

I GEORGOFILI

Quaderni

2009-VIII

Sezione Nord Ovest



LA ZOOTECNIA DA LATTE NELLE AREE MONTANE: IL CASO DELLA VALTELLINA

Milano, 25 giugno 2009



EDIZIONI POLISTAMPA

A cura di: *Giuseppe Pellizzi e Marco Fiala*

Volume pubblicato nell'ambito dell'attività "**Organizzazione e Divulgazione Risultati Giornate di Studio su Agricoltura e Ambiente**" svolta dalla Sezione Nord-Ovest con il contributo finanziario di:

Gruppo Same-Deutz-Fahr

SAME

Copyright © 2011
Accademia dei Georgofili
Firenze
<http://www.georgofili.it>

Proprietà letteraria riservata

Supplemento a «I Georgofili. Atti dell'Accademia dei Georgofili»
Anno 2009 - Serie VIII - Vol. 6 (185° dall'inizio)

Direttore responsabile: Paolo Nanni

Edizioni Polistampa
Via Livorno, 8/32 - 50142 Firenze
Tel. 055 737871 (15 linee)
info@polistampa.com - www.polistampa.com
Sede legale: Via Santa Maria, 27/r - 50125 Firenze

ISBN 978-88-596-0894-3

Servizi redazionali, grafica e impaginazione
SOCIETÀ EDITRICE FIORENTINA

INDICE

PLINIO VANINI <i>Saluto</i>	7
STEFANO BOCCHI, TOMMASO MAGGIORE <i>Applicazione integrata di tecniche di monitoraggio delle aree pascolive alpine per una gestione appropriata delle risorse</i>	II
MASSIMO TIMINI <i>Profilo della zootecnia da latte in provincia di Sondrio: aspetti tecnici, economici e ambientali</i>	29
MASSIMO LAZZARI, STEFANO NAVA, FRANCESCO MARIA TANGORRA, ERNESTO BERETTA <i>Nuove tecnologie elettroniche e informatiche al servizio della zootecnia</i>	39
SELENE ERINI <i>Formaggi DOP Valtellina Casera e Bitto: la tradizione casearia valtellinese che vive nel presente</i>	83
FAUSTO GUSMEROLI <i>Prati e pascoli nel sistema vegetazionale e foraggero Valtellinese</i>	91

Saluto

Colgo l'occasione per salutare tutti i presenti e sviluppare alcune considerazioni sulla zootecnia da latte in area montana.

L'azienda agricola "La Fiorida Bionatura Valtellina", presso la quale stiamo effettuando questa giornata di studio, è una realtà agricola collocata in zona montana, progettata sul modello riferito al concetto di filiera corta che, nel suo complesso rappresenta un esempio di sviluppo sostenibile.

La gestione di realtà agricole in un territorio interamente montano come quello della provincia di Sondrio incontra notevoli ostacoli, legati sia alla tipologia e disponibilità di territorio sia di natura economica.

Negli anni passati si è purtroppo assistito al trasferimento del modello produttivo agricolo delle aree della pianura alle zone di montagna, questo sta creando non pochi problemi alle aziende presenti nella nostra provincia a dimostrazione che buoni sistemi operativi per una zona non sempre risultano validi per altre realtà. Credo pertanto sia necessario riconsiderare il modello produttivo agricolo per le zone di montagna.

Oggi ragioniamo in un contesto nazionale e internazionale dove il prezzo del latte pagato dalle ditte acquirenti si colloca a valori decisamente più bassi dei costi di produzione normalmente sostenuti dalle aziende agricole di montagna, con queste condizioni tante realtà zootecniche provinciali nei prossimi anni sono destinate alla chiusura.

Un dato positivo lo riscontriamo nelle cooperative locali che hanno sviluppato una politica di produzioni tipiche all'interno dei disciplinari delle DOP in quanto queste riescono a pagare il latte ai produttori con un importo più adeguato.

* *Presidente dell'Associazione Provinciale Allevatori di Sondrio*

La strada giusta è pertanto quella di proseguire sulla qualità del latte prodotto e sulle produzioni tipiche (si sono certamente raggiunti livelli qualitativi elevati rispetto al passato anche grazie all'intervento dei tecnici dell'APA).

Altro problema del nostro contesto è quello rappresentato dai continui frazionamenti operati sui fondi che portano solo danni al settore, problema che viene ulteriormente ingigantito dalla continua, persistente e indiscriminata sottrazione di suolo agricolo nel fondovalle, già naturalmente disponibile in quantità modeste.

Tutti i settori produttivi della valle, oltre agli Enti pubblici, continuano a erodere territorio, tanto che non c'è quasi più la superficie per coltivare e quella poca che è rimasta è invasa da strutture di vario tipo.

La stessa proposta per la viabilità provinciale richiede al settore primario di sostenere un ulteriore notevole sforzo con la sottrazione di ingenti superfici agricole delle zone più produttive del fondovalle.

La compensazione, per tali superfici che gli allevatori devono cedere, causa una temporanea illusione che si tradurrà nel medio e lungo termine in una evidente carenza di territorio coltivabile con conseguente ulteriore riduzione del numero di aziende.

Tutte le parti sociali e i settori produttivi si devono fare carico di questo problema che sta portando al collasso le aziende agricole.

In questo contesto, anche le superfici a pascolo possono rivestire un ruolo importante.

Non tutti gli alpeggi però si prestano a un moderno utilizzo e anche le modalità di gestione del pascolo vanno sicuramente riconsiderate.

L'alpeggio richiede notevole passione, lavoro e fatica.

In provincia di Sondrio ci sono tante tipologie di alpeggi e i dati disponibili confermano che tale pratica influisce positivamente sulla carriera e durata produttiva degli animali.

Troviamo alpeggi con una vegetazione erbacea buona e alpeggi con evidenti segnali di degrado del cotico erboso e ormai invasi da infestanti; alpeggi gestiti con grande passione, lavoro e fatica ove spesso però si vive una realtà lavorativa più simile a quella di un "lavoro da schiavi" e alpeggi che si vogliono identificare come ambienti ecologici, non serviti da idonea viabilità, raggiungibili con difficoltà da uomini e animali e gestiti con modalità di altri tempi.

Si assiste sempre più frequentemente allo svilupparsi di situazioni cosiddette di rapina effettuate dalle aziende di pianura che, per poter percepire compensi erogati dall'UE, trasferiscono "camionate" di bestiame dalle loro

aziende agli alpeggi della nostra provincia, senza curare poi il problema del calpestamento del cotico dovuto a sovraccarico e al non governo degli animali con conseguenze disastrose per i pascoli.

Per l'alpeggio va pertanto studiata e proposta la forma di utilizzo tenendo presente che gli operatori devono poter lavorare in condizioni dignitose.

Un'ultima considerazione riguarda certamente il fatto che noi viviamo nel contesto alpino dove riscontriamo delle situazioni di sostegno economico notevolmente differenziate fra Regione e Regione.

Le aziende della nostra provincia si trovano a competere con realtà come la Valle d'Aosta e il Trentino dove l'iniezione di finanziamenti nel settore è notoriamente più elevato consentendo alle aziende situate in quelle località di produrre con costi minori.

In un sistema dove i competitori non hanno lo stesso sostegno economico diventa difficile per le realtà meno considerate competere e sopravvivere.

Per il futuro, se si ritiene che la zootecnia nelle realtà di montagna debba sopravvivere e poter svolgere il suo fondamentale ruolo di governo del territorio, bisogna necessariamente pensare a soluzioni diverse.

Ringrazio tutti i partecipanti e buon lavoro.

Applicazione integrata di tecniche di monitoraggio delle aree pascolive alpine per una gestione appropriata delle risorse

INTRODUZIONE

Gli ambienti e i territori alpini sono fortemente caratterizzati da un elevato grado di diversità, espressa soprattutto nelle componenti floristiche e vegetazionali. Questa diversità è il frutto dei processi pedoclimatici e degli interventi che l'uomo ha realizzato nel tempo; il paesaggio che ne deriva appare particolarmente ricco di elementi, a maglia a volte molto fine, diversificato per gradienti altimetrici, variegato a seconda dei versanti e della orografia e in risposta delle necessità e delle soluzioni individuate, nel corso dei secoli, dalle popolazioni residenti.

A una stratificazione verticale naturale corrisponde, nei paesaggi alpini, anche una stratificazione agronomica secondo la quale si riconoscono nella fascia di fondovalle le colture e i prati grassi, mentre nelle fasce altimetriche superiori le colture più estensive, come prati, prati-pascoli e pascoli. I primi – i prati di fondovalle – e i secondi – i pascoli di versante e di quota – da sempre hanno rappresentato la base foraggera dell'intero sistema, sulla quale era dimensionato il capitale zootecnico, che a sua volta determinava, in un certo comprensorio, le produzioni animali che era possibile ottenere. L'equilibrio fra la risorsa foraggera e il carico zootecnico ha permesso per secoli forme di ciclizzazione della fertilità, modularità di produzione, flessibilità dell'economia, sostenibilità dell'intero sistema produttivo e insediativo.

Le risorse foraggiere prato pascolive hanno subito nell'ultimo ventennio, una drastica riduzione in termini quantitativi e qualitativi.

Dal 1980 al 2008 le superfici pascolive utilizzate, in alcuni comprensori lombardi, si dimezzano e i prati seguono quasi lo stesso trend. Con un au-

* *Dipartimento di Produzione Vegetale, Università degli Studi di Milano*

mento di produzioni (latte), ottenute con un minore numero di capi, si è intensificato l'intero sistema e si sono poste condizioni di rischio di degrado delle cotiche per diverse cause: calpestamento da parte di animali pesanti; utilizzazione di alimenti concentrati e conseguente produzione di refluo; gestione non sempre accorta delle deiezioni su superfici limitate. Tali fenomeni di intensificazione si accompagnano alla ricollocazione delle popolazioni, che abitavano i versanti, verso nuove residenze e attività nei vicini fondovalle o nei più lontani centri di pianura.

Si è creata così una forte contraddizione tra le dinamiche di perdita della maggioranza delle praterie da sfalcio e da pascolo da un lato e la necessità di salvaguardare le risorse naturali e i processi produttivi apicolculturali connessi, dall'altro. Per secoli, la gestione della mandria è stata basata su conoscenze tradizionali, continui e diffusi controlli, mentre oggi le conoscenze dei sistemi produttivi sono insufficienti e le risorse foraggere e zootecniche non sembrano più utilizzate all'interno di un organico piano di gestione e, nella maggioranza dei casi, l'utilizzo del pascolo avviene in assenza di un vero e proprio *piano di pascolamento*. Le attività di monitoraggio delle risorse risultano ovunque molto deboli.

Prima di descrivere alcune linee di ricerca agronomica, con i relativi risultati, che affrontano tali problematiche, è opportuno chiarire che:

- 1) gli strumenti tecnico-scientifici che la ricerca può mettere a disposizione non pretendono di essere di per sé la soluzione, da cercare in nuove politiche e nuovi modelli di produzione e consumo, ma consentono di effettuare analisi più consapevoli e di progettare interventi di monitoraggio e gestione più maturi a scala territoriale;
- 2) di fronte a problemi complessi, che richiedono nuove tecniche di monitoraggio, analisi, raccolta ed elaborazione di informazione, non si può utilizzare una sola tecnica, ma è necessario ricorrere a un uso integrato di strumenti capaci di fornire informazioni aggiornate in un quadro multi-temporale e multiscala dei sistemi ambientali e territoriali in studio, in un ambito che possiamo definire di geomatica agronomica;
- 3) tale sistema integrato di tecniche deve essere, almeno nei prodotti finali che fornisce, di facile comprensione anche da parte di utenti non esperti e quindi deve possedere quelle qualità, oggi ritenute dalle scienze e tecnologie di Informazione e Comunicazione (Information Communication Technology o ICT), basilari per una reale diffusione e piena fruizione.

Questo quadro teorico e pratico-applicativo, viene di seguito affrontato, in termini complessivi, partendo dagli aspetti di base (definizione del problema

della gestione del pascolo), degli strumenti tecnologici che si possono applicare, dei risultati ottenuti in alcune recenti ricerche di geomatica agronomica.

LA PROBLEMATICA GENERALE

Uno dei nodi da affrontare è come poter definire, in presenza dei vincoli descritti, un razionale piano di pascolamento, poter attuare una politica di monitoraggio dei pascoli, poter diffondere efficacemente e condividere le conoscenze attraverso strumenti cartografici rigorosi, aggiornati e di immediata comprensione, alla scala locale e a quella territoriale.

Il piano di pascolamento è quella struttura organizzativa della mandria – struttura dinamica nel tempo e nello spazio – che ha lo scopo di ottimizzare i rapporti della mandria stessa con le risorse ambientali (vegetazione, acqua, suolo), territoriali (edifici, strutture di servizio, infrastrutture, ecc.) e mezzi tecnici (macchine e attrezzature) in modo da rendere redditizi e compatibili l'allevamento e l'attività produttiva zootecnica (latte e derivati, carne, lana, pelli ecc.) (Bocchi, 2009).

Per redigere un piano di pascolamento è basilare la conoscenza della risorsa primaria, vale a dire della quantità e della qualità di foraggio che, nel tempo, si rende disponibile nell'ambito dell'area sottoposta a utilizzazione diretta. È necessaria la conoscenza delle esigenze dell'animale al pascolo, dei fabbisogni nutrizionali, di quelli ambientali, delle potenzialità di mantenimento naturale della fertilità del pascolo stesso, attraverso la distribuzione delle deiezioni. Devono essere quindi conosciuti i caratteri dinamici delle associazioni vegetali, quelli degli animali utilizzatori (specie e categorie) per stabilire il cosiddetto *carico mantenibile* e per assicurare le necessarie restituzioni e cure alla vegetazione.

Il piano di pascolamento risponde quindi ai tre quesiti del quanto, quando, come: quanto foraggio è disponibile su una determinata superficie, quando è il momento opportuno per l'utilizzazione; per quanto tempo la mandria può stazionare, e come può essere organizzata (libera, guidata, confinata ecc.).

L'obiettivo, quindi, è individuare, per aree omogenee delle quali è possibile misurare/stimare la produzione di fitomassa nei suoi caratteri quantitativi e qualitativi, il momento di inizio e l'intervallo di tempo durante il quale un certo numero di animali allevabili (definizione di carico ottimale) può stazionare.

La vegetazione dei pascoli, sotto l'azione di fattori pedoclimatici e gestionali, è in continua evoluzione ed è per questo che deve essere ciclicamente

monitorata. Tuttavia, una volta definite le tipologie vegetazionali e le loro estensioni, vale a dire redatta una cartografia tematica (carta dei pascoli), si può pensare che il quadro territoriale rimanga sufficientemente stabile nell'ambito di periodi di tempo di 4-5 anni.

La mappa dei pascoli di una determinata area geografica può essere considerata un prodotto che, indicando superfici omogenee per copertura vegetale, mantiene quindi una certa validità per un periodo sufficientemente lungo. Con essa si hanno indicazioni sui confini e sulle estensioni di categorie di vegetazione la cui produzione di biomassa, variabile in funzione degli andamenti climatici (le dinamiche produttive dei pascoli alpini risultano maggiormente legate agli andamenti termici, mentre quelli mediterranei alla disponibilità idrica) può essere misurata o stimata a diverse scale.

Le mappe dei pascoli possono riportare informazioni di diversa natura. Ad esempio possono rappresentare la distribuzione delle *facies pastorali*, vale a dire le unità di superficie (che diventano anche unità cartografiche) che possiamo considerare omogenee sotto i profili vegetazionale (composizione e struttura della vegetazione), ecologico (principali fattori ambientali), gestionale (tecniche di gestione agronomica e zootecnica uniformemente applicate); la singola unità di superficie è caratterizzata da 3-5 specie dominanti che apportano, nel loro totale, almeno il 30 % del Contributo Specifico (CS).

Nella formulazione più corretta è possibile calcolare il CS nel modo seguente:

$$CSi = \frac{FSi}{\sum_{i=1}^n FSi}$$

Dove:

CSi = contributo specifico della i-esima specie;

FS i = frequenza specifica della i-esima specie;

n = numero delle specie presenti nel rilievo (si suppone un rilievo lineare come indicato da Daget e Poissonet dove lungo un transetto di 25 m su 50 punti si annotano le specie che toccano una lama inserita nel terreno con intervalli regolari di 50 cm).

In questo caso tali specie dominanti (le due più importanti) diventano anche indicatrici e danno il nome alla facies.

Per semplificare i rilievi è possibile accorpare diverse facies pastorali simili (caratterizzate da 1- 2 specie dominanti simili) in un unico tipo pastorale che quindi si definisce come un insieme di facies ed è caratterizzato da

1-2 specie dominanti, e indicatrici del tipo, a elevata frequenza ($> 95\%$ dei rilievi).

Per raggiungere una cartografia di base, che abbia spiccati caratteri applicativi, è possibile semplificare le categorie sopra indicate (come proposto nell'ambito del progetto "La gestione sostenibile dei sistemi pascolivi italiani", progetto MASO-GIS, documentazione AA.VV. 2009, ove la vegetazione alpina è stata classificata secondo le categorie di prato, pascolo grasso, magro, dei riposi, cespugliato, arborato, bosco) per descrivere la vegetazione e raggiungere in modo più diretto il risultato cartografico di cui si riporta un esempio in figura 1.

I metodi di misura diretta della fitomassa sono piuttosto onerosi. La raccolta della fitomassa può essere eseguita mediante falciatrici a batteria, tosa-erba o falcetti, in rapporto alle condizioni logistiche e all'altezza della vegetazione. I metodi di Caputa e di Corral-Fenlon prevedono tradizionali parcelle

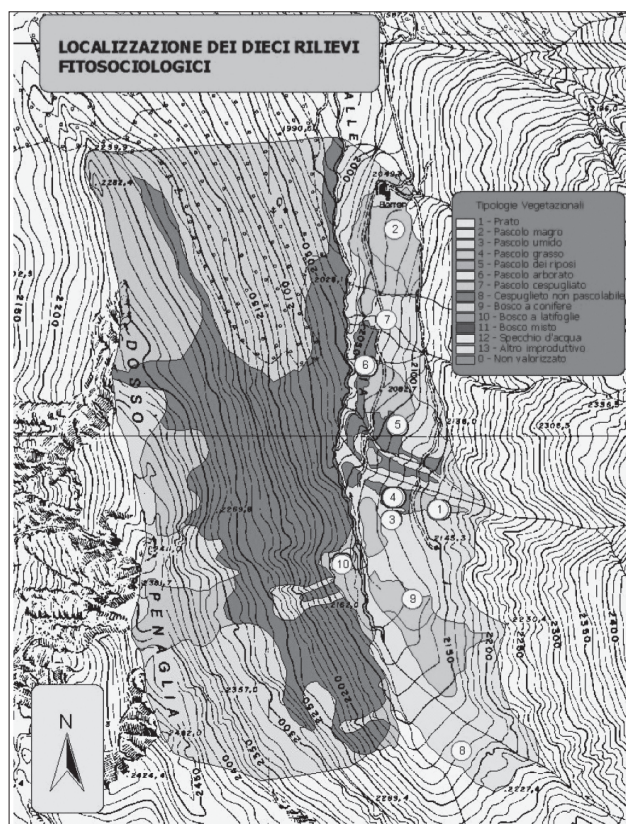


Fig. 1 *Esempio di cartografia semplificata dei pascoli*

sfalciate con falciatrice o falcetti. Altre ancora, piccoli quadrati di lato 1 m o altra dimensione o altra forma, tagliati con falcetto o tosaerba.

Per quanto riguarda le frequenze di taglio, se l'obiettivo si riduce alla stima della biomassa in un preciso momento (particolare stadio delle specie presenti), è ovviamente sufficiente un solo intervento, mentre se si deve seguire la crescita e tracciarne la curva (*growth analysis*), occorre ripetere i tagli a cadenze prefissate, di norma settimanali.

I metodi di stima più utilizzati sono quattro: la stima a vista, la stima sulla base dell'altezza dell'erba (erbometri), la stima della biomassa della canopy (capacimetri) e la stima attraverso la riflettanza fornita da spettroradiometri terrestri o satellitari (si basa sulla relazione che lega la risposta spettrale delle piante con la struttura della *canopy*).

I metodi basati sui rilievi floristici richiedono la determinazione delle componenti principali della vegetazione (sono utilizzati due metodi: quello della scuola pastorale francese di Grenoble CEMAGREF-INERM e quello dell'ISAF di Villazzano, basati rispettivamente sul valore pastorale e sugli indici ecologici di Landolt).

L'utilizzo di dati telerilevati può essere un utile strumento per la realizzazione di mappe tematiche di caratterizzazione dei pascoli aggiornabili periodicamente, in quanto fornisce un'alternativa-integrazione ai metodi tradizionali di rilevamento, a costi contenuti. Applicazioni quantitative e modelli dettagliati basati su tecniche di telerilevamento richiedono una buona conoscenza del territorio e studi di campo specifici e, conseguentemente, risultano difficilmente applicabili in aree marginali ove si dispone di insufficienti informazioni.

Le recenti ricerche condotte in ambito alpino e appenninico hanno permesso di metter a punto metodologie integrate in grado di caratterizzare i pascoli tramite dati telerilevati satellitari basate su informazioni minime (uso del suolo), applicabile in tutte le aree marginali in cui la disponibilità di informazioni ancillari necessarie all'applicazione di modelli complessi è limitata. Le tecniche di caratterizzazione agronomica/modellista sono integrate con le tecniche del telerilevamento e a quelle più specifiche del GIS.

LA METODOLOGIA

Ogni tipo di vegetazione è caratterizzata dalla cosiddetta firma spettrale, vale a dire la curva che rappresenta la riflettanza della *canopy* nei confronti della luce per alcune bande dello spettro elettromagnetico (fig. 2). Ogni foglia,

pianta, coltura infatti, una volta raggiunta da una fascio di luce (energia incidente) ne può utilizzare una parte (energia assorbita), ne può riflettere e trasmettere un'altra quota, in funzione non solo della propria struttura, ma anche del proprio stato di salute e di idratazione. Nella firma spettrale della vegetazione si possono riconoscere: a) le due concavità di assorbimento, della banda del visibile, dovute alla presenza e attività delle clorofille; b) il classico *plateau* ascrivibile al tipo di struttura della vegetazione; c) l'andamento tri-concavo attribuibile alla presenza dell'acqua. All'interno della firma, che in prima approssimazione è come una impronta digitale attraverso la quale riconoscere il tipo di pianta (fig. 3) o di vegetazione, possono variare, nel corso del ciclo vitale e produttivo, i rapporti tra le riflettanze delle singole bande. Gli indici di vegetazione (Vegetation Index o VI), che sono combinazioni algebriche dei valori di riflettanza nelle diverse frazioni di banda dello spettro elettromagnetico, permettono di effettuare indagini approfondite del comportamento delle colture.

Fra le numerose combinazioni algebriche, che spesso utilizzano le bande del rosso e dell'infrarosso, l'indice di vegetazione più utilizzato è NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) che esprime il rapporto tra la differenza ($IR - R$) rispetto alla somma ($IR + R$) delle diverse colture.

Nel progetto Interreg "La gestione sostenibile dei sistemi pascolivi italiani", MASO-GIS recentemente concluso, è stata studiata una duplice strategia per

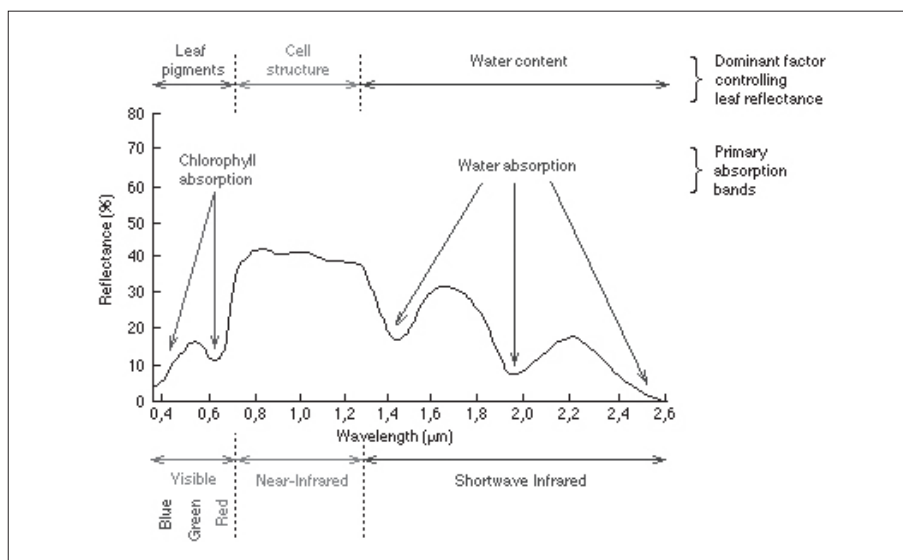


Fig. 2 Esempio di firma spettrale della vegetazione

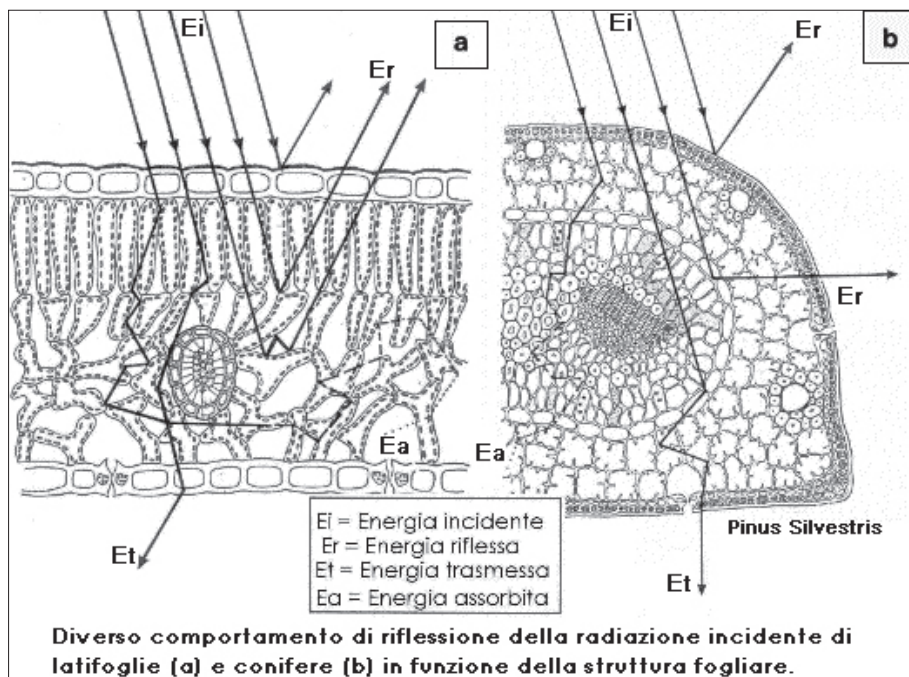


Fig. 3 I diversi rapporti tra energia riflessa, trasmessa, assorbita in due tipi di foglia (sinistra latifoglia, destra conifera)

la caratterizzazione della crescita del pascolo: la prima su basi modellistiche e la seconda, semplificata, basata sull'analisi dei profili multitemporali di NDVI acquisiti con il sensore MODIS. I risultati delle stime sono stati integrati all'interno di un GIS nel quale erano stati inseriti numerosi piani tematici.

METODO SU BASI MODELLISTICHE

Una recente indagine bibliografica effettuata sui modelli esplicativi della produttività dei pascoli mette in rilievo come a fronte di una elevato numero di software disponibili, nessuno risulta attualmente di facile applicazione in quanto o vengono richiesti molti dati di input oppure sono necessarie lunghe fasi di parametrizzazione. Per questa ragione si è cercata nella via della semplificazione modellistica e integrazione con tecniche di telerilevamento, la soluzione di questi aspetti.

Il modello *Radiation Use Efficiency* (RUE), proposto da Wilson (1967) e ripreso da Monteith nel 1977, si basa sull'assunzione che, in condizioni otti-

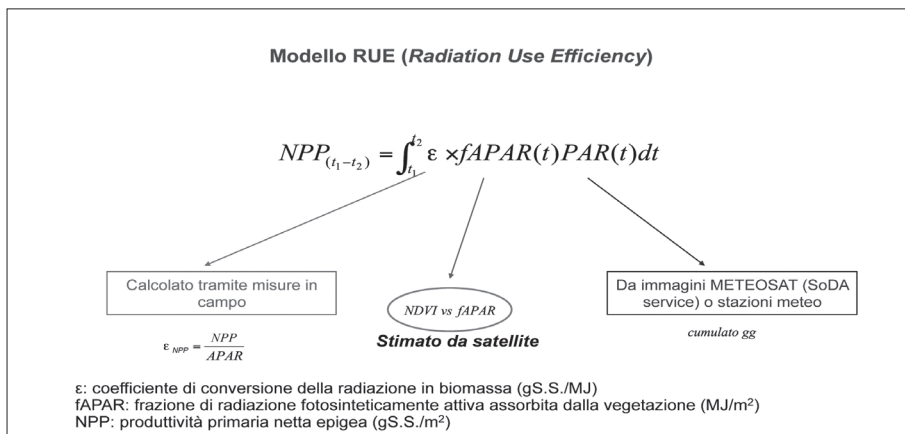


Fig. 4 Schema del modello applicato

mali di sviluppo, la crescita di una pianta sia direttamente proporzionale alla radiazione solare assorbita dalla stessa.

Matematicamente,

$$DM = \epsilon \times APAR$$

in cui DM (g m⁻²) è la sostanza secca prodotta in uno specifico intervallo di tempo, $APAR$ (MJ m⁻² gg⁻¹) è la radiazione fotosinteticamente attiva (PAR, compresa tra i 300 nm e i 700 nm) assorbita dalla pianta e ϵ (g MJ⁻¹) è il coefficiente di conversione della radiazione in sostanza secca.

La formulazione più estesa è quella riportata in figura 4.

Da questa formulazione iniziale che si riferisce a colture cresciute in assenza di fattori limitanti, si è giunti a una versione che tiene conto della riduzione dell'efficienza di conversione della radiazione in sostanza secca, dovuta ad alcuni principali fattori limitanti, come temperatura e disponibilità idrica (Deficit di Pressione di Vapore).

I dati telerilevati portano alla determinazione del termine di $APAR$, prodotto tra la frazione di PAR assorbita dalla pianta ($fAPAR$) e la PAR incidente: la $fAPAR$ è correlata a indici di vegetazione ($NDVI$) derivati da misure telerilevate.

Il modello utilizzato per la stima della produttività primaria netta epigea (PPN, g m⁻²) si basa su un approccio di tipo RUE (Monteith, 1977) ed è stato ottenuto modificando il modello MOD-17, utilizzato per la stima della produttività primaria netta a scala globale da dati MODIS (Heinch et al., 2003, Running et al., 1999).

Il termine di PAR è stato ottenuto da dati di radiazione globale incidente acquisiti dalle stazioni meteorologiche o da reti di monitoraggio a scala con-

tinente basate su differenti sorgenti di informazioni (e.g. SoDA Service, <http://www.soda-is.com/eng/index.html>). In figura 4 è rappresentato uno schema semplificato dell'approccio modellistico utilizzato. L'output del modello è la produttività giornaliera del pascolo, la quale può essere integrata su tutta la stagione per ottenere la produzione totale.

Il coefficiente di conversione della luce in biomassa (ϵ_{\max}) è stato calcolato per la specifica area di studio come coefficiente angolare della retta di regressione tra la IPAR cumulata nel corso della stagione di crescita e il peso della biomassa secca (Sinclair and Muchow, 1999). La IPAR è stata calcolata come prodotto tra la fIPAR misurata in campo e la PAR giornaliera acquisita in stazioni meteorologiche situate in prossimità dei campi sperimentali in entrambe le Macroaree. Per il calcolo sono state utilizzate solo le campagne in cui sono state osservate condizioni ottimali di crescita, al fine di ottenere una stima corretta della massima efficienza. Il calcolo di IPARcum è invece stato effettuato assumendo un incremento lineare della fIPAR tra le date di campionamento. Al di fuori dei recinti di esclusione non è possibile assumere la linearità nell'evoluzione del peso secco e della fIPAR a causa dell'effetto imprevedibile del pascolamento e pertanto il parametro ϵ_{\max} è stato calcolato utilizzando solo i dati acquisiti nelle aree escluse dal pascolamento.

(Alcuni enti internazionali, come lo CSIRO – Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation Australiano, sono oggi in grado di offrire agli agricoltori indicazioni e stime di produttività ottenute attraverso l'uso integrato di dati telerilevati e del modello RUE delle risorse pascolive (<http://www.pasturesfromspace.csiro.au/>).

Gli obiettivi dell'applicazione mirata e integrata di tecniche di modellistica e di telerilevamento in questo ambito, possono quindi essere molteplici, dalla caratterizzazione dei pascoli e del calcolo del parametro di efficienza di conversione della luce in biomassa allo sviluppo di modelli semi-empirici per la stima non distruttiva della quantità e qualità del foraggio tramite misure radiometriche in campo, allo sviluppo di una metodologia di stima della produttività a scala regionale.

In due aree del territorio italiano di pascolo Mediterraneo e di pascolo Alpino sono state applicate queste tecniche per verificare la validità della metodica. In Sardegna su due diversi pascoli della Foresta Burgos, 850 m s.l.m. e di Sassari e in Valle D'Aosta, località Rhemes-Notre-Dame, specializzata nella produzione di Fontina, su pascoli a 2100 e 2400 m s.l.m. sono state effettuate le seguenti determinazioni: frazione della radiazione fotosinteticamente attiva intercettata dalla vegetazione (fIPAR) con ceptometro Sunscan Delta T, 400-700nm: 5 misure ripetute equidistanziate lungo il transetto; riflettanze

spettrali con spettroradiometro ASD Fieldspec HH, 400-1100nm: 5 misure ripetute equidistanziate lungo il transetto; misure di gap fraction con camera digitale Nikon obiettivo Fisheye 8mm: 5 misure ripetute equidistanziate lungo il transetto; peso fresco della biomassa: 5 prelievi (2m x 10cm) lungo il transetto (1 m² totale); altezza del cotico: ogni metro; peso secco (PS) della biomassa: complessivo del transetto (1 m²); peso di graminacee, composite, leguminose, altre, biomassa senescente: complessivo del transetto (1 m²); LAI distruttivo (1 m²): complessivo del transetto; misura di parametri biochimici del foraggio: azoto (N), proteina grezza (CP), fibra acido detersa (ADF), fibra neutro detersa (NDF), digestione in vitro (IVDMD): complessivo del transetto (1m²).

I pascoli studiati sono stati caratterizzati sotto il profilo floristico e pedologico. Gli input forniti al modello sono stati: la *Carta di uso del suolo* (ricavata dalla “Carta delle tipologie paesaggistiche” realizzata nell’ambito del progetto. Le classi considerate sono i pascoli a prevalente copertura erbacea e i pascoli con alberi isolati); i *Parametri eco fisiologici*: i dati relativi alle soglie di temperatura e VPD sono stati ricavati da fonti bibliografiche (Heinsch et

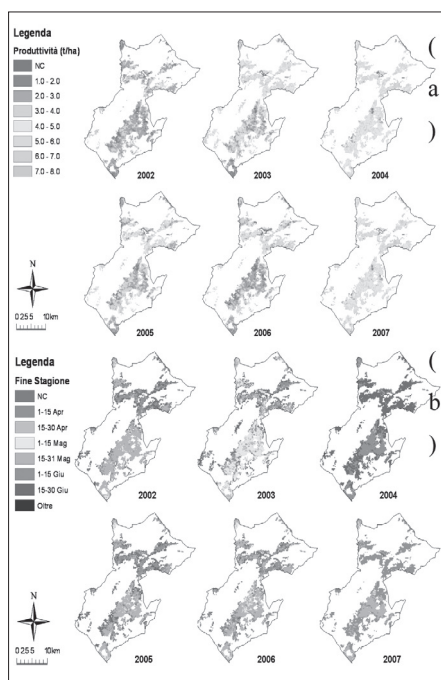


Fig. 5 *Pascolo mediterraneo*

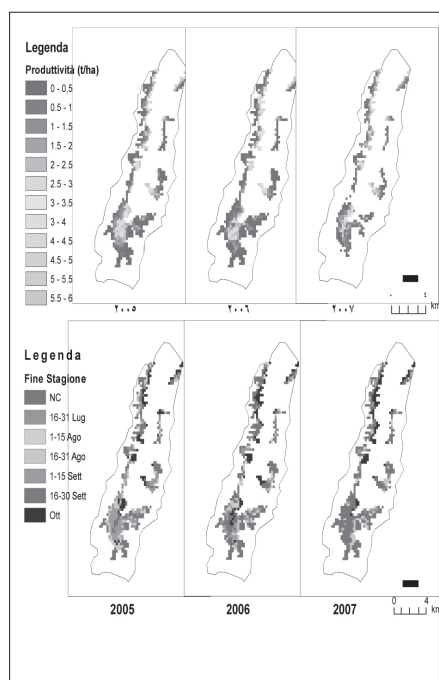


Fig. 6 *Pascolo alpino (Valle di Rheme)*

al., 2003). Il parametro ε_{\max} è stato calcolato per le due specifiche tipologie di pascolo nell'ambito del progetto.

Dati meteorologici giornalieri ricavati: dalle stazioni meteorologiche del Servizio Agrometeorologico della Sardegna in località Benetutti (SS) e Illorai (SS) per la Macroarea Marghine Goceano; ricavati dalla stazione meteorologica di Rhemes Notre Dames (AO) per la Macroarea Val di Rhemes.

La produttività dei pascoli è stata calcolata come somma della produzione di sostanza secca giornaliera dall'inizio della stagione vegetativa fino al termine della stagione vegetativa.

Nelle figure 5 e 6 si possono confrontare le produzioni negli anni 2002-2007 delle diverse tipologie di pascolo (mediterraneo a sinistra fig. 5, alpino a destra fig. 6).

METODO SU BASI RADIOMETRICHE

Questa metodologia, che rispetto a quella precedente risulta di più semplice e immediata applicazione, prevede l'utilizzo dell'indice NDVI direttamente per la stima del livello produttivo dei pascoli, senza l'applicazione di modelli ecologici e senza necessità di dati meteorologici ancillari (Paruelo and Lauenroth, 1998). Rispetto all'approccio modellistico descritto sopra, la metodologia su basi radiometriche utilizzata non consente di ottenere stime giornaliere di produttività, ma

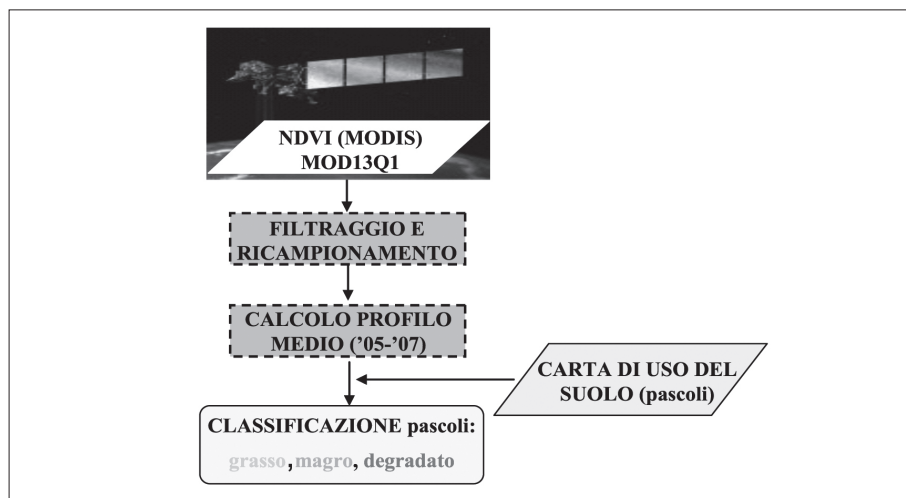


Fig. 7 Schema semplificato della metodologia utilizzata per classificare i pascoli sulla base della tipologia



Fig. 8 Mappe della tipologia dei pascoli ottenute nelle tre macroaree del progetto: Appennino Pistoiese (Toscana), Montefeltro (Marche) e Alto Chiascio (Umbria)

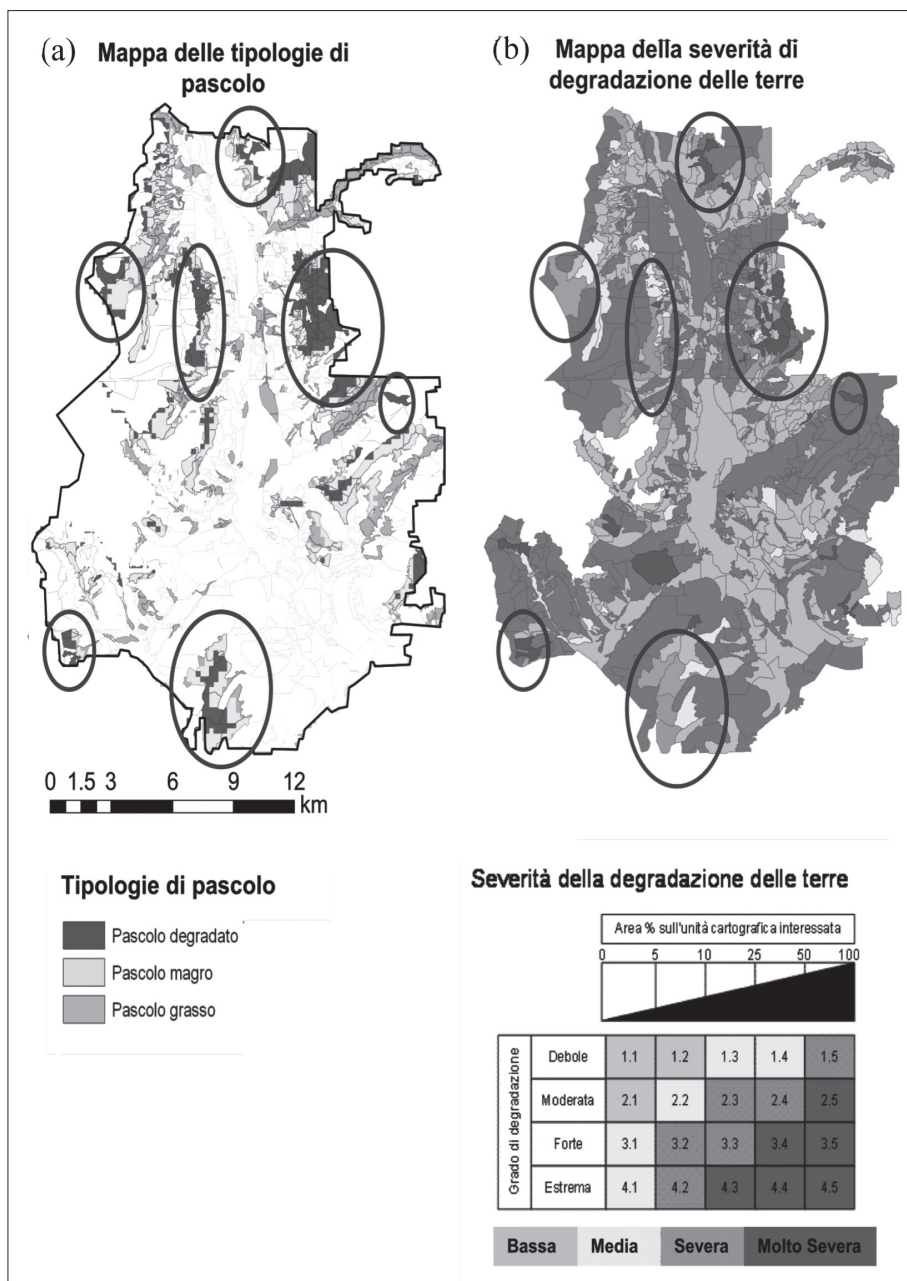


Fig. 9 *Mappa delle tipologie dei pascoli (a) e mappa della severità di degradazione delle terre (b) ottenute in Val Venosta (Alto Adige). In blu sono evidenziate alcune aree in cui si osserva una buona corrispondenza tra le due mappe*

di suddividere i pascoli in classi di produttività differenti, di stimarne le quantità di biomassa, non espresse in una scala assoluta, ma relativa. Sono ancora in corso studi che hanno l'obiettivo di riconoscere e classificare, a livello di associazione, i pascoli e i prati presenti in un determinata area (Boschetti et al. 2007).

Attraverso un algoritmo appositamente creato (fig. 7), che richiede come informazione ancillare solo la carta d'uso del suolo, sono state prodotte le mappe delle tipologie pascolive suddivise in tre classi: pascolo grasso, pascolo magro, pascolo degradato.

In figura 8 sono riportate, a titolo esemplificativo le classificazioni ottenute in tre macroaree del progetto MASO-GIS: l'Appennino Pistoiese in Toscana, il Montefeltro nelle Marche e l'Alto Chiascio in Umbria. Nelle tre macroaree appenniniche si osserva una prevalenza di pascoli grassi, con buone potenzialità produttive, mentre i pascoli magri coprono una minore superficie complessiva. Con tecniche GIS sono state integrate informazioni relative ad altri caratteri del pascolo, come ad esempio il livello di degradazione della terra (Giordano, 2009) e nella mappa di figura 8 è possibile visualizzare in modo diretto e sinottico questa informazione.

La mappa della macroarea "Alto Adige – Val Venosta" mette in luce situazioni di degradazione delle terre severa o molto severa, più spesso coincidenti con le tipologie di pascolo magro e degradato. Questo risultato fa capire non solo il grado di accuratezza che si può raggiungere nella caratterizzazione delle tipologie di pascolo, ma anche le enormi potenzialità di applicazione di queste tecniche integrate negli studi sia zootecnico-agronomico sia di monitoraggio ambientale, difesa o valorizzazione del territorio.

Le metodologie tradizionali per la redazione di mappe delle tipologie pascolive richiedono un'intensa attività di campo che spesso risulta difficilmente applicabile a scala territoriale e a costi contenuti. Le tecniche di modellistica e telerilevamento, integrate con tecniche GIS nell'ambito della cosiddetta geomatica agronomica, permettono di monitorare e rappresentare cartograficamente a basso costo le dinamiche di crescita del pascolo e quindi forniscono una potenziale alternativa-integrazione ai metodi tradizionali (Boschetti et al., 2007), particolarmente nelle aree marginali in cui è difficile reperire informazioni più dettagliate sulla vegetazione.

CONCLUSIONI

Le rapide trasformazioni socioeconomiche avvenute dal dopoguerra a oggi hanno avuto profonde ripercussioni su vasti ambiti territoriali: i

sistemi alpini e appenninici, che per millenni hanno mantenuto una relativa stabilità, si presentano oggi ai nostri occhi completamente trasformati.

Per salvaguardare l'ambiente, le tradizioni, i saperi locali e i prodotti tipici, è oggi richiesto uno sforzo collegiale e il settore della ricerca è chiamato a mettere a punto e proporre tecniche nuove da utilizzare per il monitoraggio, la caratterizzazione, la pianificazione e la gestione delle risorse nei diversificati ambiti e all'interno di nuovissimi e dinamicissimi scenari. Nel presente lavoro si sono proposte tecniche integrate di rilevamento a distanza, tecnologie GIS, modellistica agronomica, fornendo e discutendo i risultati ottenuti, al fine di riflettere su quanto oggi la ricerca è già in grado di fornire a una vasta platea di operatori, con l'auspicio che tutto ciò possa trovare presto una diffusa applicazione.

RIASSUNTO

Nell'ambito della moderna agronomia del territorio, è necessario individuare tecnologie innovative di rapida, affidabile, non costosa acquisizione di dati e informazioni, tecnologie tali da rendere possibile la costruzione di sistemi integrati di monitoraggio di singole aziende come di ampi territori.

Le tecnologie definite di *remote sensing* possono fornire un grosso contributo su queste tematiche, mettendo a disposizione metodiche di analisi e valutazione di numerose variabili ecosistemiche alle diverse scale spazio-temporali. In aggiunta, integrando tecniche di *remote sensing* con modelli agro-ecologici e dati climatici è possibile simulare futuri scenari relativi agli ambienti prato-pascolivi, superando così la semplice interpretazione delle passate o delle attuali dinamiche.

Nel presente lavoro vengono discusse queste problematiche, approfondendo sia gli aspetti teorici sia quelli più pratico-applicativi, fornendo alcuni risultati esemplificativi di progetti di ricerca condotti recentemente sulle montagne Italiane.

ABSTRACT

Integrated rangeland monitoring systems call for innovative technologies for acquiring rapid, cheap, reliable and verifiable information about rangelands structures, function, and dynamics. Remote sensing data and technologies can give a strong contribution to these needs, providing methodologies for assessing several key ecosystem variables at multiple spatial and temporal scales. Furthermore, the integration of remote sensing with ecological models and climate data opens interesting perspectives to forecast future rangelands conditions instead of simply interpreting current status and past dynamics.

BIBLIOGRAFIA

- AA.VV. (2009): *La gestione sostenibile dei sistemi pascolivi italiani. Rete Interregionale per la ricerca agraria, forestale, acquacoltura e pesca*, Progetto MASO-GIS, supplemento al n. 61 dei «Quaderni della Regione Piemonte – Agricoltura».
- ASNER G.P., TOWNSEND A.R., BUSTAMANTE M.M.C., NARDOTO G.B., OLANDER L.P. (2004): *Pasture degradation in the central Amazon: linking changes in carbon and nutrient cycling with remote sensing*, «Glob. Change Biol.», 10, pp. 844-862.
- BALL D., COLLINS M., LACEFIELD G., MARTIN N., MERTENS D., OLSON K., PUTNAM D., UNDERSANDER D., WOLF M. (2001): *Understanding forage quality*, «American Farm Bureau Federation Publication», 1-01. Park Ridge, IL: American Farm Bureau Federation.
- BALZAROLO M., BOCCHI S., BOSCHETTI M., BRIVIO P.A. (2003): *Utilizzo di immagini Landsat ETM+ per lo studio della produttività del pascolo alpino. Caso di studio: la malga di Trela, Parco Nazionale dello Stelvio*, «Bollettino dell'Associazione Italiana di Cartografia» (AIC), 117-119, pp. 455-464.
- BOCCHI S. (2009): *Applicazione integrata di tecniche GIS, remote sensing e indagine agro-ecologica per la caratterizzazione delle risorse foraggere e la produzione di cartografia tematica*, in *La gestione sostenibile dei sistemi pascolivi italiani*, Rete Interreg. Ricerca Agraria, forestale, vol. 1, pp. 55-67.
- BOSCHETTI M., BOCCHI S., BRIVIO P.A. (2007): *Assessment of pasture production in the Italian Alps using spectrometric and remote sensing information*, «Agric. Ecosyst. Environ.», 118, pp. 267-272.
- D'ANGELO M., ENNE G., MADRAU S., PERCICH L., PREVITALI F., PULINA G., ZUCCA C. (2000): *Mitigating land degradation in Mediterranean agro-silvo-pastoral systems: a GIS-based approach*, «Catena», 40, pp. 37-49.
- COLOMBO R., ZUCCA C., BOCCHI S. (2009): *Caratterizzazione dei pascoli mediante tecniche di telerilevamento*, in *La gestione sostenibile dei sistemi pascolivi italiani*, Rete Interreg. Ricerca Agraria, forestale, vol. 1, pp. 25-54.
- FAVA F., BOCCHI S., COLOMBO R., MUSINU S., SITZIA M., FOIS N. (2007): *Monitoraggio dei pascoli mediterranei con tecniche agronomiche e radiometriche*, su XXXVII Convegno SIA «Il contributo della Ricerca Agronomica all'Innovazione dei Sistemi Colturali Mediterranei», Catania, Italy, 13-14 settembre 2007, pp. 109-111.
- LAMB D.W., STEYN-ROSS M., SCHAARE P., HANNA M.M., SILVESTER W., STEYN-ROSS A. (2002): *Estimating leaf nitrogen concentration in ryegrass (Lolium spp.) pasture using the chlorophyll red-edge: theoretical modelling and experimental observations*, «Int. J. Remote Sens.», 23, pp. 3619-3648.
- LEE K.S., COHEN W.B., KENNEDY R.E., MAIERSPERGER T.K., GOWER S.T. (2004): *Hyperspectral versus multispectral data for estimating leaf area index in four different biomes*, «Remote Sensing Environ.», 91, pp. 508-520.
- MONTEITH J.L. (1977): *Climate and the efficiency of crop production in Britain*, «Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences», 281, pp. 277-294.
- NUMATA I., ROBERTS D.A., CHADWICK O.A., SCHIMEL J., GALVAO J., SOARES J.V. (2008): *Evaluation of hyperspectral data for pasture estimate in the Brazilian Amazon using field and imaging spectrometers*, «Remote Sensing Environ.», 112, pp. 1569-1583.
- NUMATA I., ROBERTS D.A., CHADWICK O.A., SCHIMEL J., SAMPAIO F.R., LEONIDAS F.C., SOARES J.V. (2007): *Characterization of pasture biophysical properties and the impact of*

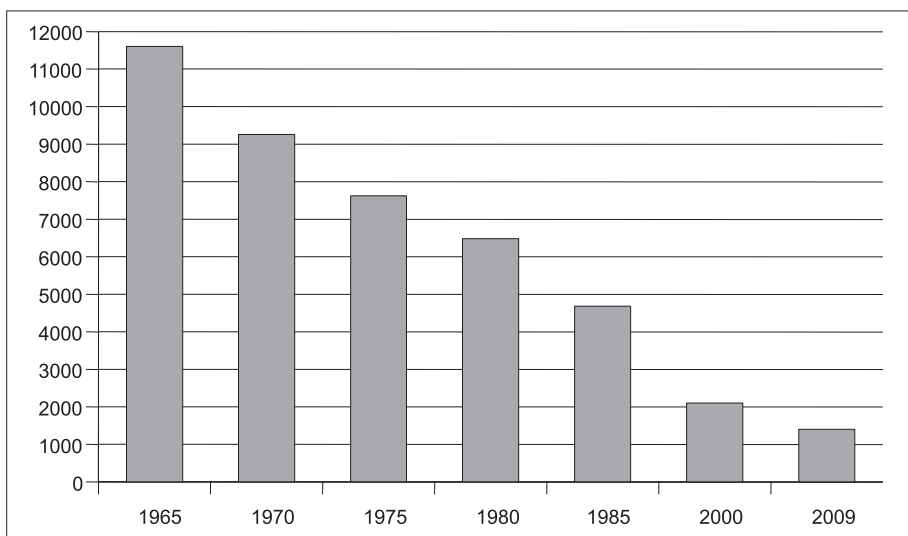
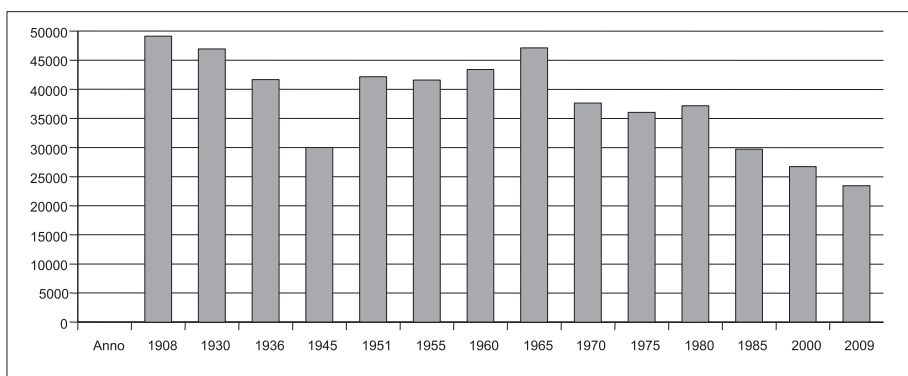
- grazing intensity using remotely sensed data*, «Remote Sensing Environ.», 109, pp. 314-327.
- PARI I., BOSCHETTI M., BOCCHI S., BRIVIO A. (2003): *Contributi del telerilevamento per la cartografia tematica dei pascoli alpini: il caso della Val Trompia*, XXXV conv. Soc. It. Agron., Napoli, 16-18 sett. 2003, Atti, pp. 243-244.
- PARUELO J.M., LAUENROTH W.K. (1998): *Interannual variability of NDVI and its relationship to climate for North American shrublands and grasslands*, «Journal of Biogeography», 25, pp. 721-733.
- STARKS P.J., ZHAO D.L., PHILLIPS W.A., COLEMAN S.W. (2006a): *Development of canopy reflectance algorithms for real-time prediction of bermudagrass pasture biomass and nutritive values*, «Crop Sci.», 46, pp. 927-934.
- TODD S.W., HOFFER R.M., MILCHUNAS D.G. (1998): *Biomass estimation on grazed and ungrazed rangelands using spectral indices*, «Int. J. Remote Sens.», 19, pp. 427-438.
- VESCOVO L., GIANELLE D. (2006): *Mapping the green herbage ratio of grasslands using both aerial and satellite-derived spectral reflectance*, «Agric. Ecosyst. Environ.», 115, pp. 141-149.

Profilo della zootecnia da latte in provincia di Sondrio: aspetti tecnici, economici e ambientali

In modo analogo al resto della montagna lombarda, la zootecnia bovina da latte della provincia di Sondrio è stata oggetto di un progressivo e drastico ridimensionamento, in particolare in termini di numero di aziende (fig. 1). Meno pronunciato, ma comunque importante, il calo del numero di soggetti allevati (fig. 2 e 3). Dunque molte meno aziende, ma con più capi per azienda, anche se quasi il sessanta per cento degli allevamenti conta tuttora meno di dieci vacche. Va aggiunto inoltre che i titolari di quota latte a oggi sono circa seicento, e rappresentano il quaranta per cento sul totale degli allevatori di bovini. Si può di conseguenza osservare come esistano in buona sostanza due aspetti per il settore. Una zootecnia tradizionale, praticata da “microaziende”, volta all’autoconsumo o a un mercato locale, veramente di nicchia. Il latte di queste aziende viene trasformato nelle latterie “turnarie” ancora esistenti (fig. 4) in “conto lavorazione”, ovvero il produttore riceve una quantità di prodotto corrispondente al latte conferito, in base alla resa casearia, pagando le relative spese. Le latterie sospendono l’attività nel periodo estivo, durante il quale le vacche sono in alpeggio. Anche alcune aziende di maggiore consistenza si appoggiano a questi caseifici, oppure trasformano il latte direttamente in azienda, ma per lo più fanno riferimento alle tre cooperative operanti sul territorio, mentre una sola è l’industria che acquista latte in provincia di Sondrio. Si tratta, queste ultime, di aziende specializzate, che negli ultimi decenni hanno raddoppiato la produzione media per capo (fig. 5). Di queste circa una metà va in alpeggio.

Se l’attuale assetto delle aziende ha consentito di mantenere pressoché costante il livello produttivo provinciale, non altrettanto si può dire che queste

* *Specialista S.A.T.A. sistemi e tecniche della zootecnia di montagna*

Fig. 1 *Provincia di Sondrio - n. aziende con bovini*Fig. 2 *Provincia di Sondrio - n. bovini*

abbiano trovato maggiore spazio per la produzioni foraggiera. Le superfici a prato e a seminativo si sono infatti fortemente ridotte, -25% per le prime e -35% per le seconde la differenza di quanto rilevato nei censimenti generali dell'agricoltura del 1990 e del 2000, non certo a causa di abbandono, ma per utilizzi alternativi del terreno agricolo. Fenomeno tuttora in corso. Questo oltre che evidenti riflessi paesaggistici, condiziona molto l'attività zootecnica. Si riduce la quota di autoproduzione foraggiera e si profilano problemi nel riuso agronomico dei reflui zootecnici. Questi temi, assieme agli aspetti più prettamente economici, sono oggetto di continuo approfondimento, essendo evidente come i destini del settore, ma anche quelli delle altre attività legate

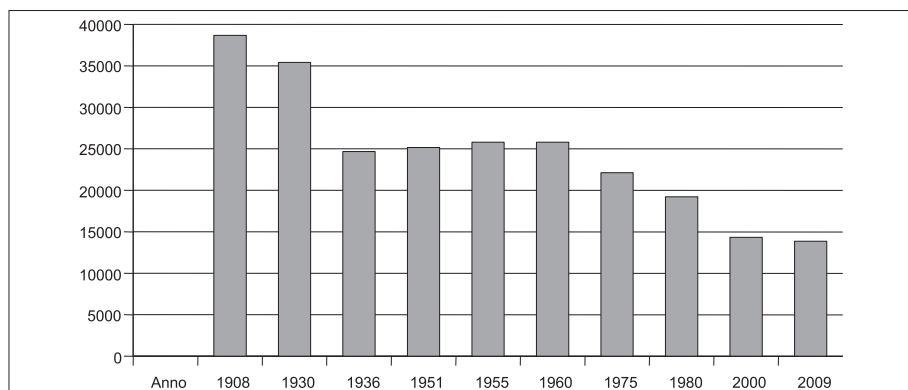


Fig. 3 Provincia di Sondrio - n. vacche

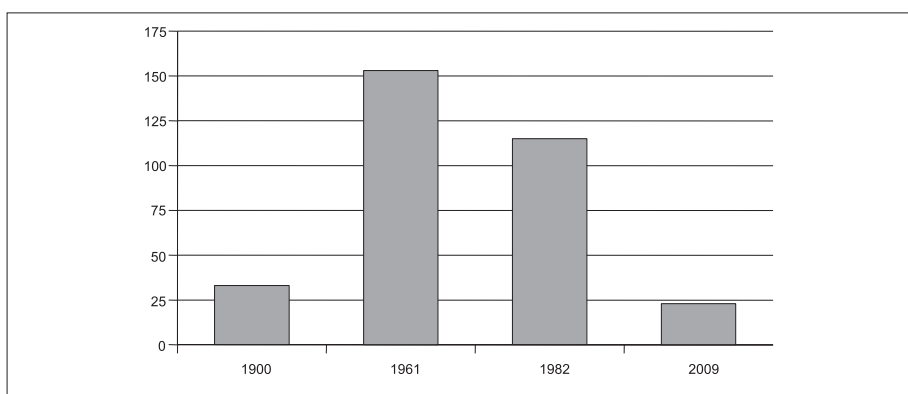


Fig. 4 N. latterie

al territorio e al turismo, vi siano strettamente legati. Il recente studio “Sostenibilità dell'allevamento bovino da latte nel fondovalle alpino lombardo: aspetti economici e ambientali”, effettuato dal Dipartimento di Scienze Animali dell'Università degli Studi di Milano e dall'APA di Sondrio, con la determinante collaborazione della Latteria Sociale Valtellina di Delebio, ha preso in considerazione 31 aziende della bassa Valtellina e della Valchiavenna (tab. 1), definendone il bilancio di azoto e fosforo e il bilancio economico. Riman- dando per maggiore dettaglio a quanto pubblicato in seguito a tale lavoro, è interessante riprenderne qui alcuni spunti. Il surplus lordo medio di azoto delle aziende indagate, ovvero la differenza dell'azoto immesso dall'esterno dell'azienda (alimenti zootecnici, animali, fertilizzanti, ecc.) e quello in uscita (latte, animali, reflui ceduti, ecc.) è pari a 182 kg/ha (124 kg/ha al campo), ben inferiore a quello riscontrato in altri studi su aree a zootecnia intensiva

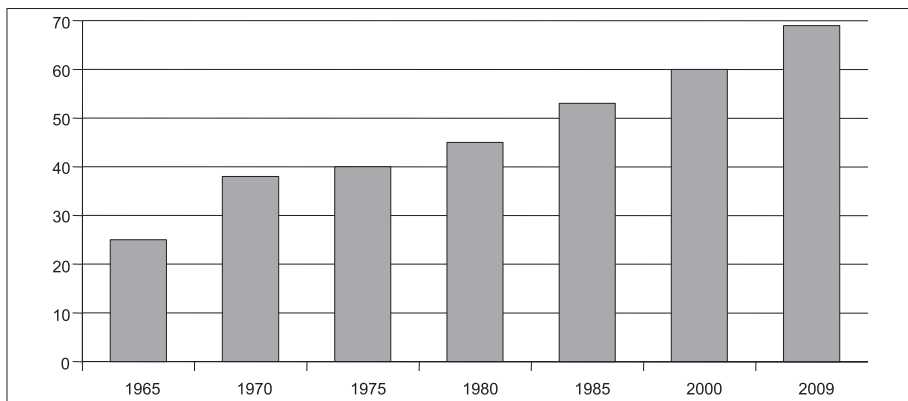


Fig. 5 Produzione media vacche controllate APA (q.li/anno)

parametri	udm	n	media (DS)
vacche presenti	n	31	51,9 (54,9)
prato	ha	31	16,9 (18,0)
superficie arabile	ha	31	6,7 (7,4)
pascolo alpeggio	ha	17	105 (65)
carico bestiame	UBA/ha fond	31	2,9 (1,4)
produttività	kg FCM/capo	31	5732 (1447)
autosufficienza alimentare	% SS	31	62,1 (17,0)

Tab. 1 Descrizione delle aziende

(308 kg/ha per la Pianura Padana). Ciò non toglie che un certo numero di aziende sfruttino ormai completamente in termini di riuso agronomico dei reflui le potenzialità delle superfici coltivate. Si è evidenziato altresì che il reale impatto ambientale, sempre in termini di apporto di azoto per ettaro, varia in relazione al livello di intensività dell'allevamento (tab. 2). Per questo motivo potrebbero essere proposti con ragione correttivi al calcolo lineare utilizzato attualmente per l'applicazione della Direttiva Nitrati. Lo studio evidenzia

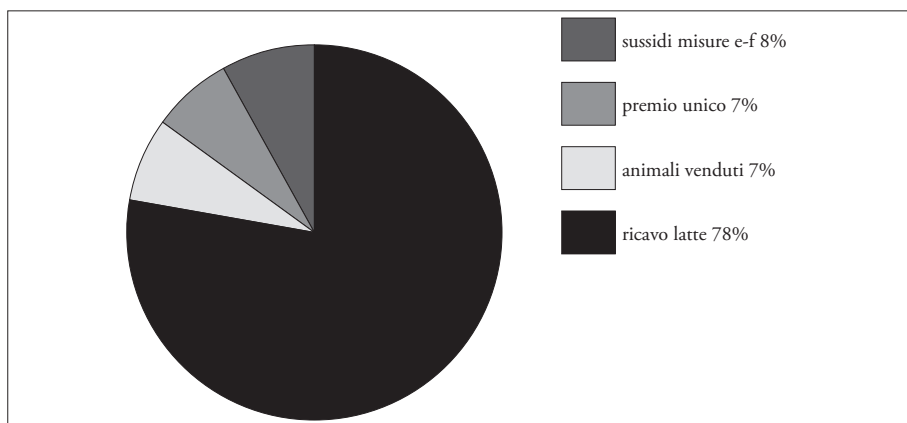
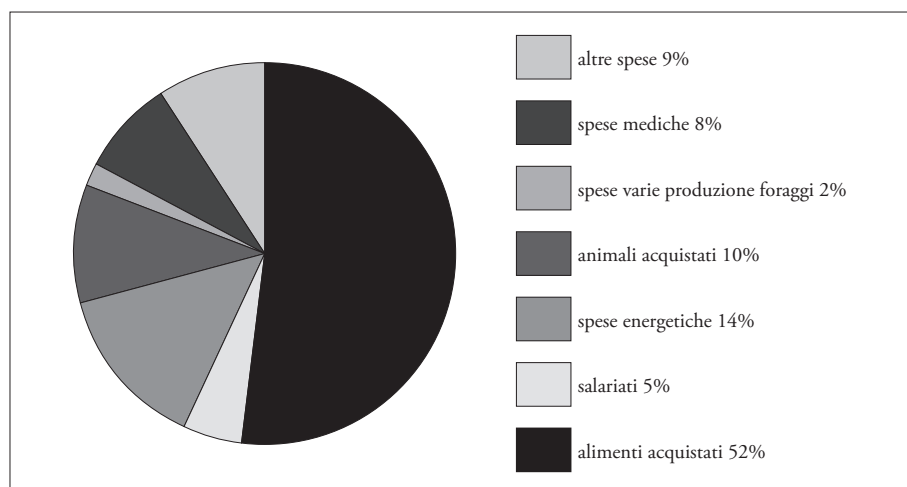
	N al campo da bilancio aziendale (kg N/ha)	N al campo da Direttiva Nitrati (kg N/ha)
FCM/capo ≤ 4700	91,4	193
4700 < FCM/capo ≤ 6400	89,3	191
FCM/capo > 6400	207	248

Tab. 2 *Bilancio dell'N: confronto con la Direttiva Nitrati dei gruppi di produttività (kg FCM/capo)*

inoltre come il 50% di autosufficienza alimentare possa essere indicato come valore soglia al di sotto del quale la sostenibilità ambientale del campione di aziende risulta problematica.

Sempre riferendoci a questo campione, rappresentativo delle aziende della provincia di Sondrio operanti sul mercato, è significativo come dal punto di vista economico l'ottanta per cento delle entrate derivi dalla vendita del latte, mentre un quindici per cento sia ascrivibile a premi (fig. 6). Si riconferma il fatto, se ve ne fosse il bisogno, che è alla valorizzazione del latte prodotto che sono legati il reddito dell'imprenditore e la possibilità di investire in azienda. Il mercato, quando ben interpretato, ha premiato i prodotti caseari locali. Di qui la remunerazione del litro di latte più elevata rispetto al prezzo medio nazionale, attribuita dalle cooperative locali ai propri associati. Nonostante questo i costi di produzione (il cui peso è evidenziato in fig. 7 e 8) riconducono le aziende a un reddito senza sussidi pari a 6,6 euro per 100 chilogrammi di latte. Più difficile definire il reddito realizzato in alpeggio, data la variabilità dei costi in particolare. Il prodotto è in ogni caso venduto dal produttore a una quotazione circa doppia rispetto a quello di fondovalle. Va considerato allo stesso tempo che la produzione di latte in alpeggio risente, in termini quantitativi, di una decisa contrazione dovuta al mutato regime alimentare (fig. 9).

Volendo fare una rapida sintesi è possibile affermare come la zootecnia continui a rappresentare un elemento imprescindibile per l'economia della montagna, grazie alla cura del territorio effettuata dagli addetti e alle produ-

Fig. 6 *Bilancio economico: entrate*Fig. 7 *Bilancio economico: costi variabili*

zioni tipiche, non surrogabili, permettendo il mantenimento e lo sviluppo di attività commerciali e turistiche. L'alpeggio in particolare, con il pascolo e il formaggio d'alpe, caratterizza in assoluto la zootecnia alpina. Anche dal punto di vista della valorizzazione economica dei prodotti il settore, quando ben supportato da politiche produttive che perseguano la qualità e strategie commerciali adeguate, si evidenziano ottime potenzialità. Limiti all'attività delle aziende, come visto, sono rappresentati dalla forte incidenza dei costi di produzione, ma, su tutti, dalla progressiva diminuzione della disponibilità di superfici coltivabili nei fondovalle. Ciò non può che condizionare, anche nel breve periodo, l'attività di pascolamento e cura degli alpeggi, causa la chiusu-

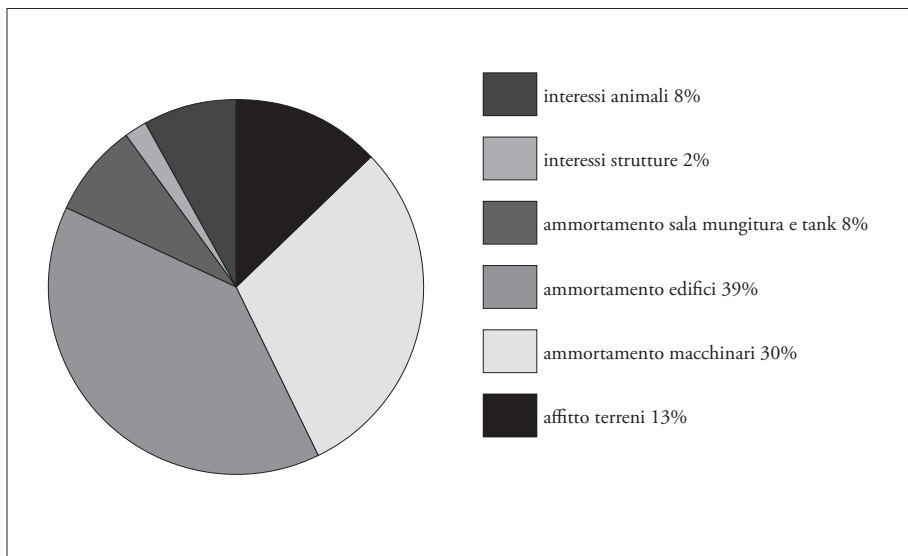
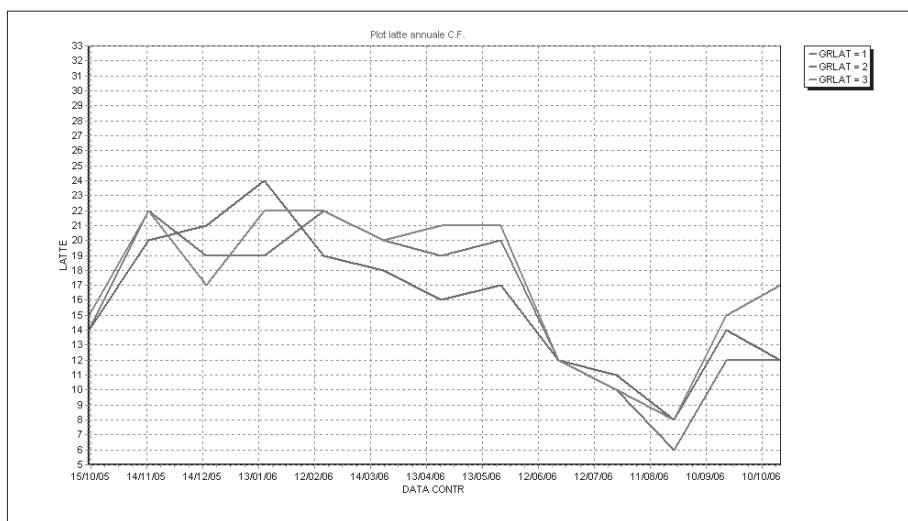
Fig. 8 *Bilancio economico: costi fissi*

Fig. 9

ra di aziende tradizionalmente dedite al “caricamento”, ma che non trovano più spazio in fondovalle.

In questo panorama si inserisce l'attività di consulenza tecnica rivolta alle aziende, svolta dall'Associazione Regionale Allevatori della Lombardia e dalle APA attraverso il Servizio Assistenza Tecnica agli Allevamenti (SATA), finan-

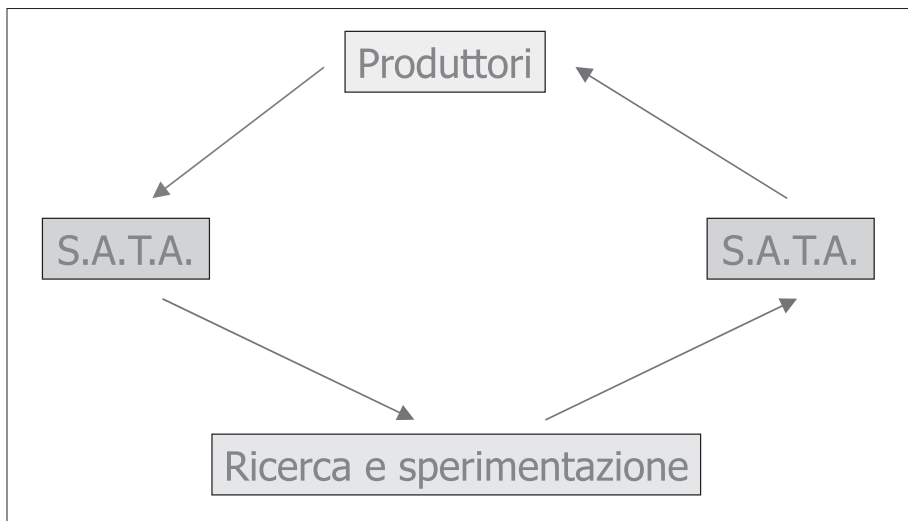


Fig.10

ziato dalla regione Lombardia con la compartecipazione economica degli allevatori stessi. Proprio per perseguire qualità nelle produzioni e razionalizzazione dei processi produttivi, il SATA interviene presso le aziende con approcci e strumenti innovativi, grazie anche al continuo confronto e dialogo con il modo della ricerca (fig. 10).

RIASSUNTO

La provincia di Sondrio, situata al centro delle Alpi, conta tuttora su una importante attività zootecnica. Negli anni si è assistito ad una drastica diminuzione del numero delle aziende, ma anche ad un aumento del numero medio di capi allevati per azienda, ed ad un forte sviluppo della cooperazione. Questo per evidenti ragioni di adeguamento e confronto con un mercato diverso da quello tradizionale. Continua ad essere importante anche la pratica del pascolo estivo in alpeggio, sia pure con numeri più limitati. Così come permane una certa attività legata alla tradizione, che si appoggia sulle piccole latterie di paese, che destina la produzione ad autoconsumo o ad un mercato di nicchia, ma che è importante per la coltivazione delle superfici definite come marginali. Oltre ai conosciuti problemi legati ai costi di produzione, il settore si trova ad affrontare anche quelli derivanti dalla contrazione delle superfici foraggiere di fondo valle, con conseguenti problematiche nella gestione agronomica dei reflui zootecnici. Necessario per il futuro il raggiungimento di un equilibrio che possa soddisfare le esigenze economiche degli imprenditori agricoli con il miglior assetto territoriale e paesaggistico, ed il mantenimento della tipicità dei prodotti.

ABSTRACT

The Province of Sondrio, in the middle of the Alps, still has a major livestock activity. Over the years there has been a drastic reduction in the number of farms but also an increase in the average number of animals bred by each farm and a strong development of cooperation. This has happened for obvious reasons of adjustment and comparison with a different market than the traditional one. It keeps being important the practice of summer grazing in mountain pastures, although with small numbers. The same way a certain activity remains bound to tradition, which relies on small dairies of the village allocating production to consumption or to a niche market, but it is important for the cultivation of the areas defined as marginal. In addition to the known problems associated with production costs, the sector is facing even those arising from the contraction of forage in the valley, with consequent problems in the agricultural management of manure. It is necessary in the future the achievement of a balance that can satisfy the economic needs of farmers, the best planning and landscaping, and maintenance of the typicality of products.

MASSIMO LAZZARI*, STEFANO NAVA*, FRANCESCO MARIA TANGORRA*,
ERNESTO BERETTA*

Nuove tecnologie elettroniche e informatiche al servizio della zootecnia

I. PREMESSE

Il comparto agroalimentare italiano è una realtà strategica per il nostro Paese. Esso è il secondo in termini di importanza dopo il metalmeccanico e fattura più di 100 miliardi di Euro. Coinvolge:

- circa 67 mila imprese dell'industria alimentare e bevande;
- oltre 2 milioni di aziende agricole, per la maggior parte medie e piccole (solo circa 500.000 sono però vere imprese);
- un totale di più di 1.000.000 di operatori (400.000 nel solo settore dell'industria).

Ma non è sempre stato così. Nel primo dopoguerra il comparto agroalimentare aveva dimensioni economiche molto inferiori in quanto la maggior parte delle produzioni di alimenti erano destinate all'autoconsumo. Basti in proposito osservare come gli addetti impiegati nel medesimo sono scesi da 8 a 1 milione negli ultimi 65 anni.

Questo distacco tra produttori e consumatori ha portato nel tempo a rendere importanti nella realizzazione dei prodotti alimentati non solo gli aspetti legati alla loro componente chimico-fisico-nutrizionale, componenti che erano fondamentalmente gli unici importanti ai tempi dell'autoconsumo, ma anche quelli legati alla sicurezza alimentare e alla qualità percepita dal consumatore finale.

Per concentrare l'attenzione sui prodotti della zootecnia, particolarmente interessante in questo contesto è l'evoluzione del prodotto "carne bovina" che,

* *Dipartimento di Scienze Veterinarie per la Sicurezza Alimentare, Università degli Studi di Milano*

a causa dei ben noti problemi legati alla BSE, è diventato il prototipo di alimento che, a livello legislativo europeo ha funzionato come “banco di prova” per mettere in atto le normative che attualmente riguardano proprio sicurezza alimentare e qualità dei prodotti agroalimentari in generale (fig. 1).

Così, per il primo aspetto della sicurezza alimentare si è arrivati con il Reg. CE 178/2002, art. 18 ad avere un quadro normativo che rende obbligatoria:

- la tracciabilità dei prodotti;
- la rintracciabilità degli alimenti, dei mangimi, degli animali destinati alla produzione alimentare in tutte le fasi della produzione, della trasformazione e della distribuzione.

In questo contesto si intende per:

- *Tracciabilità* la possibilità di segnare il percorso di un processo produttivo attraverso tutte le sue fasi: dalle materie prime al prodotto finito (nel caso della carne bovina dal mangime fino alla porzione in commercio). I produttori sono direttamente responsabili della sua realizzazione;
- *Rintracciabilità* lo strumento che permette di ripercorrere il processo produttivo a ritroso, da valle a monte, dal prodotto finito all’origine della materia prima (dalla carne che arriva in tavola all’allevamento).

Non si può rintracciare il percorso del prodotto, se prima non è stato tracciato.

Sempre per il prodotto carne e per la sicurezza alimentare relativa il Reg. CE 1760/2000 norma il sistema di identificazione e di registrazione dei bovini e l’etichettatura obbligatoria del medesimo. A quest’ultimo proposito, l’etichetta riporta a informazione del consumatore:

- n. identificativo animale;
- n. identificativo macello e laboratorio sezionamento;
- luogo nascita;
- luogo ingrasso;
- luogo macellazione.

Passando a esaminare il secondo aspetto, quello della qualità, il medesimo Reg. CE 1760/2000 norma l’etichettatura facoltativa, apponibile al prodotto

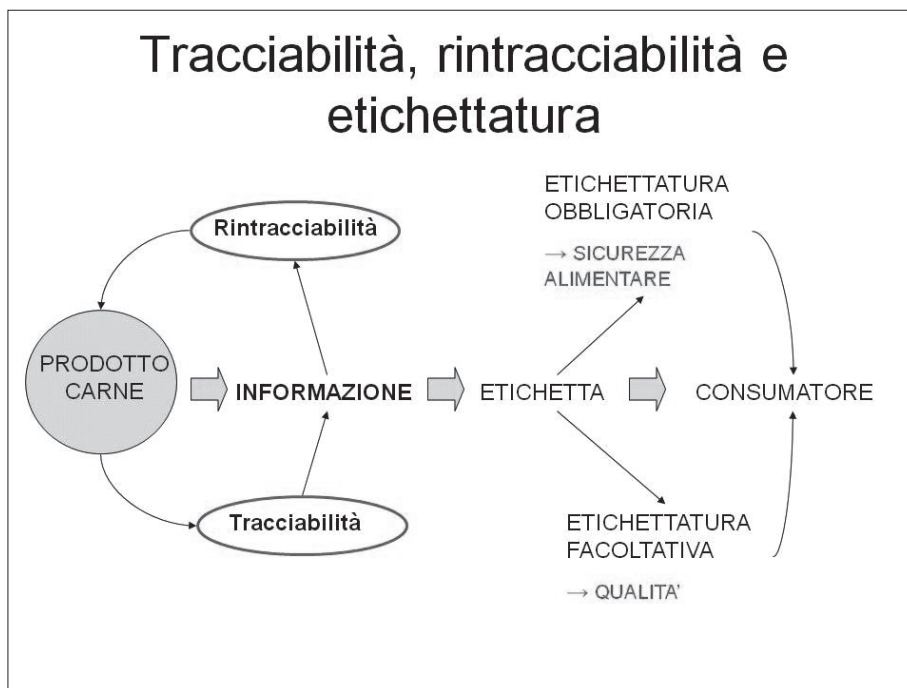


Fig. 1 *Tracciabilità, rintracciabilità ed etichettatura per il prodotto carne*

solo a seguito dell'approvazione di uno specifico disciplinare di produzione, per le informazioni inseribili riguardo a:

- *Allevamento* (denominazione azienda di nascita e/o di allevamento, sistema di allevamento, alimentazione);
- *Animale* (razza o tipo genetico, sesso, periodo d'ingrasso);
- *Macellazione* (categoria, classificazione della carcassa, data macellazione, periodo frollatura, denominazione del macello).

Per gli altri prodotti della zootecnia, seppure con differenze anche non marginali, il quadro di riferimento prevede sempre che:

- in termini di normativa per la sicurezza alimentare, si faccia riferimento a sistemi di tracciabilità e rintracciabilità in cui i dati da tenere in considerazione per progettare il sistema sono determinati in modo cogente;
- per la qualità, i dati di base siano, invece, seppure con alcuni vincoli, determinabili dagli operatori coinvolti nella filiera.

In ogni caso, quest'ultimo concetto di filiera diventa pregnante e la comunicazione tra i diversi attori della medesima non può che essere basata su un processo di produzione di una documentazione coerente e consistente in vista degli scopi del sistema, documentazione che diventa essa stessa fattore integrante del processo produttivo medesimo.

Allargando il quadro di questa disamina, esistono poi altri ambiti, non direttamente legati al processo produttivo, in quanto non ne costituiscono base per la realizzazione concreta del prodotto, che richiedono ulteriori documentazioni in termini di tracciabilità. Si pensi a esempio a quanto necessario, sempre in zootecnia, in termini di documentazione per il rispetto delle normative ambientali. Ci si riferisce a esempio alle recenti normative in termini di rispetto dei vincoli per la difesa delle acque da inquinamento da nitrati che tanti problemi stanno creando agli allevatori. Anche in questo caso i concetti di tracciabilità, documentazione e filiera sono ormai il pane quotidiano degli operatori del settore.

In base a queste premesse, il lavoro svolto dal VSA negli ultimi anni ha cercato di mettere a punto sistemi di registrazione automatica di eventi produttivi che consentano agli operatori di realizzare la raccolta dei dati e la produzione di documentazione relativa sia a singole fasi dei processi produttivi di filiera, sia a filiere produttive considerate nella loro globalità. Ciò al fine di rendere il più possibile semplice per gli operatori stessi il poter rispondere alle incombenze legate a normative o disciplinari, sgravando i medesimi della parte di lavoro più strettamente “operativa” – che in genere viene svolta dagli addetti con poca attenzione, in quanto ritenuta dai medesimi non “essenziale” ai fini della produzione – che, se non eseguita con precisione, porta ad avere sistemi di tracciabilità poco affidabili e quindi “inconsistenti”. In particolare nel seguito verranno discusse le esperienze di ricerca svolte nei settori della:

- Tracciabilità filiera latte in Val d'Aosta per marchiatura Fontina;
- Tracciabilità animali al pascolo;
- Tracciabilità filiera carne bovina;
- Tracciabilità spargimento liquami.

2. TRACCIABILITÀ FILIERA LATTE IN VAL D'AOSTA PER MARCHIATURA FONTINA

Il Dipartimento VSA ha studiato le problematiche relative alla tracciabilità del latte prodotto in aziende agricole ubicate in aree montane e specificamente in Valle d'Aosta, con l'obiettivo generale di proporre e sperimentare

soluzioni tecnologiche innovative che facilitino e migliorino le procedure di tracciabilità all'interno dell'azienda agricola.

Il Disciplinare di Produzione del formaggio a DOP Fontina stabilisce che venga destinato alla trasformazione in Fontina esclusivamente il latte di bovine di razza Valdostana (Pezzata Rossa, Pezzata Nera e Castana) alimentate con foraggi (fieno e erba verde) prodotti in Valle d'Aosta. La somministrazione di foraggi insilati o fermentati è vietata e i mangimi concentrati devono essere formulati tenendo conto dei limiti o dei divieti imposti dal disciplinare stesso.

Il latte deve essere intero di vacca, proveniente da una sola mungitura e non aver subito, prima della coagulazione, riscaldamento superiore a 36 °C.

A partire dal gennaio 2003, il Consorzio Produttori e Tutela della DOP Fontina ha introdotto un sistema di identificazione e marchiatura delle forme per poterne identificare l'origine e la storia. Ogni forma prodotta dai soci è certificata in conformità al disciplinare di produzione e contiene il numero di identificazione del produttore.

Il sistema di identificazione e marchiatura delle forme implementato dal Consorzio non prevede, invece, alcuna procedura per tracciare la produzione del latte a livello di azienda agricola. Questo aspetto, purtroppo, lo rende uno strumento di controllo limitato che soddisfa solo parzialmente la richiesta sempre più marcata di sicurezza alimentare manifestata dal consumatore. Nessun sistema di verifica, infatti, è veramente efficace se alla sua base non è previsto un controllo completo e preciso di tutti i flussi materiali che portano alla formazione di un prodotto.

Implementazione di un sistema di tracciabilità del latte a livello aziendale

Il sistema di tracciabilità è stato sviluppato seguendo il regolamento generale UE n. 178/2002 che stabilisce i principi e i requisiti generali della legislazione alimentare, istituisce l'Autorità europea per la sicurezza alimentare e fissa le procedure nel campo della sicurezza alimentare. Il progetto è stato articolato in tre fasi:

- Sviluppo di un modello Entità-Relazioni (E-R) per identificare i dati aziendali richiesti e utili a tracciare la produzione del latte;
- Implementazione di un database attraverso un'applicazione software user friendly per semplificare la registrazione e la gestione dei dati aziendali;
- Sviluppo di uno speciale carrello di mungitura per registrare i dati di mungitura: produzione individuale di latte e conducibilità elettrica (CE) del

latte per singolo quarto per monitorare lo stato fisiologico-sanitario delle singole bovine.

Sviluppo del modello Entità-Relazioni (E-R)

Attraverso l'analisi del quadro normativo, sono state individuate le informazioni necessarie a identificare in modo univoco le materie prime in ingresso e a definire un lotto omogeneo di prodotto, evidenziando i processi aziendali critici per la sua unitarietà. Considerando la peculiarità del sistema di raccolta del latte destinato alla produzione di Fontina, ovvero a mezzo di bidoni due volte al giorno, è stato identificato come lotto minimo di prodotto in uscita dall'azienda agricola il singolo bidone di latte (fig. 2).

I dati aziendali che devono essere obbligatoriamente identificati e registrati per garantire la rintracciabilità del latte a livello aziendale (capi presenti, operazioni colturali, approvvigionamento e impiego degli alimenti, razionamento animali, zone e periodo di pascolo, vacche in lattazione, animali segregati, ecc.) sono stati organizzati in funzione delle relazioni che intercorrono tra di essi, ottenendo un modello relazionale dell'intera struttura dati necessaria alla realizzazione del sistema di rintracciabilità. Tale modello è stato, quindi, formalizzato attraverso la definizione di uno schema E-R (Entità – Relazione) come rappresentato in figura 3.

Implementazione del database

Il modello E-R è stato successivamente implementato attraverso un Data Base Management System (DBMS) locale (Microsoft Access®), allo scopo di registrare e gestire i dati necessari a identificare in modo univoco le materie prime in ingresso e i lotti di latte, ovvero i singoli bidoni, in uscita dall'azienda agricola.

L'applicativo software per la registrazione e gestione dei dati aziendali presenta un'interfaccia utente decisamente user friendly. Dal menù principale (fig. 4) l'allevatore può accedere, attraverso dei pulsanti dedicati, alle maschere specificamente pensate per l'inserimento dei dati necessari a garantire la tracciabilità. Nel dettaglio le maschere sono relative a:

- *Dati di Campo.* All'interno di questa maschera vanno inseriti per ciascun appezzamento, il numero, la superficie totale, l'anno di riferimento e la



Fig. 2 I singoli bidoni di latte costituiscono il lotto minimo di prodotto in uscita dall'azienda agraria

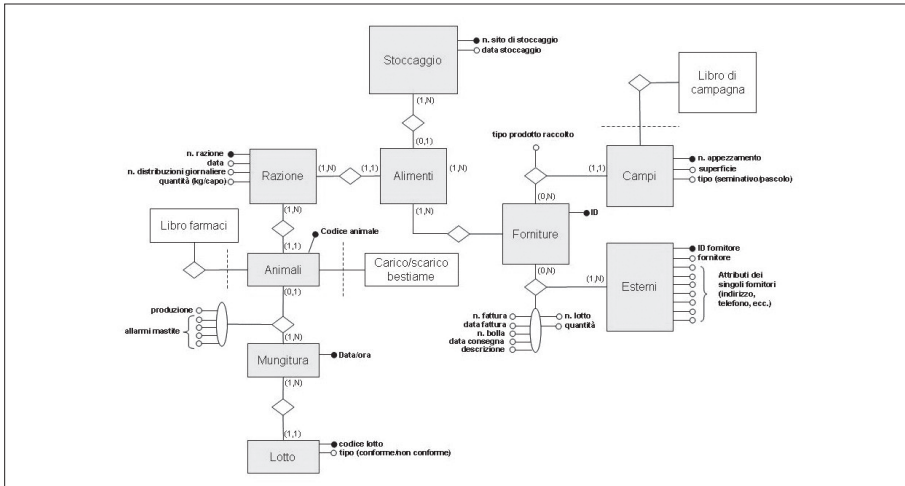


Fig. 3 *Modello relazionale della struttura di dati necessaria alla realizzazione di un sistema di tracciabilità del latte a livello aziendale. In bianco sono rappresentate le entità relative ai dati che devono già essere registrati e archiviati in azienda in ottemperanza al quadro normativo vigente, indipendentemente dalla tracciabilità; in grigio sono evidenziate le entità che organizzano i dati necessari a garantire la tracciabilità tra le materie prime in ingresso e i lotti di latte in uscita dall'azienda*

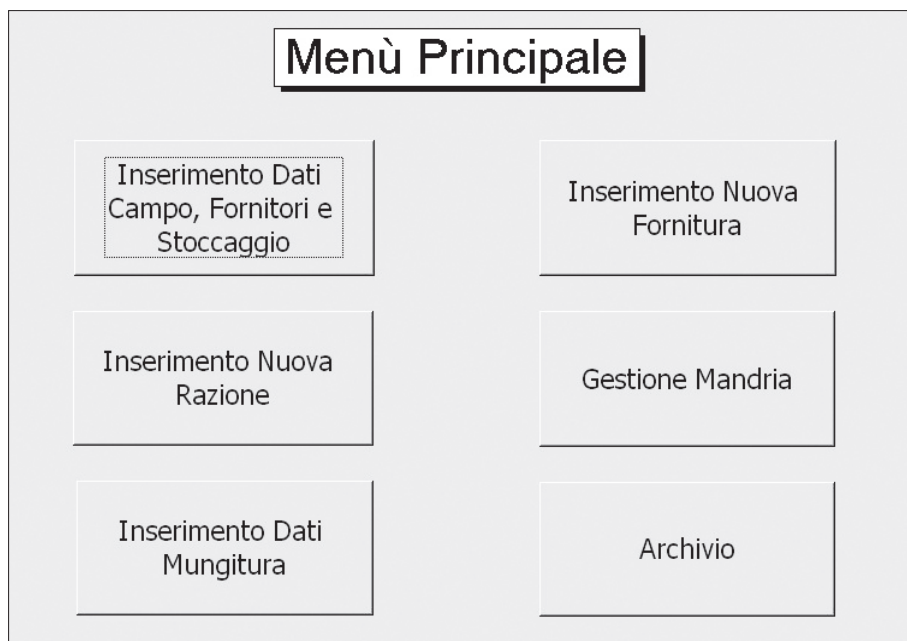


Fig. 4 Interfaccia utente per la registrazione e gestione dei dati necessari a garantire la tracciabilità del latte a livello aziendale

tipologia ovvero se trattasi di pascolo o di seminativo. In questo ultimo caso vanno indicati anche le date di semina, fioritura e raccolta, nonché il tipo di prodotto raccolto;

- *Dati Fornitori*, permette di costituire l'anagrafica fornitori con i relativi prodotti forniti;
- *Settori di Stoccaggio*, consente di registrare i luoghi dove vengono conservati i prodotti di provenienza sia aziendale sia extra aziendale;
- *Nuove Forniture*. In questa maschera vengono immesse le nuove forniture siano esse aziendali, ovvero derivanti direttamente dai campi, oppure extra aziendali e quindi acquistate da fornitori esterni;
- *Razione Alimentare*, permette di inserire i dati relativi ad ogni nuova razione, ossia quantità complessiva somministrata per capo, quantità dei singoli alimenti costituenti la razione e il relativo settore di stoccaggio, numero di distribuzioni giornaliere e il gruppo di animali cui la razione viene somministrata;
- *Gestione Mandria*, consente di costituire l'anagrafica animali. Per ogni capo in lattazione vanno inseriti identificativo del bolo ruminale, data di nascita, numero di parti, ecc.;

- *Dati Mungitura.* Questa maschera permette l'inserimento, per ogni vacca in lattazione, di data e ora di mungitura, produzione, numero del bidone in cui è stato raccolto il latte nonché gli allarmi di conducibilità elettrica del latte per singolo quarto.

Nella sezione *Archivio*, infine, è possibile identificare:

- il gruppo di animali che hanno costituito uno specifico lotto di latte;
- la razione di un determinato gruppo di animali;
- le caratteristiche della fornitura di un particolare alimento;
- lo storico dei dati di mungitura di uno specifico animale.

Il carrello di mungitura

Uno speciale carrello di mungitura è stato assemblato per poter registrare i dati di mungitura (produzione individuale e conducibilità elettrica del latte) e associare automaticamente, attraverso l'uso della tecnologia a radiofrequenza (RFID), questi dati a ogni capo in lattazione e, conseguentemente, identificare i diversi lotti di latte prodotti (fig. 5).

In dettaglio, il carrello è stato equipaggiato con:

- *antenna RFID*, per identificare automaticamente le bovine in lattazione dotate di transponders (boli ruminali) e i bidoni di latte provvisti di tag elettronici;
- *collettore*, dotato di cellette conduttimetriche, accoppiato a un microcomputer per misurare la conducibilità elettrica del latte per quarti e monitorare lo stato sanitario delle bovine (individuazione precoce di mastiti sub-cliniche);
- *lattometro proporzionale*, per misurare le produzioni individuali di latte;
- *palm PC* dotato di uno specifico applicativo software per associare i codici dei bidoni di latte a quelli delle bovine in lattazione, entrambi letti mediante l'antenna RFID, nonché registrare la produzione e gli allarmi mastite relativi a ciascun animale.

Il diagramma di flusso delle procedure seguite per identificare, attraverso il carrello di mungitura, i diversi lotti di latte prodotti ad ogni mungitura è rappresentato in figura 6.

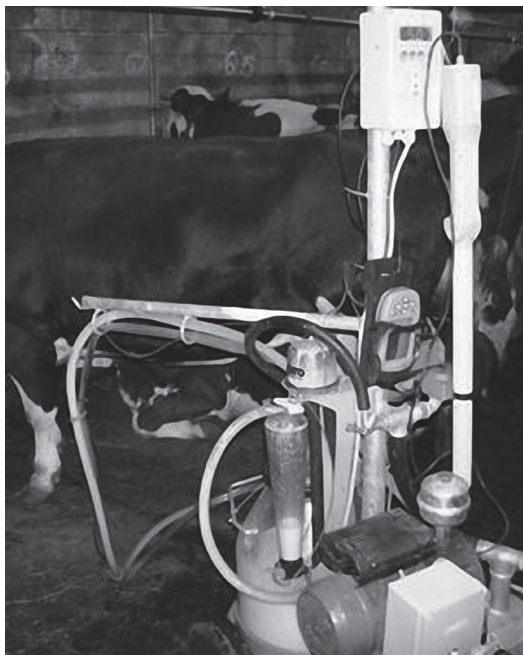


Fig. 5 Lo speciale carrello di mungitura assemblato per registrare i dati di produzione individuale e di CE del latte per quarti, e per associare questi dati ad ogni vacca mediante la tecnologia a radiofrequenza (RFID)

Test del sistema di tracciabilità

Il sistema di tracciabilità sviluppato è stato testato in una piccola azienda agricola di fondovalle a conduzione familiare e in alpeggio a circa 1800 m slm coinvolgendo complessivamente 20 animali in lattazione.

I risultati hanno mostrato una buona efficienza del sistema di tracciabilità del latte a livello aziendale, semplificando la registrazione e la gestione dei dati necessari a identificare in modo univoco le materie prime in ingresso e i lotti di latte, ovvero i singoli bidoni, in uscita dall'azienda agricola. I problemi principali hanno riguardato l'operazione di mungitura dove si è registrato un notevole incremento dei tempi di mungitura/capo a causa del lavoro addizionale richiesto al mungitore per seguire le nuove procedure. Mediamente, con il carrello di mungitura sviluppato, eseguendo le operazioni necessarie a identificare i differenti lotti di latte (lotti conformi e non) e registrando i dati di mungitura per singolo capo (produzione e conducibilità elettrica per quarti), si sono osservati incrementi fino al 30% del tempo di mungitura complessivo.

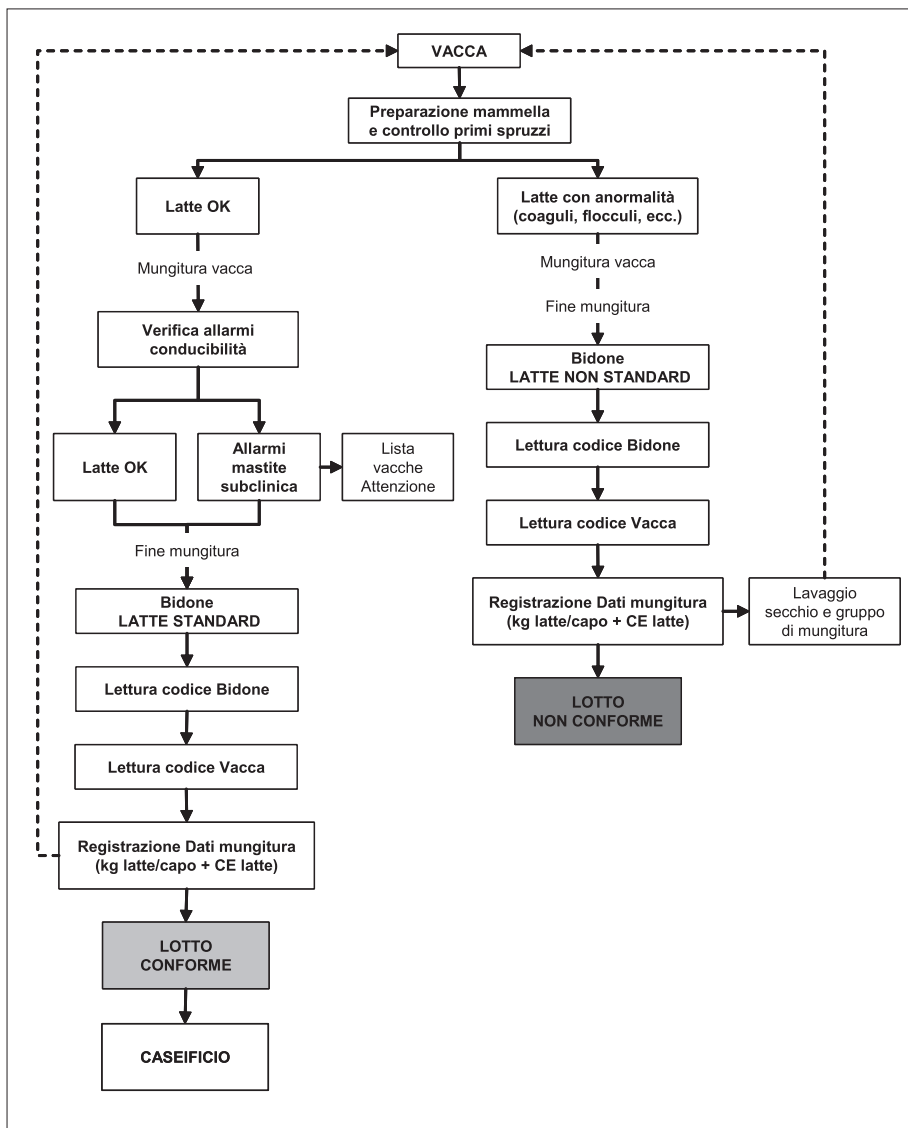


Fig. 6 Diagramma di flusso delle procedure di mungitura necessarie a identificare i diversi lotti di latte

Conclusioni

L'incremento del tempo di mungitura/capo e il lavoro addizionale richiesto al mungitore costituiscono il limite principale del sistema di tracciabilità implementato, sebbene, complessivamente, questo permetta di completare il sistema di identificazione e marchiatura del prodotto sviluppato dal Consorzio Fontina, conferendo maggiori garanzie in termini di sicurezza alimentare al consumatore finale.

I passi successivi dovranno, pertanto, essere orientati a superare i limiti evidenziati dal presente progetto, aumentando il livello di automazione del carrello di mungitura nella misurazione e registrazione dei dati in modo da semplificare il più possibile l'attività del mungitore. Le soluzioni hardware e software sviluppate per il carrello di mungitura potranno, così, essere trasferite agli altri sistemi di mungitura (impianti a secchio e lattodotto) che caratterizzano le piccole aziende a conduzione familiare dei territori montani.

3. TRACCIABILITÀ ANIMALI AL PASCOLO

Nell'allevamento di bovini e ovicaprini al pascolo si verifica sempre più il problema del reperimento di pastori per il controllo di mandrie e greggi e, anche quando questi addetti sono disponibili, la loro remunerazione è relativamente elevata e incide pesantemente sui costi di produzione. Sempre più, quindi, si presentano agli imprenditori del settore problemi legati alla conoscenza della posizione degli animali per un loro recupero a fini gestionali e alla necessità di evitare che gli stessi sconfinino in aree a loro interdette. Specie quest'ultimo fatto porta a inconvenienti di rapporti con gli altri attori presenti nelle aree di pascolo, o adiacenti a esse, comportando spiacevoli discussioni che frequentemente tendono a degenerare. L'adozione del GPS nel settore agricolo sulle attrezzature di campo per attuare tecniche di agricoltura di precisione e di guida automatica delle macchine è ormai da anni al centro dell'attenzione di ricercatori e operatori del settore.

Per conoscere la posizione degli animali e, quindi, sostituire l'attività continua di controllo sul pascolo operata dai pastori uno dei dispositivi attualmente impiegabili è costituito dal GPS (Geographical Position System). Ricevitori GPS inseriti in collari, nelle molteplici versioni che prevedono metodiche differenti di scarico dei dati (direttamente dal collare dopo il suo recupero, con trasmissione via radiomodem o radio-VHF a mezzo di reti locali o satellitari o, più recentemente, via telefono GSM o GPRS) sono impiegati

da tempo per il monitoraggio ex-post o in tempo reale della fauna selvatica. Nel campo zootecnico, il GPS ha trovato applicazioni in studi etologi e relativi al management dei pascoli, mentre è recente la proposta di impiegare il medesimo a supporto della gestione in modo automatico dei pascoli attraverso la tecnica del recinto virtuale (*virtual fencing*), evitando così di dovere realizzare recinti di tipo tradizionale o elettrici.

Negli ambiti relativi al monitoraggio animale, le maggiori difficoltà incontrate nella messa a punto dei dispositivi da impiegare per le diverse necessità sono state quelle di avere a disposizione dispositivi GPS sufficientemente accurati, specie in ambienti boschivi, e di costo contenuto. A quest'ultimo proposito il problema dell'integrazione del ricevitore GPS con i diversi dispositivi ancillari di registrazione, memorizzazione, eventuale elaborazione e trasmissione dei dati si è sempre frapposto alla realizzazione di sistemi semplici, compatti, leggeri e di basso costo. Recentemente, con l'evoluzione della tecnologia GPS sono apparsi sul mercato sistemi per il monitoraggio delle flotte di automezzi commerciali che hanno lo scopo di segnalare a una centrale gli scostamenti dei mezzi da un tragitto predefinito. Questi sistemi sono stati miniaturizzati e, recentemente, sono stati proposti sul mercato anche in configurazioni adatte a soddisfare bisogni relativi alla sicurezza personale e al tracciamento dei movimenti dei piccoli animali domestici.

In essi i sistemi di rilievo, memorizzazione, elaborazione, trasmissione dei dati e ricezione dei settaggi sono stati integrati in un'unica scheda elettronica raggiungendo gli obiettivi sopra delineati di integrazione e miniaturizzazione.

Parallelamente a ciò, si è assistito allo sviluppo di due innovazioni che, come optional, possono essere integrate all'interno di tali dispositivi. Si tratta delle tecnologie *SIRF InstantFix* e *geofencing*.

Per quanto riguarda la prima, come accennato, uno dei limiti dell'impiego del GPS negli ambienti di pascolo è relativo all'effetto schermo che specie le coperture fogliari degli alberi producono sul segnale GPS, con conseguente diminuzione dell'accuratezza di misura.

L'impiego della tecnologia GPS convenzionale prevede che vengano utilizzati degli algoritmi in grado di calcolare la posizione del ricevitore sulla base della conosciuta posizione dei satelliti da cui il ricevitore stesso riceve un segnale in radiofrequenza. L'accuratezza di misura della posizione è correlata alla numerosità dei satelliti che il ricevitore riesce a riconoscere durante il suo funzionamento. Un normale GPS in fase di accensione inizialmente non conosce la posizione dei satelliti. Per prima cosa deve eseguire l'operazione di "aggancio" ai satelliti. In situazioni in cui la parte di cielo visibile è limitata, il ricevitore può impiegare anche alcuni minuti prima di acquisire un numero

di segnali sufficiente per determinare con una accettabile accuratezza la sua posizione. Ogni satellite deve poi rimanere agganciato per almeno 30 secondi per fornire al ricevitore i dati necessari per effettuare i calcoli di posizione (in termine tecnico il "*fix*"). I dati di rotta dei satelliti così acquisiti rimangono poi validi per un periodo di 2-3 ore. Se durante il periodo di acquisizione il segnale dal singolo satellite viene perso (il satellite si "sgancia") perché reso invisibile dalla presenza di un ostacolo (tipicamente in aree di pascolo una parete rocciosa, una siepe, un albero) possono risultare necessari numerosi minuti per riagganciare il satellite e ripristinare le basi di dati sufficienti per il calcolo della posizione.

Con la tecnologia *SIRF* il ricevitore è dotato di un software e di una memoria che sono in grado di prevedere la posizione dei satelliti con un anticipo di 3 giorni. Per questa ragione questo genere di dispositivo è in grado di funzionare anche in presenza di segnali deboli, come tipicamente accade in ambienti declivi in presenza di boschi, dove i segnali radio provenienti dai satelliti vengono schermati dalla morfologia del territorio e dalla copertura fogliare.

La seconda tecnologia che è stata recentemente implementata nella tecnologia GPS per autoveicoli e protezione personale è quella dei recinti geografici (*geofences*). Nella scheda a supporto del sistema è ormai disponibile una memoria di massa sufficiente e un *chip* con una potenza di calcolo tale da potere implementare dei *firmware* che assumono le caratteristiche funzionali di veri e propri GIS di tipo semplificato. In questi dispositivi possono essere caricati (via computer o direttamente via telefono) dati geografici che delimitano aree di territorio e che definiscono il comportamento che deve tenere il sistema di registrazione e di trasmissione dati quando la misura di posizione del GPS ricade all'interno di queste aree. In particolare, ai fini delle applicazioni che qui interessano, vi è la possibilità che il sistema trasmetta un segnale d'allarme ogni qual volta esso esca da un recinto delimitato avvertendo, con ciò, uno o più responsabili dell'occorrenza di tale evento.

L'obiettivo prioritario della sperimentazione è stato quello di mettere a punto un collare GPS in grado di sostituire l'attività di controllo di mandrie e greggi al pascolo operata dai pastori. Allo scopo sono stati progettati e realizzati 2 dispositivi, uno specifico per bovini e uno per capre, equipaggiato con componenti di basso costo, scelti tra quelli utilizzati per la gestione delle flotte di mezzi commerciali, in grado di restituire in tempo reale la posizione di una mandria o di un gregge e gli eventuali sconfinamenti da un recinto virtuale pre-impostato, attraverso l'invio di messaggi SMS a un telefono cellulare. L'utilizzo di software di localizzazione, inoltre, ha permesso di visualizzare le

posizioni dei dispositivi su carta geografica e, quindi, di verificare e analizzare i percorsi effettuati, compresi gli sconfinamenti dal recinto virtuale.

Comparto ovicaprino

La sperimentazione è stata condotta in due periodi successivi (30 aprile-09 giugno 2008 e 17 giugno-30 luglio 2008) presso un'azienda agrituristica (<http://www.agriturismogulliver>) della Valsassina (LC). Particolare attenzione è stata posta nella scelta di questa azienda in modo da verificare l'impiego del collare GPS in situazioni il più possibile disagiati. L'azienda, infatti, si trova in un fondovalle di origine fluviale, circondata da una catena montuosa che si innalza per un dislivello di oltre 1000 m di altezza, in un'area quasi completamente coperta da un fitto bosco di latifoglie. Per queste caratteristiche le difficoltà di ricezione dei segnali satellitari sono molto elevate, al limite delle capacità tecnologiche prevedibili per i ricevitori GPS, e la copertura GSM dell'area non risulta particolarmente affidabile. Considerando la consistenza del gregge (14 capre e un becco) e il comportamento etologico dei singoli animali – che tendono a seguire il capobranco – si è deciso di utilizzare un unico collare portato dal becco per tracciare il movimento del gruppo (fig. 7). Il collare era costituito da un dispositivo professionale di localizzazione satellitare (GEOPOINT) dotato di ricevitore GPS SIRF Star III ad alta sensibilità, modulo GSM/GPRS quad-band (850/900/1800/1900 MHz) per il collegamento remoto, e alimentato da una batteria agli ioni di litio (1000 mAh). Le principali funzioni e le specifiche tecniche del localizzatore sono riportate in tabella 1.

Per la gestione della cartografia e dei dati memorizzati nel localizzatore e per la sua programmazione è stato utilizzato il software MyTrack fornito in dotazione al dispositivo stesso. In figura 8 sono riportati tutti gli elementi che fanno parte del sistema implementato.

Il collare GPS veniva posizionato sul becco al mattino dopo la mungitura del gregge, immediatamente prima che questo fosse inviato al pascolo. Nel tardo pomeriggio quando il gregge rientrava nel centro aziendale per la mungitura serale, il collare veniva rimosso dal becco e si procedeva allo scarico dei dati su PC. La batteria del dispositivo era sottoposta a ricarica ogni notte.

L'area di pascolo aziendale è stata delimitata con un recinto virtuale (virtual fencing) e sfruttando la funzione Geofence del localizzatore è stato possibile monitorare l'entrata e l'uscita del gregge dall'area prestabilita. Durante le ore di pascolamento, attraverso l'interrogazione periodica del localizzatore a mez-



Fig. 7 Il collare GPS sviluppato per il tracciamento del gregge

FUNZIONE	DESCRIZIONE
Invio posizione	Tramite sms. Dopo aver ricevuto il comando SMS il dispositivo invia un messaggio con i dati di posizione al numero di telefono che ha inviato il comando.
Invio automatico posizione	Tramite la rete GSM/GPRS il dispositivo può, a cadenza programmata, inviare un SMS o collegarsi in GPRS per fornire i dati di posizione a un telefono cellulare o a un PC, permettendo di seguire in tempo reale gli spostamenti del dispositivo.
Registrazione del percorso	Il dispositivo può registrare i dati di posizione per la successiva ricostruzione del percorso effettuato con il software di localizzazione MyTrack.
Geofence e Geofence circolare	Consente di monitorare l'entrata e l'uscita del dispositivo da un'area rettangolare o circolare prestabilita.
Limite di velocità	Visualizza la velocità e consente di impostare un limite al superamento del quale viene emesso un allarme.

Tab. 1 Principali funzioni del dispositivo di localizzazione satellitare utilizzato

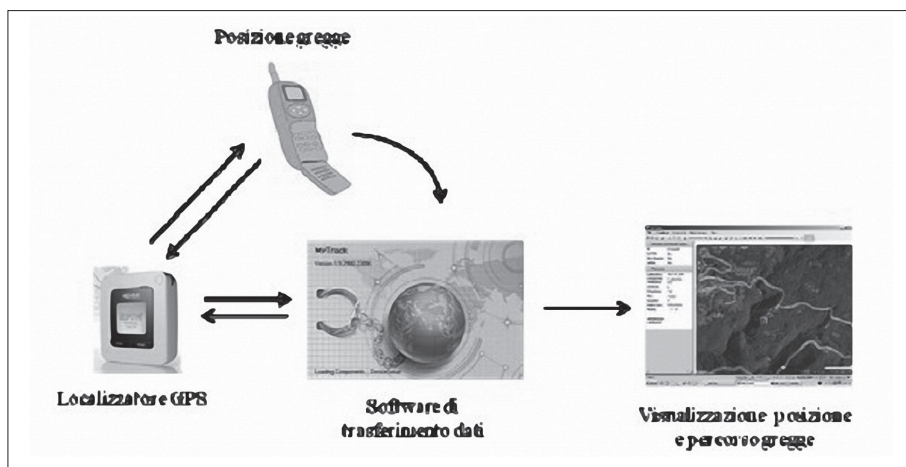


Fig. 8 Elementi componenti il sistema

zo telefono cellulare, veniva controllata la posizione del gregge all'interno del pascolo e, in caso di un allarme di sconfinamento inviato dal dispositivo di localizzazione sul telefono cellulare dell'operatore aziendale, si procedeva a visualizzare con il software MyTrack la posizione del dispositivo su carta geografica e, quindi, a recuperare gli animali che si erano spinti oltre l'area a loro concessa. I dati di posizione memorizzati dal localizzatore e scaricati giornalmente sul PC aziendale, invece, sono stati utilizzati per visualizzare su carta geografica con MyTrack i percorsi e gli sconfinamenti del gregge dall'area di pascolo.

Comparto bovino

In una fase successiva di sperimentazione si è deciso di trasferire l'esperienza positiva sviluppata nel settore ovicaprino come base di partenza per lo sviluppo di un ulteriore collare sensibilizzato con tecnologia GPS (fig. 9) applicabile a bovini al pascolo.

In seguito a contatti con l'APA di Forlì e Cesena, sul cui territorio di competenza, nello specifico l'area appenninica di Bagno di Romagna, si riscontrano frequenti fenomeni di abigeato, si è deciso di instaurare una collaborazione per implementare un software gestionale sulla base delle specifiche esigenze rilevate che richiedevano l'identificazione della posizione in modo continuo dell'animale in modo da prevenire furti.

Il lavoro si è incentrato sullo studio del sistema ottimale di allocazione delle varie componenti da inserire nel collare e sulla ricerca di materiali idonei.



Fig. 9 *Prototipo di collare sensibilizzato con tecnologia GPS*

Riassumendo, il collare è costituito da:

- Dispositivo GPS-GSM-GPRS e batterie: collocati nella porzione inferiore del collare;
- Antenna per segnale GPS: collocata nella porzione superiore del collare e inserita al suo interno;
- Antenna per segnale GSM: collocata nella porzione inferiore del collare e collegata direttamente al dispositivo.

Risultati

Per quanto riguarda il comparto ovicaprino, durante il primo periodo sperimentale (30 aprile-09 giugno 2008) complessivamente sono stati rilevati e registrati dal localizzatore 1965 eventi di cui il 18,9 % (372) relativi alla perdita del segnale GSM (GSM Signal OFF) e il 16,6 % inerenti lo “sgancio” dal satellite (Satellite FIX OFF). A questo proposito, comunque, va sottolineato che il riaggancio del satellite è avvenuto in tempi relativamente brevi, superando solo in alcuni casi i 60 s. Nello stesso periodo, inoltre, sono stati rilevati 13 sconfinamenti (Geofence EXIT) dal recinto virtuale che hanno richiesto l'intervento dell'allevatore per il recupero del gregge.

Nel secondo periodo sperimentale (17 giugno-30 luglio 2008) complessivamente sono stati rilevati e registrati dal localizzatore 3771 eventi di cui il 18,4 % (694) relativi alla perdita del segnale GSM (GSM Signal OFF) e il 18,7 % (705) inerenti lo “sgancio” dal satellite (Satellite FIX OFF). Anche in questo caso, analogamente al precedente, il riaggancio del satellite è avvenuto in tempi brevi, superando solo in alcuni casi i 60 s. Nello stesso periodo, inoltre, sono stati rilevati 29 sconfinamenti (Geofence EXIT) dal recinto virtuale che hanno richiesto l'intervento dell'allevatore.

Per quanto riguarda il comparto bovino, la collocazione delle antenne, illustrata in “Materiali e metodi”, è stata studiata in modo specifico al fine di avere 2 linee di ricezione completamente separate; infatti il dispositivo possiede un ulteriore allarme che viene inviato in caso di perdita del segnale GPS, ma esso deve essere in grado, ad esempio in caso di taglio o manomissione del collare, di poter inviare un messaggio di allarme attraverso la rete GSM. Relativamente alla ricerca dei materiali idonei per l'allestimento del collare, è stata inizialmente testata una particolare tela, dimostratasi non adatta in quanto non sufficientemente resistente e poiché ha presentato notevoli problemi per il fissaggio delle viti. Di conseguenza si è optato per l'utilizzo del cuoio, materiale già ampiamente testato su animali al pascolo abituati all'uso di campanacci; allo stato

attuale si stanno effettuando test su un particolare materiale di rivestimento, il polietilene espanso a cellule chiuse (Plastazote®, ZOTEFOAMS, UK), in grado di diminuire in modo significativo la possibilità di lesioni cutanee all'animale e di migliorare contemporaneamente la resistenza all'acqua, all'usura ecc.

Per quanto riguarda il software gestionale, ARVApastore v.1.0, sono state previste le seguenti sezioni:

CAD (fig. 10)

- Possibilità di importare shape file (vettoriali-confini recinti, quali ad esempio le particelle catastali) ed ECW files (foto aeree) o Raster: i differenti tipi di files importati possono essere visualizzati sulla schermata principale del software sovrapposti;
- Disegnare recinti virtuali: il software consente di impostare fino a 10 recinti come poligoni (fino a 12 vertici) oppure come lacci, indicando il centro e il raggio. Il dispositivo (collare) invia un allarme per ogni entrata/uscita in/da ogni recinto virtuale impostato;
- Selezionando un determinato recinto creato viene visualizzata per poligoni area, perimetro e numero di vertici, mentre per lacci viene indicata area, circonferenza e raggio;
- Disposizione del layer: consente la gestione della visualizzazione dei file cartografici importati e di calcolare la distanza reale tra punti.

TABELLA

- Visualizzazione dei recinti impostati: il software consente di identificare i recinti con alcune informazioni principali. La prima casella identifica con P se si tratta di un poligono e con R se si tratta di un laccio, mentre le successive caselle indicano latitudine e longitudine di ogni vertice per i poligoni oppure latitudine e longitudine del centro e il raggio per i lacci;
- Impostazione nome del dispositivo: al fine di consentire un approccio più amichevole da parte dell'allevatore, in questa sezione è possibile attribuire un nome al dispositivo, che verrà visualizzato in caso di ricezione degli avvisi di allarme attraverso SMS;
- Indicazione destinazione allarmi: il programma consente di impostare fino a 3 numeri di cellulare, ai quali verranno inviati gli allarmi;
- Tolleranza allarmi: si ha la possibilità di impostare una zona definita di pre-allarme, variabile da un valore minimo di 10 metri.

Ulteriori implementazioni in fase di sviluppo:

- Allarme velocità: allo stato attuale si stanno ultimando le implementazioni



Fig. 10 *Interfaccia grafica di impostazione dei riferimenti cartografici del software ARVApastore*

del software legate a un controllo della velocità. Il dispositivo contiene al suo interno un accelerometro, il quale attribuisce un valore alla velocità, trasformato attraverso un apposito algoritmo in metri/secondo e chilometri/ora.

Allo stato attuale inoltre, notevoli sforzi, in particolare grazie all'interesse e alla disponibilità dimostrata da una società di ingegneria meccanica, si stanno indirizzando verso lo studio di un sistema di ricarica delle batterie sfruttando movimenti naturali dell'animale, quali quello longitudinale della testa e del collo; in fase di analisi dei requisiti sembrerebbero sussistere gli ordini di grandezza, ma solo una lunga e accurata fase di test in campo potrà indicare se questa strada possa essere percorribile.

Conclusioni

Il sistema implementato ha consentito, nonostante le difficoltà di ricezione dei segnali satellitari che caratterizzano l'area in cui è avvenuta la sperimentazione, di individuare all'interno del pascolo le posizioni del gregge in tempo reale e di visualizzarne i percorsi, sostituendo di fatto l'attività di controllo operata convenzionalmente dai pastori. La funzione *Geofence* del dispositivo di localizzazione satellitare, inoltre, ha permesso di rilevare con successo gli sconfinamenti degli animali dal recinto virtuale pre-impostato, mettendo l'allevatore nelle condizioni di operare repentini recuperi del gregge (fig. 11). Relativamente alla perdita del segnale GSM, infine, un miglioramento delle prestazioni potrebbe essere conseguito utilizzando un modulo GSM/GPRS



Fig. 11 *Visualizzazione del percorso e degli sconfinamenti compiuti dal gregge di capre*

con due SIM card a commutazione automatica sull'operatore con il miglior segnale, in modo da assicurare la massima copertura.

4. TRACCIABILITÀ FILIERA CARNE BOVINA

La filiera del settore carni bovine si presenta molto articolata sia sotto il profilo strutturale sia sotto quello organizzativo a causa dell'elevata numerosità e differenziazione produttiva degli operatori coinvolti, conseguenze queste della notevole frammentazione delle fasi agricola e industriale, dell'esistenza di molteplici flussi di importazione di animali e carni nonché della complessità dei canali commerciali che caratterizzano alcune aree del territorio nazionale. In linea generale la filiera risulta costituita da una fase primaria di allevamento dei bovini la cui modalità operativa è notevolmente influenzata da molti fattori, quali il trend di mercato, l'area geografica di riferimento, le capacità manageriali e le condizioni strutturali delle singole aziende. Seguono una fase di lavorazione, presso le strutture di macellazione e sezionamento, e una fase finale di commercializzazione attraverso punti vendita, in cui le informazioni elaborate arrivano al consumatore. La rintracciabilità si può considerare facilmente realizzabile considerando le singole fasi della filiera, ma i principali problemi si riscontrano nell'integrazione tra i diversi sottosistemi del processo produttivo. Allo stato attuale le problematiche e le difficoltà legate all'etichettatura obbligatoria e facoltativa delle carni (Reg. CE 1760/2000), sia in ter-

mini di inserimento sia di gestione dei dati, richiedono lo sviluppo di sistemi alternativi al fine di garantire la sicurezza alimentare del consumatore finale.

Il concetto innovativo di questo progetto è rappresentato appunto dal considerare l'intera filiera come un unico sistema automatizzabile.

Il progetto ha previsto fasi di ricerca, sviluppo e applicazione nella filiera carne di nuovi sistemi basati sull'utilizzo di tecnologie a Radio Frequenza (RF-ID) dall'animale in stalla fino al prodotto finale sul bancone di vendita in negozio, allo scopo di garantire la rintracciabilità al consumatore.

Materiali e Metodi

Il progetto si presenta complesso, a causa del riguardevole flusso di informazioni da gestire e delle differenti fasi di produzione implementate; di conseguenza, anche la strumentazione informatica ed elettronica e le metodiche di collezione, analisi e trasferimento delle informazioni utilizzate sono risultate particolarmente articolate.

A livello di allevamento di bovini, nelle fasi di ricerca e valutazione della strumentazione idonea sono stati testati tag auricolari, boli ruminanti, differenti reader e software gestionali. Al termine di questa fase sono stati selezionati come strumenti di identificazione, registrazione, archiviazione e trasferimento dati i seguenti componenti:

- CATTLE CRUSH ANTENNA – READER CONTROL UNIT (EDiT iD ©): utilizzata per la lettura stazionaria degli identificatori elettronici applicati agli animali presso aziende dotate di postazioni di cattura dei capi bovini;
- EDiT wand (EditID) - Meazura™ Palm, Aceeca™: wand brandeggiabile collegato mediante cavo seriale a palmare dotato di lettore ottico di codici a barre;
- HHR3000PRO (ID&T): wand brandeggiabile dotato di PDA incorporato e programmabile in funzione delle specifiche esigenze gestionali;
- Software gestionale, denominato Titvlvs, sviluppato ad hoc per il circuito di filiera bovina del Consorzio Qualità della Carne Bovina di Milano (Italia) da Apis Software S.r.l. (Milano).

A livello di macellazione e lavorazione delle carni bovine la strumentazione tecnologica in uso prevede:

- CATTLE CRUSH ANTENNA – READER CONTROL UNIT (EDIT

ID ©): posta presso il corridoio di sosta per l'identificazione dei capi in ingresso verso le strutture di macellazione e prima della postazione di eviscerazione per l'abbinamento ai microchip applicati ai ganci;

- Lettori EMS e fotocellule;
- Microchip applicati ai ganci di avanzamento delle carcasse;
- Software di macellazione;
- Software di sezionamento;
- Sistema di scrittura/lettura dei tag alimentari da applicare ai tagli sotto-vuoto.

A livello di gestione del magazzino e del punto vendita, invece, sono state installate le seguenti attrezzature:

- Software gestionale (OpenStore);
- Lettore/scrittore di codici RFID;
- Balance con sistema di lettura RFID integrato.

Risultati

Ogni animale tracciato nella filiera è stato dotato di tag RFID. Per la registrazione dei dati relativi al singolo animale e il loro successivo trasferimento al software di gestione anagrafica è stato impiegato un lettore brandeggiabile EDiT wand (EditID, New Zealand) collegato mediante cavo seriale a un palmare (Meazura™ Palm, Aceeca™, New Zealand) in grado di abbinare il numero di *tag* elettronico con il numero di matricola visuale del capo bovino, oltre a una serie di informazioni aggiuntive relative al singolo animale quali sesso, razza, data di nascita, ecc. Il palmare utilizzato, inoltre, è dotato di un lettore ottico di codici a barre integrato che permette l'acquisizione dei dati desumibili dal passaporto bovino (fig. 12).

Il sistema di registrazione dati ha permesso di abbinare con successo il numero di *tag* elettronico al numero di matricola visuale degli animali in tutti gli allevamenti in cui è stato impiegato e ha mostrato piena funzionalità nel trasferimento dei dati registrati al software gestionale Titvlvs. Limiti, invece, sono stati evidenziati dal lettore ottico di codici a barre durante l'acquisizione dei dati dal passaporto bovino in condizioni ambientali non ottimali. In particolare le temperature estremamente rigide durante l'inverno o l'eccessiva illuminazione ne hanno compromesso l'utilizzo. Inoltre, il collegamento del



Fig. 12 *Sistema di acquisizione dei dati del singolo animale a livello aziendale*

lettore RFID al palmare attraverso cavo seriale si è dimostrato poco maneggevole nelle normali condizioni operative di campo.

Per queste motivazioni è stato successivamente testato in campo il wand HHR3000Pro, dotato di PDA integrato e, allo stato attuale, è in fase di implementazione una programmazione specifica del reader e un sistema di trasferimento dati dal reader al software gestionale Titvlvs.

Relativamente al software Titvlvs, considerandone l'utilizzo finale da parte di allevatori associati al Consorzio Qualità della Carne Bovina (CQCB), si è optato per una soluzione web oriented che permettesse all'utente-allevatore di accedervi con collegamento internet mediante una propria login, e nel contempo all'amministratore del sistema (CQCB) di consultare in tempo reale la banca dati per eventuali verifiche, per una supervisione tecnica ed eventualmente per scopi commerciali.

Nel complesso il sistema realizzato permette il trasferimento automatizzato delle informazioni registrate con il palmare al PC aziendale, mediante cavo seriale, e l'autocompilazione dei relativi campi di destinazione delle informazioni sul software gestionale Titvlvs.

Il software Titvlvs presenta una maschera di ingresso suddivisa in 2 sezioni: *Allevatore*, che gestisce i dati relativi al legale rappresentante, e *Allevamento/i*, in cui vanno inseriti i dati relativi alla/e azienda/e agricola/e di proprietà dell'allevatore.

Dalla maschera di ingresso l'allevatore può gestire una serie di elenchi:

- Macelli e relative sedi;
- Trasportatori;
- Fornitori e clienti: suddivisi in Fornitori/clienti, Mercato/fera, Ospedale/clinica, Smaltitore, Pascolo e Centro genetico.

Ogni utente ha la possibilità di inserire autonomamente gli operatori appartenenti ai singoli elenchi, che saranno in seguito visibili da tutti gli utenti.

Per i macelli e i fornitori/clienti vi è la possibilità di indicare se sono in possesso di autorizzazione al trasporto. In caso affermativo verranno automaticamente inseriti anche nell'elenco dei trasportatori.

Le principali funzioni gestionali del software prevedono:

a) *Carico animali*

Nella maschera di Gestione Carico vengono visualizzati gli ingressi di animali in azienda e il programma ne permette una ricerca per data e per partita. Dalla stessa maschera si può stampare l'elenco dei carichi di animali registrati con i relativi dati (Provenienza, Foglio rosa-Modello 4, Data ingresso, Motivo ingresso e n° capi) e, al fine di facilitare l'inserimento dei capi, attraverso il pulsante "Trasferim." è possibile importare direttamente i capi provenienti da un allevamento presente a sistema semplicemente richiamando il numero di foglio rosa e l'azienda di provenienza. La creazione di una nuova partita di carico prevede l'inserimento sia dei dati di carico presenti sul Modello 4, sia dei dati generali relativi ai singoli capi da registrare. Tali dati possono essere digitati manualmente oppure inseriti automaticamente mediante un apposito programma, integrato in Titvlvs, per la lettura dei codici a barre del passaporto.

Il software prevede, inoltre, una serie di controlli informatici al fine di agevolare l'inserimento dei dati (ad esempio in caso di selezione "Nascita" come motivo di ingresso viene autocompilato il campo "Azienda provenienza" con la denominazione dell'allevamento in oggetto e vengono disattivati i campi "Trasportatore", "Numero foglio rosa", "Data foglio rosa", mentre nel dettaglio del capo viene autocompilato il codice/sottocodice "Azienda origine" e la dicitura "Vitello" nel campo "Categoria di Ingresso", e diventano obbli-

gatori i campi “Data applicazione marca auricolare” e “Data compilazione cedola”) e di limitare errori di inserimento (ad esempio il controllo della lunghezza dei caratteri che compongono la matricola dell’animale e della madre, in base al riconoscimento dello stato di provenienza).

b) *Scarico animali*

Nella maschera Gestione Scarico vengono visualizzate le uscite di animali dall’azienda e il programma ne permette una ricerca per data e per numero di foglio rosa. Come per l’evento di carico, dalla maschera Riepilogo Scarico è possibile stampare un elenco dettagliato degli scarichi registrati e, selezionando lo scarico desiderato attraverso il pulsante “Stampa documento di scarico”, è possibile stampare i relativi fogli rosa, autocompilati. La creazione di una nuova partita di scarico di animali prevede l’inserimento dei dati di scarico presenti sul Modello 4 e, mediante il pulsante “Aggiungi capi”, si effettua un collegamento all’elenco dei capi caricati attraverso cui si possono selezionare i capi da scaricare, ricercabili attraverso il numero o parte del numero identificativo, la data di ingresso oppure, ove utilizzato, mediante la gestione dei box.

Anche per gli eventi di scarico sono previsti una serie di controlli, quali l’abilitazione o la disattivazione di campi in base alla destinazione dello scarico (macello, allevamento ecc.).

c) *Libro stalla*

Permette la compilazione automatica del registro di carico/scarico, ricavata dai dati inseriti a sistema, su formato ufficiale riconosciuto dai sistemi di gestione anagrafica.

d) *Elenco capi*

Selezionando il pulsante “Elenco capi” si accede alla maschera “Gestione elenco capi”, in cui compare un elenco degli animali inseriti a sistema, con la possibilità di ricerca dei capi per matricola, di includere i capi scaricati, di ordinare l’elenco in base alla data di ingresso oppure per box. In questa sezione si ha la possibilità di visualizzare i dati di ogni singolo capo e delle relative partite di carico ed eventualmente di scarico.

Selezionando il bottone “Stampa” si accede a una serie di filtri per la redazione di rapporti di stampa personalizzati con diverse selezioni multiple (fig. 13).

e) *Elenco stalle*

Il programma consente la gestione e l’assegnazione dei singoli capi a una



Rapporto personalizzato

Genera rapporto capi aventi le seguenti caratteristiche:

Presenti (in carico) ☒ Solo scaricati ☐ Tutti ☐ Libro stalla ☐

Periodo da data: a data:

Detenzione da mesi: a mesi:

Età da mesi: a mesi:

Ordina per: ☒ Data d'ingresso ☐ Sesso ☐ Razza
☐ Data di nascita ☐ Box

Lasciando i campi vuoti, saranno ignorati.

Indietro **Conferma**

Fig. 13 Interfaccia software per la redazione di report personalizzati (Apis Software S.r.l.)

specifica stalla e box. Da questa maschera è possibile selezionare uno o più capi da spostare in un'altra stalla o box, visualizzare il dettaglio del capo selezionato e stampare dei rapporti personalizzati.

f) *Esporta dati*

Selezionando il pulsante “Esporta dati” si ha la possibilità di creare file di esportazione (file batch) nel formato ufficiale riconosciuto dalla Banca Dati Regionale (BDR); i file che il programma è in grado di produrre e salvare, selezionando data iniziale e data finale, comprendono l'anagrafica dei capi (CANA), i movimenti di ingresso (MCEN) e di uscita (MCUS). Allo stato attuale questa funzione è in fase di test in 7 allevamenti che fanno riferimento a 2 differenti uffici locali di Centri di Assistenza Agricola (CAA).

g) *Consultazione database*

Il software prevede, infine, la possibilità per l'amministratore (CQCB) di consultare per fini gestionali interni, anagrafici e commerciali l'intero archivio oppure aziende selezionate attraverso una serie di filtri.

All'arrivo al macello i capi vengono scaricati in un corridoio di sosta all'ingresso del macello, dove attendono la visita ante-mortem e l'identificazio-

ne visiva da parte del veterinario. In questo stesso punto è stata installata un'antenna a varco in grado di effettuare la lettura dinamica dei microchip eventualmente presenti sugli animali. I capi dotati di identificativi elettronici, attualmente, provengono esclusivamente da allevamenti del Consorzio Qualità della Carne Bovina e sono registrati nella banca dati consortile. Il software gestionale del macello riceve quindi in modo automatico gli animali in ingresso appartenenti al circuito del Consorzio con tutte le informazioni relative all'etichettatura obbligatoria e, attraverso un controllo automatico, l'indicazione della possibilità di effettuare l'etichettatura con informazioni facoltative previste dal Disciplinare del Consorzio con autorizzazione ministeriale IT054ET.

Effettuate le operazioni di stordimento, dissanguamento e scuoiatura le carcasse giungono alla postazione di eviscerazione: qui sono presenti una seconda antenna a varco e un sistema composto di fotocellula e di lettore EMS di codici RFID (13,56 Mhz) installato sulla guidovia (fig. 14).

L'antenna a varco effettua la lettura del tag (auricolare o bolo ruminale), mentre la fotocellula posizionata sulla guidovia rileva il passaggio dei ganci numerati (ai quali resteranno appesi i garretti delle carcasse da qui sino alla fase di sezionamento); sulla superficie di tali ganci sono stati applicati dei microchip (uno per ciascun gancio) in modo tale da automatizzare le operazioni di identificazione del macellato e poi del sezionato, col solo ausilio dei ganci elettronici. Il passaggio dei ganci davanti alla fotocellula attiva il lettore che identifica gli stessi mediante lettura dei microchip in essi contenuti, e in questa fase avviene l'abbinamento tra marca auricolare e 2 ganci (uno per ogni mezzana). Presso la postazione di pesatura viene assegnato il numero progressivo di macellazione e i dati vengono visualizzati sullo schermo in modo automatico (fig. 15), in modo tale che l'operatore debba solo autorizzare la stampa delle etichette; se il capo non è dotato di microchip, o questo non viene letto, sullo schermo sono visualizzate tutte le matricole caricate sul programma di macellazione e l'operatore dovrà verificare visivamente la marca auricolare appositamente lasciata sulla carcassa e selezionare dall'elenco delle matricole quella corretta.

Da questo punto in poi ad ogni numero di matricola corrispondono un numero progressivo di macellazione e due ganci identificati da microchip.

Sulla guidovia di macellazione, in prossimità della bilancia, sono presenti due fotocellule abbinate ad altrettanti lettori EMS di codici RFID. La presenza del doppio sistema fotocellula-lettore consente non soltanto di identificare i ganci e, quindi, le mezzene, ma anche di rilevare la direzione di avanzamento delle stesse lungo la catena di macellazione; infatti, durante la macellazione

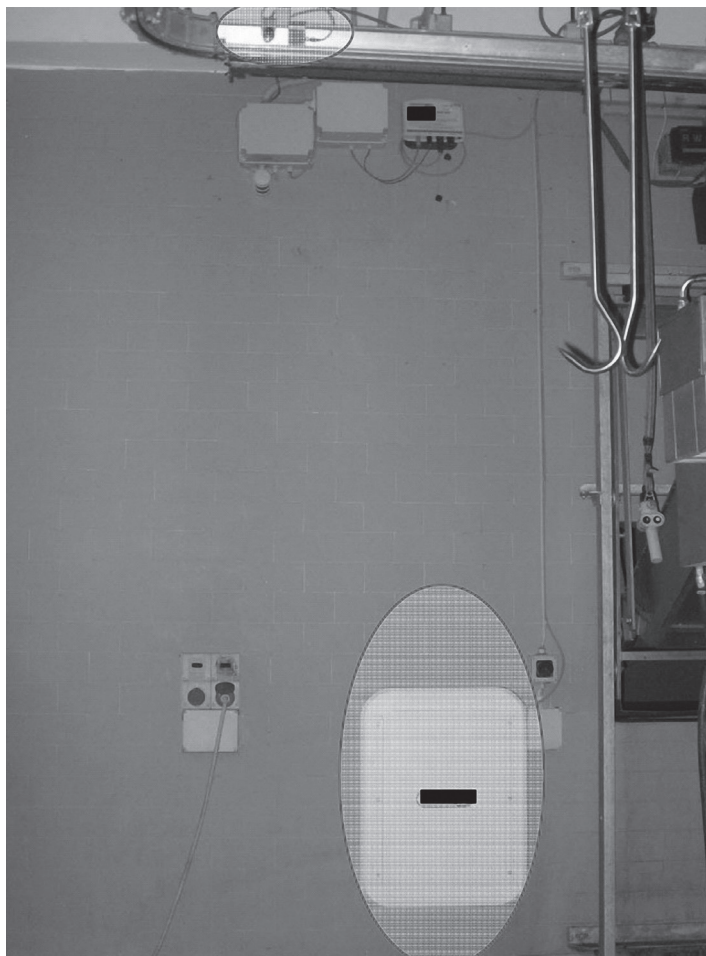


Fig. 14 *Sistema di abbinamento del microchip di identificazione dell'animale e dei microchip applicati ai ganci*

la direzione seguita dalle mezzene verso la cella di refrigerazione (posta a valle della pesa aerea) attiverà la prima fotocellula e quindi il lettore, in modo che il sistema, rilevando la direzione, consenta di determinare quale sarà l'operazione che si andrà a svolgere (carico o scarico).

Quando le mezzene vengono prelevate dalla cella di raffreddamento o stoccaggio per essere avviate al sezionamento transitano davanti alla fotocellula destra sulla pesa aerea attivando l'antenna che rileva il microchip presente nel gancio e riconoscendo la direzione di avanzamento lungo la catena; i dati relativi alla mezzena sono richiamati dal programma di macel-

Operatività		Classificazione capo		Cambia reparto		Reparto associato	
C S		S E U R O P		MACELLO			
Assegna cella		Identificativo		Imposta peso manuale			
1 2 3 4 5 6 7 8 <<		V do		Gancio			
PLU		1 0 2 E 001 FR1416851273		LORDO		210,5 kg	
BOVINO ADULTO				TARA		3,2 kg	
				NETTO		207,3 kg	
Abilita stampa automatica etichette						Lotto	
simula pesata		anteprima etichetta				37	
						Cambia	
Nato in :Francia Allevato in :Francia-Italia Macellato in :ITALIA 767M Sesso :Femmina Tipo genetico :CHAROLAIS Mesi ultimo allevamento :10 Allevatore :Cascina Sonzogni di Sonzogni Età mesi :17 Località :BUSTO GAROLFO Categoria :Manzetta							
Avvia	Termina	Stampa	TAG	Imposta	Storno etichetta	Lavorazione cliente	Leggi PDF
						Report	Esci

Fig. 15 Software di macellazione (Apis Software S.r.l.)

lazione e inviati alla postazione di pesatura in modo tale da rilevare il nuovo peso dopo il calo di raffreddamento e inserire lo stesso nel programma di sezionamento.

Nell'area di sezionamento sono presenti altre tre postazioni dotate di fotocellula, a una delle quali è abbinato un lettore RFID deputato all'identificazione dei ganci (e quindi delle mezzene/quarti). Il rilevatore di tag è applicato sulla guidovia alta, proveniente dalle celle di stoccaggio, poiché in questa fase si determina la destinazione delle carni, che possono entrare in fase di lavorazione nel sezionamento oppure abbandonare lo stabilimento per la distribuzione a clienti esterni.

In entrambi i casi, i dati richiamati dalla precedente postazione di pesatura all'uscita dalle celle e inviati al programma di sezionamento vengono utilizzati per la stampa di documenti di consegna oppure per il proseguimento della lavorazione.

Da questo momento in poi la rintracciabilità delle carni è affidata al solo transito dei ganci davanti alle fotocellule: l'ultima identificazione dei chip applicati ai ganci determina la creazione di numeri progressivi (numero progressivo etichetta univoco) abbinati ai ganci nelle fasi successive. In questo modo il primo gancio rilevato dall'antenna del sezionamento durante una

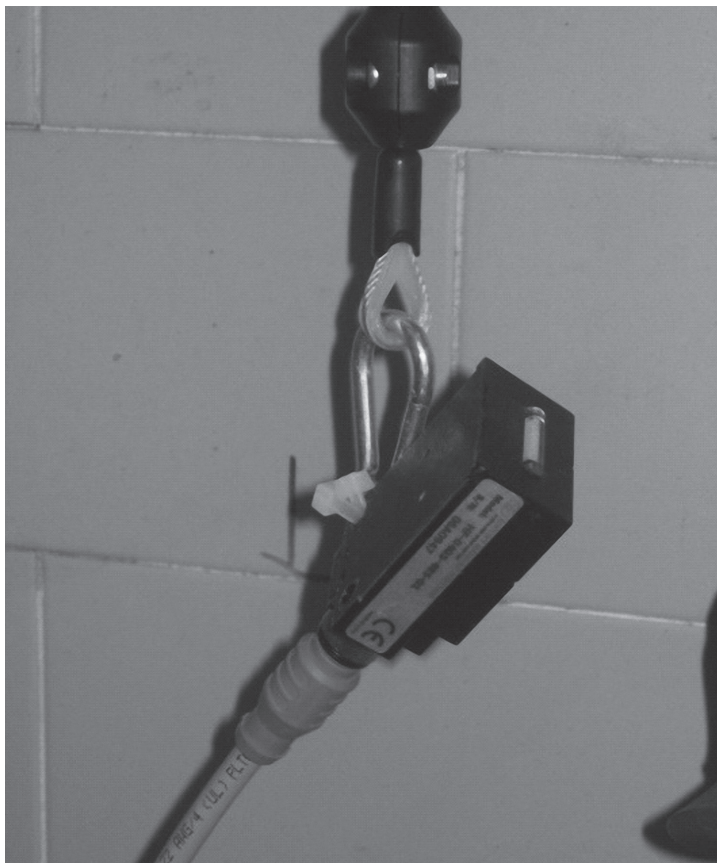


Fig. 16 *Apparecchio per lettura/scrittura dei tag alimentari da inserire nelle confezioni sottovuoto*

seduta di lavorazione sarà il primo a transitare davanti alla fotocellula della postazione sottovuoto o taglio.

Entrambe le postazioni sono dotate di bilancia aerea in modo tale da abbinare ai dati di rintracciabilità, richiamati dal programma di sezionamento, il peso dei singoli tagli lavorati. Questi dati sono visualizzati su due display, denominati ST, posti sotto la postazione di identificazione elettronica del sezionamento.

La postazione per la messa sottovuoto delle carni è dotata di bilancia alla quale sono abbinate una stampante per la creazione delle etichette adesive con codice PDF (contenente tutti i dati di rintracciabilità) e un apparecchio per la lettura/scrittura di tag alimentari da inserire all'interno del sottovuoto (fig. 16).

Lotti per reparto

Codice reparto: Macelleria S.R.

Codice bilancia: Tutte le bilance

Codice lotto:

Puntatore a testi tracciabilità:

Limite in grammi lotto peso:

Anno lotto:

Progressivo pesato:

Codice	Limite (grammi)	Progressivo pesato (grammi)
450	54000	8376
794	18120	8336
790	1380	134
791	460	136
831	7880	200
859	7320	6

Fig. 17 Software gestionale del punto vendita (OpenStore) – Apis Software S.r.l.

Entrambi i sistemi sono utilizzabili nel punto vendita della Cooperativa Agricola San Rocco di Pontevecchio di Magenta (MI): qui, un lettore ottico, in grado di rilevare i dati contenuti nel PDF dell'etichetta, e una antenna, che legge quelli abbinati al microchip, acquisiscono i dati sul software gestionale delle giacenze di magazzino del punto vendita (OpenStore). Inoltre, è stato installato uno scrittore di codici RFID utilizzato per la creazione di "bandierine" da esposizione da banco in cui è viene registrato il codice del lotto di provenienza.

Le bilance da banco sono anch'esse dotate di un lettore, che ha la funzione di leggere le bandierine da banco, e richiamare, quindi, il numero di lotto in esso contenuto e di stampare le relative informazioni obbligatorie ed eventualmente facoltative sullo scontrino rilasciato al cliente.

La bilancia da banco è collegata al software gestionale del punto vendita, in modo da inviare in modo automatico, attraverso uno script temporizzato, i dati di ritorno delle quantità vendute e avere un sistema di controllo a scalare (fig. 17).

Conclusioni

Il sistema è stato sviluppato presso le strutture di macellazione, sezionamento e il punto vendita della Cooperativa Agricola San Rocco, situata a Pontevicchio di Magenta in provincia di Milano, in quanto convenzionate con il Consorzio Qualità della Carne Bovina, in possesso di un Disciplinare di Etichettatura con approvazione ministeriale che permette di etichettare le carni bovine provenienti da allevatori associati con informazioni supplementari a quelle obbligatorie, al fine di garantire una maggiore trasparenza circa le caratteristiche di prodotto fornite al consumatore finale.

Il sistema è stato testato operativamente nel corso del 2008, con particolare attenzione all'integrazione tra le diverse fasi e ai dati "di ritorno"; i risultati hanno evidenziato una completa funzionalità del sistema e una ottimale gestione dell'intero processo produttivo, dall'ingresso degli animali in fase di macellazione all'emissione dello scontrino al consumatore finale, con particolare riferimento al mantenimento dei dati di rintracciabilità.

5. TRACCIABILITÀ SPARGIMENTO LIQUAMI

Negli ultimi decenni l'intensificazione degli allevamenti ha accresciuto notevolmente la quantità di liquami prodotti e, quindi, distribuiti portando a un eccesso di fertilizzazione a livello locale e al rilascio di nutrienti nell'ambiente. Come diretta conseguenza la gestione dei liquami è diventata una questione cruciale nella conduzione delle aziende zootecniche.

Seguendo le direttive europee per il controllo della distribuzione dei liquami in funzione della richiesta delle colture e delle condizioni ambientali, sono state sviluppate tecnologie a supporto delle operazioni di campo per minimizzare le inefficienze e ridurre l'inquinamento durante lo spandimento. Recentemente sistemi GPS (Global Positioning System) sono stati installati sui carri spandiliquame e spandiletame. I sistemi GPS permettono di individuare con precisione la posizione da cui iniziare le operazioni di distribuzione dei liquami sul campo e, se accoppiati con dispositivi per il controllo delle quantità distribuite, consentono di ottimizzare l'utilizzo dei nutrienti da parte delle colture evitandone la dispersione nelle acque superficiali e profonde.

Il progetto realizzato dal Dipartimento VSA in stretta collaborazione con il Dipartimento di Ingegneria Agraria, all'interno del progetto Metamorfosi finanziato da Regione Lombardia, ha previsto l'implementazione di un sistema integrato per il monitoraggio della gestione dei liquami e la redazione di

rapporti elettronici in allevamenti di bovini da carne al fine di ottimizzare la fertilizzazione dei campi e ridurre l'impatto ambientale.

Implementazione del sistema

Il sistema integrato per il monitoraggio della gestione dei liquami è stato implementato presso l'azienda agricola sperimentale della Scuola di Agricoltura Ferrazzi e Cova di Villa Cortese (Milano). L'azienda occupa una superficie di circa 150 ha e in essa sono allevati circa 200 bovini da carne.

La prima fase del progetto ha previsto la realizzazione di una cartografia completa dell'azienda con inserimento delle singole particelle catastali sovrapposte a una foto aerea in formato file Shape (.shp) e la suddivisione o raggruppamento dei terreni in base alla lavorazione (fig. 18), mediante l'uso di uno specifico software di mappatura (Farm Site, Farm Works Software, Hamilton, IN, USA).

Il sistema di monitoraggio è stato implementato a due diversi livelli.

A un primo livello il sistema era basato sull'uso di un palmare con uno specifico software (Farm Trac Mate, Farm Works Software, Hamilton, IN, USA) per la registrazione delle operazioni di campo, il trasferimento dei dati al PC aziendale e la stampa di rapporti dettagliati di spandimento (figg. 19 e 20). Il diagramma di flusso delle procedure seguite per monitorare la gestione dei liquami a livello aziendale è riportato in figura 21.

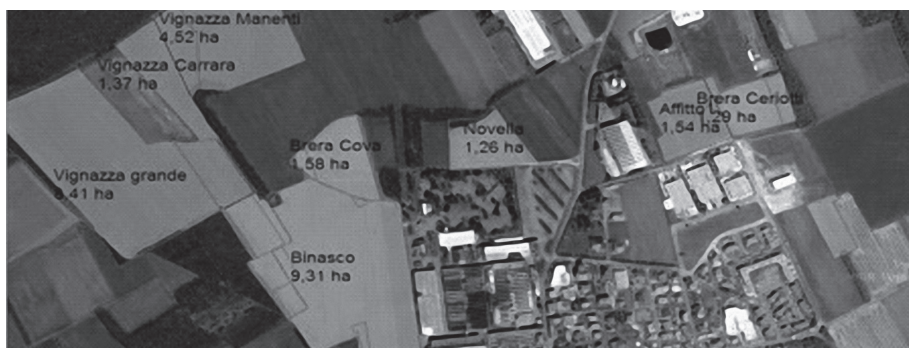


Fig. 18 *Mappatura dell'azienda con la suddivisione degli appezzamenti in funzione del loro uso*

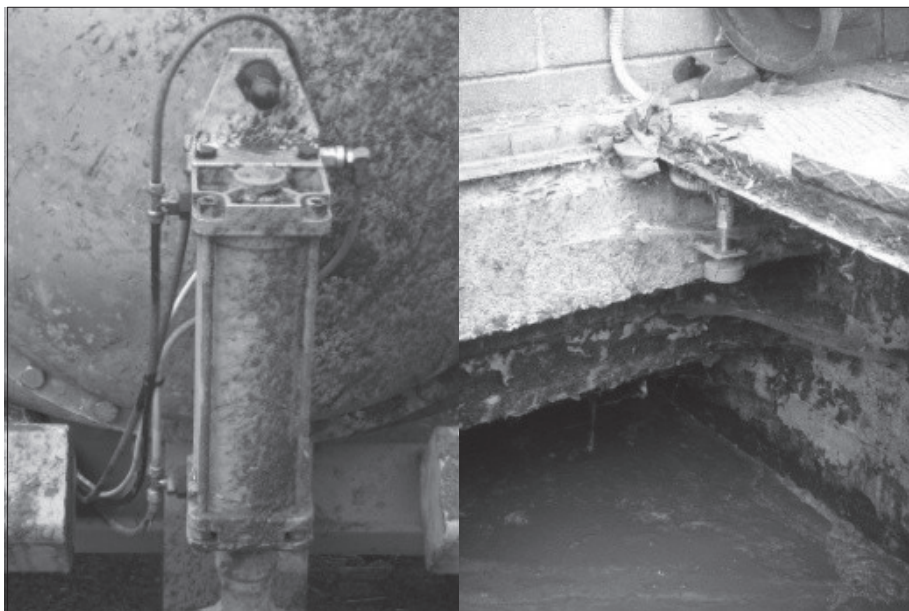


Fig. 22 A sinistra: sensore di pressione installato sulla valvola di scarico dello spandiliquame; a destra: sensore a ultrasuoni applicato sopra la fossa dei liquami

Un secondo livello ha previsto lo sviluppo di un sistema di monitoraggio automatico basato sull'integrazione dei seguenti componenti:

- GPS datalogger, installato sul trattore aziendale per registrare a intervalli di 10 s i percorsi seguiti dal trattore durante l'attività di spandimento dei liquami sui campi selezionati. L'acquisizione dei dati di posizione era attivata mediante il rilevamento del moto a opera di un accelerometro posizionato all'interno del datalogger. L'azionamento della presa di potenza del trattore era registrata attraverso un segnale digitale inviato al datalogger. Una scheda GSM/GPRS assicurava il trasferimento dei dati di posizione del trattore e dell'azionamento della presa di potenza a un server aziendale a intervalli di 10 s;
- trasmettitore a radiofrequenza (RF), installato sul carro botte per inviare il codice identificativo di quest'ultimo al datalogger al momento dell'accoppiamento con il trattore. Una volta realizzato l'accoppiamento trattore-macchina operatrice, il codice identificativo del carro botte era trasmesso al server aziendale via GPRS;
- sensore di pressione (fig. 22), installato sulla valvola di scarico del carro botte. L'apertura e la chiusura della valvola erano registrati attraverso l'in-

vio di un segnale digitale al datalogger e da questo al server aziendale via GPRS;

- sensore a ultrasuoni (fig. 22), applicato alla fossa dei liquami e collegato a uno specifico datalogger in grado di generare una tensione compresa tra 0 e 10 V proporzionale alla distanza esistente tra la superficie del liquame e il sensore stesso;
- sistema modulare per guida parallela di mezzi agricoli (Arvanav2, ARVAtec srl, Italy), composto da un ricevitore GPS integrato e specifico software (ARVAnavPC software, ARVAtec srl, Italy). Questo sistema consente di disegnare una strada virtuale sui campi, indicando in continuo il percorso da seguire e le superfici già lavorate;
- software per la registrazione delle attività di campo svolte (Farm Trac, Farm Works Software, Hamilton, IN, USA) e la gestione della cartografia aziendale (Farm Site, Farm Works Software, Hamilton, IN, USA). L'integrazione di questi due software permette l'elaborazione dei dati di campo, la stampa di rapporti dettagliati relativi alle attività di spandimento, la conversione dei dati di campo in mappe di distribuzione dei liquami con le relative quote distribuite e i periodi di spandimento.

Durante il periodo sperimentale è stata implementata un'ulteriore versione del sistema per il monitoraggio automatico della gestione dei liquami, installando il *GPS datalogger* direttamente sul carro botte invece che sul trattore aziendale secondo una "implement-oriented architecture".

Il diagramma di flusso delle procedure seguite per monitorare in modo automatico la gestione dei liquami a livello aziendale è riportato in figura 23.

Test del sistema

Il sistema sviluppato per il monitoraggio della gestione dei liquami è stato testato presso l'azienda agricola sperimentale della Scuola di Agricoltura Ferrazzi e Cova di Villa Cortese (Milano) durante l'anno 2008 e prove di campo sono ancora in corso.

I risultati conseguiti fino a ora mostrano una buona efficacia del sistema nel monitorare la gestione dei liquami a livello aziendale sia nella versione base, incentrata sull'uso di un palmare con uno specifico software per la registrazione delle attività di campo connesse con lo spandimento dei liquami, sia nella versione tecnologicamente avanzata che prevede la registrazione di tali attività in modo completamente automatico.

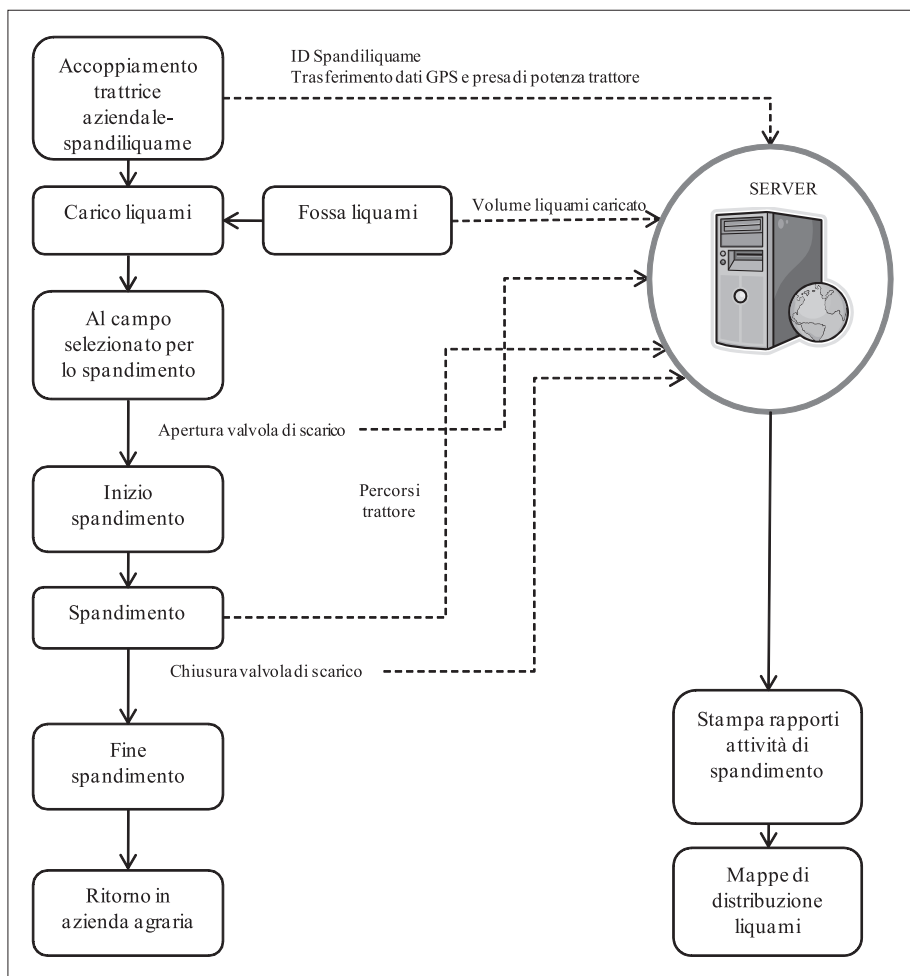


Fig. 23 *Diagramma di flusso delle procedure seguite per monitorare in modo automatico la gestione dei liquami a livello aziendale*

I sensori a ultrasuoni montati sopra la fossa dei liquami hanno manifestato qualche limite nel misurare con precisione il volume dei reflui stoccati perché non sempre è stato possibile mantenere la distanza minima di 60 cm tra la superficie libera del liquame e il sensore, necessaria per una corretta misurazione. Inoltre, in presenza di schiuma sulla superficie del liquame è stata osservata una sovrastima dei volumi stoccati.

Il sistema di guida assistita, invece, ha mostrato piena funzionalità permettendo di memorizzare i punti di interruzione nello spandimento dei liquami e di riprendere l'attività di distribuzione esattamente dal punto di interru-

zione quando, ad esempio, era necessario tornare in azienda per riempire nuovamente il carro botte. In questo modo è stato possibile raggiungere una migliore omogeneità di copertura del suolo con i liquami.

Infine, la gestione informatizzata della cartografia aziendale ha permesso di evidenziare e delimitare tutte le aree interdette allo spandimento dei liquami (pozzi artesiani, canali, fiumi, ecc.) in accordo con la Direttiva Nitrati (91/676/ECC).

Conclusioni

La spinta che gli altri settori della società stanno dando al settore agricolo perché questo renda trasparenti i propri processi produttivi ai fini di garantire sicurezza alimentare e qualità dei prodotti rappresenta, per lo stesso, un fattore esogeno dal quale è impossibile derogare pena l'esclusione dal mercato. Il come affrontare il problema di mettere a punto soluzioni che siano al contempo di costo accettabile e di livello tecnologico comparabile con quello degli altri settore agricoli rappresenta il collante che sottostà alle iniziative di ricerca che sono state presentate in queste note. Ciò che deve essere tuttavia chiaro è che debbono essere i tecnici del settore addetti alla divulgazione tecnica e gli operatori stessi a cogliere le opportunità che il mondo tecnologico e della ricerca mette loro a disposizione. Ciò non tanto nella logica di chi vuole essere innovativo costi quello che costi, ma nella logica che prevede di prendere in considerazione non solo i benefici diretti dell'adozione di tecnologie (risolvere il problema della tracciabilità e della trasparenza della filiera), ma pure quelli indiretti che non sono peraltro secondari per importanza. Infatti l'adozione delle tecnologie informatiche sopra descritte permette a tecnici e operatori di avere a disposizione dati e informazioni che possono diventare estremamente utili nella gestione a tutti i livelli decisionali dei processi produttivi. Questi dati e informazioni, se correttamente inseriti in sistemi di supporto decisionali e utilizzati per fare incrementare l'efficienza delle imprese, possono portare a chi li impiega benefici economici non trascurabili.

RIASSUNTO

La sicurezza e la qualità alimentare, la tutela dell'ambiente sono obiettivi che interessano tutti gli operatori del settore alimentare in tutte le fasi della catena agro-industriale.

Questi aspetti richiedono di essere attentamente documentati. L'attività di ricerca svolta dalla Sezione di Bioingegneria del Dipartimento VSA dell'Università degli Studi

di Milano negli ultimi anni si è concentrata sulla registrazione automatica, la memorizzazione e la gestione di tale documentazione. Ciò è stato realizzato utilizzando un mix di tecnologie innovative basate su tecnologia RFID, GPS, sensori, PC e reti locali o geografiche.

In questo contesto, il lavoro presenta quattro casi di studio:

- Sistema di tracciabilità del latte all'interno del sistema di produzione del formaggio Fontina;
- Monitoraggio di capre e bovini al pascolo aperto con GPS;
- Sistema di tracciabilità nella catena di approvvigionamento delle carni bovine, dagli allevamenti fino ai negozi al dettaglio;
- Sistema per il monitoraggio dei reflui zootecnici dei bovini da riproduzione.

ABSTRACT

Food security, food quality and environmental protection are goals that are interesting all the food operators in every steps of the food industrial chain.

All these aspects require to be carefully documented. The research activity carried out by the Bioengineering Section of the VSA Department of University of Milan in the last years was focused on the automatic recording, storing and managing of such documentation. This work has been carried out using a mix of innovative technologies based on RFID, GPS, sensors, PCs and local or wide area networks.

In such a frame, the paper presents four case studies:

- Milk traceability system within the Fontina cheese production system;
- Tracking of goats and cattle in open pasture by using GPS;
- Traceability in the beef supply chain from feedlots to retail shops.
- Integrated system for slurry management monitoring in cattle breeding

BIBLIOGRAFIA

- ARTMANN R. (1999): *Electronic identification systems: state of the art and their further development*, «Computers and Electronics in Agriculture», 24, pp. 5-26.
- BAILEY D.W. (2001): *Evaluating new approaches to improve livestock grazing distribution using GPS and GIS technology*, in *Proceedings of the First National Conference on Grazing Lands*, Las Vegas, NV, pp. 91-99.
- BAILONI L., BATTAGLINI L.M., GASPERI F., MANTOVANI R., BIASOLI F., MIMOSI A. (2005): *Qualità del latte e del formaggio d'alpe, caratteristiche sensoriali, tracciabilità e attese del consumatore*, «Quaderno SOZOOALP», 2, pp. 59-88.
- BARBARI M., CONTI L., SIMONINI S. (2007). *Stato dell'arte e ambiti applicativi potenziali delle tecniche di monitoraggio animale: simulazioni in ambienti reali*, in *Atti del Convegno Nazionale di Medio Termine AIIA, L'e- nell'ingegneria agraria, forestale e dell'industria agro-alimentare*, Firenze, 25-26 ottobre 2007.
- BISHOP-HURLEY G.J., SWAIN D.L., ANDERSON D.M., SIKKAC P., CROSSMAN C., CORK P. (2007): *Virtual fencing applications: implementing and testing of an automated cattle control system*, «Computers and Electronics in Agriculture», 56, pp. 14-22.

- BLEKEN, A.M., STEINSHAMN H., HANSEN S. (2005). *High nitrogen costs of dairy production in Europe: worsened by intensification*, «Ambio» 34, pp. 598-606.
- BONERA R., LAZZARI M., MAZZETTO F. (2001): *ARCHIMEDE: un software per la scelta delle macchine agricole di campo*, in *Atti del VII Convegno Nazionale dell'Associazione Italiana di Ingegneria Agraria (AIIA) "Ingegneria agraria per lo sviluppo dei paesi del Mediterraneo"*, Vieste (Fg), 11-14 settembre 2001.
- BONERA R., MAZZETTO F., LAZZARI M., SACCO P. (2005): *MaccAgri.Soft: database di macchine agricole con software per il calcolo dei costi di esercizio*, in *Atti del VIII Convegno Nazionale dell'Associazione Italiana di Ingegneria Agraria (AIIA) "Ingegneria Agraria per lo sviluppo sostenibile dell'area mediterranea"*, Catania, 27-30 giugno 2005.
- CAJA G., CONILL C. (2000): *Progress on EU research projects on electronic identification and traceability of animals and meat*, in *Latest Developments in Livestock Identification and Traceability*, CD-ROM, Meat Livestock Commission (MLC), Milton Keynes, U.K.
- CAJA G., NEHRING R., CONILL C. (2001): *Identifying livestock with passive transponders*, «Meat Automation», 1, pp. 18-21.
- CHIESA F., LUZI F.M.G., RUGOLA M. (2004): *L'Identificazione Elettronica Degli Animali: Aspetti Normativi E Applicativi*, in *Convegno Nazionale "Parliamo di ... nuove normative in campo zootecnico"*, Cuneo, 23-24 settembre 2004.
- CONILL C., CAJA G., NEHRING R., RIBO' O. (1998): *Evaluation of main factors affecting the efficiency of passive injectable transponders as a method of electronic identification in cattle*, «J. Anim. Sci.», 76 (Suppl. 1), 271 (Abstr.).
- CONILL C., CAJA G., NEHRING R., RIBO' O. (2002): *The use of passive injectable transponders in fattening lambs from birth to slaughter: Effects of injection position, age and breed*, «J. Anim. Sci.», 80, pp. 919-925.
- HOODA, P.S., EDWARDS A.C., ANDERSON H.A., MILLER A. (2000): *A review of water quality concerns in livestock farming*. «Sci. Total Environ.», 250, pp. 143-167.
- GANSKOPP D. (2001): *Manipulating cattle distribution with salt and water in large arid-land pastures: a GPS/GIS assessment*, «Appl. Anim. Behav. Sci.», 73, pp. 251-262.
- KAMPERS F.W.H., ROSSING W., ERADUS W.J. (1999): *The ISO standard for radiofrequency identification of animals*, «Computers and Electronics in Agriculture», 24, pp. 27-43.
- LAZZARI M., MAZZETTO F., VACCARONI M. (1998): *Evaluation methods to assess the benefits of precision agriculture techniques in the Italian situation*, in *Proceedings XIII CIGR Int. Conference on Agricultural Engineering*, Rabat (Morocco), 2-6 February, 3, pp. 39-50.
- LAZZARI M., MAZZETTO F., SACCO P. (1998): *A procedure to assess the impacts of EU agroenvironmental measures on farms*, Euro AgEng, Congress '96, Oslo, report N98.
- LAZZARI M. (2006): *Il controllo della macchine agricole mediante GPS*, «I Georgofili. Quaderni», X, 2005, pp. 69-147.
- LUINI M., RUGOLA D., RUGOLA F., CAMISASCA S., BELLOLI A. RUGOLA L. (1996): *Localizzazione e recupero al macello di transponders impiantati in vitelli a carne bianca*, in *La selezione veterinaria*, Istituto Zooprofilattico Sperimentale della Lombardia e dell'Emilia Romagna, I, pp. 1-8.
- MATHIOU F. (2003): *La Fontina. Dove e come nasce*, a cura di A Barman, Cooperativa Produttori Latte e Fontina, Saint Cristophe (Aosta).
- MAZZETTO F., LAZZARI M., VACCARONI M. (1997): *Agricoltura di precisione: realtà e prospettive*, in *Atti VI Convegno Nazionale AIIA di Ingegneria Agraria*, Ancona 11-12 settembre, III, pp. 271-280.
- MAZZETTO F., BONERA R., CALCANTE A., LAZZARI M. (2003): *An algorithm for the trace-*

- ability of farm field activities, in *XXX CIOSTA-CIGR V Management and technology applications to empower agriculture and agro-food systems*, 22-24 September 2003, University of Turin, Turin, Italy, pp. 270-278.
- MAZZETTO F., CALCANTE A., LANDONIO S., LAZZARI M. (2003): *A new on-board swath guidance tool for farm machinery*, in *XXX CIOSTA-CIGR V Management and technology applications to empower agriculture and agro-food systems*, 22-24 September 2003 University of Turin, Turin, Italy, pp. 722-729.
- MAZZETTO F., CALCANTE A., SALOMONI F. (2007): *A low cost system for an automatic monitoring of slurry distribution activities: the MOSAICO project*, in *Proc. "Precision Agriculture '07"*, Skiathos (GR), 3-6 june.
- MOEN R., PASTOR J., COEHN Y. (1997): *Accuracy of GPS telemetry collar locations with differential correction*, «J. Wildl. Manage», 61, pp. 530-539.
- NÄÄS, I. (2002): *Applications of Mechatronics to Animal Production*, in *Agricultural Engineering International: the CIGR Journal of Scientific Research and Development*, Invited overview paper, IV, presented at the Club of Bologna meeting, July 27, 2002.
- PELLIZZI G., MAZZETTO F., PICCAROLO P., BALSARI P., BONFANTI P.L., LAZZARI M. (1998): *The AP project: precision farming systems for environmental protection and the reduction of production costs*, ICCTA '98 Congress, Firenze.
- REMPEL R.S., RODGERS A.R. (1997): *Effects of differential correction on accuracy of a GPS in animal location system*, «J. Wildl. Manage», 61, pp. 525-530.
- RUTTER S.M., BERESFORD N.A., ROBERTS C. (1997): *Use of GPS to identify the grazing areas of hill sheep*, «Comput. Electron. Agric.», 17, pp. 177-188.
- SANGIORGI F. (2003): *I reflui zootecnici: risorsa e problema*, in *La Gestione dei reflui zootecnici fra problemi aziendali e territoriali*, «I Georgofili. Quaderni», III, 2002, pp. 9-25.
- SARIG Y. (2003): *Traceability of Food Products*, «Agricultural Engineering International: the CIGR Journal of Scientific Research and Development», V, pp. 1-17.
- SCHELLBERG J., LOCK R. (2008): *A site-specific slurry application technique on grassland and on arable crops*, «Bioresource Technology», 100, pp. 280-289.
- TANGORRA F.M., ZANINELLI M., DE SANTIS C. (2006): *Development of HW and SW solutions for milk traceability*, in *Computers in Agriculture and Natural Resources. Proceedings of the 4th World Congress*, Orlando, Florida USA, pp. 475-480.
- TURNER L.W., UDAL M.C., LARSON B.T., SHEARER S.A. (2000): *Monitoring cattle behaviour and pasture use with GPS and GIS*, «Can. J. Anim. Sci.», 80, pp. 405-413.
- VAN KESSEL J.S., REEVES J.B. (2000): *On-farm quick test for estimating nitrogen in dairy manure*, «J. Dairy Sci.», 83, pp. 1837-1844.
- VITIELLO D. J., THALER A. M. (2001): *Animal identification: links to food safety*, «Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz», 20 (2), pp. 598-604.

SELENE ERINI*

Formaggi DOP Valtellina Casera e Bitto: la tradizione casearia valtellinese che vive nel presente

IL COMPARTO LATTIERO CASEARIO VALTELLINESE

Bitto e Valtellina Casera rappresentano le eccellenze della produzione casearia della provincia di Sondrio e sono i prodotti caseari economicamente di rilievo. Oltre al loro valore economico, esercitano un'importante funzione di traino per l'intero comparto.

Volendo fare una panoramica dei settori zootecnico e lattiero caseario provinciali, si deve evidenziare come il settore zootecnico nel suo complesso resta il fulcro dell'agricoltura valtellinese: nell'annata agraria 2007/2008 i prodotti zootecnici hanno inciso sul prodotto lordo vendibile per il 63,53% e fra questi il latte vaccino, da solo, incide per oltre il 41% sulla produzione totale.

Nel 2008 sono stati prodotti circa 600.000 quintali di latte vaccino (consistenza vacche da latte: 14.000 capi) di cui il 30% è in regime di vendita diretta (caseificato direttamente dalle aziende agricole in fondovalle e in alpeggio) e il restante in regime di consegna. Complessivamente più del 70% del latte prodotto in provincia è caseificato. Ciò è indicativo di come la trasformazione casearia, in particolare in prodotti tipici, consente di valorizzare al meglio la produzione lattiera provinciale, sia la trasformazione aziendale sia la trasformazione presso latterie e cooperative. Da evidenziare che sul fondovalle la lavorazione è andata concentrandosi in tre cooperative (che nel 2008 contavano complessivamente 266 soci) permettendo adeguati investimenti per la raccolta del latte, le linee produttive, l'organizzazione dei sistemi di qualità e la commercializzazione.

* *Responsabile tecnico Consorzio per la tutela dei Formaggi Valtellina Casera e Bitto*

Perle della produzione casearia valtellinese sono i due formaggi Bitto e Valtellina Casera che sono i rappresentanti di due differenti tipologie:

- i formaggi d'alpe, prodotti esclusivamente d'estate durante la permanenza sui pascoli alpini;
- i formaggi di fondovalle, prodotti in passato quasi esclusivamente durante i mesi invernali, ora invece per tutto l'arco dell'anno anche se con punte invernali chiaramente superiori.

Grazie al forte legame con il territorio d'origine e al forte radicamento con le tradizioni culturali locali, questi due prodotti hanno ottenuto dapprima (nel 1995) la DOC e un anno dopo (nel 1996) il riconoscimento comunitario della DOP (Denominazione di Origine Protetta).

Dal 1996 al 2004 c'è stata una crescita continua delle produzioni (più che triplicata la produzione di Valtellina Casera, quasi quintuplicata quella di Bitto) che ha subito un arresto nel 2005, arresto in parte imposto dal mercato (soprattutto per il Valtellina Casera), in parte dovuto ad aspetti strutturali (per il Bitto). Negli ultimi tre anni sia la produzione di Valtellina Casera sia quella di Bitto si sono stabilizzate senza subire grosse oscillazioni, segno che, almeno per il momento, queste DOP sembrano resistere alle difficoltà del mercato. Bitto e Valtellina Casera restano dei prodotti di nicchia – in particolare il Bitto – poiché legati a un territorio montano e alle sue risorse e ad oggi non si avvertono segnali di cedimento nella propensione al consumo di queste DOP. Sul fronte dei prezzi, dopo anni di discreta crescita, si è raggiunta una situazione di stabilità. Negli anni è, però, andata diminuendo la marginalità per i produttori.

Esaminando i dati produttivi relativi all'anno 2008, è possibile valutare l'incidenza che hanno le due produzioni DOP sul settore:

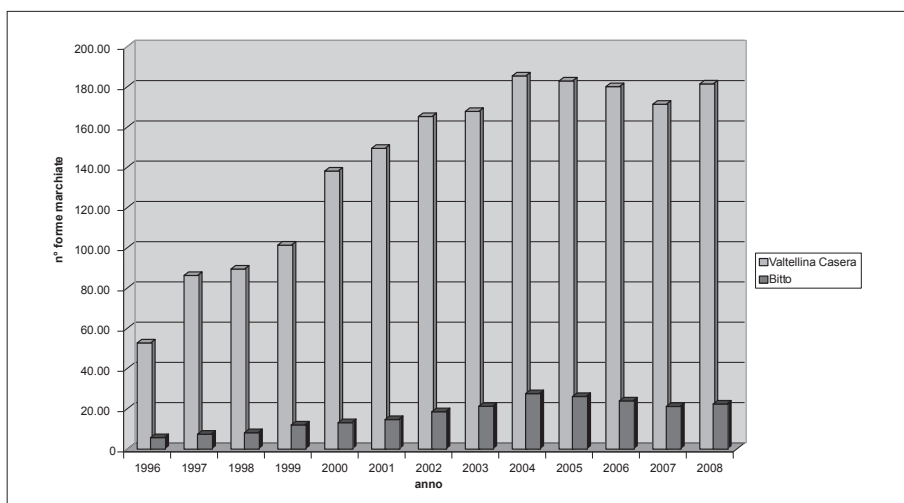
- produzione di Valtellina Casera: 181.483 forme, pari a 1.360 tonnellate di formaggio e 15.100 tonnellate di latte utilizzato per la caseificazione (pari al 25% del latte prodotto in provincia);
- produzione di Bitto: 22.433 forme, pari a 290 tonnellate di formaggio e 2.900 tonnellate di latte utilizzato per la caseificazione (pari al 5% del latte prodotto in provincia).

Quindi, complessivamente per la produzione delle due DOP, viene impiegato circa il 30% della produzione lattiera provinciale. Ciò evidenzia come le aziende, per poter affrontare le esigenze del mercato, ricerchino comunque la differenziazione della produzione: naturalmente i due formaggi DOP restano i prodotti economicamente di rilievo e di traino per il resto del comparto.

Il numero di soggetti coinvolti nelle filiere delle due DOP, quindi riconosciuti dall'Organismo di Controllo incaricato dal Ministero, è significativo:

	VALTELLINA CASERA	BITTO
1996	52.748	5.709
1997	86.300	7.401
1998	89.487	8.149
1999	101.407	12.027
2000	138.155	13.164
2001	149.464	14.714
2002	165.267	18.585
2003	167.838	21.280
2004	185.452	27.559
2005	182.976	26.130
2006	180.126	23.955
2007	171.393	21.199
2008	181.483	22.433

Tab. 1 *Dati relativi alla marchiatura di qualità (n° di forme) di Bitto e Valtellina Casera*



Graf. 1 *Andamento marchiature di qualità di Bitto e Valtellina Casera negli anni*

- filiera Valtellina Casera: 250 allevamenti, 20 trasformatori (caseifici aziendali, piccole latterie sociali, cooperative), 4 stagionatori;
- filiera Bitto: 80 produttori (altrettanti alpeggi), 10 stagionatori.

Sono realtà produttive molto diversificate. Notevoli differenze si riscontrano, anzitutto, tra gli ambienti di produzione: malghe alpine per il Bitto, caseifici e aziende di fondovalle per il Valtellina Casera. Anche tra questi ultimi esistono notevoli variazioni, poiché si passa dalle cooperative di dimensioni

medio-grandi che lavorano il latte raccolto da più allevamenti conferenti, ai piccoli caseifici aziendali che trasformano direttamente il latte delle bovine di proprietà.

PRINCIPALI CARATTERISTICHE DEI FORMAGGI DOP VALTELLINESI

Il Bitto

L'antica tecnica di lavorazione del Bitto si fa risalire ai Celti che dopo essere stati scacciati dalla pianura trovarono rifugio in Valtellina. Esperti pastori e casari, i Celti, per conservare e trasferire le proprietà nutritive del latte nel tempo, iniziarono a produrre formaggi a lunga conservazione ed è probabile che anche l'etimologia del nome Bitto, derivante dal celtico "Bitu", possa indicare qualcosa di perenne.

Si produce negli alpeggi della provincia di Sondrio e di alcuni comuni limitrofi dall'Alta Valle Brembana. Il periodo di produzione è quello della monticazione degli alpeggi, dal 1 giugno al 30 settembre.

Il latte vaccino intero di una mungitura, con l'eventuale aggiunta di latte caprino in misura non superiore al 10%, viene coagulato immediatamente in loco con l'uso di caglio di vitello. A coagulazione avvenuta, la cagliata viene tagliata fino a ottenere dei grumi che hanno la grandezza di chicchi di riso. Segue la cottura che avviene a una temperatura compresa tra i 48 e i 52 °C. Dopo l'agitazione fuori fuoco e la sosta sotto siero, la pasta viene estratta e posta in fascere che conferiscono al formaggio il caratteristico scalzo concavo. Seguono la salatura e la maturazione che inizia nelle casere d'alpe e si completa nel fondovalle. La stagionatura, che deve durare almeno 70 giorni, può essere protratta anche sino a dieci anni.

Il Bitto è un formaggio grasso, a pasta cotta e semidura.

Ha forma cilindrica, regolare, con superfici piane di diametro tra i 30 e i 50 cm; lo scalzo è concavo a spigoli vivi alto 8-10 cm; il peso varia da 8 a 25 kg.

Il Valtellina Casera

Le origini del Valtellina Casera si fanno risalire al '500 quando più allevatori univano il loro latte per effettuare una lavorazione collettiva nelle latterie turnarie e sociali, mettendo in atto una forma di risparmio e di condivisione dei momenti di vita.

Il Valtellina Casera è prodotto con latte vaccino proveniente da allevamenti della provincia di Sondrio che viene lavorato nei caseifici dislocati sul territorio.

Il latte di due o più mungiture viene parzialmente scremato (per affioramento o con centrifuga) prima di essere sottoposto a coagulazione, ottenuta con l'uso di caglio di vitello. La rottura del coagulo avviene fino a quando i grumi hanno la grandezza di chicchi di mais e la successiva cottura a una temperatura compresa tra i 40 e i 45 °C. Una volta estratta, la pasta viene posta nelle apposite fascere marchianti. Seguono la salatura (a secco o in salamoia) e la stagionatura che avviene nelle tradizionali "casere" o in adeguate strutture (a una temperatura di 6-13 °C e umidità relativa non inferiore all'80%) e che si protrae per almeno 70 giorni.

Il Valtellina Casera è un formaggio semigrasso, a pasta semicotta e semidura.

Ha forma cilindrica, regolare, con superfici piane di diametro tra 30 e 45 cm e scalzo diritto di 8-10 cm; il peso varia da 7 a 12 kg.

IL CONSORZIO PER LA TUTELA DEI FORMAGGI VALTELLINA CASERA E BITTO, I SUOI OBIETTIVI E LE MODIFICHE AI DISCIPLINARI DI PRODUZIONE

Il Consorzio nasce alla fine del 1995 per tutelare e valorizzare la produzione e il commercio di Bitto e Valtellina Casera e garantire al consumatore le caratteristiche di "tipicità" di questi prodotti.

Oggi più che mai gli sforzi del Consorzio sono diretti al miglioramento della qualità, al mantenimento delle caratteristiche di pregio e, allo stesso tempo, alla sostenibilità delle produzioni. In questa direzione vanno anche le modifiche apportate ai disciplinari di produzione di Bitto e Valtellina Casera. L'attenzione è rivolta a entrambi i prodotti poiché la sopravvivenza dell'attività zootecnica in alpeggio – e la conseguente produzione di Bitto – è strettamente legata a quella delle aziende di fondovalle che devono affrontare, oltre al generale incremento dei costi di produzione, la contrazione della superficie a foraggio.

Nel richiedere modifiche a un disciplinare di produzione bisogna tener presente che il prodotto DOP è tale poiché ha una filiera produttiva fortemente radicata alle tradizioni culturali del territorio e le sue caratteristiche derivano dall'ambiente in cui nasce. È un prodotto ancorato alla storia ma vive nel presente in un contesto ambientale e produttivo che ha subito dei cambiamenti. Alcune condizioni sono mutate nel tempo: ad esempio, sono

diverse le caratteristiche genetiche del bestiame allevato, i requisiti igienico sanitari imposti dalla normativa vigente sono più rigidi, quando possibile si meccanizzano alcune operazioni (mungitura) ecc.

Naturalmente per un prodotto DOP è prioritario il rispetto della tradizione e il mantenimento della tipicità, ma per consentire a un prodotto tradizionale di sopravvivere è necessario trovare un giusto compromesso tra passato e presente, tra tradizione e innovazione. Non bisogna dimenticare che dietro al prodotto c'è una filiera produttiva che deve essere messa nelle condizioni di avere un'adeguata redditività.

Lo stesso Regolamento (CE) 510/2006 relativo a DOP e IGP, prevede all'articolo 9 la possibilità di «chiedere l'approvazione di una modifica di un disciplinare, in particolare per tener conto dell'evoluzione delle conoscenze scientifiche e tecniche...».

Il Consorzio ha ritenuto opportuno richiedere delle modifiche ai disciplinari di produzione del 1995, alcune delle quali riguardano aspetti tecnologici e si sono rese necessarie per garantire la sostenibilità e la qualità delle produzioni. Le modifiche sono in protezione nazionale transitoria dal 2006 in attesa dell'approvazione definitiva da parte della Commissione Europea.

Affinché le modifiche proposte siano approvate è necessario giustificarle e dimostrare che non alterano i caratteri di tipicità che contraddistinguono il prodotto. Per questo motivo il Consorzio ha condotto e commissionato una serie di ricerche.

Nel caso della DOP Bitto, ad esempio, le principali modifiche riguardano la possibilità di integrare l'alimentazione da pascolo delle bovine (integrazione fissata nei limiti massimi di kg 3 di sostanza secca al giorno, con mais, orzo, frumento, soia e melasso in quantità non superiore al 3%) e la possibilità di utilizzare starter autoctoni da aggiungere al latte crudo.

Per quanto riguarda il primo punto, citiamo di seguito alcuni lavori di ricerca:

- *Il problema dell'alimentazione delle bovine in alpeggio e sue relazioni con la produzione del formaggio Bitto*, studio condotto da R. Lodi (CNR-ISPA Milano), F. Gusmeroli (Fondazione Fojanini Sondrio), M. Timini (APA Sondrio);
- *Effetti dell'integrazione alimentare sulle caratteristiche del formaggio Bitto*, R. Lodi, M. Brasca, B. Masa, A. Tamburini, S. Erini, E. Turchetti – 2005 (sperimentazione condotta nell'estate 2002);
- Altri lavori di ricerca: *Relazione tra integrazione alimentare e qualità del latte in due alpeggi in area Bitto DOP*, S. Colombini, C. Penati, A. Tam-

burini, M. Timini – lavoro condotto nell’ambito del Progetto di ricerca FISIR “Pro-Alpe”.

In sintesi, le ricerche ribadiscono come le quote molto elevate alle quali sono situate mediamente le malghe valtellinesi e valchiavennasche, le pendenze spesso accentuate, la presenza di tare nel pascolo e la netta prevalenza di praterie magre siano fattori che ostacolano elevate assunzioni di foraggio da parte del bestiame. Già in passato diversi studi avevano rilevato l’insufficiente assunzione alimentare del bestiame monticato sulle malghe locali e le conseguenti perdite di peso corporeo e di produzione latte. Oggi questa situazione è andata ulteriormente aggravandosi a causa delle maggiori potenzialità lattifere delle bovine. Sulla base dei dati raccolti si ritiene che nell’attuale contesto alpicolturale l’integrazione del pascolo con concentrati è pratica irrinunciabile: in particolare, l’integrazione con 3 kg di sostanza secca al giorno non fa diminuire il consumo spontaneo di erba, consente di riequilibrare la dieta dell’animale e non modifica sapori e odori del formaggio salvaguardandone la tipicità.

Relativamente al secondo punto, dal 1999 il Consorzio, in collaborazione con il CNR-ISPA di Milano, ha avviato delle ricerche volte all’approfondimento delle conoscenze sulla microflora che caratterizza il Bitto, al mantenimento della biodiversità microbica e delle caratteristiche che essa determina sul prodotto, al miglioramento della qualità.

Negli anni sono stati isolati e studiati vari ceppi di batteri e dalla riproduzione di massa di alcuni di questi si sono ottenuti innesti selezionati che inoculati nel latte crudo non deprimono la microflora spontanea presente nel latte e, anzi, creano condizioni più favorevoli al suo sviluppo garantendo il mantenimento delle caratteristiche sensoriali del formaggio.

Nel 2008 è iniziato un nuovo lavoro di ricerca dal titolo *I formaggi DOP Valtellinesi: miglioramenti tecnologici nel rispetto della tipicità* finanziato da Regione Lombardia (capofila il Consorzio, partner CNR-ISPA di Milano, CRA-ISLC di Lodi e Fondazione Fojanini di Sondrio), obiettivo ottimizzare l’utilizzo di starter autoctoni sia per il Bitto sia per il Valtellina Casera.

Prati e pascoli nel sistema vegetazionale e foraggero Valtellinese

UN SISTEMA ALTAMENTE DIVERSIFICATO

Uno dei tratti peculiari del sistema vegetazionale alpino è senza dubbio la straordinaria diversità, connubio tra un paesaggio naturale intrinsecamente variegato e un paesaggio culturale finemente organizzato (Bätzing, 2005). Questa diversità si esprime anzitutto a livello ecosistemico, come risposta alla variabilità pedoclimatica determinata dal fenomeno orografico attraverso la combinazione di tre variabili: l'altimetria, l'acclività e l'esposizione.

All'altimetria è associata la stratificazione verticale della vegetazione, ossia il succedersi di differenti formazioni lungo il gradiente altitudinale (Gerdol et al., 2008). Si tratta dell'aspetto più macroscopico ed emblematico del paesaggio naturale delle montagne, collegato al cambiamento climatico che accompagna la progressione altimetrica¹. Le formazioni portano all'identificazione delle classiche fasce bioclimatiche: planiziale, submontana, montana, subalpina, alpina e nivale (fig. 1). Le fasce planiziale, submontana e montana sono l'habitat dei boschi di latifoglie. La fascia subalpina è il dominio delle foreste di conifere e, nella parte estrema, degli arbusteti di ericacee. La fascia alpina ha come elemento tipico le praterie, che nella fascia nivale sfumano in una vegetazione rada e frammentata di popolamenti di briofite e tallofite. La stratificazione mette dunque in evidenza la semplificazione strutturale della

* Fondazione Fojanini di Studi Superiori - Sondrio

¹ 100 m di dislivello comportano una diminuzione della temperatura media di 0,6° C in primavera ed estate, poco meno nelle altre stagioni, variazioni che in direzione latitudinale avvengono in 120-200 km. Le precipitazioni aumentano invece fino a al cosiddetto *optimum pluviometrico*, per poi decrescere verso le vette. Aumenta sempre anche il coefficiente nivometrico, con incrementi pari mediamente a 25-30 cm di precipitazione nevosa ogni 100 m.

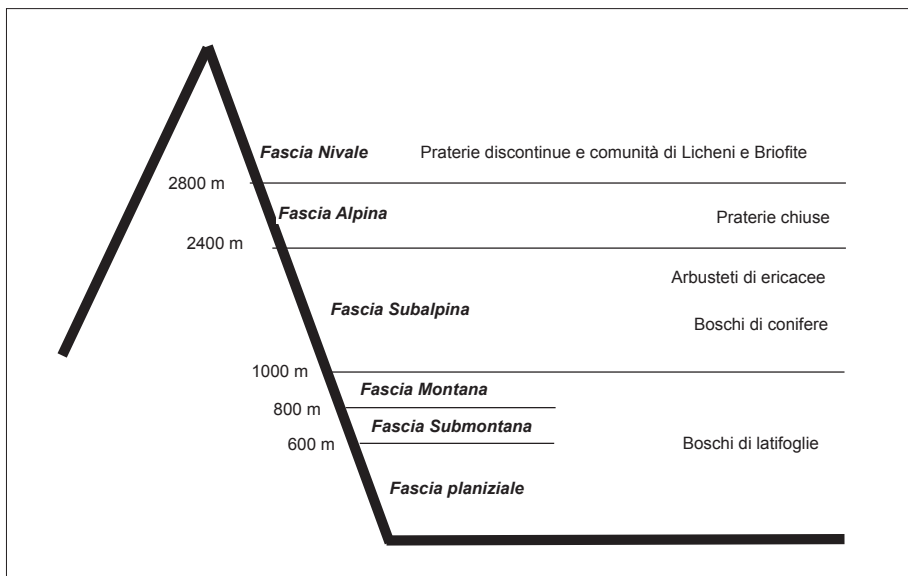


Fig. 1 *La stratificazione della vegetazione alpina (le quote sono del tutto indicative)*

copertura vegetale in risposta essenzialmente all'accorciamento della stagione vegetativa, pari a circa una settimana per ogni 100 m di dislivello (Reisigl e Keller, 1990).

L'acclività e l'esposizione si pongono come fattori di ulteriore diversificazione nell'ambito delle varie formazioni. L'acclività è causa d'instabilità dei versanti. Le colate di materiale roccioso eroso, le frane e le slavine alterano più o meno profondamente il suolo e il manto vegetale, impedendo l'evoluzione naturale verso il *climax*, bloccata a stadi più giovanili (vegetazione durevole), oppure innescando dinamiche secondarie che, una volta superati stadi transitori, andranno a ricostituire il *climax* o sfoceranno in una nuova vegetazione di equilibrio. L'acclività va anche a interferire con il regime idrico del suolo, favorendo nelle zone di espluvio lo scorrimento delle acque meteoriche, in quelle d'impluvio il loro accumulo. Secondo la teoria del *poli-climax* (Ubaldi, 1997), si riconoscono così almeno tre tipi di *climax*: quello classico, proprio dei siti in moderato pendio, a prevalente determinismo climatico (*climax* climatico o mesarco), quello che s'instaura nelle aree pianeggianti di accumulo idrico (*climax* idrarco) e quello delle stazioni in accentuato declivio a scorrimento idrico (*climax* xerarco). Questi ultimi, essendo imposti principalmente dalle condizioni idriche del terreno, sono indicati come *climax* edafici. Per quanto riguarda l'esposizione, essa è fonte di forti contrasti tra i versanti nei livelli d'irraggiamento, in particolare tra quelli rivolti a settentrione e quelli

a meridione (questi ultimi ricevono 8-10 volte più luce). Ne deriva un'ulteriore accentuazione dell'eterogeneità pedoclimatica, con selezione di nuove fitocenosi stabili, inquadrabili come *climax* microclimatici.

La presenza di stadi giovanili primari e secondari in fase dinamica, di popolamenti non climatogeni ma durevoli, di *climax* climatici, edafici e microclimatici viene a comporre un complesso mosaico, sul quale s'innesta l'azione dell'uomo che, trasformando gli ecosistemi in agroecosistemi (Pignatti, 1995), ne innalza il grado di strutturazione. Nonostante l'energia supplementare immessa nel sistema sottoforma di lavoro, materiali e attrezzature attenui, in qualche misura, l'effetto dei vincoli orografici, anche la vegetazione antropica conserva uno stretto legame con il pedoclima, reso ancora una volta esplicito su macroscale dalla stratificazione altimetrica (fig. 1). Le fasce bioclimatiche più basse sono caratterizzate dai prati permanenti e dalle colture agrarie. I prati insistono soprattutto sui fondovalle e i siti meno esposti dei versanti e delle valli secondarie, mentre le colture agrarie (oggi vite, meleti e seminativi foraggeri, un tempo anche cereali, lino, canapa, ortaggi) si concentrano sulle conoidi e sulle sponde, preferibilmente in quelle solatie. La fascia subalpina si presta ancora, almeno nella porzione inferiore, a qualche coltivazione, benché le condizioni climatiche comincino a farsi critiche. I prati s'intersecano qui ai pascoli e tradizionalmente potevano essere utilizzati nella duplice modalità del taglio estivo seguito dal pascolamento autunnale. I pascoli divengono esclusivi nei distretti soprastanti, protraendosi sino ai limiti naturali della vegetazione continua.

Altre prerogative degli agroecosistemi alpini, dalle quali traspare il loro valore in termini di diversità, sono la netta prevalenza dei sistemi seminaturali (prati e pascoli) e la minuta organizzazione degli spazi, entrambe imposte ancora dai vincoli orografici e loro riflessi di tipo edafico e microclimatico. Un esempio relativo al comprensorio della Media Valtellina è illustrato nelle figure 2 e 3 (Gusmeroli et al., 2008). Sebbene si tratti di un'area fornita di un ampio fondovalle di bassa quota, a clima favorevole alle colture, prati e pascoli occupano quasi l'85% della superficie agraria, con una distribuzione, specialmente nel caso dei prati, molto frammentata. Non di rado e in modo particolare per le coltivazioni, l'estensione è subordinata al terrazzamento, indispensabile per ridurre l'acclività del suolo e i relativi inconvenienti (erosione e scarsa trattenuta d'acqua nel terreno). Ovviamente, il terrazzamento comporta notevoli investimenti e costanti opere di manutenzione e stabilizzazione, necessarie per altro in tutte le situazioni in pendio.

L'alta diversità del sistema vegetazionale alpino non si limita tuttavia alla varietà di ecosistemi e agroecosistemi, ma si estende alle comunità e specie

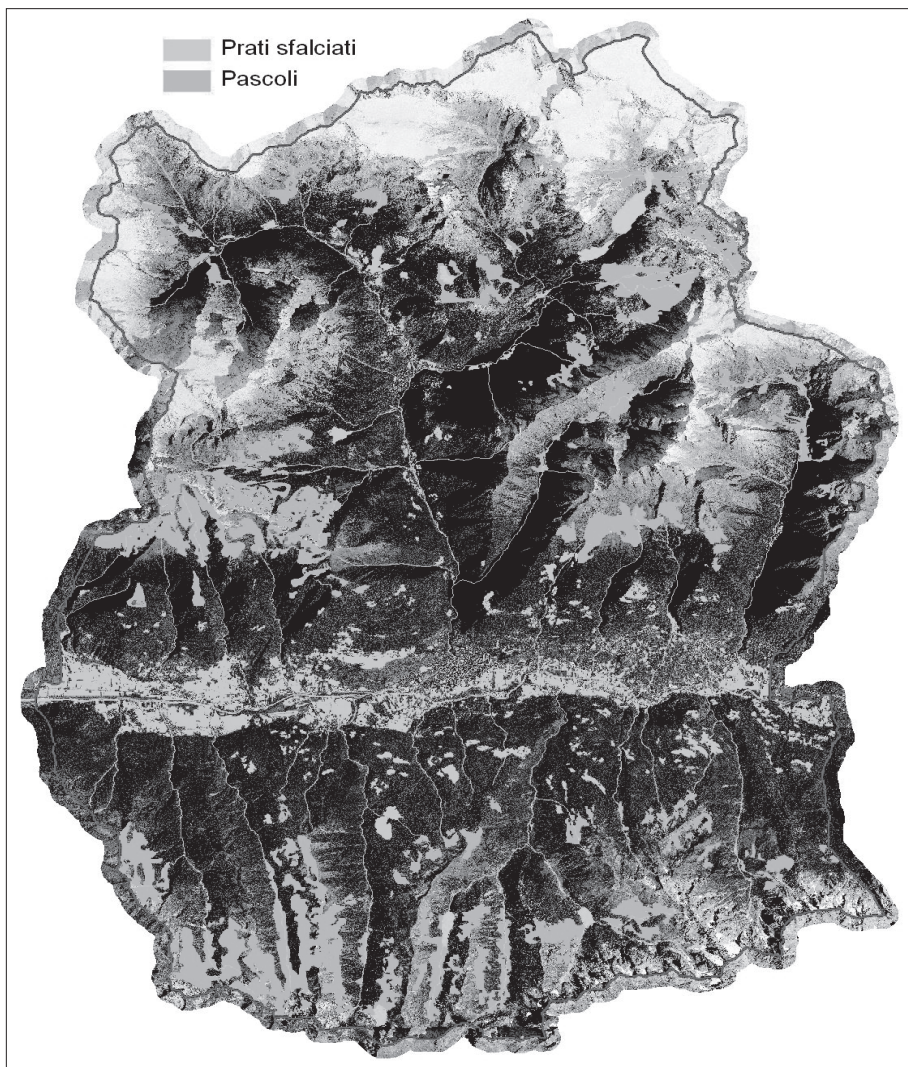


Fig. 2 *Superfici dei prati e dei pascoli nel comprensorio territoriale della Media Valtellina*

che le compongono (Peeters, 1995; Bassignana et al., 2003). I sistemi con forti costrizioni e scarse risorse materiali (azoto in particolare) producono poca biomassa, ma tendono a essere molto diversificati, mentre quelli con blandi vincoli e risorse abbondanti privilegiano la biomassa a scapito della diversità (Pignatti e Trezza, 2000). Le forti costrizioni climatiche e edafiche del territorio alpino, espresse su un fronte dalle temperature rigide e marcate escursioni giornaliere, stagionali e annuali, sull'altro dal ridotto biochimismo,

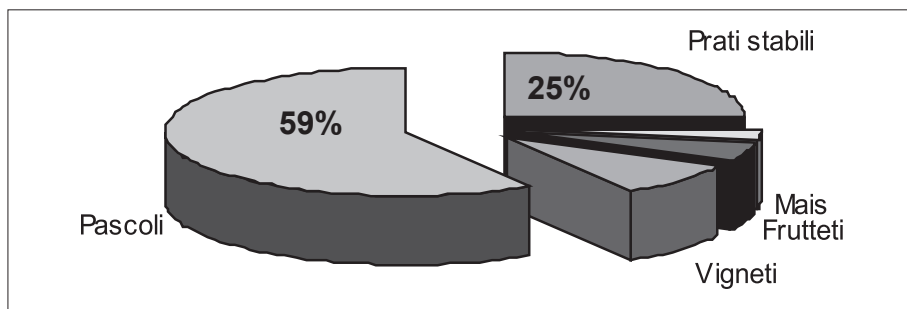


Fig. 3 Ripartizione della superficie agraria nel comprensorio territoriale della Media Valtellina

pongono gli ecosistemi nello stato ideale per diversificarsi. Lo stesso dicasi per gli agroecosistemi seminaturali, dove l'assenza della lavorazione del suolo e di pratiche agronomiche intensive non consente di sollecitare più di tanto i ritmi vegetativi, trattenendo i cotici in condizioni di oligo-mesotrofia coerenti con l'ecologia dei siti e adatte alla coesistenza di molte specie (Gusmeroli et al., 2006). Nelle colture agrarie la biodiversità è invece sacrificata a vantaggio di poche componenti molto produttive, ciò che si ottiene allentando i vincoli pedoclimatici del sistema per mezzo di elevati input energetici (lavorazioni, concimi, fitofarmaci, diserbanti ecc.).

LA MULTIFUNZIONALITÀ DEI PRATI E DEI PASCOLI

Prati e pascoli non costituiscono solo la base foraggera per l'allevamento del bestiame, ossia del comparto largamente prevalente nel settore primario alpino, ma svolgono una serie di funzioni di carattere extra-produttivo, alcune delle quali assimilabili a quelle degli ecosistemi naturali (Pignatti, 1995). Tali funzioni sono di tipo ecologico-protettivo e storico-culturale.

Le funzioni ecologico-protettive sono molteplici e si aggiungono a quella fondamentale, appena descritta, di potenziamento della biodiversità ecosistemica e tassonomica del territorio. Alcune sono ascrivibili alla componente ipogea del sistema, altre alla componente aerea o alla combinazione delle due. Le funzioni relative alla parte ipogea scaturiscono dalla mancanza di disturbo nel suolo e dall'accumulo in esso di energia sotto forma di materia organica che, oltre a intrappolare carbonio, va a incrementare la fertilità chimica, fisica e biologica delle matrici. La spiccata attitudine a trattenere nel profilo gli elementi nutritivi, il notevole sviluppo degli apparati ipogei, l'intensa attività radicale e la presenza permanente di una copertura ricca di specie con differenti

esigenze nutritive limitano le dispersioni nell'ambiente degli elementi minerali, in particolare dei più mobili e abbondanti come azoto e fosforo. La loro lisciviazione risulta così inferiore a quella dei sistemi naturali forestali, nonostante il maggior drenaggio idrico (Tappeiner e Cernusca, 1993). La combinazione tra l'ottimale strutturazione fisica del suolo e una copertura vegetale perenne si ripercuote positivamente anche sulla stabilità dei versanti. Rispetto alle coltivazioni in regime arativo, viene attutita l'azione battente delle piogge sulle particelle terrose e aumentano la trattenuta e l'infiltrazione dell'acqua, con controllo del ruscellamento e dell'erosione (Bunza, 1989). Altri benefici consistono nella prevenzione e contenimento dei movimenti nevosi e degli incendi e nella tutela del patrimonio faunistico. Il manto erboso favorisce la persistenza e immobilità della coltre nevosa. L'effetto anti-incendio è di per sé prerogativa di tutti gli spazi aperti, ma nel caso delle formazioni erbacee alpine ha un significato reso più prezioso dalla loro dislocazione nel dominio delle foreste, in particolare di resinose. La tutela del patrimonio faunistico avviene sia in virtù dell'offerta di foraggio, di cui, nonostante la competizione del bestiame domestico, profittano gli erbivori selvatici, sia della conservazione di radure e boschi aperti, areali di vari esponenti dell'avifauna tetraonide. Talune specie a rischio di estinzione, come la pernice bianca e il gallo cedrone, sembrano dipendere strettamente dalla presenza dell'attività pastorale.

Circa le funzioni storico-culturali, queste si fondano sul fatto che la tradizione materiale e immateriale delle Alpi affonda le radici nel mondo rurale (Salsa, 2007) e nelle pratiche di utilizzazione e stabilizzazione dei versanti, senza le quali non sarebbe stata possibile la colonizzazione di luoghi tanto ostili e fragili. I prati e i pascoli vengono a costituire lo spazio di supporto e di contorno al complesso degli insediamenti rurali e degli artefatti dell'attività agro-pastorale, caratterizzando gran parte del paesaggio culturale. Essendo ritagliati in larga misura entro il dominio della vegetazione forestale, contribuiscono in maniera decisiva nel comporre quel variegato mosaico fatto di contrasti tra spazi aperti e spazi chiusi, forme e cromatismi assurto nell'immaginario collettivo ad archetipo del paesaggio alpino. Tutto ciò conferisce loro un duplice fondamentale significato. Uno è di tipo turistico: da un lato lo spazio è riempito di contenuti storici, la cui investigazione guida alla scoperta e alla conoscenza del territorio e della sua gente; dall'altro è reso più accessibile e fruibile per pratiche escursionistiche e sportive. Il secondo significato identifica gli ambiti agro-pastorali come i luoghi dell'identità alpina: in essi è custodito quel patrimonio di consuetudini, abilità materiali, valori etici e spirituali che, seppur superati dagli eventi, rimangono come riferimenti irrinunciabili per la sostenibilità della vita nelle terre alte.

RISORSE A RISCHIO DI ESTINZIONE

Pur essendo così importanti per il territorio alpino, prati e pascoli sono oggi minacciati dalla continua erosione di superficie e da processi di degrado emergenti dalle trasformazioni sociali ed economiche dell'ultimo cinquantennio, che hanno visto il collasso della civiltà rurale, la marginalizzazione dell'agricoltura e il distacco della zootecnia dai modelli tradizionali. La perdita di superficie è derivata sia dall'abbandono dei pascoli e dei prati di alta e media montagna, non più appetiti da aziende divenute stanziali e omologate a criteri industriali, sia dalla distruzione diretta in fondovalle e alle basse quote ad opera di un'urbanizzazione molto aggressiva e non adeguatamente governata. Per la provincia di Sondrio, nel ventennio 1980-2000 i pascoli utilizzati si dimezzano, passando da 64.684 a 32.439 ha, mentre i prati, nel periodo che va dal 1981 al 2008, si contraggono di quasi il 60%, scendendo da 19.950 a 8.180 ha. Una perdita, dunque, di proporzioni gigantesche che segue per giunta un trentennio nel quale il trend negativo aveva già raggiunto picchi ragguardevoli.

A fronte di questo tracollo, il parco animale bovino si contrae complessivamente, ma incrementa la produzione di latte. Le vacche, che ai primi anni ottanta superavano le 18.000 unità, scendono nel 2008 a meno di 14.000, mentre la produzione di latte passa da 513.000 a 600.000 q annui. Ciò è reso possibile grazie essenzialmente alla selezione genetica del bestiame che, nel caso delle bovine di razza Bruna allevate localmente, trasforma in pochi decenni soggetti con peso vivo di 4-5 q e produzioni di 35 q di latte per lattazione (anno 1962) in soggetti del peso di 6-7 q e produzioni di 62 q (anno 2004). Sono la scarsa attitudine di questi animali a valorizzare i foraggi e l'incremento della pressione globale sui cotici a innescare i processi di degrado. Capi così pesanti ed esigenti incontrano non poche difficoltà nell'utilizzare i pascoli e richiedono nella dieta massicce dosi di alimenti concentrati (Antongiovanni, 2004). Dai dati ponderali e produttivi su indicati si ricava che il fabbisogno energetico medio giornaliero delle bovine passa da 8,6 UFL del 1962 a 14,4 del 2004, con un incremento del 56%². Poiché tutti o gran parte degli alimenti concentrati sono importati dall'esterno, si viene ad avere nel sistema un sovraccarico di reflui organici, specificatamente di azoto, il cui smaltimento compromette gli assetti floristici, l'integrità e la capacità produttiva dei cotici³. Una valutazione

² Si sono adottati fabbisogni energetici di mantenimento pari a 1,4 UFL + 0,6 UFL per quintale di peso vivo e fabbisogni di produzione pari a 0,44 UFL per kg di latte.

³ In provincia di Sondrio sono presenti anche dei seminativi foraggeri e colture agrarie, ma la quota

	ANNO 1981/83	ANNO 2008	DIFF. %
Produzione di latte (q)	513.800	600.000	+ 17
Latte equivalente al maggior PV (q)		127.110	+ 42
Superficie prati e pascoli (ha)	84.634	40.619	- 52
Latte/Superficie foraggera (q/ha)	6,1	17,9	+ 193

Tab. 1 *Carichi di latte per unità di superficie foraggera in provincia di Sondrio (fonti varie)*



Fig. 4 *Immagini di cotici di fondovalle in provincia di Sondrio, ripresi in fase di recupero vegetativa o in prossimità del primo taglio*

sintetica della pressione sul sistema foraggero può essere ottenuta calcolando la produzione di latte per unità di superficie (tab. 1). Per confrontare la realtà attuale con quella del passato, si è dovuto naturalmente tenere conto del maggior peso vivo delle bovine attuali (2 q in più), aggiungendo alla produzione effettiva di latte del 2008 una quota fittizia equivalente energeticamente alle maggiori necessità di mantenimento. Con questo aggiustamento, il dato del 2008 risulta aumentato di un fattore prossimo a tre rispetto ai primi anni ottanta, rendendo ragione del degrado diffuso dei cotici (Gusmeroli et al., 2009) (fig. 4).

COSA FARE?

L'eloquenza dei numeri è tale da non lasciare dubbi sul fatto che il sistema zootecnico Valtellinese si trovi oggi in una condizione del tutto insostenibile, quantomeno sotto il profilo ambientale⁴. Lo scarto tra fabbisogni animali e risorse trofiche non permette quella chiusura dei cicli dei nutrienti che è il vero cardine degli equilibri ecologici.

Per ribilanciare il sistema occorre anzitutto salvaguardare la base foraggera rimasta, prima che venga definitivamente compromessa. Occorre poi recuperare quelle aree abbandonate ancora non del tutto rinaturalizzate ritornando a una rigida integrazione verticale nell'utilizzo del territorio, altro elemento cardine della tradizione zootecnica alpina e più in generale del rapporto tra il montanaro e la montagna. Inevitabile è tuttavia intervenire anche sul fronte dei fabbisogni, ridimensionando i carichi e la produttività degli animali, in modo da poter alimentare il bestiame totalmente o in buona parte con i foraggi autoctoni. Così facendo si eviterebbe pure la competizione diretta con l'uomo nell'accesso al cibo (*food vs feed*), una delle più clamorose e drammatiche contraddizioni dell'economia globale, fonte di ingente e folle spreco di energia, acqua e altri beni.

Una simile riconversione solleva naturalmente la questione della sostenibilità economica e sociale. Il problema è alquanto complesso e delicato perché, a differenza dell'aspetto ambientale, economicità e socialità non sono date da re-

di reflui smaltiti su di essi è del tutto marginale. Con la *Direttiva nitrati* sono anche stati posti precisi limiti allo spargimento di azoto in campo, ma questi, ammesso che siano sufficienti a proteggere le acque dall'inquinamento di nitrati, non lo sono evidentemente per preservare i cotici. Occorrerebbe stabilire in ogni situazione degli specifici carichi, calibrati sulle effettive capacità di assorbimento del nutriente da parte della vegetazione. Si deve poi ancora considerare che il problema rischia di esasperarsi con il cambiamento climatico che, nelle Alpi, sembra manifestarsi con maggiore intensità. Il calo delle precipitazioni e l'aumento delle temperature accentuano le condizioni di xericità dei suoli, con riduzione della produttività e quindi dell'assorbimento.

⁴ Questa è per altro la situazione di molto altri comprensori alpini.

gole naturali immutabili, bensì da variabili contingenti, per cui ciò che è sostenibile oggi potrebbe non esserlo domani e viceversa. La sfida sta in ogni caso nel riuscire a dare giustificazione economica a modelli sostenibili ecologicamente e socialmente e non, come si fa di solito, a perseguire l'economicità senza badare più di tanto ai riflessi ambientali e sociali. Il tema travalica ovviamente gli scopi della presente trattazione e non può essere accostato con superficialità. Sembra tuttavia di potere affermare con una certa sicurezza che la zootecnica alpina avrà un futuro solo se saprà riappropriarsi di modelli identitari, dove quegli aspetti tradizionali che consolidavano un armonioso rapporto con il territorio incrocino e si coniughino con la modernità. Tipicità dei prodotti, diversificazione, filiere corte, patti con i consumatori e multifunzionalità sembrano esserne i capisaldi essenziali, capaci da un lato di compensare i maggiori costi di produzione ed evitare la competizione delle zootecnie industrializzate, dall'altro di restituire agli agricoltori un ruolo sociale e politico nell'ambito delle comunità locali.

RIASSUNTO

Il paesaggio vegetazionale della Valtellina, come del resto di tutte le vallate alpine, ha come tratto peculiare una straordinaria diversità, frutto della combinazione tra i tre elementi generati dal fenomeno orografico: altimetria, acclività ed esposizione. Tale diversità caratterizza non solo gli ecosistemi naturali, ma anche gli agroecosistemi e in particolare i sistemi foraggeri permanenti (prati e pascoli), che si ritrovano in diverse forme nei fondovalle e sui versanti, a tutte le quote. Essi non costituiscono solo la base foraggera per l'allevamento del bestiame, ma svolgono una serie di funzioni di tipo ecologico-protettivo e storico-culturale di grande importanza per il territorio.

Prati e pascoli sono però oggi minacciati da processi distruttivi e di degrado connessi alle trasformazioni sociali ed economiche dell'ultimo cinquantennio, che hanno visto la marginalizzazione dell'agricoltura e il distacco della zootecnica dai modelli estensivi tradizionali. La loro salvaguardia, essenziale per la vita in montagna, passa attraverso una riconversione in senso identitario della zootecnica, un ridimensionamento delle produzioni e, più in generale, una rivalutazione della cultura rurale.

ABSTRACT

Meadows and pastures in the vegetation and forage system of the Valtellina. As for all the alpine valleys, the essential landscape feature of the Valtellina is the extraordinary diversity, result by combining the three elements generated by the orographic phenomenon: altitude, slope and exposure. This diversity characterizes not only the natural ecosystems, but also the agro-ecosystems, particularly the permanent forage systems (grasslands), who are observed in different forms in the valley and on the versants, at all altitudes.

They not only provide forage for livestock, but have a variety of protective-ecological and historical-cultural functions, very important for the territory.

However, grasslands are now threatened by processes of destruction and degradation related to the social and economic transformations occurred since the last half century. These changes have made a very marginal agriculture and removed the traditional extensive livestock models. Preservation of grasslands is essential for life in the mountains and requires a conversion of farms in the sense of identity, a reduction of production and, more generally, a reassessment of rural culture.

BIBLIOGRAFIA

- ANTONGIOVANNI M. (2004): *Nutrizione degli animali in produzione zootecnica. L'utilizzazione degli alimenti nei ruminanti e nei monogastrici*, Edagricole.
- BASSIGNANA M., BOZZO F., GUSMEROLI F., KASAL A., LIGABUE M., ORLANDI D., PARENTE G. (2003): *Specific biodiversity in alpine meadows at different degree of utilisation intensity*, Proceedings of the 19th General Meeting of the European Grassland Federation, La Rochelle (F), 1010-1011.
- BÄTZING W. (2005): *Le Alpi. Una regione unica al centro dell'Europa*, Bollati Boringhieri, Torino.
- BUNZA G. (1989): *Oberflächenabfluß und Bodenabtrag in der alpinen Grasheide der Hohen Tauern an der Großglockner-Hochalpenstraße*, in Cernusca A. (ed.), Struktur und Funktion von Graslandökosystemen im Nationalpark Hohe Tauern. Veröff. Osterr. MaB-Hochgebirgsprogrammes Hohe Tauern, Universitätsverlag Wagner, Innsbruck, 13, pp. 119-154.
- GERDOL R., STANISCI A., TOMASELLI M. (2008): *La vegetazione delle montagne italiane*, Club Alpino Italiano, Comitato Scientifico Centrale.
- GUSMEROLI F., PAOLETTI R., PASUT D. (2006): *Una foraggicoltura al servizio dell'allevamento e del territorio montano: tradizione e innovazione a confronto*, «Quaderni SOZO-OALP», 3, pp. 26-40.
- GUSMEROLI F., DELLA MARIANNA G., PAROLO G. (2008): *I prati della Media Valtellina*, «Quaderni della ricerca Regione Lombardia», 81.
- GUSMEROLI F., DELLA MARIANNA G., TIMINI M. (2009): *Fattori climatici, edafici e gestionali nel degrado delle cotiche erbose in un'area di fondovalle alpino*, «Quaderni SOZOO-ALP», 5, pp. 260-271.
- PEETERS A. (1995): *Réflexions générales sur la biodiversité des prairies de montagne*, FAO Regional Office for Europe, Reu Technical Series, 39, pp. 11-17.
- PIGNATTI S. (1995): *Ecologia vegetale*, Utet.
- PIGNATTI S., TREZZA B. (2000): *Assalto al pianeta - Attività produttiva e crollo della biosfera*, Bollati Boringhieri.
- REISIGL H., KELLER R. (1990): *Fiori e ambienti delle Alpi*, Arti Grafiche Saturnia, Trento.
- SALSA A. (2007): *Il tramonto delle identità tradizionali: spaesamento e disagio esistenziale nelle alpi*, Priuli e Verlucca.
- TAPPEINER U., CERNUSCA A. (1993): *Rapporti dinamici fra pascoli abbandonati e bosco*, Risultati delle ricerche svolte nell'ambito del programma austriaco MaB e del progetto CEE-STEP-INTEGRALP, Comunicazioni di ricerca, ISAFa, 1, pp. 67-80.
- UBALDI D. (1997): *Geobotanica e Fitosociologia*, CLUEB, Bologna.

Finito di stampare in Firenze
presso la tipografia editrice Polistampa
nel maggio 2011

