

Valutare gli effetti della Politica Agricola Comune

Lo stato dell'arte dei metodi di analisi quantitativa delle politiche agricole

Roma, 24 Ottobre 2000

I modelli di programmazione matematica per l'analisi della Politica Agricola Comune*

Filippo Arfini**

1. Premessa

L'obiettivo del capitolo è illustrare le caratteristiche e le potenzialità di un gruppo di modelli che, mediante l'uso della programmazione matematica, simulano il comportamento degli imprenditori agricoli per stimare i principali effetti indotti dai cambiamenti della Politica Agricola Comunitaria dell'UE.

Come è noto, sino ad ora, i modelli basati sull'uso della programmazione matematica sono stati soprattutto utilizzati per aiutare gli imprenditori agricoli ad ottimizzare la gestione della propria azienda agricola. Oggi, la stessa metodologia viene applicata a livello di gruppi omogenei di agricoltori, organizzati per settore produttivo o per area geografica, con lo scopo di fornire ai *policy maker* informazioni sui possibili effetti che possono essere generati dall'applicazione di specifiche misure di politica agraria in territori o in settori ben delimitati.

L'uso della programmazione matematica per analisi di politica agraria, sta vivendo un rinnovato interesse sia per gli "stimoli" forniti dall'evolversi della PAC sia per la disponibilità di informazioni capaci di soddisfare le esigenze costruttive dei modelli sia per l'evoluzione teorica che ha caratterizzato la programmazione matematica in questi ultimi anni. Dalla classica programmazione lineare e quadratica si è passati, infatti, alla più recente "Positive Mathematical Programming" (PMP) e alla "Symmetric Positive Equilibrium Problem" (SPEP). Queste ultime esplicitamente finalizzate ad analizzare gli effetti della delle misure di politica agraria su scala regionale o settoriale in presenza di set di informazioni considerate prima insufficienti per altre metodologie.

L'utilità di questi strumenti di analisi è notevole in quanto, meglio di altre metodologie sono in grado fornire informazioni utili alla pianificazione delle politiche agricole su base regionale e nazionale, dotando i *policy maker* di veri e propri strumenti analitici di supporto alla stesura di quei documenti programmatori regionali sempre più richiesti a livello "centrale", come i Piani di Sviluppo Rurale previsti da Agenda 2000. In sostanza, la principale utilità della programmazione matematica e, al contempo, la differenza maggiore rispetto ad altre metodologie, è di consentire la

* L'autore desidera ringraziare Giovanni Anania, Piero Conforti, Paolo Sckokai, Pasquale De Muro e Luca Salvatici per i commenti su una versione precedente del lavoro. Ogni responsabilità per errori ed omissioni rimane comunque dell'autore.

** Sezione di Economia Agroalimentare, Dipartimento di Economia, Università di Parma (filippo.arfini@unipr.it).

costruzione di modelli capaci di fornire informazioni economiche, produttive e finanziarie a livello regionale e/o sub regionale, consentendo una valutazione mirata dell'efficacia dei Regolamenti comunitari.

In questo lavoro, i modelli che sono presentati sono stati selezionati in base a criteri che tengono conto sia dell'approccio metodologico utilizzato che delle misure di intervento analizzate. A differenza di altri modelli illustrati in altre parti di questo volume, i modelli costruiti utilizzando un approccio di programmazione matematica, nella maggior parte dei casi, non hanno "un nome" che li contraddistingue, mentre ha un nome la metodologia specifica utilizzata. Per tenere conto anche dello sviluppo cronologico che ha contraddistinto questa categoria di modelli, verranno dapprima illustrati i modelli basati sull'uso della programmazione lineare (PL), per poi passare ai più recenti modelli che si basano sulla PMP proposta da Howitt e Paris e sulla SPEP sviluppata dagli stessi autori.

Per questo motivo, dopo aver richiamato i principali elementi metodologici che sono alla base dei modelli di PL e che hanno consentito il passaggio a metodologie più complesse, come la PMP e la SPEP, verrà effettuata una rassegna delle principali applicazioni di programmazioni matematica finalizzate all'analisi degli effetti della PAC e un'analisi delle principali problematiche legate all'uso di queste metodologie.

I modelli proposti presenteranno alcuni elementi comuni dovuti alle ipotesi di fondo, all'architettura interna, alle forme funzionali che legano tra loro le attività, alla tipologia di dati e ai parametri utilizzati nella loro costruzione. Per questo motivo il secondo paragrafo contiene una breve presentazione della programmazione matematica, soffermandosi sui principali elementi che la caratterizzano. Nel terzo paragrafo verranno presentati i singoli modelli soffermandosi sulle diverse metodologie e sui problemi di politica agraria affrontati. Questo ultimo aspetto verrà approfondito nel quarto paragrafo, dove viene affrontata l'efficacia interpretativa dei diversi modelli nei confronti di singole misure di politica agraria seguendo lo schema di indagine che accomuna i capitoli dedicati in questo volume ai diversi approcci metodologici: il sostegno dei prezzi, le politiche commerciali, le misure di limitazione alla produzione, le misure parzialmente disaccoppiate e le politiche volontarie. Nelle conclusioni saranno presentate alcune riflessioni generali sulle metodologie proposte.

2.- Le caratteristiche comuni ai modelli di programmazione matematica

2.1- I presupposti teorici alla base dei modelli di PL

La programmazione lineare può essere considerata uno dei primi strumenti utilizzati per l'analisi degli effetti di misure di politica agraria applicate a livello di impresa, in quanto originariamente è stata usata in agricoltura come strumento di supporto alle scelte aziendali per individuare la combinazione produttiva "ottima", in grado di massimizzare il reddito dell'imprenditore¹ date le politiche esistenti. La programmazione lineare, nasce e si presenta come uno strumento microeconomico basato sul principio della massimizzazione vincolata come viene ben precisato dalla definizione fornita da De Benedictis e Cosentino (1979) dove si dice che "*la programmazione lineare rappresenta un insieme di teoria e di metodi di soluzione dei problemi che comportano la massimizzazione (o minimizzazione) di una funzione matematica di tipo lineare (la funzione obiettivo) subordinatamente ad un certo numero di vincoli anch'essi di tipo lineare*"².

¹ A questo riguardo, per una trattazione più approfondita, si rimanda il lettore al lavoro di Giacomini e Arfini (1993)
² pp.638, M. De Benedictis, V. Cosentino (1979).

I modelli di programmazione lineare³ si basano quindi sulla teoria della produzione a coefficienti fissi, ipotizzando finito il numero delle tecniche che consentono di ottenere un determinato bene. Si presuppone, perciò, limitato il numero dei beni producibili, così come è limitato il numero delle potenziali tecniche di produzione che consentono di ottenerli. Questa ipotesi è giustificata dal fatto che molto spesso il livello di conoscenza dello sviluppo delle tecniche di produzione è insufficiente e nella maggior parte dei casi si limita alla rilevazione delle produzioni ottenute in corrispondenza delle quantità dei fattori utilizzati in ciascun processo. In pratica, si ipotizza che l'imprenditore o gli imprenditori rappresentati nel modello, abbiano una conoscenza perfetta del rapporto tra fattori della produzione e quantità di output ottenuto, del livello di costi unitari imputabili a ciascuna attività produttiva e dei futuri prezzi di mercato.

Come noto, la teoria della produzione a coefficienti fissi ipotizza che in ogni processo esista una relazione di tipo proporzionale tra fattori produttivi utilizzati e beni e/o servizi ottenibili espresso dai coefficienti tecnici. Proprio i *coefficienti tecnici* diventano gli elementi in grado di caratterizzare i singoli processi produttivi in quanto, esprimendo la quantità di ciascun fattore necessaria per ottenere una unità di prodotto, consentono la rappresentazione del quadro tecnologico entro cui si muove l'impresa, quadro tecnologico noto come *matrice della tecnica*.

La matrice della tecnica comprende, pertanto, tutte le possibili tecniche soggette a vincolo alle quali l'imprenditore può ricorrere per produrre un singolo bene (o più beni) espresse da equazioni lineari composte in forma di matrici, mentre i coefficienti tecnici, inseriti nelle equazioni della matrice, evidenziano in modo puntuale il legame esistente tra il fattore (o i fattori) richiesto e la realizzazione del singolo processo (o dei processi). Ciascun fattore della produzione può essere utilizzato nel processo sino all'esaurimento della sua disponibilità, che costituisce la condizione di vincolo allo svolgimento del processo stesso.

Nella pratica, la struttura dei modelli di programmazione lineare risulta composta da un vettore riga (c') che rappresenta i coefficienti della *funzione obiettivo* da massimizzare (o minimizzare), dalla *matrice della tecnica* (A), da un vettore colonna detto *vettore dei vincoli* (b) in quanto definisce i fattori limitanti e da tante relazioni di uguaglianza (=) e disequaglianza (\geq , \leq), quante sono le equazioni del problema, ad indicare le relazioni di equilibrio o disequilibrio tra il fabbisogno di ciascun fattore e la sua disponibilità o capacità di produzione. Le incognite (x) sono le quantità di beni e di fattori rispettivamente da immettere o acquistare dal mercato.

Ricorrendo alla simbologia sopra esposta è possibile formulare un generico problema di massimizzazione (primario) nella seguente forma :

$$\begin{array}{ll} \text{Massimizzare} & Z = c'x \\ \text{Soggetto a} & Ax \leq b \\ \text{con} & x \geq 0 \end{array}$$

Analogamente il problema espresso come problema di minimizzazione (primario) assume la seguente forma :

$$\begin{array}{ll} \text{Minimizzare} & C = c'x \\ \text{Soggetto a} & Ax \geq b \\ \text{con} & x \geq 0 \end{array}$$

Dove Z e C sono, rispettivamente, le funzioni obiettivo corrispondenti al ricavo e al costo totale.

Entrambi i problemi sopra esposti sono problemi definiti *primari* in quanto finalizzati a risolvere il primo problema che l'imprenditore deve affrontare : individuare le quantità incognite (x)

³ Per la trattazione degli aspetti teorici ed applicativi della programmazione lineare si rimanda a manuali specifici quali : Panattoni, Campus, (1969), Cosentino, DeBenedictis (1979), Chiang (1984), Hazell, Norton (1986), Paris (1991).

di beni e di fattori che massimizzano (o minimizzano) una funzione di profitto (o di costo). A questo problema corrisponde un problema simmetrico o *duale* capace di analizzare la parte "nascosta" e meno ovvia del problema economico affrontato mediante l'impostazione primaria e cioè : una volta note le quantità dei fattori disponibili, l'obiettivo del problema duale è di individuare il costo dei fattori limitanti tali da minimizzare il costo complessivo per l'azienda nel rispetto del vicolo di equilibrio economico; quest'ultimo rappresentato dalla condizione che il costo unitario sia maggiore o uguale al prezzo di mercato. I valori che esprimono i costi unitari dei processi sono solitamente indicati con (y) e rappresentano le variabili (duali) del problema duale (a differenza di x che rappresenta la variabile del problema primario), queste ultime, inoltre, forniscono indicazioni sull'incremento di reddito che si avrebbe per effetto di un aumento di una unità nella disponibilità del fattore limitante. Per questo motivo le variabili duali sono anche denominate *prezzi ombra* dei fattori limitanti⁴ e, come si vedrà nei paragrafi successivi, rappresentano un'informazione utile per la stima di alcuni parametri difficilmente reperibili e strettamente dipendenti dalla strategia produttiva dell'azienda e dalla sua localizzazione geografica come, ad esempio, i costi di produzione dei processi e il costo marginale di alcuni fattori limitanti come la terra e le quote latte.

Nonostante l'impostazione generale dei problemi di PL sia relativamente semplice, è possibile giungere alla formulazione di problemi assai complessi mediante un adeguato uso delle equazioni di vincolo collegando il fabbisogno dei fattori alla loro disponibilità. Inoltre, proprio per la relativa semplicità di scrittura del problema, è possibile riferire lo stesso impianto analitico alla singola azienda agraria o ad un gruppo di aziende agricole aggregate in base all'area geografica in cui sono localizzate, o in base all'orientamento tecnico economico (OTE) adottato.

A variare non è la struttura del modello, bensì la sua grandezza, il numero di attività considerate, il numero equazioni necessarie a descrivere le relazioni esistenti tra ciascuna attività e i fattori della produzione ma, soprattutto, la capacità dei coefficienti tecnici (la matrice A) ed economici (il vettore c') di rappresentare effettivamente il gruppo di aziende alle quali il modello si riferisce.

In questa sede si ritiene opportuno sottolineare che la difficoltà nella costruzione di modelli di PL per analisi di politica agraria non è dovuta alla rappresentazione delle relazioni tra i processi o tra le attività, cioè al modello, bensì alla disponibilità di informazioni e di dati che riflettano nel modo più fedele possibile la strategia del gruppo di imprenditori "rappresentativi" dell'universo. A questo riguardo, occorre considerare che le aziende agricole, anche in una stessa regione, presentano strutture, indirizzi produttivi e livelli di specializzazione molto diversi tra loro, dando luogo a tipologie produttive molto articolate. Va da sé che all'aumentare dell'area di azione dei modelli, aumentano le difficoltà di rappresentare correttamente le tecnologie adottate in ciascuna tipologia di azienda e quindi i costi relativi all'uso dei fattori della produzione. Infatti, se per i costi variabili è possibile ricorrere a banche dati specializzate (come la RICA), per i coefficienti tecnici, quando non è possibile rilevarli direttamente, occorre procedere allo studio delle relazioni tra fattori impiegati e prodotti ottenuti, mediante opportuni modelli econometrici, mediante indicazioni presenti in letteratura o ricorrendo al giudizio di esperti.

Questi ultimi aspetti assumono un certo rilievo proprio quando occorre passare dai modelli di PL finalizzati al supporto della gestione aziendale a modelli di PL per analizzare problemi di politica agraria, in quanto eventuali errori nella rilevazione dei coefficienti tecnici ed economici (soprattutto dal lato dei costi) compromettono la capacità del modello di rappresentare il gruppo di aziende che costituiscono il campione statistico di riferimento e, quindi, ottenere una corretta valutazione delle misure di politica agraria considerate.

⁴ Va rilevato comunque come il significato attribuito al termine "duale" nei problemi di programmazione matematica (problema duale e soluzione duale) è del tutto diverso da quello assunto nei problemi di tipo econometrico come si evince chiaramente nella parte del volume dedicata all'uso dell'econometria .

2.2 - Dalla Programmazione Lineare alla PMP

Per tenere conto dei problemi sopra descritti, (fornire al modello di programmazione lineare una maggiore capacità di rappresentazione del fenomeno osservato per gruppi di aziende omogenee), la programmazione matematica e, in particolare, quella lineare è stata sviluppata in alcuni suoi aspetti teorici e metodologici per consentire una maggiore capacità di analisi di problemi di politica agraria.

Si è così passati da modelli di PL di tipo *normativo*, finalizzati ad indicare la combinazione produttiva ottima da far seguire all'imprenditore agricolo, nell'ipotesi che la situazione di partenza non debba essere considerata vincolante nelle scelte produttive, a modelli di tipo *positivo*, dove l'obiettivo principale è quello di riprodurre la situazione osservata nel modo più fedele possibile, per poi simulare il comportamento degli imprenditori agricoli al variare dei parametri oggetto dell'intervento di politica agraria.

Questo percorso è iniziato con i lavori di Heady (1964, 1978) e Howitt (1995) ed è continuato grazie ai lavori di Paris e Arfini (1995) di Paris e Howitt (1998) che, proprio in seguito agli stimoli pervenuti dagli sviluppi dei problemi di politica agraria dell'UE hanno dato vita ad un nuova tipologia di modelli definiti come "Programmazione Matematica Positiva". Più recentemente sempre Howitt e Paris (2000) hanno ulteriormente sviluppato l'idea iniziale della PMP giungendo ad un nuovo modello definito come "Symmetric Positive Equilibrium Problem" (SPEP). Per la loro importanza ai fini di analisi di politica agraria, questi due modelli verranno di seguito illustrati nei loro aspetti essenziali.

2.2.1 Perché la Programmazione Matematica Positiva

In forma molto sintetica, sin dalle prime applicazioni di modelli di programmazione lineare a problemi di imprese individuali o aggregate per analisi di politica agricola, i ricercatori hanno dovuto affrontare il problema della eccessiva specializzazione delle aziende agricole e della necessità di riprodurre nel modo più fedele possibile la realtà osservata. Per questa ragione, alcuni ricercatori (Heady e altri, 1978) nei loro modelli di programmazione lineare hanno aumentato il set dei vincoli strutturali ($\mathbf{Ax} \leq \mathbf{b}$) con un set di vincoli sui possibili livelli di attività, usando il livello realizzato (e osservato), chiamato \mathbf{x}_R come vincolo. La struttura di tale vincolo può essere rappresentata convenientemente come $\mathbf{x} \leq \mathbf{x}_R$, indicando che le quantità prodotte (\mathbf{x}) devono essere minori o uguali a quelle realizzate (\mathbf{x}_R) obbligando così il modello a rispecchiare fedelmente le decisioni prese dall'agricoltore.

L'idea che è alla base della Programmazione Matematica Positiva può essere riassunta, quindi, nella considerazione che sia più facile raccogliere informazioni circa il livello di output prodotto in una azienda agricola (rappresentato da \mathbf{x}_R), piuttosto che informazioni riguardanti i costi di produzione, ed utilizzare questa informazione per costruire modelli corretti in quanto in grado di rappresentare il comportamento osservato dell'imprenditore. In altre parole, i livelli di output realizzati sono il risultato di decisioni complesse basate in larga parte su una funzione di costo totale nota solo all'imprenditore e difficilmente rilevabili dall'esterno dell'azienda. L'osservazione della funzione di produzione, però può portare alla stima della funzione di costo proprio perché questa funzione può essere considerata come il duale della precedente. D'altro canto, la costruzione di modelli per analisi di politica agraria, riferiti non a singole aziende ma a gruppi di aziende omogenee, spinge i ricercatori ad utilizzare anche dati di contabilità agraria (come la RICA), le quali difficilmente contengono tutte le informazioni necessarie a soddisfare le esigenze costruttive del modello, sia dal lato quantitativo che qualitativo.

La metodologia PMP cerca di fare propri gli elementi sopra descritti assumendo come ipotesi di lavoro la teoria duale dei modelli di programmazione matematica e della teoria dei costi di produzione che li rappresenta in una matrice simmetrica positiva semidefinita.

Prima di illustrare nel dettaglio le fasi che compongono il “primo momento” della PMP, occorre, ancora una volta, soffermarci su un aspetto di assoluta rilevanza ai fini di analisi di politica agraria, cioè il rapporto tra la struttura del modello e la rappresentazione del campione. A questo riguardo, le possibili soluzioni potrebbero essere quelle di ricondurre il campione ad “un’azienda media” come suggeriscono Hazzel e Norton (1986), oppure adottare un approccio “di frontiera” come suggeriscono Paris e Arfini (2000).

L’osservazione avanzata da Paris e Arfini è che anche in presenza di aziende omogenee, in quanto presentano lo stesso orientamento tecnico economico (OTE), i singoli imprenditori non attivano tutti gli stessi processi, ma scelgono il set di colture da attuare nella loro azienda in base a precisi elementi di convenienza attuando un processo di “auto-selezione”. Ne risulta che una metodologia appropriata per costruire un modello, che voglia riflettere il comportamento di tutti gli imprenditori presenti nel campione omogeneo, deve lasciare l’imprenditore libero di non attuare un certo processo pur presente nella regione riproducendo il comportamento di auto-selezione praticato dall’agricoltore. Come esposto di seguito questo risultato può essere ottenuto adottando una funzione di costo di frontiera rispetto alle aziende di un campione omogeneo per confrontarla con il livello di costo delle singole colture presenti in ogni azienda del campione.

2.2.2 La metodologia della PMP

La metodologia PMP si compone quindi di tre fasi. La prima è definita da N modelli di programmazione lineare (PL), uno per ogni azienda del campione, e da un modello di PL supplementare per l’intero campione. L’ n -mo modello relativo alla n -ma azienda agricola, $n = 1, \dots, N$, utilizza tutte le informazioni disponibili per ricavare il vettore dei prezzi ombra relativo ai fattori produttivi limitanti allocabili (come il fattore terra), \mathbf{y} , e il vettore di costo marginale differenziale corrispondente al vettore dei livelli di produzione (output) realizzati per ciascuna attività, \mathbf{l} . Il modello di PL dell’ n -ma azienda agricola ha la seguente struttura:

$$\begin{aligned}
 (1) \quad & \max (\mathbf{p}'_n \mathbf{x}_n - \mathbf{c}'_n \mathbf{x}_n) \\
 \text{soggetta a} \quad & \\
 (2) \quad & \mathbf{A}_n \mathbf{x}_n \leq \mathbf{b}_n \\
 (3) \quad & x_{nj} \leq x_{Rnj}, \text{ per } x_{Rnj} > 0, \quad j = 1, \dots, J_n \\
 & x_n \geq 0
 \end{aligned}$$

dove \mathbf{p}_n è il vettore dei prezzi praticati dall’azienda agricola n -ma, \mathbf{c}_n è il suo vettore di costi variabili “contabili”⁵ per unità di output ricavati dalla banca dati, \mathbf{A}_n è la matrice dei coefficienti tecnici fissi relativi ai fattori produttivi limitanti, \mathbf{b}_n è il vettore dei vincoli relativo alla disponibilità dei fattori produttivi limitanti, e \mathbf{x}_{Rn} è il vettore dei livelli di output realizzati. Il vettore \mathbf{x}_n è, ovviamente, non-negativo. Ogni azienda presenta I fattori produttivi limitanti, e J_n prodotti. Il vettore sull’uso del fattore terra per ogni singolo processo è indicato da \mathbf{h}_{Rn} . In questa applicazione del modello il terreno è il solo fattore produttivo limitante e l’ n -ma matrice \mathbf{A}_n dei coefficienti tecnici viene definita come $\mathbf{A}_n = [\mathbf{a}_{nij}]$, dove $a_{nij} = h_{Rni} / x_{Rnj}$.

Il modello presenta una struttura molto semplice in quanto sono assenti i vincoli che caratterizzano i “classici” modelli di PL applicati alle aziende agricole descritti nei manuali come i vincoli di rotazione agronomica, di produzione, di vendita ecc. Per contro, il modello ha due sole tipologie di vincolo : quelli “strutturali” (2) e quelli di “calibrazione” (3). Il primo vincolo obbliga a rispettare la disponibilità complessiva del fattore terra per l’azienda, mentre il secondo obbliga a

⁵ Questi costi sono solo una parte dei costi variabili totali, in particolare vengono considerati costi variabili specifici.

rispettare le scelte produttive manifestate dall'imprenditore in termini di quantità di output. A ciascun vincolo è associato il corrispondente prezzo ombra (o valore duale), più precisamente ai vincoli del fattore produttivo allocabile (2), è associato il vettore dei prezzi ombra, y_n , mentre ai vincoli di calibrazione (3) è associato il vettore dei costi marginali differenziali, I_n .

Il duale del modello (1)-(3) assume quindi la seguente struttura :

$$(4) \quad \min (\mathbf{b}'_n y_n + \mathbf{I}'_n x_{Rn})$$

soggetto a

$$(5) \quad \begin{aligned} & \mathbf{A}'_n y_n + \mathbf{I}_n + \mathbf{c}_n \leq \mathbf{p}_n \\ & y \geq 0, \mathbf{I} \geq 0 \end{aligned}$$

dove i vettori y_n e I_n sono non-negativi⁶.

Il modello di PL supplementare ($N+1$) per l'intero campione è definito tenendo conto di tutte le risorse delle aziende agricole del campione e di tutte le attività produttive praticate, come se le informazioni fossero relative ad una unica grossa azienda dove la disponibilità di terreno di tutte le aziende è sommata nel vettore $\bar{\mathbf{b}}$, i livelli realizzati delle attività produttive sono sommati nel vettore $\bar{\mathbf{x}}_R$, i prezzi e i costi sono calcolati come media, ristretta naturalmente a quelle aziende che presentano la stessa coltura specifica, mentre la matrice dei coefficienti tecnici per l'intero campione è definita dal rapporto tra gli ettari totali di ogni processo divisi per la quantità totale di output realizzato da quella coltura. Per chiarezza e completezza, il modello primario PL per l'intero campione individuato nella OTE è rappresentato come :

$$(6) \quad \max (\mathbf{p}' \mathbf{x} - \mathbf{c}' \mathbf{x})$$

soggetto a

$$(7) \quad \mathbf{A} \mathbf{x} \leq \bar{\mathbf{b}}$$

$$(8) \quad \mathbf{x} \leq \bar{\mathbf{x}}_R$$

$$\mathbf{x} \geq \mathbf{0}$$

dove la variabile primaria (x) è non-negativa e la specificazione duale del modello presenta la seguente formulazione

$$(9) \quad \min_{y \geq 0, I \geq 0} = (\bar{\mathbf{b}}' \mathbf{y} + \bar{\mathbf{I}}' \bar{\mathbf{x}}_R)$$

soggetto a

$$(10) \quad \begin{aligned} & \mathbf{A}' \bar{\mathbf{y}} + \bar{\mathbf{I}} + \bar{\mathbf{c}} \leq \bar{\mathbf{p}} \\ & \mathbf{y} \geq \mathbf{0}, \mathbf{I} \geq \mathbf{0} \end{aligned}$$

dove le variabili duali sono non-negative.

È importante ricordare che l'unico obiettivo di questa prima fase della metodologia PMP è quello di ottenere una misura coerente e precisa del costo marginale associato al vettore del livello di produzione realizzata, x_{Rn} per ogni attività. Dalla specificazione sopraindicata dei modelli PL, primario e duale, il vettore del costo marginale dell'azienda agricola n -ma è dato da $(I_n + c_n)$, mentre il vettore del costo marginale per l'intero campione è $(\bar{I} + \bar{c})$.

⁶ Un'interpretazione dettagliata dei due modelli, duale e primario, è data da Paris e Howitt (1998: pp. 126-127)

La seconda fase dell'approccio della PMP riguarda la costruzione della funzione di costo marginale utilizzando una specificazione lineare nei parametri, aspetto questo che diventa importante quando il numero di aziende è elevato. L'integrazione della funzione del costo marginale rispetto alle variabili del modello (rappresentate dalle quantità prodotte), comprese all'interno del dominio ammissibile produrrà la funzione di costo variabile totale per l'intero campione. L'ipotesi adottata è che la funzione di costo presenti una forma funzionale quadratica rispetto alle quantità⁷, $C(\mathbf{x}) = \mathbf{x}'\mathbf{Q}\mathbf{x}/2$, dove la matrice \mathbf{Q} è simmetrica, positiva e semi-definita.

Data la struttura del modello di PL precedentemente descritta, la funzione del costo marginale associata all'OTE considerata può essere rappresentata come $mc(\mathbf{x}) \circ \bar{\mathbf{I}}_{LP} + \bar{\mathbf{c}} = \mathbf{Q}\bar{\mathbf{x}}_R$.

Poiché la funzione di costo è una funzione di frontiera per la OTE nel suo insieme, ogni funzione di costo di ogni singola azienda agricola è espressa come una deviazione non-negativa dalla medesima. Quindi, la funzione del costo marginale dell' n -ma azienda agricola è rappresentata come $mc(\mathbf{x}_n) \circ \mathbf{I}_{LPn} + \mathbf{c}_n = \mathbf{Q}\mathbf{x}_{Rn} + \mathbf{u}_n$, dove il vettore non-negativo \mathbf{u}_n assume il ruolo di indicizzazione della funzione di costo della OTE con le caratteristiche specifiche dell'azienda agricola n -ma. Con questa specificazione, il costo per qualsiasi azienda del campione per produrre un determinato livello di output per una qualsiasi attività non è inferiore al costo analogo per l'OTE.

Come già richiamato, non tutte le aziende del campione attivano tutte le colture presenti nella regione. Per tener conto del processo di auto-selezione, i costi marginali di ogni azienda devono essere ulteriormente qualificati per distinguere fra le attività attualmente realizzate dall'azienda da quelle attività che, invece, non sono state realizzate. Questo obiettivo si raggiunge formulando due set di vincoli per l'azienda agricola n -ma. Il primo gruppo di vincoli riguarda le coltivazioni realizzate e, quindi, la relazione del costo marginale può essere descritta nella seguente equazione :

$$(11) \quad cm_{nk}|x_{Rk} > 0: I_{nk} + c_{nk} = Q_k x_{Rn} + u_{nk}, \text{ se l'attività } k \text{ - viene prodotta, } k = 1, \dots, J_n.$$

Il secondo gruppo di vincoli riguarda le attività non realizzate dall'azienda agricola n -ma, nel qual caso il rapporto di costo marginale è una ineguaglianza debole rispetto al livello del costo marginale dell'OTE per la produzione di quella attività:

$$(12) \quad cm_{nk}|x_{Rk} = 0: \bar{I}_k + \bar{c}_k \leq Q_k x_{Rn} + u_{nk}, \text{ se l'attività } k \text{ non viene prodotta, } k = 1, \dots, J - J_n.$$

Infine, il requisito secondo cui la matrice \mathbf{Q} della funzione di costo quadratica è positiva, simmetrica e semi-definita è raggiunto utilizzando la scomposizione in fattori di Cholesky:

$$(13) \quad \mathbf{Q} = \mathbf{L}\mathbf{D}\mathbf{L}'$$

dove \mathbf{L} è l'unità triangolare inferiore della matrice, \mathbf{L}' è la sua trasposizione e \mathbf{D} è una matrice diagonale i cui elementi sono non-negativi. Questo ultimo aspetto è particolarmente importante in quanto è possibile mostrare che $\mathbf{L}\mathbf{D}\mathbf{L}'$ è una matrice positiva semi-definita se e solo se tutti gli elementi diagonali di \mathbf{D} sono non-negativi.

Per la ricostruzione della funzione di costo marginale sono stati selezionati due approcci diversi tra loro, il primo ricorre all'approccio dei minimi quadrati, mentre il secondo ricorre al principio della massima entropia⁸. Entrambi consentono di giungere alla stima della matrice \mathbf{Q} e alla costruzione della funzione di costo, ma, nell'affrontare problemi di politica agraria, portano a risultati molto diversi tra loro.

⁷ I prezzi degli input non sono disponibili e si presuppone che siano fissi.

⁸ Per una illustrazione della metodologia della massima entropia si rimanda il lettore ai lavori di Howitt e Paris (1998) e di Paris e Arfini (2000).

Quando si utilizzano le stime di Q e u_n ricavate con il metodo dei minimi quadrati o con il metodo della massima entropia, la terza fase della metodologia della PMP consiste nell'assemblaggio di un modello non-lineare che utilizza la funzione del costo variabile stimata ed è capace di riprodurre le soluzioni primaria e duale dei modelli PL della prima fase. Più precisamente vi sono N modelli di programmazione quadratica, $n = 1, \dots, N$, uno per ogni azienda agricola del campione:

$$(14) \quad \max_{x_n \geq 0} (p_n^* x_n - x_n^* Q x_n / 2 - \hat{u}_n x_n)$$

soggetto a

$$(15) \quad A_n x_n \leq b_n \\ x_n \geq 0$$

con associato il seguente modello duale

$$(16) \quad \min_{y_n \geq 0, x_n \geq 0} (b_n y_n + x_n^* Q x_n / 2)$$

soggetto a

$$(17) \quad A_n y_n + Q x_n + \hat{u}_n \leq p_n \\ y_n \geq 0, x_n \geq 0$$

Questo modello riproduce esattamente l'uso della risorsa terra e i livelli produttivi osservati nel periodo base nell'azienda agricola n -ma. In altre parole la soluzione primaria e duale del modello di programmazione quadratica è esattamente uguale alla soluzione primaria e duale del modello iniziale di PL che, a sua volta, riproduce i risultati realizzati nel periodo base. Questo è il significato della calibrazione nella metodologia della PMP.

Formalmente, per l'intero campione di aziende ricadenti nella stessa OTE, il livello di produzione totale e le decisioni dell'imprenditore sono ottenute dal seguente modello di programmazione quadratica:

$$(18) \quad \max_{x \geq 0} (\bar{p} x - x^* Q x / 2)$$

soggetto a

$$(19) \quad A x \leq \bar{b} \\ x \geq 0$$

con il seguente modello duale associato

$$(20) \quad \min_{y \geq 0, x \geq 0} (\bar{b} y + x^* Q x / 2)$$

soggetto a

$$(21) \quad A y + Q x \leq \bar{p} \\ y \geq 0, x \geq 0$$

Questo ultimo modello primario (18-19) può essere utilizzato per analizzare diversi scenari di politica agraria, e specificatamente quelli della PAC, consentendo variazioni dei prezzi, l'introduzione di compensazioni e limitazioni della disponibilità delle risorse. La specificazione dei problemi di politica agraria mediante la metodologia della PMP verrà discussa più avanti.

2.3 Dalla PMP alla SPEP

La metodologia della PMP, nella formulazione appena descritta, è stata ulteriormente sviluppata da Paris e Howitt (2000) prendendo in considerazione non solamente i costi variabili, ma anche i costi fissi sostenuti dalle aziende agricole. In effetti, la PMP, nella sua formulazione iniziale (Paris e Arfini, 1995; Howitt, 1995), è stata oggetto di critiche proprio per le informazioni utilizzate per la costruzione dei modelli, giudicate troppo limitate per sviluppare una metodologia adeguata.

Sin dall'inizio l'obiettivo della PMP era quello di costruire un collegamento tra gli approcci econometrici tradizionali, che sono sempre stati considerati come approcci positivi, e la programmazione matematica, che è sempre stata caratterizzata da un approccio normativo. La differenza tra i due approcci si basa su una semplice considerazione: l'econometria usa le decisioni osservate dagli agenti economici come strumento per inferire la struttura del loro processo decisionale, mentre la programmazione matematica, una volta nota la struttura delle unità di produzione, stima le decisioni che gli agenti economici dovrebbero prendere. In realtà entrambi gli approcci possono essere definiti come esclusivamente positivi o esclusivamente normativi.

Come illustrato precedentemente, la programmazione matematica "convenzionale" non prende in considerazione le decisioni assunte dagli agenti economici, mentre la PMP, grazie al vincolo di positività, incorpora il comportamento degli imprenditori consentendo la calibrazione del modello rispetto alla realtà osservata. In base a queste ipotesi la PMP non necessita di una "serie temporale" di osservazioni ma, in linea di principio, si potrebbe accontentare di una singola osservazione, in quanto il primo valore del campione osservato contiene la maggior parte delle informazioni necessarie alla costruzione del modello, mentre le informazioni successive contengono una quantità aggiuntiva di informazioni via via decrescente.

La SPEP, benché persegua gli stessi obiettivi e si basi sugli stessi presupposti teorici della PMP, si presenta sostanzialmente differente da quest'ultima: nella prima fase al posto del modello di PL viene introdotto un problema di equilibrio economico, mentre nella terza fase (di calibrazione) i vincoli strutturali legati ai fattori fissi sono sostituiti da un ulteriore problema di equilibrio economico tra le funzioni di domanda e di offerta dei fattori e i rispettivi costi e ricavi marginali corrispondenti alle attività. L'innovazione maggiore introdotta dalla SPEP è rappresentata dalla considerazione che anche i fattori "fissi" dei modelli di PL possono essere svincolati dalla loro "fissità" incorporando il loro prezzo ombra nella funzione dei costi. Quest'ultima non è più la funzione di costo "tradizionale" che considera i soli costi marginali variabili, ma assume la specificazione dei costi marginali totali. Vale a dire che, una volta che si utilizza il prezzo ombra riferito ai fattori limitanti "y" nella stima della funzione di costo, anche la matrice della tecnica "A" viene incorporata nella stessa funzione grazie alla sua "dualità" rispetto alla funzione di produzione. Seguendo l'approccio dello SPEP il vettore dei costi marginali diventa pertanto $(I+c + A'y)$.

L'ipotesi adottata dal modello SPEP è che ogni azienda presente in ogni regione, o settore, sia soggetta a diversi fattori limitanti come, la terra, l'acqua e il capitale, ciascuno dei quali con un prezzo di mercato specifico prevalente nella regione considerata. L'obiettivo, allora, diventa quello di stimare le variabili latenti che sono identificate come il costo marginale degli output per ciascun processo e dei fattori limitanti.

Questo primo risultato è ottenuto nella "prima fase" del modello SPEP mediante la definizione di un problema di equilibrio economico avente la seguente struttura:

$$\begin{array}{lll}
 (22) & Ax + \beta & \leq b & y \geq 0 \\
 (23) & x & \leq x_R & \lambda \geq 0 \\
 (24) & A'y + \lambda + c & \geq p & x \geq 0 \\
 (25) & y & \geq r & \beta \geq 0
 \end{array}$$

dove "r" è il vettore dei prezzi di mercato dei fattori limitanti e gli altri sono i vincoli del modello di PL precedentemente descritto nella fase 1 del modello di PMP

Il modello (22-25) ha chiaramente una formulazione simmetrica. I primi due vincoli sono vincoli di quantità e rappresentano la domanda e l'offerta dei fattori limitanti e dei prodotti, per questo sono considerati come i "vincoli primari" del problema. I rimanenti due vincoli rappresentano il costo marginale e il ricavo marginale rispettivamente degli output e degli input e sono considerati come "vincoli duali" del problema. Un ruolo importante all'interno del modello è ricoperto dai simboli (\mathbf{l}) e (\mathbf{b}) i quali rappresentano i vettori delle variabili duali dei vincoli corrispondenti. Quando la variabile duale (\mathbf{l}) appare nel vincolo del costo marginale assieme al vettore (\mathbf{c}) assume il significato di costo variabile. La variabile duale (\mathbf{b}) che appare nel vincolo (22) definisce l'offerta effettiva dei fattori limitanti $(\mathbf{b}-\mathbf{b})$ diversamente dalla rappresentazione usuale dei fattori fissi rappresentati dal vettore \mathbf{b} . Il vettore (\mathbf{b}) impedisce la generalizzazione dell'offerta dei fattori limitanti permettendo una rappresentazione più realistica e più flessibile dei fattori fissi. Il vettore (\mathbf{b}) può essere pensato come un limite superiore della quantità dei fattori fissi allocabili, il che non implica un costo marginale implicito pari a zero come avviene nella consueta rappresentazione $\mathbf{Ax} \leq \mathbf{b}$. Inoltre il vettore (\mathbf{b}) non è considerato come una variabile slack. I simboli alla destra dei quattro vincoli sono le corrispondenti variabili duali.

Al fine di completare il problema di equilibrio occorre associare le corrispondenti variabili di scarto :

$$(26) \quad \mathbf{y}'(\mathbf{b} - \mathbf{Ax} - \boldsymbol{\beta}) = 0$$

$$(27) \quad \boldsymbol{\lambda}'(\mathbf{x}_R - \mathbf{x}) = 0$$

$$(28) \quad \mathbf{x}'(\mathbf{A}'\mathbf{y} + \boldsymbol{\lambda} + \mathbf{c} - \mathbf{p}) = 0$$

$$(29) \quad \boldsymbol{\beta}'(\mathbf{y} - \mathbf{r}) = 0$$

Con la specificazione del problema (22-29) non è più possibile impostare un problema di PL dove massimizzare la funzione obiettivo, ma occorre risolverlo impostando un modello di equilibrio economico. Viene a cadere così l'aspetto normativo del modello, rappresentato dalla massimizzazione del profitto, assumendo, per contro, una connotazione positiva data dal modello di equilibrio.

La soluzione del modello di equilibrio simmetrico (da cui il nome SPEP) rappresentato dal set di vincoli (22-29) ha come risultato la stima dei livelli di output (\mathbf{x}) , l'effettiva offerta dei fattori limitanti $(\mathbf{b}-\mathbf{b})$, il costo marginale totale delle attività $(\mathbf{A}'\mathbf{y} + \mathbf{I} + \mathbf{c})$ e il costo marginale dei fattori limitanti (\mathbf{y}) .

Nella "seconda fase" del modello SPEP anziché effettuare la costruzione della funzione dei costi variabili totali, come nella PMP, viene sviluppata la stima della funzione di costo totale. La forma funzionale utilizzata da Paris e Howitt (2000) per rappresentare gli input è la funzione "Generalizzata di Leontiev", mentre per rappresentare gli output la forma funzionale adottata è quadratica, in modo da evitare le imposizioni di linearità date dalla tecnologia. Per garantire un sufficiente grado di flessibilità rispetto ai dati di partenza, Paris e Howitt aggiungono una intercetta non vincolata mentre viene garantito che la funzione di costo sia omogenea di grado uno nei prezzi degli input⁹.

Nella "terza fase" dello SPEP, una volta noti i parametri della funzione di costo totale, viene implementato un "modello di calibrazione" che presenta anch'esso la struttura di un problema di equilibrio. Lo scopo della terza fase è comunque quello di riprodurre i risultati di un "anno base" per quanto riguarda quantità di output, offerta dei fattori limitanti e loro prezzi ombra, senza ricorrere all'uso della tecnologia lineare. Ottenuto questo risultato sarà possibile effettuare le analisi di politica agraria già illustrate nella PMP, cioè effettuare una parametrizzazione dei prezzi o delle

⁹ Per un ulteriore approfondimento sulla forma funzionale della funzione di costo totale e per la modalità di stima adottata si rimanda il lettore a Paris e Howitt (1998).

compensazioni e osservare gli effetti sull'offerta dei prodotti, sulla domanda dei fattori limitanti e sui loro prezzi ombra.

Va ricordato comunque che l'impostazione fornita da Howitt e Paris al loro modello SPEP non esclude un comportamento ottimizzante da parte degli imprenditori; inoltre la funzione di costo non lineare consente di ipotizzare l'esistenza di una tecnologia non lineare, eliminando le restrizioni imposte dall'uso dei coefficienti di produzione fissi nella matrice della tecnica.

Rispetto alla PMP la SPEP offre ai ricercatori uno strumento di analisi di politica agraria ancora più flessibile e in grado di rappresentare più efficacemente la realtà in quanto consente di tenere in considerazione anche l'incidenza dei fattori fissi, soprattutto quelli di carattere finanziario, sulle decisioni dell'imprenditore agricolo. Quest'ultimo aspetto diventa particolarmente rilevante in quei settori (o OTE) dove i costi fissi legati alla tecnologia o alle strutture svolgono un ruolo determinante, fornendo una chiave di lettura sicuramente più vicina al comportamento reale degli imprenditori agricoli rispetto agli scenari di politica agraria che di volta in volta possono essere considerati.

3. I principali modelli di Programmazione Matematica per l'analisi dei problemi legati alla Politica Agricola Comunitaria

I modelli di analisi dei problemi di politica agricola sviluppati mediante l'ausilio della programmazione matematica sono numerosi. Prima di procedere ad una loro illustrazione è doveroso considerare che molti di questi modelli sono stati pensati e sviluppati per affrontare, in primo luogo, i problemi di pianificazione aziendale, per poi passare ad affrontare generici problemi di politica agraria e solo recentemente sono stati finalizzati all'analisi dei problemi legati alla politica agricola comunitaria.

Da questo discende che buona parte dei modelli hanno la medesima matrice, che è e rimane quella di una impostazione microeconomica dei problemi di politica agraria. In altre parole, al centro di questi modelli vi è l'azienda agraria o meglio l'imprenditore agricolo e le sue capacità di adattamento al variare della politica agraria.

Partendo da questi presupposti i modelli che sono stati sviluppati possono essere articolati in base a due elementi che possiamo considerare centrali, quali la metodologia utilizzata e la dimensione dei modelli in termini di numerosità di aziende considerate o meglio di aggregazione delle aziende che costituiscono il campione. Accettando questa impostazione possiamo individuare i modelli secondo il seguente schema.

Schema n.1 - **Principali gruppi di modelli per l'analisi delle politiche agricole**

	Programmazione Lineare	PL e stime econometriche	PMP	SPEP
Modelli aziendali	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hazell-Norton ▪ Dono ▪ Arfini ▪ Cesaro ▪ Garoglio e Mosso ▪ Iotti e Setti ▪ Angeli, Carbone, Severini 			
Modelli territoriali	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Giacomini-Arfini-Cesaro ▪ Cesaro, Ferro, Povellato. ▪ Hazell-Norton 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ AROPAJ ▪ LUAM 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Paris e Arfini ▪ Howitt ▪ Barquai e Boutald ▪ Judez e altri, ▪ Hackelei e Britz ▪ Paris, Montresor e altri 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Paris-Howitt
Modelli settoriali	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hazell-Norton 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ AROPAJ ▪ LUAM 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Paris-Howitt ▪ Hackelei e Britz 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Paris-Howitt

3.1 I modelli aziendali

Possono essere considerati “modelli aziendali” quei modelli dove, mediante la programmazione lineare, sono riprodotte le caratteristiche di una unica azienda agricola e simulato il comportamento dell’imprenditore di fronte a possibili scenari di politica agraria.

Questi modelli sono nati come strumento di “*farm management*” utilizzati nel campo dell’assistenza tecnica per aiutare gli agricoltori a pianificare meglio la loro attività in presenza delle normative comunitarie che hanno caratterizzato la PAC dal 1988 in poi. (Da un punto di vista costruttivo questi modelli sono dei “classici” modelli di PL) .

Modelli aziendali sono stati sviluppati da diversi ricercatori per comprendere gli effetti di alcune misure previste dalla PAC su singole aziende agricole. E’ il caso di Angeli, Carbone e Severini (2000) che ricorrono ad un modello di PL per stimare a livello aziendale gli effetti degli accordi di Berlino nel settore dei seminativi, di Dono (1996) che ha sviluppato un modello per analizzare i problemi agro ambientali in alcune aziende dell’Italia Centrale, di Arfini (1995) che utilizza la programmazione lineare per simulare il comportamento di un gruppo di famiglie pluriattive nell’applicazione del Reg.2078/92, di Cesaro (1993) che ricorre alla programmazione lineare dinamica per stimare gli effetti dell’introduzione del set-aside obbligatorio, di Garoglio e Mosso (1992) che utilizzano la PL per stimare gli effetti dell’introduzione delle quote latte in una azienda agricola piemontese e di molti altri autori i cui lavori sono apparsi su riviste di settore.

I modelli aziendali sviluppati a fini sia di assistenza tecnica che per lo studio dell’impatto delle misure PAC hanno, da un lato, l’indubbio vantaggio della facilità costruttiva, in quanto riproducono la realtà osservata, e dall’altro permettono di reperire le informazioni che servono per costruire la matrice della tecnica specifica per l’azienda esaminata, riducendo di molto la possibilità di commettere errori nella valutazione del comportamento dell’imprenditore. Per contro, questi modelli sono scarsamente rappresentativi di un’area o di un settore in quanto non è possibile effettuare una inferenza statistica dei risultati ottenuti all’universo di provenienza dell’azienda considerata.

In conclusione, questi modelli, che riproducono “casi di studio”, sono utilissimi ai fini dell’assistenza tecnica e per comprendere cosa potrebbe accadere a livello di singola azienda, ma sono scarsamente utili ai decisori pubblici, i quali hanno bisogno di informazioni sugli effetti a livello di territorio o di settore produttivo.

3.2 I modelli regionali

Per poter ottenere una valutazione più ampia degli scenari di politica agraria e, soprattutto, fornire ai modelli una maggiore significatività statistica e una maggiore capacità interpretativa dei risultati ottenuti, sono state percorse diversi sentieri metodologici che corrispondono ad altrettanti gruppi di modelli.

Il primo tentativo di fornire ai modelli una maggiore valenza territoriale è stato compiuto in tempi precedenti alla riforma della PAC mediante l’adozione di modelli molto simili ai modelli *aziendali* dove le n aziende del campione presente in un’area geografica, sono ricondotte a una unica azienda rappresentativa di un territorio mediante l’adozione di medie semplici e ponderate rispetto ai parametri necessari alla costruzione del modello. Il maggior problema che si pone, quindi, è dato dal criterio di aggregazione delle aziende che costituiscono il campione rispetto all’universo territoriale che si vuole rappresentare e, soprattutto, è difficile valutare come il campione si pone rispetto alle fonti statistiche che forniscono i dati strutturali, economici e produttivi delle aziende.

I tentativi in questo senso sono ben documentati dai lavori di Heady (1978) sull’agricoltura statunitense, dal manuale di Hazell e Norton (1986), dove sono illustrate le tecniche per costruire un modello che sia rappresentativo dell’area oggetto di studio, di Hazell e Scandizzo (in Hazell-Norton, 1986) sull’agricoltura del Nord-est del Brasile e di Paris e Ester (1995) sull’agricoltura australiana.

Applicazioni di modelli di programmazione lineare territoriali ai problemi posti dalla riforma della PAC in Italia sono state sviluppate da gruppi di ricercatori che hanno condotto lavori ad hoc su alcuni sistemi agricoli di diverse regioni italiane. In questo ambito vanno ricordati i lavori di Giacomini, Cesaro e Arfini (1992) i quali hanno sviluppato un modello per l’Emilia Romagna e di Ferro e Cesaro (1992) che hanno sviluppato un modello per il Veneto. Comune a questi modelli è adottare una “*azienda tipo*” come rappresentativa dell’universo alla quale riferire i parametri tecnici, economici e strutturali che caratterizzano il modello stesso. Mentre i parametri economici (prezzi e costi) e strutturali sono ricavati da banche dati a dimensione regionale (come la RICA o la banca dati dell’ERSA nella Regione Emilia Romagna), i coefficienti tecnici possono essere solo stimati.

Diventa evidente come l’aspetto più delicato e, allo stesso tempo, il maggior limite di questo gruppo di modelli è proprio quello di ottenere parametri che possono descrivere la tecnologia adottata da tipologie aziendali diverse tra loro (in base alla dimensione o all’ordinamento produttivo prevalente), anche se presenti nella stessa regione geografica. A ciò occorre aggiungere che aggregando le aziende solamente in base alle caratteristiche strutturali, non si tiene in debita considerazione l’orientamento produttivo e il diverso grado di specializzazione prescelto dall’imprenditore.

Il rischio, quindi, è quello di sviluppare modelli che non rappresentano correttamente la tecnologia utilizzata e, quindi, i costi sostenuti per i diversi processi produttivi. Da ciò deriva che anche la stima del comportamento degli imprenditori rappresentati dal modello non può essere completamente aderente alla realtà, con la conseguente possibilità di fornire ai policy maker indicazioni che possono contenere un certo margine di inesattezza.

Per entrambi i modelli, gli elementi che costituiscono la struttura dei vincoli (SAU occupata per processo e forza lavoro impiegata per tipologia) sono forniti dalle rilevazioni censuarie. Questo aspetto, se da un lato consente di spostare le dimensioni in funzione del livello di disaggregazioni

dei dati (comuni, insieme di comuni, province, regioni), dall'altro pone dei problemi rispetto alla rappresentatività dei dati (al diminuire della dimensione dell'area diminuisce il numero di aziende presenti nella RICA) e alla "freschezza" delle informazioni, dato che il censimento viene effettuato con una cadenza decennale.

Dal punto di vista di "modellare" gli strumenti di politica agraria previsti dalla PAC, questi modelli si presentano come estremamente flessibili, lasciando la possibilità ai ricercatori di simulare sulla stessa "azienda tipo" misure anche notevolmente diverse tra loro. Per contro, la loro costruzione risulta alquanto complessa, non tanto da un punto di vista metodologico, ma proprio dal punto di vista del reperimento delle informazioni relative alle tipologie di aziende che si vogliono rappresentare, nella costruzione delle matrici della tecnica e nella trattazione statistica delle informazioni di base.

Esempi significativi di sforzi per superare i limiti e i problemi sopra esposti sono rappresentati da due modelli di programmazione lineare regionali sviluppati, rispettivamente, per l'agricoltura francese e inglese, noti come AROPAJ e LUAM.

3.2.1 L'esperienza francese : il modello AROPAJ

Il modello AROPAJ (Jayet, 1990) è stato sviluppato dal Centro di Ricerche Agronomiche INRA di Grignon per affrontare mediante l'ausilio della programmazione lineare i problemi posti dalla PAC in Francia e, disponendo di una base dati adeguata, nel resto d'Europa (Regno Unito, Italia, Spagna, Portogallo, Germania). Il modello può essere considerato regionale in quanto l'identità nazionale viene raggiunta sommando le diverse regioni tra di loro.

Il modello permette non solo di considerare i principali strumenti che caratterizzano la PAC, come i prezzi garantiti, i sussidi, il set-aside ed i vincoli della quota, ma permette anche di introdurre nuovi processi, di valutare l'economicità di nuovi sistemi produttivi nonché l'effetto, o l'efficacia, di politiche ambientali che modificano la funzione obiettivo degli agricoltori.

Anche in questo caso il modello presta una notevole attenzione a tre elementi che potrebbero inficiarne i risultati quali : la disponibilità e la qualità dei dati, gli errori di aggregazione e la stima dei parametri necessari a descrivere le tecnologie adottate.

Il modello AROPAJ ha trovato applicazione nella stima degli effetti delle proposte McSharry per i seminativi e per il set-aside, nell'analisi degli effetti dell'introduzione di tecniche produttive più estensive nell'allevamento e nella previsione di lungo periodo sugli effetti delle politiche della PAC sui singoli settori che caratterizzano l'agricoltura francese. Più recentemente (Hofstetter, Jayet e Marzocchi 1999), grazie all'uso della RICA europea, il modello AROPAJ è stato applicato alla stima degli effetti di Agenda 2000 per tutti i paesi dell'UE.

Il modello potrebbe essere sinteticamente definito come un modello regionale basato sul sistema di offerta per le principali produzioni vegetali e zootecniche, dove tutti i parametri definiscono un set produttivo e dove i coefficienti della funzione obiettivo sono stimati da dati microeconomici reperiti dalla RICA.

Ogni modello lineare presenta la struttura standard dei modelli di programmazione lineare precedentemente descritta, più precisamente si propone di rappresentare le diverse tipologie di produttori e simulare il comportamento di ciascuna tipologia di impresa nell'ipotesi che l'imprenditore voglia massimizzare il reddito netto subordinatamente ad una serie di vincoli lineari. Se, anziché di una unica azienda, si dispone di un set di aziende all'interno di ogni tipologia, vengono costruiti tanti modelli quante sono le aziende che costituiscono il campione. Dai singoli risultati aziendali si ottengono, successivamente, i risultati aggregati per il gruppo di aziende considerato omogeneo per struttura fisica o per appartenenza alla medesima area geografica. In pratica, il modello AROPAJ, aggrega le singole attività tra le tipologie di aziende, conferendo all'intero modello una valenza molto più ampia rispetto ad una visione di tipo esclusivamente micro-economico tipica dei modelli di programmazione lineare.

La scelta della tipologia aziendale diventa, quindi, l'aspetto che caratterizza il modello in quanto è questa scelta, fatta a priori dall'analista, che conferisce al modello una precisa caratterizzazione rispetto alle analisi di politica agraria che possono essere successivamente sviluppate. A questo riguardo i criteri adottati dal modello AROPAJ per individuare le tipologie sono rappresentati dalla *ripartizione geografica*, definendo così le unità territoriali, e *l'orientamento tecnico economico* individuato dall'OTE di appartenenza. A questi due criteri generali di aggregazione se ne aggiunge un terzo specificatamente legato alle misure di politica agraria, in quanto tiene conto del *piano di regionalizzazione* che definisce le aree omogenee rispetto ai livelli di compensazione previsti dall'UE.

In ciascun modello, la matrice della tecnica è suddivisa in diverse sezioni, ognuna delle quali risponde ai fabbisogni tecnologici dei più importanti processi produttivi vegetali e animali. La attività considerate sono i seminativi (frumento tenero, orzo, barbabietola da zucchero e da foraggio, girasole, mais, avena, soia e riso), piante proteiche e foraggiere. Il modello, inoltre, considera 34 categorie di animali. Relativamente all'aspetto agronomico, sono state introdotte alcuni specifici vincoli di disequaglianza per alcuni gruppi di colture (principalmente per cereali e oleaginose) che obbligano il modello a considerare alcune pratiche agronomiche (soprattutto rotazionali) praticate per questo gruppo di colture. L'allevamento bovino presenta alcuni vincoli che tengono conto della rimonta interna, così come sono stati inseriti dei vincoli di bilanciamento alimentare che permettono di soddisfare il fabbisogno nutritivo delle specie di animali allevati. Le produzioni zootecniche sono legate alle produzioni vegetali mediante opportuni vincoli che consentono di consumare il foraggio prodotto in azienda o di acquistarlo. In aggiunta è stata considerata la quota latte.

L'elemento che differenzia questo modello dagli altri modelli regionali sviluppati in Italia non è tanto la quantità di processi (vegetali e zootecnici) considerati e le modalità di collegamento tra di loro, quanto l'approccio utilizzato dal modello AROPAJ nel giungere ad una descrizione completa del quadro tecnologico utilizzato.

Anche se il modello AROPAJ considera come fattori produttivi più importanti, quali il lavoro, gli alimenti per il bestiame e i prodotti chimici, non arriva a definire completamente il set tecnologico per tutti i processi, in quanto la fonte di informazioni utilizzata per la costruzione del modello, la RICA Europea, non fornisce le voci di costo per singola attività e, inoltre, non fornisce i coefficienti tecnici legati ai singoli fattori.

Per ovviare a questo importante problema il modello AROPAJ attiva una procedura di stima dei coefficienti tecnici a partire dai dati della RICA europea adottando una metodologia multivariata che tiene conto delle osservazioni pluriennali effettuate sul campione costante di aziende, per stimare prezzi e rese, e un modello di regressione per giungere alla stima dei costi variabili per processo.

Queste stime forniscono un primo set completo di valori per tutti i parametri ai quali si rende necessaria una fase di aggiustamento per calibrare il modello alla realtà osservata. Questa fase è comunque ottenuta grazie al giudizio di esperti e rappresenta la parte più importante e delicata nel processo di sviluppo del modello.

Molto spesso però la soluzione dei modelli nella formulazione sopra indicata non coincide con la "soluzione osservata" cioè la corrispondenza, rispetto alla superficie, con i risultati del modello per ciascuna tipologia aziendale.

Per giungere ad una "calibrazione" accettabile tra la soluzione osservata e quella stimata dal modello, è prevista l'attivazione di una procedura in grado di minimizzare le distanza tra i valori stimati ed osservati in ciascuna tipologia aziendale. La scelta dei parametri responsabili della calibrazione del modello è effettuata sulla base dei risultati di una analisi parametrica condotta sulle aziende esaminate. L'esperienza sviluppata in seguito all'applicazione del modello AROPAJ alla realtà italiana, francese e inglese suggerisce che i parametri di calibrazione sono principalmente legati all'alimentazione del bestiame e alle pratiche agronomiche che si registrano nella fase di

rotazione tra i processi testimoniando come diverse tipologie aziendali basate sui criteri sopra indicati adottino tecnologie diverse tra loro.

Come precedentemente accennato, la struttura e gli elementi che caratterizzano il modello AROPAJ non sono molto diversi dai modelli territoriali sviluppati in Italia. Gli elementi di maggiore differenziazione sono nella stima dei coefficienti tecnici, dei costi di produzione e nel processo di calibrazione, questi ultimi ottenuti ricorrendo, in parte, a strumenti di tipo econometrico che conferiscono al modello una maggiore “oggettività” e una maggiore precisione nella descrizione della realtà osservata.

Per contro, la procedura attivata dal modello AROPAJ è piuttosto complessa, richiedendo una notevole esperienza da parte dei ricercatori che sviluppano il modello, una notevole base statistica che consenta di giungere ad una descrizione articolata a livello territoriale delle diverse tipologie aziendali e un notevole dispendio di energie nella fase iniziale di costruzione del modello e, poi, di aggiornamento.

3.2.2 *L'esperienza inglese : il modello LUAM (Land Use Allocation Model)*

Analogamente al modello AROPAJ, anche il modello LUAM si propone di analizzare gli effetti delle misure di politica agraria a livello di nazione.

Anche il LUAM è un modello programmazione lineare sviluppato per assistere i decisori pubblici nelle scelte di politica agraria relativamente all'Inghilterra e al Galles. Il LUAM è nato nel 1985 grazie al lavoro di un gruppo di ricercatori dell'unità di Farm Management di Reading ed è stato progressivamente implementato con il contributo del Ministero dell'Agricoltura Inglese, proprio per valutare gli effetti delle misure della PAC a livello di singola regione.

Alla base del LUAM vi è un sistema di classificazione del territorio regionale, definito come Land Classification Sistem (LCS), il quale divide l'intera superficie agricola del Galles e dell'Inghilterra in 15 classi di qualità. Questa classificazione si basa su una cluster multivariata di circa 200 variabili qualitative e quantitative che descrivono la geografia, la geologia e le caratteristiche climatiche di una rete che copre l'intera superficie nazionale con una maglia di 1 km². Ogni classe di qualità è un amalgama di diversi tipi di qualità della terra e contiene i diversi usi del suolo associati alle caratteristiche pedologiche. Per ognuna di queste maglie, dal lato di 1 km², sono disponibili informazioni dettagliate, incluse le specie coltivate e specifici usi del suolo. Comunque, non esiste una unica classificazione delle tipologie di uso del suolo, piuttosto è adottata una combinazione tra caratteristiche fisico-geografiche e uso del suolo, la quale è considerata come proxy della capacità produttiva della terra in quella particolare area.

L'aspetto importante del modello è che ogni classe qualitativa contiene un mix di processi (attività) presenti in quella area i quali possono essere, a loro volta, riaggregati tra loro fornendo l'esatta valutazione degli effetti delle misure di politica agraria sulla singola attività .

La disaggregazione ottenuta mediante la LCS consente la successiva inferenza dei risultati dei diversi scenari di politica agraria all'area di partenza con una notevole precisione, permettendo, inoltre, di collegarla a strumenti di georeferenziazione come i GIS.

Lo schema adottato dal LUAM rende possibile riprodurre l'intero sistema agricolo dell'Inghilterra e del Galles come se fosse un'unica azienda nella quale sono presenti tutte le attività produttive, ottenendo i rispettivi output e utilizzando input e risorse in quantità differenti in ciascuna classe di qualità.

Il LUAM, in effetti è centrale a tutta la struttura del modello e si propone di riprodurre l'agricoltura del Galles e dell'Inghilterra mediante un modello di programmazione lineare che presenta un numero di processi definiti e di usi del suolo più lavoro e capitale. I dati sull'uso aggregato del suolo, sul bestiame e sul lavoro sono desunti dal Censimento, mentre le informazioni relative all'output associato all'uso di ciascun fattore sono forniti dal Ministero dell'Agricoltura¹⁰.

¹⁰ Questa informazione è fornita dal Department Net Income Calculation (DNIC).

Le informazioni sulle pratiche adottate dagli agricoltori e sui costi sostenuti nelle diverse aree del Paese sono fornite dal Farm Business Survey (FBS), mentre dati relativi alle caratteristiche agronomiche locali dovute a differenze di tipo ambientale sono fornite dal LCS.

La struttura del modello LUAM è, e rimane, quella di un “classico” modello di programmazione lineare dove viene massimizzato il reddito netto dell’impresa soggetto ad una matrice tecnologica ed ad un set di vincoli che tengono conto delle risorse disponibili, delle pratiche agronomiche e da restrizioni di carattere ambientale in conformità a quanto dettato dall’LCS.

In pratica, ogni classe di qualità è considerata come un sistema ecologico all’interno del quale possono esservi diversi sub-settori definiti precedentemente a livello nazionale. In questo modo è lasciata la possibilità di modificare l’uso della terra spostandosi da un processo ad un altro, ma non è possibile modificare la classe qualitativa del suolo. Conseguentemente nell’ambito del LUAM ogni classe di qualità è identificata come una unica sotto-matrice che definisce tutti gli usi del suolo che sono praticati in quella classe specifica.

Dato che la risorsa terra non è trasferibile da una classe ad un’altra, la struttura di ciascuna azienda definita in base alla qualità viene riprodotta nelle rimanenti 14 classi creando così una serie di matrici disposte a “scala” che, tutte insieme, costituiscono la matrice del LUAM. I legami tra le varie classi di qualità sono effettuati mediante equazioni che legano tra loro le attività ed i fattori. Come illustrato precedentemente, gli output provenienti da ogni classe di qualità contribuiscono a costruire l’offerta totale per l’Inghilterra e il Galles per tutta una serie di attività (latte, carne, lana, agnelli, frumento tenero, orzo, patate, legno, ecc.). Le equazioni relative agli input, d’altro canto, permettono una valutazione economica dei fattori che devono essere acquistati per produrre i beni prodotti lungo le classi di qualità e così la funzione obiettivo del modello diventa la massimizzazione reddito netto per Galles e Inghilterra. Il modello LUAM, inoltre, non consente scambi di beni tra le diverse regioni rappresentate dal modello, in particolare beni intermedi (come foraggio per gli animali), ed implicitamente assume che la struttura delle aziende (in termini di dimensione, orientamento produttivo, numero di occupati) non possa variare.

Anche per il modello LUAM esiste il problema di stimare i coefficienti tecnici che costituiscono ciascuna sub-matrice (una per ogni classe di qualità) della tecnica. La soluzione adottata è stata quella di stimare i coefficienti tecnici sulla base dei dati forniti dal Farm Business System mediante una procedura econometrica adeguata. Ad ammissione degli stessi Autori (Harvey e Rehman, 1988) anche se il campione FBS non è statisticamente rappresentativo, esso rappresenta l’unica fonte regolare di informazioni sui costi di produzione associati a differenti aree geografiche della Gran Bretagna e alle differenti classi di qualità del suolo. Questa fase, come nei modelli italiani e AROPAJ è la più importante e delicata di tutto il modello LUAM, in quanto dalla corretta stima dei coefficienti tecnici dipende la calibrazione del modello alla realtà osservata e, quindi, la sua bontà¹¹.

Il modello LUAM, quindi, una volta calibrato alla realtà osservata può essere utilizzato con due finalità differenti. La prima finalità è quella di effettuare previsioni sulla struttura dell’offerta e nell’uso della risorsa terra in seguito a variazioni nei prezzi di mercato o in seguito a specifiche misure di politica agraria, come quelle previste dalla PAC (riduzione di prezzi, introduzione di una quota, set-aside, ecc.). In altre parole, in seguito a variazioni “esogene” alla struttura del modello. La seconda finalità dell’uso del LUAM è quella di effettuare previsioni in seguito alla variazione di elementi che sono “endogeni” al modello, in seguito al variare di particolari alcuni vincoli o relazioni che caratterizzano la sua struttura, portando a valorizzare informazioni che sono già contenute tra i risultati del modello, come i prezzi ombra dei fattori vincolati.

In base a queste caratteristiche il LUAM, recentemente, è stato ulteriormente migliorato proprio per affrontare nel modo più completo possibile gli scenari di politica agraria che scaturiscono dalla PAC.

¹¹ Per un approfondimento sulla metodologia adottata nella stima dei coefficienti tecnici si rimanda ad Harvey e Rehman (1988).

Il LUAM si presenta così come uno strumento di analisi molto completo per effettuare delle stime di politica agraria sia a livello territoriale che di settore. Come si può percepire da questa breve illustrazione del modello è necessaria, però, una notevole integrazione tra diverse fonti statistiche e tra gli Enti che forniscono le informazioni necessarie alla sua costruzione. Effettivamente il LUAM consente un “ritorno” ai policy maker molto elevato, ma, allo stesso tempo richiede un notevole dispendio di energie, soprattutto finanziarie, per poter tenere aggiornata la complessa struttura del modello e la base statistica che lo supporta.

Va comunque osservato che questi ultimi limiti del modello LUAM sono comuni al modello AROPAJ e ai modelli sviluppati dai ricercatori italiani, come a dire che la programmazione lineare, pur avendo notevoli vantaggi, primo tra tutti la semplicità nel modellare le politiche agricole, si trova in difficoltà quando è chiamata a dover rappresentare aree molto più vaste di una singola azienda agraria come una intera Regione o un Paese europeo.

3.2.3 La Programmazione Matematica Positiva e i modelli territoriali

Dall'esame sin qui condotto circa le difficoltà incontrate nell'uso della programmazione lineare, si può facilmente capire come molti ricercatori preferiscano ricorrere a ad altre metodologie (come è ben testimoniato in questo volume) e come la PMP e la SPEP abbiano permesso di ricorrere nuovamente alla programmazione matematica per analizzare gli effetti di misure di politica agraria. In particolare, grazie alla PMP è stato possibile ridurre la fase della ricerca relativa alla stima dei parametri che costituiscono la matrice della tecnica, fornendo la possibilità di utilizzare direttamente i dati contenuti nelle banche dati (come la RICA europea o l'FBS inglese) senza effettuare manipolazioni o stime che implicano, tra l'altro, una valutazione talvolta soggettiva da parte dei ricercatori.

Dal 1995 in poi è possibile, infatti, reperire in bibliografia molti lavori che utilizzano la PMP per analizzare gli effetti della PAC a livello sub regionale, regionale, nazionale ed europeo. Il successo di questa metodologia è testimoniato dal fatto che ben due progetti di ricerca finanziati dall'Unione Europea (CAPRI e EUROTOOLS¹²) ricorrano alla PMP per sviluppare i modelli di analisi della PAC.

Questi modelli, pur adottando la stessa metodologia di base, la PMP, e la medesima banca dati, la RICA, in realtà presentano alcune differenze e che derivano da modi diversi di “interpretare” la PMP così come è stata sviluppata nei lavori iniziali di Howitt e Paris.

Prima di procedere nell'illustrazione dei principali modelli che hanno adottato la PMP è doveroso ricordare che la PMP è ancora una metodologia in fase di studio e, come vedremo, anche se è in grado di effettuare delle valutazioni articolate sui principali aspetti di politica agraria, deve essere utilizzata con cautela per evitare errori nella fase di valutazione.

Ne è un esempio l'applicazione effettuata da Paris e Arfini (2000), dove gli autori mettono in evidenza come la stima della matrice “*Q*” effettuata con il metodo dei minimi quadrati o con la Massima Entropia porta a risultati estremamente diversi in termini di stime degli effetti di politica agraria. Più precisamente, il confronto fra i due approcci, nell'ottica di una valutazione complessiva di politica agraria, suggerisce che i risultati ottenuti con la massima entropia sono più plausibili di quelli associati ai minimi quadrati, in quanto, la risposta dei minimi quadrati è troppo sensibile alle variazioni di prezzo, evidenziando un grado di sostituzione e/o di complementarità fra colture che sembra andare oltre la soglia della ragionevolezza. Al contrario, la risposta fornita dall'approccio della massima entropia è più conservativa e sembra tenere conto dell'inerzia che tradizionalmente condiziona l'agire degli imprenditori agricoli.

¹² CAPRI e EUROTOOLS sono gli acronimi relativi a due progetti di ricerca. Il primo (Common Agriculture Policy Regionalized Impact Analysis) coordinato dall'Università di Bonn, mentre il secondo (Tools For Evaluating EU Agricultural Policies At Different Decision Level), è coordinato dall'Università di Bologna.

Trovare un criterio che consenta di aggregare i diversi modelli tra loro, rimane comunque difficile, in quanto, come dimostrano i lavori pubblicati, ogni ricercatore “aggiunge” qualche elemento all’impostazione teorica sviluppata da Howitt nel 1995 e da Paris e Howitt nel 1998.

Rimane il fatto che solamente Paris nei suoi lavori (Paris e Arfini 1999; Paris e Arfini 2000) ricorre alla “autoselezione” per descrivere il comportamento di più imprenditori presenti all’interno della stessa tipologia considerata dal modello. Tutti gli altri studi sviluppano dei modelli di PMP “singoli”, o meglio, uno per ogni tipologia considerata, dove le aziende sono ricondotte ad una “azienda tipo” grazie all’uso di medie appropriate.

Tra i lavori sviluppati ricorrendo alla PMP appare doveroso ricordare :

- il modello sviluppato dall’INRA di Nancy (Barkaoui, Butault, Ruosselle, 1999) che è utilizzato per simulare l’impatto di Agenda 2000 per il comparto dei seminativi al 2005 per 12 Paesi dell’UE suddivisi per Regione;
- il modello sviluppato dall’Università di Madrid (Judez e altri, 1998, 1999 e 2000) dove il modello di Howitt e Paris è ampiamente rivisitato, non utilizzando le informazioni duali prodotte dal modello, ma i prezzi di mercato dei fattori limitanti. Il modello è stato applicato per stimare gli effetti delle misure previste per Agenda 2000 in alcune regioni della Spagna definendo uno scenario produttivo rispetto all’anno base per alcune tipologie aziendali corrispondenti alle classi di OTE considerate tra le più importanti nelle regioni in esame. Anche nel modello sviluppato da Judez ed altri, la fonte dei dati è la RICA, ed ogni modello delinea i risultati di un’azienda rappresentativa della OTE ottenuta dalla media delle aziende presenti nel corrispondente strato del campione di aziende RICA;
- il modello sviluppato dall’Università di Golway (Garvey e Steele, 1998) il quale applicando integralmente la procedura della PMP e della Massima Entropia, giunge alla stima degli effetti di Agenda 2000 per singole aziende rappresentative scelte in base all’orientamento tecnico (OTE) e alla dimensione fisica.
- i modelli sviluppati dall’Università di Bonn nell’ambito del progetto CAPRI (Heckeley e Britz, 1997; Lohe Heckeley, Britz e Lohe, 1998; Heckeley e Britz, 1998; Heckeley e Britz, 1999a) in cui, mediante la PMP si è cercato di sviluppare un modello di offerta regionale per ogni Paese membro dell’UE sulla base dei prezzi attesi per ogni anno corrente. Per ottenere questo risultato è stato necessario costruire un modello di offerta aggregata per ogni Paese membro in grado di collegarsi con un successivo modello di domanda. La PMP è stata adottata per sviluppare il modello di offerta per ogni nazione. Questa scelta ha comportato analisi aggiuntive, in quanto l’approccio sviluppato da Paris e Howitt si presenta come modello di offerta senza prendere in considerazione la produzione di beni intermedi come i foraggi da riutilizzare nell’allevamento. Per questo motivo Hackeley e Britz (1999b) hanno sviluppato un modello che, ricorrendo alla PMP e alla Massima Entropia, è in grado di calibrare il fabbisogno di foraggio per la zootecnia creando le condizioni di equilibrio tra domanda ed offerta tra le diverse Regioni dei Paesi dell’UE¹³.

La critica maggiore avanzata dai ricercatori di Bonn però è legata al fatto che la PMP, secondo l’impostazione di Howitt e Paris (1996), per i fattori fissi utilizza solamente una unica osservazione duale, quella relativa al costo marginale della terra, e introduce dei “valori di supporto” per assicurare una curvatura corretta della funzione di costo stimata. Per questo motivo i ricercatori tedeschi, anziché basarsi su una unica osservazione, suggeriscono di adottare una serie storica in modo fornire una maggiore “robustezza” statistica alla stima dei parametri che costituiscono la matrice della tecnica e la funzione di costo.

A queste critiche Howitt e Paris hanno risposto mediante la SPEP che, come descritto nei precedenti paragrafi, anche se si basa su di un’unica osservazione, giunge alla stima della funzione di costo totale aumentando il numero dei fattori vincolanti nel modello.

¹³ In realtà la modellizzazione dell’offerta di foraggio per la zootecnia in un modello di PMP è affrontata anche da Paris e Arfini (1999 e 2000).

Il modello di PMP proposto dai ricercatori di Bonn è stato utilizzato per stimare gli effetti delle misure di politica agraria introdotte da Agenda 2000 per i Paesi dell'UE (Hackeley e Britz, 2000), suddivisi in 200 Regioni (secondo la classificazione NUTS II), sui “seminativi COP” e sul latte e la carne e si aggiunge ai modelli correntemente utilizzati dal Dipartimento di Politica Agraria dell'Università di Bonn a supporto dell'attività dei policy maker della DG VI¹⁴.

A completamento di questa carrellata di modelli che ricorrono alla PMP per effettuare analisi regionali, vale la pena citare il lavoro condotto da un gruppo di ricercatori (Paris, Montresor, Arfini e Mazzocchi, 2000) che combinano la PMP ad una metodologia di analisi multivariata con lo scopo di migliorare la capacità interpretativa del modello nel suo complesso.

Il punto di partenza di questo lavoro è dato dalla considerazione che la maggioranza degli studi presenti in bibliografia, come dimostra l'analisi sin qui effettuata, hanno lo scopo di fornire per un'area definita informazioni circa la variazione dell'offerta dei prodotti agricoli, la variazione del reddito delle famiglie agricole, il costo delle politiche a carico dell'Amministrazione pubblica e/o coefficienti di elasticità da utilizzarsi per altre analisi. I modelli di Programmazione Matematica, siano essi impostati mediante la PL, la PMP o la SPEP rispondono bene a questi scopi, ma oggi i policy maker, soprattutto quelli responsabili della pianificazione regionale, necessitano di vedere come le politiche agricole, ed in primis la PAC, interagiscono con gli altri settori produttivi, con la società nel suo complesso e, non ultimo, con le stesse variabili ambientali presenti nello stesso territorio per sviluppare, sulla base di queste informazioni, Piani di Sviluppo Rurale (PSR), adeguati alle esigenze dell'area.

Per cercare di rispondere a questa esigenza il lavoro di Paris, Montresor, Arfini e Mazzocchi, propone un modello a più fasi, dove nella “prima fase” viene effettuata una analisi statistica mediante una tecnica di analisi multivariata (MSA), composta dall'analisi per componenti principali e da una Cluster Analysis, per individuare le aree omogenee tra loro in base alle caratteristiche socio economiche e ambientali. La “seconda fase” è rappresentata dalla PMP, la quale permette di verificare l'impatto delle politiche e di produrre degli indici che possono essere utilizzati in una “terza fase”, la quale, ricorrendo nuovamente alla MSA, è in grado di valutare se gli scenari di politica agraria delineati dal modello di PMP sono in grado di modificare l'aggregazione delle aree omogenee stimate nella prima fase.

3.3 I modelli settoriali.

I modelli settoriali si caratterizzano per offrire al policy maker una valutazione degli scenari di politica agraria rispetto ad un unico bene (ad esempio il grano tenero) o ad un unico settore produttivo (ad esempio i cereali). Rispetto ai modelli precedentemente esaminati appare evidente che molti di questi, nonostante presentino una notevole valenza territoriale, possono essere utilizzati come modelli settoriali, in quanto nascono con il preciso obiettivo di analizzare la variazione dell'offerta delle produzioni oggetto di intervento PAC a livello regionale, nazionale e/o comunitario.

Sotto questa ottica i modelli ottenuti mediante l'ausilio della programmazione matematica, hanno una maggiore propensione a simulare le scelte degli imprenditori, comportandosi alla stregua di quei modelli il cui scopo è di fornire indici di elasticità. L'importanza della programmazione matematica rimane comunque elevata, in quanto la valutazione dell'offerta è ottenuta tenendo in debito conto la diversa capacità produttiva che si osserva tra le diverse Regioni e le diverse tipologie aziendali aggregate secondo il loro orientamento tecnico economico (OTE).

L'elemento che distingue i modelli territoriali da quelli settoriali è rappresentato quindi dal criterio di aggregazione delle aziende privilegiando il loro orientamento produttivo (l'OTE) e quindi

¹⁴ Occorre sottolineare comunque che l'impostazione adottata dai ricercatori di Bonn ricollega la programmazione matematica a metodi e modelli analizzati in altra parte di questo volume ed in particolare al capitolo relativo ai modelli di equilibrio parziale, multiprodotto e multiregione.

l'output. Nel manuale di Hazell Norton (1986) sono ben documentate le tecniche per impostare modelli settoriali mediante l'ausilio della programmazione matematica e, come testimoniano i modelli AROPAJ e LUAM, è possibile giungere ad una stima dell'offerta aggregata per importanti gruppi di prodotti. Piuttosto, uno dei maggiori problemi che si pone quando si aggregano le aziende in base al loro orientamento produttivo e non in base alle loro caratteristiche strutturali, è l'eccessiva specializzazione produttiva. La programmazione lineare, infatti, in presenza di aziende molto specializzate (con un limitato set di processi) mostra una notevole rigidità nel raggiungere le soluzioni "d'angolo"¹⁵ al variare dei parametri economici (prezzi, costi e sussidi), rendendo l'intero modello poco fruibile per analisi di politica agraria e, in particolare, per valutare gli effetti delle misure previste dalla PAC.

Proprio il problema della eccessiva specializzazione delle aziende agricole ha spinto Howitt e Paris a sviluppare la PMP (Howitt e Paris, 1998) e la SPEP (Paris e Howitt 2000) orientandosi verso funzioni obiettivo di tipo non lineare le quali consentono una maggiore "sensibilità" alle variazioni delle misure di politica agraria (in particolare prezzi e compensazioni). Inoltre, dato che la PMP e la SPEP sono in grado di "stimare" la tecnologia mediante le informazioni duali ottenute dai vincoli di "positività" e strutturali, è possibile costruire modelli molto aderenti al livello di specializzazione raggiunto dalle singole tipologie aziendali senza ricorrere a stime empiriche o valutazioni soggettive da parte dei ricercatori, ma semplicemente ricorrendo alle informazioni contenute nelle banche dati di contabilità agraria, come la RICA.

Esempi espliciti in questo senso sono contenuti nei lavori di Paris e Arfini (1999), dove viene stimata l'offerta dei seminativi COP, del latte e della carne nell'Emilia Romagna; nei lavori di Hekele e Britz (2000), dove viene stimata l'offerta dei seminativi COP e per le principali produzioni zootecniche (latte, carne e polli) per l'intera UE; e nel lavoro di Gohin e altri (1999) che, sempre applicando gli scenari di Agenda 2000, analizzano le conseguenze della riforma per il settore dei seminativi in Francia.

Concludendo questa parte, vale la pena di sottolineare che, indipendentemente dal tipo di metodologia adottata, (PL, PMP o SPEP), il modello matematico rappresenta solo un aspetto del "procedimento di stima" in quanto sono necessarie altre "parti" non meno importanti quali a) una base dati adeguata, b) un criterio di aggregazione funzionale agli obiettivi di politica agraria, c) una metodologia di stima adeguata dei coefficienti tecnici, d) una metodologia di riporto all'universo dei risultati ottenuti. Dei modelli esaminati solamente pochi (AROPAJ, LUAM, CAPRI) presentano queste caratteristiche, le quali consentono una continuità applicativa e una conseguente versatilità che li porta ad affrontare qualsiasi problema di politica agraria posto dalla Politica Agricola Comunitaria diventando, così, un "modello di riferimento", come nel caso di altri modelli che vengono utilizzati correntemente a fini di analisi di politica agraria, presentati altrove in questo volume, come FAPRI, CAPMAT, SPEL/EU-MFSS, per citarne solo alcuni.

4 La rappresentazione delle misure della PAC

In questa sezione si cercherà di fornire maggiori informazioni su come i diversi autori hanno introdotto nei loro modelli le più importanti misure di politica agraria soffermandoci, in modo

¹⁵ Per "soluzioni d'angolo" si intendono quelle soluzioni ottenute in corrispondenza dei vertici di una figura geometrica, rappresentata da un triangolo in uno spazio bidimensionale o da un tetraedro in uno spazio tridimensionale, definita semplice. Questa soluzione è considerata ottima ed efficiente in quanto è quella che garantisce il valore massimo della funzione obiettivo ed il rispetto dei vincoli tecnologici. Nella fase di ricerca della soluzione, ogni iterazione sviluppata dall'algoritmo del "simplexso" genera, appunto, un simplexso nello spazio le cui dimensioni possono variare in base al numero di vincoli presenti nel problema. Da qui il nome dell'algoritmo.

particolare, su quelle che caratterizzano la PAC e analizzando criticamente le soluzioni tecniche adottate, il tipo di risultati ottenibili e la loro valenza in termini di analisi di politica agraria.

Occorre sin da ora sottolineare come molti lavori raramente si soffermano sulla struttura del vincolo relativo allo specifico strumento di politica agraria, quanto piuttosto sull'impostazione generale del modello o, come nel caso dei modelli che utilizzano la PMP, sul metodo che porta alla stima della funzione di costo. In realtà, come precedente anticipato, l'introduzione nei modelli di programmazione matematica di problemi legati alla PAC non comporta particolari difficoltà da parte dei ricercatori, in quanto queste tecniche possono essere considerate molto generali e sono ampiamente descritte in manuali di programmazione lineare come quello di Hazell e Norton (1986) o di Cosentino e De Benedictis (1979).

4.1 Le misure di sostegno diretto dei prezzi

Una delle principali misure di politica agraria che sono affrontate dai modelli di programmazione matematica, è rappresentata dalla cosiddetta politica dei prezzi o meglio il rapporto tra i prezzi istituzionali e i prezzi di mercato.

Tutti i modelli sino ad ora descritti per riprodurre la situazione iniziale ricorrono ai prezzi di mercato praticati agli agricoltori secondo quanto riportato nelle banche dati (come la RICA) e ipotizzano che vi sia un collegamento diretto tra variazione dei prezzi istituzionali (prezzo indicativo, prezzo soglia e prezzo di intervento) e prezzi praticati agli agricoltori. Questa impostazione del problema implica, inoltre, che i prezzi hanno sempre una natura esogena al modello e che esista un effetto "trascinamento" tra i prezzi istituzionali e i prezzi di mercato. In altre parole ad una data riduzione prevista da Agenda 2000 del prezzo dei cereali (es.15%) quale riduzione dei prezzi al mercato corrisponderà ? e questa riduzione si trasmette in modo lineare su tutti i cereali o in misura differenziata tra loro ?

Dinanzi a questi due quesiti la maggior parte dei ricercatori ha risposto ipotizzando che la flessione di prezzo avvenga secondo le indicazioni dei Regolamenti e in modo uniforme per tutti i cereali. Solamente nel lavoro di Paris e Arfini (1999) viene ipotizzato che le riduzioni di prezzi non siano trasmesse in misura omogenea tra i diversi cereali, ma che vi sia una relazione tra il prezzo del frumento tenero e il prezzo delle colture COP (frumento duro, orzo, mais e soia) dipendente da precise situazioni congiunturali. In altre parole, una riduzione del prezzo di mercato del frumento tenero del 10 % si traduce in una variazione differenziata dei prezzi per gli altri seminativi COP. Questa ipotesi implica l'aumento degli scenari di politica agraria da stimare e, in effetti, gli autori, hanno previsto uno scenario con una trasmissione di prezzo uniforme tra prezzi istituzionali e prezzi di mercato e scenari alternativi dove solo il frumento tenero presenta una variazione di prezzo prevista dalla riforma della PAC, mentre per gli altri prodotti COP il prezzo varia in modo differenziato, riproducendo esattamente i rapporti di prezzo rispetto al frumento tenero registrati in passato.

Nei lavori sin qui descritti, inoltre, nessun ricercatore ha considerato empiricamente il fattore rischio nel riprodurre il comportamento degli imprenditori agricoli. Benché non manchino in bibliografia applicazioni della programmazione quadratica dal lato dei prezzi, solamente Paris (1997b) formalizza l'introduzione dell'elemento rischio associato ai prezzi dei prodotti nella funzione obiettivo del modello di PMP adottando la struttura metodologica suggerita inizialmente da Freund (1956) sulla base delle seguenti ipotesi : 1) l'uso dell'approccio dell'utilità attesa di Von Neumann-Morgenstern, 2) l'esistenza di una funzione di utilità esponenziale negativa, 3) l'ipotesi che i prezzi siano distribuiti come variabili casuali normali, 4) una conoscenza a priori della media e della varianza dei prezzi. Nello sviluppo del modello, però la fase più delicata è rappresentata dalla

stima del coefficiente di avversione al rischio f , per ciascun imprenditore, ottenuto, in modo indiretto, dalle soluzioni duali del problema mediante la *chance-constraint programming*¹⁶.

Paris (1997), giunge così a formalizzare il modello di PMP nella fase di calibrazione, in presenza del fattore rischio, con n aziende nel campione, nel seguente modo :

$$(30) \quad \max_{x_n} EU(\tilde{R}_n) = E(\tilde{p}_n) \mathbf{c} x_n - x_n \mathbf{Q} x_n / 2 - \mathbf{u} \mathbf{c} x_n - \hat{f}_n x_n \mathbf{c} \mathbf{S}_p x_n / 2$$

soggetto a

$$(31) \quad \mathbf{A}_n \mathbf{x}_n \leq \mathbf{b}_n$$

Ovviamente, un modello simile è associato all'intero campione di aziende dove il vettore delle deviazioni, \mathbf{u} , è uguale al vettore nullo¹⁷.

4.2 Le politiche commerciali

Date le finalità e le caratteristiche dei modelli sino ad ora esaminati, lo sviluppo di modelli finalizzati ad analizzare politiche commerciali non è stato preso in considerazione dalla maggior parte dei modelli di programmazione matematica. Come si è visto tutti i modelli appena descritti possono essere classificati come modelli di offerta in quanto il loro obiettivo principale è, appunto, quello di stimare l'offerta di fattori (terra) e delle principali produzioni agricole oggetto di intervento comunitario. A questa condizione di carattere generale, però fanno eccezione due modelli che hanno cercato di considerare anche alcuni elementi legati alla domanda di fattori e di beni, inserendo delle relazioni di tipo commerciale. Si tratta del modello LUAM e del modello CAPRI.

Il modello LUAM non è ancora giunto ad una fase pienamente operativa, ma si propone di (a) simulare gli effetti sulla maggior parte delle produzioni agricole negli stati dell'EU; (b) stimare i rapporti commerciali sia all'interno dei paesi dell'UE che tra l'EU e il resto del mondo; (c) fornire un modello che permetta una analisi regionale più dettagliata includendo diversi scenari economici e commerciali.

Si tratta di ampliare il modello LUAM sviluppato per il Galles e l'Inghilterra dividendo l'EU in 65 regioni, secondo lo schema della RICA Europea, e considerare 5 tipologie aziendali per ogni regione. Su questa base verrebbe implementato il modulo commerciale il quale prevede una sotto matrice di domanda e una sotto matrice di offerta. Il modello, inoltre, distingue tra i prodotti per cui i prezzi e la domanda nazionale sono fissi (situazione dove la struttura dei vincoli di export sono relativamente semplici) e prodotti dove i prezzi e la domanda sono determinati in modo endogeno. In questo ultimo caso sono richieste diverse ipotesi quali : (a) il prezzo stimato dentro una regione è considerato costante, (b) ogni regione può decidere se produrre o importare un certo prodotto, (c) i prezzi per lo stesso prodotto possono variare tra le regioni, inoltre, dato che il LUAM è un modello di offerta, (d) si assume che il modello simulerà la curva di offerta, mentre, (e) la curva di domanda sarà stimata al di fuori del modello mediante stime econometriche o stime esistenti reperibili in bibliografia relative all'elasticità della domanda.

¹⁶ Per un approfondimento sulla stima del coefficiente di rischio mediante il ricorso alla chance constrained programming, che travalica gli scopi del presente volume, si rimanda al lavoro di Paris (1997b) ripreso anche in Paris e Arfini (2000).

¹⁷ Dove il termine $EU(\tilde{R})$ rappresenta la misura dell'utilità attesa rispetto ai ricavi; il termine $\mathbf{f} x \mathbf{c} \mathbf{S}_p x / 2$ corrisponde al premio di rischio associato alla funzione di utilità e il termine $E(\tilde{p})$ rappresenta il prezzo atteso. Gli altri termini sono noti.

Per quanto concerne il modello CAPRI, l'obiettivo principale è costruire un modello capace di effettuare analisi di politica agraria combinando l'analisi regionale con i settori agricoli a livello europeo. Questa struttura del modello richiede di analizzare simultaneamente gli effetti dei mercati per ciascun prodotto e gli effetti delle politiche a livello regionale, in quanto questi si ripercuotono sul mercato nazionale e comunitario.

Visto che il mercato e le attività legate a strumenti di politica agraria richiedono una profonda disaggregazione del modello in termini di prodotti, un sistema di soluzione simultaneo, che dovrebbe ottimizzare il surplus dei produttori e dei consumatori per 200 regioni per 50 prodotti, non era risolvibile dal punto di vista computazionale. Conseguentemente, il modello è stato diviso in due parti, una di offerta e una di domanda. Il modulo di offerta consiste in modelli di programmazione matematica individuali per circa 200 regioni (considerate a livello NUTS II). Il modulo del mercato ha le caratteristiche dei tradizionali modelli multi-prodotto. Sulla base dell'offerta aggregata, ottenuta dai modelli regionali, il modello di mercato fornisce i prezzi di equilibrio del mercato. Un processo iterativo tra l'offerta e la componente mercato raggiunge l'equilibrio e successivamente è possibile sviluppare azioni di statica comparata dal lato della domanda o dal lato dell'offerta.

Più nel dettaglio, la soluzione metodologica per il modulo di mercato si basa sui concetti standard di modelli multi-commodity (Britz 1998), sviluppati seguendo lo schema dei modelli SWOPSIM¹⁸. Per modellare la domanda e l'offerta per i mercati regionali e internazionali, sono utilizzate funzioni di tipo logaritmico, le quali a partire dalle produzioni regionali e dai prezzi al consumo, uniti tra loro da funzioni di trasmissione di prezzo, portano ad un mercato mondiale uniforme. I parametri relativi alla domanda non sono stimati, ma sono invece calibrati sulla base dei vincoli teorici basati sulla elasticità stimata e/o reperita in letteratura (Witzke e Britz, 1998). La funzione di trasmissione di prezzo considera le tariffe e include dazi mobili i quali, a loro volta, dipendono dall'evoluzione dei prezzi internazionali.

Per rimanere nell'ambito dei prodotti considerati importanti per la PAC, la trasformazione dei semi oleosi è modellata in modo esplicito assumendo un tasso fisso di trasformazione per i pannelli e per i derivati dalla spremitura. Nel caso dei prodotti a base latte (latte scremato in polvere, burro e altri) sono introdotti dei vincoli di equilibrio tra grasso e proteine e con i prodotti ottenuti dalla trasformazione del latte. Il prezzo del latte crudo e dei latticini deriva in modo uniforme dal prezzo del grasso e delle proteine pesandolo con il loro contenuto percentuale nei latticini più il costo di trasformazione unitario che è assunto costante.

4.3 Le limitazioni quantitative della produzione

Queste misure sono riconducibili a due diversi strumenti di politica agraria, quelli che impongono un vincolo alla produzione di determinati prodotti oggetto di intervento comunitario (come le quote latte) e quelli che obbligano l'agricoltore a ridurre l'uso di alcuni fattori della produzione, come la terra, con il fine ultimo di giungere ad una riduzione dell'offerta per alcuni prodotti come i seminativi.

4.3.1 Le quote latte

Relativamente alle quote latte, i problemi che si pongono possono essere analizzati ricorrendo a due diversi approcci, a) il primo, che vuole simulare come l'azienda si riorganizza quando è soggetta al vincolo delle quote latte, b) l'altro che si propone di stimare il "prezzo" della quota e quindi la convenienza dell'allevatore ad acquistare nuove quote o a cedere le proprie.

¹⁸ Il modello SWOPSIM viene ampiamente descritto in una altra parte di questo volume.

In entrambi i casi inserire le quote latte all'interno dei modelli di programmazione lineare è alquanto semplice, in quanto la quota è considerata alla stregua di un fattore della produzione disponibile in quantità limitata e trattato, quindi, come un vero e proprio vincolo strutturale dell'azienda.

Da un punto di vista di scrittura dei vincoli, posto che la produzione di latte sia organizzata mediante due processi distinti, il processo "latte venduto" (x_1), (misurato in q.li e con un prezzo p), e il processo di produzione del latte attraverso il numero di vacche (x_2), (misurato in capi da latte con un costo variabile per capo pari a c), la parte del modello relativa alla gestione delle quote latte si limita alla presenza di tre righe di vincolo secondo il seguente schema :

Schema n.2 – **Vincolo di quota latte.**

F.O. Max RL	$p x_1$	$- c x_2$	
Soggetto a :			
Vincolo di struttura		$1 x_2$	\leq capacità stalla
Vincolo di quota	$1 x_1$		\leq quota latte
Vincolo di resa	$1 x_1$	$- resa x_2$	$= 0$

La piena utilizzazione di questo fattore (quota latte), all'aumento della resa per vacca, da un lato comporterà la riduzione del numero di capi presenti in stalla e quindi, una riorganizzazione dell'allevamento, e porterà a rendere esplicito il relativo valore marginale che rappresenta il prezzo di mercato sino al quale l'allevatore può spingersi per acquistare diritti a produrre da altre aziende e, quindi, ampliare la dimensione della propria quota di produzione e dell'allevamento.

In bibliografia è possibile trovare studi che si pongono entrambi gli obiettivi. Occorre però chiarire che, in larga misura, si tratta di modelli che possono essere considerati alla stregua di "modelli aziendali", finalizzati ad ottimizzare la strategie dell'azienda, anche se hanno una valenza in termini di politica agraria. Ne sono esempi in questo senso i lavori di Garoglio e Mosso (1992) di Iotti e Setti (1993) e di Arfini (1997), di Barkaoui e Buatuld (1998b).

In questi lavori le quote latte sono introdotte all'interno del modello seguendo l'approccio precedentemente indicato e descritto in molti manuali di programmazione lineare come quello di Hazell e Norton (1986) , Paris (1991), Cosentino e De Benedictis (1979).

Per contro, nei modelli territoriali e settoriali descritti nei precedenti paragrafi non è menzionato l'inserimento di questo tipo di vincolo. Le ragioni sono dovute a due motivi principali : uno di carattere "tecnico" e uno relativo agli obiettivi della ricerca. Rispetto al primo punto il vincolo delle quote latte può essere considerato come un vincolo "banale", mentre relativamente agli obiettivi della ricerca occorre considerare che : a) spesso è difficile conoscere la quota latte aggregata per le singole regioni (almeno per la realtà italiana), b) in alcune regioni è prevista la possibilità di acquisto del "fattore" quota latte nel caso in cui le condizioni di mercato lo rendessero conveniente e, in questo caso, varrebbe un vincolo regionale (o nazionale) ma non un vincolo aziendale c) un'eventuale aumento dell'offerta rappresenterebbe comunque una importante indicazione per i policy maker sull'orientamento produttivo da parte degli allevatori e la rilevanza delle quote.

4.3.2 *Il set aside*

Diverso è il caso dell'introduzione dei modelli di programmazione lineare o di PMP dei vincoli che obbligano gli agricoltori a non utilizzare parte dei loro fattori produttivi, come nel caso del set-aside. Questa politica è rappresentata come si trattasse di una politica obbligatoria ed è collegata ad una indennità compensativa corrisposta per ettaro di superficie occupata dai seminativi COP.

La trattazione del set-aside obbligatorio può essere effettuata con modalità diverse in relazione all'obiettivo specifico dell'indagine che si intende affrontare. Un esempio in tal senso è rappresentato dall'analisi dell'effetto "slippage", indotto da due diversi tipi di set-aside sulle aziende agricole del Veneto, affrontato da Cesaro (1993) mediante un modello di programmazione lineare dinamica. Il modello è riferito ad una azienda "tipo" classificata come "grande produttore" e si basa sul confronto di tre diversi scenari relativi ai vincoli, ai prezzi e ad altre condizioni. L'aspetto interessante la costruzione del modello è che l'azienda tipo è stata suddivisa in classi di produttività, permettendo di simulare la scelta relativa alla localizzazione spaziale (in quale classe di produttività ed in sostituzione di quale coltura) e contemporaneamente temporale (in quale anno) del set aside obbligatorio.

L'ipotesi adottata è che l'imprenditore miri alla massimizzazione del reddito lordo aziendale, calcolato come somma del reddito lordo dei processi attivati, comprese eventuali compensazioni delle colture e del set-aside, se previste in quello specifico scenario. La funzione obiettivo è multiperiodale ed il margine lordo aziendale è rappresentato dalla sommatoria dei margini lordi di tutti gli anni considerati. Nell'ambito di ogni classe di produttività il mix colturale è quello del campione RICA e può essere modificato solamente mediante l'introduzione del set-aside obbligatorio in ciascun periodo considerato. Il modello si presenta con una funzione obiettivo, un vincolo che fissa la percentuale a set-aside, un vincolo che impone una superficie massima disponibile per ciascuna classe di coltura, un vincolo di uso del suolo e tre vincoli di rotazione. Questi ultimi impongono che in ogni classe di produttività possa essere messa a riposo, nel periodo considerato (6 anni), solamente una superficie pari al vincolo massimo, imponendo quindi che il set-aside venga effettuato prima su terreni di minore produttività e quindi progressivamente sui terreni migliori. In questo modo il modello simula che la scelta della localizzazione del set-aside venga effettuata nell'ambito del piano colturale fisso, in pratica che l'imprenditore possa scegliere tra ogni coltura e il set-aside, nel rispetto dei vincoli che impongono la percentuale di terreno da mettere a riposo, ed eventualmente la rotazione da attuare.

Per quanto concerne i modelli territoriali e settoriali la modellizzazione del set aside obbligatorio avviene secondo modalità differenti a seconda che si tratti di modelli di PL o di modelli di PMP. Occorre specificare che in pochi lavori viene esplicitamente descritta la struttura dei vincoli che rappresentano il set-aside.

Passando ai modelli territoriali e settoriali, i modelli LUAM, AROPAJ, Barkaoui e Boutauld (1998a), Gohin (1999), Judez e altri (1999), CAPRI, pur considerando il set-aside come strumento caratterizzante la politica della PAC non spiegano la struttura dei vincoli, al contrario Paris, Montresor e altri (2000), nel descrivono in dettaglio come esso viene introdotto.

Anche in questo caso la funzione obiettivo del modello prevede di massimizzare il reddito lordo totale ottenuto come differenza tra i ricavi di ciascun processo, comprese le indennità compensative previste per il set-aside e per la riduzione dei prezzi dei seminativi, meno i costi colturali. Ovviamente il set-aside entra nella funzione obiettivo come una percentuale costante che moltiplica la compensazione per la superficie di ciascun seminativo COP per il tasso di set-aside obbligatorio. Successivamente, nella fase in cui vengono sviluppate le analisi di politica agraria, l'eventuale variazione di superficie, dovuta alla variazione del tasso di set-aside, viene aggiunta (o tolta) al vincolo di superficie totale dell'azienda rendendola così fruibile per tutti i processi.

In ogni caso il set-aside entra nel modello come una politica disaccoppiata rispetto alla produzione e, come dimostrano le simulazioni fatte dai diversi ricercatori, una variazione del tasso a set-aside ha ripercussioni su tutta l'organizzazione aziendale. Tutti i modelli territoriali sono così in grado di fornire la stima della superficie che verrà destinata a set-aside per una regione o nazione europea, fornendo, inoltre, il costo totale di questo strumento di politica agraria a carico dell'amministrazione pubblica.

4.4 Le politiche parzialmente disaccoppiate

Questo gruppo di politiche è sicuramente da considerarsi una delle più importanti praticate dall'UE, in quanto sono quelle che garantiscono buona parte dei ricavi e dei redditi a molte aziende agricole e interessano, oltre che il settore dei seminativi, anche quello della zootecnia. Diventa allora importante per l'amministrazione pubblica conoscere a priori il costo di questa politica, gli effetti sull'offerta, la capacità di garantire un reddito delle imprese agricole, soprattutto di piccole dimensioni.

Si capisce, quindi, come la programmazione matematica possa fornire un notevole contributo in questo senso, in quanto, più che altri strumenti di indagine e approcci metodologici, è in grado di scendere al livello di dettaglio territoriale, differenziando i contributi in base al "piano di regionalizzazione" e stimando gli effetti che possono derivare all'intera filiera interessata mettendo in luce, a priori, eventuali distorsioni o possibili conseguenze indesiderate.

Inserire questa politica all'interno di modelli di programmazione matematica, peraltro, è molto semplice in quanto si configura come una modifica della funzione obiettivo dove, i ricavi di una coltura comprendono anche le indennità compensative unitarie previste per ettaro o per capo. Il contributo inserito nella funzione obiettivo è quindi legato al fattore di produzione, che per il modello rappresenta il "processo costo" e non all'output, considerato dal modello come "processo ricavo". Il livello di disaccoppiamento raggiunto dal modello è da considerarsi "apparente" in quanto le rese per ettaro, che uniscono i due processi, sono fisse e la compensazione viene trasferita per intero all'output. Nonostante questo, il modello simula correttamente il comportamento dell'imprenditore in presenza politiche parzialmente disaccoppiate in quanto, per molti agricoltori, le indennità compensative non rappresentano una giustificazione a modificare la politica produttiva aziendale in termini di intensificazione della produzione ma, di fatto, possono indurre a modificare l'ordinamento produttivo in favore di quei processi che presentano un livello di indennità compensativa particolarmente interessante.

Questa procedura, anche se non descritta esplicitamente, dai modelli territoriali e settoriali sopra considerati, rappresenta la formulazione più semplice, e capace di rendere i modelli flessibili e pronti a recepire nuovi scenari di politica agraria fornendo un confronto rispetto ad una situazione osservata e considerata "di base". Per altro, proprio la facilità di inserire queste modifiche, spinge i ricercatori ad adottare scenari dove si assiste alla contemporanea variazione delle indennità compensative relativa a più processi rendendo di difficile comprensione quale misura influenza maggiormente le scelte aziendali.

Ad essere precisi, nei modelli di PMP l'inserimento di queste politiche richiede una maggiore attenzione nella formulazione del modello, in quanto occorre rendere esplicite alcune variabili, come le incognite legate alla superficie (o ai capi di bestiame) per ciascun processo, poiché è a questa variabile che è legata l'indennità¹⁹.

4.5 Le politiche volontarie

Fanno parte delle politiche volontarie quegli strumenti di politica agraria che lasciano libertà di scelta agli imprenditori agricoli di adottare determinate misure che, in cambio di una compensazione monetaria (o indennità compensativa), vincolano l'agricoltore ad accettare un nuovo assetto produttivo o nuove tecniche colturali da praticare in azienda. Rientrano in queste politiche l'adozione del set-aside ventennale volontario, il Reg. 2078/92 e, in una certa misura, lo stesso Reg. 1765/92 in quanto l'agricoltore ha la facoltà di accettare, o meno, la corresponsione del contributo e il tipo di regime (generale o semplificato) da adottare.

¹⁹ La struttura di questo vincolo, soprattutto nei confronti delle aziende zootecniche, è ben documentato nel lavoro di Paris, Montresor e altri (2000).

Anche in questo caso i modelli di programmazione matematica possono avere una valenza superiore ad altre metodologie in quanto, più di altre, sono in grado di riprodurre il comportamento dell'imprenditore nel suo ambiente di lavoro. Quest'ultimo aspetto riveste una certa importanza in quanto, l'attuale riforma della PAC lascia alle Regioni un margine per modulare le compensazioni che accompagnano i Regolamenti proprio in relazione alle caratteristiche ambientali e territoriali delle aree nei quali sono applicati.

Le politiche volontarie sopra esposte richiedono modalità diverse di rappresentazione all'interno dei modelli e più precisamente :

□ Nel caso del set-aside volontario questo entra nel modello come un "nuovo processo" alternativo a quelli esistenti il quale richiede una certa quantità di fattori (lavoro) e fornisce come ricavi il solo contributo comunitario. Il processo di ottimizzazione seguito dal modello indicherà il livello di attivazione di questo processo in termini di numero di ettari. Questa impostazione del problema viene adottata da tutti i modelli di programmazione lineare che svolgono analisi territoriali. La ritroviamo infatti nei modelli di Giacomini, Cesaro, Arfini (1992), nel modello LUAM e AROPAJ mentre per nei modelli che adottano la PMP, il set-aside volontario non viene menzionato in quanto, non essendoci un output reale manca completamente il relativo valore duale, diventando così impossibile stimare il costo del processo all'interno della funzione di costo Q ricostruita dal modello di PMP.

□ Anche per quanto riguarda le politiche volontarie adottabili in base al Reg. 2078/92, la programmazione lineare può rappresentare un valido strumento in grado di fornire ai policy maker informazioni relative alla loro diffusione. Dal punto di vista del modello, le misure previste dal Reg.2078/92 possono essere considerate come processi alternativi in competizione nell'uso della risorsa suolo con le altre attività già praticate in azienda. Il tutto si traduce inserendo nella funzione obiettivo i nuovi processi, specificando il prezzo di vendita, le compensazioni e i costi unitari, mentre nella matrice della tecnica occorre specificare i coefficienti tecnici relativi alla nuova tecnica di produzione.

Esempi in tal senso sono presenti nei lavori di Giacomini, Cesaro, Arfini (1992), nel modello LUAM e AROPAJ i quali oltre che consentire di intervenire sulla funzione obiettivo, permettono di modificare i parametri che definiscono la tecnologia, permettendo di osservare il grado di convenienza nell'adottare le misure previste dal Reg. 2078/92 nelle diverse tipologie aziendali e tra le diverse aree che all'interno delle Regioni. Per contro, nei modelli che ricorrono alla PMP, sino ad ora, non è stata considerata la possibilità di introdurre misure volontarie simili a quelle descritte. La principale difficoltà della PMP nell'affrontare questo problema è che l'agricoltore nella condizione iniziale, corrispondente alla situazione base, non li attua e, quindi, vengono meno quelle informazioni di positività necessarie alla stima dei relativi costi di produzione. Successivamente, nella parte del modello relativa all'analisi di politica agraria occorrerebbe stimare una nuova matrice dei costi Q specifica per i nuovi processi e formulare così un nuovo modello dove sono presenti le matrici Q relative sia ai nuovi che ai vecchi processi. Questa possibile soluzione, peraltro, abbastanza complessa e articolata, non è stata sviluppata nei modelli considerati, almeno sino ad ora.

□ Circa la convenienza ad adottare il Reg. 1765/92 e, in caso affermativo, quale regime di compensazione scegliere, non si segnalano studi specifici che utilizzino la programmazione matematica. A questo riguardo si può comunque rilevare che l'approccio da adottarsi nell'analizzare questo problema non si discosta da quelli precedentemente analizzati.

5. Conclusioni

A conclusione di questo capitolo, è possibile ricavare alcuni spunti di riflessione sull'uso della programmazione matematica per analizzare gli effetti della PAC a livello regionale e/o settoriale. Un primo aspetto che merita di essere sottolineato è la estrema versatilità della programmazione matematica nel rappresentare sia le “tante” agricolture che i “tanti” imprenditori che caratterizzano il sistema agricolo dell'Unione Europea. Per questi motivi la programmazione matematica trova una sua applicazione specifica per analisi a livello di azienda, di regione o di settore.

Se la programmazione matematica presenta indubbi vantaggi di semplicità costruttiva e di interpretazione dei risultati ottenuti, vi sono, però, alcuni elementi che limitano fortemente la loro applicazione. La difficoltà maggiore è rappresentata dalla necessità di disporre di informazioni di carattere tecnico ed economico che riflettano correttamente la tipologia aziendale, i caratteri della regione o del settore oggetto di analisi. Proprio la mancanza di fonti di dati adeguate per sviluppare modelli regionali e settoriali ha spinto molti ricercatori a limitarsi a costruire dei modelli “aziendali” e ha costretto altri a creare modelli con una “architettura” molto complessa e articolata (come il LUAM e AROPAJ) per conferire loro una valenza territoriale.

Solamente in tempi recenti la “classica” programmazione lineare è stata sviluppata con il preciso intento di superare alcuni degli ostacoli che ne limitano l'impiego a livello macro per affrontare i problemi posti dalla PAC. Ci si riferisce, in particolare, ai lavori di Paris e Howitt sulla “Programmazione Matematica Positiva” e sul “Symmetric Positive Equilibrium Problem”, i quali, dimostrano che anche in assenza di tutte le informazioni ritenute, sino ad ora, necessarie è possibile sviluppare modelli capaci non solo di rappresentare correttamente il comportamento degli imprenditori agricoli, ma anche giungere ad una completa modellizzazione delle misure di politica agraria previste dalla PAC.

L'aspetto più rilevante resta comunque che, a tutt'oggi, esistono in Europa pochi modelli considerati “di riferimento” che, con regolarità, possano permettere di effettuare analisi di politica agraria mediante l'uso della programmazione matematica in tutte le sue forme (PL, PMP, SPEP, ecc.) mentre predominano applicazioni che sono relegate ancora al rango di “casi studio”.

Riferimenti bibliografici

Abitabile C.

1995 “Situazione e prospettive della RICA in Italia”, in Atti del convegno *Problemi e prospettive dell'utilizzazione dei dati RICA in Italia: un confronto tra utenti*, Roma, 28 febbraio.

Agrawal R.C. e Heady E.O.

1972 *Operations Research Methods for Agricultural Decisions*, The Iowa State University Press, Ames.

Angeli L., Carbone A., Severini S.

2000 “La riforma della politica dei seminativi, nell'accordo di Berlino: una valutazione d'impatto a livello aziendale”, in *Rivista di Politica Agraria*, n. 1, Gennaio - Aprile.

Arfini F.

1995 “Probabili effetti del Reg.2078/92 sulle aziende agricole pluriattive”, in *Rivista di Politica Agraria*, Anno XIII, n.6, Dicembre, pp. 31-42.

Arfini F.

1997 “La gestione delle quote latte a livello aziendale mediante un modello di programmazione lineare”, in *Rivista di Politica Agraria*, n.4, Agosto.

Barkauoi A., Butault J.P.

1998a “Modelisation de l'agriculture meusienne et Paquet Santer”, in *Economie Rurale*, n.248 (novembre-dicembre) : 13:20

Barkauoi A., Butault J.P.

1998b “Double prix et offre de lait en Muese”, *Les Recherches sur le Secteur Laitier Dans Le Departement ESR*, 3aprile, Parigi

Barkauoi A., Butault J.P.,Rousselle J.M.

1999 “Mathematical Programming and oilseeds supply within EU under Agenda 2000”, Proceedings of Eurotools Seminar.

Britz W.

1998 “A sintetic non spatial Multi-commodity model as market component for CAPRI”, Capri Working Paper, 98-07, University of Bonn.

Cesaro L.;

1993 “I possibili effetti del set-aside obbligatorio sulle aziende cerealicole del Veneto: i risultati di un modello di simulazione”, in Perone Pacifico C. (a cura di) *L'agricoltura italiana nei nuovi scenari comunitari*, INEA, Studi e Ricerche, Bologna.

Chiang A. A.

1984 *Fundamental methods of mathematical economics*, Third Editions, Mc Grow-Hill

De Benedictis M., Cosentino V.

1979 *Economia dell'azienda agraria*, Il Mulino, Bologna.

Dono G.

1996 “Una politica ambientale per l’agricoltura collinare dell’Italia centrale”, in *La Questione Agraria*, n. 64, pp. 57: 80.

European Commission

2000 *Agenda 2000 CAP Reform Decision : impact analyses*, Directorate – General for Agriculture, Brussels, February

Ferro O., Cesaro L. Povellato A.

1992 “Prima valutazione dei probabili effetti della riforma della PAC nel Veneto”, *Agricoltura delle Venezie*, n.11 pp. 507-541.

Garoglio P., Mosso A.;

1992 “Possibili effetti delle quote latte negli allevamenti da latte italiani : simulazione di un’azienda piemontese”, in Pieri R. (a cura di) *Le quote latte in Italia*, SMEA, Franco Angeli.

Garvey E., Steele S.

1998 “Short term forecast of structural changes in Irish agriculture”, CAPRI Working Papers, University of Bonn.

Giacomini C., Cesaro L., Arfini F.

1992 *Possibili conseguenze delle proposte Mac Sharry sull’agricoltura dell’Emilia Romagna*, INEA, Roma.

Giacomini C., Arfini F.

1993 “Presupposti metodologici e applicativi della programmazione lineare”, in Giacomini C. (a cura di) *Metodologie per la programmazione in agricoltura*, pag 63-111, INEA, Il Mulino, Bologna.

Gohin A., Chantreuil, F., Levert F.

1999 “Modelisation du secteur europeen des grandes cultures, cereales, oleagineux et proteagineux. Une evaluation des effets de la reforme Agnda 2000 sur le secteur francaise des grandes cultures” Document de travail dans le cadre du project FAIR5-PL97-3481

Hecklei T.

1997 “Positive Mathematical Programming : Review of the standard approach”, CAPRI Working Paper, University of Bonn.

Heckelei T., Britz W.

1997 “Pre-study for a medium simulation and forecast model of the agricultural sector for the EU” CAPRI Working Papers, University of Bonn.

Heckelei T., Britz W.

1998 “EV-Risk analysis for Germany”, CAPRI Working Papers, University of Bonn.

Heckelei T., Britz W., Lohe W.

1998 “Recursive dynamic or comparative static solution for CAPRI”, CAPRI Working Papers, University of Bonn.

Heckelei T, Britz W.
1999a “Maximum Entropy specification of PMP in CAPRI”, CAPRI Working Paper ,
University of Bonn.

Heckelei T, Britz W.
1999b, “Calibration of feed requirements and price determination of feed in CAPRI”, CAPRI
Working Paper, University of Bonn.

Hackelei T., Britz W.
2000 “Concept and explorative application of an EU-wide , regional Agricultural Sector Model
(CAPRI-Project)”, EAAE Seminar on Agricultural Sector Modelling, Bonn, 29-31 Marzo.

Harvey D. Rehman T.
1988 “Environmental change and the countryside : the development and use of a policy model
for England and Wales”, EAAE Environmental Conference, Coopenaghen, November.

Hazell P.B., Norton R.D.
1986 *Mathematical Programming for Economic Analysis in Agriculture*, McMillian Publishing
Company, New York.

Heady E.O., Egbert A. C.
1964 “Regional Programming of Efficient Agricultural Production Patterns”, in *Econometrica*,
pag 374-386, Vol.32, n.3.

Heady E., Meister A.D., Chen c.c.
1978 *Quadratic Programming Models Applied to Agricultural Policies*, Iowa State University
Press, Ames.

Hofstetter A., Jayet P.A.
1991 “AROPAJ – Modele d’offre agricole et PAC : donnees et estimations pour le programmes
lineare”, INRA, *Estudes et recherches*, n° 19, Grignon.

Hofstetter A., Jayet P.A., Marzocchi E.
1999 “A linear programming model for the European Agriculture supply : preliminary
parameter estimates for the EU-12”, Proceedings of Eurotools Seminar.

Howitt R.E.
1995 “Positive Mathematical Programming”, in *America Journal of Agriculture Economy* , 77 :
329-342.

Intriligator M.D.
1971 *Mathematical Optimization and Economic Theory*, Prentice-Hall, New York.

Iotti R., Setti M.
1993 “Trasferibilità delle quote latte : valutazione del diritto a produrre e considerazioni di
ordine economico”, in *Rivista di Politica Agraria*, N.5, Ottobre, pp. 23:32.

Jayet P.A.
1990 “Agricultural supply modelling for the Common Agriculture Policy : a modular approach
base on Linear Programming”, Working paper, INRA-Grignon.

Jayet P.A.

1993b “An application of linear programming to model the supply and income impacts of the CAP reforms”, Working papers, INRA-Grignon.

Judez L., Martinez S., Fuentes-Pila

1998 “Positive Mathematical Programming Revisited”, Proceedings of Eurotools Meetings.

Judez L., Chaya C., Martinez S., Gonzalez A.A.

1999 “Effects of the measures envisaged in “Agenda 2000” on arable crop producers, beef, and veal producers and dairy farms”, Proceedings of Eurotools Seminar

Judez L., Gonzalez A., Ibanez M., De Andres R., Urzainqui E, Chaya C., Fuentes-Pila J.

2000 “Application of a model of PMP to analyse the effects of the measures of Agenda 000 in Spain”, EAAE Seminar on Agricultural Sector Modelling, Bonn, 29-31 Marzo.

Panattoni A. Campus F.

1974 *Economia dell'azienda agraria*, Unione Tipografica Editrice Torinese, Torino.

Paris Q.

1991 *Programmazione lineare, un'interpretazione economica*, Il Mulino, Bologna.

Paris Q.

1993 *PQP, PMP, Parametric Programming and Comparative Statics*, University of California, Davis, Lecture Notes.

Paris Q.

1997a “A PMP Update and Extension”, Paper presented at CAPRI Workshop in Reggio Emilia, May, 22-23.

Paris Q.

1997b *CAPRI Meeting Follow-up* (Reggio Emilia), Follow-up of a paper presented at CAPRI Workshop in Reggio Emilia, June.

Paris Q., Arfini F.

1995 “A positive mathematical programming model for regional analysis of agricultural policies”, in (a cura di) F. Sotte *The regional dimension in agricultural economics and policies*, Ancona.

Paris Q., Arfini F.,

1999 “Assessment of Agenda 2000’s impact on the Emilia Romagna Region agricultural system using aggregate FADN data”, Proceedings of Eurotools Seminar.

Paris Q., Arfini F.

2000 “Frontier Cost Function, Self-selection , price Risk, PMP and Agenda 2000”, Proceedings Eurotools Seminar.

Paris Q., Easter C.D.

1985 “A Programming Model with Stochastic Technology and Prices: The Case of Australian Agriculture”, in *American Journal of Agricultural Economics*, pag 120-129, Feb.

Paris Q., Howitt R.E.,
1998 “An Analysis Of Ill Posed Production Problems Using Maximum Entropy”, in *Amer. J Agri.Econ*, 80 : 124-138.

Paris Q., Howitt R.E.
2000 “The multi –output and multi input Symmetric positive equilibrium problem”, EAAE Seminar on Agricultural Sector Modelling, Bonn, 29-31 Marzo.

Paris Q., Montresor E., Arfini F., Mazzocchi M.
2000 “An Integrated multi-phase Model for Evaluating Agricultural policies Trough Positive Information”, EAAE Seminar on Agricultural Sector Modelling, Bonn, 29-31 Marzo.

Rehman T, Hallam D., Yates C.M., Jones P. J., Tranter R.B.
2000 “Operationalization of of the structure of Readings’ team Eurotools-Luam”, Proceedings of Eurotools Seminar

Severini S.
1998 “La riforma della politica dei seminativi: una valutazione di impatto su un gruppo di aziende rappresentative dell'Italia centrale”, in *Rivista di Economia Agraria*, n. 1-2.

Witzke H.P., Britz W.
1998 “A maximum entropy approach to the calibration of highly differentiated demand system” , Capri Working Paper, 98-06, University of Bonn

Tabella 1. Riepilogo delle caratteristiche generali dei modelli

	Modelli aziendali	AROPAJ	LUAM	PMP Paris / Arfini	PMP Barquai / Boutauld	PMP Judez	CAPRI	PMP Ghoin	SPEP
Finalità di analisi	Mnagement aziendale, ottimizzazione uso risorse e simulazioni	Previsione e simulazione politiche CAP e Ambientali	Previsione e simulazione politiche CAP	Previsione e simulazione politiche CAP / Management	Previsione e simulazione politiche CAP	Previsione e simulazione politiche CAP/ Management aziendale	Previsione e simulazione politiche CAP	Previsione e simulazione politiche CAP	Previsione e simulazione politiche CAP
Target	Azienda	Territorio / Settore	Territorio / Settore	Territorio / Settore	Territorio / Settore	Territorio	Territorio / Settore	Settore	Territorio / Settore
Tipo di modello	Offerta	Offerta	Offerta / Domanda	Offerta	Offerta	Offerta	Offerta Domanda	Offerta	Offerta
Anno base	Da definire in base al tipo di analisi								
Orizzonte temporale	Da definire in base all'orizzonte temporale delle politiche								
Settori interessati	Variabili in base a specifici obiettivi	Seminativi e zootecnia	Seminativi e zootecnia	Seminativi, zootecnia, colture permanenti	Seminativi	Seminativi e colture permanenti	Seminativi e zootecnia	Seminativi	Seminativi
Metodologia	PL, PLD.	PL	PL	PMP	PMP	PMP	PMP	PMP	SPEP
Parametri	Esogeni o da interviste	Stima econometrica	Stima econometrica	Stimati in forma endogena dalle informazioni di base	Stimati in forma endogena dalle informazioni di base	Esogeni	Stimati in forma endogena mediante l'analisi di serie storiche	Stimati in forma endogena	Stimati in forma endogena
Fonti statistiche utilizzate	Interviste dirette / Censimenti / RICA	RICA	Censimento / FBS /	RICA / Censimento	RICA	RICA	RICA / Censimento	RICA	RICA

