

Prefabbricare. Tradurre in economia lo spazio e il tempo.



Unire la conoscenza della realtà e i suoi problemi operativi con la capacità di produrre soluzioni idonee al progettista e al costruttore.

La prefabbricazione può essere considerata la sintesi di questi due punti.

Manufatti prefabbricati in cemento armato normale e precompresso per costruzioni civili, industriali e rurali, scuole, ponti, ...



PREFABBRICATI PRECOMPRESSI VIBRATI IN C.A.

ING. PRUNOTTO S.p.A.
12060 GRINZANE CAVOUR (CN) - PIANA GALLO, 3



IMPRESA COSTRUZIONI

ING. PRUNOTTO S.p.A.
12060 GRINZANE CAVOUR (CN) - PIANA GALLO, 3

La ING. PRUNOTTO S.p.A. realizza e progetta tutto questo, traducendo in realtà pratica e razionale la scelta delle tecnologie più adatte alle esigenze del momento determinate fundamentalmente dall'esperienza.

Ed è sempre l'esperienza, solitamente, la dote che mette in

grado un'impresa di fronteggiare rapidamente ed efficacemente i problemi più difficili ed imprevisti.

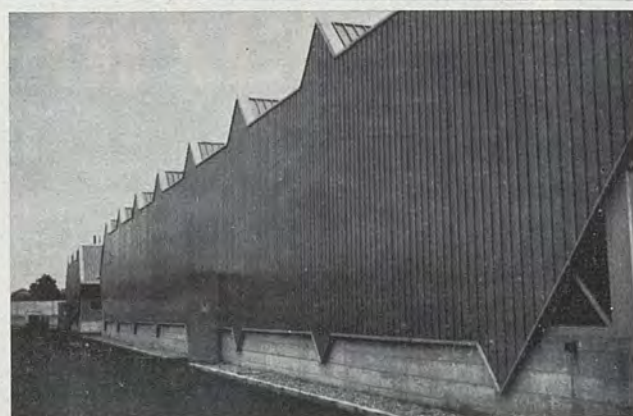
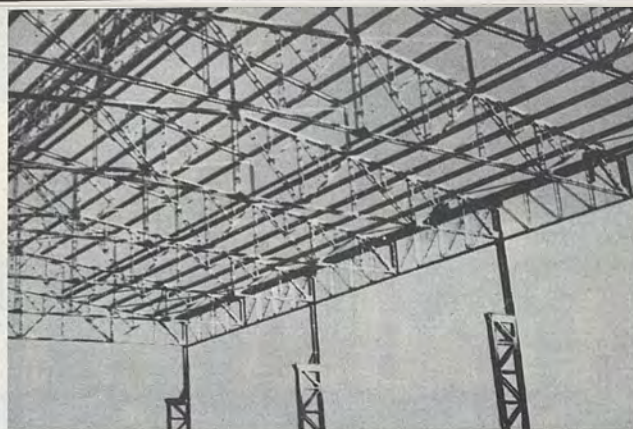
CANDELA

EDIFICI

CIVILI - INDUSTRIALI - AGRICOLI

ORTECO

CARPENTERIA METALLICA



Torino - c. M. D'Azeglio 78 - tel. 688792

SISTEMI TELEFONICI A MISURA D'UTENTE

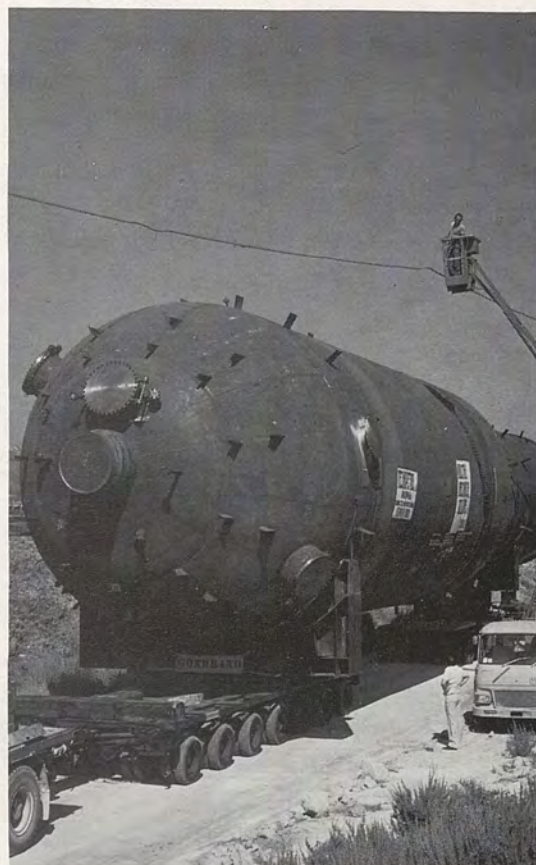
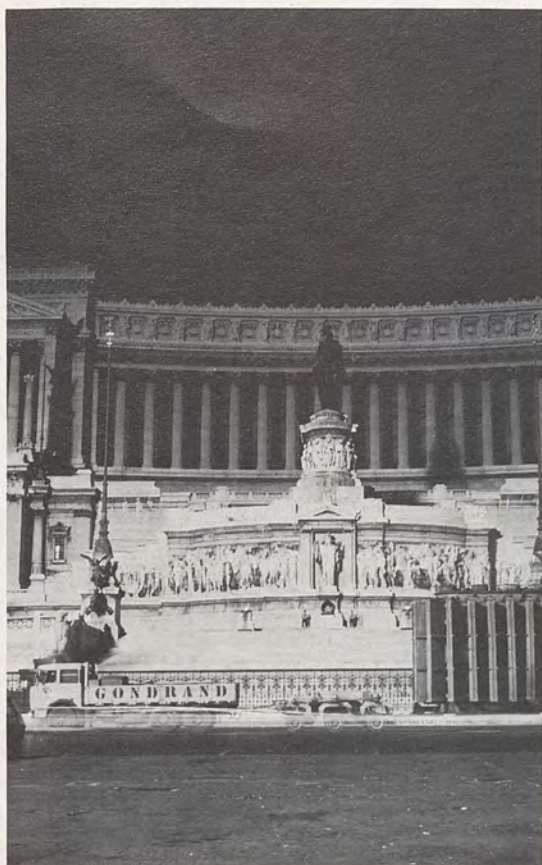


per: PICCOLE & MEDIE AZIENDE
INDUSTRIE
VILLE
OSPEDALI
BANCHE
PROFESSIONISTI

Telefonica Subalpina

DA 35 ANNI È CONSULENZA, PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE
CORSO DUCA DEGLI ABRUZZI 6 - TORINO - TEL. 535.000





**Quando il trasporto è un "grosso"
problema...**

Gondrand, naturalmente.

Trasporto grandi impianti - Trasporto di materiali radioattivi e di merci pericolose
Montaggi industriali - Noleggio autogru

GONDRAND

Una holding articolata per tutti i servizi inerenti la movimentazione delle merci.
Presente in 86 località italiane - 227 sedi di gruppo in Europa.

Sede Sociale: Milano - Via Pontaccio, 21 - tel. 874854 - telex 334659
(indirizzi sulle Pagine Gialle alla voce spedizioni aeree, marittime, terrestri ☎).

Onduline® S.T. sottocoppo

«intelligenza soprattutto»



SETTE I VANTAGGI:

- risparmio di tempo del 50% nella posa dei coppi.
- allineamento perfetto dei coppi.
- stabilità totale dei coppi.
- impermeabilità assoluta con ogni pendenza.
- manutenzione eliminata per sempre.
- isolamento termico superiore.
- transitabilità del tetto senza rotture.

IN VENDITA NEI PRINCIPALI MAGAZZINI

Onduline ITALIA SPA

55011 ALTOPASCIO (Lucca) Via Sibolla Tel. (0583) 25611/2/3/4/5 r.a. Telex 500228 ITOFIC - I

SOCIETÀ
DEGLI INGEGNERI E DEGLI ARCHITETTI
IN TORINO

10

ATTI E RASSEGNA TECNICA

Anno 115

XXXVI - 10

OTTOBRE 1982

N U O V A S E R I E

**SISTEMI DI PRODUZIONE ED UTILIZZAZIONE
DELL'ENERGIA NELL'AREA PIEMONTESE**

Analisi energetica del sistema agricolo piemontese

**Tutti vi promettono
una rendita sicura,
vantaggiosa, comoda.
Solo noi vi offriamo
una rendita in dollari.**



FRAGIFIN

DIVISIONE CONTAINERS

CONSULTATECI PRESSO I SEGUENTI INDIRIZZI:

RA. CO

Via Chiappero, 23 (grattacielo) 10064 PINEROLO - Tel. (0121) 77.255

MINIWEEK

Via Saliceto, 5 10137 TORINO - Tel. (011) 355.331 / 399.289

STUDIO 4

Via Vigone, 34 10064 PINEROLO - Tel. (0121) 21.081

Via Fonte Bianco, 16 - 10060 LUSERNA ALTA

Tel. (0121) 909.583

ATTI E RASSEGNA TECNICA

DELLA SOCIETÀ DEGLI INGEGNERI E DEGLI ARCHITETTI IN TORINO

RIVISTA FONDATA A TORINO NEL 1867

NUOVA SERIE . ANNO XXXVI . NUMERO 10 . OTTOBRE 1982

SOMMARIO

Premessa di E. Lavagno, Direttore della Ricerca . . . pag. 515

E. LAVAGNO, P. RAVETTO, B. RUGGERI, A. VANNI - *Analisi energetica del sistema agricolo piemontese* . . . » 519

Direttore: Mario Federico Roggero.

Vice Direttore: Roberto Gabetti.

Comitato di redazione: Matteo Andriano, Bruno Astori, Guido Barba Navaretti, Claudio Decker, Marco Filippi, Cristiana Lombardi Sertorio, Vera Comoli Mandracchi, Francesco Sibilla.

Redattore capo: Elena Tamagno.

Comitato di amministrazione: Francesco Barrera, Giuseppe Fulcheri, Mario Federico Roggero.

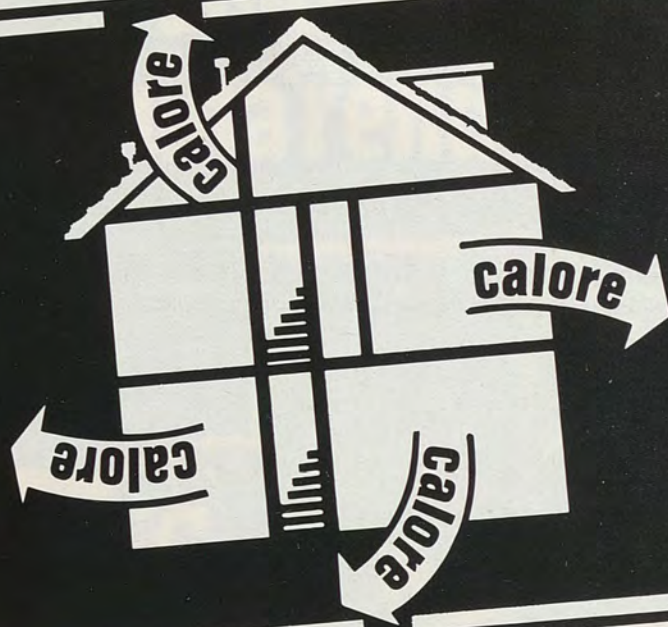
Redazione, segreteria, amministrazione: Società degli Ingegneri e degli Architetti in Torino, via Giolitti, 1 - Torino.

ISSN 0004-7287

Periodico inviato gratuitamente ai Soci della Società degli Ingegneri e degli Architetti in Torino.

NELLO SCRIVERE AGLI INSERZIONISTI CITARE QUESTA RIVISTA |

ISOLANTI TERMICI



**il calore
costa
risparmiare
isolando**

- **Polistirolo estruso**
- **Polistirolo espanso**
- **Polistirolo espanso stampato per termocompressione**
- **Fibre minerali:** feltri e pannelli in lana di vetro. Feltri e pannelli in lana di roccia.
- **Poliuretani** liquidi da applicare a spruzzo.
- **Poliuretani** in lastre prodotte in continuo.
- **Argilla espansa**
- **Cartongesso** in lastre semplici
- **Cartongesso** in lastre accoppiate con polistirolo espanso ed estruso.
- **Pannelli sandwich** con corteccia in acciaio o in alluminio con anima isolante in poliuretano o in polistirolo estruso.
- **Sughero autoespanso**

STUDI E CONSULENZE SULL'ISOLAMENTO TERMICO SECONDO LA "LEGGE 373"

10129 TORINO - Corso Mediterraneo, 94 - Tel. (011) 596877/599125 - Telex 212051

**SISTEMI DI PRODUZIONE
ED UTILIZZAZIONE DELL'ENERGIA
NELL'AREA PIEMONTESE**

**Convenzione di ricerca fra il Politecnico
di Torino e la Regione Piemonte**

La convenzione di ricerca sui « Sistemi di produzione ed utilizzazione dell'energia nell'area piemontese », stipulata nel febbraio 1980 tra il Politecnico di Torino e la Regione Piemonte, su iniziativa dell'Istituto di Fisica Tecnica e Impianti Nucleari e dell'Assessorato alla Pianificazione del Territorio, e di cui vengono ora presentati i risultati per il primo anno di svolgimento, rappresenta, a nostro avviso, un significativo esempio di come particolari necessità conoscitive ed operative di una fondamentale articolazione del potere locale possano trovare, da parte di una istituzione pubblica di formazione e ricerca, risposte e stimoli su di un tema, quello energetico, che si dimostra sempre più d'importanza strategica per lo sviluppo delle diverse attività sul territorio.

L'attività di ricerca, che ha visto la partecipazione di docenti e ricercatori delle due Facoltà di Ingegneria e Architettura, nonché di ricercatori e di operatori di vari Enti sia pubblici che privati, si è sviluppata, secondo il programma concordato, in tre direzioni distinte anche se complementari: il bilancio energetico regionale, gli studi preliminari di fattibilità, l'informazione scientifica.

Per quanto riguarda il primo obiettivo, è stata avviata la raccolta e l'analisi critica del materiale informativo e dei dati esistenti necessari alla stesura del bilancio energetico regionale. Parte del materiale analizzato è stata utilizzata per redigere il capitolo « L'energia » della Relazione sulla situazione socio-economica del Piemonte per il 1979 redatta dall'IRES nel dicembre 1980; il materiale che viene ora presentato riguarda un'approfondimento dei contenuti e delle voci del bilancio energetico globale ed una ampia serie di dati sui consumi energetici del settore manifatturiero, articolati per tipo di fonte,

per provincia e per gruppo di attività, premessa per la costruzione del bilancio energetico del settore industriale. È stato inoltre dedicato un particolare contributo al problema della produzione combinata di energia elettrica e calore nel settore manifatturiero e alla situazione delle concessioni per uso idroelettrico e forza motrice. Per il settore agricolo si è proceduto ad una analisi accurata e si è pervenuti alla redazione del bilancio energetico completo ed alla formulazione, sulla base dei risultati ottenuti, di valutazione e proposte in relazione a particolari aspetti del ciclo agro-alimentare.

Il secondo obiettivo programmato consisteva nell'effettuare, in riferimento alla situazione energetica della Regione, alcuni studi preliminari per la formulazione di programmi di ricerca, fattibilità e/o intervento concernenti particolari aspetti del sistema di produzione e utilizzazione dell'energia del territorio.

Questi studi si sono rivolti fondamentalmente ai problemi connessi con la produzione, la distribuzione, l'utilizzazione ed il recupero dell'energia termica, in quanto quest'ultima è l'anello finale di una catena di conversioni che meglio si presta ad interventi di carattere locale e rappresenta una quota cospicua degli usi finali.

Gli studi compiuti hanno avuto come oggetto:

— Una analisi di fattibilità di un intervento di riscaldamento urbano in un'area torinese, i cui risultati costituiscono una esauriente premessa anche per una estensione ad altre parti del territorio. L'area urbana esaminata in dettaglio è la zona sud di Torino con Moncalieri e Nichelino, in riferimento ad un impianto di cogenerazione sito nella centrale AEM di Moncalieri.

— Una analisi di fattibilità di un intervento di riscaldamento urbano con uso di fluidi geotermici (progetto GEOTORINO), a partire da uno studio sulla geotermia e sulla distribuzione delle temperature nel sottosuolo piemontese e da una interpretazione geologica del settore piemontese della pianura padana.

— Una serie coordinata di studi sul problema del contenimento dei consumi energetici nella climatizzazione degli edifici (programma RECE), che comprende la raccolta e l'analisi delle tipologie edilizie e dei relativi consumi energetici in riferimento al patrimonio di edilizia residenziale pubblica di proprietà degli IACP ed agli edifici scolastici, una analisi del problema della determinazione del consumo energetico per usi termici attribuibile a tutto il parco edilizio adibito a residenza ed infine una completa trattazione dei problemi connessi con l'effettuazione della « diagnosi energetica » degli edifici e con l'attuazione dei provvedimenti di rinforzo dell'isolamento termico.

— Uno studio sulla fermentazione anaerobica intesa come mezzo di valorizzazione energetica dei rifiuti organici che, in particolare, analizza gli aspetti tecnici ed economici della produzione di biogas da deiezioni animali per la potenzialità da esse rappresentata nel territorio piemontese ed emersa dallo studio sul bilancio energetico del settore agricolo.

La terza direzione di lavoro programmata ha riguardato la realizzazione di strumenti e di momenti di informazione sui termini, generali e particolari, del problema energetico. Questo terreno di collaborazione ci è sembrato particolarmente importante, sia per la rilevanza del problema che per il ruolo che l'istituzione universitaria deve svolgere nel campo della formazione. L'attività fondamentale sinora

svilupata ha riguardato la realizzazione, in collaborazione con gli Assessorati alla Pianificazione del Territorio e all'Istruzione e Cultura e con l'Unione Culturale Franco Antonicelli, di una mostra sul tema energetico, articolata in tre sezioni: « Problemi dell'energia nel mondo, in Italia, in Piemonte » e della quale è stato realizzato anche un catalogo completo. La mostra, inaugurata nel maggio 1980, è tuttora utilizzata in varie sedi e, corredata dalle previste integrazioni concernenti le diverse situazioni locali, potrà costituire il supporto per iniziative di diffusione dell'informazione in termini scientifici.

Non mi è qui possibile ringraziare tutti coloro che, pur non facendo parte integrante dei gruppi di ricerca, hanno contribuito con informazioni, suggerimenti e consigli alle attività svolte, ma desidero rivolgere un particolare ringraziamento a tutti i collaboratori che hanno dedicato impegno ed entusiasmo all'iniziativa ed in particolare ai colleghi che hanno coordinato i gruppi di ricerca Giovanni Del Tin, Antonio Di Molfetta, Marco Filippi, Bruno Panella e Piero Ravetto. Un particolare ringraziamento devo rivolgere all'Assessore Luigi Rivalta con il quale è stato avviato il programma di ricerca e all'Assessore Gabriele Salerno con il quale il programma è giunto al termine del primo anno di attività.

EVASIO LAVAGNO (*)
direttore della ricerca

(*) Ingegnere, docente di Trasmissione del calore presso il Politecnico di Torino.

Analisi energetica del sistema agricolo piemontese

Ricerca svolta da: Evasio Lavagno, Piero Ravetto, Bernardo Ruggeri, Alessandro Vanni. Istituto di Fisica
Tecnica e Impianti Nucleari. Politecnico di Torino, Corso Duca degli Abruzzi 24, 10129 Torino.

INDICE

1. <i>Premessa metodologica dell'analisi energetica in agricoltura</i>	Pag.
1.1. Oggetto dell'analisi: il sistema, i suoi contorni e la sua struttura	521
1.2. Le voci del bilancio energetico: input e output	522
1.3. Le unità di misura e le equivalenze energetiche	522
1.4. Utilità e scopi dell'analisi energetica	524
1.5. Struttura, bilancio e rendimenti energetici del sistema agricolo piemontese	525
2. <i>I prodotti del sistema agricolo piemontese</i>	
2.1. L'uso del suolo agricolo: prodotti alimentari e non alimentari . .	525
2.2. Analisi territoriale delle principali produzioni e dell'allevamento . .	537
2.3. Il legno	537
2.4. Evoluzione delle principali produzioni agricole del decennio 1970/80	540
3. <i>I consumi del sistema agricolo piemontese e la loro evoluzione</i>	
3.1. I consumi diretti	542
3.2. I consumi indiretti	543
4. <i>Il bilancio energetico del sistema agricolo piemontese</i>	
4.1. La terra e l'allevamento	547
4.2. L'industria alimentare e gli altri settori connessi al sistema agricolo	555
4.3. Il sistema agricolo nel contesto del sistema produttivo piemontese	555
4.4. Alcune considerazioni economiche	555
5. <i>Potenzialità energetiche del sistema agricolo piemontese</i>	
5.1. I sottoprodotti delle produzioni cerealicole	558
5.2. I rifiuti dell'allevamento	563
5.3. Il legno	564
6. <i>Riflessioni, commenti e proposte di intervento e di approfondimento</i> . . .	565
BIBLIOGRAFIA GENERALE	565

1. PREMESSA METODOLOGICA DELL'ANALISI ENERGETICA IN AGRICOLTURA

In questo capitolo vengono esposti i criteri metodologici utilizzati per l'analisi energetica del sistema agricolo piemontese. Si tratterà quindi di introdurre concetti generali, di studiare e definire le equivalenze energetiche e di delimitare infine il campo di indagine per la situazione in esame.

1.1. Oggetto dell'analisi: il sistema, i suoi contorni e la sua struttura

Intendiamo per « sistema agricolo » quell'insieme molto complesso di risorse naturali, quali la terra, e di attività umane che si traducono in lavoro da effettuare sulla terra stessa, nonché in operazioni connesse strettamente alla terra e che da essa traggono origine, quali l'allevamento del bestiame, il tutto teso alla produzione sistematica essenzialmente di beni alimentari (animali e vegetali) e, in maniera non trascurabile, anche di prodotti non destinati all'alimentazione. In quest'ultimo caso può trattarsi di una produzione primaria (come nel caso dei prodotti forestali) ovvero di un « sottoprodotto » di una produzione primaria alimentare (cuoio, pelli, biogas...).

Bisogna rilevare che il sistema agricolo non può prescindere dal contesto economico, in quanto l'agricoltura non consiste soltanto in fenomeni naturali e biologici ma è anche e soprattutto una *attività produttiva organizzata*, che richiede l'utilizzazione di una grande quantità di beni, strumenti ed energia che provengono da settori del tutto estranei all'agricoltura. La terra e le sue caratteristiche di natura fisica e chimica, organica e inorganica, che si traducono in « fertilità », insieme agli aspetti naturali che determinano i fenomeni di crescita dei vegetali, risultano tuttavia elementi fondamentali e singolari per l'agricoltura. L'aumento della quantità di beni, servizi ed energia forniti al settore può incrementare la produttività, senza poter prescindere però dagli aspetti « naturali », che sono i soli a poter valorizzare e tradurre in produzione l'energia stessa in ingresso al sistema, e risultano quindi insostituibili.

La rappresentazione in « modello » del sistema è operazione alquanto difficile, anche per una realtà geograficamente limitata come il Piemonte. Il sistema può essere considerato, almeno dal punto di vista concettuale, delimitato da certi confini, attraverso i quali transitano sia i prodotti (output), che tutti i beni, i servizi, i mezzi e la mano d'opera necessari a produrli (input). L'analisi che verrà svolta valuterà tali flussi in termini energetici, traducendoli in unità omogenee opportune, tramite equivalenze di cui si dirà nel paragrafo 1.3. L'analisi del sistema può anche essere condotta in termini economici; occorre tener presente,

in tal caso, che i rapporti fra i flussi monetari possono presentare differenze anche notevoli con i corrispondenti energetici.

Con la parola « *bilancio energetico* » ci si riferisce all'analisi dettagliata dei flussi energetici definiti sopra.

È opportuno qui ricordare che un bilancio strettamente energetico, mentre mette in evidenza ed illumina alcuni importanti aspetti del problema, ne nasconde altri; da ciò deriva la cautela con la quale è necessario affrontare l'interpretazione dello stesso, in quanto non si può prescindere dalla considerazione fondamentale che l'agricoltura è l'unica attività umana in grado di fornire « energia » alimentare, ed ha quindi un ruolo insostituibile. In questa prospettiva dovranno essere interpretati i « rendimenti » energetici di cui si dirà più avanti nel paragrafo 1.5.

Per quanto riguarda le fonti energetiche vere e proprie, è importante poter valutare i singoli contributi in previsione di ipotesi di differenziazione e ottimizzazione delle fonti stesse.

L'energia può essere introdotta in agricoltura sotto varie forme, da quella chimica a quella meccanica o termica. È importante e significativo inoltre distinguere fra il *fabbisogno energetico* vero e proprio (energy requirement) e il *costo energetico* che tiene conto del consumo di energia, insito in tutte le attività umane, necessario per rendere disponibile al sistema l'energia introdotta (energy cost). Per chiarire tale concetto si può utilizzare come esempio il caso dell'energia meccanica introdotta nel sistema tramite le macchine agricole a combustibile liquido. Per ogni unità di energia meccanica utilizzata effettivamente devono esser consumate $1/\eta$ unità di energia chimica, essendo $\eta < 1$ il rendimento globale della trasformazione da energia chimica del combustibile ad energia meccanica che avviene nella macchina stessa. D'altra parte, per poter fornire $1/\eta$ unità di energia tramite il combustibile, si è dovuto consumare una certa quantità di energia primaria (e) per coprire tutta la catena di produzione del combustibile, dall'estrazione al trasporto e raffinazione fino alla distribuzione.

Complessivamente il costo energetico ammonterà a $(1+e)/\eta$. Ciò vale per tutti i flussi energetici in ingresso al sistema agricolo. Nel seguito tratteremo sempre di *costo energetico*, che pare più significativo del fabbisogno energetico puro e semplice. Ciò richiede complesse elaborazioni dei dati disponibili, che fanno riferimento unicamente ai fabbisogni energetici.

Le interazioni del sistema agricolo vanno essenzialmente ricercate con l'industria agro-alimentare, nella quale si può far confluire per affinità anche l'industria dei mangimi animali e delle sementi, in misura minore con l'industria o le attività non connesse con la catena alimentare, e più in generale con i diversi settori industriali che forniscono i beni necessari alla produzione stessa.

L'analisi dei flussi energetici si presenta quindi alquanto complessa ed elaborata e non sempre sono disponibili i dati statistici e tecnici necessari a compilarla in modo attendibile ed esauriente.

1.2. Le voci del bilancio energetico: input e output

Nel presente paragrafo vengono elencate le voci che compongono il bilancio energetico di un sistema agricolo, con particolare riguardo a quello piemontese.

a) Input

Solitamente viene effettuata una prima netta distinzione fra consumi « diretti » e « indiretti », inserendo fra i primi l'energia elettrica e i combustibili consumati direttamente, sia per azionare le macchine agricole che per essiccare i prodotti (in Piemonte questa ultima operazione riguarda essenzialmente il mais e il riso). È da tenere presente che entro tali voci è compresa la quota di consumi per l'irrigazione, sia essa a pioggia, con impianti azionati da motori termici, che a scorrimento, con impianti di sollevamento.

Nella valutazione dei consumi indiretti si devono considerare in primo luogo quelli associati ai prodotti dell'industria chimica, cioè fertilizzanti delle tre categorie (azoto N, potassio K_2O , fosforo P_2O_5) e fitoiatrici (insetticidi, erbicidi e fungicidi). Si deve inoltre valutare il costo energetico da associare alla costruzione e manutenzione delle macchine agricole, siano esse munite o prive di motore. Poiché le macchine operano all'interno del sistema per più anni successivi, è necessario assegnare ad esse una durata media; per il Piemonte, anche sulla scorta di altre valutazioni europee [1], tenendo conto della più alta densità (4,7 CV/ha di SAU — superficie agraria utile —, al 1977) e quindi del più basso fattore di carico, e di una analisi preliminare condotta sui tempi di ricambio del parco macchine regionale, si può stabilire ragionevolmente una « vita media », per tutte le macchine, pari a 10 anni.

Devono infine essere valutati in termini energetici sia il lavoro umano che le costruzioni di qualsiasi tipo all'interno del sistema, ivi comprese le opere di bonifica e irrigazione.

Gli apporti che provengono dal sistema agricolo stesso sono trattati successivamente, quando verranno presi in considerazione come output. Tra gli input occorre ricordare infine i contributi di energia « gratuita », difficili da determinare e quantificare, quale l'energia solare, l'azoto fissato da taluni vegetali e riciclato nel terreno, la CO_2 fotosintetizzata e l'apporto di acqua proveniente dalle precipitazioni atmosferiche, che non verranno peraltro tenuti in conto per la determinazione dei rendimenti del sistema (paragrafo 1.5).

b) Output

Alcuni prodotti dell'agricoltura possono accedere direttamente e primariamente all'alimentazione, ovvero subire una serie di trasformazioni tipiche dell'industria alimentare, per la loro conservazione e distribuzione. Taluni sono invece destinati ad altri settori produttivi o ad altri servizi. Altri infine vengono destinati, direttamente o attraverso un passaggio intermedio nell'industria (mangimi e sementi), ad altri settori dello stesso sistema agricolo.

I principali prodotti del sistema agricolo Piemontese destinati all'alimentazione sono:

- grano e altri cereali graminacei, nonché parte della produzione del mais;
- riso;
- ortaggi, patate, frutta, vite e legumi;
- barbabietola;
- prodotti della zootecnia: carne, latte e uova.

Accanto ad ognuna delle sopracitate produzioni devono essere tenuti in conto una serie di « sottoprodotti », alcuni dei quali già ora sono utilizzati all'interno del sistema agricolo stesso in modo energeticamente soddisfacente (paglia di frumento per lettiera nell'allevamento bovino e in definitiva come apporto fertilizzante nel letame sparso sul terreno) o parzialmente soddisfacente (stocchi di granoturco interrati a scopo fertilizzante) ovvero nettamente insoddisfacente (paglia di riso bruciata sul campo), mentre altri non sono utilizzati e sono dispersi nell'ambiente con conseguenze ecologiche di una certa gravità (ad esempio i liquami dell'allevamento suino). Parte di essi trova invece collocazione soddisfacente all'esterno del sistema agricolo (ad esempio la paglia di frumento nell'industria cartaria).

Tra i prodotti destinati ad altri settori, il più importante e quantitativamente più significativo è il legno, utilizzato sia come combustibile, sia come materia prima nell'industria (mobili, costruzioni, ecc.).

I principali prodotti che trovano una utilizzazione diretta o indiretta nel sistema agricolo, sono:

- mais;
- foraggio.

Come si vedrà, essi rappresentano, sia in termini di materia che energetici, quantità notevoli, che tuttavia non escono dai confini del sistema (foraggio) o vi rientrano dopo il passaggio intermedio nell'industria dei mangimi (mais).

1.3. Le unità di misura e le equivalenze energetiche

Nel sistema internazionale [2] (SI) l'energia è misurata in joules (j). Risultano anche molto utili e immediate le unità chilocaloria (kcal) pari a 4185 joules e tonnellata di petrolio equivalente (molto significativa nell'attuale economia basata sul petrolio come fonte primaria) pari a circa 10^7 kcal.

Allo scopo di redigere il bilancio energetico del sistema, è opportuno e necessario dedicarsi all'analisi dei « costi energetici » in energia primaria delle varie voci costituenti i flussi entranti e quelli uscenti. Occorre subito notare che tali equivalenze sono fortemente dipendenti sia dal sistema economico che dalle tecniche produttive, nonché dal periodo storico in cui vengono stabilite. A titolo di esempio giova ricordare che il costo energetico dell'azoto, che rappresenta una significativa voce di input, si è ridotto da 4,74 tep/t nel 1945 al 1,89 tep/t nel 1975 [1].

La tabella 1.1. riporta gli equivalenti energetici in kcal/kg per gli input al sistema agricolo piemontese e la fonte da cui sono stati dedotti. Altre fonti [3,4,5], non citate in tabella 1.1., fanno riferimento a valori

leggermente diversi ma essenzialmente coerenti con quelli riportati.

Tabella 1.1. - Equivalenti energetici degli input del sistema agricolo

Voce	Equivalente (kcal/kg)	Fonte
Azoto	18.400	(1)
P ₂ O ₅	3.400	(1)
K ₂ O	2.150	(2)
Fungicidi	22.000	(3)
Erbicidi	25.300	(1)
Macchinario (e riparazioni)	21.900	(3)
Gasolio	12.400	(4)
Benzina e petrolio	12.700	(4)
Olio combustibile	11.700	(4)
Elettricità	2.400 (kcal/kWh)	(5)
Mangimi integrati	1.670	(6)
Nuclei	2.630	(6)

(1) *Aspects of Energy Conversion*, Pergamon Press (1976).

(2) B. A. STOUT, *Energy for World Agriculture*, FAO, Roma, 1979.

(3) D. PIMENTEL et al., *Food Production and the Energy Crisis*, Science, 182, 443 (1973).

(4) *Etudes du CNEEMA*, 457 (1979).

(5) Vedere testo per spiegazione.

(6) J. PAWLAK, *Colloque International CENECA*, Parigi (1980).

Ci pare di dover affermare in via preliminare che tutto il problema delle equivalenze energetiche deve essere ulteriormente investigato ed approfondito; tale compito va però ben al di là degli scopi del presente lavoro. Il valore energetico assegnato all'elettricità (pari a 2400 kcal/kwh) è dedotto da tabelle della produzione elettrica [6], tenendo conto del rendimento termodinamico della trasformazione da energia fossile primaria ad energia elettrica nelle centrali termoelettriche, nonché delle perdite di distribuzione (circa 8%). Tale valore è coerente con altre valutazioni europee: si veda ancora [1], ove 1 kwh è posto equivalente a 2490 kcal.

La valutazione dei costi energetici associati alle costruzioni agricole, comprese le opere di bonifica e di irrigazione, non presenta particolari difficoltà dal punto di vista concettuale. Purtroppo manca una stima a livello regionale della loro entità, in termini di materiali impiegati, sia per la costruzione che per la manutenzione. Si può accettare come stima indicativa il valore monetario degli investimenti operati in agricoltura tramite il credito (escludendo l'autofinanziamento per il quale i dati non sono disponibili), senza poterlo tuttavia tradurre in unità energetiche,

se non facendo riferimento ad alcuni studi sull'argomento. Richiamandosi a [10], in cui il totale degli investimenti fondiari italiani (pari a 411.161 milioni di Lire - dato 1977) è stato tradotto in termini energetici (43,8 % del totale dei consumi indiretti, pari a 4,9 10⁶ tep, e cioè 2,15 10⁶ tep - dato 1976), tenendo conto che gli investimenti fondiari per il Piemonte rappresentano il 12 % di quelli italiani (49.143 milioni di lire), si può risalire ad una stima di circa 25,7 · 10¹¹ kcal.

Per il lavoro umano, bisogna dire che oggi l'apporto in energia meccanica direttamente introdotto nel sistema dal lavoratore agricolo deve essere considerato trascurabile. Supponendo infatti una potenza apparente media muscolare pari a 0,2 CV/uomo si ottiene, con un rendimento muscolare pari a 0,2 e per una giornata lavorativa di 8 ore, un contributo di 200 kcal/uomo-giorno che, relativamente ad altri apporti, risulta trascurabile. Volendo però calcolare il costo energetico del lavoro umano, si tratta di scegliere se assegnare al lavoratore il costo energetico della razione alimentare relativa al solo lavoro espresso (~ 1000 kcal/uomo-giorno), ovvero quello totale per mantenerlo in vita (~ 3000 kcal/uomo-giorno). Sarebbe inoltre necessario tenere presente il rendimento energetico del processo che, attraverso la produzione agricola e le successive eventuali manipolazioni industriali, rende disponibile la razione alimentare; esso è il risultato di un complesso bilancio di cui il presente non è che una parte.

Un valore ritenuto accettabile e in accordo con altri studi è pari a circa 16 volte l'energia alimentare consumata [7]. Non bisogna trascurare infine di considerare che per ogni attivo sono presenti mediamente in Piemonte 1,56 non attivi (1977). Il valore di costo energetico precedentemente dedotto dovrebbe quindi esser moltiplicato per 2,56.

Un'altra strada da seguire potrebbe essere quella di assegnare al lavoratore come costo energetico il consumo diretto medio pro capite di energia, che tiene in conto quindi non soltanto la razione alimentare. Per l'Italia esso è approssimativamente pari a 55.900 kcal/uomo-giorno [8] per il 1977.

Come si vede dalle precedenti considerazioni, il problema a tutt'oggi è ben lontano da una soluzione univoca e soddisfacente. Nei bilanci dei paragrafi successivi attribuiremo al lavoro umano un valore energetico pari a:

$$(1000 \text{ kcal/uomo-giorno}) \times (365 \text{ giorni/anno}) \times 16 \times 2,65 = 1,5 \times 10^7 \text{ kcal/uomo-anno.}$$

Passiamo ora alla valutazione del contenuto energetico dei prodotti agricoli, commentando la Tabella 1.2. Nell'ultima colonna, per i prodotti alimentari, è stato riportato anche il valore del contenuto proteico. Le produzioni a maggior densità energetica sono quelle cerealicole, mentre estremamente ridotto è il contenuto energetico di alcuni prodotti, quali la frutta e gli ortaggi, i quali tuttavia richiedono molta energia per essere prodotti [9].

È necessario infine dare una valutazione energetica anche dei principali sottoprodotti dell'agricoltura, siano essi utilizzati o no (Tab. 1.3). Per una corretta valuta-

Tabella 1.2. - Equivalenti energetici dei prodotti del sistema agricolo

Prodotto	Equivalente (kcal/kg)	Fonte	Contenuto proteico (%) (5)
Mais	3.400	(1)	5
Frumento	3.400	(1)	5
Riso	3.000	(2)	5
Ortaggi	349	(2)	2
Frutta e uva	445	(2)	1,3
Patate e legumi	598	(1)	
Barbabietola	762	(1)	
Latte	663	(3)	3,3
Uova	1.860	(3)	13
Formaggio	1.720	(2)	
Legno	4.350	(4)	
Carne bovina	1.800	(5)	
Carne suina	3.300	(6)	
Carne avicola	1.600	(6)	

(1) J. PAWLAK, *Colloque International CENECA*, Parigi (1980).

(2) B. FASSI, *Convegno Energia e Agricoltura*, Casale Monferrato (1980).

(3) *Energy and Protein Requirements*, FAO, Roma (1971).

(4) Valore medio dedotto da: B. FASSI, *Seminares sur les aspects énergétiques des Industries Forestières*, Udine (1978).

(5) G. TAPPI, *Comunicazione privata*.

(6) R. CARILLON, *Etudes du CNEEMA*, 404.

Tabella 1.3. - Equivalenti energetici dei principali sottoprodotti del sistema agricolo

Sottoprodotti	Equivalente (kcal/kg)	Fonte
Paglia di grano	3.250	(1)
Stocco di mais	3.000	(1)
Paglia di riso	2.500	(2)
Letame bovino	3.000 ÷ 3.200	(3)
Liquame suino	3.000 ÷ 3.200	(3)
Liquame avicolo	2.300 ÷ 2.500	(3)

(1) P. CHARTIER, *Potential Énergétique de la Biomasse, Valorization énergétique des sous-produits agricoles*, Paris (1979).

(2) E. C. BEAGLE, RICE HUSK: *Conversion to Energy*, FAO, Roma (1978).

(3) B. FASSI, *Risparmi Energetici in Agricoltura*, Casale Monferrato (1980).

zione dell'apporto energetico proveniente dall'utilizzazione di ognuno dei sottoprodotti, bisogna inoltre tenere conto del loro possibile potenziale impiego come fertilizzante sulla terra che, oltre all'indubbio e notevole benefico effetto agronomico, si traduce in un risparmio di fertilizzante inorganico. Tale apporto dovrà quindi essere quotato energeticamente con gli equivalenti specifici di tabella 1.1.

A conclusione del paragrafo occorre ricordare che nel corso di tutto il processo di produzione di beni agricoli esistono, e dovrebbero essere valutate, anche le perdite di prodotti, da quelle sul campo a quelle di trasporto o che si verificano nei magazzini, fino a quelle relative alle operazioni industriali di trasformazione e alla distribuzione. Di esse, per mancanza di stime, è oltremodo difficile tenere conto.

1.4. Utilità e scopo dell'analisi energetica

Gli operatori agricoli, soprattutto a seguito della crisi energetica di questi ultimi anni, sono diventati via via più interessati allo studio energetico del sistema e alla sua ottimizzazione, fino a farsi essi stessi promotori di soluzioni tese al risparmio di energie fossili e pregiate (combustibili ed elettricità), alla introduzione di tecnologie che utilizzano energie rinnovabili (solare) per operazioni ad alto costo energetico (essiccazione, ad esempio) e allo sfruttamento globale delle risorse con l'utilizzazione energetica delle biomasse prodotte (paglie, legno, liquami).

Non pare tuttavia praticabile, almeno nella nostra realtà, la proposta che proviene da varie parti del mondo di destinare parte delle terre arabili, soprattutto in aree marginali o per ovviare alla produzione di surplus di mercato, a coltivazioni tipicamente energetiche (energy crops), data l'importanza rivestita dalla produzione alimentare. Giova però ricordare che il Piemonte ha una vasta estensione di territorio destinata alla produzione boschiva, parte della quale trova già attualmente una utilizzazione chiaramente energetica come combustibile.

L'interesse del mondo agricolo per la problematica energetica è dimostrato dal gran numero di studi svolti in vari Paesi in questi ultimi anni sul rapporto energia-agricoltura.

Gli scopi dello studio energetico in agricoltura sono molteplici, potendosi riguardare il sistema sia come *utilizzatore di energia* proveniente dall'esterno, soggetto quindi a tutta la problematica dell'approvvigionamento e dei prezzi, che come *autoproduttore di energia* ed infine come *produttore* che la rende disponibile all'esterno per utilizzazioni non agricole.

Lo studio è poi strumento indispensabile per la corretta valutazione dei benefici, energetici ed economici, di soluzioni alternative, sia per quanto riguarda zone ad alta densità produttiva che zone a risorse limitate, in una prospettiva di gestione integrata del territorio. Per queste ultime si deve tenere presente che interventi che influiscono in termini energetici in misura anche molto piccola non devono affatto essere ritenuti trascurabili nella gestione globale del territorio. Equilibri « ecologici » di grande portata vengono mantenuti da una corretta gestione delle aree a risorse limitate [10], quali quelle montane o collinari

del Piemonte. Grande attenzione va quindi ad esse dedicata, e non solamente per l'aspetto energetico.

L'analisi energetica può anche dare indicazioni sull'opportunità di effettuare talune scelte produttive. In tal caso rappresenta un ulteriore valido strumento da affiancare ad analisi tipicamente economiche. Riteniamo perciò estremamente importante lo studio dei bilanci energetici e dei rendimenti che ne derivano, per aree limitate e per colture specifiche, perché solo tenendone conto si può dare una valutazione corretta delle prospettive produttive dell'agricoltura stessa e delle sue potenzialità future.

Il presente lavoro non è ovviamente conclusivo, ma solamente uno stadio preliminare di successive e più approfondite investigazioni sul modello del sistema, sull'attendibilità dei dati impiegati, nonché di studi più dettagliati su delimitate zone geografiche e produzioni, per arrivare a formulare proposte operative di intervento nel settore.

1.5. Struttura, bilancio e rendimenti energetici del sistema agricolo piemontese

Diamo rapidamente uno sguardo ai parametri economico-statistici che caratterizzano la regione e la struttura del suo sistema agricolo. La superficie della regione risulta di circa 2,5 milioni di ettari (8,3 % dell'Italia) con una popolazione di 4,5 milioni (8,0 % della popolazione italiana). Dal punto di vista economico il suo contributo al PNL totale si aggira sul 10,3 %, il che significa che il valore pro capite è circa 1,3 volte quello medio italiano.

Mentre nel settore industriale il contributo piemontese al PNL totale ammonta al 13,2 % (20 % nel settore metalmeccanico), in agricoltura si riduce al 5 %, con una frazione pari al 6,6 % di tutti gli occupati in agricoltura (10 % della forza lavoro regionale). Quest'ultima percentuale ha dimostrato una stabile tendenza a diminuire, dal 32 % nel 1951 al 22 % nel 1963 fino al 13,6 % nel 1970.

La superficie agraria utile (SAU) è pari a 1,3 milioni di ettari (51,3 % del totale), le foreste coprono 594 mila ettari (23,4 %) e 642 mila ettari (25,3 %) devono considerarsi improduttivi.

Il sistema agricolo è caratterizzato da un'alta percentuale della SAU dedicata alla produzione cerealicola (404.999 ha, pari al 31,1 % della SAU), con una significativa porzione dedicata al riso, fortemente concentrato nelle province di Vercelli e Novara (109.200 ha, pari al 27 % della superficie cerealicola e all'8,4 % della SAU).

Imponente è la produzione foraggera permanente e temporanea in rotazione annualmente con altri raccolti (866.000 ha, 68 % della SAU), connessa essenzialmente all'allevamento bovino. Il 7 % della SAU (96.903 ha) è occupato stabilmente dalla vigna.

Il bilancio che dedurremo nei prossimi capitoli esprimerà quindi in termini energetici la peculiare struttura dell'agricoltura regionale.

Una piccola riflessione preliminare ora sul concetto di *rendimento energetico*, che, fra le tante definizioni esistenti, viene qui definito come:

$$R = \frac{\text{Ingressi energetici non gratuiti}}{\text{Produzione totale utilizzabile}}$$

Tale parametro illumina in modo immediato l'efficacia produttiva dell'energia commerciale utilizzata in agricoltura [1]. Per la sua definizione stessa, esso può assumere valori anche maggiori di 1. È tuttavia ovvio che il suo uso, per quanto già detto, deve essere estremamente cauto ed accorto.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- [1] *Etudes du CNEEMA*, 457 (1979).
- [2] Qualunque libro di Fisica Elementare.
- [3] G. LEACH, *Energy and Food Production*, IIED, London (1955).
- [4] W. LOCKERETZ, *Agriculture and Energy*, Academic Press, New York (1977).
- [5] F. BEL et al., *Analyse Énergétique de la Production Agricole*, INRA IREP (1978).
- [6] Dati ENEL.
- [7] *Etudes du CNEEMA*, 408 (1976).
- [8] P. S. BASILE, C. L. WILSON, *Waes* (1978).
- [9] *Colloque International CENECA*, Parigi (1980).
- [10] B. FASSI, *Conferenza Regionale sull'Energia*, Torino (1979).
- [11] VOLPI, *I Fabbisogni Energetici delle Aziende Agrarie*, Verona (1980).

2. I PRODOTTI DEL SISTEMA AGRICOLO PIEMONTESE

In questo capitolo sono riportati, in modo variamente aggregato, i dati statistici disponibili relativi agli output dell'agricoltura della nostra Regione, onde porre le basi per una successiva loro traduzione in unità energetiche. L'analisi cartografica, eseguita con la collaborazione dello CSI-Piemonte, è stata di fondamentale importanza per uno studio del territorio e per l'individuazione di aree di intervento degne di maggiore attenzione per studi successivi e approfondimenti conoscitivi.

2.1. L'uso del suolo agricolo: prodotti alimentari e non alimentari

In questo paragrafo sono presentati i dati statistici ISTAT per il 1977 sulle produzioni agricole della Regione. Non è fuori luogo lamentare la indisponibilità di dati più aggiornati, che rischia talvolta di rendere poco attendibile o comunque fuori tempo qualunque considerazione o conclusione da essi si voglia trarre.

La Tabella 2.1. è un quadro sintetico delle produzioni della terra. Lasciando al lettore un attento esame dei dati riportati, si vuole qui solamente richiamare l'attenzione sull'alta percentuale della SAU dedicata alla coltura cerealicola e alla produzione di foraggio. Giova ricordare che in Tabella 2.1. la somma delle percentuali di terreno agricolo occupato dalle diverse colture supera il valore 100 a causa della presenza non trascurabile di colture in rotazione con altre nel corso della stessa stagione di raccolta (tipicamente le-

guminose, erbai, ortaggi...). Deve inoltre essere notata la bassa incidenza delle colture protette: solamente il 4,2 % del totale della produzione orticola.

La Tabella 2.2. sintetizza la situazione della zoo-

tecnica regionale. Notevole è l'incidenza dell'allevamento, soprattutto bovino, che rappresenta, dal punto di vista economico della Produzione Lorda Vendibile (PLV), ben il 52,6 % del totale agricolo.

Tabella 2.1. - Regione Piemonte: Colture (1977)

Descrizione	Superficie (ha)	% SAU	Produzione (q.li)	Produzione unitaria (q.li/ha)
<i>Territorio:</i>				
Superficie totale regionale	2.539.923			
Superficie agro forestale	2.256.164			
Superficie agraria utilizzata	1.303.515	100		
<i>SAU:</i>				
Superficie a boschi	594.378			
Superficie improduttiva	642.030			
<i>Coltivazioni cerealicole:</i>				
Totale	404.440	31,1	13.528.700	
Frumento in complesso	172.782	13,3	4.355.800	25,2
Granoturco in complesso	112.100	8,6	6.918.600	61,7
Riso	109.200	8,4	3.815.700	35,0
Altri cereali	10.366	0,8	238.600	
<i>Leguminose da granella:</i>				
Totale	7.248	0,6	98.500	
<i>Ortaggi:</i>				
In piena aria	17.068	1,3	3.159.100	
In serra	457	0,04	131.180	
<i>Piante industriali:</i>				
Barbabietola da zucchero	4.265	0,33	2.180.300	511,2
Altre	233	0,02	5.373	
<i>Foraggiere:</i>				
			(1.000 Unità Foraggiere)	(1.000 U.F./ha)
Prati permanenti e parchi	551.350	42,3	882.966.000	1.601
Prati	246.885	18,9	761.224.000	3.083
di cui prati irrigui	114.685	8,8	457.719.000	3.939
Pascoli	304.465	23,4	121.742.000	400
Prati avvicendati e erbai	334.495	25,7	1.567.300.000	4.686
di cui prati avvicendati	257.315	19,7	921.760.000	3.582
di cui erbai	77.180	6,0	645.540.000	8.364
<i>Coltivazioni legnose agrarie:</i>				
Vite per uva da vino	96.903	7,4	6.827.800	70,5
altre (fruttiferi)	30.766	2,4	2.771.700	

Fonte: ISTAT.

Tabella 2.2. - Regione Piemonte: Allevamenti (1977)

Descrizione	n° capi al 1°/12/1977	n° capi macellati nell'anno 1977	Peso vivo (q.li)	Resa media %	Peso morto (q.li)	Latte			Uova per il consumo (q.li)	Lana suscita (q.li)
						Produzione (q.li)	Consumo diretto (q.li)	Utilizzazione Trasforma- zione (q.li)		
<i>Bovini</i>	1.184.900	467.740	1.793.410	56,2	1.008.730	7.830.300	3.259.000	4.571.300		
di meno di 1 anno	291.200	102.420	199.220	60,5	120.420					
da 1 a 2 anni	250.600	295.630	1.251.540	56,8	711.260					
da 2 anni e più	644.100	69.690	342.650	51,7	177.050					
<i>Suini</i>	507.700	697.330	830.950	80,3	667.150					
di peso $\leq$ 20 kg	119.700	41.210	31.320	78,7	24.660					
di peso 20 ÷ 50 kg	100.600									
di peso $\geq$ 50 kg	287.400	656.120	799.630	80,4	642.490					
<i>Ovini</i>	93.500	53.920	10.240	51,8	5.300					1.702
<i>Caprini</i>	32.600	8.080	950	58,9	560					
<i>Equini</i>	21.900	29.770	102.840	51,3	52.750					
<i>Avicoli</i>										
Polli da carne	5.738.000									
Ovaiole	4.671.000				699.900				366.600	
Tacchini	238.700									
Faraone	1.111.000									
Anatre	125.000									

Fonte: ISTAT.

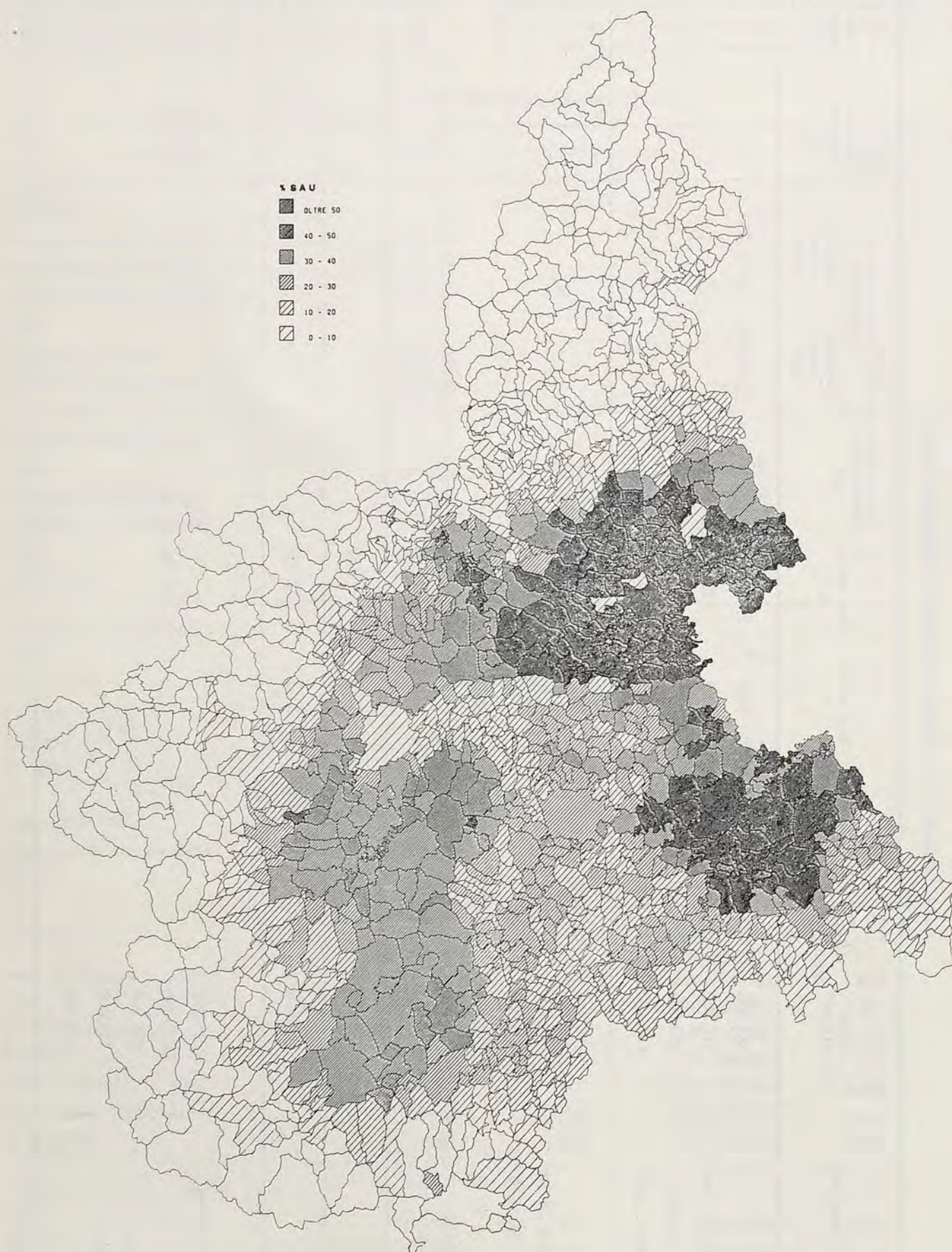


Fig. 1 - Il sistema agricolo piemontese-1977. Distribuzione delle colture cerealicole.

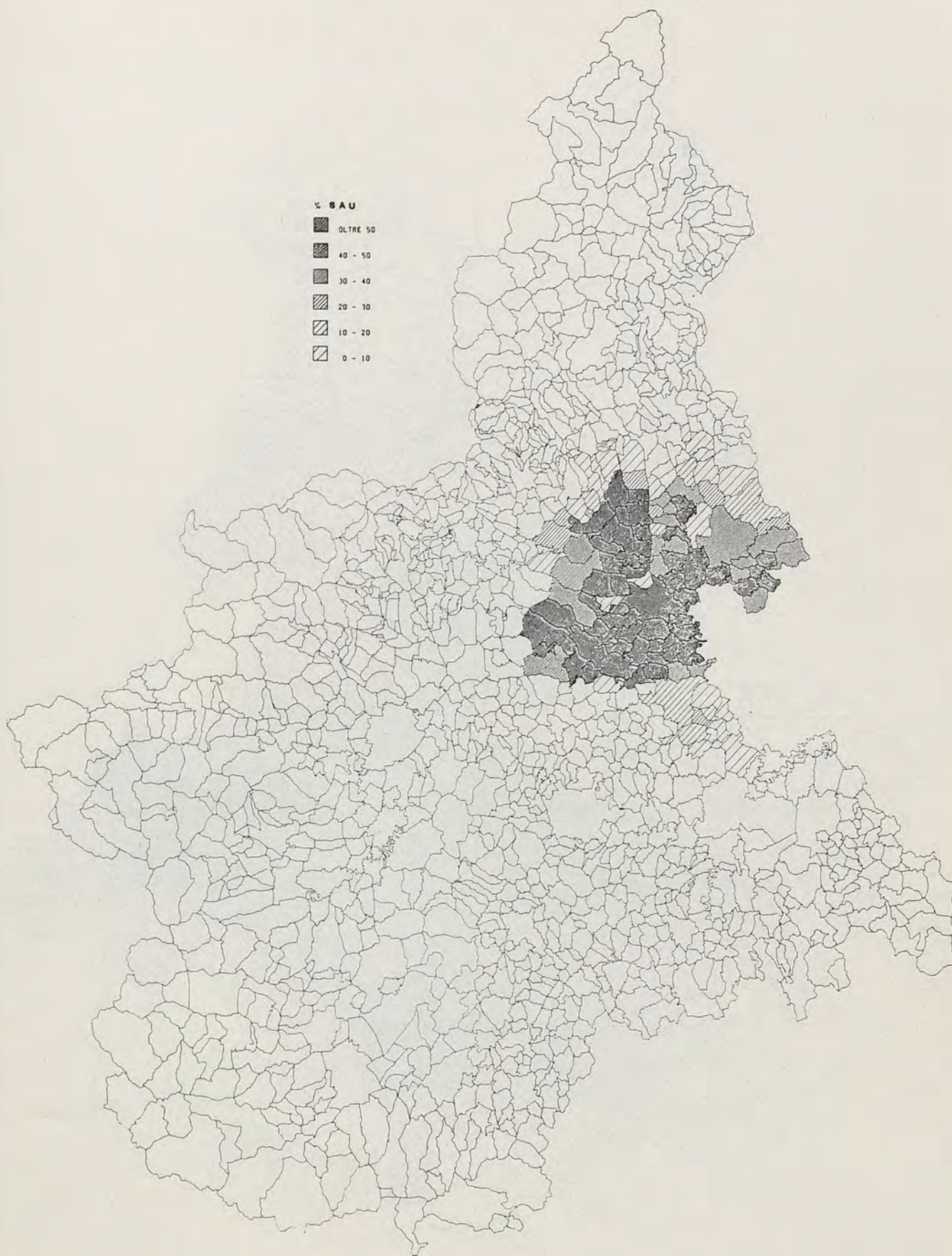


Fig. 2 - Il sistema agricolo piemontese-1977. Distribuzione della coltura del riso.

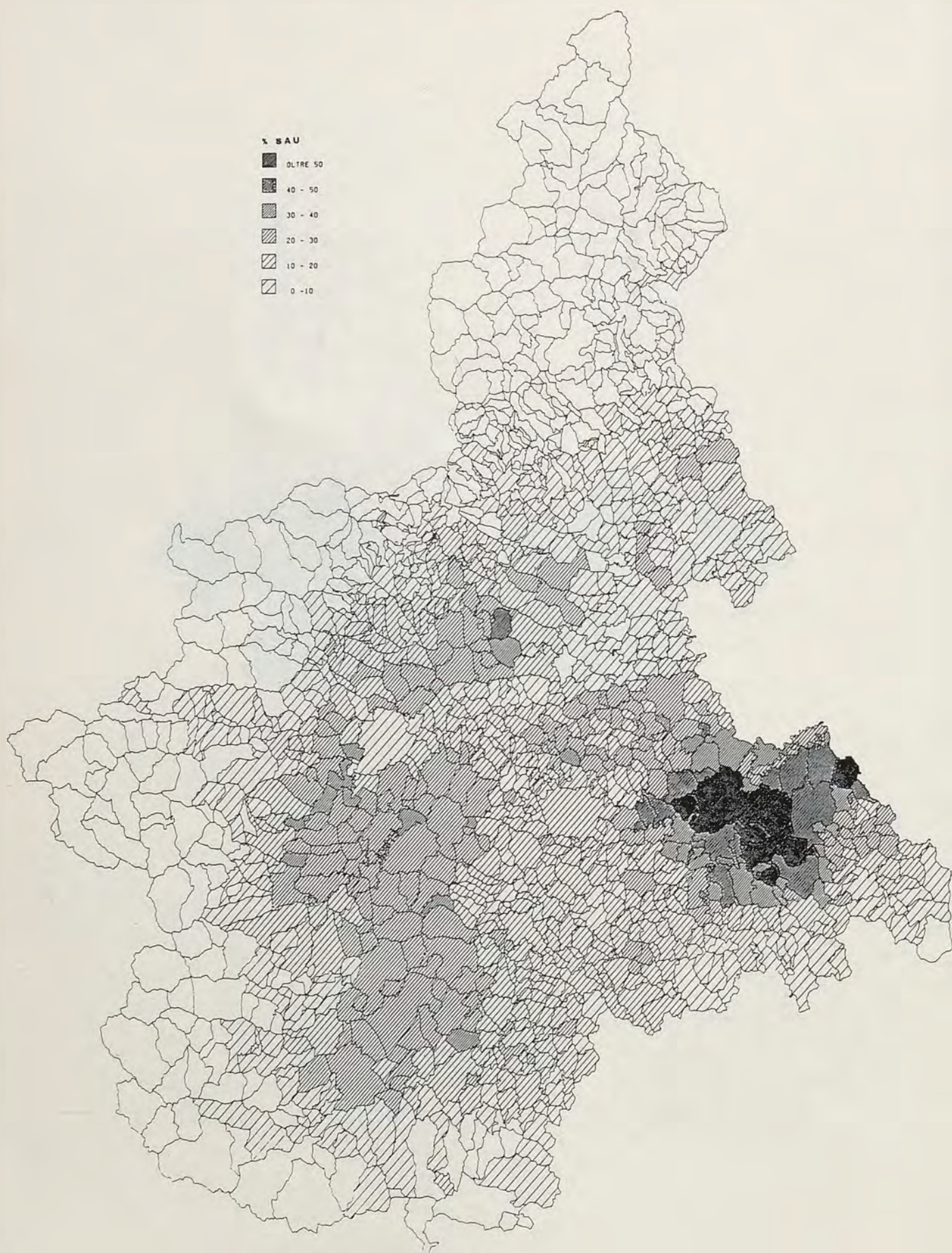


Fig. 3 - Il sistema agricolo piemontese-1977. Distribuzione della coltura del frumento.

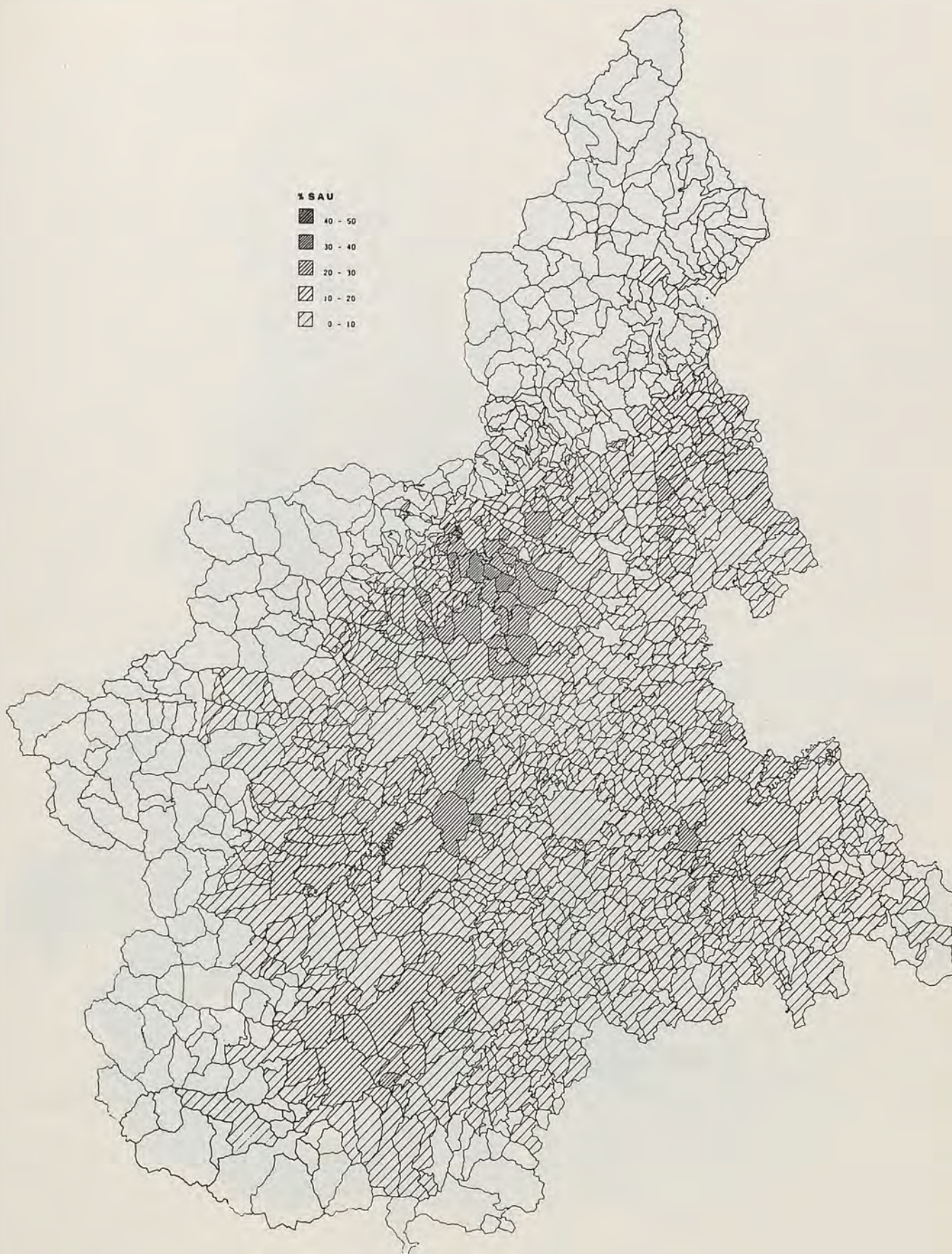


Fig. 4 - Il sistema agricolo piemontese-1977. Distribuzione della coltura del mais.

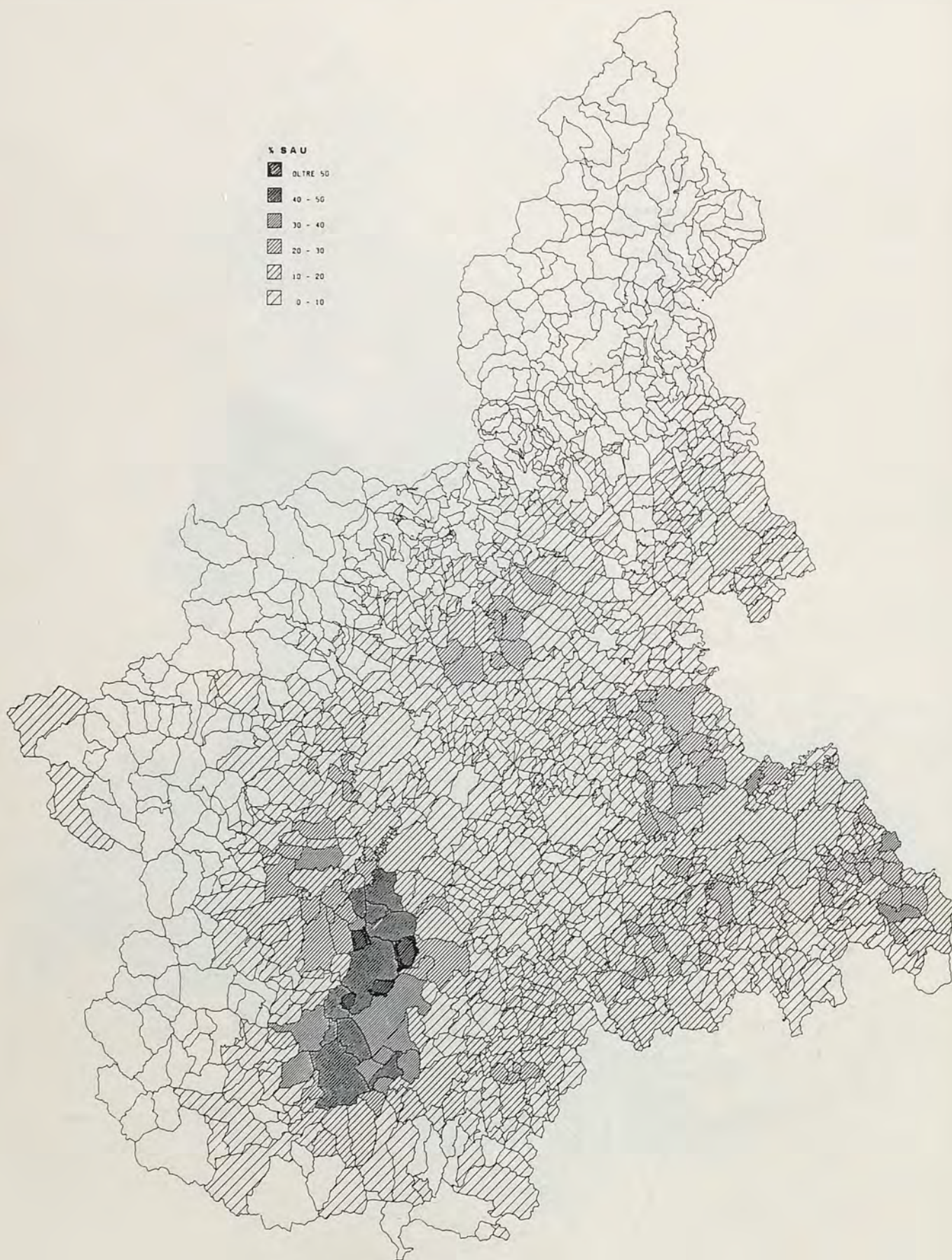


Fig. 5 - Il sistema agricolo piemontese-1977. Distribuzione delle foraggere avvicendate.

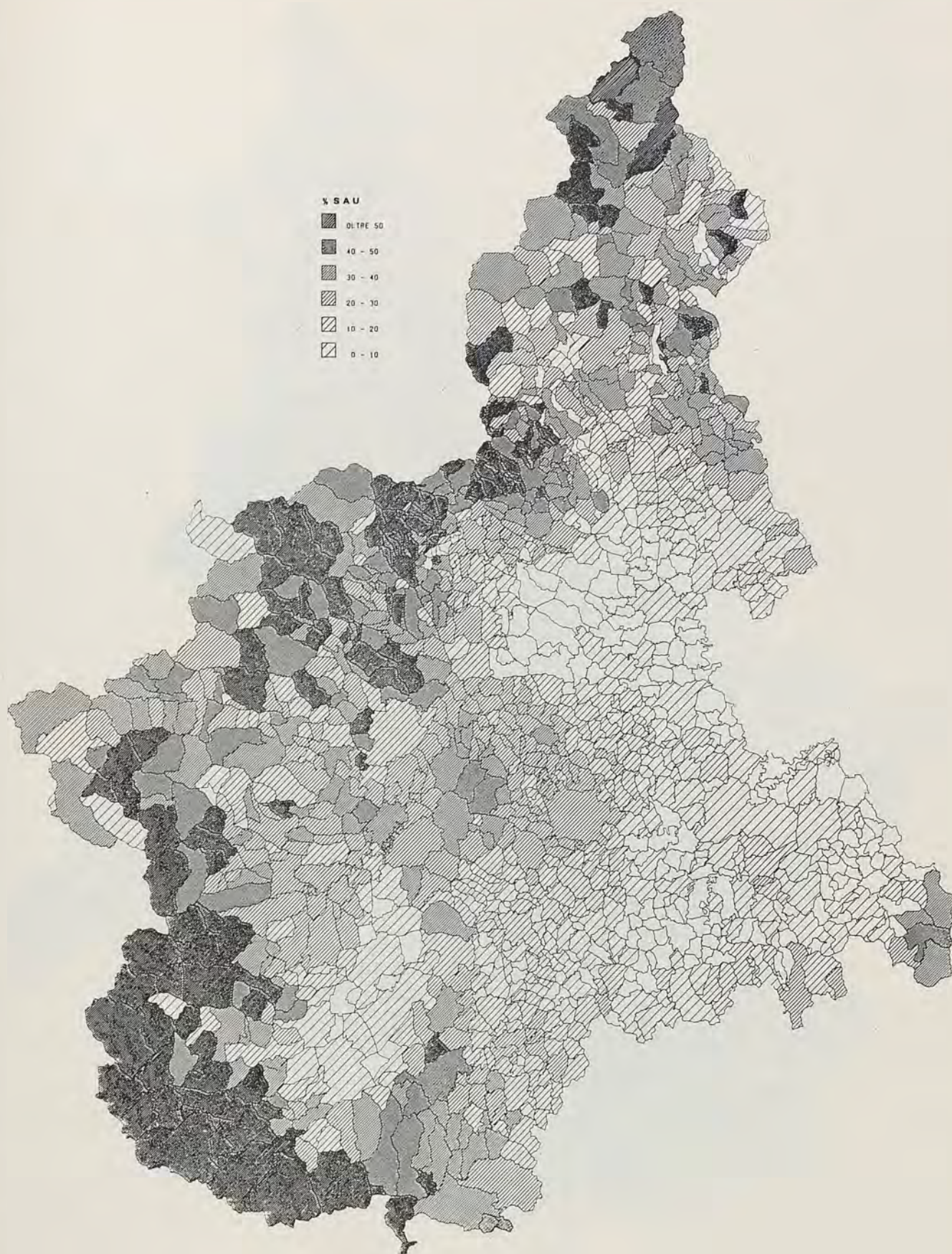


Fig. 6 - Il sistema agricolo piemontese-1977. Distribuzione delle foraggere permanenti.

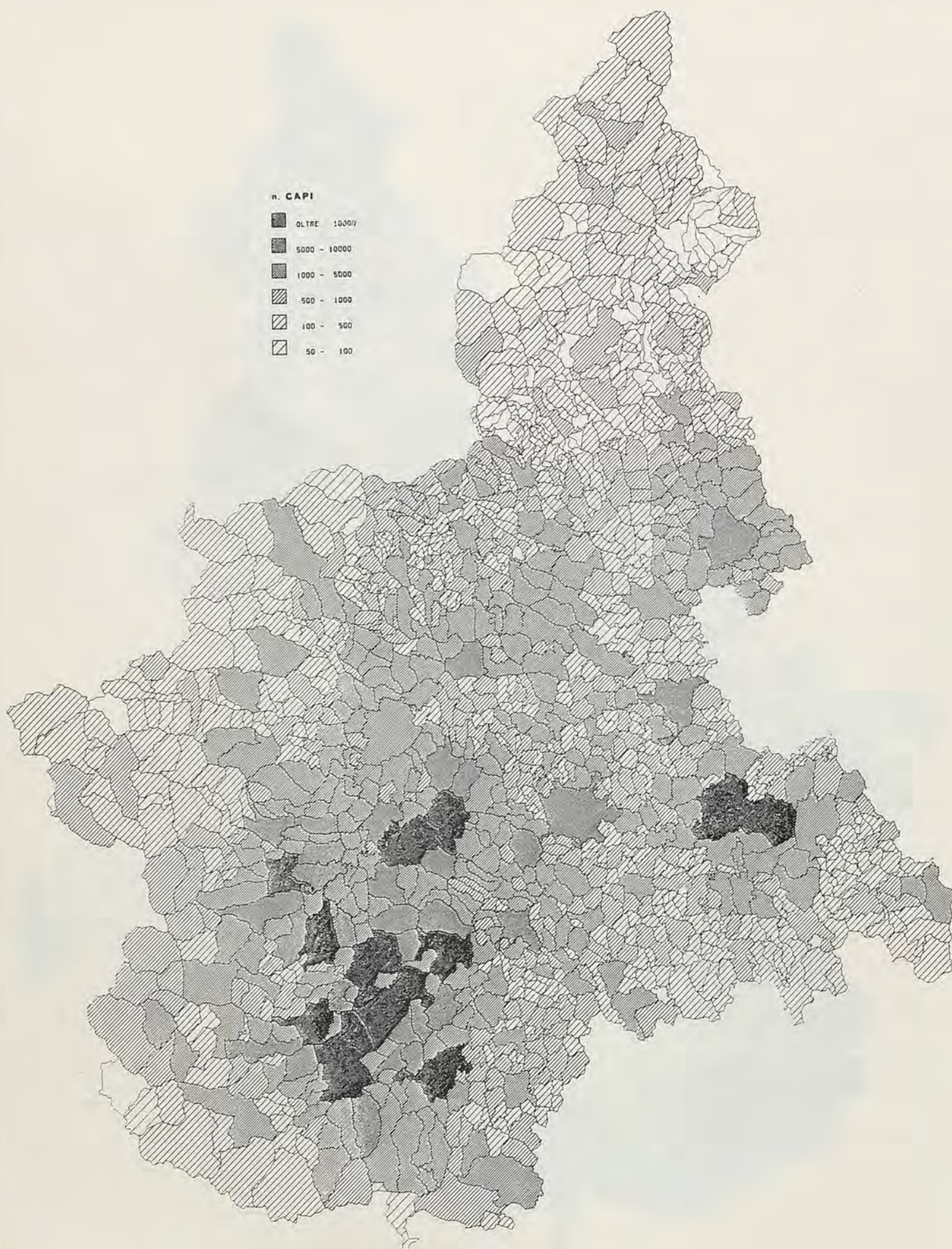


Fig. 7 - Il sistema agricolo piemontese-1977. Distribuzione degli allevamenti bovini.

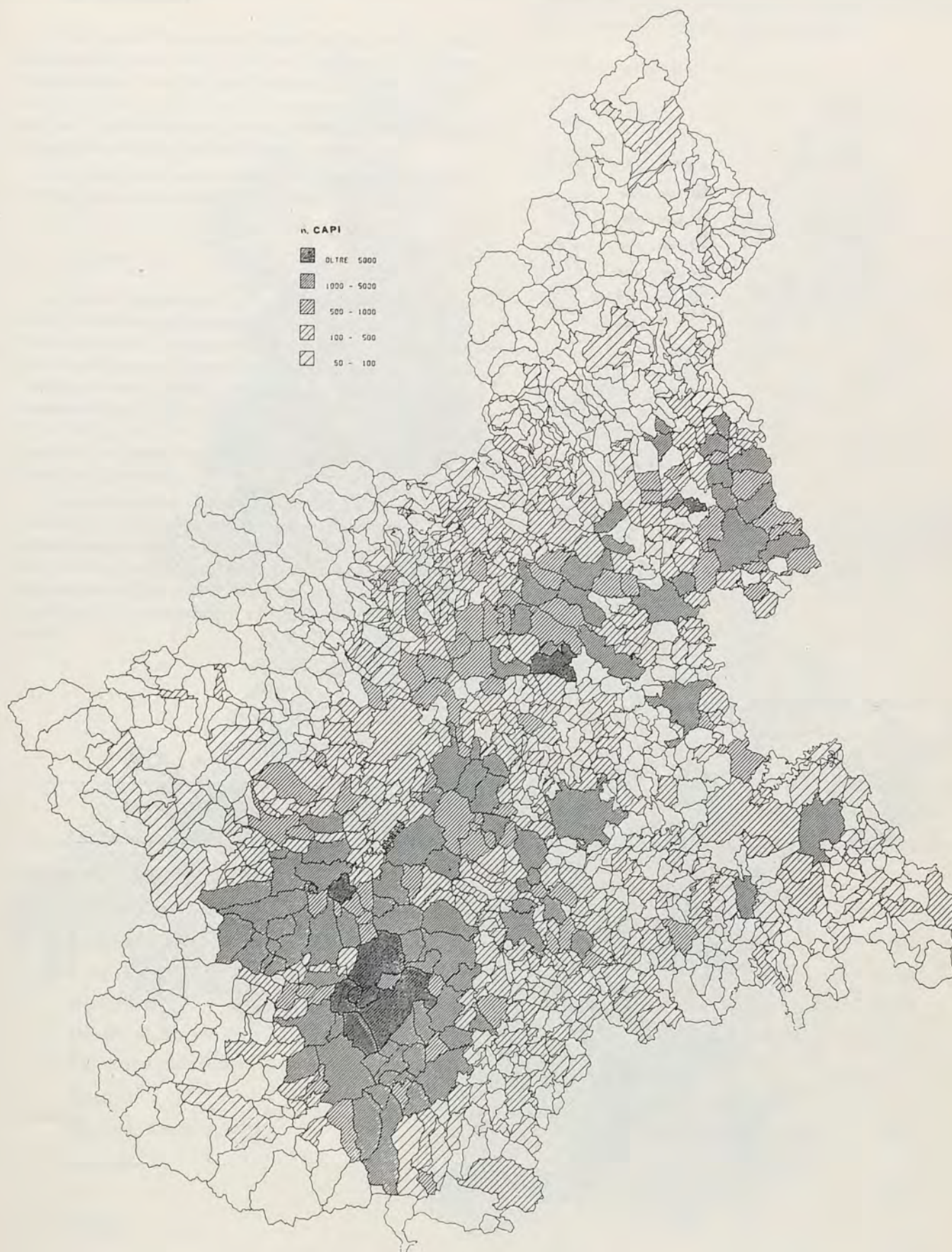


Fig. 8 - Il sistema agricolo piemontese-1977. Distribuzione degli allevamenti suini.

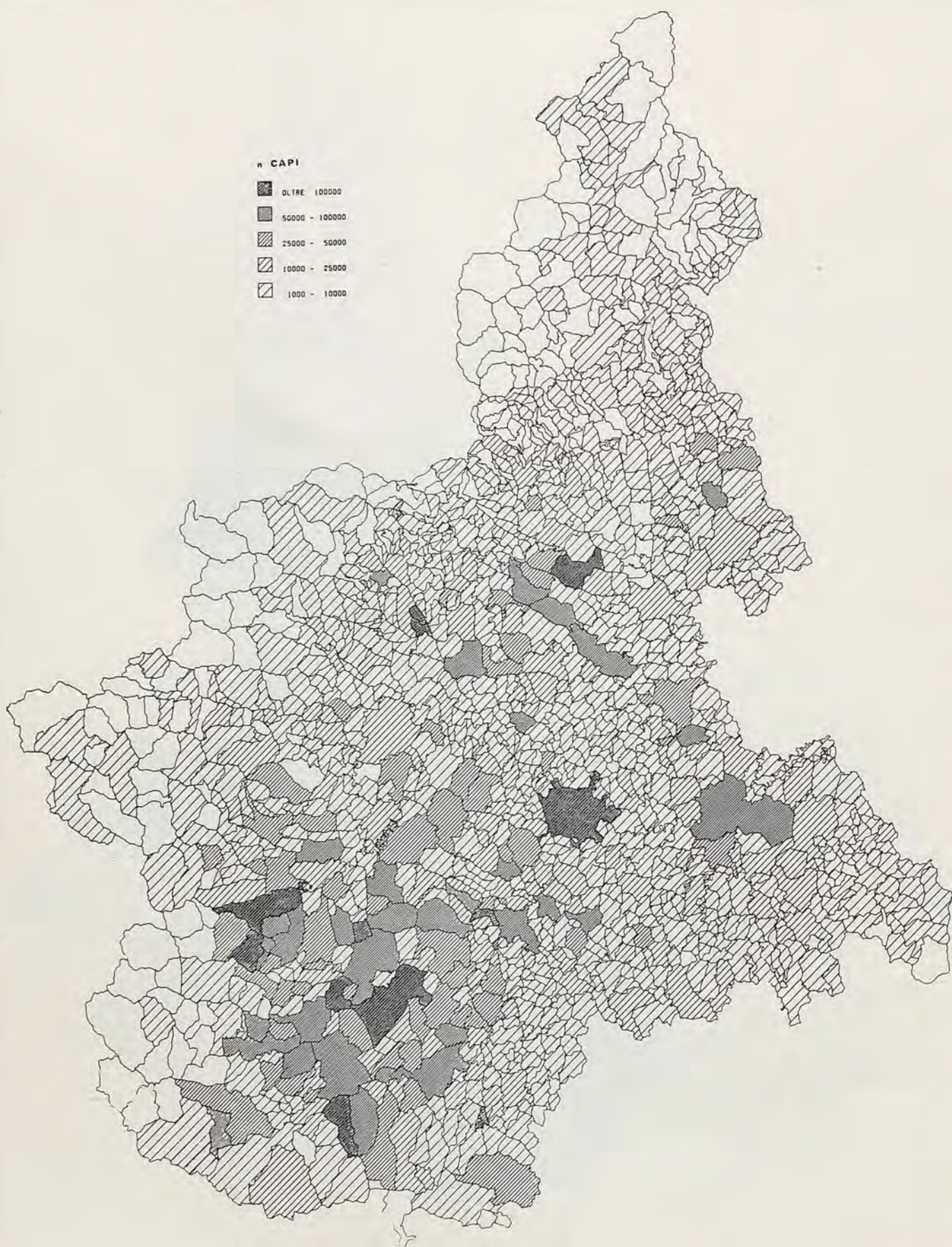


Fig. 9 - Il sistema agricolo piemontese-1977. Distribuzione degli allevamenti avicoli.

2.2. Analisi territoriale delle principali produzioni e dell'allevamento

Con la collaborazione dello CSI - Piemonte sono state realizzate le carte riportate nelle figure 1-9, che evidenziano l'utilizzazione del suolo agricolo piemontese. L'analisi geografica è di fondamentale importanza per puntualizzare le zone meritevoli di indagini specifiche nei vari settori d'intervento.

Le carte sono state ottenute analizzando i dati comunali del Censimento dell'Agricoltura del 1971.

2.3. Il legno

Il legno rappresenta già oggi un notevole contributo ai fabbisogni energetici della Regione, tenendo conto sia della quantità utilizzata come combustibile per riscaldamento domestico, che si è andata tuttavia riducendo negli ultimi anni con la penetrazione del combustibile liquido e gassoso ($2,8 \times 10^8$ kg nel 1971, $2,5 \times 10^8$ kg nel 1974 e $1,8 \times 10^8$ kg nel 1977), che della quantità utilizzata come materiale di primaria importanza nell'industria.

Da altre analisi si può arguire che i dati di provenienza ISTAT da noi utilizzati nelle Tabelle 2.3. e 2.4. sottostimano fortemente le reali quantità rese disponibili al consumo. È quindi da ritenersi opportuna una successiva analisi atta a stabilire dati più attendibili, utilizzando le competenze esistenti nell'ambito regionale.

Nella fig. 10 è rappresentata la distribuzione geografica delle foreste in Piemonte, ottenuta analizzando dati relativi alle singole regioni agrarie.

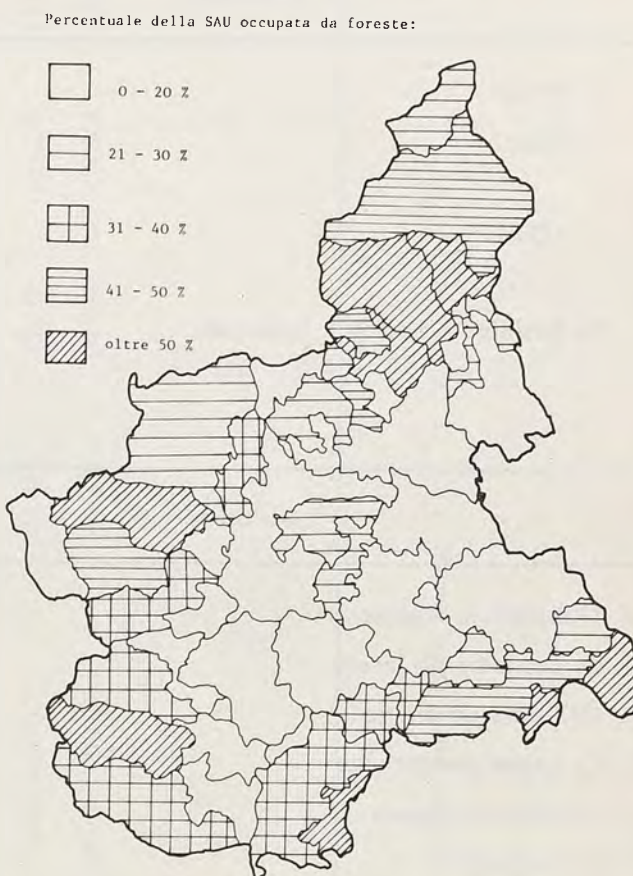


Fig. 10 - La distribuzione delle foreste in Piemonte.

Tabella 2.3. - Regione Piemonte: Foreste (1977)

Descrizione		Sup. esistenti (ha)	Sup. tagliate (ha)
A Superficie forestale		595.457	
B Tipi di Bosco			
B ₁ Resinose fustaie		114.637	1.028
B ₂ Latifoglie		450.285	8.125
B ₂₁ fustaie		106.288	1.920
B ₂₂ ceduo semplice		283.683	5.489
B ₂₃ ceduo composto		60.314	716
Quercia	B ₂₁	1.278	12
(Rovere, Cerro e altre)	B ₂₂ + B ₂₃	24.148	424
Castagno	B ₂₁	49.884	37
	B ₂₂ + B ₂₃	79.773	1.588
Faggio	B ₂₁	3.973	30
	B ₂₂ + B ₂₃	57.200	487

Tabella 2.3. (Continua)

Tabella 2.3. (Continuazione)

Descrizione		Sup. esistenti (ha)	Sup. tagliate (ha)
Pioppi	B ₂₁	38.886	1.618
Altre	B ₂₁	1.178	43
	B ₂₂ + B ₂₃	23.165	770
Misti	B ₂₁	11.089	180
	B ₂₂ + B ₂₃	159.711	2.936
B ₃ Resinose e latifoglie consociate		30.535	161
	B ₃₁ fustaie	11.597	27
	B ₃₃ ceduo composto	18.938	134
Descrizione		Produzione (m ³)	(q.li)
C Utilizzazioni legnose			681.707
C ₁ Legname da lavoro			449.274
C ₂ Legna da ardere			231.294
C ₃ Legna per carbone			1.139
C ₄ Resinose fustaia			43.367
C ₅ Latifoglie			638.340
C ₅₁ fustaia			346.149
C ₅₂ ceduo semplice			244.443
C ₅₃ ceduo composto			47.748
C ₁ C ₄ legname da lavoro: resinose fustaia			38.580
C ₁ C ₅ legname da lavoro: latifoglie			410.694
C ₁ C ₅₁ da fustaia			320.663
C ₁ C ₅₂ da ceduo semplice			75.227
C ₁ C ₅₃ da ceduo composto			14.804
C ₂ C ₄ Combustibili vegetali da resinose	4.787		25.886
C ₂₁ C ₄ legna da ardere			16.480
C ₂₂ C ₄ fasciname			9.406
C ₂ C ₃ C ₅ Combustibili vegetali da ardere e da carbone da latifoglie	227.646		1.813.300
C ₂₁ C ₃ C ₅ legna da ardere			1.712.051
C ₂₂ C ₃ C ₅ fasciname			99.427
C ₂₃ C ₃ C ₅ carbone e carbonella			1.822
C ₂ C ₃ C ₅₁ latifoglie da fustaia	25.486		
C ₂ C ₃ C ₅₂ ceduo semplice	169.216		
C ₂ C ₃ C ₅₃ ceduo composto	33.944		

Fonte: ISTAT.

Tabella 2.4. - Regione Piemonte: Foreste (1977)

Descrizione	Superficie esistente (ha)	Superficie tagliata (ha)	Descrizione	Volume tagliato (m³)	Legname da lavoro (m³)	Combustibili vegetali (m³)	Combustibili vegetali (q.li)
Superficie forestale	595.457	9.314					
Tipi di bosco:							
Resinose-fustaie	114.637	1.028	Resinose fustaie (1)	43.367	38.580	4.787	25.886
Latifoglie	450.285	8.125	Latifoglie (1)	638.340	410.694	227.646	1.813.300
da fustaia	106.288	1.920	da fustaia	346.149	320.663	25.486	203.000 (2)
da ceduo semplice	283.683	5.489	da ceduo semplice	244.443	75.227	169.216	1.347.282 (2)
da ceduo composto	60.314	716	da ceduo composto	47.748	14.804	33.944	262.928 (2)
Resinose e Latifoglie consociate	30.535	161					
da fustaia	11.597	27					
da ceduo composto	18.938	134					

Fonte: ISTAT.

(1) Comprendono le utilizzazioni sia da boschi puri che da boschi misti.

(2) Per la ripartizione dei combustibili vegetali secondo la forma di governo, si ammette una densità media costante.

2.4. Evoluzione delle principali produzioni agricole nel decennio 1970/80

Le figure da 11 a 22 descrivono l'andamento delle produzioni agro-forestali nel periodo 1970/1977. Da un loro sommario esame e senza entrare nel merito della accuratezza delle rilevazioni è possibile osservare:

- una sostanziale stazionarietà della superficie investita a mais;
- una netta riduzione della superficie destinata alla produzione di frumento;
- il persistente aumento, pur con qualche oscillazione, della superficie risicola;
- un sensibile e costante aumento della produzione di carne, a fronte di una sostanziale stazionarietà della produzione di latte;
- una sensibile riduzione della produzione forestale, sia in termini di superficie tagliata che di legname abbattuto; per il ceduo la riduzione è da imputarsi essenzialmente alla riduzione della richiesta di combustibile vegetale; è da osservare che una minor utilizzazione delle risorse forestali non mette in pericolo le loro potenzialità, rimanendo il legname efficacemente « accumulato » nei boschi e nelle foreste.

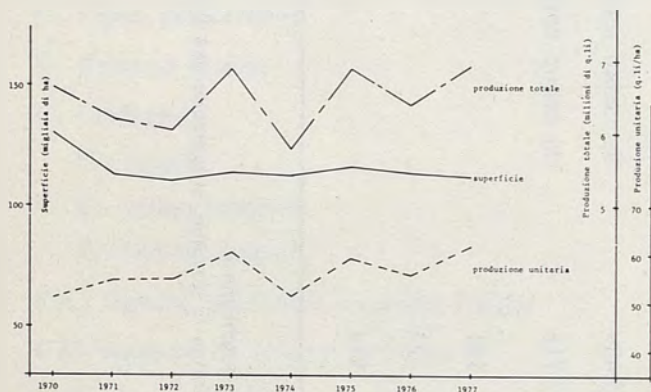


Fig. 11 - Evoluzione della produzione di mais in Piemonte.

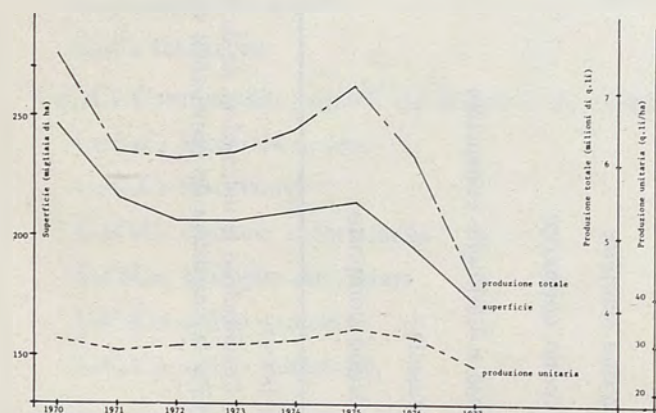


Fig. 12 - Evoluzione della produzione di frumento in Piemonte.

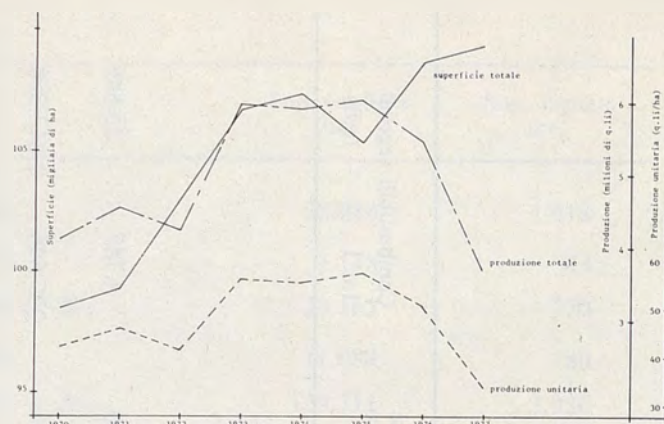


Fig. 13 - Evoluzione della produzione di riso in Piemonte.

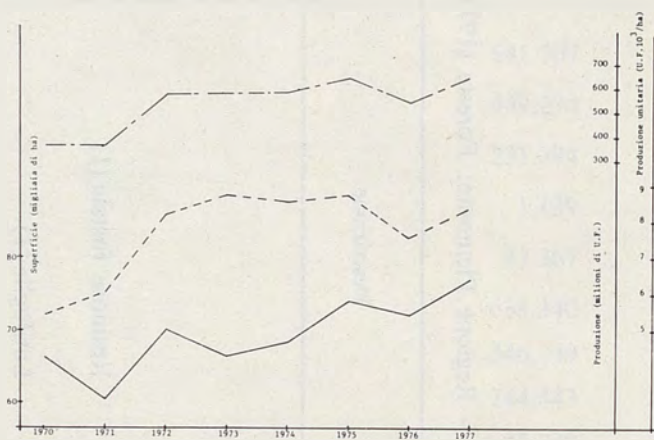


Fig. 14 - Evoluzione della produzione di foraggio da foragere temporanee in Piemonte: erbai.

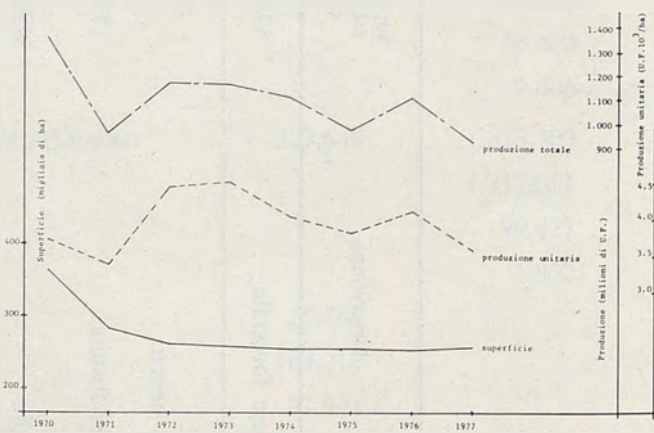


Fig. 15 - Evoluzione della produzione di foraggio da foragere temporanee in Piemonte: prati avvicendati.

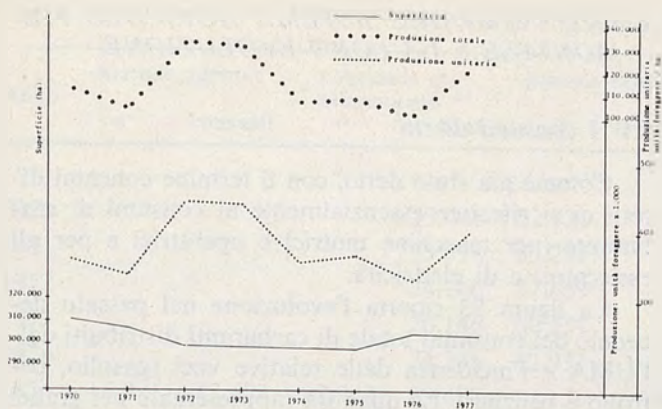


Fig. 16 - Evoluzione della produzione di foraggio da foraggiere permanenti in Piemonte: pascoli.

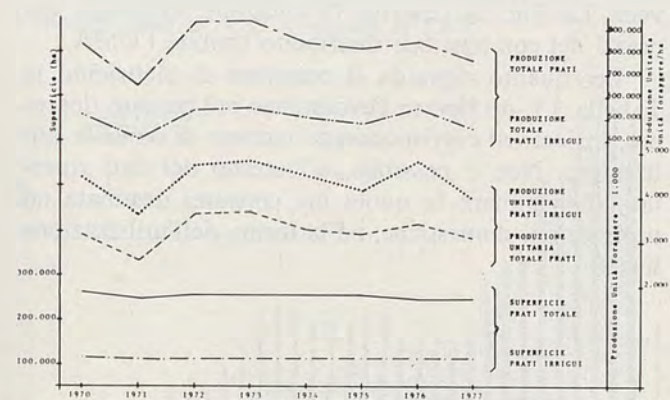


Fig. 17 - Produzione di foraggio da foraggiere permanenti in Piemonte: prati.

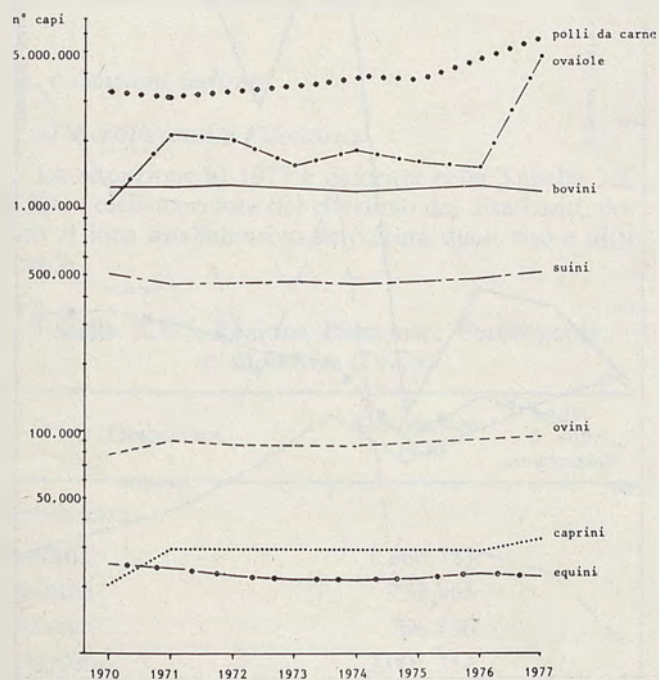


Fig. 18 - Evoluzione del patrimonio zootecnico in Piemonte.

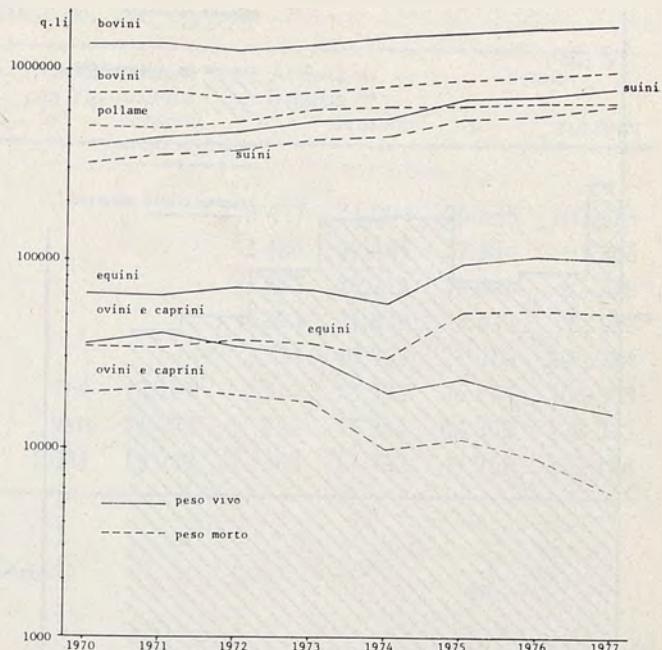


Fig. 19 - La macellazione in Piemonte.

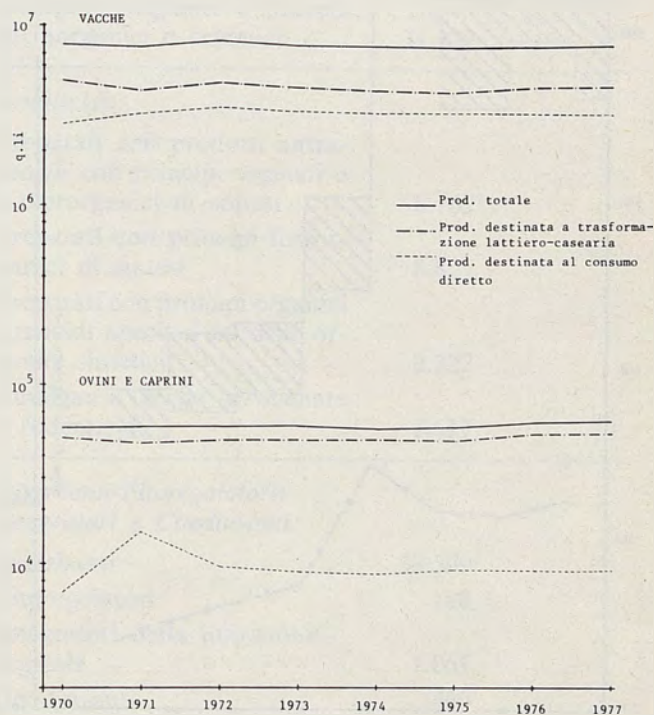


Fig. 20 - La produzione di latte degli allevamenti piemontesi.

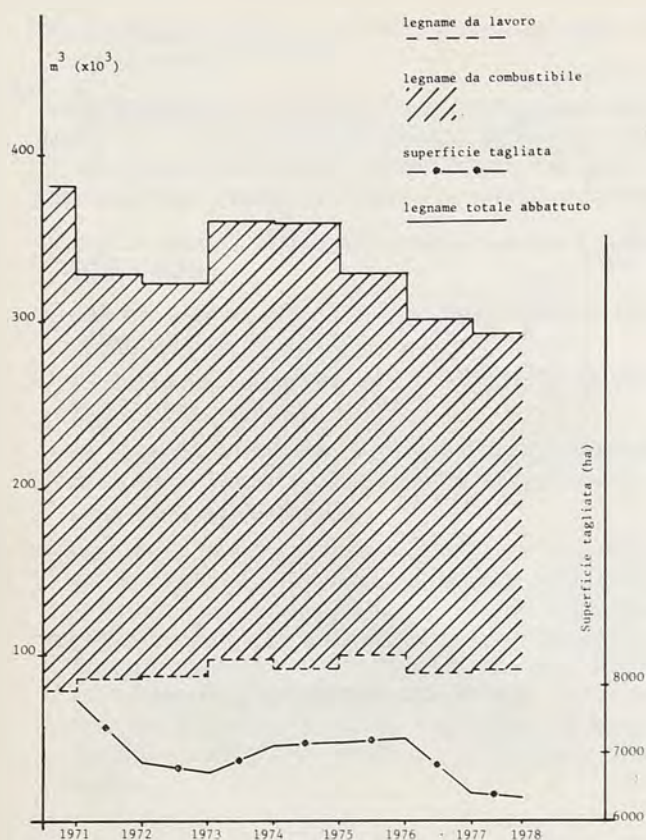


Fig. 21 - La produzione di legname da bosco ceduo in Piemonte.

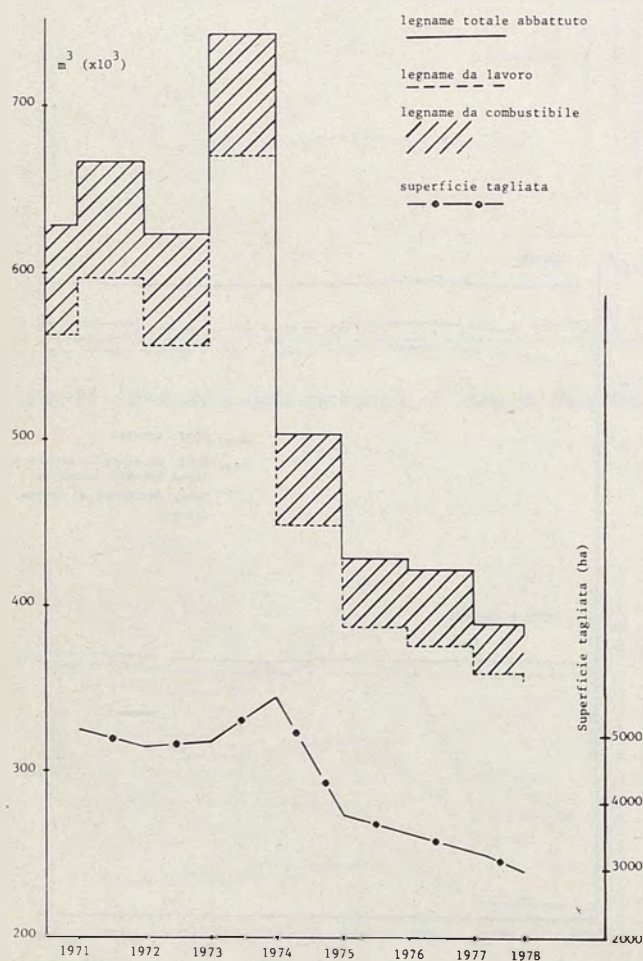


Fig. 22 - La produzione di legname da fustaia in Piemonte.

3. I CONSUMI DEL SISTEMA AGRICOLO PIEMONTESE E LA LORO EVOLUZIONE

3.1. I consumi diretti

Come è già stato detto, con il termine consumi diretti ci si riferisce essenzialmente ai consumi di carburante (per macchine motrici e operatrici e per gli essiccatoi) e di elettricità.

La figura 23 riporta l'evoluzione nel passato decennio del consumo totale di carburanti distribuiti dall'UMA e l'incidenza delle relative voci (gasolio, petrolio e benzina). Le quantità rappresentate nei grafici non rappresentano ovviamente il consumo totale per l'agricoltura, in quanto è escluso il consumo di carburante « non agevolato », acquistato dagli agricoltori al mercato tradizionale. È pure escluso il consumo di olio combustibile. Per quest'ultimo si è ricorso a stime dell'ENI, per poter inserire nel bilancio anche tale voce. La Fig. 24 descrive l'evoluzione temporale dei prezzi del combustibile distribuito tramite l'UMA.

Per quanto riguarda il consumo di elettricità, la Tabella 3.1. ne riporta l'evoluzione nel passato decennio, insieme al corrispondente numero di aziende utilizzatrici. Non è possibile, all'interno dei dati riportati, discriminare la quota dei consumi destinata ad utilizzazioni domestiche, né la forma dell'utilizzazione finale.

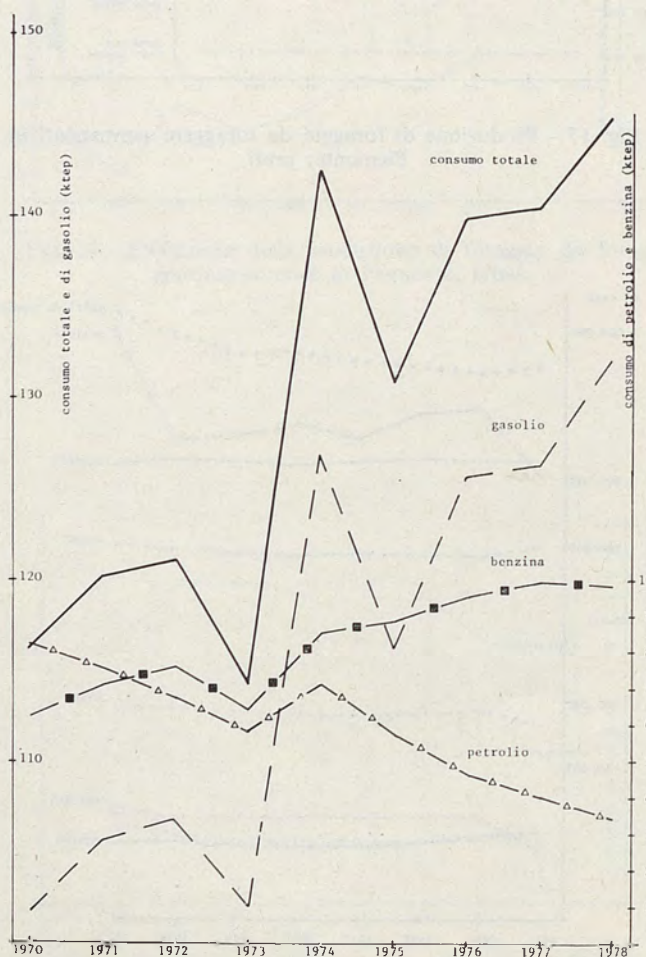


Fig. 23 - Consumo di carburante distribuito dall'UMA.

Tabella 3.1. - Energia elettrica per uso agricolo

Anno	Aziende agricole		Aziende di allevamento *		Aziende forestali		Attività connesse con l'agricoltura		Attività di Bonifica **		Totale	
	n°	consumi	n°	consumi	n°	consumi	n°	consumi	n°	consumi	n°	consumi
				n° cons.***								
1970				23.228	52.331				3.427	51.004	26.655	103.335
1971				23.398	53.201				3.486	42.465	27.384	95.666
1972				24.760	57.659				3.285	28.211	28.045	85.870
1973				26.146	60.559				3.293	31.629	29.439	92.188
1974				24.286	82.931				2.724	40.853	27.010	123.784
1975	16.391	42.424	18.343	39.408	59	900	764	10.181	317	13.392	35.874	106.305
1976	28.632	56.868	13.232	38.838	77	555	980	11.788	382	25.284	43.303	133.323
1977	30.759	50.737	13.493	42.334	67	432	1.031	15.949	368	13.732	45.718	123.184

Fonte: ISTAT.

* Aziende di allevamento comprese caccia e pesca.

** Aziende di bonifica, irrigazione (consorzi) e miglioramento fondiario.

*** Dati disaggregati non disponibili dal 1970 al 1974.

I consumi sono espressi in migliaia di kWh.

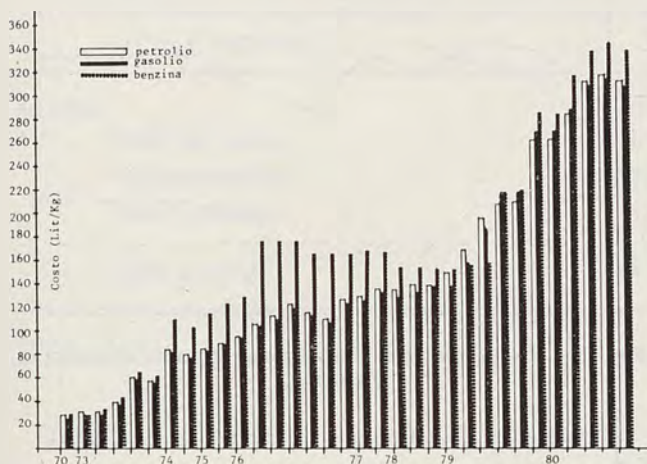


Fig. 24 - Costo del combustibile agevolato per l'agricoltura al lordo di IGE e IVA.

3.2. I consumi indiretti

a) Fertilizzanti e Fitoiatrici

La situazione al 1977 è descritta nella Tabella 3.2. Si noti l'elevato valore del consumo dei diserbanti, dovuto al loro uso intensivo su colture quali riso e altri cereali.

Tabella 3.2. - Regione Piemonte: Fertilizzanti e fitoiatrici (1977)

Descrizione	Distribuzioni (q.li)	kg/ha di sup. concimabile
Fertilizzanti:		
Azotati	1.366.757	
Fosfatici	232.965	
Potassici	236.140	
Complessi	2.005.254	
Composti da miscele	236.055	

Descrizione	Distribuzioni (q.li)	kg/ha di sup. concimabile
Elementi fertilizzanti contenuti nei concimi clinici distribuiti per uso agricolo:		
Azoto	665.642	66,5
Anidride fosforica	405.596	40,5
Ossido potassio	416.750	41,6
Anticrittogamici:		
Zolfo e composti dello zolfo	43.355	
Composti del rame e del ferro	13.257	
Composti organici e miscele di inorganici e organici	31.222	

Insetticidi:

Preparati con prodotti antra-cenici, con principi vegetali e e clororganici di sintesi	6.162
Preparati con principi fosfor-ganici di sintesi	8.827
Preparati con principi organici acaricidi specifici ed altri or-ganici sintetici	2.227
Fumiganti, esche avvelenate e rodenticidi	1.617

Diserbanti-Fitoregolatori-Integratori e Coadiuvanti:

Diserbanti	53.509
Fitoregolatori	188
Integratori della nutrizione vegetale	1.061
Coadiuvanti	460

Fonte: ISTAT.

L'evoluzione delle quantità distribuite è sinteticamente e utilmente rappresentata dalle figure da 25 a 29. Si osservi in fig. 27 l'andamento nettamente crescente dei consumi di elementi fertilizzanti, a parte le oscillazioni dovute alle diverse situazioni stagionali, sia in quantità assolute che nei loro valori specifici.

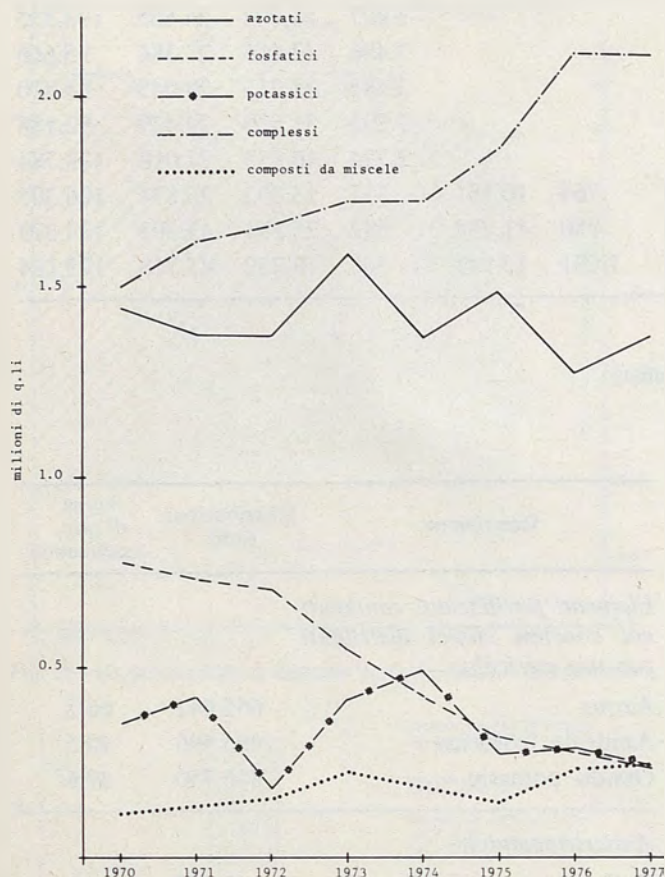


Fig. 25 - Fertilizzanti distribuiti in Piemonte.

Fig. 29 - La distribuzione di insetticidi in Piemonte. →

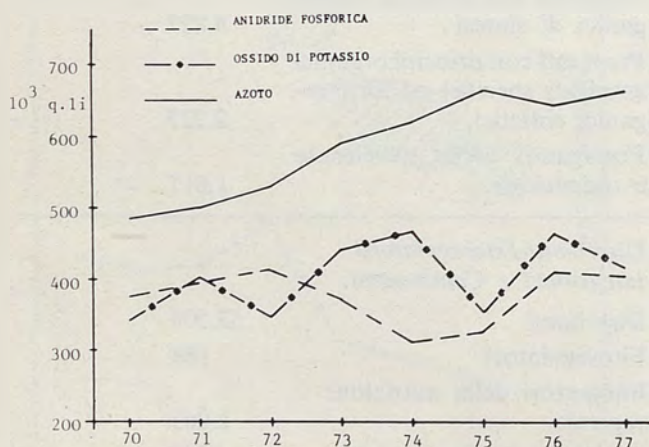


Fig. 26 - Elementi fertilizzanti contenuti nei concimi chimici per uso agricolo.

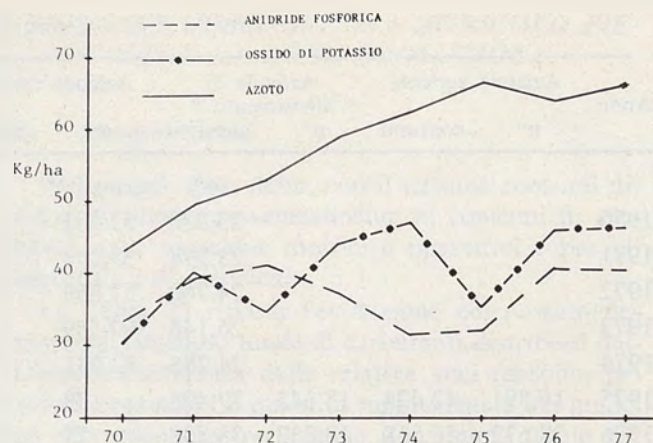


Fig. 27 - Elementi fertilizzanti contenuti nei concimi chimici per ettaro di superficie concimabile.

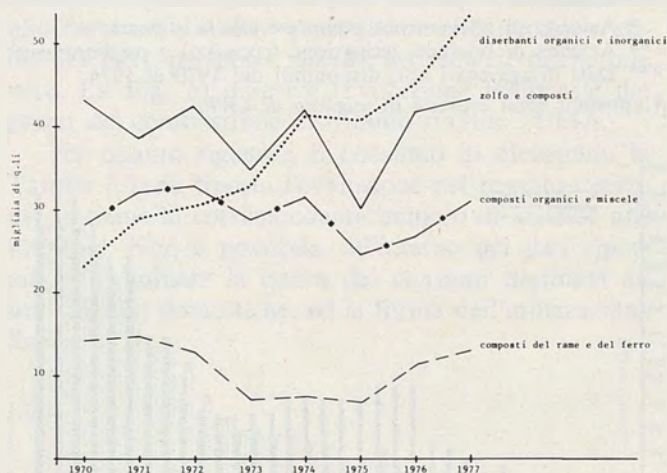
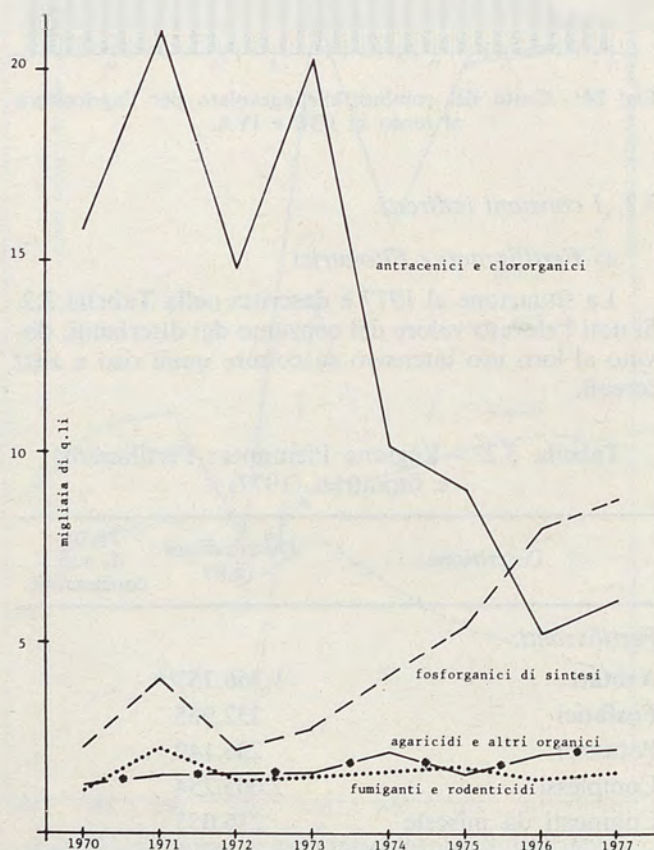


Fig. 28 - Evoluzione della distribuzione di anticrittogamici in Piemonte.



b) *Mangimi e nuclei*

Le Tabelle 3.3. e 3.4. illustrano la situazione regionale relativa alla produzione e al consumo totale

di mangimi e nuclei destinati all'alimentazione animale. L'andamento nel tempo dei consumi è riportato nelle figure da 30 a 33.

Tabella 3.3. - Regione Piemonte: Mangimi composti integrati (1977)

Descrizione	Produzione (q.li)	Distribuzione (q.li)	Scarto (q.li)
Bovini			
Vitelli	316.708	500.996	-184.288
Sostitutivi del latte	42.280	208.623	-166.343
Altri	274.428	292.373	-17.945
Bovini Adulti	1.461.780	1.448.738	+13.042
Bovini da latte	573.735	498.000	+75.735
Bovini da carne e altri bovini	888.045	950.738	-62.693
Suini	830.014	1.258.147	-428.133
Equini	1.222	1.570	-348
Ovini e caprini	3.398	3.787	-389
Avicoli	1.290.049	1.663.902	-373.853
Polli da carne	740.685	926.670	-185.985
Galline ovaiole	502.208	653.784	-151.576
Altro pollame	47.156	83.448	-36.292
Altri animali	449.080	623.873	-174.793

Fonte: ISTAT.

Tabella 3.4. - Regione Piemonte: Nuclei (1977)

Destinazione	Produzione (q.li)	Distribuzione (q.li)	Scarto (q.li)
Bovini			
Vitelli	46.649	35.106	+11.543
Bovini adulti	177.505	198.528	-21.023
Bovini da latte	37.456	69.145	-31.689
Bovini da carne e altri bovini	140.049	129.383	+10.666
Suini	37.435	88.030	-50.595
Equini			
Ovini e Caprini	161	161	
Avicoli	86.014	171.044	-85.030
Polli da carne	37.190	101.080	-63.890
Galline ovaiole	47.254	66.943	-19.689
Altro pollame	1.570	3.021	-1.451
Altri animali		1.062	-1.062

Fonte: ISTAT.

È opportuno osservare lo stabile aumento di tali consumi, almeno per i bovini, a parte oscillazioni legate alle scelte di politica agricola effettuate nei primi anni settanta, il che è indice di un potenziamento della zootecnia regionale.

c) *Le macchine*

L'evoluzione del parco motoristico regionale è descritto dalla figura 34 dedotta dei dati UMA e da esistenti elaborazioni eseguite su di essi.

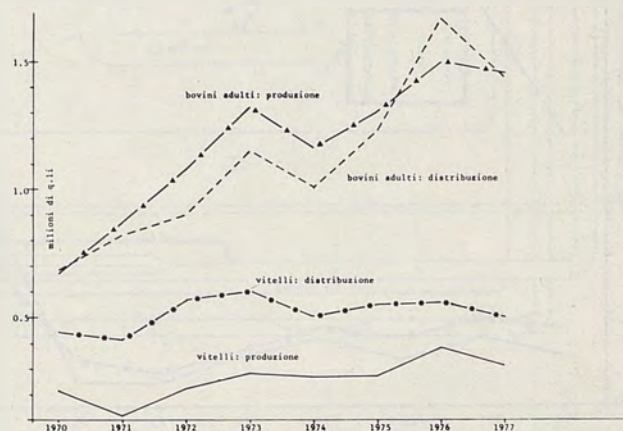


Fig. 30 - Composti integrati per bovini.

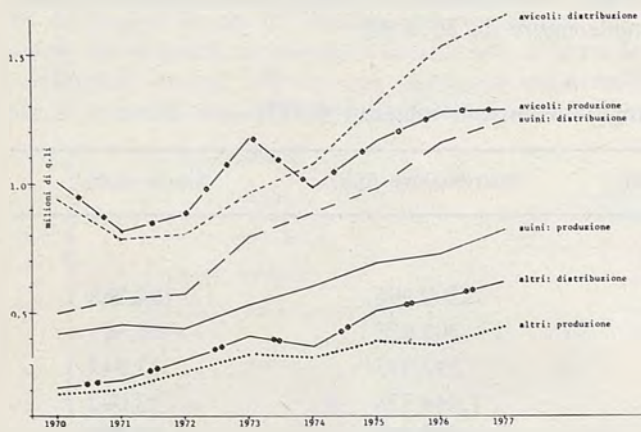


Fig. 31 - Composti integrati per suini, avicoli e altri animali.

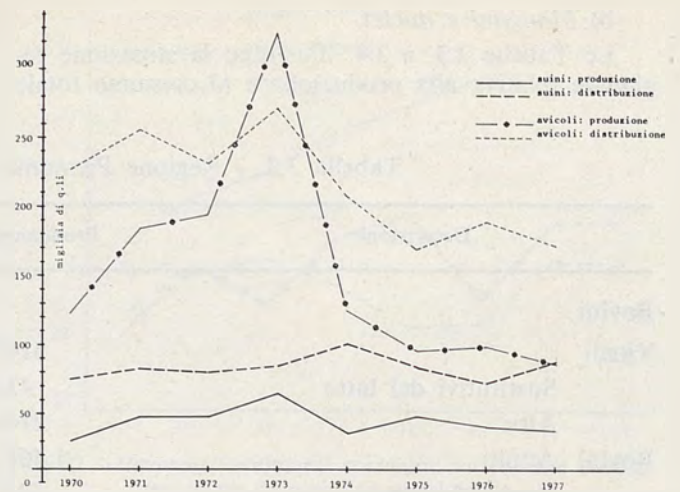


Fig. 33 - Nuclei per suini e avicoli.

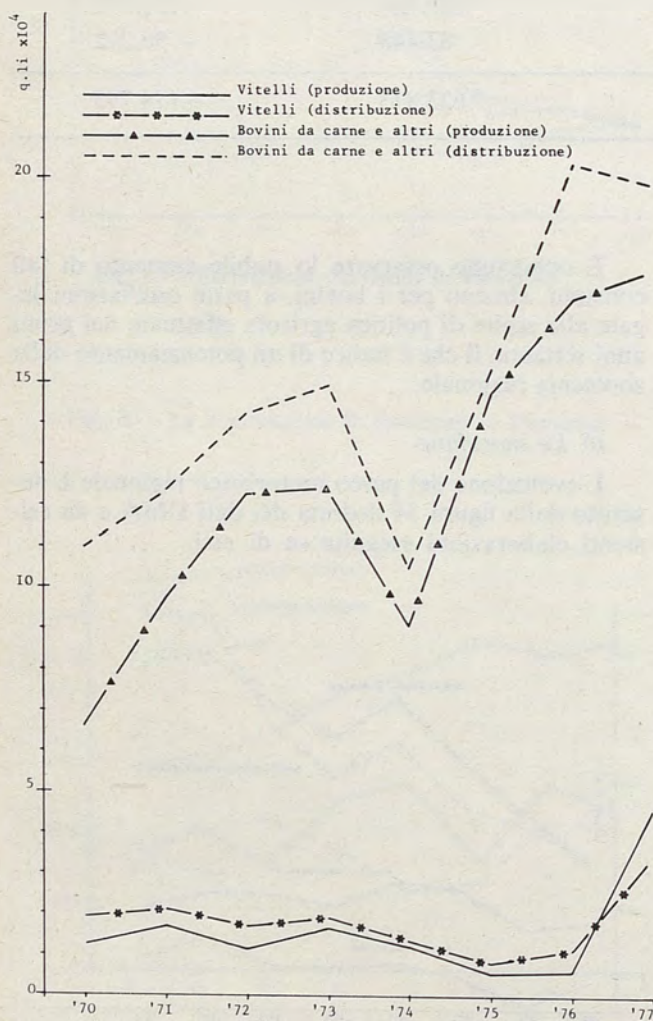


Fig. 32 - Nuclei per bovini.

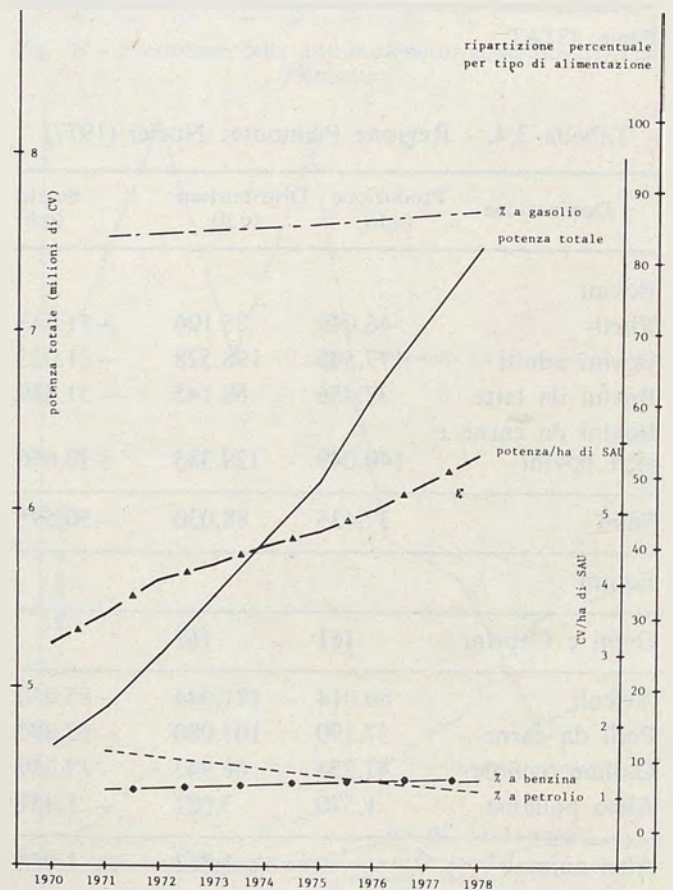


Fig. 34 - Motori agricoli per tipo di alimentazione.

4. IL BILANCIO ENERGETICO DEL SISTEMA AGRICOLO PIEMONTESE

Dopo aver descritto le basi metodologiche ed aver analizzato in dettaglio il quadro della situazione agricola piemontese, in questo capitolo viene preso in esame il bilancio energetico della regione.

Data la non omogeneità e, talvolta, la mancanza di dati sia statistici che tecnici, l'analisi effettuata deve essere intesa come un primo approccio al problema. Si raccomanda inoltre grande attenzione e cautela nella

interpretazione ed utilizzazione dei risultati che riguardano un settore così delicato come quello agro-alimentare.

4.1. La terra e l'allevamento

La figura 35, utilizzando una tecnica grafica abbastanza diffusa nell'energetica dei sistemi, rappresenta per il 1977 la struttura del sistema agricolo e le entità annuali degli apporti e dei prodotti in gioco, in unità fisiche. La successiva figura 36 li traduce in unità omogenee energetiche.

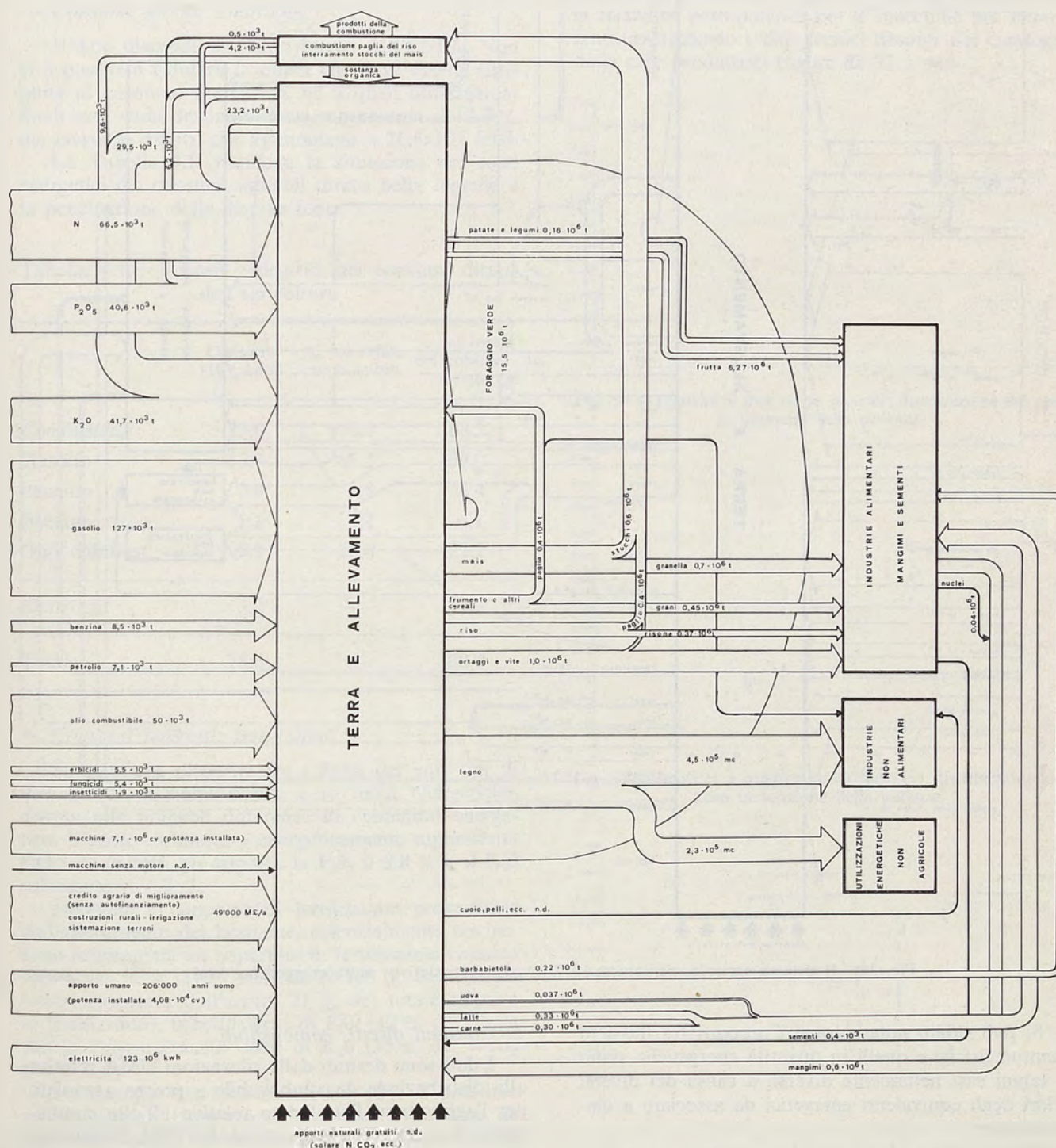


Fig. 35 - Il sistema agricolo piemontese-1977. Quadro riassuntivo: unità fisiche.

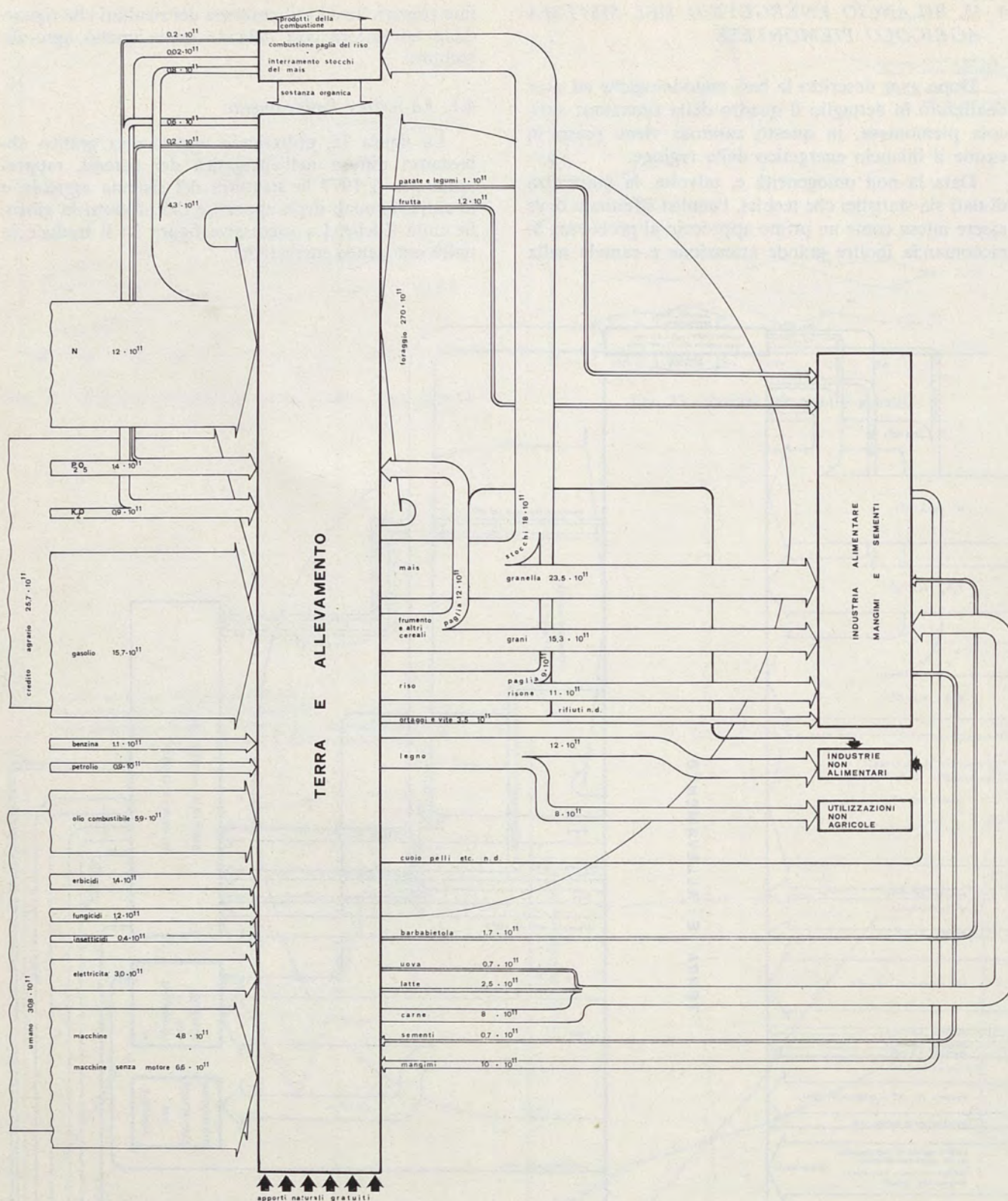


Fig. 36 - Il sistema agricolo piemontese-1977. Quadro riassuntivo: unità energetiche: kcal.

Si può subito notare come i rapporti fra flussi in quantità fisiche e quelli in quantità energetiche siano in taluni casi nettamente diversi, a causa dei diversi valori degli equivalenti energetici da associare a ciascuna voce.

Alcune osservazioni si rendono necessarie per l'interpretazione delle figure.

Consumi diretti: combustibili

I dati sono desunti dalle rilevazioni UMA relative alla distribuzione di combustibile a prezzo agevolato per l'agricoltura. Per il dato relativo all'olio combustibile si è ricorso ad una stima dell'ENI. Si deve tenere in conto che i valori presentati, unici disponibili, possono anche differenziarsi notevolmente dal consu-

mo effettivo, specialmente da quando la differenza tra prezzo agevolato e prezzo libero non costituisce più un grande incentivo e per l'esistenza di difficoltà di approvvigionamento.

Il totale ammonta a circa $23,6 \cdot 10^{11}$ kcal. All'interno di tale valore si può stimare, ricorrendo a dati tecnici di letteratura [1], che circa $2,5 \cdot 10^{11}$ kcal vengano utilizzate per l'essiccazione del mais (400 kcal/kg, per riduzione di umidità del 15 %, con efficienza del 26 %) e circa $1,8 \cdot 10^{11}$ kcal per l'essiccazione del riso (300 kcal/kg, per riduzione di umidità del 9 %, con efficienza del 26 %), per un totale di $4,3 \cdot 10^{11}$ kcal.

— Consumi diretti: elettricità

Il dato discende da valori forniti dall'ENEL. Non ci è possibile valutare la quota che deve essere attribuita al consumo domestico, né a quali utilizzazioni finali essa vada destinata. Essa rappresenta il 12,7 % dei consumi diretti, che ammontano a $26,6 \cdot 10^{11}$ kcal.

La Tabella 4.1. riepiloga la situazione dei costi energetici dei consumi agricoli diretti nella regione e la penetrazione delle diverse fonti.

Tabella 4.1. - I costi energetici dei consumi diretti dell'agricoltura

	Consumo (10^{11} kcal)	% sul totale combustibili	% sul totale dei consumi diretti
Combustibili:	23,6	100,0	88,7
Gasolio	15,7	66,5	59,0
Petrolio	0,9	3,8	3,4
Benzina	1,1	4,7	4,1
Olio combust.	5,9	25,0	22,2
Elettricità	3,0	—	11,3
Totale	26,6	—	100,0

— Consumi indiretti: fertilizzanti

Si nota una disparità fra i flussi dei vari tipi di fertilizzanti in unità fisiche e in unità energetiche, dovute alle notevoli differenze di contenuto energetico. L'azoto « chimico » energeticamente rappresenta l'83,9 % di tutti gli apporti, la P_2O_5 il 9,8 % e il K_2O solamente il 6,3 %.

Notevole è l'apporto di fertilizzante proveniente dall'allevamento del bestiame, essenzialmente bovino. Esso rappresenta un risparmio di fertilizzante chimico valutabile in $4,3 \cdot 10^{11}$ kcal di N (25 % dell'energia totale apportata dall'azoto, 21 % del totale relativo ai fertilizzanti), $0,2 \cdot 10^{11}$ kcal di P_2O_5 (12 % del totale per la P_2O_5) e $0,6 \cdot 10^{11}$ kcal di K_2O (35 % del totale per il K_2O).

Utilizzando dati desumibili da [2], è possibile infine valutare l'apporto di materia fertilizzante da parte della paglia di riso bruciata sul campo e degli stocchi di granoturco interrati, pari a $0,8 \cdot 10^{11}$ kcal di N (5 % del totale per l'N), $0,02 \cdot 10^{11}$ kcal di P_2O_5

(1 %) e $0,2 \cdot 10^{11}$ kcal di K_2O (12 %). Come si vedrà questa ultima utilizzazione è altamente inefficiente dal punto di vista energetico.

— Consumi indiretti: fitoiatrici

Il totale è pari a $4 \cdot 10^{11}$ kcal così distribuito: 46,6 % dovuto a erbicidi, 40 % dovuto a fungicidi e 13,4 % a insetticidi.

— Consumi indiretti: macchine e attrezzi

Si è valutato il peso totale delle macchine censite dall'UMA, deducendolo da un'indagine condotta sulla relazione peso-potenza per le macchine più importanti, analizzando i dati tecnici desunti dai cataloghi delle case produttrici (figure da 37 a 44).

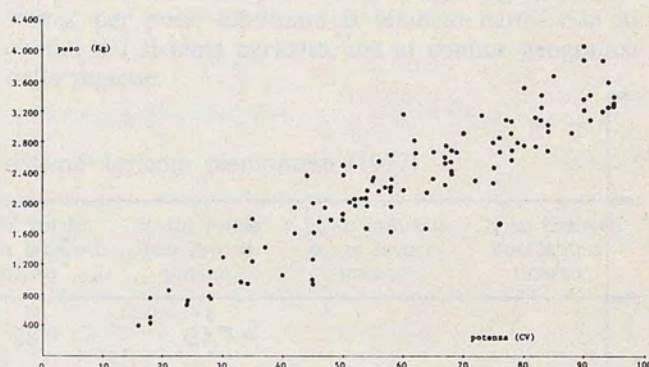


Fig. 37 - Trattatrici a due ruote motrici: distribuzione del peso in funzione della potenza.

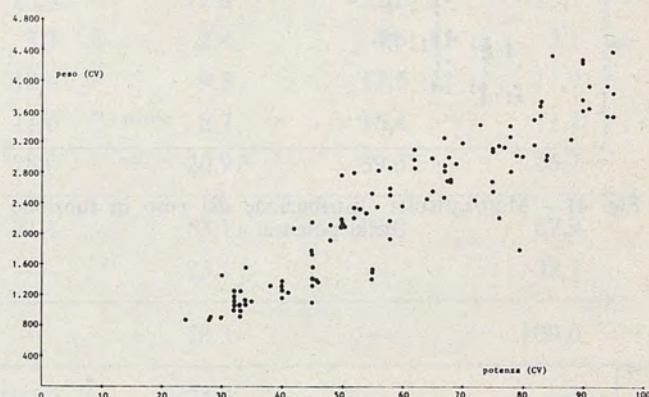


Fig. 38 - Trattatrici a quattro ruote motrici: distribuzione del peso in funzione della potenza.

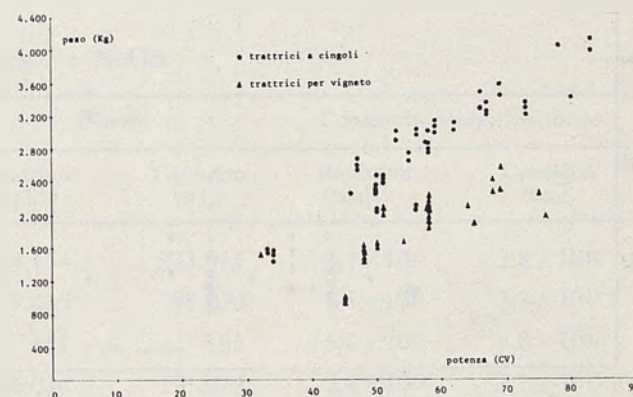


Fig. 39 - Trattatrici a cingoli e per vigneto: distribuzione del peso in funzione della potenza.

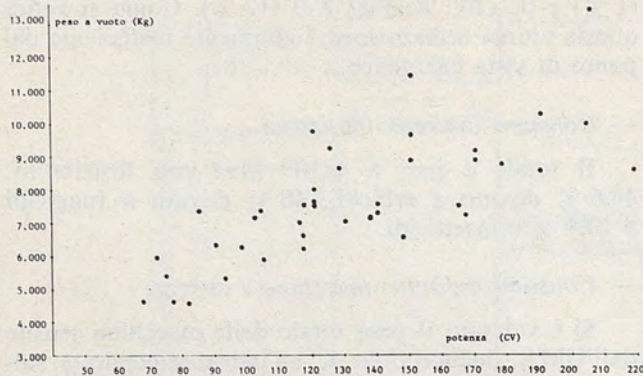


Fig. 40 - Mietitrebbiatrici: distribuzione del peso in funzione della potenza.

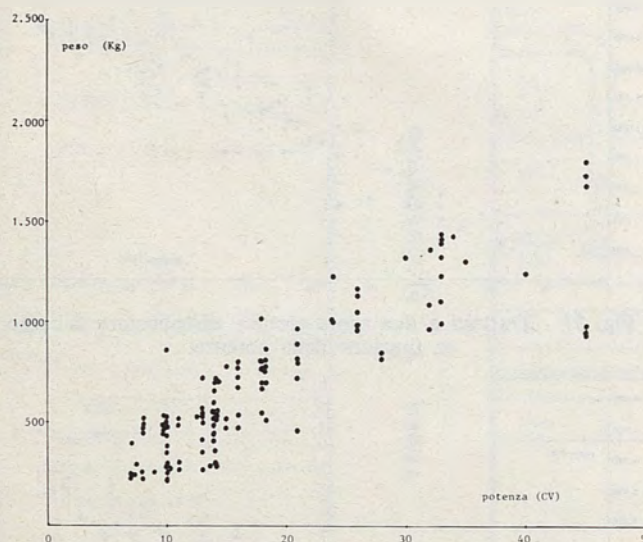


Fig. 41 - Motoagricole: distribuzione del peso in funzione della potenza.

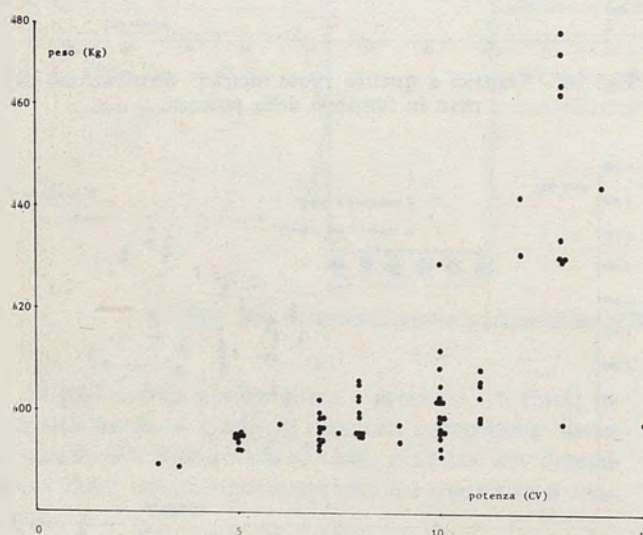


Fig. 42 - Motofalciatrici: distribuzione del peso in funzione della potenza.

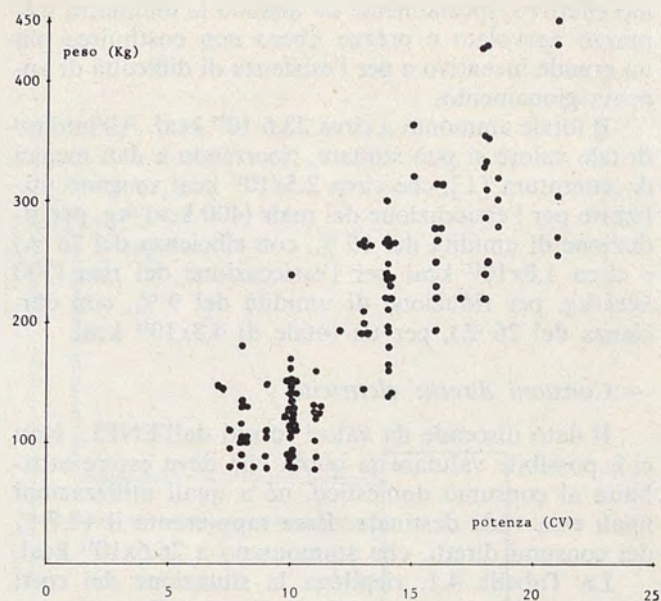


Fig. 43 - Motocoltivatori: distribuzione del peso in funzione della potenza.

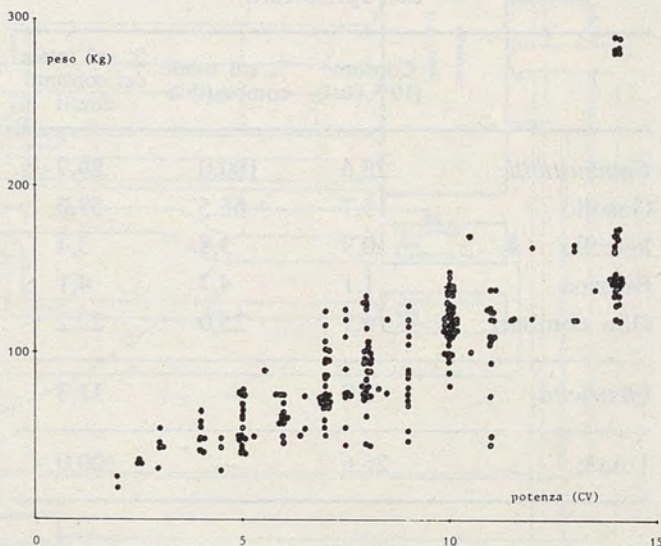


Fig. 44 - Motozappatrici: distribuzione del peso in funzione della potenza.

Si è poi stimato che ad ogni CV di trattore siano associati 5/9 q.li di attrezzi. Si è quindi desunto un valore energetico pari a $11,4 \times 10^{11}$ kcal.

— *Consumi indiretti: costruzioni rurali e irrigue, opere di bonifica*

Dall'analisi dei crediti agrari, come già detto nel paragrafo 1.3., si è dedotto il valore di $25,7 \times 10^{11}$ kcal.

— *Consumi indiretti: lavoro umano e animale*

Mentre l'apporto effettivo di energia meccanica da parte dell'uomo è effettivamente trascurabile (ed è ormai assente totalmente quello animale) il suo costo energetico, come valutato nel paragrafo 1.3., ammonta a $30,8 \times 10^{11}$ kcal.

--- Gli apporti gratuiti

Vengono semplicemente citati, tralasciando una stima quantitativa e non facendoli quindi intervenire nelle valutazioni di rendimento del sistema.

La Tabella 4.2. riporta sinteticamente il quadro dei consumi energetici del sistema agricolo.

Un breve confronto con altre elaborazioni disponibili [3] ci porta a concludere che il *rapporto consumi diretti/consumi indiretti*, pari per il Piemonte a 0,41 senza tener conto del lavoro umano, concorda sostanzialmente con il valore medio italiano di 0,40.

Parametri molto significativi per caratterizzare la agricoltura piemontese sono il *consumo per unità di SAU*, pari a $0,70 \times 10^7$ kcal/ha senza tener conto del lavoro umano (0,526 tep/ha per l'Italia Nord-Occidentale [3]), che diventa $1,00 \times 10^7$ kcal/ha conteggiando il lavoro umano, e il *consumo per addetto*, pari a $4,46 \times 10^7$ kcal/addetto nel primo caso (0,889 tep/

addetto in [3]) e $5,95 \times 10^7$ kcal/addetto nel secondo caso.

Si deve rilevare inoltre la notevole incidenza della voce *Mangimi*, dovuta alla forte presenza della zootecnica nell'economia agricola della regione. La Tabella 4.3. riporta i valori assoluti, in quantità fisiche e in valori energetici, da imputare a tale voce, distinguendo fra quantità prodotta e consumata nella regione e fra i consumi dei diversi tipi di allevamento.

A conclusione di questa prima analisi dei consumi, ci pare opportuno rilevare la necessità di proseguire e completare lo studio con accurate indagini su:

a) l'evoluzione temporale dei consumi energetici, per poter prevedere possibili « trends » nel futuro prossimo;

b) l'analisi della provenienza degli ingressi al sistema, per poter effettuare il bilancio netto, non ai confini del sistema agricolo, ma al confine geografico della regione.

Tabella 4.2. - I consumi energetici del sistema agricolo piemontese (1977)

Consumi	10^{11} kcal	% sul totale senza lavoro umano	% sul totale con lavoro umano	% su indiretti senza lavoro umano	% su indiretti con lavoro umano
<i>Diretti</i>	26,6	28,9	21,7		
<i>Indiretti:</i>					
Fertilizzanti	14,5	15,8	11,8	22,2	15,1
Fitoiatri	3,0	3,3	2,4	4,6	3,1
Macchine	11,4	12,4	9,3	17,5	11,9
Mangimi	10,7	11,6	8,7	16,4	11,1
Costruzioni	25,7	28,0	20,9	39,3	26,7
Totale	65,3	71,1	53,1	100,0	67,9
Umano	30,8	—	25,1	—	32,1
Totale	96,1	—	78,3	—	100,0
Totale senza lavoro umano	91,9	100,0	74,9		
Totale con lavoro umano	122,7	—	100,0		

Tabella 4.3. - Mangimi e Nuclei

Tipo di allevamento	Composti integrati		Nuclei		Contenuto energetico totale	
	Produzione (q.li)	Consumo (q.li)	Produzione (q.li)	Consumo (q.li)	Produzione (kcal)	Consumo (kcal)
Bovini	1.778.488	1.949.734	224.154	233.634	$3,3 \times 10^{11}$	$3,8 \times 10^{11}$
Suini	830.014	1.248.147	37.435	88.030	$1,5 \times 10^{11}$	$2,3 \times 10^{11}$
Ovini + Caprini	3.398	3.787	161	161	$6,8 \times 10^8$	$6,8 \times 10^8$
Pollame	1.290.049	1.663.902	86.014	171.044	$2,4 \times 10^{11}$	$3,1 \times 10^{11}$
Altri	450.302	625.443	—	1.062	$7,5 \times 10^{10}$	$1,0 \times 10^{11}$

Passiamo ora all'analisi dei prodotti dell'agricoltura. Le Tabelle da 4.4. a 4.9. illustrano le varie voci del bilancio ed i dati necessari per poter effettuare la conversione in unità energetiche dei diversi prodotti e sottoprodotti. Per questi ultimi è rappresentata la situazione di utilizzo attuale.

Per alcune voci, quali la paglia di frumento riutilizzata nell'industria (carta) e i prodotti industriali dell'allevamento (cuoio, pelli, ecc.) non è stato possibile valutare esattamente l'entità dei flussi di materia ed energia, per mancanza di dati disponibili. Di altri flussi di minore entità relativa si è evitata la rap-

presentazione grafica, data la loro bassa incidenza nel bilancio.

Risalta immediatamente la notevole entità in termini energetici della produzione di foraggio, che tuttavia viene tutta riassorbita dal sistema stesso attraverso la zootecnica.

Per quanto riguarda l'utilizzazione delle risorse forestali, si può desumere dai dati ISTAT (vedi Tabella 4.8.) che, a fronte di una produzione annua totale di circa $7 \times 10^5 \text{ m}^3$ e specifica di circa $1,14 \text{ m}^3/\text{ha}$, si ha una utilizzazione industriale di $4,5 \times 10^5 \text{ m}^3$ ed una utilizzazione come combustibile equivalente a circa $8 \times 10^{11} \text{ kcal}$.

Tabella 4.4. - Principali prodotti agricoli (1977)

Prodotti	Peso (q.li)	Contenuto energetico (kcal/kg)	Contenuto proteico (%)	Energia totale (kcal)	Proteine totali (q.li)
Cereali	15.328.700	3.268	5 (6)	$5,0 \times 10^{12}$	$7,6 \times 10^5$
Ortaggi	3.159.100	349	2 (6)	$1,1 \times 10^{11}$	$6,4 \times 10^4$
Barbabietola	2.180.300	762 (4)		$1,7 \times 10^{11}$	
Frutta	2.771.700	445	1,3 (6)	$1,2 \times 10^{11}$	$3,6 \times 10^4$
Foraggiere permanenti	65.934.000	1.720		$2,7 \times 10^{13}$	
Foraggiere temporanee	90.967.000				
Vigna	6.827.800				
Altri vegetali (1)	1.551.500	598 (4)		$9,6 \times 10^{10}$	
Latte (2)	3.259.000	663 (5)	3,3 (6)	$2,2 \times 10^{11}$	$1,1 \times 10^5$
Latte per formaggio (3)	62.600	4.372 (5)	30 (6)	$2,7 \times 10^{10}$	$1,9 \times 10^4$
Uova	366.600	1.857 (5)	13 (6)	$6,8 \times 10^{10}$	$4,8 \times 10^4$

(1) Patate e legumi.

(2) Solo da vacche, escludendo pecore e capre.

(3) Esclusa la produzione da pecore e capre.

(4) J. PAWLAK, *CENECA*, Parigi (1980).

(5) Nostra stima da G. TAPPI (comunicazione privata) e *Energy and Protein Requirements*, FAO (1971).

(6) G. TAPPI, *Comunicazione privata*.

Tabella 4.5. - Produzione di carne (1977)

Tipo di allevamento	Peso vivo (10^3 q.li) (1)	Carne macellata (10^3 q.li) (2)	Carne disponibile (3)	
			Totale (10^3 q.li)	Dall'allevamento nazionale (10^3 q.li)
Bovini	5.016	1.793	1.100	1.100
Suini	314	831	667	423
Ovini + Caprini	49	11	6	5
Equini	55	103	53	7
Pollame	206	n.d	n.d	700

(1) Allevati in Piemonte.

(2) Peso totale prima della macellazione.

(3) Carne disponibile prima della macellazione.

Tabella 4.6. - Produzione annuale delle colture agricole (1977)

Colture	Superficie (ha)	Frazione della SAU (%)	Produzione (10 ³ q.li)	Produzione unitaria (q.li/ha)	Sotto- prodotto (10 ³ q.li)	Produzione unitaria del sottoprodotto (q.li/ha)	Sotto- prodotto (10 ³ m ³)	Sotto- prodotto (kcal)
Frumento	172.782	13,3	4.356	25,2	3.485	20,2	3.485	$1,1 \times 10^{12}$
Granoturco	112.100	8,6	6.919	61,7	6.054	54,0	6.054	$1,8 \times 10^{12}$
Riso	109.200	8,4	3.669	33,6	3.669	35,0	3.669	$9,2 \times 10^{11}$
Altri cereali	10.366	0,8	239					
Foraggiere permanenti	551.350	42,3	65.934	120,0				
Foraggiere temporanee	334.495	25,7	90.967	272,0				
Ortaggi	17.525	1,3	3.390					
Vigna	96.903	7,4	6.828	70,5				

Tabella 4.7. - Contenuto energetico di prodotti e sottoprodotti agricoli

Prodotto	Rapporto prodotto/ sottoprodotto	Contenuto energetico del prodotto (kcal/kg)	Contenuto energetico del sottoprodotto (kcal/kg)	Densità del sottoprodotto (kg/m ³)	Contenuto energetico del sottoprodotto (kcal/m ³)
Frumento	5/4 (6)	3.400 (5)	3.250 (4)	100 (3)	$3,25 \times 10^5$
Granoturco	8/7 (6)	3.400 (5)	3.000 (4)	100 (3)	$3,00 \times 10^5$
Riso	1/1 (2)	3.005 (6)	2.500 (1)	100 (3)	$2,50 \times 10^5$
Fieno	—	1.720 (6)	—	—	—
Ortaggi	—	349 (6)	—	—	—
Frutta	—	445 (6)	—	—	—

(1) E. C. BEAGLE, *Rice-Husk Conversion to Energy*, FAO Agr. Serv. Bull., 31, Roma.(2) M. S. PANERO, *Il riciclaggio dei residui vegetali del riso*, N.T. 19, SIAPA, Roma.

(3) Valore stimato con le presenti tecniche di imballaggio.

(4) P. CHARTIER, *Potential énergétique de la biomasse*, Valorization énergétique des sousproduits agricoles, 13-14 mars 1979, Parigi.(5) J. PAWLAK, *Influence sur la consommation énergétique des exploitations agricoles des différents systèmes de production*, Colloque International CENECA, Parigi, 27-29/2/80.(6) B. FASSI, *Biomassa e biogas*, Atti Conv. Casale Monferrato, 9/2/1980.

Tabella 4.8. - Contenuto energetico dei liquami zootecnici (1977)

Animale	Deiezioni totali (kg/anno)	% di sostanza secca (1)	Totale sostanza secca (kg/anno)	Potenziale energetico (2) (kcal/anno)	Potenziale energetico dopo la fermentazione anaerobica (kcal/anno)	Potenziale energetico del fertilizzante (kcal/anno) (3)
Bovini	$1,4 \cdot 10^{10}$	12,0%	$1,7 \cdot 10^9$	$5,10 \cdot 10^{12}$	$2,5 \cdot 10^{12}$	$4,13 \cdot 10^{11}$
Suini	$7,0 \cdot 10^8$	9,2%	$6,4 \cdot 10^7$	$1,92 \cdot 10^{11}$	$9,9 \cdot 10^{10}$	$1,80 \cdot 10^{10}$
Pollame	$6,6 \cdot 10^8$	25,0%	$1,65 \cdot 10^8$	$3,87 \cdot 10^{11}$	$2,1 \cdot 10^{11}$	$1,30 \cdot 10^{10}$
Totale	$1,59 \cdot 10^{10}$	—	$1,9 \cdot 10^9$	$57 \cdot 10^{11}$	$2,8 \cdot 10^{12}$	$4,44 \cdot 10^{11}$

(1) G. PELLIZZI, *New and Renewable Energy in Agriculture*, ECA: 22/80 (1980).(2) B. FASSI, *Biomassa e Biogas*, Atti Conv. Casale Monferrato (1980).(3) E. LAVAGNO et al., *Contribution of Alternative Energies to Meet the Needs of Rural Areas*, Miami (1980).

Tabella 4.9. - Risorse Forestali (1977)

Tipo di bosco	Tipo di alberi	Superficie per zona altimetrica (ha)		Superficie tagliata (ha)	Produzione (m ³)	Combustibile (1) (q.li)	Combustibile (3) (kcal)	Legname da lavoro (m ³)	Carbone di legna (q.li)
		Montagna	Collina		%				
Ceduo	Latifoglie (2)	198.562	139.690	24.683	6.339	1,7	292.191	1.811.478	79 × 10 ¹⁰
	Latifoglie (2)	60.980	27.796	29.109	1.947	1,6	347.362	—	321.411
	Resinose	107.973	6.220	444	1.028	0,1	42.154	25.886	1 × 10 ¹⁰
Fustaia									
Totale									
		367.515	173.706	54.236	9.314	1,6	681.707	1.837.364	80 × 10 ¹⁰
								499.274	1.822

Fonte: ISTAT.

(1) Senza la parte trasformata in carbone di legna.

(2) Incluse resinose e latifoglie consociate.

(3) Potere calorifico inferiore medio 4.350 kcal/kg.

La Tabella 4.10 riporta, in termini energetici, i prodotti dell'agricoltura piemontese.

Valutando in $49,3 \times 10^{11}$ kcal il fabbisogno annuale di energia alimentare dei 4,5 milioni di abitanti del Piemonte, si rileva un *leggero deficit della bilancia calorica* alimentare della regione.

Anche per gli output sarebbe necessario e significativo un attento studio dei bilanci netti ai confini regionali.

A conclusione di questo paragrafo riteniamo significativa una breve discussione dei rendimenti energetici del sistema secondo quanto detto nel capitolo 1.5.

Tabella 4.10. - Produzioni in uscita al sistema agricolo

Prodotti	$10^{11} \times \text{kcal}$	% sul totale
Vegetali (senza legno)	57,2	64,8
Animali	11,2	12,6
Legno	20,0	22,6
di cui:		
Alimentari	43,2	48,8

Il *rendimento totale del sistema* risulta pari a 0,72, tenendo conto del lavoro umano (0,96 altrimenti). Il *rendimento alimentare* si aggira sul valore 0,35 (ovvero 0,47).

A titolo di confronto si possono riportare i valori del rendimento totale e alimentare calcolati per la Francia che sono rispettivamente 1,19 e 0,79, se si conteggia il lavoro umano, e 1,28 e 0,85 altrimenti [5]. Altri valori indicativi per il rendimento totale sono quello per il Canada (5,8) e l'Olanda (0,6), che evidenziano grandi differenze strutturali fra le agricolture di questi paesi.

4.2. L'industria alimentare e gli altri settori connessi al sistema agricolo

All'industria agro-alimentare (inclusa quella dei mangimi e delle sementi) è indirizzata la totalità dei prodotti dell'agricoltura destinati all'alimentazione (48,8 % in termini energetici), a cui si deve aggiungere il mais destinato all'alimentazione del bestiame, per arrivare ad una frazione del 77,4% della produzione totale.

Alle industrie non alimentari è destinato il legno da lavoro, per un equivalente di 12×10^{11} kcal (13,6 % sul totale, circa il 60 % della produzione legnosa totale). Come già detto, non è possibile al momento attuale quotare altri apporti dell'agricoltura a tali settori, per mancanza di dati o di investigazioni specificamente destinate a tali valutazioni.

Ad utilizzazioni energetiche come combustibile è destinato al 40 % (in energia) della produzione legnosa (9 % del totale). Assumendo un fabbisogno di riscaldamento pari a $4,9 \times 10^6$ kcal/anno/persona [4], tenendo conto di un rendimento che, con le attuali tecniche della combustione del legno, può essere stimato

indicativamente inferiore del 12 % a quello della combustione di idrocarburi liquidi, questa produzione può coprire le esigenze di circa 88.000 persone.

Indagini approfondite sono tuttavia necessarie in questo settore, sia dal punto di vista tecnico-economico che per il reperimento di dati più attendibili. Ciò richiede anche il coinvolgimento di competenze estranee a quelle disponibili per la conduzione del presente lavoro.

4.3. Il sistema agricolo nel contesto del sistema energetico piemontese

Dopo aver preso in considerazione il bilancio energetico dell'agricoltura, riteniamo utile procedere all'inserimento del sistema agricolo nel contesto energetico piemontese globale. Per tale scopo è particolarmente significativa la Tabella 4.11, dove i consumi energetici diretti destinati all'agricoltura vengono confrontati con quelli totali della regione.

Tabella 4.11. - Relazione fra consumi agricoli e consumi totali della Regione Piemonte (1977)

Fonti	Agricoltura (10^{11} kcal)	Totale (10^{11} kcal)	Agricoltura Totale %
Gasolio	12,6	220,0	5,7
Petrolio	0,4	14,9	2,7
Benzina	0,9	96,7	1,0
Olio combust.	4,9	250,4	2,0
Gas naturale	—	200,6	0,0
Elettricità	1,1	132,2	0,8
Totale consumi diretti	19,9(1)	914,8(1)	2,18

(1) Esclusi carbone e combustibili vegetali.

Non essendo possibile allo stato attuale dell'indagine dare una valutazione accurata di tutti i consumi indiretti della regione, non sono calcolabili le frazioni dei consumi totali, diretti e indiretti, destinati all'agricoltura. Altri studi eseguiti in nazioni dell'Europa occidentale riferiscono valori dell'ordine del (7 ÷ 8)% [6].

4.4. Alcune considerazioni economiche

Utilizzando dati ISTAT e successive elaborazioni [7], è possibile ricavare i valori delle Produzioni Lorde Vendibili (PLV) per i vari settori agricoli e rilevare come esista un grande squilibrio fra i termini economici e quelli energetici delle diverse produzioni. In particolare, i prodotti dell'allevamento, pur contenendo solo il 12,6 % dell'energia totale in uscita dal sistema, rappresentano, in termini economici, ben il 52,6 % della PLV. Notevole è anche lo squilibrio per i pro-

dotti delle foreste, che a fronte di un contenuto energetico pari a più del 22 % rappresentano solo l'1,8 % della PLV.

Ovviamente, il « contenuto energetico » a cui ci si riferisce nella Tabella 4.12, non tiene conto della energia spesa nel ciclo agricolo per realizzare la produzione.

Una interessante ed importante prosecuzione della presente ricerca dovrebbe riguardare, oltre che lo studio accurato di aree geograficamente limitate, l'analisi in dettaglio del bilancio energetico di alcune produ-

zioni tipiche (cereali, allevamento, etc.) per valutare i rendimenti energetici di ognuna di esse.

Il contributo alla PLV della produzione animale è andato stabilmente aumentando dal 36,6 % del 1951 al 52,6 del 1977, con lievi oscillazioni dovute presumibilmente agli effetti delle scelte di politica agricola nazionali e comunitarie.

La Tabella 4.13 è un breve e tuttavia significativo sommario della situazione socio-economica della regione, con particolare riguardo al ruolo dell'agricoltura.

Tabella 4.12. - Produzioni lorde vendibili in agricoltura

Prodotto	Quantità (10 ³ q.li)	Valore PLV (milioni Lit.)	% sul valore totale	Energia (10 ¹¹ kcal)	% sulla energia totale
<i>Vegetali</i> (1)	—	568.083	45,61	57,2	64,8
Cereali	10.170	203.356	16,4	49,8	55,4
Frutta e vite	7.137	182.243	14,6	4,7	5,2
Altre	—	182.484	14,6	2,7	3,0
<i>Forestali</i>	—	22.528	1,8	20,0	22,6
<i>Allevamento</i>	—	655.023	52,6	11,2	12,6

(1) Senza legno.

Tabella 4.13. - Riepilogo dei principali dati economici ed energetici del Piemonte e della Valle D'Aosta

	1951	%	1963	%	1968	%	1970	%	1974	%	1977	%
<i>Dati generali</i>												
Popolazione (10 ³)	3.518		4.095		4.316		4.507		4.537		4.541	
Occupati (10 ³)	1.700		1.573				1.866		1.926		1.906	
Consumo totale annuale di energia (10 ³ tep)			6.072		7.556		9.220		10.472			
<i>Consumo annuale pro-capite di energia (tep/abitante)</i>												
Piemonte + Valle d'Aosta			1,446		1,708		2,046		2,250			
Italia			0,914		1,302							
<i>Agricoltura, silvicoltura e pesca</i>												
Occupati (10 ³)	355	32,6	389	22,2			254,6	13,6	224	11,6	206	10,8
Consumo diretto annuale (10 ³ tep)			91,4	1,5	122,9	1,6	180,5	1,96	209,4	2,0		
olio combustibile							39,7		54,9		49,0	
gasolio					89,1		101,8		127,2		126,4	

Tabella 4.13. (Continua)

Tabella 4.13. (Continuazione)

	1951	%	1963	%	1968	%	1970	%	1974	%	1977	%
benzina					4,7		6,8		9,1		9,0	
petrolio					9,5		8,0		7,1		4,0	
altri					12,8		15,3		0,4 (2)		n.d.	
elettricità					6,8		8,9		10,7		10,6	
Consumo per unità di valore aggiunto (tep/10 ⁶ L ₇₀)					0,350		0,535		0,613			
Potenza macchine (10 ⁶ CV)							4.673		5.843		7.067	
consumo combustibile (10 ³ tep)					103,3		116,6		143,4		140,4	
valore relativo (kgpe/CV)							24,9		24,5		19,9	
Prezzo agevolato (10 ³ L ₇₀ /t)			25		25		25		82		126	
Consumo annuale per occupato (tep/occupato)							0,709		0,933			
Produzione vendibile della agricoltura (10 ⁹ L ₇₀) (1)	325,6		373,8		476,8		451,7		482,2		476,0	
coltivazioni erbacee e foraggere	125,1		140,4		153,0		151,2		167,3		141,8	
coltivazioni legnose	86,4		86,9		93,3		85,2		83,2		76,8	
allevamenti zootecnici	114,1		146,4		230,5		215,2		231,9		257,4	
consumi intermedi	51,4		99,2		144,1		129,8		156,2		178,2	
Valore aggiunto dell'agricoltura	274,2		274,6		332,7		321,9		326,2		303,8	
Valore aggiunto della silvicolt.	8,8		7,6		10,9		10,1		8,2		6,6	
Valore aggiunto della pesca	1,5		0,8		0,9		0,9		1,0		1,0	
Contributo alla produzione	0,4		2,1		5,4		3,6		5,8		9,8	
Valore aggiunto al costo dei fattori	284,9		285,0		349,9		336,4		341,1		321,3	
Investimenti lordi (10 ⁹ L ₇₀)							57,9	4,7	56,2	3,9	79,3	6,4

(1) Solo Piemonte.

(2) Non disponibile il dato sui combustibili vegetali.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- [1] F. SCOLARI, *La tecnica del secco*.
- [2] M. S. PANERO, *Il riciclaggio dei residui vegetali del riso*, N.T. 19, SIAPA.
- [3] VOLPI, *I Fabbisogni Energetici delle Aziende Agrarie*, Verona (1980).
- [4] B. FASSI, A. BARIDON, *Seminaires sur les aspects énergétiques des Industries Forestières*, Udine (1978).
- [5] R. CARILLON, *Colloque International CENECA*, Parigi (1980).
- [6] *Colloque International CENECA*, Parigi (1980).
- [7] Regione Piemonte, *Relazione sulla situazione socio-economica regionale*, EDA (1979).

5. POTENZIALITÀ ENERGETICHE DEL SISTEMA AGRICOLO PIEMONTESE

L'agricoltura e le attività produttive connesse sono già oggi produttrici effettive di energia [1]. Gli stessi prodotti alimentari hanno un vero e proprio contenuto energetico che può essere quantificato (Capitolo 1). Qui però ci riferiamo specificatamente ad usi finali puramente energetici.

In realtà i prodotti della terra (biomasse) sono stati, praticamente fino alla rivoluzione industriale, con l'avvento dei combustibili fossili, l'unica fonte di energia disponibile all'uomo.

Negli ultimi anni l'uso di prodotti della terra come combustibile è andato progressivamente diminuendo di importanza, ed essi sono diventati una quota relativamente trascurabile dei consumi totali diretti di energia, fino al punto di non essere affatto conteggiati nella maggior parte delle statistiche energetiche. Solo recentemente stiamo di nuovo diventando coscienti dell'importanza che essi rivestono e del loro ruolo energetico, in parziale alternativa e ad integrazione delle fonti fossili non rinnovabili, e ad intravedere le implicazioni e le interazioni in settori sia agricoli che extra-agricoli.

L'analisi del beneficio globale di una scelta intesa ad un loro integrale sfruttamento dovrebbe inoltre tenere in conto tutti gli aspetti collaterali nonché le conseguenze di tali scelte, come ad esempio i riflessi benefici sull'ambiente e sulla agronomia stessa. In questa ottica integrata le prospettive sembrano ancor più favorevoli. A titolo di esemplificazione, la produzione di biogas da liquami zootecnici, su cui avremo occasione di tornare, può essere considerata una tecnica depurativa che riduce l'impatto ecologico degli scarichi degli allevamenti mentre i fanghi prodotti possono essere utilmente impiegati come fertilizzanti sul terreno agricolo.

L'utilizzazione dell'energia può avvenire all'interno del sistema agricolo stesso, ma una quota non trascu-

rabile potrebbe coprire anche fabbisogni esterni (il legno per il riscaldamento, a titolo di esempio).

In ogni caso, la scelta dell'utilizzazione delle potenzialità energetiche richiede, a nostro avviso, un preventivo studio dell'entità e della qualità della domanda energetica.

I sottoprodotti dell'agricoltura e dell'allevamento rappresentano anche oggi un apporto energetico al sistema, ma l'attuale utilizzazione non è sempre la più efficiente e sovente non valorizza che una piccola parte delle effettive potenzialità in essi contenute (Fig. 45).

La Fig. 46 rappresenta una delle possibili soluzioni, su cui torneremo nei paragrafi successivi, per attuare un uso migliore, dal punto di vista energetico, dei più importanti sottoprodotti agricoli e zootecnici.

5.1. I sottoprodotti delle produzioni cerealicole

La coltivazione dei cereali produce una grande quantità di biomasse (in Piemonte soprattutto stocchi di granoturco, paglia di grano e di riso): la situazione è quella riportata nelle tabelle del Capitolo 1. Le figure 47, 48, 49 descrivono la distribuzione geografica della disponibilità di sottoprodotti del riso, del frumento e del mais e mettono in luce le zone poten-

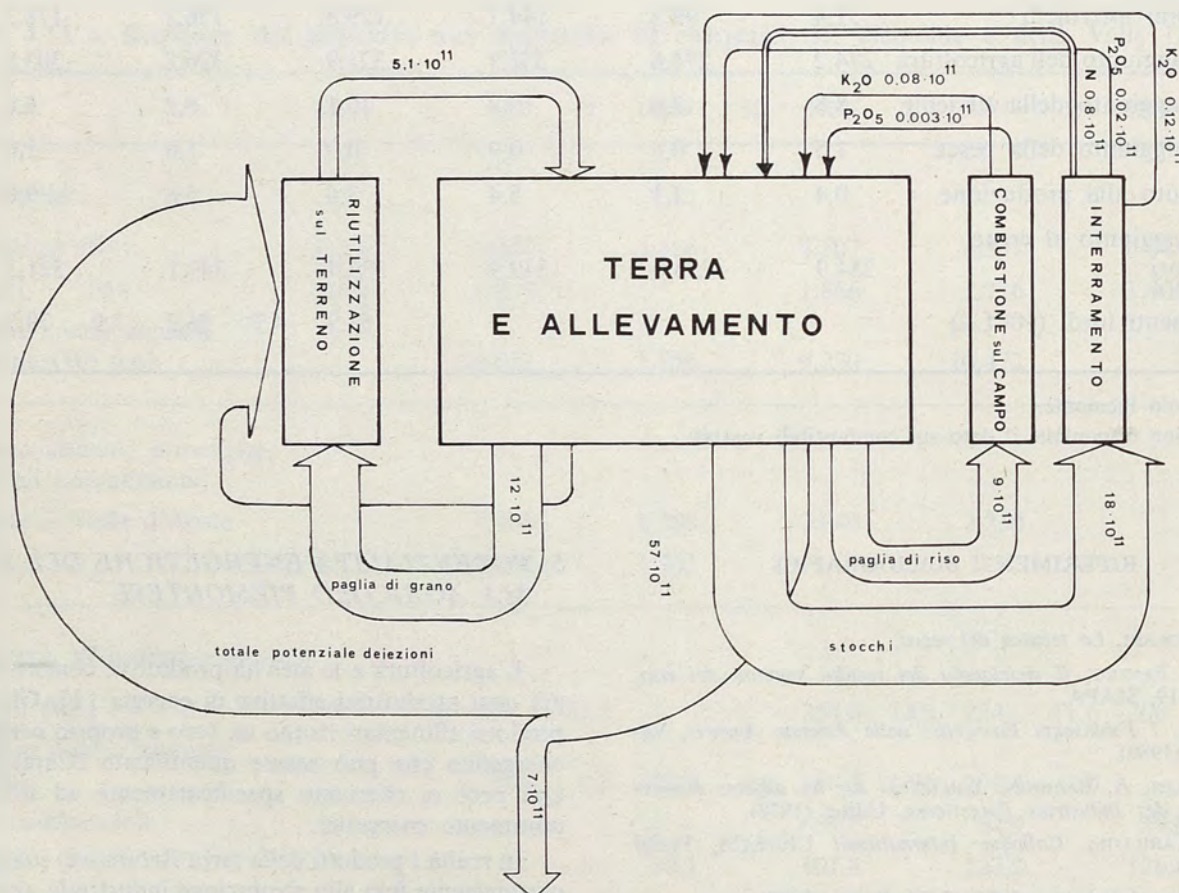


Fig. 45 - Il sistema agricolo piemontese-1977. Utilizzazione attuale dei sottoprodotti: kcal

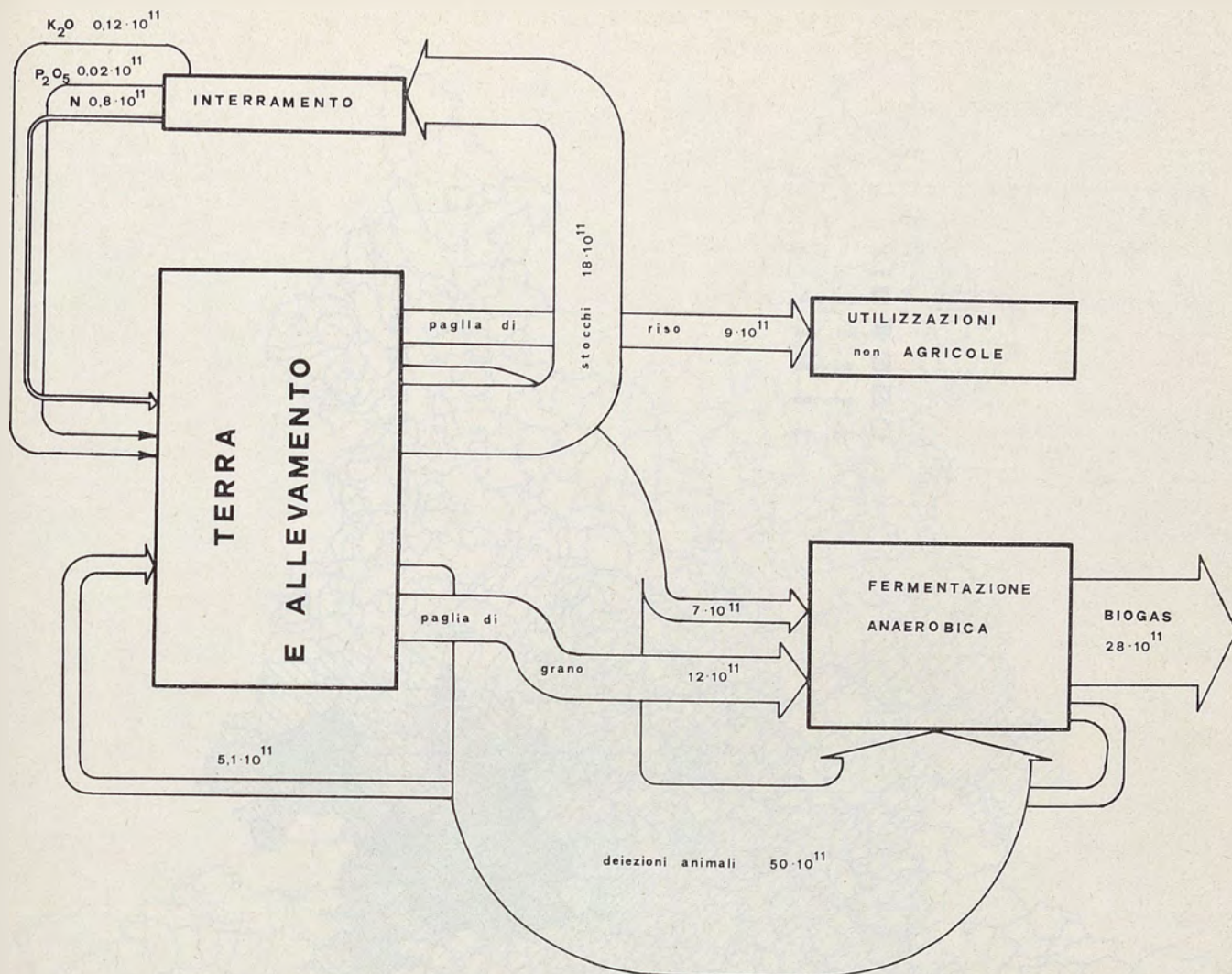


Fig. 46 - Il sistema agricolo piemontese-1977. Ipotesi di utilizzazione dei sottoprodotti: kcal.

zialmente interessanti sulle quali approfondire le indagini (¹).

Per condurre un'analisi realistica occorre osservare che:

— quasi tutta la paglia di grano è oggi efficacemente impiegata in attività industriali (ad esempio produzio-

(1) Per il calcolo della produttività specifica $p_{ij}^{(s)}$ della coltura s-esima del comune appartenente alla provincia i-esima in zona altimetrica j-esima (montagna-collina-pianura), in assenza di dati diretti si è utilizzata la formula

$$p_{ij}^{(s)} = p_i^{(s)} S_{ij}^{(s)} \sum_{k=1}^3 S_{ik}^{(s)} (p_{kR}^{(s)} / p_{jR}^{(s)})$$

ove

$p_i^{(s)}$: produttività specifica della coltura s-esima nella provincia i-esima;

$S_{ij}^{(s)}$: superficie destinata alla coltura s-esima nella provincia i-esima in zona altimetrica j-esima;

$p_{jR}^{(s)}$: produttività specifica nella regione della coltura s-esima in zona altimetrica j-esima.

Tutti i valori sono calcolati tenendo conto della loro evoluzione storica nell'ultimo decennio.

$$S^{(s)} = \sum_{j=1}^3 S_{ij}$$

ne della carta) ovvero zootecniche (lettiere nell'allevamento bovino);

— al contrario, quasi tutta la paglia di riso (più dell'80 %) è bruciata sul campo, a causa delle difficoltà incontrate in altre utilizzazioni, connesse al suo alto contenuto siliceo; nella combustione sul campo viene perso totalmente il suo potenziale energetico molto alto (indicativamente, come ordine di grandezza, 10 volte l'energia consumata nella essiccazione del risone stesso) ed anche il suo potenziale fertilizzante in azoto e fosforo: solo parte del potassio rimane nelle ceneri sul campo. Una piccola frazione è interrata e molto poca è raccolta e imballata per usi zootecnici;

— una grande frazione degli stocchi del granoturco è interrata, e rappresenta un notevole apporto fertilizzante al terreno (v. Capitolo 1).

Di conseguenza, ci sembra che la paglia di riso ed eventualmente gli stocchi e i tutoli del granoturco potrebbero rappresentare un significativo contributo energetico come combustibili, in quanto tali colture occupano una notevole porzione del territorio e i sottoprodotti non hanno altre utilizzazioni ragionevoli. Inoltre, la ristretta localizzazione geografica della coltivazione risicola rende ancor più promettente una

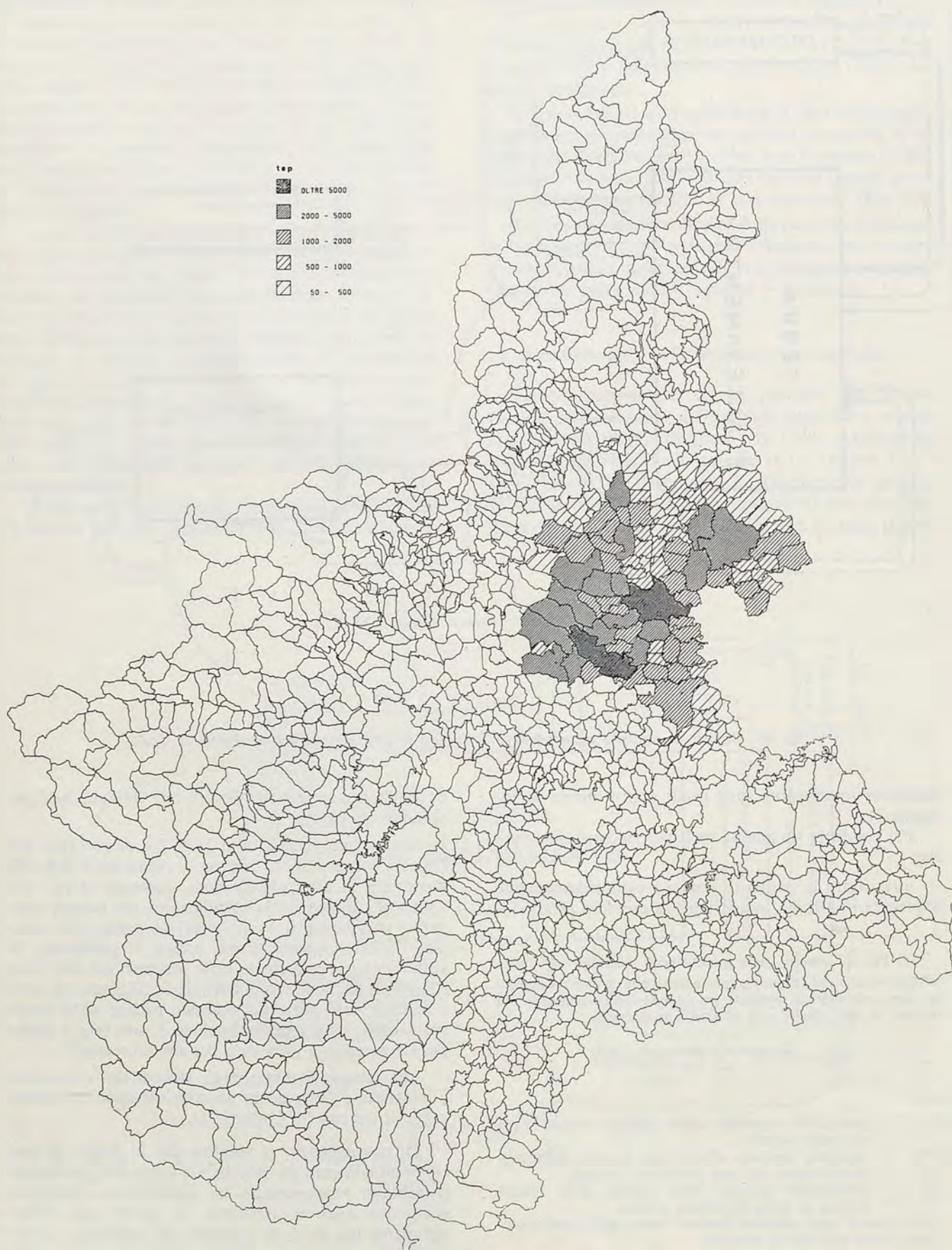


Fig. 47 - Il sistema agricolo piemontese-1977. Distribuzione dei sottoprodotti del riso: unità energetiche.

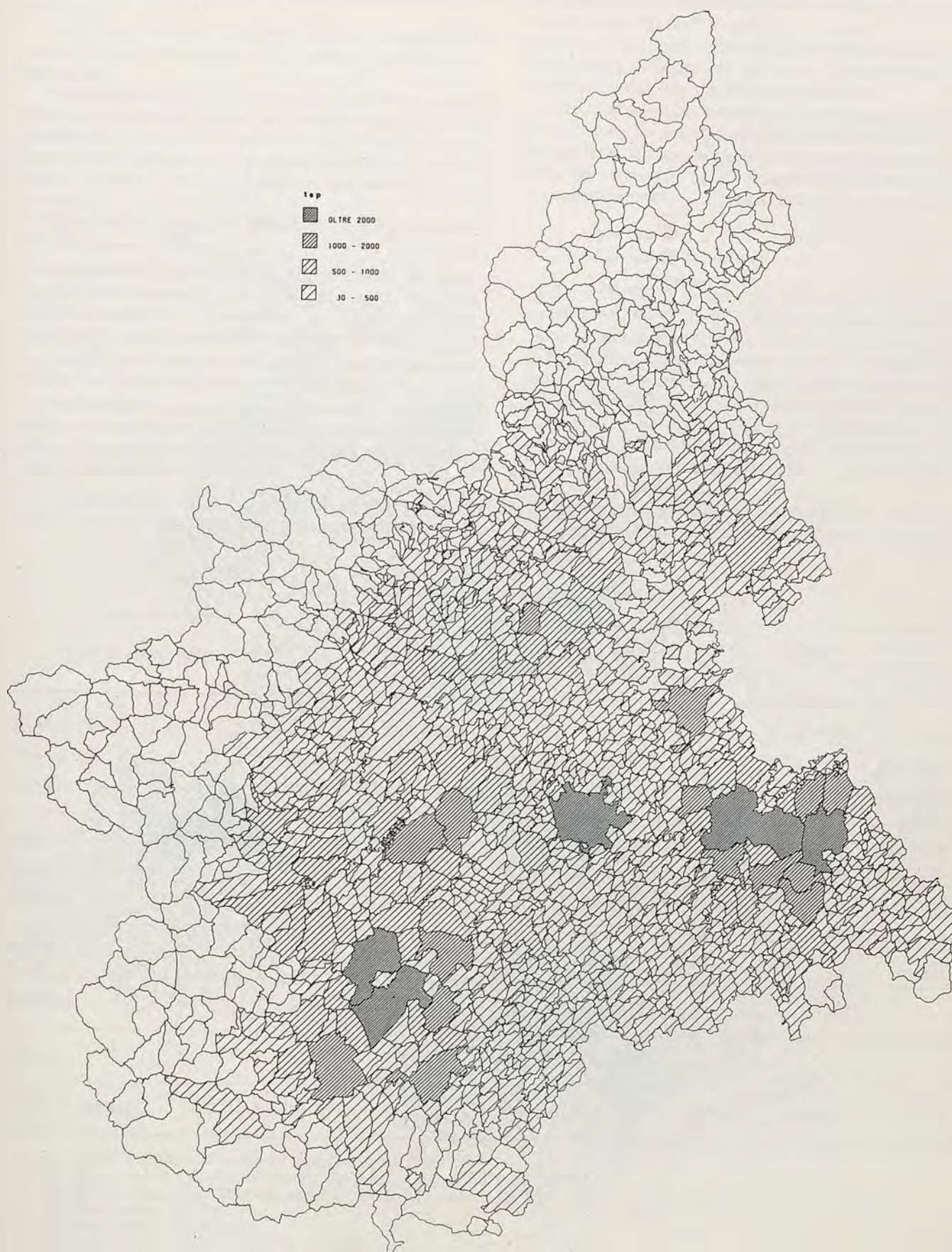


Fig. 48 - Il sistema agricolo piemontese-1977. Distribuzione dei sottoprodotti del frumento: unità energetiche.

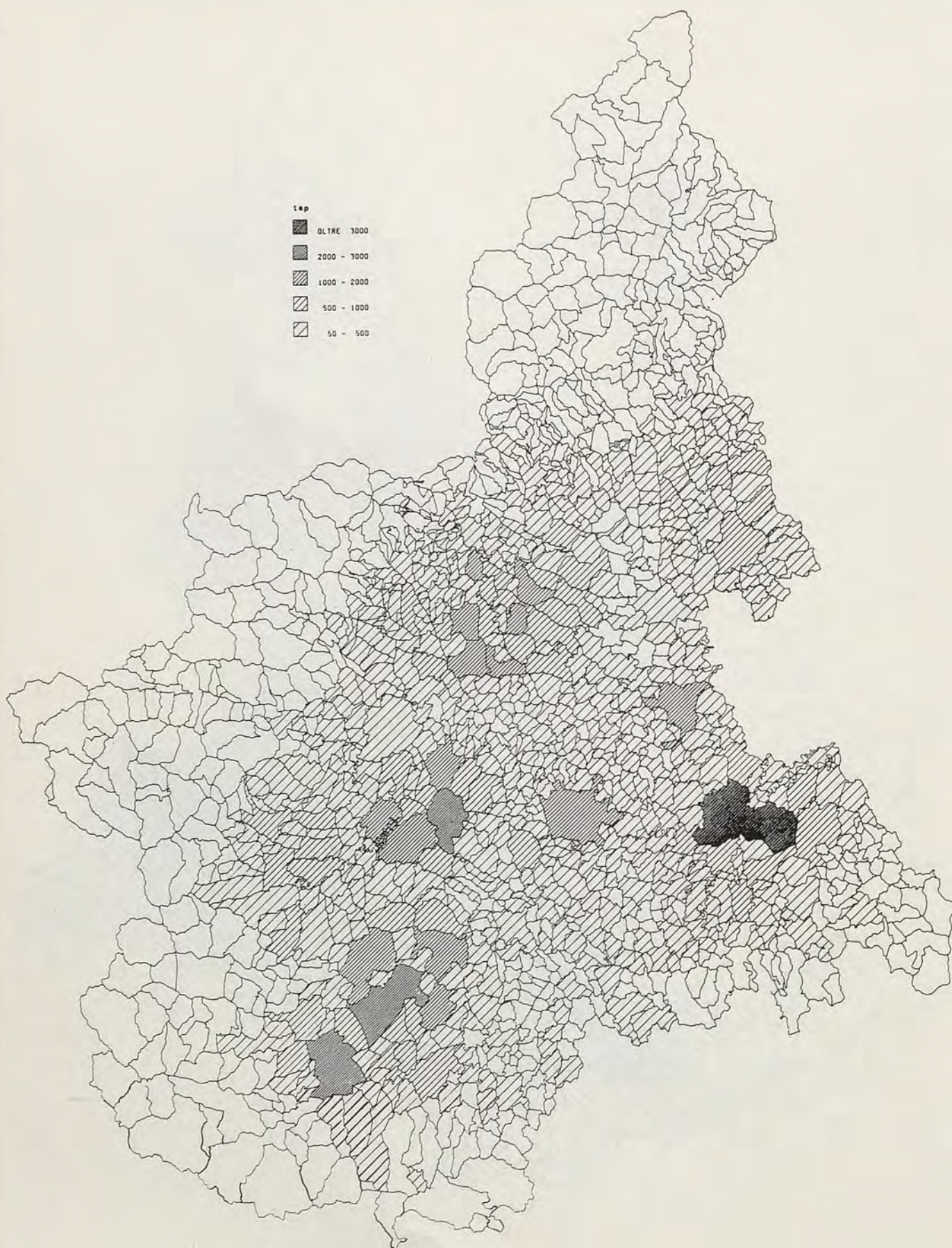


Fig. 49 - Il sistema agricolo piemontese-1977. Distribuzione dei sottoprodotti del mais: unità energetiche.

eventuale utilizzazione delle paglie. In totale, la potenzialità della sola paglia di riso ammonta a circa 90 ktep/anno.

Nel breve termine, almeno, gli altri raccolti non sembrano poter contribuire con apporti energetici significativi.

La disponibilità di conoscenze tecniche nel campo dell'utilizzazione di paglie per scopi energetici è già notevole [2]. Specialmente nel Nord Europa sono già funzionanti impianti di una certa importanza. In ogni caso, l'interesse, anche scientifico, nel settore, è notevole.

A tutt'oggi le possibili utilizzazioni possono essere riassunte come segue:

- combustione diretta per produrre calore da destinare ad utilizzazioni agricole (essiccazione di prodotti, condizionamento di allevamenti) o a riscaldamento di abitazioni singole o di piccoli agglomerati abitativi [3];
- pirolisi per ottenere una serie di prodotti da utilizzare nell'industria e gas combustibili [4];
- biodigestione anaerobica, direttamente o con altri liquami organici, oppure dopo un uso intermedio nelle attività zootecniche [5]. Si otterrà così un combustibile ed un fertilizzante.

I problemi tecnici ed economici di queste soluzioni non vanno sottovalutati e provengono soprattutto dal-

la bassa densità del materiale, che provoca alti costi di trasporto. Il potere calorifico volumico è approssimativamente 3×10^{-5} kcal/m³, cioè circa 25 volte più piccolo di quello del gasolio. È ovvio quindi che vanno studiate utilizzazioni « in loco », onde ridurre al minimo l'incidenza dei costi di trasporto.

Riteniamo opportuno e importante che venga effettuata una analisi di fattibilità tecnica ed economica dettagliata per una utilizzazione energetica delle paglie, specialmente nella prospettiva attuale di certi e continui aumenti del prezzo del combustibile fossile.

5.2. I rifiuti dell'allevamento

La Tabella 5.1 rappresenta la situazione della zootecnia piemontese al 1977. È stata riportata la produzione teorica totale stimata di biogas, nel caso in cui si fermentino anaerobicamente tutte le deiezioni prodotte. La potenzialità energetica totale raggiunge il valore di 0,279 Mtep/anno. Non abbiamo riportato alcun valore per ovini, equini e caprini, per i quali non risulta praticabile una raccolta sistematica delle deiezioni, che ammontano peraltro a quantità trascurabili.

I problemi biologici e tecnologici del processo e della impiantistica dei digestori sono stati ampiamente

Tabella 5.1. - L'allevamento in Piemonte (1977)

Tipo di allevamento	Capi	Peso (q.li)	Deiezioni (kg/capo/a)	Deiezioni totali (kg/a)	Biogas potenziale (m ³ /capo/a)	Biogas (m ³ /a)	Contenuto energetico (1) (kcal/a)
Bovini (4) < 1 a	281.200	349.440	2.993 (6)	$8,7 \times 10^8$	146 (2)	$4,2 \times 10^7$	$2,2 \times 10^{11}$
Bovini (5) 1 - 2 a	250.600	801.920	6.570 (6)	$1,6 \times 10^9$	365 (2)	$9,1 \times 10^7$	$4,7 \times 10^{11}$
Bovini (7) > 2 a	644.100	3.864.600	18.000 (6)	$1,2 \times 10^{10}$	547 (2)	$3,5 \times 10^8$	$1,8 \times 10^{12}$
Suini < 20 kg	119.700	55.075	500 (8)	$6,0 \times 10^7$	7,3 (8)	$8,8 \times 10^5$	$4,6 \times 10^9$
Suini 20 - 50 kg	100.600		976 (8)	$9,8 \times 10^7$	22 (8)	$2,2 \times 10^7$	$1,1 \times 10^{10}$
Suini > 50 kg	287.400		1.898 (8)	$5,5 \times 10^8$	55 (8)	$1,6 \times 10^7$	$8,3 \times 10^{10}$
Ovini	93.500	37.400	1.270 (6)	$1,2 \times 10^8$			
Caprini	32.600	11.410	900 (6)	$3,0 \times 10^7$			
Equini	21.900	54.750	7.500 (6)	$1,6 \times 10^8$			
Avicoli (9) (10)	11.758.700	205.777	55 (6)	$6,6 \times 10^8$	3,3 (2)	$4,0 \times 10^7$	$2,1 \times 10^{11}$

(1) Potere calorifico inferiore del biogas 5.200 kcal/m³.

(2) GIZA - GI & GI, *Biogas: energia del futuro*, Bagnolo in Piano (RE).

(3) ISTAT, Ann. Stat. Zootecn. pesca e caccia, XIX, Roma (1978).

(4) Peso medio: 120 kg/capo.

(5) Peso medio: 320 kg/capo.

(6) *L'informatore agrario*, XXXVI, 3/1/1980.

(7) Peso medio: 600 kg/capo.

(8) CRPA Notizie, n° 4-5, 1980.

(9) Inclusi tacchini e altri avicoli, peso medio: 1,75 kg/capo.

(10) Le vite medie assunte sono le seguenti: polli da uova 1 anno; polli da carne 70 giorni; tacchini 240 giorni, altri 1 anno.

investigati anche se tuttavia non sono ancora disponibili indicazioni e metodi di progettazione ingegneristica.

Nell'ambito del presente contratto di ricerca si è ritenuto opportuno, per l'importanza da noi attribuita al settore, dare un contributo allo studio degli aspetti tecnici del problema. È stato condotto infatti un lavoro di rassegna delle più significative conoscenze tecnico-scientifiche del campo, che comprende anche contributi originali utili al progettista e agli operatori del settore agricolo che intendono appropriarsi delle conoscenze di base per poter valutare le possibilità reali di applicazione di questa tecnologia nelle diverse situazioni specifiche. Riteniamo che lo studio debba proseguire attraverso un'analisi approfondita dei costi e dei benefici che si riferisca alla esperienza già accumulata negli impianti funzionanti.

Il valore totale delle potenzialità disponibili nella regione che si deduce dalla Tabella 5.1 deve essere ridotto ad un valore più realistico tenendo conto degli allevamenti piccoli e a scala familiare dove risulta difficile oggi proporre l'installazione di impianti di digestione, anche se una parte degli sforzi di ricerca è proprio indirizzata alla realizzazione di piccoli impianti, semplici nella costruzione e nella operazione.

Supponendo tuttavia di proporre impianti solo per allevamenti con un numero di capi maggiore di una certa soglia (50 per i bovini, 100 per i suini e 1000 per avicoli), la potenzialità totale si riduce a 0,2 Mtep/anno, all'incirca equivalenti al consumo diretto totale dell'agricoltura piemontese.

Per quanto riguarda l'installazione di impianti pilota e dimostrativi, l'allevamento suino pare quello più disposto a recepire questa tecnologia, a causa dei problemi di depurazione che già oggi deve affrontare, e per sopperire al fabbisogno di energia termica dell'allevamento. Tuttavia, poiché l'azienda di allevamento spesso è priva di terra, risulta difficile predisporre una utilizzazione in loco dei fanghi di digestione come fertilizzante.

Un altro problema importante, che deve esser studiato in vista di una intensiva applicazione della fermentazione anaerobica e che va preventivamente risolto, riguarda l'utilizzazione del biogas prodotto e del suo eventuale accumulo. Potrebbero essere coperti sia i fabbisogni termici dell'azienda zootecnica che quelli di riscaldamento domestico. In ogni caso, nella stagione estiva, l'offerta potrebbe notevolmente superare la domanda. Vanno studiate pertanto nuove ed efficienti utilizzazioni del biogas, quali l'essiccazione di prodotti agricoli. Ci pare interessante il settore dell'essiccazione artificiale del foraggio, in sostituzione della tradizionale essiccazione solare sul campo, con il risultato di una grande semplificazione delle operazioni meccaniche da eseguire, di un indubbio miglioramento delle proprietà nutritive del fieno e, non ultimo, di un sensibile aumento di produttività del campo, che potrebbe facilmente tradursi in un ulteriore taglio completo all'anno.

Altre soluzioni dirette alla produzione combinata di calore ed energia elettrica, vanno ancora attentamente studiate nelle loro implicazioni gestionali e nel loro bilancio costi-benefici.

5.3. Il legno

Lo studio dell'utilizzazione energetica dei prodotti forestali richiede competenze specifiche, sia per l'analisi dei dati che per l'analisi tecnologica. Pertanto ci siamo limitati a considerazioni generali e preliminari.

Nel Capitolo 1 (utilizzando i dati statistici dell'ISTAT), abbiamo ricordato che in Piemonte il legno, con una produzione destinata alla combustione equivalente a 8×10^{11} kcal/anno, può coprire il fabbisogno di riscaldamento di 88.000 persone, supponendolo pari a circa 800 kg di gasolio all'anno per persona. Uno studio specifico [6] è già stato condotto sulla provincia di Cuneo: in esso si è stimata una possibile copertura dei fabbisogni di 123.000 persone, abitanti nel contesto rurale. Ci sembra quindi che le statistiche ISTAT sottostimino fortemente, almeno di un fattore 5, le reali disponibilità di legno nella regione.

Sulla scorta delle stime effettuate per la provincia di Cuneo, correggendo i dati ISTAT regionali, si può ipotizzare una reale disponibilità di circa $3,5 \times 10^{12}$ kcal/anno da destinare ai fabbisogni di 440.000 persone (10 % della popolazione totale). Se fosse possibile ridurre il fabbisogno di combustibile per riscaldamento da 880 kgpe/anno a soli 500 kgpe/anno, con interventi di miglioramento termico-edilizio, si potrebbe arrivare a coprire le necessità di ben 704.000 abitanti.

Se a tale miglioramento corrispondesse infine un auspicabile mutamento delle abitudini della popolazione con l'applicazione di criteri di risparmio e limitando il riscaldamento a uno o due vani della abitazione, riducendo il fabbisogno a 250 kgpe/anno, si potrebbero soddisfare le necessità di 1.400.000 persone (30 % della popolazione piemontese).

Si rammenta tuttavia che tali cifre vanno attentamente analizzate, tenendo conto che, allo stato attuale della tecnologia, la sorgente legno può essere ragionevolmente proposta solo in zone rurali e che ne devono rimanere esclusi i grandi agglomerati urbani.

Accanto allo studio delle possibili utilizzazioni, e delle relative tecnologie ci pare in ogni caso estremamente importante incentivare l'ottimizzazione delle risorse forestali, oggi non efficientemente sfruttate, soprattutto a causa della progressiva diminuzione dell'utilizzazione del legno come combustibile (dalle statistiche ISTAT: $2,8 \times 10^8$ kg nel 1971, $2,5 \times 10^8$ kg nel 1974 e $1,8 \times 10^8$ kg nel 1977) e della sua sostituzione con fonti fossili non rinnovabili.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- [1] Face au défi énergétique: l'Agriculture, source nouvelle d'énergie, Journées d'étude des ISF, Parigi (1979).
- [2] International Conference Energy from Biomass, Brighton (1980). International Conference on Alternative Energy Sources, Miami (1980).
- [3] E. C. BEAGLE, *Rice-Husk: Conversion to Energy*, FAO, ASB 31, Roma (1978).
- [4] T. B. REED, *The Combustion, Pyrolysis, Gasification and Liquefaction of Biomass*, Ref. 2, Brighton (1980).
- [5] FAO Soils Bulletin 41, FAO, Roma (1978).
- [6] A. BARIDON, B. FASSI, *Seminaires sur les Aspects Énergétiques des Industries Forestières*, Udine (1978).

6. RIFLESSIONI, COMMENTI E PROPOSTE PRELIMINARI DI INTERVENTO E DI APPROFONDIMENTO

Lo scopo della presente ricerca era duplice: da un lato si voleva realizzare un quadro della situazione attuale del sistema agricolo, utilizzando il parametro « energia » come base dello studio; dall'altro, era nostra intenzione segnalare settori di intervento e identificare settori meritevoli di ulteriori indagini ed approfondimenti.

Lo studio rappresenta quindi un primo contributo all'analisi energetica del sistema agricolo piemontese. A conclusione di questa fase ci sembra opportuno formulare alcuni commenti e avanzare proposte.

a) La difficoltà maggiore incontrata nel corso del lavoro è stata essenzialmente quella del reperimento di dati attendibili e coerenti su cui basarsi in quasi tutti i settori di indagine.

Per alcuni settori, e su questi ci si è soffermati nel corso delle pagine precedenti, riteniamo necessari studi accurati per approfondire la conoscenza del settore ed evitare conclusioni affrettate e forse non completamente giustificate. Riteniamo pertanto che *debbono essere utilizzati al massimo delle loro capacità di descrizione anche energetica gli strumenti di indagine già esistenti o che verranno approntati nel prossimo futuro* (ad esempio e in modo particolare il prossimo Censimento dell'Agricoltura, ma anche le ricorrenti iniziative di diverse provenienze nell'ambito regionale).

L'utilizzazione coordinata di strutture di analisi dei dati, munite anche di supporti statistici e cartografici, dovrebbe permettere una veloce e tempestiva analisi delle informazioni onde poterne trarre il massimo vantaggio.

L'interpretazione dell'informazione richiede poi il *coordinamento di sforzi e competenze molto diversificate*, specialmente in un settore così composito ed articolato come quello agricolo.

b) È necessaria, a nostro avviso, una dettagliata *analisi energetica di zone geograficamente più limitate e omogenee della Regione* per poter arrivare alla formulazione di proposte puntuali di intervento. Ugualmente molto significative, anche per giustificare future scelte di politica agricola, ci appaiono le *analisi approfondite dei bilanci energetici di colture e attività specifiche*, in analogia con quanto viene già fatto, con studi ad alto livello, in altre nazioni europee, assillate forse meno di noi dal problema energetico.

c) *L'analisi e lo studio energetico dell'industria alimentare* è un argomento di estremo interesse. Accanto allo studio del bilancio vero e proprio, riteniamo molto importante arrivare al dettaglio della dislocazione geografica di questi insediamenti per poter approfondire l'indagine *sull'ottimizzazione di scelte energetiche atte a ridurre i consumi e/o ad utilizzare fonti non convenzionali recuperate sia dall'industria stessa che dal settore agricolo interagenti*.

d) Per quanto riguarda lo *studio delle potenzialità energetiche del sistema agricolo*, accanto all'acquisizione di dati più attendibili per una più profonda conoscenza della situazione della regione ci sembra op-

portuno *approfondire ulteriormente il problema tecnologico* in tutti i settori ed arrivare con sollecitudine ad una analisi economica dettagliata, con bilanci costi-benefici, anche nella prospettiva di probabili ulteriori aumenti del costo dell'energia fossile che potrebbero giustificare scelte attualmente ancora non convenienti.

e) Nel settore del *recupero di energia da sottoprodotti dell'agricoltura*, appare promettente (per il significativo contenuto energetico) la possibilità di utilizzazione delle paglie (soprattutto quella del riso) e di produzione di biogas da liquami zootecnici. È opportuno uno studio atto ad *individuare utenze appropriate per l'energia prodotta, sia all'interno del sistema agricolo* (identificando settori ad alto consumo energetico in cui sia possibile la penetrazione della fonte alternativa, essiccazione ad esempio, sia di grani che di foraggio), *che all'esterno del sistema* (nel settore civile ad esempio, per riscaldamento domestico). L'analisi temporale nell'arco dell'anno delle curve disponibilità-consumo è di fondamentale importanza, data l'estrema singolarità delle richieste agricole di energia (al contrario di quanto avviene all'interno dell'industria alimentare).

f) L'analisi economica non potrà prescindere dai benefici indotti dalla riduzione dell'inquinamento e dalla possibilità di utilizzazioni dei fanghi come fertilizzanti sul terreno agricolo.

g) Per l'energia solare ci pare significativo completare gli studi delle possibilità di impiego, specialmente nel campo dell'essiccazione protette altamente specializzate. A questi dovrebbero seguire corrette valutazioni energetiche ed economiche.

h) Un approfondimento della conoscenza della risorsa « legno » è da ritenersi estremamente importante, sia per puntualizzarne la potenzialità che per ottimizzarne l'utilizzazione.

In tutti i settori sono disponibili nella regione conoscenze tecniche ad alto livello, che dovrebbero essere opportunamente messe in evidenza e valorizzate.

Dovrebbero essere favoriti e seguiti con estrema attenzione gli sviluppi scientifici e tecnologico-ingegneristici nei diversi campi, soprattutto in quelli ove si è ormai arrivati allo stadio di costruzione di impianti pilota o prototipi. In ogni caso, riteniamo di fondamentale importanza il coordinamento degli sforzi e delle competenze.

BIBLIOGRAFIA GENERALE

COLTURE

Le aziende agricole e forestali nelle Comunità Montane. Regione Piemonte, ed. Patron, Bologna 1978.

L'Agricoltura nei Comprensori del Piemonte. Quaderni della Programmazione n° 4. Regione Piemonte, Torino 1979.

Allegati alla prima Relazione sulla situazione del settore agricolo nei comprensori. Regione Piemonte, Assessorato alla Programmazione, Torino 1979.

Contributo dell'IRES alla metodologia dei piani zonali. Esame di una zona di pianura irrigua, ESAP, Torino, Luglio 1979.

Piemonte Agricoltura. « Bollettino mensile di informazione socio-economica per gli agricoltori della Regione Piemonte ». Assessorato Agricoltura, Regione Piemonte, Torino.

Regione Piemonte, *Relazione sulla situazione socio-economica Regionale*. Aggiornamento 1979, Torino 1979.

Annuario di Statistica Agraria, ISTAT, Roma.

2° *Censimento generale dell'Agricoltura*, ISTAT, Roma, 25/10/1970.

IRES-CSI, 2° *Censimento generale dell'Agricoltura*. Progetto Aristotele, Centro di calcolo dell'IRES.

L'irrigazione in Piemonte. Regione Piemonte, Assessorato Agricoltura e Foreste, IRES, Torino 1973.

Annuario dell'Agricoltura Italiana, vol. XXXIII, 1978, INEA, Roma 1979.

Esportazione regionale di ortofrutticoli. Istituto nazionale per il Commercio Estero, Servizio economico agrario, Roma 1979.

Relazione Annuale esercizio 1-1/31-12-1978. Ente Nazionale Risi, Milano Piazza Pio XI, 1.

Piemonte che cambia. Associazione Piemonte Italia, Torino 1975.

Zonizzazione e piani agricoli in Piemonte obiettivi, criteri e metodi. Convegno di Studio Verbania (Pallanza) 6-8 maggio 1976 Atti ESAP, Torino 1977.

Ricerca sulla *Patologia fondiaria ed aziendale nell'agricoltura piemontese*, IRES, Torino, maggio 1975.

Individuazione delle Aziende Agricole del Piemonte. Prima stesura provvisoria, IRES, Torino, Luglio 1973.

Camera dei Deputati VII legislatura, *Costi di produzione, trasformazione e distribuzione dei prodotti agricoli*. Indagine conoscitiva della XI Commissione Permanente, n° 6 vol. II, Servizio Commissioni Parlamentari, Roma 1979.

La rete d'informazione contabile agricola della CEE. Commissione della Comunità Europea, 2ª ed. Lussemburgo, 1/1/1973.

Ripartizione del territorio regionale fra montagna, collina depressa, collina e pianura. Regione Piemonte, Assessorato Agricoltura e Foreste, Torino, dicembre 1975.

Carta della Capacità d'uso dei suoli e loro limitazioni. Regione Piemonte, Assessorato alla Pianificazione del Territorio e ai parchi naturali, IPLA, Torino 1979.

Carta per l'individuazione dei vincoli sulle principali aree ad indirizzi agricoli e di conservazione ambientale. Regione Piemonte, Assessorato alla Pianificazione del Territorio e ai parchi naturali, IPLA, Torino 1979.

ALLEVAMENTO

Le aziende agricole e forestali nelle Comunità Montane. Regione Piemonte 1970, ed. Patron, Bologna 1978.

L'Agricoltura nei Comprensori del Piemonte. Quaderni della Programmazione n° 4, Regione Piemonte, Torino 1979.

Allegati alla Prima Relazione sulla situazione del settore agricolo nei comprensori. Regione Piemonte, Assessorato alla Programmazione, Torino 1979.

Contributo dell'IRES alla metodologia dei piani agricoli zonali. Esame di una zona di pianura irrigua ESAP, Torino, Luglio 1979.

Piemonte Agricoltura, « Bollettino mensile di informazione socio-economica per gli agricoltori della Regione Piemonte », Assessorato Agricoltura, Regione Piemonte, Torino.

Regione Piemonte, *Relazione sulla situazione socio-economica Regionale*. Aggiornamento 1979, Torino 1979.

ISTAT, *Annuario Statistico della zootecnia, pesca e caccia*, Roma.

ISTAT, 2° *Censimento generale dell'apicoltura*, 25 ottobre 1970, Roma.

IRES-CSI, 2° *Censimento generale dell'Agricoltura*. Progetto Aristotele, Centro di Calcolo dell'IRES, Torino.

Associazione Piemonte, Italia, *Piemonte che cambia*, Torino 1975.

Regione Piemonte, Assessorato alla Pianificazione e Gestione Urbanistica. *Indagine Regionale sulla Consistenza delle Opere infrastrutturali*, Torino, 19/12/1978.

Commissione delle Comunità Europee, *La rete d'informazione contabile agricola della CEE*, 2ª ed., Lussemburgo 1/1/1973.

Borgioli Elvio, *Nutrizione e alimentazione degli animali domestici*, EDAGRICOLE, Bologna.

Associazione Nazionale Bruna Apina, *Libro Genealogico Nazionale e Statistiche* 1978, Verona 1979.

UNA, *Notizie di Avicoltura*, « Mensile dell'Unione Nazionale dell'Avicoltura », Roma.

AA. VV., *Rivista di Avicoltura*, EDAGRICOLE, Bologna

UNAS, *Consistenza del patrimonio suinicolo in Piemonte per comune e per azienda*. Anno 1976, Roma 1976.

ANABORAPI, *Relazione del Consiglio Direttivo*, 1978, Torino 1978.

Regione Piemonte, Assessorato Agricoltura e Foresta, *Documento G*, Torino 1980.

ESAP, *Patrimonio zootecnico Regionale*, Anno 1974, Torino 1975.

CNR, *Attuale Aspetto etnografico dell'allevamento bovino in Piemonte*. Progetto finalizzato Difesa del patrimonio genetico animale, Roma 1976.

Provincia di Torino, Assessorato Agricoltura-Ecologia-Igiene e Profilassi, *Allevamenti suinicoli censiti dal Servizio Protezione Ambiente e sottoposti a controllo per la Provincia di Torino*, Torino 1980.

Provincia di Torino, Ufficio zootecnia, *Elenco vaccinazioni peste suina e antiaftosa, per n° capi, tipo e comune*, Torino 1980.

MECCANIZZAZIONE AGRARIA

Me Ma, *Catalogo e repertorio delle Macchine Agricole*, XI Eima, EDAGRICOLE, Bologna 1980.

UNACOMA, *Assemblea generale*, 27 Giugno 1980, Roma 1980.

UMA, *La meccanizzazione agricola in Italia*, ed. UNACOMA, Roma.

Piemonte Agricoltura. « Bollettino mensile di informazione socio-economica per gli agricoltori della Regione Piemonte ». Assessorato Agricoltura Regione Piemonte, Corso Stati Uniti, 21 Torino.

CNR, Progetto finalizzato meccanizzazione agricola, *Convegno Nazionale sulla meccanizzazione della viticoltura collinare*, Torino 24/1/1980.

UMA, Fascicoli regionali 1972, Piemonte UMA Statistica, Roma 1972.

Le macchine agricole in Piemonte al 31/10/1979. Dati Comunali e Provinciali. Regione Piemonte Assessorato Agricoltura e Foreste Torino, Novembre 1980.

L'Agricoltura nei Comprensori del Piemonte Quaderni della Programmazione n° 4 Regione Piemonte 1979 Torino.

Allegati alla Prima Relazione sulla situazione del settore agricolo nei Comprensori. Regione Piemonte Assessorato alla Programmazione, Torino 1979.

Contributo dell'IRES alla Metodologia dei piani Agricoli zonali. Esame di una zona di pianura irrigua, ESAP, Torino luglio 1979.

Camera dei Deputati VII Legislatura, *Costi di produzione, trasformazione e distribuzione dei prodotti agricoli*. Indagine conoscitiva della XI Commissione Permanente, n° 6, vol. II, Servizio Commissioni Parlamentari, Roma 1979.

INEA, *Annuario dell'Agricoltura Italiana*, vol. XXXII, 1978, Roma 1979.

L. Lisa, *Problemi di Meccanizzazione della foraggicoltura*, Italia Agricola 1981.

Atti del seminario internazionale di studi sulla razionalizzazione della meccanizzazione e nella riduzione delle spese di energia in agricoltura, *Rivista di Ingegneria Agraria*, n° 3/4, 1977, ed. EDAGRICOLE, Bologna.

FORESTE

Contributo dell'IRES alla metodologia dei piani agricoli zonali. Esame di una zona di pianura irrigua, ESAP, Torino, luglio 1979.

Piemonte Agricoltura. « Bollettino mensile di informazione socio-economica per gli agricoltori della Regione Piemonte ». Assessorato Agricoltura, Regione Piemonte, Torino.

Piemonte che cambia. Associazione Piemonte-Italia, Torino 1975.

Carta dei Boschi e dei Parchi. Regione Piemonte, maggio 1979.

Annuario di Statistica Forestale, ISTAT, Roma.

Il Bosco ceduo in Piemonte. Situazione attuale e prospettive di utilizzazione e miglioramento. dott. A. Salsotta, *Annuali dell'Accademia di Agricoltura di Torino*, vol. 118, 1975-1976.

Disponibilità di Materia prima per cartiera nell'Italia Settentrionale. Cellulosa e carta, n° 1, 1977.

Possibilitè de utilisation du bois des touillis en Province de Cuneo (Italie) en tout que combustible pour le chauffage. Séminaire sur les aspects énergétiques des industries forestières. Udine, 13/17 novembre 1978.

Esperienze ed indagini per una selvicoltura moderna. Regione Piemonte, Ispettorato Regionale delle Foreste, Torino, gennaio 1979.

Le aziende agricole e forestali nelle Comunità Montane. Regione Piemonte, ed. Patron, Bologna 1978.

Considerazione sul patrimonio forestale nazionale in rapporto alle necessità di assorbimento di ciascun settore di trasformazione con riferimento ai problemi della biomassa. Convegno Forestazione a scopo industriale, Torino, 14-15 aprile 1978.

La materia prima legno. Giornata della produzione forestale. 2ª Commissione: Aspetti economico-sociali. Euroforesta. Verona 5/9 giugno 1977.

MEZZI DI PRODUZIONE

Concimi Chimici, Fertilizzanti, Diserbanti e Fitormoni Anticrittogamici

Annuario di statistica Agraria, ISTAT, Roma.

Bollettino mensile di statistica, ISTAT, Roma.

Piemonte che cambia. Associazione Piemonte Italia, Torino 1975.

Relazione sulla situazione socio-economica regionale. Aggiornamento 1979. Regione Piemonte, Torino 1979.

Contributo dell'IREs alla metodologia dei piani agricoli zonali. Esame di una zona di pianura irrigua, ESAP, Torino luglio 1979.

Costi di produzione, trasformazione e distribuzione dei prodotti agricoli. Indagine conoscitiva della XI Commissione Permanente, n° 6, vol. II, Servizio Commissioni Parlamentari, Roma 1979.

Annuario INEA dell'Agricoltura Italiana, vol. XXXII, 1978, ed. Il Mulino, Bologna 1979.

MANGIMI, FORAGGI, SEMENTI

Annuario di statistica Agraria, ISTAT, Roma.

Bollettino mensile di statistica, ISTAT, Roma.

Piemonte che cambia. Associazione Piemonte Italia, Torino 1975.

Contributo dell'IREs alla metodologia dei piani agricoli zonali. Esame di una zona di pianura irrigua, ESAP, Torino luglio 1979.

Costi di produzione, trasformazione e distribuzione dei prodotti agricoli. Indagine conoscitiva della XI Commissione Permanente, n° 6, vol. II. Servizio Commissioni Parlamentari, Roma 1979.

Annuario INEA dell'Agricoltura Italiana, vol. XXXII, 1978, ed. Il Mulino, Bologna 1979.

IRRIGAZIONE

L'agricoltura nei Comprensori del Piemonte. Quaderni della Programmazione n° 4. Regione Piemonte. Torino, 1979.

Allegati alla prima relazione sulla situazione del settore agricolo nei Comprensori. Regione Piemonte. Assessorato alla Programmazione, Torino 1979.

Allegati alla Prima relazione sulla situazione del settore agricolo nei Comprensori. Regione Piemonte. Assessorato alla Programmazione 1979.

Contributo dell'IREs alla metodologia dei piani agricoli zonali. Esame di una zona di pianura irrigua, ESAP, Torino luglio 1979.

L'irrigazione in Piemonte. Regione Piemonte. Assessorato per l'Agricoltura e Foreste, Torino 1973.

L'irrigazione in Piemonte e alcuni aspetti di particolare interesse. Regione Piemonte. Assessorato Agricoltura e Foreste (documento interno), Torino 1978.

Carta delle irrigazioni d'Italia, INEA, Roma 1965.

Annuario INEA dell'Agricoltura Italiana, vol. XXXII, 1978, ed. Il Mulino, Bologna 1979.

ENERGIA ELETTRICA

Annuario di statistica Agraria, ISTAT, Roma.

Piemonte che cambia, Associazione Piemonte Italia, Torino 1975.

Annuario INEA dell'Agricoltura Italiana, vol. XXII, 1978, ed. Il Mulino, Bologna 1979.

MACCHINE AGRICOLE E CARBURANTI PER USO AGRICOLO

Verdere Meccanizzazione Agraria.

Si desidera ringraziare tutti gli Enti e le persone che, rendendo disponibile informazioni e documentazioni ed attraverso utili suggerimenti e consigli, hanno reso possibile lo svolgimento del lavoro.

In particolare si vuole qui ricordare esplicitamente:

- l'Assessorato all'Agricoltura della Regione Piemonte;
- lo CSI - Piemonte;
- l'ESAP;
- l'IPLA;
- l'ISTAT;
- il dottor Potecchi dell'Istituto di Meccanizzazione Agricola del CNR;
- il dottor Volpi del Centro Studi Agricoli dell'ENI;
- il personale dell'Istituto di Fisica Tecnica e Impianti Nucleari del Politecnico di Torino che, prodigandosi in diverse forme, ha collaborato in modo indispensabile nelle varie fasi del lavoro ed in particolare la Signora Alda Gallo Imarisio per aver curato con grande professionalità tutta la parte amministrativa della Convenzione.

La Società degli Ingegneri e degli Architetti in Torino accoglie nella « Rassegna Tecnica », in relazione ai suoi fini culturali istituzionali, articoli di Soci ed anche non Soci, invitati. La pubblicazione, implica e sollecita l'apertura di una discussione, per iscritto o in apposite riunioni di Società. Le opinioni ed i giudizi impegnano esclusivamente gli Autori e non la Società.

Direttore responsabile: **MARIO FEDERICO ROGGERO**

Autorizzazione Tribunale di Torino, n. 41 del 19 Giugno 1948

Spedizione in abbonamento postale GR III/70 - Mensile

STAMPERIA ARTISTICA NAZIONALE - CORSO SIRACUSA, 37 - TORINO