

Flussi di materia dell'economia Italiana

1. Concetti fondamentali della contabilità dei flussi di materia

L'analisi dei flussi di materia è uno strumento particolarmente utile ai fini delle politiche per la sostenibilità ambientale dello sviluppo. Una forte indicazione in tal senso è nella Strategia di azione ambientale per lo sviluppo sostenibile in Italia – approvata dal CIPE nel 2002¹ – e, a livello internazionale, nella raccomandazione sui flussi di materia e la produttività delle risorse adottata dal Consiglio dell'OCSE nel 2004². Tale tipo di analisi può essere svolta a diversi livelli di dettaglio, a seconda dell'insieme di attività e di materiali che si includono nel dominio d'interesse. Alle diverse delimitazioni del campo d'analisi corrisponde l'utilizzo di diversi strumenti statistici, atti a dare informazioni sui flussi di materiali indotti dalle attività umane, sulla circolazione della materia all'interno del sistema antropico, nonché sulla destinazione degli *output* materiali prodotti da tale sistema e sulle implicazioni ambientali dell'utilizzo della materia.

In questo contesto la Contabilità dei Flussi di Materia a livello di Intera Economia (CFM-IE)³ è un elemento di specifico rilievo, basato su un approccio di tipo olistico: attraverso una serie di conti satellite della contabilità nazionale, essa fornisce informazioni sintetiche sugli scambi fisici di una economia, offrendo in tal modo una visione complessiva dei fenomeni che sono all'origine delle pressioni ambientali. Tale tipo di informazione ha rilievo nell'ambito dell'analisi della sostenibilità di lunghissimo periodo dello sviluppo, in quanto relativa alle dimensioni fisiche complessive del sistema antropico, la cui espansione trova necessariamente un limite nella finitezza dell'ambiente naturale.

Nell'ottica della CFM-IE il sistema antropico è visto come un organismo complesso – composto da operatori, infrastrutture, etc. – caratterizzato da un vero e proprio metabolismo: le attività di tale organismo sono alimentate da flussi di materiali prelevati dall'ambiente naturale (*input*); tali materiali vengono trasformati in una miriade di modi differenti (raffinati, lavorati, bruciati ecc.) e vengono infine accumulati in *stock* di beni manufatti (edifici, infrastrutture, beni durevoli, ecc.) o restituiti al sistema naturale in forme modificate (*output*)⁴.

Dal momento che tra gli *input* e gli *output* delle attività del sistema antropico sussiste un equilibrio dovuto al principio di conservazione della massa⁵, è possibile costruire un bilancio delle quantità di materia che per sua stessa natura dà conto in maniera particolarmente significativa delle grandezze fisiche in gioco. Le grandezze incluse nei conti e negli indicatori sono espresse in termini di peso terrestre della massa coinvolta, misura alla quale sono riconducibili i dati relativi a tutti i flussi considerati. Questi non comprendono l'acqua e l'aria utilizzate in quanto tali ma non incorporate nei prodotti o nei residui (ad es. l'acqua utilizzata per l'irrigazione in agricoltura, oppure l'aria utilizzata per il raffreddamento di impianti industriali).

L'equivalenza tra i flussi espressa dal bilancio implica una significatività dell'informazione offerta dagli indicatori della CFM-IE relativi ai soli *input* che – al di là della disponibilità effettiva di bilanci di materia – va al di là della rappresentazione delle potenziali pressioni immediatamente connesse ai

¹ Delibera CIPE N. 57/2002, GU N. 255 del 30 ottobre 2002.

² *Recommendation of the Council on Material Flows and Resource Productivity*, OECD Council, 21 April 2004, OCSE, Parigi.

³ Economy-Wide Material Flow Accounting (EW-MFA) nella letteratura internazionale.

⁴ Poiché la totalità della materia utilizzata nel paese attraversa il sistema economico (fanno eccezione quantità irrisorie), è possibile fare riferimento all'insieme dei flussi di materiali causati dal sistema antropico italiano utilizzando l'espressione "flussi di materiali dell'economia italiana".

⁵ Antoine Lavoisier, *Trattato di chimica elementare*, 1789. Questo principio richiama quello per il quale *in natura nulla si crea, nulla si distrugge, tutto si trasforma*, e può essere espresso nel seguente modo: *la quantità di materia totale di un sistema chiuso rimane costante*. Tale legge vale a meno di trasformazioni della massa in energia e viceversa (secondo la ben nota equazione di Einstein), il cui effettivo contributo al bilancio in termini di peso è però trascurabile nel presente contesto.

prelievi di materiali dall'ambiente naturale e si estende al potenziale che il sistema economico ha in generale di esercitare pressioni sull'ambiente naturale. A tal proposito va osservato come tutti gli *input*, anche se accumulati in *stock*, sono prima o poi trasformati in *output* che vengono restituiti al sistema naturale, e come la stessa esistenza di *stock* (edifici, infrastrutture, ecc.) nei quali si accumulano i materiali prelevati e non restituiti all'ambiente naturale nel corso del periodo contabile costituisca un fattore di pressione sull'ambiente naturale.

E' d'altro canto da sottolineare come le informazioni che la CFM-IE fornisce in relazione al metabolismo del sistema antropico siano complementari alle informazioni che derivano da rappresentazioni dei rapporti fra economia e ambiente di tipo più tradizionale, basate su analisi più dettagliate delle diverse interazioni fra tecnosfera e sistema naturale e sulla misurazione delle specifiche pressioni ambientali generate. Tali approcci, peraltro, danno luogo a sistemi complessi di indicatori di pressione ambientale ma non consentono una visione complessiva delle dimensioni dei fenomeni indagati come quella offerta dalla CFM-IE.

Rispetto ad altre metodologie volte a fornire informazioni sulle dimensioni e il potenziale complessivo di impatto dell'economia sull'ambiente, l'approccio della CFM-IE presenta tre vantaggi fondamentali:

- certezza della base sulla quale viene fatta l'aggregazione: tutti gli scambi fisici tra l'antroposfera e l'ambiente naturale sono considerati in termini di massa e gli aggregati calcolati sono composti esclusivamente da quantità fisiche misurate in peso; sono evitate trasformazioni dubbie ed equivalenze tra fenomeni di natura differente, dal significato incerto;
- orientamento alla descrizione di fenomeni effettivi: sono in linea di principio escluse valutazioni di tipo ipotetico;
- utilizzo di concetti e definizioni propri della contabilità nazionale, fissati nello SNA93 e nel SEC95.

Le caratteristiche della CFM-IE qui richiamate rappresentano, peraltro, la condizione per poter utilizzare al meglio gli aggregati del sistema contabile per eventuali successive integrazioni dell'analisi nell'ambito di altre discipline.

A fronte di una domanda di metodi per una misura generale ed omnicomprensiva delle interazioni fra economia ed ambiente e di strumenti sintetici il cui significato sia facilmente comprensibile ed utilizzabile per valutare se le dinamiche dello sviluppo in atto siano compatibili con la sostenibilità ambientale, la CFM-IE offre un insieme articolato di **conti** e **di indicatori** derivati da detti conti. Tale insieme ha tra l'altro la caratteristica – esclusiva nell'ambito dell'informazione statistica integrata ambientale ed economica – di includere strumenti atti a fornire una valutazione della domanda complessiva di materia, al di là dei flussi immediatamente connessi alle fasi di produzione e consumo interni al sistema stesso, attraverso la considerazione dei *flussi indiretti* connessi agli scambi internazionali di prodotti. Tale tipo di valutazione costituisce un presupposto per lo studio di come gli oneri e i vantaggi derivanti dallo scambio internazionale di risorse si distribuiscono a livello globale.

I **conti** dei flussi di materia a livello di intera economia mostrano, accanto all'appropriazione delle risorse naturali da parte dell'economia del paese, anche la destinazione finale delle risorse: ciò che entra nel sistema di trasformazione, direttamente prelevato dalla natura o in provenienza dal Resto del Mondo (*Importazioni*), necessariamente ne esce o come aggiunta allo *stock* di manufatti durevoli o come scarto restituito al sistema naturale sotto forma di emissioni, reflui e così via, oltre che come *output* di prodotti verso l'estero (*Esportazioni*). I conti mostrano, attraverso una successione "in cascata", come si passi da un aggregato relativo all'acquisizione di tutte le risorse materiali necessarie alle attività del paese ad una misura dei soli materiali il cui utilizzo "finale" avviene all'interno del paese; come si pervenga – considerando anche il lato dell'*output* – ad un vero e proprio bilancio della materia che attraversa il sistema economico (*throughput*); come si possano determinare misure ulteriormente comprensive, relative alla movimentazione di materiali indotta dalle attività del paese a carico del sistema naturale globale, includendo valutazioni dei flussi di materia non incorporata in prodotti e dei flussi indirettamente dovuti alle attività del paese (ed escludendo quelli attribuibili alla domanda proveniente dall'estero).

Alcuni aggregati derivati dai conti forniscono misure complessive sui flussi di materia che alimentano il metabolismo economico e vanno a formare il sistema degli **indicatori** dei flussi di materia a livello di intera economia. Tali indicatori forniscono informazioni di sintesi sull'evoluzione delle interazioni fisiche fra tecnosfera e sistema naturale e su quanto il paese contribuisca nel tempo ai cambiamenti globali della morfologia terrestre e degli ecosistemi. Così come i conti dai quali derivano, gli indicatori sono collegati tra loro da un sistema nel quale l'inclusione oppure l'esclusione di specifiche tipologie di flussi rimanda a differenti accezioni di "uso" delle risorse, a seconda che ci si riferisca alla incorporazione della materia in prodotti o in ogni caso alla sua movimentazione, al suo utilizzo solo diretto o anche a quello indiretto, alla finalizzazione della soddisfazione della sola domanda interna o anche di quella estera. L'articolazione degli indicatori e la possibilità di rapportarli ad aggregati monetari definiti in maniera corrispondente, permette di cogliere vari aspetti delle relazioni esistenti tra valori economici e contenuti materiali dei prodotti realizzati, o di quelli utilizzati.

Nel perseguimento di uno sviluppo ecologicamente sostenibile, un obiettivo importante è il "*de-coupling*" o "*de-linking*", ovvero la separazione, o sganciamento, tra crescita economica e pressioni ambientali, sia in termini relativi (crescita degli aggregati economici di riferimento superiore a quella degli indicatori di pressione), sia soprattutto in termini assoluti (riduzione dei valori degli indicatori di pressione pur in presenza di crescita economica). Se si interpreta il *de-coupling* in termini di "*dematerializzazione*", la CFM-IE rappresenta una possibile risposta all'esigenza del decisore pubblico e della cittadinanza di avere informazioni sulla evoluzione nel tempo della entità complessiva delle interazioni fisiche dei processi economici con l'ambiente naturale, e quindi sulla direzione in cui l'economia si sta muovendo rispetto a quella auspicata per il raggiungimento dell'obiettivo della sostenibilità⁶.

2. La sequenza dei Conti e gli Indicatori: dati di base e metodi di stima

La CFM-IE è promossa in Europa da Eurostat, che nel 2000 ha predisposto, con il supporto di una Task Force della quale l'Istat fa parte, una Guida Metodologica che rappresenta il principale riferimento per la costruzione e la realizzazione dei Conti e degli Indicatori⁷.

Similmente a quanto si osserva nella Contabilità Nazionale, ove viene operata una suddivisione logica del funzionamento dell'economia in una sequenza di fasi distinte, nel sistema dei conti dei flussi di materia il ciclo della materia è suddiviso in una serie di fasi, ciascuna illustrata da un conto, per ognuna delle quali viene individuato un aggregato di riferimento, ottenuto come saldo del conto, considerato rappresentativo della fase stessa. Il sistema è strutturato in maniera da produrre tali aggregati "in cascata" e mostrare i rapporti esistenti tra le diverse misure dell'uso di risorse, ciascuna delle quali è portatrice di specifiche informazioni. Tali saldi costituiscono infatti anche l'elemento di raccordo tra le diverse fasi del ciclo, in quanto il saldo in uscita di ogni conto rappresenta la prima voce di entrata del conto successivo: il risultato della fase precedente rappresenta, in altri termini, il punto di partenza della fase successiva. Al coronamento della sequenza viene prodotto inoltre un conto, in equilibrio per definizione, che mostra l'uguaglianza tra l'ammontare della disponibilità complessiva delle risorse e l'insieme delle loro utilizzazioni. Infine, i flussi che nelle diverse fasi si riferiscono a rapporti tra residenti e non residenti vengono riportati anche uniti insieme in un conto intestato al Resto del mondo.

La sequenza completa dei conti relativi ai flussi di materia è stata prodotta dall'Istat per l'anno 1997⁸. La produzione di tali sequenze complete di conti è prevista a cadenza pluriennale. Per i conti dai quali

⁶Il "*de-coupling*" dei flussi di materia dalla crescita economica può essere valutato ponendo a confronto indicatori del nucleo centrale della contabilità nazionale e indicatori della CFM-IE tra loro corrispondenti. Si dice *relativo* quando gli indicatori economici crescono a tassi superiori a quelli con cui crescono quelli relativi ai flussi materiali, *assoluto* quando la diminuzione del rapporto è ottenuta con flussi di materia decrescenti e aggregati economici non decrescenti. Il "*de-coupling*" relativo segnala un aumento dell'efficienza del sistema antropico nell'utilizzo di materiali a fini produttivi, ma non necessariamente un miglioramento in una prospettiva ecologica, nella quale è rilevante – a parità di composizione – il livello assoluto dei flussi.

⁷Eurostat (2001) "*Economy-wide material flow accounts and derived indicators a methodological guide*", Lussemburgo.

derivano i principali indicatori di “input” e di “consumo” di materia è stata invece prodotta la serie storica annuale 1980-2004.

Nella compilazione dei conti si è proceduto in modo da garantire sia la completezza, in termini di voci incluse (a meno di alcune decisamente minori, per le quali non è risultato possibile effettuare alcuna stima) sia la continuità per i conti prodotti in serie storica. Per quanto riguarda le fonti disponibili, a seconda della copertura e della qualità, in buona parte dei casi si è reso necessario ricorrere ad una loro integrazione. Nei casi in cui si è riscontrata la indisponibilità di dati immediatamente fruibili si è proceduto alla predisposizione di metodologie di calcolo specifiche. Nella elaborazione delle stime è stato seguito un criterio prudenziale: le quantità stimate incluse nei conti e negli indicatori sono da considerare quantità minime certe. Tale scelta, volta a massimizzare la pregnanza dell’informazione fornita sulla dimensione complessiva del fenomeno, non influenza comunque l’ordine di grandezza degli indicatori né il loro andamento nel tempo, ma solo eventualmente, e peraltro in misura contenuta, il loro livello.

Di seguito vengono descritti i conti, secondo la sequenza prevista nella metodologia europea. Per ogni conto vengono indicate le fonti utilizzate distintamente per le varie componenti ; nei casi in cui sia stato necessario effettuare stime ad hoc, vengono brevemente illustrate le scelte metodologiche effettuate e le modalità di stima adottate. Infine viene richiamato il significato dell’indicatore derivato dal conto e indicato l’aggregato della contabilità nazionale monetaria più simile formalmente ad esso, con il quale può avere senso stabilire una connessione.

Conto 1 Input materiale diretto

Il primo conto è relativo all’*Input Materiale Diretto (IMD)*⁹, che rappresenta l’insieme dei materiali che entrano effettivamente nell’economia del paese, e che sono in questa utilizzati.

L’IMD è dato dalla somma della *Estrazione interna di materiali utilizzati* e delle importazioni.

L’estrazione interna di materiali utilizzati comprende tutte le quantità di materia prelevate dall’ambiente naturale del paese per essere incorporate in prodotti. Fa parte, ad esempio, di tale aggregato tutto il minerale ferroso che esce dalla miniera, comprese le parti o componenti di esso che vengono successivamente scartate nel processo di raffinazione. Non è invece contabilizzata – benché venga movimentata nel corso delle attività economiche – la terra rimossa per accedere al minerale commercializzabile.

All’interno della Estrazione interna di materiali utilizzati si distinguono le seguenti tipologie di materiali: *combustibili fossili, minerali non energetici e biomasse*.

Per quanto riguarda i dati sull’estrazione interna di combustibili fossili, le fonti dei dati di base sono rappresentate dall’Istat, dal Ministero per lo Sviluppo Economico e dall’Eni S.p.A.

Le stime relative ai minerali non energetici sono il frutto del confronto tra diverse fonti. Questi minerali sono classificabili in:

- *metalliferi* (prodotti della divisione ATECO 13);
- *da costruzione* (prodotti dei gruppi ATECO 14.1 e 14.2 e quantità di terra da scavo riutilizzate nelle attività di costruzione);
- *industriali* (prodotti dei gruppi ATECO 14.3, 14.4 e 14.5).

Per i primi e gli ultimi, le fonti dei dati di base posti a confronto sono l’Istat e il Ministero per lo Sviluppo Economico. Per quanto riguarda i minerali da costruzione si è reso necessario operare una

⁸ La metodologia europea prevede in teoria anche un conto degli *stock* accumulati nell’antroposfera, ma si tratta di un conto ancora mai realizzato in alcun paese.

⁹ *Direct material input (DMI)* nella Guida Metodologica dell’Eurostat.

integrazione delle informazioni disponibili, piuttosto incomplete, mediante l'utilizzo di due moduli di stima distinti:

- per la componente dell'estrazione di *minerali da cava*, l'indagine PRODCOM ha reso disponibile per gli anni più recenti (dal 1997 in poi) dati relativi alle quantità fisiche prodotte di tali materiali, espresse in unità di peso. Tuttavia, poiché l'indagine non copre il totale della produzione nazionale, escludendo dalla rilevazione le imprese con un numero di addetti inferiore a tre, tali dati sono stati integrati sulla base del confronto – operato al massimo livello di dettaglio possibile (ATECO a 5 cifre) – tra il valore dei prodotti venduti risultante dalla PRODCOM e il corrispondente valore risultante dall'elaborazione delle diverse fonti disponibili che viene effettuata in Istat ai fini della costruzione dei conti economici nazionali. Per gli anni 1980-1998, inoltre, è stata effettuata una stima sulla base dei dati relativi alle produzioni delle singole province, riportati in una indagine congiunta Istat-Ministero dell'Industria, Commercio e Artigianato; i numerosi dati mancanti sono stati imputati sulla base di indicatori del livello di attività edilizia, dei lavori pubblici, nonché dell'offerta locale dei materiali d'interesse, mediante l'utilizzo di un modello econometrico. Il confronto tra i risultati ottenuti con i due metodi per gli anni di sovrapposizione (1997 e 1998), e il riporto a coerenza dell'intera serie storica sulla base di tale confronto completano la procedura seguita.
- per la componente della *terra da scavo riutilizzata*, ad una stima complessiva delle quantità totali di terra rimossa nelle diverse attività di costruzione è stato applicato un coefficiente di riutilizzo calcolato sulla base dei dati relativi alla destinazione di questo tipo di rifiuto pubblicati dall'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici (APAT); a sua volta il calcolo delle quantità totali di terra rimossa è stato fatto separatamente per la costruzione di ferrovie, strade ed edifici. Per quanto riguarda le prime, sono stati utilizzati i dati forniti dalla Rete Ferroviaria Italiana (RFI). Per gli scavi realizzati nella costruzione di strade e di edifici (superfici di nuova edificazione) la quantità è stata inizialmente determinata in termini di volume, sulla base di due diversi modelli di stima, e poi opportunamente trasformata in unità di peso. Per le strade la stima, che riguarda solo i tratti costruiti in galleria, è stata effettuata sulla base di dati forniti dall'ANAS S.p.a.. Per gli edifici la stima è stata effettuata a partire da valutazioni delle superfici coperte basate sui dati dell'indagine Istat sull'attività edilizia; tali valutazioni sono state integrate in maniera da considerare anche le attività non coperte dalla rilevazione, grazie alle informazioni fornite dal Centro Ricerche Economiche Sociali di Mercato per l'Edilizia ed il Territorio (CRESME). Dalle superfici si è passati al volume degli scavi sulla base di coefficienti ingegneristici che ne esprimono la profondità, a seconda del numero di piani del fabbricato e del livello di rischio sismico del comune ove questo sorge.

La componente biomasse della Estrazione interna di materiali utilizzati è calcolata sulla base delle statistiche Istat sulla produzione agricola¹⁰, la produzione forestale e la pesca.

Per quanto riguarda le importazioni, i dati in unità fisiche sono forniti dalle Statistiche del Commercio con l'estero dell'Istat. I beni importati vengono considerati nel conto dell'IMD secondo il peso effettivo. I dati disponibili sono pressoché esaustivi, riguardando tutti i beni materiali importati ad esclusione soltanto di una parte degli imballaggi, in particolare delle scatole e degli involucri più esterni che accompagnano i beni nel trasporto.

Nell'ambito delle importazioni, sono stati distinti l'insieme delle *materie prime* e dei *prodotti semilavorati* e quello dei *prodotti finiti*. Tale distinzione è stata effettuata finora solo per l'anno 1997, anno per il quale è stata prodotta l'intera sequenza dei conti, in quanto tale distinzione è funzionale al

¹⁰ In particolare per quanto attiene le coltivazioni foraggere, le quantità stimate in peso tal quale per le precedenti serie storiche, sono oggi stimate ad un contenuto di umidità standard del 15%, secondo le raccomandazioni di Eurostat (EW-MFA Guide for beginners – Eurostat 2006). A seguito di tale revisione, le stime dei materiali utilizzati da raccolta di biomasse per la parte relativa alle produzioni agricole hanno subito una riduzione pari in media al 33% (61,5 milioni di tonnellate) per ciascun anno della serie storica 1980-2004. Poiché i materiali utilizzati da raccolta di biomasse relativi alle produzioni agricole, rappresentavano in media prima della revisione l'83% del totale materiali utilizzati da raccolta di biomasse, anche quest'ultima voce risulta significativamente ridotta.

calcolo dei materiali accumulati in *stock* (conto 5). Sono stati considerati appartenenti al primo insieme tutti i prodotti destinati ad utilizzi intermedi, mentre a quello dei prodotti finiti sono stati attribuiti i soli beni destinati ad utilizzi finali.

L'indicatore IMD derivato dal conto misura l'*input* diretto di materiali che nell'anno di riferimento sono stati effettivamente utilizzati dal sistema economico, vale a dire tutte le risorse prelevate dall'ambiente naturale del territorio nazionale e i prodotti importati che sono stati impiegati nelle attività del paese, sia di produzione che di consumo. Per questo indicatore non vale la proprietà additiva: volendo determinare, ad esempio, l'IMD della Unione Europea occorrerebbe sottrarre dalla somma degli IMD dei paesi membri i flussi del commercio estero intra-Ue.

L'IMD è formalmente analogo all'aggregato monetario relativo alle risorse totali disponibili, vale a dire Pil più il valore delle importazioni, e può essere confrontato con questo aggregato al fine di valutare in un'analisi diacronica la presenza o meno di "*de-coupling*". L'entità dei fenomeni di dematerializzazione in rapporto al Pil può essere invece valutata in termini di rapporto tra Estrazione interna di materiali utilizzati e Pil.

Conto 2 Consumo materiale interno

Il secondo conto è relativo al *Consumo materiale interno* (CMI)¹¹, che si ottiene sottraendo all'IMD, calcolato nel precedente conto, il peso effettivo delle esportazioni.

I dati sulle esportazioni in unità fisiche sono forniti dalle Statistiche del Commercio con l'estero dell'Istat: come per le importazioni, tali dati sono esaustivi a meno degli imballaggi più esterni.

L'indicatore CMI derivato dal conto rappresenta un indicatore di "consumo" di materia riferito ai soli usi interni della materia. Poiché esclude le quantità esportate, il CMI comprende tutti e soli i materiali, provenienti dall'estrazione interna oppure dall'estero, che restano nel paese e che vengono accumulati in *stock* o trasformati in rifiuti, emissioni ecc.

A differenza dell'IMD, il CMI gode della proprietà additiva.

Il CMI è formalmente analogo all'aggregato monetario relativo al totale delle risorse per usi interni, vale a dire il Pil più il valore delle importazioni meno quello delle esportazioni, e può essere confrontato con questo aggregato. Ciò consente di valutare negli anni la relazione esistente fra il peso dei materiali che fisicamente restano nel paese ed il valore dei beni nei quali essi sono incorporati nonché dei servizi per i quali sono utilizzati, e di valutare in un'analisi di medio e lungo periodo la presenza o meno di "*de-coupling*".

Conto 3 Bilancia commerciale fisica

Il terzo conto è relativo alla *Bilancia Commerciale Fisica* (BCF)¹², che si ottiene sottraendo dal peso effettivo delle importazioni quello delle esportazioni. Calcolando la differenza fra la materia che entra nel paese e quella che esce per effetto del commercio estero, tale conto presenta come saldo un *surplus* – in termini fisici – quando le importazioni eccedono le esportazioni, ovvero quando si verifica una importazione netta di materia, oppure alternativamente un *deficit* – sempre in termini fisici – quando le esportazioni superano le importazioni, ovvero quando si verifica un'esportazione netta di materia.

I dati relativi alle importazioni ed alle esportazioni in unità fisiche, forniti dalle Statistiche del Commercio con l'estero dell'Istat, sono gli stessi utilizzati nei precedenti conti.

L'indicatore BCF derivato dal conto fornisce una prima indicazione sul ruolo ricoperto dal paese in relazione alla divisione internazionale dell'estrazione e dell'utilizzo delle risorse naturali, dando un'informazione sul divario esistente tra l'uso totale di materia da parte del paese e la estrazione

¹¹ *Direct material consumption (DMC)* nella Guida Metodologica dell'Eurostat.

¹² *Physical trade balance (PTB)* nella Guida Metodologica dell'Eurostat.

dall'ambiente naturale del paese stesso. In tal senso l'indicatore costituisce una misura del grado di squilibrio esistente fra utilizzo di risorse naturali e disponibilità interna delle stesse, indicando una eventuale dipendenza dall'estero nell'acquisizione di risorse naturali oppure una funzione di fornitore netto di tali risorse.

La BCF è formalmente analoga alla Bilancia Commerciale dei conti nazionali monetari.

Conto 4 Output interno trasformato

Il quarto conto è relativo all'*Output Interno Trasformato* (OIT)¹³, aggregato che include tutti gli *output* dei processi di produzione e consumo che sono diretti verso la natura. Non sono compresi in tale conto gli *output* diretti alla tecnosfera, ovvero i beni di consumo durevoli e di investimento, che rappresentano aggiunte agli *stock* prodotti, e le esportazioni.

L'OIT è dato dalla somma delle voci *Emissioni e rifiuti* ed *Utilizzi dissipativi di prodotti e perdite*. La maggior parte dei dati di base necessari per il calcolo degli aggregati è reperibile presso le fonti statistiche ufficiali, ma in alcuni casi è stato necessario sviluppare metodi stima ad hoc.

La voce *Emissioni e rifiuti* è a sua volta disaggregata in *Emissioni in atmosfera*, *Emissioni nelle acque* e *Rifiuti deposti in discarica*.

Per quanto riguarda le quantità delle emissioni in atmosfera è stata effettuata una selezione dei processi inquinanti rilevanti sulla base della SNAP 97 (Standard Nomenclature for Air Pollution), classificazione utilizzata nel database CORINAIR italiano¹⁴, l'inventario nazionale delle emissioni in atmosfera dal quale sono stati tratti i dati di base.

Le emissioni nelle acque sono state stimate sulla base di informazioni fornite dall'Istituto per la Ricerca sulle Acque (IRSA) del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR).

Per quanto concerne i rifiuti deposti in discarica i dati di base sono stati tratti dai Rapporti sui Rifiuti dell'APAT¹⁵.

Per il calcolo degli utilizzi dissipativi di prodotti e delle perdite dissipative, cioè dei flussi di materiali dispersi nell'ambiente a seguito dell'utilizzo di prodotti, diverse sono le fonti utilizzate in relazione alle varie tipologie. I dati di base provengono da indagini Istat (fertilizzanti, compost e pesticidi), dalla FAO (semi) e dall'APAT (solventi). Per la stima delle quantità di letame sparse sul suolo sono state innanzitutto determinate le quantità di letame prodotto, mediante l'elaborazione di dati forniti dalle indagini Istat sulla consistenza numerica delle diverse specie di bestiame e l'utilizzo di pesi medi e coefficienti tecnici¹⁶; a partire dalle quantità prodotte, informazioni fornite dall'IRSA hanno quindi permesso di determinare la quantità sparsa sul suolo. Elaborazioni delle statistiche relative alla quantità e alla destinazione dei fanghi prodotti negli impianti di depurazione hanno permesso inoltre di determinare ulteriori componenti, quantitativamente minori, degli utilizzi dissipativi. Quanto alle perdite dissipative, sono incluse nel conto solo le perdite gassose associate prevalentemente a processi di estrazione e distribuzione di combustibili. Anche queste quantità vengono stimate nell'ambito del CORINAIR italiano.

¹³ *Domestic processed output (DPO)* nella Guida Metodologica dell'Eurostat.

¹⁴ Nell'ambito del CORINAIR l'APAT stima le emissioni provenienti da oltre 300 attività antropiche e biogeniche; tali stime sono alla base delle comunicazioni ufficiali dell'Italia sulle emissioni.

¹⁵ Secondo quanto previsto dalla metodologia europea, è possibile una duplice modalità per il trattamento contabile dei rifiuti: ove possibile, vanno distinte le discariche gestite dall'uomo da quelle non gestite, e in tal caso solo la materia che viene deposta nelle seconde è considerata un *output* verso la natura, in quanto si tratta di materia che esce dal controllo dell'uomo; altrimenti, i rifiuti vengono tutti inseriti nel conto dell'OIT. Nell'applicazione al caso italiano è stata adottata la seconda opzione, data la mancanza di informazioni sufficienti ad operare la distinzione.

¹⁶ Questi sono stati derivati da Valenzano F., Nappi P., Consiglio M. (2000) *I rifiuti del comparto agricolo – Tipologia e coefficienti di produzione*, RTI CTN_RIF 2/2000, ANPA, Roma.

L'indicatore OIT derivato dal conto misura il totale delle quantità di materiali restituiti alla natura sotto forma di emissioni, rifiuti, usi dissipativi e perdite. E' importante sottolineare che tale indicatore considera tra i flussi di materiali in output ai diversi stadi della produzione e del consumo solo quelli diretti alla natura e non quelli diretti alla tecnosfera, né nell'ambito del paese – caso cui è dedicato il conto successivo – né nell'ambito del Resto del Mondo (esportazioni).

Conto 5 Accrescimento netto degli stock

Il quinto conto determina l'*Accrescimento netto degli stock* (ANS)¹⁷, ovvero l'insieme degli *output* della produzione che vengono immobilizzati nella tecnosfera del paese.

Due sono i possibili metodi di calcolo previsti dalla Guida Metodologica dell'Eurostat, uno indiretto e uno diretto.

Con il calcolo secondo il metodo indiretto (conto 5a) si perviene alla stima ANS_1 quale saldo fra il totale dei materiali utilizzati – al netto di quelli esportati – ed il totale dei materiali restituiti all'ambiente naturale.

La base di partenza per la compilazione di questo conto è costituita dal CMI per il lato delle risorse e dall'OIT per quello degli impieghi, ma affinché il conto sia correttamente bilanciato si rende necessaria l'introduzione sia dal lato delle risorse che da quello degli impieghi di alcune voci ausiliarie, contabilizzate separatamente. Occorre tener conto, infatti, che parte della materia di cui sono costituiti gli *output* compresi nell'OIT non è compresa nel CMI (non lo è ad esempio l'ossigeno atmosferico inglobato negli ossidi delle emissioni da processi di combustione), e non tutta la materia compresa nel CMI è trasformata in *output* compresi nell'OIT o accumulata in *stock* (ad esempio l'idrogeno contenuto nel vapore d'acqua risultante dai processi di combustione proviene da materiali inclusi nel CMI, ma il vapore non è compreso nell'OIT)¹⁸. Dal lato degli *input*, tali voci ausiliarie sono rappresentate da *Ossigeno per la combustione*, *Azoto per le emissioni da combustione*, *Ossigeno per la respirazione*, *Aria per la decomposizione del letame*, *Acqua per l'abbeveraggio del bestiame*. La metodologia di stima è composta da diversi moduli. Essa si basa, per quanto riguarda gli elementi presenti nelle emissioni atmosferiche, su equivalenze stechiometriche; per quanto riguarda il consumo di ossigeno nella respirazione umana, su coefficienti forniti dall'Istituto Nazionale di Ricerca per gli Alimenti e la Nutrizione (INRAN); per quanto riguarda l'ossigeno respirato e l'acqua bevuta dagli animali allevati, i coefficienti sono stati tratti da uno studio dell'Istituto di Merceologia dell'Università di Bari¹⁹. Dal lato degli *output*, le voci ausiliarie sono *Vapore d'acqua dalla combustione* (derivante dall'acqua contenuta nei combustibili e dalla combinazione dell'ossigeno atmosferico con l'idrogeno contenuto nei combustibili) e *Vapore d'acqua dalla respirazione di esseri umani e bestiame*. Le stime sono state prodotte attraverso l'utilizzo delle equivalenze stechiometriche e di coefficienti specifici, sulla base di informazioni fornite dall'APAT, dall'INRAN e dall'Istituto di Merceologia dell'Università di Bari.

La stima che si ottiene con il metodo indiretto – ANS_1 – è, per costruzione, una grandezza residuale. In alternativa ad essa, attraverso il calcolo diretto delle varie componenti dell'ASN (conto 5b) si perviene alla stima ANS_2. È questo il dato che viene inserito nel Bilancio dei Flussi Materiali Diretti (conto 7), il conto complessivo dei flussi che attraversano il sistema antropico del paese. In tal modo è possibile sfruttare la legge di conservazione della massa ai fini di una verifica dei risultati ottenuti, laddove se si utilizzasse la stima ANS_1 il conto 7 risulterebbe bilanciato per costruzione ma potrebbe nascondere errori.

Nel calcolo secondo il metodo diretto la crescita fisica dell'organismo economico è data dall'accrescimento netto delle seguenti componenti: *Infrastrutture di trasporto ed edifici*, *Macchinari*,

¹⁷ *Net additions to stocks (NAS)* nella Guida Metodologica dell'Eurostat.

¹⁸ Gli *input* ausiliari sono in gran parte identificabili con gli "*Ecosystem Inputs*" discussi nel cap. 3 del manuale SEEA (United Nations et alii). Gli *output* ausiliari rientrano, in tale manuale, nella categoria dei "*Residuals*" insieme a rifiuti ed emissioni, non essendo in esso identificata una categoria specifica corrispondente.

¹⁹ E. M. Pizzoli Mazzacane et al. *Material Flows in the Zootechnical Cycle in Italy 1994*, Università di Bari, 2002.

*Altri beni durevoli, Variazione delle scorte ed Animali vivi*²⁰. Per le prime tre di tali voci, l'accrescimento netto è stato determinato come differenza tra le quantità aggiunte ai diversi *stock* (accrescimento lordo) e le quantità sottratte (demolizioni e dismissioni).

La stima dell'accrescimento lordo di queste voci è stata effettuata mediante una sequenza di operazioni:

- punto di partenza della procedura sono i dati dell'indagine PRODCOM che per i diversi beni forniscono informazioni sulle quantità prodotte e commercializzate dalle imprese operanti in Italia, espresse sia in termini monetari che fisici, sebbene in molti casi in unità di misura diverse dal peso, come ad esempio numero di pezzi, unità di lunghezza, di superficie o di volume;
- sulla base della corrispondenza tra tali beni e quelli presenti nelle statistiche sul commercio con l'estero, tutti i dati forniti dall'indagine PRODCOM sono stati ricondotti ad unità di peso omogenee;
- poiché l'indagine PRODCOM non copre il totale della produzione nazionale, escludendo dalla rilevazione le imprese con un numero inferiore a tre addetti, i dati sui beni prodotti e commercializzati sono stati integrati (come già riportato sopra per quanto riguarda i materiali estratti dalle cave) sulla base dei risultati di elaborazioni che vengono effettuate in Istat per i conti economici nazionali, operando al livello di aggregazione dato dalle attività ATECO a 4 cifre;
- è stato quindi calcolato il totale delle risorse disponibili per usi interni per attività economica produttrice: per ciascuna attività alla produzione nazionale commercializzata sono state sommate le importazioni e detratte le esportazioni corrispondenti; tale totale è stato quindi ripartito tra i diversi beni prodotti da ciascuna categoria di attività economica in maniera da poter operare nuovamente al livello di dettaglio proprio della PRODCOM;
- sulla base, anche in questo caso, delle stesse informazioni utilizzate nel nucleo centrale della contabilità nazionale, è stata determinata la quantità di ciascun bene che va a ciascuna destinazione d'uso: consumo intermedio, investimenti e consumo finale;
- i consumi intermedi dei beni che sono tipicamente utilizzati come input nelle attività di costruzione (non coperte dall'indagine PRODCOM) sono stati utilizzati per determinare l'accrescimento delle infrastrutture di trasporto e degli edifici;
- tutti i beni destinati agli investimenti sono stati considerati aggiunte lorde agli *stock*; questa parte costituisce l'insieme dei macchinari;
- tra i beni destinati ai consumi finali sono stati individuati i beni durevoli e quindi inclusi tra le aggiunte lorde agli *stock*²¹.

Per stimare la diminuzione degli *stock* per demolizione e dismissione, per le prime tre voci del conto 5b, sono stati utilizzati dati di fonte APAT.

Anche la variazione delle scorte è stata determinata a partire dai dati dell'indagine PRODCOM, come differenza tra le quantità prodotte e quelle vendute, integrate come sopra descritto.

La variazione della quantità di materia incorporata negli animali vivi è stata stimata come differenza tra gli *stock* presenti alla fine e all'inizio del periodo contabile, sulla base di dati forniti dalle indagini Istat sulla consistenza numerica delle diverse specie di bestiame.

L'indicatore derivato dal conto dell'ANS misura la crescita fisica del sistema antropico. L'accumulazione di materiali sottratti al sistema naturale in *stock* di manufatti rappresenta una trasformazione permanente non solo delle risorse naturali in questi incorporate ma anche del territorio e del paesaggio su cui essi insistono; il ciclo delle acque, ad esempio, risulta modificato dalla

²⁰ L'inclusione esplicita nel conto della componente *Animali vivi* rappresenta una scelta operativa dell'Istat, coerente con i principi della Guida Metodologica dell'Eurostat 2001; gli animali allevati sono infatti considerati parte della tecnosfera.

²¹ I beni non durevoli si trasformano in rifiuti o emissioni entro l'anno.

impermeabilizzazione delle superfici, mentre la biodiversità è messa in pericolo dalla presenza di strade ed altre costruzioni. La valenza dell'indicatore è connessa in particolare al fatto che la crescita fisica della tecnosfera in un ambiente limitato quale è il territorio di un paese è tanto più significativa ecologicamente quanto maggiore il grado di saturazione antropica già raggiunto dal territorio in questione.

All'ANS corrispondono, nell'ambito delle grandezze monetarie, gli Investimenti netti.

Conto 6 Consistenze degli stock

Il sesto conto, relativo alle *Consistenze degli stock*²², al momento non è stato costruito per l'Italia. Tale conto non risulta peraltro ancora disponibile per alcun paese, date le generali difficoltà di stima e le connesse incertezze.

Conto 7 Bilancio dei flussi materiali diretti

Il settimo conto presenta il *Bilancio dei Flussi Materiali Diretti*²³. Esso riassume gran parte delle informazioni presenti nei conti precedenti.

Il conto è così strutturato: dal lato delle risorse si trovano tutte le voci che compongono l'IMD (estrazione interna ed importazioni) più gli *input* ausiliari, mentre dal lato degli impieghi si hanno l'OIT, le esportazioni, l'ANS e gli *output* ausiliari.

Disponendo della stima diretta dell'accrescimento netto degli *stock*, il bilancio consente di effettuare una verifica di coerenza delle informazioni presenti nei conti e di individuare una *Discrepanza statistica* fra gli *input* e gli *output* contabilizzati²⁴.

La discrepanza statistica rivela la presenza di eventuali errori ed omissioni nella quantificazione delle grandezze che concorrono al bilancio. Essa è infatti il risultato cumulato delle imprecisioni dovute all'indisponibilità di alcuni dati, alle imperfezioni di quelli disponibili, e all'approssimazione delle stime²⁵.

Il bilancio complessivo dei flussi materiali diretti è formalmente analogo al Conto di equilibrio dei beni e servizi del nucleo centrale della Contabilità nazionale.

Conto 8 Materiali inutilizzati di estrazione interna

L'ottavo conto illustra i *Materiali inutilizzati di estrazione interna* (MIEI)²⁶, ovvero i materiali che vengono estratti dall'ambiente naturale intenzionalmente ma non per essere utilizzati. Si tratta di materiali che non sono incorporati in prodotti, la cui movimentazione è funzionale al prelievo di materiali utili o comunque allo svolgimento di attività antropiche (tipicamente, di quelle di costruzione).

Tre sono le tipologie di materiali incluse in tale conto, differenziate a seconda della provenienza: da *raccolta di biomasse* (scarti derivanti da attività agricole, forestali e di pesca), da *attività minerarie e di*

²² *Physical stock account* nella Guida Metodologica dell'Eurostat.

²³ *Direct material flow balance* nella Guida Metodologica dell'Eurostat.

²⁴ Tale discrepanza è per costruzione uguale alla differenza fra le stime dell'Accrescimento netto degli stock ottenute con il metodo indiretto e con il metodo diretto (ANS_1 e ANS 2 rispettivamente).

²⁵ La discrepanza non misura però l'entità degli errori: questi, ad esempio, potrebbero essere di segno opposto in voci che compaiono in uno stesso lato del conto, o dello stesso segno in voci che compaiono sui due lati opposti, e in tal caso si compenserebbero l'un l'altro, almeno parzialmente.

²⁶ *Unused domestic extraction (UDE)* nella Guida Metodologica dell'Eurostat.

cava (materiali di risulta derivanti dall'estrazione di combustibili fossili e minerali non energetici), e da *scavi* (suolo e roccia non riutilizzati risultanti dalla costruzione di edifici, strade e ferrovie).

Ognuna di tali voci compare con poste uguali sia dal lato delle risorse che da quello degli impieghi del conto, essendo tali materiali restituiti all'ambiente naturale immediatamente dopo l'estrazione e senza aver subito alcuna ulteriore trasformazione intenzionale, salvo eventualmente quelle necessarie al trasporto nel sito di smaltimento.

Il calcolo dei flussi di materiali inutilizzati è basato su vari metodi di stima e su una significativa integrazione di fonti diverse, resa necessaria dalla indisponibilità di dati immediatamente fruibili. Accertata l'indisponibilità di fonti di dati specifiche e la insufficiente copertura di alcune esistenti, si è proceduto a determinare le quantità di materiali inutilizzati mediante coefficienti tecnici da applicare alle corrispondenti quantità di materiali utilizzati estratti o ad altri indicatori di livello delle attività che generano i flussi dei materiali inutilizzati. Ogni qualvolta i dati disponibili lo hanno reso possibile, sono state messe a punto metodologie *ad hoc* per costruire tali coefficienti tecnici sulla base dell'evidenza specificamente disponibile per il caso italiano. Per le attività per le quali ciò non è stato possibile, si è ricorso a coefficienti reperiti nella letteratura internazionale.

La stima delle quantità di materiali inutilizzati da raccolta di biomasse include i flussi derivanti dall'*Agricoltura*, dalle *Foreste* e dalla *Pesca*: tali flussi sono stati calcolati in peso secco. In particolare:

- i materiali inutilizzati provenienti dall'agricoltura sono rappresentati dalle parti delle piante che rimangono come scarto da smaltire dopo la raccolta delle parti commercializzabili. In mancanza di dati di base sulle quantità di tali materiali, è stata sviluppata una procedura di stima *ad hoc* che tiene conto delle differenze esistenti fra le principali *cultivar* e specie presenti nelle diverse aree d'Italia, nonché le peculiarità agronomiche e climatiche del territorio. Tale procedura è basata su due passaggi. In un primo passaggio le quantità dei materiali utilizzati, tratte dalle statistiche dell'Istat sulla produzione raccolta, sono state trasformate in peso secco, attraverso un set di coefficienti costruito sulla base di dati disponibili in letteratura (studi effettuati dalla FAO e da diverse Università europee) e determinati per ogni prodotto raccolto. Successivamente, partendo dalle quantità raccolte espresse in peso secco, i flussi di materiali inutilizzati sono stati determinati per i diversi prodotti applicando un ulteriore set di coefficienti calcolati *ad hoc* sulla base di informazioni tecniche reperite su manuali specialistici. Rispetto alle precedenti serie storiche, la serie 1980-2004, incorpora una revisione che integra le quantità stimate in base alla metodologia sopra descritta tenendo conto della differenza che può sussistere fra le quantità prodotte e le quantità raccolte per i diversi prodotti in ciascun anno.
- i flussi inutilizzati provenienti dalle foreste consistono nei rami più piccoli e nel fogliame che rimangono a terra dopo che gli alberi sono stati abbattuti; essi sono dati dalle "perdite di lavorazione in foresta", le cui statistiche sono pubblicate dall'Istat²⁷;
- per calcolare i flussi di materiali inutilizzati provenienti dalle attività della pesca è stato utilizzato un coefficiente tratto dalla letteratura²⁸.

Per quanto attiene alle attività di estrazione da attività minerarie e di cava (attività appartenenti alla sezione ATECO C), sono stati derivati coefficienti specifici per:

- l'estrazione di petrolio e gas naturale dal territorio italiano. Tali coefficienti sono stati calcolati per gli anni dal 1997 in poi su base annua come rapporto fra le quantità di rifiuti prodotti dalla estrazione e le quantità estratte (i dati pubblicati dall'Eni S.p.A. sono stati utilizzati quale *proxy* per il totale); per gli anni precedenti (1980-1996) è stata adottata distintamente per il gas ed il petrolio una media ponderata dei coefficienti calcolati su base annua per gli anni 1997-2001, assumendo come pesi le quantità dei materiali estratti in tali anni;
- i materiali prodotti dalle attività di cava. Il calcolo è stato fatto distintamente per i gruppi di attività *Estrazione di pietra* (ATECO 14.1) ed *Estrazione di ghiaia, sabbia e argilla* (ATECO

²⁷ La procedura di stima retrostante tali statistiche è simile a quella sopra descritta per gli scarti dell'agricoltura.

²⁸ S. Bringezu and H. Schuetz, *EEA Technical Report n. 56*, Wuppertal Institute, 2001, Wuppertal.

14.2), sulla base dell'integrazione tra fonti amministrative (i Modelli Unici di Dichiarazione Ambientale delle attività in esame – MUD) e fonti statistiche (indagine PRODCOM); a numeratore e denominatore dei rapporti che determinano i coefficienti tecnici utilizzati sono stati posti rispettivamente i dati sulle quantità di rifiuti appartenenti alla categoria 01 del Catalogo Europeo dei Rifiuti e quelli sulla produzione relativi alle imprese presenti in entrambe le fonti²⁹.

- gli altri minerali estratti dal territorio nazionale, energetici (lignite, torba e carbone) e non energetici (minerali industriali). Per il calcolo dei materiali di risulta derivanti dall'estrazione di tali minerali si è fatto ricorso a coefficienti reperibili nella letteratura³⁰.

Per quanto concerne i materiali inutilizzati derivanti da attività di scavo connesse alla costruzione di edifici, strade e ferrovie, la procedura di stima è stata sopra descritta con riferimento al conto n. 1. Sulla base di tali elaborazioni, in quel conto è inclusa la parte delle stime relative alla terra scavata che viene riutilizzata, mentre la restante parte viene registrata nel presente conto.

Per quanto riguarda le attività di dragaggio dei porti, delle coste e dei fiumi, una stima dei quantitativi di materiali inutilizzati derivanti da tali attività non è stata possibile.

La portata dell'informazione statistica offerta dal conto emerge dalla considerazione che esso permette una più completa misurazione dei materiali direttamente movimentati per lo svolgimento delle attività del paese, mettendo opportunamente in luce non ciò che è direttamente utile per l'uomo – di cui si dà conto in altre patri della contabilità dei flussi di materia – ma tutto ciò che è, nondimeno, risorsa per la natura. La rilevanza dei flussi di materiali inutilizzati, in termini di pressioni ambientali, è per alcuni versi da considerare minore rispetto a quella dei flussi di materiali utilizzati, in quanto, ad esempio, la materia utilizzata, a differenza di quella inutilizzata, prima di essere restituita quale scarto all'ambiente naturale, viene modificata attraverso processi di produzione e consumo che ne modificano spesso profondamente la stessa composizione chimica. D'altro canto, tuttavia, anche le dislocazioni di materia misurate in questo conto possono essere all'origine di importanti mutamenti nello stato dell'ambiente, ad esempio in termini di impoverimento dei suoli conseguente alla rimozione di biomasse o di inquinamento connesso all'accumulo di detriti minerari ricchi di metalli pesanti.

Conto 9 Bilancia commerciale fisica comprensiva dei flussi indiretti

Il nono conto è dedicato alla *Bilancia Commerciale Fisica comprensiva dei Flussi Indiretti* (BCFFI), calcolata considerando accanto ai flussi diretti di materia – già presenti nella BCF – anche i flussi indiretti associati ai prodotti oggetto di commercio internazionale. Il conto presenta infatti dal lato delle risorse le importazioni e i flussi indiretti ad esse associati e dal lato degli impieghi le esportazioni, i flussi indiretti ad esse associati e, a saldo, l'indicatore derivato dal conto.

I *Flussi indiretti associati alle importazioni* sono costituiti dai materiali, utilizzati e non, che è stato necessario mobilitare all'estero al fine di produrre le merci importate in Italia, ma che non risultano incorporati in esse, essendo stati trasformati, nel corso della produzione svolta all'estero, in rifiuti ed emissioni. Tenere conto dei flussi indiretti connessi con le importazioni significa quindi fare riferimento anche alle fasi del ciclo di vita dei prodotti che si svolgono all'estero, ovvero alle trasformazioni della materia che stanno a monte dell'importazione, includendo nel conto tutte le emissioni ed i rifiuti generati all'estero nella produzione dei beni e dei servizi in questione. Considerazioni analoghe valgono, *mutatis mutandis*, per i *Flussi indiretti associati alle esportazioni*.

²⁹ Non è stato possibile utilizzare tale procedura per costruire coefficienti relativi ai singoli materiali estratti sia per la scarsa numerosità degli agganci tra le due fonti, sia perchè i dati sui rifiuti forniti dalle imprese attraverso il MUD non sono riferiti ai singoli prodotti.

³⁰ S. Bringezu and H. Schuetz, *op. cit.*; A. Adriaanse et al., *Resource Flows: The Material Basis of Industrial Economies*, World Resources Institute, 1997, USA.

I flussi indiretti associati alle importazioni/esportazioni sono stati calcolati utilizzando coefficienti tecnici differenziati secondo i prodotti (per le importazioni anche secondo il paese di produzione, laddove ciò è maggiormente rilevante), sviluppati dall'Istituto per il Clima, l'Ambiente e l'Energia di Wuppertal, Germania (Bringezu-Schuetz, 2001). Tali coefficienti sono costruiti sulla base dei risultati di analisi del ciclo di vita dei prodotti nell'ambito delle quali, in relazione alle varie fasi di produzione dei diversi beni sono stati compilati inventari dei materiali utilizzati e dei connessi flussi di materiali inutilizzati. Nell'applicare tali coefficienti si è proceduto ad alcuni aggiustamenti, resi necessari per la presenza di diversi livelli di aggregazione e il riferimento a due differenti classificazioni per i dati sul commercio estero. Il metodo di calcolo seguito, sebbene non privo di difetti legati alla incompletezza e alle imprecisioni dei coefficienti disponibili, si è rivelato il solo capace, allo stato attuale, di generare stime accettabili per una informazione pregnante come quella sulla quantità di risorse naturali globali direttamente e indirettamente richieste e fornite al Resto del Mondo attraverso il commercio internazionale.

Il conto costituisce un bilancio virtuale degli scambi fisici con l'estero, in quanto permette di quantificare il divario esistente fra la domanda di risorse naturali che un paese rivolge, non solo direttamente ma anche indirettamente, al Resto del Mondo e le quantità di risorse naturali che sono, non solo direttamente ma anche indirettamente, utilizzate dallo stesso paese per produrre beni destinati a soddisfare la domanda estera. L'indicatore BCFFI, derivato dal conto come saldo, risulta particolarmente significativo per le economie di trasformazione, le quali possono riconoscere in esso un proprio *deficit* ecologico, al quale corrisponde un *surplus* delle economie che sono fornitrici nette di risorse materiali.

Il conto prodotto dall'Istat costituisce una versione modificata di quello della Guida Metodologica dell'Eurostat 2001, nel quale non sono riportati i flussi diretti: si è, infatti, ritenuto maggiormente significativo il dato relativo al bilancio di tutti i flussi connessi con il commercio estero, sia diretti che indiretti³¹. Questo consente infatti di evidenziare meglio la dipendenza delle attività svolte nel paese da risorse naturali estratte nel Resto del Mondo e le potenziali pressioni poste a carico dell'ambiente globale attraverso il commercio internazionale.

Conto 10 Fabbisogno materiale totale

Il decimo conto riguarda il *Fabbisogno Materiale Totale* (FMT)³², e riassume informazioni presenti nei conti n. 1, n. 8 e n. 9. Esso dà conto complessivamente di: estrazioni interne di materiali utilizzati, importazioni, estrazioni interne di materiali inutilizzati (derivanti da attività di miniera e cava, raccolta di biomasse e attività di scavo) e flussi indiretti associati alle importazioni; ovvero contabilizza insieme l'IMD e tutti i flussi di materiali che non sono stati effettivamente incorporati in prodotti, ma comunque movimentati sia sul territorio nazionale che estero per consentire la realizzazione dei processi di produzione e consumo del paese.

L'indicatore derivato dal conto costituisce una misura di tipo onnicomprensivo, poiché indica la quantità totale di risorse naturali, utilizzate e non, che è stato necessario prelevare dall'ambiente naturale per alimentare, direttamente o indirettamente, il funzionamento dell'economia del paese.

Come l'IMD, il FMT non gode della proprietà additiva: per ottenere l'indicatore a livello di Unione Europea, ad esempio, occorre sottrarre dalla somma dei FMT degli Stati membri i flussi del commercio intra-Ue ed i rispettivi flussi indiretti a questi associati.

L'aggregato monetario che meglio corrisponde al FMT è quello relativo alle risorse totali disponibili del paese, dato dal Pil più il valore delle importazioni; il FMT può quindi essere confrontato con questo aggregato al fine di una valutazione della presenza o meno di "*de-coupling*" nella quale si tenga compiutamente conto della domanda di risorse materiali generata a livello globale.

³¹ Il conto 9 della Guida Metodologica dell'Eurostat, relativo al bilancio dei flussi indiretti associati alle importazioni e alle esportazioni è denominato *Indirect flows trade balance*.

³² *Total material requirement* (TMR) nella Guida Metodologica dell'Eurostat.

Conto 11 Consumo materiale totale

L'undicesimo conto chiude il sistema della CFM-IE illustrando il *Consumo Materiale Totale* (CMT) attivato dal sistema economico³³. Dal lato delle risorse entra in tale conto il Fabbisogno Materiale Totale, mentre dal lato degli impieghi si hanno le esportazioni, i flussi indiretti associati alle esportazioni e, a saldo, l'indicatore derivato dal conto.

Il CMT fornisce informazioni sulla quantità complessiva di risorse naturali movimentate nel mondo per soddisfare la sola domanda interna finale di beni e servizi del paese. Ciò permette di valutare se ad una de-materializzazione della domanda finale interna, eventualmente ravvisata nel paese sulla base dei flussi diretti di materiali utilizzati (CMI), corrisponda un'analogica de-materializzazione dell'intera catena produttiva, o se invece si sia in presenza di una movimentazione all'estero di quantità crescenti di risorse naturali necessarie a soddisfare la domanda nazionale di beni di consumo e di investimento, con conseguente crescita delle pressioni potenziali complessive esercitate a livello globale. Tale indicatore ha la caratteristica di dare una misura dei flussi materiali connessi agli utilizzi finali interni indipendente dalla localizzazione delle attività, proprio perchè si riferisce all'intera catena produttiva e non solo alla parte di essa che si svolge nel territorio del paese.

A differenza del FMT, il CMT gode della proprietà additiva.

Per quanto riguarda il confronto con aggregati monetari, l'indicatore può essere rapportato alle risorse disponibili per uso interno, vale a dire il Pil più il valore delle importazioni meno quello delle esportazioni.

Per saperne di più

OCSE, *Recommendation of the Council on material flows and resource productivity*, OCSE, Parigi, 2004;

Femia A. and S. Moll, *Use of MFA-related family of tools in environmental policy making – overview of possibilities, limitations and existing examples of applications in practice*, Working Paper P3.1 - 2004, European Environment Agency, Copenhagen, 2004;

McNeill J.R., *Qualcosa di nuovo sotto al sole. Storia dell'ambiente nel XX secolo*, Giulio Einaudi Editore, Torino, 2002, capp. 2-4;

Eurostat, *Economy-wide material flow accounts and derived indicators, a methodological guide*, Luxembourg, 2001;

Bringezu S. and H. Schuetz, *Total Material Requirement of the European Union*, Technical reports 55 and 56, European Environment Agency, Copenhagen, 2001;

Femia A. (a cura di) *1980-1998 Material-Input-Based Indicators Time Series and 1997 Material Balance of the Italian Economy*, Istat, rapporto finale a Eurostat Roma, febbraio 2004;

Femia A. (a cura di) *Update of the Economy-wide material flow indicators time series for Italy and Italian Physical Input Output Table feasibility study*, Istat, rapporto finale a Eurostat Roma, febbraio 2004.

United Nations, European Commission, International Monetary Fund, OECD, World Bank *Integrated Environmental and Economic Accounting 2003*, Handbook of National Accounting, <http://unstats.un.org/unsd/envAccounting/seea.htm>

³³ *Total material consumption (TMC)* nella Guida Metodologica dell'Eurostat.