

# **COSTRUZIONE DI UNA MATRICE DI CONTABILITÀ SOCIALE ALLARGATA AL SETTORE ENERGETICO (ENERGY-SAM)**

Un'applicazione della procedura di disaggregazione  
di Wolsky alla SAM italiana per l'anno 2010

MARCO RAO, UMBERTO CIORBA

ENEA – Unità Centrale Studi e Strategie  
Sede Centrale, Roma

GIOVANNI TROVATO, CARMELA NOTARO

CEIS – Università degli Studi di Roma 2 "Tor Vergata"

CATALDO FERRARESE

OpenEcomics, CEIS – Università degli Studi di Roma 2 "Tor Vergata"



AGENZIA NAZIONALE PER LE NUOVE TECNOLOGIE,  
L'ENERGIA E LO SVILUPPO ECONOMICO SOSTENIBILE

# COSTRUZIONE DI UNA MATRICE DI CONTABILITÀ SOCIALE ALLARGATA AL SETTORE ENERGETICO (ENERGY-SAM)

## Un'applicazione della procedura di disaggregazione di Wolsky alla SAM italiana per l'anno 2010

MARCO RAO, UMBERTO CIORBA

ENEA – Unità Centrale Studi e Strategie  
Sede Centrale, Roma

GIOVANNI TROVATO, CARMELA NOTARO

CEIS – Università degli Studi di Roma 2 “Tor Vergata”

CATALDO FERRARESE

OpenEcomics, CEIS – Università degli Studi di Roma 2 “Tor Vergata”

Le attività descritte nel presente Rapporto Tecnico sono state realizzate dal Dr. Umberto Ciorba e dal Dr. Marco Rao, dell'Unità Centrale Studi e Strategie ENEA, dal Prof. Giovanni Trovato, dalla Dr.ssa. Carmela Notaro e dal Dr. C. Ferrarese del CEIS dell'Università di Roma "Tor Vergata" nell'ambito dello sviluppo di metodologie di supporto analisi congiunte energetico/economiche.

I Rapporti tecnici sono scaricabili in formato pdf dal sito web ENEA alla pagina <http://www.enea.it/it/produzione-scientifica/rapporti-tecnici>

I contenuti tecnico-scientifici dei rapporti tecnici dell'ENEA rispecchiano l'opinione degli autori e non necessariamente quella dell'Agenzia.

The technical and scientific contents of these reports express the opinion of the authors but not necessarily the opinion of ENEA.

## **COSTRUZIONE DI UNA MATRICE DI CONTABILITÀ SOCIALE ALLARGATA AL SETTORE ENERGETICO (ENERGY-SAM)**

Un'applicazione della procedura di disaggregazione di Wolsky alla SAM italiana per l'anno 2010.

M. RAO, U. CIORBA, G. TROVATO, C. NOTARO, C. FERRARESE

### **Riassunto**

Il presente lavoro descrive un'applicazione della matrice di contabilità sociale (SAM) italiana stimata dal CEIS dell'Università di Roma "Tor Vergata" all'analisi di impatto economico di politiche energetiche. Il lavoro descrive i risultati della disaggregazione della SAM del 2010 mediante una variante della procedura di Wolsky utilizzata per modellare con maggiore dettaglio il sistema energetico nazionale.

**Parole chiave:** Matrice di contabilità sociale, procedura di Wolsky, impatto economico di politiche energetiche, Analisi Input-Output.

### ***MAKING AN ENERGY-SAM FOR ITALY***

*A Wolsky disaggregation variant of Italian Social Accounting Matrix for year 2010*

### ***Abstract***

*This paper describes an application of the Italian Social Accounting Matrix (SAM) estimated by CEIS-University of Rome "Tor Vergata" to the analysis of the economic impact of energy policies. This work describes the results of the breakdown of the SAM for year 2010 using a variant of the Wolsky procedure used to model the national energy system.*

**Key words:** *Social Accounting Matrix, Wolsky procedure, economic impact of energy policies, Input-Output Analysis.*



## Sommario

Introduzione .....	5
1. La classificazione economica del sistema energetico italiano .....	6
2. La Matrice di contabilità sociale .....	8
2.1 La matrice di contabilità sociale stimata dal CEIS .....	10
3. Il Bilancio Energetico Nazionale .....	12
3.1 La classificazione del Bilancio energetico nazionale.....	15
3.2 Disaggregazione SAM .....	18
3.2.1 <i>Descrizione della procedura</i> .....	18
3.2.2 <i>Disaggregazione della SAM basata su algoritmo Pseudo Wolsky elaborato dall'Università di Tor Vergata</i> .....	27
4. Applicazione ESAM .....	33
Conclusioni.....	39
Appendice 1 - I prezzi delle commodities energetiche utilizzate.....	41
Appendice 2 – Corrispondenze tra dati energetici e SAM.....	42
Bibliografia.....	52



## Introduzione

Il tema trattato nel presente rapporto è la ricostruzione dei flussi economici riguardanti il settore energetico e il loro inserimento nello schema della matrice di contabilità sociale (SAM). Poiché la SAM oltre a rappresentare uno schema contabile è anche uno strumento di analisi economica, l'ampliamento della matrice ha come obiettivo principale la valutazione dell'impatto economico delle scelte energetiche o dell'impatto sui settori energetici delle politiche macroeconomiche.

In assenza di rilevazioni sistematiche e dettagliate, l'ampliamento della SAM al settore energetico è effettuato attraverso procedure di stima basate sull'utilizzo di informazioni parziali. In primo luogo, è stato necessario costruire uno schema di raccordo tra il bilancio energetico nazionale (considerato come la rappresentazione più organica e ragionata delle statistiche energetiche esistenti) e la SAM. In secondo luogo si è proceduto alla stima dei coefficienti mancanti attraverso un metodo di ripartizione dei flussi economici basato in larga parte, ma non integralmente, su una procedura individuata da Wolsky.

Il presente rapporto è diviso in quattro capitoli: nel primo viene trattato il tema della classificazione economica del sistema energetico italiano; nel secondo sono illustrate le principali caratteristiche di una matrice di contabilità sociale; nel terzo capitolo è descritto il bilancio energetico nazionale, ed elaborati gli schemi di raccordo con la matrice di contabilità sociale e le procedure di disaggregazione per il settore energetico della SAM. Alcune applicazioni della SAM disaggregata sono illustrate nel capitolo 4 dove si evidenziano gli effetti occupazionali e sul Prodotto Interno Lordo delle misure a sostegno della riqualificazione energetica del patrimonio abitativo.

Questo lavoro si è avvalso di un accordo di collaborazione tra ENEA e CEIS-Tor Vergata iniziato nel 2010. Nel lavoro sono stati coinvolti molti ricercatori ENEA e CEIS ai quali va il ringraziamento degli autori. In modo particolare è doveroso ricordare l'impegno di Gianni Trovato del CEIS nell'impostazione del lavoro di ricerca e nel conseguimento dei primi risultati. Maria Gaeta e Bruno Baldissara dell'ENEA hanno fornito un importante supporto grazie alla loro conoscenza del sistema energetico nazionale e dei modelli tecnologici. Un sentito ringraziamento va infine al professor Pasquale Lucio Scandizzo, a GianCarlo Tosato e a Daniela Palma per la loro preziosa supervisione scientifica.

Gli autori del presente rapporto sono interamente responsabili per ogni eventuale errore e imprecisione.

## 1. La classificazione economica del sistema energetico italiano

La necessità di raccordare le informazioni statistiche relative al settore energetico con lo schema generale della contabilità nazionale è un'esigenza avvertita sin dagli anni settanta sia a livello nazionale che a livello internazionale.

Nel 1975, l'ufficio statistico delle Comunità Europee, precursore dell'Eurostat, avviò un coordinamento delle informazioni statistiche relative ai sistemi energetici nazionali e incaricò l'Istituto di Studi per l'Informatica e i Sistemi (ISIS), sotto la direzione della Prof. Vera Cao Pinna, di predisporre uno schema di raccordo tra le varie fonti statistiche relative al settore energetico e la contabilità nazionale italiana.

Lo scopo della ricerca riguardava l'inserimento nella tavola intersettoriale dell'economia italiana dei dati relativi al sistema energetico per migliorare le previsioni dei fabbisogni energetici.

L'oggetto della ricerca era la quantificazione in unità fisiche e valore delle risorse e degli impieghi per usi intermedi e finali delle singole fonti energetiche.

I dati relativi al settore energetico risultavano all'epoca molto dispersi e poco organizzati e si basavano su varie rilevazioni di cui erano titolari soggetti diversi. Di contro, tali informazioni statistiche, opportunamente organizzate, avrebbero aiutato a ricostruire il funzionamento del sistema energetico in maniera particolarmente dettagliata.

Il lavoro dell'ISIS ha contribuito a migliorare il raccordo tra i conti economici nazionali e le rilevazioni del settore energetico. Oggi tutto il sistema di rilevazioni è coordinato a livello nazionale attraverso il SISTAN e le statistiche sulle transazioni in termini fisici ed economici del settore energetico appaiono più solide che nel passato.

Nonostante ciò il settore energetico è tuttora rappresentato in maniera piuttosto aggregata ed alcune analisi, ad esempio quelle focalizzate principalmente sulla “*green recovery*”<sup>1</sup>, necessiterebbero di una rappresentazione appena più dettagliata del funzionamento del settore energetico.

Pur non avendo l'ambizione di replicarne il livello di dettaglio, lo scopo e gli obiettivi della presente ricerca sono gli stessi del lavoro ISIS: agevolare il confronto tra i dati di risorse e impieghi per fonti energetiche così come sono rappresentati nel Bilancio Energetico Nazionale (BEN) e quelli della meno disaggregata matrice di contabilità sociale (SAM), che deriva dallo schema input output e ha la stessa classificazione settoriale delle tavole risorse e impieghi ISTAT (NACE Rev. 2)<sup>2</sup>. In tale classificazione, si ha una suddivisione dei settori produttivi piuttosto dettagliata (nel complesso 58 settori economico produttivi) ma una rappresentazione dei flussi interni al sistema energetico limitata

---

<sup>1</sup>POLLIN, Robert, et al. *Green recovery: A program to create good jobs & start building a low-carbon economy*. Political Economy Research Institute, University of Massachusetts at Amherst, 2008.

<sup>2</sup> L'ISTAT utilizza la classificazione Ateco: si tratta della classificazione nazionale derivata dalla Nace (Nomenclatura europea delle attività economiche). La Nace rappresenta il riferimento europeo per la produzione e la divulgazione di dati statistici relativi alle attività economiche: a quando è stata elaborata nel 1970, gli Stati membri dell'Unione europea si sono basati su di essa (o su classificazioni nazionali derivate), utilizzandola nel Sistema statistico europeo per la produzione di dati comparabili internazionalmente.

alle quattro principali branche produttrici di energia ("Carbon fossile", "Petrolio e gas naturale, servizi accessori all'estrazione di olio e gas" per l'estrazione di minerali energetici, "Cokerie e raffinazione" per la trasformazione di tali minerali e un settore denominato "Elettricità, gas, vapore" che include le varie modalità di produzione di energia elettrica e la distribuzione di gas ed energia).

Il lavoro realizzato si compone quindi delle seguenti fasi:

- riclassificazione delle voci del BEN nello schema della SAM;
- raccolta di dati provenienti da fonti diverse;
- espansione del settore energia rappresentato nella SAM;
- stima dei coefficienti mancanti (i coefficienti di spesa dei settori energetici che scaturiscono dalla disaggregazione relativamente alle spese rivolte ai settori non energetici).

Le prime due fasi coincidono sostanzialmente con l'impostazione del lavoro ISIS; la terza e la quarta ne costituiscono il naturale completamento: ricostruire in uno schema di interdipendenze settoriali la struttura completa dei sottosettori energetici più rilevanti.

Il bilancio energetico nazionale è considerato, per questo lavoro, come il documento statistico che in maniera più completa descrive il funzionamento del sistema energetico nazionale. Esso non rappresenta il massimo della disaggregazione possibile relativamente alle informazioni sulle fonti energetiche utilizzate (che scontano un certo grado di aggregazione nello schema BEN) ma, con piccole modifiche può fornire un quadro organico delle modalità di impiego e approvvigionamento, delle tecnologie e delle modalità di trasformazione dei beni energetici. Il bilancio energetico nazionale può essere infatti agevolmente raccordato ad uno schema di contabilità puramente economica rappresentato dalla matrice di contabilità sociale, un quadro statistico che dà una rappresentazione completa dell'economia nazionale tanto da essere spesso utilizzata come base dati per la calibrazione dei modelli di equilibrio economico generale.<sup>3</sup>

La connessione dei due schemi contabili agevola le analisi di dettaglio dell'impatto dello sviluppo del settore energetico sull'intera economia e dell'impatto sulla struttura del settore energetico generato dall'evoluzione dei consumi energetici. Nei paragrafi che seguono sono illustrate nel dettaglio le metodologie utilizzate per la costruzione del raccordo tra i due schemi contabili.

---

<sup>3</sup> Fossati, Equilibrio generale e simulazioni, Genova 1991.

## 2. La Matrice di contabilità sociale

Con l'acronimo SAM (dall'inglese *Social Accounting Matrix*,) si indica generalmente la matrice di contabilità sociale, uno strumento di programmazione matematica attraverso il quale è possibile rappresentare la struttura dell'economia ed evidenziarne la circolarità delle relazioni in essa presenti. La matrice può essere utilizzata, inoltre, come strumento di indirizzo e supporto delle politiche d'investimento pubblico attraverso l'esame dei rapporti di scambio e delle relazioni di interdipendenza esistenti tra gli agenti di un sistema economico.

La matrice di contabilità sociale è stata largamente utilizzata sia nell'analisi delle economie in via di sviluppo sia negli studi delle economie più sviluppate. Partendo dalla SAM, infatti, si realizzano modelli di equilibrio economico generale che, rispetto ad altri, hanno la peculiarità di inserire la distribuzione del reddito all'interno del processo economico, rendendo allo stesso tempo tale distribuzione, causa ed effetto di altri fenomeni. Il successo riscosso dal sistema di contabilità sociale nelle applicazioni ai Paesi sottosviluppati è da rintracciarsi principalmente nella caratteristica di tale metodo che permette di combinare dati puramente economici con informazioni di carattere sociale.

Le origine della matrice di contabilità sociale possono rintracciarsi, secondo Pyatt e Round (1977), nelle esperienze della Norvegia e dei Paesi Bassi, rispettivamente negli anni 1930 e 1940, ma convenzionalmente, la prima SAM si fa risalire a quella costruita nel 1960 da Richard Stone per l'economia britannica, nell'ambito del *Cambridge Growth Project*, in risposta all'esigenza di elaborare uno strumento per la rappresentazione della stratificazione socio-economica del settore delle famiglie.

In precedenza le informazioni dettagliate circa il sistema economico assumevano la forma di Tavole Input – Output, solamente per la parte che riguardava i settori produttivi; al contrario, i conti relativi alla distribuzione e redistribuzione del reddito non erano ancora rappresentati in forma matriciale. All'inizio degli anni 50 si sentì l'esigenza di dar vita ad un sistema informativo comune, caratterizzato da regole standardizzate di raccolta, codifica e presentazione dei dati. Fu in questo contesto, che nel 1953 l'ONU pubblicò il *System of National Accounts and Supporting Tables* (SNA53) adottato dai Paesi ad economia di mercato ed il *Material Product System* (MPS) adottato dai Paesi ad economia collettivista. Nel 1968, grazie all'idea di Stone di presentare i conti in forma matriciale, l'ONU sottopose a revisione il precedente SNA53 sostituendolo con lo SNA68 ed evidenziando l'aspetto contabile della matrice. Nel 1968 ad opera dell'Istituto Statistico delle Comunità Europee (ISCE), fu elaborato il *Sistema Europeo dei Conti Economici Integrati* (SEC) ed applicato dai Paesi membri a partire dal 1970. Successivamente, lo SNA68 subì ulteriori modifiche diventando SNA93, gettando le basi per revisioni aggiuntive al Sistema Europeo dei Conti Economici Integrati e divenendo SEC95, entrato in vigore nel 1999.

La matrice di contabilità sociale riproduce le transazioni intercorrenti tra gli aggregati fondamentali che costituiscono un sistema economico; essa riproduce i conti relativi alla produzione, alla formazione del reddito e alla redistribuzione del reddito. Per presentare gli ultimi due conti in uno schema matriciale simile allo schema input-output sono stati inseriti ulteriori settori:

i fattori della produzione (lavoro e capitale) e i cosiddetti settori istituzionali (famiglie, imprese e governo) ai quali i fattori della produzione distribuiscono i redditi percepiti.

La matrice è quadrata (ha le stesse intestazioni per riga e colonna) ed è formata da una serie di sub matrici (il blocco in alto a sinistra nella figura è la matrice delle interdipendenze settoriali di Leontieff); per ogni aggregato il totale di riga è uguale al totale di colonna.

Letta nel senso delle righe evidenzia le fonti di entrata di ciascuna istituzione o settore produttivo; letta nel senso delle colonne evidenzia come lo stesso aggregato impiega il reddito disponibile.

Se a titolo di esempio analizziamo la riga relativa ai fattori della produzione, osserviamo che i fattori della produzione vengono remunerati per il loro contributo al processo di produzione dei beni e remunerati.

Letta per colonna mostra come i redditi dei fattori vengono redistribuiti alle istituzioni (redditi da lavoro alle famiglie, redditi da capitale alle imprese, imposte al governo e profitti distribuiti ancora alle famiglie).

Infine, analizzando le colonne relative alle istituzioni, vediamo come il reddito viene ripartito tra consumi risparmio e imposte alimentando la domanda finale di beni e servizi.

Figura 1 – Schema di matrice di contabilità sociale

		USCITE						TOTALE	
		ATTIVITA PRODUTTIVE	FATTORI	IMPRESE	FAMIGLIE	GOVERNO	RESTO DEL MONDO	FORMAZIONE DI CAPITALE	TOTALE
ATTIVITA PRODUTTIVE	Beni intermedi				Consumi privati	Consumi pubblici	Esportazioni	Investimenti	Domanda totale
	FATTORI	Valore aggiunto							Reddito dei fattori
	IMPRESE		Redditi da Capitale			Trasferimenti correnti	Profitti dall'estero		Reddito delle imprese
	FAMIGLIE		Redditi da lavoro	Profitti distribuiti	Trasferimenti tra le famiglie	Trasferimenti correnti	Rimesse dall'estero		Reddito delle famiglie
	GOVERNO	Imposte indirette nette		Imposte sulle imprese	Imposte sulle persone				Imposte totali
	RESTO DEL MONDO	Importazioni di beni intermedi	Rimesse all'estero	Profitti distribuiti all'estero	Importazioni di beni dall'estero			Acquisti di beni capitali all'estero	Importazioni totali
	FORMAZIONE DI CAPITALE			Accantonamenti	Risparmio	Surplus di parte corrente	Flussi di capitale netti		Risparmio totale
	TOTALE	Produzione lorda	Reddito dei fattori	Reddito delle imprese	Reddito delle famiglie	Spesa pubblica	Esportazioni totali	Investimenti totali netti	

Fonte: <http://www.bankpedia.org>

Oltre a fornire un quadro contabile completo dei flussi che caratterizzano il sistema economico, la SAM è uno strumento di analisi economica. I flussi in essa riportati riproducono un sistema

economico in equilibrio in un dato anno. È tuttavia possibile variare uno dei vettori di equilibrio e valutare gli effetti di adattamento che il sistema economico deve sostenere per soddisfare tale variazione. In altri termini, si dividono i conti della matrice in esogeni ed endogeni, e la variazione di spesa attribuita ai conti esogeni costituisce il vettore di **shock** del sistema. È possibile infine valutare l'effetto dello shock esogeno sui conti endogeni attraverso il sistema dei moltiplicatori contabili globali derivato dalle tecniche di analisi input-output di Leontieff.

$$X = (I - A)^{-1} * f$$

$A$  = matrice dei coefficienti ( $a_{ik} = X_{ik} / X_k$ )

$(I - A)^{-1}$  = matrice dei moltiplicatori globali relativi ai conti endogeni

$f$  = Vettore di shock (esogeno)

La variazione della produzione (e di conseguenza dei redditi e dell'occupazione) può essere valutata moltiplicando la matrice dei moltiplicatori per il vettore dei conti esogeni; così facendo si tiene conto di due distinti circuiti moltiplicativi.

Il primo è quello che interessa il lato della produzione: l'incremento di domanda finale determina un incremento di produzione del settore direttamente interessato e tramite la catena di approvvigionamento dei beni intermedi utilizzati nel settore, anche in tutti gli altri settori interessati indirettamente.

Il meccanismo di trasmissione continua innescando il secondo circuito moltiplicativo: l'incremento di produzione determina un incremento della remunerazione dei fattori produttivi, i redditi dei fattori vengono redistribuiti tra le istituzioni, le istituzioni aumentano la domanda finale di beni e servizi.

È questo secondo circuito moltiplicativo che differenzia la SAM dalla matrice di Leontieff e che spiega l'impatto moltiplicativo maggiore della SAM rispetto alla matrice Input-Output.

## 2.1 La matrice di contabilità sociale stimata dal CEIS

La SAM utilizzata nel presente lavoro è stata stimata per conto dell'Enea dal CEIS (Centre for Economic and International Studies) della Università di Tor Vergata. Nella costruzione della SAM, il CEIS si è avvalso di fonti statistiche ufficiali quasi esclusivamente di provenienza ISTAT (dati di contabilità nazionale, matrici "supply and use", indagine sui consumi delle famiglie) opportunamente riaggregate e organizzate in modo da creare un quadro dettagliato dell'economia nazionale per l'anno base 2010. La struttura della SAM ha la seguente articolazione:

- 58 settori produttivi (25 servizi, 29 industria, 1 edilizia, 3 agricoltura),
- 2 fattori della produzione (Lavoro e Capitale),

- 4 istituzioni (Famiglie, Imprese, Governo, Formazione di Capitale)
- Resto del mondo.

Per la realizzazione della SAM si prendono in considerazione un numero rilevante di fonti tra le quali la principale è senza dubbio l'Istituto Nazionale di Statistica.

Il procedimento di stima comincia con la raccolta e l'organizzazione dei dati messi a disposizione dalle fonti istituzionali. Partendo dalle serie storiche raccolte è possibile calcolare le statistiche di base utilizzate per la stima della matrice SAM, ed in particolare quelle relative alla matrice degli scambi intermedi, ovvero alla matrice Input-Output.

La matrice degli scambi intermedi, se letta lungo le colonne, evidenzia i flussi degli acquisti di beni intermedi di ogni settore produttivo da tutti gli altri, rappresenta cioè gli acquisti di ogni settore dagli altri settori per realizzare il livello della produzione osservato. Allo stesso modo, essa riporta lungo le righe le vendite effettuate da ogni settore produttivo verso ciascuno degli altri settori produttivi.

Il CEIS ha stimato la matrice degli scambi intermedi utilizzando le tavole supply (risorse) and use (impieghi) pubblicate dall'ISTAT e costruendo a partire da queste una tavola input-output simmetrica seguendo le procedure indicate da ISTAT<sup>4</sup>.

Nella procedura di derivazione della tavola simmetrica, le relazioni input-output sono modellate sulla base di alcune ipotesi e quindi sia gli output che gli input delle produzioni secondarie vengono riallocati attraverso due possibili metodi matematici basati su un'assunzione di tecnologia di prodotto o su un'assunzione di tecnologia di branca.

Con la prima assunzione, si ipotizza che la struttura di input della tecnologia che produce un dato prodotto, sia la medesima ovunque tale bene sia prodotto (ogni prodotto è prodotto con la stessa tecnologia, indipendentemente da dove è fabbricato). Con l'assunzione della tecnologia di branca, si assume che gli *input* siano consumati nelle stesse proporzioni in ciascuna attività produttiva svolta da una branca: prodotti principali e prodotti secondari sono tutti fabbricati usando la stessa tecnologia, cioè la stessa struttura d'*input*. In questo modo si possono derivare quattro tavole simmetriche, a seconda delle ipotesi fatte sulla tecnologia.

Nella stima il CEIS ha considerato la **matrice** ottenuta ipotizzando una tecnologia di prodotto. Secondo questa assunzione, esiste una sola tecnica per produrre ciascun prodotto ed ogni prodotto ha perciò, la sua struttura tipica di *input*.

Dopo aver stimato la matrice degli scambi intermedi, per completare il modello, sono stati stimati i settori cosiddetti istituzionali: lavoro, capitale, famiglie, imprese, governo, formazione di capitale, resto del mondo.

Per la stima dei conti relativi alle famiglie, il punto di partenza è stato l'analisi nel dettaglio delle serie storiche delle indagini sulla spesa delle famiglie condotte dall'ISTAT e sui bilanci delle famiglie

---

<sup>4</sup> Le tavole delle Risorse e degli impieghi e la loro trasformazione in tavole simmetriche - Nota metodologica, ISTAT 2006.

condotte dalla Banca d'Italia. Di tutte le informazioni raccolte sono state prese in considerazione principalmente quelle relative ai consumi, ai redditi, alla regione di appartenenza e alle caratteristiche lavorative e di formazione del reddito delle famiglie. L'integrazione dei due database, il loro riporto al totale della popolazione e la normalizzazione ai valori totali di reddito e spesa presente dei conti economici nazionali e territoriali dell'ISTAT ha permesso di costruire una banca dati coerente con la contabilità nazionale. L'ultimo passaggio della procedura di costruzione della SAM ha riguardato la ricostruzione della matrice degli scambi intermedi mediante le consuete tecniche di riproporzionamento iterativo dei flussi intermedi vincolate ai totali di contabilità nazionale (metodo RAS).

### 3. Il Bilancio Energetico Nazionale

Il Bilancio Energetico Nazionale (BEN), aggrega le statistiche energetiche di un Paese in base a un modello rappresentativo del circuito di offerta, trasformazione e domanda di energia. I dati contenuti nel BEN, elaborati secondo standard codificati dalle autorità statistiche internazionali (come IEA ed Eurostat), sono quelli maggiormente adatti ai confronti internazionali (i dati dei questionari dell'energia, che rispettano i medesimi standard, non sono pubblicati, se non attraverso il BEN). Le intestazioni di colonna del bilancio riportano le fonti di energia e le loro aggregazioni secondo il formato utilizzato dalla fonte statistica scelta mentre le intestazioni di riga descrivono le fasi di produzione, trasformazione e consumo delle *commodities* utilizzate nel sistema stesso. Lo schema di bilancio è una matrice rettangolare organizzata in tre sezioni<sup>5</sup> (approvvigionamento, trasformazione e usi finali), il cui ordine e la cui disaggregazione dipendono dalle convenzioni adottate dalla fonte: ad esempio, il BEN pubblicato dal Ministero dello sviluppo economico, contrariamente ad Eurostat e alla IEA, aggrega il dato dei consumi finali di energia del settore residenziale e dei servizi in un unico settore denominato "Civile". Nella parte di approvvigionamento si descrivono i flussi di produzione e il saldo con l'estero relativo alle fonti di energia primaria<sup>6</sup>: nella classificazione internazionale, trovano posto anche i bunkeraggi<sup>7</sup> marittimi (Eurostat) e aerei (IEA).

La sezione trasformazione riporta i flussi di *commodities* in input agli impianti di trasformazione (cokerie, raffinerie, centrali elettriche, ...) ed i relativi output; tale sezione registra le operazioni di generazione di energia secondaria e mostra i diversi flussi di *commodities* (primario e secondario) che alimentano la domanda finale, evidenziando inoltre i consumi di energia degli stessi impianti di generazione e le perdite di trasmissione e distribuzione lungo la rete.

---

<sup>5</sup> Si veda, ad esempio, la struttura dei bilanci Eurostat.

[http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/product\\_details/publication?p\\_product\\_code=KS-EN-13-001](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/product_details/publication?p_product_code=KS-EN-13-001)

<sup>6</sup> Una fonte di energia viene definita primaria quando è presente in natura e quindi non deriva dalla trasformazione di nessuna altra forma di energia. Nello schema del Bilancio energetico nazionale vengono considerate fonti primarie anche le importazioni di fonti secondarie (ad esempio l'energia elettrica) che però non necessitano di ulteriori trasformazioni all'interno del sistema energetico in analisi. Energy statistics Manual, pagine 19 e 24-25.

<sup>7</sup> Il bunkeraggio rappresenta la fornitura di combustibili a mezzi navali o aerei per i propri consumi (propulsione e generazione di energia per i servizi necessari alla navigazione).

La sezione della domanda finale riporta i consumi energetici sostenuti dai settori produttivi (in termini economici sono consumi intermedi), i consumi energetici sostenuti nel settore residenziale (questi sono invece consumi finali attribuibili alle famiglie) e i consumi sostenuti nel settore trasporti (parte dei consumi sostenuti per i trasporti su strada sono consumi finali delle famiglie, il resto sono classificabili come consumi intermedi del settore che produce servizi di trasporto). Complessivamente, il Bilancio Energetico riporta i dati di consumo finale di 3 settori non energetici di cui (3 settori produttivi raggruppati secondo la classificazione ISIC rev 4<sup>8</sup>), il settore residenziale e i consumi non energetici. Tra i settori produttivi si hanno 5 settori Energy intensive (Siderurgia, Metalli non ferrosi, Minerali non metallici, Chimica e petrolchimica, Cartari) 13 settori industriali, 1 settore del commercio e servizi. La classificazione è coerente con quella OCSE per l'omogeneizzazione delle matrici Input-Output<sup>9</sup>

Di seguito si riporta la struttura tipica di un bilancio IEA in versione “compatta”, in cui è possibile verificare quanto riportato sopra.

---

<sup>8</sup> Si veda IEA (Energy balances of OECD countries, 2011 edition) pag 22. La tavola di raccordo tra ISIC (rev4) del bilancio IEA e la NACE (rev2) si può trovare sul sito delle Nazioni Unite all'indirizzo: <http://unstats.un.org/unsd/cr/registry/isic-4.asp>.

<sup>9</sup> Con le dovute attenzioni. “*Despite the good comparability which currently exists, users should always be aware that any time series of data may span periods when the national classifications used differed from the international norms then in place.*” Energy Statistics Manual, pag. 27.

Figura 2. Bilancio Energetico Nazionale – Italia 2007

Italy / Italie: 2007											
Million tonnes of oil equivalent / Millions tonnes d'équivalent pétrole											
SUPPLY AND CONSUMPTION	Coal and Peat	Crude Oil	Oil Products	Natural Gas	Nuclear	Hydro	Geothermal, Solar, Wind	Biofuels & Waste	Electricity	Heat	Total
APPROVISIONNEMENT ET DEMANDE	Charbonnet Tourbe	Pétrole Brut	Produits Pétroliers	Gaz	Nucléaire	Hydro	Géotherm. Solaire etc	Comb. ren. & etc. déchets	Electricité	Chaleur	Total
Production	100	6.308	-	7.947	-	2.822	5.403	3.800	-	-	26.381
Imports	16.802	95.883	11.866	60.548	-	-	-	837	4.208	-	190.144
Exports	-149	-2.017	-29.706	-56	-	-	-	-2	-228	-	-32.156
International marine bunkers	-	-	-3.504	-	-	-	-	-	-	-	-3.504
International aviation bunkers	-	-	-3.243	-	-	-	-	-	-	-	-3.243
Stock changes	26	19	-575	1.072	-	-	-	-	-	-	542
<b>TPES</b>	<b>16.780</b>	<b>100.194</b>	<b>-25.162</b>	<b>69.511</b>	<b>-</b>	<b>2.822</b>	<b>5.403</b>	<b>4.635</b>	<b>3.980</b>	<b>-</b>	<b>178.163</b>
Transfers	-	-	118	-	-	-	-	-	-	-	118
Statistical differences	-398	-10	-191	-	-	-	-	-	0	-	-599
Main activity producer electricity plants	-10.563	-	-3.724	-15.324	-	-2.762	-5.138	-1.351	17.111	-	-21.751
Autoproducer electricity plants	-12	-	-147	-22	-	-61	-	-45	139	-	-148
Main activity producer CHP plants	-1.077	-	-683	-9.289	-	-	-	-1.151	7.752	1.990	-2.458
Autoproducer CHP plants	-28	-	-2.298	-3.443	-	-	-	-79	1.505	2.891	-1.451
Main activity producer heat plants	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Autoproducer heat plants	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Heat pumps	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Electric boilers	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chemical heat for electricity production	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gasworks	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Oil refineries	-	-10.1807	102.238	-	-	-	-	-	-	-	431
Coal transformation	-2.283	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-2.283
Liquefaction plants	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Non-specified (transformation)	-	1.624	-1.698	-	-	-	-	-	-99	-	-174
Energy industry own use	-58	-	-5.325	-706	-	-	-	-	-2.082	-	-8.171
Losses	-52	-	-	-555	-	-	-	-	-1.804	-	-2.411
<b>TFC</b>	<b>2.309</b>	<b>-</b>	<b>63.128</b>	<b>40.172</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>265</b>	<b>1.910</b>	<b>26.601</b>	<b>4.881</b>	<b>139.266</b>
<b>INDUSTRY SECTOR</b>	<b>2.136</b>	<b>-</b>	<b>7.203</b>	<b>15.690</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>244</b>	<b>12.571</b>	<b>-</b>	<b>37.843</b>
Iron and steel	1.524	-	104	1.841	-	-	-	-	1.864	-	5.333
Chemical and petrochemical	6	-	1.782	2.749	-	-	-	-	1.565	-	6.102
Non-ferrous metals	12	-	69	394	-	-	-	-	478	-	952
Non-metallic minerals	584	-	2.970	3.252	-	-	-	167	1.272	-	8.246
Transport equipment	-	-	-	-	-	-	-	-	385	-	385
Machinery	-	-	682	2.268	-	-	-	-	2.047	-	4.997
Mining and quarrying	-	-	42	29	-	-	-	-	92	-	162
Food and tobacco	-	-	668	1.473	-	-	-	15	1.106	-	3.261
Paper, pulp and print	-	-	214	1.949	-	-	-	-	916	-	3.079
Wood and wood products	-	-	-	-	-	-	-	-	383	-	383
Construction	-	-	50	-	-	-	-	-	155	-	204
Textile and leather	-	-	256	906	-	-	-	-	723	-	1.885
Non-specified (industry)	10	-	367	829	-	-	-	62	1.586	-	2.854
<b>TRANSPORT SECTOR</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>39.838</b>	<b>484</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>141</b>	<b>895</b>	<b>-</b>	<b>41.357</b>
Road	-	-	984	-	-	-	-	-	-	-	984
Domestic aviation	-	-	38.516	484	-	-	-	141	-	-	39.141
Rail	-	-	107	-	-	-	-	-	379	-	486
Pipeline transport	-	-	-	-	-	-	-	-	42	-	42
Domestic navigation	-	-	231	-	-	-	-	-	-	-	231
Non-specified (transport)	-	-	-	-	-	-	-	-	474	-	474
<b>OTHER SECTORS</b>	<b>6</b>	<b>-</b>	<b>7.546</b>	<b>23.229</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>265</b>	<b>1.525</b>	<b>13.136</b>	<b>4.881</b>	<b>50.588</b>
Residential	6	-	4.541	15.973	-	-	52	1.358	5.781	-	27.710
Commercial and public services	-	-	439	7.100	-	-	-	-	6.868	-	14.406
Agriculture/forestry	-	-	2.217	156	-	-	-	167	481	-	3.022
Fishing	-	-	233	-	-	-	-	-	6	-	239
Non-specified (other)	-	-	116	-	-	-	213	-	-	4.881	5.210
<b>NON-ENERGY USE</b>	<b>167</b>	<b>-</b>	<b>8.541</b>	<b>769</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>9.477</b>
Non-energy use industry/transformation/energy	-	-	8.096	769	-	-	-	-	-	-	8.865
Non-energy use in transport	-	-	431	-	-	-	-	-	-	-	431
Non-energy use in other	167	-	14	-	-	-	-	-	-	-	182
Feedstock in petrochemical industry	-	-	4.714	769	-	-	-	-	-	-	5.483
<b>Electricity and Heat output</b>	<b>49.735</b>	<b>22</b>	<b>35.387</b>	<b>172.646</b>	<b>-</b>	<b>32.816</b>	<b>10.105</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>308.222</b>
Electricity plants	45.113	-	16.173	91.800	-	32.816	10.662	-	-	-	200.573
CHP plants	4.622	22	19.214	80.846	-	-	-	-	-	-	107.649
<b>Heat output in TJ</b>	<b>2.596</b>	<b>75</b>	<b>68.357</b>	<b>123.607</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>204.411</b>
CHP plants	2.596	75	68.357	123.607	-	-	-	-	-	-	204.411
Heat plants	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

### 3.1 La classificazione del Bilancio energetico nazionale

La SAM, stimata (su base 2010) con metodi econometrici dal team della Facoltà di Economia di “Tor Vergata” per conto dell’IPI, è stata disaggregata nei settori energetici inclusi nello schema di bilancio energetico adottato dalla IEA<sup>10</sup>. Questa disaggregazione è stata elaborata attraverso la costruzione di una matrice cosiddetta “ponte”<sup>11</sup>, in modo da permettere una maggiore accuratezza nella valutazione dell’impatto economico degli scenari energetici e, in prospettiva, di utilizzare i bilanci energetici derivanti dagli scenari tecnologici elaborati dal modello TIMES-Italia. L’integrazione tra modelli economici SAM e i modelli energetici della famiglia MARKAL-TIMES permette di valutare l’evoluzione nel tempo della struttura e dei coefficienti del modello economico in funzione della politica energetica nazionale. Integrando il modello economico con il modello TIMES-Italia si possono pertanto realizzare approfondimenti analitici particolarmente rilevanti di supporto alle scelte di politica economica in tema di energia.

La matrice di contabilità sociale originale rappresenta il settore energetico in 4 sotto-settori:

1. Carbon fossile;
2. Petrolio e gas naturale, servizi accessori all'estrazione di olio e gas;
3. Coke e prodotti della raffinazione del petrolio;
4. Energia elettrica, gas e vapore.

La “matrice ponte”, invece, presenta una maggiore disaggregazione del settore energetico, così permettendo il collegamento tra il BEN (inteso sia come documento statistico che come output del modello TIMES) e la matrice di contabilità sociale originale.

In particolare, il settore “Petrolio e gas naturale, servizi accessori all'estrazione di olio e gas” è stato disaggregato in due sotto-settori:

1. Estrazione greggio
2. Estrazione Gas
3. Raffinazione

Il settore “Carbon fossile” è stato ridenominato nella matrice ponte come:

---

<sup>10</sup> Il modello TIMES-Italia potrebbe fornire dati ancor più disaggregati (livello di attività e costi di ogni singola tecnologia). Si è scelto di adottare lo schema di aggregazione del Bilancio Energetico Nazionale (BEN) per due principali motivazioni: perché esso costituisce un quadro di riferimento rapidamente riconoscibile dagli esperti del settore energetico, e perché minimizza i problemi di stima dei dati mancanti verificabili con una esplicitazione completa delle tecnologie del TIMES-Italia.

<sup>11</sup> Costruita sulla base della tabella di corrispondenze riportata in Appendice 2.

## 1. Estrazione carbone

Il settore “Energia elettrica, gas e vapore” è stato disaggregato in dieci sotto-settori:

1. Elettricità (trasmissione e distribuzione)
2. CHP
3. Biomasse (legna da ardere e assimilati, biocarburanti)
4. FER ELC geotermia
5. FER fotovoltaico, eolico, CSP
6. FER termiche
7. Idro
8. Termoelettrico (carbone, petrolio, gas)
9. Distribuzione gas
10. Termoelettrico biomassa

La stima dei flussi della “matrice ponte” recepisce i dati quantitativi del bilancio energetico nazionale, mentre la stima dei prezzi dei fattori energetici è stata effettuata utilizzando diverse fonti statistiche (principalmente dati ISTAT e IEA)<sup>12</sup>.

La “matrice ponte” sintetizza, dunque, gli scambi in valore per e tra ciascun settore energetico, ad un livello di disaggregazione maggiore rispetto a quello previsto dalla matrice di contabilità sociale di partenza. In pratica, attraverso la matrice ponte è possibile aggiungere settori (energetici) alla SAM di partenza; per i settori aggiunti è possibile completare i flussi di vendita (l’intera riga) attraverso i dati provenienti dal BEN, ma non è possibile avere le informazioni relativi agli acquisti dei settori energetici dagli altri settori produttivi non energetici (la colonna dei nuovi settori è quindi incompleta). È dunque necessario per la definizione degli scambi tra settori energetici e gli altri settori produttivi imporre diverse assunzioni derivanti da statistiche e analisi diverse. Laddove non è possibile ricostruire il dato a partire dalle statistiche esistenti si dovrà procedere alla ricostruzione del flusso attraverso metodi di simulazione econometrica.

La “matrice ponte” così definita è stata, infine, inserita nella SAM di partenza. La procedura completa di stima e bilanciamento è descritta nel paragrafo che segue.

I criteri generali a cui ci si è ispirati per spostare i flussi del BEN all’interno di uno schema SAM sono i seguenti<sup>13</sup>:

- sono stati arbitrariamente inseriti due settori di distribuzione agli utenti per gas ed energia elettrica;

---

<sup>12</sup> Si veda al riguardo l’appendice 1.

<sup>13</sup> L’elenco completo delle corrispondenze tra BEN e SAM utilizzate per la costruzione della matrice ponte è riportato in appendice 2.

- le fonti fossili e rinnovabili (opportunamente aggregate) indicate nelle intestazioni di colonna del BEN, nella matrice ponte diventano settori di estrazione di minerali energetici o settori di produzione di energia primaria;
- i processi di trasformazione nella sezione delle trasformazioni del BEN diventano nuovi settori produttivi nella matrice ponte;
- i flussi energetici nella parte trasformazioni del BEN, sono considerati acquisti intermedi dei settori di trasformazione;
- i consumi di energia finale riportati da parte bassa del BEN sono acquisti intermedi dei settori produttivi dai settori di trasformazione o dalle reti di distribuzione;
- nella matrice ponte il settore estrazione gas vende solamente al settore distribuzione gas e quest'ultimo agli utenti intermedi e finali;
- nella matrice ponte i settori di produzione dell'energia elettrica acquistano input dai settori estrattivi o di produzione di energia primaria, dal settore estero, da altri settori di trasformazione (raffinerie);
- il settore "trasmissione e distribuzione di energia elettrica" acquista energia elettrica dai settori di produzione e la cede agli utenti intermedi e finali;
- le importazioni e le esportazioni nello schema BEN sono trattate in maniera analoga nella matrice ponte;
- i consumi energetici delle famiglie nella matrice ponte derivano dai consumi finali del settore residenziale e da parte dei consumi del settore trasporti su strada.

## 3.2 Disaggregazione SAM

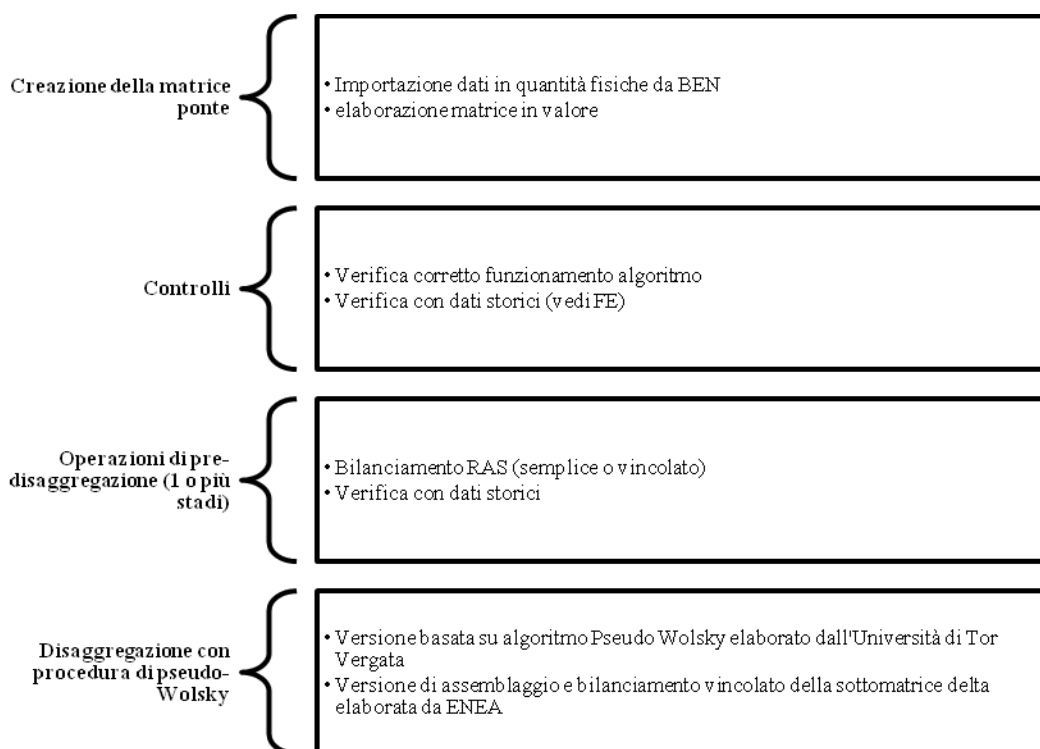
### 3.2.1 Descrizione della procedura

Quanto descritto a livello teorico è stato implementato per mezzo di un software. L'input di partenza è dato da:

- il bilancio energetico nazionale (oppure dati provenienti dal modello TIMES ma arrangiati nella stessa forma di un BEN)
- una SAM

Tenendo conto delle esigenze metodologiche maturate nel corso dei lavori, il programma in questione è stato realizzato in due varianti, descritte nel seguito. Le funzioni da implementare per ottenere la Energy - SAM sono organizzate secondo il seguente diagramma di attività:

Figura 3 – Passi procedurali del processo di disaggregazione dalla SAM alla ESAM



Le fasi illustrate in figura X saranno ora descritte nel dettaglio.

#### Creazione della matrice ponte

Il primo passo dell'algoritmo riguarda l'elaborazione della matrice ponte, ovvero il trasferimento dei dati energetici all'interno di una matrice che riporti la disaggregazione da implementare sulla matrice originaria. Ciò vale a dire che se si parte, ad esempio, da una SAM di 26 settori per 26 (caso in

oggetto), la matrice ponte sarà composta da n righe e n colonne in cui n sarà maggiore di 26 in misura di quanti nuovi settori saranno aggiunti: il lavoro svolto è stato basato su una SAM a 28 settori per ottenere una Matrice Ponte a 37 settori (il 28° settore, Energia elettrica, gas e acqua è stato disaggregato in 10 sotto-settori).

I passi dell'algoritmo sono schematizzati usando i titoli delle subroutine, delle immagini e, alla fine, un diagramma di flusso riassuntivo.

## PARTE I definizione e dimensionamento delle variabili

**I seguenti diagrammi hanno lo scopo di descrivere sinteticamente i passi eseguiti dai vari segmenti dell'algoritmo.**

### DEFINIZIONE VARIABILI DELLA SAM

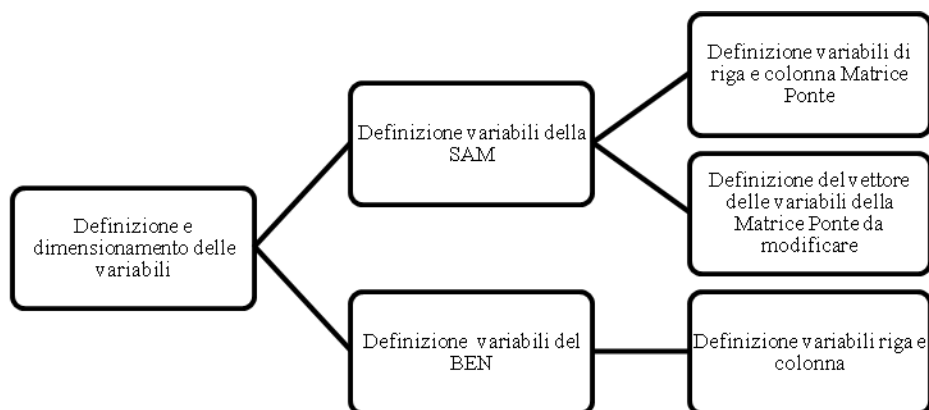
*Sezione 1 - Elenco completo delle variabili contenute nella matrice ponte*

*Dimensionamento delle variabili*

- Definizione del vettore totale delle variabili della matrice
- Definizione del vettore delle variabili della matrice da modificare

### DEFINIZIONE VARIABILI ENERGETICHE

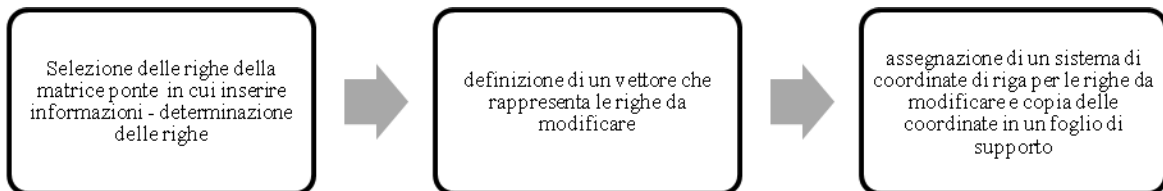
- Dimensionamento delle variabili di riga
- Dimensionamento delle variabili di colonna



## PARTE II Procedura di caricamento dati

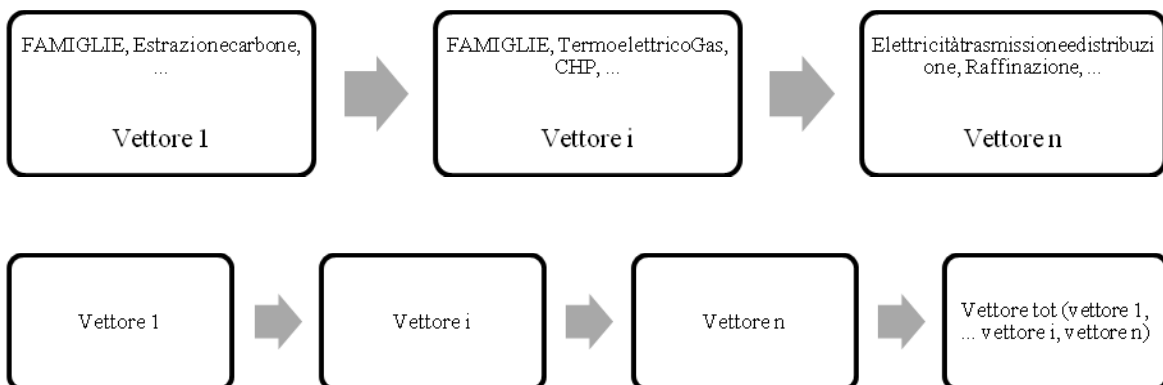
### Sezione 1 - Determinazione della posizione di riga di ogni variabile del vettore della matrice modificata

Sezione 1.1 - Impostazione del ciclo di lavoro basato sul numero di righe su cui intervenire, per determinare la posizione di ogni variabile nella matrice ponte



### Sezione 2 - Individuazione dei vettori di caricamento SAM

In questa fase si configurano i vettori di riga relativi ad ogni riga da modificare nella SAM: gli elementi dei vettori corrispondono ai settori a cui le branche attivate nella SAM modificata vendono il loro output.



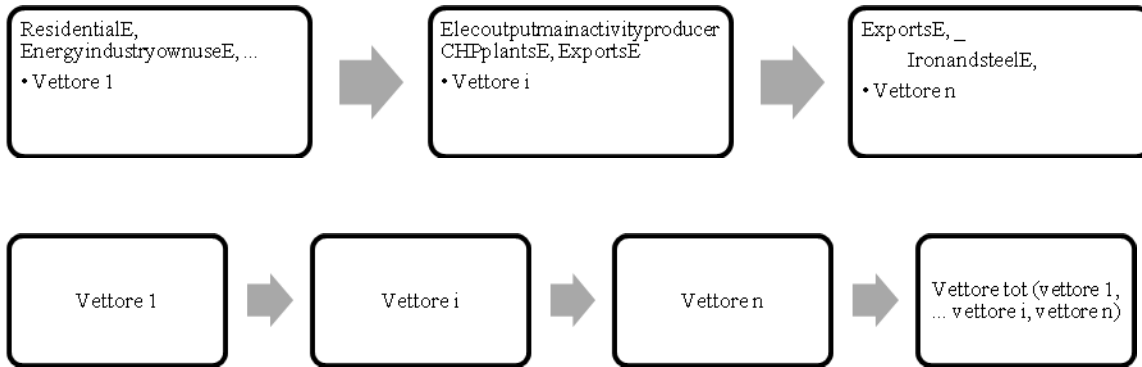
### Sezione 3 - Definizione dei vettori di caricamento mediante coordinate da associare a variabili

Sezione 3.1 - scrittura delle coordinate in un altro foglio di supporto

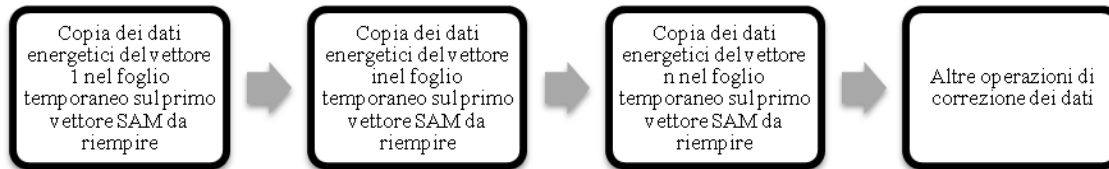


### Sezione 4 - Creazione dei vettori obiettivo nel foglio dati energetici

Sezione 4.1 - Definizione dei vettori obiettivo nel foglio dati energetici

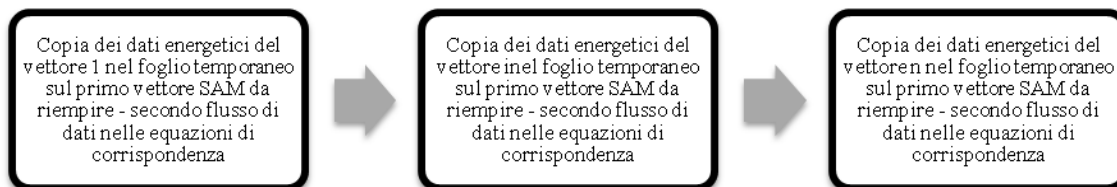


*Sezione 5 – Copia valori e altre operazioni di correzione dei dati*



*Sezione 6 - Aggiunta dei valori nell'immagine dei vettori obiettivo*

*Sezione 6.1 - Primo strato*



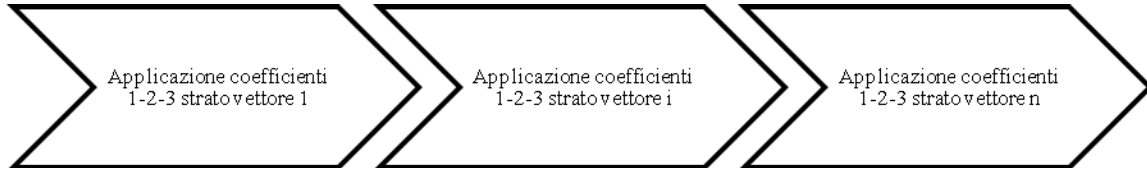
*Sezione 6.2 - Secondo strato di correzione*



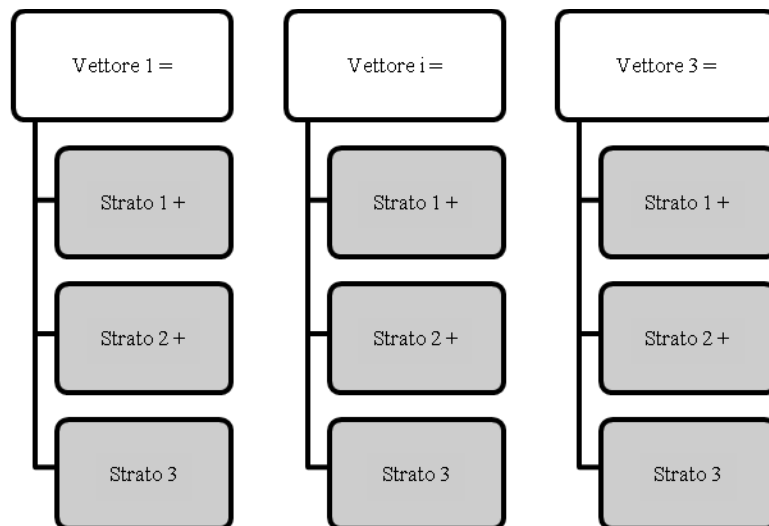
*Sezione 7 - Applicazione dei coefficienti ai valori caricati*

*Sezione 7.1 - Primo strato vettori*

*Sezione 7.2 - Secondo strato vettori*



*Sezione 8 - Somma finale degli strati e creazione dell'insieme dei vettori da allocare*



*Sezione 9 – Prezzi*

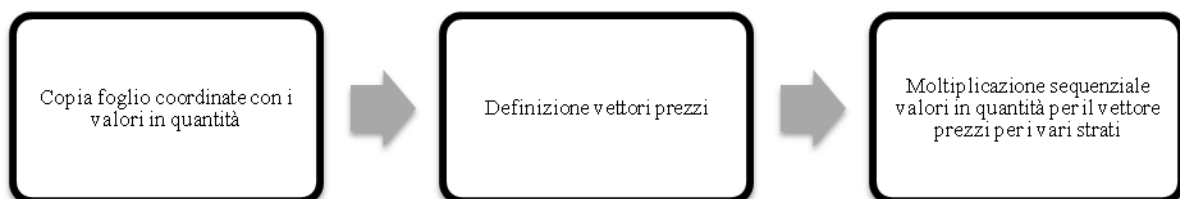
*Sezione 9.1 - Creazione di un foglio copia delle coordinate e dei valori da moltiplicare per i prezzi*

*Sezione 9.2 - Applicazione dei prezzi*

*Sezione 9.1 bis definizione puntamenti nel vettore prezzi*

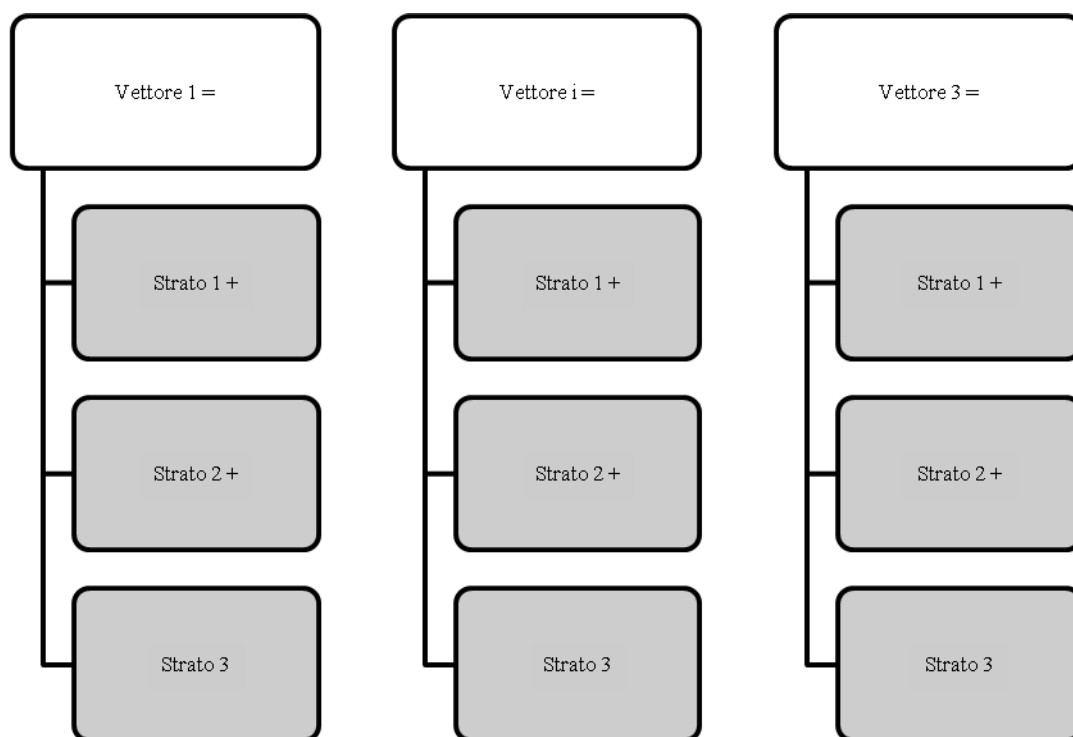
*Sezione 9.2 - Secondo strato vettori Prezzi*

*correzione per somme terzo strato*



Sezione 10 - Somma finale degli strati e creazione dell'insieme dei vettori da allocare

Sezione 10.2 - Somma nella matrice prezzi



Sezione 11 - Allocazione valori nella Matrice Quantità

Sezione 11.1 - Riempimento delle righe

Sezione 12 - Allocazione valori nella Matrice Prezzi

Sezione 12.1 - Riempimento delle righe

correzione per 1,2 per le vendite al settore FAMIGLIE

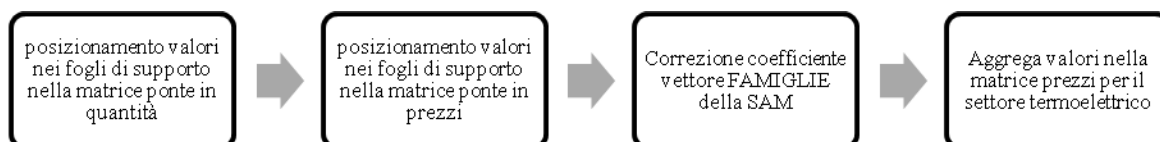
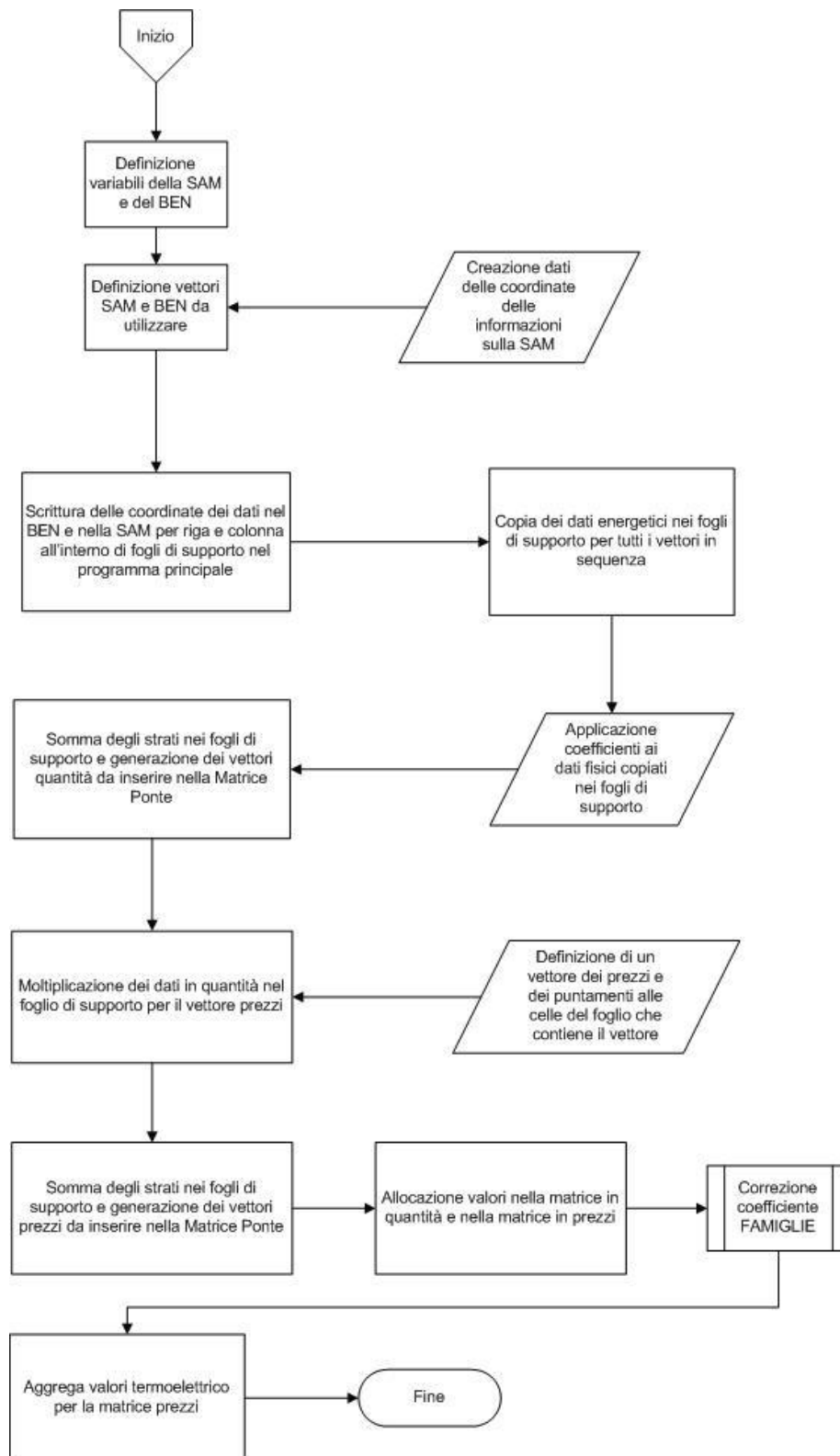


Figura 4 – Algoritmo generale costruzione Matrice Ponte



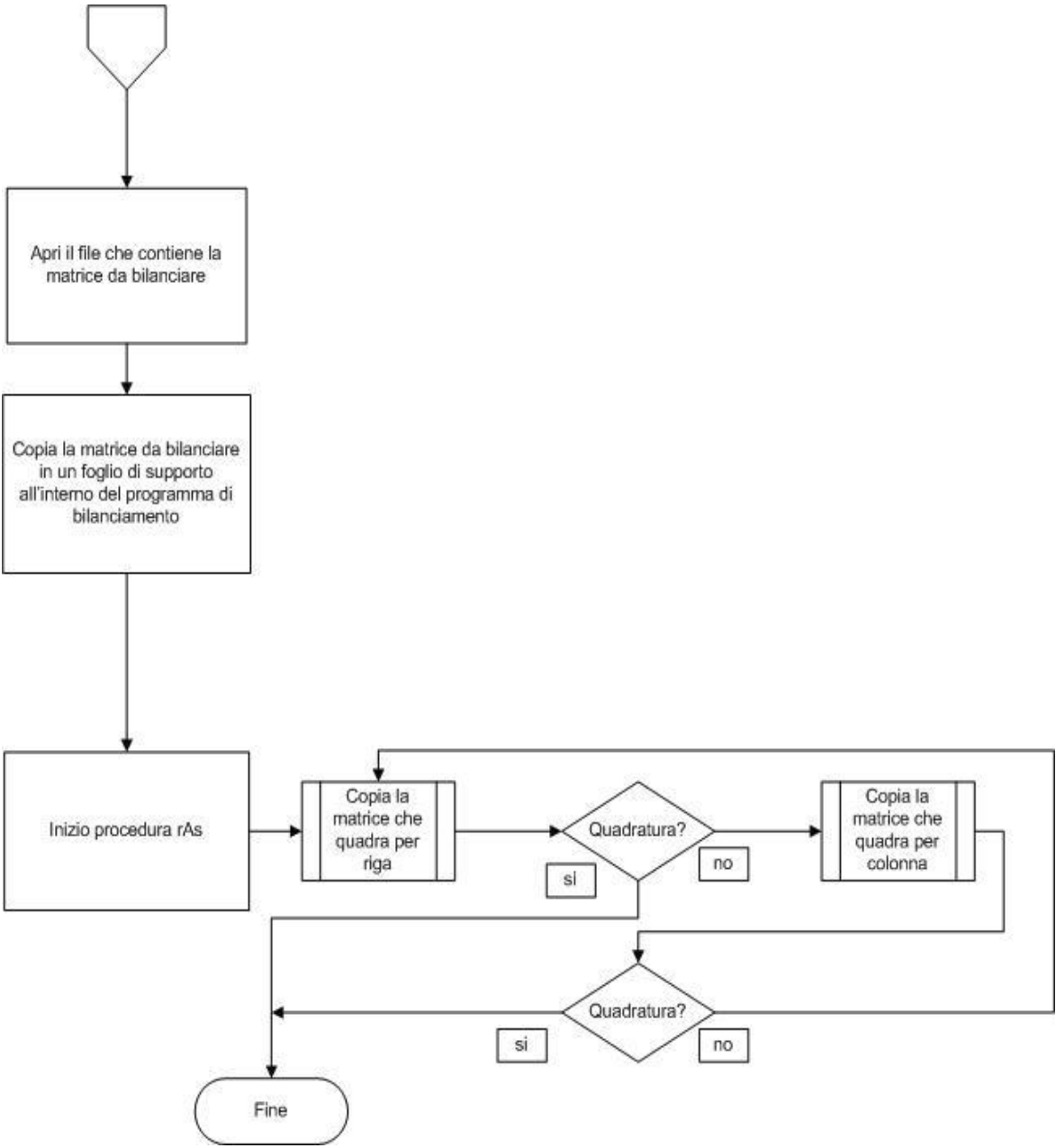
Costruita la matrice ponte, sono previsti alcuni passi di verifica del corretto funzionamento algoritmo

- 1) Verifica margini (una verifica semplice relativa al confronto acquisti-vendite, volta a verificare il senso economico della elaborazione condotta);
- 2) Controllo prezzi (verifica che i prezzi siano stati associati correttamente ai settori come previsto);
- 3) Verifica dati fattura energetica (si considerano i dati della fattura energetica come forniti da Istat: tali dati sono peraltro usualmente riportati anche nelle pubblicazioni dell'Unione Petrolifera in un formato abbastanza comodo per la verifica dati, sotto forma di tavole .xls).

La fase successiva prevede il bilanciamento della ESAM attraverso il metodo RAS (semplice o vincolato).

Il bilanciamento può essere reso vincolato quando alcuni flussi e relativi coefficienti della matrice da bilanciare sono noti e il processo di bilanciamento non deve quindi modificarli; ciò è stato realizzato, nel lavoro svolto, per la riga Resto del mondo all'incrocio col settore energetico (essendo noti, come anzidetto, i dati della fattura petrolifera nazionale).

Figura 5 – Algoritmo bilanciamento RAS



### 3.2.2 Disaggregazione della SAM basata su algoritmo Pseudo Wolsky elaborato dall'Università di Tor Vergata

#### La procedura di disaggregazione di Wolsky

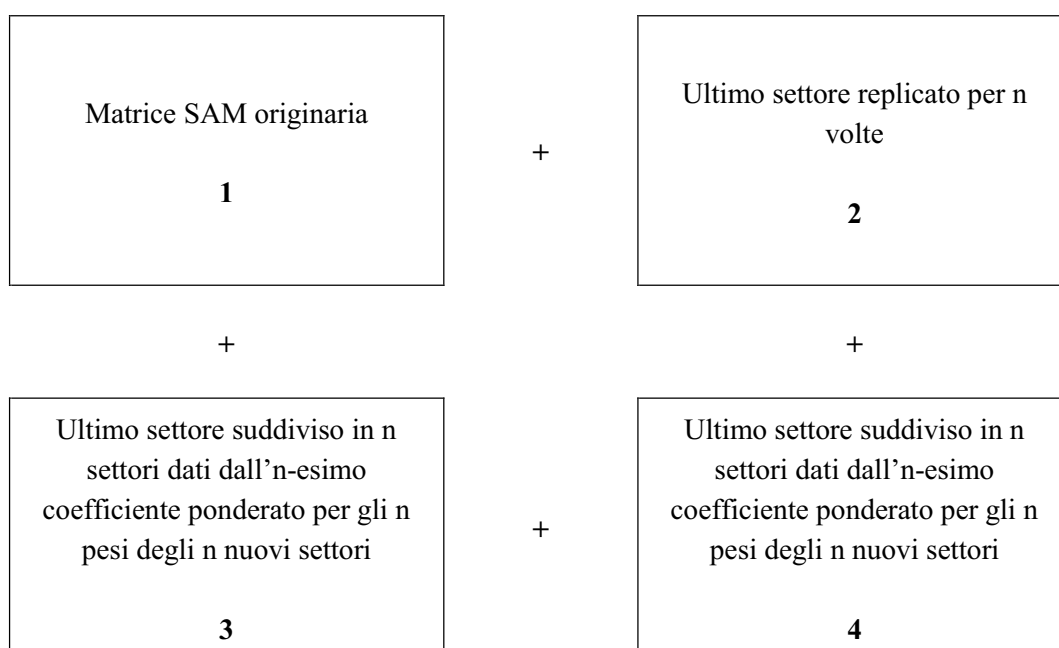
La procedura in oggetto consiste in un metodo matematico per disaggregare una matrice data in una nuova matrice di dimensioni superiori: da  $n \times n$  a  $(n+m) \times (n+m)$ .

Se la matrice in questione è una SAM, come è nel nostro caso, si prende uno dei settori che si è interessati a disaggregare e da esso si crea un numero arbitrario di nuovi settori: i valori in gioco, sono i coefficienti tecnici della matrice SAM.

Il processo di disaggregazione della procedura “pura” è suddiviso in due fasi:

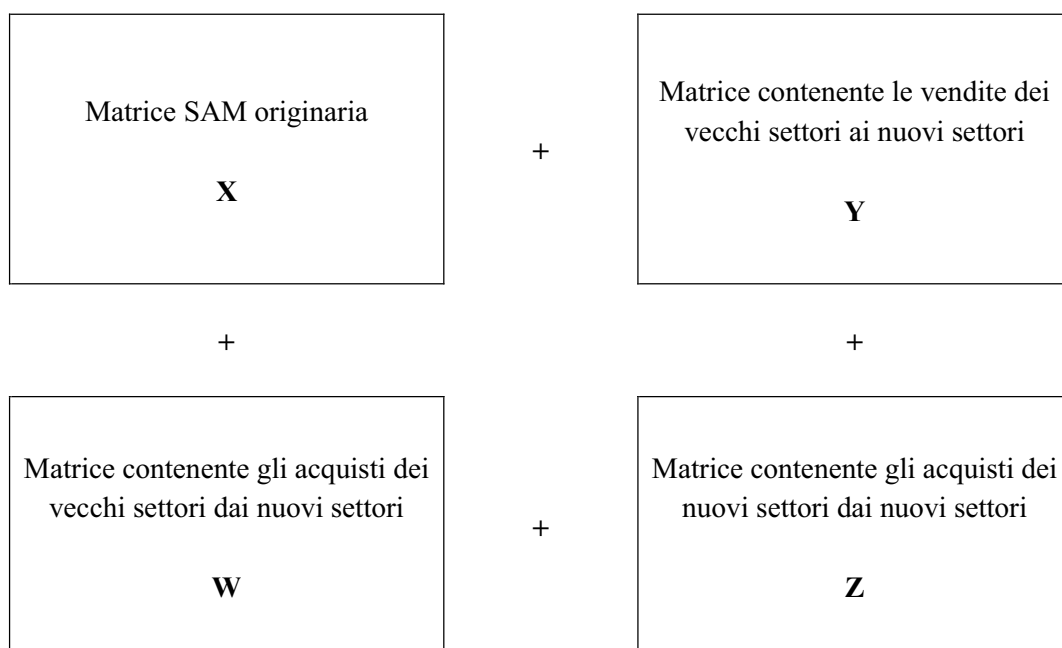
#### 1. Costruzione della matrice “aumentata”

Data la matrice di partenza, si pone come “ultimo settore” (ultima riga e ultima colonna della matrice) quello da disaggregare: in tal caso, si parla del settore “Energia”. Al posto di tale settore si creano  $n$  nuove righe e colonne quanti sono i nuovi settori in cui quello originario deve essere suddiviso. Le  $n$  nuove righe saranno date dal valore del coefficiente del settore aggregato ponderato per gli  $n$  “pesi” dei nuovi settori. Il valore di tali pesi, si desume dalla Matrice Ponte e rappresenta, sostanzialmente, la quota dei flussi in valore dei sotto-settori sul totale (valore dei sotto-settori energetici sul totale del settore Energia). Poi si ricopia l’ultima colonna dei coefficienti tecnici originari del settore aggregato per  $n$  volte. La matrice finale è detta, appunto “aumentata” (1+2+3+4 in figura sottostante).



## 2. Costruzione della matrice “delle differenze”

La matrice delle differenze, nella procedura “pura” di Wolsky è composta da quattro parti, ora descritte in senso orario, partendo dalla prima in alto a sinistra.



La prima parte (X) corrisponde alla matrice di partenza (meno il settore da disaggregare): i coefficienti di tale matrice sono posti a 0.

La seconda parte (Y), riguarda le vendite dei settori tradizionali ai nuovi. Essa viene costruita mediante l’uso dei “pesi” di cui in precedenza e di coefficienti che esprimono la differenza tra i vari settori da disaggregare nella loro domanda di input da tutti gli altri settori.

La terza parte, (Z) riguarda gli acquisti dei nuovi settori da se stessi; essa è costruita sulla base di un coefficiente che esprime le relazioni note di scambio tra i nuovi settori e dei “pesi” di disaggregazione.

La quarta parte, (W) riguarda gli acquisti dei vecchi settori dai nuovi; essa è costruita con i dati disponibili in merito, con dei coefficienti che esprimono la distanza dalla media dei dati noti per ogni settore da disaggregare. Se i dati non ci sono, i coefficienti in questione vengono stimati partendo dai “pesi” e dai coefficienti originari.

Alla fine, la matrice disaggregata è data dalla somma di matrice “aumentata” e matrice “delle differenze”.

### La procedura implementata nel programma

Come detto, la procedura implementata non corrisponde alla procedura “pura” di Wolsky: gli acquisti sia dei vecchi settori che dei settori “energy” dai nuovi sono stimati utilizzando le informazioni

provenienti dal Bilancio Energetico: la parte inferiore della SAM disaggregata ( $W + Z$ ) coincide, quindi, con la Matrice Ponte (in pratica la SAM espressa in valore viene disaggregata in  $n$  settori, usando le stesse identiche proporzioni della Matrice Ponte, anch'essa espressa in valore).

Per quanto concerne gli acquisti dei settori "energy" dai tradizionali (matrice  $Y$ ), invece, si utilizza la procedura "pura".

Al termine della procedura di assemblaggio, si esegue il bilanciamento rAs della Energy-SAM per garantire l'uguaglianza tra i totali di riga e quelli di colonna.

Le procedure informatiche necessarie all'ottenimento della Energy-SAM sono attualmente due:

- 1) Un algoritmo basato su codice MATLAB sviluppato dal CEIS - Tor Vergata, in cui, iterativamente, si effettua il calcolo della matrice  $Y$  usando la procedura "pura" di Wolsky e delle matrici  $W + Z$  usando la procedura pseudo - Wolsky (si usano solo i "pesi" e non si calcolano gli altri coefficienti previsti nella procedura originaria).

Per dare un dettaglio maggiore sul funzionamento di tale algoritmo, si può aggiungere che il medesimo consiste nell'applicare il metodo Wolsky originario solo sulla matrice  $Y$ , in cui si usano le proporzioni dei flussi energetici stimate nella Matrice Ponte (i cosiddetti "pesi" dei settori) e il calcolo matematico dei coefficienti da applicare a tali pesi secondo la procedura "pura".

Si parte dalla colonna delle vendite dei settori tradizionali della SAM al settore "Energia" aggregato, che l'iterazione della procedura dovrà disaggregare negli  $n$  settori che si sarà deciso di rappresentare; se volessimo descrivere in modo discorsivo il lavoro svolto dal programma potremmo dire che, facendo riferimento proprio al lavoro svolto:

1 passo: il settore aggregato Energia si divide nei due settori "Distribuzione gas" + "resto del settore Energia"

2 passo: "resto del settore" energia si divide in "termoelettrico" + "resto del settore Energia"

...

... e così via, fino a realizzare l'intera disaggregazione.

Quello che si è descritto per la matrice  $Y$ , si realizza poi per le matrici  $W$  e  $Z$ , in cui il settore "Energia" inizialmente aggregato, viene iterativamente scomposto nello stesso numero di settori prima ricordato, utilizzando come proporzioni i pesi ricavati dalla Matrice Ponte.

- 2) Variante ENEA basata sul semplice assemblaggio della matrice finale utilizzando la matrice originaria e la Matrice Ponte al posto di  $W$  e  $Z$ ; la matrice  $Y$  si scompone nel seguente modo. Si parte sempre dalla colonna "Energia": qui stiamo nel "quadrante"  $Y$ , stiamo cioè considerando le vendite dei settori tradizionali ai settori energetici. La colonna viene disaggregata nei nuovi  $n$  settori usando i "pesi" dei settori energetici, applicati su uniformemente su tutta la colonna.

A questo punto, alcune informazioni note sono aggiunte dove possibile: ad esempio, la riga “Resto del Mondo” è stimabile a partire dai dati Istat sulla fattura energetica. Questi dati sono inseriti tal quali in Y; in pratica, l’incrocio fra la riga “Resto del Mondo” e il settore “Energia” della SAM originari, è diviso in n sotto-settori le cui proporzioni rispecchiano i dati della fattura energetica.

Alla fine del processo di disaggregazione sopra descritto, si bilancia la matrice Y col rAs.

Ciò è l’ultimo passo da compiere in quanto è possibile dimostrare che, per costruzione, il resto della matrice è bilanciato.

Figura 6. ESAM - Italia 2010.





## 4. Applicazione ESAM

### **Analisi dell'impatto macroeconomico del sistema di detrazioni fiscali "55%" relativo all'efficienza energetica.**

La Strategia Energetica Nazionale (SEN), approvata tramite il Decreto Interministeriale dell'8 marzo 2013, orienta gli sforzi del Paese verso un miglioramento sostanziale della competitività del sistema energetico pur rispettando gli obiettivi di sostenibilità ambientale. Questo rilancio di competitività viene promosso dal documento programmatico attraverso quattro obiettivi principali al 2020:

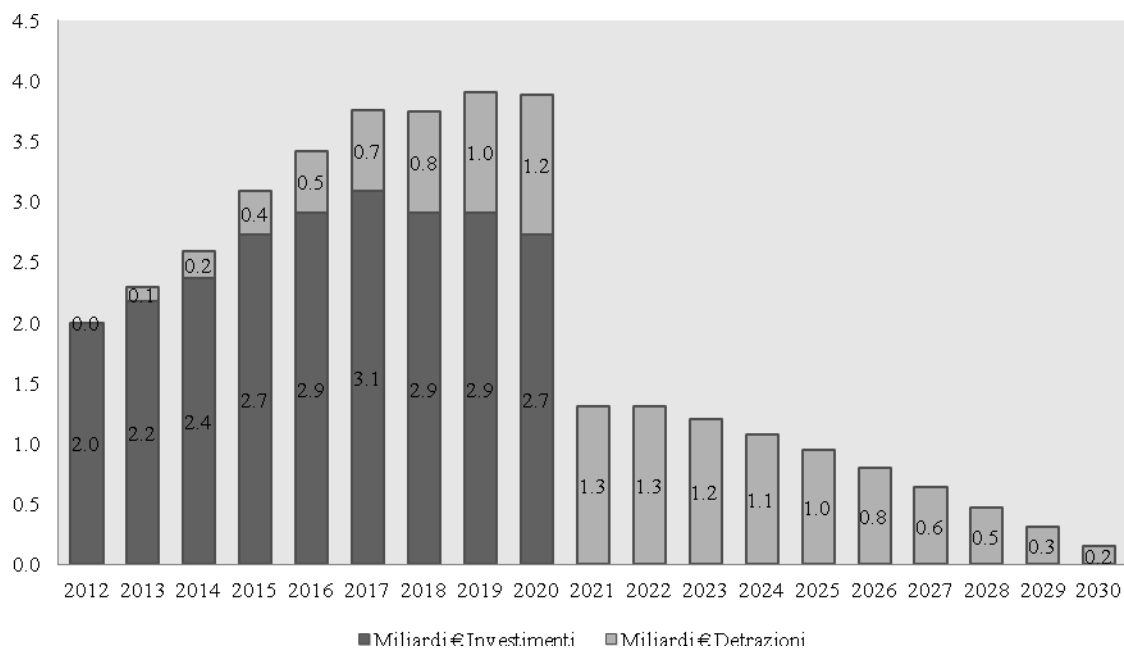
- riduzione dei costi energetici con l'allineamento dei prezzi ai livelli europei (risparmio sulla bolletta nazionale di elettricità e gas stimato in circa 9 miliardi di euro l'anno);
- superamento degli obiettivi europei definiti dal Pacchetto europeo Clima-Energia 2020 (riduzione delle emissioni di GHG del 21% rispetto al 2005, riduzione del 24% dei consumi primari rispetto all'andamento inerziale e raggiungimento del 19-20% di incidenza dell'energia rinnovabile sui consumi finali lordi);
- maggiore sicurezza di approvvigionamento, con una riduzione della fattura energetica estera di circa 14 miliardi di euro l'anno;
- spinta alla crescita e all'occupazione con l'avvio di investimenti, sia nei settori tradizionali che nelle green e white economy, per 170-180 miliardi di euro entro il 2020.

Gli obiettivi sono perseguiti attraverso 7 azioni prioritarie delle quali, non a caso la prima riguarda l'efficienza energetica.

Le misure a sostegno dell'efficienza energetica nella SEN interessano tutti i settori di uso finale e le reti di trasmissione e distribuzione. In questa valutazione ci concentreremo sul settore residenziale e, in particolare, sulle detrazioni fiscali per la riqualificazione energetica del patrimonio immobiliare privato.

La SEN prevede che le famiglie spendano, per la riqualificazione energetica delle abitazioni circa 20 miliardi di Euro nel periodo 2014-2020; le detrazioni relative a ciascun pacchetto annuale di investimenti si ripartiscono sui dieci anni successivi secondo il profilo riportato nella figura seguente.

Figura 7 – Dettaglio detrazioni fiscali ed investimenti previsti dalla SEN



Gli ultimi dati disponibili (anno 2007-2010) relativi alle pratiche pervenute all'ENEA per richiedere le detrazioni fiscali concesse agli interventi di riqualificazione edilizia, evidenziano un costo medio di 1.9 € per kWh/anno risparmiato<sup>14</sup>.

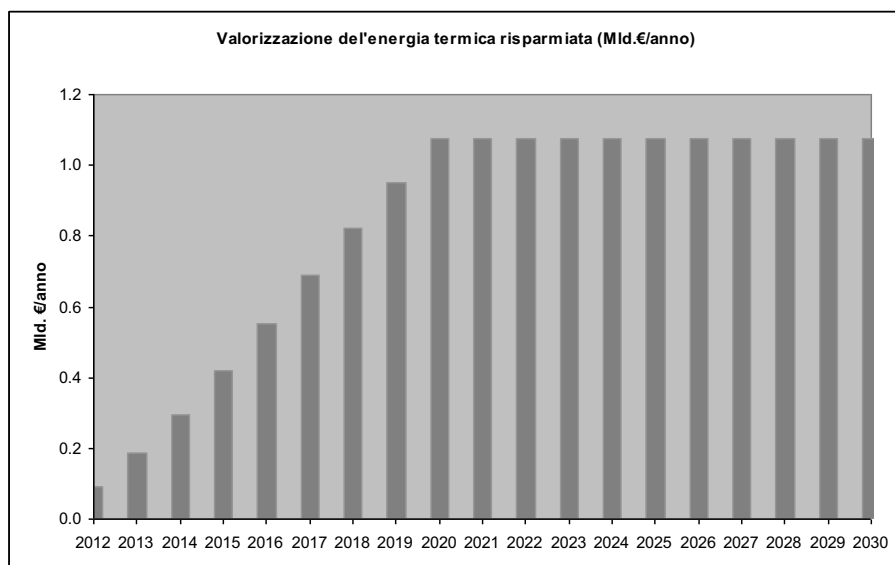
Ipotizzando una ripartizione degli interventi uguale a quella del triennio analizzato si stima un risparmio complessivo a regime di circa 1 Mtep a partire dal 2020. Il valore economico dei risparmi conseguiti anno per anno è stato stimato sulla base dei parametri in tabella 1 considerando la quantità di gas naturale necessaria ad ottenere un equivalente contenuto di energia termica.

Tabella 1 parametri per la valorizzazione dell'energia termica risparmiata

Parametri	Significato	Fonte
1.9€/kWh (en. Primaria)	Costo intervento	Stima su dati Rapporto ENEA sul 55%.
1220 smc /tep	Fabbisogno gas per tep termico	"ogni kWh conta" p. 16
0.9€/smc	Prezzo gas utente finale	AEEG 2012
1.1	rendimento sistemi riscaldamento da primaria a finale	
11630 kWh/tep	fattore conversione	IEA Unit converter

<sup>14</sup> Rapporto ENEA LE DETRAZIONI FISCALI DEL 55% PER LA RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA DEL PATRIMONIO EDILIZIO ESISTENTE. Anno 2010

Figura 8 Valorizzazione dell'energia termica risparmiata



### L'impatto macroeconomico delle detrazioni fiscali programmate nella SEN

L'impatto macroeconomico e occupazionale delle detrazioni fiscali può essere valutato attraverso la ESAM, analizzando separatamente le potenziali variazioni nelle decisioni di spesa dei settori istituzionali coinvolti (Famiglie e Governo). Questi settori vengono considerati a turno esogeni (unitamente al settore resto del mondo, in modo da valutare esclusivamente l'impatto interno delle misure in analisi)<sup>15</sup>.

La valutazione richiede l'assunzione di esplicite ipotesi circa l'allocazione intra-settoriale delle voci di spesa stimate nel paragrafo precedente.

Per quanto riguarda le famiglie si assume che:

- 1) le spese per la riqualificazione edilizia siano compensate da una riduzione equivalente del reddito risparmiato e destinato ad attività di investimento. In questo caso il vettore di impatto avrà segno positivo per le spese a favore del settore delle costruzioni e segno negativo per il settore formazione del capitale;
- 2) le detrazioni fiscali e il risparmio energetico conseguito rendono disponibile anno per anno un ammontare di reddito addizionale che viene utilizzato dalle famiglie per acquistare beni e servizi dagli altri settori, rispettando le proporzioni di spesa "storiche" registrate per le famiglie nella SAM 2010; vale la pena sottolineare che il risparmio energetico conseguito dagli investimenti si trascina oltre l'orizzonte temporale analizzato (2030) ma gli effetti troppo remoti nel tempo non vengono quantificati in questa analisi.

<sup>15</sup> Solitamente, si tende a distinguere tra analisi di impatto relativa al periodo "di cantiere" e analisi dell'impatto "a regime". Per l'analisi di cantiere si rende esogeno il settore "Formazione di capitale" e si valuta l'effetto sul sistema economico dell'investimento aggiuntivo che deve essere analizzato. Successivamente, il settore che diviene proprietario dell'investimento viene considerato esogeno e si valuta l'impatto della variazione delle spese correnti del settore.

In questa analisi non si è rispettata la distinzione tradizionale tra analisi "di cantiere" e "a regime" in quanto le spese di ristrutturazione, pur essendo concettualmente degli investimenti, sono classificate come "spese delle famiglie" e anche gli effetti a regime di tali spese sono rappresentati dalle variazioni del vettore di spesa del settore famiglie. In altri termini, sia per l'analisi di cantiere che per quella di regime il settore esogeno è quello delle famiglie e gli effetti delle spese di riqualificazione e della variazione delle altre spese correnti, si sommano nello stesso vettore di impatto.

Per quanto riguarda il settore istituzionale Governo si assume che:

- 1) le mancate entrate fiscali dovute alle detrazioni, si traducano in tagli di spesa di ammontare equivalente;
- 2) l'incremento delle entrate fiscali indotto dall'espansione della spesa delle famiglie compensi parzialmente i tagli;
- 3) quando il saldo tra entrate e uscite è negativo, il disavanzo è coperto tagliando tutte le spese del settore pubblico in proporzione al dato storico; quando il saldo è positivo l'avanzo è ripartito tra i settori in base alle proporzioni di spesa "storiche" registrate per il settore pubblico nella SAM 2010.

### L'Impatto delle spese delle famiglie

Considerando anche l'effetto spiazzamento menzionato nel paragrafo precedente, si può evidenziare come le variazioni della spesa delle famiglie abbiano un effetto positivo sull'intera economia determinando, in media, un incremento del PIL dello 0.085 % l'anno. Per un incremento di spesa delle famiglie pari a circa 964 milioni di € l'anno si ottiene un incremento dei redditi dei fattori produttivi pari a circa 1,14 miliardi di € l'anno e un incremento della produzione di oltre 2.5 mld<sup>16</sup>. con un moltiplicatore pari a 2,6. L'espansione della produzione a sua volta determina maggiori entrate per il settore pubblico per un ammontare medio di 154 milioni l'anno.

Tabella 2 – Sintesi dell'impatto dell'investimento in EE sul settore FAMIGLIE della ESAM

Impatto dell'investimento (M€)		
	Investimento	Impatto investimento
<b>Fattori della produzione</b>		
Lavoro	0	496
Capitale	0	648
<b>TOTALE fattori della produzione</b>	<b>0</b>	<b>1145</b>
<b>Settori produttivi</b>		
Agricoltura	7	18
Industria in senso stretto	64	508
Costruzioni	1126	1117
Servizi	257	902
<b>TOTALE settori produttivi</b>	<b>1455</b>	<b>2545</b>
<b>Settori istituzionali</b>		
Imprese	0	304
Governo	52	154
Formazione del capitale	-543	-442
<b>TOTALE istituzioni</b>	<b>-491</b>	<b>15</b>
<b>TOTALE Investimento</b>	<b>964</b>	<b>-</b>

L'impatto occupazionale<sup>17</sup> considerando l'occupazione attivata direttamente dagli investimenti e quella attivata indirettamente attraverso il moltiplicatore di redistribuzione del reddito e la catena di approvvigionamento dei settori produttivi può essere stimato in quasi 17000 ULA anno nel periodo 2012-2030. L'impatto è ripartito in media come segue: 39% nel settore delle costruzioni, 14% nell'industria 47% nei trasporti e nei servizi.

Il profilo temporale evidenzia una crescita dalle circa 12000-14000 ULA dei primi anni fino ad un massimo quasi 25000 ULA nel 2017. Negli anni successivi in assenza di ulteriori investimenti

<sup>16</sup> I flussi monetari sono stati attualizzati sul periodo 2012-2030 ad un tasso di sconto del 4% e l'impatto è stato valutato considerando esogeni i settori Famiglie (per tenere conto dello shock esogeno dovuto alle misure di incentivazione) e Resto del Mondo (per tenere conto solo delle variazioni di spesa che hanno un effetto sul sistema economico nazionale). I flussi complessivi sono stati poi divisi per la durata del periodo, in modo da ottenere valori medi annui. Per quanto riguarda la scelta del tasso di sconto si veda: Pennisi, G., P.L. Scandizzo, Valutare l'incertezza – L'analisi costi e benefici nel XXI secolo. G. Giappichelli Editore, Torino, 2003. Pag. 246.

<sup>17</sup> Calcolato sui flussi monetari non scontati.

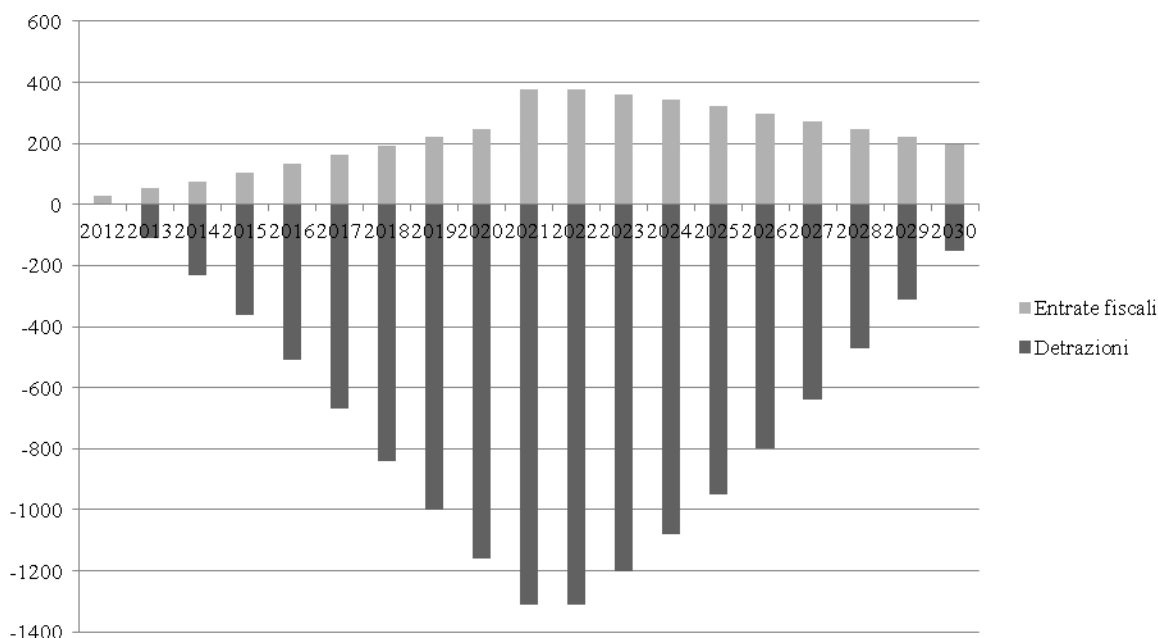
L'occupazione attivata decresce significativamente ma il reddito "liberato" dai risparmi sulle spese energetiche mantiene ancora il suo effetto espansivo (circa 10000 ULA nel 2030).

### L'Impatto delle variazioni del bilancio pubblico

L'impatto sul bilancio pubblico degli investimenti per la valorizzazione energetica del patrimonio abitativo è influenzato due componenti sostanziali:

- 1) minori entrate dovute alle detrazioni fiscali;
- 2) maggiori entrate (IRES, IRPEF, IVA) attivate dagli investimenti nel settore edile

Figura 9 Entrate fiscali e detrazioni per il settore GOVERNO della ESAM nel periodo 2012-2030 (M€)



Il saldo complessivo è positivo solamente nel primo anno (quando non è ancora possibile richiedere le detrazioni) e nell'ultimo anno (quando le maggiori entrate eccedono le detrazioni ormai in via di esaurimento). Il disavanzo cresce gradualmente e non supera mai il miliardo di € con punte di 931 milioni nel 2021 e 2022, in seguito decresce fino ad azzerarsi dopo il 2029.

L'ipotesi di copertura più semplice da formulare in questo contesto prevede che le detrazioni (al netto delle maggiori entrate) siano ottenute attraverso tagli a tutti i capitoli di spesa pubblica in base alle proporzioni di spesa "storiche" della SAM 2010.

In questo scenario il contributo del settore pubblico alle variazioni del PIL è pari al -0.03% annuo.

Per una riduzione di spesa pubblica pari a 300 M€ l'anno si ottiene un decremento dei redditi dei fattori produttivi pari a circa 444 M€ l'anno e una contrazione della produzione<sup>18</sup> di circa 977 milioni di €. con un moltiplicatore pari a 3,3.

Tabella 3 – Sintesi dell'impatto dell'investimento in EE sul settore GOVERNO della ESAM

Impatto dell'investimento (M€)		
	Investimento	Impatto investimento
<b>Fattori della produzione</b>		
Lavoro	0	-199
Capitale	0	-245
<b>TOTALE fattori della produzione</b>	<b>0</b>	<b>-444</b>
<b>Settori produttivi</b>		
Agricoltura	-4	-20
Industria in senso stretto	-34	-274
Costruzioni	-1	-60
Servizi	-139	-622
<b>TOTALE settori produttivi</b>	<b>-178</b>	<b>-977</b>
<b>Settori istituzionali</b>		
Imprese	0	-110
Famiglie	-48	-514
Formazione del capitale	-74	-219
<b>TOTALE istituzioni</b>	<b>-122</b>	<b>-844</b>
<b>TOTALE Investimento</b>	<b>-300</b>	<b>-</b>

I tagli di spesa, determinano una riduzione dell'occupazione di poco inferiore alle 7300 ULA l'anno (con punte massime di quasi 14000 ULA tra il 2021 e il 2022). Il 75% dei posti persi è nel settore dei servizi (trasporti inclusi) il 17% nell'industria e il 6% nelle costruzioni.

### L'Impatto complessivo

L'impatto netto delle detrazioni fiscali per la riqualificazione energetica degli edifici, è stato analizzato tenendo conto degli effetti espansivi e di quelli negativi sulle principali variabili macroeconomiche.

Tra gli effetti espansivi si evidenziano:

- Gli investimenti effettuati dalle famiglie per la riqualificazione del patrimonio edilizio.
- La disponibilità di reddito addizionale generato dai risparmi energetici.
- La disponibilità di reddito addizionale generato dalle detrazioni fiscali.

Tra gli effetti negativi si evidenziano:

- La contrazione degli investimenti da parte delle famiglie per sostenere le spese di riqualificazione edilizia;
- la contrazione della spesa pubblica per finanziare le detrazioni fiscali.

Appare evidente come si sia ipotizzata l'invarianza dei saldi di bilancio sia delle famiglie che del settore pubblico.

<sup>18</sup> I flussi monetari sono stati attualizzati sul periodo 2012-2030 ad un tasso di sconto del 4% e l'impatto è stato valutato considerando esogeni i settori Famiglie (per tenere conto dello shock esogeno dovuto alle misure di incentivazione) e Resto del Mondo (per tenere conto solo delle variazioni di spesa che hanno un effetto sul sistema economico nazionale).

L'effetto espansivo al netto della contrazione degli investimenti per finanziare le spese di riqualificazione e le detrazioni determina:

- un incremento medio annuo dei redditi dei fattori produttivi di circa 700 milioni di € (con un incremento annuo del Pil di circa 0.05%);
- un incremento medio annuo della produzione di oltre 1.5 mld di € concentrato soprattutto nel settore delle costruzioni;
- un incremento medio dell'occupazione sarebbe di circa 7000 unità l'anno con un saldo sempre positivo e impatto più significativo attorno al 2017 (17 mila unità) e una stabilizzazione a circa 10 mila unità da quando finiscono le detrazioni (dal 2030 in poi).

Tabella 4 – Sintesi dell'impatto complessivo dell'investimento in EE

Impatto dell'investimento (M€)		
	Investimento	Impatto investimento
<b>Fattori della produzione</b>		
Lavoro	0	297
Capitale	0	403
<b>TOTALE fattori della produzione</b>	<b>0</b>	<b>701</b>
	0	700
<b>Settori produttivi</b>		
Agricoltura	3	-2
Industria in senso stretto	30	234
Costruzioni	1125	1057
Servizi	118	280
<b>TOTALE settori produttivi</b>	<b>1276</b>	<b>1568</b>
<b>Settori istituzionali</b>		
Famiglie	-48	-514
Imprese	0	194
Governo	52	154
Formazione del capitale	-617	-661
<b>TOTALE istituzioni</b>	<b>-613</b>	<b>-828</b>
<b>Investimento netto</b>	<b>664</b>	<b>-</b>

## Conclusioni

Nel rapporto è stata descritta una metodologia per raccordare le informazioni statistiche relative al settore energetico con lo schema contabile della matrice di contabilità sociale (SAM). La procedura di raccordo si è articolata in due fasi: costruzione dello schema logico di raccordo, e stima statistica dei dati mancanti. Il risultato finale della procedura è consistito nella creazione di una SAM nella quale il settore energetico è descritto con un dettaglio maggiore rispetto alle disaggregazioni settoriali standard ricavate dai conti economici nazionali.

La matrice è stata utilizzata per valutare il potenziale impatto economico e occupazionale di alcune misure di sostegno all'efficienza energetica nelle abitazioni contenute nella Strategia Energetica Nazionale.

Il pacchetto di detrazioni previsto dalla SEN potrebbe attivare un ammontare di spese di riqualificazione per circa 20 miliardi di € tra il 2014 e il 2020. Una analisi macroeconomica completa dell'impatto di tale politica richiede la valutazione dei seguenti elementi:

- L'impatto economico e occupazionale delle spese di riqualificazione previste;

- la contrazione del reddito destinato ad altre attività di investimento da parte delle famiglie;
- l'incremento del reddito delle famiglie generato dai risparmi energetici;
- l'incremento del reddito delle famiglie dovuto alle detrazioni fiscali;
- i maggiori introiti fiscali generati dal pacchetto di interventi di riqualificazione;
- la contrazione della spesa pubblica per finanziare le detrazioni fiscali con saldi di bilancio invariati.

Gli effetti in termini di crescita di Pil sono relativamente contenuti (+ 0.05% annuo) così come l'impatto occupazionale che fa registrare un incremento di circa 7000 unità di lavoro in media annua (l'impatto però risulta significativo nel breve periodo 17 mila posti di lavoro nel 2017).

Come era logico prevedere, l'impatto sul settore energetico risulta complessivamente modesto. Il settore della raffinazione registra un incremento di produzione annuo che in media è pari 10 milioni di €, il settore della trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica fa registrare un incremento analogo. Tale incremento è verosimilmente dovuto alla maggiore disponibilità finanziaria delle famiglie in seguito agli stessi risparmi energetici (*rebound effect*). L'impatto occupazionale è trascurabile: 64 unità complessive in tutti i settori di estrazione, trasformazione e distribuzione di energia (la metà delle quali nel settore di trasmissione e distribuzione di energia elettrica).

Le procedure elaborate in questo rapporto possono essere utilizzate anche per altre finalità applicative. La metodologia descritta nel rapporto, consente infatti l'aggiornamento dei coefficienti della SAM alla luce di ipotesi evolutive del settore energetico. In altri termini, detta metodologia permette la costruzione di matrici "prospettiche", relative cioè a scenari futuri riguardanti il sistema energetico: ciò permette di tenere conto dei cambiamenti strutturali del sistema economico innescati dall'innovazione tecnologica nel settore energetico, e può costituire un criterio di "dinamizzazione" della SAM per il suo utilizzo in analisi di scenario di lungo periodo. Le ipotesi future di lavoro saranno quindi indirizzate alla preparazione di procedure per un "soft linking" delle matrici "prospettiche" con modelli tecnologici del sistema energetico della famiglia Markal-TIMES.

## Appendice 1 - I prezzi delle commodities energetiche utilizzate.

Si riportano in tabella i prezzi al netto delle imposte delle commodities energetiche utilizzate. I prezzi diversamente definiti sono stati convertiti in M€/ktep sulla base di fattori di conversioni riportati in tabella.

Commodity	Settore	Prezzo	Conversioni tra unità energetiche e unità di volume o peso	Fonte per il prezzo
Biomasse	Domestico e Commerciale	120€/t	15.5GJ/t	Camera di Commercio di Milano – Rilevazioni prezzi all'ingrosso 31-3-2010
Biomasse	Altri settori	100€/t	15.5GJ/t	
Energia Elettrica	CHP	13.5€/GJ		Risultati del modello Times-Italia
Energia Elettrica	Generazione elettrica	13.5€/GJ		Risultati del modello Times-Italia
Energia Elettrica	Importazioni	13.5€/GJ		Risultati del modello Times-Italia
Gas Distribuito	Domestico	47.55 c€/m <sup>3</sup>	38.1 MJ/m <sup>3</sup>	Relazione annuale AEEG . Anni 2008-2012
Gas Distribuito	Industria	35.87 c€/m <sup>3</sup>	38.1 MJ/m <sup>3</sup>	Relazione annuale AEEG . Anni 2008-2012
Gas Distribuito	Termoelettrico	35.07 c€/m <sup>3</sup>	38.1 MJ/m <sup>3</sup>	Relazione annuale AEEG . Anni 2008-2012
Energia Elettrica	Domestico e Commerciale	17.7 c€/KwH		Relazione annuale AEEG . Anni 2008-2012
Energia Elettrica	Industria Resto del Mondo	11 c€/KwH		Relazione annuale AEEG . Anni 2008-2012
Carbone	Tutti i settori	105\$/t e margine del 10% di commercializzazione (non contato negli scambi own use)	24.6/GJt (media p.c.i. escl. Torba)	Relazione annuale AEEG . Anni 2008-2012
Gas Estratto	Distribuzione Gas e Own Use	8 €/GJ		Risultati del modello Times-Italia
Gas Estratto	Export e Import	18 c€/m <sup>3</sup>	38.1 MJ/m <sup>3</sup>	Relazione annuale AEEG . Anni 2008-2012
Greggio	Export e Import	581 \$/t CIF	0.76 €//\$	<a href="http://dgerm.sviluppoeconomico.gov.it/dgerm/">http://dgerm.sviluppoeconomico.gov.it/dgerm/</a>
Prodotti Petroliferi	Famiglie, Commercio Commerciale, Own use	0.68 M€/ktep		<a href="http://dgerm.sviluppoeconomico.gov.it/dgerm/">http://dgerm.sviluppoeconomico.gov.it/dgerm/</a>
Prodotti Petroliferi	Industria	0.49 M€/ktep		<a href="http://dgerm.sviluppoeconomico.gov.it/dgerm/">http://dgerm.sviluppoeconomico.gov.it/dgerm/</a>
Prodotti Petroliferi	Trasporto aereo	0.79 M€/ktep		<a href="http://dgerm.sviluppoeconomico.gov.it/dgerm/">http://dgerm.sviluppoeconomico.gov.it/dgerm/</a>
Prodotti Petroliferi	Trasporto terrestre, Agricoltura, Trasporto marittimo,	0.666 M€/ktep		<a href="http://dgerm.sviluppoeconomico.gov.it/dgerm/">http://dgerm.sviluppoeconomico.gov.it/dgerm/</a>
Prodotti Petroliferi	Export, trasporto per condotta	0.73 M€/ktep		<a href="http://dgerm.sviluppoeconomico.gov.it/dgerm/">http://dgerm.sviluppoeconomico.gov.it/dgerm/</a>
Prodotti Petroliferi	Import	0.6473 M€/ktep		<a href="http://dgerm.sviluppoeconomico.gov.it/dgerm/">http://dgerm.sviluppoeconomico.gov.it/dgerm/</a>

## **Appendice 2 – Corrispondenze tra dati energetici e SAM**

Le corrispondenze sotto riportate definiscono formalmente lo schema della matrice ponte, la matrice di transizione che lega sistema energetico e SAM.

SAM		Bilancio		Bilancio		Bilancio	
Riga	Colonna	Riga	Colonna	Riga	Colonna	Riga	Colonna
Estrazione carbone	FAMIGLIE	Residential	Coal		Coal		
Estrazione carbone	Estrazione carbone	Energy industry own use	Coal	*-1	Coal	Coal transformation	
Estrazione carbone	Termoelettrico Coal	Main activity producer electricity plants	Coal	*-1	Coal	Autoproducer electricity plants	
Estrazione carbone	CHP	Main activity producer CHP plants	Coal	*-1	Coal	Autoproducer CHP plants	
Estrazione carbone	Iron and steel	Iron and steel	Coal				
Estrazione carbone	Chemical and petrochem.	Chemical and petrochem.	Coal				
Estrazione carbone	Non-ferrous metals	Non-ferrous metals	Coal				
Estrazione carbone	Non-metallic minerals	Non-metallic minerals	Coal				
Estrazione carbone	Transport equipment	Transport equipment	Coal				
Estrazione carbone	Machinery	Machinery	Coal				
Estrazione carbone	Mining and quarrying	Mining and quarrying	Coal				
Estrazione carbone	Food and tobacco	Food and tobacco	Coal				
Estrazione carbone	Paper, pulp and printing	Paper, pulp and printing	Coal				
Estrazione carbone	Wood and wood products	Wood and wood products	Coal				
Estrazione carbone	Construction	Construction	Coal				
Estrazione carbone	Textile and leather	Textile and leather	Coal				
Estrazione carbone	Non-specified	Non-specified	Coal				
Estrazione carbone	International aviation	International aviation	Coal				
Estrazione carbone	Domestic aviation	Domestic aviation	Coal				
Estrazione carbone	Road	Road	Coal				
Estrazione carbone	Rail	Rail	Coal				

SAMI		Bilancio		Bilancio		Bilancio		Bilancio	
Riga	Colonna	Riga	Colonna	Riga	Colonna	Riga	Colonna	Riga	Colonna
Estrazione carbone	Pipeline transport	Pipeline transport	Coal						
Estrazione carbone	Domestic navigation	Domestic navigation	Coal						
Estrazione carbone	Non-specified	Non-specified	Coal						
Estrazione carbone	Comm. and public services	Comm. and public services	Coal						
Estrazione carbone	Agricoltura/forestry	Agricoltura/forestry	Coal						
Estrazione carbone	Fishing	Fishing	Coal						
Estrazione carbone	Non-specified	Non-specified	Coal						
Estrazione carbone	RESTO DEL MONDO	Exports	Coal		Coal				
Estrazione carbone	Raffinazione	Production	Crude Oil	Exports	Crude Oil				
Estrazione carbone	RESTO DEL MONDO	Exports	Crude Oil						
Estrazione carbone	Distribuzione Gas	Production	Natural Gas	Exports	Natural Gas				
Estrazione Gas	RESTO DEL MONDO	Exports	Natural Gas						
Raffinazione	FAMIGLIE	Residential	Oil Products	Road	Oil Products				
Raffinazione	Raffinazione	Energy industry	Oil Products						
Raffinazione	Termoelettrico Oil	Main activity producer electricity plants	Oil Products	Autoproducer electricity plants	Oil Products				
Raffinazione	CHP	Main activity producer CHP plants	Oil Products	Autoproducer CHP plants	Oil Products				
Raffinazione	Iron and steel	Iron and steel	Oil Products						
Raffinazione	Chemical and petrochem.	Chemical and petrochem.	Oil Products	Non-specified (transformation)	Oil Products				
Raffinazione	Non-ferrous metals	Non-ferrous metals	Oil Products						
Raffinazione	Non-metallic minerals	Non-metallic minerals	Oil Products						
Raffinazione	Transport equipment	Transport equipment	Oil Products						
Raffinazione	Machinery	Machinery	Oil Products						
Raffinazione	Mining and quarrying	Mining and quarrying	Oil Products						

SAMI		Bilancio		Bilancio		Bilancio	
Riga	Colonna	Riga	Colonna	Riga	Colonna	Riga	Colonna
Raffinazione	Food and tobacco	Food and tobacco	Oil Products				
Raffinazione	Paper, pulp and printing	Paper, pulp and printing	Oil Products				
Raffinazione	Wood and wood products	Wood and wood products	Oil Products				
Raffinazione	Construction	Construction	Oil Products				
Raffinazione	Textile and leather	Textile and leather	Oil Products				
Raffinazione	Non-specified	Non-specified	Oil Products	*0,25	Non-energy use in transport		
Raffinazione	International aviation	International aviation	Oil Products	*0,25	Non-energy use in transport		
Raffinazione	Domestic aviation	Domestic aviation	Oil Products	*0,25	Non-energy use in transport		
Raffinazione	Road	Road	Oil Products	*0,25	Non-energy use in transport		
Raffinazione	Rail	Rail	Oil Products	*0,25	Non-energy use in transport		
Raffinazione	Pipeline transport	Pipeline transport	Oil Products				
Raffinazione	Domestic navigation	Domestic navigation	Oil Products				
Raffinazione	Non-specified	Non-specified	Oil Products				
Raffinazione	Comm. and public services	Comm. and public services	Oil Products				
Raffinazione	Agriculture/forestry	Agriculture/forestry	Oil Products				
Raffinazione	Fishing	Fishing	Oil Products				
Raffinazione	Non-specified	Non-specified	Oil Products				
Raffinazione	RESTO DEL MONDO	Exports	Oil Products				
Distribuzione Gas	FAMIGLIE	Residential					
Distribuzione Gas	Termoelettrico Gas	Main activity producer electricity plants	Natural Gas	*-1	Autoproducer electricity plants		Natural Gas
Distribuzione Gas	CHP	Main activity producer CHP plants	Natural Gas	*-1	Autoproducer CHP plants		Natural Gas
Distribuzione Gas	Iron and steel	Iron and steel	Natural Gas				
Distribuzione Gas	Chemical and petrochem.	Chemical and petrochem.	Natural Gas				
Distribuzione Gas	Non-ferrous metals	Non-ferrous metals	Natural Gas				
Distribuzione Gas	Non-metallic minerals	Non-metallic minerals	Natural Gas				
Distribuzione Gas	Transport equipment	Transport	Natural Gas				

SAM		Bilancio		Bilancio		Bilancio		Bilancio	
Riga	Colonna	Riga	Colonna	Riga	Colonna	Riga	Colonna	Riga	Colonna
Gas Distribuzione	Machinery	equipment Machinery	Natural Gas						
Gas Distribuzione	Mining and quarrying	Mining and quarrying	Natural Gas						
Gas Distribuzione	Food and tobacco	Food and tobacco	Natural Gas						
Gas Distribuzione	Paper, pulp and printing	Paper, pulp and printing	Natural Gas						
Gas Distribuzione	Wood and wood products	Wood and wood products	Natural Gas						
Gas Distribuzione	Construction	Construction	Natural Gas						
Gas Distribuzione	Textile and leather	Textile and leather	Natural Gas						
Gas Distribuzione	Non-specified	Non-specified	Natural Gas						
Gas Distribuzione	International aviation	International aviation	Natural Gas						
Gas Distribuzione	Domestic aviation	Domestic aviation	Natural Gas						
Gas Distribuzione	Road	Road	Natural Gas						
Gas Distribuzione	Rail	Rail	Natural Gas						
Gas Distribuzione	Pipeline transport	Pipeline transport	Natural Gas						
Gas Distribuzione	Domestic navigation	Domestic navigation	Natural Gas						
Gas Distribuzione	Non-specified	Non-specified	Natural Gas						
Gas Distribuzione	Comm. and public services	Comm. and public services	Natural Gas						
Gas Distribuzione	Agriculture/forestry	Agriculture/forestry	Natural Gas						
Gas Distribuzione	Fishing	Fishing	Natural Gas						
Gas Distribuzione	Non-specified	Non-specified	Natural Gas						
Termoelettrico Coal	Elettricità trasmissione e distribuzione	Elec output-main activity producer ele plants	Coal	*8.6*10^-2	Elec output-autoproducer electricity plants	Coal	*8.6*10^-2		
Termoelettrico Oil	Elettricità trasmissione e distribuzione	Elec output-main activity producer ele plants	Oil Products	*8.6*10^-2	Elec output-autoproducer electricity	Oil Products	*8.6*10^-2		

SAMI		Bilancio		Bilancio		Bilancio		Bilancio	
Riga	Colonna	Riga	Colonna	Riga	Colonna	Riga	Colonna	Riga	Colonna
Termoelettrici o Gas	Elettricità trasmissione e distribuzione	*8.6*10^2	Natural Gas	Elec output-main activity producer ele plants	*8.6*10^2	Elec output- autoproducer electricity plants	Natural Gas		
Termoelettrici o Biomassa	Elettricità trasmissione e distribuzione	*8.6*10^2	Biofuels & Waste	Elec output-main activity producer ele plants	*8.6*10^2	Elec output- autoproducer electricity plants	Biofuels & Waste		
CHP	Elettricità trasmissione e distribuzione	*8.6*10^2	Total	Elec output-main activity producer CHP plants	*8.6*10^2	Elec output- autoproducer electricity plants	Total		
Idro	Elettricità trasmissione e distribuzione	*8.6*10^2	Hydro	Elec output-main activity producer ele plants	*8.6*10^2	Elec output- autoproducer electricity plants	Hydro		
FER ELC PV CSP WIND	Elettricità trasmissione e distribuzione	*8.6*10^2	Solar, Wind, Others	Elec output-main activity producer ele plants	*8.6*10^2	Elec output- autoproducer electricity plants	Solar, Wind, Others		
FER ELC Geoterm	Elettricità trasmissione e distribuzione	*8.6*10^2	Geothermal	Elec output-main activity producer ele plants	*8.6*10^2	Elec output- autoproducer electricity plants	Geothermal		
FER termiche	FAMIGLIE		Solar, Wind, Others	Residential		Non-specified (other)	Solar, Wind, Others		
Biomassa	FAMIGLIE		Biofuels & Waste	Residential	*14173/20719	Road	Biofuels & Waste		
Biomassa	Biomassa	*-1	Biofuels & Waste	Non-specified (transformation)			Biofuels & Waste		
Biomassa	Termoelettrici o Biomassa	*-1	Biofuels & Waste	Main activity producer electricity plants	*-1	Autoproducer electricity plants	Biofuels & Waste		
Biomassa	CHP	*-1	Biofuels & Waste	Main activity producer CHP plants	*-1	Autoproducer CHP plants	Biofuels & Waste		
Biomassa	Iron and steel		Biofuels & Waste	Iron and steel			Biofuels & Waste		
Biomassa	Chemical and petrochem.		Biofuels & Waste	Chemical and petrochem.			Biofuels & Waste		
Biomassa	Non-ferrous metals		Biofuels & Waste	Non-ferrous metals			Biofuels & Waste		
Biomassa	Non-metallic minerals		Biofuels & Waste	Non-metallic minerals			Biofuels & Waste		
Biomassa	Transport equipment		Biofuels & Waste	Transport equipment			Biofuels & Waste		
Biomassa	Machinery		Biofuels & Waste	Machinery			Biofuels & Waste		
Biomassa	Mining and quarrying		Biofuels & Waste	Mining and quarrying			Biofuels & Waste		

SAM		Bilancio		Bilancio		Bilancio	
Riga	Colonna	Riga	Colonna	Riga	Colonna	Riga	Colonna
Biomassa	Food and tobacco	quarrying	Biofuels & Waste				
Biomassa	Paper, pulp and printing	Food and tobacco Paper, pulp and printing	Biofuels & Waste				
Biomassa	Wood and wood products	Wood and wood products	Biofuels & Waste				
Biomassa	Construction	Construction	Biofuels & Waste				
Biomassa	Textile and leather	Textile and leather	Biofuels & Waste				
Biomassa	Non-specified	Non-specified	Biofuels & Waste				
Biomassa	International aviation	International aviation	Biofuels & Waste				
Biomassa	Domestic aviation	Domestic aviation	Biofuels & Waste				
Biomassa	Road	Road	Biofuels & Waste				
Biomassa	Rail	Rail	Biofuels & Waste				
Biomassa	Pipeline transport	Pipeline transport	Biofuels & Waste				
Biomassa	Domestic navigation	Domestic navigation	Biofuels & Waste				
Biomassa	Non-specified	Non-specified	Biofuels & Waste				
Biomassa	Comm. and public services	Comm. and public services	Biofuels & Waste				
Biomassa	Agriculture/forestry	Agriculture/forestr y	Biofuels & Waste				
Biomassa	Fishin	Fishing	Biofuels & Waste				
Biomassa	Non-specified	Non-specified	Biofuels & Waste				
Biomassa	RESTO DEL MONDO	Exports	Biofuels & Waste				
Biomassa	*-1	Exports	Biofuels & Waste				
Biomassa	RESTO DEL MONDO	Exports	Electricity				
Biomassa	*-1	Exports	Electricity				
Biomassa	RESTO DEL MONDO	Exports	Electricity				
Biomassa	Iron and steel	Iron and steel	Electricity				
Biomassa	Chemical and petrochem.	Chemical and petrochem.	Electricity				
Biomassa	Non-ferrous metals	Non-ferrous metals	Electricity				
Biomassa	Non-metallic minerals	Non-metallic minerals	Electricity				
Biomassa	Transport equipment	Transport equipment	Electricity				
Biomassa	Machinery	Machinery	Electricity				

SAM		Bilancio		Bilancio		Bilancio	
Riga	Colonna	Riga	Colonna	Riga	Colonna	Riga	Colonna
trasmissione e distribuzione							
Elettricità	Mining and quarrying	Mining and quarrying	Electricity				
trasmissione e distribuzione							
Elettricità	Food and tobacco	Food and tobacco	Electricity				
trasmissione e distribuzione							
Elettricità	Paper, pulp and printing	Paper, pulp and printing	Electricity				
trasmissione e distribuzione							
Elettricità	Wood and wood products	Wood and wood products	Electricity				
trasmissione e distribuzione							
Elettricità	Construction	Construction	Electricity				
trasmissione e distribuzione							
Elettricità	Textile and leather	Textile and leather	Electricity				
trasmissione e distribuzione							
Elettricità	Non-specified	Non-specified	Electricity				
trasmissione e distribuzione							
Elettricità	International aviation	International aviation	Electricity				
trasmissione e distribuzione							
Elettricit�	Domestic aviation	Domestic aviation	Electricity				
trasmissione e distribuzione							
Elettricit�	Road	Road	Electricity				
trasmissione e distribuzione							
Elettricit�	Rail	Rail	Electricity				
trasmissione e distribuzione							
Elettricit�	Pipeline transport	Pipeline transport	Electricity				
trasmissione e distribuzione							
Elettricit�	Domestic navigation	Domestic navigation	Electricity				
trasmissione e distribuzione							
Elettricit�	Non-specified	Non-specified	Electricity				
trasmissione e distribuzione							
Elettricit�	Comm. and public services	Comm. and public services	Electricity				
trasmissione e distribuzione							
Elettricit�	Comm. and public services	Comm. and public services	Electricity				
trasmissione e distribuzione							

SAMI		Bilancio		Bilancio		Bilancio	
Riga	Colonna	Riga	Colonna	Riga	Colonna	Riga	Colonna
distribuzione							
Elettricit�	Agriculture/forestry	Agriculture/forestry	Electricity				
trasmissione e							
distribuzione	Fishing	Fishing	Electricity				
Elettricit�							
trasmissione e	Non-specified	Non-specified	Electricity				
distribuzione							
Elettricit�	FAMIGLIE	Residential	Electricity				
trasmissione e							
distribuzione	Elettricit�	Imports	Electricity	Imports	Coal		
RESTO DEL	*0.67248356095093		*0.128427*(10/13				
MONDO	trasmissione e		)				
	distribuzione						
RESTO DEL	Estrazione carbone	Imports	Coal				
MONDO							
RESTO DEL	Raffinazione	Imports	Oil	Imports	*0.44156		
MONDO	*0.6473009068369		Products				Crude Oil
RESTO DEL	Biomassa	Imports					
MONDO							
RESTO DEL	Distribuzione Gas	Imports					
MONDO							
RESTO DEL	Iron and steel	Imports	Coal				
MONDO	*3/13						
RESTO DEL	RESTO DEL	Exports	Heat				
MONDO	MONDO						
CHP	Iron and steel						
	Chemical and petrochem.	Iron and steel	Heat				
		Chemical and	Heat				
		petrochem.	Heat				
	Non-ferrous metals	Non-ferrous metals	Heat				
	Non-metallic minerals	Non-metallic	Heat				
		minerals	Heat				
	Transport equipment	Transport	Heat				
		equipment	Heat				
	Machinery	Machinery	Heat				
	Mining and quarrying	Mining and	Heat				
		quarrying	Heat				
	Food and tobacco	Food and tobacco	Heat				
	Paper, pulp and printing	Paper, pulp and	Heat				
		printing	Heat				
	Wood and wood products	Wood and wood	Heat				
		products	Heat				
	Construction	Construction	Heat				
	Textile and leather	Textile and leather	Heat				

SAMI		Bilancio		Bilancio		Bilancio	
Riga	Colonna	Riga	Colonna	Riga	Colonna	Riga	Colonna
CHP	Non-specified	Non-specified	Heat				
CHP	International aviation	International aviation	Heat				
CHP	Domestic aviation	Domestic aviation	Heat				
CHP	Road	Road	Heat				
CHP	Rail	Rail	Heat				
CHP	Pipeline transport	Pipeline transport	Heat				
CHP	Domestic navigation	Domestic navigation	Heat				
CHP	Non-specified	Non-specified	Heat				
CHP	Comm. and public services	Comm. and public services	Heat				
CHP	Agriculture/forestry	Agriculture/forestry	Heat				
CHP	Fishing	Fishing	Heat				
CHP	Non-specified	Non-specified	Heat				
CHP	FAMIGLIE	Residential	Heat				

## Bibliografia

1. Batten, David F. (1983): "Spatial Analysis of Interacting Economics"; Boston et al.: Kluwer-Nijhoff
2. Batten, D.F. & D.E. Boyce, (1986). Spatial Interaction, Transportation and Interregional Commodity Flow Models, In Handbook of Regional and Urban Economics. Vol. 1. ed. P. Nijkamp, 357-406. Amsterdam: North-Holland.
3. Caputo M.R., Paris Q. (2000), Comparative statics of the generalised maximum entropy estimator of the general linear model, Department of Agricultural and Resource Economics, University of California, Davis, Working Paper,
4. Commissione Europea (1999), Regolamento Comunitario N.1260/99 del 21 giugno '99.
5. Commissione per la garanzia dell'informazione statistica, (2001), "I Conti Economici Regionali: Alcune Possibili Estensioni", Rapporto di Ricerca, Presidenza del consiglio dei ministri.
6. Deming W.E. e Stephan F.F. (1940) "On a Least Squares Adjustment of a Sampled Frequency Table When the Expected Marginal Totals are Known, The Annals of Mathematical Statistics, Vol. 11, No. 4, pp. 427-444, Institute of Mathematical Statistics
7. Golan A., Judge G.G., Miller D. (1996), Maximum Entropy Econometrics: Robust Estimation with Limited Data, John Wiley & Sons.
8. ISTAT, (2006) Le tavole delle Risorse e degli impieghi e la loro trasformazione in tavole simmetriche - Nota metodologica, ISTAT Roma..
9. Kadas S.A. and Klafszky E., 1976, Estimation of the parameters in the gravity model for trip distribution: a new method and solution algorithm. Regional Sci. and Urban Economics 6 (1976), pp. 439-457.
10. Kolmogorov A. N., (1968) Logical basis for information theory and probability theory. IEEE Trans. Inform. Theory 14, pp. 662-664.
11. Kullback S. (1968), "Probability Densities with Given Marginals", The Annals of Mathematical Statistics, Vol. 39, No. 4 pp. 1236-1243, Institute of Mathematical Statistics.
12. Hartman R.S., Wheeler D., Singh M., (1997) The cost of air pollution abatement, Applied Economics, Volume 29 , pages 759 - 774
13. Leontief W., (1965), The economic impact – industrial and regional – of the arms cut. Review of Economics and Statistics, n. 43.
14. McDougall R., 1999. "Entropy Theory and RAS are Friends," GTAP Working Papers 300, Center for Global Trade Analysis, Department of Agricultural Economics, Purdue University.
15. Norton R. e Scandizzo P.L. (1981), "Market Equilibrium Computations in Activity Analysis Models", in Operations Research, vol.29, no.2.
16. Pennisi, G. and Scandizzo, P.L., (2003) Valutare l'Incertezza, L'Analisi Costi Benefici nel 21° Secolo, Giappichelli, Torino.

17. POLLIN, Robert, et al. *Green recovery: A program to create good jobs & start building a low-carbon economy*. Political Economy Research Institute, University of Massachusetts at Amherst, 2008
18. Pyatt G., Round J.I., (1979), *Social Accounting Matrix for Development Planning*, The review of Income and Wealth, series 23, n. 24.
19. Round J.I., (1985), "Decomposition Multipliers for Economic Systems Involving Regional and World Trade", in *Economic Journal*, 95, pp. 383-399.
20. Scandizzo, P.L., (1990 ) "The Estimation of Input-Output Coefficients: Methods and Problems", *Ricerche Economiche*, 44 (4), pp. 455-474.
21. Scandizzo P.L., Ferrarese C., Vezzani A., (2010) *La Matrice di Contabilità Sociale: una nuova metodologia di stima*, *Il Risparmio Review*
22. Shannon C.E., (1948) "A Mathematical Theory of Communication", *Bell System Technical Journal*, vol. 27, pp. 379-423, 623-656.
23. Sinkhorn R. (1967), Diagonal equivalence of matrices with prescribed row and column sums. *Amer. Math. Monthly* 74, pp. 402-405.
24. Snickars F, Weibull JW(1977) "A minimum information principle: Theory and practice" *Regional Science and Urban Economics* 7: 137-168
25. Stone R. e Brown A. (1962), University of Cambridge. Dept. of Applied Economics. *A computable model of economic growth*, Chapman & Hall, London
26. Theil H., (1967) "Economics and information theory", Amsterdam, North Holland
27. Thorbecke E., (2001) "The Social Accounting Matrix": Deterministic or Stochastic Concept?, Cornell University Paper.
28. Wauschkuhn U., (1982): *Anpassung von Stichproben und n-dimensionalen Tabellen an Randbedingungen*. München, Wien: R. Oldenbourg.
29. Cao Pinna, V. (a cura di) *Il sistema energetico italiano nel quadro dell'economia nazionale. Anno 1975*. Numero speciale della Rivista ENERGIA, 1980.
30. Fossati, A. (a cura di) (1991) "Equilibrio generale e simulazioni, Aspetti teorici e applicazioni al caso Italia: IVA-IRPEF-oneri sociali", Milano, Franco Angeli, 1991
31. Wolsky A.M., (1984) "Disaggregating Input-Output models", *The Review of Economics and Statistics*, Vol. 66, No. 2 (May, 1984), pp. 283-291, The MIT Press....
32. OECD/IEA, (2004) "Energy Statistics Manual" - Paris, OECD/IEA, 2004
33. Gaeta M., Baldissara B, "Il modello energetico TIMES-Italia. Struttura e dati", ENEA 2011
34. Loulou, R. et al. "Documentation for the TIMES model" Part I and Part II, 2005, IEA-ETSAP, <http://www.iea-etsap.org/web/Documentation.asp>

35. Loulou, R. et al. "Documentation for the Markal family of models", 2004, IEA-ETSAP, <http://www.iea-etsap.org/web/Documentation.asp>

Edito dall' **ENEA**  
Servizio Comunicazione

Lungotevere Thaon di Revel, 76 - 00196 Roma

*[www.enea.it](http://www.enea.it)*

Stampa: Tecnografico ENEA - CR Frascati  
Pervenuto il 3.6.2014

Finito di stampare nel mese di luglio 2014