

UN NUOVO SISTEMA INFORMATIVO PER LA STIMA DI VARIABILI SOCIO  
ECONOMICHE A LIVELLO TERRITORIALE E SETTORIALE.

Antonio DALLARA<sup>1</sup>, Fabio DE ANGELIS<sup>2</sup>, M. Alessandra GUERRIZIO<sup>3</sup>, Mara RADICIONI<sup>4</sup>,  
Mario TARTAGLIA<sup>5</sup>

**SOMMARIO**

L'Università Cattolica di Piacenza, nell'ambito di un progetto di ricerca con RFI – Rete Ferroviaria Italiana, ha sviluppato un sistema informativo in grado di gestire un complesso sistema di modelli statistico-econometrici per la simulazione e la previsione del traffico merci e passeggeri su rotaia.

Il sistema informativo ha come nucleo centrale un **macro modello** che richiama sia gli strumenti della teoria economica per la stima della produzione intersettoriale, che quelli relativi alle interrelazioni tra domanda e reddito.

Il sistema informativo può essere adattato a specifiche esigenze sia in termini di aggregazione territoriale e settoriale sia in termini di ampliamento del macro modello poiché sviluppato in forma modulare e quindi facilmente estendibile, e corredato di una sintassi speciale per la formulazione in maniera sintetica di sistemi composti da un elevato numero di equazioni.

Questo sistema informativo sostituisce una precedente versione, rispetto alla quale consente di ottenere stime più realistiche; essa prevede infatti l'endogenizzazione delle principali variabili socio-economiche stimate dal sistema ed impiegate per la previsione delle matrici origine/destinazione delle merci e per la stima della domanda di trasporto passeggeri. Introduce inoltre, nella stima, l'interazione tra il modello I/O di calcolo delle quantità con quello dei prezzi.

---

<sup>1</sup> LEL - Laboratorio di Economia Locale, Facoltà di Economia, Università Cattolica del Sacro Cuore sede di Piacenza, [antonio.dallara@unicatt.it](mailto:antonio.dallara@unicatt.it)

<sup>2</sup> LEL - Laboratorio di Economia Locale, Facoltà di Economia, Università Cattolica del Sacro Cuore sede di Piacenza, [de.angelis.fabio@gmail.com](mailto:de.angelis.fabio@gmail.com)

<sup>3</sup> LEL - Laboratorio di Economia Locale, Facoltà di Economia, Università Cattolica del Sacro Cuore sede di Piacenza, [ale.guerrizio@gmail.com](mailto:ale.guerrizio@gmail.com)

<sup>4</sup> RFI Rete Ferroviaria Italiana, [m.radicioni@rfi.it](mailto:m.radicioni@rfi.it)

<sup>5</sup> RFI Rete Ferroviaria Italiana, [m.tartaglia@rfi.it](mailto:m.tartaglia@rfi.it)

## Introduzione

In questo documento verrà illustrato il lavoro svolto all'interno di un progetto di ricerca Università Cattolica di Piacenza – Rete Ferroviaria Italiana il cui obiettivo è la costruzione di un **sistema informativo** in grado di simulare e prevedere il trasporto merci e passeggeri RFI a livello settoriale e territoriale.

Nucleo centrale del sistema è un **macro modello**, che richiama sia gli strumenti della teoria economica per la stima della produzione intersettoriale, che quelli relativi alle interrelazioni tra domanda e reddito, e che consente la stima e la previsione delle principali variabili socio – economiche (Valore Aggiunto, Occupazione, Consumi, Produzione, Prezzi), utilizzate come variabili di input da modelli trasportistici per la simulazione del trasporto merci e passeggeri in Italia. Nel lavoro verranno presentate le caratteristiche generali del modello, ma soprattutto le peculiarità del sistema informativo, sviluppato su piattaforma SAS 9, e le sue applicazioni.

In particolare, il paragrafo 1 sarà dedicato all'illustrazione delle caratteristiche generali del macro modello; nel paragrafo verranno richiamati alcuni aspetti teorici di riferimento; nel paragrafo 2 verranno illustrati gli aspetti caratteristici del sistema informativo. Il paragrafo 3 introdurrà alcuni possibili sviluppi futuri dell'attuale sistema informativo.

### 1 Il macro modello SAVEF

Il sistema informativo presentato in questo lavoro è stato sviluppato per consentire la gestione del **macro modello**, costituito da un articolato sistema di equazioni simultanee, costruito allo scopo di produrre una stima delle variabili di input di un complesso sistema di previsioni di trasporto merci e passeggeri (cfr Fig. 1).

Il **macro modello** può essere definito come un modello di tipo CGE (o modello di Equilibrio Generale); è stato concepito per stimare variabili socio-economiche quali Valore Aggiunto, Occupazione, Consumi, Produzione, Prezzi, con un dettaglio regionale e settoriale ed è stato formulato allo scopo di :

- garantire dinamicità al sistema di previsione di trasporto, ed ottenere stime più realistiche delle variabili di interesse;
- prevedere l'endogenizzazione delle principali variabili stimate dal sistema per la definizione di scenari e per la stima delle matrici O/D delle merci e della stima della domanda di trasporto passeggeri;
- introdurre l'interazione tra il sistema di calcolo delle quantità con quello dei prezzi.

Le componenti **endogene** del sistema sono rappresentate da:

- i consumi totali delle famiglie;
- le quote dei consumi per categoria di beni;
- i prezzi dei beni;
- l'occupazione;
- il valore aggiunto;

Le componenti **esogene** sono:

- i consumi collettivi;
- gli investimenti fissi;
- le importazioni;
- le esportazioni;
- la componente di remunerazione dei fattori.

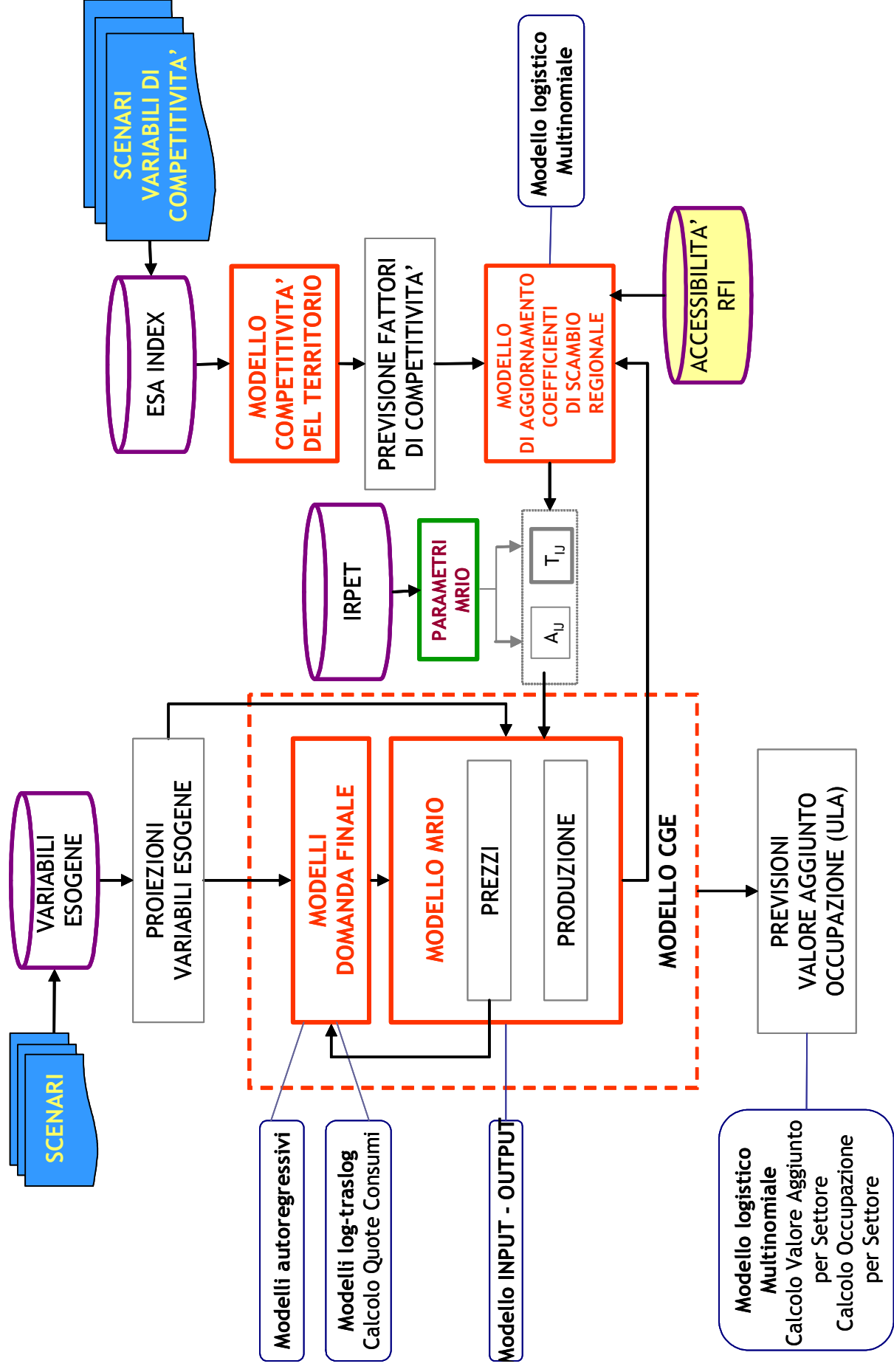


Figura 1 – Schema di funzionamento del sistema SAVEF

Il ruolo delle variabili all'interno del macro modello è schematizzato nella tabella seguente:

VARIABILI	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)	(i)	(l)	(m)	(n)
Consumi Totali	(a)	O	I									
Quote Consumi per tipologia di beni	(b)		O	I								
Consumi per tipologia di beni	(c)			O	I							
Consumi per settore	(d)				O	I						
Domanda Finale	(e)					O	I					
Produzione per settore	(f)						O					
Prezzi desiderati per settore	(g)							O	I			
Prezzi desiderati per tipologia di beni	(h)								O	I		
Prezzi effettivi per tipologia di beni	(i)		I							O		
Valore aggiunto desiderato	(l)										O	I
Valore Aggiunto effettivo	(m)	I	I									O
Occupazione (Ula totali)	(n)											O

Ruolo delle variabili nelle equazioni:

**I:** Input ; **O:** Output

*Figura 2 – Ruolo delle equazioni nel sistema*

Sono state considerate 10 macro-aggregazioni della classificazione ISTAT delle branche produttrici<sup>6</sup>.

### 1.1 Le fonti

I dati in serie storica delle variabili elementari per regione e settore o tipologia di bene, necessari per lo sviluppo del modello macroeconomico sono stati costruiti utilizzando i dati pubblicati dall'Istat nei conti Regionali.

In particolare, le fonti utilizzate per la ricostruzione delle serie per regione e settore sono:

- Conti Economici regionali (Anni 1980 - 2004)
- Conti Economici regionali (Anni 2000 - 2005)
- Coeweb: statistiche del commercio estero (Anni 1991 – 2005 ).

Per il modello MRIO, sono state utilizzate le matrici dei coefficienti tecnici e dei coefficienti di scambio di fonte IRPET (2003).

<sup>6</sup> I macro settori considerati sono: Prodotti agricoli e derrate alimentari; Prodotti energetici; Minerali vari e prodotti metallurgici; Prodotti chimici; Macchine e merci varie; Costruzioni; Commercio, riparazioni, alberghi e ristoranti; Trasporti; Credito; Altri Servizi.

Il modello utilizza inoltre la banca dati ESA INDEX (LeI, 2003) degli indicatori di competitività territoriale e banche dati di accessibilità e costo dei trasporti, predisposte da RFI.

## 1.2 Il modello in dettaglio

Verranno di seguito descritti i vari ‘blocchi’ di equazioni (cfr. Tab. 2) che compongono il sistema<sup>7</sup>. In totale il sistema si compone di 12 ‘blocchi’ per un totale di oltre 5000 equazioni<sup>8</sup>.

Tabella 1 – Equazioni del macro modello

<b>(a)</b>	<b>Consumi totali delle famiglie</b> $\log(Cons\_tot_r)_t = \beta_0 + \beta_{1r} \times dif(\log(Va\_tot_r)) + \beta_{2r} \times \log(Cons\_tot_r)_{t-1} + \beta_{3r} \times d_r$
<b>(b)</b>	<b>Quote dei consumi per tipologia di beni</b> $QC_{ir} = \frac{\beta_{0ir} + \sum_{j=1}^n \beta_{jir} * \log(P_{ir}) + \beta_{n+1r} * \log(Va\_tot_r)_t}{-1 + \sum_{i=1}^n \sum_{i=1}^n \beta_{jir} * \log(P_{ir})}$
<b>(c)</b>	<b>Consumi delle famiglie per tipologia di beni</b> $Cons_{ir} = QC_{ir} \times Cons\_tot_r$
<b>(d)</b>	<b>Consumi delle famiglie per settore</b> $Cons_{jr} = \sum MPC_{ijr} \times Cons_{,r}$
<b>(e)</b>	<b>Domanda finale</b> $Df_{jr} = Cons_{jr} + Cons\_coll_{jr} + Inv\_tot_{jr} + Exp_{jr}$
<b>(f)</b>	<b>Produzione ‘desiderata’ per settore</b> $Q_{rjt}^* = (I - TA)^{-1} (T * Df - Import)_{jr}$
<b>(g)</b>	<b>Prezzi ‘desiderati’ per settore</b> $P_{jrt}^* = (I - A'T)^{-1} v \times DefVA_{jr}$
<b>(h)</b>	<b>Prezzi ‘desiderati’ per tipologia di beni</b> $P_{ir}^* = \sum MP_{ijr} \times P_{jr}^*$
<b>(i)</b>	<b>Prezzi effettivi per tipologia di beni</b> $P_{jrt} = \delta_{0ir} + \delta_{1ir} \times P_{jrt}^* + \delta_{2ir} \times P_{jrt-1} + d_{jrt}$
<b>(l)</b>	<b>Valore aggiunto ‘desiderato’ totale</b> $VA\_tot_r^* = \sum VA_{jr}^* = \sum v_j \times Q_{jr}^*$
<b>(m)</b>	<b>Valore aggiunto ‘effettivo’ totale</b> $\log(VA\_tot_{rt}) = \gamma_{0r} + \gamma_{1r} \times (\log(VA\_tot_{rt}^*)) + \gamma_{1r} \times \log(VA\_tot_{rt-1}) + d_r$
<b>(n)</b>	<b>Occupazione (Ula totali)</b> $\log(Ula\_tot_{r,t}) = \phi_{0r} + \phi_{1r} \times \log(Ula\_tot)_{r,t-1} + \phi_{2r} \times (\log(Inv\_tot)_r) + \phi_{3r} \times Dif(\log(Va\_tot)_r)$

<sup>7</sup> La stima è stata eseguita per singoli blocchi; una volta ottenute le stime per tutti i parametri delle equazioni del sistema, è stato possibile calcolare simultaneamente le stime di tutte le variabili di interesse.

<sup>8</sup> A partire dalla equazione (f) viene inoltre calcolata la matrice O/D dei flussi per regione di origine, regione di destinazione e settore.

Variabili fondamentali stimate dal macro modello sono il *Valore aggiunto*, ottenuto a partire dalla stima della produzione, ed i *prezzi*, che rivestono un ruolo centrale nella definizione delle altre variabili di output del sistema.

All'interno del sistema sono previsti due step per la stima della serie effettiva di ciascuna di queste variabili di interesse:

- stima del valore 'desiderato', attraverso la soluzione del modello MRIO.
- stima del valore effettivo, attraverso modelli di aggiustamento

Dal modello MRIO si ottiene, infatti, preliminarmente una stima della produzione e, di conseguenza, del valore aggiunto '*ideale*', associata alla struttura produttiva rappresentata dalla matrice A e dalla matrice di scambio T e determinata dalla domanda finale Df osservata. L'approccio usato dal modello Input Output, in generale, ed in particolare dal modello MRIO di SAVEF è di tipo statico: le variabili di input (Domanda finale) e di Output (produzione e, di conseguenza, valore aggiunto) si riferiscono tutte al tempo t.

Tuttavia, appare più realistico ipotizzare che l'effetto della domanda finale Df sulla produzione non si esaurisca 'interamente' al tempo t ma che piuttosto esista un effetto 'ritardato'.

Per cogliere tale effetto e tradurlo nel calcolo del valore aggiunto 'effettivo' è stata stimata una funzione di 'aggiustamento' (Equazione m).

Analogamente alla correzione operata sul valore aggiunto, anche per ottenere una stima più realistica dei prezzi effettivi il sistema prevede di operare una correzione sui prezzi desiderati, utilizzando un modello 'dinamico' (Equazione i).

Oltre alle equazioni riportate nella tabella 1, il macro modello prevede inoltre un insieme di modelli per l'aggiornamento della matrice T utilizzata nel blocco (f) per il calcolo della produzione per settore attraverso il modello Input Output multiregionale (Chenery – Moses).

Si assume infatti che, nel tempo, tale matrice dei coefficienti di scambio interregionale si modifichi per effetto di vari fattori: l'accessibilità dei territori, che è funzione dei costi del trasporto, della distanza e di misure di competitività del territorio (ESA INDEX, LEL 2003), per tenere conto, nel calcolo della produzione regionale, non solo della distanza geografico-fisica tra regioni, ma anche dell'impedenza / attrazione economica tra la regione di origine e la regione di destinazione.

Il macro modello è un sistema complesso che combina diverse tipologie di modelli econometrico – statistici:

- modelli autoregressivi per la stima delle serie totali delle principali variabili di interesse (Consumi, Valore aggiunto, Occupazione (Ula), );
- modelli log – translog per la stima delle quote dei consumi per tipo di beni , in funzione dei prezzi;
- modelli logistici multinomiali per la ripartizione per settore del Valore aggiunto e dell'occupazione;
- modello Input Output Multiregionale (MRIO), per la stima della produzione e delle matrici O/D dei flussi di merci in valore;
- modello logistico – multinomiale per l'aggiornamento dinamico della matrice T dei coefficienti di scambio inter-regionale del modello MRIO.

## 2 Il Sistema informativo SAVEF-SAS

Per rispondere alla necessità di dover gestire l'elevato numero di equazioni del macro modello SAVEF e di poter stimare e simulare, anche separatamente, singoli blocchi di equazioni è stato implementato il sistema informativo SAVEF-SAS, un ambiente di sviluppo e simulazione per sistemi di equazioni simultanee non lineari basato su piattaforma SAS 9.

SAVEF-SAS risponde alle sopracitate necessità definendo:

- una sintassi speciale per la scrittura delle equazioni che consente una scrittura sintetica delle equazioni
- una struttura modulare che permette di definire un sistema di equazioni come una collezione di sottogruppi di equazioni collegati fra loro
- un sistema di gestione degli scenari di simulazione

in aggiunta è implementata:

- un'interfaccia per la gestione degli scenari
- una rappresentazione grafica dei risultati di simulazione
- una rappresentazione grafica comparata tra scenari di simulazione

### 2.1 La speciale sintassi delle equazioni

SAVEF-SAS aggiunge al simbolismo aritmetico usato per la scrittura di un'equazione tre serie di simboli con uno speciale significato, anche definiti **alias**, che consentono altrettanti tipi di operazioni:

- **alias di elemento** [ ] | (simboli di parentesi quadra aperta e chiusa e la barra verticale): consentono la scrittura sintetica degli elementi del membro destro di un'equazione
- **alias di equazione** { } (simboli di parentesi graffa aperta e chiusa): consentono la scrittura sintetica di un insieme di equazioni
- **alias di sistema** <+> <-> <\*> (simboli di parentesi acuta aperta e chiusa e simboli di addizione, sottrazione e moltiplicazione): permettono, rispettivamente, l'aggiunta, l'eliminazione o la modifica di una o più equazioni

I primi due tipi di alias si applicano alle variabili presenti in un'equazione, mentre il terzo tipo di alias si applica all'equazione nel suo complesso e deve essere inserito ad inizio equazione. I primi due tipi di alias possono essere inseriti più volte all'interno della stessa equazione, mentre del terzo tipo è possibile indicare in un'equazione una delle 3 possibili forme una sola volta.

### 2.2 Alias di elemento

Consentono di scrivere in forma sintetica sommatorie o combinazioni lineari, ma è possibile indicare un qualsiasi operatore aritmetico oltre la somma. La generica sintassi è la seguente:

| **operatore** | **VAR[indice=dominio]** |

**operatore** è un qualsiasi operatore aritmetico

**VAR** è il nome di una generica variabile presente nel dataset dei dati di input

**indice** è una contatore, più in generale un iteratore, definito tramite una singola lettera dell'alfabeto

**dominio** è l'insieme di valori sui quali l'indice può variare

Nell'ipotesi che l'operatore usato sia quello di somma, che la variabile in oggetto sia definita A e che l'indice **i** vari nell'insieme di valori da 1 ad n, la sintassi precedente assumerà la seguente formulazione:

$$| + | A[i=1@n] |$$

equivalente alla seguente formulazione aritmetica sintetica:

$$\sum_{i=1}^n A_i$$

### 2.3 Alias di equazione

Consentono di replicare un'equazione, diversificandola in base ad un indice. La generica sintassi è la seguente:

$$\text{VAR}\{\text{indice}=\text{dominio}\} = \dots \text{VAR}\{\text{indice}\} \dots$$

**VAR** è il nome di una generica variabile presente nei dati di input

**indice** è una contatore, più in generale un iteratore, definito tramite una singola lettera dell'alfabeto

**dominio** è l'insieme di valori sui quali l'indice può variare

Il dominio di variazione dell'indice deve essere specificato rispetto alla variabile presente nel membro sinistro dell'equazione, le variabili che seguono quell'indice, presenti nel membro destro dell'equazione, devono solamente riportare la lettera dell'indice.

Esemplificando: un sistema di n equazioni lineari dove  $y_1, \dots, y_n$  sono le variabili dipendenti,  $x_1, \dots, x_n$  quelle esplicative,  $b_0$  e  $b_1$  i parametri che può essere formalizzato come:

$$y_i = b_0 + b_1 x_i; \forall i = 1, \dots, n$$

assume la seguente formulazione tramite gli alias di equazione:

$$y\{i=1@n\} = b_0 + b_1 * x\{i\} \quad \text{dove } i = 1, 2, \dots, n$$

### 2.4 Alias di sistema

Quest'ultima tipologia di alias permette di effettuare tre operazioni sulle equazioni nel loro complesso. Quella di **inserimento** è di fatto implicita nella scrittura stessa di un'equazione, e la sua indicazione è quindi facoltativa. Quella di **eliminazione** e **modifica** risultano particolarmente utili in fase di composizione di un sistema di equazioni laddove deve essere valutata l'aggiunta o meno di alcune equazioni, in quel caso invece di definire diversi sistemi di equazioni contenenti ognuno un diverso insieme di equazioni se ne può definire uno solo che contenga al suo interno tutte le possibili varianti aggiungendo gli alias di sistema di eliminazione e/o modifica per attivare solo quelle di interesse.

Per gli alias di sistema di modifica ed eliminazione l'equazione sulla quale effettuare l'operazione viene desunta dalla variabile presente al membro sinistro dell'equazione, come esemplificato di seguito:

Equazioni fornite in ingresso	Interpretazione	Equazioni risultanti
$\langle + \rangle Y\{i=1@n\} = f(X\{i\});$ $\langle * \rangle Y\{i=n\} = g(X\{i\});$ $\langle - \rangle Y\{i=1\} = ;$	$\Rightarrow$ degli alias di sistema $\Rightarrow$	$\langle + \rangle Y\{i=2@n-1\} = f(X\{i\});$ $\langle + \rangle Y\{i=n\} = g(X\{i\});$

## 2.5 Dominio dei valori di un indice

Gli alias di elemento e di equazione prevedono la definizione di un dominio di valori sul quale può variare l'indice, il dominio può essere indicato in maniera esplicita definendo gli estremi di variazione nel caso di un indice numerico o una lista di valori nel caso di indice alfanumerico. E' prevista anche una definizione completamente o parzialmente implicita. In questo caso l'informazione mancante viene ricercata nelle variabili presenti nel dataset dei dati di input (cfr. Tab. 2).

Tabella 2 – Tipologie di dominio e relativa sintassi tramite alias

dominio	sintassi	descrizione
esplicito	VAR {i=valore} VAR [j=valore]	l'indice è uguale ad un solo valore, di tipo numerico o alfanumerico
	VAR {i=valore1;...;valoreN} VAR [j=valore1;...;valoreN]	l'indice varia all'interno dell'elenco degli n valori indicati, elenco che può essere di tipo numerico, alfanumerico o misto
semi-esplicito	VAR {i=#} VAR [j=#]	i valori validi per l'indice sono solo quelli numerici da ricercare nelle variabili presenti nei dati in ingresso
	VAR {i=\$} VAR [j=\$]	i valori validi per l'indice sono solo quelli alfabetici da ricercare nelle variabili presenti nei dati in ingresso
	VAR {i=inizio@} VAR [j=inizio@]	solo l'estremo superiore è da ricercare nelle variabili presenti nei dati in ingresso
	VAR {i=@fine} VAR [j=@fine]	solo l'estremo inferiore è da ricercare nelle variabili presenti nei dati in ingresso
implicito	VAR {i} VAR [j]	il dominio viene costruito in base alle variabili individuate nei dati di ingresso

L'utilizzo di una formulazione implicita dei domini, a fronte di una minore facilità di interpretazione delle equazioni, fornisce un maggior grado di generalizzazione del sistema di equazioni, è sufficiente infatti fornire un diverso set di variabili in ingresso, mantenendo inalterato il set di equazioni con alias, per far generare al sistema SAVEF-SAS un diverso sistema di equazioni interpretate. Questo ha facilitato il passaggio dalla versione prototipale del macro modello che prevedeva un'aggregazione territoriale in 3 macroaree e a 2 macro-settori a quella completa che prevede un'apertura territoriale regionale ed un'aggregazione settoriale a 10 modalità.

## *2.6 Il macro modello i in SAVEF-SAS*

L'uso congiunto dei tre tipi di alias sopraccitati ha consentito di formalizzare i 12 blocchi di equazioni descritti nel paragrafo 1.2 all'interno di SAVEF-SAS (cfr. Tab. **3**).

La traduzione di queste equazioni declinate territorialmente per le 20 regioni, settorialmente per 10 macro-settori o in 6 tipologie di beni, ha prodotto un sistema complessivo composto da:

- 5384 equazioni ed altrettante variabili endogene
- 8693 parametri
- 947 variabili esogene

Tabella 3 – Il macro modello espresso tramite alias

<p>(a) Consumi totali delle famiglie</p> <p>↓</p> $\log(Cons\_tot_{it}) = \beta_0 + \beta_{ir} \times dif(\log Va\_tot_{it}) + \beta_{2r} \times \log(Cons\_tot_{it-1}) + \beta_{3r} \times d_{it}$ <p>LC_TOT_{i=1@20} = DC_TOT_0_{i} + DC_TOT_1_{i} * DIF(LVA_TOT_PB_{i}) + DC_TOT_2_{i} * LAG(LC_TOT_{i}) + DC_TOT_3_{i} * DUMMY;</p>	<p>(b) Quote dei consumi per tipologia di beni</p> $QC_{ir} = \frac{\beta_{0ir} + \sum_{j=1}^n \beta_{jir} * \log(P_{ir}) + \beta_{n+1r} * \log(Va\_tot_{it})}{-1 + \sum_{i=1}^n \beta_{jir} * \log(P_{ir})}$ <p>↓</p> $QC\_S\{h=1@6\}_{i=1@20} = (CQ\{h\}_{i} +  CQ\{h\} k=1@6\}_{i} * LP\_C\_S\{k\}_{i} + VQ\{h\}_{i} * LVA\_TOT\_PB_{i}) / (-1 +  CQM s=1@6\}_{i} * LP\_C\_S\{s\}_{i});$ <p>CQM{h=1@6}_{i=1@20} =  CQ s=1@6\{h\}_{i};</p>	<p>(c) Consumi delle famiglie per tipologia di beni</p> $Cons_{ir} = QC_{ir} \times Cons\_tot_{it}$ <p>↓</p> $C\_PB\_S\{h=1@6\}_{i=1@20} = QC\_S\{h\}_{i} * C\_TOT_{i};$	<p>(d) Consumi delle famiglie per settore</p> $Cons_{jr} = \sum MPC_{ijr} \times Cons_{ir}$ <p>↓</p> $C\_fj=MC1;MC2;MC3;MC4;MC5;SE1;SE2;SE3;SE4;SE5\}_{i=1@20} =   +   C\_PB\_S\{s=1@6\}_{i} * TR\_S\{s\}_{i}   ;$
---	--	--	--

**(e) Domanda finale**

$$Df_{jr} = Cons_{jr} + Cons_{coll_{jr}} + Inv_{tot_{jr}} + Exp_{jr}$$



$$OD_{\{j=MC1;MC2;MC3;MC4;MC5;SE1;SE2;SE3;SE4;SE5\}_{i=1@20}} =$$

$$|+| T_{\{j\}}_{\{i\}} * A_{\{j\}}_{\{i\}} | q = MC1;MC2;MC3;MC4;MC5;SE1;SE2;SE3;SE4;SE5 |_{\{i\}} * Q_{\{j\}}_{\{i\}} | + \\ T_{\{j\}}_{\{i\}} * ( I_{\{j\}}_{\{i\}} + C_{\{j\}}_{\{i\}} + C_{coll_{\{j\}}_{\{i\}}} + X_{\{j\}}_{\{i\}} ) ;$$

**(f) Produzione ‘desiderata’ per settore**

$$Q^*_{vir} = (I - TA)^{-1} (T^* Df - Import)_{jr}$$



$$Q_{\{j=MC1;MC2;MC3;MC4;MC5;SE1;SE2;SE3;SE4;SE5\}_{i=1@20}} =$$

$$|+| T_{\{j\}}_{\{i\}} |_{\{t=1@20\}} * A_{\{j\}}_{\{i\}} | q = MC1;MC2;MC3;MC4;MC5;SE1;SE2;SE3;SE4;SE5 |_{\{i\}} * Q_{\{j\}}_{\{i\}} | + \\ |+| T_{\{j\}}_{\{i\}} |_{\{v=1@20\}} * ( I_{\{j\}}_{\{i\}} |_{\{v\}} + C_{\{j\}}_{\{i\}} |_{\{v\}} + C_{coll_{\{j\}}_{\{i\}}} |_{\{v\}} + X_{\{j\}}_{\{i\}} |_{\{v\}} ) | - M_{\{j\}}_{\{i\}} ;$$

**(g) Prezzi ‘desiderati’ per settore**

$$P^*_{jr} = (I - A'T)^{-1} v \times DefVA_{jr}$$



$$P_{\{j=MC1;MC2;MC3;MC4;MC5;SE1;SE2;SE3;SE4;SE5\}_{i=1@20}} =$$

$$|+| T_{\{j\}}_{\{i\}} | q = MC1;MC2;MC3;MC4;MC5;SE1;SE2;SE3;SE4;SE5 |_{\{i\}} * A_{\{j\}}_{\{i\}} * P_{\{j\}}_{\{i\}} | + V_{\{j\}}_{\{i\}} * DEF_{VA_{\{j\}}_{\{i\}}} ;$$

**(h) Prezzi ‘desiderati’ per tipologia di beni**

$$P^*_{jr} = \sum MP_{jpr} \times P^*_{jr}$$



$$DP\_C\_S\{h=1@6\}_{i=1@20} = ( |+| TR_{\{j=MC1;MC2;MC3;MC4;MC5;SE1;SE2;SE3;SE4;SE5\}_{i\}} * P_{\{j\}}_{\{i\}} | ) / \\ ( |+| TR_{\{j=MC1;MC2;MC3;MC4;MC5;SE1;SE2;SE3;SE4;SE5\}_{i\}} * S_{\{h\}}_{\{i\}} | ) ;$$

**(i) Prezzi effettivi per tipologia di beni**

$$P_{jrt} = \delta_{0ir} + \delta_{1ir} \times P_{jrt}^* + \delta_{2ir} \times P_{jrt-1}^* + d_{jrt}$$



$$\text{LOG}(P\_C\_S\{h=1@6\}_{i=1@20}) = P\_S\{h\}_0\{i\} + P\_S\{h\}_1\{i\} * \text{LAG}(\text{LOG}(P\_C\_S\{h\}_{i-1}) + P\_S\{h\}_3\{i\} * \text{LOG}(P\_C\_S\{h\}_{i-3}) + P\_S\{h\}_3\{i\} * \text{DUMMY};$$

**(l) Valore aggiunto ‘desiderato’ totale**

$$VA\_tot_r = \sum_j VA_{jr}^* = \sum_j v_j \times Q_{jr}^*$$



$$VA\_TOT\_PB\_Q\{i=1@20\} = | + | Q\_ij = MC1;MC2;MC3;MC4;MC5;SE1;SE2;SE3;SE4;SE5 | \{i\} * V\_ij | \{i\} |;$$

**(m) Valore aggiunto ‘effettivo’ totale**

$$\text{Log}(VA\_tot_r) = \gamma_{0r} + \gamma_{1r} \times (\text{Log}(VA\_tot_r^*)) + \gamma_{1r} \times \text{Log}(VA\_tot_{r-1}) + d_r$$



$$LVA\_TOT\_PB\_Q\{i=1@20\} = DVA\_0\{i\} + DVA\_1\{i\} * LVA\_TOT\_PB\_Q\{i\} + DVA\_2\{i\} * \text{lag}(LVA\_TOT\_PB\_Q\{i\}) + DVA\_3\{i\} * \text{DUMMY};$$

**(n) Occupazione (Ula totali)**

$$\text{Log}(Ula\_tot_{r,t}) = \phi_{0r} + \phi_{1r} \times \text{Log}(Ula\_tot_{r,t-1}) + \phi_{2r} \times (\text{Log}(Inv\_tot_r) + \phi_{3r} \times \text{Dif}(\text{Log}(Va\_tot_r))$$



$$LULA\_TOT\_Q\{i=1@20\} = UT\_0\{i\} + UT\_1\{i\} * \text{LAG}(LULA\_TOT\_Q\{i\}) + UT\_2\{i\} * \text{LOG}(L\_TOT\_Q\{i\}) + UT\_3\{i\} * \text{DIF}(\text{LOG}(VA\_TOT\_PB\_Q\{i\}));$$

## 2.7 La struttura modulare di SAVEF-SAS

Unitamente alla scrittura in forma sintetica delle equazioni, SAVEF-SAS fornisce un ambiente di sviluppo che permette la costruzione di un sistema di equazioni in maniera modulare, il sistema di equazioni finale può essere infatti ottenuto definendo sotto-sistemi di equazioni, definiti **nodi**, e collegandoli tra loro secondo il principio che un nodo di questa catena può ereditare i risultati del nodo precedente. Quest'impostazione è finalizzata a facilitare la costruzione di modelli complessi componibili tramite un processo di accumulazione di sotto-sistemi più semplici, rendendo automatica la conversione dalla fase di stima dei singoli sotto-modelli a quella di simulazione di un unico sistema complessivo (cfr. Fig. 3).

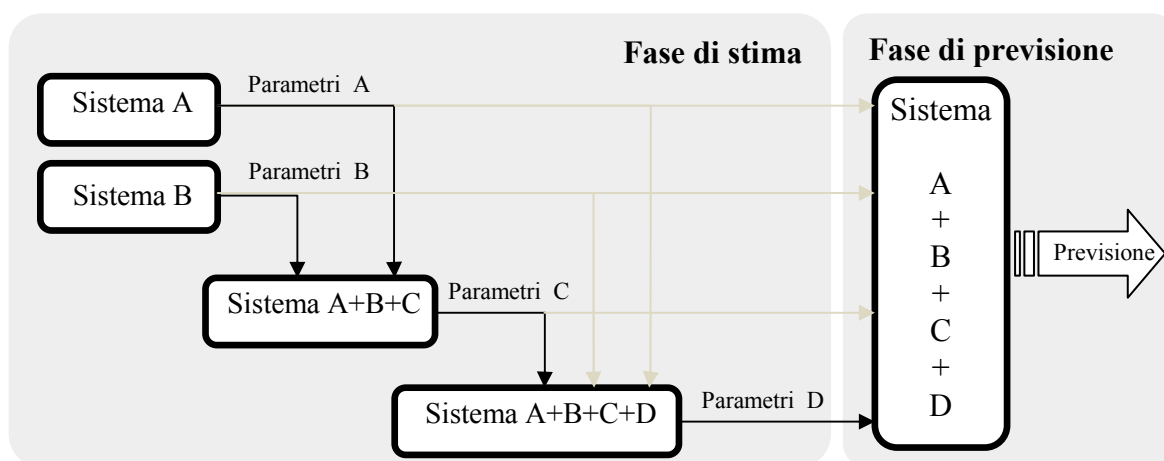


Figura 3 – Struttura modulare per la stima e simulazione di un sistema di equazioni

Le informazioni che possono transitare da un nodo sono contenute in dataset SAS e sono di 5 tipi:

- **Dati (DATA)**: dataset contenente le serie storiche dei dati osservati
- **Equazioni (EQ)**: dataset contenente le equazioni
- **Parametri (PARM)**: dataset contenente i parametri stimati
- **Previsioni (PRED)**: dataset contenente le serie storiche previste
- **Opzioni (OPT)**: dataset contenente opzioni applicabili all'operazione di stima o simulazione

Questi dataset per poter essere scambiati tra i nodi devono essere dichiarati appartenenti ad un **gruppo**; un nodo acquisisce in ingresso i dati presenti nel gruppo indicato, e nello stesso gruppo inserisce i dati prodotti dal nodo. Un gruppo è quindi un contenitore logico, fisicamente rappresentato da un dataset, che etichetta un certo insieme di dataset come afferenti lo stesso nodo, ovvero lo stesso sotto-sistema di equazioni. In fase di stima questo meccanismo facilita l'individuazione e la tracciabilità dei dati relativi un singolo nodo, sia quelli forniti in ingresso che quelli prodotti in uscita (cfr. Fig. 4).

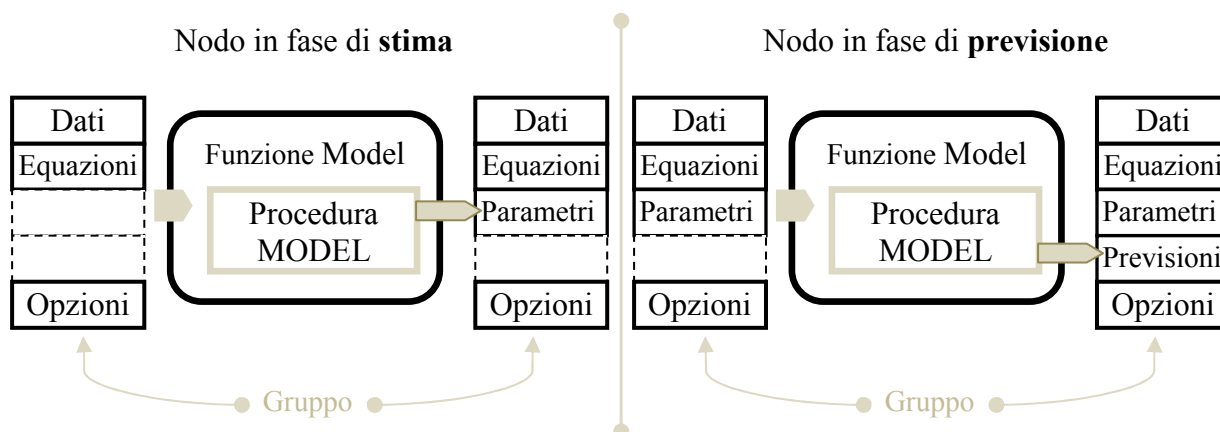


Figura 4 – Utilizzo congiunto di gruppi e nodi in fase di stima o simulazione

Un nodo per poter essere eseguito richiede la presenza in ingresso di almeno un dataset di equazioni e di un dataset tra quello di tipo DATA o PRED, mentre la sua esecuzione produce risultati di tipo PARM o PRED.

Ad un nodo può essere richiesto di eseguire tre tipologie di azioni: **stima**, **previsione** o **simulazione**; le ultime due mutualmente esclusive tra loro. L'applicabilità di queste azioni dipende dal tipo di informazioni fornite in ingresso al nodo:

- l'azione di **stima** non richiede, oltre ad EQ e DATA o PRED, altri tipi di dati e l'eventuale presenza di un dataset di parametri verrà trascurata ed il dataset di parametri in uscita sovrascriverà quello presente nel gruppo in fase di input al nodo
- l'azione di **previsione** (o **simulazione**) richiede un input di tipo EQ, PARM, DATA o PRED producendo un output di tipo PRED
- la richiesta congiunta di **stima** e **simulazione** (o **previsione**) produrrà sia un output di tipo PRED che PARM a fronte di un input di tipo DATA e EQ

## 2.8 La procedura SAS e le funzioni SAVEF-SAS

SAVEF-SAS si basa sulla procedura MODEL (presente all'interno del modulo ETS di SAS) per la risoluzione e simulazione di sistemi di equazioni simultanee.

Dal punto di vista operativo SAVEF-SAS rende disponibili all'utente, nell'ambiente di programmazione di SAS, una funzione **Model** che si interfaccia con la procedura MODEL ed una funzione **Group** destinata a gestire i gruppi da fornire come input alla funzione Model, oltre ad una serie di funzioni di utilità atte a configurare l'ambiente di elaborazione e gestire gli scenari (cfr. Tab. 4).

Per poter utilizzare una procedura MODEL è richiesta la dichiarazione del ruolo di tutte le variabili citate nelle equazioni, in particolare la natura endogena, esogena o di parametro. La funzione **Model** deduce quest'informazione basandosi sulla presenza della variabile nel dataset dei dati o in quello dei parametri e sulla posizione della variabile in tutte le equazioni in cui è citata, l'incrocio di queste informazioni permette di definire in maniera univoca, per ogni variabile, il ruolo di parametro oppure di variabile endogena o esogena al sistema.

Tabella 4 – Sintassi delle funzioni Group e Model di SAVEF-SAS

<b>%Group(</b>	<b>%Model(</b>
action= <nome azione> ,	action= <nome azione> ,
group= <dataset gruppo> ,	label= <etichetta del sistema> ,
data= <dataset dati> ,	group_in= <dataset gruppo> ,
eq= <dataset equazioni> ,	group_out= <dataset gruppo>

```

    parm= <dataset parametri>,
    pred= <dataset previsioni>,
    opt= <dataset opzioni>
)

```

## 2.9 L'interfaccia di presentazione dei risultati

SAVEF-SAS implementa un'interfaccia HTML/FLASH per fornire il log delle elaborazioni in ambiente SAS, i risultati di stima o simulazione dei singoli nodi ed una rappresentazione grafica dei risultati. L'interfaccia è suddivisa in 4 quadranti ridimensionabili, e per i grafici in serie storica è possibile variare l'intervallo temporale di interesse e filtrare le variabili riportate sul grafico (cfr. Fig. 5).

L'interfaccia è legata ad un singolo scenario, ed è possibile quindi eseguire e monitorare più scenari parallelamente.

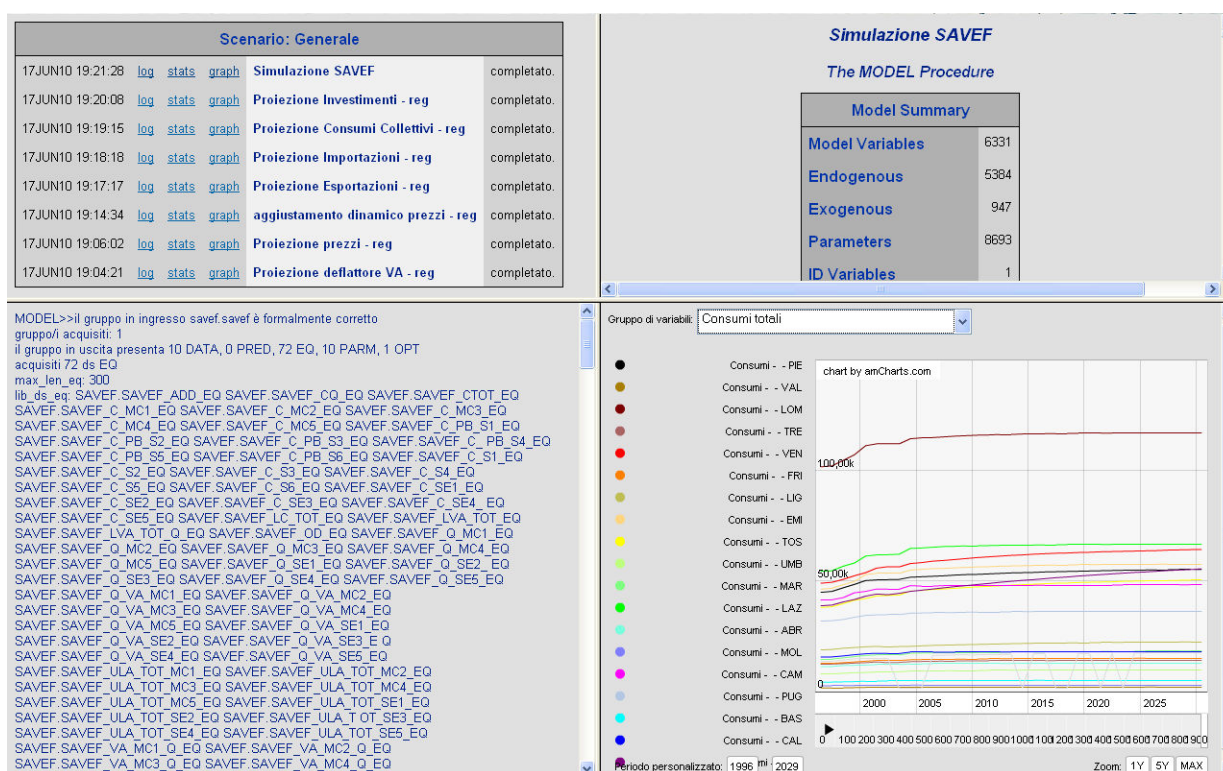


Figura 5 – Interfaccia di presentazione dei risultati di SAVEF-SAS

## 2.10 La gestione degli scenari

Per una migliore gestione delle ipotesi sulle previsioni di andamento delle variabili esogene al sistema è stato implementato un meccanismo per la declinazione in scenari dell'ambiente di simulazione SAVEF-SAS ed un'interfaccia grafica per la loro gestione (cfr. Fig. 6). Tramite interfaccia è possibile creare un nuovo scenario, impostare i tassi di variazione annua per le variabili esogene sia a livello regionale che regionale/settoriale ed eseguire la simulazione del sistema SAVEF-SAS per lo scenario selezionato. Inoltre, selezionando più di uno scenario, è possibile visualizzare in un grafico di confronto fra scenari l'andamento di tutte le variabili simulate dal sistema.

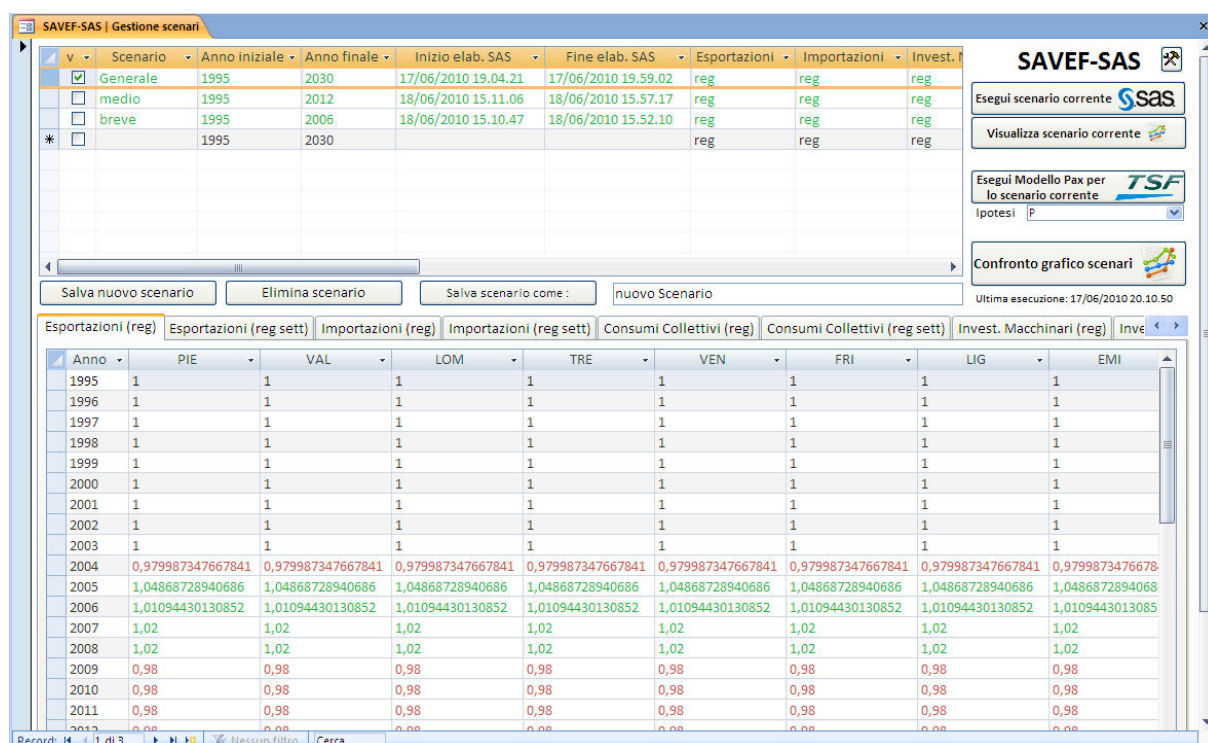


Figura 6 – Interfaccia di gestione degli scenari di SAVEF-SAS

### 3 Sviluppi futuri

Per quanto riguarda il ‘motore’ di parsing degli alias nelle equazioni è prevista un’estensione della tipologia di sistemi di equazioni rappresentabili. L’impostazione attuale infatti consente di produrre solamente sistemi di equazioni di tipo  $n \times m$ , se per  $n$  si intendono le singole equazioni e per  $m$  il numero di elementi del membro destro di ognuna di queste equazioni. L’aggiornamento delle routine di parsing consentirà di interpretare un insieme più ampio di sistemi di equazioni.

Si prevede inoltre di sviluppare una nuova interfaccia che unisca quella di gestione scenari con quella di rappresentazione dei risultati.

### 4 Bibliografia

- Anselin L (1988), *Spatial econometrics: Methods and models*. Kluwer, Boston
- Bishop, Y. M. M.; Fienberg, S. E.; Holland, P. W. (1975). *Discrete Multivariate Analysis: Theory and Practice*. MIT Press.
- Ciciotti E. (1997), “Sviluppo locale e nuovi approcci alle politiche regionali”, in AA.VV., *Mercato, Stato e Giustizia Sociale*, Giuffrè, Milano.
- Dallara A. (2005), *Definizione di metodologie per la valutazione di politiche pubbliche*, Tesi di Dottorato, Università Cattolica del Sacro Cuore -Politecnico di Milano
- Deming, W. E.; Stephan, F. F. (1940). "On a Least Squares Adjustment of a Sampled Frequency Table When the Expected Marginal Totals are Known". *Annals of Mathematical Statistics* **11** (4): 427–444.
- Fienberg, S. E. (1970). "An Iterative Procedure for Estimation in Contingency Tables". *Annals of Mathematical Statistics* **41** (3): 907–917.

- SAS Institute Inc. (2008). *SAS/IML® 9.2 User's Guide*. Cary, NC: SAS Institute Inc.
- LEL (2006), *Un modello quantitativo di descrizione dei sistemi locali italiani per la valutazione delle politiche pubbliche, Relazione di presentazione*, Seminario presso DPS- UVER Ministero dell'Economia, Roma
- LEL (1999), *Analisi delle capacità competitività dei sistemi economici locali*, Laboratorio di Economia Locale, Università Cattolica di Piacenza, Quaderni LEL n.19
- Leontief, W. & Duchin, F. (1986), *The Future Impact of Automation on Workers* (New York, Oxford University Press).
- Kaplan D.E. (2003), "Measuring our competitiveness – a critical examination of the IMD and WEF competitiveness indicators for South Africa", *Development Southern Africa*, vol. 20.
- Kim K. e Konan D. (2004), Using IO analysis and CGE modeling to estimate infrastructure demand in Hawaii, EcoMod Conference, Brussels

## ABSTRACT

In this paper a new Information System (SAVEF-SAS) for simulation and forecasting of passengers and goods transport at a regional and sector level is presented.

The core of SAVEF-SAS is a complex system of dynamic simultaneous equations, that allow to estimate main economic variables such as value added, occupation, production and prices, by region and sector; these variables represent the input variables for the transport models.

The core model is a CGE – General Equilibrium Model, where family demand, prices, occupation, production and added value have been set as *endogenous*, while public expenditure, investments, import, export and factor prices have been defined as *exogenous*.

In order to manage this complex system, of over 5000 equations, a specific software has been developed, its main features are:

- it may easily be extended and modified, in order to include other variables of interest;
- it is based on a special equations syntax that allows to deal with a large amount of equations;
- it handles various simulation scenarios
- logs, outputs and graphs are easily accessible by a web-based GUI.

SAVEF-SAS is developed and runs on SAS 9 framework and requires Windows based systems.