecnica si è tenuto conto delle spese per l'alimentazione, i presidi veterinari e sanitari, le fecondazioni e ogni altro materiale utilizzato nel processo produttivo della carne o del latte. Con riferimento ai costi indiretti, invece, è stata effettuata una ripartizione

su base oraria rispetto al totale del monte ore aziendale delle spese generali in modo da distribuire equamente tali costi sulla singola operazione aziendale.

Dalla somma delle varie componenti appena illustrate è stato possibile determinare il costo complessivo di ogni singola operazione aziendale, così da ottenere valori di benchmark economico per il tessuto produttivo agro-zootecnico umbro estremamente utili anche in ottica di sviluppi futuri dell'attività progettuale. Per brevità, tali risultati sono riportati in allegato (all. da 6.3.1 a 6.3.8 ed all. da 6.4.1 a 6.4.6).

I dati così rilevati ed elaborati sono confluiti in un database creato ad hoc che, unito alle informazioni di carattere ambientale e di benessere animale, ha costituito la base campionaria di partenza per la messa a punto, l'elaborazione e l'applicazione del modello concettuale per lo studio delle relazioni esistenti fra aspetti economici, ambientali e di benessere animale che costituisce l'obiettivo principale del progetto realizzato.

2.6.1.2 Risultati intermedi

In tale paragrafo è riportata una descrizione delle 8 aziende partner articolata in due sezioni: la prima, a carattere puramente descrittivo, è dedicata a fornire una panoramica in termini qualitativi delle imprese coinvolte nel progetto al fine di inquadrare il contesto agricolo imprenditoriale di riferimento.

Nel secondo paragrafo tale descrizione viene corroborata con valori quantitativi ed indici di sintesi atti a descrivere più approfonditamente la struttura produttiva propria di ogni azienda partner. Altre elaborazioni numeriche sono riportate per brevità in allegato; va tuttavia precisato che tali risultanze sono comunque state impiegate singolarmente e/o in forma aggregata nell'implementazione finale del modello.

Descrizione sintetica e principali dati strutturali delle aziende in studio

Azienda 1 - L'azienda 1 è un'azienda dedicata esclusivamente alla produzione di carne ed alleva bovini della razza Chianina. Essa è localizzata nei pressi di Perugia e, pur giovane nella nuova configurazione societaria, ha una comprovata esperienza nell'allevamento bovino allevando capi d'alta genealogia derivanti dalla precedente gestione. Trattasi di un'impresa societaria semplice con conduzione a salariati, dove le mansioni imprenditoriali e gestionali sono svolte da uno dei soci. In particolare questo cura la trasformazione e la vendita dei prodotti attraverso il macello aziendale, recentemente implementato grazie a fondi comunitari. Gran parte delle vendite di carne avvengono tramite una rete di clienti non locali, che vengono informati della disponibilità di tagli - e relativo prezzo - tramite e-mail. La maggior parte di essi gravita intorno la città di Roma e sono riforniti periodicamente dallo stesso proprietario che ne cura il confezionamento. Tuttavia parte della produzione di vitelloni e manze viene, poi, commercializzata attraverso le consuete vie: vendita a grossisti e macellai locali. Tutte le operazioni, di campo e di stalla, sono svolte da salariati fissi ed avventizi.

Ampia è la superficie aziendale (211 ha di SAT) con una SAU di 131 ha, dei quali 15 dedicati ai prati e prati pascoli e 101 ha a seminativo, quasi interamente destinati alla produzione dei foraggi necessari all'allevamento. E' presente il bosco (73,4 ha), oliveti (3 ha circa);

In azienda è presente un impianto per la produzione di energia elettrica, alimentato da letame e da sorgo da biomassa auto-prodotto (12ha circa); la produzione annua di energia elettrica, per ora destinata prevalentemente all'autoconsumo, è di circa 375.000 kwh.

Quattordici sono i manufatti presenti in azienda (circa 5000 mq in totale), destinati alla rimessa attrezzi, ai fienili, alla stalla di finissaggio, al centro aziendale e diversi casali. Quasi tutti derivano dalla originaria azienda ed hanno un'età superiore ai 40 anni: solo il negozio (50 mq), con relativo punto vendita, la stalla per la gestione delle vacche e della prima fase d'accrescimento (1.000 mq) sono di attuale realizzazione (2-3 anni), per un valore a nuovo di circa 340.000 euro.

La dotazione in macchine ed attrezzi è ben dimensionata per varietà e potenza alle esigenze aziendali, con un'età media intorno ai 15 anni. Buone le condizioni d'uso, visto il contenuto utilizzo annuo.

Azienda 2 - E' un'azienda di pianura ad indirizzo misto, condotta secondo i dettami del metodo biologico. L'indirizzo produttivo è articolato e diversificato, dalla produzione di uva ed olivo, alla foraggicoltura - destinata all'alimentazione del bestiame bovino da carne di razza Chianina - e di varie commodity. L'attività zootecnica è comunque prevalente rispetto alle altre.

L'impresa recentemente ha iniziato in via sperimentale la trasformazione aziendale con buoni risultati; tuttavia la maggior parte dei vitelloni e delle manze segue i canali tradizionali di commercializzazione.

Dal punto di vista giuridico, trattasi di ditta individuale mentre la conduzione, effettuata direttamente dal proprietario, è a salariati, per lo più assunti a tempo indeterminato. La SAT è di circa 140 ha, con 40 ettari di bosco. Dei 100 ha di SAU circa 20 sono destinati all'olivicoltura e viticoltura, mentre dei restanti circa 16 sono dedicati alla produzione di *commodities* (grano e miglio). Intorno ai 25 ha sono dedicati alla foraggicoltura, dal silo-mais all'orzo, alla medica ed agli erbai di segale e medica.

Le immobilizzazioni: due sono gli edifici destinati al centro aziendale ed all'agriturismo per una superficie complessiva di circa 700 mq; entrambi sono stati recentemente ristrutturati.

Le strutture destinate alla zootecnia (fienili, stalle e letamaia) hanno una dimensione adeguata alla mandria e coprono circa 2.200 mq per un valore a nuovo di oltre 400.000 euro: le stalle sono di recente costruzione, mentre le altre strutture zootecniche risalgono ai primi anni 80.

Ottima è la dotazione e l'efficienza delle trattrici e delle attrezzature, pur con un'età media sostenuta. Tutte le fasi colturali, tranne la trinciatura del silomais, sono svolte con attrezzatura aziendale.

La mandria bovina (circa 200 capi tra vitelle, manze e vitelloni, vacche) è per la totalità di razza Chianina e viene seguito il disciplinare IGP "Vitellone Bianco dell'Appennino Centrale". All'attualità, l'azienda ha cessato la certificazione biologica della carne.

Azienda 3 - Questa storica azienda è situata in una delle più fertili pianure alluvionali umbre, ricca di acqua che garantisce ottime rese produttive. È un'azienda di grandi dimensioni (oltre 500 ha) accorpata e condotta con salariati. La forma imprenditoriale di tipo capitalistico è rappresentata da una società semplice, con conduzione salariale, sia fissa che avventizia.

L'indirizzo produttivo attuale è a colture industriali e zootecnico da latte; storicamente l'azienda si è dedicata alla tabacchicoltura: ne sono testimonianza i numerosi manufatti, ormai storici ed adibiti ad altre attività per la cura del tabacco. All'attualità esso è quasi completamente sostituito da colture ortive in pieno campo con raccolta meccanizzata (pisello, spinaci ecc) destinate alla trasformazione, mentre vengono praticate le più comuni *commodities* (vari frumenti, mais ed orzi). L'altro polo produttivo tradizionale per quest'azienda è costituito dalla stalla da latte (312 bovini mediamente), dotata di moderne strutture ed attrezzature che la mettono in ottima posizione in termini di performance produttive. Ampia superficie è dedicata alla produzione di foraggi, insilati o essiccati, granella per i nuclei (50% della SAU). Vista la localizzazione territoriale non vi sono pascoli o prati pascoli.

Ampia - e sovrabbondante visto l'attuale orientamento produttivo - è la dotazione di magazzini ed opere murarie per la produzione agraria e zootecnica. Molte delle opere sono di recente costruzione, in linea con i dettami delle attuali migliori tecniche produttive (sala di mungitura, stalle e letamaia, nonché silos a trincea ecc), ma gran parte del patrimonio immobile deriva dalla precedente gestione - in parte anche mezzadrile - che aveva un indirizzo prettamente tabacchicolo.

Eterogeneo ed abbondante rispetto alle normali esigenze aziendali, è il parco mezzi, tanto che copre ogni operazione colturale ad eccezione della raccolta dei cereali, effettuata conto terzi. L'abbondanza di mezzi tecnici di adeguata potenza e la relativa attrezzatura fa sì che ogni operazione colturale sia svolta tempestivamente e velocemente, assicurando, quindi, ottime performance produttive.

La mandria da latte è costituita da bovine di razza frisona ad alta genealogia (254 UBA), che garantiscono ottime rese produttive, collocando l'azienda ai vertici della produzione regionale.

Azienda 4- L'azienda in oggetto è l'unica che produce latte con metodo biologico ed è anche l'unica ad essere situata in zona montana. È un'impresa diretta a conduzione familiare, senza il ricorso a salariati, fatto che è giustificato dalla mandria di piccole dimensioni (62 vacche di razza frisona e buona genealogia), calibrata sulla dimensione aziendale e sulla disponibilità di lavoro interno. Il conduttore per la gestione aziendale è coadiuvato da un familiare: la gestione della stalla, per strutture ed organizzazione necessita di un solo operatore, mentre è la fase di campagna che ne assorbe anche un secondo per le operazioni di raccolta, trattamento e stoccaggio dei foraggi.

L'adozione del metodo biologico è motivata sia da spinte commerciali, sia dal fatto che ben si presta all'ambiente produttivo ed all'organizzazione aziendale: nel primo caso viene garantito un prezzo medio di circa 10 centesimi superiore alla media delle altre stalle, mentre le foraggere, anche con l'adozione di metodi di coltivazione convenzionali, non garantirebbero produzioni più elevate. Le rese generali e di latte sono più basse delle altre stalle da latte, ma le minori performance sono compensate sia da un prezzo più alto e da minori costi di produzione.

Tutta la produzione viene ceduta ad un'azienda di natura associativa, che lo trasforma in yogurt. La SAU pari a circa 90 ha è interamente destinata alla produzione di foraggi (30 ha di prati, 55 di prati pascoli e poco meno di 5 ettari a cereali per la preparazione di farine.

Ben dimensionate sono la stalle e le opere accessorie per la zootecnia, come pure gli impianti per la mungitura, la preparazione delle farine e la meccanizzazione. Per la pulizia della stalla, effettuata periodicamente, si ricorre a mezzi gommati di piccole dimensioni, dotati di pala frontale.

Azienda 5 - Anche in questo caso trattasi di una Società Semplice ad esclusivo indirizzo zootecnico da latte, condotta con salariati. E' localizzata in pianura, in zona fresca e fertile, tanto che le produzioni foraggere e cerealicole - quasi interamente destinate alla preparazione di farine e concentrati - hanno performance produttive notevoli. La SAU è di 57 ha di cui 42 a foraggere 10 a cereali destinati al reimpiego e circa 5 ettari alla vendita. Vista la localizzazione in un ampio fondovalle dove da sempre si pratica un'agricoltura intensiva, limitate sono le tare ed assenti le superfici boschive, che caratterizzano molte aziende zootecniche regionali. Sei sono gli addetti alla produzione, che prevede anche pannelli fotovoltaici per coprire i fabbisogni aziendali di energia.

Anche in questo caso la produzione lattea viene interamente conferita ad una struttura cooperativa locale che ne cura la trasformazione, condizionamento e commercializzazione.

I fabbricati destinati alla produzione sono ben dimensionati ed assortiti, anche se dai piani di ammortamento si deduce un sostanziale invecchiamento, fatto che dovrebbe spingere la proprietà ad effettuare investimenti; discorso analogo va fatto per le attrezzature agricole, dove a fronte di una dotazione sufficiente, si ravvede la necessità di riammodernamento, al fine di contenerne costi di produzione.

Azienda 6 - E' un'azienda ad indirizzo zootecnico da carne, che produce vitelloni di Razza Chianina certificati IGP. La particolarità, rispetto alle altre due aziende con zootecnia da carne, sta nel commercializzare la propria produzione con sistemi di filiera corta, vendendo la produzione, macellata e sezionata nel laboratorio aziendale, presso dei propri negozi localizzati nel capoluogo di Regione e nelle zone limitrofe. Alleva anche ovini e suini per i quali si praticano le stesse tecniche di commercializzazione. L'azienda pratica anche l'agriturismo e la ristorazione nel proprio centro aziendale.

E' una società semplice a conduzione familiare coadiuvata da salariati a tempo determinato ed indeterminato.

L'azienda gestisce una SAU complessiva di circa 500 ha, dove la gran parte è destinata alla produzione di foraggi per l'allevamento bovino, con ampia superficie destinata alla produzione di *commodities*, ad integrare il reddito aziendale. Parte della SAU viene anche destinata alla produzione di mais da biomassa per l'alimentazione di una centrale aziendale destinata alla produzione di energia elettrica.

La mandria è costituita da circa 500 bovini di razza chianina a ciclo chiuso per un totale di 456 UBA, tutti destinati al macello aziendale.

Gli immobili destinati alle diverse attività aziendali sono in numero più che soddisfacente per una superficie complessiva di circa 16.000 mq, necessari a sopperire le esigenze delle diverse attività produttive, compreso l'agriturismo. Buono è lo stato di conservazione e l'età media. Analogo discorso può essere fatto per le attrezzature e le trattrici, che viste le dimensioni aziendali risultano ben dimensionate per quantità e qualità, pur mostrando un'età media abbastanza elevata, prossima alla fine del periodo d'ammortamento.

Azienda 7 - Nel caso specifico, visto che l'impresa è una società cooperativa di ampie dimensioni, con attività produttive estremamente diversificate che vanno dalla produzione di mangimi e prodotti da forno, passando per la

commercializzazione di mezzi tecnici e la produzione suinicola e di latte, si è deciso di isolare dal contesto aziendale una delle due stalle di produzione latte, considerandola come un 'impresa a sé.

L'azienda selezionata è di grandi dimensioni e ben rappresenta la stalla da latte regionale; la mandria è interamente costituita da frisone di alta genealogia e presenta delle performance produttive di tutto rispetto, segno di un'eccellente gestione tecnica della stessa.

La mandria di bovini frisone è di circa 264 UBA, con una buona percentuale di vacche in lattazione.

Circa 77 sono gli ettari di SAU, dove la metà è dedicata alla produzione di foraggi ed insilati, mentre l'altra metà è suddivisa equamente tra la produzione di girasole da olio e di frumento tenero d'alta qualità, destinato alla preparazione di alimenti per neonati. Il management ha deciso di esternalizzare la coltivazione dei terreni, affidandola ad un terzista di fiducia, mentre si dedica allo stoccaggio ed immagazzinaggio delle diverse produzioni foraggere. I nuclei ed i mangimi necessari alla produzione di latte sono del molino cooperativo e vengono contabilizzati come se fossero acquisti esterni.

La mandria, numerosa e proporzionata alle dimensioni aziendali, è tutta di alta genealogia e condotta da 5 salariati fissi, di cui uno addetto al controllo ed alla direzione.

Sufficienti ed efficienti sono gli immobilizzi, intesi come strutture murarie, fienili ed impianti di mungitura, refrigerazione e stoccaggio del latte: quest'ultimo è conferito ad un'impresa cooperativa di secondo livello presente nella zona.

Analogo discorso può essere fatto per le trattrici e relative attrezzature: sono tutte ridotte e conformate alle esigenze della stalla e non v'è alcuna macchina per le coltivazioni, se non quelle destinate allo stoccaggio dei foraggi.

Azienda 8 - E' la seconda Cooperativa presente nel progetto di lavoro. Anche in questo caso trattasi di un'impresa ad indirizzo eterogeneo, che trova nella produzione di energia un cardine importante (i pannelli del fotovoltaico occupano pressoché la totalità delle coperture dei manufatti aziendali, ed è presente anche una centrale per biogas destinata alla produzione di energia elettrica). Altro cardine è rappresentato dalla produzione di latte e secondariamente dalla produzione, storica, di tabacco e di piantine di ortive destinate alla vendita.

E' localizzata in pianura, in un fondovalle con terreni freschi ed altamente produttivi, fatto che consente di mantenere con le risorse aziendali un alto numero di bovini in produzione.

Ai fini degli obiettivi progettuali sono state prese in considerazione solo le strutture zootecniche, con le relative attrezzature fisse e mobili, i terreni destinati alla produzione zootecnica e del mais da biomassa, nonché il biogas.

Per quanto riguarda la stalla, trattasi del più grande allevamento di frisone da latte regionale, ponendosi ai vertici assoluti per le tecniche d'allevamento adottate e per la relativa produttività: si contano circa 580 UBA tra vacche in lattazione, asciutta e vitella di rimonta. La SAU destinata alla produzione di foraggi è di circa 180 ha accompagnata da 90 ettari destinati alla produzione di mais da biomassa; 14 sono gli ettari a tabacco ed altrettanti a cereali invernali per la preparazione di farine per l'alimentazione del bestiame.

Abbondante la superficie destinata alla produzione latte ed alle strutture di supporto (circa 8.000 m²) come pure ben dimensionato è il parco attrezzi, idoneo a coprire tutte le fasi colturali, con l'eccezione della raccolta dei cereali e degli insilati, la cui gestione è affidata a ditte esterne specializzate.

Descrizione sintetica e principali dati strutturali delle aziende in studio - Come si evince dalla Tabella 6.1, in relazione alle tipologie di impresa, si registra un discreto grado di eterogeneità fra le aziende partner che risultano essere, in prevalenza, società di persone o imprese individuali e in due casi società cooperative. Il secondo fattore analizzato è stato il capitale fondiario. In particolare, nella Tabella 6.1 è riportato, oltre all'indicazione dei valori della SAT e della SAU, la ripartizione di quest'ultima in base all'ordinamento colturale praticato, con separata indicazione fra colture foraggere e prati-pascoli destinati all'alimentazione del bestiame e seminativi da granella.

I dati evidenziano una spiccata vocazionalità delle aziende partner alla produzione foraggera, totalmente reimpiegata in stalla, cui è destinata in quasi tutti i casi la maggioranza della superficie agricola utilizzata. Minore è l'attitudine a praticare colture rivolte al mercato come dimostrano i valori delle superfici destinate a seminativi da granella, sempre poco rilevanti ad eccezione che per il P3 e il P6 dove queste mostrano valori elevati.

In termini globali, la SAU presenta notevole disomogeneità fra le aziende partner, registrando valori che variano da un massimo di 671,19 ha ad un minimo di 59,98 ha. Nonostante ciò, se si considerano i valori di SAU medi delle aziende agricole italiane, tutti le aziende partner presentano una dimensione media ampiamente al di sopra valore di benchmark nazionale.

In linea con quanto detto in precedenza, i dati mostrati nella tabella 6.2 confermano la netta presenza, sia in termini di diffusione che percentuale sul totale della SAU, delle colture destinate alla produzioni di foraggi ed insilati, fra le

Tabella 6.1 – Tipologia di impresa, superficie (ha) e ordinamento produttivo

Azienda partner	Tipologia d'impresa	Superfici destinate all'alimentazione del bestiame		Seminativi da granella (c)	Altre colture (d)	a+b+c+d	% (a+b+c)/(a+b+c+d)	Colt. arb.	Boschi	Altre superfici	SAU	SAT
		Forag. (a)	Pasc. prati-pasc. (b)									
P1	snc	87,2	11,5	17,7	116,5	100	17,2	73,4	6,8	133,7	213,9	
P2	Imp. Indiv.	41,8		37,9	79,7	100	19,8	35,0	5,5	99,6	140,1	
P3	snc	293,8		297,8	591,6	100		50,0	29,6	591,6	671,2	
P4	Imp. Indiv.	30,6	55,2	3,7	89,4	100	0,3	20,3		89,8	110,0	
P5	Imp. Indiv.	41,9		15,2	57,1	100			2,9	57,1	59,9	
P6	snc	275,2	45,9	81,3	402,5	100	4,9	48,8	3,0	407,4	459,2	
P7	Coop	39,3		37,3	76,6	100			2,9	76,6	79,5	
P8	Coop	179,0	40,1	14,0	233,1	100		3,2	7,3	233,1	243,6	

quali spiccano in particolare l'erba medica e l'insilato di mais che risultano praticate rispettivamente da 6 e 5 aziende. Fra le foraggere si rileva inoltre anche una significativa quota della Sau investita in prati ed erbai invernali che si rinvergono in 5 casi su 8. Oltre a queste, in accordo con i tradizionali indirizzi produttivi dell'agricoltura umbra, un ruolo di primaria importanza è rivestito poi dai seminativi da granella in cui prevalgono le colture di orzo e frumento che risultano attuate, nel primo caso, da 6 aziende e nel secondo da 5. Meno rilevanti sia in termini di superficie che di diffusione le altre colture, che risultano prevalentemente costituite da leguminose da granella ed oleo-proteaginoso.

Sempre con riferimento al capitale fondiario in Tabella 6.3 sono riportati alcuni parametri di sintesi volti a descrivere sinteticamente la dotazione strutturale in termini di fabbricati rurali e miglioramenti fondiari delle 8 aziende partner. Dai dati risulta evidente come quest'ultime presentino tutte un elevato grado di patrimonializzazione che si manifesta sia nella diffusa presenza, in termini sia numerici e dimensionale, di strutture e miglioramenti fondiari che, sotto il profilo del valore a nuovo di quest'ultime, sebbene esistano notevole differenze all'interno degli 8 casi. Tali differenze si registrano anche in ordine all'età media e più precisamente in relazione all'indice di vetustà medio, che in 6 casi su 8 risulta inferiore allo 0,66, evidenziando dunque anche un buon livello di efficienza delle strutture produttive, che risultano invece più datate nel caso del partner 1 e 5.

Il capitale: in linea con quanto mostrato nelle tabelle 6.4 e 6.5 il parco macchine aziendale, sia in relazione alle macchine operatrici che alle attrezzature, risulta in quasi tutti i casi ben fornito con trattrici di varia potenza adeguate allo svolgimento della maggior parte delle operazioni aziendali. Più critico il dato relativo all'età media dei mezzi agricoli, che si attesta infatti in quasi tutti i casi su valori medio-alti, cui corrispondono indici di vetustà complessivamente vicini o tendenti al valore 1, segno della necessità di un rinnovamento tecnologico essenziale per il conseguimento di adeguati livelli di competitività.

Gli allevamenti (Tabella 6.6) – I valori di consistenza sono espressi in termini di numero medio di capi e di Unità di Bovino Adulto (UBA) equivalenti e relativo valore monetario aggregato e unitario.

Tali valori, distinti in base all'attitudine produttiva, rivelano una dimensione media abbastanza elevata per tutte le aziende coinvolte, i cui capi variano da un minimo di 70 nel caso del partner 4 ad un max di 667 per il partner 8. In particolare, per quanto riguarda le aziende specializzate in bovini da carne, in tutti e tre i casi esclusivamente di razza Chianina, si registra la presenza di due allevamenti di dimensione media, rispettivamente con 195 e 226 capi, ed un

Tabella 6.2 - Superficie delle diverse colture praticate

colture	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
Altre foraggere								32,00
Avena	10,57	6,08						
Erba medica		14,79	44,34			66,74	39,28	30,00
Medica + lupinella				9,59				
Erbai invernali			19,77			42,33		
Fagioli			26,24					
Farro				1,65				
Favino	17,62	16,20	67,30					
Fumento		22,59	113,86		15,20	11,13	19,80	
Girasole							17,55	
Lenticchia			36,94					
Lupinella				15,76				
Mais	9,45					30,85		
Mais da popcorn		4,80						
Mais insilato		10,82	144,00		12,85	108,43		102,00
Miglio		10,47						
Oliveto						4,93		
Orzo	8,29	7,78	42,97	2,01		39,38		15,00
Pisello			26,24					
Prati				54,20	25,70	45,91		40,14
segale		2,42						
Soia			49,36					
Sorgo da granella	9,60				3,33	24,24		
Sorgo da biom.	16,97							
Spinaci			15,60					
Triticale	11,35			3,61		33,49		
Veccia	19,35							
Oliveto						4,93		
Pascolo	11,39			0,98				
Totale	114,59	79,75	586,61	87,80	57,08	412,3	76,63	219,14

Tabella 6.3 - Beni immobili: Fabbricati e manufatti

Azienda	numero	valore a nuovo (€)	valore a nuovo (€/m ²)	m ² /m ³	anno medio di costruz.	quota amm. annua (€)	indice vetustà medio
P1	16	2.682.700	466	5.757	1949	4.000	1,00
P2	5	1.940.154	574	3.382	1990	24.524	0,63
P3	16	3.994.674	575	6.952	1993	129.473	0,63
P4	5	546.900	300	1.823	1987	8.204	0,67
P5	16	1.748.500	403	4.341	1966	12.155	1,00
P6	46	23.029.990	1.434	16.058	1994	202.824	0,50
P7	3	1.175.000	456	2.575	1977	23.750	0,65
P8	3	1.603.720	198	8.100	1989	24.056	0,63

allevamento di grandi dimensioni con una mandria formata da ben 546 individui. Elevato è il grado di variabilità dimensionale anche degli allevamenti finalizzati alla produzione di latte, tutti caratterizzati dalla presenza di bovine di razza Frisona, dove tuttavia la dimensione media è significativamente maggiore rispetto agli allevamenti da carne,

Tabella 6.4 - Beni strumentali: Trattrici e semoventi

	numero	Potenza (CV)	valore a nuovo (€)	età media	quota amm. (€)	indice vetustà medio
1	7	571	134.500	17	6.725	0,83
2	13	1.233	493.200	20	24.660	0,98
3	21	2.197	314.787	15	15.739	0,73
4	4	390	150.000	9	7.500	0,46
5	6	496	198.400	27	9.920	1,00
6	26	2.415	877.080	18	43.854	0,89
7	5	515	229.500	13	12.240	0,69
8	16	1.525	558.745	21	27.937	1,00

con la sola eccezione del partner 4 la cui ridotta dimensione è da ricondurre alle già ricordate caratteristiche di localizzazione e metodo produttivo praticato (biologico).

Se in termini di valore i dati aggregati riferiti alle mandrie delle 8 aziende risultano scarsamente confrontabili tuttavia il valore unitario mostra una certa uniformità se si considerano separatamente i bovini da latte e da carne: nel primo caso il valore si attesta in un range compreso fra 1,06 e 1,42 €/UBA, evidentemente al di sotto, vista l'attitudine

Tabella 6.5 - Beni immobili: Attrezzatura

	numero	valore a nuovo (€)	età media	quota amm. annua (€)	indice vetustà medio
1	26	107.500	24	5.375	1,00
2	19	184.000	9	9.200	0,47
3	30	118.411	15	5.921	0,76
4	13	132.000	12	6.600	0,58
5	28	69.700	23	3.485	1,00
6	117	680.254	14	34.013	0,69
7	3	30.000	12	1.200	0,48
8	50	1.160.047	17	58.002	0,87

produttiva, rispetto a quello rilevato in ordine ai bovini da carne, che presentano valori variabili da un minimo di 1,90 ad un massimo di 2,26 €/UBA.

Il lavoro - Le 8 aziende (tabella 6.7) presentano una notevole eterogeneità rispetto all'impiego di manodopera con un numero di addetti variabile da un minimo di 2 del partner 4 al massimo di 31 del partner 8, ovviamente in funzione della dimensione aziendale descritta in precedenza e dell'indirizzo produttivo. Analizzando più nel dettaglio la ripartizione della manodopera espressa in termini di ULU appare evidente come la maggiore intensità di lavoro si registri in corrispondenza dell'attività di stalla seguite dalla colture foraggere. Meno rilevante, in accordo a quanto evidenziato anche in riferimento agli ordinamenti colturali, l'impiego di lavoro a carico delle colture destinate al mercato dovuto sia alla minor superficie investita che alla minor fabbisogno unitario di manodopera legato alla tipologia colturale. Più omogenei i valori della retribuzione oraria fra le imprese partner, comprese fra i 10 e i 13,4 euro all'ora.

2.6.1.3 – Risultati economico-patrimoniali ed indicatori sintetici

Di seguito sono riportati i risultati ottenuti, rispetto ai tre livelli di analisi considerati, in termini di indicatori economici e d'efficienza sulla base delle rilevazioni effettuate e della metodologia applicata. Si sottolinea il fatto che i tali risultati intermedi non rappresentano un mero esercizio di calcolo, volto alla sola conoscenza dei valori economici, ma trovano la loro giustificazione nell'essere valori intermedi utilizzati nel modello di interpretazione adottato. In altri termini sono nella generalità un prodotto intermedio fondamentale nel perseguimento degli obiettivi progettuali.

Risultati – livello “aziendale”

Per il livello “aziendale” sono dunque riportati, nelle tabelle seguenti, gli indicatori calcolati sulla base dei bilanci d'esercizio (Stato Patrimoniale e Conto Economico) ricostruiti per ciascuna azienda partner e che vengono inseriti nell'allegato 6.1 al presente report per esigenze di sintesi. Tali indici vengono presentati distintamente per le due filiere di allevamento bovino esaminate, rappresentate da “carne” e “latte”, al fine di consentire un confronto più omogeneo.

Con l'obiettivo di fornire una prima descrizione dell'andamento economico delle aziende partner, nelle tabelle 6.8 e 6.9 sono riportati i principali indici di redditività, rispettivamente per le aziende da carne e da latte.

In linea con quanto mostrato dalla Tabella 6.8, tali indicatori, che forniscono una misura dell'attitudine del capitale a produrre redditi, risultano, seppur in valore assoluto non molto elevato, di segno negativo in due casi su 3, con l'eccezione del P6 in cui invece i valori assumono per tutti gli indici valori positivi di rilievo.

Più nello specifico, se consideriamo il ROE, che mette a confronto il reddito netto ottenuto nella gestione d'esercizio con il capitale di rischio apportato dall'imprenditore, si evidenzia sia per il P1 che per il P2 un'incapacità di tale capitale di fornire un rendimento positivo, evidenziando un tasso di ritorno pari al - 6 % nel primo caso e, più

Tabella 6.6 – Consistenze degli allevamenti per attitudine produttiva

AZIENDE		Attitudine produttiva			valore mandria (000 di €)	€/UBA
		Bovini Carne	Bovini Latte	Totale (n)		
P1	n.	195		195	355,08	
	UBA	161		161		2,21
P2	n.	226	-	226	444	
	UBA	196,6	-	197		2,26
P3	n.	-	312	312	352	
	UBA	-	254	254		1,39
P4	n.	-	70	70	88	
	UBA	-	62	62		1,42
P5	n.	-	139	139	116	
	UBA	-	95	95		1,23
P6	n.	546	-	546	870	
	UBA	459	-	459		1,90
P7	n.	-	339	339	334	
	UBA	-	261	261		1,28
P8	n.	-	667	667	612,2	
	UBA	-	578	578		1,06

Tab. 6.7 - Organizzazione del lavoro

Azienda	n° addetti	Ore complessive	Imprenditore + famigliari			Retribuzion e oraria (€)
			ULU complessive	ULU colture foraggere	ULU stalla	
P1	9	7657	3,48	1,20	2,28	12,8
P2	4	6711	3,05	0,64	1,53	12,3
P3	15	27543	12,52	4,58	3,30	12,8
P4	2	4467	2,03	0,35	1,67	10,0
P5	6	6614	4,56	1,91	2,65	10,0
P6	12	18260	8,30	2,30	4,89	10,0
P7	5	8791	4,00	-	4,00	13,4
P8	31	45784	20,81	1,60	4,71	11,5

mercato, del - 6 % nel secondo. Diversa appare la situazione in relazione al p6 dove la gestione risulta in grado di generare un ROE sensibilmente positivo, e pari al +4%.

Lo stesso andamento si rileva con riferimento al secondo indice calcolato e costituito dal ROI: anche in termini di rapporto fra reddito netto e capitale investito la redditività assume segno negativo nei primi due casi, in maniera

Tabella 6.8 - Indicatori di redditività aziende da carne

	P1	P2	P6
ROE	-0,00683	-0,06623	0,04029
ROI	-0,00571	-0,05854	0,02264
ROS	-0,42464	-1,34714	0,23060

Tabella 6.9 - Indicatori di redditività aziende da latte

	P3	P4	P5	P7	P8
ROE	-0,01090	0,02053	-0,02146	-0,00432	0,00003
ROI	-0,00556	0,01942	-0,01892	-0,00432	0,00001
ROS	-0,03691	0,30018	-0,18873	-0,02062	0,00003

molto più consistente nel secondo che nel primo caso, e positivo nel terzo.

Tale tendenza si conferma anche se si focalizza l'attenzione sul terzo indice riportato denominato ROS e calcolato come rapporto fra reddito netto e valore delle vendite, che pertanto permette di misurare la redditività delle vendite in relazione alla quantità di reddito netto generata da ogni euro di fatturato.

Nel caso del P1 e del P2 quindi, il segno negativo assunto da tale indice, segnala l'incapacità dei ricavi provenienti dalle vendite a coprire il totale dei costi della produzione diversamente da quanto accade in relazione al p6, dove per ogni euro di fatturato si generano 0,23 euro di reddito netto.

Passando all'esame delle performances realizzate dalle aziende da latte, i medesimi indicatori configurano un quadro non molto confortante sotto il punto di vista reddituale anche per questo settore (tabella 6.9). Anche in questo caso prevalgono indici di redditività caratterizzato da segno negativo che si registrano in ben 3 casi rispetto ai 5 esaminati.

Con maggiore approfondimento, limitatamente all'indice che esprime la redditività del capitale di rischio (ROE) si segnalano valori negativi in corrispondenza dei partner 1, 5 e 7 con valori che oscillano dal -2% realizzato dal partner 5 al quasi impercettibile -0,4% del partner 7. In controtendenza rispetto a questo andamento i partner 4 e 8 in cui in capitale di rischio risulta invece in grado di produrre un reddito positivo, con un tasso pari al 2% nel partner 5 e pari allo 0,003, molto vicino a valori neutri di redditività, nel caso del partner 8.

Le ragioni di tale differenze sono ovviamente da imputare ad una molteplicità di fattori connessi principalmente alla diversa forma imprenditoriale, alla diversa forma di conduzione, nonché al metodo produttivo adottato (biologico o convenzionale) e alla diversa configurazione dei fattori produttivi descritti nei precedenti paragrafi.

Un simile andamento, seppur in misura percentuale minore, risulta caratterizzare anche il ROI delle cinque aziende esaminate: in tal senso, anche se si considera l'attitudine dell'intero capitale investito a produrre reddito, i valori denotano tassi di ritorno negativi, a dimostrazione di come non siano le modalità di finanziamento ad influenzare significativamente in senso negativo i livelli di redditività aziendali. Similmente, seppur con segno opposto, si può estendere il ragionamento appena espresso alle imprese partner 4 e 8, in cui si registrano valori di ROI positivi.

Dal calcolo e dall'analisi del ROS è possibile formulare ulteriori deduzioni circa le ragioni di un particolare situazione definita in termini di ROI e ROE: se infatti consideriamo i partner P3, P4 e P7, sebbene questi presentino valori confrontabili per i due parametri considerati, differenze consistenti si profilano se si guarda alla redditività delle

vendite. Nel caso dei partner 3 e 7 infatti, per ogni euro di fatturato, la corrispondente variazione negativa di reddito netto risulta limitata rispettivamente a valori di 0,03 euro o 0,02 euro, diversamente da quanto accade in relazione al partner 5, dove ciascun euro realizzato in termine di valore di vendita genera un reddito negativo pari 0,18 centesimi, evidenziando una struttura dei costi eccessivamente gravosa rispetto agli altri partner.

In accordo con gli altri indici mostrati in precedenza, si conferma positiva la gestione economica realizzata dal partner 4 anche in termini di ROS, che assume un valore pari addirittura al 30%, mettendo in luce la notevole convenienza economica che consegue l'azienda dall'attività di vendita, le cui motivazioni sono da imputare da una parte, al maggior prezzo di vendita del latte garantito dal metodo biologico, dall'altro alla struttura dei costi particolarmente efficiente.

In accordo con gli altri indici mostrati in precedenza, si conferma positiva la gestione economica realizzata dal partner 4 anche in termini di ROS, che assume un valore pari addirittura al 30%, mettendo in luce la notevole convenienza economica che consegue l'azienda dall'attività di vendita, le cui motivazioni sono da imputare da una parte, al maggior prezzo di vendita del latte garantito dal metodo biologico, dall'altro alla struttura dei costi particolarmente efficiente.

Al fine di dettagliare ulteriormente il profilo economico appena delineato in relazione all'aspetto della redditività, le due tabelle seguenti (6.10 e 6.11) saranno dedicate alla presentazione di tre indici relativi alla dimensione dell'economicità il cui obiettivo è quello di mettere in relazione ricavi e costi di gestione.

Relativamente agli allevamenti da carne, l'indice di economicità generale, dato del rapporto fra valore totale della produzione e costi totali sostenuti per determinarla, risulta inferiore all'unità nel caso del partner 1 ed in maniera ancor più consistente nel caso del partner 2, confermando la scarsa propensione dei ricavi a coprire i costi sostenuti dai partner in questione. In linea con gli indici di redditività il dato relativo al partner 6, che risulta positivo e sensibilmente al di sopra dei concorrenti. Lo stesso trend si registra anche in ordine agli indici di economicità parziali esprimendo l'incidenza sul valore della produzione dei costi associati alle macchine e al lavoro. In entrambi i casi tali voci avere un peso maggiore per i partner 1 e 2, in cui pertanto l'indice assume valore significativamente più bassi che nel partner 6, che si distingue così per un impiego più efficiente dei due fattori menzionati.

Se si considerano invece le aziende da latte, il valore della produzione totale risulta in grado di superare o almeno eguagliare l'ammontare di tutti i costi necessari alla sua realizzazione solo in 2 casi su 5, precisamente rappresentati dai partner 4 ed 8, gli stessi per i quali mostravano andamento positivo anche gli indici di redditività. Molto prossimo

Tabella 6.10 - Indicatori di redditività aziende da latte

	P3	P4	P5	P7	P8
ROE	-0,01090	0,02053	-0,02146	-0,00432	0,00003
ROI	-0,00556	0,01942	-0,01892	-0,00432	0,00001
ROS	-0,03691	0,30018	-0,18873	-0,02062	0,00003

Tabella 6.11 - Indicatori di economicità aziende da carne

	P1	P2	P6
Indicatore di economicità generale (VP/CT)	0,88	0,59	1,14
Indice di economicità delle macchine (VP/CM)	6,91	3,36	21,07
Indice di economicità del lavoro (VP/CL)	2,95	2,41	11,50

all'unità risulta comunque il valore di tale indice anche nel caso del partner 3 e 7, entrambi attestatisi sul dato di 0,98, a differenza del partner 5 dove invece per ogni unità di costo sostenuta si realizza solo 0,75 unità di ricavo.

Più complessa e degna di riflessione si profila la situazione se si considerano gli indici di economicità parziali che mettono in luce una forte variabilità rispetto all'incidenza delle spese per la meccanizzazione e per la manodopera. Relativamente al primo aspetto, infatti, i partner 4 e 8 cui si associavano i valori più elevati in termini di efficienza generale, non risultano necessariamente altrettanto performanti in termini di valore prodotto per unità di costo associato all'utilizzo del fattore macchina, rispetto al quale il partner 7 risulta in assoluto il più efficiente con un valore pari a 21,94. In particolare al partner 4, cui si associava il valore significativamente più elevato in termini di economicità generale, di contro rivela il grado di efficienza minore nell'uso del fattore macchine.

Opposto appare la situazione se si considera l'impiego del fattore lavoro, dove il partner 4, vista la forma di

Tabella 6.12 - Indicatori di economicità aziende da latte

	P3	P4	P5	P7	P8
Indicatore di economicità generale (PV/CF)	0,98	1,37	0,75	0,98	1,00
Indice di economicità delle macchine	13,22	8,00	12,11	21,94	21,01
Indice di economicità del lavoro	4,51	23,53	3,62	5,57	3,47

Tabella 6.13 - Indicatori di composizione aziende da carne

	P1	P2	P6
Indice di elasticità degli impieghi	0,02	0,02	0,08
Indice di rigidità degli impieghi	0,98	0,98	0,92
Indice di immobilizzo (materiale)	0,98	0,98	0,92
Indice di immobilizzo (immateriale)	0,00	0,00	0,00
Indice di immobilizzo (finanziario)	0,00	0,00	0,00
Indice di autonomia finanziaria	1,00	0,88	0,56
Indice di indebitamento	0,00	0,12	0,44

Tabella 6.14 - Indicatori di composizione aziende da latte

	P3	P4	P5	P7	P8
Indice di elasticità degli impieghi	0,09	0,03	0,03	0,05	0,23
Indice di rigidità degli impieghi	0,91	0,97	0,97	0,95	0,77
Indice di immobilizzo (materiale)	0,79	0,97	0,97	0,95	0,66
Indice di immobilizzo (immateriale)	0,07	0,00	0,00	0,00	0,09
Indice di immobilizzo (finanziario)	0,04	0,00	0,00	0,00	0,01
Indice di autonomia finanziaria	0,51	0,95	0,88	1,00	0,31
Indice di indebitamento	0,49	0,05	0,12	0,00	0,68

conduzione familiare, registra il valore massimo dell'indici di economicità di gran lunga superiore rispetto agli altri partner, dove il rilevante impiego di salariati si riverbera in una elevata incidenza dei costi della manodopera sull'unità di prodotto.

Dopo avere caratterizzato la gestione economica sotto il profilo reddituale e dell'economicità si tenterà, attraverso gli indici contenuti nelle tabelle successive, di fornire un panoramica delle imprese partner anche dal punto di vista della situazione finanziaria- patrimoniale.

A tale fine, nella tabella 6.13 sono riportati i principali indici di composizione, determinati per le tre aziende da carne, volti ad evidenziare il peso di ciascun impiego e fonte rispetto al totale. Dai dati si evince, dal lato degli impieghi, un elevatissimo grado di rigidità di questi ultimi cui risulta inevitabilmente associato, essendo il complemento ad un 1 del suddetto indice, un bassissimo valore di elasticità, ad indicare una scarsa tendenza delle aziende a riadattarsi in caso di mutazioni dell'ambiente imprenditoriale, a causa di una struttura produttiva fortemente basata su immobilizzi di tipo materiale, tipica delle aziende agricole. Tale affermazione risulta ampiamente confermata dall'indice relativo all'immobilizzo materiale, che risulta infatti in tutte e tre i casi pari all'indice di rigidità degli impieghi, a differenza delle altre tipologie di immobilizzazioni che risultano del tutto assenti.

Dal lato delle fonti i valori risultano molto più eterogenei: se infatti il partner 1 risulta totalmente autonomo dal ricorso a finanziamenti di terzi, il partner 2 e soprattutto il partner rivelano un maggior ricorso al finanziamento tramite soggetti

Tabella 6.15 - Bilancio parziale erba medica (valori unitari €/q)

Ricavi	P3	P4	P5	P6	P7	P8	Benchmark
Resa (q/ha)	120,0	120,5	132,0	60,6	140,0	120,0	115,5
PLV (€/q)	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0
Costi	P3	P4	P5	P6	P7	P8	Benchmark
Mezzi tecnici (sementi, concimi ecc)	2,3	0,1	0,3	1,5	1,1	0,3	0,9
Carburanti, lubrificanti, energia el.	0,7	1,5	1,5	1,2	0,0	1,6	1,1
Manodopera	0,5	1,4	1,8	1,0	0,0	1,9	1,1
Servizi conto terzi	2,3	0,0	0,0	0,0	2,7	0,0	0,8
totale costi variabili	5,8	3,0	3,7	3,8	3,8	3,7	4,0
Quote macchine (amm., manut., ass.)	0,6	1,5	0,1	1,3	0,0	0,5	0,7
Spese generali	0,2	0,1	0,7	0,6	0,6	0,4	0,4
totale costi fissi	0,8	1,6	0,8	1,9	0,6	0,9	1,1
TOTALE COSTI	6,6	4,6	4,5	5,7	4,4	4,6	5,1
Reddito d'esercizio	5,4	7,4	7,5	6,3	7,6	7,4	6,9

esterni nella misura rispettiva, come evidenziato dall'indice di indebitamento, del 12% e dell'88% rispetto al totale delle fonti.

Anche le aziende specializzate nella produzione di latte, in accordo con quanto mostrato in tabella 6.13, seppur in misura minore rispetto alla carne, rilevano una struttura fortemente rigida sotto il profilo degli impieghi, rispetto ai quali a prevalere sono dunque le voci dell'attivo fisso, che costituiscono da un minimo del 77% nel caso del partner 8, la cui gestione risulta dunque più elastica e propensa all'adattamento, ad un massimo del 97% relativamente ai partner 4 e 5. Elevati anche in questo caso i valori delle immobilizzazioni materiali, che rappresentano la totalità dell'attivo fisso nei partner 4, 5 e 7, a differenza dei partner 3 e 8, in cui invece si rileva, seppur limitatamente e sempre in misura inferiore al 10%, la presenza di immobilizzazioni immateriali e finanziarie.

In ordine alle fonti di finanziamento si registra un notevole grado di variabilità fra le aziende partner rispetto al grado di ricorso al capitale di credito. Si passa infatti, come nel caso del partner 7, dalla completa autonomia rispetto ai finanziamenti di terzi, ad un utilizzo moderato di mezzi finanziari provenienti da soggetti esterni nel caso dei partner 4

Tabella 6.16 - Struttura dei costi - erba medica (valori %)

Costi	P3	P4	P5	P6	P7	P8	Benchmark
Mezzi tecnici (sementi, concimi ecc)	35%	3%	8%	26%	25%	6%	19%
Carburanti, lubrificanti, energia el.	10%	33%	34%	22%	0%	34%	21%
Manodopera	8%	30%	41%	18%	0%	40%	22%
Servizi conto terzi	35%	0%	0%	0%	62%	0%	16%
totale costi variabili	88%	65%	83%	67%	87%	80%	78%
Quote macchine (amm., manut., ass.)	9%	33%	2%	23%	0%	11%	13%
Spese generali	3%	2%	15%	11%	13%	9%	9%
totale costi fissi	12%	35%	17%	33%	13%	20%	22%
TOTALE COSTI	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

e 5, che presentano un indice di indebitamento pari al 95% e all'88%, ad un ricorso molto più massiccio al credito in

Tabella 6.17 - Bilancio parziale - coltura "silomais" (valori in Euro/q)

Ricavi	P2	P3	P5	P6	P8	Benchmark
Resa (q/ha)	300,0	387,0	386,0	280,7	440,0	358,74
PLV (€/q)	5,0	3,4	5,0	4,2	5,0	4,52

Costi	P2	P3	P5	P6	P8	Benchmark
Mezzi tecnici (semente, concimi ecc)	0,4	1,3	1,2	1,4	0,9	1,0
Carburanti, lubrificanti energia el.	1,3	0,5	1,9	1,1	0,9	1,1
Manodopera	1,2	0,2	0,9	0,4	0,5	0,6
Servizi contoterzi	0,9	1,1	0,9	1,6	0,8	1,0
totale costi variabili	3,5	3,0	4,9	4,4	3,1	3,8
Quote macchine (amm, manut, ass)	1,3	1,2	0,2	0,2	0,2	0,6
Spese generali	1,5	0,1	0,3	0,2	0,3	0,5
totale costi fissi	2,8	1,4	0,5	0,4	0,5	1,1
TOTALE COSTI (€/q)	6,3	4,4	5,4	4,8	3,5	4,9

Reddito esercizio (Euro/q)	-1,3	-1,0	-0,4	-0,6	1,5	-0,4
----------------------------	------	------	------	------	-----	------

corrispondenza dei partner 3 e 8, in cui rispettivamente il 49% e il 68% del capitale investito ha provenienza esterna all'impresa.

Risultati – livello “prodotto”

Il presente paragrafo è dedicato alla presentazione dei risultati economici determinati in relazione alla singola produzione realizzata da ciascuna azienda partner. Vista l'estrema eterogeneità degli ordinamenti colturali praticati da quest'ultime si è scelto di presentare in questa sede, in riferimento alle produzioni vegetali, i bilanci parziali relativi alle sole colture foraggere dell'erba medica e del silomais, le più rappresentate nel panorama aziendale, rimandando

all'allegato xx i risultati economici pur determinati, per ogni azienda, relativamente a tutte le colture poste in essere.

Tabella 6.18 - Bilancio parziale coltura "silomais" (valori %)

Costi	P2	P3	P5	P6	P8	Benchmark
Mezzi tecnici (sementi, concimi ecc)	6%	30%	23%	28%	26%	21%
Carburanti, lubrificanti, energia el.	20%	12%	35%	22%	26%	23%
Manodopera	19%	3%	17%	8%	14%	13%
Servizi conto terzi	15%	24%	16%	33%	21%	21%
totale costi variabili	56%	69%	91%	91%	87%	77%
Quote macchine (amm, manut, ass)	20%	28%	3%	5%	5%	13%
Spese generali	24%	3%	6%	4%	9%	10%
totale costi fissi	44%	31%	9%	9%	13%	23%
TOTALE COSTI	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Per quanto attiene alle produzioni di stalla, rappresentate dalla carne e dal latte, in considerazione del carattere tematico prettamente zootecnico che contraddistingue il presente progetto, i rispettivi bilanci parziali saranno oggetto di illustrazione e discussione, internamente al presente report, nel successivo capitolo destinato alla presentazione dei risultati finali.

Risultati a – produzioni vegetali

Relativamente alle produzioni vegetali, nella tabella 6.15 viene riportato il bilancio parziale redatto per la coltura foraggera dell'erba medica, praticata da ben 6 aziende su 8 e alla base delle razioni somministrate nell'allevamento bovino. La struttura del bilancio prevede l'articolazione in due sezioni di ricavo e costo, per le quali vengono dettagliate le relative voci, rispettivamente rappresentate dalla Produzione Lorda Vendibile e dai costi fissi e variabili. In particolare, i valori mostrati, espressi in Euro per quintale, evidenziano una buona efficienza economica del processo produttivo esaminato, che risulta infatti in grado di generare un reddito d'esercizio positivo per tutti i partner e che risulta pari, se si considera il valore di benchmark calcolato come media ponderata dei 5 casi, a 6,9 Euro. Si dimostra pertanto la convenienza per le aziende a svolgere internamente il processo colturale evitando l'acquisto della materia prima che risulterebbe evidentemente più gravoso.

Tabella 6.19 – Costo dell'operazione "aratura" (valori annuali)

Classe potenza macchina (HP)	Costi variabili (€/ha)				Costi fissi (€/ha)		Costo totale (€/ha) (a+b+c+d +e)
	Ore (h/ha)	Lavoro	Carburante	Lubrificante	Quote	Spese generali	
		(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	
A <150 HP	4,9	69,8	68,2	12,0	19,0	25,2	194,3
B 150 - 200 HP	2,4	32,4	44,7	8,2	13,4	11,8	110,5
C 200 - 250 HP	1,5	19,0	35,4	1,9	23,7	16	96,0
D >250	0,8	14,1	31,8	5,6	11,6	5,8	68,8

Dalla struttura dei costi mostrata in tabella 6.16, si evidenzia come, in termini percentuali, la stragrande maggioranza dei costi sia ovviamente di natura variabile, con le voci più rilevanti, sebbene molto variabili fra le aziende partner, rappresentate dai carburanti, dai mezzi tecnici e dal lavoro. Molto meno rilevante il peso associato ai fattori fissi, che in termini di media ponderata costituiscono il 22% del costo totale, con importanze relative differenti nei diversi casi dovute alla diversa organizzazione aziendale adottata.

Diversa appare la situazione se si considera invece la coltura del silomais: i valori contenuti infatti in tabella 6.17, espressi in Euro per quintale, mettono in luce un scarso livello di efficienza economica del processo produttivo considerato, che risulta infatti in grado di generare un reddito d'esercizio positivo solo nel caso del partner 8, mentre in tutti gli altri casi il risultato risulta caratterizzato dal segno negativo, in misura variabile da un minimo di 0,4 euro (partner 5) e 1,3 euro (partner 2). Anche la media ponderata riflette tale andamento, evidenziando un dato perdita netta pari a 0,4 euro per quintale.

Tabella 6.20 – Costo dell'operazione "fienagione" (valori annuali)

Sub-operazione	Costi variabili (€/ha)					Costi fissi (€/ha)		Costo totale (€/ha) (a+b+c+d+e)
	Classe potenza macchina (HP)	Ore (h/ha)	Lavoro	Carburante	Lubrificante	Quote (ammortamento, assicurazione e manutenzione)	Spese generali	
			(a)	(b)	(c)			
sfalcio	<150 HP	1,84	25,1	17,9	2,9	9,7	13	68,7
roto-pressatura	<150 HP	1,94	26,3	23	3,4	18	10,2	80,9
ranghinatura	<150 HP	2,29	32,9	20,3	3,4	10,7	14,7	81,9
Totale		6,07	84,30	61,20	9,70	38,40	37,90	231,50

Si dimostra pertanto la sconvenienza per le aziende a svolgere internamente il processo colturale, viste le basse rese registrate in molti casi rispetto ai valori standard, che ne renderebbero quasi sempre più conveniente l'approvvigionamento da fonti esterne.

Dalla struttura dei costi mostrata in tabella 6.18, si evidenzia come, in termini percentuali, il 77% sia dovuto all'uso di fattori variabili, con le voci più rilevanti, sebbene molto variabili fra le aziende partner, rappresentate in soprattutto dai carburanti e lubrificanti, seguiti dai mezzi tecnici colturali e dalla manodopera. Molto meno rilevante il peso associato ai fattori fissi, che in termini di media ponderata costituiscono il 23% del costo totale, con importanze relative differenti nei diversi casi dovute alla diversa organizzazione aziendale adottata. In particolare nel caso del partner 2 e 3 la quota associata a tali costi sembra eccessivamente gravosa, segno di una gestione caratterizzata da inefficienze strutturali rilevanti.

Risultati – Livello “operazione”

L'ultimo livello di analisi preso in considerazione è rappresentato dalla singola operazione, intesa come l'unità minima in cui può essere scomposto ciascun processo produttivo realizzato a livello aziendale, sia con riguardo alle attività di campo che di stalla.

In entrambi i casi si è dunque provveduto a identificare ogni singola fase del processo e a determinare, in maniera dettagliata, gli impieghi di tutti i fattori della produzione, quantificandoli in termini economici sotto forma di costi fissi e variabili.

I risultati di tale elaborazione sono stati utilizzati, da una parte, ai fini della individuazione di valori di benchmark, calcolati sotto forma di media ponderata dei rispettivi valori di costo delle 8 aziende partner e riportati in forma integrale, per esigenze di sintesi, negli allegati al presente report. In tal senso, le tabelle 6.19 e 6.20, si limitano a riportare, a titolo esemplificativo, i dati relativi ai costi di due tipiche operazioni di campo svolte ordinariamente da tutte le aziende partner: l'aratura e la fienagione. In entrambi i casi a prevalere sono ovviamente i costi di natura variabile, con le voci prevalenti costituite dal lavoro e dal carburante.

In particolare, relativamente all'aratura i dati evidenziano un crescente livello di efficienza all'aumentare della classe di potenza della macchina utilizzata: i tempi di lavoro ad ettaro subiscono infatti un notevole decremento nel passaggio dalla classe A alla classe D, che si traduce, a livello economico, in un cospicuo abbattimento dei costi che dal valore totale di 194,3 Euro si riducono a quello di 68,8 euro (- 65%). Tale andamento si riflette anche nella struttura dei costi, in relazione alla quale assume un peso crescente la componente legata al lavoro, mentre di pari passo aumenta, sempre in termini relativi, il costo connesso al carburante.

Anche in riferimento all'operazione colturale "fienagione", articolata nelle tre sub-operazioni (sfalcio, roto-pressatura e ranghinatura) riportate in tabella 6.32, il fattore più oneroso, dal punto di vista dei costi, risulta essere, in tutti e tre i casi, il lavoro, seguito dalle spese connesse all'uso di carburante. Più bassa si conferma l'incidenza dei costi di natura fissa, che complessivamente considerati rappresentano circa un terzo del costo totale. Nel complesso l'operazione di fienagione, ripetuta tre volte su base annuale, impiega 6,07 ore ad ettaro di lavoro, per una spesa complessiva pari a 231,50 Euro/ha.

I dati di natura economica appena illustrati in relazione ai tre livelli di analisi, congiuntamente a quelli relativi alla dimensione ambientale e del benessere animale, sono confluiti nell'apposito database creato ad hoc che ha costituito la base informativa per l'elaborazione del modello concettuale di analisi integrata del trade-off economico-ambientale proposto nel presente progetto.

I dati di natura economica appena illustrati in relazione ai tre livelli di analisi, congiuntamente a quelli relativi alla dimensione ambientale e del benessere animale, sono confluiti nell'apposito database creato ad hoc che ha costituito la base informativa per l'elaborazione del modello concettuale di analisi integrata del trade-off economico-ambientale proposto nel presente progetto.

2.6.2 DSA3 UR Economia - Comunità Montana Monti Trasimeno

Parallelamente alla rilevazione dei dati aziendali, durante i mesi 3°-4° e dal 7° al 10° mese, sono state svolte le elaborazioni delle informazioni raccolte. Si è potuto quantificare numericamente, con il tool prodotto, alcuni dei valori relativi all'aspetto ambientale, come la quantificazione dei consumi energetici diretti e indiretti relativi a fonti fossili e non, e la carbon footprint.

La definizione di questi indicatori e l'impostazione del livello di analisi economico-ambientale su scala aziendale e di processo e/o di prodotto ha consentito, come previsto durante l'attività 7, di ipotizzare usi alternativi dei sottoprodotti e di valutarne i benefici dal punto di vista ambientale.

2.6.2.1 Materiali, metodi e strumenti adottati

Per la raccolta delle informazioni e per la loro elaborazione sono stati realizzati due strumenti:

- 1 - schede-registro: questionario per la raccolta dati necessari
- 2 - BovinePrint2020: software basato su fogli di calcolo excel per l'elaborazione dei dati raccolti

Il tool, che sarà chiamato come il progetto BovinePrint2020, prende spunto dalla struttura e dalla metodologia di calcolo propria del software ACCT (AgriClimateChange Tool) utilizzato in una precedente esperienza progettuale in seno al progetto LIFE+ AgriClimateChange (2011-2013).

ACCT è stato uno strumento di valutazione dei consumi energetici e delle emissioni dei gas a effetto serra adottato in più di 120 aziende agricole provenienti dalle 4 economie agricole europee più importanti: la Spagna (Murcia/Valenzia e le isole Canarie), la Germania, l'Italia e la Francia. I risultati dello strumento ACCT hanno permesso di costruire dei piani di azione per la realizzazione di interventi di miglioramento per ciascuna azienda con l'obiettivo di ridurre i consumi energetici ed i GHG dal 10 al 40%.

La base di ACCT è costituita dal metodo PLANETE, sviluppato da Solagro nel 1999, e Dia'terre (realizzata congiuntamente con ADEME, il Ministero dell'Alimentazione, dell'Agricoltura e della Pesca ed i loro partners agricoli fra cui Solagro) che è lo strumento nazionale per le valutazioni delle aziende agricole in Francia ed è stata applicata in Francia su più di 3 700 aziende.

Lo strumento ACCT è costruito a partire dall'insieme delle seguenti fonti : il GIEC (Gruppo Intergovernamentale di esperti sul Clima), l'ACV (analisi del ciclo di vita), la norma ISO 14064, il "Bilan Carbone®", gli inventari nazionali ed internazionali dei Gas ad Effetto Serra, Dia'terre®, PLANETE-GES, il CORPEN (Bilancio di azoto), inoltre la decisione della commissione del 10 giugno 2010 relativa alle linee direttrici per il calcolo degli stocks di carbonio nei suoli ai fini dell'annesso V della direttiva 2009/28/CE.

L'esperienza maturata dall'applicazione di ACCT è stato uno dei punti di partenza per lo sviluppo di BovinePrint 2020 per il quale sono stati implementati il modello di calcolo e la struttura per renderlo funzionale alla complessità della gestione delle aziende zootecniche e al ciclo del carbonio dei loro terreni, in funzione anche della produzione e dell'utilizzo degli scarti zootecnici. Inoltre è stata implementata anche la capacità di analisi degli aspetti relativi ai costi economici delle diverse attività produttive che si realizzano all'interno dell'azienda ad integrazione della valutazione del loro impatto ambientale.

BovinePrint2020 permette di valutare i consumi di energia non rinnovabile su base annuale, nonché le emissioni di gas serra e le variazioni delle scorte di carbonio su scala aziendale. I risultati scaturiti da queste valutazioni permettono in un secondo momento, di individuare le misure pertinenti in grado di migliorare il livello delle prestazioni energetiche delle differenti situazioni aziendali.

Il perimetro considerato in BovinePrint2020 è la scala dell'azienda agricola. La valutazione è realizzata a partire dalla raccolta dei dati relativi ad un'annata agraria. La raccolta delle informazioni deve appoggiarsi dunque intorno a questo principio.

Per quanto riguarda il consumo di energia attraverso questo strumento viene valutato sia il consumo diretto di energia non rinnovabile (petrolio, energia elettrica, gas...) che quello indiretto, attraverso tutti gli elementi inclusi in una stagione agricola (fertilizzanti minerali, mangimi acquistati, macchinari, fabbricati agricoli...).

In base al principio della LCA1, ogni elemento diretto o indiretto di energia, è associato ad un coefficiente energetico. Questo calcolo si riferisce ad un perimetro più ampio che include le attività di estrazione, produzione e trasporto. Così vengono prese in considerazione nella valutazione, anche le attività a monte dell'azienda. Le attività

di lavorazione e trasporto dei prodotti agricoli vengono sistematicamente integrate nell'analisi energetica, se effettuate dall'agricoltore. In caso contrario, l'analisi energetica si ferma ai cancelli dell'azienda. I risultati energetici sono espressi in energia primaria e l'unità di misura usata è il GJ. Il vantaggio di questo sistema è che entrambe le energie, diretta ed indiretta, possono aiutare a definire il profilo energetico dell'azienda.

Per quanto concerne la valutazione delle emissioni di gas serra e delle variazioni del sequestro del carbonio, i gas serra calcolati sono CO₂ (anidride carbonica), CH₄ (metano) e N₂O (protossido di azoto). Questi, in agricoltura, sono i principali gas ad effetto serra nell'ambito del protocollo di Kyoto. I calcoli delle emissioni di gas serra ed il sequestro del carbonio, sono realizzati per ogni unità specifica di gas (peso di CO₂, CH₄ e N₂O) e convertiti in tonnellate di CO₂ equivalente (tCO₂e) utilizzando il Global Warming Potential (GWP) di ciascun gas (IPCC, 2007).

L'indicatore è calcolato su un orizzonte fisso di 100 anni, per tener conto della durata della permanenza di varie sostanze nell'atmosfera. Così 1 tonnellata di CH₄ è 25 tCO₂e e 1 tonnellata di N₂O è 298 tCO₂e. Le emissioni di gas serra sono state suddivise in diverse categorie, a seconda di cosa origina l'emissione, ed in funzione del loro luogo di origine:

- emissioni legate al consumo di energia diretta (carburanti, gas...) ed indiretta (emissioni riferite alla realizzazione dei fattori di produzione).
- emissioni legate agli animali: fermentazione enterica, gestione del letame.
- emissioni legate direttamente al suolo, all'apporto di azoto mediante fertilizzanti minerali, pascolo, spargimento di letame e residui di coltivazione. Le emissioni indirette sono inoltre stimate mediante le corrispondenti deposizioni di ammoniaca in atmosfera, dilavamento e lisciviazione del surplus di azoto dell'azienda.

Le emissioni dei GES sono distinte anche in funzione del loro luogo di emissione e classificate in dirette ed indirette.

Così vengono presi in esame 2 perimetri:

- Il perimetro «sito» per i GES diretti: vi troviamo le emissioni relative al sito aziendale propriamente detto, che comprendono le emissioni dovute alla combustione delle energie nel sito (CO₂ emesso), le emissioni degli alocarburi (funzionamento dei gruppi freddi) le emissioni di metano (fermentazione enterica e gestione delle deiezioni), certe emissioni di N₂O (apporti d azoto sui suoli).
- Il perimetro «esterno» per i GES indiretti: comprende le emissioni indirette dovute all'energia spesa nella fabbricazione dell'elettricità della rete distributiva, del pompaggio dell'acqua potabile o dell'acqua di irrigazione se effettuata da un terzo, la messa a disposizione dell'energia fossile (fabbricazione, trasporto del gasolio, della benzina, dei lubrificanti minerali... utilizzati nell'azienda agricola), le emissioni indirette dovute all'energia spesa per la fabbricazione e trasporto dei fattori di produzione quali gli acquisti di alimenti per gli animali, i concimi e fertilizzanti, i prodotti fitosanitari, le sementi, le plastiche, le macchine e gli edifici, il trasporto dei salariati e permanenti dell'azienda per il loro spostamento domicilio-lavoro, il trasporto esternalizzato dei prodotti aziendali, le emissioni di N₂O indirette dovute al deposito atmosferico di ammoniaca (NH₃) sui suoli aziendali, le emissioni dovute al lavaggio e/o ruscellamento dell'eccesso di azoto dell'azienda e le emissioni di N₂O dovute al NH₃ prodotto in azienda (e che si depositerà su altre superfici che determineranno allora delle emissioni di N₂O).

Oltre all'inventario delle emissioni lorde, lo strumento offre la possibilità di stimare le emissioni evitate nel corso della produzione in azienda, mediante le energie rinnovabili in sostituzione di quelle fossili (fotovoltaico, eolico, energia del legno, biogas...) che possono essere usate direttamente in azienda o fuori di essa.

I gas ad effetto serra considerati sono la CO₂ (biossido di carbonio), il CH₄ (metano) ed il N₂O (protossido di azoto). Si tratta dei principali GES rilevanti del protocollo di Kyoto per le aziende agricole.

Attraverso il tool è stato possibile riorganizzare tutti i dati raccolti su differenti livelli di aggregazione (per azienda, per tipologia colturale, per fase della lavorazione o singola operazione). È stata quantificata innanzitutto la carbon footprint di ogni azienda sia come valore complessivo di tutte le attività realizzate sia di singolo prodotto. È possibile altresì affinare il calcolo fino alla singola operazione tecnica in maniera tale da poter anche effettuare delle valutazioni in merito a tecniche/strumentazioni/mezzi o utilizzi dei sottoprodotti alternativi.

Attraverso questo metodo è stato possibile definire tutti i flussi di energia che avvengono all'interno dell'azienda e combinarli con i flussi economici.

2.6.2.2 Risultati ambientali di sintesi

Coerentemente con l'obiettivo definito in fase progettuale nei risultati che seguono saranno esposti gli indicatori ambientali ricavati dalle elaborazioni dei dati rilevati presso le aziende. Tali indicatori riguardano la quantità di emissioni equivalenti di CO₂ prodotta e di energia consumata espressi rispettivamente in tonnellate o kg e in GJ o MJ a seconda del elemento/livello preso in esame

	T CO ₂ /ha	GJ/ha
AZ.1	1,51	9,68
AZ.2	1,53	46,76
AZ.3	0,70	34,26
AZ.4	0,56	10,91
AZ.5	1,45	30,41
AZ.6	1,62	34,26
AZ.7	2,46	46,76
AZ.8	2,26	23,81
MEDIA BovinePrint2020	1,34	20,58
MEDIA ACCT	1,58	15,28

LIVELLO AZIENDALE: Indicatori: t CO₂/ha; GJ/ha - Sono indicatori che esprimono il bilancio totale di CO₂ emessa ed energia consumata per unità di superficie di tutta l'azienda. I valori ricavati sono la risultante della ricostruzione delle emissioni e consumi di tutte le operazioni effettuate (corrispondenti all'ultimo livello "operazione"), di tutti i materiali consumati, i mezzi impiegati, gli edifici utilizzati, degli effetti dell'alimentazione e gestione degli effluenti degli animali aggregati in sottoinsiemi corrispondenti alle singole produzioni (livello "prodotto").

LIVELLO PRODOTTO CULTURALE/ALLEVAMENTO: Indicatori: t CO₂/ha coltura; GJ/ha coltura; kg/l latte; kg CO₂/kg carne; MJ/l; MJ/kg - Questi indicatori vengono utilizzati per definire le performance ambientali in merito a specifiche produzioni colturali o di allevamento, costituendo un livello di classificazione intermedia delle operazioni primarie, consentendoci di mettere a confronto in maniera più significativa l'efficienza energetica/ambientale tra aziende relativamente ad una stessa produzione colturale.

Gli indicatori riguardanti le produzioni di latte e di carne, prodotti principali, dell'azienda, attengono a questo livello ma è più opportuno che siano considerati gli indicatori di livello aziendale in quanto realmente caratterizzanti le aziende prese in esame essendo le produzioni agricole quasi tutte finalizzate all'alimentazione degli animali e poche alla vendita.

LIVELLO OPERAZIONE CULTURALE/ALLEVAMENTO: Indicatori: GJ/ha operazione colturale; MJ/q prodotto colturale - Come già detto questo è il livello delle operazioni di base a ciascuna delle quali sono associati dei consumi di energia diretta, come quella da combustibile fossile per l'utilizzo di mezzi energivori, oppure indiretta, come l'ammortamento dell'energia necessaria per la realizzazione dei mezzi utilizzati o beni consumati, e relative emissioni di CO₂ equivalente.

Ogni singola operazione costituisce l'unità minima in cui può essere scomposto il processo produttivo per cui questo è l'ultimo livello di analisi che può essere preso in esame.

Essendo molto numerose le informazioni raccolte ed elaborate riguardanti tutte le operazioni aziendali sia di attività di campo che di stalla (come già indicato in precedenza sono state raccolte e inserite circa 1545 file di registro totali per le 8 aziende per gli anni 2014 e 2015 di cui 1212 riguardanti operazioni colturali, 313 riguardanti attività legate alle operazioni di stalla, 20 riguardanti la gestione delle deiezioni, riconducibili a circa n. 40 operazioni colturali, n.20 operazioni di stalla e 130 altre attività diverse).

Data la vastità e l'eterogeneità delle operazioni censite si riportano i risultati relativi all'attività dell'aratura realizzata sulla coltura dell'orzo, praticata da 6 aziende su 8.

Risultati a Livello aziendale

Il primo dato risultante dalla elaborazione dei dati inseriti nel tool riguarda l'informazione sulla quantità di CO2 equivalente prodotta e di energia consumata per ha di superficie agricola utile.

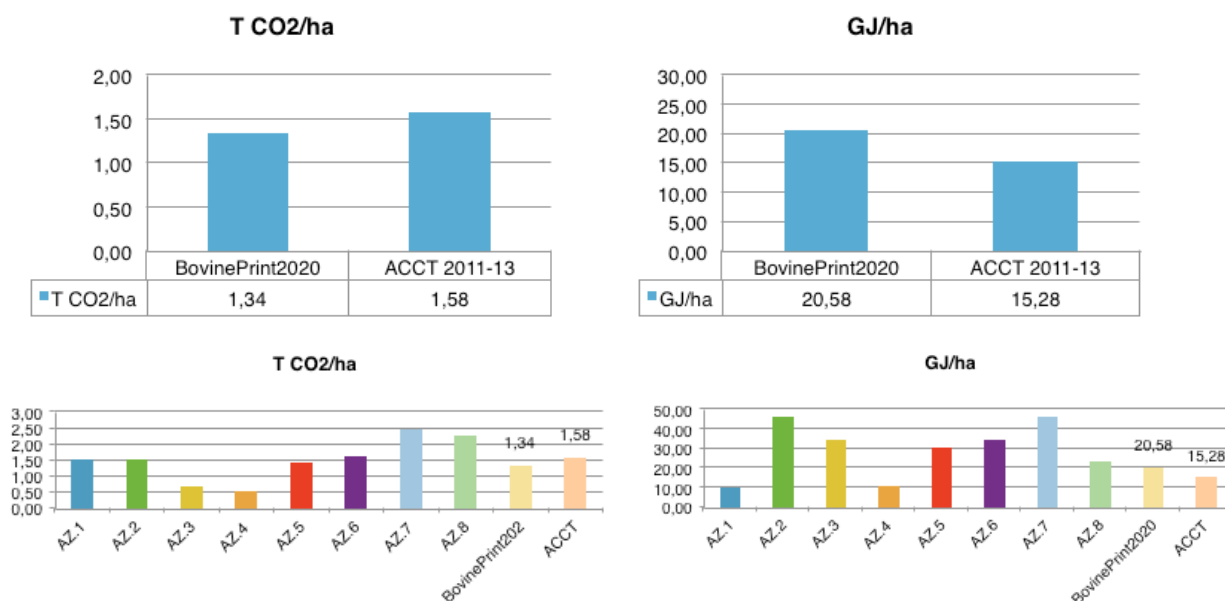
In tabella viene riportato questo indice affiancato al dato risultante dall'indagine eseguita durante il progetto LIFE AgriClimateChange, su un campione di 8 aziende agricole umbre simili per tipologia di conduzione, biologica, e di produzione, foraggera e allevamento bovino.

Come si evince dal confronto dei due grafici si rileva una discreta corrispondenza tra i valori medi ponderati dell'emissioni di CO2 e di GJ consumati per unità di superficie agricola utile risultanti dai progetti BovinePrint2020 e AgriClimateChange.

Si riportano di seguito i risultati relativi all'analisi dei dati raccolti dalle aziende.

Il primo paragrafo riguarda il livello "aziendale" attraverso il quale è possibile avere un quadro d'insieme quantitativo della CO2 totale prodotta e tutta l'energia consumata sia a livello aziendale sia osservare una prima ripartizione in due sotto fasi dell'azienda che sono quella relativa alla produzione agricola colturale e alla gestione e mantenimento dell'allevamento.

Per ciascuna azienda sono riportate le tabelle riepilogative i dati principali di tutte le colture realizzate: superficie (ha), resa (q/ha), produzione totale (q), produzione totale CO2 (t) per coltura, consumo di energia totale per coltura (GJ), produzione CO2 per unità di prodotto (kg CO2/q), consumo di energia per unità di prodotto (MJ/q); tabelle e grafici con ripartizione % tra CO2 prodotta ed energia prodotta in maniera diretta ed indiretta; tabella e grafici con indicatori ambientali riguardanti la fasi di produzione agricola e allevamento.



Il paragrafo successivo tratta più nello specifico quantità assolute e ripartizione percentuale di CO2 prodotta ed energia consumata per ciascuna singola produzione.

Passate in rassegna tutte le informazioni appena menzionate per ciascuna azienda segue un paragrafo dedicato all'analisi di una singola operazione colturale relativa ad una produzione colturale (aratura – orzo)

L'ultimo paragrafo contiene gli indicatori ambientali per unità di prodotto principale (litro di latte o kg di carne) di ciascuna azienda messi a confronto tra di loro e con la media ponderata di tutte.

grafici con ripartizione % tra CO2 prodotta ed energia prodotta in maniera diretta ed indiretta; tabella e grafici con indicatori ambientali riguardanti la fasi di produzione agricola e allevamento.

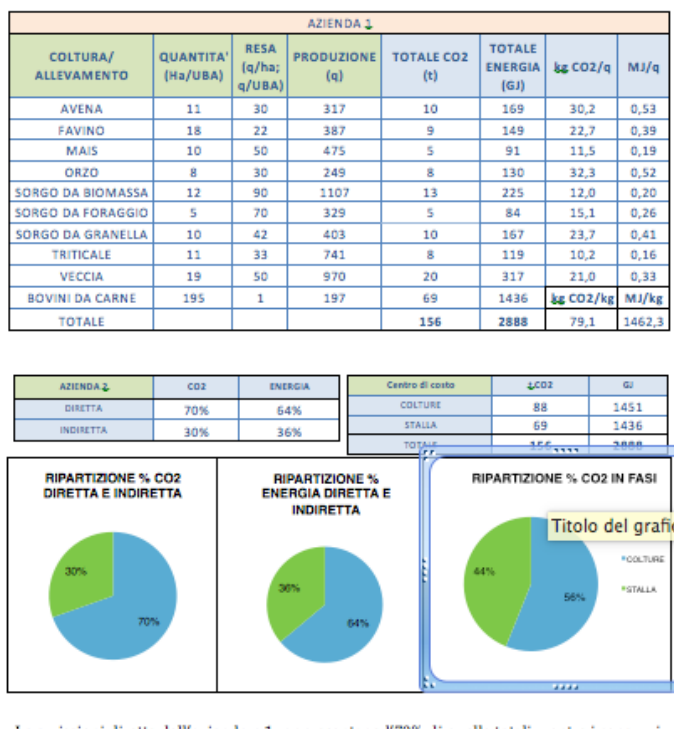
Il paragrafo successivo tratta più nello specifico quantità assolute e ripartizione percentuale di CO2 prodotta ed energia consumata per ciascuna singola produzione.

Passate in rassegna tutte le informazioni appena menzionate per ciascuna azienda segue un paragrafo dedicato all'analisi di una singola operazione colturale relativa ad una produzione colturale (aratura – orzo)

L'ultimo paragrafo contiene gli indicatori ambientali per unità di prodotto principale (litro di latte o kg di carne) di ciascuna azienda messi a confronto tra di loro e con la media ponderata di tutte.

AZIENDA 1

Le emissioni dirette dell'azienda n.1 rappresentano l'70% di quelle totali mentre i consumi energetici l'64 %

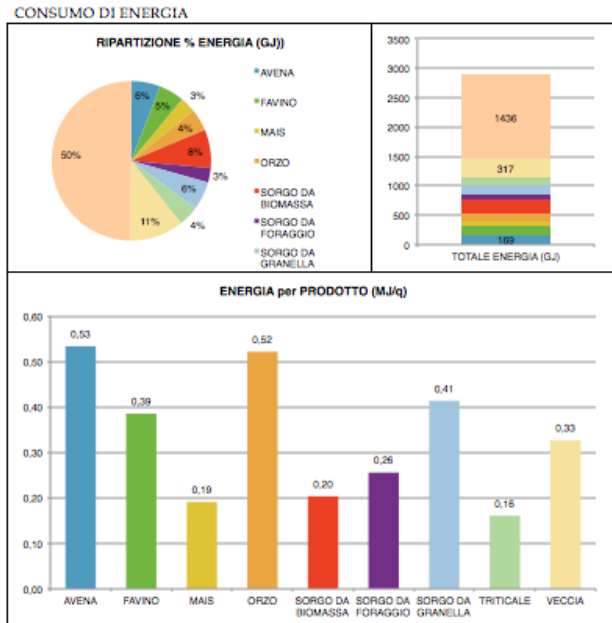
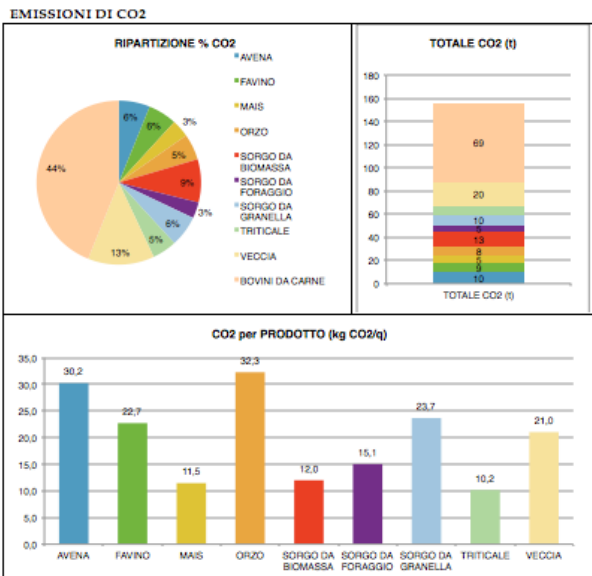


Per quanto riguarda i flussi di energia dell'azienda n.1 possiamo rilevare una leggera preponderanza dei consumi relativi alle fasi colturali rispetto alle fasi di stalla.

Per quanto riguarda la ripartizione delle emissioni totali si rileva una netta prevalenza della CO2 causata dalle attività legate alla gestione dell'allevamento bovino ed alla produzione di carne (44% del totale). Seguono le attività svolte per la produzione di veccia (13%9 e di sorgo per l'alimentazione del biodigestore (9%).

Relativamente al confronto delle emissioni relative per unità di prodotto evidenziano pratiche colturali il cui prodotto ha un impatto relativamente basso, di circa 10 -12 kg CO2/q colture (mais, sorgo da biomassa, triticale) rispetto a colture con valori tripli rispetto a quelli più bassi appena menzionati (avena, 30,2 kg CO2/q; orzo, 32,3 kg CO2/q)

Per quanto riguarda la ripartizione delle emissioni totali si rileva una netta prevalenza della CO2 causata dalle attività legate alla gestione dell'allevamento bovino ed alla produzione di carne (44% del totale). Seguono le attività svolte per la produzione di veccia (13%9 e di sorgo per l'alimentazione del biodigestore (9%).



Relativamente al confronto delle emissioni relative per unità di prodotto evidenziano pratiche colturali il cui prodotto ha un impatto relativamente basso, di circa 10 -12 kg CO2/q colture (mais, sorgo da biomassa, tritiale) rispetto a colture con valori tripli rispetto a quelli più bassi appena menzionati (avena, 30,2 kg CO2/q; orzo, 32,3 kg CO2/q)

I consumi di energia dell'azienda n.1 rispecchiano essenzialmente i stessi rapporti rilevati per le emissioni relative di CO2. Per quanto riguarda i valori relativi ai consumi di energia per unità di prodotto si rileva una differenza meno accentuata tra i valori più bassi e quelli più alti che non raggiungono quasi mai un valore triplo come per le emissioni precedentemente visionate.

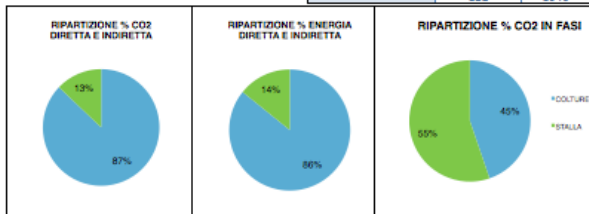
AZIENDA 2

Le emissioni dirette dell'azienda n.2 rappresentano l'87% di quelle totali che, come ripartizione percentuale, sono molto simili a quelle riguardanti i consumi energetici (86 %)

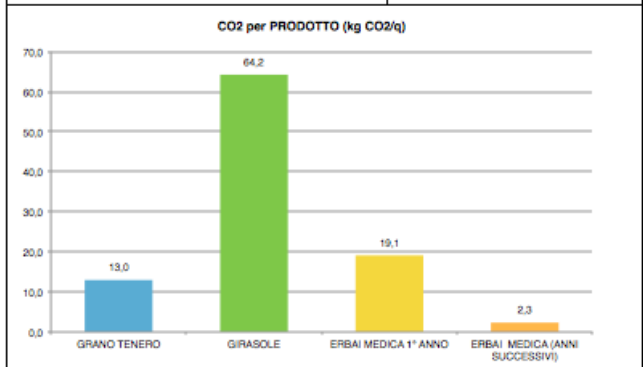
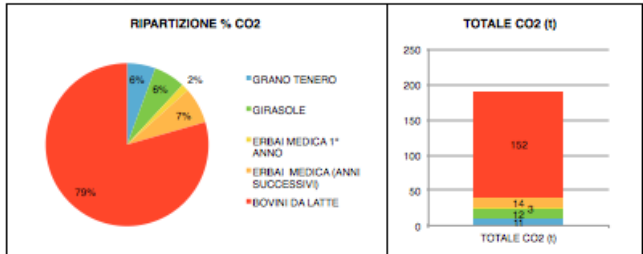
Per quanto riguarda i flussi di energia dell'azienda n.2 possiamo rilevare una leggera preponderanza dei consumi relativi alle fasi di stalla rispetto alle fasi colturali.

AZIENDA 2							
COLTURA/ALLEVAMENTO	QUANTITA' (Ha/UBA)	RESA (q/ha; q/UBA)	PRODUZIONE (q)	TOTALE CO2 (t)	TOTALE ENERGIA (GJ)	kg CO2/q	MJ/q
AVENA	6	30	182	4	44	21,4	0,24
ERBA MEDICA	15	100	1479	13	182	8,9	0,12
FAVINO	16	18	292	6	84	22,2	0,29
FRUMENTO TENERO	6	30	192	4	43	19,2	0,23
MAIS DA POP CORN	5	25	121	3	42	26,2	0,35
MAIS INSILATO	11	300	3246	12	163	3,7	0,05
ORZO	8	15	117	3	41	29,9	0,35
MIGLIO	10	15	157	7	78	47,7	0,50
SEGALE	2	15	36	3	17	74,8	0,46
BOVINI DA CARNE	226	2	317	70	971	kg CO2/kg	MJ/kg
TOTALE				122	1940	38,6	612,4

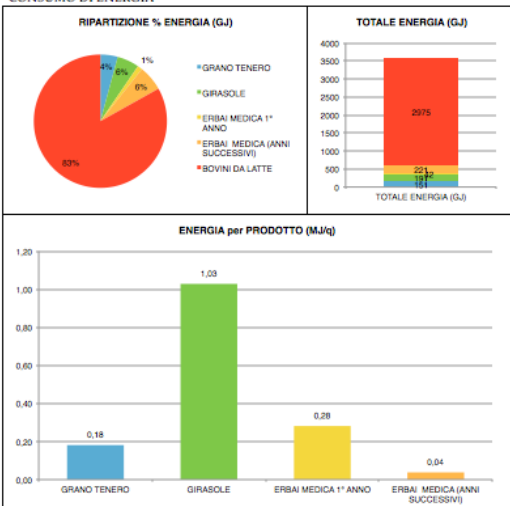
AZIENDA 2	CO2	ENERGIA	Centro di costo	↓CO2	GJ
DIRETTA	87%	86%	COLTURE	56	694
INDIRETTA	13%	14%	STALLA	70	971
TOTALE			TOTALE	122	1940



EMISSIONI DI CO2



CONSUMO DI ENERGIA



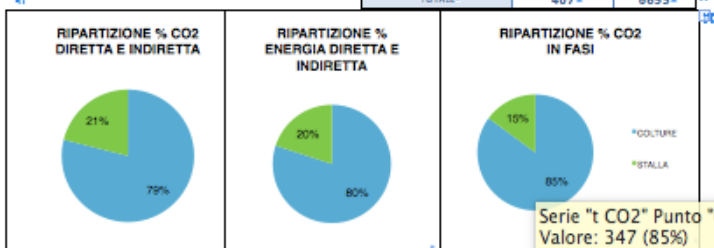
I consumi di energia dell'azienda n.2 riproducono i medesimi rapporti rilevati per le emissioni relative di CO2. Per quanto riguarda i valori relativi ai consumi di energia per unità di prodotto si rileva una differenza più accentuata tra i valori più bassi e quelli più alti (valori del girasole quattro volte maggiori rispetto a quelli della medica) mentre per le emissioni il rapporto arriva a poco più di 1 a 3.

AZIENDA 3

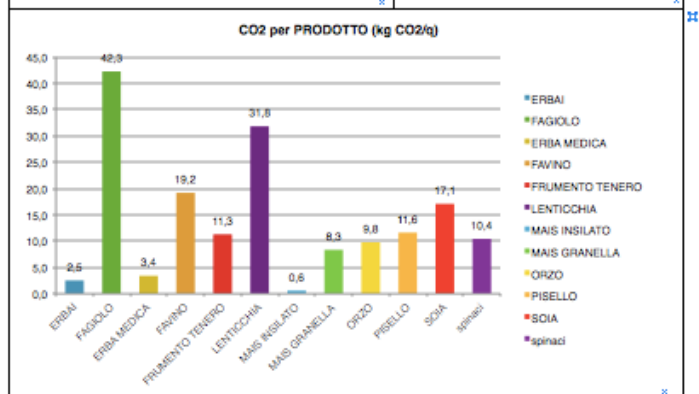
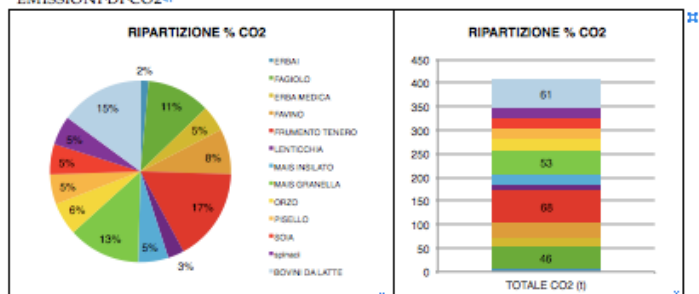
Le emissioni dirette dell'azienda n.3 rappresentano il 79% di quelle totali mentre i consumi energetici l'80 %. Per

AZIENDA							
COLTURA/ALLEVAMENTO:	QUANTITA' (Ha/UBA):	RESA (q/ha) q/UBA:	PRODUZIONE (q):	TOTALE CO2 (t):	TOTALE ENERGIA (GJ):	kg CO2/q:	MJ/q:
ERBAI	20	120	2372	6	93	2,5	0,04
FAGIOLO	26	42	1092	46	725	42,3	0,66
ERBA-MEDICA	44	125	5529	19	287	3,4	0,05
FAVINO	67	26	1721	33	526	19,3	0,31
FRUMENTO-TENERO	114	53	6004	68	953	11,3	0,16
LENTICCHIA	31	12	371	12	212	31,8	0,57
MAIS-INSILATO	94	387	36378	22	594	0,6	0,02
MAIS-GRANELLA	50	126	6300	53	825	8,3	0,13
ORZO	43	56	2427	24	345	9,8	0,14
PISELLO	26	72	1881	22	348	11,6	0,18
SOIA	49	26	1283	22	349	17,1	0,27
spinaci	16	130	2028	21	330	10,4	0,16
BOVINI-DA-LATTE	296	55	14001	61	1107	kg CO2/t	MJ/kg
TOTALE				407	6695	2,9	47,8

AZIENDA	CO2	ENERGIA	Centro-di-costi	↓CO2	GJ
DIRETTA	79%	80%	COLTURE	347	5588
INDIRETTA	21%	20%	STALLA	61	1107
TOTALE			TOTALE	407	6695



EMISSIONI DI CO2



quanto riguarda i flussi di energia dell'azienda n.3 possiamo rilevare la preponderanza dei consumi relativi alle fasi colturali, riconducibili principalmente ai consumi di carburante per la trazione dei mezzi agricoli durante le diverse fasi delle lavorazioni agricole.

Anche per l'azienda n.3 la quota di emissioni (15%) relative alle attività legate alla gestione dell'allevamento bovino è meno incidente sul totale rispetto alle altre aziende. Ciò è dovuto alla presenza di numerose altre produzioni agricole tra cui si evidenziano i valori relativi alla produzione di soia (17%), granella di mais (13%) e fagiolo (11%).

Osservando invece le emissioni relative all'unità di prodotto per le colture menzionate si osservano valori medio alti per soia (17,1 kg co₂/q), medio bassi per granella di mais (8,3 kg co₂/q) e molto alti per il fagiolo (42,3 kg co₂/q). Altri valori medio alti sono riferiti ad altre colture proteaginose quali lenticchia (31,8 kg co₂/q) e favino (19,2 kg co₂/q).

I consumi di energia dell'azienda n.3 riproducono fedelmente i medesimi rapporti rilevati per le emissioni relative di CO₂.

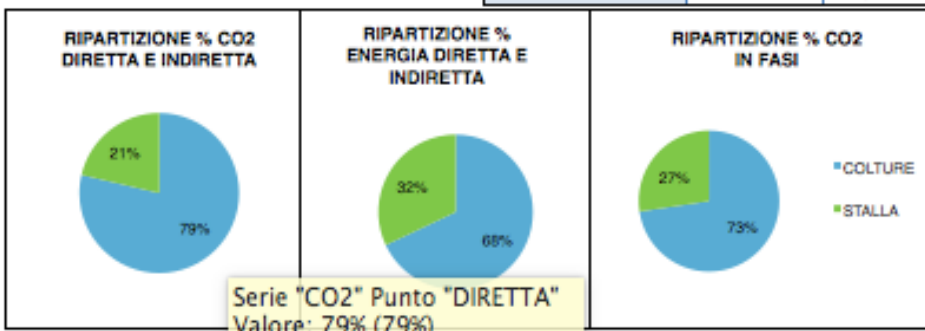
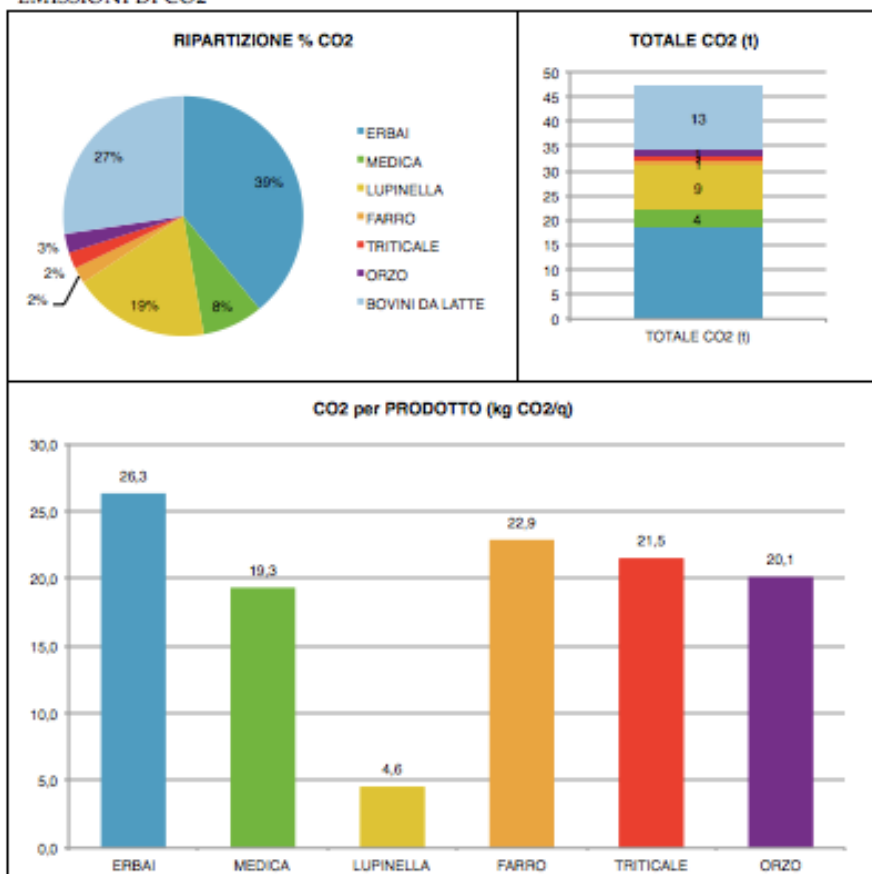
AZIENDA 4

Le emissioni dirette dell'azienda n.4 rappresentano il 79% di quelle totali (stessa quota dell'azienda n.3) mentre i consumi energetici il 68 %. Per quanto riguarda i flussi di energia dell'azienda n.4 i consumi relativi alle fasi colturali costituiscono circa il 73%.

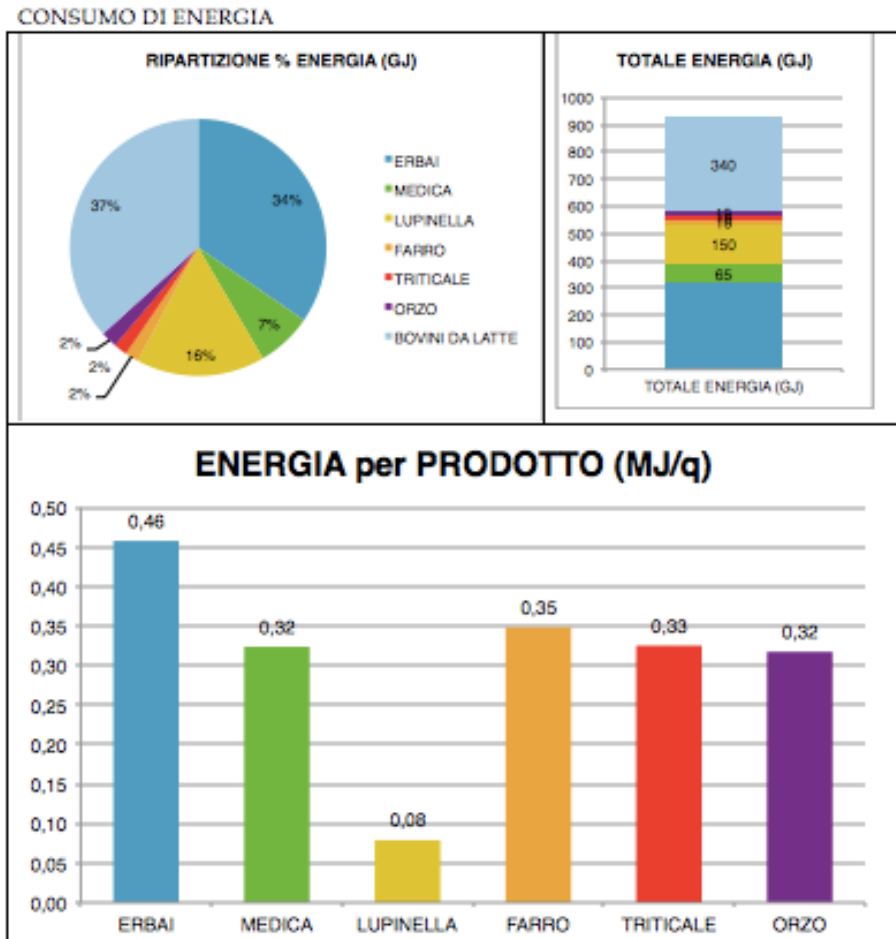
AZIENDA 4							
COLTURA/ ALLEVAMENTO	QUANTITA' (Ha/UBA)	RESA (q/ha; q/UBA)	PRODUZIONE (q)	TOTALE CO2 (t)	TOTALE ENERGIA (GJ)	kg CO2/q	MJ/q
ERBAI	59	12	700	18	320	26,3	0,46
MEDICA	5	40	200	4	65	19,3	0,32
LUPINELLA	16	120	1903	9	150	4,6	0,08
FARRO	2	27	46	1	16	22,9	0,35
TRITICALE	2	30	48	1	16	21,5	0,33
ORZO	2	30	60	1	19	20,1	0,32
BOVINI DA LATTE	70	43	2653	13	340	kg CO2/l	MJ/l
TOTALE				47	927	1,8	34,9

AZIENDA 4	CO2	ENERGIA
DIRETTA	79%	68%
INDIRETTA	21%	32%

Centro di costo	↓CO2	GJ
COLTURE	34	586
STALLA	13	340
TOTALE	47	927

**EMISSIONI DI CO2**

La ripartizione delle emissioni è caratterizzata da una incidenza notevole di quelle prodotte durante la fase colturale della gestione di erbai (39%). Dopo le emissioni dovute all'allevamento (27%) seguono quelle della produzione di lupinella (19%) e di erba medica (8%). Per quanto riguarda l'indice di emissioni per unità di prodotto si riscontra un valore medio alto per erbai e medica (rispettivamente 26,3 e 19,3 kg co₂/q). Si evidenzia un indice medio basso invece per la produzione di lupinella.



I valori relativi ai consumi di energia per unità di prodotto rispecchiano quelli delle emissioni relative di CO₂.

AZIENDA 5

AZIENDA 5							
COLTURA/ ALLEVAMENTO	QUANTITA' (Ha/UBA)	RESA (q/ha; q/UBA)	PRODUZIONE (q)	TOTALE CO2 (t)	TOTALE ENERGIA (GJ)	kg CO2/q	MJ/q
GRANO TENERO	15	93	1410	16	251	11,6	0,18
MEDICA	26	132	3392	15	238	4,3	0,07
SILOMAIS	16	386	6245	28	825	4,5	0,13
BOVINI DA LATTE	145	55	7921	24	417	kg CO2/l	MJ/l
TOTALE				83	1736	1,0	21,9

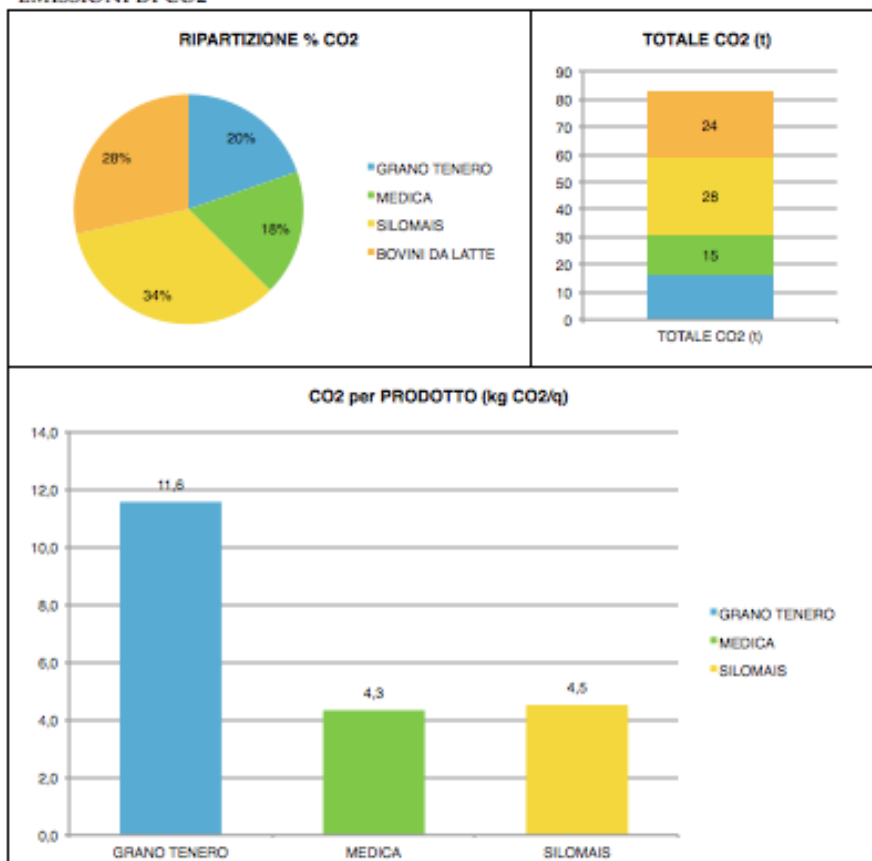
AZIENDA 5	CO2	ENERGIA
DIRETTA	48%	49%
INDIRETTA	52%	51%

Centro di costo	↓CO2	GJ
COLTURE	59	1313
STALLA	24	417
TOTALE	83	1736

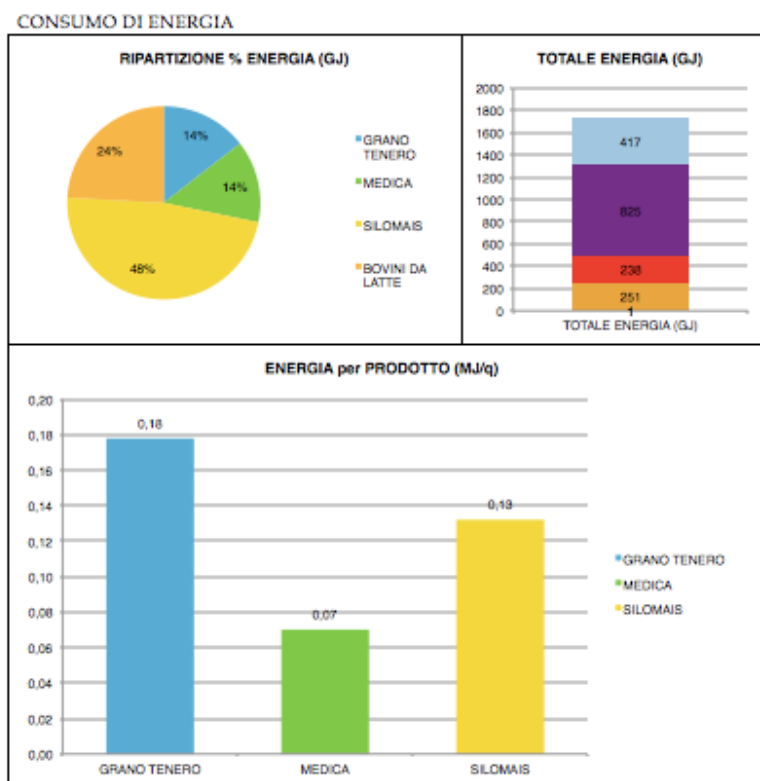


Le emissioni dell'azienda 5 sono caratterizzate da un sostanziale equilibrio tra quelle di tipo diretto (48%) e quelle di tipo indiretto (52%).

EMISSIONI DI CO2



Diversamente invece si riscontra una netta prevalenza delle emissioni dovute alle operazioni colturali, riconducibili



principalmente ai consumi di carburante per la trazione dei mezzi agricoli durante le diverse fasi delle lavorazioni agricole.

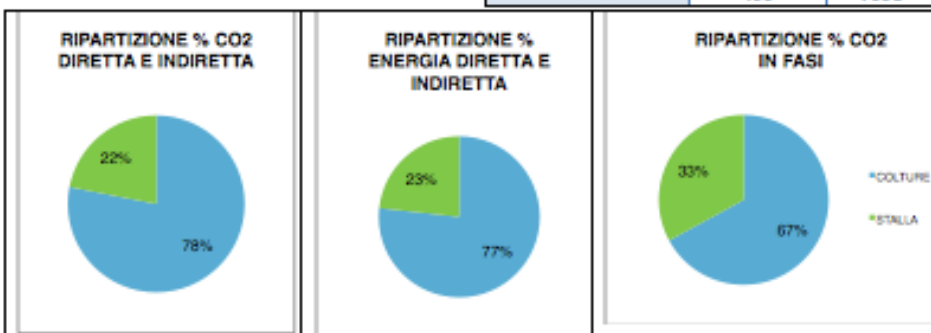
I consumi di energia dell'azienda n.5 riproducono i medesimi rapporti rilevati per le emissioni relative di CO2. Risulta lievemente più accentuata la predominanza dei consumi totali per la produzione di mais insilato che si rilevano anche nel valore per unità di prodotto.

AZIENDA 6

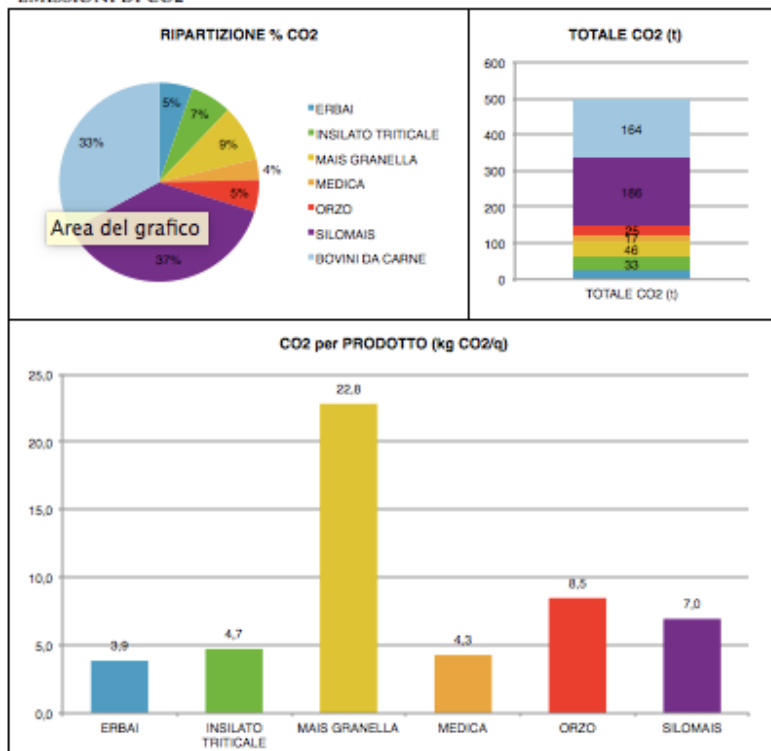
La ripartizione delle emissioni e consumi tra le forme dirette e indirette è pressoché uguale attestandosi intorno 78% per la forma diretta. Si rileva altresì una sostanziale preminenza della fase della gestione colturale (67%) su quella della stalla (33%)

AZIENDA 6							
COLTURA/ ALLEVAMENTO	QUANTITA' (Ha/UBA)	RESA (q/ha; q/UBA)	PRODUZIONE (q)	TOTALE CO2 (t)	TOTALE ENERGIA (GJ)	kg CO2/q	MJ/q
ERBAI	42	167	7000	27	411	3,9	0,06
INSILATO TRITICALE	33	212	7000	33	486	4,7	0,07
MAIS GRANELLA	30	67	2000	46	732	22,8	0,37
MEDICA	66	61	4000	17	267	4,3	0,07
ORZO	40	75	3000	25	373	8,5	0,12
SILOMAIS	97	275	26742	186	2865	7,0	0,11
BOVINI DA CARNE	546	3	1270	164	2234	kg CO2/kg	MJ/kg
TOTALE				499	7991	39,3	629,1

AZIENDA 6	CO2	ENERGIA	Centro di costo	↓CO2	GJ
DIRETTA	78%	77%	COLTURE	335	5134
INDIRETTA	22%	23%	STALLA	164	2234
			TOTALE	499	7991

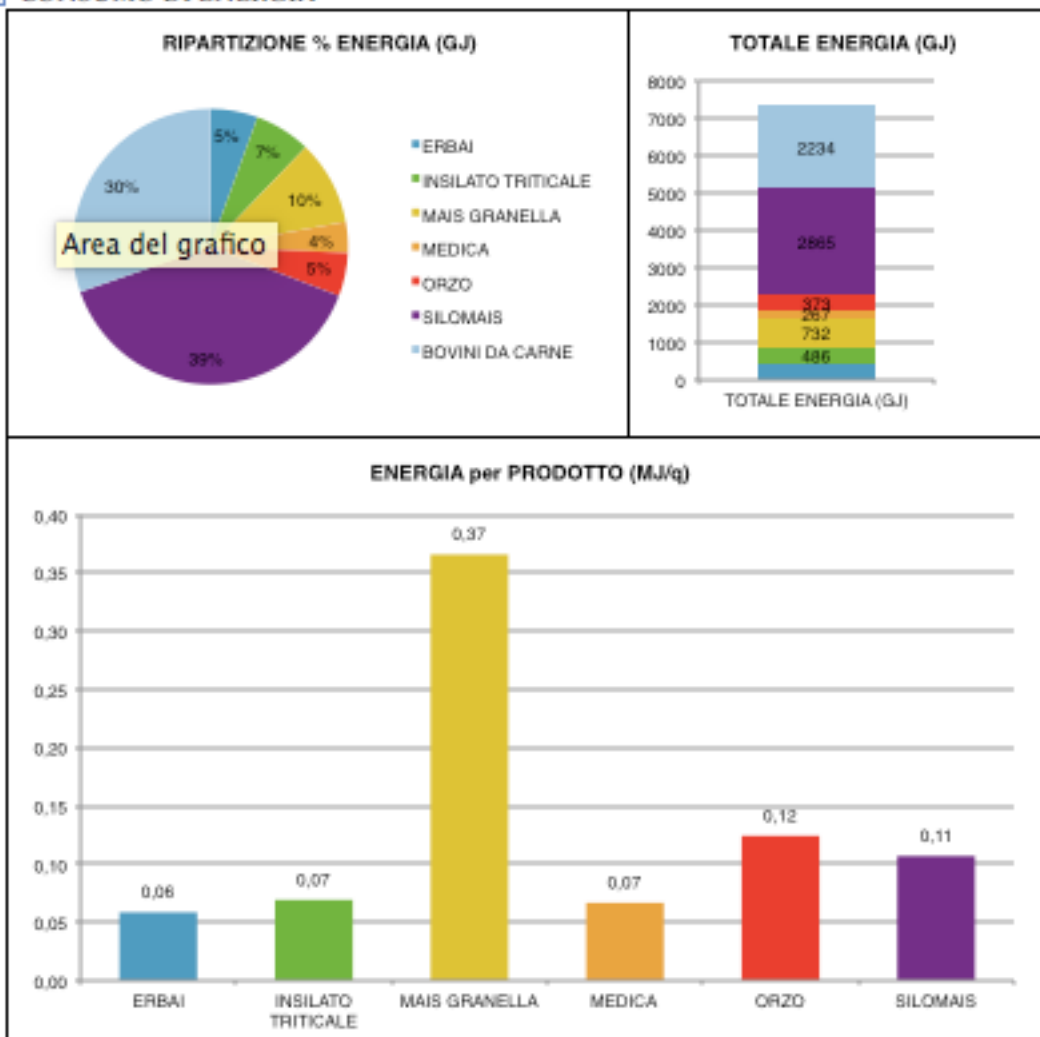


EMISSIONI DI CO2



I consumi di energia dell'azienda n.6 riproducono i medesimi rapporti rilevati per le emissioni relative di CO2

CONSUMO DI ENERGIA



Dal grafico della ripartizione delle emissioni di CO2 per coltura/attività, si rileva, oltre alla gestione dell'allevamento bovino (33%) un'altissima incidenza del silomais (37%) dovuto essenzialmente alle grandi superfici lavorate dedicate a questa coltura. Esaminando i valori relativi all'unità di prodotto si rileva invece un valore medio per il mais insilato (7 kg co2/q) denotando una produzione altrettanto grande, mentre invece si riscontra un altissimo valore per 1 quintale di mais granella prodotto (22,8 kg co2/q)

AZIENDA 7

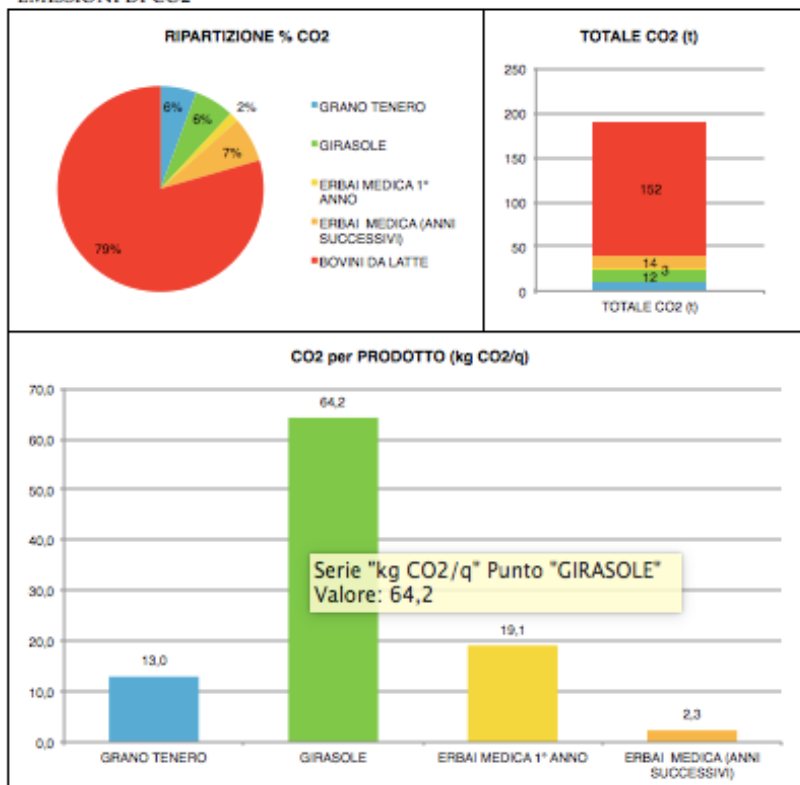
La ripartizione delle emissioni e consumi tra le forme dirette e indirette è pressoché uguale attestandosi intorno il 40% per la forma diretta. Per quanto riguarda la ripartizione delle emissioni per fase si denota una spiccatissima

AZIENDA 5							
COLTURA/ ALLEVAMENTO	QUANTITA' (Ha/UBA)	RESA (q/ha; q/UBA)	PRODUZIONE E (q)	TOTALE CO2 (t)	TOTALE ENERGIA (GJ)	kg. CO2/q	MJ/q
GRANO TENERO	20	42	832	11	151	13,0	0,18
GIRASOLE	17	11	186	12	191	64,2	1,03
ERBAI MEDICA 1° ANNO	12	12	149	3	42	19,1	0,28
ERBAI MEDICA (ANNI SUCCESSIVI)	29	201	5829	14	221	2,3	0,04
BOVINI DA LATTE	309	52	13490	152	2975	kg. CO2/l	MJ/kg
TOTALE				191	3638	1,4	27,0

AZIENDA 2	CO2	ENERGIA	Centro di costo	↓CO2	GJ
DIRETTA	58%	61%	COLTURE	39	605
INDIRETTA	42%	39%	STALLA	152	2975
			TOTALE	191	3638



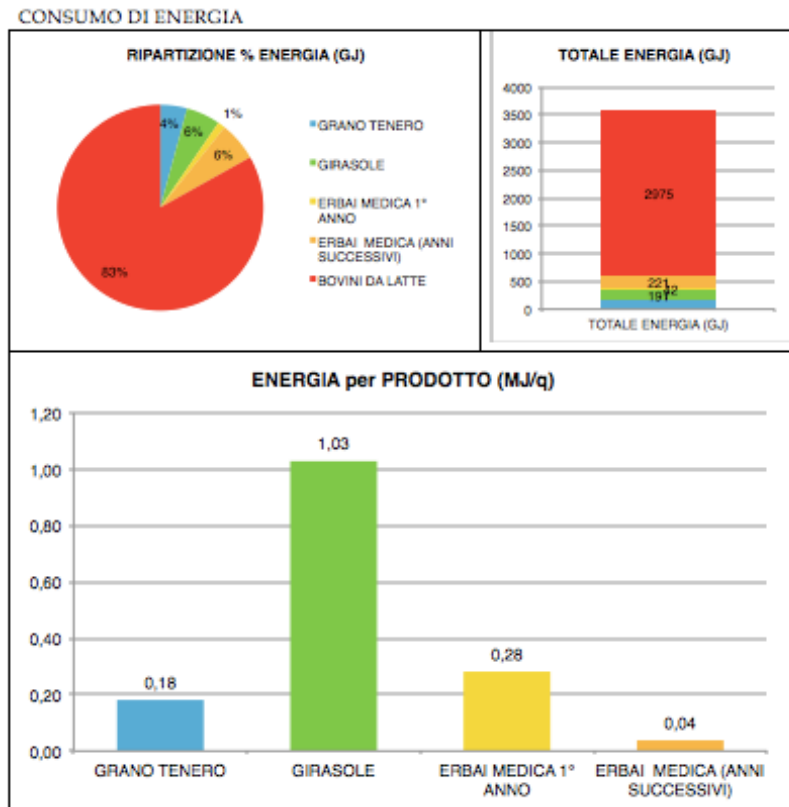
EMISSIONI DI CO2



predominanza delle operazioni necessarie alla gestione della stalla (79%).

La ripartizione delle emissioni di CO₂ dell'azienda n.7 sono caratterizzate da una assoluta predominanza dovuta alla gestione dell'allevamento bovino (79%). Seguono poi le colture relative ad erbai (7%), grano tenero (6%) e girasole (6%).

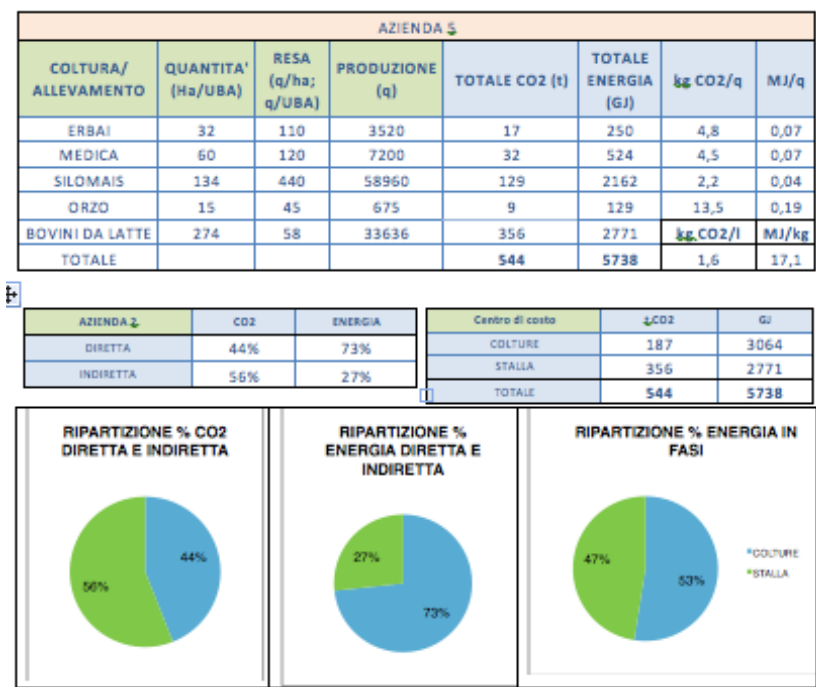
Sul piano delle emissioni per unità di prodotto si rileva un indice nettamente maggiore per la produzione di girasole



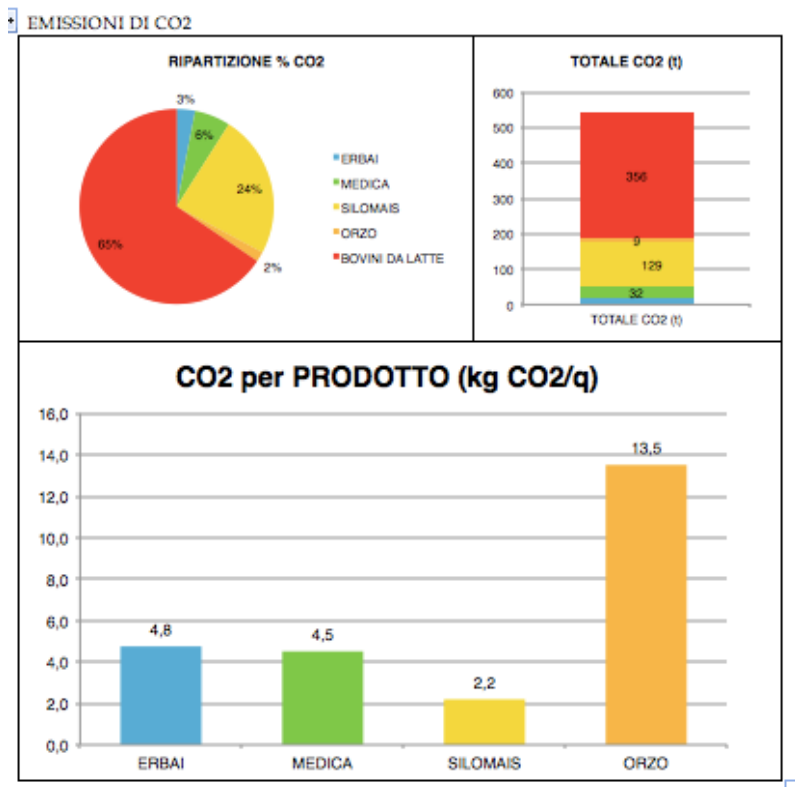
(64,2 kg co₂/q) rispetto alla medica (19,1 kg co₂/q) ed al grano tenero (13 kg co₂/q). Per quanto riguarda i consumi di energia sia assoluti che relativi si riscontra una ripartizione molto simile a quella relativa alle emissioni di CO₂.

AZIENDA 8

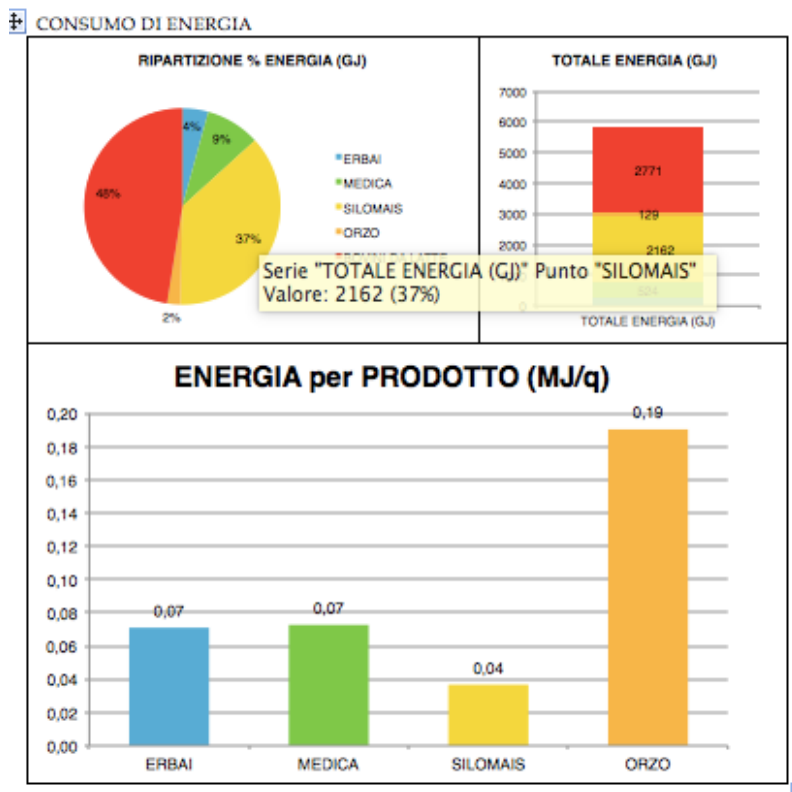
Le emissioni indirette dell'azienda n.8 sono leggermente predominanti (56%) mentre invece per quanto riguarda i consumi di energia sono preponderanti quelli dovuti alle operazioni colturali, riconducibili principalmente ai consumi di carburante per la trazione dei mezzi agricoli durante le diverse fasi delle lavorazioni agricole.



Tra le voci responsabili delle emissioni di CO2 si evidenziano quella relativa alla gestione dell'allevamento (65%), seguita dalla coltura del silomais (24%) e dalla medica (6%).



L'indice di CO2 per unità di prodotto più alto è rappresentato dalla produzione dell'orzo (13,5 kg co2/q), mentre il silomais in questo caso ha il valor più basso (2,2 kg co2/q) a dimostrazione della buona resa avuta (440 q/ha).

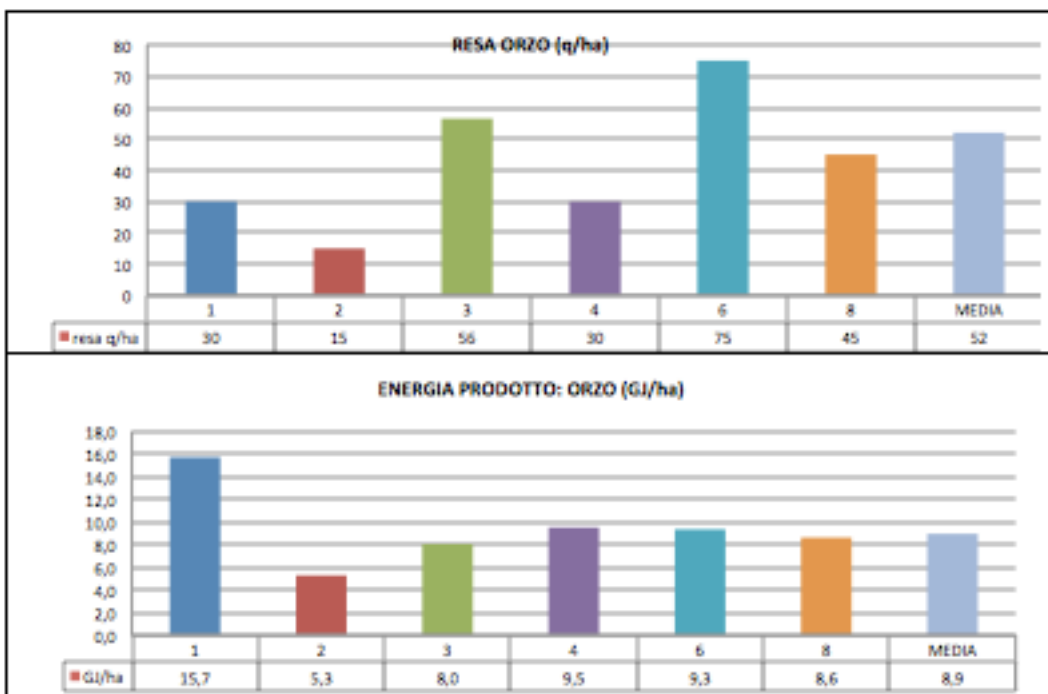


Per quanto riguarda i consumi di energia sia assoluti si riscontra una ripartizione più equilibrata tra l'allevamento (48%) ed il silomais (37%). Per quanto concerne i consumi energetici relativi la distribuzione è molto simile a quella delle emissioni di CO2.

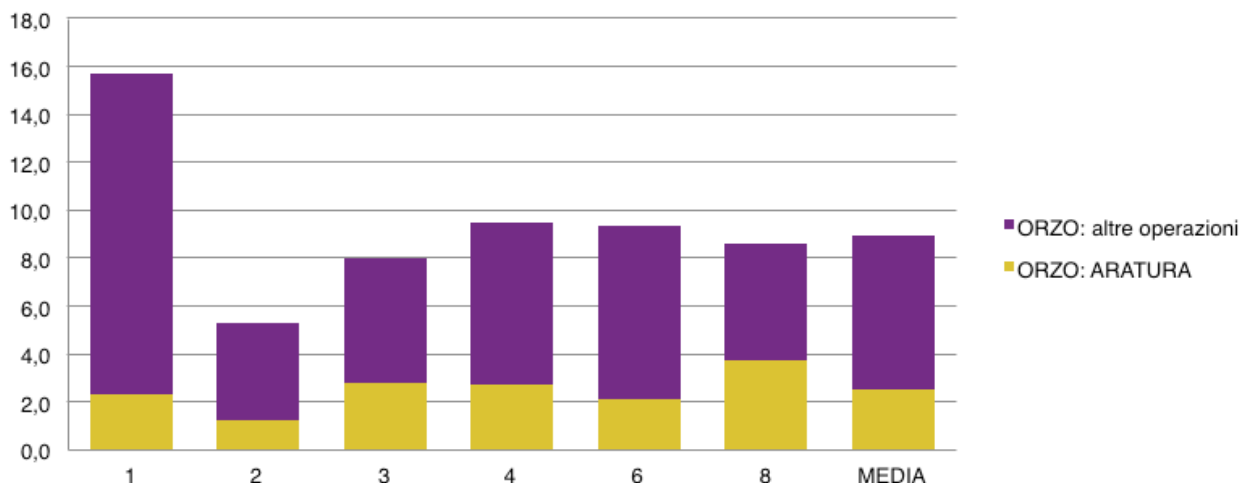
Risultati a livello di operazione

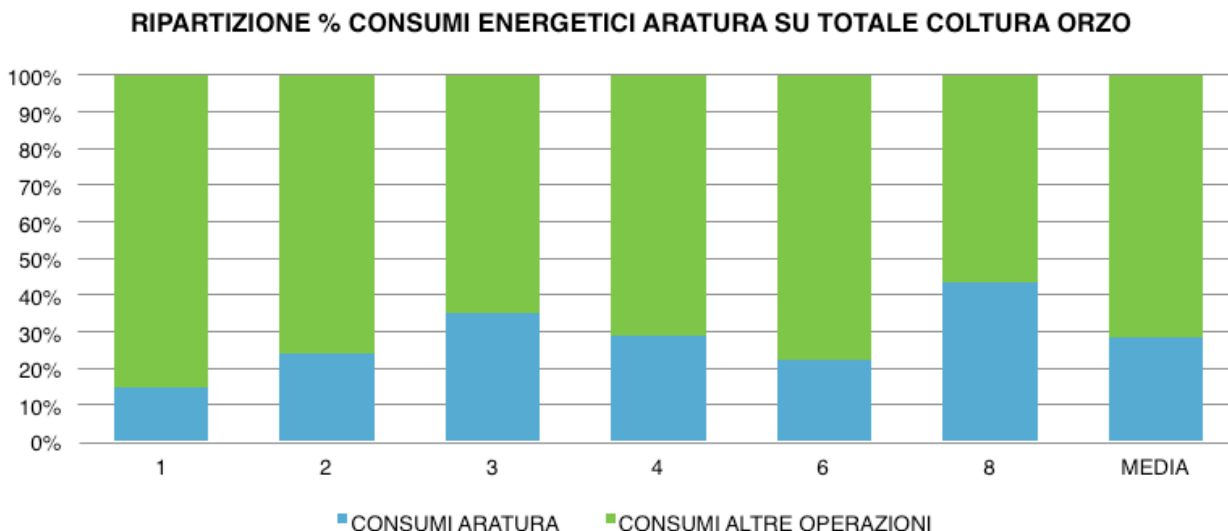
Viene di seguito riportata la tabella contenente i risultati relativi della produzione di orzo e ad una singola operazione della di questa fase colturale, l'aratura.

ORZO	Ha	resa q/ha	resa TOTALE	ENERGIA TOTALE (GJ)	GJ/ha	GJ ARATURA	ARATURA (GJ/ha)	% aratura su TOTALE
1	8	30	249	130	15,7	19,2	2,3	15%
2	8	15	117	41	5,3	9,8	1,3	24%
3	43	56	2427	345	8,0	120,9	2,8	35%
4	2	30	60	19	9,5	5,5	2,7	29%
6	40	75	3000	373	9,3	83,7	2,1	22%
8	15	45	675	129	8,6	55,8	3,7	43%
MEDIA	31	52	1612	173	8,9	49,2	2,5	28%



ENERGIA/ha ORZO per operazione (GJ/ha)





Dal confronto dei due grafici si rileva una corrispondenza tra la produzione relativa ad un ettaro e consumi energetici per unità di superficie lavorata.

Si rileva comunque un relazione di proporzionalità inversa in quanto la tendenza, rilevabile con maggiore evidenza per le aziende 6 e 3, con resa maggiore, e 2 e 4, con la resa minore, è che i consumi energetici per unità di superficie diminuiscono all'aumentare della resa e viceversa.

Nei grafici precedenti è possibile rilevare una sostanziale omogeneità dei consumi energetici relativi all'operazione di aratura, per la coltura di orzo.

Ciascun indicatore di ogni azienda, escludendo la n.2 avente il valore minimo di 1,3 GJ/ha e la n.8 con il valore di 3,7 GJ/ha, no si discosta eccessivamente dal valore medio di 2,5 GJ/ha.

L'incidenza in percentuale dei consumi dovuti all'aratura variano da un minimo del 15 %, azienda n.1, ad un massimo del 43% dell'azienda n.8: quest'ultimo valore conferma il fatto che l'azienda n.8 effettuare questa operazione in maniera molto meno efficiente dal punto di vista energetico delle altre.

Risultati a livello di prodotto

Sono riportati di seguito i grafici riguardanti gli indicatori ambientali relativi all'unità di prodotto principale (kg co2 per litro di latte o kg di carne pv).

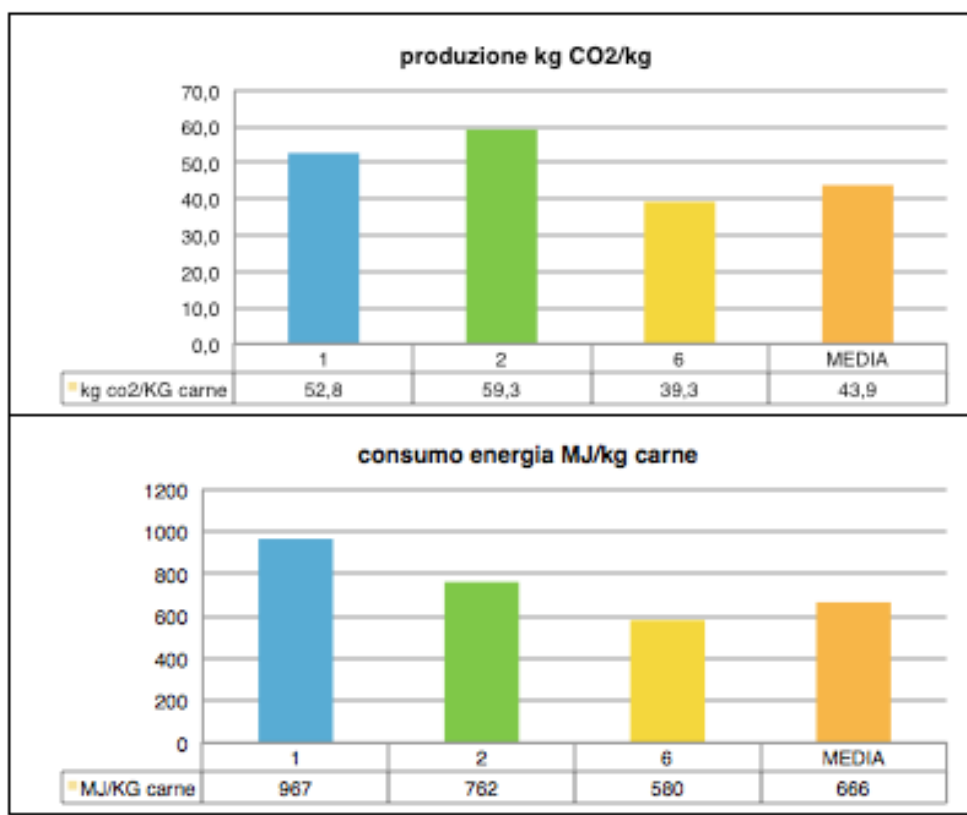
Essi comprendono le emissioni di CO2 relative di tutte le attività che sono state svolte per la loro produzione che hanno consumato energia o altro tipo di materiali, e di tutti i mezzi meccanici e beni strumentali, edifici compresi, che sono stati impiegati nei diversi processi che hanno concorso alla produzione principale. In tal senso sono state incluse tutte le operazioni, ed i relativi consumi di materiali, mezzi ed energia, relative alle colture destinate ad alimentare gli animali dell'allevamento, mentre è stato escluso l'impatto derivante dalle produzioni destinate alla vendita.

Per quanto riguarda i risultati ottenuti dalle aziende produttrici di latte, si delineano dei valori, non considerando il valore massimo dell'azienda n.3 di 2,9 kg co2/l, abbastanza omogenei intorno al valore di 1,5 kg co2/l.

Coerentemente con questa tabella si rileva la stessa distribuzione anche per quanto concerne i consumi di energia. L'unica differenza è data dai consumi dell'azienda n.8 la quale risulta avere in questo caso il valore più basso. Nei confronti del valore medio ponderato, l'azienda risulta essere il 12% al di sotto del valore medio di emissioni CO2 per litro, mentre per quanto riguarda l'energia risulta invece minore del 37% con un valore minimo di 15,2 MJ/litro.

Relativamente alle 3 aziende con allevamenti finalizzati alla produzione di carne si rilevano valori compresi 40-60 kg CO2/kg.

La media ponderata è di 43,9 kg CO₂/kg; essendo più vicina al valore minimo sta ad indicare che l'azienda n.6, avente il valore dell'indicatore ambientale più basso, a 39,3 kg CO₂ per chilogrammo di carne prodotta, è anche l'azienda con la produzione più alta.



Questa caratteristica si può riscontrare nella tabella successiva dove la stessa azienda risulta avere il valore minimo (580 MJ/kg) anche per quanto riguarda i consumi energetici relativi al chilogrammo di carne prodotta in quanto oltre ad avere la produzione assoluta in peso più alta ha anche la resa migliore (3 q/UBA)

2.6.3 Ciriaf – UNIPG

Obiettivo dell'azione è la determinazione della Carbon Footprint, ovvero delle emissioni di gas climalteranti in termini di CO₂ equivalente. La metodologia impiegata per l'analisi dei dati raccolti nell'attività dell'azione 4 è il Life Cycle Assessment, l'analisi del ciclo di vita del prodotto di riferimento, costituito dal litro di latte per le aziende da latte e dal chilogrammo di peso vivo per le aziende da carne.

Il risultato atteso da questa azione è la definizione dello stato attuale di ciascuna azienda dal punto di vista ambientale, in modo da poter proporre, coerentemente con i risultati ottenuti, opportuni interventi migliorativi dell'impronta carbonica di ogni azienda indagata.

2.6.3.1 Materiali, metodi e strumenti

Obiettivo dello studio - L'attività prevista ha riguardato la valutazione dell'impatto ambientale, in termini di emissioni di gas serra, delle aziende partner, mediante analisi di ciclo di vita (LCA) secondo lo standard UNI ISO/TS 14067:2013 [1].

Per l'elaborazione dello studio LCA dell'intera filiera sono state seguite anche le indicazioni riportate nel General Programme Instructions For The International EPD® SYSTEM 2.01 [2] e nelle seguenti Product Category Rules: PCR 2013:05 Arable crops del 12-06-2013 [3]; PCR 2013:16 Raw Milk del 17-09-2013 [4]; PCR 2012:11 Meat of mammals del 22-01-2015 [5].

Unità funzionale e confini del sistema - L'unità funzionale, ossia l'unità di riferimento rispetto alla quale sono stati valutati gli impatti, è 1 litro di latte in uscita dall'azienda, per le aziende da latte, e 1 kg di carne come peso vivo in uscita dall'allevamento, per le aziende da carne. I confini del sistema includono tutti gli input di materiali alle aziende (animali acquistati, foraggi, mangimi, integratori alimentari, sementi, fertilizzanti, pesticidi e fitofarmaci, energia, etc.), mentre per i prodotti in uscita (latte, carne, prodotti vegetali, effluenti di allevamento, etc.) i confini del sistema si fermano al cancello dell'azienda (analisi cradle to gate).

Procedure di allocazione - Per quanto riguarda le colture aziendali, se è presente un sottoprodotto (ad esempio paglia) che viene raccolto e ceduto a terzi, è necessario effettuare un'allocazione che, secondo la PCR 2013:05 Arable crops [3], deve essere di tipo economico. In particolare, per la paglia di grano viene proposto un fattore di allocazione pari al 7,5%, mentre per quella di orzo pari al 10,1%. Se la paglia è lasciata in campo tutto l'impatto deve essere attribuito alla granella.

Nel caso delle aziende da latte si ha la necessità di procedere ad una ripartizione dell'impatto ambientale tra il latte e la carne (vitelli in esubero e vacche a fine carriera) prodotti.

L'allocazione degli impatti della fase di azienda agricola è stata eseguita, in accordo con la PCR-Raw milk [4], su base economica. I valori economici su cui è stata fatta l'allocazione sono stati desunti dal bilancio economico delle aziende esaminate.

Come indicato dalla PCR-Raw milk [4], sono state applicate due allocazioni differenti alle diverse categorie di bovine: per le bovine in lattazione (primipare, pluripare e asciutte) il coprodotto considerato è stata la carne derivante dai vitelli in esubero; per i capi in rimonta (vitelle e manze) i coprodotti considerati sono stati sia la carne derivante dai vitelli in esubero sia quella derivante dalle vacche riformate. I processi in tal modo allocati sono quelli relativi alla produzione, preparazione e somministrazione delle razioni alimentari, alla fermentazione enterica, alla gestione delle deiezioni. I processi non soggetti all'allocazione tra latte e carne sono stati quelli di mungitura, lavaggio degli impianti e refrigerazione del latte crudo.

Per quanto riguarda il liquame e il letame che eventualmente vengono impiegati al di fuori dei terreni aziendali, si è deciso di non attribuire l'impatto legato allo spandimento all'azienda, senza però attribuire agli effluenti una valorizzazione economica (che potrebbe essere effettuata sulla base del loro tenore in elementi fertilizzanti), in modo da non effettuare alcuna allocazione degli effluenti in uscita. Questo, infatti, avrebbe l'effetto di ridurre l'impatto ambientale delle aziende che esportano una maggiore quota di effluenti, premiando così comportamenti meno virtuosi. L'esportazione dei liquami è stata quindi considerata come un'operazione a impatto zero per l'azienda esportatrice, con l'esclusione dell'operazione di trasporto lasciata a carico della azienda. Questa modifica metodologica è stata introdotta in considerazione del fatto che lo stesso approccio viene suggerito nei documenti PCR (Product Category Rules), che stabiliscono le linee guida per le dichiarazioni ambientali di prodotto EPD per il latte e la carne bovina.

Infine non sono state considerate le colture aziendali non utilizzate per la alimentazione degli animali. Anche in questo caso la modifica deriva da quanto stabilito nei PCR di latte e carne bovina. In tal modo le produzioni vegetali vendute non sono state incluse nella analisi e neanche allocate.

Qualità dei dati - I dati sono riferiti all'anno 2014, laddove disponibili, e sono stati raccolti direttamente a livello di singolo processo (dato primario) attraverso la consultazione di bolle di trasporto, fatture, registri di stalla, software gestionali della mandria e del quaderno di campagna, interviste. I dati secondari e terziari sono stati desunti da banche dati internazionali (Ecoinvent), che sono di supporto nelle valutazioni ambientali, o calcolati con opportuni modelli di stima (IPCC, Ecoinvent).

Ipotesi e limiti dello studio - Non sono stati considerati i seguenti impatti:

- produzione di macchinari agricoli e costruzione degli edifici;
- produzione di medicinali veterinari;
- trasporto e smaltimento delle carcasse;
- emissioni di CO₂ relative alla combustione del metano prodotto dai biodigestori;
- produzione e smaltimento del packaging delle sementi e dei prodotti chimici di sintesi, a causa della mancanza di informazioni;
- cambiamento di uso del suolo: non è stato possibile raccogliere i dati relativi ad esso negli ultimi 20 anni nelle aziende oggetto di studio, come richiesto dalle linee guida IPCC [6], per poter calcolare la variazione dello stock di carbonio dell'ecosistema. Tuttavia, le interviste al personale delle aziende hanno evidenziato che non si è verificato un cambiamento significativo dell'uso del suolo.

Per quanto riguarda la produzione di soia e suoi derivati impiegati nelle razioni bovine, si sono assunti i processi del database Ecoinvent, a cui sono state sottratte le emissioni di CO₂ legate al cambiamento di destinazione d'uso del suolo. Dal momento che i processi del database sono riferiti alla coltivazione di soia negli Stati Uniti o nei Paesi del Sudamerica, il contributo delle relative emissioni risulta molto significativo nel bilancio complessivo; tuttavia, ma non avendo la certezza di tale impatto, si è deciso di escluderlo;

- trasformazione degli alimenti all'interno dei mangimifici;
- smaltimento delle acque reflue derivanti dal lavaggio dei locali.

Analisi dell'inventario - Produzione delle razioni

La coltivazione di foraggi e insilati presso le aziende zootecniche è stata modellizzata seguendo le impostazioni della PCR 2013:05 "Arable crops" [3]. Gli input al modello sono stati: il gasolio e l'olio minerale utilizzati dai mezzi meccanici per le operazioni colturali, i fertilizzanti minerali e organici, i prodotti erbicidi per la difesa fitosanitaria, il materiale plastico per l'imballatura, l'energia elettrica per l'irrigazione e le sementi utilizzate.

Per ogni azienda e per ogni specie coltivata sono stati raccolti i dati relativi alle operazioni colturali effettuate, ai tempi di lavorazione e alla potenza dei trattori impiegati. Da questi è stato possibile stimare il consumo di gasolio e di oli minerali per ognuna delle operazioni colturali effettuate. Le emissioni relative alla combustione del carburante, alla sua produzione e alla produzione degli oli minerali sono state calcolate a partire da processi presenti nel database del software Simapro (ver. 8.0.4.30).

I fertilizzanti, il letame, il liquame e il digestato distribuiti nei terreni agricoli sono stati rilevati tramite interviste dirette agli allevatori per ogni coltura e inseriti nel modello. A partire dalle quantità applicate, sono state calcolate le emissioni in aria di protossido di azoto (N₂O) dirette e indirette e di anidride carbonica (CO₂) derivante dall'impiego di urea, applicando la metodologia IPPC.

$$N_2O - N_{DIR} = [(F_{SN} + F_{ON}) * EF_1] \quad (1)$$

dove

N₂O - N_{DIR}: emissioni annuali dirette di dovute all'azoto impiegato (kg N₂O-N/anno);

F_{SN}: quantitativo annuale di azoto sintetico applicato ai terreni (kg N/anno);

F_{ON} : quantitativo annuale di azoto da letame animale, compost, fanghi di depurazione e da altri materiali organici (kg N/anno);

EF_1 : fattore di emissione per le emissioni di ossido nitroso da NDIR [0.01 kg N₂O-N (kg N)⁻¹].

Emissioni dirette (N₂O)

Le emissioni indirette di N₂O sono dovute al deposito al suolo di azoto volatilizzato in ammoniaca e in altri ossidi di azoto (NO_x) ed alla lisciviazione e fuga di azoto dal suolo causato dall'immissione di fertilizzanti azotati sintetici e organici.

$$N_2O_{ATD} - N = [(F_{SN} \cdot \text{Frac}_{GASF}) + (F_{ON} \cdot \text{Frac}_{GASM})] \cdot EF_4 \quad (2)$$

dove:

F_{SN} : quantitativo annuale di azoto sintetico applicato ai terreni (kg N/anno);

Frac_{GASF} : frazione di fertilizzante minerale azotato che volatilizza come NH₃ e NO_x [0.10 (kg NH₃-N+NO_x-N) (kg N applicato)⁻¹];

F_{ON} : quantitativo annuale di azoto da letame animale, compost, fanghi di depurazione e da altri materiali organici (kg N/anno);

Frac_{GASM} : frazione di fertilizzante organico che volatilizza come NH₃ e NO_x [0.20 (kg NH₃-N+NO_x-N) (kg N applicato)⁻¹];

EF_4 : fattore di emissione per le emissioni di N₂O dal deposito atmosferico di azoto sul suolo [(0.01 kg N-N₂O)/(kg NH₃-N+NO_x-N volatilizzato)⁻¹].

L'equazione per il calcolo delle emissioni di N₂O da lisciviazione e runoff è:

$$N_2O_L - N = (F_{SN} + F_{ON}) \cdot \text{Frac}_{LEACH} \cdot EF_5 \quad (3)$$

dove:

F_{SN} : quantitativo annuale di azoto sintetico applicato ai terreni (kg N/anno);

F_{ON} : quantitativo annuale di azoto da letame animale, compost, fanghi di depurazione e da altri materiali organici (kg N/anno);

Frac_{LEACH} : frazione di azoto perso per lisciviazione e runoff [0.30 (kg N) (kg N applicato)⁻¹];

EF_5 : fattore di emissione di N₂O da lisciviazione di N [(0.0075 kg N-N₂O)/(kg N lisciviato)⁻¹].

Moltiplicando per 44/28 i risultati delle equazioni precedenti, si ottengono rispettivamente le emissioni di N₂ODIR, N₂OATD e N₂OL.

Emissioni di CO₂

$$CO_2 - C_{Emission} = M \cdot EF \quad (4)$$

dove:

$CO_2 - C_{Emission}$: emissioni annuali di C dovute all'impiego di urea [ton C (anno)⁻¹];

M: _____ quantitativo annuale di urea utilizzato [ton urea (anno)⁻¹];

EF: _____ fattore di emissione [0.20 ton C (ton urea)⁻¹].

Moltiplicando per 44/12, si convertono le emissioni totali di CO₂-C in emissioni di CO₂.

La produzione dei principali prodotti di sintesi chimica è stata modellizzata utilizzando i processi presenti nei database Agri-Footprint e Ecoinvent.

La produzione delle sementi è stata modellizzata impiegando i processi del database Ecoinvent; le specie non presenti sono state assimilate a quelle più affini, mentre la quantità di semente utilizzata per ogni coltura è stata stimata a partire da dati delle interviste.

I foraggi acquistati hanno in generale una provenienza locale e la loro coltivazione è stata assimilata a quella di foraggi prodotti in un'azienda di medie dimensioni nell'area di studio. La frazione di foraggi acquistata rispetto all'autoproduzione e la distanza percorsa per il trasporto sono state ricavate dalle interviste e, dove non nota, è stata considerata una distanza media di approvvigionamento di 50 km. Per il trasporto è stato ipotizzato l'impiego di mezzi di medie dimensioni (flotta con portata compresa tra 16 e 32 tonnellate).

Per quanto concerne la produzione dei mangimi complessi, non essendo possibile utilizzare i dati secondari per la loro produzione, la modellizzazione è stata effettuata utilizzando i dati presenti sulle etichette dei prodotti, contenenti informazioni sulla tipologia di ingredienti e sulla composizione chimica dei mangimi; da questi è stato possibile ricavare le quote percentuali di ogni ingrediente. Nel modello sono stati inseriti i processi di produzione di tutte le componenti dei mangimi, utilizzando i processi della coltivazione delle colture già presenti nel database Ecoinvent.

Il trasporto dei mangimi dal magazzino di stoccaggio alle aziende è stato ipotizzato come effettuato su camion di medie dimensioni (flotta con portata media di 16-32 tonnellate), mentre è stata assunta una distanza media di approvvigionamento di 20 km.

Gestione della stalla - Per le aziende con bovini da latte sono state definite quattro categorie di bovini:

- vitelle;
- manze;
- bovine in lattazione;
- bovine in asciutta.

Le quattro categorie in cui è stata divisa la stalla hanno differenti durate di riferimento, che a volte eccedono i 12 mesi. Per questa ragione sono stati calcolati i giorni equivalenti di ogni categoria, rapportando la durata della categoria ai 12 mesi. Il periodo di asciutta è stato considerato uguale per tutte le aziende e pari a 60 giorni all'anno a partire dall'inizio della fase di lattazione. Di contro, ogni allevatore ha fornito i propri valori medi relativi alle fasi di vitella, manza e lattazione. La durata di tutte le categorie è stata poi annualizzata, andando a definire un capo fittizio che in un anno passa attraverso tutte le quattro fasi.

Per le aziende con bovini da carne sono state definite tre categorie di bovini:

- vitelli;
- manze/vitelloni;
- vacche nutrici.

Per tenere in conto che il vitellone, ovvero il prodotto finale delle aziende da carne, deriva dalla attività di nutrice di una vacca adulta, per rapportare all'anno equivalente l'intera vita del vitellone si è considerata come vita media non la vita anagrafica del bovino, ma solamente la vita produttiva della nutrice, ovvero circa 10 anni.

All'interno di questa sezione sono state incluse le emissioni di metano da fermentazione enterica, la cui stima è stata effettuata con un livello di dettaglio Tier 2, secondo la classificazione dell'IPCC [6]. Nello specifico, in ogni allevamento per ogni categoria di bovine è stata definita una razione media per l'anno 2014 e 2015. Successivamente è stato calcolato il fattore di emissione per ciascuna categoria di bovine applicando l'eq. 5. Come indicato nelle linee guida IPCC, le emissioni di CH₄ da fermentazione enterica degli animali non svezzati e/o alimenti con latte sono da ritenere nulle.

$$EF = \frac{\sum GE_i \cdot (Y_{CH_4,i} / 100) \cdot 365}{55,65} \quad (5)$$

dove:

EF = fattore di emissione, kg CH₄ capo⁻¹ anno⁻¹;

GE_i = energia grezza ingerita relativa all'i-esimo alimento, MJ capo⁻¹ giorno⁻¹;

Y_{CH₄,i} = fattore di conversione del CH₄ relativo all'i-esimo alimento, che corrisponde alla percentuale della GE convertita in CH₄;

55,65 = fattore di conversione che corrisponde alla quantità di energia contenuta (MJ) in un kg di CH₄.

Il fattore di conversione Y_{CH₄,i} è stato ottenuto mediante l'eq. 6 [7]:

$$Y_{CH_4,i} = 9,75 - 0,05 \cdot DE_i \quad (6)$$

dove DE_i (%) rappresenta l'energia digeribile dell'i-esimo alimento.

Per ogni categoria di bovine, i valori di GE_i e DE_i di ciascun alimento che costituisce la razione media sono stati ottenuti dai database on-line Feedipedia e Feed2Gain.

Per quanto riguarda le operazioni di stalla, all'interno di ogni allevamento esse sono state modellizzate a partire dai consumi elettrici e di gasolio relativi alla preparazione della razione alimentare (carro miscelatore, silos, mulino), alla rimozione e al trattamento delle deiezioni (raschiatori, pompe, agitatore, separatore), alla mungitura delle bovine, al lavaggio degli impianti (boiler per produzione di acqua calda) e alla refrigerazione del latte munto in attesa di essere consegnato. Relativamente ad ogni macchinario utilizzato nelle operazioni citate è stata registrata la potenza (in kW o CV) e una stima del tempo di funzionamento giornaliero fornita dall'allevatore. Questi dati sono stati utilizzati per il calcolo dei consumi di energia elettrica di ogni operazione per litro di latte o kg di carne prodotti.

La produzione dell'energia elettrica è stata modellizzata utilizzando il processo incluso nel database Ecoinvent riferito al mix nazionale italiano.

Sono state inoltre prese in considerazione le emissioni di gas refrigerante dalle celle frigorifere impiegate per la refrigerazione del latte (eq. 7):

$$L = C * f * AL \quad (7)$$

dove:

L = perdite di refrigerante (in kg);

C = volume della cella frigorifera (in m³);

f = 2.1 kg di gas refrigerante per m³ di stoccaggio [8];

AL = percentuale di gas refrigerante perso in un anno (15%, [8]).

Nel processo di lavaggio degli impianti è inclusa anche la produzione dei prodotti tecnici di lavaggio utilizzati. La modellizzazione della produzione dei detergenti è stata elaborata ricostruendo i singoli prodotti a partire dalle concentrazioni degli ingredienti riportati in etichetta, utilizzando i processi di produzione dei principi attivi, ove possibile. I prodotti utilizzati per i quali non è stato possibile rilevare la composizione sono stati assimilati ai prodotti modellizzabili che assolvono alla stessa funzione.

Il trasporto dei materiali tecnici è stato ipotizzato come effettuato su camion di medie dimensioni (flotta con portata media di 16-32 tonnellate), mentre è stata assunta una distanza media di approvvigionamento di 50 km.

Gestione delle deiezioni - Le emissioni derivanti dalla gestione delle deiezioni dei capi allevati sono state stimate, in accordo con quanto indicato dalla PCR-Raw milk [4], seguendo la metodologia indicata nelle linee guida IPCC [6] ad un livello di dettaglio Tier 2, implementando le equazioni per il calcolo delle emissioni di metano e protossido di azoto (dirette e indirette).

Il metodo Tier 2 per il calcolo delle emissioni di metano è influenzato da due principali fattori: le caratteristiche delle deiezioni e le caratteristiche del sistema di gestione. Le caratteristiche delle deiezioni prese in considerazione includono la quantità di solidi volatili (VS) prodotti e la quantità massima di metano potenzialmente prodotta da quel tipo di deiezione (BO).

Tabella 2.6.3.1: Metodologie di stoccaggio dei reflui previste dalle linee guida IPCC	
Riferimento IPCC	Metodo di stoccaggio
Dry lot	Paddock
Solid storage	Platea di accumulo
Liquid/slurry with crust cover	Vasca
Liquid/slurry without crust cover	Vasca con agitatore
Aerobic treatment	Vasca con ossigenatore
Pit storage < 1 month	Vasca coperta (< 1 mese)
Pit storage > 1 month	Vasca coperta (> 1 mese)

Al sistema di gestione utilizzato è associato un fattore specifico di conversione in emissioni di metano, che riflette la frazione di BO che viene effettivamente emessa (MCF), in funzione della divisione in frazione liquida/solida delle deiezioni (MS), della temperatura media della zona e dei tempi di stoccaggio. L'equazione utilizzata per il calcolo delle emissioni di metano prodotto dalla gestione delle deiezioni (EFCH4) è la seguente:

dove:

MCF_s = fattore di conversione del metano per i differenti sistemi di gestione delle deiezioni S (liquame e letame), %;

S = sistema di stoccaggio delle deiezioni;

MS_s = frazione delle deiezioni gestita con il sistema S.

La quantità di VS emessa da ogni categoria di bovini è stata stimata tramite l'eq. 9, indicata dalle linee guida IPCC:

$$VS = [GE * (1 - DE/100) + (UE * GE)] * [(1 - ASH/18,45)] \quad (9)$$

$$Nex_s = [GE/18,45 * ((CP/100)/6,25)] * [1 - ((Milk * (MilkPR/100))/6,38) + ((WG * (268 - (7,03 * NE_g)/WG)))/6,25)] * 365 \quad (11)$$

dove:

Milk = latte prodotto, kg capo⁻¹ giorno⁻¹;

CP = percentuale in proteina grezza nella razione, %;

MilkPR = percentuale di proteine nel latte (1,9+0,4*%grasso), %;

WG = peso acquistato per ogni categoria zootecnica, kg giorno⁻¹;

$NE_g = 22,02 * [(BW/(0,8 * MW))^{0,75} * WG^{1,097}]$

BW = peso medio corporeo per ogni categoria zootecnica, kg;

MW = peso medio del capo maturo, kg.

Le emissioni indirette sono state determinate mediante l'applicazione dell'eq. 12:

$$N_2O_{ind} = ((\sum_s [Nex_s * MS_s * Frac_{gestMS} / 100]_{TS}) * EF_d) * 44/28 \quad (12)$$

GE = energia grezza ingerita, MJ giorno⁻¹;

DE = energia digeribile espressa come percentuale dell'energia grezza, %;

UE = energia contenuta nelle urine espressa come percentuale della GE (0,04, valore di default IPCC);

ASH = contenuto di ceneri nelle deiezioni come percentuale della sostanza secca ingerita (0,08, valore di default IPCC).

Per l'individuazione dei fattori di conversione del metano (MCF), in ogni azienda sono state rilevate le metodologie di stoccaggio e trattamento delle deiezioni liquide e solide, i tempi di stoccaggio e il loro destino finale; i metodi di stoccaggio sono infine stati rapportati a quelli indicati nelle linee guida IPCC (Tabella 2.6.3.1).

Per ogni azienda esaminata è stata presa in considerazione la metodologia di trattamento principale sia per le deiezioni solide che liquide, escludendo quelle relative a sottogruppi dell'allevamento e/o a periodi limitati dell'anno.

I valori di frazione solida e liquida (MS) sono stati calcolati a partire dalle stime presenti nei Piani di Utilizzazione Agronomica (PUA) o nei piani di smaltimento reflui. Per le aziende che non hanno prodotto questi documenti sono stati utilizzati i valori appartenenti ad aziende con le stesse modalità di gestione delle deiezioni.

La gestione delle deiezioni comporta anche emissioni dirette (N₂O_d) e indirette (N₂O_{ind}) di protossido di azoto, le quali sono state calcolate secondo la procedura indicata nelle linee

Per il calcolo delle quantità di azoto apportato con le deiezioni solide e liquide escrete è quindi necessario stimare la quantità totale di azoto escreto (N_{ex}) da ogni categoria di bovina (dipendente dalla razione alimentare, dalla produzione di latte e dalla crescita corporea) e la frazione di azoto presente nelle urine e nel letame solido. Per quanto riguarda la quantità di azoto escreto totale è stata utilizzata l'eq. 11:

$$N_2O_d = \sum_{S_i} (N * Nex_{T_i} * MS_{S_i}) * EF3_{S_i} * 44/28 \quad (10)$$

dove:

N₂O = emissioni dirette di protossido di azoto da deiezioni, kg N₂O anno⁻¹;

N = numero di capi;

Nex_T = azoto medio escreto per capo per categoria bovina T, kg di N capo⁻¹ anno⁻¹;

MS_S = frazione della escrezione totale di azoto annua per il sistema di gestione delle deiezioni S, adimensionale;

EF3_S = fattore di emissioni di N₂O per il sistema di gestione S, kg di N₂O-N/kg N.

N₂O_{ind} = emissioni indirette di N₂O per volatilizzazione, kg N₂O anno⁻¹;

FracGasMS = frazione di azoto volatilizzato sottoforma di NH₃ e NO_x per il sistema di gestione S, %;

EF4 = fattore di conversione dell'azoto volatilizzato in N₂O, (0,01 kg N₂O-N).

Nel caso in cui l'azienda confluisca i reflui zootecnici all'interno di un impianto di digestione anaerobica senza un significativo stoccaggio, le emissioni legate alla gestione delle deiezioni sono considerate nulle. Se l'impianto è di proprietà dell'azienda, sono considerati i prodotti chimici impiegati per il funzionamento dell'impianto, la cui produzione è stata modellata definendo la concentrazione degli ingredienti riportati in etichetta e utilizzando i processi di produzione dei principi attivi, ove possibile. I prodotti utilizzati per i quali non è stato possibile rilevare la composizione sono stati assimilati ai prodotti modellizzabili che assolvono alla stessa funzione.

Il trasporto dei prodotti chimici è stato ipotizzato come effettuato su camion di medie dimensioni (flotta con portata media di 16-32 tonnellate), mentre è stata assunta una distanza media di approvvigionamento di 200 km.

L'energia elettrica prodotta dall'impianto di biogas, al netto degli autoconsumi, è stata considerata come un prodotto evitato ed è stata modellizzata utilizzando il processo incluso nel database Ecoinvent riferito al mix nazionale italiano.

2.6.3.2 Risultati

La metodologia descritta ha consentito di ottenere, per ogni azienda indagata, un valore di emissioni di GHG, espresso in termini di kg di CO₂ equivalente per unità funzionale (litro di latte o kg di peso vivo di carne).

Nelle Tabelle 2.6.3.2 e 2.6.3.3 sono riportati i risultati globali ottenuti per ogni azienda da latte o da carne per l'anno 2014.

Tabella 2.6.3.2: Emissioni di CO equivalente per le aziende da latte per l'anno 2014

Azienda	Prodotto	kg CO ₂ _{eq} / U.F.
Azienda 3	Latte	1.75
Azienda 4	Latte	0.91
Azienda 5	Latte	1.29
Azienda 7	Latte	1.63
Azienda 8	Latte	0.84

Tabella 2.6.3.3: Emissioni di CO equivalente per le aziende da latte per l'anno 2014

Azienda	Prodotto	kg CO ₂ _{eq} / U.F.
Azienda 1	Carne	10.32
Azienda 2	Carne	7.07
Azienda 6	Carne	9.77

I risultati per le aziende da latte risultano concordi con altri studi scientifici eseguiti nello stesso settore e con analoghe metodologie di studio [9, 10].

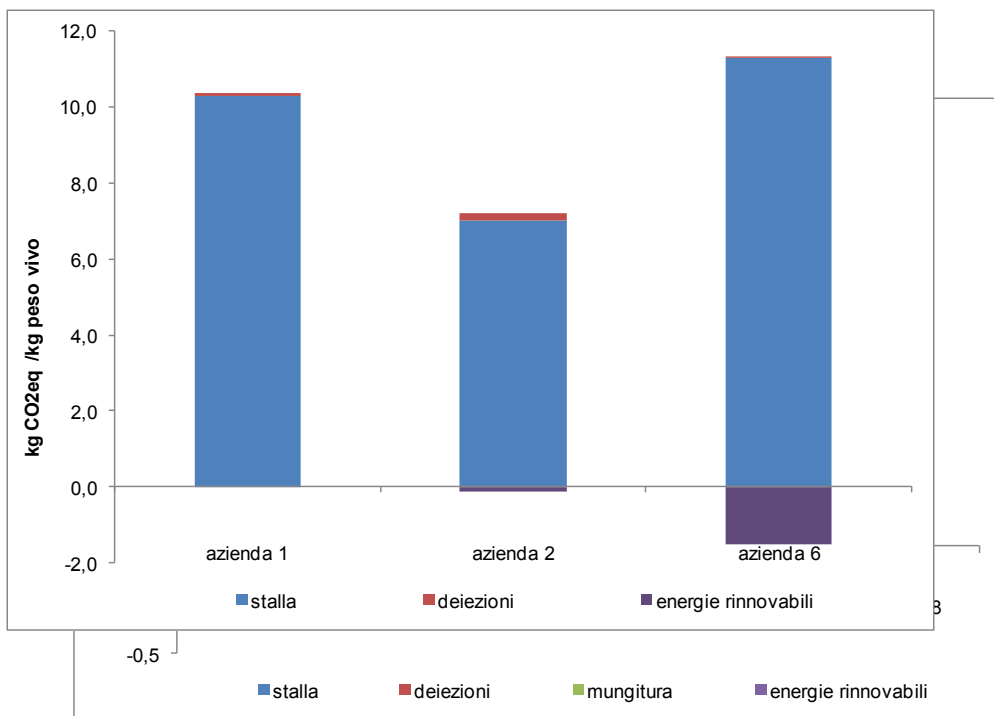
Per le aziende da carne il range di variabilità delle emissioni è più ampio, in quanto dipende maggiormente dalla razza bovina e dal tipo di stabulazione degli animali. Le aziende oggetto di studio risultano comunque rientrare nei range proposti in Letteratura [10, 11].

Le Figure 2.6.3.1 e 2.6.3.2 riportano i risultati disaggregati secondo i macroprocessi individuati all'interno della catena produttiva di ciascuna azienda:

- stalla: comprendente i sottoprocessi:
 1. razione: gli impatti legati alla coltivazione degli alimenti autoprodotti e alla produzione e trasporto di quelli acquistati da terzi;
 2. fermentazione enterica: le emissioni enteriche dei bovini;
 3. consumi stalla: le emissioni derivanti dai consumi di materiali ed energia per la gestione della stalla;
 4. alimentazione: le emissioni derivanti dai consumi di materiali ed energia per l'alimentazione degli animali;
- mungitura (solo per le aziende da latte): emissioni legate alla mungitura e alla refrigerazione del latte;
- deiezioni: emissioni per la rimozione e lo stoccaggio delle deiezioni e, dove effettuato, le emissioni di metano e protossido di azoto derivanti dallo stoccaggio stesso;
- energie rinnovabili: contributo in emissioni evitate derivante dalla produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile, se presente.

Figura 2.6.3.2: Risultati disaggregati per macroprocessi relativi alle aziende da carne per l'anno 2014

La fase di stalla risulta il principale impatto in entrambe le filiere (88-95% nelle aziende da latte, 97-99% in quelle da carne); ciò è legato al fatto che nel macroprocesso di stalla sono essenzialmente inclusi tutti gli impatti della fase colturale e dell'allevamento, che rappresentano quasi interamente la filiera produttiva.



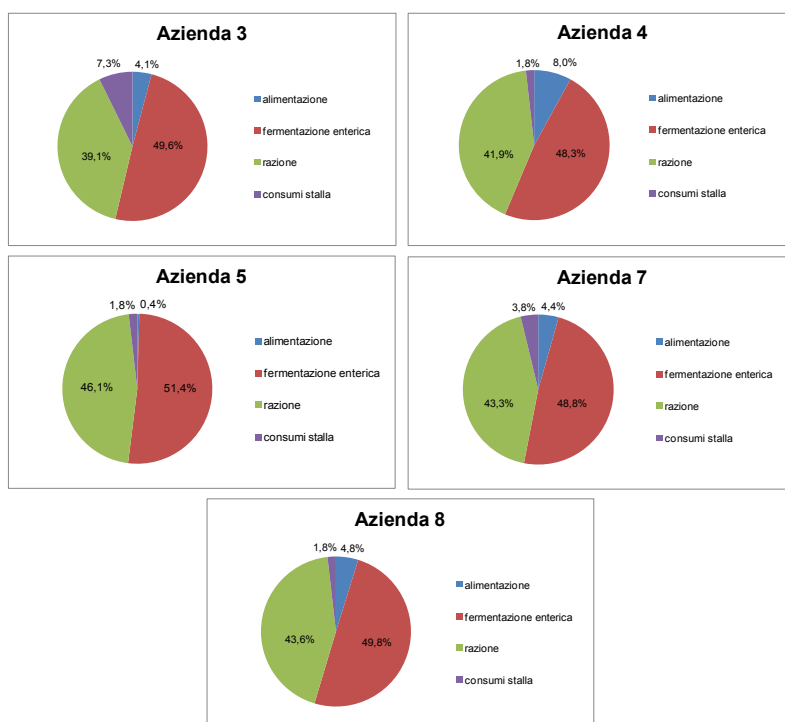
La fase di gestione delle deiezioni grava per un contributo massimo del 6% nelle aziende da latte e del 3% in quelle da carne; la mungitura determina, per le aziende da latte, un contributo sulle emissioni totali tra il 3 e il 10%, da imputare principalmente ai consumi per la refrigerazione del latte.

Il contributo positivo legato alla produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile (fotovoltaico o impianto a biogas) determina riduzioni che oscillano tra il 2 e il 16%.

Significativo dunque ai fini dell'analisi delle emissioni di gas serra è individuare all'interno del macro processo di stalla, i contributi che gravano maggiormente sul valore finale di CO2 equivalente.

Nelle Figure 6.3.3 e 6.3.4 sono riportati, in percentuale sul totale delle emissioni della fase di stalla, i contributi di ciascun sotto processo.

Figura 2.6.3.4: Contributi percentuali alle emissioni della fase di stalla per le aziende da carne per l'anno 2014



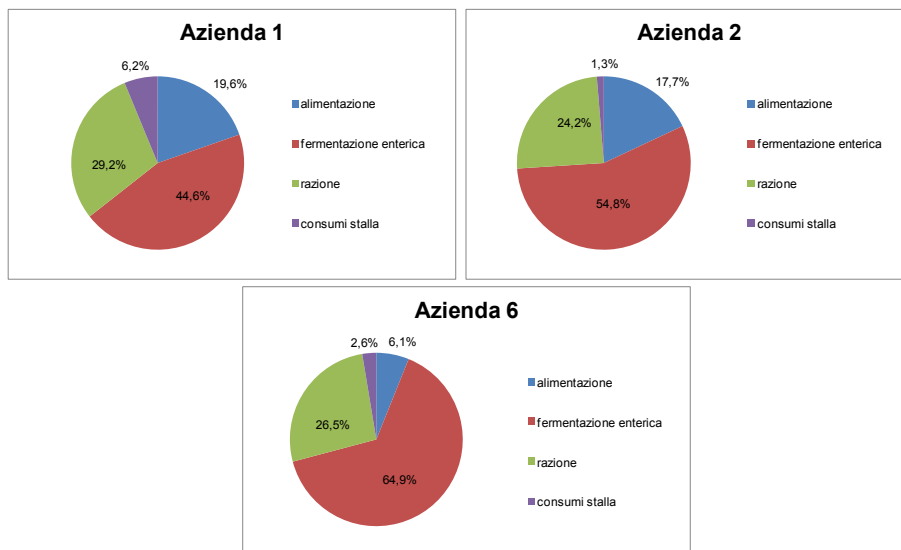


Figura 2.6.3.4: Contributi percentuali alle emissioni della fase di stalla per le aziende da carne per l'anno 2014

Per le **aziende da latte**, il contributo legato alla fermentazione enterica dei bovini risulta il più gravoso, con valori compresi tra il 48.3% e il 51.4%; ciò conferma quanto affermato negli studi scientifici del settore in quanto il metano emesso dagli animali rappresenta effettivamente la fonte principale di gas climalteranti da allevamenti bovini.

A seguire l'impatto legato alla produzione della razione, che comprende la fase colturale per gli alimenti autoprodotti e la produzione e il trasporto per quelli acquistati, è responsabile del 39.1-46.1% delle emissioni nella fase di stalla; le singole cause di emissioni di GHG in questa fase saranno indagate successivamente nell'analisi per singola azienda.

I consumi legati alle attrezzature di stalla ed ai mezzi per l'alimentazione dei bovini non comportano un impatto particolarmente significativo sulle emissioni totali (al massimo l'8% del totale della fase di stalla).

Aziende da carne

Per le **aziende da carne**, il processo maggiormente impattante è sempre la fermentazione enterica dei bovini ma in questo caso le percentuali variano in un range molto ampio (44.6-64.9%), in dipendenza stretta dalla tipologia di alimentazione delle vacche nutrici, la categoria bovina che determina il più elevato contributo in emissioni di metano.

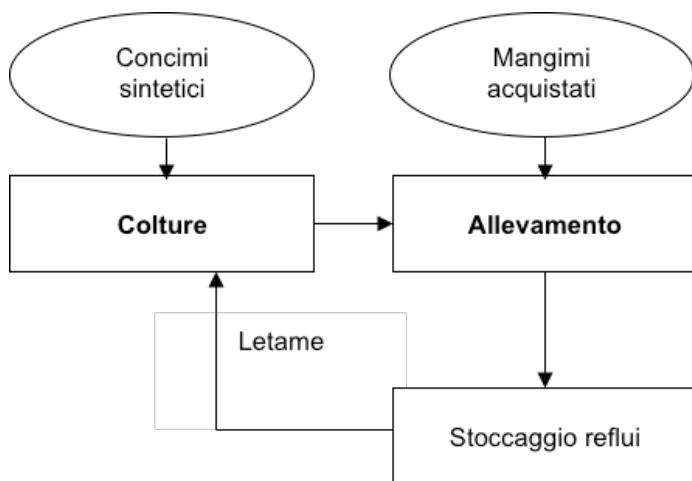
La razione impatta sulle emissioni totali della stalla tra il 24.2-29.2% e i consumi per l'alimentazione degli animali tra il 6.1-19.6%; anche per questa tipologia di prodotto, i consumi di stalla non risultano significativi nelle emissioni totali.

Nel seguito saranno descritti le analisi e i relativi risultati, opportunamente commentati, per singola azienda.

Azienda 1 - è caratterizzata dalla filiera produttiva schematizzata in Figura 6.3.5; la fase colturale provvede ai foraggi che rientrano nella dieta degli animali mentre i mangimi complessi sono acquistati da terzi.

La consistenza bovina nel 2014 conta un totale di 137 animali di cui 41 vitelloni, la categoria bovina che produce la carne di qualità, ovvero il prodotto finale analizzato.

I reflui prodotti sono impiegati per la concimazione dei campi dell'azienda, in aggiunta ai fertilizzanti di origine sintetica.



Sono stati a cui riferire tutti della carne gestione

individuati due macroprocessi gli impatti della filiera produttiva bovina dell'Azienda 1: stalla e deiezioni.

All'interno del distinguono i seguenti sottoprocessi:

macroprocesso "stalla" si

- razione: tutti gli impatti relativi alla produzione della razione delle varie categorie bovine dell'allevamento, riferiti all'anno medio;
- fermentazione enterica: l'impatto relativo alla produzione di metano da fermentazione enterica, riferito all'anno medio;
- alimentazione vacche: gli impatti relativi ai consumi di energia e materiali per la somministrazione della razione agli animali, riferiti all'anno medio;
- consumi stalla: gli impatti relativi ai consumi di energia e materiali per la gestione della stalla.

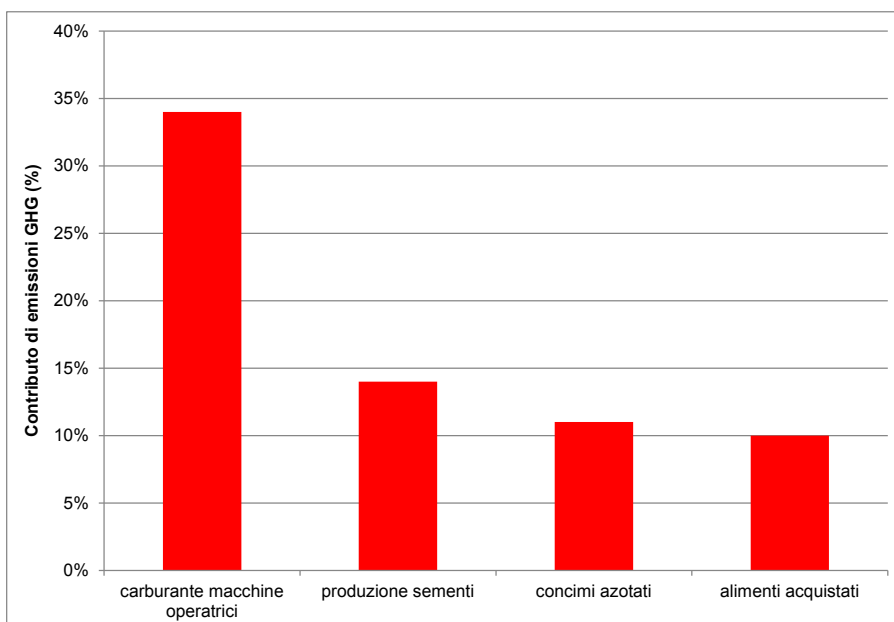
All'interno del macroprocesso "gestione deiezioni" si distinguono i seguenti sottoprocessi:

- consumi: tutti gli impatti relativi al trasporto e alla rimozione dei reflui dalla stalla, riferiti all'anno medio;
- emissioni stoccaggio: l'impatto relativo alle emissioni di metano e protossido di azoto dovute allo stoccaggio dei reflui, riferito all'anno medio.

Per il calcolo finale delle emissioni di GHG, gli impatti annuali dei due macroprocessi sono stati riportati all'unità funzionale a partire dal dato reale di produttività annuale di carne fornito dall'azienda stessa, ottenendo un fattore pari a 3.19E-5 anni per kg di peso vivo di carne.

Come già riportato in Tabella 2.6.3.3, il valore di emissioni di CO2 equivalente per unità funzionale ottenuto per l'Azienda 1 è pari a 10.32 kg/ kg peso vivo. Si andranno ad analizzare nel dettaglio i contributi dei due macroprocessi e dei singoli sottoprocessi per definire lo stato attuale dell'Azienda 1 e proporre in seguito opportuni interventi migliorativi.

In Tabella 2.6.3.4 sono riportati i valori di CO2 equivalente relativi ai singoli macroprocessi e sottoprocessi.



L'impiego di carburanti di origine fossile per l'alimentazione delle macchine agricole determina un contributo alle emissioni della fase "razione" di circa il 34%, seguito dalla produzione e trasporto delle sementi (14%) e dall'impiego di concimi sintetici sui terreni coltivati per gli alimenti autoprodotti (11%).

I mangimi acquistati presentano un impatto notevole se rapportati agli alimenti autoprodotti; in particolare l'impiego della farina di soia determina un contributo di CO₂ per la sua produzione pari a 640 g di CO₂ per kg prodotto.

La fermentazione enterica dei bovini determina il massimo contributo di emissioni sul totale relativo alla razione; il quantitativo di metano emesso, calcolato come descritto al Paragrafo 2, dipende dalle caratteristiche energetiche e di digeribilità dei singoli alimenti che compongono la dieta (Allegato 4.1).

Il contributo di 2.02 kg CO₂ eq/kg di peso vivo dovuto alla fase di alimentazione dei bovini dipende per l'80% dai consumi di carburante per la distribuzione dei mangimi e per il 20% dai consumi elettrici per la molitura delle farine.

I consumi della stalla sono interamente costituiti da diesel delle macchine per la pulizia della stalla stessa.

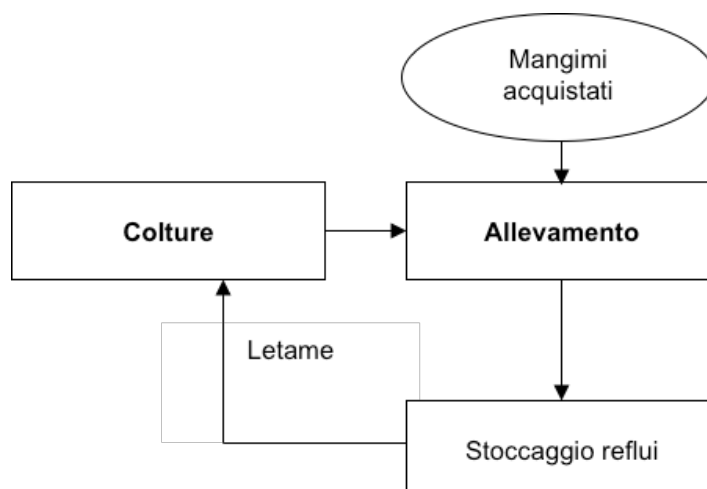
Per quanto riguarda il macroprocesso "gestione deiezioni", l'impatto globale in termini quantitativi è minimo sia per gli effetti dello stoccaggio che per i consumi dei trasporti delle deiezioni all'interno dell'azienda.

Per rappresentare in termini globali il risultato ambientale si riporta in Tabella 26.3.5 la SWOT analysis relativa all'Azienda 1.

Tabella 2.6.3.5: SWOT analysis per l'Azienda 1	
PUNTI DI FORZA	PUNTI DI DEBOLEZZA
Gestione del bestiame	Consumi macchine operatrici
OPPORTUNITÀ	CRITICITÀ
Investimenti sulle attrezzature	Costi di investimento
Energia da fonte rinnovabile	

Azienda 2 - Il layout dell'Azienda 2 è rappresentato in Figura 2.6.3.7; peculiarità della filiera produttiva è l'adozione di un regime colturale biologico e nello specifico biodinamico, senza impiego di concimi sintetici e di prodotti chimici in stalla. I foraggi sono tutti di produzione propria, mentre i mangimi vengono acquistati. La categoria bovina che produce la carne di qualità, il vitellone, presenta un dato di consistenza al 2014 pari a 66

Figura 2.6.3.7: Layout produttivo dell'Azienda 2.



Sono stati individuati tre macroprocessi a cui riferire tutti gli impatti della filiera produttiva della carne bovina dell'Azienda 2: stalla, gestione deiezioni, energie rinnovabili.

All'interno del macroprocesso "stalla" si distinguono i seguenti sottoprocessi:

- razione: tutti gli impatti relativi alla produzione della razione delle varie categorie bovine dell'allevamento, riferiti all'anno medio;
- fermentazione enterica: l'impatto relativo alla produzione di metano da fermentazione enterica, riferito all'anno medio;
- alimentazione vacche: gli impatti relativi ai consumi di energia e materiali per la somministrazione della razione agli animali, riferiti all'anno medio;
- consumi stalla: gli impatti relativi ai consumi di energia e materiali per la gestione della stalla.

Emissioni di CO2 equivalente per singolo macroprocesso e sottoprocesso	
Macroprocesso/Sottoprocesso	kg CO ₂ equivalente/U. F.
STALLA	7.02
Razione	1.7
Fermentazione enterica	3.85
Alimentazione vacche	1.24
Consumi stalla	234
GESTIONE DEIEZIONI	168
Consumi	164
Emissioni stoccaggio	4
ENERGIE RINNOVABILI	-115

All'interno del macroprocesso "gestione deiezioni" si distinguono i seguenti sottoprocessi:

- consumi: tutti gli impatti relativi al trasporto e alla rimozione dei reflui dalla stalla, riferiti all'anno medio;
- emissioni stoccaggio: l'impatto relativo alle emissioni di metano e protossido di azoto dovute allo stoccaggio dei reflui, riferito all'anno medio.

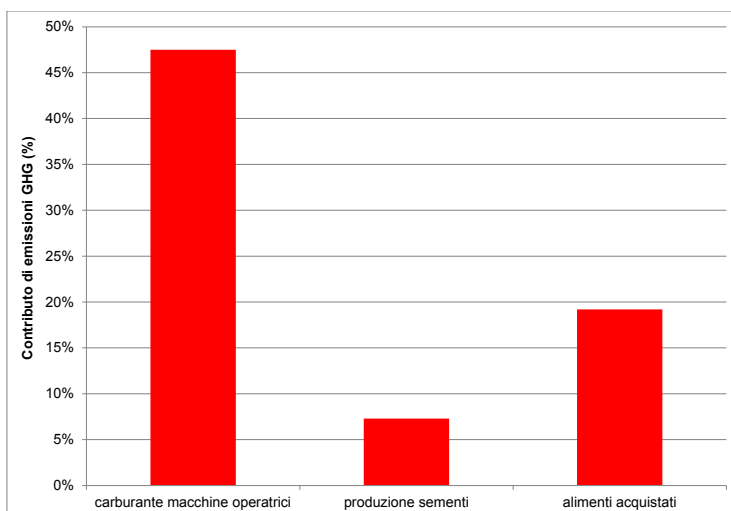
Nel macroprocesso "energie rinnovabili" si porta in conto la presenza di un impianto fotovoltaico a servizio dell'azienda per la produzione di energia elettrica.

Per il calcolo finale delle emissioni di GHG, gli impatti annuali dei tre macroprocessi sono stati riportati all'unità funzionale a partire dal dato reale di produttività annuale di carne fornito dall'azienda stessa, ottenendo un fattore pari a 1.99E-5 anni per kg di peso vivo di carne.

Come già riportato in Tabella 6.3.3, il valore di emissioni di CO2 equivalente per unità funzionale ottenuto per l'Azienda 2 è pari a 7.07 kg/ kg peso vivo.

In Tabella 2.6.3.6 sono riportati i valori di CO2 equivalente relativi ai singoli macroprocessi e sottoprocessi.

I due principali contributi alla fase di stalla, come già evidenziato nella discussione generale dei risultati, sono relativi alla fermentazione enterica e alla produzione della razione. Il 70% delle emissioni legate alla razione è imputabile alla preparazione degli alimenti per le vacche mentre il restante 30% al nutrimento di vitelli, manze e vitelloni.



In Figura 2.6.3.8 sono rappresentati gli impatti più gravosi sulla fase di produzione della razione.

Il consumo di diesel per l'alimentazione delle macchine agricole determina il contributo più gravoso alle emissioni della fase "razione", pari al 47.5%, seguito dalla produzione e trasporto dei mangimi acquistati, in particolare mais e soia, che causano un contributo percentuale di quasi il 20%. La fermentazione enterica dei bovini determina il massimo contributo di emissioni sul totale relativo alla razione; il quantitativo di metano emesso, calcolato come descritto al Paragrafo 2, dipende dalle caratteristiche energetiche e di digeribilità dei singoli alimenti che compongono la dieta (Allegato 4.1).

Tabella 2.6.3.7: SWOT analysis per l'Azienda 2

PUNTI DI FORZA	PUNTI DI DEBOLEZZA
Agricoltura biologica	Consumi di combustibile fossile
OPPORTUNITÀ	CRITICITÀ
Investimenti sulle macchine agricole	Costi di investimento

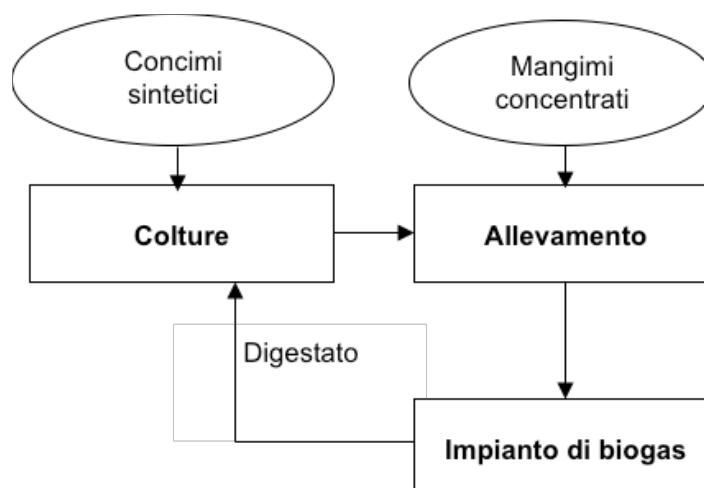
Il contributo di 1.24 kg CO₂ eq/kg di peso vivo dovuto alla fase di alimentazione dei bovini dipende quasi interamente dai consumi di carburante per la distribuzione dei mangimi.

I consumi della stalla sono legati ai consumi di diesel delle macchine per la pulizia della stalla stessa e per lo spostamento del bestiame. Per quanto riguarda il macroprocesso "gestione deiezioni", l'impatto globale in termini quantitativi è minimo sia per gli effetti dello stoccaggio sia per i consumi dei trasporti delle deiezioni all'interno dell'azienda.

Per rappresentare in termini globali il risultato ambientale si riporta in Tabella 2.6.3.7 la SWOT analysis relativa all'Azienda 2.

Azienda 6 - L'analisi inizia dalla valutazione della filiera produttiva dell'azienda stessa (Figura 2.6.3.9) e della consistenza bovina, nelle diverse categorie, al fine di definire il capo fittizio a cui riferire l'analisi, come già illustrato al Paragrafo 6.2.5. La categoria bovina che produce la carne di qualità, ovvero il prodotto finale, è il vitellone e il dato di consistenza del 2014 è pari a 269. I foraggi sono tutti di produzione propria mentre i mangimi vengono acquistati.

Figura 2.6.3.9: Layout produttivo dell'azienda 6



L'azienda dispone di un impianto a biogas alimentato all'80% da refluo bovino e dal restante 20% da insilati di mais e triticale. Inoltre è presente un impianto fotovoltaico per soddisfare i fabbisogni energetici dell'azienda.

Sono stati individuati tre macroprocessi a cui riferire tutti gli impatti della filiera produttiva della carne bovina dell'Azienda 6: stalla, gestione deiezioni, energie rinnovabili.

All'interno del macroprocesso "stalla" si distinguono i seguenti sottoprocessi:

- razione: tutti gli impatti relativi alla produzione della razione delle varie categorie bovine dell'allevamento, riferiti all'anno medio;
- fermentazione enterica: l'impatto relativo alla produzione di metano da fermentazione enterica, riferito all'anno medio;
- alimentazione vacche: gli impatti relativi ai consumi di energia e materiali per la somministrazione della razione agli animali, riferiti all'anno medio;
- consumi stalla: gli impatti relativi ai consumi di energia e materiali per la gestione della stalla.

All'interno del macroprocesso "gestione deiezioni" è presente unicamente il sottoprocesso consumi (tutti gli impatti relativi al trasporto e alla rimozione dei reflui dalla stalla, riferiti all'anno medio), in quanto essendo presente l'impianto a biogas, le emissioni derivanti dallo stoccaggio dei reflui sono considerate nulle.

Nel macroprocesso "energie rinnovabili" si porta in conto la presenza dell'impianto fotovoltaico a servizio dell'azienda per la produzione di energia elettrica e dell'impianto a biogas che rappresenta un ulteriore contributo positivo alla riduzione delle emissioni, considerando solo la quota parte prodotta a partire dal refluo bovino.

Per il calcolo finale delle emissioni di GHG, gli impatti annuali dei tre macroprocessi sono stati riportati all'unità funzionale a partire dal dato reale di produttività annuale di carne fornito dall'azienda stessa, ottenendo un fattore pari a 4.96E-6 anni per kg di peso vivo di carne.

Come già riportato in Tabella 2.6.3.3, il valore di emissioni di CO₂ equivalente per unità funzionale ottenuto per l'Azienda 6 è pari a 9.77 kg/ kg peso vivo.

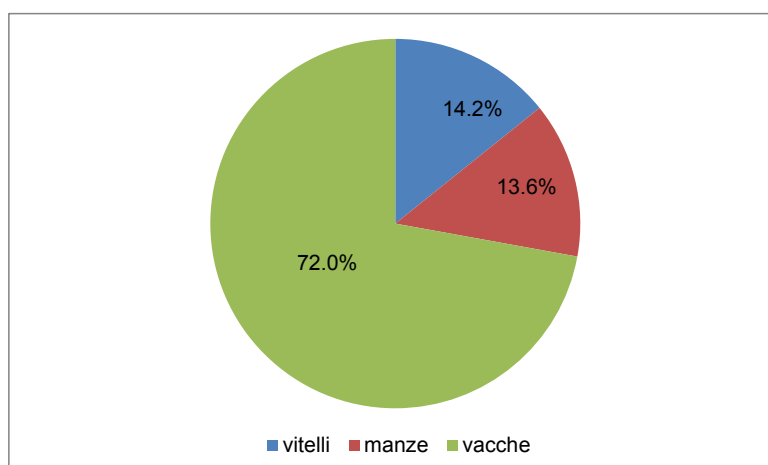
In Tabella 2.6.3.8 sono riportati i valori di CO₂ equivalente relativi ai singoli macroprocessi e sottoprocessi.

Tabella 2.6.3.8: Emissioni di CO ₂ equivalente per singolo macroprocesso e sottoprocesso	
Macroprocesso/Sottoprocesso	kg CO ₂ equivalente/U. F.
STALLA	11.3
Razione	3.0
Fermentazione enterica	7.33
Alimentazione vacche	0.69
Consumi stalla	296
GESTIONE DEIEZIONI	0.0141
Consumi	0.0141
ENERGIE RINNOVABILI	-1.517
Impianto fotovoltaico	-367
Impianto a biogas	-1.15

I due principali contributi alla fase di stalla, come già evidenziato nella discussione generale dei risultati, sono relativi alla fermentazione enterica e alla produzione della razione.

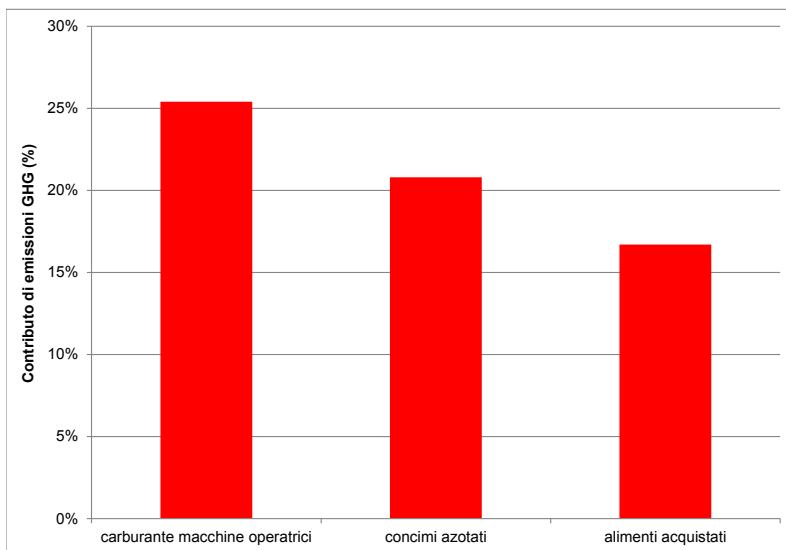
In Figura 2.6.3.10 sono rappresentate le percentuali di emissioni relative alla fase di preparazione della razione legate alle diverse categorie di animali: risulta evidente come la razione somministrata alle vacche nutrici sia predominante fonte di emissioni di GHG, ed è su questa che si può intervenire in termini di revisione della dieta proposta.

Figura 2.6.3.10: Contributo percentuale sulle emissioni legate alla razione per le diverse categorie di bovini



In Figura 2.6.3.11 sono rappresentate le tipologie di impatto che maggiormente gravano sulla fase di produzione della razione.

Figura 2.6.3.11: Principali tipologie di impatto sulle emissioni del sottoprocesso "razione"



Per l'Azienda 6, si nota come essenzialmente ci siano tre contributi che determinano le emissioni in fase di produzione delle razioni: il carburante per le macchine agricole (25%), l'impiego di fertilizzanti azotati per la concimazione (20%) e la produzione e trasporto degli alimenti acquistati, la crusca e la soia (18%).

La fermentazione enterica dei bovini determina il massimo contributo di emissioni sul totale relativo alla razione; il quantitativo di metano emesso, calcolato come descritto al Paragrafo 2, dipende dalle caratteristiche energetiche e di digeribilità dei singoli alimenti che compongono la dieta (Allegato 4.1).

I contributi della fase di alimentazione del bestiame e dei consumi della stalla sono minimi rispetto ai due principali già descritti.

L'Azienda 6 risulta poi all'avanguardia tra le aziende produttrici di carne in Umbria per la produzione di energia da fonte rinnovabile; l'impianto a biogas, della potenza di 360 kW, è alimentato con reflui bovini e insilati e consente di ridurre di circa il 12% le emissioni globali dell'azienda.

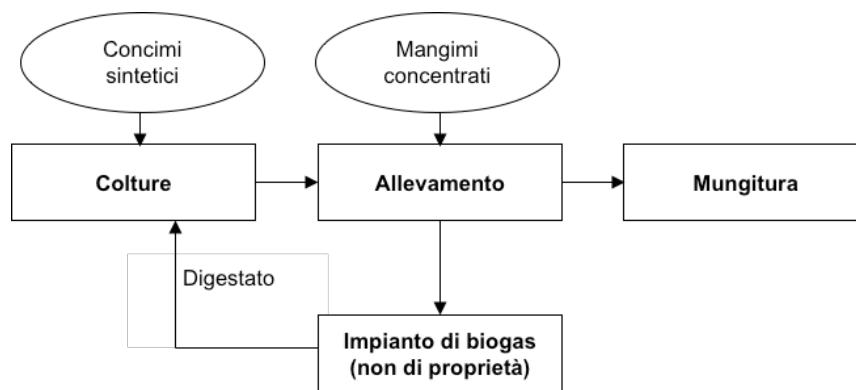
Per rappresentare in termini globali il risultato ambientale si riporta in Tabella 2.6.3.9 la SWOT analysis relativa all'Azienda 6.

Tabella 6.3.9: SWOT analysis per l'Azienda 6	
PUNTI DI FORZA	PUNTI DI DEBOLEZZA
Energie rinnovabili	Fertilizzazione sintetica
OPPORTUNITÀ	CRITICITÀ
Razionalizzazione delle concimazioni	Costi di investimento
Combustibili a biomasse	

Aziende da latte

Azienda 3 - Il layout dell'Azienda è rappresentato in Figura 2.6.3.12 ed evidenzia come in ingresso alla fase di allevamento ci siano sia foraggi prodotti dall'azienda sia mangimi acquistati da terzi.

La consistenza per l'anno 2014 conta 125 vacche in lattazione e 40 in asciutta. L'azienda presenta un impianto a biogas alimentato con reflui bovini, ma non di proprietà dell'azienda, che non ne acquisisce dunque i benefici in termini di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile.



Sono stati individuati tre macroprocessi a cui riferire tutti gli impatti della filiera produttiva del latte dell'Azienda 3: stalla, mungitura e gestione deiezioni.

All'interno del macroprocesso "stalla" si distinguono i seguenti sottoprocessi:

- razione: tutti gli impatti relativi alla produzione della razione delle varie categorie bovine dell'allevamento, riferiti all'anno medio;
- fermentazione enterica: l'impatto relativo alla produzione di metano da fermentazione enterica, riferito all'anno medio;
- alimentazione vacche: gli impatti relativi ai consumi di energia e materiali per la somministrazione della razione agli animali, riferiti all'anno medio;
- consumi stalla: gli impatti relativi ai consumi di energia e materiali per la gestione della stalla.

All'interno del macroprocesso "gestione deiezioni" è presente unicamente il sottoprocesso consumi (tutti gli impatti relativi al trasporto e alla rimozione dei reflui dalla stalla, riferiti all'anno medio), in quanto essendo presente l'impianto a biogas, le emissioni derivanti dallo stoccaggio dei reflui sono considerate nulle.

Poiché esiste un prodotto secondario nelle aziende da latte, ovvero la carne dei vitelli in esubero e delle vacche riformate, tutti i processi che determinano anche la produzione secondaria sono allocati secondo un criterio economico, come già descritto al Paragrafo 2.5.

Nello specifico i macroprocessi "stalla" e "gestione deiezioni" sono da considerarsi sottoposti ad allocazione e quindi saranno costituiti da un processo riferito al latte (lactation) e uno riferito alla carne (heifer) secondo quanto dettato dalla PCR 2013:16 Raw Milk del 17-09-2013 [4]; il macroprocesso "mungitura" invece determina impatti da allocare totalmente alla produzione di latte.

Per il calcolo finale delle emissioni di GHG, gli impatti annuali dei tre macroprocessi sono stati riportati all'unità funzionale a partire dal dato reale di produttività annuale di latte fornito dall'azienda stessa e secondo le regole di allocazione: si è ottenuto un valore di 1.618E-6 anni per litro di latte per i processi "Heifer", 1.685E-6 anni per litro di latte per i processi "Lactation" e 1.703E-6 anni per litro di latte per il macroprocesso "mungitura".

Come già riportato in Tabella 6.3.3, il valore di emissioni di CO₂ equivalente per unità funzionale ottenuto per l'azienda 3 è pari a 1.75 kg/ litro di latte. In Tabella 6.3.10 sono riportati i valori di CO₂ equivalente relativi ai singoli macroprocessi e sottoprocessi.

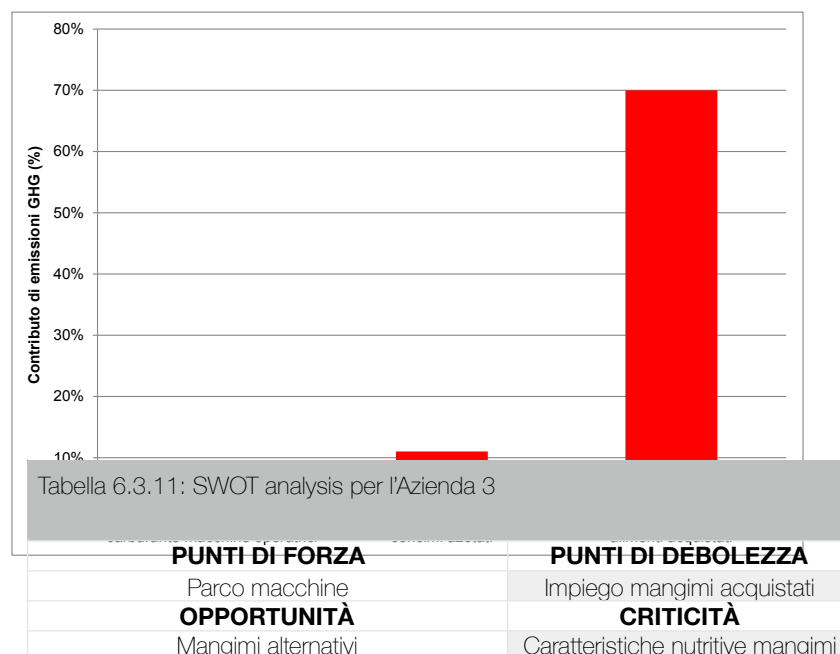
Tabella 6.3.10: Emissioni di CO₂ equivalente per singolo macroprocesso e sottoprocesso

Macroprocesso/Sottoprocesso	kg CO ₂ equivalente/U. F.
STALLA	1.57
Razione	614
Fermentazione enterica	779
Alimentazione vacche	0.0646
Consumi stalla	114
GESTIONE DEIEZIONI	105
Consumi	105
MUNGITURA	0.0782

I due principali contributi alla fase di stalla, come già evidenziato nella discussione generale dei risultati, sono relativi alla fermentazione enterica e alla produzione della razione.

In Figura 2.6.3.13 sono rappresentate le tipologie di impatto che maggiormente gravano sulla fase di produzione della razione.

Figura 2.6.3.13: Principali tipologie di impatto sulle emissioni del sottoprocesso "razione"



Si nota come l'impatto sull'ambiente per la produzione dei componenti i mangimi acquistati dall'azienda, in particolare mais e soia, determina il 70% delle emissioni imputabili al sottoprocesso di produzione della razione.

L'impiego dei concimi sintetici e il consumo di diesel per le macchine operatrici non risultano decisivi sull'impatto del sottoprocesso (contributi inferiori all'11%); occorrerà, in termini migliorativi, rivedere l'alimentazione delle vacche in lattazione e soprattutto la tipologia di mangimi acquistati.

La fermentazione enterica dei bovini determina il massimo contributo di emissioni sul totale relativo alla razione; il quantitativo di metano emesso, calcolato come descritto al Paragrafo 2, dipende dalle caratteristiche energetiche e di digeribilità dei singoli alimenti che compongono la dieta (Allegato 4.1).

I contributi della fase di alimentazione del bestiame e dei consumi della stalla sono minimi rispetto ai due principali già descritti.

Per rappresentare in termini globali il risultato ambientale si riporta in Tabella 2.6.3.11 la SWOT analysis relativa all'Azienda 3.

2.6.4 DSA3 - UR Zootecnia

2.6.4.1 Materiali e metodi

Allevamenti bovini da latte

Stima delle consistenze delle varie categorie e dei pesi - Per ogni allevamento si è provveduto a calcolare la consistenza media delle singole categorie nel corso dell'anno tenendo conto delle informazioni ricevute nel corso dei contatti avuti con le aziende (telefonici, e-mail, visita aziendale) ed effettuando, laddove non effettuata, una visita aziendale ad hoc. In sede d'interparto medio è stato utilizzato per il calcolo di:

- n. medio vacche in lattazione;
- n. medio vacche in asciutta.
- n. di femmine nate;

Il numero medio per le categorie di soggetti da rimonta, indicate nell'azione 4, è stato calcolato tenendo conto della quota di riforma annua, della percentuale di vivi-natalità, della percentuali di sopravvivenza neo, peri, post natale e post svezzamento indicate dall'allevatore e dell'età al primo parto scaturita dal software di gestione. Il peso delle vacche in lattazione e di quelle in asciutta è stato stimato in base alla taglia degli stessi, mentre quello delle vitelle e manze in accrescimento è stato stimato in base ai ritmi di crescita medi previsti dalla razza allevata ed in base alle caratteristiche delle diete somministrate.

Di ogni azienda e per ogni categoria è stato così possibile stimare, mediante supporto Excel (all. 2.3) la consistenza media di stalla.

Stima dei alimenti ingeriti - Sulla base delle informazioni ricevute si è provveduto a calcolare gli apporti dei singoli alimenti per ogni categorie di animali allevati utilizzando, anche per questo scopo, il supporto di Excel. Ciò a permesso di avere, per ogni categoria di animali allevati, la composizione della razione mediamente impiegata, nel corso dell'anno, ma anche avere un'idea dei consumi annuali dei singoli alimenti (Fig. 2).

Stima degli apporti dei nutrienti e verifica razioni impiegate - Dalle stime effettuate con i criteri indicati nel punto 8.1.1.1 e 8.1.1.2. è stato possibile inserire i dati relativi alle singole razioni nel supporto informatico CPM Dairy che ha permesso di calcolare per ogni categoria gli apporti dei singoli nutrienti della razione in termini di sostanza secca ingerita, proteina grezza, amido, fibra neutro detersa (NDF), fibra acido detersa (ADF), estratto etereo (EE), amido, Energia metabolizza (ME), Energia Netta latte (ENL), Energia lorda ingerita e P ed N escreti con urine e feci. Questi ultimi due parametri sono stati impiegati per la stima della quantità di N e P emessi/kg di latte prodotto.

Stima delle emissioni di CH₄ - Le emissioni di CH₄ per ogni categoria sono state stimate utilizzando 3 diverse equazioni di stima. Successivamente è stata ricavata la quantità di CO₂eq/l di latte prodotta di origine enterica tenendo conto degli apporti delle singole categorie presenti in allevamento (Tab. 1).

Allevamenti bovini da carne

Stima delle consistenze delle varie categorie e dei pesi - Per ogni allevamento si è provveduto a calcolare la consistenza media delle singole categorie nel corso dell'anno tenendo conto delle informazioni ricevute nel corso dei

Tabella 2.6.4.1– Equazioni di stima impiegate per la stima delle emissioni enteriche	
Equazioni	Riferimento bibliografico
Vacche in lattazione	
$0,37+0,0392*EL+0,0189*NDF\%s.s. - 1,156*EE\%s.s. + 0,0014*PV \text{ kg}$	Hristov et al. (2014)
Altre categorie	
$0,074 + 0,0409*EL+0,0039*NDF\%s.s.-0,0432*EE\%s.s.+0,0014*PV$	
Tutte le categorie	
$45,98-45,98\exp(-1*(-0,0011*amido \text{ ingerito}/ADF \text{ ingerita } 0,0045*EM^4,1868))$	Ellis 2010
$CH_4 \text{ (g/d)} = (0,06 \times EL \text{ (MJ/d)} / 0,05565$	IPCC (1997)

contatti avuti con le aziende (telefonici, e-mail, visita aziendale) ed effettuando, laddove non effettuata, una visita aziendale ad hoc. In tale sede i parametri utilizzati sono stati:

- l'interparto medio, utilizzato per il calcolo di:
- n. medio di nati;
- l'età di vendita di femmine e maschi da ristallo;
- n. medio di maschi e femmine vendute da ristallo.
- L'età di vendita di femmine e maschi da macello:
- n. medio di soggetti femmine e maschi venduti da macello;

Il numero medio per le categorie di soggetti da rimonta, è stato calcolato tenendo conto della quota di riforma annua, della percentuale di vivinatalità, della percentuali di sopravvivenza neo, peri, post natale e post svezzamento indicate dall'allevatore e dell'età al primo parto dichiarata. Il peso delle vacche è stato stimato in base alla taglia delle stesse, mentre quello delle vitelle e manze in accrescimento è stato stimato in base ai ritmi di crescita medi previsti dalla razza allevata ed in base alle caratteristiche delle diete somministrate.

Di ogni azienda e per ogni categoria è stato così possibile stimare la consistenza media di stalla nel corso dell'anno. Tali informazioni sono state inserite in un foglio Excel predisposto per la stima delle caratteristiche della razione impiegata e degli apporti di CH₄ allegati alla presente relazione. L'elemento che differenzia tali allevamenti da quelli da latte è la tipologia di dati disponibili, diversi in quanto le produzioni si diversificano, anche se di poco, da allevamento ad allevamento, infatti concorrono alla PLV anche soggetti venduti da ristallo o venduti da vita per cui questo incide in maniera importante sulla Carbon Footprint in termini di CO₂/kg di carcassa.

Stima dei alimenti ingeriti - Sulla base delle informazioni ricevute si è provveduto a calcolare gli apporti dei singoli alimenti per ogni categoria di animali allevati. Ciò ha permesso di avere, per ogni categoria di animali allevati, la composizione della razione mediamente impiegata, nel corso dell'anno ed anche avere un'idea dei consumi annuali dei singoli alimenti analogamente a quanto già operato con gli allevamenti di bovini da latte.

Stima degli apporti dei nutrienti e verifica razioni impiegate - Dalle stime effettuate con i criteri precedentemente indicati è stato possibile inserire i dati relativi alle singole razioni nel foglio di lavoro a supporto che ha permesso di calcolare per ogni categoria gli apporti dei singoli nutrienti della razione in termini di sostanza secca ingerita, proteina grezza, amido, fibra neutro detersa (NDF), fibra acido detersa (ADF), estratto etereo (EE), amido, Energia metabolizza (ME).

Stima delle emissioni di CH₄ - Le emissioni di CH₄ per ogni categoria sono state stimate utilizzando una delle equazioni proposte da Ellis et al. (2008) per i bovini da carne. Successivamente è stata ricavata la quantità di CO₂eq/l di latte prodotta di origine enterica tenendo conto degli apporti delle singole categorie presenti in allevamento.

2.6.4.2 Risultati conseguiti

Parametri zootecnici allevamenti bovini da latte - In tabella 2.6.4.2 sono riportati i risultati (Media, Deviazione Standard, minimo e massimo) dei parametri zootecnici ritenuti più importanti. I risultati mettono in evidenza come il gruppo di aziende scelto sia estremamente omogeneo in termini di parametri riproduttivi (interparto) pari a 417,2 d, con un minimo di 407d ed un massimo di 430d, che quindi non modificano sostanzialmente la percentuale di vacche in lattazione sulle vacche totali presenti per ogni allevamento, mentre le vacche prossime al picco, sebbene presentino un valore medio del 9,46% sulle vacche totali variano da un minimo del 9,2% al 9,8% delle vacche totali. La quota di riforma è molto simile a quella tipica della razza frisona con un valore medio del 35,7% con un minimo del 33% ed un massimo del 38%. Più importante risulta essere la quantità di latte prodotta per vacca presente con un valore minimo di 6904 kg/capo nell'allevamento n.4, ad un massimo per l'allevamento n. 8 con 10476 kg/capo con una oscillazione che va dai 18,7 kg ai 28,7 kg di latte/vacca presente/anno.

Tali differenze sono da spiegare con la diversa razione adottata negli allevamenti considerati, ma anche influenzata dall'interparto che modifica in maniera sostanziale la distanza media dal parto nel corso dell'anno. Ad accomunare i cinque allevamenti considerati è l'età al primo parto di 3-4 mesi superiore all'ottimale di 24 mesi con un massimo di 32 mesi.

Parametri zootecnici allevamenti bovini da carne - Tali parametri non sono stati oggetto di valutazione statistica in quanto influenzati dalle strategie gestionali individuate da ciascun allevamento. La strategia produttiva dell'allevamento 1 è fortemente influenzata dalla necessità di equilibrare aspetti economici e tecnici per cui oltre alla vendita di soggetti maschi per macellazione, sono venduti anche i soggetti in sovrannumero, o per mera opportunità commerciale, come soggetti da ristallo. Gli allevamenti 2 e 6 hanno anche indirizzi produttivi leggermente diversi: il primo tende a macellare maschi e femmine ad età per entrambe le categorie piuttosto elevate e cioè 22-23 mesi e quindi anche a pesi elevati, il secondo, invece tende a macellare i maschi ad una età di circa 16-18 mesi e el

femmine a non oltre i 16 mesi anche per soddisfare le forti richieste di mercato. Ciò comporta un diverso peso delle emissioni enteriche sul kg di carcassa, minori nel secondo allevamento rispetto a tutti e due gli altri anche se per ragioni diverse.

Caratteristiche delle razioni adottate allevamenti bovini da latte

Caratteristiche delle razioni delle vacche in lattazione - Premesso che in tutti gli allevamenti partecipanti allo studio la eventuale suddivisione in gruppi è effettuata soltanto dal punto di vista fisico ed eventuale ordine di parto (primipare distinte dalle pluripare) e non della composizione chimica della razione. Le stesse razioni si presentano con caratteristiche molto diverse tra di loro (Tab. 2.6.4.3).

L'ingestione di sostanza secca calcolata sulla base delle indicazioni fornite dagli allevatori mette in evidenza una forte variabilità fra allevamento ed allevamento legata sostanzialmente anche alla diversa taglia degli animali allevati ed al livello produttivo medio con un'ingestione che va da 21,7 a 25 kg s.s./capo/d e che mediamente è perfettamente in linea con le indicazioni per le bovine da latte. La % di foraggi nella dieta è risultata essere mediamente del 56,27% oscillando dal 44,49 al 67,94%. La proteina grezza è risultata essere del 15,96% con un minimo di 15,15 e quindi molto vicino alla media ed un valore massimo di 17,24%. Tutti gli allevamenti hanno evidenziato un tenore di proteina non degradabile al di sopra del livello del 36% tipico per il livello produttivo riscontrato, mentre in media la proteina solubile, che non dovrebbe essere intorno al 30% della proteina grezza totale, se risulta essere in media pari al 30,37%, quindi perfettamente in linea con i livelli consigliati sebbene il dato oscilli da un minimo del 23,95 ad un massimo del 37,01% indicando la necessità di intervenire in qualche misura sulle diete successivamente ad ulteriori verifiche ed analisi mirate non oggetto, tra l'altro, del presente progetto di ricerca applicata. Se il livello di NDF supera il 40% in due allevamenti esso risulta essere mediamente del 38,95 con una variabilità del 10%, evidenziando nei due allevamenti che lo superano la necessità di una sua riduzione a valori prossimi al 36%, pressoché irraggiungibili dall'allevamento "Bio" in particolare, che deve mantenere un rapporto foraggi/concentrati 70/30.

Caratteristiche delle razioni per la fase di asciutta - In tabella 2.6.4.4 sono riportate le caratteristiche salienti delle diete adottate per le vacche in asciutta. I risultati mettono in evidenza come in media i livelli proteici siano al di sotto di quelli raccomandati e pari al 12% della s.s., se si eccettua uno soltanto degli allevamenti nel quale viene raggiunta tale soglia che diventa così il valore massimo, mentre quello minimo è appena del 9,62% s.s.. Tutte le diete si caratterizzano per una quota di proteina solubile vicina al limite massimo (39,64%) con un massimo del 44,87% riscontrata nell'allevamento 8. Il livello di amido è per 3 allevamenti su 56 al di sotto del limite minimo considerato essere del 9%, mentre appare elevato quello riscontrato nell'allevamento 8. L'aumento della concentrazione energetica e proteica è effettuato da tre allevamenti su cinque con un adeguamento, soprattutto, proteico ideale soltanto nell'allevamento 3 rispetto agli altri due.

Caratteristiche delle razioni per la rimonta - Relativamente ad esse è stato preso in considerazione come unico parametro, quello della proteina grezza in quanto è da considerare il parametro che più di ogni altro va a condizionare l'accrescimento del giovane bestiame. I risultati (tabella 5) mettono in evidenza come, se da una parte i livelli medi per categoria, sembrano rispondere perfettamente ai fabbisogni indicati in bibliografia (NRC, 2001), esistono allevamenti che riducono drasticamente il livello proteico della dieta somministrata a partire dai 6 mesi di età, che in uno di essi, sembrano essere la causa dell'elevata età al primo parto.

Caratteristiche delle razioni impiegate negli allevamenti bovini da carne.

Caratteristiche delle razioni delle vacche allattanti - Nella seguente tabella sono riportate le caratteristiche delle razioni adottate nei tre allevamenti per le vacche allattanti. In tutti e tre gli allevamenti la razione adottata non appare essere congrua in termini di concentrazione proteica che in media è dell'11,69±0,40% con poca variabilità nei tre allevamenti ad indicare di come tale fase sia per certi aspetti un po' trascurata dall'allevatore, sebbene bisogna tenere conto del fatto che ogni allevamento è una realtà a se stante e con la necessità di ottimizzare, non solo, le diete, ma anche l'impiego delle risorse meccaniche e quelle umane. Il livello di amido è estremamente basso nella razione adottata dall'allevamento 1 evidenziando una difficoltà oggettiva nel soddisfare i fabbisogni degli animali che in questa fase avrebbero bisogno di livelli compresi fra il 15 e 18% s.s..

Caratteristiche delle razioni impiegate nelle vacche ad inizio gestazione - Tali razioni sono da considerare nella norma se si considera lo stato fisiologico negli allevamenti 1 e 6, mentre i livelli decisamente più elevati in proteine e amidi riscontrati per l'allevamento 2 sono giustificati dall'esigenza nell'allevamento di semplificare le operazioni di somministrazione degli alimenti fra cui l'unifeed, con la medesima composizione sia per le vacche allattanti, che per quelle ad inizio e fine gestazione.

Tabella 7 – Caratteristiche chimico-nutrizionali delle razioni per vacche ad inizio gestazione.

	Allevam enti	me dia	DS		ma x.		
Parametri	2	1	6	min			
UFL/kg s.s.	0,67	0,54	0,57	0,59	0,07	0,54	0,67
PG % s.s.	12,09	12,65	11,10	11,95	0,78	11,10	12,65
PDIN g/kg s.s.	74,84	76,23	69,92	73,66	3,32	69,92	76,23
PDIE g/kg s.s.	82,21	88,62	82,72	84,52	3,56	82,21	88,62
NDF/s.s.	51,65	56,35	57,86	55,30	3,25	51,65	57,86
Amido/s.s.	13,95	1,37	9,54	8,28	6,38	1,37	13,95
EE/s.s.	2,04	1,44	2,11	1,86	0,37	1,44	2,11

Emissioni di origine enterica prodotte.

Emissioni di CO₂ di origine enterica negli allevamenti bovini da latte - I risultati conseguiti (Tabella 12) mettono in evidenza come l'equazione proposta da Hristov (2014) ed utilizzata da Conte et al. (2015) nel valutare la Carbon Footprint in allevamenti bovini da latte del Mugello, sia anche l'equazione che determini i minori livelli di emissioni grazie al fatto che tiene conto, non tanto del rapporto amido/ADF come nell'equazione proposta da Ellis (2010), ma dà un peso negativo alla percentuale in lipidi della dieta. Infatti numerosi autori concordano sul fatto che l'apporto di lipidi riduca in maniera consistente le emissioni di metano (Moate et al., 2011; Grainger e Beauchemin, 2011). Le altre due equazioni considerate elevano il quantitativo di CO₂eq emessa/kg di latte riportandola a livelli comparabili con quelle osservate da numerosi altri autori e più che doppi rispetto a quelli osservati con l'adozione del primo algoritmo (246,16±69,77 vs 583,87±150,66 e 525,47±52,96 gCO₂eq/kg di latte). Il confronto fra allevamenti mette in evidenza come il n. 8, utilizzando l'equazione di Hristov presenti il minor livello di emissioni in assoluto (133,98gCO₂eq/kg di latte), mentre adottando l'equazione n.2 sia secondo soltanto all'elevamento 4, che si caratterizza per un apporto molto alto di foraggi nella razione giornaliera e torni ad essere quello con minor impatto utilizzando l'equazione n. 3. Da ciò ne consegue che al momento la definizione delle emissioni enteriche a livello di impatto dell'intero allevamento sul litro di latte prodotto sia fortemente condizionata dall'algoritmo preso come riferimento, e che comunque le emissioni enteriche incidono in minima parte sulla carbon footprint di una razione che risulta essere più condizionata da parametri quali il "Cambiamento dell'uso del suolo", "trasporto", "coltivazione", "lavorazione" e "carbonio emesso dalla coltura", che dalle emissioni enteriche di per sé le quali incidono in misura molto variabile sulla Carbon footprint di una razione.

Emissioni di CO₂ negli allevamenti bovini da carne

Tabella 2.6.4.2 – Parametri zootecnici individuati					
		Media	DS	Min	max
Interpart		417,2	11,73	407	430
Vacche lattazione	%	85,6	0,55	85	86
Vacche in asciutta	%	14,416	0,38	14	14,74
Vacche 0-40 d	%	9,46	0,27	9,2	9,8
Riforma	%	35,7	2,05	33	38
Latte/vacca presente	Kg/anno	8567	1268,23	6904	10476
Latte/vacca presente	Kg/d	23,426	3,58	18,61	28,7
Età al primo parto	Mesi	28,8	1,92	27	32

Le emissioni di Co₂eq/kg di carcassa sono fortemente condizionate sia dalla dieta somministrata alle varie categorie, sia dalle strategie di vendita adottate dai vari allevamenti. In particolare, se le emissioni enteriche degli allevamenti 2 ed 1 si avvicinano molto alle emissioni riscontrate da Beauchemin et al. (2010), quelle riscontrate nell'allevamento 6 sono fortemente condizionate dall'età di macellazione dei maschi, spesso al di sotto dei 18 mesi che ne riducono fortemente l'impatto. Infatti nell'allevamento 2 che macella maschi e femmine ad età di oltre 20 mesi il peso delle emissioni è grava soprattutto sul giovane bestiame al contrario di quanto accade nell'allevamento 1 e 6.

Tabella 2.6.4.3 – Caratteristiche della razione delle vacche in lattazione

		3	4	5	7	8	Media	DS	min	max
Sostanza secca ingerita	Kg/capo/d	22,1	21,7	21,7	25	24	22,90	1,51	21,7	25
Foraggio	% s.s.	56,28	67,94	53,09	44,49	59,56	56,27	8,60	44,49	67,94
Proteina Grezza	% PG	17,24	15,15	16,09	15,79	15,53	15,96	0,79	15,15	17,24
Proteina indegradabile	% PG	38,5	36,51	39,39	37,02	37,7	37,82	1,15	36,51	39,39
Proteina solubile	% PG	25,36	37,01	23,95	33,26	33,79	30,67	5,70	23,95	37,01
ADF	% s.s.	22,81	29,67	25,43	20,83	23,28	24,40	3,37	20,83	29,67
NDF	% s.s.	37,4	44,56	42,65	35,35	34,8	38,95	4,41	34,8	44,56
Amido	%/s.s.	23,44	12,25	21,53	24,27	29,09	22,12	6,18	12,25	29,09
Estratto etereo	% s.s.	3,71	3,02	2,78	4,5	5,32	3,87	1,05	2,78	5,32

Tabella 2.6.4.4 – Caratteristiche delle razioni nella fase di asciutta e close up.

		3	4	5	7	8	Media	DS	Min	max
Asciutta 1° fase										
Proteina Grezza	% s.s.	11,8	11,8	9,73	10,88	9,62	10,77	1,06	9,62	11,8
Proteina Solubile	% PG	38	39,59	43,31	32,44	44,87	39,64	4,88	32,44	44,87
NDF	% s.s.	61,29	54,46	29,93	54,3	50,47	50,09	11,92	29,93	61,29
Amido	% s.s.	6	5,19	6,33	10,89	16,1	8,90	4,60	5,19	16,1
Asciutta 2° fase										
Proteina grezza	% s.s.	15,17			12,45	11,87	13,16	1,76	11,87	15,17
Proteina Solubile	% PG	29,22			32,86	40,84	34,31	5,94	29,22	40,84
NDF	% s.s.	46,67			48,16	48,53	47,79	0,98	46,67	48,53
Amido	% s.s.	16,65			15,5	20,9	17,68	2,84	15,5	20,9

Livello proteico (% s.s.) delle razioni somministrate al giovane bestiame.

	3	4	5	7	8	media	DS	min	max
0-3 mesi	20,5	20,5	20,5	17,7	20,5	19,94	1,25	17,7	20,5
3-6 mesi	16,2	14,7	16	15,5	15,1	15,5	0,62	14,7	16,2
6-9mesi	13,8	13,7	14	11,5	17,3	14,06	2,08	11,5	17,3
9-15 mesi	13,8	12,6	13,8	11,6	17,5	13,86	2,23	11,6	17,5
15-18 mesi	13,7	13,1	15,5	11,6	16,7	14,12	2,01	11,6	16,7
>18 mesi	13,8	13,5	15,5	11,5	14,8	13,82	1,52	11,5	15,5

Caratteristiche chimico-nutrizionali delle razioni per le vacche allattanti

	Allevamenti	media	DS				
Parametri	2	1	6	min	max.		
UFL/kg s.s.	0,66	0,61	0,60	0,62	0,03	0,60	0,66
PG % s.s.	12,07	11,28	11,71	11,69	0,40	11,28	12,07
PDIN g/kg s.s.	74,57	68,35	74,47	72,46	3,56	68,35	74,57
PDIE g/kg s.s.	81,50	81,27	85,28	82,68	2,25	81,27	85,28
NDF/s.s.	52,54	57,28	54,38	54,73	2,39	52,54	57,28
Amido/s.s.	12,60	8,26	13,08	11,31	2,65	8,26	13,08
EE/s.s.	2,04	2,09	2,15	2,09	0,05	2,04	2,15

2.6.5 Istituto Zootecnico Sperimentale per l'Umbria e le Marche

Il risultato finale dell'applicazione del sistema di valutazione è quello di attribuire un indice numerico di benessere animale a ciascun allevamento partner. Le osservazioni relative alle aree A - B - D (Management e personale; Strutture ed equipaggiamento; Sistemi d'allarme e condizioni ambientali) legate alla valutazione delle N-ABMs (Non-animal based measures) sono state valutate tramite triplice/duplica risposta multipla, assegnando punteggio di 1 per ogni osservazione sotto la sufficienza (o peggiorativa), due punti per ogni osservazione sufficiente (base), e tre punti per ogni osservazione migliorativa. Alcune osservazioni permettevano solo una duplice risposta, assegnando esclusivamente punteggio peggiorativo o migliorativo.

In relazione al fatto che le ABMs (Area C) sono l'output delle prime due Aree di valutazione (Area A e Area B) ed esprimono direttamente lo stato individuale espresso dall'animale, è stato scelto di assegnare all'area C punteggi superiori. La valutazione sotto la sufficienza assegna un punto (peggiore) la valutazione di base ne assegna tre, la valutazione migliorativa ne assegna cinque (migliorativa). Per quanto riguarda la Biosicurezza (Area E), la sua valutazione è stata espressa con punteggi peggiorativi di un punto, punteggi di base di tre punti e punteggi migliorativi di 5 punti se le condizioni di biosicurezza venivano rispettate o addirittura migliorate.

Questo sistema ha permesso di comparare i vari punteggi ottenuti per singola area dalle aziende partner nonché di valutare il punteggio complessivo.

Tabella 6.1a - Punteggi minimi, massimi e punti disponibili per l'allevamento bovino da latte

	Punteggio minimo	Punteggio massimo	Punti disponibili
Area A	22	66	44
Area B	28	84	56
Area C	18	90	72
Area D	6	18	12
Area E	15	75	60
Valore compl. ben.	89	333	244

Tabella 8.1b - Punteggi minimi, massimi e punti disponibili per l'allevamento bovino da carne

	Punteggio minimo	Punteggio massimo	Punti disponibili
Area A	17	51	34
Area B	16	48	32
Area C	12	60	48
Area D	5	15	10
Area E	15	75	60
Valore compl. ben.	65	249	184

Il punteggio di ogni singola Area di valutazione è stato classificato secondo lo schema proposto dal manuale del CReNBA (Bertocchi et al., 2014), e può essere riferito ad ogni singola area o al punteggio totale:

Azienda con requisiti insufficienti: Punteggio per area o totale nel peggiore 33esimo percentile del punteggio disponibile

Azienda con requisiti buoni: Punteggio per area o totale tra il 33esimo e il 66esimo percentile del punteggio disponibile

Azienda con requisiti ottimi: Punteggio per area o totale tra il 66esimo percentile e il massimo del punteggio disponibile

2.6.6. DSA3 UR Economia Applicata predisposizione “Modello di analisi”

2.6.6.1 Caratteri generali - Metodologia del modello di analisi proposto

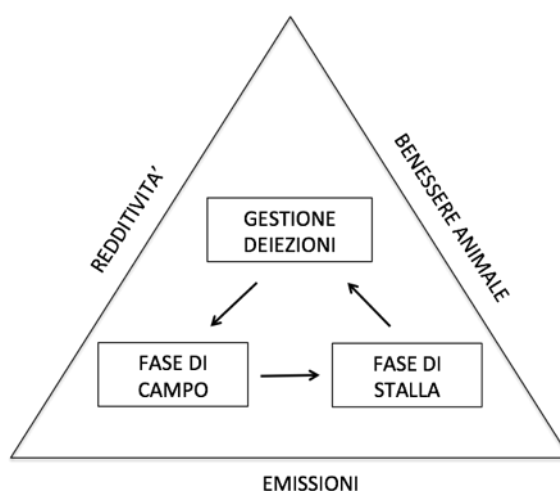
Tale paragrafo è dedicato all'illustrazione del modello concettuale proposto per la valutazione integrata degli aspetti di sostenibilità economica, sociale ed ambientale degli allevamenti zootecnici da carne e da latte e i risultati associati alla sua applicazione nei casi studio del progetto BovinPrint2020. Tale criterio di valutazione è uno strumento di supporto alle decisioni che consente di valutare gli impatti delle scelte di processo degli agricoltori. Si tratta di uno strumento di monitoraggio che consentirebbe:

- alle aziende di valutare le possibili conseguenze economiche associate ad azioni migliorative sotto il profilo del benessere animale e/o delle emissioni di gas serra,
- alle associazioni di produttori e di categoria di valutare la possibilità di definire disciplinari di buona pratica per la costituzione di linee produttive preferenziali a marchio di garanzia,
- al decisore pubblico di valutare la possibilità o meno di applicare strumenti di policy a supporto di possibili azioni migliorative da parte dei produttori.

Il concetto di sostenibilità è un concetto molto ampio che rispetto agli allevamenti zootecnici è stato sviluppato in 4 dimensioni (Van Calker et al. 2005): Sostenibilità economica (Redditività); Sostenibilità sociale interna (condizioni lavorative); Sostenibilità sociale esterna (benessere animale, qualità del paesaggio, etc.); Sostenibilità ecologico-ambientale (emissioni di gas serra, eutrofizzazione, inquinamento di falda, etc.). Quindi, il concetto di sostenibilità tiene conto di aspetti difficilmente quantificabili e valutabili come le condizioni di lavoro e la qualità del paesaggio (Mila i Canals, 2007). Tali aspetti andrebbero considerati in riferimento all'insieme delle attività produttive di un'impresa agricola, che includono attività caratteristiche ed extra-caratteristiche. In questa sede si fa riferimento ad analisi di processo/prodotto integrando indicatori di carbon foot-print con indicatori di redditività e di benessere animale.

Il contesto di riferimento - L'oggetto di valutazione del presente modello è il processo produttivo (PP) zootecnico che per praticità è stato distinto in 3 macro-fasi: Fase di campo, Fase di stalla, Gestione delle deiezioni. Si tratta di tre fasi interconnesse ed i criteri di gestione adottati in ogni fase condizionano le performances delle altre sia sotto il profilo della redditività, del benessere animale, delle emissioni (Figura 1).

Figura 2.6.6.1 – Interconnessione tra le principali fasi produttive nelle aziende zootecniche



Rispetto alla redditività l'azienda può o meno agire concomitantemente su due fronti: 1) minimizzare i costi di produzione a parità di ricavo; 2) massimizzare i ricavi a parità di costo. Questi obiettivi possono essere raggiunti attraverso il miglioramento della qualità del prodotto e attraverso l'intensivizzazione dei processi produttivi che consente di ridurre i costi di produzione per unità di prodotto realizzato. L'intensivizzazione dei processi produttivi consente sia di ridurre i costi indiretti, ovvero il costo d'uso dei beni durevoli impiegati per la produzione, che i costi diretti, ovvero la manodopera e i mezzi tecnici impiegati. Comunque, la densità di allevamento non deve superare certe soglie limite imposte dalla comunità Europea. Inoltre, i processi di intensivizzazione tendono ad incentivare un

maggior utilizzo di concentrati nella dieta animale, che è stato dimostrato essere correlato all'aumento delle rese (FAO, 2010). L'indicatore economico più comunemente utilizzato per gli allevamenti di bovini da carne è il rapporto tra costo di produzione e kg carne e per gli allevamenti da latte il rapporto tra costi di produzione e lt latte equivalente (de Roest et al., 2013). Il litro latte equivalente consente di convertire la quantità di latte prodotto in un quantitativo equivalente rispetto ad un definito standard qualitativo. Tale rapporto di equivalenza non è stato definito per gli allevamenti da carne. Oltre ai costi di produzione, in letteratura si considerano i margini di contribuzione che includono elementi intangibili associati al valore del prodotto venduto come la qualità del prodotto, la tipicità, i metodi di produzione, etc.. Questi elementi offrono un valore aggiunto al prodotto che prescinde dall'efficienza tecnica, consentendo ad aziende caratterizzate da scarsi livelli di intensivizzazione di ottenere dei margini di mercato altrimenti non realizzabili. In questa sede considereremo il rapporto tra costi di produzione e quantità di prodotto vendibile ottenuto. Tale scelta è motivata dallo scopo del modello decisionale adottato che è di offrire un'indicazione circa la sostenibilità aggregata associata alle emissioni e di stimare i possibili mancati redditi generati dall'aumento del benessere animale e/o dalla riduzione delle emissioni. In questa sede si considerano tutti i costi di produzione, sia diretti che indiretti, sia espliciti che impliciti ad eccezione delle spese generali. Una voce particolare dei costi di produzione è rappresentata dall'alimentazione del bestiame. Il valore unitario delle reintegrazioni aziendali è dato dai costi di produzione, mentre il valore unitario degli acquisti corrisponde al prezzo di acquisto.

Rispetto alle emissioni, la zootecnia è l'attività agricola principalmente responsabile della produzione di gas serra, in particolare, anidride carbonica (CO₂), metano (CH₄) e monossido d'azoto (NO₂). L'anidride carbonica viene rilasciata principalmente dai combustibili fossili, il metano viene rilasciato prevalentemente attraverso la fermentazione enterica e il letame stoccato, mentre il monossido di azoto attraverso la trasformazione microbica nel suolo e nel letame e attraverso la produzione di fertilizzanti (deBoer, 2011). La letteratura sulle emissioni di GAS serra dagli allevamenti suggerisce l'implementazione di una serie di azioni per le tre fasi di campo, stalla e gestione delle deiezioni. In particolare, la fase di campo viene considerata quella che contribuisce maggiormente nel condizionare le emissioni degli allevamenti zootecnici (de Vries, 2010). Le azioni di mitigazione previste in letteratura per questa fase sono: 1) minimum/no tillage in sostituzione delle pratiche tradizionali di preparazione del terreno per le colture dedicate (Smith, 2001; Bacenetti et al., 2015); 2) Rotazione colturale tra leguminose e cereali (Cederberg, 2005); 3) fertilizzazione localizzata (Smith et al., 2008; Eckgard et al., 2010); 4) selezione della semente (Evans, 1993); conversione di terreni arabili in pascoli (Sousanna, 2010). Per la fase di stalla sono previste azioni per mitigare la fermentazione enterica, quali: 1) sostituzione dell'insilato di erbaio con insilato di mais; 2) aumento del rapporto tra concentrati e foraggio; 3) miglioramento della qualità del foraggio (Tamminga, 2007). Queste azioni pur riducendo la fermentazione enterica potrebbero risultare in un aumento netto di gas serra causato dall'aumento delle emissioni per la produzione e il trasporto di quantità aggiuntive di concentrati (Lovett, 2006; Doreau, 2011). La gestione delle deiezioni rappresenta una fase critica del processo produttivo in particolare per le emissioni di metano e azoto. Tali emissioni sono condizionate da: uso o meno della lettiera durante la stabulazione e dalla frequenza delle operazioni di rimozione del letame dalla stalla e dalla strutture di stoccaggio (Chadwick, 2011); dalla frequenza e dalla durata del pascolamento (de Boer, 2011); dall'uso o meno delle deiezioni in luogo dei fertilizzanti; dalla presenza o meno di gestione anaerobica che ha l'effetto di ridurre le emissioni in fase di stoccaggio e di sostituire combustibili fossili con combustibili organici (EU-AGRO biogas, 2010). L'indicatore più comunemente adottato per valutare l'efficienza energetica di un allevamento, ricalca quanto descritto rispetto all'efficienza economica. Si tratta del rapporto tra emissioni e quantità di output prodotto. In letteratura viene evidenziato che tale indicatore è controverso nello stimare la riduzione delle emissioni. In particolare la letteratura evidenzia che per ridurre in modo apprezzabile le emissioni bisognerebbe ridimensionare l'attività produttiva (Smith, 2007; Herrero, 2009). L'ambiguità di tale indicatore tende ad accrescersi quando si confronta l'efficienza energetica di allevamenti estensivi ed intensivi, ovvero di allevamenti caratterizzati da diverse condizioni di stabulazione. In questo contesto si considererà il rapporto tra emissioni e UBA piuttosto che tra emissioni e prodotto ottenuto perché si ritiene più significativo conoscere l'energia emessa per capo allevato che per prodotto realizzato.

Per quanto riguarda il benessere animale si fa riferimento unicamente alla fase di stalla. Per questo aspetto si considerano indicatori indiretti ed indicatori diretti. Per i primi si analizza la tipologia di stabulazione ed il management, per gli altri il modo di reagire delle vacche al sistema di allevamento. Il primo raggruppamento di indicatori analizza le cause che potrebbero condizionare il benessere animale, il secondo gli effetti. Alcuni autori ritengono più opportuno utilizzare indicatori diretti legati al metabolismo, al sistema endocrino ed al sistema immunitario (Bertoni et al., 2007) data la l'arbitrarietà attribuita al modo di valutare altri indicatori (Calamari et al., 2008; Scott et al., 2001; Capdeville e Vesseier, 2001). Si tratta comunque di valutazioni molto costose che andrebbero effettuate per un campione rappresentativo della mandria, quindi, buone per la ricerca sperimentale ma difficilmente replicabili al livello operativo. Gli indicatori indiretti ricadono in due categorie principali: condizioni e metodi di gestione della stalla, nutrizione. Gli indicatori che si riferiscono alle condizioni e metodi di gestione della stalla descrivono prevalentemente aspetti quali lo spazio disponibile, le caratteristiche del sistema di alimentazione e di abbeveraggio, la qualità della lettiera,

l'accesso ai pascoli, l'adeguatezza della sala di mungitura, il sistema di ventilazione. Altri indicatori indiretti riguardano la nutrizione e si riferiscono in particolare alla qualità del foraggio e dell'insilato e alla percentuale di foraggio sulla dieta complessiva. Gli indicatori diretti ricadono in tre categorie principali: comportamento, fisiologia, salute. Livelli degli ormoni legati allo stress, paura e comportamenti anormali, sintomi di malattie e mortalità sono esempi di tali parametri. Viene comunemente accettato che una valutazione robusta del benessere animale si ottiene quando parametri di entrambe i raggruppamenti vengono utilizzati in combinazione (Sorensen et al., 2001). Recenti criteri di valutazione del benessere animale tengono anche conto del fattore bio-sicurezza, discusso e analizzato nel capitolo dedicato al benessere animale. In questa sede si considereranno i soli indicatori indiretti di natura gestionale e strutturale. Tale scelta viene motivata dall'esistenza di una correlazione tra indicatori diretti ed indiretti e dal fatto che la bio-sicurezza ha ripercussioni economiche difficilmente quantificabili e legate al rischio di subire danni. In particolare, si considera l'insieme degli indicatori volti a quantificare le condizioni sanitarie e le dimensioni dei locali adibiti all'allevamento, cure sanitarie, la dieta alimentare.

Da quanto finora descritto emerge che azioni considerate migliorative per un determinato criterio di sostenibilità potrebbero non esserlo per un altro. Ad esempio, l'intensivizzazione produttiva è un'azione negativa per il benessere animale e positiva sotto il profilo economico ed ambientale fintanto che si ottiene una riduzione dei costi di produzione e delle emissioni per unità di prodotto. Comunque, l'intensivizzazione può avere ripercussioni negative anche sotto il profilo economico poiché l'aumento della densità di stabulazione è correlato al deterioramento dello stato di salute degli animali con incremento delle mortalità e, nel caso degli allevamenti di vacche da latte, con l'aumento dell'incidenza di mastiti (Calamari et al., 2008; Grant e Albrait, 2001). Ciò potrebbe avere ripercussioni sulla qualità del latte prodotto. Un altro aspetto controverso è legato all'alimentazione. L'aumento della rapporto tra concentrati e foraggio nella dieta animale viene considerata una buona pratica per la riduzione della fermentazione enterica (emissioni). Tale pratica viene sconsigliata rispetto al benessere animale. Infatti, la riduzione di foraggio sembra essere correlata positivamente all'incidenza di acidosi del rumine e zoppaggine con ripercussioni negative sul benessere animale (de Vries, 2011). Inoltre, la malnutrizione sembra essere collegata all'aumento dell'incidenza di comportamenti stereotipati, difficilmente osservati per animali ben nutriti (Calamari et al., 2008).

2.6.6.2 Identificazione e stima delle azioni migliorative

In tabella 2.6.5.1 viene riportata una lista di possibili azioni 'migliorative' che possono avere differenti ripercussioni sotto il profilo delle emissioni, del benessere animale e della redditività. Si tratta di azioni chiave per ognuno degli aspetti considerati nella valutazione integrata delle performance di un allevamento bovino.

Nella fase di campo l'aspetto critico della sostenibilità è rappresentato dalle emissioni. In particolare, la preparazione del terreno viene considerata la pratica più impattante in termini energetici. La pratica del minimum tillage e del no tillage può causare apprezzabili riduzioni di resa al punto da non favorirne l'adozione. Maggiori riduzioni di resa vengono registrate per terreni pesanti e per i terreni coltivati in monocoltura. Comunque, rispetto alle pratiche di lavorazione convenzionale si evidenziano riduzioni di resa che si attestano in media al 5% per il minimum tillage e al 10% per il no tillage (Fabrizzi et al., 2005; Arvidsson et al., 2014). Viene comunemente indicata la pratica del minimum tillage e della semina su sodo in successione ad una leguminosa, con un leggero anticipo del periodo di semina rispetto alla preparazione convenzionale del terreno. La lavorazione minima e/o la semina su sodo può avere, anche, ripercussioni positive sotto il profilo della redditività. Per quanto riguarda la conversione di terreni arabili in pascoli l'impatto economico viene calcolato considerando la differenza tra redditi delle colture destinate al mercato praticate dall'azienda e dal valore di mercato della quantità di foraggio equivalente prodotta con il pascolo. Ciò ha delle ripercussioni positive sia sotto il profilo delle emissioni che del benessere animale.

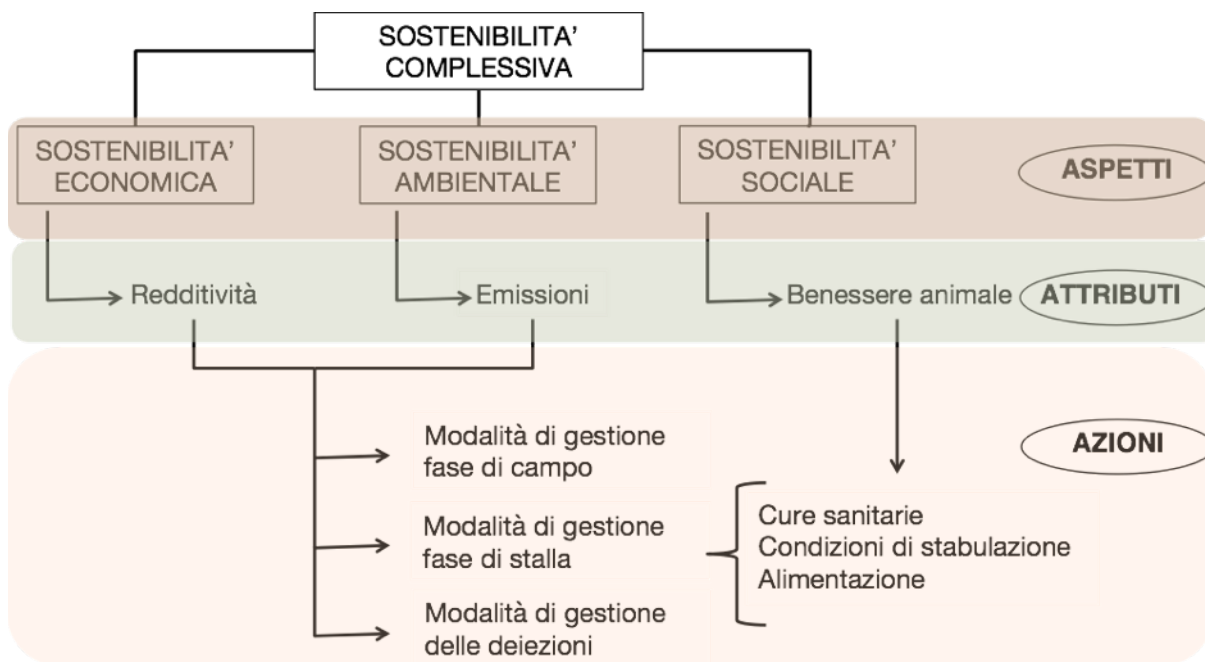
Nella fase di stalla il benessere animale assume un ruolo preponderante. Le azioni previste sono tutte azioni migliorative rispetto a tale dimensione della sostenibilità e non necessariamente rispetto alle altre. La variazione della dieta animale rappresenta l'azione che potrebbe avere delle conseguenze economiche maggiori. In particolare, il benessere animale aumenta al ridursi della percentuale di concentrati nella dieta animale. Tale variazioni potrebbero determinare una riduzione delle performance produttive ed una variazione dei costi per l'alimentazione. La variazione dei costi di alimentazione viene calcolata considerando la riduzione del costo di acquisto dei concentrati e l'aumento dei costi di del foraggio maggiorato dalla variazione di costo opportunità associato alla conversione di colture destinate al mercato in colture destinate alla dieta del bestiame. Ciò ha generalmente delle ricadute apprezzabili anche sotto il profilo energetico. Il rapporto tra concentrati e foraggio potrebbe condizionare le performance produttive, ma è a sua volta legato all'aumento dell'incidenza di alcune malattie che hanno l'effetto opposto. Per tale ragione non è possibile stabilire una relazione diretta tra composizione della dieta animale e performance produttive. L'aumento delle dimensioni dei locali adibiti all'allevamento è un altro fattore critico. Questo fattore è collegato alle condizioni fisiche degli animali. Tale effetto è difficilmente quantificabile e non sempre apprezzabile. Quindi il costo dell'azione viene stimato considerando l'eventuale aumento dell'incidenza delle quote di reintegrazione e dei costi di

gestione per UBA. Per quanto riguarda la pulizia delle stalle, qualora se ne verificasse la necessità (punteggio basso in termini di benessere animale) si ipotizza un aumento delle frequenze di pulizia ed un aumento dei quantitativi di lettiera fino ad un massimo di 2.5 kg/gg per capo a seconda delle caratteristiche dell'area di ricovero (Ferrari et al., 2006).

2.6.6.3 Modello concettuale per la valutazione aggregata della sostenibilità

Il modello di valutazione gerarchico riportato in figura 2 consente, partendo da un unico indice di sostenibilità aggregata (S), di risalire alle dimensioni disaggregate considerate in questo studio fino ad individuare il contributo dei singoli fattori. Per poter integrare i singoli aspetti della sostenibilità in un'unica funzione è necessario stabilire degli indici relativi che ne consentono la comparabilità. Tali indicatori impongono l'identificazione di un valore soglia. Per tutti gli indicatori si considera un limite superiore stabilito dal processo più performante sotto il profilo economico (valore aggiunto), ambientale (emissioni di CO2) e sociale (benessere animale). Il rapporto tra gli indici calcolati per i vari casi studio e il valore soglia offre un valore relativo che varia da 0, assenza di sostenibilità, a 1, piena sostenibilità.

Figura 2.6.6.2: Decomposizione della sostenibilità aggregata degli allevamenti zootecnici in aspetti e attributi



Per misurare il grado di sostenibilità di ognuno degli aspetti considerati nel modello di valutazione proposto si adotta la seguente funzione multi-attributo:

$$s_j(x_n) = f[w_{i,j}, r_{i,j}, j(x_n)] \tag{1}$$

dove: j è il numero di aspetti di sostenibilità considerati nel presente studio (redditività, benessere animale, emissioni); i è il numero di attributi per ogni aspetto di sostenibilità; n è il numero di azioni che condizionano gli attuali livelli di sostenibilità per ogni attributo; s_j è la funzione multi-attributo dell'aspetto j; r_{i,j} è il grado di sostenibilità associato all'i-esimo attributo dell'aspetto j; w_{i,j} è il peso associato all'i-esimo attributo; x_n rappresenta il grado di attivazione dell'n-esima azione; f è la funzione di aggregazione adottata per integrare i vari attributi della sostenibilità in un unico indicatore di sintesi. Segue la funzione di sostenibilità aggregata:

$$S = f[W_j s_j(x_n)] \tag{2}$$

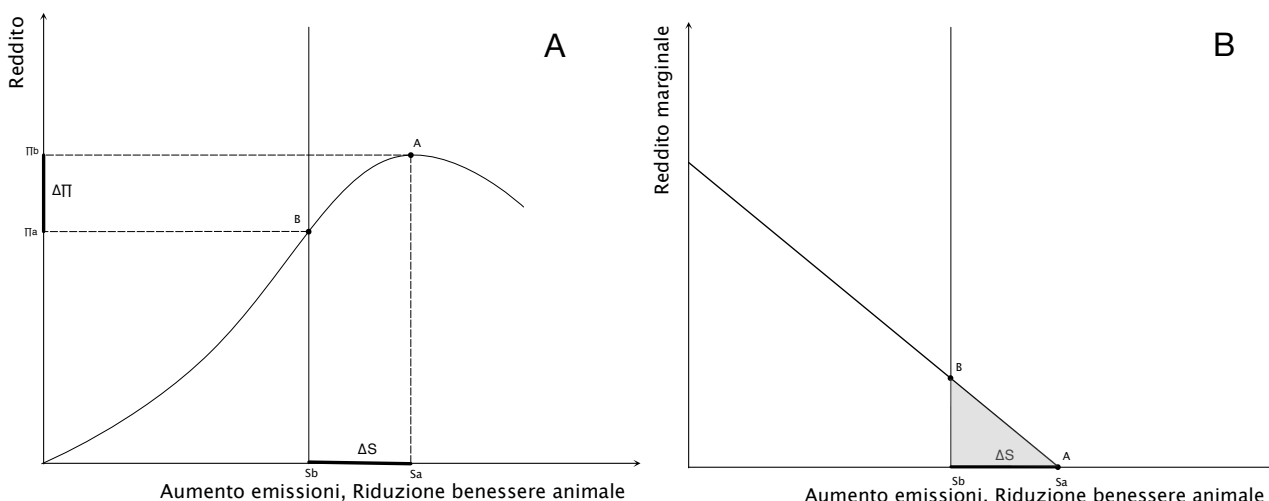
si tratta di una funzione analoga alla precedente con la differenza che W_j rappresenta il peso associato al j-esimo aspetto della sostenibilità il cui livello è a sua volta condizionato dalle modalità e dalle condizioni in cui viene svolto il processo produttivo. Questa procedura a due stadi consente di attribuire due livelli di peso, un livello orizzontale rappresentato dai pesi ed un livello verticale rappresentato dal numero di stadi. La struttura del modello gerarchico condiziona il grado di importanza associato ai diversi aspetti della sostenibilità. Si tratta di una procedura preferibile rispetto ai modelli non gerarchici perché consente di limitare il rischio di incorrere in distorsioni nell'attribuzione dei

pesi (splitting weighting). Nei modelli non gerarchici tali distorsioni si manifestano quando un valutatore accresce implicitamente il peso di un aspetto suddividendolo in più di un attributo (Weber et al., 1988; Pöyhönen and Hämäläinen, 1998).

Tale procedura consente di ottenere una fotografia dello stato attuale del grado di sostenibilità associato ad uno specifico processo produttivo. Tuttavia, per quantificare in termini economici il costo opportunità generato da scelte produttive più sostenibili sotto il profilo ambientale e sociale è necessario fare un ulteriore passo.

In figura 2.6.5.3 A si riporta l'andamento teorico della possibile relazione esistente tra redditività, livello delle emissioni e benessere animale. In accordo con la letteratura citata in precedenza, la redditività tende quindi ad aumentare al ridursi delle emissioni per unità di capo allevato e al ridursi del livello di benessere animale. La curva riportata in figura rappresenta una frontiera produttiva che associa ad ogni valore di impatto il massimo valore aggiunto ottenibile. Il passaggio dal punto A al punto B determina una riduzione della redditività dell'azienda a favore di un aumento dello stato di benessere animale di un dato allevamento o di una riduzione delle emissioni. La linea verticale riportata in figura potrebbe rappresentare un limite del livello di sostenibilità imposto dal decisore pubblico o dalla necessità di ottenere delle certificazioni. In figura 2.6.5.3 B si evidenzia la funzione marginale della redditività rispetto al consumo di benessere animale e di energia. Tale funzione può essere intesa come la curva di domanda per il consumo di benessere animale o di energia. L'area della porzione ombreggiata è equivalente alla differenza della proiezione del punto A e del punto B in figura 2.6.5.3 A

Figura 3 – Relazione tra livello di benessere animale e livello di emissioni (A); relazione tra performance economiche ed impatti al variare del processo produttivo (B)



Se la relazione tra redditività, benessere animale ed emissioni riportata in figura 3 è valida, a secondo della direzione del limite imposto dal decisore pubblico, riduzione delle emissioni o aumento del livello di benessere animale, si determinano conseguenze economiche variabili per tutti i produttori che adottano sistemi produttivi poco performanti sotto il profilo ambientale (emissioni) e/o sociale (benessere animale) guidando le scelte di investimento degli allevatori, le scelte strategiche degli operatori di settore e del regolatore.

In termini analitici si calcola la differenza tra il reddito attuale, π , e il reddito massimo ottenibile per un dato limite di sostenibilità, πa^* : $\Delta\pi = \pi - \pi a^*$, dove $\pi \geq \pi a^*$.

(a) REDDITO CORRENTE

$$\max \Pi = f(x_n)$$

s.t.

$$r_{i,j}(x_n) = a_{i,j} \quad \forall i \in I, j \in J$$

(b) REDDITO CON LIMITI DI SOSTENIBILITA'

$$\max \pi a^* = f(x_n)$$

s.t.

$$r_{i,j}(x_n) \geq a_{i,j} \quad \forall i \in I, j \in J$$

Entrambe le funzioni sono assoggettate ad un vincolo dove il livello di sostenibilità di ogni attributo di un dato aspetto della sostenibilità deve essere superiore o uguale ad una definita soglia. Nel caso (a) la soglia corrisponde ai livelli attuali di sostenibilità, ai,j , nel caso (b) la soglia corrisponde ai livelli superiori di sostenibilità, ai,j , con $ai,j \geq ai,j$. In entrambi i casi, il problema di ottimizzazione identifica la combinazione ottimale di azioni necessarie a massimizzare il profitto per definiti livelli di sostenibilità. Il problema di ottimizzazione sopra descritto è il riferimento di base per valutare gli effetti sulle scelte aziendali di diverse strategie di policy: a) tassazione sul benessere animale/emissioni; b) Imposizione di limiti di legge per il benessere animale/emissioni; c) Contributi per chi rispetta determinati criteri di buona pratica rispetto al benessere animale/emissioni; d) Valorizzazione di prodotto per chi rispetta determinati criteri di buona pratica rispetto al benessere animale/emissioni.

Di seguito si analizzano i risultati dell'applicazione del modello sopra descritto ai casi studio inseriti nel presente progetto, analizzando separatamente le aziende specializzate in allevamenti di bovini da Latte e in allevamenti di bovini da carne. Una volta analizzati gli indicatori di sintesi che descrivono sommariamente il livello di sostenibilità ottenuto per ogni caso studio secondo il criterio di aggregazione sopra descritto si analizzano gli effetti di eventuali variazioni di stato del sistema produttivo in essere sotto il profilo economico, ambientale e sociale. Infine, si riporta un'analisi di sensitività rispetto alle variazioni di stato del benessere animale e delle emissioni per ricostruire la funzione relazionale tra redditività e sostenibilità ambientale e sociale per ogni caso studio con l'obiettivo di verificare la consistenza delle relazioni teoriche sopra descritte.

2.7 - Azione 7 Simulazione dei risultati conseguibili ipotizzando usi alternativi dei sottoprodotti

2.7.1. Introduzione

Nell'ambito della fase progettuale numero 7, indicata nel progetto Carbon Footprint degli allevamenti bovini umbri (acronimo BovinePrint2020), presso il Centro di Ricerca sulle Biomasse (CRB) dell'Università di Perugia, sono state effettuate prove sperimentali di digestione anaerobica su scala ridotta, volte a determinare la fattibilità tecnico-economica e i benefici ambientali dell'impiego dei reflui dell'allevamento per la produzione di biogas. In particolare sono stati effettuati test di biogassificazione (test ABP, Anaerobic Biogasification Potential) per l'individuazione della miscela ottimale da replicare poi in un impianto di digestione anaerobica su scala pilota.

2.7.2. Analisi chimico-fisiche ed energetiche: strumentazioni e metodologia

2.7.2.1 Misure del contenuto di Umidità, Sostanze Volatili e Ceneri - Il contenuto di Umidità, Sostanze Volatili e Ceneri è stato determinato mediante l'Analizzatore Termogravimetrico TGA-701 LECO (figura 2.1), ai sensi della normativa CEN/TS 14774 Methods for determination of moisture content – Oven dry method – Part 3: Moisture in the analysis sample, della normativa CEN/TS 14775 Method for the determination of ash content e dalla CEN/TS 15148 Solid Biofuels - Method for the determination of the content of volatile matter. Per la preparazione del campione si è fatto riferimento alla CEN/TS 14780 Solid Biofuels - Methods for sample preparation.

2.7.2.2 Misure del contenuto di Carbonio, Idrogeno ed Azoto - Il contenuto di Carbonio, Idrogeno ed Azoto è stato determinato mediante l' Analizzatore Elementare TruSpec CHN, della ditta LECO che effettua l'analisi dei substrati organici in conformità con la norma ASTM D 5373 di riferimento per l'analisi elementare. È uno strumento che determina il quantitativo percentuale di carbonio, idrogeno ed azoto contenuti in materiali di diversa natura, sia solidi che liquidi (figura 2.2). Lo strumento è collegato ad un PC esterno e gestito da un software sviluppato in ambiente Windows che controlla l'operazione di analisi e gestione dei dati. La preparazione del campione è manuale e consiste nel pesare il materiale da analizzare, incapsularlo in un involucro di stagno e caricare il tutto in un apposito autocampionatore. Il ciclo di analisi è costituito da tre fasi: lavaggio, combustione, analisi. Il sistema prevede inoltre un continuo monitoraggio della pressione tramite trasduttore di pressione barometrico che invia i dati registrati al software.

2.7.3 Strumentazione per Test ABP

Il potenziale di biogassificazione (ABP) di una matrice organica consente di valutare la fattibilità dell'impiego del trattamento anossico per la biodegradazione del substrato organico, sia in termini di percentuale di rimozione della sostanza organica che di resa di metanizzazione.

Nonostante l'evidente importanza di disporre di metodi di misura precisi, ripetibili e riproducibili, l'armonizzazione delle numerose alternative e delle condizioni di processo da adottare è tuttora un tema discusso [1].

Per prevedere la produzione di biogas che la degradazione anaerobica di una matrice organica può comportare è opportuno seguire un approccio sperimentale: infatti, mentre le indicazioni sulla produzione potenziale di biogas e sulla sua composizione possono essere ottenute a partire dall'analisi della sostanza elementare di interesse, l'effettiva produzione è difficilmente prevedibile, soprattutto per le miscele di sostanze complesse.

In condizioni reali non tutto il contenuto di sostanza organica presente nella matrice viene effettivamente convertito in biogas ed i motivi per cui la degradazione anaerobica può risultare incompleta sono vari, tra cui:

- la sintesi di nuova biomassa sottrae tra il 5% e il 10% del substrato introdotto;
- le sostanze organiche presenti in forma di particolato richiedono una preventiva idrolisi a monomeri solubili; per alcune sostanze, come la lignina, l'idrolisi può non avvenire in condizioni anaerobiche, o può non essere completata nel tempo di prova;
- le condizioni di prova (biomassa inoculata, temperatura, pH, potenziale redox, disponibilità di nutrienti, ecc..) possono non essere ottimali, rallentando o favorendo l'incompletezza del processo di degradazione.

In condizioni favorevoli si possono ottenere livelli di conversione superiori al 90-95%. Se la materia organica è prevalentemente particolata, la percentuale di conversione può scendere al 30-60% del valore teorico. Anche la composizione del gas prodotto nelle prove sperimentali può differire da quella stechiometricamente attesa soprattutto perché l'anidride carbonica, presentando una solubilità di circa 20 volte maggiore rispetto a quella del

metano, è parzialmente disciolta nella fase liquida, dove può ionizzare e dare bicarbonato e carbonati. Ne consegue che la percentuale di metano nel biogas è generalmente più alta di quella prevista dalla stechiometria.

La reale produzione di metano, definita in Letteratura come BMP (Biochemical Methane Potential), è definita come la produzione di gas che si osserverebbe per un tempo di degradazione infinito.

Ai fini di una corretta valutazione del BMP è necessario conoscere la percentuale di metano presente nel biogas prodotto.

I test ABP presso il CRB sono stati effettuati in bottiglie di vetro borosilicato di volume pari circa ad 1 l, immerse in un bagno termostatico a 35°C che riproduce le condizioni mesofile; il biogas prodotto causa un aumento di pressione nelle bottiglie rilevato da un sensore di pressione, un registratore riporta l'andamento delle pressioni nel tempo e un gascromatografo analizza la composizione del biogas [2, 3].

Tra i metodi applicabili alla determinazione dell'ABP ovvero i test per la determinazione del potenziale di biogassificazione, quelli più diffusi e maggiormente indicati dalle metodiche standardizzate sono basati sulla misura del biogas prodotto.

L'adozione del metodo manometrico prevede l'impiego di un reattore batch chiuso a volume costante a tenuta. La produzione di biogas, che si forma nello spazio di testa del reattore, è determinata dalla sovrappressione leggibile da un trasduttore di pressione posto sulla testa del reattore stesso [1].

Le bottiglie sono dotate di diverse aperture attraverso le quali, oltre alla pressione del gas, è possibile misurare il pH e saturare, mediante azoto, lo spazio di testa; tali uscite sono provviste di appositi tappi di gomma butilica, sigillati con silicone e filettati, atti a garantire le condizioni di tenuta ed anaerobiosi durante tutto il corso della prova. Tali bottiglie sono costruite in modo da resistere ad una pressione massima di 2 bar.

La temperatura è un importante parametro di processo poiché influenza l'attività biologica, gli equilibri e le trasformazioni chimico-fisiche. Essa influisce inoltre sulle misure della pressione di biogas e deve quindi essere mantenuta accuratamente costante. Tale parametro è mantenuto costante mediante l'impiego del bagnotermostico Aqualine AL25 a funzionamento continuo (figura 2.3), di capacità interna pari a circa 30 litri d'acqua e regolazione ad elevata precisione (± 0.1 °C), con la possibilità di operare in un ampio range di temperature (5÷100 °C); la temperatura della vasca può essere regolata a microprocessore e il valore viene monitorato sul display posto frontalmente.

Le bottiglie sono agitate quotidianamente, per consentire un rimescolamento del substrato necessario ad agevolare la sua degradazione. La miscelazione favorisce la digestione anaerobica intervenendo in tre diversi aspetti: aumenta le interazioni tra microrganismi e substrato, facilita lo stripping del biogas e l'allontanamento dalle cellule dei prodotti metabolici inibenti e infine rompe le schiume che possono crearsi durante il processo di fermentazione.

I sensori di pressione in acciaio Inox UNIK 5000, con fondo scala pari a 1,5 bar, sono collegati ad un registratore (Nanodac) che permette sia l'acquisizione in tempo reale che la registrazione dei valori di pressione acquisiti. In condizioni di sovrappressione, si procede alla liberazione del gas in eccesso e di tali sfiati si tiene conto in fase di ricostruzione delle curve di produzione del biogas. Le analisi periodiche del gas prodotto sono effettuate mediante gascromatografo (Varian 490-GC PRO Micro-GC), all'interno del quale è iniettato un piccolo campione di biogas a sua volta prelevato dallo spazio di testa della bottiglia tramite una siringa a tenuta di gas Hamilton 1025 SL.

E' stato inoltre determinato il pH dei substrati mediante il misuratore Hanna Instruments HI9124 (figura 2.4), dotato di elettrodo di vetro combinato a compensazione termica automatica. Lo strumento è in grado di operare tra le temperature di -20°C e 120°C e ha una risoluzione sulla misura del pH di ± 0.01 alla temperatura di 20°C.

analisi periodiche del gas prodotto sono effettuate mediante gascromatografo (Varian 490-GC PRO Micro-GC), all'interno del quale è iniettato un piccolo campione di biogas a sua volta prelevato dallo spazio di testa della bottiglia tramite una siringa a tenuta di gas Hamilton 1025 SL.

E' stato inoltre determinato il pH dei substrati mediante il misuratore Hanna Instruments HI9124 (figura 2.4), dotato di elettrodo di vetro combinato a compensazione termica automatica. Lo strumento è in grado di operare tra le temperature di -20°C e 120°C e ha una risoluzione sulla misura del pH di ± 0.01 alla temperatura di 20°C.

2.7.4 Risultati della campagna sperimentale

2.7.4.1 Campionamento - Tra gli aspetti considerati nella fase 7 (fase sperimentale) del progetto BovinePrint2020 rientra il campionamento delle varie tipologie di biomasse testate. Lo scopo della fase di campionamento e di preparazione del campione è di disporre di una porzione di prodotto, da sottoporre alle analisi di laboratorio, rappresentativa della quantità di biomassa da caratterizzare. Le biomasse campionate sono state le seguenti:

- Letame bovino (frazione palabile) proveniente dall'allevamento di Trevi;
- Liquame bovino (frazione liquida) proveniente dall'allevamento di Trevi;
- Refluo bovino (frazione solida e frazione liquida insieme) proveniente dall'allevamento di Norcia.

Il campionamento degli effluenti zootecnici è stato effettuato da personale tecnico di Laboratorio presso due diversi allevamenti: l'allevamento di bovini e bufale da latte della Cooperativa Agricola Zootecnica di Trevi e l'allevamento bovino di proprietà dell'Azienda Agricola Biologica Perla di Norcia.

Presso la Società Cooperativa di Trevi sono stati prelevati due campioni: un campione di letame bovino (frazione solida) e un campione di liquame bovino (frazione liquida). La frazione palabile è stata prelevata dalla concimaia su platea adiacente alle stalle e tale prelievo è stato effettuato in conformità con quanto previsto dalla normativa UNI EN 14778: 2011 in modo tale da assicurare la massima precisione dei valori calcolati ed assicurare un'elevata significatività delle analisi condotte. Il campionamento da cumulo è stato infatti eseguito immaginando quest'ultimo suddiviso in tre strati sovrapposti e da ciascuno di essi è stato prelevato, mediante apposita pala, un numero di sub-campioni congruo sia alla massa del cumulo che al grado di omogeneità del materiale. In fase di prelievo è stata evitata la raccolta di sub-campioni sia alla base che alla sommità del cumulo stesso.

I campioni elementari, caratterizzati ciascuno da un volume di circa 1 chilogrammo, sono stati miscelati al fine di omogeneizzare il materiale raccolto e realizzare un campione globale che è stato successivamente chiuso ermeticamente in una busta di plastica al fine di conservarne inalterate le caratteristiche fisiche.

Successivamente il campione globale è stato ridotto in campione da laboratorio tramite metodo della quartatura.

Il campionamento del liquame bovino è stato effettuato direttamente dalla vasca di raccolta posta in adiacenza all'impianto, provvedendo dapprima ad una adeguata miscelazione della sostanza liquida ed evitando di campionare la crosta che si era creata in prossimità della superficie.

Presso l'Azienda Agricola Biologica Perla di Norcia è stato prelevato un unico campione costituito da refluo bovino comprensivo sia della parte solida che di quella liquida. Il materiale campionato presentava una consistenza palabile ed era anch'esso collocato sopra una platea di stoccaggio. Per tale motivo è stato effettuato il prelievo da cumulo a terra secondo quanto previsto dalla normativa tecnica di settore (UNI EN 14778: 2011) ripetendo quanto fatto per il campionamento del letame bovino.

2.7.4.2 Analisi termogravimetrica ed analisi elementare dei substrati testati - Una volta campionati, i substrati sono stati sottoposti ad analisi prossima per la determinazione del contenuto di Umidità, Solidi Totali, Solidi Volatili, Ceneri e Carbonio Fisso e ad analisi ultima per la determinazione del contenuto di Carbonio, Idrogeno ed Azoto. I risultati ottenuti dall'analisi termogravimetrica sono riportati nelle tabelle 7.1, mentre quelli relativi all'analisi ultima delle biomasse sono riportati nelle tabelle 7

Test ABP - La sperimentazione in oggetto ha avuto come obiettivo fondamentale quello di valutare la produzione di biogas di due campioni di reflui associati rispettivamente alle tecniche di allevamento biologico e tradizionale, in particolare sono stati effettuati test di biogassificazione (test ABP, Anaerobic Biogasification Potential) per l'individuazione della miscela ottimale da replicare poi in un impianto di digestione anaerobica su scala pilota.

Test ABP: campagna di prove - La campagna di prove sperimentali è stata effettuata caricando contemporaneamente cinque bottiglie per test ABP, due per ogni campione e una con il solo inoculo.

Le tabelle 2.7.3, 2.7.7.4 e 2.7.7.5 riportano la tipologia e i quantitativi delle biomasse caricate nelle bottiglie di prova. Le composizioni delle bottiglie sono state fatte in base al contenuto dei solidi volatili fra substrato e inoculo (S/l), mantenendo un contenuto di umidità prossima al 90% (condizioni wet) [3] e aggiungendo acqua dove questo non era possibile. In particolare si sono testati rapporti in solidi volatili compresi tra 0,3-0,5 come suggerito dalla Letteratura [4]

Dalle caratteristiche chimico-fisiche dei singoli substrati riportate nella tabella 7.3.1, è stato possibile risalire alle caratteristiche chimico-fisiche delle miscele testate (tabella 7.3.6).

I test ABP sono stati condotti in condizioni mesofile alla temperatura di 35°C. Durante la prova sperimentale è stata monitorata sia la quantità che la qualità del biogas prodotto e giornalmente si è proceduto all'agitazione manuale dei mini reattori al fine di consentire un rimescolamento del substrato necessario per agevolare la sua degradazione.

Bottiglia 1 e 2 (Trevi)

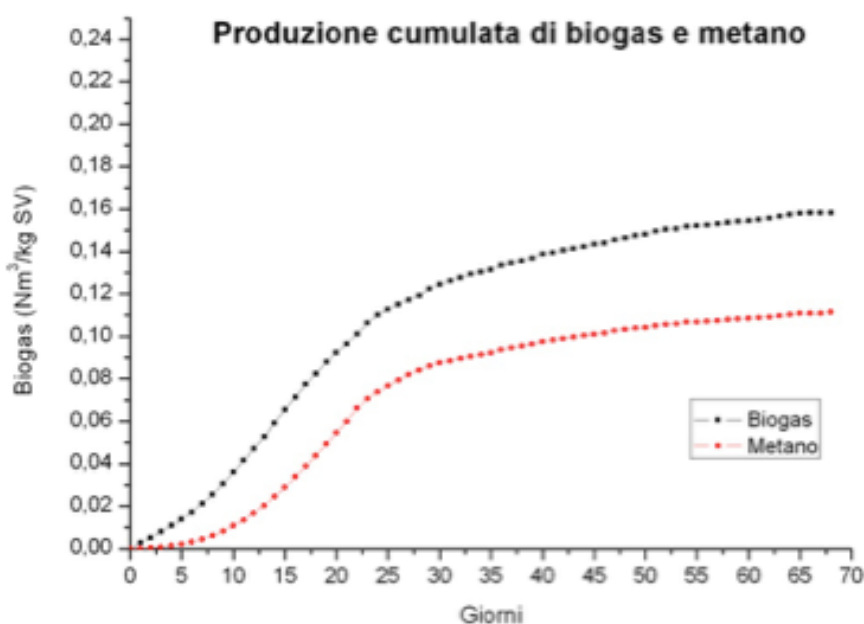


Figura 3.2: produzione cumulata di biogas e metano delle bottiglie 1 e 2.

<u>Bottiglia 1 e 2</u>	
<u>Resa biogas</u>	0,158 Nm³/kgSV ± 0,02 Nm³/kgSV
<u>Resa metano</u>	0,111 Nm³/kgSV ± 0,01 Nm³/kgSV

Tabella 3.7: rese di biogas e metano delle bottiglie 1 e 2.

Nel corso della prova sperimentale non è stato necessario correggere il pH iniziale delle miscele in quanto tutti i valori erano compresi nell'intervallo ottimale (tabella 3.6).

Tabella 2.7.1 - Analisi termogravimetrica delle biomasse impiegate nella campagna sperimentale					
Sostanza	U (%)	ST (%)	SV (%)	Ceneri (%)	C.F. (%)
Letame trevi	83,56	16,44	11,80	3,46	1,18
Liquame trevi	84,96	15,04	11,44	2,35	1,25
Inoculo	90,29	9,71	7,34	2,08	0,29
Letame norcia	81,48	18,52	11,08	5,02	2,42

Di seguito sono riportate le produzioni cumulate e le rese di biogas e metano delle due miscele.

Tabella 2.7.2: Analisi delle biomasse rilevate				
Sostanza	C (%)	H (%)	N (%)	
Letame trevi	9,42	6,45	0,60	
Liquame trevi	3,88	4,60	0,51	
inoculo	2,90	4,11	0,21	
Letame norcia	10,35	6,45	0,43	

Bottiglia 3 e 4 (Norcia)

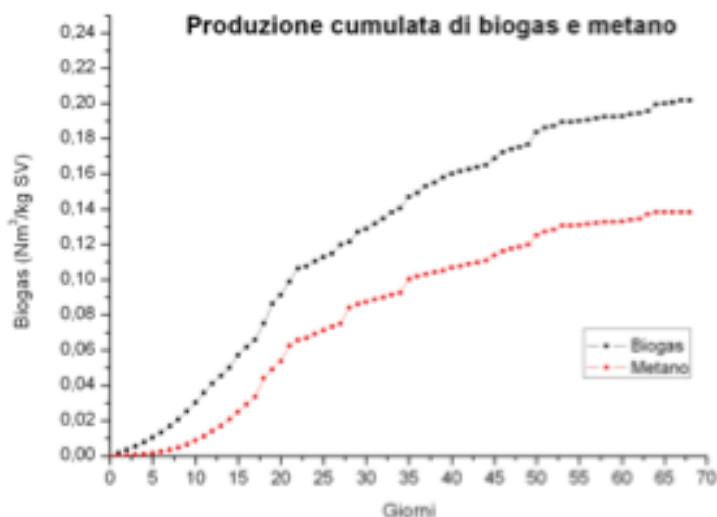


Figura 3.3: produzione cumulata di biogas e metano delle bottiglie 3 e 4.

Bottiglia 3 e 4	
Resa biogas	0,205 Nm³/kgSV ± 0,02 Nm³/kgSV
Resa metano	0,138 Nm³/kgSV ± 0,01 Nm³/kgSV

Tabella 3.8: rese di biogas e metano delle bottiglie 3 e 4.

Bottiglia 5 (bianco)

Bottiglia 5	
Resa biogas	0,014 Nm³/kgSV ± 0,003 Nm³/kgSV
Resa metano	0,008 Nm³/kgSV ± 0,001 Nm³/kgSV

Tabella 3.9: rese di biogas e metano della bottiglia 5.

2.7.4.3 Test ABP: confronti - Al fine di selezionare le condizioni operative più vantaggiose sia in termini di quantità di biogas che di metano, è stata valutata la miscela ottimale da replicare poi in un impianto di digestione anaerobica su scala pilota, sono state pertanto confrontate la bottiglia 1 e 2 (tradizionale) e la bottiglia 3 e 4 (biologico).

	Bottiglia 1 e 2 (tradizionale)	Bottiglia 3 e 4 (biologico)
Rese biogas	0,158 Nm ³ /kgSV ± 0,02 Nm ³ /kgSV	0,205 Nm ³ /kgSV ± 0,02 Nm ³ /kgSV
Rese metano	0,111 Nm ³ /kgSV ± 0,01 Nm ³ /kgSV	0,138 Nm ³ /kgSV ± 0,01 Nm ³ /kgSV

Tabella 3.10: confronto rese di biogas e metano.

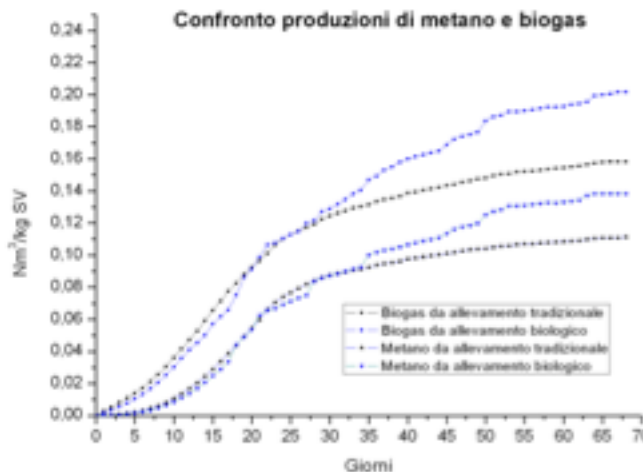


Figura 3.4: confronto produzioni cumulative di biogas e metano.

Da tale confronto si nota che in condizioni mesofile (T=35°C) la bottiglia 3 e 4 hanno avuto una produzione di biogas e metano maggiore delle bottiglie 1 e 2 (tabelle 7.3.7, 7.3.8).

Alla luce dei risultati ottenuti è quindi più vantaggioso utilizzare i reflui provenienti da allevamenti biologici in quanto probabilmente la presenza di antibiotici residuali nel letame degli allevamenti tradizionali inibiscono il metabolismo batterico. In Letteratura Scientifica sono stati fatti diversi studi riguardanti la digestione anaerobica dei reflui zootecnici. Rese di biogas e metano (rispettivamente pari a 0,220 Nm³/kgSV e 0,140 Nm³/kgSV) simili a quelle delle bottiglie 3 e 4 sono state ottenute dalla digestione di letame bovino [5]. Studi di Letteratura hanno inoltre dimostrato che l'impiego di antibiotici nell'allevamento zootecnico, diminuisce la produzione sia di biogas che di metano [6]. Ad esempio Alvarez et al. hanno dimostrato una riduzione di metano oltre il 50% [7], Massè et al. riportano una riduzione del 25% di metano con l'impiego di antibiotici nella dieta degli animali [8].

2.8 Azione - Rapporto di audit e verifica con aziende

L'azione in oggetto si è svolta nella fase terminale, come previsto del progetto stesso, articolando le risultanze intermedie ed in parte quelle finali, emerse dalle numerose visite attuate nel periodo e dalle relative elaborazioni realizzate con il tool messo a punto dal DSA3 - UR di Economia applicata.

In particolare i partner coinvolti (DSA3, Ciriaf, Comunità montana ed IZSUM) hanno incontrato le aziende interessate, mettendo in evidenza gli aspetti positivi e le opportunità, nonché i punti critici, a partire da un set di indicatori di varia natura, utili a descrivere i diversi aspetti produttivi, strutturali e gestionali, nonché relativi al benessere di stalla degli interessati.

Le ristrettezze temporali, vista la localizzazione geografica delle aziende, hanno consigliato di svolgere l'audit nello stesso giorno ed in una località facilmente raggiungibile da tutti. Allo scopo, il giorno 24 settembre presso i locali del partner GCA - Trevi, si è avuto l'incontro, in ore diverse, con i singoli imprenditori partner per discutere delle situazioni aziendali; il giorno scelto, a ridosso del termine delle attività progettuali e della conclusione delle visite/rilevazioni ha consentito di delineare per ogni azienda in oggetto gli indicatori tecnici idonei a descriverne le performance ed puntualizzarne le peculiarità, i punti di forza e debolezza e le opportunità.

Oltre al dettaglio tecnico, che sarà di seguito riportato sinteticamente nell'azione 9, si è deciso insieme agli imprenditori di predisporre delle linee guida necessarie anche per l'elaborazione del piano di comunicazione relativo all'azione 10. Inoltre, visti i proficui risultati ottenuti, si è deciso di proseguire la collaborazione con le aziende, sviluppando dei report specifici sulla base anche del confronto avvenuto in sede di divulgazione dei principali risultati (azione 11).

i

2.9 - Azione 2.9 proposte di azioni correttive

individuazione delle azioni correttive

Partner/attuatori coinvolti: tutti

In parallelo con la precedente azione: co l'audit, vengono discusse impostate lle azioni correttive da proporre alle singole aziende in occasione dell'audit.

Come prodotto dell'azione sintesi delle "azioni correttive" per migliorare le performance ambientali aziendali in relazione agli altri aspetti valutati, in primis economici

2.9.1 IZSUM – Azioni correttive rispetto al benessere animale

Area A. Management e personale - Per quanto riguarda il management delle aziende non sono emerse grosse criticità. In generale sarebbe necessario porre maggiore attenzione alla pulizia degli ambienti e delle strutture quali punti abbeverata e corridoi, ed intensificare gli sforzi per mantenere la lettiera sempre pulita ed asciutta e il corretto carico di animali.

Area B. Strutture ed equipaggiamento - La gestione delle prime fasi di vita degli animali sono fondamentali per la prevenzione delle patologie e quindi il benessere animale. Corretta gestione della sala parto, gestione e pulizia dei vitelli in gabbietta, pulizia dei box vitelli multipli sono i punti dove è necessario intensificare lo sforzo per la prevenzione di patologie che possono incidere in maniera importante su benessere e redditività.

Area C. ABMs - Le ABMs sono il risultato dell'ambiente in cui vivono gli animali. Il loro miglioramento avviene indirettamente tramite il miglioramento delle altre aree di valutazione

Area D. Sistemi d'allarme e condizioni ambientali - Maggiore attenzione verso il clima presente in stalla consentirebbe di prevenire l'insorgenza di patologie condizionate dallo stress termico. L'acqua con cui si abbeverano gli animali andrebbe sempre controllata ed analizzata per escludere la presenza di contaminazioni biologiche o chimiche.

Area E. Biosicurezza - In quest'area sono emerse diverse criticità, pur raggiungendo tutte le aziende punteggi di sufficienza. Il controllo delle malattie infettive, dei loro vettori (roditori e insetti), e dell'ingresso di persone e veicoli esterni, nonché la presenza di strutture per la quarantena degli animali, sono fattori che vanno presi in considerazione per miglorie future al fine di minimizzare i rischi sanitari.

Le misure e gli interventi strutturali proposti per la riduzione delle emissioni, devono necessariamente essere sostenibili da un punto di vista tecnico ed economico. Tuttavia, visto il crescente interesse a livello europeo in materia di Benessere animale, suddetti interventi devono andare nella direzione del potenziamento dei livelli di benessere animale, migliorando la qualità della vita degli animali e le condizioni di stabulazione.

a. Il miglioramento di tali condizioni infatti coincide in larga misura con un contenimento delle emissioni di gas. Infatti in un ambiente di stalla non idoneo o sovraffollato è più elevato il rischio di trovare di trovare alte concentrazioni non solo di gas nocivi (CO₂, NH₃, CH₄) ma anche di microrganismi nell'aria.

b. Un ruolo importante è ovviamente dato dalla presenza prolungata delle deiezioni nel ricovero, che oltre ad essere fonte di gas di fermentazione si tramuta in fonte di batteri fecali ed eventuali patogeni che si possono diffondere nell'ambiente. Stalle aperte e/o dotate di sistemi di ventilazione efficiente fanno sì che i gas nocivi vengano dispersi nell'atmosfera anziché restare confinati nel ricovero.

c. Altro fattore legato alla qualità dell'aria è il grado di pulizia degli animali: animali sporchi indicano una forte presenza di deiezioni all'interno del ricovero, che sono fonte di diffusione di microrganismi nell'aria e anche di emissioni gassose.

d. Biosicurezza: le aziende osservate mostrano i parametri inerenti la biosicurezza nei limiti della sufficienza, pur con qualche criticità. Sarebbe opportuno prevedere dei protocolli scritti di gestione di tutte quelle operazioni che possono favorire l'ingresso e la diffusione di patogeni all'interno dell'azienda ed effettuare delle misurazioni. Azioni

scadenti e/o non adeguate di biosicurezza all'interno di un allevamento contribuiscono, non solo ad una maggiore probabilità di insorgenza di malattia, ma anche all'aumento di gravità del focolaio stesso, con ripercussioni e costi sull'allevatore e sul sistema sanitario pubblico. La prevenzione sanitaria garantisce l'efficienza produttiva e la redditività dell'allevamento, oltre che un maggiore benessere degli animali ed un minore utilizzo di farmaci.

2.9.2 Ciriak - Studio di fattibilità tecnico-economica

2.9.2.1 Prova su digestione pilota

Introduzione - Nell'ambito della fase progettuale numero 7, indicata nel progetto Carbon Footprint degli allevamenti bovini umbri (acronimo BovinePrint2020), presso il Centro di Ricerca sulle Biomasse (CRB) dell'Università di Perugia, sono state effettuate prove sperimentali di digestione anaerobica su scala ridotta, volte a determinare la fattibilità tecnica economica dell'impiego degli reflui zootecnici per la produzione di biogas. In particolare è stato condotto un test di digestione anaerobica su scala pilota impiegando la miscela che aveva fornito le rese di biogas e metano più alte in precedenti prove di biogassificazione (test ABP, Anaerobic Biogasification Potential).

Impianto pilota - L'impianto pilota di digestione anaerobica è costituito da un recipiente cilindrico realizzato in acciaio INOX AISI dotato di coperchio per la chiusura del corpo del reattore, mediante quattro ganci che assicurano la tenuta del sistema e le condizioni anaerobiche del processo. Sulla parete del cilindro è presente un rubinetto, per permetterne il collegamento al sistema di misura del biogas mediante una tubazione in teflon.

Un sistema di riscaldamento, costituito da riscaldatori flessibili in gomma silconica, posizionati esternamente al digestore, garantisce il raggiungimento e il mantenimento della temperatura di processo. La temperatura è regolata da un termoregolatore attivo (PID) collegato ad un sensore di temperatura interna al digestore, costituito da una termocoppia.

Il sistema è dotato di un agitatore meccanico per la miscelazione della biomassa.

Il digestore è dotato di due sonde ad immersione per la misura della temperatura, inserite attraverso dei fori praticati nel coperchio: una termoresistenza, la termocoppia che comanda il sistema di riscaldamento e un'altra termocoppia collegata alla sonda di misura del pH. L'impianto è inoltre fornito di una seconda termoresistenza per la misura della temperatura ambiente.

Il pH del substrato è misurato attraverso un sistema di rilevazione in continuo, in quanto di fondamentale importanza ai fini della stabilità del processo.

Il digestore è collegato mediante un tubo flessibile al sistema di misura del volume del biogas (gasometro), che consente anche lo stoccaggio temporaneo del biogas prodotto e di effettuare prelievi per l'analisi del biogas stesso. Il gasometro (figura 3.6) è costituito da due camere di forma cilindrica in acciaio INOX AISI 304, disposte l'una dentro l'altra, coassiali e in comunicazione tra di loro ed è chiuso superiormente tramite flangia bullonata. Sono presenti due rubinetti, uno di collegamento tra il digestore e il gasometro e l'altro per il prelievo del biogas. Nella parte bassa è predisposto un ulteriore rubinetto per permettere la fuoriuscita del fluido di controllo. Il principio di funzionamento del gasometro è di tipo idraulico: il biogas proveniente dal digestore esercita una pressione sul pelo libero del fluido di controllo della camera esterna; questo provoca l'innalzamento del pelo libero del fluido di controllo della camera interna fino al ristabilirsi dell'equilibrio tra le pressioni. Un misuratore elettronico di livello acquisisce la variazione del pelo libero nella camera interna del gasometro, attraverso il quale è possibile calcolare il volume di biogas prodotto.

Il pH del substrato è misurato attraverso un sistema di rilevazione in continuo, in quanto di fondamentale importanza ai fini della stabilità del processo.

I valori acquisiti dai sistemi di misura e controllo sono inviati al sistema di acquisizione dati in ambiente Labview, attraverso PC Windows e specifici supporti hardware e software forniti dalla National Instruments.

Le analisi periodiche del gas prodotto sono effettuate mediante gascromatografo (Varian 490-GC PRO Micro-GC), all'interno del quale è iniettato un piccolo campione di biogas a sua volta prelevato dallo spazio di testa della bottiglia tramite una siringa a tenuta di gas Hamilton 1025 SL.

L'impianto pilota di digestione anaerobica (sistema, impianto di digestione e sistema di acquisizione dati) è collocato all'interno di un box che, in conformità con la normativa vigente, si trova all'aria aperta ed è munito di bocchette per favorire il ricircolo di aria al suo interno [2,3].

Figura 7.3.1 – Impianto pilota di digestione anaerobica.



2.9.2.2 RISULTATI DELLA CAMPAGNA SPERIMENTALE - La composizione della miscela replica la prova precedentemente testata mediante test ABP con la resa di biogas maggiore.

Dalle caratteristiche chimico-fisiche dei singoli substrati (tabella 2.9.1) rispetto ai quantitativi inseriti, è stato possibile risalire alle caratteristiche chimico-fisiche delle miscela testata (tabella 2.9.2).

Fig.7.3.8 Produzione cumulata biogas e metano.

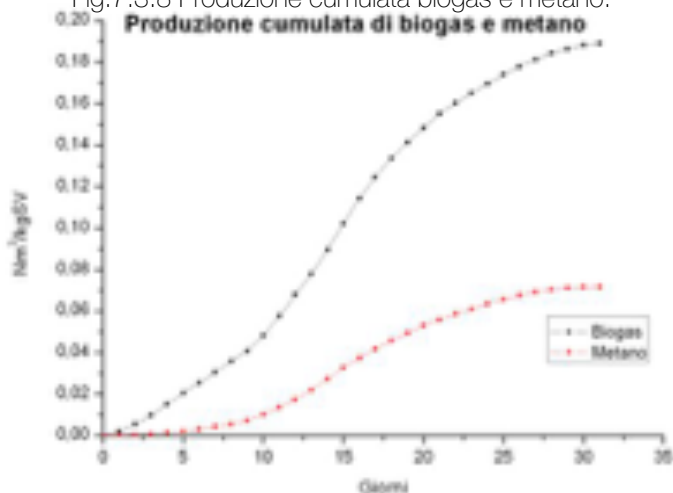


Tabella 2.9.1: composizione della miscela nel digestore	
Tipologia di biomassa	Peso (g)
Letame	1900
Inoculo	4454

Acqua	646
Totale	7000

	U (%)	ST (%)	SV (%)	Ceneri (%)	C.F. (%)	pH
Miscela	90,10	9,90	8,46	2,96	2,42	7,95

Dopo aver analizzato il potenziale di biogassificazione di due tipologie di refluo bovino, quello proveniente da allevamento biologico e quello proveniente da allevamento tradizionale, si è proceduto ad effettuare l'analisi di fattibilità tecnico-economica relativa alla realizzazione di impianti di digestione anaerobica da installare presso le singole aziende partner del progetto, al fine di poter valutare la possibilità di integrare la filiera di produzione di carne e/o latte con il recupero delle deiezioni bovine per la produzione di energia elettrica e termica da impiegare principalmente nel ciclo produttivo aziendale.

Fattibilità tecnica - In fase di fattibilità tecnica, per ogni singola azienda che allo stato attuale non possiede un impianto di digestione anaerobica, è stata calcolata la potenza di impianto installabile ipotizzando sia di alimentare l'impianto con solo refluo bovino sia di integrare il carico organico con insilati di colture dedicate alla produzione di biogas (insilato di mais, triticale e sorgo).

In tabella 2.9.3 sono riportati i dati in ingresso impiegati per la stima della potenza installabile nel caso in cui l'impianto venga alimentato con solo refluo bovino. Per tutte le aziende sono state considerate 7900 ore/anno di

Azienda	Letame bovino (m ³ /anno)	Liquame bovino (m ³ /anno)	Resa biogas (Nm ³ /kgSV)	%CH ₄	Solidi Volatili (kg)
Azienda "Casale Perla"	1086	337	0,205	68	83.655
Az.agr. Bolli Paola	1866	415	0,158	69	130.548
Allev. A. Cassano s.a.s.	2500	640	0,158	69	182.050
Agricola Ciri s.n.c.	2660	655	0,205	68	190.480
Molino Popolare Riuniti	4700	1233	0,158	69	344.789

funzionamento impianto e un rendimento elettrico medio del motore pari al 36%.

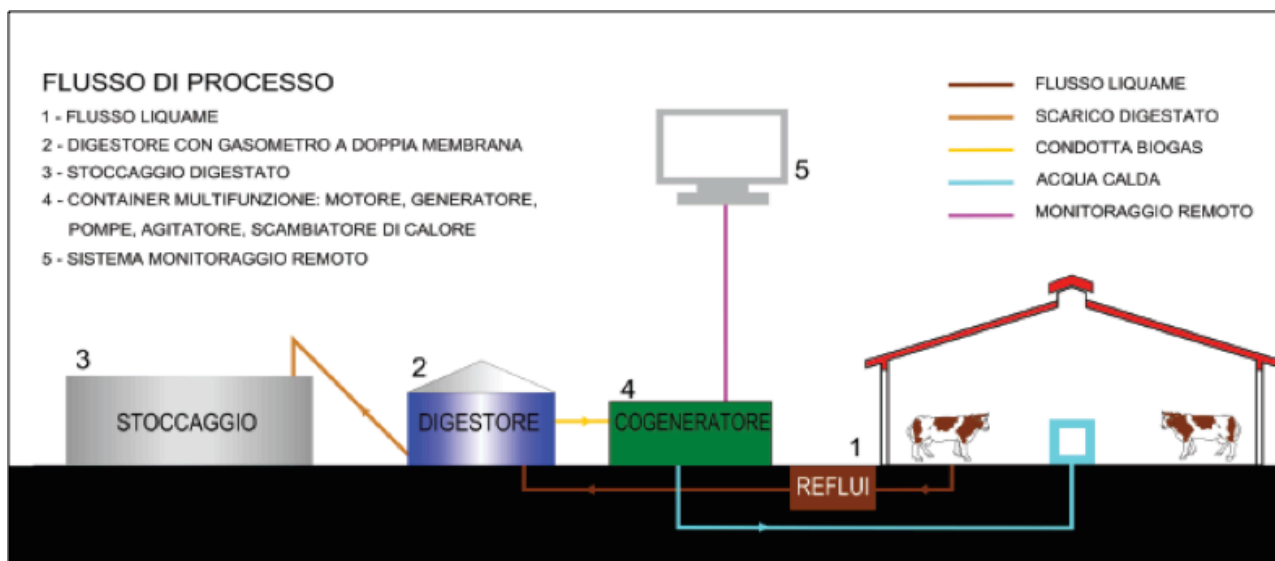
In tabella 2.9.4 per ogni azienda sono riportate le potenze elettriche ottenibili ipotizzando di alimentare il reattore con

Azienda	Potenza elettrica solo refluo bovino (KWel)
Azienda "Casale Perla"	5,17
Az.agr. Bolli Paola	6,30
Allev. A. Cassano s.a.s.	8,80
Agricola Ciri s.n.c.	11,80
Molino Popolare Riuniti	16,70

solo refluo bovino.

Viste le piccole taglie degli impianti installabili nel caso di alimentazione con solo refluo bovino è stata valutata la possibilità di integrare il carico organico dell'impianto con colture dedicate (ad esempio insilato di mais) considerando di alimentare giornalmente l'impianto con un carico di biomassa caratterizzato da un rapporto in Solidi Volati refluo bovino:colture dedicate pari a 1:1 [9,10].

Come biomassa vegetale da impiegare in co-digestione con il refluo bovino è stato considerato insilato di mais caratterizzato da un contenuto di solidi volatili pari al 40%t.q, valore ottenuto da analisi di laboratorio precedentemente effettuate su tale tipologia di biomassa campionata nel territorio umbro.



Per ogni singola azienda sono riportati i dati in ingresso impiegati per la stima della potenza installabile nel caso in cui l'impianto venga alimentato con refluo bovino ed insilato di mais in rapporto 1:1 in SV e considerando una resa di biogas pari a 0,4 Nm³/kgSV caratterizzata da un contenuto medio di metano pari al 60%v [11].

Anche in tal caso per tutte le aziende sono state considerate 7900 ore/anno di funzionamento impianto e un rendimento elettrico medio del motore pari al 36%.

In tabella 7.4.5 sono riportate le potenze elettriche ottenibili ipotizzando di alimentare il reattore con refluo bovino ed insilato di mais.

Dai risultati ottenuti in fase di fattibilità tecnica si evince che il ricorso a prodotti energetici dedicati ha consentito di ottenere delle potenze elettriche maggiori e facilmente reperibili nel mercato attuale che offre micro impianti a biogas caratterizzati da potenze che vanno da 10 a 70 kW.r potenze inferiori a 100 kW (micro-cogenerazione) è del tipo monostadio in cui le fasi di idrolisi, acidogenesi, acetogenesi e metanogenesi avvengono tutte in un unico reattore (figura 7.4.1).

I reflui vengono prelevati direttamente dalla vasca di raccolta in cui confluiscono i raschiatori delle stalle e l'insilato di mais caricato direttamente dalla tramoggia nel reattore tramite delle coclee.

Il biogas prodotto viene depurato e deumidificato ed avviato all'unità di cogenerazione per la produzione di energia elettrica e termica. L'energia termica ed elettrica che non sono necessarie per la gestione dell'impianto vengono rese disponibili per il processo produttivo aziendale. Il digestato prodotto viene inviato ad una vasca di stoccaggio in attesa di essere utilizzato come ammendante.

Fattibilità economica - In fase di valutazione economica degli impianti proposti è stato considerato che l'impianto venga realizzato in un'area rurale di pertinenza dell'azienda agricola. Inoltre sono stati considerati due scenari: uno in cui l'azienda autoproduce insilato di mais e l'altro in cui l'azienda acquista la biomassa vegetale da terzi.

Gli investimenti sono stati analizzati attraverso un'analisi della redditività attualizzata facendo un'analisi sia dei costi che dei ricavi.

Voci passive:

- realizzazione dell'impianto di digestione anaerobica: è stato considerato un importo standard per potenza elettrica installata pari a 5 500 €/kW, costo ritenuto plausibile per impianti piccoli di nuova generazione [12].;
- gestione e manutenzione ordinaria dell'impianto e del cogeneratore comprensivi di analisi chimiche della matrice e del digestato e spese generali: è stato ipotizzato un costo medio di 0,047 euro/kWh [12].;
- manutenzione straordinaria: è stato ipotizzato un costo medio di 0,007 euro/kWh [12].;
- assicurazione All Risks a copertura dei danni diretti, danni da responsabilità civile e danni indiretti: è stato ipotizzato un costo medio pari a 30 €/kW [12].;
- costo colturale medio per mais e sorgo da insilato se autoprodotta: 1 100 €/ha compreso il conferimento presso l'impianto;
- costo medio insilato se acquistato da terzi: 4 €/quintale compreso il conferimento.

La rata mensile è stata calcolata ipotizzando di stipulare un mutuo per una cifra pari all'intero investimento, ad un tasso di interesse fisso del 5% per venti anni, essendo questa la vita utile media di questi impianti. Nell'analisi dei costi non è stato considerato il costo del personale in quanto si assume che gli addetti impiegati presso l'azienda agricola possano essere occupati anche nella conduzione dell'impianto; è stato trascurato inoltre il costo di smaltimento del digestato poiché questo viene riutilizzato come ammendante e fertilizzante nei terreni agricoli adiacenti.

Voci attive:

- incentivi per la produzione di energia elettrica netta immessa in rete.

Nella valutazione dei ricavi derivanti dal sistema di incentivazione è stato preso in considerazione il DM 6 Luglio 2012 [13], che stabilisce le modalità di incentivazione per la produzione di energia elettrica da impianti alimentati da fonti rinnovabili aventi potenza non inferiore a 1 kW e che entrano in esercizio in data successiva al 31 dicembre 2012. In particolare è stato ipotizzato di usufruire della tipologia di incentivo che prevede una tariffa omnicomprensiva.

L'incentivo statale previsto per la tipologia di impianto esaminata, che ammonta a 0,236 €/kWh (è rappresentato dalla Tariffa base (Tb) senza premi in quanto nel caso in esame non vengono fatti né cogenerazione ad alto rendimento né teleriscaldamento né recupero dell'azoto dalle sostanze trattate. Gli incentivi vengono erogati dal GSE (Gestore Servizi Elettrici) ed hanno durata pari alla vita media utile dell'impianto stimata dal Decreto per 20 anni.

L'energia netta prodotta dall'impianto oggetto dello studio è pari alla potenza erogata dal gruppo elettrogeno per le ore annue di lavoro meno l'energia assorbita per gli auto consumi, stimata nel 8% dell'energia lorda.

Gli indici di analisi finanziaria impiegati per la verifica della fattibilità economica dell'investimento sono i seguenti:

- Valore Attuale Netto (VAN): valore attualizzato, scontato secondo il tasso di interesse, dei redditi futuri (ricavi meno costi) compreso l'investimento iniziale;
- Tempo di Ritorno: numero di anni necessario a ripagare il costo sostenuto;
- Tasso Interno di Rendimento (TIR): rappresenta il rendimento offerto dal progetto, calcolato sulla spesa iniziale in base ai flussi di cassa generati nei periodi successivi.

Nell'analisi finanziaria sono stati calcolati gli utili annui come differenza fra i ricavi annui e i costi annui di gestione. Il flusso di cassa così elaborato è stato attualizzato tramite il metodo del Valore Attuale Netto (VAN) utilizzando un tasso di sconto pari al 5%. In tabella 7.4.6 vengono riassunti gli indici finanziari calcolati per le varie aziende:

Obiettivo di questa fase sperimentale condotta mediante digestore pilota è stato quello di determinare la produzione di biogas e metano di un impianto il cui substrato è costituito prevalentemente da reflui di allevamenti bovini, replicando i risultati già ottenuti su scala da laboratorio (prove ABP) precedentemente svolte.

Le prove sperimentali eseguite hanno fornito risultati positivi che incoraggiano il proseguimento della ricerca nel settore, per l'ottimizzazione delle rese e dei processi, con lo scopo di dare risposte ambientalmente ed economicamente efficaci alle problematiche della gestione dei reflui.

Il valore ottenuto col test ABP risulta essere più elevato di quello dell'impianto pilota perché, come riportato in diversi articoli di Letteratura [14,15,16,17], tale test viene impiegato per valutare la produzione di biogas e metano

potenzialmente ottenibile dalla degradazione completa di un determinato substrato, cosa che non avviene comunemente negli impianti reali, anche su scala pilota.

Inoltre la Letteratura valuta questo scostamento tra il 75-90% in linea con i valori ottenuti.

L'analisi di fattibilità tecnica dimostra come la realizzazione di microimpianti di digestione anaerobica alimentati con solo refluo bovino sia tecnicamente fattibile solo quando si dispone di un allevamento costituito da almeno 150-200 bovini in lattazione le cui deiezioni possono alimentare un impianto di circa 20 kW, tuttavia un'analisi economica dello stesso comporta tempi di ritorno dell'investimento troppo lunghi e poco vantaggiosi in termini di guadagno a fine vita dell'impianto.

Potenze maggiori si ottengono co-digerendo il refluo bovino con le colture dedicate che consente di realizzare impianti fino a 70 kW qualora si disponga di un allevamento di circa 150-200 bovini in lattazione e di circa 900 tonnellate/anno di colture dedicate.

Con tali quantitativi di biomassa animale e vegetale e nell'ipotesi che la biomassa vegetale venga autoprodotta dall'azienda stessa nei terreni agricoli di proprietà l'investimento risulta essere completamente ripagato dopo 10 anni di attività e risulta essere caratterizzato da un VAN a fine vita dell'impianto pari a circa 243.000€. In tutti i casi, nell'ipotesi di co-digestione, l'autoproduzione di colture dedicate è risultata più vantaggiosa dell'acquisto delle stesse da terzi.

Tabella 2.9.6 vengono riassunti gli indici finanziari calcolati per le varie aziende				
Azienda	Potenza impianto (KWe) Costo (€)	Indici	Autoproduzione insilati	Acquisto insilati
Azienda "Casale Perla"	20 110 000	PBP (anni)	11	15
		VAN (20 anni) (€)	56.461	25.929
		TIR (%)	10,49	7,6
Az.agr. Bolli Paola	30 165 000	PBP (anni)	11	15
		VAN (20 anni) (€)	88.119	34.781
		TIR (%)	9,12	7,37
Allev. A. Cassano s.a.s.	40 220 000	PBP (anni)	11	16
		VAN (20 anni) (€)	112.923	40.642
		TIR (%)	10,49	7,09
Molino Popolare Riuniti	70 385 000	PBP (anni)	10	14
		VAN (20 anni) (€)	243.168	112.813
		TIR (%)	12,25	7,5

Tabella 2.9.5: potenze elettriche ottenibili co-digerendo refluo bovino ed insilato di mais	
Azienda	Potenza elettrica in co-digestione (KWe)
Azienda "Casale Perla"	20
Az.agr. Bolli Paola	30
Allev. A. Cassano s.a.s.	40
Agricola Ciri s.n.c.	40
Molino Popolare Riuniti	70

Obiettivo di questa fase sperimentale condotta mediante digestore pilota è stato quello di determinare la produzione di biogas e metano di un impianto il cui substrato è costituito prevalentemente da reflui di allevamenti bovini, replicando i risultati già ottenuti su scala da laboratorio (prove ABP) precedentemente svolte.

Le prove sperimentali eseguite hanno fornito risultati positivi che incoraggiano il proseguimento della ricerca nel settore, per l'ottimizzazione delle rese e dei processi, con lo scopo di dare risposte ambientalmente ed economicamente efficaci alle problematiche della gestione dei reflui.

Il valore ottenuto col test ABP risulta essere più elevato di quello dell'impianto pilota perché, come riportato in diversi articoli di Letteratura [14,15,16,17], tale test viene impiegato per valutare la produzione di biogas e metano potenzialmente ottenibile dalla degradazione completa di un determinato substrato, cosa che non avviene comunemente negli impianti reali, anche su scala pilota.

Inoltre la Letteratura valuta questo scostamento tra il 75-90% in linea con i valori ottenuti.

L'analisi di fattibilità tecnica dimostra come la realizzazione di microimpianti di digestione anaerobica alimentati con solo refluo bovino sia tecnicamente fattibile solo quando si dispone di un allevamento costituito da almeno 150-200 bovini in lattazione le cui deiezioni possono alimentare un impianto di circa 20 kW, tuttavia un'analisi economica dello stesso comporta tempi di ritorno dell'investimento troppo lunghi e poco vantaggiosi in termini di guadagno a fine vita dell'impianto.

Potenze maggiori si ottengono co-digerendo il refluo bovino con le colture dedicate che consente di realizzare impianti fino a 70 kW qualora si disponga di un allevamento di circa 150-200 bovini in lattazione e di circa 900 tonnellate/anno di colture dedicate.

Con tali quantitativi di biomassa animale e vegetale e nell'ipotesi che la biomassa vegetale venga autoprodotta dall'azienda stessa nei terreni agricoli di proprietà l'investimento risulta essere completamente ripagato dopo 10 anni di attività e risulta essere caratterizzato da un VAN a fine vita dell'impianto pari a circa 243.000€. In tutti i casi, nell'ipotesi di co-digestione, l'autoproduzione di colture dedicate è risultata più vantaggiosa dell'acquisto delle stesse da terzi.

2.9.2 Ciriak Azioni correttive proposte

Sulla base dei risultati dell'analisi LCA condotta nelle attività dell'azione 6, si propongono alcune azioni correttive che consentono la riduzione delle emissioni di gas climalteranti negli allevamenti bovini da latte e da carne.

Alcuni interventi migliorativi, in funzione dei processi più impattanti individuati per singola azienda, saranno direttamente applicati all'analisi LCA di ogni azienda per valutare l'effettivo guadagno ottenibile in termini

Materiali, metodi e strumenti - L'adozione di corrette pratiche alimentari ed energetiche e un'attenta gestione dei reflui possono utilmente concorrere ad una generale riduzione delle emissioni dirette di gas serra. Inoltre tutte le pratiche di allevamento che consentono di aumentare la produttività a capo si traducono in una generale riduzione delle emissioni di GHG per kg di latte o peso vivo prodotto. Tuttavia non tutte le scelte tecniche che portano a tale risultato a livello di singolo animale consentono di ottenere dei risultati globali in termini di mitigazione se analizzati a livello di azienda. Pertanto, ciascuna scelta va attentamente ponderata anche in relazione ai riflessi che può avere sulle altre componenti dell'azienda (colture, strutture di allevamento, necessità di adeguamento di mezzi tecnici).

Di seguito sono presentate alcune delle principali strategie di mitigazione delle emissioni di gas serra nelle aziende di allevamento di bovini da latte e carne.

Scelta dei sistemi foraggieri - La base foraggera della razione rappresenta la componente alimentare più importante per i ruminanti. Ne deriva, pertanto, che la qualità dei foraggi è in grado di condizionare in maniera significativa il potenziale di emissione degli animali. La produzione di metano a livello ruminale è fortemente legata alla componente fibrosa della razione e alla sua digeribilità. In particolare, l'assunzione di foraggi caratterizzati da un'alta digeribilità può ridurre la quantità di sostanza organica e, in particolare, di azoto, emessi con le deiezioni.

La tempestività della raccolta dei foraggi e l'ottimizzazione delle tecniche di raccolta possono incidere in maniera molto significativa sulla qualità dei fieni e degli insilati e sulle componenti digeribili degli stessi. Ad esempio, ritardi nella raccolta del fieno di una settimana possono comportare diminuzioni della digeribilità della fibra superiori al 10% e, nel caso dell'erba medica, diminuzioni del contenuto di proteina totale e proteina solubile di circa il 15%.

Inoltre la sostituzione dell'insilato di mais con insilati di cereali autunno-vernini (frumento, orzo, ecc.) può avere un effetto positivo sia in termini di emissioni totali (studi recenti hanno evidenziato un potenziale di riduzione delle emissioni di GHG pari al 16% nel caso dell'allevamento di bovini da latte) sia in termini di risparmio di acqua ed energia.

Uso di mangimi ad effetto mitigante - Alcune materie prime per mangimi contengono sostanze in grado di interferire con le fermentazioni ruminali e promuovere una minor emissione di metano. Tra queste le più affidabili sono: i semi oleosi e i loro oli, le sanse di oliva ed eventuali altri sottoprodotti dell'industria olearia che contengano residui apprezzabili di sostanze grasse (panelli ottenuti per estrazione meccanica). In merito ai semi oleosi e ai sottoprodotti dell'industria olearia è noto un effetto mitigante di tipo lineare degli acidi grassi contenuti in queste materie prime. In particolare, la quantità di metano emessa per kg di sostanza secca ingerita diminuisce di circa il 4% per ogni punto percentuale di contenuto lipidico della dieta (inteso come % della sostanza secca della razione). Quindi un incremento del 2% del contenuto di lipidi della razione di un ruminante consente di ottenere un decremento di quasi l'8% dell'emissione di metano per kg di sostanza secca ingerita. L'inclusione di grassi vegetali nella dieta dei ruminanti consente di incrementare il livello energetico della razione e di sostenere gli animali che si trovano in temporaneo deficit energetico, come nel caso delle bovine all'inizio della lattazione. Un effetto indiretto atteso è legato al miglioramento della produttività e, pertanto, ad un ulteriore decremento del livello di emissioni per kg di latte prodotto. La quantità di grasso da aggiungere alla dieta è legata allo stadio fisiologico, comunque, in generale, non si dovrebbe superare il 5-6% della sostanza secca della razione, per non incorrere in problemi legati alla diminuzione della digeribilità della fibra. In questo caso, parte degli effetti favorevoli sulle emissioni sarebbero controbilanciati dalla diminuzione della digeribilità della razione, con aggravio delle emissioni sia in termini di perdita di produttività sia in termini di aumento della sostanza organica nelle deiezioni e, pertanto, aumento del potenziale di emissione di metano e protossido di azoto durante la fase di stoccaggio di quest'ultime.

Stoccaggio degli effluenti - La copertura degli stoccaggi è una misura particolarmente interessante per ridurre le emissioni di gas serra dei liquami e, in alcuni casi, anche per utilizzare il metano prodotto a fini energetici. In quest'ultimo caso però è necessario ricorrere a coperture a tenuta di gas e provvedere all'installazione di un sistema per l'impiego del biogas recuperato, qualora non fosse già presente. Negli altri casi le coperture possono essere classificate in due grandi categorie: fisse (ancorate ai bordi) e flottanti. Le prime sono generalmente strutture di tipo rigido, ancorate ai bordi ed evitano l'ingresso delle acque meteoriche, preservando la capacità di stoccaggio della struttura. Le seconde svolgono principalmente un'azione schermante che riduce la superficie di scambio tra il liquame e l'atmosfera, e possono essere di materiale organico (paglia, stocchi, argilla espansa) oppure sintetico (teli o membrane galleggianti o altri elementi che creano una copertura omogenea della superficie). Oltre ad avere un minore effetto sulla riduzione delle emissioni, non evitano l'ingresso delle acque meteoriche.

Tale misura proposta presenta costi elevati per alcune soluzioni fisse, sia galleggianti che non e può presentare difficoltà o limitazioni di applicazione nei casi di stoccaggi scoperti preesistenti.

Un ulteriore modo per ridurre la superficie di aerazione è quella di favorire la formazione delle croste, ma tale pratica è controproducente in quanto implica la non separazione solido-liquido, problemi gestionali nella fase di prelievo e distribuzione dei reflui e, in caso di piogge, non è in grado di contenere le acque piovane in superficie con conseguente incremento del volume dei liquami.

In generale un corretto stoccaggio deve consentire di aumentare il tempo di permanenza dei liquami in modo tale da superare quei periodi dell'anno in cui è impossibile, per questioni meteorologiche, entrare in campo per la distribuzione, nonostante la fase colturale e l'epoca stagionale lo consentano.

Digestione anaerobica degli effluenti - Consiste nella decomposizione della materia organica ad opera di batteri anaerobi; tale processo di decomposizione determina la produzione di metano e di anidride carbonica. L'applicazione di tale strategia di mitigazione consente di ottenere un forte decremento nel livello di emissione di GHG derivanti dalla gestione degli effluenti. Al fine di massimizzare l'efficienza del potere mitigante della tecnologia in questione è necessario prevedere la creazione di una vera e propria filiera di gestione delle deiezioni, che riconosca come presupposto la separazione solido-liquido delle deiezioni stesse. Ciò permette di inviare al digestore esclusivamente la componente più ricca di solidi volatili totali, ossia quella maggiormente adatta alla produzione di GHG.

Impiego dei fertilizzanti - L'impiego di qualsiasi tipo di fertilizzante (concimi minerali, organici, ammendanti, correttivi, ecc.) implica un rilascio più o meno consistente di gas-serra in atmosfera. Alle emissioni indirette (che risultano maggiori rispetto ad altri fertilizzanti a causa della notevole quantità di energia richiesta in fase di produzione) si devono aggiungere anche le emissioni dirette di protossido di azoto prodotte a seguito della loro distribuzione sul

terreno. Le emissioni di protossido di azoto derivano dai processi di denitrificazione dell'azoto (favorito dalla scarsa areazione del terreno indotta dalla presenza di acqua in eccesso e da pH compreso tra 7 e 8,5) e di volatilizzazione dell'ammoniaca derivante da concimi organici, letame e da concimi azotati a base di urea e ammonio distribuiti in copertura (processo favorito da elevate temperature e alcalinità del terreno).

A livello aziendale il mezzo più efficace per ridurre le emissioni dirette e indirette connesse all'apporto dei fertilizzanti consiste nel migliorare l'efficienza della concimazione azotata. Un primo importante miglioramento della tecnica della fertilizzazione consiste semplicemente nella razionalizzazione della stessa: (i) corretta stima delle quantità di fertilizzanti da apportare (analisi delle esigenze di NPK della coltura in relazione alla produttività massima esprimibile nell'ambiente di coltivazione, stima delle disponibilità "naturali" del sistema); (ii) definizione delle epoche di applicazione (in relazione alla fisiologia della produzione delle colture, al loro ciclo biologico e alle condizioni climatiche di riferimento); (iii) scelta del tipo di fertilizzante da utilizzare (concimi azotati a lento rilascio) e della modalità di distribuzione.

Un ulteriore, significativo, passo in avanti nella riduzione dell'impiego dei fertilizzanti, e quindi delle emissioni, potrebbe derivare dalla sostituzione (parziale o totale) delle tecniche convenzionali (più o meno razionalizzate/ottimizzate) basate sull'impiego di mezzi tecnici esterni all'azienda con tecniche tese a "produrre naturalmente" all'interno dell'azienda l'azoto necessario. In pratica, si tratta di ricorrere maggiormente all'avvicendamento colturale, all'impiego di colture leguminose, di colture di copertura e di colture da sovescio, alla conservazione dei residui colturali, all'impiego del letame maturo e/o del compost.

Gestione irrigazione - L'irrigazione, comunque si realizzi, implica un consumo di energia che dipende dal metodo irriguo adottato; in genere, i metodi gravitazionali (sommersione, scorrimento e infiltrazione laterale) richiedono meno energia e quindi provocano minori emissioni rispetto all'aspersione (irrigazione a pioggia). La micro portata di erogazione (l'irrigazione a goccia è la sua forma più nota) richiede pressioni di funzionamento molto basse e quindi una richiesta di energia altrettanto bassa; di contro questo metodo irriguo richiede l'acquisizione e la messa in opera di tubi, gocciolatori, filtri e altri materiali che potrebbero determinare un incremento delle emissioni indirette se fossero calcolate anche le emissioni prodotte per la loro fabbricazione, stoccaggio e trasporto. Relativamente alle emissioni dirette, il ruolo dell'irrigazione è duplice: positivo in quanto sostiene l'attività fotosintetica delle piante stimolando la produttività delle colture e quindi l'organizzazione del carbonio atmosferico; negativo in quanto consente di mantenere l'attività microbica del suolo anche durante la stasi estiva durante la quale, in genere, i microrganismi terricoli trovano un limite alle loro attività nella scarsa umidità del terreno. Ciò determina un incremento della mineralizzazione della sostanza organica del suolo con conseguente emissione di CO₂. Un ulteriore rischio di rilasci di GHG connesso all'irrigazione è rappresentato dall'incremento delle emissioni di N₂O dal suolo, indotto dai brevi momenti di saturazione del terreno conseguenti alla distribuzione massiccia di acqua irrigua.

In generale la riduzione dei volumi stagionali di irrigazione può essere ottenuta aumentando l'efficienza della distribuzione dell'acqua (dal momento della sua captazione alla distribuzione alla coltura) e la sua efficienza produttiva. Nel primo caso si richiede un impegno particolare nel ridurre le possibili perdite di acqua degli impianti e soprattutto nell'effettuare una distribuzione quanto più possibile mirata a evitare effetti deriva. Da questo punto di vista l'irrigazione a micro-portata offre le migliori garanzie.

In merito al miglioramento dell'efficienza produttiva, è di fondamentale importanza ridurre i volumi stagionali di irrigazione alla ricerca di condizioni ottimali di crescita delle colture, comunque in grado di rendere conveniente l'impiego dell'irrigazione. Un ottimo esempio di questa strategia è rappresentato dalla distribuzione di acqua irrigua soltanto in concomitanza del raggiungimento di quelle fasi fenologiche della coltura particolarmente sensibili alla carenza idrica (fioritura, allegagione, ingrossamento dei semi o dei frutti).

Impiego di biocarburanti - Un'altra significativa strategia per ridurre le emissioni di gas serra legate alle produzioni vegetali è rappresentata dall'impiego di biocarburanti nei mezzi agricoli aziendali. Considerando che i trattori potrebbero essere alimentati, con piccole modifiche, con biodiesel puro, si può ipotizzare di sostituire completamente il gasolio con il biocarburante. Il vantaggio più consistente si può ottenere impiegando biodiesel prodotto a partire da oli vegetali di scarto (ad esempio oli di frittura). Ovviamente nella valutazione complessiva del risparmio in termini di emissioni di gas serra, occorre prendere in considerazione anche il diverso contenuto energetico del biodiesel (circa 37,2 MJ/kg) rispetto al gasolio (circa 42 MJ/kg).

Gestione del gruppo di mungitura e del raffreddamento del latte - Una prima possibilità per la riduzione dei consumi elettrici del comparto mungitura è data dall'adozione di un sistema di preraffreddamento del latte, con produzione di acqua tiepida (circa 18 °C), consistente in uno scambiatore di calore latte-acqua posizionato fra la pompa del latte e il serbatoio: in questo modo si può conseguire un risparmio del 40-50% sul consumo

complessivo. Ancora più consistente, è il risparmio ottenibile adottando un recuperatore del calore emesso dall'impianto frigorifero per preriscaldare l'acqua di lavaggio. Il recupero di calore dal serbatoio di refrigerazione del latte, con produzione di acqua preriscaldata a 55 °C che può essere poi inviata in un serbatoio di stoccaggio coibentato e, al bisogno, in un boiler per un ulteriore aumento della temperatura (65 °C): così si possono ottenere risparmi del 70-80% sull'energia necessaria per il riscaldamento dell'acqua tecnologica. Un'altra soluzione consiste nel mantenere bassa la temperatura dell'ambiente attorno al frigorifero, dal momento che l'efficienza aumenta all'aumentare del gradiente termico fra aria e fluido: si può così ottenere un risparmio di 5 Wh/l ogni 5 °C di riduzione della temperatura ambientale.

Gestione della ventilazione di soccorso estiva - Nel comparto bovino da latte hanno grande rilevanza anche le azioni di risparmio che si possono mettere in atto per la gestione della ventilazione di soccorso estiva (raffrescamento). Tale tecnologia sta diventando sempre più importante negli allevamenti da latte, perché:

- le vacche in produzione sono sempre più sensibili alle alte temperature, per le dimensioni corporee e le produzioni di latte sempre più elevate (grande quantità di calore prodotto);
- la temperatura esterna è tendenzialmente in crescita (riscaldamento globale);
- le stalle sono spesso progettate con poca attenzione verso agli aspetti del controllo ambientale (errato orientamento, edifici troppo chiusi, assenza di cupolini, superfici ventilanti insufficienti, tetti non coibentati, ecc.).

I sistemi per il raffrescamento estivo oggi più utilizzati prevedono l'impiego di ventilatori elicoidali del tipo ad asse di rotazione orizzontale, con diametri che variano da 0,6 a 1,4 m e con motori elettrici di potenza variabile da 0,37 a 0,75 kW. I ventilatori ad asse orizzontale vengono installati nelle zone di alimentazione e nelle aree di riposo delle stalle, appesi alle travi del tetto o fissati ai pilastri della struttura portante. In genere sono collocati in fila indiana, a 6-12 m di distanza l'uno dall'altro e leggermente inclinati verso il basso. Negli ultimi anni hanno cominciato a diffondersi anche nelle stalle Italiane i grandi ventilatori a pale ad asse di rotazione verticale, detti "elicotteri", che vengono installati appesi alle travi del tetto. Questi ventilatori hanno diametro delle pale variabile da 3 a 7 m e creano un flusso d'aria con direzione dall'alto al basso. E' chiaro quindi che l'area interessata dal singolo ventilatore è molto maggiore rispetto a quanto accade con i ventilatori tradizionali illustrati in precedenza. Il vantaggio dal punto di vista energetico nell'adozione di tali ventilatori è l'elevato rapporto tra portata di aria e potenza elettrica installata. Secondo un recente studio condotto da ENEA, nelle condizioni climatiche del Centro Italia l'adozione di tale tecnologia può consentire di raggiungere una riduzione dei consumi elettrici del 50%. Considerando inoltre che i nuovi ventilatori ad "elicottero" sono dotati di motori a variazione continua di velocità di rotazione, con controllo ad inverter, si può raggiungere una riduzione dei consumi fino al 75%.

Applicazione di alcuni interventi correttivi alle aziende oggetto di studio

AZIENDE DA CARNE

Le aziende produttrici di carne presentano come principali impatti ambientali per la produzione di 1 kg di peso vivo di carne la fermentazione enterica dei bovini (44-64%), la preparazione della razione (24-29%) e i consumi per l'alimentazione degli animali (6-19%).

Dall'analisi dettagliata condotta nell'azione 6, si evince come il maggiore contributo per singolo processo sia il consumo di gasolio per le macchine agricole e di stalla.

Si ipotizza dunque, per tutte e tre le aziende, come azione migliorativa la sostituzione dell'alimentazione delle attrezzature dal gasolio ad un biocarburante ottenuto da biomasse, nello specifico prodotto da oli di scarto di frittura.

Nella valutazione delle emissioni di gas serra ottenibili eseguendo l'azione correttiva è stato tenuto in conto il differente potere calorifico dei due combustibili e il fatto che il biodiesel da oli di frittura viene prodotto in provincia di Latina, considerando quindi l'impatto del trasporto.

Inoltre, come ulteriore ipotesi di intervento tecnico di miglioramento, per le Aziende 1 e 2 è stato valutato il contributo positivo, esclusivamente in termini ambientali, della realizzazione di un impianto di biogas atto a convertire i reflui bovini prodotti in biogas e quindi in energia elettrica.

Questo intervento è strettamente legato al fattore economico e sarà dunque opportuno realizzare un dettagliato studio di fattibilità tecnico-economico per valutarne i benefici reali.

Per l'Azienda 6, che presenta già nello stato attuale un impianto a biogas, è stata ipotizzata la sostituzione nella dieta della farina di mais con la farina di orzo in quanto la prima presentava un elevato contributo in emissioni di GHG in quanto prodotto esternamente all'azienda; studi hanno dimostrato che in termini nutritivi l'orzo possiede il 90% del contenuto nutritivo del mais e questa caratteristica è stata computata nella determinazione della CO₂ generata dalla produzione di 1 kg di farina di orzo.

In Tabella 2.9.1 sono riportati i valori delle emissioni per le tre aziende da carne nello stato attuale e nella configurazione ottenibile con gli interventi sopra descritti.

Tabella 2.9.1 - Valori di emissione d'azoto per le aziende da carne					
Azienda	kg CO _{2eq} / kg p.v. STATO ATTUALE	INTERVENTO MIGLIORATIVO	kg CO _{2eq} / kg p.v. dopo INTERVENTO MIGLIORATIVO	INTERVENTO MIGLIORATIVO	kg CO _{2eq} / kg p.v. dopo INTERVENTO MIGLIORATIVO
1	10.3	Sostituzione gasolio con biodiesel	7.25	Impianto a biogas (12.5 kW _{el})	5.24
2	7.07	Sostituzione gasolio con biodiesel	4.84	Impianto a biogas (16.5 kW _{el})	3.27
6	9.77	Sostituzione gasolio con biodiesel	8.25	Sostituzione farina di mais con farina d'orzo	7.88

La riduzione delle emissioni con la sostituzione del gasolio con il biodiesel è del 30% per le Aziende 1 e 2 e del 15% per l'Azienda 6.

Per l'Azienda 6 gli interventi migliorativi comportano una diminuzione meno sensibile delle emissioni in quanto dall'analisi LCA è emerso che il 65% delle emissioni totali è legato alla fermentazione enterica dei bovini: per essa dunque occorre intervenire essenzialmente sulle strategie di alimentazione degli animali.

AZIENDE DA LATTE

Per le aziende da latte, oltre al contributo delle emissioni enteriche di metano che risulta sempre preponderante rispetto agli altri, l'analisi LCA ha mostrato come una delle principali cause di emissioni di GHG nella filiera del latte sia legata alla produzione dei mangimi complessi che le aziende acquistano da terzi.

Per tutte le aziende da latte si è applicato, come intervento migliorativo, la sostituzione dei mangimi a base di mais con quelli a base di orzo, che determinano simile apporto nutritivo (90% rispetto al mais) ma un impatto sull'ambiente molto inferiore.

Inoltre per le Aziende 3,4,7 e 8 è stato valutato anche il beneficio derivante dalla sostituzione del gasolio delle macchine agricole e di stalla con il biodiesel da olio di frittura.

Per l'Azienda 5, che è caratterizzata da performance migliori riguardo ai consumi delle macchine aziendali, si è invece proposta la realizzazione di un impianto a biogas per la digestione anaerobica dei reflui bovini.

In Tabella 9.2 sono riportati i valori delle emissioni per le tre aziende da latte nello stato attuale e nella configurazione ottenibile con gli interventi sopra descritti.

Tabella 9.2: Emissioni di CO₂ equivalente per le aziende da latte ottenibili con gli interventi migliorativi

Azienda	kg CO _{2eq} / l latte STATO ATTUALE	INTERVENTO MIGLIORATIVO	kg CO _{2eq} / l latte dopo INTERVENTO MIGLIORATIVO	INTERVENTO MIGLIORATIVO	kg CO _{2eq} / l latte dopo INTERVENTO MIGLIORATIVO
3	1.75	Sostituzione gasolio con biodiesel	1.62	Sostituzione farina di mais con farina d'orzo	1.49

Tabella 9.2: Emissioni di CO₂ equivalente per le aziende da latte ottenibili con gli interventi migliorativi

4	0.91	Sostituzione gasolio con biodiesel	0.69	Sostituzione farina di mais con farina d'orzo	0.63
5	1.29	Sostituzione farina di mais con farina d'orzo	1.20	Impianto a biogas (9.5 kW _e)	0.98
7	1.63	Sostituzione gasolio con biodiesel	1.52	Sostituzione farina di mais con farina d'orzo	1.34
8	0.84	Sostituzione gasolio con biodiesel	0.77	Sostituzione farina di mais con farina d'orzo	0.71

La riduzione delle emissioni con la sostituzione del gasolio con il biodiesel è di circa il 7% per le Aziende 3, 7 e 8 e del 24% per l'Azienda 4.

La sostituzione della farina di mais con l'orzo determina una riduzione delle emissioni totali che varia dal 4% per l'Azienda 4, al 7% per le Aziende 3 e 8 fino all'11% per l'Azienda 7.

La produzione di energia elettrica da biogas per l'Azienda 5, infine, potrebbe consentire una riduzione dell'impatto globale della filiera del latte pari al 17%.

2.9.3 DSA3 UR Zootecnia - azioni proposte

Individuazione delle azioni correttive per ridurre le emissioni e garantire la sostenibilità economica della gestione nel rispetto del benessere degli animali.

Alla luce dei risultati ottenuti dalla stima delle emissioni enteriche appare evidente che essi siano fortemente condizionati dalle equazioni di stima stesse che modificano in maniera sostanziale la quantità di CO₂ prodotta/l di latte, ma anche l'incidenza percentuale delle varie categorie sulle emissioni enteriche totali per allevamento. Conseguentemente le azioni correttive non possono che basarsi su indicazioni generali in base sia ai risultati osservati, sia a quanto propone la bibliografia internazionale sulle modalità di contenimento delle emissioni da parte del settore bovino da latte. Va tuttavia considerato, come in merito, il primo passo verso la riduzione delle emissioni è il miglioramento dell'efficienza produttiva dell'allevamento nel suo complesso, fermo restando il fatto che ciascuno di essi presenta vincoli strutturali tali da impedire a volte una adeguata riorganizzazione ad esempio dei gruppi alimentari. Pertanto le azioni correttive di seguito riportate vanno considerate come suggerimenti in considerazione anche del fatto che il settore è in profonda crisi a causa del prezzo non remunerativo del latte:

Allevamento 3 - Il limite in questo caso è dato quasi esclusivamente dall'impossibilità da parte dell'azienda di modificare ed ampliare le strutture esistenti al fine di migliorare sia le condizioni di benessere in termini di possibilità di creare più gruppi produttivi, sebbene quanto effettuato sia da considerare probabilmente il massimo possibile. In tale allevamento la scelta di contenere la quantità di concentrati somministrati alle bovine in lattazione, al fine di limitare l'incidenza del costo alimentare sul litro di latte, appare indiscutibile, ma il punto di forza di una scelta dovrebbe essere l'elevata qualità del foraggio impiegato con tutti i limiti e le difficoltà che essa comporta. La valutazione della razione somministrata evidenzia come un limite sia dato dal basso contenuto in proteina solubile che dovrebbe raggiungere il 30% della Proteina Grezza e che nella razione impiegata, sebbene basata su valori tabellari, è del 25%, mentre il contenuto, da verificare, ulteriormente, di proteina grezza appare leggermente elevato (17,24%). In merito alle strategie di contenimento delle emissioni in tale allevamento il livello di lipidi della razione appare vicino al 4%/s.s. per molti autori considerato come valore limite nei ruminanti per non incorrere in riduzioni importanti nella

capacità di ingestione. Pertanto l'unico parametro su cui si può giocare è l'abbassamento dell'età al primo parto da 28 a 24 mesi sebbene il razionamento sia già corretto.

Allevamento 4 - Tale allevamento è quello con il maggior livello di emissioni enteriche per kg di latte prodotto e ciò è giustificato dal rapporto foraggi/concentrati della razione (67,94/32,06) legato alla scelta da parte degli allevatori di produrre latte seguendo il metodo biologico. Quindi, se da una parte, l'elevato livello di emissioni enteriche può essere imputabile all'alto tenore di fibra della razione (44,56% di NDF/s.s.), dall'altra, in una valutazione della Carbon footprint della razione adottata, l'impiego nella razione di soia bio prodotta in Italia e di soli prodotti locali ne riduce sicuramente il Land Use Change rispetto a quanto adottato dagli altri allevamenti. Da migliorare è l'età al primo parto, mentre la razione per il giovane bestiame andrebbe leggermente migliorata in termini di livello proteico.

Allevamento 5 - Se c'è un limite che non permette all'allevamento di avere emissioni enteriche particolarmente basse può essere ricercato unicamente nelle strutture che impediscono un'adeguata gestione alimentare soprattutto degli animali nella fase finale dell'asciutta e l'età al primo parto che può essere abbassata ulteriormente.

Allevamento 7 - In termini di emissioni tale allevamento sembra essere condizionato solamente dalla razione delle manze da rimonta la cui dieta sembra avere una concentrazione proteica inadeguata al di sopra dei 6 mesi di età ed al di sotto del livello del 14%.

Allevamento 8 - In tale allevamento la grassatura spinta della razione delle bovine in lattazione ne riduce di molto le emissioni enteriche di CO₂eq e sembra essere l'allevamento che combina le migliori strategie di riduzione delle emissioni anche .

Le indicazioni nei confronti degli allevamenti bovini da carne volte a ridurre le emissioni, ma anche l'efficienza dell'allevamento possono essere così riassunte:

Allevamento 1 - E' quello con le maggiori criticità in termini di adeguatezza della razione, in particolare per le vacche allattanti che assumono una dieta inadeguata in termini di concentrazione energetica e proteica, così come il giovane bestiame, mentre adeguati sembrano essere gli apporti per gli animali oltre i 12 mesi di età.

Allevamento 2 - Le indicazioni che scaturiscono relativamente a questo allevamento riguardano sostanzialmente aspetti organizzativi più che l'adeguatezza delle diete fornite. Infatti l'età al primo parto indicata sembra essere molto elevata (42 mesi) come pure abbastanza elevata sembra essere l'età di macellazione sia dei maschi che delle femmine sebbene giustificata da scelte commerciali.

2.10 Azione 10 - Redazione di un piano di comunicazione dei risultati conseguiti

Il piano di comunicazione è articolato intorno alla creazione di QR code per le aziende coinvolte nel progetto che rimanda e collega il singolo consumatore acquirente dei prodotti aziendali ad una pagina dedicata all'azienda di cui ha acquistato i prodotti.

I contenuti generali del sito vertono alle problematiche generali legate al risparmio energetico, alle azioni volte alla minimizzazione delle emissioni di gas climalteranti ed in particolare alle performance che le aziende in oggetto hanno nella produzione di CO2.

In particolare per ogni azienda, oltre alle azioni implementate e/o implementabili per la riduzione delle emissioni GHG, si forniranno altre informazioni riguardo la filiera, le strutture produttive, le tecniche di produzione, le buone pratiche colturali in chiave ambientale. Il chiaro intento risiede nel fornire le informazioni più ampie al consumatore sul prodotto che sta consumando, con le relative garanzie sulla bontà del prodotto stesso. Tale fatto, per le aziende da carne coinvolte che praticano in qualche maniera una commercializzazione diretta a filiera corta, rappresenta un ulteriore ed importante strumento per la valorizzazione del proprio prodotto.

Per le aziende che producono latte occorre fare delle precisazioni, poiché se da una parte conferiscono il prodotto a strutture di natura associativa che non ne valorizzano l'immagine legata alla azienda produttrice, dall'altra, vista l'attuale crisi del settore, possono rappresentare uno strumento utile alla valorizzare l'immagine del "latte prodotto in Umbria" con pratiche agronomiche e zootecniche chiare. Altro discorso, invece, per le due aziende lattifere di minori dimensioni: una di queste produce latte biologico e le informazioni contenute nel sito costituiscono informazioni aggiuntive e garanzie sulla qualità del prodotto; l'altra azienda ha implementato la vendita diretta di latte crudo, tramite distributori localizzati in un importante centro commerciale regionale: la possibilità di accedere ad informazioni più precise circa la sua produzione, può rappresentare un importante veicolo commerciale per la produzione aziendale.

Il QR code aziendale, applicato alle confezioni del prodotto, rimanda direttamente ad uno spazio web messo a disposizione dal DSA3 e creato in seno a questo progetto, spazio che ospita non solo tutte le informazioni relative alle aziende interessate circa i metodi di produzione e le relative performance ambientali, ma ripropone il report definitivo (dettagliato e di sintesi) del progetto, le generalità circa le problematiche legate al contenimento dei GHG.

Inoltre, è disponibile in linea una versione "light" del Tool Bovinprint utile alle imprese interessate per stimare emissioni di GHG e relativo valore economico con l'ausilio dei tecnici e ricercatori coinvolti nelle attività progettuali.

Al sito si accede direttamente all'indirizzo web: <http://www.agr.unipg.it/bovinprint2020/home.html> oppure attraverso un link disponibile presso il sito del 3A - Parco Tecnologico Agroalimentare dell'Umbria: <http://www.parco3a.org/progetti/carbon-footprint-degli-allevamenti-bovini-umbri>

Le pagine specifiche del singolo allevatore sono in fase di elaborazione ed a puro titolo esemplificativo di seguito viene riprodotto un QR code che rimanda direttamente alla Home page del sito Bovinprint2020:

QR code del Progetto



2.11 Azione - Diffusione dei Risultati ed attività formative

2.11.1. Premessa

La 3A-Parco Tecnologico Agroalimentare dell'Umbria nell'ambito del progetto "CARBON FOOTPRINT DEGLI ALLEVAMENTI BOVINI UMBRI", partecipa come partner con il ruolo di svolgere attività legate alla divulgazione del progetto e dei suoi risultati.

I costi sostenuti e rendicontati sono tutti riconducibili alle attività di seguito descritte e trovano riscontro con i documenti allegati alla rendicontazione della spesa.

Tabella n.1 Spesa rendicontata e spesa ammessa 3A-Parco Tecnologico Agroalimentare dell'Umbria

Totale spesa ammessa € 9.485,00 – Totale spesa rendicontata € 150,00

Azione/Fase progettuale di riferimento	Descrizione della spesa	Stato di realizzazione	Spesa Rendicontata	Spesa Ammessa
Costituzione ATI	Servizi	Conclusa	-	200,00
Attività di diffusione dei risultati e organizzazione convegno finale	Personale Senior	Conclusa	-	2.100,00
	Personale Junior	Conclusa	-	4.400,00
	Servizi (stampa inviti convegno, attività dimostrativa, locandine/manifesti, ideazione grafica dei materiali di diffusione e dei pagina web, stampa cartelline, Allestimento Sala)	Conclusa	150,00	500,00
	Servizi (realizzazione video per media regionali e pagina Web del progetto all'interno del sito di 3APTA)	Conclusa	-	600,00
	Servizi (implementazione ed aggiornamento pagina Web del progetto all'interno del sito di 3APTA)	Conclusa	-	500,00
	Organizzazione attività dimostrativa	Personale Senior	Conclusa	-
	Personale Junior	Conclusa	-	660,00
TOTALE	150,00	9.485,00		

Sebbene le attività siano state completamente svolte le spese rendicontate sono relative ai soli servizi esterni. Le attività svolte vengono descritte nei paragrafi che seguono.

2.11.2 - ATTIVITÀ SVOLTE DALLA 3A-PARCO TECNOLOGICO AGROALIMENTARE DELL'UMBRIA

Nell'ambito del progetto la 3A-Parco Tecnologico Agroalimentare dell'Umbria ha curato le Attività di diffusione dei risultati e organizzazione convegno finale e l'organizzazione dell'attività dimostrativa. In particolare le attività di diffusione realizzate dalla 3A-PTA, hanno riguardato la predisposizione del materiale di comunicazione specifico per la Misura 1.2.4., la pubblicazione su internet delle informazioni relative allo svolgimento delle diverse fasi del progetto e la programmazione e progettazione degli eventi di diffusione previsti.

Nei paragrafi che seguono vengono descritte in dettaglio le attività svolte.

2.11.3 ATTIVITÀ DI DIFFUSIONE DEI RISULTATI E ORGANIZZAZIONE CONVEGNO FINALE

La 3A Parco Tecnologico Agroalimentare dell'Umbria ha curato le attività di diffusione dei risultati. In particolare è stata predisposta una specifica pagina web all'interno del sito www.parco3a.org, con le informazioni relative allo svolgimento ed alle finalità del progetto.

Nella fase di definizione della struttura delle pagine di introduzione e descrizione dei progetti è stato necessario uniformare il layout della pagina Web con quella già strutturata nella precedente programmazione cercando di mantenere una facile ed intuitiva navigazione per l'utente.



In particolare sono state necessarie numerose modifiche ed adeguamenti nel corso del tempo proprio per cercare di uniformare lo standard di informazione in base alle necessità e alle attività dello specifico progetto.

L'accesso alla pagina avviene direttamente dal portale della 3A-PTA, www.parco3a.org, con una specifica sezione dedicata ai progetti realizzati con la Misura 124 del PSR Umbria.

Dalla Homepage, cliccando sullo specifico spazio "Misura 124" si accede ad una pagina dove è possibile accedere alla consultazione dei progetti realizzati in base alle differenti fasi di attivazione della Misura (Prima Call; Seconda Call; Terza Call; Quarta Call).



Successivamente, cliccando sulla "Quarta Call" si accede direttamente alla pagina web che riporta una descrizione generale della Misura 124 e l'elenco dei progetti approvati distinguendo quelli in cui la 3A-PTA è capofila e quelli condotti come partner. I progetti condotti come partner sono stati raccolti in un'unica pagina di consultazione.



Dalla pagina di consultazione generale si accede a quella specifica realizzata per il progetto in questione.

Nella pagina dedicata al progetto viene descritto in primo luogo il partenariato, l'obiettivo del progetto, le attività previste ed i risultati attesi. La pagina web è stata progettata per consentire l'inserimento di documenti di sintesi scaricabili dall'utente riguardanti le attività svolte o specifici eventi/articoli di diffusione e video realizzati nell'ambito del progetto.

L'aggiornamento della pagina web nel corso dello svolgimento delle attività progettuali, è avvenuta in seguito ai contatti diretti con i partner di progetto.

È stato inoltre predisposto del materiale di comunicazione relativo alla Misura 1.2.4. e la cartellonistica specifica, da apporre presso le sedi dei soggetti partner.

Più in dettaglio in riferimento a questa attività la 3A-PTA ha provveduto all'elaborazione dei contenuti multimediali e di comunicazione curando gli aspetti redazionali, grafici, audio e video (quando richiesti) e di multimedia publishing. Le attività riguardano incontri di briefing con gli sviluppatori (grafici, regista, montatore, tipografi, sviluppatori pagine web etc) oppure come nei casi di pubblicazioni a carattere scientifico o materiali particolari incontri con i gruppi di lavoro e commissioni tecniche a cui era affidato il lavoro. Gli incontri con gli sviluppatori riguardano competenze di tipo tecnico (stesura testi per cartaceo, stesura testi per siti, regia) e quelli con i gruppi di lavoro invece di tipo progettuale (verifiche con gli esperti di contenuto, ideazione di formati, eventuali criteri per mobile, criteri accessibilità, editing multimediale).

Di seguito la sintesi del lavoro svolto per ogni materiale o attività di disseminazione:

- Applicazione delle norme di uniformazione come da progetto complessivo sulla Misura 124, relativa personalizzazione.
- Definizione e strutturazione degli argomenti.
- Analisi dei contenuti.
- Verifica delle citazioni e della bibliografia
- Preparazione dei materiali per l'impaginazione.
- Verifica e controlli stampa fino ad approvazione.
- Diffusione.

Relativamente all'organizzazione del convegno finale, nel periodo di riferimento della presente rendicontazione il personale della 3A-PTA ha avuto specifici incontri e contatti con i partner di progetto al fine di programmare e definire le modalità e le tempistiche per lo svolgimento di tale attività.

Il giorno 28 settembre 2015 presso il Complesso Monumentale di San Pietro presso il DSA3, si sono svolti il Convegno finale e l'Attività dimostrativa del progetto. Sono intervenuti i vari attori che hanno preso parte al progetto illustrando gli obiettivi del progetto e le attività realizzate, tra gli intervenuti il Dott. Giuliano Polenzani.

In Allegato 1 vengono riportati i materiali di comunicazione appositamente prodotti.

Convegno finale FOTO



Attività dimostrativa FOTO



2.5.12 - Coordinamento, attività amministrativa e rendicontazione

L'attività di coordinamento e di rendicontazione è stata svolta, come previsto, dal personale del DSA3 coadiuvato dai responsabili delle aziende e dal personale amministrativo dei partner di ricerca.

Le diverse attività hanno avuto un proseguo continuativo parallelo alle attività progettuali, monitorandone lo svolgimento con la cadenza prevista dal diagramma di Gantt.

Il coordinatore ha effettuato un incontro preliminare con tutti i partner al fine di chiarire e spiegare le azioni da attuare, le metodiche e le tempistiche necessarie e gli obiettivi generali e specifici; ciò ha rappresentato un'utile iniziativa per avere omogeneità di azioni e risultati confrontabili. Il coordinamento tecnico è risultato fondamentale per il perseguimento degli obiettivi, in un progetto composto da numerosi partner pubblici e privati: senza di questo ben difficilmente si sarebbero potuti perseguire ed attuare i diversi obiettivi prefissi.

Inoltre, singolarmente, il coordinatore ha incontrato - o contattato telefonicamente - i diversi partner per conoscere eventuali problematiche non previste e nel caso proporre e concordare le azioni correttive da attuare; tale azione è proseguita per tutto lo svolgimento del progetto, garantendo coerenza e sincronia tra le diverse azioni.

Una seconda riunione collegiale è stata attuata a metà progetto per valutare congiuntamente i risultati perseguiti, le difficoltà incontrate e definire le relative azioni correttive.

3. Risultati ottenuti e discussioni

In linea con quanto previsto in sede di proposta progettuale, l'obiettivo finale del lavoro è costituito dalla implementazione di un modello di analisi finalizzato a valutare a 360 gradi gli aspetti relativi alla sostenibilità della zootecnia da carne e da latte umbra. In questo senso, l'elaborazione di tale metodologia, non si è limitata alla sola considerazione dell'aspetto ambientale, cui viene posta regolarmente la maggior enfasi negli studi realizzati nell'ambito in esame, ma ha coinvolto, alla stessa stregua di importanza, anche le altre due componenti fondamentali dal punto di vista della sostenibilità in tale campo.

Da una parte, infatti, la stima delle emissioni di gas climalteranti causati dall'attività zootecnica è stata messa in relazione agli aspetti economici, espressi in termini di livelli di redditività, con la duplice finalità di fornire sia indicazioni utili sotto il profilo della riduzione delle emissioni, in linea con le sfide delineate all'interno della programmazione comunitaria 2014-2020, ma parallelamente quantificare anche le possibili ripercussioni in termini di costi, assicurando così anche la sostenibilità economica dei possibili interventi da attuare.

Il secondo aspetto esaminato, in termini di interdipendenza rispetto alle tematiche ambientali ed economiche ha ad oggetto il benessere animale, contribuendo a suffragare la validità del modello proposto, includendo un ulteriore chiave di lettura sotto il profilo delle tematiche sociali, ad oggi fortemente sentite e presenti nel dibattito pubblico. Tale approccio di tipo olistico, pur di difficile interpretazione ed implementazione, resta l'unico in grado di valutare congiuntamente le azioni e le interconnessioni, prevedendone i risultati su ogni piano.

Va da se, che tale impostazione ha risvolti estremamente utili per l'attuazione di qualsiasi azione politica, valutandone le performance in chiave complessiva.

Tutti e tre gli aspetti appena menzionati sono quindi confluiti nel modello, precedentemente, che fornisce dunque uno strumento operativo integrato in grado di quantificare gli effetti delle reciproche variazioni dei tre aspetti esaminati rispetto a possibili azioni migliorative, implementabili a livello aziendale, nella direzione della mitigazione degli impatti ambientali e dell'aumento del benessere animale e massimizzazione del reddito percepibile.

In tal senso lo strumento messo a punto presenta notevoli potenzialità sia dal punto di vista imprenditoriale per valutazioni in ordine alla convenienza di possibili interventi di efficientamento delle performance nelle tre dimensioni considerate, sia a supporto delle decisioni dei policy maker in ottica di identificazione e definizione di possibili misure di intervento nei futuri strumenti di programmazione politica a livello regionale.

Più specificatamente, il raggiungimento dell'obiettivo finale appena illustrato, in linea con i risultati attesi contenuti nel progetto approvato, ha reso necessario lo svolgimento di tutte le azioni descritte nel capitolo 2 che hanno dato luogo, oltre che ai rispettivi risultati intermedi per singolo ambito riportati nel paragrafo 2 dedicato all'illustrazione dell'attività 6, ai seguenti risultati finali:

- determinazione dei flussi di energia utilizzati e valori economici;
- realizzazione di un tool integrato "BovinePrint2020" per l'elaborazione degli indicatori di sintesi ambientali, economici e del benessere animale;
- misurazione degli effetti ambientali ed economici generati dall'uso alternativo dei sottoprodotti;
- definizione dell'impronta carbonica dell'azienda (secondo le metodologie ACCT ed LCA), delle produzioni e delle singole operazioni quantificandola secondo gli standard internazionali;
- definizione di linee guida a livello di misure, azioni atte a diminuire le emissioni di GHG ed il relativo peso economico, nonché sulle influenze nel benessere animale;
- rapporti di audit aziendali, per evidenziare le "caratteristiche ambientali ed economiche" delle aziende, dei singoli prodotti e delle singole azioni produttive;
- definizione di un piano di comunicazione dei risultati conseguiti nella filiera allevatore-consumatore e diffusione dei risultati ottenuti, tramite workshop e seminari a carattere divulgativo.

3.1 DSA3 - Determinazione degli indicatori ambientali e valori economici

All'interno di tale paragrafo, articolato nelle due seguenti sottosezioni, si procederà alla presentazione dei risultati finali a cui si è pervenuti, prima dal punto vista ambientale, in termini di flussi energetici e, poi sotto il profilo economico, mediante i bilanci parziali relativi alla carne e al latte. I due aspetti, congiuntamente a quelli relativi al benessere animale, saranno riassunti e analizzati, in ottica complessiva, nel paragrafo 3.5 del presente capitolo, destinato all'illustrazione dei risultati finali derivanti dall'applicazione, alle otto aziende partner, del modello concettuale presentato che costituisce l'elemento di maggior innovazione che caratterizza il progetto realizzato.

3.1.1 Indicatori ambientali per unità di prodotto ACCT

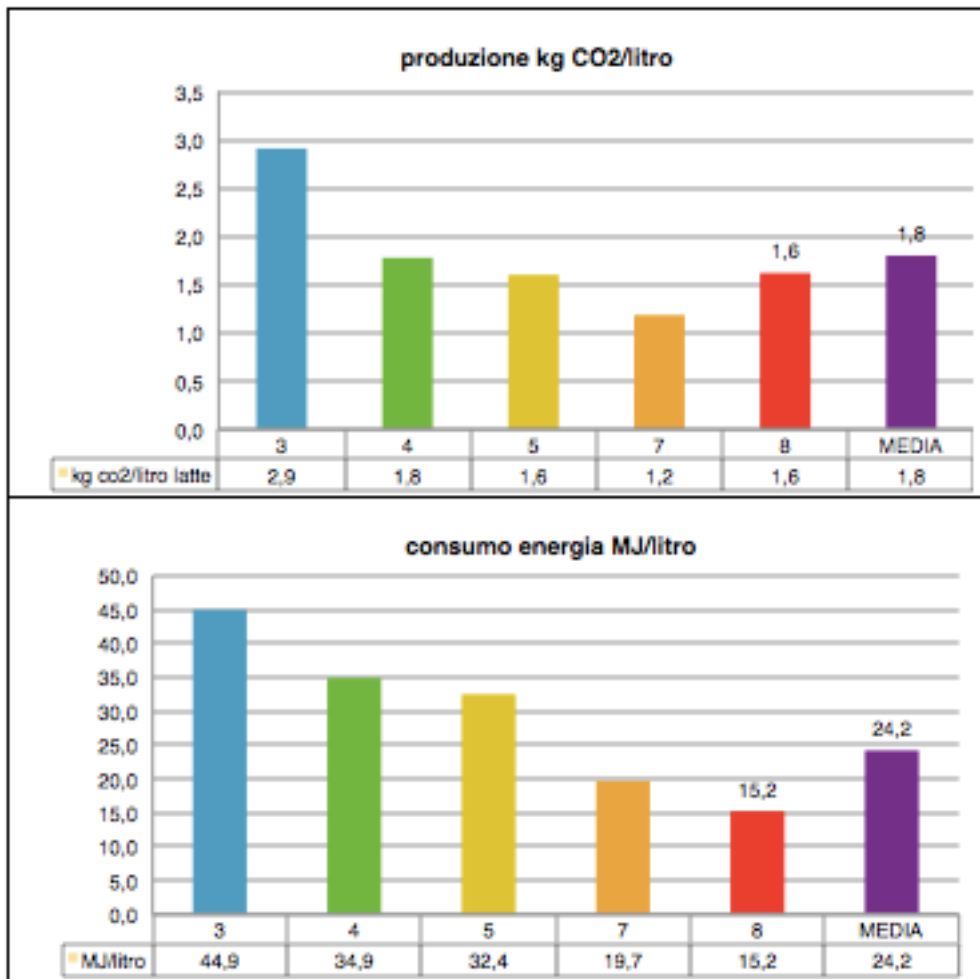
Sono riportati di seguito i grafici riguardanti gli indicatori ambientali relativi all'unità di prodotto principale (kg co2 per litro di latte o kg di carne pv).

Essi comprendono le emissioni di CO2 relative di tutte le attività che sono state svolte per la loro produzione, attività che hanno consumato energia o altro tipo di materiali (a contenuto energetico indiretto); inoltre è compresa, desumendone il valore dai DB internazionali ed ufficiali, la CO2 di tutti i mezzi meccanici e beni strumentali, edifici compresi, che sono stati utilizzati nei diversi processi, concorrendo alla produzione principale.

Analogamente ci si è comportati nei confronti di tutte le operazioni di stalla attuate, contabilizzandone i relativi consumi di materiali, mezzi ed energia, relative anche alle colture destinate all'allevamento, mentre è stato escluso l'impatto derivante dalle produzioni destinate alla vendita.

Per quanto riguarda i risultati ottenuti dalle aziende produttrici di latte, si delineano dei valori distribuiti omogeneamente intorno al valore di 1,5 kg co2/l., escludendo invece l'azienda n. 3che ha una produzione ponderale quasi doppia: 2,9 kg co2/l,

Figura 3.1.1.1 - Produzione di CO2/litro consumo di energia MJ/litro di latte.



Coerentemente con questa tabella si rileva la stessa distribuzione anche per quanto concerne i consumi di energia. L'unica differenza è data dai consumi dell'azienda n.8 la quale risulta avere, in questo caso, il valore più basso. Nei confronti del valore medio ponderato, l'azienda risulta essere il 12% al di sotto del valore medio di emissioni CO2 per litro, mentre per quanto riguarda l'energia risulta invece minore del 37% con un valore minimo di 15,2 MJ/litro.

È interessante rilevare come l'azienda n.8, sia la più virtuosa dal punto di vista dell'efficienza nei consumi energetici, ed anche una tra le poche aziende che riescono ad avere un indicatore di redditività positivo (Tabella 3.1.2.1) pari a 0,10 €/l.

Relativamente alle 3 aziende con allevamenti finalizzati alla produzione di carne si rilevano valori compresi 40-60 kg CO2/kg. La media ponderata è di 43,9 kg CO2/kg; essendo più vicina al valore minimo sta ad indicare che l'azienda n.6, avente il valore dell'indicatore ambientale più basso, a 39,3 kg CO2 per chilogrammo di carne prodotta, è anche l'azienda con la produzione più alta.

Questa caratteristica si può riscontrare nella tabella successiva dove la stessa azienda risulta avere il valore minimo (580 MJ/kg) anche per quanto riguarda i consumi energetici relativi al chilogrammo di carne prodotta in quanto oltre ad avere la produzione assoluta in peso più alta ha anche la resa migliore (3 q/UBA)

Figura 3.1.1.2 - Produzione di CO2/kg e consumo di energia MJ/kg di carne.

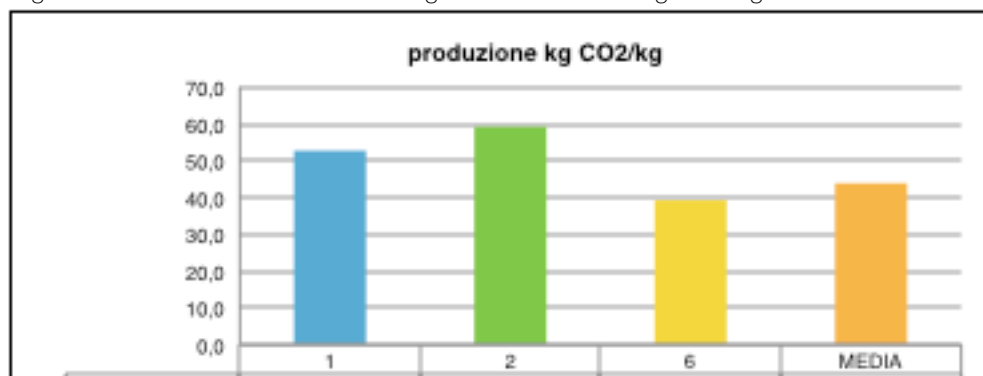


Tabella 3.2.3 - Costi per UBA generati dalla riduzione delle emissioni per tonnellata di CO2 eq. e dall'aumento del 10% di benessere animale.

	consumo energia MJ/kg carne	
	Costo riduzione emissioni CO2 (€/t CO2 eq.)/UBA	Costo aumento benessere animale (€/ΔB[+10%])/UBA
AZIENDA 1	0.05	4.65
AZIENDA 2	0.99	7.93
AZIENDA 3	0.08	11.91
AZIENDA 4	0.35	14.52
AZIENDA 5	0.06	8.29
AZIENDA 6	2.64	59.74
AZIENDA 7	0.15	27.02
AZIENDA 8	0.79	20.16

3.1.2 Determinazione valori economici

In linea con le finalità progettuali sono riportati, di seguito, i bilanci parziali relativi ai prodotti zootecnici "latte" e "carne", rispettivamente per le cinque e le tre aziende specializzate in tali processi produttivi, con i rispettivi valori di benchmark derivanti dalla media ponderata dei singoli valori aziendali.

La struttura del bilancio prevede l'articolazione in due sezioni di ricavo e costo, per le quali vengono dettagliate le relative voci. In particolare, relativamente al prodotto "latte", fra le voci di ricavo considerate, oltre a quella rappresentata dai proventi delle vendite di latte, compare la voce rappresentata dall'Utile Lordo di Stalla, allo scopo di considerare contemporaneamente anche gli importi dovuti alla commercializzazione dei sottoprodotti, costituiti nel caso in esame essenzialmente dalla carne, e la variazione annuale di inventario di stalla. In relazione ai costi si è considerato ogni voce di costo fisso e variabili legata al processo produttivo del latte. In particolare, i valori mostrati in tabella 3.1.2.1, aggregati ed espressi in euro, evidenziano una scarsa efficienza economica del processo produttivo esaminato in ben tre casi su cinque, come mostrano i dati relativi al reddito d'esercizio che risulta fortemente negativo nel caso del partner 3 e del partner 7 e, più moderatamente, nel caso del partner 5. In tutti a casi appena elencati si registra dunque una situazione di evidente squilibrio fra costi e ricavi, che non risultano in grado di remunerare adeguatamente l'apporto dei diversi fattori della produzione. Una gestione più efficiente si realizza, in questo senso, nelle aziende partner 4 e 8, dove il bilancio restituisce un risultato positivo seppur in misura e per ragioni molto differenti. Se la misura risulta fortemente legata all'aspetto dimensionale in termini di fatturato delle due aziende, le motivazioni alla base di tali risultanze sono da ricondurre, nel caso del partner 4, al maggior prezzo di vendita realizzato sul mercato grazie alla denominazione biologica, nel caso del partner 8 ad un maggior livello di competitività sotto il profilo dei costi di produzione.

Da questo punto di vista la tabella 3.1.2.2, in cui sono evidenziati i valori unitari di costo e ricavo riferiti al litro di latte, mette in luce l'elevato grado di variabilità che caratterizza le diverse combinazioni produttive adottate dalle aziende partner in relazione ai costi unitari. A fronte infatti di valori di ricavo quasi equivalenti fra i partner, se si fa eccezione del partner 4 per le ragioni sopra menzionate, i costi presentano un range di variazione estremamente ampio, pari a 0,20 euro/lit e compreso fra gli estremi di 0,36 euro/lit e 0,56 litro/lit, in senso di efficienza crescente. A tale proposito, la voce di costo che concorre in misura maggiore a dar luogo a tali risultati, in accordo con quanto contenuto nella tabella 3.1.2.2, è costituita dall'alimentazione zootecnica, sia di origine aziendale che extra, che complessivamente considerata rappresenta il 55% del costo totale. In tal senso, possibili strategie di efficientamento dal punto di vista di costi dovrebbero puntare ad una sostituzione dei prodotti acquistati esternamente con foraggi ed integrazioni aziendali, disponibili a minor costo. A seguire, in termini di peso percentuale, la seconda voce per importanza risulta essere la manodopera che, con riferimento ai valori di benchmark, assorbe mediamente il 18% delle spese, pur con cospicue differenze interaziendali. Meno incisive le altre voci, che si attestano mediamente sull'11% in relazione alle spese generali e rispettivamente del 9% e 7% in riferimento alle spese per la meccanizzazione e ai mezzi tecnici.

Ancor più critico risulta il quadro appena tracciato, già caratterizzato da notevoli criticità, se si considera l'andamento della gestione economica in corso nell'anno 2015 mostrato nelle tabelle 6.22 e 6.23. Il consistente abbassamento del prezzo mondiale del latte avvenuto in seguito all'abolizione del regime delle quote, ha determinato un'ulteriore peggioramento delle performances economiche conseguite dalle aziende in termini di utile d'esercizio, i cui valori hanno riflettuto l'evidente decremento dal punto di vista dei ricavi, a fronte di una sostanziale invarianza sotto il profilo di costi di produzione. In termini di media ponderata, tale situazione si traduce in livelli di redditività sostanzialmente neutri, che esprimono inequivocabilmente la misura della rilevante crisi attraversata dal settore. Sostanzialmente invariata rispetto all'annata precedente la struttura dei costi, che ricalca evidentemente quella già discussa per l'anno 2014.

	P3	P4	P5	P7	P8	Benchmark
UBA	266,20	60,01	117,20	287,70	552,20	256,66
Resa (lt latte anno/UBA)	35,04	29,48	36,40	33,68	38,77	36,21
Produzione (lt/anno)	932.866,63	176.886,67	426.598,66	969.028,57	2.141.054,1	1.421.874,0
Ricavi aziendali stalla						
Ricavi da vendite	373.146,65	84.905,60	168.506,47	381.409,65	822.192,63	552.026,52
Utile Lordo Stalla	35.280,00	15.910,00	24.780,00	24.700,00	92.996,00	57.967,33
Totale ricavi (A)	408.426,65	100.815,60	193.286,47	406.109,65	915.188,63	609.993,84
Costo alimentazione						
mangimi ed integratori	159.882,02	19.061,83	94.118,39	263.538,09	343.282,88	254.611,21

foraggi aziendali	76.207,92	4.976,26	32.546,01	23.531,35	122.039,64	79.620,66
totale alimentazione	236089,94	24.038,09	126.664,41	287069,44	465.322,53	334.231,87
Altri mezzi tecnici	29.767,33	12.500,02	3.383,33	38.796,90	55.034,61	40.213,79
Lavoro	95.210,03	29.380,95	65.278,80	63.385,71	99.357,88	85.230,16
Macchine ed impianti	21.878,13	7.263,05	19.703,28	65.806,15	57.234,59	46.575,47
Spese generali stalla	66.736,00	7.541,11	20.819,02	33.274,48	97.613,60	67.516,50
Totale costi (B)	449.681,43	80.723,22	235.848,83	488.332,69	774563,20	573.767,79
Utile d'esercizio (A-B)	-41.254,78	20.092,38	-42.562,37	-82.223,04	140.625,42	36.226,05

	P3	P4	P5	P7	P8	Benchmark
Ricavi stalla €/l latte	0,40	0,48	0,40	0,39	0,38	0,39
Altri ricavi	0,04	0,09	0,06	0,03	0,04	0,05
Ricavi totali	0,44	0,57	0,45	0,42	0,43	0,44
Mangimi ed integratori	0,17	0,11	0,22	0,27	0,16	0,19
Foraggi aziendali	0,08	0,03	0,08	0,02	0,06	0,06
Altri mezzi tecnici	0,03	0,07	0,01	0,04	0,03	0,03
Manodopera	0,10	0,17	0,15	0,07	0,05	0,08
Spese meccanizzazione	0,02	0,04	0,05	0,07	0,03	0,04
Spese generali stalla	0,07	0,04	0,05	0,03	0,05	0,05
Costo totale	0,48	0,46	0,55	0,50	0,36	0,44
Utile d'esercizio	-0,04	0,11	-0,10	-0,08	0,07	0,00

Analogamente a quanto mostrato in merito al processo produttivo inerente il latte, si procederà di seguito ad illustrare **i bilanci parziali relativi al prodotto "carne"**, realizzato dai partner 1, 2 e 6. Sulla base di quanto contenuto in tabella 3.1.2.2, le voci di ricavo considerate in questo caso sono sia rappresentate dai proventi delle vendite di carne, sia dalla variazione dell'inventario di stalla intervenuta dall'inizio alla fine dell'anno 2014, così da contabilizzare fra i ricavi anche gli incrementi carnei prodotti in stalla durante l'anno, cui tuttavia non è corrisposta una valorizzazione in termini monetari desumibile dalle fatture emesse.

	Anno 2014		
	P1	P2	P6
UBA	161,00	196,60	459,20
Resa kg carne p.m.f./UBA	184,00	108,02	279,87
Resa alla macellazione	0,62	0,62	0,62
Produzione carne (q p.m.f.)	29.624,00	21.237,29	128.515,22
Ricavi aziendali stalla			
Ricavi da vendite	150.034,00	132.353,58	1.219.778,00
Variazione Inventario	27.710,00	-13.000,00	14.200,00
Totale ricavi (A)	177.744,00	119.353,58	1.205.578,00

Tabella 3.1.2.1 - Bilancio parziale - prodotto "carne" (valori aggregati annuali)			
Costi aziendali			
mangimi ed integratori	37.834,08	53.245,88	110.707,57
foraggi aziendali	85.398,40	34.863,34	399.972,11
totale alimentazione	123.232,48	88.109,22	510.679,67
Presidi sanitari e varie	25.568,18	6.685,21	340.889,87
Lavoro	37.944,17	39.947,86	121.145,35
Macchine ed impianti	36.724,17	28.626,88	74.364,08
Spese generali stalla	6.340,63	10.793,08	50.765,67
Totale costi (B)	229.809,62	174.162,25	1.097.844,65
Utile d'esercizio (A-B)	-52.065,62	-54.808,67	107.733,35

Tabella 3.1.2.2 - Bilancio parziale - prodotto "carne" (valori unitari)	Anno 2014			
	Azienda 1	Azienda 2	Azienda 6	Benchmark
Ricavi da vendite	5,06	6,23	9,38	8,29
Variazione Inventario	0,94	-0,61	0,11	0,16
Ricavi totali	6,00	5,62	9,49	8,46
Mangimi ed integratori	1,28	2,51	0,86	1,12
Foraggi aziendali	2,88	1,64	3,11	2,90
Altri mezzi tecnici	0,86	0,31	2,65	2,08
Manodopera	1,28	1,88	0,94	1,11
Spese meccanizzazione	1,24	1,35	0,58	0,78
Spese generali stalla	0,21	0,51	0,40	0,38
Costo totale	7,76	8,20	8,54	8,37
Utile d'esercizio	-1,76	-2,58	0,95	0,08

Tabella 3.1.2.3 - Struttura dei costi - prodotto "carne" (valori %)				
	Anno 2014			
	Azienda 1	Azienda 2	Azienda 6	Benchmark
Alimentazione				
mangimi ed integratori	16,5%	30,6%	10,1%	13,2%
foraggi aziendali	37,2%	20,0%	36,4%	35,7%
Altri mezzi tecnici	11,1%	3,8%	31,1%	24,5%
Manodopera	16,5%	22,9%	11,0%	13,0%
Spese meccanizzazione	16,0%	16,4%	6,8%	9,2%
Spese generali stalla	2,8%	6,2%	4,6%	4,5%
TOTALE	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Tabella 3.1.2.4 - Bilancio parziale - prodotto "carne" (valori aggregati annuali)			
	Anno 2015		
	P1	P2	P6
UBA	176,10	170,40	470,20
resa kg/UBA	121,00	72,02	184,30

Tabella 3.1.2.4 - Bilancio parziale - prodotto "carne" (valori aggregati annuali)			
resa alla macellazione	0,62	0,62	0,62
Produzione carne (q p.m.f.)	21.394,14	12.271,40	86.658,19
Ricavi aziendali stalla			
Ricavi da vendite	67.614,85	68.965,24	822.386,22
Variazione Inventario	60.750,00	-1.858,00	36.584,00
Totale ricavi (A)	128.364,85	67.107,24	858.970,22
Costi aziendali			
costo alimentazione			
mangimi ed integratori	27.588,33	30.766,69	75.573,02
foraggi aziendali	62.271,88	20.144,84	273.035,55
totale alimentazione	107.298,56	50.911,53	348.608,57
Presidi sanitari e varie	17.045,45	4.456,80	227.259,92
Lavoro	25.296,11	26.631,91	80.763,57
Macchine ed impianti	24.482,78	19.084,59	49.576,05
Spese generali stalla	4.227,08	7.195,39	33.843,78
Totale costi (B)	178.349,99	108.280,22	740.051,89
Utile d'esercizio (A-B)	-49.985,14	-41.172,98	118.918,34

Tabella 3.1.2.5 - Bilancio parziale - prodotto "carne" (valori unitari)				
	Anno 2015			
	Azienda 1	Azienda 2	Azienda 6	Benchmark
Ricavi da vendite	3,16	5,77	9,07	7,68
Variazione Inventario	2,84	-0,15	0,42	0,79
Ricavi totali	6,00	5,62	9,49	8,47
Mangimi ed integratori	1,29	2,51	0,87	1,13
Foraggi aziendali	2,91	1,64	3,15	3,07
Altri mezzi tecnici	0,80	0,36	2,62	2,05
Manodopera	1,18	2,17	0,93	1,12
Spese meccanizzazione	1,14	1,56	0,57	0,78
Spese generali stalla	0,20	0,59	0,39	0,38
Costo totale	7,52	8,82	8,54	8,54
Utile d'esercizio	-1,52	-3,20	0,95	-0,07

In relazione ai costi si è considerato ogni voce di costo fisso e variabili legata al processo produttivo del latte. In particolare, i valori, aggregati ed espressi in euro riferiti all'annualità 2014, evidenziano una scarsa efficienza economica del processo produttivo sia nel caso del partner 1 che nel caso del partner 2, che si sostanzia in valori del reddito d'esercizio sensibilmente negativi. Per entrambi i casi appena elencati si registra dunque una situazione di evidente squilibrio fra costi e ricavi, che non risultano in grado di remunerare adeguatamente l'apporto dei diversi fattori della produzione. Una gestione più efficiente si realizza, in questo senso, nell'azienda 6, dove il bilancio

restituisce invece un risultato positivo per diverse ragioni. Se infatti i costi di produzione risultano in quest'ultimo caso addirittura più elevati che negli altri due, le motivazioni che più concorrono a determinarne il successo in termini livelli di redditività, sono di natura sia tecnica che economica. Quanto alla prima tipologia, nel caso del partner 6, le rese realizzate in termini di carne prodotta per UBA risultano di gran lunga superiori rispetto agli altri due casi, a testimonianza di una gestione di stalla più efficiente e volta ad ottimizzare ogni fattore in grado di incidere sul livello di produttività dell'allevamento. In merito alla ragione di natura prettamente economica, il maggior livello di integrazione verticale ottenuto dall'azienda 6, grazie alla forma della vendita diretta, rispetto agli altri concorrenti consente a quest'ultima di praticare un prezzo di vendita della carne significativamente superiore rispetto agli altri casi.

La tabella Tabella 3.1.2.3, in cui sono evidenziati i valori unitari di costo e ricavo riferiti al kg di carne prodotta in termini di peso morto freddo, mette in luce quanto appena messo in evidenza in termini aggregati, evidenziando l'elevato grado di variabilità che caratterizza le diverse combinazioni produttive adottate dalle aziende partner.

In particolare, se dal punto di vista sia dei ricavi che dei costi i partner 1 e 2 mostrano valori simili dal punto di vista unitario, sotto il profilo dell'utile unitario si hanno sensibili differenze, evidentemente dovute alle differenze di resa in termini di kg di carne prodotto per UBA, che si traducono nel partner 1 in una perdita pari a 1,76 Euro/kg, più marcata e pari addirittura a 2,58 Euro/kg per il partner 2.

	Anno 2015			
	Azienda 1	Azienda 2	Azienda 6	Benchmark
Alimentazione				
mangimi ed integratori	15,5%	28,4%	10,2%	13,2%
foraggi aziendali	34,9%	18,6%	36,9%	35,7%
Altri mezzi tecnici	9,6%	4,1%	30,7%	24,5%
Manodopera	14,2%	24,6%	10,9%	13,0%
Spese meccanizzazione	13,7%	17,6%	6,7%	9,2%
Spese generali stalla	2,4%	6,6%	4,6%	4,5%
TOTALE	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Più specificatamente, la voce di costo che concorre in misura maggiore a dar luogo a tali risultati, in accordo con quanto contenuto nella tabella Tabella 3.1.2.4, è costituita dall'alimentazione zootecnica, sia di origine aziendale che esterna, che complessivamente considerata rappresenta il 48,2% del costo totale. In tal senso, possibile strategie di efficientamento dal punto di vista di costi dovrebbero puntare ad una sostituzione dei prodotti acquistati esternamente con foraggi ed integrazioni aziendali, disponibili a minor costo. A seguire, in termini di peso percentuale, a pesare sul costo sono soprattutto i mezzi tecnici, in cui sono inclusi anche tutti i materiali di consumo connessi alla lavorazione della carne, che, con riferimento ai valori di benchmark, assorbono mediamente il 24,5% delle spese, pur con notevoli differenze interaziendali. Meno rilevante, anche rispetto ai costi mostrati in relazione al processo "latte", l'incidenza del costo della manodopera, che si attesta mediamente sul 13% del costo totale, al quale partecipano in misura minoritaria le spese relative all'uso delle macchine e quelle generali, rispettivamente nella misura del 9,2% e 4,5%.

Il trend appena messo in luce per i tre partner trova conferma anche dai dati rilevati per l'annata 2015 e illustrati in tabella 3.1.2.4, 3.1.2.5. Variazioni in senso ulteriormente negativo si registrano in termini di utile d'esercizio per il partner 2, in cui la perdita unitaria si attesta sui 3,20 euro per kg di carne venduta, in conseguenza di ulteriore abbassamento dei livelli di produttività a fronte di una sostanziale invarianza del livello di costo sostenuto. In lieve miglioramento le performances relative all'azienda 2, in cui pur permanendo il segno negativo, si ha una leggera diminuzione della perdita dovuta all'incremento delle rese produttive. Si confermano positivi e stabili i livelli di redditività realizzati dal partner 6. In termini di media ponderata, il dato seppur moderatamente positivo pari a 0,03 Euro di utile d'esercizio per kg di carne prodotta nel 2014, assume segno opposto nell'anno in corso attestandosi sui valori di -0,07 Euro per unità di prodotto.

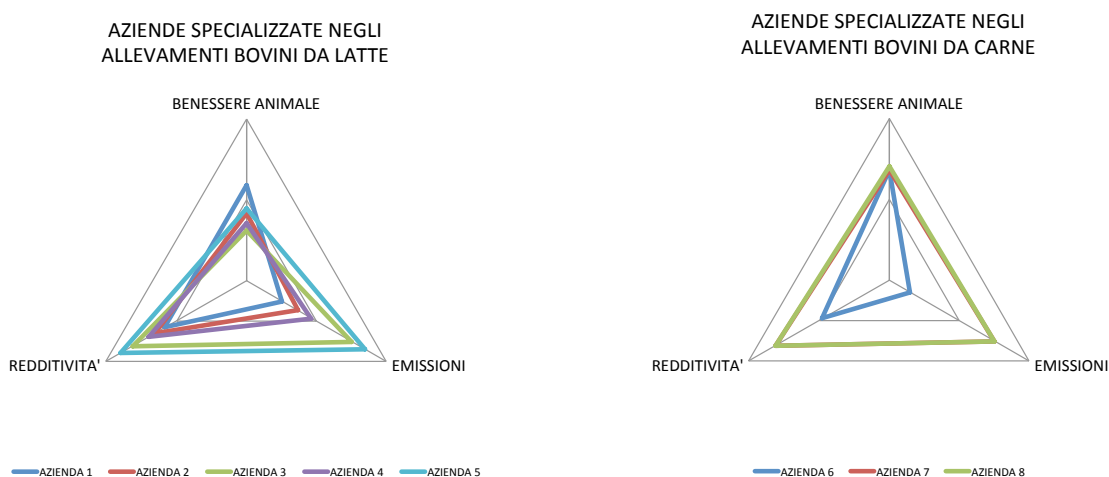
Tendenzialmente invariata appare invece la struttura dei costi in termini percentuali, come è possibile dedurre dalla tabella 3.1.2.6.

3.2. Risultati dell'applicazione del Modello

In tabella 3.2.1 ed in figura 3.2.4 si riporta il valore degli indicatori di sintesi calcolati secondo il criterio descritto nella metodologia. Tali indicatori presentano un range di variazione che va da 0, non sostenibile, a 1, pienamente sostenibile. Per quanto riguarda gli allevamenti di bovini da latte, l'indicatore di sostenibilità aggregata evidenzia valori intermedi per tutte le aziende ad eccezione del caso 3 per il quale si registrano valori al di sopra della media. Ciò è da attribuire prevalentemente agli elevati livelli di sostenibilità economica (elevati margini lordi per unità di prodotto) ed agli elevati livelli di sostenibilità ambientale (bassi livelli di emissioni), mentre, per quanto riguarda il benessere animale si rilevano valori bassi che condizionano negativamente il valore complessivo di sostenibilità aggregata. Comunque, nel complesso sia la tabella 3.2.1 che la figura 3.2.4 evidenziano una relazione negativa tra sostenibilità ambientale e benessere animale e tra benessere animale e redditività.

Tabella 3.2.1 Indicatori di sintesi del livello di benessere animale, del livello di redditività e del livello delle emissioni e livello di sostenibilità aggregata per ogni caso studio del progetto					
AZIENDA	SPECIALIZZAZIONE PRODUTTIVA	INDICE RELATIVO BENESSERE ANIMALE	INDICE RELATIVO EMISSIONI	INDICE RELATIVO REDDITIVITA'	SOSTENIBILITA' AGGREGATA
AZIENDA 1	BOVINI DA LATTE	0.59	0.26	0.58	0.47
AZIENDA 2	BOVINI DA LATTE	0.42	0.37	0.65	0.48
AZIENDA 3	BOVINI DA LATTE	0.31	0.75	0.81	0.61
AZIENDA 4	BOVINI DA LATTE	0.35	0.45	0.70	0.49
AZIENDA 5	BOVINI DA LATTE	0.35	0.40	0.76	0.50
AZIENDA 6	BOVINI DA CARNE	0.68	0.15	0.48	0.42
AZIENDA 7	BOVINI DA CARNE	0.68	0.75	0.81	0.75
AZIENDA 8	BOVINI DA CARNE	0.71	0.75	0.81	0.76

Figura 3.2.1 – Livello di benessere animale, redditività ed emissioni per ogni caso studio del progetto: indici relativi a confronto per ogni caso studio del progetto



In tabella 3.2.2 si evidenziano gli effetti di una variazione di stato dell'allevamento sulla redditività sulle emissioni e sul benessere animale. Per variazione di stato si intende una variazione delle pratiche adottate e/o delle condizioni di allevamento.

In particolare per la fase di campo sono stati considerati gli effetti dell'introduzione del minimum tillage e del no tillage come alternative alle tecniche pre-esistenti per la preparazione del terreno. In letteratura l'introduzione di tali pratiche può risolversi in una riduzione delle rese produttive del 5-10% (Smith, 2001) con delle possibili conseguenze negative sui redditi aziendali. Alcuni casi studio, azienda 5, già praticano le tecniche sopracitate e non subiscono variazioni né sul piano delle emissioni né sul piano dei costi di produzione. Altri casi, azienda 2, subiscono un aumento di costi di produzione al netto delle perdite di resa senza subire variazioni apprezzabili nelle emissioni. Negli altri casi i costi di produzione tendono a ridursi con apprezzabili riduzioni anche sul piano delle emissioni. Quindi, le pratiche di preparazione del terreno sopracitate possono risultare vantaggiose sia sul piano economico che ambientale in alcuni casi e meno vantaggiose in altri, a seconda della tipologia di colture in atto, del relativo valore di mercato e delle pratiche colturali adottate.

Per la fase di stalla sono state considerate variazioni di stato rispetto allo spazio disponibile, alla dieta alimentare e allo stato di pulizia dei locali. Nel primo caso sono stati valutati gli effetti connessi all'aumento di 1m² di spazio disponibile per UBA allevato. Come atteso il benessere animale migliora notevolmente a scapito dei costi di produzione e delle emissioni per unità di UBA allevata che aumentano significativamente. Tra le azioni analizzate questa è l'azione che ha un maggior impatto sul benessere animale, mentre rispetto ai costi di produzione per unità di prodotto si ottengono dei valori molto variabili che dipendono dal tipo di stabulazione adottata e dallo stato delle infrastrutture di ogni singolo caso. A questa azione segue l'aumento di fibre sulla razione del 5%. Diversamente da quanto atteso, la variazione del rapporto tra fibre e concentrati non ha un effetto apprezzabile in termine di emissioni mentre l'effetto è molto variabile sul piano del benessere animale e dei costi relativi. Il peso della variazione della dieta sul benessere animale è in linea con le variazioni di costo ed è relativamente basso date le buone condizioni di benessere associate alla dieta attualmente adottata dagli allevatori. Nella totalità dei casi gli effetti sulle emissioni sono nulli in relazione al fatto che l'energia emessa in seguito al consumo di un unità di foraggio è compensata dall'energia risparmiata dal consumo di un unità in meno di concentrato più le variazioni di energia legati alla fermentazione enterica. Infine rispetto al miglioramento dello stato di pulizia dei locali attraverso un incremento della frequenza delle operazioni di pulizia, non si registra alcuna variazione apprezzabile sotto il profilo delle emissioni, un debole aumento dei costi di produzione ed un incremento del livello di benessere animale superiore all'incremento dei costi.

Tabella 3.2.2 <i>Variation percentuale del grado di benessere animale delle emissioni di Co2, delle emissioni di Energia e dei costi in seguito all'implementazione delle azioni elencate per ogni caso studio del progetto</i> AZIONI	VARIAZIONE BENESSERE ANIMALE (ΔB)	VARIAZIONE EMISSIONI (ΔCO2 eq./ UBA)	VARIAZIONE EMISSIONI energia (ΔGJ/ UBA)	VARIAZIONE COSTI (Δ€ / [kg carne, lt latte])
AZIENDA 1				
Introduzione della pratica del minimum tillage	nd	-0.05	-0.06	-0.01
Introduzione della pratica del no tillage	nd	-0.08	-0.09	0.00
Aumento dello spazio disponibile per UBA di 1 m2	0.32	-0.31	-0.15	0.03
Aumento di fibre sulla razione del 5%	0.20	0.03	0.08	0.06
Incremento frequenza pulizia locali del 10%	0.00	0.00	0.00	0.00
AZIENDA 2				
Introduzione della pratica del minimum tillage	nd	0.00	0.00	0.01
Introduzione della pratica del no tillage	nd	0.00	0.00	0.03
Aumento dello spazio disponibile per UBA di 1 m2	0.26	-0.15	-0.15	0.15
Aumento di fibre sulla razione del 5%	0.00	0.03	0.10	0.00
Incremento frequenza pulizia locali del 10%	0.00	0.00	0.00	0.00
AZIENDA 3				
Introduzione della pratica del minimum tillage	nd	-0.03	-0.06	-0.01
Introduzione della pratica del no tillage	nd	-0.04	-0.08	-0.01
Aumento dello spazio disponibile per UBA di 1 m2	0.17	-0.17	-0.17	0.16
Aumento de 5% percentuale di fibre sulla razione	0.33	-0.07	-0.15	0.08
Incremento frequenza pulizia locali del 10%	0.00	0.00	0.00	0.00
AZIENDA 4				
Introduzione della pratica del minimum tillage	nd	-0.06	-0.08	-0.02
Introduzione della pratica del no tillage	nd	-0.07	-0.09	-0.01
Aumento dello spazio disponibile per UBA di 1 m2	0.53	-0.15	-0.15	0.15
Aumento de 5% percentuale di fibre sulla razione	0.12	0.06	0.16	0.16
Incremento frequenza pulizia locali del 10%	0.00	0.00	0.00	0.00
AZIENDA 5				
Introduzione della pratica del minimum tillage	nd	0.00	0.00	0.00
Introduzione della pratica del no tillage	nd	0.00	0.00	0.00
Aumento dello spazio disponibile per UBA di 1 m2	0.28	-0.15	-0.15	0.15
Aumento de 5% percentuale di fibre sulla razione	0.00	-0.04	-0.05	0.00
Incremento frequenza pulizia locali del 10%	0.00	0.00	0.00	0.00
AZIENDA 6				
Introduzione della pratica del minimum tillage	nd	0.00	0.00	0.01
Introduzione della pratica del no tillage	nd	-0.02	-0.02	0.02
Aumento dello spazio disponibile per UBA di 1 m2	0.25	-0.04	-0.09	0.05
Aumento de 5% percentuale di fibre sulla razione	0.07	0.00	0.03	0.00
Incremento frequenza pulizia locali adibiti all'allevamento del 10%	0.01	0.01	0.01	0.01

Tabella 3.2.2 <i>Variazione percentuale del grado di benessere animale delle emissioni di CO₂, delle emissioni di Energia e dei costi in seguito all'implementazione delle azioni elencate per ogni caso studio del progetto</i>	VARIAZIONE BENESSERE ANIMALE (∂B)	VARIAZIONE EMISSIONI (∂CO_2 eq./ UBA)	VARIAZIONE EMISSIONI energia (∂GJ / UBA)	VARIAZIONE COSTI ($\partial \text{€}$ / [kg carne, lt latte])
AZIONI				
AZIENDA 7				
Introduzione della pratica del minimum tillage	nd	0.00	0.00	0.02
Introduzione della pratica del no tillage	nd	0.00	0.00	0.04
Aumento dello spazio disponibile per UBA di 1 m ²	0.25	-0.02	-0.05	0.03
Aumento de 5% percentuale di fibre sulla razione	0.07	0.01	0.10	0.00
Incremento frequenza pulizia locali adibiti all'allevamento del 10%	0.01	0.01	0.01	0.01
AZIENDA 8				
Introduzione della pratica del minimum tillage	nd	-0.02	-0.05	-0.03
Introduzione della pratica del no tillage	nd	-0.09	-0.16	-0.11
Aumento dello spazio disponibile per UBA di 1 m ²	0.23	-0.03	0.08	0.01
Aumento de 5% percentuale di fibre sulla razione	0.06	0.01	0.06	0.00
Incremento frequenza pulizia locali adibiti all'allevamento del 10%	0.02	0.00	0.01	0.01

In tabella 3.3.3 per ogni caso studio si riporta l'effetto combinato delle misure sopra elencate rispettivamente per ridurre le emissioni di una tonnellata di CO₂ eq. per UBA e per aumentare il livello di benessere animale del 10% per UBA. Fatta eccezione per l'azienda 2, tendenzialmente all'aumentare dei costi per migliorare il livello di benessere animale aumentano i costi per ridurre le emissioni di CO₂. Tale rapporto può essere considerato rappresentativo per forme di allevamento analoghe. Il costo di riduzione delle emissioni tende a diminuire all'aumentare delle dimensioni e del grado di intensivizzazione degli allevamenti. Il costo di aumento del livello di benessere animale dipende dalle condizioni iniziali di benessere in cui si trovano gli animali.

In figura 3.2.1 (riportate nell'omonimo allegato) viene riportato l'andamento della frontiera teorica del margine lordo al ridursi del livello di benessere animale (inverso dell'indice relativo del benessere animale) e all'aumentare delle emissioni di CO₂ in seguito a variazioni delle condizioni di allevamento sopra descritte (dimensione, alimentazione, pulizia) per ogni caso studio del progetto (linee continue nei grafici). Questa frontiera teorica viene confrontata con i livelli attuali del rapporto tra margine lordo, benessere animale ed emissioni (punti nei grafici).

Quindi, nei grafici si evidenzia come variano le condizioni economiche delle aziende al variare del livello di benessere animale e delle emissioni prodotte considerando un numero limitato di azioni possibili. Tali azioni possono condizionare variazioni del livello di benessere animale di circa il 40-50% rispetto al livello ottimale e variazione del 30-50% delle emissioni, a seconda dei casi.

I grafici relativi al rapporto tra margine lordo e benessere animale rispettano gli andamenti teorici evidenziati nella metodologia. Quindi, il margine lordo per unità di prodotto vendibile cresce al ridursi del livello di benessere animale e all'aumentare delle emissioni per UBA. Per alcuni casi, azienda 2 e 4, la pendenza delle curve tende ad essere maggiore rispetto ad altri. All'aumentare della pendenza delle curve definite variazioni del livello di benessere animale o di emissioni si accompagnano a crescenti variazioni di reddito. Quindi, la pendenza della curva riflette il costo marginale che l'azienda deve sostenere per migliorare lo stato relativo di benessere animale o per ridurre l'impatto ambientale. Questo costo varia da caso a caso e dipende dalla tipologia di allevamento e dal grado di intensivizzazione. Un'altra regolarità che si registra per tutti i casi è che l'andamento del margine lordo rispetto all'aumento delle emissioni ha una pendenza maggiore dell'andamento del margine lordo rispetto alla riduzione del livello di benessere animale. Ciò sta ad indicare che per l'insieme di azioni considerate nel presente studio, ad un data variazione relativa del livello di benessere animale si associa una minore variazione relativa delle emissioni. Tale trend trova giustificazione nel tipo di azioni o variazioni di stato considerate nel presente studio. Mentre il dimensionamento, ovvero lo spazio disponibile per UBA, ha un effetto apprezzabile sia sul benessere animale che sulle emissioni, il tipo di dieta adotta ha un effetto indeterminato in termini di emissioni e apprezzabile sul benessere, lo stato di pulizia dei locali ha un effetto apprezzabile sia in termini di emissioni che di benessere ma con effetto opposto.

Prendendo come esempio l'azienda 1, in figura 3.2.2 (a) si evidenzia l'andamento dei redditi marginali al variare della percentuale di riduzione del benessere animale e della percentuale di incremento delle emissioni. Tali andamenti possono essere interpretati come curve di domanda di benessere animale e di emissioni da parte dell'azienda. All'aumentare della pendenza della curva aumenta la rigidità della domanda e si riduce la disponibilità a pagare/accettare del produttore per rinunciare all'emissione di un unità di CO₂ e/o al consumo di un unità di benessere animale. Le parti ombreggiate del grafico e i punti di intersezione delle curve con l'ascissa del grafico indicano che attraverso le misure considerate nel presente lavoro non è possibile condizionare il livello di benessere animale e/o il livello delle emissioni oltre un certo limite. Tale limite per il caso riportato in figura 5 (a) si attesta al 60% per il benessere animale e al 70% per le emissioni. In figura 3.2.2 (b) viene confrontato l'andamento dei redditi marginali al variare della percentuale di riduzione del benessere animale tra il caso 1 e il caso 2. Anche in questo grafico la pendenza delle curve rivela notevoli differenze tra i due casi rispetto all'entità dei costi sostenuti per migliorare di un unità il livello di benessere animale. Questo grafico mostra il perché le aziende possono rispondere diversamente in seguito all'applicazione di incentivi.

3.3 Discussioni e conclusione

Il modello concettuale per la valutazione aggregata della sostenibilità di processo proposto nel presente documento consente di fotografare lo stato attuale delle performances economiche, del livello di benessere animale, dell'entità delle emissioni per allevamenti di bovini da carne e da latte. Contestualmente, il modello proposto identifica lo stato di alcuni fattori critici di processo dai quali dipende parzialmente il punteggio associato ai tre elementi di sostenibilità analizzati nel presente studio. Infine, il modello stima l'impatto associato ad eventuali variazioni di stato di tali fattori sul reddito, sul grado di benessere animale e sul livello delle emissioni.

Questa procedura consente di stimare i costi, mancati redditi, sostenuti dal singolo allevatore per migliorare il grado di benessere e ridurre il livello delle emissioni. **Si tratta di uno strumento che potrebbe fornire informazioni utili agli agricoltori per valutare la fattibilità degli investimenti, alle associazioni di categoria per verificare la possibilità o meno di promuovere nuove linee produttive a marchio di garanzia, al decisore pubblico nella pianificazione di azioni di policy a sostegno del settore** (tabella 3.2.4).

Attualmente, l'applicazione del modello concettuale proposto rivela alcune criticità sia rispetto alle variazioni di stato proposte per migliorare il grado di benessere animale e ridurre il livello delle emissioni, che rispetto alla stima dei costi associati/associabili a tali variazioni.

La ricerca di un modello concettuale per la valutazione della sostenibilità aggregata degli allevamenti zootecnici e la stima dei costi necessari per migliorare il livello attuale di sostenibilità viene avvalorato dalla necessità di guidare l'agricoltura locale ed europea verso sistemi produttivi a basso impatto ambientale e socialmente accettabili. Il modello di valutazione proposto nel presente documento rappresenta, quindi, un criterio di stima per verificare la convenienza o meno ad adottare tecniche produttive più sostenibili e un criterio di stima per la verificare la possibilità o meno di differenziare le produzioni attraverso sistemi di certificazione a tutela degli allevatori che adottano buone pratiche sia sotto il profilo del benessere animale che sotto il profilo delle emissioni.

Indicazioni di policy - Il modello concettuale sviluppato nel presente documento oltre alla redditività, tiene conto di due aspetti fondamentali necessari a valutare la sostenibilità degli allevamenti, le emissioni e il benessere animale.

Rispetto al benessere animale, secondo quanto evidenziato in letteratura (Veissier, 2008) e nella legislazione europea (CE, 2012) non esiste una normativa specifica per allevamenti di bovini da latte e bovini da carne, malgrado i vari problemi segnalati dagli scienziati e dall'Autorità europea per la sicurezza alimentare (EFSA). Di conseguenza, ogni paese membro adotta dei criteri indipendenti per stabilire i limiti di benessere animale ai quali gli imprenditori devono sottostare per poter gestire i propri allevamenti. Alcuni paesi europei, come la Danimarca e la Germania, adottano dei criteri di benessere animale più stringenti rispetto ad altri paesi, certificando le proprie produzioni con la conseguenza di fidelizzare i consumatori. Esistono anche marchi di garanzia privati che consentono di differenziare il prodotto, creando nuove opportunità di mercato per gli allevatori.

Rispetto alle emissioni si evidenzia che l'agricoltura nel suo complesso rappresenta la quarta fonte di emissioni di gas serra ed è responsabile del 10% delle emissioni complessivamente generate nei paesi dell'Unione Europea (EEA, 2013). Circa il 40% di queste emissioni sembra essere riconducibile agli allevamenti bovini (FAO, 2010). Sembra, inoltre, che le emissioni associabili al settore agricolo tendano ad aumentare nel prossimo futuro (Smith et al., 2007). Ciò porta a considerare la possibilità di ridurre le emissioni incentivando l'implementazione di criteri di certificazione che consentano di valorizzare il prodotto degli allevatori che adottano sistemi di produzione più sostenibili sotto il profilo ambientale.

Analisi dei punti di forza, punti di debolezza, minacce e opportunità associati allo strumento di valutazione proposto nel presente studio

PUNTI DI FORZA	PUNTI DI DEBOLEZZA
<ul style="list-style-type: none"> - Razionalizzazione delle informazioni necessarie per le valutazioni di impatto degli allevamenti di bovini da carne e da latte - Razionalizzazione delle informazioni necessarie ad identificare le cause associabili a dati livelli di impatto - Stima dei costi, mancati redditi, associati ad una riduzione dei livelli di impatto 	<ul style="list-style-type: none"> - Non tutte le informazioni necessarie per far girare il modello sono facilmente disponibili e di buona qualità - La stima di alcuni costi associati alle variazioni di stato proposte si basa su assunzioni e andrebbe verificata - Le variazioni di stato proposte sono limitate
MINACCE	OPPORTUNITA'
<ul style="list-style-type: none"> - Mancanza di trasparenza, ovvero, difficoltà a garantire la tracciabilità delle informazioni raccolte - I costi sostenuti per reperire le informazioni richieste possono risultare elevati 	<ul style="list-style-type: none"> - Offrire un modello di valutazione che consenta di analizzare gli effetti delle scelte strategiche degli allevatori - Offrire un criterio per definire e per valutare la fattibilità di nuovi sistemi di certificazione di processo - Offrire un criterio per stimare e certificare le azioni in grado di garantire il sequestro del carbonio - Offrire un criterio per valutare l'efficacia delle azioni di policy

Alla certificazione si affiancano criteri di incentivazione più tradizionali quali: l'erogazione di un premio di buona pratica per tutte le aziende che rispettano determinati criteri di benessere animale/livello di emissioni; l'imposizione di una tassa per chi non rispetta tali criteri. In figura 6 si riportano gli effetti di diversi strumenti di policy sui redditi e sul benessere animale. Come caso di riferimento si considera l'azienda 1. In particolare la figura evidenzia gli effetti sul reddito e sul benessere animale: a) di una tassa inversamente proporzionale al benessere animale; b) di un limite di legge/disciplinare; c) di una differenziazione di mercato che premia chi adotta modelli produttivi in grado di garantire definiti livelli di benessere animale; d) di un contributo destinato ai produttori che adottano definiti disciplinari di produzione.

Tra queste l'azione più semplice e meno costosa per l'autorità pubblica è la (a) perché in questo modo si costringono i produttori a dimostrare l'applicazione di pratiche sostenibili in termini di benessere/emissioni. Si tratta comunque dell'azione più costosa per gli allevatori. Il caso opposto è rappresentato dall'azione (d): molto onerosa per l'autorità pubblica, vantaggiosa per i produttori. La condizione ideale è invece rappresentata dall'azione (c) dove il mercato è in grado di compensare al limite i costi sostenuti per rispettare i disciplinari di buona pratica.

Bibliografia suddivisa per partner

Bibliografia Dica

ANPA (Agenzia nazionale per la protezione dell'Ambiente) 2001. Metodi di analisi del compost. Manuali e linee guida 3.

IRSA-CNR, 1985. Metodi Analitici per i fanghi, Quaderno 64. Linee guida per il campionamento e per le analisi dei fanghi di depurazione.

Violante P. 2000. "Metodi di analisi chimica del suolo". Ministero delle Politiche Agricole e Forestali – Osservatorio Nazionale Pedologico per la Qualità del suolo. Ed. Franco Angeli.

Bibliografia IZSUM

Christer Bergsten. "Animal welfare and comfort of dairy cattle. The treatment of lameness on farms." Acts 15th International SIVAR Congress 8-10 May 2013; page. 12-

Bertocchi L., Fusi F. (2014). "Guidelines for the assessment of welfare and biosecurity in dairy cattle in loose housing systems". Brescia, Italy: Istituto Zooprofilattico Sperimentale della Lombardia e dell'Emilia Romagna "Bruno Ubertini".

Brambell F.W.R. (1965). Report of the Technical Committee to Enquire into the Welfare of Animals kept under Intensive Livestock Husbandry Systems, Command Report 2836, HMSO, London.

Broom, D. M. 1986a. Indicators of poor welfare. Br. Vet. J. 142(6):524-526.

Hughes B.O. (1976). Behaviour as an index of welfare. Proc. V. Europ. Poultry Conference Malta, pp. 1005-1018.

Benessere animale: analisi normativa e degli strumenti in atto in Europa. Documento prodotto nell'ambito della Rete Rurale Nazionale 2007-2013. MIPAAF.

Trattato sul funzionamento dell'Unione Europea (consolidated version C115/47) of 9/5/2008. Articolo 13)

Draft regulation under discussion in Strasbourg to define a bovine welfare regulation "Standing committee of the European convention for the protection of animal kept for farming purposes" – draft revised recommendations concerning cattle revised version 8 from 22 – 24 September 2009;

European Economic and Social Committee 463a Plenary Assembly of 26 and 27 May 2010 "Opinion of the European Economic and Social on the «Report from the Commission to the Council, the European Parliament, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions on the options for animal welfare labelling and the establishment of a network of reference centres for the protection and welfare of animals" COM(2009) 584 final (2011/C 21/08).

EFSA Panel on Animal Health and Welfare (AHAW); Guidance on risk assessment for animal welfare. EFSA Journal 2012; 10(1):2513.

Farm Animal Welfare Council (FAWC). Five Freedoms. <http://www.fawc.org.uk/freedoms.htm>

Welfare Quality® (2009). Welfare Quality® assessment protocol for cattle. Welfare Quality® Consortium, Lelystad, Netherlands.

Scientific Report of EFSA prepared by the Animal Health and Animal Welfare Unit on the effects of farming systems on dairy cow welfare and disease. Annex to the EFSA Journal (2009) 1143, 1-38;

Scientific Opinion of the Panel on Animal Health and Welfare on a request from the Commission on the risk assessment of the impact of housing, nutrition and feeding, management and genetic selection on leg and locomotion problems in dairy cows. The EFSA Journal (2009) 1142, 1-57;

Scientific Opinion of the Panel on Animal Health and Welfare on a request from the Commission on the risk assessment of the impact of housing, nutrition and feeding, management and genetic selection on udder problems in dairy cows. The EFSA Journal (2009) 1141, 1-60;

Scientific Opinion of the Panel on Animal Health and Welfare on a request from the Commission on the risk assessment of the impact of housing, nutrition and feeding, management and genetic selection on metabolic and reproductive problems in dairy cows. The EFSA Journal (2009) 1140, 1-75;

Scientific Opinion of the Panel on Animal Health and Welfare on a request from the Commission on the risk assessment of the impact of housing, nutrition and feeding, management and genetic selection on behaviour, fear and pain problems in dairy cows. The EFSA Journal (2009) 1139, 1-68;

Scientific Opinion of the Panel on Animal Health and Welfare on a request from European Commission on the overall effects of farming systems on dairy cow welfare and disease. The EFSA Journal (2009) 1143, 1-38;

EFSA Panel on Animal Health and Welfare (AHAW) Scientific Opinion on the use of animal-based measures to assess welfare of dairy cows. EFSA Journal EFSA Journal 2012; 10(1):2554.

Body Condition Score - Dr. James Ferguson, University of Pennsylvania

http://cahpwww.vet.upenn.edu/doku.php/dairycattle:bcs_chart

DairyCo Mobility Score (<http://www.dairyco.org.uk/technical-information/animal-health-welfare/lameness/husbandry-prevention/mobility-scoring/>);

Decreto Legislativo 26 marzo 2001, n. 146 - Attuazione della direttiva 98/58/CE relativa alla protezione degli animali negli allevamenti - Gazzetta Ufficiale n. 95 del 24 aprile 2001.

“Decreto Legislativo 7 luglio 2011, n. 126 - Attuazione della direttiva 2008/119/CE che stabilisce le norme minime per la protezione dei vitelli. (11G0166).

Bibliografia Ciriaf

Prof.ssa C. Buratti

[1] UNI ISO/TS 14067:2013: Greenhouse gases — Carbon footprint of products — Requirements and guidelines for quantification and communication;

[2] General Programme Instructions For The International EPD® SYSTEM 2.01, 2013;

[3] PRODUCT CATEGORY RULES ACCORDING TO ISO 14025:2006: Arable crops 2013:05 del 12-06-2013;

[4] PRODUCT CATEGORY RULES ACCORDING TO ISO 14025:2006: Raw Milk 2013:16 del 17-09-2013;

[5] PRODUCT CATEGORY RULES ACCORDING TO ISO 14025:2006: Meat of mammals 2012:11 del 22-01-2015;

[6] IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, 2006;

[7] FAO. Greenhouse Gas Emissions from the Dairy Sector A Life Cycle Assessment. A Report Prepared by Food and Agriculture Organization of the United Nations Animal Production and Health Division. FAO, Rome,2010;

[8] Barrault S, Trannois F, Barrault S. Inventaires des Emissions des fluides frigorigenes FRANCE, Annee 2010. Document 1: Resultats des calculs Inventaires 2010. Agence de l'Environnement et de la Maitrise de l'Energie, France, 2011;

[9] Progetto Caset - Mugello. Caratterizzazione Agro-Ambientale, Socio-Economica e Territoriale del latte del Mugello, Misura 124 del PSR 2007-2013 della Regione Toscana;

- [10] Inea. Emissioni di gas serra degli allevamenti italiani. quali scenari?, Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali, 2010;
- [11] Rööös E, Sundberg C, Tidåker P, Strid I, Hansson P. Can carbon footprint serve as an indicator of the environmental impact of meat production?, *Ecological Indicators*, 2013; 24, 573-581.

Prof. F. Fantozzi

- [1] Caffaz S., Ficara E., Giordano A., *La Digestione Anaerobica: I metodi di misura della biodegradabilità*, Dario Flaccovio Editore, Palermo, Novembre 2008.
- [2] F. Fantozzi, S. Massoli, V. Pistolesi, C. Buratti, Digestione anaerobica in condizioni termofile di FORSU trattata meccanicamente: produzione e caratterizzazione del biogas, 66° Congresso Nazionale ATI – Rende (Cosenza), 5-9 Settembre 2011.
- [3] F. Fantozzi, V. Pistolesi, S. Massoli, A. Pugliese, Digestione anaerobica del siero di latte in reattori batch, 67° Congresso Nazionale ATI – Trieste, 11-14 Settembre 2012.
- [4] E. Elbeshbishy, G. Nakhla, H. Hafez. Biochemical methane potential (BMP) of food waste and primary sludge: Influence of inoculum pre-incubation and inoculum source. *Bioresource Technology* 110 (2012) 18-25. Elsevier.
- [5] Younes Noorollahi, Mehdi Kheirrouz, Hadi Farabi Asl, Hossein Yousefi, Ahmad Hajinezhad. Biogas production potential from livestock manure in Iran. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 50 (2015) 748–754.
- [6] Lallai, A., Mura, G., Omnis, N., 2002. The effects of certain antibiotics on biogas production in the anaerobic digestion of pig waste slurry. *Bioresource Technology* 82, 205-208.
- [7] Alvarez, J.A., Otero, L., Lema, J.M., Omil, F., 2010. The effect and fate of antibiotics during the anaerobic digestion of pig manure. *Bioresource Technology* 101, 8581-8586.
- [8] Masse D.I., Saady N.M.C., Gilbert Y., 2014. Potential of biological processes to eliminate antibiotics in livestock manure: an overview. *Animals* 4, 146-163.
- [9] Cigdem Yangin-Gomec, Izzet Ozturk, 2013. Effect of maize silage addition on biomethane recovery from mesophilic co-digestion of chicken and cattle manure to suppress ammonia inhibition. *Energy Conversion and Management*. 71, 92–100.
- [10] S.Xie, P.G. Lawlor, J.P. Frost, Z. Hu, X.Zhan, 2011. Effect of pig manure to grass silage ratio on methane production in batch anaerobic co-digestion of concentrated pig manure and grass silage. *Bioresource echnology*. 102, 5728–5733.
- [11] L'Informatore Agrario, Più biogas integrando I reflui zootecnici con silomais, 5/2012.
- [12] Alessandro Ragazzoni, *Biogas: come ottenere nuovo reddito per l'agricoltura*, Edizioni L'Informatore Agrario, 2010.
- [13] D.M. 6 luglio 2012, Attuazione dell'art. 24 del Decreto Legislativo 3 marzo 2011, n. 28, recante incentivazione della produzione di energia elettrica da impianti a fonti rinnovabili diversi dai fotovoltaici.
- [14] Raposo, F., De La Rubia, M.A., Fernández-Cegrí, V., Borja, R., 2011. Anaerobic digestion of solid organic substrates in batch mode: an overview relating to methane yields and experimental procedures. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 16, 861–877.
- [15] Strömberg, S., Nistor, M., Liu, J., 2014b. Towards eliminating systematic errors caused by the experimental conditions in biochemical methane potential (BMP) tests. *Waste Manag.* 34, 1939–1948.
- [16] Sten Strömberg, Mihaela Nistor, Jing Liu, Early prediction of Biochemical Methane Potential through statistical and kinetic modelling of initial gas production, *Bioresource Technology* 176 (2015) 233–241
- [17] Angelidaki, I., Alves, M., Bolzonella, D., Borzacconi, L., Campos, J.L., Guwy, A.J., Kalyuzhnyi, S., Jenicek, P., Van Lier, J.B., 2009. Defining the biomethane potential (BMP) of solid organic wastes and energy crops: a proposed protocol for batch assays. *Water Sci. Technol.* 59, 927–934.

Bibliografia DSA3

- Bertoni, G., Calamari, L., Trevisi, E., 2007. How to define and evaluate welfare in modern dairy farms. pp 590-606 in Proc. 13th Int. Conf. on Production Diseases in Farm Animals, Leipzig, Germany.
- Capdeville, J., Veissier, I., 2001. A method of assessing welfare in loose, housed dairy cows at farm level, focusing on animal observations. *Acta Agr. Scand. A-AN* 30 (Suppl.):62-68.
- Cederberg C, Wivstad M, Bergkvist P, Mattsson B, Ivarsson K: Environmental assessment of plant protection strategies using scenarios for pig feed production. *Ambio* 2005, 34:408-413.
- Chadwick D, Sommer S, Thorman R, Fanguero D, Cardenas L, Amon B, Misselbrook T: Manure management: implications for greenhouse gas emissions. *Anim Feed Sci Technol* 2011, 166-167:514-531.
- Commissione Europea (CE), 2012. COMUNICAZIONE DELLA COMMISSIONE AL PARLAMENTO EUROPEO, AL CONSIGLIO E AL COMITATO ECONOMICO E SOCIALE EUROPEO sulla strategia dell'Unione europea per la protezione e il benessere degli animali 2012-2015. Bruxelles, 19.1.2012 COM(2012) 6.
- De Boer, I. J. M., et al. "Greenhouse gas mitigation in animal production: towards an integrated life cycle sustainability assessment." *Current Opinion in Environmental Sustainability* 3.5 (2011): 423-431.
- De Vries M, De Boer IJM: Comparing environmental impacts for livestock products: a review of life cycle assessments. *Livest Sci* 2010, 128:1-11.
- De Vries M, Bokkers EAM, Dijkstra T, Van Schaik G, De Boer IJM: Associations between variables of routine herd data and dairy cattle welfare. *J Dairy Sci* 2011, 94:3213-3228.
- Doreau M, Van der Werf HMG, Micol D, Dubroeuq H, Agabriel J, Rochette Y, Martin C: Enteric methane production and greenhouse gases balance of diets differing in concentrate in the fattening phase of a beef production system. *J Anim Sci* 2011, 89:2518-2528.
- Eckard RJ, Grainger C, De Klein CAM: Options for the abatement of methane and nitrous oxide from ruminant production: a review. *Livest Sci* 2010, 130:47-56.
- EEA (European Environment Agency). 2013. Greenhouse gas data viewer. EEA, Copenhagen, Denmark.
- EU-AGRO Biogas. <http://www.eu-agrobiogas.net>; 2010.
- Evans LT: *Crop Evolution, Adaptation and Yield*. Cambridge: Cambridge University Press; 1993.
- FAO. 2010. Greenhouse gas emissions from the dairy sector: A life cycle assessment. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Animal Production and Health Division, Rome, Italy.
- Grant, R.J., Albright, J.L., 2001. Effect of animal grouping on feeding behavior and intake of dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 84(Suppl. E):E156-E163.
- Herrero M, Thornton PK, Gerber P, Reid RS: Livestock, livelihoods and the environment: understanding the trade-offs. *Curr Opin Environ Sustain* 2009, 1:111-120.
- Lovett DK, Shalloo L, Dillon P, O'Mara FP: A systems approach to quantify greenhouse gas fluxes from pastoral dairy production as affected by management regime. *Agric Syst* 2006, 88:156-179.
- Milà i Canals, L., Bauer, C., Depestele, J., Dubreuil, A., Freiermuth Knuchel, R., Gaillard, G., Michelsen, O., Müller-Wenk, R., Rydgren, B., 2007. Key elements in a framework for land use impact assessment within LCA. *International Journal of Life Cycle Assessment* 12, 5-15.
- Pöyhönen, M. and Hämäläinen, R.P., 1998. Notes on the weighting biases in value trees. *Journal of Behavioral Decision Making* 11: 139-150.

- Scott, M.E., Nolan, A.M., Fitzpatrick, J.L., 2001. Conceptual and methodological issues related to welfare assessment: a framework for measurement. *Acta Agric. Scand. A* 30 (Suppl.):5-10.
- Smith P, Goulding KW, Smith KA, Powlson DS, Smith JU, Falloon PD, Coleman K: Enhancing the carbon sink in European agricultural soils: including trace gas fluxes in estimates of carbon mitigation potential. *Nutr Cycl Agroecosyst* 2001, 60:237-252.
- Smith, P., D. Martino, Z. Cai, D. Gwary, H. Janzen, P. Kumar, B. McCarl, S. Ogle, F. O'Mara, C. Rice, B. Scholes, O. Sirotenko, M. Howden, T. McAllister, G. Pan, V. Romanenkov, U. Schneider, and S. Towprayoon. 2007. Policy and technological constraints to implementation of greenhouse gas mitigation options in agriculture. *Agric. Ecosyst. Environ.* 118:6–28.
- Soussana JF, Tallec T, Blanfort V: Mitigating the greenhouse gas balance of ruminant production systems through carbon sequestrations in grasslands. *Animal* 2010, 4:334-350.
- Tamminga SA, Bannink A, Dijkstra J, Zom R: Feeding strategies to reduce methane loss in cattle. Report 34, Wageningen UR Livestock Research, Lelystad; 2007:44.
- Van Calker, K.J., Berentsen, P.B.M., Giesen, G.W.J. and Huirne, R.B.M., 2005. Identifying and ranking attributes that determine sustainability in Dutch dairy farming. *Agriculture and Human Values* 22: 53-63.
- Veissier, Isabelle, et al. "European approaches to ensure good animal welfare." *Applied Animal Behaviour Science* 113.4 (2008): 279-297.
- Weber, M., Eisenfuhr, F. and Vonwinterfeldt, D., 1988. The Effects of Splitting Attributes on Weights in Multiattribute Utility Measurement. *Management Science* 34: 431-445.