

TITOLO CONTRIBUTO

Roberto DEL CIELLO¹, Maria VELARDI², Cecilia CAMPOREALE³

SOMMARIO

Il raggiungimento degli obiettivi al 2020 che l'UE si è fissata, il cosiddetto Pacchetto Clima-Energia, impone la predisposizione di strumenti di valutazione delle politiche e misure messe in campo dai *policy-makers*, capaci di valutare tanto la loro efficacia per la lotta al cambiamento climatico, quanto gli effetti economici, in particolare sulla crescita e sull'occupazione. Nasce, così, l'esigenza di sviluppare una metodica valutativa finalizzata a cogliere tutte quelle retroazioni che, una volta introdotto un impulso di spesa nel sistema economico, si producono all'interno della struttura produttiva, dando luogo a variazioni dei livelli di produzione anche nei settori non direttamente investiti dalla spesa e, per questa via, ad un impatto ambientale "indotto". La valutazione simultanea degli effetti dell'attuazione dei programmi sulle emissioni e sugli aggregati economici è stata possibile attraverso l'integrazione di due strumenti di contabilità: per gli aspetti economici le matrici Input-Output; per il quadro emissivo la NAMEA, dove le emissioni in atmosfera sono imputate ai settori economici. L'integrazione dei due strumenti considerati ha permesso di valutare gli effetti sulle emissioni di gas serra dei programmi afferenti al Quadro Strategico Nazionale (QSN) e finanziati con il Fondo Europeo di Sviluppo Regionale (FESR).

¹ ENEA – Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile, UTMEA – MACC, C.R. Casaccia, via Anguillarese 301, 00123, S. Maria di Galeria – Roma, e-mail: roberto.delciello@enea.it.

² ENEA.

³ ENEA.

1 Introduzione

Il presente lavoro si colloca nell'ambito di un filone di ricerca volto ad individuare una metodica valutativa degli effetti sulle emissioni di gas serra dei programmi posti in essere a livello nazionale dai *policy-makers*, ed in particolare, lo studio ha preso a riferimento il Quadro Strategico Nazionale (QSN) e i finanziamenti del Fondo Europeo di Sviluppo Regionale (FESR).

L'elaborazione di valutazioni del rapporto tra le erogazioni dei finanziamenti del QSN 2007-2013 e l'abbattimento delle emissioni di gas serra mediante approcci di tipo "bottom-up", pur presentando diversi ed importanti pregi, non consentono una valutazione dell'intero contesto economico in cui si esplica la spesa, e conseguentemente di tener conto degli effetti di impatto ambientale che da tale valutazione conseguono, cosiddetto impatto ambientale "indotto" (ENEA, 2010).

L'adozione di una metodologia di valutazione basata sull'utilizzo di matrici intersettoriali dell'economia italiana (le tavole Input-Output) integrata con la matrice di contabilità ambientale (NAMEA) ha permesso di costruire uno scenario di impatto potenziale della spesa che, tenendo conto degli effetti intersettoriali, fosse in grado di cogliere gli impatti complessivi, diretti ed indiretti, sia per quanto riguarda il quadro emissivo sia per quanto concerne l'evoluzione degli aggregati economici del Valore Aggiunto e dell'occupazione.

In particolare, è stato messo a punto il prototipo di un modello in grado di riprodurre le tavole Input-Output (IO) e NAMEA al 2020 e di valutare gli impatti attraverso la riclassificare delle risorse FESR per tipologie di intervento in modo da poter associare a tali tavole uno specifico vettore di spesa. Messi a punto gli strumenti necessari (matrici tendenziali I-O, NAMEA, vettore di spesa) il modello è in grado di stimare gli impatti potenziali che gli investimenti previsti comportano sia sul lato dei principali aggregati economici (occupazione e Valore Aggiunto) sia sul lato delle emissioni "aggiuntive" di gas serra dovute all'aumento dei livelli di attività economica innescata dai programmi.

2 Metodologia ed approccio matriciale

Il ricorso alle matrici IO-NAMEA si qualifica per l'integrazione delle conoscenze tecnico-ingegneristiche in una rappresentazione articolata della struttura produttiva del sistema economico e del rapporto tra questa e le "pressioni ambientali", in specie per ciò che attiene i dati sulla spesa di investimento. In concreto, la spesa di investimento è collegato all'articolazione settoriale della matrice IO e le indicazioni di ordine tecnologico e della struttura delle pressioni ambientali del modulo NAMEA.

La base dei dati di riferimento, sia in termini di valori di spesa che di indicazioni di impiego della spesa, è soggetta ad elementi di indeterminazione intrinseci (come quelli dettati, per esempio, dalla genericità delle indicazioni attualmente presenti nel QSN che, a loro volta, vanno ad intrecciarsi con le determinazioni di carattere tecnico-ingegneristico utilizzate nelle valutazioni “bottom-up”), così come ulteriori elementi di approssimazione nascono dal riportare i dati disaggregati ai livelli di aggregazione del sistema IO-NAMEA. A questi aspetti si sommano inoltre quelli derivanti dalla necessità di costruire, sulla base della strumentazione matriciale IO-NAMEA, delle proiezioni di scenario relative all’impatto sulle emissioni. La valutazione di *forecasting* da realizzare mediante le matrici condiziona il processo di integrazione tra dati disaggregati, matrici e ipotesi di altra natura che possano essere introdotte allo scopo.

L’importanza di un esercizio di questo tipo risiede nella possibilità offerta di avere un quadro economico-energetico-ambientale connesso ad una politica di investimento messa in atto.

Passo fondamentale diviene, dunque, l’analisi e la caratterizzazione della spesa con l’opportuna integrazione – tenuto conto della distribuzione temporale nell’intervallo di tempo considerato – con le voci settoriali della matrice IO. Una volta individuate le voci di spesa e le integrazioni settoriali, l’analisi si sposta sulle caratteristiche della struttura produttiva al fine di pervenire ad una modellizzazione della struttura delle emissioni: diversi settori e diversa efficienza ambientale. Tutti i fattori che possono contribuire a modifiche della struttura produttiva, dando luogo in ultima analisi a modificazioni della composizione settoriale dei livelli finali di attività, sono quindi in grado di modificare l’impatto dell’attività del sistema economico sulle emissioni.

Tuttavia, occorre sottolineare come l’evoluzione dell’efficienza ambientale non sia indipendente dalla dinamica strutturale del sistema economico. Infatti, nell’ambito della riflessione economica più recente, che ha riguardato le tematiche ambientali e il loro rapporto con i processi di sviluppo, si è fatto strada il concetto di dissociazione o *decoupling* tra crescita economica e pressione ambientale, divenendo l’elemento cardine per la valutazione dell’impatto ambientale dell’attività economica (Travaglini e Rugiero, 2011), la cui evoluzione è strettamente legata alle ipotesi sui processi di innovazione tecnologica.

Conseguentemente, nella messa a punto di scenari con la metodologia matriciale IO-NAMEA dovranno essere valutate ipotesi di evoluzione sia della struttura della matrice IO che della struttura dell’efficienza ambientale del sistema economico.

Le analisi presenti in letteratura sul tema dell’IO *forecasting* propongono diverse alternative finalizzate all’aggiornamento della struttura intersettoriale della matrice, come ad esempio operando sul “riproporzionamento iterativo” degli aggregati di contabilità nazionale, nel cosiddetto metodo RAS (Parikh A., 1979; Mun-Heng T, 1998) o sui cosiddetti “coefficienti tecnici” che sottendono la struttura dei flussi monetari (Israilevich P.R. et al., 1997).

2.1 Passaggi operativi

I passaggi operativi richiesti per un esercizio come quello proposto nel presente lavoro possono essere sinteticamente riassunti come segue:

- scelta dello scenario di riferimento e selezione delle ipotesi e dei dati di base (PIL, reddito disponibile delle famiglie, crescita settoriale, scenari emissioni GHG, scenari impiego prodotti energetici, vettori valore aggiunto);
- ricostruzione delle matrici Input-Output tendenziali per il 2020 e il 2030;
- ricostruzione delle matrici NAMEA tendenziali per il 2020 e il 2030, ossia allocazione delle emissioni alle attività economiche;
- ricostruzione dei vettori di spesa relativi alla realizzazione, gestione e manutenzione degli interventi.
- stima degli impatti economici (occupazione e V.A) e ambientali (emissioni aggiuntive) attraverso l'utilizzo sequenziale degli strumenti predisposti: vettori spesa – matrici I/O e moltiplicatori di impatto – NAMEA e intensità di emissione tendenziali.

In effetti, a monte dell'analisi e valutazione degli effetti di un impatto dell'azione di spesa sulle emissioni, è necessario definire e valutare un cosiddetto scenario *Business as usual* (BAU), ossia dotarsi di un metro di misura e di paragone coerente con le successive valutazioni di impatto, uno scenario tendenziale in assenza di intervento che permetta cioè di avere un quadro coerente delle caratteristiche strutturali dell'intero sistema economico e gli effetti di impatto ambientale ad esso collegati.

2.2 Lo scenario di riferimento

La scelta dello scenario di riferimento costituisce l'elemento di partenza per l'analisi in quanto da un lato fornisce le ipotesi in merito all'evoluzione degli aggregati economici necessari per la scenaristica economica, dall'altro fornisce, coerentemente con le ipotesi economiche, il quadro emissivo.

In realtà, lo scenario di riferimento costituisce un modulo esogeno rispetto al modello IO-NAMEA in quanto fornisce le ipotesi economiche necessarie per la ricostruzione delle matrici Input-Output “tendenziali” ovvero riferite all'orizzonte temporale della valutazione (ad esempio 2020 e 2030) e il quadro emissivo per lo stesso orizzonte temporale necessario alla ricostruzione della matrice NAMEA coerente con le suddette matrici I/O tendenziali.

Lo scenario di riferimento utilizzato viene generato da un modello energetico che integrando ipotesi economiche, tecnologiche e ambientali ne consente la comprensione e la considerazione della natura complessa, in quanto sistema caratterizzato da molteplici dimensioni legate tra loro da nessi di azione e retroazione.

Lo scenario (o la famiglia di scenari) che viene generato da modelli di questo tipo risponde a *“...tre rigorosi criteri scientifici: la plausibilità delle ipotesi su cui si fonda, la coerenza interna (i valori assunti dalle diverse variabili devono essere coerenti fra loro), la trasparenza (che significa che ogni scenario deve essere riproducibile)”*(Gracceva F. et al., 2004). È pertanto opportuno chiarire che, quando ci si riferisce al termine scenario, e questa considerazione vale anche per i risultati del modello messo a punto nel presente lavoro, non si intende una previsione di quello che accadrà, ma una *“rappresentazione completa e coerente di un possibile futuro, date certe ipotesi e utilizzando una data metodologia, la cui funzione primaria è quella di assistere i policy maker, aiutandoli a prendere decisioni informate circa le conseguenze di lungo periodo che, date certe condizioni e certe ipotesi, tali decisioni possono avere”* (Gracceva F. et al., 2004).

Si parte così da una “proiezione” del sistema economico nel medio periodo con l’identificazione, al suo interno, di ipotesi sulle dinamiche strutturali del sistema economico e sull’integrazione tra questa e l’ambiente.

Si possono così identificare due livelli di analisi. Il primo è riconducibile al sistema di interrelazioni settoriali della matrice, che sottendono un dato “stato della tecnologia”. Il secondo livello può essere ricondotto alle modificazioni della composizione settoriale dell’output finale dell’attività produttiva. In effetti, sul primo livello di analisi strutturale la discussione tra gli studiosi ha portato alla luce limiti importanti che risiedono nella possibilità della IO di rappresentare lo stato della tecnologia, da un lato, e di cogliere gli effetti indotti dal cambiamento tecnologico dall’altro. Tali limiti sono rilevanti non tanto sul piano concettuale quanto, soprattutto, su quello “statistico” di predisposizione delle tavole in relazione all’uso di classificazioni in settori industriali all’interno dei quali possono essere compresi tecnologie e mix produttivi differenti (Miernyk W.H., 1977; Dietzenbacher E. et al., 2004). Questa problematica si inserisce evidentemente in quella più generale che attiene alla caratteristica “dimensione aggregata” del sistema IO.

D’altra parte le possibilità di tener conto di effetti indotti dal cambiamento tecnologico sulla matrice non sono generalizzabili e debbono essere valutate in relazione a ciascun settore, alle tecnologie considerate e all’intervallo di tempo che intercorre tra due momenti di osservazione (Pan H., 2006; Parikh A., 1997). Ai fini della predisposizione e valutazione di scenari BAU appare comunque plausibile concentrare l’attenzione sulla dinamica che investe la composizione settoriale dell’output finale. Ipotesi su tale variazione possono essere mutate dall’osservazione dei dati di contabilità disponibili in serie storica nonché da ipotesi “esogene” concernenti lo sviluppo prospettico di particolari attività economiche.

Per quanto attiene l’evoluzione dell’efficienza economico-ambientale, sulla quale vi sono diverse ipotesi valutative (EEA, 2007) corrispondenti a diverse variabili del sistema economico, si è assunto che l’innovazione che si applica all’ambiente è il riflesso di una dinamica sistemica dell’innovazione (*double externalities*) (Jaffe A. et al., 2005), per cui si

ottiene una dinamica “trainata” del progresso tecnico. In questo modo, in termini generali, è stata valutata anche sotto il profilo econometrico (Mazzanti M. et al., 2009) la seguente relazione tra efficienza ambientale (emissioni per unità di Valore Aggiunto) e produttività (Valore Aggiunto per occupato):

$$\frac{E}{VA} = f\left(\frac{VA}{N}\right)$$

Tale relazione, testata su diversi inquinanti e sulla base dei dati in serie storica della contabilità NAMEA, ha in effetti portato alla luce significative relazioni tra aumenti di produttività e aumenti dell’efficienza ambientale (ossia diminuzioni del rapporto E/VA) per i diversi inquinanti. È importante naturalmente sottolineare come l’entità della relazione sia anche il portato dei livelli di aggregazione settoriale presi in considerazione.

Ai fini della messa a punto di uno scenario BAU, le specifiche relazioni di livello settoriale tra produttività ed efficienza ambientale potrebbero fornire una base di valutazione rilevante, ed in questo senso le scelte di scenario possono essere spostate su ipotesi riguardanti la produttività, o in alternativa considerare l’applicazione uniforme di una crescita tendenziale della produttività complessiva ai diversi settori.

In alternativa a relazioni come quella illustrata, i dati NAMEA offrono l’opportunità di valutare stime dell’elasticità dei livelli di emissione rispetto ai livelli produttivi dei singoli settori. Volendo seguire un’ottica di scenario quale è quella illustrata, la possibilità di mutuare ipotesi esogene sul tasso di progresso tecnologico appare tuttavia alquanto interessante e da valutare nelle sue implicazioni.

Valutazioni indirizzate direttamente alla evoluzione della domanda finale delle famiglie (usi finali: trasporto e riscaldamento) devono invece essere applicate per la proiezione di quella parte delle emissioni NAMEA non contabilizzate tra le “attività economiche”. Anche in questo caso appare comunque plausibile il ricorso a ipotesi mutate da “proiezioni tecnologiche” e, in particolare, il ricorso agli esiti degli approcci e della modellistica “bottom-up”.

2.3 Ricostruzione della matrice Input-Output tendenziali per il 2020 e il 2030

Il primo passo ha permesso di avere un quadro di riferimento sia economico che emissivo coerente. Questo è possibile poiché come detto la rappresentazione scenaristica delle emissioni di gas serra si basa sull’elaborazione di scenari evolutivi di quelle grandezze economiche e tecnologiche che ne influenzano nel tempo i livelli. Previsioni di lungo periodo, come quelle richieste per impostare un’adeguata politica di contrasto ai cambiamenti climatici, il cui orizzonte temporale copre un periodo superiore ai 20 anni, presentano naturalmente un forte grado di aleatorietà, giacché difficile risulta la ricostruzione di scenari di lungo periodo dell’economia nazionale. Si tratta tuttavia di un esercizio imprescindibile se si vogliono impostare politiche adeguate di mitigazione dei danni del cambiamento climatico;

esercizio che si concretizza con la costruzione di un possibile “scenario” tendenziale, anziché di una vera e propria “previsione” dell’evoluzione dell’economia nazionale. Come anticipato, gli scenari *tendenziali* o *business as usual* che vengono così elaborati non costituiscono delle previsioni, ma delle rappresentazioni del possibile futuro assetto economico del Paese e quindi delle sue emissioni di gas serra, definite a partire dall’assunzione di alcune ipotesi circa i processi di sviluppo di lungo periodo della struttura produttiva nazionale.

La ricostruzione delle tavole Input-Output, per ogni anno di riferimento dell’orizzonte temporale e per le diverse ipotesi di crescita economica, richiede:

- la stima della crescita settoriale del Valore Aggiunto e dell’occupazione al livello di articolazione richiesto dalle matrici Input-Output dell’ISTAT, vincolato al rispetto del tasso di crescita dell’economia nazionale posta alla base degli scenari di crescita tendenziali;
- la ricostruzione delle tavole intersettoriali dall’anno desiderato e il calcolo dei moltiplicatori di impatto diretto, indiretto ed indotto per le diverse tavole intersettoriali.

La ricostruzione del modello settoriale richiede di disaggregare la stima di crescita che è posta alla base dello scenario tendenziale, nelle 59 branche di attività (NACE *Nomenclature statistique des activités économiques dans la Communauté européenne*) o prodotti (*Classification of Products by Activities* - CPA) che costituiscono le tavole Input-Output. Tali stime vengono successivamente bilanciate con i dati provenienti dallo scenario macroeconomico di riferimento.

Per compiere la disaggregazione necessaria, si può utilizzare un modello econometrico per rendere stazionarie le serie storiche delle variabili considerate. Tale modello econometrico è costituito da 59 equazioni comportamentali e una equazione identità, data dalla somma dei differenti settori, vincolati al rispetto del tasso di crescita complessivo dell’economia nazionale, stimate in riferimento all’arco temporale 1984-2009. Il modello econometrico settoriale che si è messo a punto nel lavoro prevede la costruzione di un sistema semplificato dove il Valore Aggiunto e l’occupazione per ciascun settore vengono stimati simultaneamente, vincolati al rispetto delle compatibilità macroeconomiche dello scenario di riferimento. In particolare, il sistema di equazioni del Valore Aggiunto settoriale viene distinto a seconda che i settori siano commerciati internazionalmente (*tradable*) o meno (*non tradable*) (Treyz F. et al., 2002).

Per i primi, il sistema di equazioni assume la seguente espressione:

$$\begin{aligned}
 y_{1t} &= f(Y_t^*, Y_t^m, Tc_t P_{mt} / P_{nt}) \\
 y_{2t} &= f(Y_t^*, Y_t^m, Tc_t P_m / P_{nt}) \\
 &\dots \\
 &\dots \\
 y_{nt} &= f(Y_t^*, Y_t^m, Tc_t P_{mt} / P_{nt})
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

per i secondi sarà invece pari a:

$$\begin{aligned} y_{1t} &= f(Y_t^*, T) \\ y_{2t} &= f(Y_t^*, T) \\ &\dots \\ &\dots \\ y_{nt} &= f(Y_t^*, T) \end{aligned} \quad [2]$$

dove:

Y_t^*	PIL al tempo t
Y_t^n	Domanda mondiale al tempo t
Tc_t	Tasso di cambio al tempo t
P_m	Prezzi mondiali al tempo t
P_n	Prezzi nazionali al tempo t
T	Componente di Trend

Diversi scenari di crescita economica possono, conseguentemente, essere posti alla base della stima di crescita dell'economia nazionale ed i risultati del modello possono essere forniti sia per branca di attività economica o per prodotti (CPA) a secondo delle necessità richieste per ricostruire le matrici NAMEA.

L'occupazione è stata posta in funzione della crescita del PIL e del rapporto fra il costo del lavoro e del costo del capitale (tasso di interesse), seguendo il modello di Sylos Labini. In termini formali l'occupazione è data dalla seguente espressione:

$$L_{it} = f(y_{it}, W_t, i_t) \quad [3]$$

dove:

L_i	Occupazione del settore i al tempo t
W_t	Salari al tempo t
i_t	Tasso di interesse dei Btp decennali al tempo t

Ovviamente, le stime dei vettori del Valore Aggiunto ottenute dal modello econometrico devono essere compatibili con le stime delle variabili economiche utilizzate dallo scenario economico-energetico di riferimento. Spesso, infatti, i dati macroeconomici di tali scenari sono incompleti in quanto fanno riferimento solo ad alcune variabili economiche (PIL, reddito disponibile delle famiglie, valori aggiunti macrosettoriali) e non hanno, quindi, la capillarità di informazione necessaria né la disaggregazione nelle 59 branche di attività richieste dalla IO. Per ovviare a questo problema sono state fatte le seguenti ipotesi:

- la crescita dei consumi è stata posta in linea con la dinamica del reddito disponibile derivante dallo scenario di riferimento, ipotizzando così una propensione al risparmio costante nel periodo di riferimento;
- si è posto un vincolo alla sostenibilità della crescita, assumendo che la bilancia commerciale sia in equilibrio all'anno di ricostruzione delle matrici *input-output*. La crescita delle esportazioni dovrà quindi essere in grado di eguagliare le importazioni,

stimate a loro volta assumendo una crescita della propensione all'importazione in linea con quella proveniente dal modello econometrico;

- il volume degli investimenti viene ricavato per differenza dall'evoluzione delle altre variabili macroeconomiche.

Solo a questo punto si può procedere effettivamente alla ricostruzione delle matrici *Input-Output* dell'economia nazionale relative allo scenario tendenziale in modo da poter successivamente valutare gli impatti degli investimenti sotto il duplice effetto: interrelazioni fra i diversi settori produttivi e quadro delle emissioni di gas serra.

I modelli *Input-Output* si fondano sulla costruzione di un sistema contabile in cui i flussi di beni e servizi di un'economia sono rappresentati in una tavola a doppia entrata che riporta sulle righe gli output, ovvero le risorse che ciascun settore economico offre agli altri settori, ai consumi e alla domanda finale e sulle colonne i settori che utilizzano viceversa tali flussi. Più in dettaglio, è possibile distinguere tre sezioni all'interno della matrice:

- la *sezione delle branche produttive*, dove vengono rappresentate le transazioni interindustriali ovvero i flussi di beni e servizi intermedi affluiti dai settori di origine (nel senso delle righe) a quelli di impiego (nel senso delle colonne) come input produttivi;
- la *sezione degli impieghi finali*, che riporta i flussi di beni e servizi che dai prodotti di origine affluiscono agli utilizzatori finali (le colonne intestate a consumi - delle famiglie e del settore pubblico - investimenti ed esportazioni);
- la *sezione delle risorse primarie*, costituita dalle righe intestate al Valore Aggiunto ed alle sue componenti, dove si registrano i flussi dei redditi primari corrisposti ai fattori della produzione (lavoro e risultato operativo lordo).

In forma matriciale, il modello base input-output può così essere rappresentato:

$$\begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \dots \\ X_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \dots \\ X_n \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} Z_1 \\ Z_2 \\ \dots \\ Z_n \end{bmatrix} \quad [4]$$

che, in forma compatta, diviene:

$$X - AX + Z \Leftrightarrow (I - A)X = Z \Leftrightarrow X = (I - A)^{-1}Z \quad [5]$$

dove:

- X Vettore della produzione
- A Matrice dei coefficienti di produzione
- Z Vettore della domanda finale
- I Matrice identità

Gli elementi della matrice $(I - A)^{-1}$, nota in letteratura come matrice di Leontief, indicano il fabbisogno globale di beni e servizi generati internamente dal prodotto dell'*i*-esima riga necessario per soddisfare, direttamente ed indirettamente, una domanda finale unitaria del

prodotto j , e consente pertanto di stimare l'impatto di una variazione della domanda esogena sulla produzione, sugli input intermedi di importazione e gli input di risorse primarie.

Ai fini della presente analisi si fa riferimento al sistema delle tavole *Input-Output* fornite dall'ISTAT e aggiornate al 2007 per 59 raggruppamenti di prodotti e per 59 branche di attività produttiva (ISTAT, 2011). L'ISTAT, in conformità con il sistema europeo di contabilità nazionale Sec95 (Eurostat, 1996), produce ormai da alcuni anni le tavole delle risorse e degli impieghi (o SUT, *supply and use tables*). Le due tavole sono matrici per branca di attività economica e forniscono un quadro dettagliato dell'offerta di beni e servizi, sia di produzione interna che di importazione, nonché il loro utilizzo per usi intermedi o finali.

La prima tavola (delle risorse, o *supply*) mostra la disponibilità totale di risorse classificate per prodotto e per branca. La seconda (degli impieghi, o *use*) presenta gli impieghi dei beni e servizi per prodotto e per tipo di impiego, oltre ad illustrare il Valore Aggiunto lordo e le sue componenti. La classificazione che viene utilizzata per le branche di attività economica è la NACE-Rev.1.12 mentre la classificazione impiegata per i prodotti è la CPA3. Le due classificazioni sono completamente compatibili. Per ogni livello di aggregazione, la CPA mostra i principali prodotti delle branche di attività economica previste dalla NACE-Rev.1.1.

Al fine della valutazione dell'impatto macroeconomico esercitato da un incremento della domanda finale è necessario convertire l'asimmetrico sistema prodotto dall'ISTAT nel classico schema *leonteviano* simmetrico input-output, trasformando le informazioni "branca per prodotto" delle tavole SUT in statistiche "prodotto per prodotto" oppure in statistiche "branca per branca", che permettono di riunire in un'unica tavola le risorse e gli impieghi. Tale informazione viene tuttavia resa disponibile dall'ISTAT solo con cadenza quinquennale, l'ultima essendo relativa al 2005.

A partire dalle tavole *supply and use* ai prezzi base è possibile costruire tavole input-output simmetriche convertendo le informazioni "prodotto per branca" delle tavole SUT in statistiche "prodotto per prodotto" o "branca per branca", ricollocando nella matrice gli output e gli input delle produzioni secondarie, sulla base di alcune ipotesi assunte a priori sulle tecnologie produttive (Mantegazza S. et al., 2006).

Per ottenere una tavola simmetrica il più omogenea possibile, tutte le produzioni secondarie della matrice di produzione, e di conseguenza gli input intermedi necessari per quelle produzioni, devono essere ricollocati lungo le righe o lungo le colonne, a seconda del tipo di tavola che si intende stimare. Le tavole intersettoriali, costituiscono uno strumento essenzialmente statico di valutazione delle politiche pubbliche prestandosi quindi con qualche difficoltà ad una analisi dinamica dei cambiamenti strutturali del sistema produttivo. La necessità di ricostruire le matrici *Input-Output* al 2020 e al 2030 richiede pertanto l'adozione di metodologie in grado di endogenizzare i cambiamenti della struttura produttiva all'interno della matrice stessa.

In letteratura, le tecniche più utilizzate per l'aggiornamento delle matrici si rifanno alle *tecniche di bilanciamento biproporzionali* (Lahr M.L. et al., 2004) sviluppate grazie ai contributi di *Richard Stone*, *Michael Bacharach* e *Philips Israilevich*. In particolare, Stone ha sviluppato una particolare procedura biproporzionale di bilanciamento conosciuta con il nome RAS (Stone R., 1962; Stone R. et al., 1962). Tale procedura ha due vantaggi rispetto ad altri algoritmi:

- è un algoritmo relativamente semplice ed assicura che non vi siano valori negativi all'interno della matrice;
- può essere utilizzata in presenza di un *set* minimo di dati.

A partire dalla tavola simmetrica si può facilmente ricostruire, utilizzando l'espressione [5], la matrice dei coefficienti di attivazione che moltiplicati per i vettori di spesa, consentono di quantificare gli impatti prodotti dalla spesa sulla produzione e le diverse componenti della domanda, in termini di:

- *effetti diretti*, ovvero quegli effetti che si producono direttamente sul settore interessato dalla spesa pubblica;
- *effetti indiretti*, ovvero quegli effetti moltiplicativi che si generano a catena sul sistema economico e che sono connessi ai processi di attivazione che ciascun settore produce sugli altri settori di attività, attraverso l'acquisto di beni intermedi, semilavorati e servizi (input) che risultano necessari al processo produttivo (*effetti di tipo leonteviano*);
- *effetti indotti*. Si riferiscono all'attivazione in termini di Valore Aggiunto e occupazione generata dalle utilizzazioni dei flussi di reddito aggiuntivo conseguito dai soggetti coinvolti nella realizzazione degli interventi (*moltiplicatore keynesiano*).

Il vettore di spesa quindi rappresenta un *input* iniziale e le matrici tendenziali il “motore statistico” in grado di quantificare gli impatti delle variabili economiche significative; perché ciò avvenga occorre l'immissione dei dati relativi:

- alla tavola simmetrica dell'anno di riferimento delle stime di impatto;
- ai vettori del Valore Aggiunto e dell'occupazione all'anno di riferimento (*modulo settoriale*);
- ai vettori di spesa delle diverse tipologie di interventi;

fornendo come output gli impatti globali e settoriali su Valore Aggiunto e occupazione dovuti ad un investimento in uno o più settori.

2.4 Ricostruzione della matrice NAMEA tendenziali per il 2020 ed il 2030

A questo punto del lavoro, prende avvio la fase tre ossia la costruzione di uno scenario delle emissioni dei principali gas serra - anidride carbonica (CO₂), metano (CH₄) e protossido di azoto (N₂O) - al 2020 e 2030, secondo le caratteristiche dei conti satellite di tipo NAMEA

(*National Accounting Matrix including Environmental Accounts*), in modo tale da risultare coerente e confrontabile con lo scenario ricostruito per i dati economici.

I dati NAMEA vengono costruiti dall'ISTAT a partire dall'inventario ufficiale delle emissioni atmosferiche CORINAIR realizzato da ISPRA rendendo tali stime coerenti con dati economici, caratteristica fondamentale del conto NAMEA. Alcune differenze tra le due contabilità sono intuitive, come nel caso delle emissioni causate da fenomeni naturali che vengono ovviamente escluse. In altri casi il processo di attribuzione è meno intuitivo e scontato come per il passaggio da emissioni riferite al territorio geografico (CORINAIR) piuttosto che a quello economico (NAMEA) che porta ad aggiungere le emissioni delle unità residenti che operano all'estero ed escludere le emissioni delle unità non residenti che operano sul territorio nazionale.

Sostanzialmente la problematica che si affronta nella costruzione di questi conti, è riconducibile al passaggio da una classificazione per processi (nomenclatura SNAP97 per CORINAIR) ad una classificazione per attività economica (NACE Rev. 1.1) e per funzione di consumo delle famiglie (basata sulla COICOP) per quanto riguarda la NAMEA.

Tale passaggio di classificazione avviene in due fasi:

- associazione qualitativa tra ciascun processo della classificazione Snap97 e attività economiche/famiglie;
- allocazione quantitativa delle emissioni di ciascun processo Snap97 alle attività economiche/famiglie in cui il processo ha luogo, identificate nella fase precedente.

Per stabilire a quali attività NAMEA siano da associare le emissioni dei vari processi si tiene conto da una parte delle caratteristiche generali di ciascun processo e dei contenuti specifici delle emissioni in esso contabilizzate e dall'altra delle caratteristiche degli aggregati economici. Le associazioni possono essere univoche quando il processo è svolto nell'ambito di una sola attività NAMEA o multiple se il processo, come per trasporto, combustione e riscaldamento, è svolto nell'ambito di più attività NAMEA e necessita di una attribuzione *pro-quota* delle emissioni totali alle diverse attività in cui il processo ha luogo.

Nel caso di processi di emissione tipicamente causate dall'impiego di prodotti energetici – soprattutto processi di trasporto, combustione industriale e riscaldamento – un metodo per ripartire l'emissione complessiva del processo tra le varie attività economiche in cui il processo stesso ha luogo, è quello di utilizzare dati relativi all'impiego dei prodotti energetici (utilizzati nei processi di combustione) articolati per attività economica e tipologia di impiego in maniera corrispondente ai processi stessi (trasporto, riscaldamento, altro uso energetico, ecc.).

Dovrebbe risultare chiaro che si tratta di un processo complesso anche perché le due tipologie di classificazione sono molto diverse ed anche estremamente ampie: 95 voci per quella economica e circa 350 processi per quella delle emissioni.

2.5 Ricostruzione vettori di spesa

L'utilizzo ottimale delle matrici *Input-Output* per la valutazione degli investimenti pubblici richiede l'individuazione di vettori di spesa, articolati per branca e/o prodotto, associabili ai diversi interventi sia in fase di realizzazione (investimento), che in fase di gestione e manutenzione delle opere realizzate. Si tratta di un punto altamente critico che si traduce nella necessità di effettuare ipotesi di lavoro attinenti tanto alle attribuzioni settoriali degli input tecnico-ingegneristici, quanto alle possibili modificazioni tecnologiche e di interscambio produttivo che l'innovazione tecnologica genera nel sistema produttivo in modi e tempi diversi. La capacità di valutare correttamente gli effetti prodotti dalla spesa sostenuta sulla produzione, sul Valore Aggiunto e sull'occupazione del modello Input-Output dipende dalla possibilità di attribuire correttamente i costi dei programmi e dei progetti alle diverse voci dei prodotti previsti nella classificazione della matrice ISTAT Input-Output.

Il primo passaggio necessario consiste nella ricostruzione del quadro complessivo delle risorse finanziarie - pubbliche e private - destinate alle politiche di sviluppo che potessero a loro volta essere facilmente associate a specifici vettori di spesa. Le risorse finanziarie per singola categoria di spesa, riaggregate per macrotipologie omogenee di intervento, sono state raggruppate in dieci tipologie di intervento derivanti dall'esercizio effettuato con il QSN:

- ricerca e sviluppo;
- infrastrutture;
- energia;
- investimenti materiali delle PMI;
- ICT;
- attività di servizi;
- gestione, distribuzione e trattamento delle acque;
- gestione dei rifiuti;
- formazione;
- materiale rotabile.

Per ciascuna delle tipologie di intervento si sono stimati i vettori di spesa relativi sia alla fase di realizzazione, che alla fase di esercizio. In particolare:

- per le spese relative agli *investimenti materiali delle PMI* si è assunto che le spese di investimento si distribuiscono sulla base della composizione del vettore degli investimenti medio nazionale così come risulta dalla tavola *input-output* ISTAT relativa la 2007, al netto però degli investimenti in alcuni settori per i quali non è prevista la possibilità di concedere aiuti agli investimenti;
- per quanto riguarda gli interventi volti a migliorare *l'efficienza energetica*, la ricostruzione dei vettori di spesa è stata effettuata sulla base delle schede di intervento

elaborate da ENEA, le quali forniscono – per ciascuna tipologia di intervento – l’investimento specifico ad essa associato ed i relativi costi di esercizio;

- per le spese relative al settore dell’*energia* si sono adottate specifiche ipotesi per ciascun settore energetico sulla base dei riferimenti emersi dalla letteratura considerata e dagli incontri con gli esperti ENEA.

Per quest’ultimo settore, ossia per il settore dell’energia, la ricostruzione dei vettori di spesa per investimenti ed esercizio delle diverse fonti energetiche è stata realizzata ricorrendo alle indicazioni contenute nello studio *Employ RES* (Ragwitz M. et al., 2009). Per le spese attinenti alla ricerca e sviluppo, infrastrutture, ICT, attività di servizi, gestione, distribuzione e trattamento delle acque, gestione dei rifiuti, formazione e materiale rotabile si è ricostruito un vettore degli investimenti complessivo, attribuendo direttamente ad alcuni dei settori della matrice le spese ad essi afferenti.

2.6 Stima degli impatti economici e ambientali

Una volta messi a punto tutti gli strumenti necessari (Matrici tendenziali I/O, NAMEA, vettore di spesa) il modello è in grado di stimare gli impatti potenziali che gli investimenti previsti dal QSN comportano sia sul lato dei principali aggregati economici sia sul lato delle emissioni di gas serra.

Il vettore del Valore Aggiunto al 2020 e 2030, congiuntamente alla NAMEA elaborata per gli stessi anni, consente di ricostruire un vettore delle intensità delle emissioni (Emissione/Valore Aggiunto) che garantisce la stima delle emissioni aggiuntive attribuibili all’aumento di produzione determinato dalla spesa degli investimenti previsti.

In sostanza, una volta che si disponga di una matrice simmetrica IO (A) e di un vettore della domanda finale D , i livelli della produzione sono dati dalla classica formula:

$$X = (I - A)^{-1} * D \quad [6]$$

Dati i nuovi livelli di produzione, e disponendo di coefficienti di “intensità di emissione” rappresentati da un vettore (e), calcolati come rapporto tra i dati di emissione NAMEA di livello settoriale e i corrispondenti livelli della produzione di contabilità nazionale (coerenti con la matrice IO), i nuovi livelli delle emissioni possono essere ottenuti come:

$$X * E \quad [7]$$

Per costruzione, la metodologia si presenta nel suo complesso con le caratteristiche di un approccio “top-down”. Le voci delle attività produttive di cui si compongono le matrici IO e NAMEA (classificazione NACE delle attività economiche) rappresentano industrie o attività economiche, talvolta definite anche ad elevati livelli di aggregazione. In particolare, rispetto alle valutazioni specifiche sul rapporto tra “capacità di spesa” e caratteristiche tecnico-economiche degli impianti fornite nelle analisi “bottom-up”, la strumentazione matriciale consente di cogliere il rapporto “sistemico” tra investimenti e variazioni delle emissioni,

secondo una linea di continuità con quelli che sono in origine gli obiettivi di sviluppo previsti dagli stanziamenti dei fondi europei, permettendo di distribuire gli effetti che si potranno generare:

- durante la fase di realizzazione degli investimenti (breve periodo);
- durante la successiva fase di gestione e manutenzione degli interventi (medio e lungo periodo).

L'analisi degli effetti prodotti sulle emissioni di gas serra dagli interventi si esercitano attraverso due diversi canali causali:

- attraverso gli effetti che la spesa per investimenti genera sulla struttura produttiva, che sarà funzione non solo dei maggiori livelli di attività prodotti, ma anche dei valori di efficienza economica-ambientale che caratterizzano i settori economici attivati dagli interventi. E' evidente che un incremento dell'attività economica eserciti un impatto sul livello di emissioni, ma questo sarà diverso a secondo dei settori che saranno coinvolti, oltre che della capacità dei diversi settori di produrre/introdurre nel tempo innovazioni in grado di migliorare il loro grado di efficienza nell'utilizzo delle risorse;
- attraverso la pressione ambientale del sistema economico: quanto più si riduce tanto maggiori saranno gli interventi rivolti direttamente a limitare gli impatti negativi esercitati dalle attività economiche sui livelli di emissione, sia attraverso interventi volti a promuovere la produzione di energia da fonti rinnovabili, che attraverso la promozione d'interventi di risparmio energetico.

Questo secondo aspetto, richiede per la sua valutazione un'analisi di tipo bottom-up, ma con un apporto matriciale è possibile stimare anche gli effetti aggiuntivi sulle emissioni di gas serra generati dai maggiori livelli di attività economica indotti dalle azioni dell'intervento analizzato.

La possibilità di disporre di matrici NAMEA proiettate al futuro consente di tener conto, nella valutazione degli impatti, non solo degli incrementi di efficienza economica e di produttività individuate dalle matrici Input-Output, ma anche di una possibile traiettoria di miglioramento dell'efficienza economico-ambientale dei diversi settori dell'economia nazionale.

Sulla base delle disaggregazioni e attribuzioni delle emissioni ai settori delle matrici, è possibile ricostruire uno scenario tendenziale delle intensità emissive che tenga conto dei possibili margini di miglioramento dell'efficienza energetica settoriale, con la conseguenza che gli impatti esercitati dalle azioni degli investimenti studiati, o più in generale dalle politiche pubbliche, tendono anch'essi a mutare in linea con l'evoluzione del progresso tecnico dei settori economici interessati dall'azione pubblica.

3 Conclusioni

I primi risultati delle simulazioni condotte attraverso l'interazione dei risultati provenienti dalle matrici Input-Output, in termini di attivazione di produzione e Valore Aggiunto, con le matrici NAMEA, mostrano una stima delle emissioni aggiuntive prodotte dagli interventi del FESR 2007-2013, ottenuta rapportando l'attivazione generata in termini di Valore Aggiunto settoriale, considerando sia gli impatti diretti, che gli impatti indiretti e indotti, con i coefficienti di "intensità di emissione", calcolati come rapporto tra i dati di emissione settoriali della matrice NAMEA con i corrispondenti dati di Valore Aggiunto.

L'obiettivo è mostrare gli andamenti presunti delle emissioni di gas ad effetto serra per il periodo fino al 2020 in assenza di politiche e misure specificamente ideate per ridurre o limitare le emissioni (scenario tendenziale). L'effetto delle politiche e misure viene poi introdotto valutandone le potenzialità di riduzione delle emissioni negli intervalli temporali fino al 2020. Questo consente anche di evidenziare come si modifichi, al 2020, la struttura delle emissioni di GHG per settore di attività economica.

La metodologia così sviluppata è volta a mettere a punto una procedura di stima che, integrando diversi approcci e strumenti (modelli econometrici, matrici Input-Output, matrici NAMEA), sia in grado di predisporre degli scenari di impatto delle politiche pubbliche che ricomprendano e considerino al proprio interno tutti i meccanismi di causa e di interrelazione esistenti tra il sistema economico e il sistema ambientale.

Il risultato a cui si è giunti si sostanzia in uno strumento, sufficientemente flessibile e di facile utilizzazione, volto ad assistere le scelte decisionali dei policy maker e di valutare la dimensione degli effetti prodotti dalla spesa pubblica in termini di crescita economica, occupazione e di conseguenza sulle emissioni di gas serra.

4 Bibliografia

- ENEA, a cura di: Caminiti M.N. (2010) *Quadro Strategico Nazionale 2007 -2013. Valutazione dell'impatto potenziale dei programmi operativi FESR sulla riduzione delle emissioni di gas serra*. ENEA.
- Travaglini G., Rugiero S. (2011), Efficienza Energetica in Italia Misurazioni e impatti. In: Rapporto IRES 2011, ed. Ediesse, Roma.
- Parikh A. (1997), Forecasts of Input-Output Matrices Using the R.A.S. Method, *The Review of Economics and Statistics*, 61, 3: 477-481.
- Mun-Heng Toh (1998), The RAS Approach in Updating Input-Output Matrices: An Instrumental Variable Interpretation and Analysis of Structural Change, *Economic Systems Research*, 10,1: 63-78.

- Israilevich P.R., Hewings G. J. D., Sonis M., Schindler G.R. (1997), Forecasting Structural Change With a Regional Econometric Input-Output Model, *Journal of Regional Science*, 37, 4: 565-590.
- Gracceva F., Contaldi M. (2004), Scenari energetici italiani. Valutazione di misure di politica energetica, ENEA
- Miernyk W.H: (1997), A Projection of Technical Coefficients for Medium-Term Forecasting. In: Gossling W.F. (eds.) *Medium-Term Dynamic Forecasting: the London Input-Output conference*", Input-Output Publishing Company, London. 29-41.
- Dietzenbacher E., Lahr M.L. (eds) (2004), *Wassily Leontief and Input-Output Economics*, Cambridge University Press.
- Pan H. (2006), Dynamic and Endogenous Change of Input-Output Structure With Specific Layers of Technology, *Structural Change and Economic Dynamics*, 17: 200-223.
- EEA (2007), Environmental Input-Output Analyses based on NAMEA data. A comparative European Study on environmental pressures arising from consumption and production patterns, ETC/RWM working paper 2007/2.
- Jaffe A., Newell R., Stavins R. (2005), A tale of two market failures: technology and environmental policy, *Ecological Economics*, 54:164-174.
- Mazzanti M., Zoboli R. (2009), Environmental efficiency and labour productivity: trade-off or joint dynamics? A theoretical investigation and empirical evidence from Italy using NAMEA, *Ecological Economics*, 68,4: 925-1274.
- Treyz F., Treyz G. (2002), Assessing the regional Economic Effects of European Union Investments. E.C. Contract No. 2002.CE.16.0.AT.139, Final Report
- ISTAT (2011), Il sistema delle tavole input-output. Anni 1995-2007, Roma.
- EUROSTAT (1996), European System of Accounts ESA 1995, Luxembourg.
- Mantegazza S., Pascarella C. (2006), *Il nuovo approccio integrato ai conti nazionali – le tavole delle risorse e degli impieghi*, ISTAT, Roma.
- Lahr M.L., de Masnard L. (2004), Biproportional Techniques in Input-Output Analysis: Table Updating and Structural Analysis, *Economic Systems Research*, 16, 2.
- Stone R. (1962), Multiple classifications in social accounting, *Bulletin de l'Institut International de Statistique*, 39.
- Stone R., Brown A. (1962), A Computable Model of Economic Growth, 1, Chapman & Hall.
- Ragwitz M., Schade W., Breitschöpt B., Walz R., Helfrich N., Rathmann M., Resch G., Panzer C., Faber T., Haas R., Nathani C., Holzhey M., Konstantinaviciute I., Zagamé P., Fougereyrollas A., Le Hir B. (2009), Employ RES. The Impact of renewable energy policy on economic growth and employment in the European Union, DG Energy and Transport, European Commission, Brussels.

ABSTRACT

The UE target to 2020, called *climate change package*, fixes the instruments to evaluate policies and measures of the policy-makers both for the effectiveness on climate change and for the economic effects on growth and employments.

So, in this context, there is the need to develop an estimate methodology to consider the retroactivity which followed the introduction of an expenditure in the economic system on the productive system. All that causes a variation of productive levels also in the sectors non-directed interested on the expenditure and, in this way, on environmental impact induced.

The simultaneous evaluation of the effects of the program of investment on emissions and economic aspects is possible through the integration of two instruments: the matrix Input/Output for the economic aspects, and the matrix NAMEA for the environmental and emission aspects..

The developed methodology allows to estimate impact scenario of public policies through the integration of different approaches and instruments (econometric models, matrix Input-Output, matrix NAMEA). The integration permits to consider all mechanisms of the interrelation existing between the economic and the environmental systems.

The aim is to show the possible evolution of GHG emission to 2020 without policies and measures to reduce or limit the emissions. The effect of policies and measures is then introduced so it is possible to evaluate the potential reduction of emissions up to 2020. This may highlight as the structure of GHG emission for economic sectors can modify up to 2020.

The result is a flexible and useful instrument capable to support the decisional choices of policy-makers and to evaluate the importance of the effect linked to the public expenditure in terms of economic growth, employment and GHG emissions.