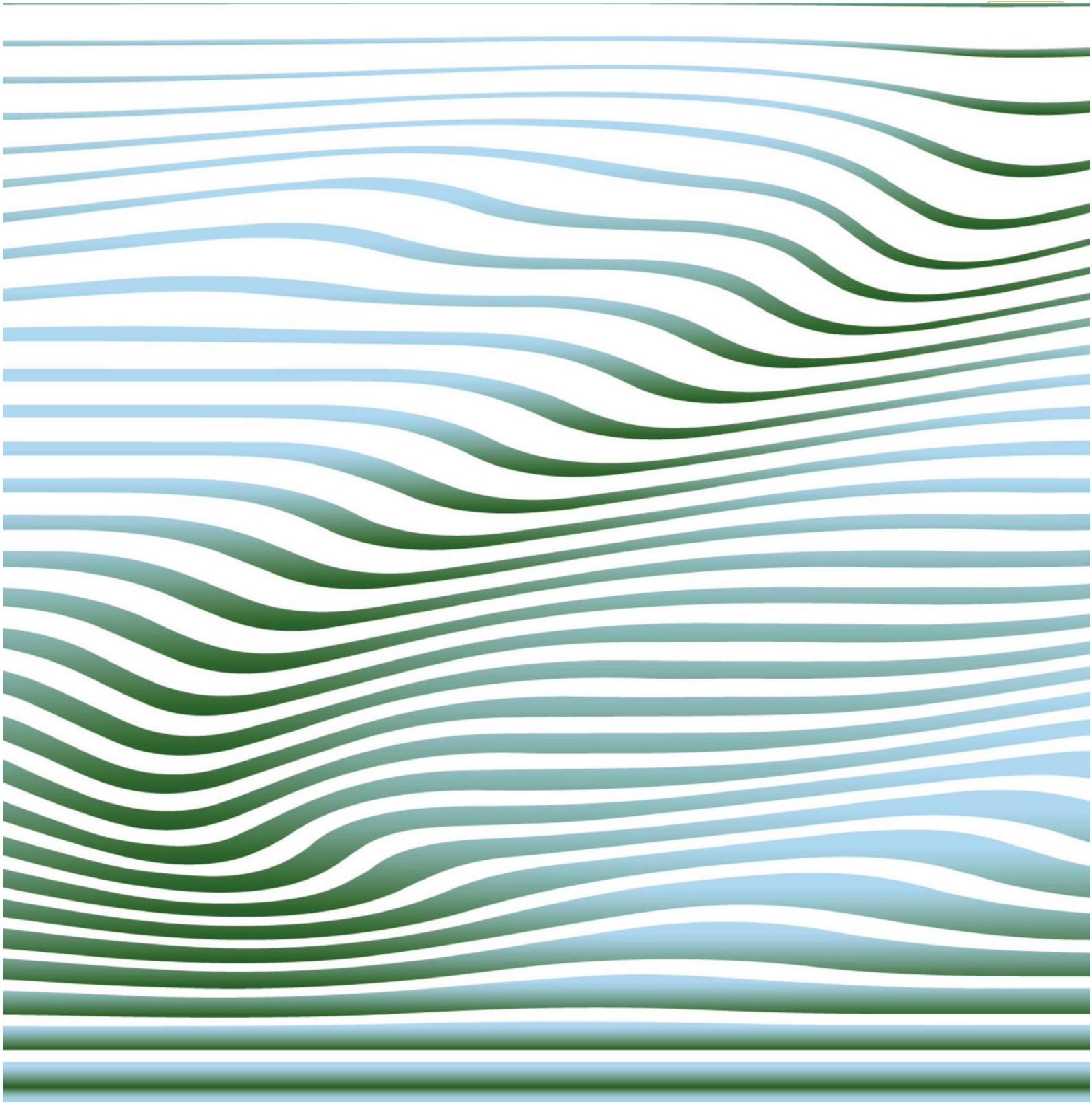




T-1 Governance per la gestione integrata del patrimonio naturale e culturale - Partner Responsabile la Regione Sardegna.

T1.1 - Modello transfrontaliero per la valorizzazione socio economica della rete ambientale Cambio Via costituita dall'insieme delle aree Natura 2000 e dai soggetti dei contesti territoriali, naturali e culturali legati all'itinerario della transumanza.

IDENTIFICAZIONE - IDENTIFICATION

Numero progetto Numéro de projet	242	Acronimo - Acronyme	CamBioVIA
Titolo completo Titre complet	CAMmini e BIOdiversità: Valorizzazione Itinerari e Accessibilità per la Transumanza / Chemins et Biodiversité: Valorisation Itinéraires et Accessibilité pour la Transhumance		
Asse / Axe	2-Protezione e valorizzazione delle risorse naturali e culturali e gestione dei rischi / Protection et valorisation des ressources naturelles et culturelles et gestion des risques		
Partner	Regione Liguria		
Persona di contatto Personne de contact	Daniela Minetti		
Telefono / Téléphone	+39 335 799 4563xxxx	E-mail	Daniela.minetti@regione.liguria.it

Prodotto / Produit	T1.1.2	Titolo / Titre	Studio sulla sostenibilità delle filiere
Componenti Composant	T1	Titolo / Titre	Governance per la gestione integrata del patrimonio naturale e culturale
Stato / Statut	☐ Bozza / Ébauche ☒ Finale / Final		

Descrizione del prodotto finale Description du produit final	Studio sulla sostenibilità delle filiere Analisi del livello di sostenibilità ambientale applicata a casi studio delle filiere alimentari, dell'artigianato e mestieri tradizionali e del turismo.
---	---

INDICE

IDENTIFICAZIONE - IDENTIFICATION	1
INDICE	0
INTRODUZIONE	1
SVILUPPO DI UN SISTEMA DI CONTABILITÀ AMBIENTALE PER LA VALUTAZIONE DEL LIVELLO DI SOSTENIBILITÀ ECOLOGICA DELLE PRODUZIONI ZOOTECNICHE LIGURI (ANALISI EMERGETICA)	2
1.1 AZIENDE ANALIZZATE	6
1.2 LA PRODUZIONE DELLE AZIENDE ANALIZZATE	10
1.3 TABELLA DEI VALORI DEGLI INPUT	12
1.4 LA TABELLA EMERGETICA	14
1.5 RINNOVABILITÀ DELLA PRODUZIONE	15
1.6 L'EMERGIA DEGLI OUTPUT E LA RELATIVA INTENSITÀ EMERGETICA.	18
1.7 CONFRONTO CON ALTRE REALTÀ	20
1.8 IL VALORE NATURALE NASCOSTO DEI PRODOTTI	21
CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	24
RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI	25

Introduzione

Nell'ambito del progetto CamBioVIA il Dipartimento di Scienze della Terra, dell'Ambiente e della Vita (DISTAV) dell'Università di Genova ha condotto analisi relative alla valutazione del livello di sostenibilità ambientale di alcune produzioni zootecniche liguri e ha sviluppato un sistema di contabilità ambientale per la valutazione del capitale naturale di due habitat 6210(*): Formazioni erbose secche seminaturali e facies coperte da cespugli su substrato calcareo (Festuco-Brometalia) e 6520: Praterie montane da fieno.

Entrambe le analisi sono state effettuate applicando valutazioni basate sull'analisi energetica (Odum, 1996) che permette di contabilizzare il valore di un bene o una risorsa in relazione al costo di produzione inteso come quantità di energia solare equivalente investita nella produzione.

L'analisi effettuata sulle sette aziende liguri ha riportato buoni risultati e ha reso possibile la realizzazione di una analisi di sostenibilità ambientale degli allevamenti bovini e caprini in Liguria.

Lo studio relativo alle produzioni zootecniche ha evidenziato che gli allevamenti analizzati producono prodotti ad elevata percentuale di rinnovabilità e con processi a buoni livelli di sostenibilità ambientale.

In generale, le performance ambientali delle aziende da carne risultano migliori di quelle da latte e le aziende che producono autonomamente il fieno e che, soprattutto, acquistano i cereali per schiacciarli, o trasformarli in mangime, risultano più efficienti di quelli che acquistano il mangime in pellet o in polvere. Il tempo che gli animali trascorrono nutrendosi autonomamente al pascolo è direttamente proporzionale alla rinnovabilità del sistema e che l'utilizzo di macchinari automatizzanti, come la mungitrice automatica, può portare ad un'efficienza energetica maggiore. Il valore delle risorse impiegate per la produzione risulta in tutti i casi molto maggiore rispetto al prezzo a cui le aziende immettono sul mercato il bene.

L'analisi relativa al valore del capitale naturale nelle aree a praterie ha mostrato valori di capitale naturale inferiori a aree con copertura vegetale più rilevante come Faggete o altre aree a bosco ma capacità di generare funzioni ecosistemiche (e di conseguenza potenzialità di fornire servizi ecosistemici

Sviluppo di un sistema di contabilità ambientale per la valutazione del livello di sostenibilità ecologica delle produzioni zootecniche liguri (analisi emergetica)

Al fine di realizzare uno schema di contabilità ambientale applicabile ai sistemi di produzione zootecnica della Liguria è stato sviluppato un approccio biofisico alla valutazione basato sull'analisi emergetica (Odum, 1996).

La valutazione biofisica di un bene o un sistema di produzione richiede lo sviluppo di metodologie basate sul "Systems Thinking" (ST). ST è un approccio sviluppato per "vedere i sistemi" e valutare i risultati delle politiche di gestione sia fra i componenti del sistema, sia nel tempo (Meadows 1980; Randers 1980; Richardson e Pugh 1981; Forrester 2002). Il ST può aiutare a valutare in che modo le diverse variabili di un sistema interagiscono tra loro per disegnare le tendenze (storiche e future) edunque fornisce importanti indicazioni per la gestione di un sistema.

L'analisi emergetica ha anche sviluppato nel tempo un sistema di conversione del valore ecologico in termini monetari permettendo di ottenere valutazioni che sono facilmente comprensibili a fini gestionali e di sviluppare un sistema di contabilità ambientale che possa avere una diretta interfaccia con i sistemi di contabilità ambientale tipici dell'economia ecologica o della contabilità economica tradizionale.

In termini biofisici, i sistemi agricoli implicano interazioni tra entità fisiche (risorse) ed economiche (denaro). Ad ogni stadio del processo produttivo, l'impiego di energia, materiali e lavoro umano comporta l'aumento del valore del bene che può essere quantificato attraverso l'analisi emergetica. Introducendo un'analisi biofisica in un'analisi monetaria può essere più evidente vedere dove maturano i benefici per il produttore e dove si accumula maggiormente il valore del bene (Ulgiati et al. 1995). In un'economia agricola che dipende fortemente dall'impiego di combustibili fossili (risorse impiegate, meccanizzazione, stoccaggio, trasporto) il consumo di energia lungo la catena di produzione è un attributo importante che incide sul valore biofisico della produzione e sul suo livello di sostenibilità.

L'analisi emergetica è una metodologia termodinamica introdotta negli anni '80 da H.T. Odum (Odum, 1988; 1996). Rappresenta una sorta di "memoria energetica" poiché si basa sull'inventario dettagliato di tutte le risorse che hanno permesso di ottenere un prodotto o mantengono un processo. In termini più rigorosi l'emergia è il quantitativo di energia solare che è stata necessaria, direttamente o indirettamente, per ottenere un certo prodotto, mantenere un servizio, un processo, un territorio o una popolazione.

È una tecnica di analisi quantitativa che standardizza il valore di qualsiasi risorsa in termini di energia solare equivalente (Brown and Herendeen, 1996). In termini biofisici l'emergia è quantificata in solar energy Joule (sej). Maggiore è il flusso emergetico necessario per un processo, maggiore è la quantità di energia solare che questo "consuma" e quindi il costo ambientale necessario a mantenerlo. La conversione dei flussi energetici a energia solare viene

effettuata attraverso un fattore di conversione chiamato solar transformity (l'energia solare equivalente necessaria per ottenere un'unità energetica (Joule) di un certo prodotto). La transformity è un indicatore di qualità e di efficienza. Valori elevati di transformity (sej J⁻¹) caratterizzano processi complessi e una qualità superiore dei prodotti.

La monetizzazione del valore emergetico viene effettuata a valle della contabilizzazione su base biofisica attraverso l'emergy to money ratio (EMR), un indice che rappresenta il potere di acquisto di una singola unità emergetica.

In questo modo è possibile definire quale sia il contributo della natura alla generazione di un bene o un servizio, anche in termini economici, per facilitare le decisioni gestionali.

L'EMR (sej €⁻¹) si ottiene mediante il rapporto tra l'emergia necessaria per mantenere la nazione incui si effettua lo studio e il PIL della nazione stessa:

Si definisce così quanto vale economicamente un singolo solar emergy joule, per poi poter stabilire quanto la natura abbia speso per mantenere il sistema in esame o produrre il bene analizzato.

Dall'analisi bibliografica svolta nelle precedenti fasi di questo progetto si è verificato che lo schema generale di ST applicato ai sistemi di produzione zootecnica è quello riportato in figura 1 in cui sia flussi di risorse naturali (dal valore economico nullo) sia flussi economici e monetari sono contabilizzati e impiegati nell'analisi emergetica.

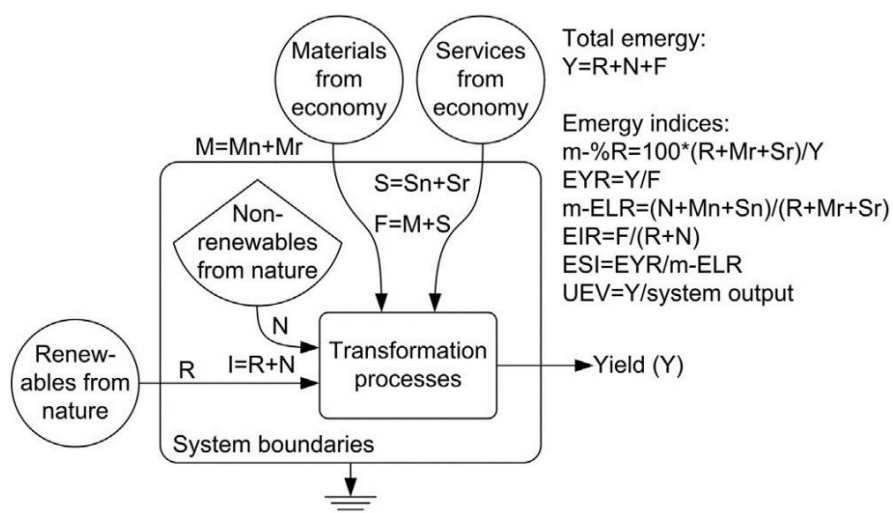


Figura 1: schema di analisi dei sistemi di contabilità ambientale applicato nelle pubblicazioni analizzate

Per l'applicazione pratica di questo sistema generale occorre una base di informazioni che rappresentino l'intensità dei consumi dei sistemi di produzione e caratterizzino le diverse tipologie di produzione. Per l'identificazione delle risorse necessarie al funzionamento del sistema l'analisi emergetica prevede lo sviluppo di un diagramma sistemico che rappresenti il funzionamento del sistema in esame e ne evidenzi le risorse necessarie al mantenimento.

Il diagramma sistemi sviluppato per rappresentare i sistemi di produzione zootecnica in Liguria è riportato in figura 2.

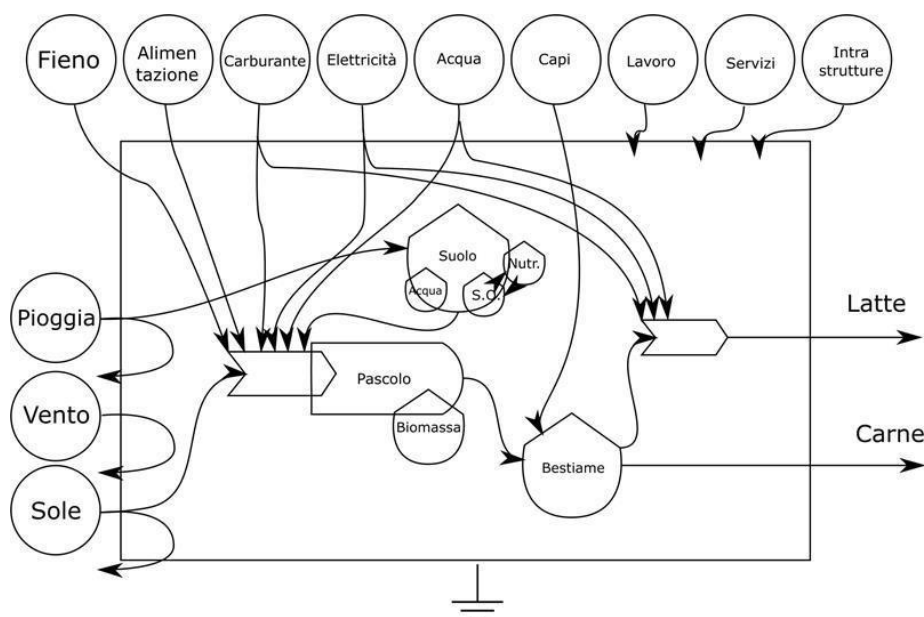


Figura 2: diagramma sistemico sei sistemi di produzione zootecnica

Dall'interpretazione del diagramma sistemico si ottiene la lista delle risorse necessarie al funzionamento del sistema e dunque delle informazioni necessarie per lo sviluppo dell'analisi. Le informazioni relative all'intensità di sfruttamento di queste risorse sono state ottenute tramite intervista ad un campione di aziende. Durante l'intervista sono state richieste informazioni specifiche riguardanti diverse categorie di consumi e processi come, ad esempio, la modalità di alimentazione, i consumi energetici e le modalità di gestione.

Di seguito (Tabella 1) sono riportati i dati che sono stati richiesti ai proprietari delle aziende (righe) e gli input della tabella energetica per cui sono serviti tali informazioni (colonne).

Tabella 1. Struttura intervista alle aziende.

Categorie	Domande	Radiazione solare	Vento	Pioggia	Calore	Macchinari	Fieno	Cereali	Mangime	Paglia	Acqua potabile	Acqua da falda	Gasolio	Benzina	GPL	Elettricità	Cemento	Latte in polvere	Capi bovini	Semi per pascolo	Fertilizzanti	Lavoro	Servizi	Elaborazione dati
Produzione	Produzione principale (carne olatte)																							x
	Quantità produzione (latte, formaggio, capi e carne)																							x
	Produzione bio																							x
	Fatturato annuo																							x
Azienda	Estensione pascoli	x	x	x	x																			
	Estensione pratifieno	x	x	x	x																			
	Estensione stalle/edifici	x	x	x	x																			
	Numero capi						x	x	x															
	Numero capi in lattazione/fattrici																							x
	Numero capi acquistati																		x					
	Mesi al pascolo						x																	
	Sussidi annui																							x
	Ore di lavoro																					x		
	Fatturato annuo																							x
	Affitto/proprietà																						x	x
Alimentazione	Quantità fieno						x																	
	% fieno prodotto						x																	
	Quantità semi																			x				
	Quantità cereali/mangime							x	x															
	% cereali prodotta							x	x															
	Quantità paglia									x														
	Quantità/spesa per fertilizzanti/disebanti/concimi																				x			

[illegible]

1.1 Aziende analizzate

Durante questa fase di progetto sono state analizzate sette aziende zootecniche con tre diversetipologie di allevamento e collocate in tre macroaree differenti della Liguria (Tabella 2).

Tabella 2. Descrizione sintetica della distribuzione e del tipo di allevamento delle sette aziende analizzate

Zona	Parco Naturale Regionale del Beigua			Parco Naturale Regionale dell'Antola			Val di Vara
Azienda	Monterosso	Battura	Lavagè	Bruzzone	Fortunato	Pensa	Gotelli
Produzione	capre da latte	bovini da latte	bovini da latte	bovini da carne	bovini da carne	capre da latte	bovini da carne

Sono state scelte due aziende che allevano bovini da latte e producono formaggio, tre aziende che allevano bovini da carne e due aziende che allevano caprini per produrre latte e formaggio.

Ad eccezione dell'allevamento Gotelli, tutte le aziende analizzate appartengono ad un territorio protetto da un Parco Naturale Regionale.

Azienda Agrituristică Monterosso

L'Azienda agrituristică Monterosso è un allevamento biologico di circa 60 capre della razza Camosciata della Alpi localizzato all'interno del Parco del Beigua UNESCO Global Geopark, nel comune di Rossiglione a circa 290 m s.l.m. nel mezzo della Valle Gargassa. L'azienda è proprietaria di oltre 100 ettari di terreno, utilizzati, in parte come prati da fieno e, in parte come pascoli, nei quali gli animali trascorrono circa 9 mesi all'anno.

Le produzioni principali sono il formaggio e lo yogurt, trasformati in un caseificio della zona e poi venduti direttamente dall'azienda. Inoltre, una percentuale dei capretti nati vengono venduti, sia da vita che da carne, le capre a fine carriera vengono macellate e la carne viene mischiata con pancetta di maiale per la realizzazione di salami.

Per quanto riguarda l'alimentazione, il fieno è totalmente autoprodotta, noleggiando i macchinari da aziende vicine, e l'integrazione consiste in mangime misto (16% di proteine), con una composizione che varia a seconda di quello che è necessario prediligere per la produzione del

latte. Oltre alla produzione alimentare, l'azienda offre la possibilità di fare degustazioni dei propri prodotti e ha due edifici che affitta a gruppi di persone. L'azienda, dal 2010, ha una copertura fotovoltaica significativa che produce il 100% dell'energia utilizzata.

Azienda Agricola Cascina Battura

La Cascina Battura è un allevamento di vacche da latte con circa 65 capi, 35 delle quali in lattazione. La stalla, di 800 mq, consente l'accesso diretto al pascolo circostante, che si estende per 7 ettari, dove i bovini possono foraggiarsi autonomamente dalla primavera all'inizio dell'inverno.

La produzione principale dell'azienda è il latte, che viene conferito ogni giorno al progetto di filiera dei produttori del latte di Genova. Circa il 20% del latte prodotto viene trasformato all'interno del caseificio aziendale per dare vita a prodotti caseari, principalmente formaggi freschi, yogurt e dolcia base di latte. Inoltre, l'azienda vende capi vivi giovani e capi a fine carriera.

L'azienda, nel 2011, ha rinnovato la stalla predisponendo una copertura fotovoltaica, con cui viene prodotto il 30% dell'energia utilizzata, e una sala di mungitura con un impianto a spina di pesce ad otto posti. L'alimentazione è autoprodotta al 40% e consiste in fieno stabile, erba medica, cereali (crusca, mais, orzo, soia) che vengono somministrati come unifeed (alimento unico). L'alimentazione, inoltre, per le vacche in lattazione, viene integrata con sali minerali in polvere.

Azienda Agrituristicca Lavagè

L'Azienda Agrituristicca Lavagè si trova all'interno del Parco del Beigua UNESCO Global Geopark, nel comune di Rossiglione, a 600 metri s.l.m., sul versante occidentale della Valle Gargassa. Si tratta di un allevamento di vacche da latte di Razza Bruna di circa 200 capi, di cui circa 60 in lattazione.

La produzione principale è quella del latte, il quale viene conferito ogni giorno al progetto di filiera dei produttori del latte di Genova. Inoltre, il piccolo caseificio, presente all'interno dell'azienda, consente la produzione di circa 24 tipi di formaggio e altri prodotti caseari come yogurt e dolci a base di latte. È consistente anche la produzione di carne, derivante dai capi maschi, che vengono cresciuti in una stalla a parte.

L'azienda si autoproduce totalmente il fieno, che viene miscelato ad alcuni cereali per creare l'unifeed; questa alimentazione base, quando gli animali sono in lattazione, viene integrata con mangime in pellet, contenente minerali e vitamine. Dalla primavera fino all'arrivo dell'inverno, le vacche pascolano libere nelle praterie circostanti l'azienda, che si estendono per circa cinque ettari. L'azienda vanta di avanzate tecnologie come il robot di mungitura, che consente l'automatizzazione completa di alcuni processi: il singolo capo in lattazione viene riconosciuto, viene munto e alimentato con una quantità di mangime personalizzata; inoltre, il latte viene automaticamente trasferito in un contenitore refrigerato e conservato fino al mattino seguente, quando viene conferito e trasformato.

Azienda Agricola Pensa

L'azienda agricola Pensa è un allevamento di circa 50 capre meticce, localizzato a circa 1000 m s.l.m., tra il fiume Trebbia e il Lago del Brugneto, all'interno del territorio del Parco dell'Antola, nel Comune di Torrighia. Per quanto riguarda l'alimentazione, le capre pascolano in 11 ettari di terreno per circa 7 mesi l'anno; inoltre, l'azienda ha deciso di iniziare ad eliminare le materie prime che provengono da coltivazione come mais, fave, pisello proteico, orzo soia, a favore di fieno non coltivato e integrazione derivata da sottoprodotti della lavorazione come ad esempio crusca, cruschetto, pannello di girasole e pannello di lino. Questo progetto, ancora in fase di lavorazione, è stato pensato per una maggiore sostenibilità ambientale del prodotto finale.

Il latte delle loro capre, munto senza l'aiuto dei macchinari, viene trasformato nel piccolo caseificio aziendale per produrre formaggio fresco, stagionato o erborinato.

Uno dei problemi più grandi dell'azienda è la gestione degli animali selvatici: principalmente i daini, che creano danni alle recinzioni, e i lupi, gestiti grazie all'aiuto di cinque cani da guardiania: sia la manutenzione delle recinzioni, sia il mantenimento dei cani da protezione delle greggi

risultano essere un peso economico piuttosto significativo per l'azienda.

Azienda Agricola Fortunato Mario

Si tratta di un allevamento biologico di circa 260 bovini da carne di razza Limousine, linea vacca-vitello, localizzato a 1200 m s.l.m. nel territorio del Parco dell'Antola, nel Comune di Propata.

L'azienda ha a disposizione 700 ettari di pascoli in cui gli animali trascorrono circa 9 mesi l'anno e alimentano autonomamente. L'alimentazione in stalla, invece, comprende sia fieno autoprodotta, sia mangime in pellet; durante l'anno vengono fatte analisi del fieno e dei mangimi per la distribuzione della giusta razione ai vitelli.

Il ciclo di produzione prevede una prima fase in cui il vitello trascorre 6 mesi con la fattrice al pascolo, una seconda fase di svezzamento, seguita dalla fase di ingrasso, che avviene in stalla fino a 13-18 mesi di vita. Dopodiché, l'azienda vende un 80% dei capi vivi e il resto lo macella e lo vende tramite distribuzione diretta.

Azienda Agricola Bruzzone Marco

Si tratta di un allevamento bovino di 600 capi di razza Limousine, con stalle ad Alessandria e pascoli di 1000 ettari all'interno del Parco dell'Antola, a circa 1200 m s.l.m., nei pressi di Caprile, dove la mandria viene trasportata tra la primavera e l'estate e alpeggia per circa 6 mesi.

L'azienda propone la linea vacca-vitello a ciclo chiuso con 300 fattrici e un'alimentazione in parte autoprodotta, sia per quanto riguarda il fieno, sia per il mangime, che viene prodotto nel loro mangimificio. Durante i mesi invernali, gli animali vengono ricondotti, tramite un trasporto apposito, nelle stalle ad Alessandria. Nelle vicinanze delle stalle vengono coltivati 90 ettari di campi per produrre fieno, loietto, erba medica, mais e orzo, che andranno a costituire parte dell'alimentazione degli animali durante l'inverno.

Azienda Agricola Gotelli Fulvio

L'allevamento bovino di Gotelli Fulvio è una delle 90 aziende socie della Cooperativa di San PietroVara. Si tratta di un allevamento biologico di 120 bovini da carne, di razza Limousine, localizzato nel Comune di Varese Ligure, a circa 1000 m s.l.m., nei pressi del Passo di Centocroci.

L'azienda prevede il pascolamento dei bovini, fino a 9 mesi l'anno, in circa 200 ettari di terreno circostante l'azienda. Si tratta di un allevamento a linea vacca-vitello in cui la prima fase del ciclo di riproduzione prevede che il vitello stia al pascolo con la fattrice fino a 8-9 mesi di vita; questa fase è seguita dall'ingrasso in stalla, che dura fino a 5 mesi, in cui l'animale viene alimentato a fieno, autoprodotta totalmente, e cereali in granella, acquistati e schiacciati in azienda tramite un apposito macchinario. I capi, successivamente, vengono venduti alla Cooperativa di San PietroVara per essere macellati.

1.2 La produzione delle aziende analizzate

La produzione delle sette aziende analizzate è piuttosto eterogenea e riguarda latte, formaggio

ecarne, sia bovini sia caprini (Tabella 3).

Le aziende che allevano capi da latte, sia bovini sia caprini, trasformano parte del latte in prodotti derivati e vendono capi a fine carriera e capi maschi vivi o, in alcuni casi, macellati; le aziende che allevano bovini da carne vendono i loro capi sia vivi sia già macellati.

La produzione di latte è riportata in grammi ed è stata calcolata prendendo come riferimento la massa media di un litro di latte. I grammi di formaggio prodotto sono stati calcolati, a partire dalla quantità di latte trasformato, applicando una resa media, oppure utilizzando direttamente il dato di produzione fornito dall'azienda.

Per gli allevamenti da carne la produzione è esplicitata in grammi di capi vivi ed è stata quantificata facendo riferimento alla massa media di un capo della razza allevata (razza Limousine). Anche per quanto riguarda i capi venduti dalle aziende che producono latte, la quantità è stata calcolata considerando il peso medio di un capo della razza in questione (razza Bruna).

Tabella 3. Produzione delle diverse aziende riportata in grammi/anno.

Produzione (g/anno)	Monterosso	Battura	Lavagè	Bruzzone	Fortunato	Pensa	Gotelli
Latte totale	2,87E+07	2,95E+08	4,98E+08			9,58E+06	
Latte per formaggio	1,67E+07	1,10E+07	7,67E+07			9,58E+06	
Latte venduto	1,21E+07	2,84E+08	4,22E+08				
Formaggio	2,00E+06	1,86E+06	8,76E+06			1,15E+06	
Capi totali	9,53E+05	7,95E+06	2,55E+07	1,50E+08	9,75E+07	2,81E+05	3,38E+07
Capi per carne	5,01E+05			1,50E+08	1,95E+07	2,81E+05	
Capi vivi	4,51E+05	7,95E+06	2,55E+07		7,80E+07		3,38E+07

1.3 Tabella dei valori degli input

I flussi in entrata, dopo essere opportunamente elaborati, sono stati quantificati e riportati in una tabella con le unità di misura classiche (Joule, grammi, ore, €) (Tabella 4).

Tabella 4. Tabella degli input per l'analisi emergetica.

N° elemento	Input	UdM	Valore						
			Monterosso	Battura	Lavagè	Bruzzone	Fortunato	Pensa	Gotelli
1	Radiazione solare	J/anno	4,52E+07	8,61E+06	2,49E+07	4,65E+08	3,43E+08	4,98E+06	1,13E+08
2	Vento	J/anno	2,14E+13	4,07E+12	1,18E+13	1,98E+14	1,47E+14	2,13E+12	5,84E+13
3	Pioggia	g/anno	1,70E+12	3,24E+11	9,37E+11	1,81E+13	1,36E+13	1,98E+11	4,72E+12
4	Calore geotermico	J/anno	2,78E+12	5,29E+11	1,53E+12	2,08E+13	1,56E+13	2,26E+11	6,93E+12
5	Macchinari								
5.a	Acciaio	g/anno	1,53E+05	3,08E+06	3,16E+06	1,38E+07	7,29E+06	1,86E+05	3,26E+06
5.b	Plastica	g/anno	2,14E+04	2,14E+04	2,14E+04			1,14E+04	
5.c	Vetroresina	g/anno	0,00E+00	1,50E+05	2,00E+05	2,50E+05	1,00E+05		
6	Alimentazione								
6.a	Fieno	g/anno		7,96E+07		3,78E+08	5,85E+08	1,84E+07	5,04E+07
6.b	Cereali	g/anno	1,14E+07					1,08E+07	
6.c	Mangime	g/anno		4,20E+07	8,00E+07		1,32E+08		
6.d	Latte in polvere	g/anno		5,88E+05	2,02E+06				
7	Paglia	g/anno				2,00E+08			
8	Acqua								
8.a	Acqua potabile	g/anno		2,97E+09	4,82E+09			9,13E+07	
8.b	Acqua da falda	g/anno	3,65E+08			5,05E+09	2,19E+09		1,01E+09
9	Carburante								
9.a	Gasolio	g/anno		9,05E+06	1,50E+07	2,71E+07	1,67E+07	2,51E+05	1,25E+07
9.b	Benzina	g/anno	4,28E+05						
9.c	Gpl	J/anno			3,60E+10				

10	Elettricità	J/anno		4,32E+10	1,56E+11	6,60E+10	2,16E+10	7,20E+09	1,01E+10
11	Cemento	g/anno	2,28E+07	2,08E+07	3,51E+07	2,55E+08	1,97E+08	3,65E+06	1,57E+07
12	Capi bovini	g/anno					1,69E+07		
13	Semi per pascolo	€/anno			1,00E+03	9,00E+03			5,00E+02
14	Fertilizzanti	€/anno				1,30E+04			
15	Lavoro	h/anno	3,50E+03	7,32E+03	7,98E+03	1,06E+04	9,60E+03	5,02E+03	2,40E+03
16	Servizi	€/anno	4,42E+04	3,30E+03	1,50E+04	5,07E+04	8,12E+04	4,60E+03	1,20E+04

Dopo la quantificazione degli input si è proceduto uniformando i valori alla stessa unità di misura (solar emergy Joule, sej).

Per attuare questa conversione è stato necessario ricavare dalla letteratura il valore unitario emergetico (UEV) di ogni input e aggiornarlo alla Geobiosphere Emergy Baseline GEB2016 12,0E+24 sej/anno. Nella tabella sottostante sono riportati i UEV utilizzati in questa analisi e irrispettivi riferimenti bibliografici (Tabella 5).

Tabella 5. Lista delle transformities impiegate in questa analisi.

Input	UEV (GEB2016 baseline)	sej/Unit	Riferimento bibliografico
Energia solare	1,00E+00	sej/J	Odum, 1996
Vento	1,86E+03	sej/J	Brown and Bardi, 2001
Calore geotermico	7,73E+03	sej/J	Odum et al., 2000
Pioggia	1,09E+05	sej/g	Odum et al., 2000
Acqua da falda	9,86E+05	sej/g	Buenfill, 2001
Acqua potabile	2,38E+06	sej/g	Pulselli et al., 2011
Diesel	3,71E+09	sej/g	Bastianoni et al., 2009
GPL	5,18E+05	sej/J	Bastianoni et al., 2005
Benzina	3,78E+09	sej/g	Bastianoni et al., 2009
Elettricità	1,18E+05	sej/J	Caruso et al., 2001
Acciaio	4,38E+09	sej/g	Cabezas et al., 2010
Plastica	1,04E+10	sej/g	Brown et al., 2003
Vetroresina	5,97E+09	sej/g	Cabezas et al., 2010
Semi	8,76E+08	sej/g	Bastianoni, 2001
Latte (peso secco)	1,40E+09	sej/g	Spagnolo, 2017

Capi bovini	1,89E+10	sej/g	Da Fonseca, 2016
Fieno	4,81E+07	sej/g	Patrizi et al., 2018
Mangime	1,43E+09	sej/g	Jaklič et al., 2014
Cereali	1,08E+09	sej/g	Castellini et al., 2006
Paglia	1,44E+05	sej/g	Coppola et al., 2009
Lavoro	3,82E+12	sej/h	Pulselli et al. 2008 (a)
Cemento	3,04E+09	sej/g	Pulselli et al. 2008 (b)
Euro	7,28E+11	sej/€	Pereira et al. 2013

1.4 La tabella emergetica

Al fine di ottenere il contenuto emergetico di ognuno dei flussi in entrata, ogni valore di input è stato moltiplicato per il rispettivo UEV (Tabella 6). Uniformare le unità di misura classiche al solaremergy Joule (sej) permette il confronto tra il contributo dei diversi input.

Nella penultima riga è riportato il totale dell'emergia consumata dalle diverse aziende

Tabella 6. Tabella emergetica (valori in sej/anno).

N° elemento	Input	UEV in GEB baseline	Emergy						
			Monterosso	Battura	Lavagè	Bruzzon e	Fortunato	Pensa	Gotelli
1	Radiazione solare	1,00E+00	4,52E+07	8,61E+06	2,49E+07	4,65E+08	3,43E+08	4,98E+06	1,13E+08
2	Vento	1,86E+03	3,97E+16	7,56E+15	2,18E+16	3,67E+17	2,72E+17	3,95E+15	1,08E+17
3	Pioggia	1,09E+05	1,85E+17	3,54E+16	1,02E+17	1,98E+18	1,49E+18	2,16E+16	5,15E+17
4	Calore geotermico	7,73E+03	2,15E+16	4,09E+15	1,18E+16	1,61E+17	1,20E+17	1,75E+15	5,36E+16
5	Macchinari		8,92E+14	1,46E+16	1,52E+16	6,18E+16	3,25E+16	9,34E+14	1,43E+16
5.a	Acciaio	4,38E+09	6,69E+14	1,35E+16	1,38E+16	6,03E+16	3,19E+16	8,15E+14	1,43E+16
5.b	Plastica	1,04E+10	2,23E+14	2,23E+14	2,23E+14	0,00E+00	0,00E+00	1,19E+14	0,00E+00
5.c	Vetroresina	5,97E+09		8,96E+14	1,19E+15	1,49E+15	5,97E+14	0,00E+00	0,00E+00
6	Alimentazione		1,63E+16	6,49E+16	1,18E+17	4,07E+17	2,17E+17	1,25E+16	5,43E+16
6.a	Fieno	4,81E+07		3,83E+15			2,81E+16	8,83E+14	
6.b	Cereali	1,08E+09				4,07E+17		1,16E+16	5,43E+16

6.c	Mangime	1,43E+09	1,63E+16	6,02E+16	1,15E+17		1,89E+17		
6.d	Latte in polvere	1,40E+09		8,23E+14	2,82E+15				
7	Paglia	1,44E+05				2,88E+13			
8	Acqua	3,37E+06	3,60E+14	7,07E+15	1,15E+16	4,98E+15	2,16E+15	2,18E+14	9,97E+14
8.a	Acqua potabile	2,38E+06		7,07E+15	1,15E+16			2,18E+14	
8.b	Acqua da falda	9,86E+05	3,60E+14			4,98E+15	2,16E+15		9,97E+14
9	Carburante	7,49E+09	1,62E+15	3,35E+16	7,43E+16	1,01E+17	6,19E+16	9,28E+14	4,64E+16
9.a	Gasolio	3,71E+09		3,35E+16	5,57E+16	1,01E+17	6,19E+16	9,28E+14	4,64E+16
9.b	Benzina	3,78E+09	1,62E+15						
9.c	Gpl	5,18E+05			1,86E+16				
10	Elettricità	1,18E+05		5,11E+15	1,84E+16	7,80E+15	2,55E+15	8,51E+14	1,19E+15
11	Cemento	3,04E+09	6,95E+16	6,33E+16	1,07E+17	7,75E+17	6,00E+17	1,11E+16	4,79E+16
12	Capi bovini	1,89E+10					3,19E+17		
13	Semi per pascolo	8,76E+08			8,76E+11	7,88E+12			4,38E+11
14	Fertilizzanti	7,28E+11				9,46E+15			
15	Lavoro	3,82E+12	1,34E+16	2,80E+16	3,05E+16	4,04E+16	3,67E+16	1,92E+16	9,17E+15
16	Servizi	7,28E+11	3,22E+16	2,40E+15	1,09E+16	3,69E+16	5,91E+16	3,35E+15	8,73E+15
	TOTALE		3,41E+17	2,58E+17	4,99E+17	3,58E+18	2,94E+18	7,24E+16	7,51E+17

1.5 Rinnovabilità della produzione

La conversione in termini energetici consente di mettere a confronto diretto le diverse risorse utilizzate nel processo che ora sono convertite in energia solare equivalente e permetterà di sviluppare indici di sostenibilità e di valutare il contributo delle risorse naturali al valore delle produzioni.

In questo senso in tabella 7 si riporta il contributo in termini percentuali dei diversi input alle produzioni al fine di evidenziare la rilevanza dei contributi di risorse rinnovabili.

Tabella 7. Contributi energetici percentuali dei flussi in entrata nel sistema

N° elemento	Input	%						
		Monterosso	Battura	Lavagè	Bruzzzone	Fortunato	Pensa	Gotelli
1	Radiazione solare	-	-	-	-	-	-	-
2	Vento	-	-	-	-	-	-	-
3	Pioggia	54,25%	13,72%	20,44 %	55,31%	50,72%	29,83 %	68,58 %
4	Calore geotermico	6,30%	1,59%	2,36%	4,50%	4,09%	2,42%	7,14%
5	Macchinari	0,26%	5,67%	3,05%	1,73%	1,11%	1,29%	1,90%
5.a	Acciaio	0,20%	5,23%	2,77%	1,68%	1,09%	1,13%	1,90%
5.b	Plastica	0,07%	0,09%	0,04%	0,00%	0,00%	0,16%	0,00%
5.c	Vetroresina	0,00%	0,35%	0,24%	0,04%	0,02%	0,00%	0,00%
6	Alimentazione	4,78%	25,14%	23,61 %	11,37%	7,39%	17,24 %	7,23%
6.a	Fieno	0,00%	1,48%	0,00%	0,00%	0,96%	1,22%	0,00%
6.b	Cereali	0,00%	0,00%	0,00%	11,37%	0,00%	16,02%	7,23%
6.c	Mangime	4,78%	23,33%	23,05%	0,00%	6,43%	0,00%	0,00%
6.d	Latte in polvere	0,00%	0,32%	0,57%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
7	Paglia	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
8	Acqua	0,11%	2,74%	2,30%	0,14%	0,07%	0,30%	0,13%
8.a	Acqua potabile	0,00%	2,74%	2,30%	0,00%	0,00%	0,30%	0,00%
8.b	Acqua da falda	0,11%	0,00%	0,00%	0,14%	0,07%	0,00%	0,13%
9	Carburante	0,48%	12,98 %	14,89 %	2,82%	2,11%	1,28%	6,18%
9.a	Gasolio	0,00%	12,98%	11,16%	2,82%	2,11%	1,28%	6,18%
9.b	Benzina	0,48%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
9.c	Gpl	0,00%	0,00%	3,73%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
10	Elettricità	0,00%	1,98%	3,69%	0,22%	0,09%	1,18%	0,16%
11	Cemento	20,38%	24,53 %	21,44 %	21,65%	20,41%	15,33 %	6,38%
12	Capi bovini	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	10,86%	0,00%	0,00%
13	Semi per pascolo	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
14	Fertilizzanti	0,00%	0,00%	0,00%	0,26%	0,00%	0,00%	0,00%
15	Lavoro	3,93%	10,85 %	6,11%	1,13%	1,25%	26,52 %	1,22%
16	Servizi	9,44%	0,93%	2,18%	1,03%	2,01%	4,63%	1,16%

Emerge il forte contributo delle risorse rinnovabili che contribuisce, in media, per circa il 45% dell'energia totale fino ad un massimo pari al 75% del totale delle risorse impiegate. L'alta percentuale di risorse rinnovabili che entrano nei sistemi è dovuta, principalmente, alle elevate estensioni dei pascoli e dei prati da fieno, che, allo stesso tempo concorrono ad abbassare il contributo richiesto ai flussi connessi all'alimentazione.

Da evidenziare come emerge, in tutti i sistemi analizzati, il forte contributo energetico delle infrastrutture, che raggiunge il 20% in quasi tutte le aziende.

Al fine di fornire indicazioni relative al livello di sostenibilità ambientale, i flussi in entrata al sistema possono essere scomposti in tre categorie: i flussi originati da risorse rinnovabili (R), quelli originati da risorse non rinnovabili interne al sistema (N) e quelli originati da risorse non rinnovabili provenienti dall'ambiente esterno rispetto al sistema (F). Nel nostro caso i flussi N sono quasi nulli e riguardano solo una frazione di acqua da falda (figura 3).

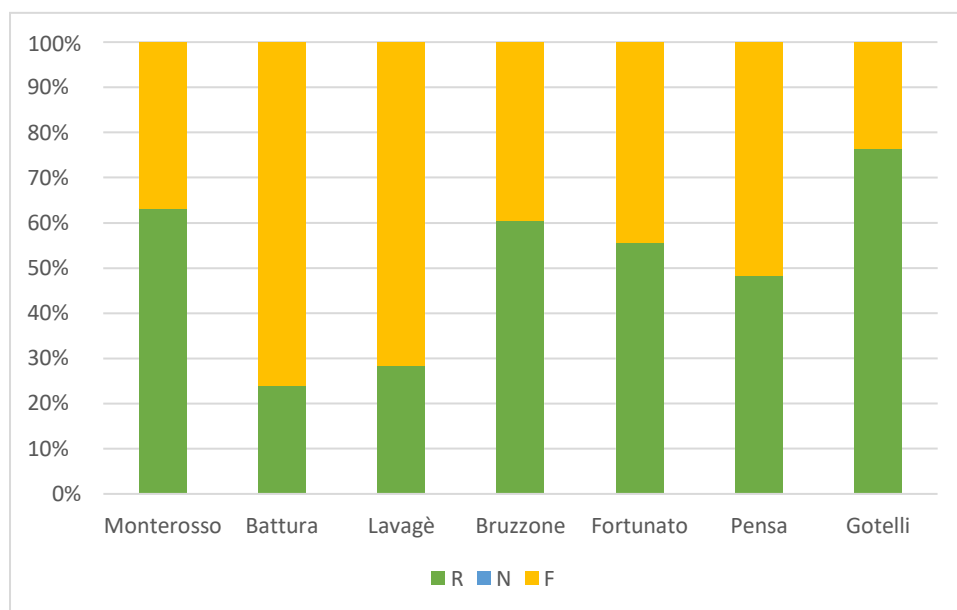


Figura 3. Ripartizione dei contributi rinnovabile (R), non rinnovabile proveniente dall'interno del sistema (N) e non rinnovabile proveniente dall'esterno del sistema (F).

Dal grafico si può notare come il contributo rinnovabile sia maggiore del 50% nelle aziende Monterosso, Bruzzzone, Fortunato e Gotelli, leggermente inferiore al 50% nel caso di Fortunato e nettamente inferiore negli allevamenti di bovini da latte Battura e Lavagè.

1.6 L'emergia degli output e la relativa intensità energetica.

Dopo aver calcolato il totale dell'emergia che contribuisce al funzionamento del sistema, è possibile ripartirla tra i diversi output che produce, per calcolare l'intensità energetica di ognuno (Tabella 8). I calcoli

sulla ripartizione dell'emergia sono stati effettuati secondo le regole dell'algebra

energetica (Figura 4). Tabella 8. Intensità energetica degli output dei sistemi analizzati.

Produzione	Intensità energetica (sej/g)						
	Monterosso	Battura	Lavagè	Bruzzone	Fortunato	Pensa	Gotelli
Latte	1,19E+10	8,75E+08	1,00E+09			7,56E+09	
Formaggio	9,89E+10	5,15E+09	8,77E+09			6,30E+10	
Capi bovini		3,25E+10	1,96E+10		3,01E+10		2,23E+10
Carne bovina				3,73E+10	4,71E+10		
Capi caprini	6,81E+11						
Carne caprina	1,61E+12					4,95E+11	

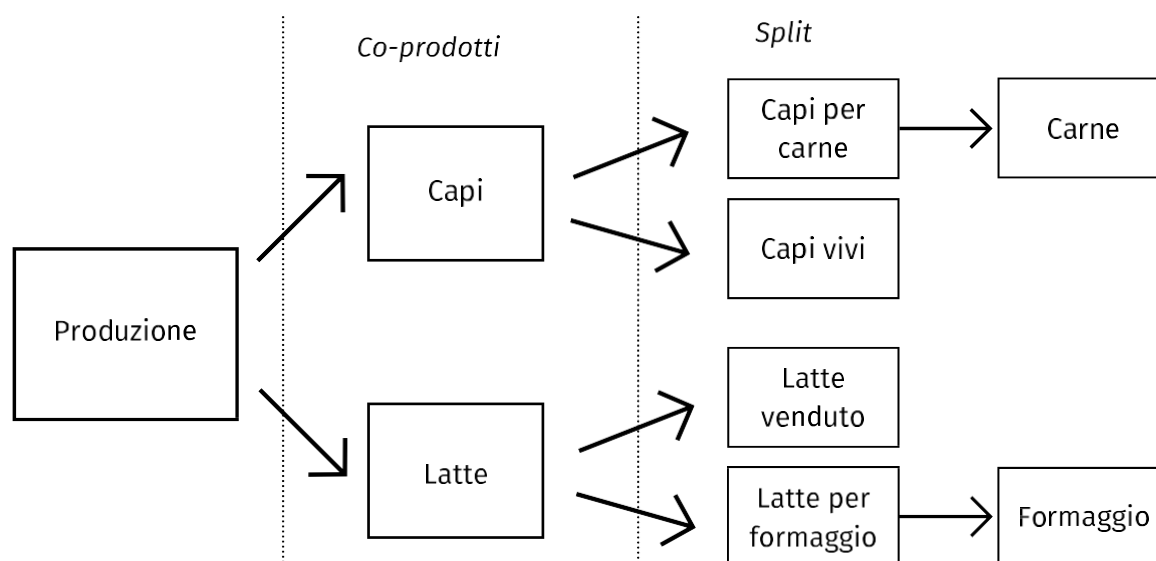


Figura 4 Rappresentazione schematica di co-prodotti e split.

Per quanto riguarda gli allevamenti di bovini da carne Gotelli e Bruzzone abbiamo un solo output, poiché il primo vende capi vivi pronti per la macellazione e il secondo porta al macello tutti i capi che produce e vende carne. Per ottenere l'intensità emergetica dei capi vivi è stata divisa l'emergia totale del sistema per i grammi di capi prodotti, mentre per il calcolo dell'intensità emergetica della carne è stato necessario dividere ulteriormente per la resa media di un capo della razza allevata.

Nell'allevamento di bovini da carne Fortunato abbiamo un solo output (capi) che, però, viene diviso in due split (capi vivi e capi per carne). Successivamente, lo split "capi per carne" è stato diviso per la resa media di un capo della razza allevata per ottenere l'intensità emergetica della carne.

Negli allevamenti di bovini e caprini da latte (Battura, Lavagè, Monterosso e Pensa) abbiamo due co-prodotti, ovvero "latte" e "capi".

Il co-prodotto "latte" viene diviso in due split ("latte venduto" e "latte per formaggio") e per ottenere l'intensità emergetica del formaggio, dopo aver calcolato il flusso emergetico che fluisce nello split "latte per formaggio", questo è stato diviso per la quantità di formaggio prodotto.

Il co-prodotto "capi", nel caso di Battura, Lavagè e Pensa, non viene ulteriormente diviso, poiché nei primidue allevamenti vengono prodotti solamente capi vivi e nel terzo solamente capi per carne. Nel caso di Monterosso, il co-prodotto "capi" viene diviso in due split ("capi vivi" e "capi per carne") e per calcolare l'intensità emergetica della carne è stato moltiplicato il flusso che fluisce in "capi per carne" per la resa media di un capo della razza allevata.

Queste valutazioni hanno permesso di sviluppare confronti tra le filiera produttive bovine e caprine che indicano come la produzione di un litro di latte di capra, dal punto di vista energetico, sia mediamente dieci volte più costosa (o di maggior valore) rispetto alla produzione di un litro di latte vaccino (stessa valutazione anche per la produzione di formaggio).

La filiera lattiero-casearia delle aziende analizzate risulta meno efficiente e più costosa, in termini di sforzo ambientale, rispetto a quella della carne. Questo risultato è dovuto principalmente al fatto che le aziende analizzate che producono carne hanno un'estensione di pascoli molto più elevata, che permette dei buoni risultati di rinnovabilità e di sostenibilità.

1.7 Confronto con altre realtà

Per comprendere meglio la situazione locale e mettere in luce i punti di forza e di debolezza della filiera di produzione ligure si propone un confronto con realtà diverse analizzate con la stessa metodologia.

Ci sono troppo pochi dati a disposizione per confrontare i risultati di questo studio con altri allevamenti italiani, per questo motivo sono stati scelti alcuni studi effettuati in Slovenia (Jaklič et al., 2014), nel Montado (da Fonseca, 2016), in Florida (Brandt-Williams, 2001) e in Argentina (Rotolo et al., 2007).

Le aziende agricole liguri del settore lattiero-caseario analizzate sono state messe a confronto con tre aziende slovene dello stesso settore (Jaklič et al., 2014). Le tre aziende con cui sono stati fatti i confronti sono state definite dagli autori allevamenti "Biologico estensivo", "Convenzionale" e "Intensivo" (Tabella 9).

Tabella 9. Confronto tra la filiera di produzione ligure e tre aziende slovene di diversi tipi analizzate da Jaklič et al. (2014).

Tipo di allevamento	Battura	Lavagè	Monterosso	Pensa	Biologico estensivo	Convenzionale	Intensivo
Intensità energetica (sej/g)	8,75E+08	1,00E+09	1,19E+10	7,56E+09	9,35E+08	6,45E+08	6,71E+08
%R	0,24	0,28	0,63	0,48	0,65	0,23	0,14

La tabella mostra che l'intensità energetica delle produzioni bovine liguri è mediamente più alta rispetto all'intensità energetica delle produzioni slovene. La produzione di Battura (8,75E+08 sej/g) risulta più efficiente della produzione biologica estensiva (9,35E+08 sej/g), mentre le altre sono meno efficienti di tutte e tre le aziende prese a confronto.

È bene ricordare, però, che una maggiore intensità emergetica riflette una maggiore qualità del prodotto, siccome risulta maggiore l'investimento dell'ecosistema nella filiera di produzione.

Se si considera la percentuale di rinnovabilità (%R), i valori delle aziende liguri che producono latte vaccinosi stabilizzano sui valori dell'allevamento definito convenzionale. Questo valore è dovuto al fatto che i pascoli delle aziende analizzate non sono abbastanza ricchi, o abbastanza ampi, da soddisfare il totale foraggiamento ed è, quindi, necessario integrare l'alimentazione con altro fieno, anche durante il periodo di pascolo.

Per quanto riguarda il latte caprino, la rinnovabilità del sistema dell'azienda Monterosso (63%) è pienamente al pari dell'allevamento biologico estensivo (65%) analizzato dagli autori, e l'azienda Pensa (48%) si colloca a metà tra il convenzionale (23%) e il biologico estensivo (65%).

Le aziende liguri che producono bovini da carne sono state messe a confronto con un'azienda di produzione integrata del Montado (da Fonseca, 2016), con la produzione di carne bovina in Florida (Brandt-Williams, 2001) e con un allevamento di bovini nella Pampa in Argentina (Rotolo et al., 2007) (Tabella 10 Tabella).

Tabella 10 Confronto tra le produzioni bovine liguri con tre aziende, una del Montado, una della Florida e una dell'Argentina.

Tipo di allevamento	Bruzzone	Fortunato	Gotelli	Montado	Florida	Argentina
Intensità emergetica (sej/g)	2,39E+10	3,01E+10	2,23E+10	1,83E+10	3,64E+09	4,99E+09
%R	0,64	0,69	0,78	0,46	0,77	0,65

L'intensità emergetica dei capi prodotti nelle aziende liguri sono 2,39E+10 sej/g, 3,01E+10 sej/g, 2,23E+10 sej/g e questi valori sono leggermente più alti rispetto all'intensità emergetica dei capi del Montado (1,83E+10 sej/g) e più alti rispetto all'UEV della produzione della Florida (3,64E+09 sej/g) e dell'Argentina (4,99E+09 sej/g). D'altra parte, una maggiore intensità emergetica è associata ad una maggiore qualità del prodotto, derivante da un maggiore investimento dell'ecosistema nella loro produzione.

Guardando i valori di rinnovabilità del sistema (%R) si può vedere come le aziende liguri abbiano una percentuale di rinnovabilità alta, in alcuni casi più alta di quelle analizzate dagli autori. Questi valori, che superano in tutti i casi il 50%, riflettono l'elevato utilizzo di risorse locali per la loro produzione.

1.8 Il valore naturale nascosto dei prodotti

Oltre agli indici emergetici, è stato calcolato il valore emergetico in € (Em€), che indica il prezzo che dovrebbe avere il prodotto se fosse contabilizzato anche lo sforzo che la natura impiega

nella produzione (Tabella 11 *Tabell*). L'Em€ si ottiene dividendo l'intensità emergetica (sej/g) del prodotto, che si vuole considerare, per il valore emergetico unitario dell'euro ($7,28E+11$ sej/€). Il valore viene poi convertito all'unità di misura di mercato (€/litro per il latte e €/kg per la carne) per una più facile interpretazione.

Dalla tabella emerge che i valori emergetici in € sono molto più alti dei prezzi a cui l'azienda vende il prodotto.

Tabella 11 Valori emergetici espressi in €.

Em€ latte vaccino	Battura	Lavagè
€/litro	1,26	1,45

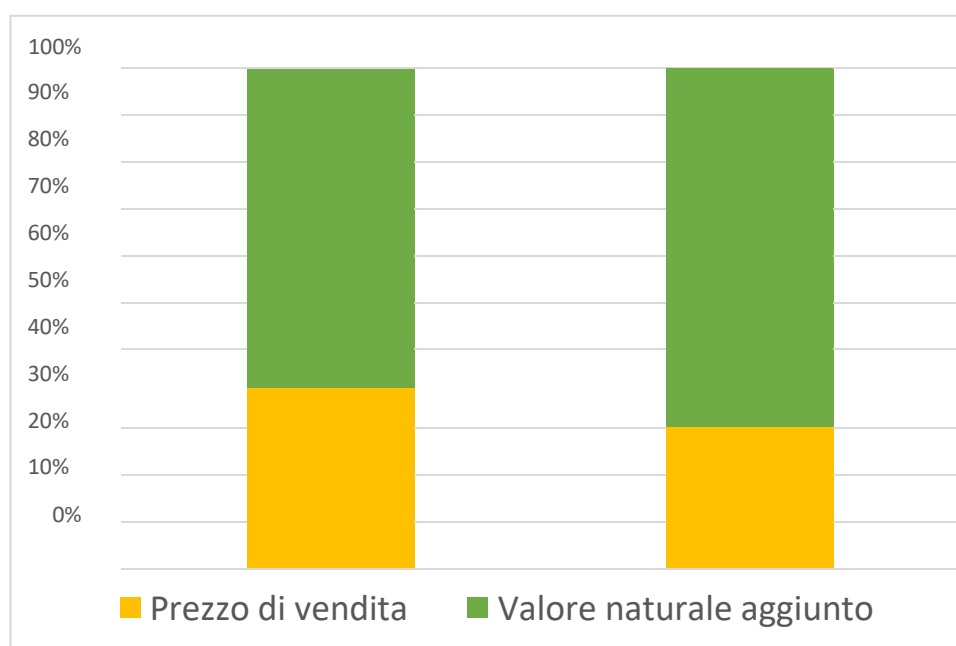
Em€ latte caprino	Monterosso	Pensa
€/litro	17,12	10,90

Em€ carne bovina	Bruzzone	Fortunato	Gotelli
€/kg	60,75	76,67	56,64

La differenza tra il valore energetico in € (Em€) e il prezzo a cui l'azienda vende il prodotto può essere definito il valore naturale aggiunto. Il valore naturale aggiunto può essere definito come lo sforzo che la natura impiega nella produzione, che in termini economici non viene contabilizzato, ma che, in realtà, è parte integrante della qualità del prodotto.

Per quanto riguarda il latte vaccino, di cui conoscevamo il prezzo di vendita, è stato possibile rappresentare il valore naturale aggiunto in un grafico percentuale, in cui in giallo è rappresentato il valore a cui l'azienda vende il prodotto, e in verde è rappresentato il valore naturale aggiunto (Figura 5).

Figura 5 Valore naturale aggiunto della produzione di latte vaccino ligure.



Come si può notare, il valore naturale aggiunto supera il 60% in entrambe le aziende. Il valore naturale nascosto è importante che venga contabilizzato, in modo da valorizzare i processi naturali e biologici, che partecipano attivamente alla filiera di produzione.

Considerazioni conclusive

L'analisi effettuata sulle sette aziende liguri ha riportato buoni risultati e ha reso possibile la realizzazione di una analisi di sostenibilità ambientale degli allevamenti bovini e caprini in Liguria. In particolare, lo studio ha evidenziato che:

- gli allevamenti analizzati che producono carne bovina e che producono latte caprino, hanno un'alta percentuale di rinnovabilità;
- le aziende analizzate che producono carne bovina e latte caprino presentano valori che suggeriscono una buona sostenibilità ambientale;
- in generale, le performance ambientali delle aziende da carne risultano migliori di quelle da latte;
- le aziende che producono autonomamente il fieno e che, soprattutto, acquistano i cereali per schiacciarli, o trasformarli in mangime, risultano più efficienti di quelli che acquistano il mangime in pellet o in polvere;
- il tempo che gli animali trascorrono nutrendosi autonomamente al pascolo è direttamente proporzionale alla rinnovabilità del sistema;
- le aziende che non possiedono pascoli abbastanza ricchi, o un'estensione sufficiente a permettere il totale foraggiamento degli animali durante il periodo di pascolo risultano molto meno efficienti, dal punto di vista della rinnovabilità del sistema;
- il consumo di acqua non risulta significativo dal punto di vista energetico;
- l'utilizzo di macchinari automatizzanti, come la mungitrice automatica, può portare ad un'efficienza energetica maggiore;
- i valori Em€ di tutti i prodotti risultano molto maggiori rispetto al prezzo a cui le aziende li vendono (per il latte vaccino risulta essere maggiore del 60%);

Riferimenti bibliografici

- Bastianoni, S., Campbell, D., Susani, L., Tiezzi, E., et al., 2005. The solar transformity of oil and petroleum natural gas, *Ecological Modelling*, 186, 2, 212-220.
- Bastianoni, S., Campbell, D.E., Ridolfi, R., Pulselli, F.M., 2009. The solar transformity of petroleum fuels, *Ecol. Model.*, 220, 40-50.
- Bastianoni, S., Marchettini, N., Panzieri, M., Tiezzi, E., 2001. Sustainability assessment of a farm in the Chianti area (Italy), *Journal of Cleaner Production*, 9, 4, 365-373.
- Brown M.T., Herendeen R.A., 1996. Embodied energy analysis and EMERGY analysis: a comparative view. *Ecological Economics* 19: 219-235
- Brown, M. T., Bardi, E., 2001. "Emergy of Ecosystems," *Handbook of Emergy Evaluation*, University of Florida, Gainesville.
- Brown, M.T., Vorasun Buranakarn, 2003. Emergy indices and ratios for sustainable material cycles and recycle options, *Resources, Conservation and Recycling*, 38, 1, 1-22.
- Buenfil, A., 2001. Emergy of Water. A dissertation presented to the graduate school of the University of Florida in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy. University of Florida, 264.
- Cabezas, H., Campbell, D.E., Eason, T., Garmestani, A.S., Heberling, M.T., Hopton, M.E., Templeton, J., White, D., Zanowick, M., 2010. San Luis Basin Sustainability Metrics Project: A Methodology for Evaluating Regional Sustainability. Report Number EP A/600/R-10/182 of the Office of Research and Development National Risk Management Research Laboratory, USA.
- Caruso, C., Catenacci, G., Marchettini, N. et al., 2001. Emergy Based Analysis of Italian Electricity Production System. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry* 66, 265-272.
- Castellini, C., Bastianoni, S., Granai, C., Dal Bosco, A., Brunetti, M., 2006. Sustainability of poultry production using the emergy approach: comparison of conventional and organic rearing systems. *Agric. Ecosyst. Environ.* 114, 343-350.
- Coppola, F., Bastianoni, S., Østergård, H., 2009. Sustainability of bioethanol production from wheat with recycled residues as evaluate by emergy assessment. *Biomass Bioenergy* 33, 1626-1642.
- Da Fonseca, A.M.P., Marques, C.A.F., Pinto-Correia, T., Campbell, D.E., 2016. Emergy analysis of a silvo- pastoral system, a case study in southern Portugal. *Agrofor. Syst.* 90,

137-157.

Forrester, J. (2002). Road Maps: A guide to learning system dynamics. Cambridge: System Dynamics Group, Sloan School of Management, MIT

Jaklič, T., Juvančič, L., Kavčič, S., Debeljak, M., 2014. Complementarity of socio-economic and emergyevaluation of agricultural production systems: The case of Slovenian dairy sector, *Ecological Economics*, 107,469-481.

Meadows, D. (1980). The unavoidable A Priori. In Randers (ed.) *Elements of the system dynamics method* (pp. 23-57). Cambridge: MIT Press

Odum, H.T., 1988. Self organization, transformity and information. *Science* 242,1132–1139.

Odum, H.T., 1996. *Environmental Accounting: Emergy and Environmental DecisionMaking*. John Wiley andSons, New York, 370 pp.

Odum, H.T., S.J. Doherty, F.N. Scatena, and P.A. Kharecha, 2000. Emergy evaluation of reforestation alternatives in Puerto Rico. *Forest Sci.*, 46, 521-530.

Patrizi, N., Niccolucci, V., Castellini, C., Pulselli, F.M., Bastianoni, S., 2018. Sustainability of agro-livestock integration: implications and results of Emergy evaluation. *Sci. Total Environ.* 1543-1552.

Pereira L., Zucaro A., Ortega E., Ulgiati S., 2013. Wealth, Trade and the Environment: Carrying Capacity, Economic Performance and Wellbeing in Brazil and Italy. *Journal of Environmental Accounting and Management*, 1(2): 161-190.

Pulselli, F.M., Patrizi, N., Focardi, S., 2011. Calculation of the unit emergy value of water in an Italian watershed, *Ecol. Model.*, 222, 2929-2938.

Pulselli, R.M., Pulselli, F.M., Rustici M., 2008a. Emergy accounting of the province of Siena: towards a thermodynamic geography for regional studies, *J. Environ. Manag.*, 86, 342-353.

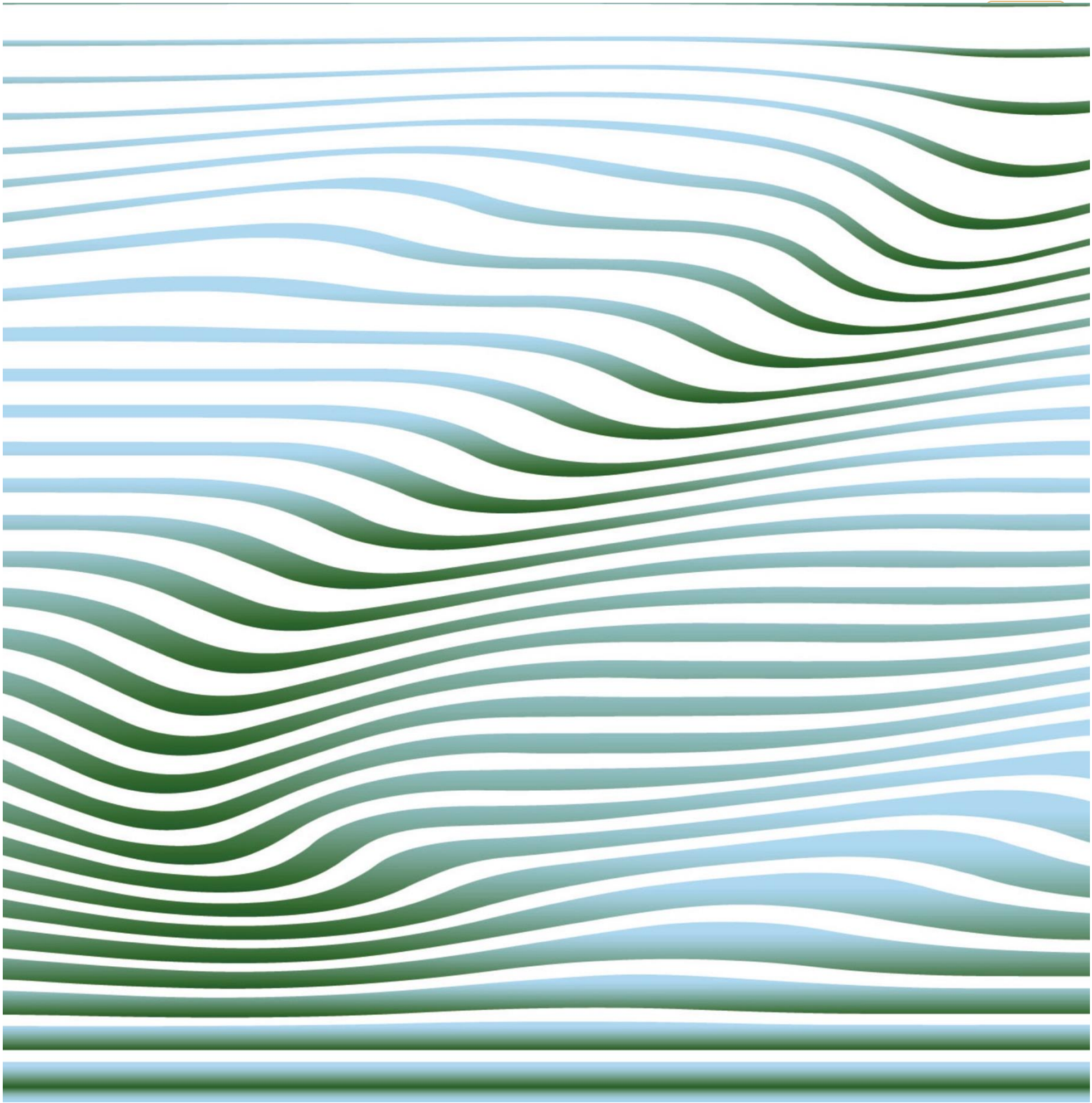
Pulselli, R.M., Simoncini, E., Ridolfi, R., Bastianoni, S., 2008b. Specific emergy of cement and concrete: an energy-based appraisal of building materials and their transport, *Ecol. Indic.*, 8, 647-656.

Randers, J. (1980). *Elements of the System Dynamics method*. Cambridge: MA: MIT Press.

Richardson, G. and Pugh, A. (1981). *Introduction to System Dynamics with Dynamo*. Portland: OR:Productivity Press

Spagnolo, S., 2017. PhD Thesis, Emergy-based sustainability assessment of a renewable energy system atdifferent scales.

Ulgiati, S., Brown, M.T., Bastianoni, S. and Marchettini, N. (1995). Emergy-based indices and ratios to evaluate the sustainable use of resources. Ecological engine.



T-1 Gouvernance pour la gestion intégrée du patrimoine naturel et culturel - Partenaire responsable Région Sardaigne.

**T1.1 - Modèle transfrontalier de valorisation socio-économique du réseau
environnemental Cambio Via comprenant toutes les zones Natura 2000 et les sujets des
contextes territoriaux, naturels et culturels liés à l'itinéraire de transhumance.**

IDENTIFICAZIONE - IDENTIFICATION

Numero progetto Numéro de projet	242	Acronimo - Acronyme	CamBioVIA
Titolo completo Titre complet	CAMmini e BIOdiversità: Valorizzazione Itinerari e Accessibilità per la Transumanza / Chemins et Biodiversité: Valorisation Itinéraires et Accessibilité pour la Transhumance		
Asse / Axe	2-Protezione e valorizzazione delle risorse naturali e culturali e gestione dei rischi / Protection et valorisation des ressources naturelles et culturelles et gestion des risques		
Partner	Regione Liguria		
Persona di contatto Personne de contact	Daniela Minetti		
Telefono / Téléphone	+39 335 799 4563xxxx	E-mail	Daniela.minetti@regione.liguria.it

Prodotto / Produit	T1.1.2	Titolo / Titre	Studio sulla sostenibilità delle filiere Étude sur la durabilité des chaînes d'approvisionnement
Componenti Composant	T1	Titolo / Titre	Governance per la gestione integrata del patrimonio naturale e culturale Gouvernance pour la gestion intégrée du patrimoine naturel et culturel
Stato / Statut	☐ Bozza / Ébauche ☒ Finale / Final		

Descrizione del prodotto finale Description du produit final	Studio sulla sostenibilità delle filiere Analisi del livello di sostenibilità ambientale applicata a casi studio delle filiere alimentari, dell'artigianato e mestieri tradizionali e del turismo. Étude sur la durabilité des chaînes d'approvisionnement Analyse du niveau de durabilité environnementale appliquée à des études de cas sur les chaînes d'approvisionnement alimentaire, l'artisanat et les métiers traditionnels et le tourisme.		
---	--	--	--

INDICE

IDENTIFICAZIONE - IDENTIFICATION	1
INDICE	0
INTRODUCTION	1
DÉVELOPPEMENT D'UN SYSTÈME DE COMPTABILITÉ ENVIRONNEMENTALE POUR ÉVALUER LE NIVEAU DE DURABILITÉ ÉCOLOGIQUE DE LA PRODUCTION ANIMALE EN LIGURIE (ANALYSE ÉMERGÉTIQUE)	2
1.1 EXPLOITATIONS ANALYSÉES	7
1.2 PRODUCTION DES ENTREPRISES ANALYSÉES	11
1.3 TABLEAU DES VALEURS D'ENTRÉE	12
1.4 LE TABLEAU ÉNERGÉTIQUE	15
1.5 RENOUELEMENT DE LA PRODUCTION	17
1.6 L'ÉMERGIE DES PRODUITS ET LEUR INTENSITÉ ÉMERGÉTIQUE.	20
1.7 COMPARAISON AVEC D'AUTRES RÉALITÉS	23
1.8 LA VALEUR NATURELLE CACHÉE DES PRODUITS	25
REMARQUES FINALES	27
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	28

Introduction

Dans le cadre du projet CamBioVIA, le Département des Sciences de la Terre, de l'Environnement et de la Vie (DISTAV) de l'Université de Gênes a mené des analyses sur l'évaluation du niveau de durabilité environnementale de certaines productions animales en Ligurie et a développé un système de comptabilité environnementale pour l'évaluation du capital naturel de deux habitats 6210(*) : Pelouses sèches semi-naturelles et faciès arbustifs sur substrat calcaire (Festuco-Brometalia) et 6520 : Prairies de fauche de montagne.

Les deux analyses ont été réalisées en appliquant des évaluations basées sur l'analyse énergétique (Odum, 1996) qui permet de comptabiliser la valeur d'un bien ou d'une ressource par rapport au coût de production entendu comme la quantité d'énergie solaire équivalente investie dans la production.

L'analyse effectuée sur les sept exploitations ligures a donné de bons résultats et a permis de réaliser une analyse de la durabilité environnementale des élevages bovins et caprins en Ligurie. L'étude sur la production animale a montré que les exploitations analysées produisent des produits avec un pourcentage élevé de renouvelabilité et des processus avec de bons niveaux de durabilité environnementale.

En général, les performances environnementales des élevages de viande sont meilleures que celles des élevages laitiers et les élevages qui produisent leur propre foin et surtout achètent des céréales pour les broyer ou les transformer en aliments pour animaux sont plus efficaces que ceux qui achètent des aliments en granulés ou en poudre. Le temps que les animaux passent à se nourrir dans les pâturages est directement proportionnel à la capacité de renouvellement du système, et l'utilisation de machines automatisées, comme la machine à traire automatique, peut conduire à une plus grande efficacité émergente. La valeur des ressources utilisées pour la production est dans tous les cas beaucoup plus élevée que le prix auquel les exploitations agricoles mettent le bien sur le marché.

L'analyse de la valeur du capital naturel dans les zones herbagères a montré des valeurs de capital naturel inférieures à celles des zones ayant un couvert végétal plus important, comme les hêtraies ou d'autres zones forestières, mais la capacité à générer des fonctions écosystémiques (et par conséquent le potentiel à fournir des services écosystémiques) est plus élevée dans les zones herbagères que dans les zones forestières.

Développement d'un système de comptabilité environnementale pour évaluer le niveau de durabilité écologique de la production animale en Ligurie (analyse émergétique)

Afin de créer un système de comptabilité environnementale applicable aux systèmes de production animale en Ligurie, une approche biophysique de l'évaluation basée sur l'analyse émergétique a été développée (Odum, 1996).

L'évaluation biophysique d'un bien ou d'un système de production nécessite le développement de méthodologies basées sur la "pensée systémique" (PS). La TS est une approche développée pour "voir les systèmes" et évaluer les résultats des politiques de gestion à la fois entre les composants du système et dans le temps (Meadows 1980 ; Randers 1980 ; Richardson et Pugh 1981 ; Forrester 2002). L'AT peut aider à évaluer comment les différentes variables d'un système interagissent entre elles pour dégager des tendances (historiques et futures) et fournit ainsi des informations importantes sur la gestion d'un système.

L'analyse émergétique a également développé, au fil du temps, un système de conversion de la valeur écologique en termes monétaires, ce qui permet d'obtenir des évaluations faciles à comprendre à des fins de gestion et de développer un système de comptabilité environnementale qui peut avoir une interface directe avec les systèmes de comptabilité environnementale typiques de l'économie écologique ou de la comptabilité économique traditionnelle.

En termes biophysiques, les systèmes agricoles impliquent des interactions entre des entités physiques (ressources) et économiques (argent). À chaque étape du processus de production, l'utilisation d'énergie, de matériaux et de travail humain entraîne une augmentation de la valeur du bien qui peut être quantifiée par une analyse émergente. En introduisant une analyse biophysique dans une analyse monétaire, il peut être plus évident de voir où les bénéfices reviennent au producteur et où la valeur du bien s'accumule le plus (Ulgiati et al. 1995). Dans une économie agricole fortement dépendante de l'utilisation de combustibles fossiles (ressources employées, mécanisation, stockage, transport), la consommation d'énergie tout au long de la chaîne de production est un attribut important qui affecte la valeur biophysique de la production et son niveau de durabilité.

L'analyse émergétique est une méthodologie thermodynamique introduite dans les années 1980 par H.T. Odum (Odum, 1988 ; 1996). Elle représente une sorte de "mémoire énergétique" puisqu'elle est basée sur un inventaire détaillé de toutes les ressources qui ont permis la réalisation d'un produit ou le maintien d'un processus. En termes plus rigoureux, l'émergie est la quantité d'énergie solaire qui a été nécessaire, directement ou indirectement, pour obtenir un certain produit, maintenir un service, un processus, un territoire ou une population.

Il s'agit d'une technique d'analyse quantitative qui normalise la valeur de toute ressource en termes d'équivalent d'énergie solaire (Brown et Herendeen, 1996). En termes biophysiques, l'émergie est quantifiée en Joule d'énergie solaire (sej). Plus le flux émergent nécessaire à un processus est important, plus la quantité d'énergie solaire qu'il "consomme" est élevée et donc

plus le coût environnemental nécessaire à son maintien est élevé. La conversion des flux d'énergie en énergie solaire se fait par le biais d'un facteur de conversion appelé transformité solaire (l'énergie solaire équivalente nécessaire pour obtenir une unité d'énergie (Joule) d'un certain produit). La transformité est un indicateur de qualité et d'efficacité. Des valeurs élevées de transformité (sej J-1) caractérisent des processus complexes et une qualité de produit supérieure.

La monétisation de la valeur émergente est effectuée en aval de la comptabilité sur une base biophysique par le biais du ratio énergie/monnaie (EMR), un indice représentant le pouvoir d'achat d'une seule unité émergente.

Cela permet de définir la contribution de la nature à la production d'un bien ou d'un service, également en termes économiques, afin de faciliter les décisions de gestion.

Le TME (sej €-1) est obtenu par le rapport entre l'énergie nécessaire à l'entretien de la nation dans laquelle l'étude est réalisée et le PIB de cette nation :

Il définit la valeur économique d'un seul joule d'énergie solaire, ce qui permet d'établir combien la nature a dépensé pour maintenir le système étudié ou produire le bien analysé.

L'analyse bibliographique réalisée dans les phases précédentes de ce projet a permis de vérifier que le schéma général des ST appliqué aux systèmes de production animale est celui de la figure 1, dans lequel sont pris en compte et utilisés dans l'analyse émergétique aussi bien les flux de ressources naturelles (dont la valeur économique est nulle) que les flux économiques et monétaires.

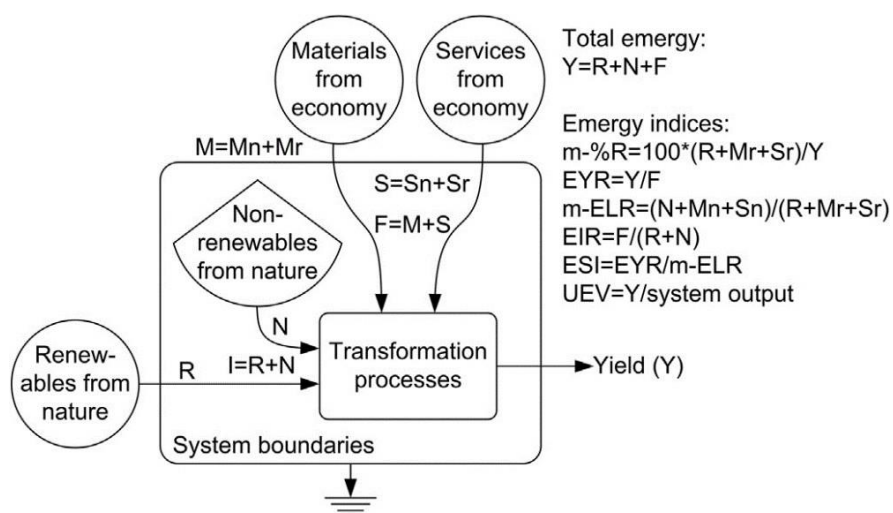


Figure 1 : Schéma d'analyse des systèmes de comptabilité environnementale appliqués dans les publications analysées

Pour l'application pratique de ce système général, il est nécessaire de disposer d'une base d'information qui représente l'intensité de consommation des systèmes de production et

caractérise les différents types de production. Afin d'identifier les ressources nécessaires au fonctionnement du système, l'analyse d'émergence implique l'élaboration d'un diagramme de systèmes qui représente le fonctionnement du système considéré et met en évidence les ressources nécessaires à son maintien.

Le diagramme de systèmes développé pour représenter les systèmes de production animale en Ligurie est illustré dans la figure 2.

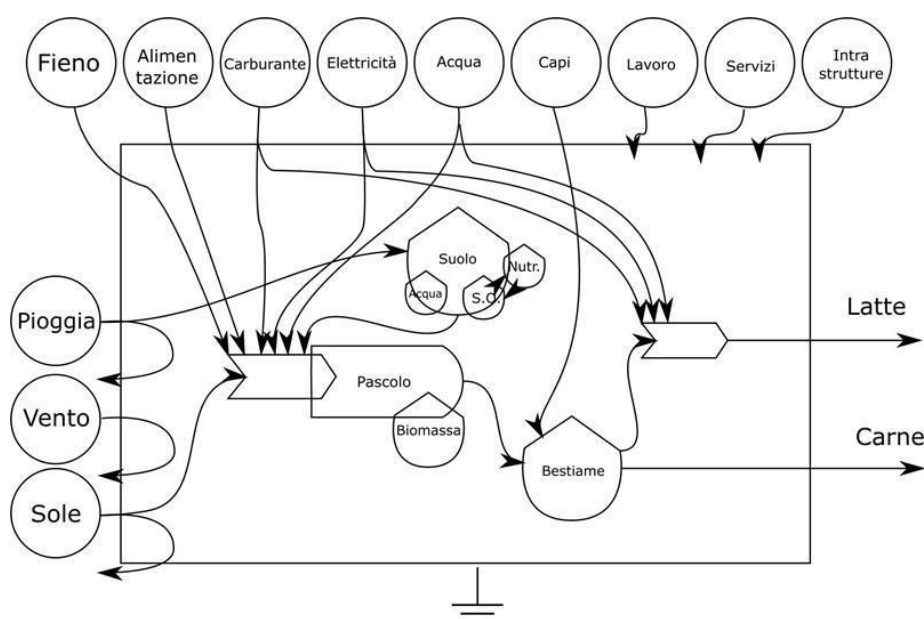


Figure 2 : schéma de six systèmes de production animale

L'interprétation du schéma systémique permet d'obtenir la liste des ressources nécessaires au fonctionnement du système et donc les informations nécessaires au développement de l'analyse. Les informations sur l'intensité de l'exploitation de ces ressources ont été obtenues en interrogeant un échantillon d'entreprises. Au cours de l'entretien, des informations spécifiques ont été demandées concernant différentes catégories de consommation et de processus comme, par exemple, le mode puissance, la consommation d'énergie et le mode de gestion.

Le tableau 1 ci-dessous présente les données demandées aux propriétaires des entreprises (lignes) et les entrées du tableau émergent pour lesquelles ces informations étaient nécessaires (colonnes).

Tableau 1. Structure de l'entretien avec l'entreprise.

Catégories	Questions	Rayonnement solaire	Vent	Pluie	Chaleur	Machines	Foin	Céréales	Fourrage	Paille	Eau potable	Eau souterraine	Gazole	Essence	GPL	Électricité	Ciment	Lait en poudre	Bétail	Pâturage Semences	Engrais	Main d'œuvre	Services	Traitement des données
Production	Production principale (viande ou lait)																							x
	Quantités produites (lait, fromage, bétail et viande)																							x
	Production biologique																							x
	Chiffre d'affaires annuel																							x
Entreprise	Extension des pâturages	x	x	x	x																			
	Extension de prairies de fauche	x	x	x	x																			
	Extension des étables/bâtiments	x	x	x	x																			
	Nombre de bovins						x	x	x															
	Nombre de bovins dans les étables/écuries																							x
	Nombre d'animaux achetés																		x					
	Mois de pâturage						x																	
	Subventions annuelles																							x
	Heures de travail																				x			
	Chiffre d'affaires annuel																							x
	Loyer/propriété																					x	x	
	Quantité de foin						x																	
	% de foin produit						x																	
	Quantité de semences																		x					

[illegible]

1.1 Exploitations analysées

Au cours de cette phase du projet, sept exploitations d'élevage avec trois types d'élevage différents et situées dans trois macro-zones différentes de la Ligurie ont été analysées (Tableau 2).

Tableau 2 : Description sommaire de la distribution et du type d'élevage des sept exploitations analysées

Zone	Parc naturel régional de Beigua			Parc naturel régional d'Antola			Val di Vara
Entreprise	Monterosso	Battura	Lavagè	Bruzzzone	Fortunato	Pensa	Gotelli
Production	chèvres laitières	bovins laitiers	bovins laitiers	bovins de boucherie	bovins de boucherie	chèvres laitières	bovins de boucherie

Deux exploitations qui élèvent des vaches laitières et produisent du fromage, trois exploitations qui élèvent des bovins et deux exploitations qui élèvent des chèvres pour produire du lait et du fromage ont été sélectionnées.

À l'exception de l'exploitation Gotelli, toutes les exploitations analysées appartiennent à une zone protégée par un parc naturel régional.

Azienda Agrituristicca Monterosso

L'Azienda Agrituristicca Monterosso est une exploitation biologique d'environ 60 chèvres de la race Camosciata della Alpi, située dans le Géoparc mondial de l'UNESCO de Beigua, dans la municipalité de Rossiglione, à environ 290 m au-dessus du niveau de la mer, au milieu de la vallée de la Gargassa. L'entreprise possède plus de 100 hectares de terres, utilisées en partie comme prairies de fauche et en partie comme pâturages, où les animaux passent environ 9 mois de l'année.

Les principaux produits sont le fromage et le yaourt, qui sont transformés dans une laiterie locale et vendus directement à la ferme. En outre, un pourcentage des chevreaux nés est vendu, à la fois pour la vie et pour la viande. Les chèvres en fin de carrière sont abattues et la viande est mélangée à de la poitrine de porc pour faire des saucisses.

En ce qui concerne l'alimentation, le foin est totalement autoproduit, en louant des machines aux exploitations voisines, et la complémentation consiste en un aliment mixte (16 % de protéines), dont la composition varie en fonction des besoins de la production laitière.

production de lait. Outre la production d'aliments, l'exploitation propose des dégustations de ses produits et dispose de deux bâtiments qu'elle loue à des groupes de personnes. Depuis 2010, la ferme dispose d'une importante toiture photovoltaïque qui produit 100 % de l'énergie utilisée.

Ferme Cascina Battura

L'exploitation Cascina Battura est une ferme d'élevage de vaches laitières qui compte environ 65 têtes de bétail, dont 35 en lactation. L'étable de 800 mètres carrés offre un accès direct aux pâturages environnants de 7 hectares, où le bétail peut s'alimenter de manière autonome du printemps au début de l'hiver.

La principale production de l'exploitation est le lait, qui est livré quotidiennement au projet de chaîne des producteurs de lait à Gênes. Environ 20 % du lait produit est transformé dans la laiterie de l'exploitation pour fabriquer des produits laitiers, principalement des fromages frais, des yaourts et des desserts à base de lait. En outre, l'entreprise vend des jeunes bovins vivants et des bovins en fin de carrière.

En 2011, l'exploitation a rénové l'étable en installant un toit photovoltaïque, qui produit 30 % de l'énergie utilisée, et une salle de traite avec un système de chevrons à huit places. L'alimentation est autoproduite à 40 % et se compose de foin d'étable, de luzerne, de céréales (son, maïs, orge, soja) qui sont donnés en unifeed (aliment unique). L'alimentation est également complétée par des sels minéraux en poudre pour les vaches en lactation.

Ferme de vacances Lavagè

L'exploitation Lavagè est située dans le Géoparc mondial de l'UNESCO de Beigua, dans la commune de Rossiglione, à 600 mètres d'altitude, sur le versant ouest de la vallée de la Gargassa. Il s'agit d'un troupeau de vaches laitières de race brune d'environ 200 têtes, dont environ 60 en lactation.

La production principale est le lait, qui est livré quotidiennement au projet de chaîne des producteurs de lait de Gênes. En outre, la petite laiterie de l'exploitation permet de produire environ 24 types de fromage et d'autres produits laitiers tels que des yaourts et des desserts à base de lait. La production de viande est également importante et provient des animaux mâles, qui sont élevés dans une étable séparée.

L'exploitation produit tout son foin, qui est mélangé à quelques céréales pour créer un aliment de base, le "unifeed". Cette alimentation de base est complétée, lorsque les animaux sont en lactation, par des granulés contenant des minéraux et des vitamines. Du printemps à l'arrivée de l'hiver, les vaches paissent librement dans les prairies qui entourent l'exploitation et qui couvrent environ cinq hectares. L'exploitation dispose de technologies de pointe telles que le robot de traite, qui permet l'automatisation complète de certains processus : chaque vache en lactation est reconnue, traite et nourrie avec une quantité personnalisée d'aliments, et le lait est automatiquement transféré dans un conteneur réfrigéré et stocké jusqu'au lendemain matin, lorsqu'il est livré et traité.

Ferme Pensa

L'exploitation Pensa est un troupeau d'environ 50 chèvres Meticce, situé à environ 1000 m d'altitude, entre la rivière Trebbia et le lac Brugneto, sur le territoire du Parc d'Antola, dans la commune de Torriglia. En ce qui concerne l'alimentation, les chèvres pâturent sur 11 hectares pendant environ 7 mois de l'année ; en outre, l'exploitation a décidé de commencer à éliminer les matières premières provenant de la culture, telles que le maïs, les fèves, les pois protéagineux, l'orge et le soja, au profit du foin non cultivé et d'un complément dérivé des sous-produits de la transformation, tels que le son, la farine de son, le tourteau de tournesol et le tourteau de lin. Ce projet, qui est encore en cours d'élaboration, vise une plus grande durabilité environnementale du produit final.

Le lait des chèvres, traites sans machine, est transformé dans la petite ferme laitière pour produire des produits frais, mûrs ou bleus. pour produire des fromages frais, affinés ou bleus..

L'un des principaux problèmes de l'exploitation est la gestion des animaux sauvages : principalement les daims, qui causent des dégâts aux clôtures, et les loups, qui sont gérés à l'aide de cinq chiens de garde. Ces animaux représentent une charge économique non négligeable pour l'exploitation.

Ferme Fortunato Mario

Il s'agit d'un troupeau biologique d'environ 260 bovins de race limousine, de la lignée vache-veau. Il est situé à 1200 m d'altitude dans la zone du parc d'Antola, dans la commune de Propata. L'exploitation dispose de 700 hectares de pâturages où les animaux passent environ 9 mois de l'année et s'alimentent de manière autonome. L'alimentation dans l'étable comprend du foin produit par l'exploitation elle-même et des aliments en granulés ; des analyses du foin et des aliments sont effectuées au cours de l'année afin de distribuer la ration adéquate aux veaux.

Le cycle de production comprend une première phase au cours de laquelle le veau passe six mois au pâturage avec sa mère, une deuxième phase de sevrage, suivie de la phase d'engraissement, qui se déroule dans l'étable jusqu'à ce que le veau ait atteint l'âge de 13 à 18 mois. Ensuite, l'exploitation vend 80 % du bétail vivant, le reste étant abattu et vendu par le biais de la distribution directe.

Ferme Bruzzone Marco

Il s'agit d'une exploitation bovine limousine de 600 têtes, avec des étables à Alessandria et des pâturages de 1 000 hectares dans le parc d'Antola, à environ 1 200 m d'altitude, près de Caprile, où le troupeau est transporté entre le printemps et l'été et où il pâture pendant environ 6 mois.

L'entreprise propose une ligne vache-veau en cycle fermé avec 300 juments et une

alimentation partiellement autoproduite, tant en termes de foin que d'aliments pour animaux, qui sont produits dans sa propre usine d'aliments pour animaux. Pendant les mois d'hiver, les animaux sont ramenés aux écuries d'Alexandrie par un transport spécial. Près des écuries, 90 hectares de champs sont cultivés pour produire du foin, du ray-grass, de la luzerne, du maïs et de l'orge, qui feront partie de l'alimentation des animaux pendant l'hiver.

Ferme Gotelli Fulvio

L'exploitation bovine de Gotelli Fulvio est l'une des 90 exploitations membres de la coopérative San Pietro Vara. Il s'agit d'une exploitation biologique de 120 bovins de race limousine, située dans la commune de Varese Ligure, à environ 1000 m d'altitude, près du col de Centocroci..

L'exploitation assure le pâturage des bovins, jusqu'à 9 mois par an, sur environ 200 hectares de terres autour de l'exploitation. Il s'agit d'un élevage de type vache-veau, dans lequel la première phase du cycle de production consiste à faire paître le veau avec sa mère jusqu'à l'âge de 8-9 mois ; cette phase est suivie de l'engraissement à l'étable, qui dure jusqu'à 5 mois, au cours duquel l'animal est nourri de foin, totalement autoproduit, et de céréales en grains, achetées et broyées dans l'exploitation à l'aide d'une machine spéciale. Les animaux sont ensuite vendus à la coopérative de San Pietro Vara pour l'abattage.

1.2 Production des entreprises analysées

La production des sept exploitations analysées est assez hétérogène et concerne le lait, le fromage et la viande, tant bovine que caprine (tableau 3).

Les exploitations laitières, tant bovines que caprines, transforment une partie du lait en produits laitiers et vendent des animaux en fin de carrière et des animaux mâles vivants ou, dans certains cas, abattus ; les exploitations bovines vendent leurs animaux vivants ou déjà abattus.

La production de lait est indiquée en grammes et a été calculée en prenant comme référence la masse moyenne d'un litre de lait. Les grammes de fromage produits ont été calculés, soit à partir de la quantité de lait transformé, en appliquant un rendement moyen, soit directement à partir des données de production fournies par l'exploitation.

Pour les élevages de viande, la production est exprimée en grammes de bovins vivants et a été quantifiée en se référant à la masse moyenne d'une tête de la race élevée (race limousine). De même, pour les bovins vendus par les exploitations laitières, la quantité a été calculée en considérant le poids moyen d'une tête de la race concernée (race Brune).

Tableau 3 : Production des différentes entreprises, exprimée en grammes/an.

Production (jour/an)	Monterosso	Battura	Lavagè	Bruzzone	Fortunato	Pensa	Gotelli
Lait total	2,87E+07	2,95E+08	4,98E+08			9,58E+06	
Lait par fromage	1,67E+07	1,10E+07	7,67E+07			9,58E+06	
Lait vendu	1,21E+07	2,84E+08	4,22E+08				
Fromage	2,00E+06	1,86E+06	8,76E+06			1,15E+06	
Nombre total de têtes	9,53E+05	7,95E+06	2,55E+07	1,50E+08	9,75E+07	2,81E+05	3,38E+07
Têtes par viande	5,01E+05			1,50E+08	1,95E+07	2,81E+05	
Bovins vivants	4,51E+05	7,95E+06	2,55E+07		7,80E+07		3,38E+07

1.3 Tableau des valeurs d'entrée

Les flux d'entrée, après avoir été traités de manière appropriée, ont été quantifiés et présentés dans un tableau avec les unités de mesure classiques (joules, grammes, heures, €) (tableau 4).

Tableau 4 : Tableau des données d'entrée pour l'analyse de l'émergence.

N° élément	Input	UdM	Valeur						
			Monterosso	Battura	Lavagè	Bruzzone	Fortunato	Pensa	Gotelli
1	Rayonnement solaire	J/an	4,52E+07	8,61E+06	2,49E+07	4,65E+08	3,43E+08	4,98E+06	1,13E+08
2	Vent	J/an	2,14E+13	4,07E+12	1,18E+13	1,98E+14	1,47E+14	2,13E+12	5,84E+13
3	Pluie	g/an	1,70E+12	3,24E+11	9,37E+11	1,81E+13	1,36E+13	1,98E+11	4,72E+12
4	Chaleur géothermique	J/an	2,78E+12	5,29E+11	1,53E+12	2,08E+13	1,56E+13	2,26E+11	6,93E+12
5	Machines								
5.a	Acier	g/an	1,53E+05	3,08E+06	3,16E+06	1,38E+07	7,29E+06	1,86E+05	3,26E+06
5.b	Plastique	g/an	2,14E+04	2,14E+04	2,14E+04			1,14E+04	
5.c	Fibre de verre	g/an	0,00E+00	1,50E+05	2,00E+05	2,50E+05	1,00E+05		
6	Alimentation								
6.a	Foin	g/an		7,96E+07			5,85E+08	1,84E+07	
6.b	Céréales	g/an				3,78E+08		1,08E+07	5,04E+07
6.c	Fourrage	g/an	1,14E+07	4,20E+07	8,00E+07		1,32E+08		
6.d	Lait en poudre	g/an		5,88E+05	2,02E+06				
7	Paille	g/an				2,00E+08			
8	Eau								
8.a	Eau potable	g/an		2,97E+09	4,82E+09			9,13E+07	
8.b	Eau souterraine	g/an	3,65E+08			5,05E+09	2,19E+09		1,01E+09
9	Carburant								
9.a	Diesel	g/an		9,05E+06	1,50E+07	2,71E+07	1,67E+07	2,51E+05	1,25E+07
9.b	Essence	g/an	4,28E+05						
9.c	Gpl	J/an			3,60E+10				

10	Électricité	J/an		4,32E+10	1,56E+11	6,60E+10	2,16E+10	7,20E+09	1,01E+10
11	Ciment	g/an	2,28E+07	2,08E+07	3,51E+07	2,55E+08	1,97E+08	3,65E+06	1,57E+07
12	Bétail	g/an					1,69E+07		
13	Semences de pâturage	€/an			1,00E+03	9,00E+03			5,00E+02
14	Engrais	€/an				1,30E+04			
15	Main d'œuvre	h/an	3,50E+03	7,32E+03	7,98E+03	1,06E+04	9,60E+03	5,02E+03	2,40E+03
16	Services	€/an	4,42E+04	3,30E+03	1,50E+04	5,07E+04	8,12E+04	4,60E+03	1,20E+04

Après avoir quantifié les intrants, les valeurs ont été normalisées dans la même unité de mesure (énergie solaire Joule, sej).

Pour mettre en œuvre cette conversion, il a été nécessaire de dériver la valeur unitaire d'émergence (VUE) de chaque intrant à partir de la littérature et de l'actualiser en fonction de la Geobiosphere Emergy Baseline GEB2016 $12.0E+24$ sej/an. Le tableau ci-dessous présente les VUE utilisées dans cette analyse et les références bibliographiques correspondantes (tableau 5).

Tableau 5 : Liste des transformations utilisées dans cette analyse.

Input	UEV (GEB2016 baseline)	sej/Unit	Référence bibliographique
Énergie solaire	1,00E+00	sej/J	Odum, 1996
Le vent	1,86E+03	sej/J	Brown and Bardi, 2001
Chaleur géothermique	7,73E+03	sej/J	Odum et al., 2000
Pluie	1,09E+05	sej/g	Odum et al., 2000
Eau souterraine	9,86E+05	sej/g	Buenfill, 2001
Eau potable	2,38E+06	sej/g	Pulselli et al., 2011
Diesel	3,71E+09	sej/g	Bastianoni et al., 2009
GPL	5,18E+05	sej/J	Bastianoni et al., 2005
Essence	3,78E+09	sej/g	Bastianoni et al., 2009
Électricité	1,18E+05	sej/J	Caruso et al., 2001
Acier	4,38E+09	sej/g	Cabezas et al., 2010
Plastique	1,04E+10	sej/g	Brown et al., 2003
Fibre de verre	5,97E+09	sej/g	Cabezas et al., 2010
Semences	8,76E+08	sej/g	Bastianoni, 2001
Lait (poids sec)	1,40E+09	sej/g	Spagnolo, 2017

Bétail	1,89E+10	sej/g	Da Fonseca, 2016
Foin	4,81E+07	sej/g	Patrizi et al., 2018
Fourrage	1,43E+09	sej/g	Jaklič et al., 2014
Céréales	1,08E+09	sej/g	Castellini et al., 2006
Paille	1,44E+05	sej/g	Coppola et al., 2009
Travail	3,82E+12	sej/h	Pulselli et al. 2008 (a)
Ciment	3,04E+09	sej/g	Pulselli et al. 2008 (b)
Euro	7,28E+11	sej/€	Pereira et al. 2013

1.4 Le tableau énergétique

Afin d'obtenir le contenu émergétique de chacun des flux d'intrants, chaque valeur d'intrant a été multipliée par sa VUE respective (tableau 6). En normalisant les unités classiques par rapport au Joule d'énergie solaire (seJ), la contribution des différents intrants peut être comparée.

L'avant-dernière ligne indique l'énergie totale consommée par les différentes entreprises

Tableau 6 - Tableau émergétique (valeurs en seJ/an).

N° élément	Input	UEV in GEB baseline	Emergy						
			Monterosso	Battura	Lavagè	Bruzzon e	Fortunato	Pensa	Gotelli
1	Rayonnement solaire	1,00E+00	4,52E+07	8,61E+06	2,49E+07	4,65E+08	3,43E+08	4,98E+06	1,13E+08
2	Vent	1,86E+03	3,97E+16	7,56E+15	2,18E+16	3,67E+17	2,72E+17	3,95E+15	1,08E+17
3	Pluie	1,09E+05	1,85E+17	3,54E+16	1,02E+17	1,98E+18	1,49E+18	2,16E+16	5,15E+17
4	Chaleur géothermique	7,73E+03	2,15E+16	4,09E+15	1,18E+16	1,61E+17	1,20E+17	1,75E+15	5,36E+16
5	Machines		8,92E+14	1,46E+16	1,52E+16	6,18E+16	3,25E+16	9,34E+14	1,43E+16
5.a	Acier	4,38E+09	6,69E+14	1,35E+16	1,38E+16	6,03E+16	3,19E+16	8,15E+14	1,43E+16
5.b	Plastique	1,04E+10	2,23E+14	2,23E+14	2,23E+14	0,00E+00	0,00E+00	1,19E+14	0,00E+00
5.c	Fibre de verre	5,97E+09		8,96E+14	1,19E+15	1,49E+15	5,97E+14	0,00E+00	0,00E+00
6	Alimentation		1,63E+16	6,49E+16	1,18E+17	4,07E+17	2,17E+17	1,25E+16	5,43E+16
6.a	Foin	4,81E+07		3,83E+15			2,81E+16	8,83E+14	
6.b	Céréales	1,08E+09				4,07E+17		1,16E+16	5,43E+16
6.c	Fourrage	1,43E+09	1,63E+16	6,02E+16	1,15E+17		1,89E+17		
6.d	Lait en poudre	1,40E+09		8,23E+14	2,82E+15				
7	Paille	1,44E+05				2,88E+13			
8	Eau	3,37E+06	3,60E+14	7,07E+15	1,15E+16	4,98E+15	2,16E+15	2,18E+14	9,97E+14
8.a	Eau potable	2,38E+06		7,07E+15	1,15E+16			2,18E+14	
8.b	Eau souterraine	9,86E+05	3,60E+14			4,98E+15	2,16E+15		9,97E+14
9	Carburant	7,49E+09	1,62E+15	3,35E+16	7,43E+16	1,01E+17	6,19E+16	9,28E+14	4,64E+16
9.a	Diesel	3,71E+09		3,35E+16	5,57E+16	1,01E+17	6,19E+16	9,28E+14	4,64E+16

				6	6	7		4	6
9.b	Essence	3,78E+09	1,62E+15						
9.c	Gpl	5,18E+05			1,86E+16				
10	Électricité	1,18E+05		5,11E+15	1,84E+16	7,80E+15	2,55E+15	8,51E+14	1,19E+15
11	Ciment	3,04E+09	6,95E+16	6,33E+16	1,07E+17	7,75E+17	6,00E+17	1,11E+16	4,79E+16
12	Bétail	1,89E+10					3,19E+17		
13	Semences de pâturage	8,76E+08			8,76E+11	7,88E+12			4,38E+11
14	Engrais	7,28E+11				9,46E+15			
15	Main d'œuvre	3,82E+12	1,34E+16	2,80E+16	3,05E+16	4,04E+16	3,67E+16	1,92E+16	9,17E+15
16	Services	7,28E+11	3,22E+16	2,40E+15	1,09E+16	3,69E+16	5,91E+16	3,35E+15	8,73E+15
	TOTALE		3,41E+17	2,58E+17	4,99E+17	3,58E+18	2,94E+18	7,24E+16	7,51E+17

1.5 Renouvellement de la production

La conversion en termes émergétiques permet de comparer directement les différentes ressources utilisées dans le processus qui sont maintenant converties en équivalent d'énergie solaire et permettra de développer des indices de durabilité et d'évaluer la contribution des ressources naturelles à la valeur des productions.

Dans ce sens, le tableau 7 montre la contribution en termes de pourcentage des différents intrants aux productions afin de mettre en évidence la pertinence des contributions des ressources renouvelables.

Tableau 7. Pourcentage émergent de contribution des flux entrants dans le système

N° élément	Input	%						
		Monterosso	Battura	Lavagè	Bruzzzone	Fortunato	Pensa	Gotelli
1	Rayonnement solaire	-	-	-	-	-	-	-
2	Vent	-	-	-	-	-	-	-
3	Pluie	54,25%	13,72%	20,44 %	55,31%	50,72%	29,83 %	68,58 %
4	Chaleur géothermique	6,30%	1,59%	2,36%	4,50%	4,09%	2,42%	7,14%
5	Machines	0,26%	5,67%	3,05%	1,73%	1,11%	1,29%	1,90%
5.a	Acier	0,20%	5,23%	2,77%	1,68%	1,09%	1,13%	1,90%
5.b	Plastique	0,07%	0,09%	0,04%	0,00%	0,00%	0,16%	0,00%
5.c	Fibre de verre	0,00%	0,35%	0,24%	0,04%	0,02%	0,00%	0,00%
6	Alimentation	4,78%	25,14%	23,61 %	11,37%	7,39%	17,24 %	7,23%
6.a	Foin	0,00%	1,48%	0,00%	0,00%	0,96%	1,22%	0,00%
6.b	Céréales	0,00%	0,00%	0,00%	11,37%	0,00%	16,02%	7,23%
6.c	Fourrage	4,78%	23,33%	23,05%	0,00%	6,43%	0,00%	0,00%
6.d	Lait en poudre	0,00%	0,32%	0,57%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
7	Paille	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
8	Eau	0,11%	2,74%	2,30%	0,14%	0,07%	0,30%	0,13%
8.a	Eau potable	0,00%	2,74%	2,30%	0,00%	0,00%	0,30%	0,00%
8.b	Eau souterraine	0,11%	0,00%	0,00%	0,14%	0,07%	0,00%	0,13%
9	Carburant	0,48%	12,98 %	14,89 %	2,82%	2,11%	1,28%	6,18%
9.a	Diesel	0,00%	12,98%	11,16%	2,82%	2,11%	1,28%	6,18%
9.b	Essence	0,48%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
9.c	Gpl	0,00%	0,00%	3,73%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%

10	Électricité	0,00%	1,98%	3,69%	0,22%	0,09%	1,18%	0,16%
11	Ciment	20,38%	24,53 %	21,44 %	21,65%	20,41%	15,33 %	6,38%
12	Bétail	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	10,86%	0,00%	0,00%
13	Semences de pâturage	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
14	Engrais	0,00%	0,00%	0,00%	0,26%	0,00%	0,00%	0,00%
15	Main d'œuvre	3,93%	10,85 %	6,11%	1,13%	1,25%	26,52 %	1,22%
16	Services	9,44%	0,93%	2,18%	1,03%	2,01%	4,63%	1,16%

La forte contribution des ressources renouvelables apparaît, contribuant, en moyenne, à environ 45% de l'énergie totale jusqu'à un maximum de 75% des ressources totales utilisées. Le pourcentage élevé de ressources renouvelables entrant dans les systèmes est dû, principalement, aux fortes extensions des pâturages et des prairies de fauche, qui, en même temps, apportent la contribution requise aux flux liés à l'alimentation.

Il convient de souligner que, dans tous les systèmes analysés, la forte contribution de l'infrastructure émerge, atteignant 20 % dans presque toutes les exploitations..

Afin de fournir des indications sur le niveau de durabilité environnementale, les flux entrant dans le système peuvent être répartis en trois catégories : les flux provenant de ressources renouvelables (R), ceux provenant de ressources non renouvelables internes au système (N) et ceux provenant de ressources non renouvelables provenant de l'environnement extérieur au système (F). Dans notre cas, les flux N sont quasiment nuls et ne concernent qu'une fraction des eaux souterraines (Figure 3).

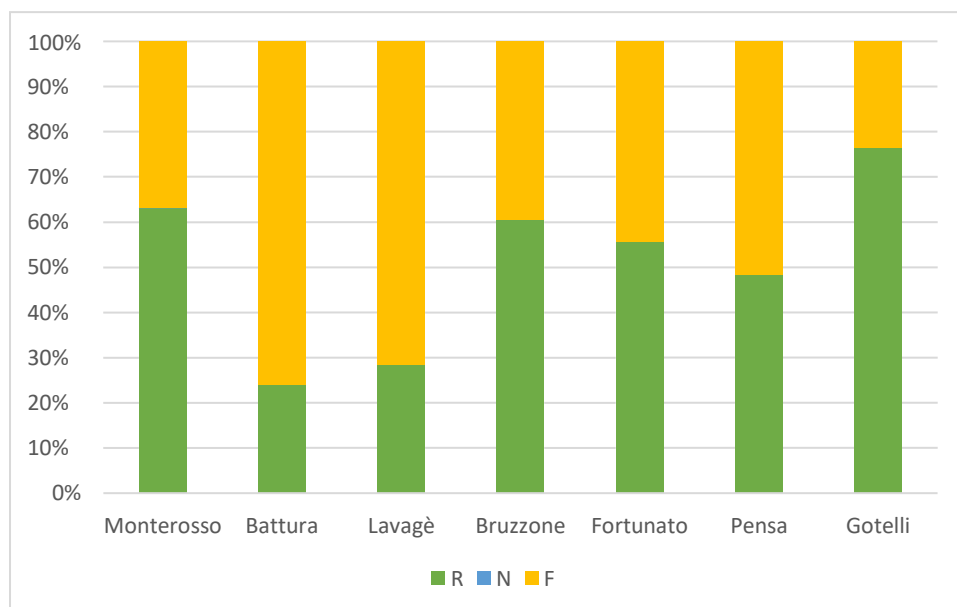


Figure 3 : Répartition des contributions renouvelables (R), non renouvelables provenant du système (N) et non renouvelables provenant de l'extérieur du système (F).

Le graphique montre que la contribution des énergies renouvelables est supérieure à 50 % dans les exploitations de Monterosso, Bruzzone, Fortunato et Gotelli, légèrement inférieure à 50 % dans le cas de Fortunato, et nettement inférieure dans les exploitations laitières de Battura et Lavagè.

1.6 L'émergie des produits et leur intensité émergétique.

Après avoir calculé l'émergie totale qui contribue au fonctionnement du système, il est possible de la répartir entre les différentes sorties qu'il produit, pour calculer l'intensité d'émergence de chacune d'entre elles (tableau 8). de la répartir entre les différents outputs qu'il produit, afin de calculer l'intensité d'émergence de chacun d'entre eux (Tableau 8). Les calculs sur la distribution de l'émergie ont été effectués selon les règles de l'algèbre émergétique (Figure 4).

Tableau 8. Intensité énergétique des produits des systèmes analysés.

La Production	Intensité émergente (sej/g)						
	Monterosso	Battura	Lavagè	Bruzzzone	Fortunato	Pensa	Gotelli
Lait	1,19E+10	8,75E+08	1,00E+09			7,56E+09	
Fromage	9,89E+10	5,15E+09	8,77E+09			6,30E+10	
Bovins		3,25E+10	1,96E+10		3,01E+10		2,23E+10
Bœuf				3,73E+10	4,71E+10		
Chèvres	6,81E+11						
Viande de chèvre	1,61E+12					4,95E+11	

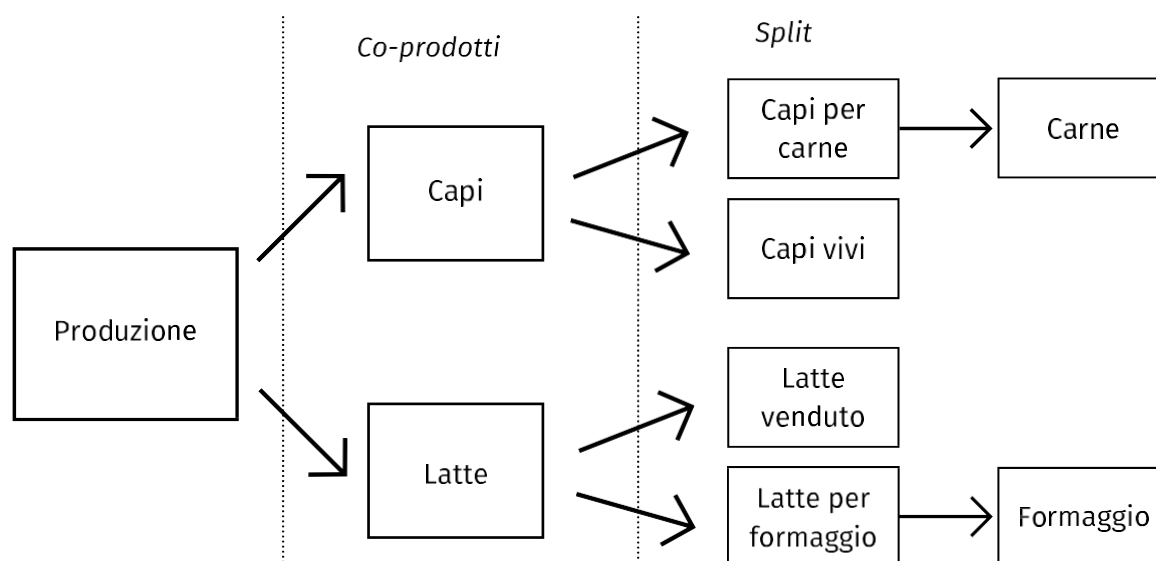


Figure 4 Rappresentazione schematica dei coprodotti e dei prodotti di separazione.

En ce qui concerne les exploitations bovines Gotelli et Bruzzone, nous n'avons qu'une seule production, puisque la première vend des animaux vivants prêts à l'abattage et que la seconde amène tous les animaux qu'elle produit à l'abattoir et vend de la viande. et vend de la viande. Pour obtenir l'intensité émergétique des bovins vivants, l'énergie totale du système a été divisée par les grammes de bovins produits, tandis que pour le calcul de l'intensité émergétique de la viande, il a fallu diviser à nouveau par le rendement moyen d'un animal de la race élevée.

Dans l'exploitation bovine Fortunato, nous n'avons qu'une seule production (têtes), qui est toutefois divisée en deux parties (têtes vivantes et têtes pour la viande). Ensuite, la fraction "têtes pour la viande" a été divisée par le rendement moyen d'une tête de la race élevée pour obtenir l'intensité de l'émergence de la viande.

Dans les exploitations de bovins et de caprins laitiers (Battura, Lavagè, Monterosso et Pensa), nous avons deux coproduits, à savoir le "lait" et la "viande". deux coproduits, à savoir le "lait" et la "tête".

Le coproduit "lait" est divisé en deux parties ("lait vendu" et "lait pour le fromage") et, pour obtenir l'intensité émergétique du fromage, il est nécessaire d'ajouter une partie "lait pour le fromage". l'intensité émergétique du fromage, après avoir calculé le flux émergé dans la division "lait par fromage", celui-ci a été divisé par la quantité de fromage produite.

Le coproduit "têtes", dans le cas de Battura, Lavagè et Pensa, n'est pas divisé davantage, étant donné que dans les deux premiers troupeaux, seules des têtes vivantes sont produites et dans le troisième, uniquement des têtes pour la viande. Dans le cas de Monterosso, le coproduit "têtes" est divisé en deux parties ("têtes vivantes" et "têtes pour la viande") et, pour calculer

l'intensité de l'émergence de la viande, le flux des "têtes pour la viande" a été multiplié par le rendement moyen d'une tête de la race élevée.

Ces évaluations ont permis de développer des comparaisons entre les filières bovine et caprine qui indiquent que la production d'un litre de lait de chèvre est en moyenne dix fois plus chère (ou plus valorisée) que la production d'un litre de lait de vache (même évaluation pour la production de fromage).

La chaîne laitière des exploitations analysées est moins efficace et plus coûteuse en termes d'effort environnemental que la chaîne de la viande. Ce résultat est principalement dû au fait que les exploitations analysées produisant de la viande disposent d'une surface de pâturage beaucoup plus importante, ce qui permet d'obtenir de bons résultats en termes de renouvelabilité et de durabilité.

1.7 Comparaison avec d'autres réalités

Pour mieux comprendre la situation locale et mettre en évidence les forces et les faiblesses de la filière de production ligure, une comparaison avec différentes réalités analysées avec la même méthodologie est proposée.

Il y a trop peu de données disponibles pour comparer les résultats de cette étude avec d'autres exploitations italiennes, c'est pourquoi certaines études réalisées en Slovénie (Jaklič et al., 2014), à Montado (da Fonseca, 2016), en Floride (Brandt-Williams, 2001) et en Argentine (Rotolo et al., 2007) ont été choisies.

Les exploitations laitières liguriennes analysées ont été comparées à trois exploitations slovènes du même secteur (en l'occurrence, des exploitations d'élevage d'animaux de ferme). fermes slovènes du même secteur (Jaklič et al., 2014). Les trois exploitations avec lesquelles les comparaisons ont été faites ont été définies par les auteurs comme des exploitations "biologiques extensives", "conventionnelles" et "intensives" (tableau 9).

Tableau 9. Comparaison entre la chaîne de production ligure et trois entreprises slovènes de types différents analysées par Jaklič et al. (2014).

Type d'élevage	Battura	Lavagè	Monterosso	Pensa	Vaste champ d'action biologique	Conventionnel	Intensif
Intensité émergente (sej/g)	8,75E+08	1,00E+09	1,19E+10	7,56E+09	9,35E+08	6,45E+08	6,71E+08
%R	0,24	0,28	0,63	0,48	0,65	0,23	0,14

Le tableau montre que l'intensité d'émergence de la production bovine ligure est en moyenne plus élevée que l'intensité d'émergence de la production slovène. La production de Battura (8,75E+08 sej/g) est plus efficace que la production biologique extensive (9,35E+08 sej/g), tandis que les autres sont moins efficaces que les trois comparées..

Il convient toutefois de rappeler qu'une intensité émergétique plus élevée reflète une meilleure qualité du produit, étant donné que l'investissement dans l'écosystème de la chaîne de production est plus élevé.

Si l'on considère le pourcentage de renouvelabilité (%R), les valeurs des exploitations ligures produisant du lait de vache se stabilisent sur les valeurs de l'élevage défini comme conventionnel. Cette valeur est due au fait que les pâturages des exploitations analysées ne

sont pas assez riches, ni assez larges, pour satisfaire l'affouragement total et qu'il est donc nécessaire de compléter l'alimentation avec d'autres foins, même pendant la période de pâturage.

En ce qui concerne le lait de chèvre, la capacité de renouvellement du système de l'exploitation de Monterosso (63 %) est tout à fait comparable à celle de l'exploitation biologique extensive (65 %) analysée par les auteurs. L'exploitation de Pensa (48 %) se situe entre l'agriculture conventionnelle (23 %) et l'agriculture biologique extensive (65 %).

Les exploitations bovines ligures ont été comparées à une exploitation de production intégrée à Montado (Fonseca, 2016), à la production de viande bovine en Floride (Brandt-Williams, 2001) et à une exploitation bovine de la Pampa en Argentine (Rotolo et al., 2007) (Tableau 10 Tableau).

Tableau 10 Comparaison de la production de viande bovine ligure avec celle de trois entreprises, l'une du Montado, l'autre de Floride et la troisième d'Argentine..

Type d'élevage	Bruzzone	Fortunato	Gotelli	Montado	Florida	Argentina
Intensité émergente (seJ/g)	2,39E+10	3,01E+10	2,23E+10	1,83E+10	3,64E+09	4,99E+09
%R	0,64	0,69	0,78	0,46	0,77	0,65

L'intensité émergétique des bovins produits dans les fermes ligures est de 2,39E+10 sej/g, 3,01E+10 sej/g, 2,23E+10 sej/g et ces valeurs sont légèrement supérieures à l'intensité émergétique des bovins du Montado (1,83E+10 sej/g) et supérieures à la VUE de la production de la Floride (3,64E+09 sej/g) et de l'Argentine (4,99E+09 sej/g). D'autre part, une intensité émergétique plus élevée est associée à une meilleure qualité des produits, résultant d'un plus grand investissement de l'écosystème dans leur production.

Si l'on considère les valeurs de renouvelabilité du système (%R), on constate que les entreprises ligures ont un pourcentage élevé de renouvelabilité, dans certains cas supérieur à celui des entreprises analysées par les auteurs. Ces valeurs, qui dépassent 50 % dans tous les cas, reflètent la forte utilisation des ressources locales pour leur production.

1.8 La valeur naturelle cachée des produits

En plus des indices émergétiques, la valeur émergétique en € (Em€) a été calculée, qui indique le prix que le produit devrait avoir si l'effort que la nature consacre à la production était également pris en compte (Tableau 11 Tabell). L'Em€ est obtenu en divisant l'intensité émergétique (sej/g) du produit à prendre en compte par la valeur émergétique unitaire de l'euro (7,28E+11 sej/€). La valeur est ensuite convertie en unité de marché (€/litre pour le lait et €/kg pour la viande) pour faciliter l'interprétation.

Le tableau montre que les valeurs émergentes en euros sont beaucoup plus élevées que les prix auxquels l'entreprise vend le produit.

Tableau 11 Valeurs émergentes exprimées en euros.

Em€ lait de vache	Battura	Lavagè
€/litre	1,26	1,45

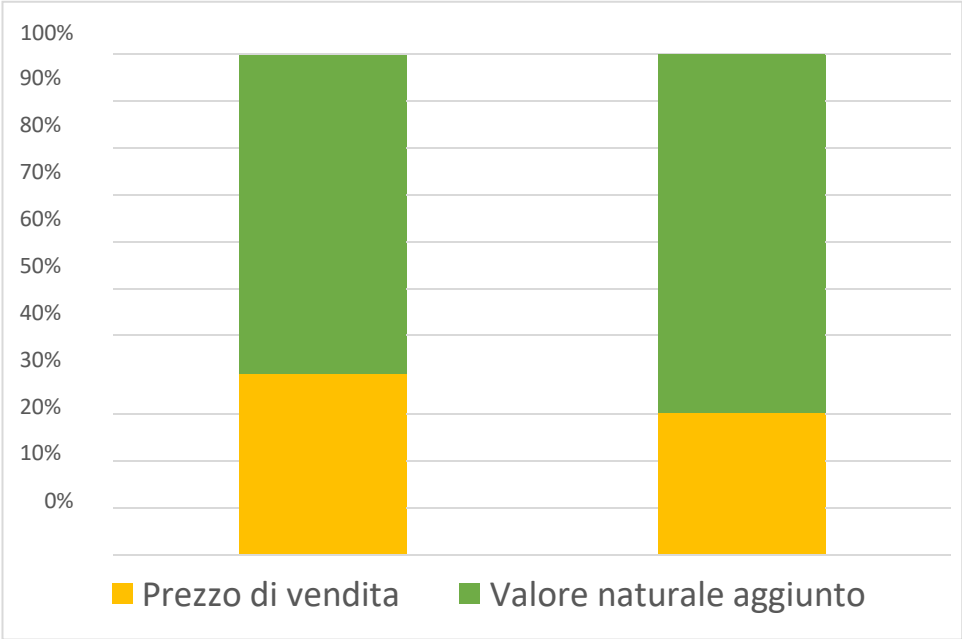
Em€ lait de chèvre	Monterosso	Pensa
€/litre	17,12	10,90

Em€ bœuf	Bruzzzone	Fortunato	Gotelli
€/kg	60,75	76,67	56,64

La différence entre la valeur émergétique en € (Em€) et le prix auquel l'entreprise vend le produit peut être appelée la valeur naturelle ajoutée. La valeur ajoutée naturelle peut être définie comme l'effort que la nature fournit pour la production, qui n'est pas comptabilisé en termes économiques, mais qui fait partie intégrante de la qualité du produit.

Dans le cas du lait de vache, pour lequel nous connaissons le prix de vente, il a été possible de représenter la valeur ajoutée naturelle dans un graphique en pourcentage, où en jaune est représentée la valeur à laquelle l'entreprise vend le produit, et en vert la valeur ajoutée naturelle (figure 5).

Figure 5 Valeur ajoutée naturelle de la production de lait de vache en Ligurie.



Comme on peut le constater, la valeur naturelle ajoutée dépasse 60 % dans les deux entreprises. Il est important que la valeur naturelle cachée soit prise en compte, afin que les processus naturels et biologiques, qui participent activement à la chaîne de production, soient valorisés.

Remarques finales

L'analyse réalisée sur les sept exploitations ligures a donné de bons résultats et a permis de réaliser une analyse de la durabilité environnementale des élevages bovins et caprins en Ligurie. En particulier, l'étude a mis en évidence que:

- les exploitations analysées produisant de la viande bovine et du lait de chèvre ont un taux de renouvellement élevé;
- les exploitations analysées produisant de la viande bovine et du lait de chèvre ont des valeurs qui suggèrent une bonne durabilité environnementale ;
- en général, les performances environnementales des exploitations bovines sont meilleures que celles des exploitations laitières
- les exploitations qui produisent leur propre foin et surtout achètent des céréales pour les broyer ou les transformer en aliments pour animaux sont plus efficaces que celles qui achètent des aliments en granulés ou en poudre;
- le temps que les animaux passent à se nourrir sur les pâturages est directement proportionnel à la capacité de renouvellement du système;
- es exploitations qui ne disposent pas de pâturages suffisamment riches ou d'une extension suffisante pour permettre aux animaux de se nourrir entièrement pendant la période de pâturage sont beaucoup moins efficaces, du point de vue de la capacité de renouvellement du système;
- a consommation d'eau n'est pas significative du point de vue de l'émergence;
- l'utilisation de machines automatisées, telles que la machine à traire automatique, peut conduire à une plus grande efficacité émergente;
- les valeurs Em€ de tous les produits sont beaucoup plus élevées que le prix auquel les entreprises les vendent (pour le lait de vache, elles sont 60 % plus élevées);

Références bibliographiques

- Bastianoni, S., Campbell, D., Susani, L., Tiezzi, E., et al., 2005. The solar transformity of oil and petroleum natural gas, *Ecological Modelling*, 186, 2, 212-220.
- Bastianoni, S., Campbell, D.E., Ridolfi, R., Pulselli, F.M., 2009. The solar transformity of petroleum fuels, *Ecol. Model.*, 220, 40-50.
- Bastianoni, S., Marchettini, N., Panzieri, M., Tiezzi, E., 2001. Sustainability assessment of a farm in the Chiantiarea (Italy), *Journal of Cleaner Production*, 9, 4, 365-373.
- Brown M.T, Herendeen R.A, 1996. Embodied energy analysis and EMERGY analysis: a comparative view. *Ecological Economics* 19: 219-235
- Brown, M. T., Bardi, E., 2001. "Emergy of Ecosystems," *Handbook of Emergy Evaluation*, University of Florida, Gainesville.
- Brown, M.T., Vorasun Buranakarn, 2003. Emergy indices and ratios for sustainable material cycles and recycle options, *Resources, Conservation and Recycling*, 38, 1, 1-22.
- Buenfil, A., 2001. Emergy of Water. A dissertation presented to the graduate school of the University of Florida in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy. University of Florida, 264.
- Cabezas, H., Campbell, D.E., Eason, T., Garmestani, A.S., Heberling, M.T., Hopton, M.E., Templeton, J., White, D., Zanowick, M., 2010. San Luis Basin Sustainability Metrics Project: A Methodology for Evaluating Regional Sustainability. Report Number EP A/600/R-10/182 of the Office of Research and Development National Risk Management Research Laboratory, USA.
- Caruso, C., Catenacci, G., Marchettini, N. et al., 2001. Emergy Based Analysis of Italian Electricity Production System. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry* 66, 265-272.
- Castellini, C., Bastianoni, S., Granai, C., Dal Bosco, A., Brunetti, M., 2006. Sustainability of poultry production using the emergy approach: comparison of conventional and organic rearing systems. *Agric. Ecosyst. Environ.* 114, 343-350.
- Coppola, F., Bastianoni, S., Østergård, H., 2009. Sustainability of bioethanol production from wheat with recycled residues as evaluate by emergy assessment. *Biomass Bioenergy* 33, 1626-1642.
- Da Fonseca, A.M.P., Marques, C.A.F., Pinto-Correia, T., Campbell, D.E., 2016. Emergy analysis of a silvo- pastoral system, a case study in southern Portugal. *Agrofor. Syst.* 90,

137-157.

Forrester, J. (2002). Road Maps: A guide to learning system dynamics. Cambridge: System Dynamics Group, Sloan School of Management, MIT

Jaklič, T., Juvančič, L., Kavčič, S., Debeljak, M., 2014. Complementarity of socio-economic and emergyevaluation of agricultural production systems: The case of Slovenian dairy sector, *Ecological Economics*, 107,469-481.

Meadows, D. (1980). The unavoidable A Priori. In Randers (ed.) *Elements of the system dynamics method* (pp. 23-57). Cambridge: MIT Press

Odum, H.T., 1988. Self organization, transformity and information. *Science* 242,1132–1139.

Odum, H.T., 1996. *Environmental Accounting: Emergy and Environmental DecisionMaking*. John Wiley andSons, New York, 370 pp.

Odum, H.T., S.J. Doherty, F.N. Scatena, and P.A. Kharecha, 2000. Emergy evaluation of reforestation alternatives in Puerto Rico. *Forest Sci.*, 46, 521-530.

Patrizi, N., Niccolucci, V., Castellini, C., Pulselli, F.M., Bastianoni, S., 2018. Sustainability of agro-livestock integration: implications and results of Emergy evaluation. *Sci. Total Environ.* 1543-1552.

Pereira L., Zucaro A., Ortega E., Ulgiati S., 2013. Wealth, Trade and the Environment: Carrying Capacity, Economic Performance and Wellbeing in Brazil and Italy. *Journal of Environmental Accounting and Management*, 1(2): 161-190.

Pulselli, F.M., Patrizi, N., Focardi, S., 2011. Calculation of the unit emergy value of water in an Italian watershed, *Ecol. Model.*, 222, 2929-2938.

Pulselli, R.M., Pulselli, F.M., Rustici M., 2008a. Emergy accounting of the province of Siena: towards a thermodynamic geography for regional studies, *J. Environ. Manag.*, 86, 342-353.

Pulselli, R.M., Simoncini, E., Ridolfi, R., Bastianoni, S., 2008b. Specific emergy of cement and concrete: an energy-based appraisal of building materials and their transport, *Ecol. Indic.*, 8, 647-656.

Randers, J. (1980). *Elements of the System Dynamics method*. Cambridge: MA: MIT Press.

Richardson, G. and Pugh, A. (1981). *Introduction to System Dynamics with Dynamo*. Portland: OR:Productivity Press

Spagnolo, S., 2017. PhD Thesis, Emergy-based sustainability assessment of a renewable energy system atdifferent scales.

Ulgiati, S., Brown, M.T., Bastianoni, S. and Marchettini, N. (1995). Emergy-based indices and ratios to evaluate the sustainable use of resources. Ecological engine.