



**Regione Toscana**

Diritti Valori Innovazione Sostenibilità

# La contabilità dei flussi di materia per la Toscana

## Un primo tentativo di costruzione

**IRPET**

Istituto  
Regionale  
Programmazione  
Economica  
Toscana

**IRPET**

Istituto  
Regionale  
Programmazione  
Economica  
Toscana

# **La contabilità dei flussi di materia per la Toscana**

**Un primo tentativo di costruzione**

Firenze, ottobre 2009

## **La contabilità dei flussi di materia per la Toscana**

*Un primo tentativo di costruzione*

*Ricerca a cura di*

IRPET Istituto Regionale per la Programmazione Economica della Toscana

*Per conto di*

REGIONE TOSCANA Direzione Generale Politiche Territoriali e Ambientali

Area di coordinamento Prevenzione Integrata degli Inquinamenti e Programmazione Ambientale

*Avvertenze e Riconoscimenti*

Il presente studio costituisce un primo tentativo di costruzione di una contabilità dei flussi di materia per la Toscana. Approfondimenti e affinamenti saranno possibili nel corso dei prossimi piani di attività dell'Istituto, con l'obiettivo specifico di fornire uno strumento sempre più in grado di supportare le decisioni di politica economica e ambientale. Ulteriori approfondimenti saranno resi disponibili attraverso il sito [www.irpet.it](http://www.irpet.it) all'interno della sezione dedicata alle Pubblicazioni.

Il testo è stato redatto da Simone Bertini (che ha coordinato il lavoro) e Benedetta Bellini di IRPET. Alla revisione del testo finale ha partecipato l'Area di coordinamento Prevenzione Integrata degli Inquinamenti e Programmazione Ambientale della Regione Toscana.

L'allestimento editoriale è stato curato da Elena Zangheri.

## Indice

PREMESSA	5
1.	
LA METODOLOGIA DEI FLUSSI DI MATERIA	7
1.1 Gli indicatori	11
1.2 La terminologia convenzionale e il glossario	12
2.	
L'ANALISI DEI DATI	15
2.1 Gli indicatori di input	16
2.2 Gli indicatori di output	20
2.3 Gli indicatori di consumo	22
2.4 Gli indicatori di bilancio	24
2.5 Gli indicatori di efficienza	27
3.	
CONSIDERAZIONI DI SINTESI, INTERPRETAZIONI E PROBLEMI APERTI	33
RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI	35
<i>Appendice</i>	
A. I principali aggregati dei flussi di materia in Toscana. Anni 1997-2005	39
B. I conti dei flussi di materia per la Toscana. Anno 2005	41



## PREMESSA

Le risorse naturali costituiscono uno degli elementi fondamentali del benessere delle popolazioni e dell'attività economica. La loro gestione e il loro utilizzo efficiente rappresentano un aspetto irrinunciabile nell'ottica del perseguimento di uno sviluppo sostenibile.

È nell'ambito della sostenibilità che negli ultimi anni la programmazione politica, il dibattito scientifico, il sistema economico, le comunità locali si confrontano.

Il sistema di contabilità dei flussi di materia è stato promosso prima dall'Unione Europea poi anche dall'OCSE come strumento che contribuisce a fornire elementi nell'ambito della strategia di azione ambientale per lo sviluppo sostenibile.

L'obiettivo di questo strumento è quello di comprendere la globalità delle pressioni del sistema socio economico sull'ambiente, esercitate attraverso il consumo di risorse e la produzione di emissioni.

L'analisi dei dati della contabilità dei flussi di materia fornisce elementi in grado di supportare le scelte verso una gestione sostenibile delle risorse utilizzate dall'economia, attraverso la considerazione dei flussi di estrazione, utilizzo, consumo e smaltimento finale.

La contabilizzazione dei principali flussi di materia della Toscana ha comportato un grande sforzo di ricostruzione dell'informazione ambientale, che ha fatto emergere alcuni punti di criticità sulla disponibilità di dati, soprattutto con riferimento ai piani di rilevazione, alla dispersione dell'informazione, alle lacune informative nella ricostruzione di serie storiche, alla compatibilità tra fonti.

I primi dati sulla Toscana per il periodo dalla metà degli anni novanta alla metà degli anni duemila evidenziano un lieve incremento dell'input diretto di risorse in entrata nel sistema socio economico, dovuto all'aumento delle importazioni dal resto d'Italia e nonostante la riduzione del prelievo dal territorio regionale, che ha fatto aumentare la dipendenza del sistema socio economico regionale dall'esterno. La produzione di emissioni in atmosfera, in acqua e al suolo derivanti dall'utilizzo degli input da parte dell'economia regionale, è costituito in larga parte dalle emissioni di anidride carbonica in atmosfera, che ne determinano la dinamica. Accanto a quelli citati, l'elemento forse più rilevante riguarda il processo di disaccoppiamento relativo in atto: il prodotto interno lordo cresce più della quantità di materia impiegata nel sistema economico. Si tratta di un primo segnale incoraggiante, nel perseguimento del disaccoppiamento in senso assoluto che si avrebbe nel caso della crescita economica accompagnata dalla riduzione del fabbisogno di materia.

L'analisi dei flussi di materia della Toscana effettuata da IRPET su richiesta della DG Politiche del Territorio e dell'Ambiente della Regione Toscana costituisce un primo tentativo di costruzione di una contabilità dei flussi di materia per la Toscana. Approfondimenti e affinamenti saranno possibili nel corso dei prossimi piani di attività dell'Istituto, con l'obiettivo specifico di fornire elementi in grado di contribuire al miglior governo delle decisioni di politica economica e ambientale.

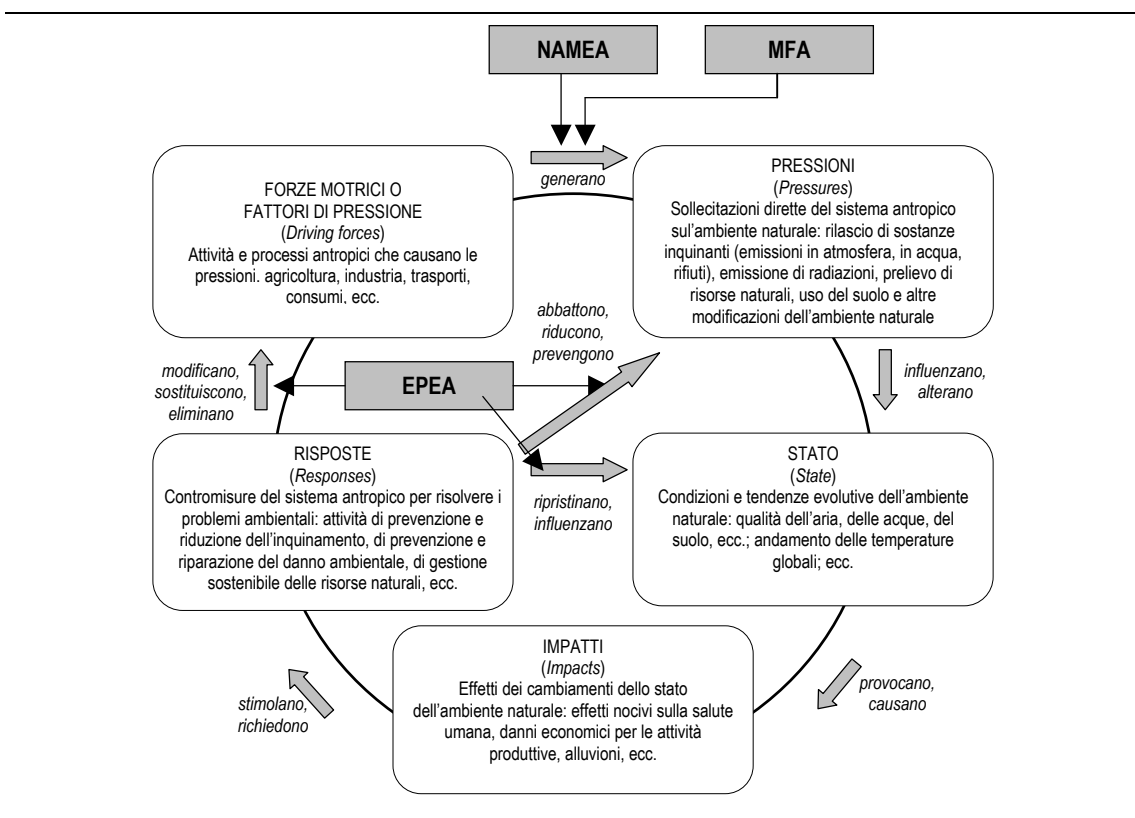


1.  
LA METODOLOGIA DEI FLUSSI DI MATERIA

L'MFA è uno strumento della contabilità ambientale che insieme al NAMEA e al SERIEE arricchisce lo studio delle interazioni tra sistema ambientale e sistema economico, tradizionalmente sviluppato attraverso uno schema DPSIR (determinanti, pressioni, impatti e risposte).

L'Analisi dei Flussi di Materia (MFA) si riferisce alla contabilità dei flussi dei materiali che sono alla base del sistema economico-produttivo ed è organizzato attraverso conti ed indicatori espressi in unità fisiche (tonnellate). L'MFA analizza la relazione tra i flussi di materiali, le attività umane e i cambiamenti ambientali; può essere analizzato a diverse scale (dalla nazionale alla regionale alla locale) ed è quindi in grado di supportare la programmazione locale delle politiche di sviluppo<sup>1</sup>. Rappresenta un metodo d'analisi dell'eco-efficienza dei sistemi economici, dell'intensità nell'uso delle risorse naturali e della materializzazione o dematerializzazione dell'economia.

Schema 1.1  
I TRE PRINCIPALI MODULI DELLA CONTABILITÀ AMBIENTALE DELL'ISTAT E IL MODELLO DPSIR



Fonte: elaborazione da Costantino C., 2001

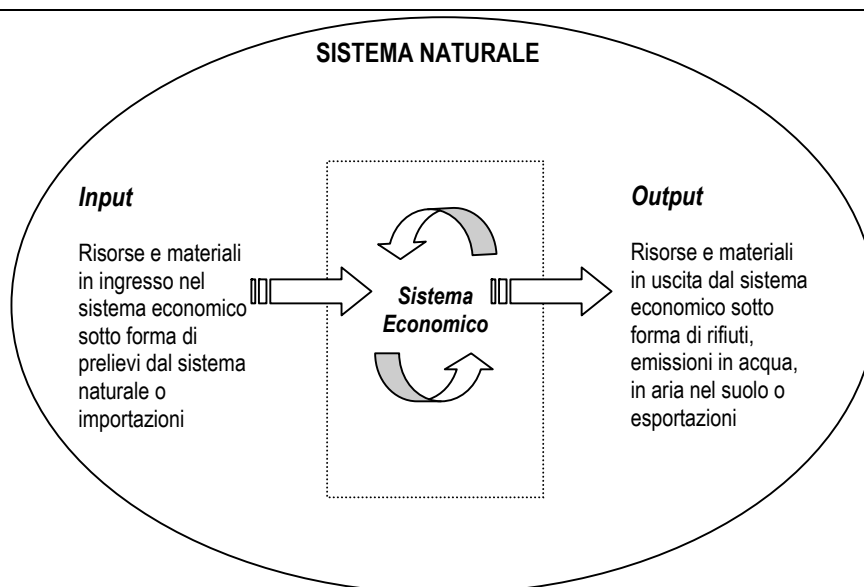
<sup>1</sup> Cfr. Cervini *et al.* (2005).



L'analisi dei flussi di materia trova fondamento nel principio di conservazione della materia e nella prima legge della termodinamica. Studia la quantità di materiali che attraversano l'economia e l'ambiente, si basa quindi sulla circolarità dei materiali, ovvero sul fatto che le risorse naturali estratte dal sistema naturale sono gli input nel sistema economico produttivo e che questi, lavorati e trasformati in prodotti, ritornano al sistema naturale sotto forma di output (nella forma di emissioni e rifiuti). Le grandezze incluse nei conti e negli indicatori sono espresse in termini di peso (tonnellate), misura alla quale sono riconducibili i dati relativi a tutti i flussi considerati<sup>2</sup>. Si basa quindi su questa identità:

$$\begin{aligned} & \text{estrazione di risorse naturali} + \text{importazioni} \\ & = \\ & \text{output} + \text{esportazioni} + \text{capitale creato dal lavoro umano} \end{aligned}$$

Schema 1.2  
LE RELAZIONI TRA SISTEMA ECONOMICO E SISTEMA NATURALE



Fonte: elaborazioni IRPET

La Contabilità dei Flussi di Materia a livello di intero sistema economico (*Economy-Wide Material flow accounting*) si basa su un approccio di tipo olistico: fornisce informazioni sintetiche sugli scambi materiali di un'economia, offrendo una visione complessiva dei fenomeni che sono all'origine delle pressioni ambientali.

Dal momento che tra gli *input* e gli *output* delle attività del sistema antropico sussiste un equilibrio dovuto al principio di conservazione della materia (per cui la somma degli input deve essere uguale alla somma degli output più l'accumulazione netta di materiali presenti nel sistema stesso), 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.

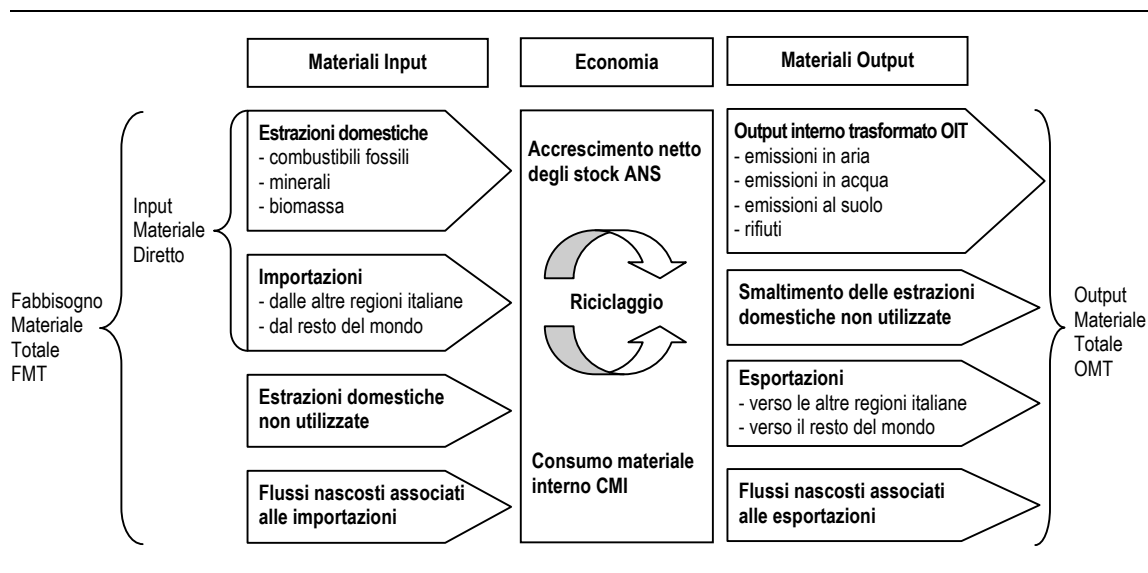
Per costruire un sistema di contabilità dei flussi di materia a scala regionale è necessario definire i *confini* del sistema, cioè distinguere gli elementi che appartengono rispettivamente al

<sup>2</sup> 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).

sistema socio economico interno o domestico, al sistema esterno (nazionale o di altri paesi) e al sistema naturale.

Secondo la metodologia MFA i confini dei sistemi sono definiti su due parametri: 1) l'estrazione di materie prime dall'ambiente naturale del paese di appartenenza e il rilascio dei materiali all'ambiente nazionale; 2) il confine politico-amministrativo che determina i flussi di materia con il resto del mondo.

Schema 1.3  
RAPPRESENTAZIONE SCHEMATICA DELLA STRUTTURA DEL MFA



Fonte: Bringezu, 2000 (a), rielaborazioni IRPET

Rispetto ad altre metodologie<sup>3</sup> volte a fornire informazioni sulle dimensioni e il potenziale complessivo di impatto dell'economia sull'ambiente, l'approccio dei flussi di materia presenta tre vantaggi fondamentali<sup>4</sup>:

- certezza della base di calcolo. Tutti gli scambi materiali tra l'ambiente naturale e il sistema economico 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;
- utilizzo di concetti e definizioni propri della contabilità nazionale, fissati nello SNA93 e nel SEC95<sup>5</sup>.

Inoltre, come i sistemi di contabilità nazionale, anche l'MFA è funzionale ad un ulteriore obiettivo: quello della compilazione di un ricco database di informazioni. La redazione di un

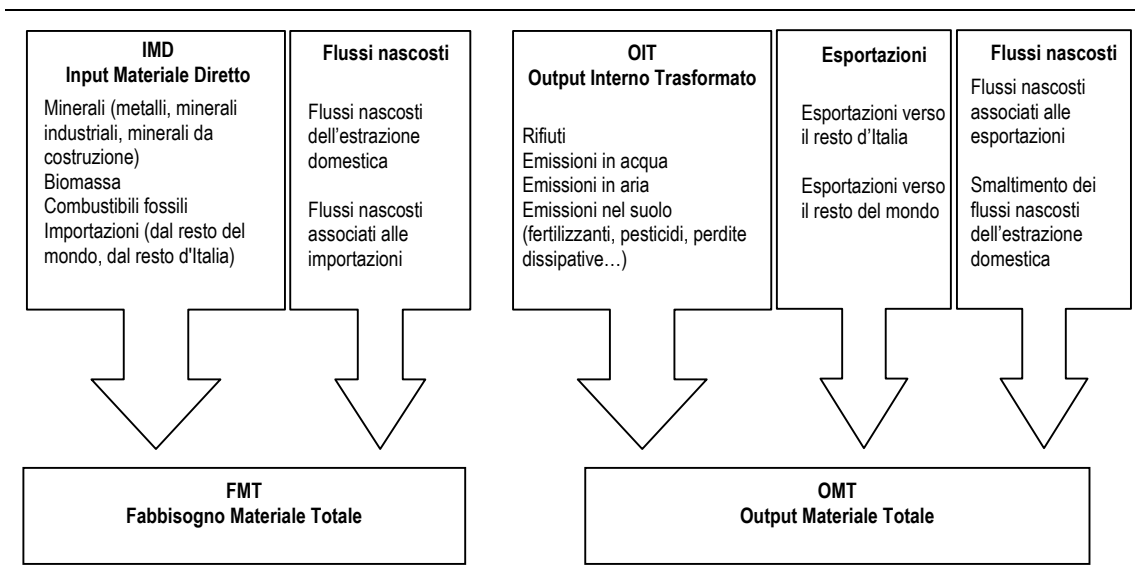
<sup>3</sup> L'MFA si riferisce ad un livello di analisi che potremmo definire "Macro", mentre altri strumenti, quali ad esempio il Material Input per service (Mips) o Life Cycle Analysis (LCA) si riferiscono ad un livello "Micro", studiano cioè singoli materiali o prodotti.

<sup>4</sup> Fonte: Istat, Flussi di materia nell'economia italiana, Conti anno 1997, Indicatori anni 1980-2001, 2004.

<sup>5</sup> Per SNA 93 si intendono i System of National Account elaborati dalla Divisione Statistica delle Nazioni Unite, dal Fondo monetario internazionale, dalla banca mondiale e dall'OECD; per SEC 95 si intende il sistema europeo dei conti (Regolamento del Consiglio dell'Unione Europea, 2223, 25 Giugno, 1996) permette una descrizione quantitativa completa e comparabile dell'economia dei paesi membri dell'Unione Europea, attraverso un sistema integrato di conti e di flussi e di conti patrimoniali definiti per l'intera economia e per raggruppamenti di operatori economici (settori istituzionali).

archivio unico sull'informazione ambientale è il primo strumento per effettuare studi analitici approfonditi. Più avanti conosceremo nel dettaglio i conti che possono svilupparsi a partire dalle informazioni ambientali necessarie al MFA. Tali informazioni possono essere elaborate anche a livello geografico più ridotto rispetto a quello nazionale, ad esempio regionale o urbano. Nella realizzazione regionale occorre costruire una base informativa che contenga al proprio interno informazioni anche sul commercio interregionale. L'MFA presenta anche alcuni limiti. Non permette di conoscere: 1) in quale settore vengono utilizzati maggiormente i materiali; 2) quali settori economici e in che misura sono responsabili della produzione di rifiuti ed emissioni, 3) quale attività economica ha accumulato (come beni durevoli) la maggior parte dei materiali estratti dall'ambiente<sup>6</sup>.

Schema 1.4  
INFORMAZIONI AMBIENTALI E PRINCIPALI INDICATORI DEL MFA



Fonte: elaborazioni IRPET

I primi studi dei flussi di materia sono stati condotti da Ayres e Kneese (Ayres, Kneese, 1969) e Ayres (Ayres, 1989) per gli Stati Uniti d'America. A partire dagli anni Novanta sono stati realizzati in Europa i primi studi sui flussi di materia da parte dell'*Institute of Interdisciplinary Studies of Austrian University* per l'Austria e del *Wuppertal Institut* per la Germania.

Eurostat ha ritenuto propedeutico alla diffusione della contabilità dei flussi la predisposizione di una guida metodologica. Nel 2001 ha dunque pubblicato "*Economy wide material flow accounts and derived indicators: a methodological guide*". L'anno successivo una task force Eurostat ha invece pubblicato il primo data set ufficiale dei dati per l'Europa a 15. Il rapporto tecnico mostrava alcuni aspetti pratici per la contabilità dei flussi di materiali a livello nazionale. Gli anni a seguire hanno invece segnato per il tema dei flussi, della produttività e l'uso sostenibile delle risorse, un interessamento crescente da parte dei decisori politici e del mondo scientifico. L'MFA è stato infatti inserito nei programmi nazionali di statistica dei paesi

<sup>6</sup> Cfr. De Marco *et al.*, 2000, p. 62.

membri dell'Unione europea, come anche in Italia. La crescente richiesta di applicazioni della metodologia ha spinto la task force dell'Eurostat a standardizzare il metodo e armonizzare i sistemi di informazioni. In seguito alla pubblicazione della guida metodologica dell'Eurostat (*"Economy wide materia flow accounting and derived indicators. A methodological guide"*, 2001) molti paesi hanno elaborato una propria contabilità di flussi<sup>7</sup>.

Nel 2006 esce la *Guide for beginners*<sup>8</sup> che raccoglie tutte le informazioni relative alla classificazione dei flussi di materia, al metodo di calcolo delle tavole del MFA e le procedure dettagliate per compilare l'analisi dei flussi di materia. A livello regionale sono da segnalare due esperienze significative di applicazione della contabilità dei flussi di materia: i Paesi Baschi e la Vallonia<sup>9</sup>.

## 1.1

### Gli indicatori

Gli indicatori del MFA<sup>10</sup> descrivono l'utilizzo dei materiali in un'economia nelle differenti fasi dalla estrazione delle risorse alla dismissione finale. Lo schema di riferimento principale per gli indicatori (e per i relativi flussi di materiali) si compone di: indicatori di input, di consumo e di bilanciamento, indicatori di output. A partire da queste informazioni è possibile costruire degli indicatori di efficienza attraverso il confronto con indicatori di tipo economico monetario (PIL).

#### *Indicatori di Input*

Gli indicatori di input descrivono i materiali estratti e importati per sostenere le attività economiche. Sono relativi al sistema di produzione di un paese o di una regione. Gli indicatori più comunemente utilizzati nelle applicazioni del MFA sono: Estrazione Domestica (ED), Input diretto dei materiali (IMD), Fabbisogno totale di materia (FTM) e importazioni.

Altri indicatori di input includono Input totale di materiale, Estrazione domestica inutilizzata (EDI); Flussi indiretti associati alle importazioni ( $FI_{IMP}$ ).

#### *Indicatori di Consumo*

Gli indicatori di consumo sono relativi ai materiali consumati dal sistema economico. Gli indicatori maggiormente utilizzati nelle applicazioni del MFA sono il Consumo domestico di materiali e il consumo totale di materiali.

Gli indicatori di bilanciamento fanno riferimento alla crescita fisica dell'economia; si suddividono in due principali categorie: i flussi che si accumulano ogni anno allo stock dei materiali e i materiali che vengono scambiati nel commercio con l'esterno. Gli indicatori di bilanciamento costituiscono una integrazione agli indicatori di consumo. Gli indicatori maggiormente utilizzati sono costituiti dall'Accrescimento netto dello Stock e dalla Bilancia fisica dei materiali.

<sup>7</sup> In Europa, oltre al contributo di Bringezu e Schütz (2001a) sul calcolo del MFA a livello europeo per la Germania, sono stati realizzati altri studi relativi ai Paesi Bassi (Matteheuw *et al.*, 2000), la Finlandia (Muukkonen 2000), la Svezia (Palm and Jonsson, 2003), la Danimarca (Pedersen, 1999) l'Austria (Schandl 1998), l'Italia (De Marco *et al.*, 2000; Barbiero *et al.*, 2003), la Polonia (Schütz *et al.*, 2002). Fuori dall'Europa, i paesi che si sono dotati di una contabilità dei flussi di materiali sono gli Stati Uniti d'America (Adriansee *et al.*, 1997), il Giappone (Moriguci, 2002) e la Cina (Chen and Quiao, 2000), mentre studi preliminari sono stati condotti in Australia ed Amazzonia (Lukesch *et al.*, 2000).

<sup>8</sup> Cfr. Eurostat, *Economy-Wide Material Flow Accounting, Guide for beginners*, Eisenmenger N., Haas W., Krausmann F., Schuetz H., Weisz H., 2006.

<sup>9</sup> Per i paesi Baschi cfr. IHOBE, 2002; per la Vallonia lo studio dell'università di Namur Bounkhay e Lopez, 2006.

<sup>10</sup> Le definizioni sono tratte da EUROSTAT, 2001; OECD, 2006.

### *Voci ausiliarie per il bilanciamento dei conti sia Input che Output*

Benché i flussi di aria e di acqua siano escluse dai conti del MFA essi sono utilizzati durante il processo produttivo e possono causare variazioni di peso e massa dei prodotti. Le voci per il bilanciamento dei conti servono a stimare proprio questi flussi che non sono parte né dell'estrazione domestica, né dell'output trasformato internamente né dell'accrescimento netto degli stock, che integrano sia gli input che gli output.

### *Indicatori di Output*

Gli indicatori di Output descrivono i flussi di materiali in uscita dal sistema economico e sono legati alle attività di produzione e consumo di un paese. Gli indicatori contabilizzano i materiali che sono stati utilizzati nel sistema economico e rilasciati a fine ciclo sotto forma di emissioni, rifiuti o esportazioni.

Fanno parte di questo gruppo: Output interno trasformato, Output materiale totale, esportazioni flussi indiretti associati alle esportazioni; Utilizzo dissipativo dei prodotti (DUP).

Gli indicatori maggiormente utilizzati nelle applicazioni del MFA sono: Output interno trasformato, Output materiale totale, e Esportazioni.

### *Indicatori di Efficienza*

Indicatori di efficienza sono costruiti attraverso rapporti con gli indicatori economici di output (PIL o valore aggiunto). Gli indicatori forniscono una interpretazione riguardo l'intensità e la produttività dei materiali o dell'economia in relazione alle risorse.

## 1.2

### La terminologia convenzionale e il glossario

La metodologia di analisi dei flussi di materia ha sviluppato un linguaggio convenzionale tra addetti ai lavori che può essere facilmente compreso anche da un pubblico di non esperti. Di seguito vengono precisate alcune definizioni e interpretazioni dei conti e degli indicatori.

#### TERMINOLOGIA CONVENZIONALE

<b>Analisi dei Flussi di materia</b>	L'analisi dei flussi di materia (acronimo <u>MFA</u> - " <u>material flow analysis</u> ") è utilizzato in senso generico e comprende tutti gli strumenti della famiglia dell'analisi dei flussi di materia: conti e indicatori.
<b>Contabilità dei flussi di materia</b>	La contabilità dei flussi di materia (abbreviazione <u>MFAcc</u> - " <u>material flow accounts</u> " o " <u>material flow accounting</u> ") copre tutte le tipologie di conti che quantificano e descrivono i flussi di materiali e fanno tutti riferimento al principio di conservazione della materia sopra richiamato.
<b>Materiali o risorse</b>	Le parole <u>materiali o risorse</u> descrivono i materiali o le risorse utilizzate nel ciclo produttivo, estratte tra le risorse naturali. Queste comprendono i combustibili fossili, i materiali metalliferi e non metalliferi, i minerali da costruzione, gli altri minerali ornamentali e la biomassa. Nel contesto del <u>MFAcc</u> , la parola " <u>materiali</u> " è utilizzata in un senso molto ampio in maniera tale che possa comprendere tutti quei flussi di materiali che emergono nei vari passaggi del ciclo di estrazione-lavorazione-dismissione. Comprende dunque le risorse rinnovabili e non rinnovabili che sono utilizzate come input per le attività umane e anche i beni prodotti che le incorporano; si riferiscono anche ai materiali residuali che derivano dalla loro estrazione, produzione e utilizzo (come i rifiuti, le emissioni inquinanti in acqua, aria e suolo). L'aria come risorsa non è oggetto di studio del MFA. L'acqua è invece un caso a parte poiché, a causa delle sue proprietà e del suo peso significativo può essere riportato in conti separati, ma normalmente non è incluso tra i conti della "economy-wide MF accounts"
<b>Sostanze</b>	Il termine sostanze è utilizzato per descrivere i puri elementi chimici o i composti (es. metalli pesanti, anidride carbonica, ammoniaca, ecc) che servono a sottolineare particolari problemi ambientali.

<b>Flussi indiretti</b>	L'espressione flussi indiretti è utilizzata per descrivere tutti quei materiali movimentati dall'estrazione di materie prime dal territorio che non vengono utilizzati all'interno del sistema economico.
<b>Flussi nascosti</b>	L'espressione flussi nascosti è utilizzata per descrivere tutti quei materiali movimentati dall'estrazione di materie prime importate dall'estero e utilizzate nell'economia domestica. La parola "nascosti" sottolinea il fatto che questi flussi non compaiono nella contabilità economica tradizionale.
<b>Economy-wide</b>	L'espressione "economy-wide" è utilizzata per descrivere l'MFA che descrive tutti i materiali scambiati dall'economia nazionale con il resto del mondo e l'aggregato di calcolo che ne risulta può essere interpretato come un sguardo agli input e output che ogni anno attraversano un'economia.

## GLOSSARIO

<b>Estrazione Diretta di materiali utilizzati (ED)</b>	L'aggregato dei flussi di estrazione domestica comprende tutte le quantità annuali di materie prime solide, gassose e liquide (eccetto acqua e aria) estratte dal territorio nazionale per essere utilizzate come input primario al processo economico. Il termine utilizzato si riferisce al valore che acquisisce la materia (risorsa) una volta entrata nel sistema economico. L'estrazione interna può anche essere di materiali inutilizzati (MIEI). Questi materiali consistono in biomassa, minerali industriali e da costruzione, minerali da cava e combustibili fossili. Tali materiali hanno un peso lordo che consiste anche di acqua; la convenzione dell'Eurostat consiglia di considerare il peso lordo eccetto che per la raccolta dei foraggi che servono da sostentamento agli allevamenti. A questi materiali è chiesto di contabilizzare in sottrazione un 15% di contenuto di acqua.
<b>Input Materiale Diretto (IMD)</b>	L'input diretto di materiali o IMD misura tutti i materiali che entrano nel sistema economico per essere utilizzati nelle attività di produzione e consumo. $IMD = ED + Importazioni$
<b>Fabbisogno Materiale Totale (FMT)</b>	Il FMT include i flussi di materiali nascosti associati alle importazioni e all'estrazione domestica. Misura la base materiale dell'economia
<b>Consumo materiale interno (CMI)</b>	CMI misura il materiale che viene utilizzato direttamente in un'economia (sono esclusi i flussi nascosti). $CMI = IMD - Esportazioni$
<b>Consumo materiale totale (CMT)</b>	CMT misura il materiale totale utilizzato dalle attività di produzione e consumo includendo i flussi nascosti associati alle importazioni. $CMT = FMT - (Esportazioni + Flussi nascosti Esportazioni)$
<b>Accrescimento netto dello Stock (ANS)</b>	ANS riflette la crescita fisica dell'economia (per esempio la crescita netta dei materiali sottoforma di edifici, infrastrutture e beni durevoli). Secondo la metodologia del MFA, NAS può essere calcolato dall'equazione: $ANS = IMD - Esportazioni - Output interno processato$ NAS può anche essere calcolato direttamente come accumulazione lorda dei materiali meno i materiali residuali (come ad esempio i rifiuti da costruzione e demolizione, rifiuti di beni durevoli; sono esclusi i materiali riciclati).
<b>Bilancia Commerciale Fisica (BCF)</b>	La BCF descrive il surplus fisico di commercio di un'economia. È definita secondo l'equazione $BCF = Importazioni - Esportazioni$ La BCF può essere calcolata anche comprensiva dei flussi indiretti (BCFFI)
<b>Output interno trasformato (OIT)</b>	L'OIT misura il peso totale dei materiali estratti dall'ambiente domestico o importati che dopo l'utilizzo da parte del sistema economico, ritornano all'ambiente trasformati. Essi includono emissioni in aria, rifiuti speciali e urbani conferiti in discarica, materiali dissipati nell'ambiente.

<b>Output materiale totale (OMT)</b>	<p>L'OMT rappresenta la quantità totale di materiali che ritorna all'ambiente a seguito dell'attività economica.</p> <p><math>OMT = OIT + \text{estrazione domestica inutilizzata (MIEI)}</math></p>
<b>Produttività totale delle risorse</b>	<p>L'indicatore a livello di sistema si riferisce alla efficienza con la quale una economia utilizza le risorse che estrae dal proprio territorio o quelle che importa e può essere misurata o solo in termini fisici o in termini fisici e economici. La produttività totale delle risorse è definita dal rapporto <math>FMT/PIL</math>. Tale rapporto indica se sia in corso un disaccoppiamento del fabbisogno di materiali dalla crescita economica.</p>
<b>Produttività dei materiali</b>	<p>Il rapporto <math>CMI/PIL</math> indica il grado di utilizzo delle risorse da parte del sistema economico sulla base della ricchezza prodotta.</p>
<b>Ecoefficienza</b>	<p>L'indicatore <math>OIT/IMD</math> misura la quota di input di materiale che si trasforma in beni di consumo, investimento e in emissioni.</p>

## 2. L'ANALISI DEI DATI

L'analisi dei flussi di materia contribuisce alla comprensione delle caratteristiche e dei meccanismi di funzionamento di un certo territorio dal punto di vista economico sociale, ambientale e territoriale. Il punto di osservazione è diverso da quello più usuale caratterizzato dalla valutazione dei dati economici: le grandezze sono espresse in tonnellate e danno talvolta un'altra immagine del territorio oggetto di analisi, spostando l'accento su aspetti non sempre evidenti nell'analisi dei valori. Non è detto quindi che le relazioni tra gli andamenti nel tempo delle quantità dei flussi di materia siano sempre e immediatamente riconducibili facilmente alla conoscenza che si ha della dinamica economica regionale.

Avendo sempre come primo obiettivo quello di descrivere i flussi di materiali, saranno tuttavia tentate anche interpretazioni delle relazioni tra queste dinamiche e quelle di più stretto carattere economico.

La letteratura suggerisce uno schema di interpretazione dei flussi di materia che si basa sulla costruzione e analisi di indicatori di input, di output, di consumo, di bilancio e di efficienza.

Schema 2.1  
GLI INDICATORI DERIVANTI DALL'ANALISI DEI FLUSSI DI MATERIA

Tipo di indicatori	Nome dell'indicatore	Indicazioni
Input	Estrazione Interna di materiali utilizzati	Quante risorse naturali sono estratte dal territorio come materie prime che saranno trasformate successivamente
	Input Materiale Diretto	Quante risorse naturali sono utilizzate nella produzione e nel consumo
	Fabbisogno Materiale Totale	Quante materie prime sono richieste globalmente per la produzione e il consumo (incluse le estrazioni non utilizzate e i flussi indiretti di materiali legati alle importazioni)
Output	Output Interno Trasformato	Quanti materiali sono rilasciati in natura dopo l'utilizzo da parte dell'economia regionale
	Output Materiale Totale	Qual è l'ammontare totale di materiale prodotto dal sistema economico (incluse le estrazioni inutilizzate e le esportazioni)
Consumo	Consumo Materiale Interno	Quante risorse naturali sono utilizzate per il consumo interno
	Consumo Materiale Totale	Quanto del fabbisogno totale di risorse è associato al consumo interno
Bilancio	Accrescimento Netto degli Stock	Quanti dei materiali utilizzati sono incorporati in accrescimenti degli stock nell'economia regionale
	Bilancia Commerciale Fisica	Se il sistema è un importatore netto o un esportatore netto di potenziali impatti ambientali legati alla estrazione di risorse
Efficienza	Produttività totale delle risorse	Se è in corso un disaccoppiamento del fabbisogno totale di risorse dalla crescita economica
	Produttività dei materiali	Se è in corso un disaccoppiamento dell'utilizzo di materiali dalla crescita economica
	Ecoefficienza	Quale quota dell'input materiale si trasforma in beni di consumo e investimento e quale in emissioni

Fonte: elaborazioni da OECD 2006 (b)

Una prima analisi partirà quindi dagli indicatori contenuti in questa schematizzazione per fornire un primo inquadramento generale del sistema regionale dal punto di vista del flusso di materia.



## 2.1

### Gli indicatori di input

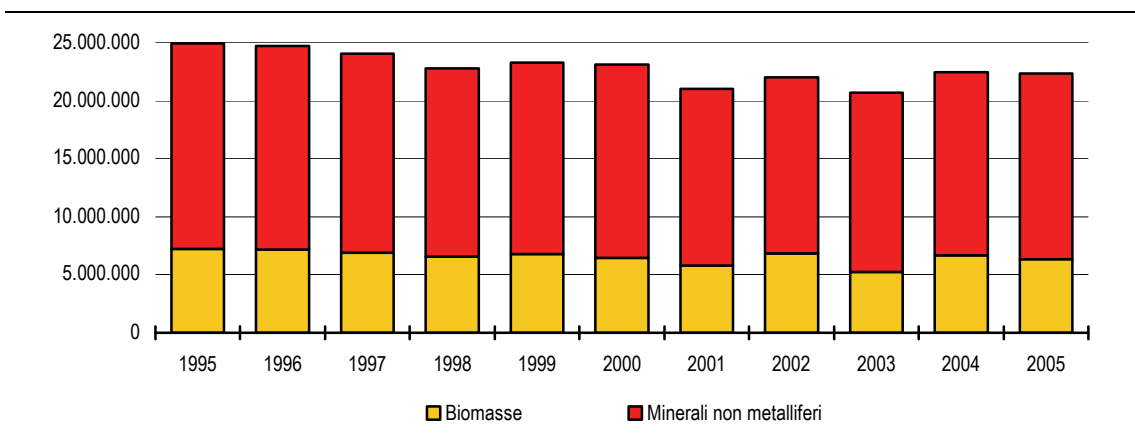
#### 2.1.1 L'estrazione interna di materiali

**Dalla metà degli anni novanta alla metà degli anni duemila il prelievo di risorse naturali dal territorio si è ridotto**

Nel 2005 sono stati estratti dal territorio regionale, e successivamente trattati, materiali per più di 22 milioni di tonnellate. Il 70% circa di queste risorse è costituito da minerali non energetici; il restante 30% da biomassa.

Dalla metà degli anni '90 il prelievo di risorse considerato nel suo complesso si è ridotto del 10% circa, dovuto per un terzo alla riduzione del prelievo di biomassa e per i due terzi alla riduzione del prelievo di minerali non metalliferi.

Grafico 2.2  
ESTRAZIONE INTERNA DI MATERIALI  
Prelievi in tonnellate



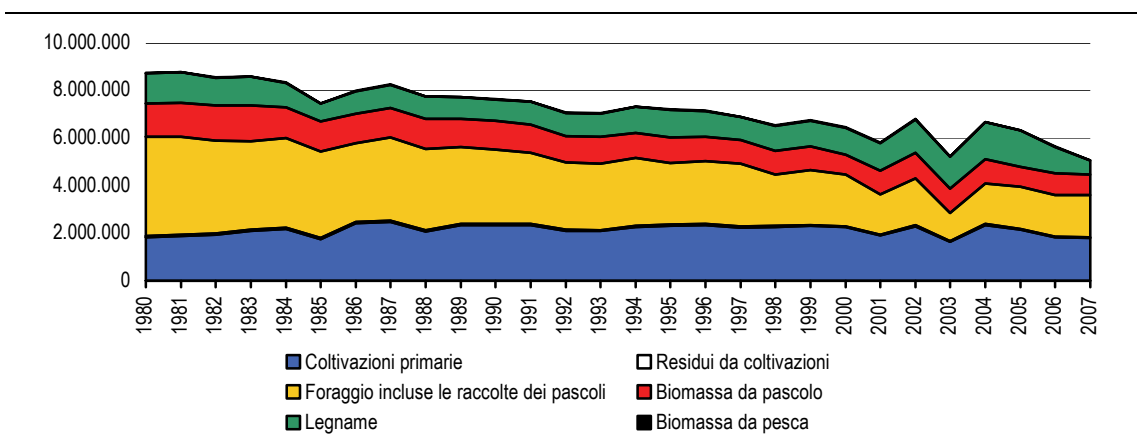
Fonte: elaborazioni IRPET

Il contributo alla riduzione del prelievo di minerali non metalliferi è stato fornito quasi esclusivamente dai marmi e pietre da taglio e pietre in pezzame anche per usi industriali, il cui prelievo si è ridotto nel decennio di oltre 1,6 milioni di tonnellate, pari al 28% dei prelievi del 1995.

Alla riduzione del prelievo di biomassa ha contribuito soprattutto la diminuzione del prelievo di foraggio, inclusi i pascoli, con un calo di circa un terzo del prelievo del 1995.

Il ridimensionamento del prelievo di foraggio e della biomassa da pascolo di circa un milione di tonnellate trova riscontro anche nei dati relativi all'allevamento, in cui si ravvisa una contrazione del numero di capi allevati.

Grafico 2.3  
ESTRAZIONE INTERNA DI BIOMASSA



Fonte: elaborazioni IRPET

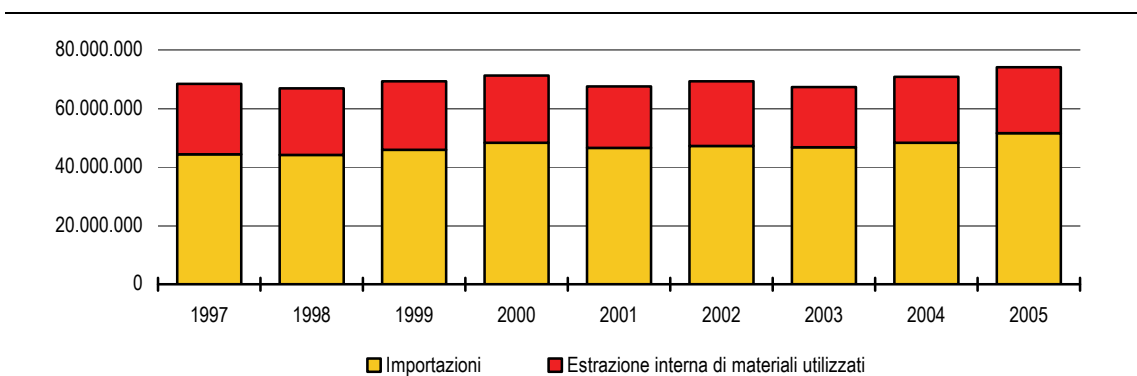
Sulla biomassa sono disponibili dati relativi a una serie storica più ampia, che mostrano la riduzione dei prelievi dai quasi 9 milioni di tonnellate del 1980 ai 5 milioni del 2007. Nel lungo periodo risulta ancora più evidente la contrazione del prelievo di biomassa dedicata all'allevamento, insieme al lieve incremento di biomassa relativa alle coltivazioni primarie.

### 2.1.2 L'input Materiale Diretto

**La quantità di materia in ingresso nel sistema economico è aumentata**

La posta più rilevante dell'input materiale diretto (costituito da estrazione dal territorio regionale e importazioni dall'esterno) è rappresentata dalle importazioni: nel 2005, a fronte di 22 milioni di tonnellate di prelievi dall'interno del territorio regionale, le importazioni ammontavano a 52 milioni di tonnellate.

Grafico 2.4  
INPUT MATERIALE DIRETTO RELATIVO ALLA TOSCANA  
Dati in tonnellate



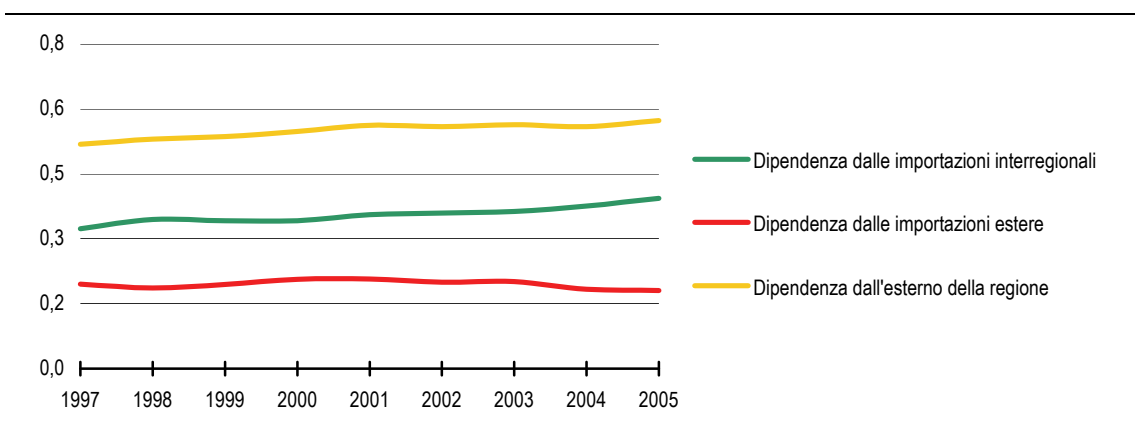
Fonte: elaborazioni IRPET

Nel complesso, l'input materiale diretto ammonta nel 2005 a 74 milioni di tonnellate, come se per ognuno dei residenti in Toscana fosse necessario l'ingresso nel sistema economico di 56 kg di materia al giorno.

È ovvio che più il territorio oggetto di osservazione si restringe, più aumenta lo scambio con l'esterno e quindi più aumenta la dipendenza dall'esterno anche in termini di prelievo di risorse. Non desta quindi particolari preoccupazioni il fatto che un territorio contenuto come quello regionale dipenda per il funzionamento del sistema socio economico soprattutto dall'esterno. Quello che casomai occorre notare è che la dipendenza dall'esterno aumenta per la Toscana dal 1997 al 2005: passa dal 52% del 1997 a oltre il 57% del 2005.

In particolare, l'input diretto di materiali viene coperto alla metà degli anni novanta per circa un terzo dalle importazioni interregionali e per un quinto dalle importazioni dall'estero. Un decennio dopo, l'incidenza delle importazioni dall'estero rimane pressoché invariata, mentre quella delle importazioni dal resto delle regioni italiane passa al 40%. La Toscana alla metà degli anni duemila importava dalle altre regioni italiane oltre 35 milioni di tonnellate, quasi 8 milioni di tonnellate in più rispetto al decennio precedente. Dall'estero importa meno della metà delle materie, con una dinamica molto più piatta nel tempo: la quantità di materia importata dall'estero a metà anni duemila è all'incirca la stessa di dieci anni prima. Un riscontro all'andamento dei flussi intermini fisici è rintracciabile anche nella dinamica dei flussi economici: mentre le importazioni dall'estero sono rimaste pressoché ferme a prezzi costanti, quelle dalle altre regioni italiane sono cresciute del 45% circa.

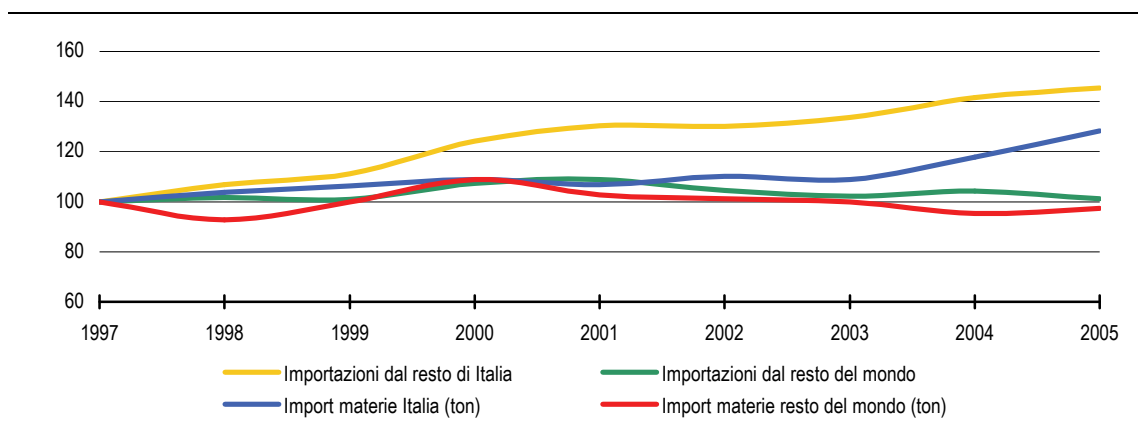
Grafico 2.5  
INCIDENZA DELLE IMPORTAZIONI SULL'INPUT MATERIALE DIRETTO



Fonte: elaborazioni IRPET

Cresciute del 28%, le importazioni hanno fornito un contributo del 10,8% all'incremento dell'input diretto di materia, bilanciato solo in parte dal contributo negativo del 2,4% dell'estrazione diretta. Nella dinamica, le importazioni di materia ribaltano l'andamento del calo del prelievo interno di risorse, portando a un incremento dell'input di materiale diretto di 5,7 milioni di tonnellate rispetto al 1997, pari all'8,4%. L'incremento è dovuto soprattutto all'andamento degli ultimi due anni considerati, oltre che al 2000: fatto 100 il 1997, fino al 2004 il numero indice dell'input diretto ha oscillato tra 98 e 104, per poi salire a 108 nel 2005, per effetto del consistente incremento delle importazioni dal resto d'Italia, cresciute di quasi 3 milioni di tonnellate nell'ultimo anno considerato.

Grafico 2.6  
 DINAMICA DELLE IMPORTAZIONI DALLE ALTRE REGIONI ITALIANE E DALL'ESTERO, DI MATERIA E IN VALORE  
 Numeri indice 1997 = 100



Fonte: elaborazioni IRPET

### 2.1.3 Il Fabbisogno Materiale Totale

**Il fabbisogno totale di materia è cresciuto per effetto delle importazioni**

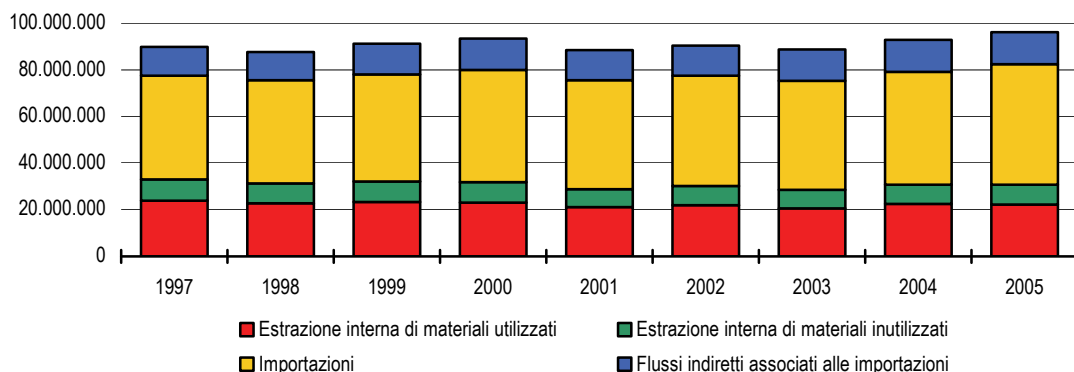
Il fabbisogno totale di materie da parte di un sistema non è costituito solamente dall'input di materiale diretto: ad esso vanno aggiunte anche le materie che, pur non utilizzate direttamente dalle famiglie o dalle imprese a fini di consumo o produttivi, vengono prelevate nel corso dell'attività di estrazione.

Quando l'estrazione di risorse avviene all'interno del territorio regionale, questi flussi prendono il nome di flussi indiretti, in quanto sono prelievi di risorse che avvengono realmente nel territorio, anche se non vanno a costituire l'ammontare di materie direttamente necessarie al funzionamento del sistema socio economico. Quando l'estrazione di risorse avviene invece all'esterno del territorio considerato, allora si parla di flussi nascosti, in quanto non rappresentano risorse direttamente prelevate nel territorio, ma sono in qualche modo incorporate nei materiali che vengono importati. La somma dei prelievi dal territorio più i flussi indiretti e delle importazioni più i flussi nascosti rappresenta il fabbisogno materiale totale di un sistema.

In Toscana il fabbisogno materiale totale a metà degli anni duemila risulta di poco inferiore ai 100 milioni di tonnellate, poco più di 20 milioni di tonnellate in aggiunta rispetto all'input materiale diretto<sup>11</sup>. Il 40% circa delle materie aggiuntive è rappresentato dai flussi indiretti, il restante 60% dai flussi nascosti.

<sup>11</sup> Non disponendo di dati direttamente rilevati a proposito dei flussi indiretti e di quelli nascosti, essi sono stati stimati basandosi sul metodo di costruzione di una contabilità dei flussi di materia per la Basilicata e sullo studio di Gazley sul Regno Unito (Gazley, 2005). In particolare, da questi studi sono stati desunti coefficienti di prelievo di flussi indiretti e nascosti per le varie categorie merceologiche; questi coefficienti sono stati poi applicati ai prelievi e alle importazioni regionali per categoria merceologica.

Grafico 2.7  
FABBISOGNO MATERIALE TOTALE DELLA TOSCANA. DATI IN TONNELLATE



Fonte: elaborazioni IRPET

Rispetto a quanto detto a proposito dell'input materiale diretto, nel caso del fabbisogno materiale totale risulta ancora più evidente l'incidenza dei flussi derivanti dall'esterno della regione: il totale delle risorse estratte internamente pesa per meno di un terzo sul totale del fabbisogno, con una quota lievemente decrescente nel corso della fine degli anni.

## 2.2

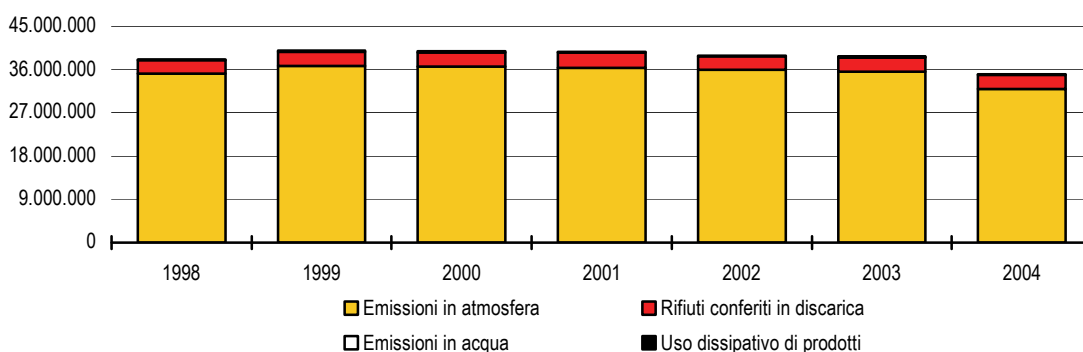
### Gli indicatori di output

#### 2.2.1 L'Output interno trasformato

**L'output interno trasformato in Toscana si è mantenuto intorno ai 40 milioni di tonnellate**

L'output interno trasformato è costituito dalle emissioni in atmosfera e in acqua, dai rifiuti conferiti in discarica, dall'utilizzo di prodotti dissipativi e da perdite dissipative. L'ammontare complessivo di questo aggregato ammonta a 40 milioni di tonnellate (come se ogni toscano producesse emissioni in aria, acqua e al suolo per 30 kg al giorno) ed è costituito per il 90% circa dalle emissioni in atmosfera.

Grafico 2.8  
OUTPUT INTERNO TRASFORMATO DELLA REGIONE TOSCANA



Fonte: elaborazioni IRPET

Risultano quindi estremamente importanti, nell'individuazione del livello e della dinamica di questo aggregato, le emissioni di anidride carbonica da parte del sistema socio economico. La riduzione delle emissioni di anidride carbonica dal 2000 al 2005 ha determinato un risparmio di quasi 5 milioni di tonnellate di output.

L'ammontare di rifiuti conferiti in discarica, che si attesta sui 4 milioni di tonnellate all'anno, non risulta quindi determinante nella definizione dell'output interno prodotto annualmente; tanto meno variazioni nella produzione di rifiuti possono risultare di per sé significative nel determinare le variazioni dell'output interno<sup>12</sup>.

Le emissioni in acqua e l'uso dissipativi di prodotti costituiscono una parte marginale dell'output interno trasformato.

### 2.2.2 L'Output Materiale Totale

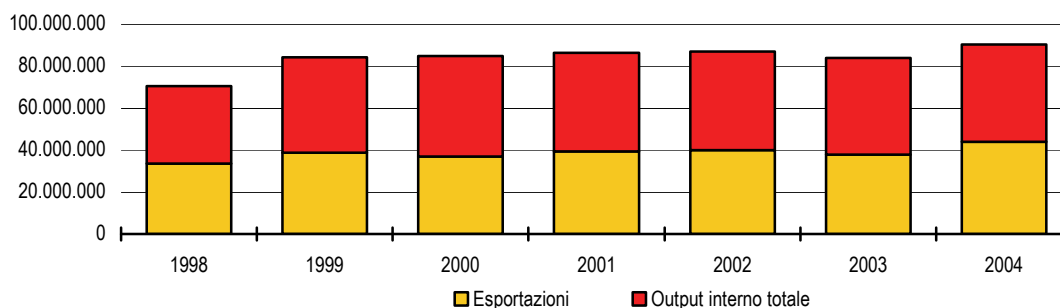
**L'output materiale totale è cresciuto per effetto dell'aumento delle esportazioni**

Dall'output interno trasformato, aggiungendo le materie estratte ma non utilizzate, si ricava l'output totale interno, tappa intermedia per il calcolo dell'output materiale totale, ottenuto attraverso l'aggiunta delle esportazioni di materie.

L'estrazione di materiali non utilizzati è restata al di sotto dei 10 milioni di tonnellate nel corso degli ultimi anni, con una dinamica lievemente decrescente; l'andamento dell'output totale interno non risulta quindi molto dissimile da quello dell'output interno trasformato.

Diversamente, l'output materiale totale fa registrare un profilo più dinamico nel tempo, a causa della crescita delle esportazioni di materie.

Grafico 2.9  
OUTPUT MATERIALE TOTALE DELLA REGIONE TOSCANA



Fonte: elaborazioni IRPET

La quantità di materiali estratti internamente non è infatti cresciuta nella prima metà degli anni duemila, nemmeno se si considerano accanto ai materiali utilizzati quelli estratti ma non utilizzati. L'incremento dell'output materiale totale è dovuto esclusivamente all'andamento in crescita delle esportazioni che considerate insieme ai flussi indiretti ad esse associate sono cresciute di 8 milioni di tonnellate dal 2000 al 2004, per un incremento percentuale di 17 punti.

<sup>12</sup> In un'ottica MFA l'ammontare complessivo dei rifiuti da considerare non corrisponde alla produzione di rifiuti speciali e urbani da parte del sistema socio economico regionale. Occorre prendere in esame i soli rifiuti conferiti in discarica, in quanto gli altri o rientrano nel sistema produttivo (per esempio attraverso il riuso, riciclo, ...) oppure vanno ad essere trattati con altri metodi (per esempio attraverso la termovalorizzazione) e quindi l'output finale è costituito non dalla quantità di rifiuti sottoposti a termovalorizzazione, ma dal residuo post trattamento più le emissioni in atmosfera prodotte.

## 2.3

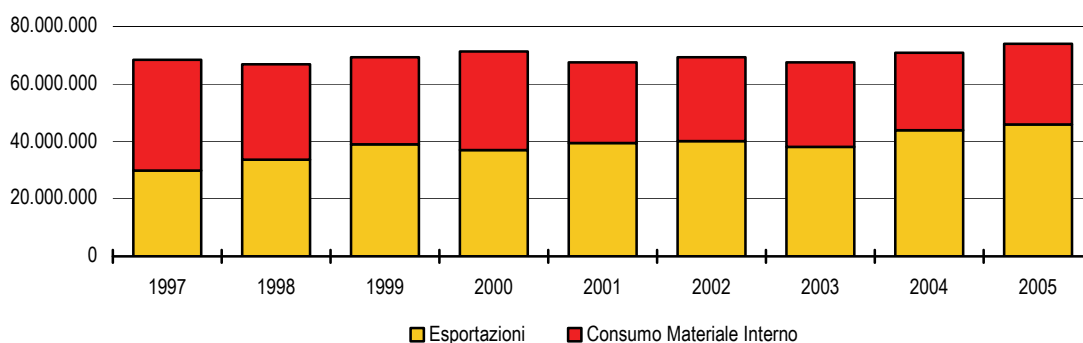
### Gli indicatori di consumo

#### 2.3.1 Il Consumo Materiale Domestico

##### **Il consumo materiale interno si è ridotto**

Un primo modo di considerare un indicatore di consumo di materia è quello di partire dall'input diretto di materiali per calcolare la quota dell'input diretto consumata internamente.

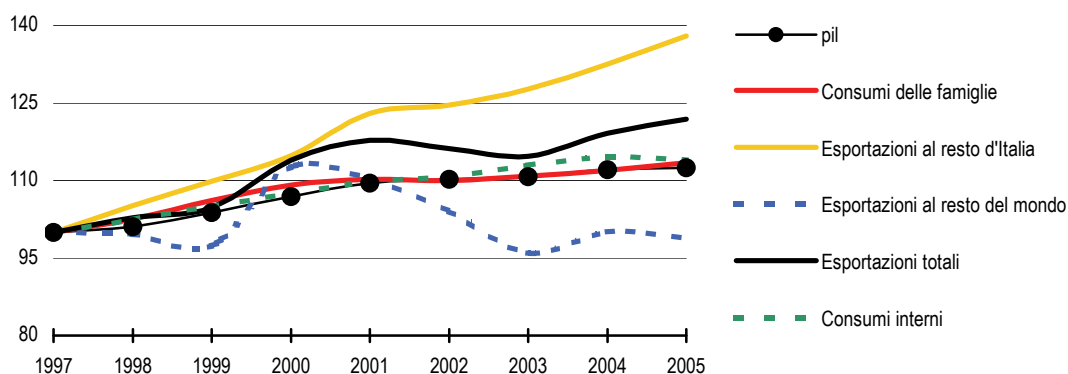
Grafico 2.10  
COMPOSIZIONE DELL'INPUT MATERIALE DIRETTO: CONSUMO MATERIALE DIRETTO E ESPORTAZIONI



Fonte: elaborazioni IRPET

La dinamica delle esportazioni di materie risulta più accentuata rispetto a quella dell'input materiale diretto. Ciò ha comportato una progressiva riduzione del consumo materiale interno: le materie estratte dal territorio regionale e quelle importate dalle altre regioni italiane e dall'estero vengono sempre più impiegate per la produzione di beni e servizi destinati all'esportazione. Questa considerazione trova un riscontro anche nella osservazione dei dati di contabilità economica.

Grafico 2.11  
DINAMICA DELLA DOMANDA INTERNA E DELLA DOMANDA ESTERA IN VALORE  
Numeri indice 1997 = 100



Fonte: elaborazioni IRPET

La domanda interna è cresciuta del 13% a prezzi costanti dal 1997 al 2005; nello stesso periodo la domanda estera è cresciuta del 22%, per effetto di una dinamica complessivamente piatta delle esportazioni estere e di una crescita molto più marcata delle importazioni dalle altre regioni italiane.

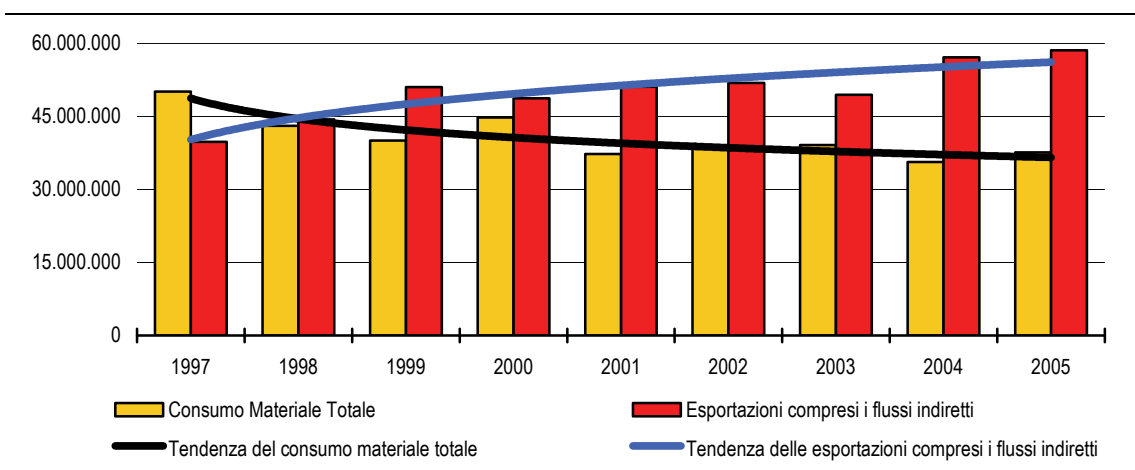
La riduzione delle risorse dedicate a soddisfare i consumi interni è evidente anche con riferimento alla quota del consumo materiale interno sull'input materiale diretto: il consumo materiale interno rappresenta alla metà degli anni duemila meno del 40% dell'input diretto di materiale; questa quota era di oltre il 50% alla fine degli anni novanta.

### 2.3.2 Il Consumo Materiale Totale

**Il consumo materiale totale si è ridotto; si è ampliato il divario con le risorse destinate all'esterno**

Le considerazioni svolte a proposito del consumo materiale interno non cambiano molto se le si riferiscono al consumo materiale totale. Il consumo materiale totale si ricava dal fabbisogno materiale totale togliendo da questo la quantità di risorse dirette all'esterno del sistema: esportazioni e flussi indiretti ad esse associati.

Grafico 2.12  
FABBISOGNO MATERIALE TOTALE SUDDIVISO IN CONSUMO MATERIALE TOTALE E ESPORTAZIONI (INCLUSI I FLUSSI INDIRETTI)



Fonte: elaborazioni IRPET

Se non per i livelli, l'andamento del consumo materiale totale assomiglia molto a quello del consumo materiale interno. Gli elementi che differenziano i due aggregati non sembrano quindi in grado di modificarne le dinamiche: rispetto all'input materiale diretto, nel fabbisogno materiale totale sono compresi anche i materiali estratti all'interno del territorio e non utilizzati e quelli indiretti associati alle importazioni. Le differenze tra il consumo materiale totale e il consumo materiale interno sono quindi da ricercare nei flussi indiretti legati ai prelievi interni, alle importazioni e alle esportazioni; questi non influenzano le proporzioni tra risorse destinate ai consumi interni e risorse destinate ai consumi esterni. La tendenza appare chiara: la differenza tra risorse esportate e risorse consumate internamente si amplia in tutta la prima parte degli anni duemila.



## 2.4

### Gli indicatori di bilancio

#### 2.4.1 L'accumulazione netta degli stock

Un indicatore interessante relativo alla parte del flusso di materiali che va a modificare lo stock di capitale fisico e che rappresenta quindi la crescita fisica di un sistema, è rappresentato dall'ANS, accrescimento netto degli stock.

Per il calcolo di questo indicatore, a partire dalla differenza tra il consumo materiale interno e l'output interno trasformato occorre considerare la differenza tra input e output supplementari: i *memorandum items*.

I *memorandum items* sono costituiti da acqua e aria non considerate ai fini del calcolo degli indicatori materiali di input ed output, ma che servono ai fini del calcolo degli indicatori di bilancio. Si tratta di ossigeno per la combustione, ossigeno per la respirazione, azoto per bilanciare le emissioni di NOx da combustione, aria utilizzata per altri processi industriali, vapore acqueo da processi di combustione, evaporazione d'acqua da prodotti, respirazione di esseri umani e animali (anidride carbonica e vapore acqueo).

A questo stadio di evoluzione del lavoro non è stato possibile realizzare una stima attendibile di questi flussi per la Toscana per gli ultimi anni. Ciò non ha reso possibile il calcolo dell'accrescimento netto degli stock.

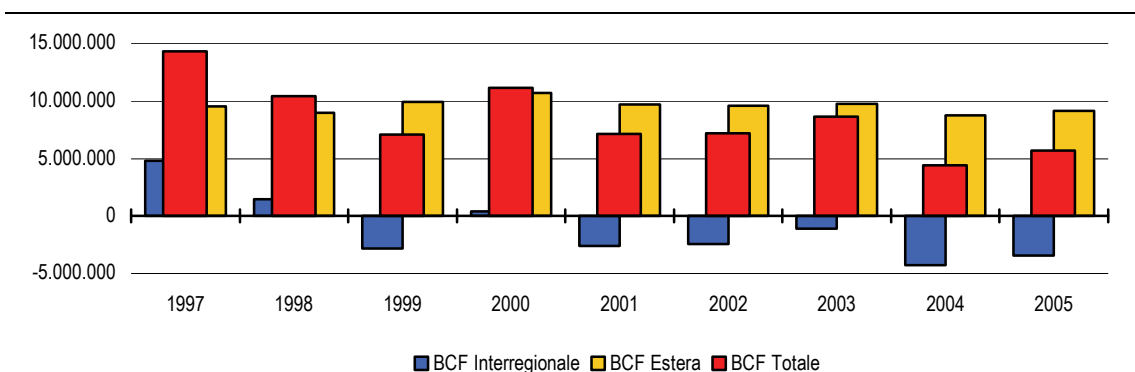
#### 2.4.2 La bilancia commerciale fisica

##### **Le importazioni di risorse superano le esportazioni**

La bilancia commerciale fisica viene calcolata come differenza tra la quantità di materia importata e quella esportata. Vanno compresi nelle importazioni e nelle esportazioni sia i flussi da e verso il resto d'Italia, sia i flussi da e verso il resto del mondo.

La Toscana si caratterizza come una regione importatrice netta di materia, e quindi come esportatrice di impatti, in quanto altre regioni sostengono l'impatto ambientale delle estrazioni di risorse per alimentare consumi interni regionali e esportazioni.

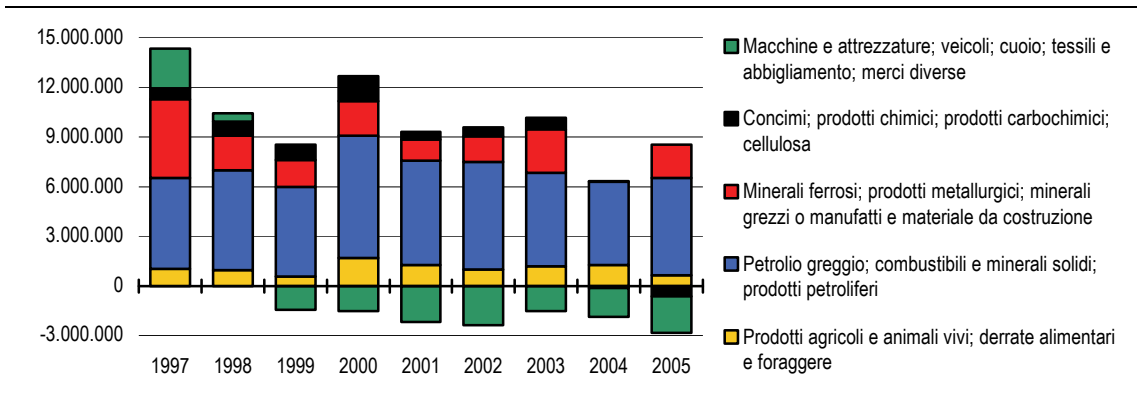
Grafico 2.13  
BILANCIA COMMERCIALE FISICA DELLA TOSCANA



Fonte: elaborazioni IRPET

Nel passaggio dalla fine degli anni novanta ai primi anni duemila si riscontra una tendenza alla riduzione delle importazioni nette di materia. Questa dinamica, che riguarda i flussi import export nel loro complesso, sembra da attribuire soprattutto all'andamento dei flussi dal resto delle regioni italiane: alla fine degli anni novanta le esportazioni verso il resto d'Italia superavano le importazioni; dal 2001 in avanti la situazione si è ribaltata, con importazioni nette dell'ordine di 3-4 milioni di tonnellate negli anni 2004 e 2005. È con l'estero, quindi, che la Toscana ha una bilancia commerciale fisica in forte e costante attivo: dalla seconda metà degli anni novanta generalmente le importazioni dall'estero hanno superato le esportazioni per più di 9 milioni di tonnellate.

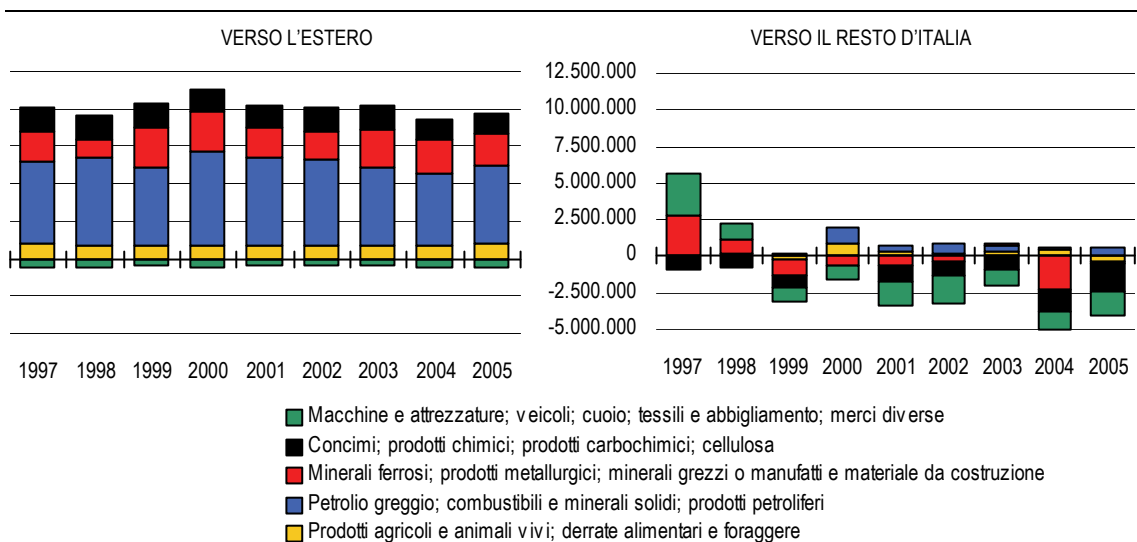
Grafico 2.14  
BILANCIA COMMERCIALE FISICA PER CATEGORIA MERCEOLOGICA



Fonte: elaborazioni IRPET

Il principale contributo alle importazioni nette di risorse è quello fornito dalle risorse energetiche: l'import netto di petrolio greggio, prodotti petroliferi, combustibili e minerali solidi si attesta sui 6 milioni di tonnellate all'anno. Tra le altre categorie merceologiche, solo quella delle materie prime minerali (minerali ferrosi, prodotti metallurgici, minerali grezzi o manufatti, materiale da costruzione) ha un qualche ruolo degno di nota, con 2 milioni di tonnellate all'anno.

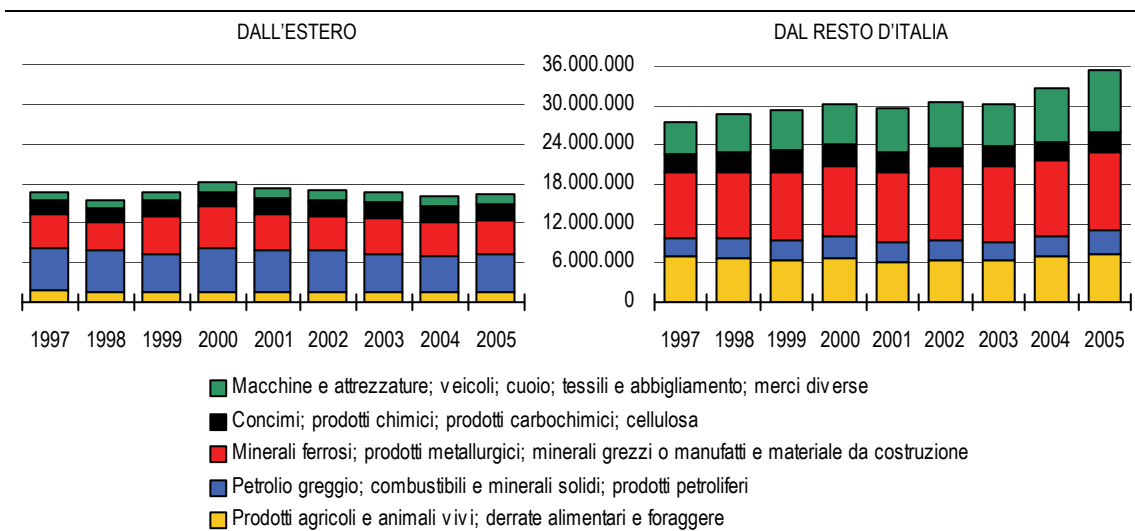
Grafico 2.15  
BILANCIA COMMERCIALE FISICA PER CATEGORIA MERCEOLOGICA E DESTINAZIONE DI MERCATO



Fonte: elaborazioni IRPET

I prodotti agricoli e i prodotti chimici non sono particolarmente rilevanti; dal 1999 la Toscana risulta esportatrice netta di beni di consumo e di investimento (macchine e attrezzature, veicoli, cuoio, tessili e abbigliamento, merci diverse) per un ammontare medio di circa 2 milioni di tonnellate all'anno, nella quasi totalità dei casi esportate verso le altre regioni italiane.

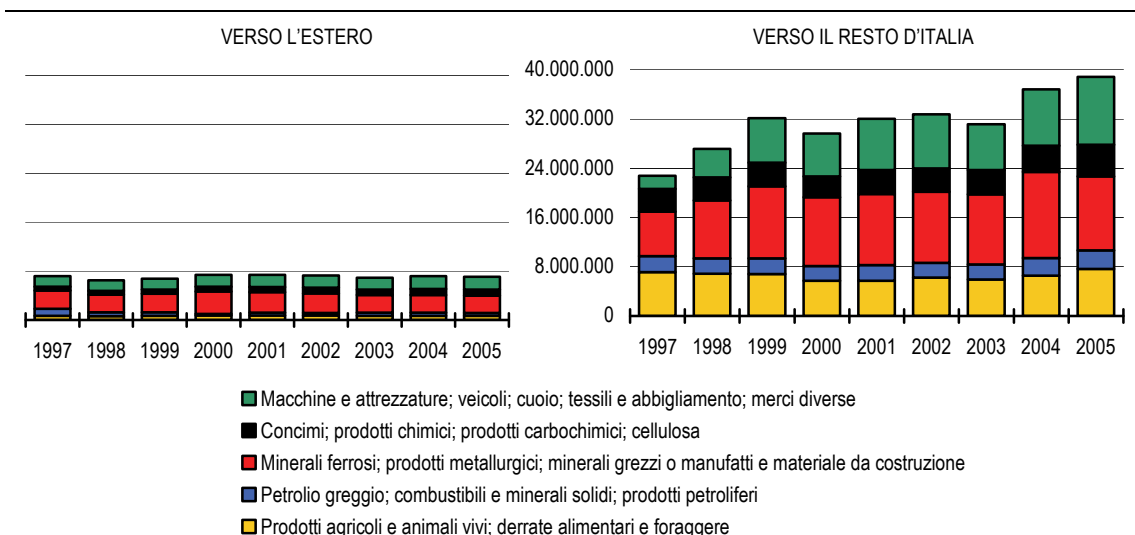
Grafico 2.16  
IMPORTAZIONI PER CATEGORIA MERCEOLOGICA E MERCATO DI PROVENIENZA



Fonte: elaborazioni IRPET

La nostra regione risulta quindi caratterizzata da una economia di trasformazione. I flussi di materie in entrata riguardano soprattutto materie prime, in particolare minerali non energetici (soprattutto dalle altre regioni italiane) e prodotti energetici (soprattutto dall'estero), oltre che beni di consumo e di investimento semilavorati e finiti.

Grafico 2.17  
ESPORTAZIONI PER CATEGORIA MERCEOLOGICA E DESTINAZIONE DI MERCATO



Fonte: elaborazioni IRPET

I flussi di materie in uscita sono per lo più composte di prodotti metallurgici, lavorazione di minerali non metalliferi e materiali da costruzione da un lato, beni di consumo e di investimento, prodotti agricoli, tutti destinati prevalentemente al mercato nazionale.

È stato detto sopra come negli ultimi anni il volume degli scambi con le altre regioni italiane sia aumentato ad un ritmo superiore agli scambi con l'estero e alla crescita della domanda interna e dell'intera economia. Il passivo, pur contenuto, della bilancia commerciale fisica nei confronti del resto delle regioni italiane indica che la Toscana sta sopportando un carico ambientale al posto di altre regioni italiane, esportando più materie di quante ne importi. Al contrario, nei confronti del resto del mondo, la Toscana risulta importatore netto e quindi trasferisce all'estero l'impatto ambientale derivante dall'estrazione di risorse che poi saranno utilizzate all'interno del sistema socio economico regionale. Ciò deriva soprattutto dalla scarsa disponibilità di materie prime sul territorio regionale, in particolare di risorse energetiche e di minerali metalliferi.

## 2.5

### Gli indicatori di efficienza

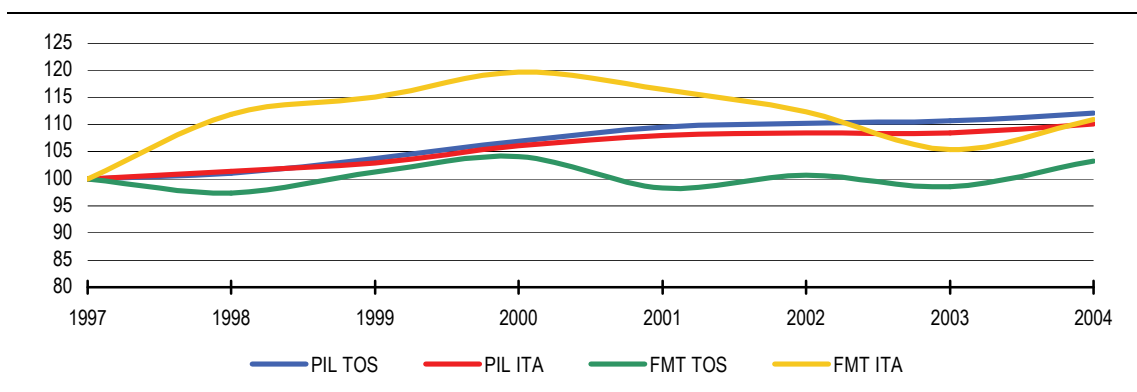
#### 2.5.1 *La produttività delle risorse*

***In Toscana il valore dell'economia cresce più dell'input di risorse necessarie al funzionamento del sistema socio economico***

Il tema del 'disaccoppiamento', cioè della diversa dinamica delle variabili economiche rispetto a quelle che descrivono l'impatto ambientale, è uno dei più dibattuti e uno di quelli sui quali si sperimentano maggiori sensibilità. A livello globale, i sistemi economici possono rivelarsi virtuosi se riescono a produrre e distribuire efficacemente redditi e ricchezze con il minore utilizzo possibile di risorse. A livello locale il concetto resta valido purché utilizzare meno risorse interne non si traduca in un più che proporzionale sfruttamento di risorse di altri territori. L'attenzione è comunque concentrata sulla dinamica degli aggregati economici misurati in valore e la dinamica delle risorse misurate in termini fisici.

In Toscana sembra si stia verificando un disaccoppiamento relativo: negli anni dal 1997 al 2004 il prelievo di risorse dall'interno (estrazione domestica) o dall'esterno della regione (importazioni dalle altre regioni italiane e dall'estero) ha seguito una dinamica più piatta rispetto alla crescita, pur debole, dell'economia. In particolare, dal 2000 in avanti l'input diretto di materiali si è lievemente contratto, mentre il prodotto interno lordo regionale è cresciuto di circa 5 punti percentuali. A livello nazionale la dinamica non risulta altrettanto chiara: nel complesso dei sette anni considerati, dinamica economica e crescita del prelievo di materiali crescono allo stesso ritmo. Questa valutazione generale risente di un periodo, quello della fine degli anni novanta, in cui gli input diretti erano cresciuti molto, mentre nei primi anni duemila il prelievo diretto di materie si è contratto.

Grafico 2.18  
 LA DINAMICA DELL'ECONOMIA E DELL'UTILIZZO DI RISORSE IN TOSCANA E ITALIA.  
 PIL E FABBISOGNO MATERIALE TOTALE  
 Numeri indice 1997 = 100



Fonte: elaborazioni IRPET

Passando a considerare non più i soli input materiali diretti, ma l'intero fabbisogno materiale, le considerazioni non cambiano: la Toscana continua a mostrare un disaccoppiamento relativo. Per l'Italia il fenomeno è meno evidente: si verifica un disaccoppiamento anche in termini assoluti se si considera il periodo 2000-2004; prendendo in considerazione invece l'intero periodo 1997-2004 la dinamica del fabbisogno materiale totale a livello nazionale supera la crescita dell'economia.

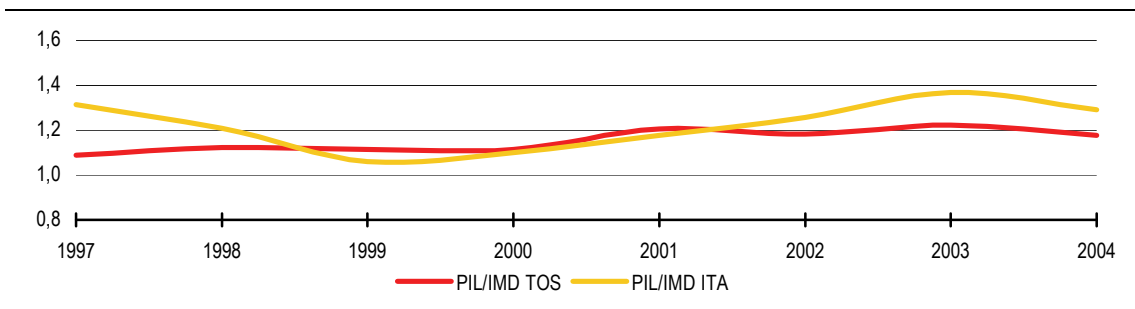
Non ci sono metodi standardizzati per calcolare la produttività dei materiali. Come altre misure di produttività, essa può essere definita in vari modi sulla base dell'obiettivo perseguito. In generale, la produttività dei materiali a livello di sistema si riferisce alla efficienza con la quale una economia utilizza le risorse che estrae dal proprio territorio o quelle che importa e può essere misurata o solo in termini fisici o in termini fisici e economici.

L'efficienza fisica o efficienza tecnica, cioè l'ammontare di materie in input necessarie a produrre una unità di output (dove input e output sono misurati in termini fisici) è un indicatore che discende direttamente e solamente dalla stima degli aggregati relativi all'MFA. Si tratta di un indicatore non molto usato, in quanto spesso risultano difficoltose e non sempre molto affidabili le stime di un output totale di una economia in termini fisici, in quanto questo dovrebbe contenere sia l'output trasformato internamente, costituito da emissioni in aria e in acqua, produzione di rifiuti conferiti in discarica, perdite dissipative, sia tutta la produzione di beni e servizi (incorporata nel sistema come accrescimenti dello stock di capitale, oppure consumata internamente o esportata). Poiché questo secondo blocco appare più difficile da calcolare e molte volte incerto, la maggior parte degli indicatori di produttività si riferiscono alla relazione tra l'input di materiali e l'output in termini economici, cioè a una misura della produttività dei materiali orientata alla efficienza fisico-economica.

Considerando come input di un sistema economico l'ammontare delle risorse utilizzate, costituito dal prelievo di risorse dal territorio e dalle importazioni di materie, una misura della produttività può essere ottenuta rapportando l'input materiale diretto al prodotto interno lordo. Per la Toscana, il rapporto tra input materiale diretto e prodotto interno lordo risulta in lieve ma costante calo dalla metà degli anni novanta alla metà degli anni duemila. Cioè: per produrre una unità di valore di prodotto interno lordo occorrono sempre minori quantità di materie.

Anche in questo caso appare più difficile valutare le caratteristiche del sistema nazionale, in quanto risulta avere prestazioni costanti nel medio periodo, ma molto oscillanti nel breve e brevissimo periodo.

Grafico 2.19  
 PRODUTTIVITÀ DIRETTA DEI MATERIALI. INPUT MATERIALE DIRETTO / PIL  
 Tonnellate/migliaia di euro



Fonte: elaborazioni IRPET

La valutazione non cambia se, invece di guardare l'input materiale diretto, viene considerato il fabbisogno totale di risorse.

Coerentemente con le caratteristiche degli aggregati in termini fisici, l'input diretto e il fabbisogno totale di materiali (che contengono al loro interno i prelievi dal territorio e le importazioni di risorse dall'esterno del territorio) possono essere confrontati non con il solo prodotto interno lordo, ma con il valore del totale delle risorse, cioè del prodotto interno lordo più le importazioni. La valutazione che se ne ricava è in linea con quanto osservato a proposito della relazione tra input diretto di materie e prodotto interno lordo.

### 2.5.2 L'indicatore di ecoefficienza

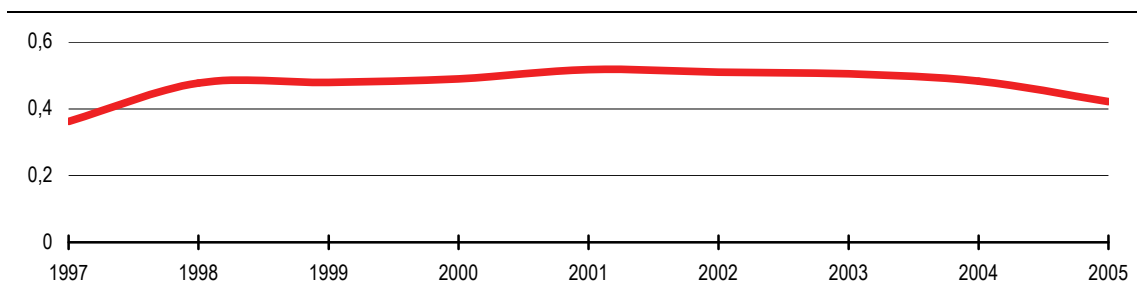
**La metà dell'input materiale diretto che entra nel sistema, ne esce sotto forma di emissioni, soprattutto per effetto delle emissioni di CO<sub>2</sub>**

In un'ottica diversa da quella della produttività dei materiali si collocano altri indicatori che possono restituire informazioni circa l'efficienza in termini ambientali. L'output processato internamente racchiude al proprio interno pressioni in atmosfera, in acqua e al suolo. Il rapporto tra questo aggregato e l'ammontare di risorse utilizzate dà il segnale di quanto il sistema è in grado di tradurre l'input in output utilizzabile e, in modo complementare, di quanto le materie in ingresso nel sistema si trasformano invece in pressioni ambientali.

In Toscana, per ogni tonnellata di materia utilizzata all'interno del sistema socio economico regionale poco meno del 50% viene riversata in ambiente sotto forma di emissioni in atmosfera, in acqua, al suolo. Come visto in precedenza, l'output trasformato internamente è costituito per il 90% circa da emissioni atmosferiche e in particolare da emissioni di anidride carbonica. La misura della efficienza ambientale non può essere quindi riferita alla produzione di rifiuti.

Per trovare un indicatore più direttamente applicabile alla produzione di rifiuti, a partire dagli aggregati registrati attraverso la contabilità dei flussi di materia, una applicazione possibile è costituita dalla valutazione della dinamica della produzione di rifiuti conferiti in discarica rispetto alla quantità di materie in ingresso nel sistema.

Grafico 2.20  
MISURA DELLA ECOEFFICIENZA. OUTPUT PROCESSATO INTERNAMENTE/INPUT MATERIALE DIRETTO



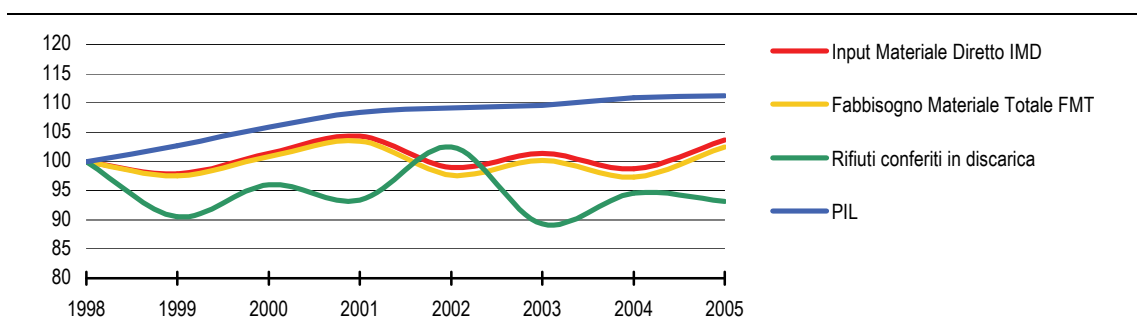
Fonte: elaborazioni IRPET

Le dinamiche messe a confronto far cogliere un segnale di disaccoppiamento della produzione di rifiuti rispetto alle materie in ingresso: nel medio periodo 1997 – 2004 i rifiuti conferiti in discarica (pari a circa 2,2 kg al giorno pro capite alla fine del periodo) si sono ridotti, mentre sono cresciuti sia il fabbisogno di materiali, sia il prodotto interno lordo.

Scindendo tuttavia due diversi aspetti, uno relativo alla efficienza economico ambientale, legata alla relazione tra produzione di rifiuti e prodotto interno lordo, l'altro relativo alla efficienza più strettamente fisico ambientale, le valutazioni possono assumere sfumature diverse.

Nel caso della efficienza economico ambientale, la produzione di rifiuti conferiti in discarica mostra una dinamica inferiore a quella del prodotto interno lordo calcolato a prezzi costanti per tutto il periodo considerato nel suo complesso<sup>13</sup>.

Grafico 2.21  
MISURA DELLA EFFICIENZA AMBIENTALE IN QUANTITÀ FISICHE E CONFRONTO CON IL PRODOTTO INTERNO LORDO



Fonte: elaborazioni IRPET

Pur in una valutazione generalmente positiva delle performance anche relativamente alla efficienza fisico ambientale del sistema nel medio periodo, con riferimento alla dinamica temporale possono emergere segnali differenti nei due sottoperiodi 1998-2002 e 2002-2005. Nel primo di questi, infatti, i rifiuti conferiti in discarica sono cresciuti leggermente più del fabbisogno di materia. È dal 2002 in avanti, invece, che gli andamenti dei due aggregati

<sup>13</sup> Una considerazione leggermente diversa andrebbe fatta se anziché valutare i soli rifiuti conferiti in discarica (obbligatorio in questo caso, in coerenza con quanto stabilito nella metodologia di costruzione della contabilità dei flussi di materia) venissero presi in considerazione tutti i rifiuti prodotti. In quest'ultimo caso, tuttavia, occorrerebbe uscire da un'ottica dei flussi di materia e approfondire una analisi del tema dei rifiuti, che dovrebbe fornire indicazioni a più ampio spettro sulle caratteristiche della produzione e della gestione.

considerati divergono: cresce leggermente il fabbisogno materiale totale, mentre si riduce la quantità dei rifiuti conferiti in discarica, segnale di un miglioramento di quella che è stata definita efficienza fisico ambientale.

Parallelamente, sempre dal 2002 in avanti sembra partire un processo di disaccoppiamento tra produzione di rifiuti conferiti in discarica e prodotto interno lordo regionale. Questo fenomeno non trova sempre conferma nel confronto tra la dinamica della produzione totale di rifiuti e la dinamica del prodotto interno lordo; da qui la necessità di analizzare più a fondo il tema della produzione e gestione dei rifiuti anche attraverso altri strumenti in grado di coglierne meglio gli aspetti economico ambientali.





### 3. CONSIDERAZIONI DI SINTESI, INTERPRETAZIONI E PROBLEMI APERTI

Una prima realizzazione della contabilità dei flussi di materia per la Toscana ha comportato una ricerca puntuale e molto difficoltosa di una notevole mole di dati, reperibili presso fonti molto variegata e non sempre organizzate. Il dispendio in termini di fabbisogno di dati rende lo strumento abbastanza complesso nella costruzione e attualmente non pienamente completabile; ciò contribuisce a suggerire attenzione e cautela nella interpretazione dei risultati che da esso scaturiscono.

Alcuni risultati appaiono tuttavia da considerare:

1. L'input diretto di risorse in entrata nel sistema socio economico regionale è cresciuto nel passaggio dalla metà degli anni novanta alla metà degli anni duemila. La crescita è avvenuta per effetto dell'aumento delle importazioni, nonostante la riduzione delle estrazioni dal territorio.
2. Il prelievo di risorse dal territorio si è ridotto sia nella componente relativa alle biomasse (soprattutto per quanto riguarda le risorse legate all'attività dell'allevamento), sia nella componente relativa ai minerali non energetici, in particolare nella parte riguardante il marmo, le pietre da taglio, pietre in pezzame.
3. L'incremento delle materie importate è frutto della crescita rilevante dell'ingresso di risorse dalle altre regioni italiane, nonostante la lieve flessione delle importazioni dall'estero. Oltre la metà delle materie importate è costituita da minerali non energetici, soprattutto dal resto d'Italia, e risorse energetiche, soprattutto dall'estero.
4. Aumenta la dipendenza del sistema socio economico regionale dalle importazioni di risorse. Il 70% circa delle materie necessarie al funzionamento dell'economia toscana provengono da fuori regione, in particolare dal resto d'Italia.
5. L'input materiale viene in misura crescente destinato alle esportazioni, soprattutto verso il resto d'Italia, e in misura minore e decrescente è rivolto al soddisfacimento della domanda interna (consumi interni più accumulazione degli stock).
6. La bilancia commerciale fisica è positiva (si importano più materie di quante se ne esportino), nonostante il segno opposto della bilancia con le altre regioni italiane, per le forti importazioni di materie prime (energia e minerali non energetici) dall'estero, verso cui si esportano prevalentemente minerali non energetici (marmo e pietre). Emerge quindi il carattere trasformatore dell'economia regionale, che importa materie prime e esporta soprattutto beni di consumo e investimento, soprattutto verso le altre regioni italiane.
7. L'output interno trasformato, cioè la produzione di emissioni in atmosfera, in acqua e al suolo derivanti dall'utilizzo degli input da parte dell'economia regionale, è costituito per la gran parte dalle emissioni di anidride carbonica in atmosfera. La dinamica di questo aggregato è quindi determinata dalle emissioni di CO<sub>2</sub>; risulta quindi scarsamente rilevante sull'andamento dell'output trasformato internamente la dinamica della produzione di rifiuti conferiti in discarica.
8. Negli ultimi anni la produzione di valore da parte dell'economia regionale, misurata attraverso il prodotto interno lordo a prezzi costanti, è cresciuta più del fabbisogno di risorse necessarie al funzionamento del sistema socio economico stesso.

I fenomeni descritti attraverso i macro segnali elencati trovano conferma anche nella valutazione di alcune variabili economiche riferite alla Toscana: sia in quantità che in valore

infatti i consumi interni crescono meno delle esportazioni, i flussi commerciali interregionali crescono molto di più dei flussi commerciali con l'estero, si riduce la rilevanza dell'allevamento, ... Alcune delle domande alle quali è stato risposto attraverso l'analisi dei risultati della contabilità dei flussi di materia avrebbero quindi trovato risposta anche attraverso un attento esame dei dati economici.

Nelle prossime fasi della realizzazione della contabilità dei flussi di materia per la Toscana occorrerà calcolare gli input e gli output supplementari: acqua e aria che servono ai fini del calcolo dell'accumulazione netta degli stock.

Occorrerà altresì affinare, anche attraverso indagini dirette sul campo, alcuni metodi di stima relativi al calcolo dei flussi indiretti e dei flussi nascosti, che permettano una migliore individuazione del fabbisogno materiale totale a partire dall'input materiale diretto.

Uno sviluppo di carattere anche metodologico potrebbe essere costituito dal collegamento tra la uno schema di analisi di tipo NAMEA e la contabilità dei flussi di materia MFA.

## RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- ADRIANSEE A., BRINGEZU S., HAMMOND A., MORIGUCI Y., RODENBURG E., ROICH D., SCHÜTZ H. (1997), *Resource Flows: The Material Basis Of Industrial Economies*, World Resource Institute Report, Washington, DC
- APAT (vari anni), *Statistiche Ambientali*
- APAT-Ministero Dell'ambiente (2006), *Censimento dei siti minerari abbandonati. I siti minerari italiani (1870-2006)*
- AYERS R.U. (1989), "Industrial Metabolism", in Ausubel J.H., Sladovich H.E. (eds.), *Technology And Environment*, National Academy Press, Washington D.C., pp. 23-49
- AYRES R.U., KNEESE A.V. (1969), "Production, Consumption And Externalities", *American Economics Review*, 59-3, p. 282-297
- BARBIERO G., CAMPONESCHI S., FEMIA A., GRECA G., MACRI' A., TUDINI A., VANNOZZI M. (2003), *1980-1998 Material Input Based Indicators Time Series and 1997 Material Balance of The Italian Economy*, ISTAT, Rome
- BELLINI B. (2006), "Il secolo dell'ambiente. Come chiudere il cerchio con l'ecoefficienza", *I frutti di Demetra*, n. 10, pp. 35-44
- BELLINI B. (2007), "Ecoefficienza e Industria", in *Secondo Rapporto sull'ecoefficienza e Settori Produttivi. Indicatori ed esperienze di valutazione, Progetto di Ricerca dalla Sostenibilità all'ecoefficienza. La Valutazione delle Politiche ambientali in Toscana*, Regione Toscana DG PTA - Università di Siena, pp. 99-132, Firenze
- BELLINI B. (2007), "Ecoefficienza: come produrre in maniera diversa con minore intensità di materie prime", in *Rivista Agronomi Forestali*, Edizioni Conaf, n. 6, Roma, pp. 10-13
- BERTINI S., CASELLI, R., PANICCIÀ R. (2005), "A regional NAMEA for Tuscany", in *SIS, Statistics and Environment, Proceedings of the Conference SIS2005*, University of Messina, Italy, September 21-23th
- BERTINI S., PANICCIÀ R. (2008), *Polluting my neighbours: linking environmental accounts to a multi-regional input-output model for Italy, methodology and first results*, Paper presented at the International Input Output Meeting on Managing the Environment, Universidad Pablo de Olavide, July 9-11th, Seville, Spain
- BERTINI S., TUDINI A., VETRELLA G. (2007), *Una NAMEA regionale per la Toscana*, IRPET, Firenze
- BOULDING K. (1966), "The Economics of the Coming Spaceship Earth", in Jarret H. (Ed.), *Environmental Quality in a Growing Economy*, Baltimore, MD, John Hopkins University Press, p. 3-14
- BOUNKHAY M., LOPEZ J-M. (2006), *La comptabilité de flux de matières en Région Wallonne. Dossier scientifique réalisé dans le cadre de l'élaboration du Rapport Analytique 2006-2007 sur l'état de l'environnement Wallon*, ICEDD, Namur, p. 102
- BRINGEZU S. (2000a), *Material Flow Analysis for Sustainable Resources Management in Germany and Europe*, Background Paper for the SCOPE Workshop of the Project "Material Flow Analysis for Sustainable Resources Management (Mfastorm)", 23-24 Novembre, Wuppertal Institut, Wuppertal, Germania
- BRINGEZU S. (2000b), *History and Overview*, Paper presentato al 30° Meeting dell'OECD "Working Group on the State of the Environment, Special Session on Material Flow Accounting", 24 Ottobre, Paris
- BRINGEZU S., SCHÜTZ H. (2001a), *Material use Indicators for the European Union 1980-1997: Economy Wide Material Flow Accounts and Balances and Derived Indicators of Resources use*, Working Paper, 2/2001/B/2, Eurostat, Luxemburg

- BRINGEZU S., SCHÜTZ H. (2001b), *Total Material Requirement of the European Union*, Technical Report, N. 55-56, European Environmental Agency, Copenhagen
- CERVINI R., COSTANTINO C., FEMIA A., PENNINI A., TUDINI A. (2005), *Ambiente e politiche di sviluppo: le potenzialità della contabilità ambientale per decidere meglio*, n. 5, UVAL (Unità Di Valutazione Degli Investimenti Pubblici), Dipartimento per le Politiche di sviluppo, Ministero dell'economia e delle Finanze
- CHEN X., QIAO I. (2000), "Material Flow Analysis of Chinese Economy Environmental System", *Journal of Natural Resources*, 15 (1), pp. 17-23
- DE HAAN M., KEUNING S. J. (1996), "Taking the environment into account: the NAMEA approach", *The Review of Income and Wealth*, Series 42, n. 2
- DE HAAN M., KEUNING S. J., BOSCH P. R. (1994), *Integrating indicators in a National Accounting Matrix including Environmental Accounts (NAMEA); an application to the Netherlands. National accounts and the environment; papers and proceedings from a conference*, London, 16-18 March, Statistics Canada, Ottawa
- DE MARCO O., LAGIOIA G., MAZZACANE P. (2000), "Material Flow Analysis Of The Italian Economy", *Journal of Industrial Ecology*, 4(2), pp. 55-70
- EUROSTAT (2001), *Economy Wide Material Flow Accounting and Derived Indicators: a Methodological Guide*, Luxemburg
- EUROSTAT (2006), *Economy Wide Material Flow Accounting, Guide For Beginners*, Eisenmenger N., Haas W., Krausman F., Schuetz H., Weiz H.
- GAZLEY I., FRANCIS P. (2005), *UK Material Flow Review*, Office For National Statistics, London
- HAMMER M., GILIJUM S., BARGIGLI S., HINTENBERG F. (2003), *Material Flow Analysis on the Regional Level: Question, Problems, Solutions*, SERI, 04
- HUBER J. (2004), *New Technologies and Environmental Innovation*, Edward Elgar, Cheltenham
- IHOBE (2002), *Total Material Requirement of the Basque Country*, IHOEB
- ISTAT (1994), *Statistiche Forestali*
- ISTAT (2000), *V Censimento Generale dell'agricoltura*
- ISTAT (2004), *Flussi di materia nell'economia italiana, Conti anno 1997, Indicatori anni 1980-2001, Note Metodologiche*
- ISTAT (2007), *Flussi di materia nell'economia italiana, anni 1980-2004, Statistiche in breve*
- LUKESCH R., PRAYER H., AMMAN C., BINDER M., BRUCKNER W., Van DRUNEN M., HINOJOSA E., FENZEL N., FISCHER-KOWALSKI M., GRÜNBÜHEL C., De LISIO A., RENNIE, F. ZARATE C. (2002), *Operational Features for Managing Sustainable Development in Amazonia*, Final Report for European Commission
- MATTEWS E., AMMA C.N., BRINGEZU S., FISCHER-KOWALSKI M., HUTTLER W., KLEIJN R., MORIGUCHI Y., OTTKE C., RODENBURG E., ROGICH D., SCHANDL H., SCHÜTZ H., Van Der VOET E., WEISS H. (2000), *The Weight of Nations: Material Outflows from Industrial Economies*, World Resource Institute Report, Washington DC
- MINISTERO DELL'INDUSTRIA, DEL COMMERCIO E DELL'ARTIGIANATO (1970), *Relazione sul Servizio Minerario e Statistica delle Industrie Estrattive in Italia nell'anno 1970*, Aziende Tipografiche Eredi Dott. G. Bardi, Roma
- MINISTERO DELL'INDUSTRIA, DEL COMMERCIO E DELL'ARTIGIANATO (1971-1985), *Relazione sul Servizio Minerario e Statistica delle Industrie Estrattive in Italia*, Aziende Tipografiche Eredi Dott. G. Bardi, Roma
- MORIGUCHI Y. (2002), "Material Flow Analysis and Industrial Ecology Studies in Japan", in AYERS R.U., AYRES L., *Handbook of Industrial Ecology*, Edward Elgar, Cheltenham, UK
- MUKKONEN J. (2000), *Material Flow Account, TMR, DMI and Material Balances, Finland 1980-1997*, Working Paper 2/200/B/1, Eurostat, Luxemburg
- OECD (2004), *Recommendation of The Council on Material Flows and Resource Productivity*, OECD Council, 21 April, Parigi

- OECD (2005), *Material Flows and Related Indicators. Inventory of Country Activities*, Working Group on Environmental Information and Outlook, ENV/EPOC/SE(2004)3/Final/Add, 23 Feb., Paris
- OECD (2006), *Interpretation and use of Material Flows and Resource Productivity Indicators*, ENV/EPOC/SE(2006)2
- OECD (2006), *Measuring Material Flows and Resource Productivity, an OECD guide*, ENV/EPOC/SE(2006)1/REV 2
- PALM V., JONSSON K. (2003), "Material Flow Accounting in Sweden: Material Use for National Consumption and for Export", *Journal Of Industrial Ecology*, 7(1), pp. 81-92
- PEDERSEN O.G. (1999), *Physical Input-Output Tables for Denmark 1981, 1990 and 1997*, Statistik, Copenhagen, Denmark
- RAVETZ, J. (2000), "Integrated Assessment for Sustainability Appraisal in Cities and Regions", *Environmental Impact Assessment Review*, Vol. 20, pp. 31-64
- REGIONE BASILICATA (2007), *Rapporto sull'analisi dei flussi di materia della Regione Basilicata*, Potenza
- REGIONE TOSCANA (1997), *Relazione Sullo Stato Dell'ambiente In Toscana, Documento Preliminare*, Giugno
- REGIONE TOSCANA (2006), *PRAER (Piano Regionale Attività Estrattive di Recupero delle Aree Escavate e di Riutilizzo dei residui recuperabili)*, Allegati C E D
- REGIONE TOSCANA (anni vari), *Segnali Ambientali*, 2001; 2002(A); 2003; 2004, 2005 (A); 2006
- REGIONE TOSCANA, ARPAT (1998 e 2000), *Rapporto sullo stato dell'ambiente in Toscana, 1997*
- SCHMIDT-BLEEK F.B (1994), *Wieviel Umwelt Braucht Der Mensch? MIPS-Das Mass Für Ökologischen Wirtschaften*, Birkhäuser Verlag, Boston, Basle, Berlino
- SCHMIDT-BLEEK F.B. (1993), "MIPS: A Universal Ecological Measure?", *Fresenius Environmental Bulletin*, 2(6), pp. 306-311
- SCHÜTZ H., WELFENS M.J., STODULSKI W. (2002), "Sustainable Development Through Dematerialisation: the case of Poland", *Osteuropa Wirtschaft*, 47 Jhr., 2/2000, pp. 173-199
- SHANDL H. (1998), *Material Flows Austria: The Material Basis of The Austrian Society 1960-1995*, IFF (Institute For Interdisciplinary Research And Education, Vienna
- UNITED NATIONS (1993), "Handbook Of National Accounting: Integrated Environmental And Economic Accounting", *Studies in Methods United Nations*, New York
- VAN De SAND I., MOLL S., BRINGEZU S. (2006), "Multi Level Framework For Analysis And Assessment Of Economy-Wide Material Flows", *Matisse Project Report*, 4, Wuppertal Institut, S.D.



Appendice

A. I principali aggregati dei flussi di materia in Toscana. Anni 1997-2005

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
<b>Conto dell'input materiale diretto</b>									
Estrazione interna di materiali utilizzati	24.036.601	22.788.797	23.275.864	23.099.193	21.018.484	22.029.406	20.690.230	22.442.217	22.371.363
biomasse	6.906.802	6.542.279	6.771.742	6.460.334	5.808.907	6.818.479	5.239.118	6.684.092	6.332.255
combustibili fossili	0	0	0	0	0	0	0	0	0
minerali non energetici	17.129.799	16.246.517	16.504.122	16.638.859	15.209.577	15.210.928	15.451.113	15.758.124	16.039.128
Importazioni	44.271.087	44.084.792	45.976.385	48.202.247	46.572.953	47.248.323	46.723.433	48.406.464	51.648.360
<b>IMD - Input Materiale Diretto</b>	<b>68.307.688</b>	<b>66.873.588</b>	<b>69.252.249</b>	<b>71.301.440</b>	<b>67.591.437</b>	<b>69.277.729</b>	<b>67.413.663</b>	<b>70.848.681</b>	<b>74.019.744</b>
<b>Conto del Consumo materiale interno</b>									
IMD - Input materiale diretto	68.307.688	66.873.588	69.252.249	71.301.440	67.591.437	69.277.729	67.413.663	70.848.681	74.019.744
Esportazioni	29.932.352	33.633.975	38.903.144	37.069.173	39.434.007	40.063.725	38.065.711	43.974.098	45.934.181
<b>CMI - Consumo materiale interno</b>	<b>38.375.336</b>	<b>33.239.613</b>	<b>30.349.105</b>	<b>34.232.268</b>	<b>28.157.430</b>	<b>29.214.005</b>	<b>29.347.952</b>	<b>26.874.583</b>	<b>28.085.563</b>
<b>Conto della Bilancia commerciale fisica</b>									
Importazioni	44.271.087	44.084.792	45.976.385	48.202.247	46.572.953	47.248.323	46.723.433	48.406.464	51.648.360
Esportazioni	29.932.352	33.633.975	38.903.144	37.069.173	39.434.007	40.063.725	38.065.711	43.974.098	45.934.181
<b>BCF - Bilancia commerciale fisica</b>	<b>14.338.735</b>	<b>10.450.816</b>	<b>7.073.241</b>	<b>11.133.074</b>	<b>7.138.946</b>	<b>7.184.598</b>	<b>8.657.722</b>	<b>4.432.366</b>	<b>5.714.179</b>
<b>Conto della Bilancia commerciale fisica comprensiva dei flussi indiretti</b>									
Importazioni e flussi indiretti ad esse associati	56.826.843	56.142.089	59.061.137	61.719.082	59.448.674	60.247.806	60.041.249	61.977.367	65.435.243
Esportazioni e flussi indiretti ad esse associati	39.795.704	44.439.113	51.042.794	48.718.431	51.123.448	51.903.908	49.490.553	57.152.716	58.615.927
<b>BCFFI - Bilancia commerciale fisica comprensiva dei flussi indiretti</b>	<b>17.031.139</b>	<b>11.702.976</b>	<b>8.018.342</b>	<b>13.000.651</b>	<b>8.325.226</b>	<b>8.343.898</b>	<b>10.550.697</b>	<b>4.824.651</b>	<b>6.819.316</b>
<b>Conto della Bilancia commerciale fisica interregionale</b>									
Importazioni	27.593.023	28.620.155	29.312.551	30.060.725	29.447.257	30.357.920	30.065.259	32.519.001	35.406.369
Esportazioni	22.770.800	27.142.535	32.154.767	29.660.813	32.028.281	32.771.625	31.165.333	36.821.997	38.858.585
<b>BCF - Bilancia commerciale fisica</b>	<b>4.822.223</b>	<b>1.477.619</b>	<b>-2.842.216</b>	<b>399.912</b>	<b>-2.581.023</b>	<b>-2.413.705</b>	<b>-1.100.074</b>	<b>-4.302.996</b>	<b>-3.452.216</b>
<b>Conto della Bilancia commerciale fisica con l'estero</b>									
Importazioni	16.678.064	15.464.637	16.663.833	18.141.522	17.125.696	16.890.403	16.658.173	15.887.463	16.241.991
Esportazioni	7.161.552	6.491.440	6.748.377	7.408.360	7.405.727	7.292.099	6.900.378	7.152.101	7.075.596
<b>BCF - Bilancia commerciale fisica</b>	<b>9.516.511</b>	<b>8.973.197</b>	<b>9.915.456</b>	<b>10.733.163</b>	<b>9.719.969</b>	<b>9.598.303</b>	<b>9.757.796</b>	<b>8.735.362</b>	<b>9.166.395</b>



	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
<b>Conto della Bilancia commerciale fisica interregionale comprensiva dei flussi indiretti</b>									
Importazioni e flussi indiretti ad esse associati	36.327.802	37.513.438	38.267.153	39.015.209	38.377.078	39.598.450	39.405.360	42.310.105	45.435.627
Esportazioni e flussi indiretti ad esse associati	30.575.615	36.012.138	42.262.555	38.914.911	41.454.695	42.468.763	40.649.540	48.041.991	49.593.776
<b>BCF - Bilancia commerciale fisica</b>	<b>5.752.187</b>	<b>1.501.299</b>	<b>-3.995.402</b>	<b>100.298</b>	<b>-3.077.617</b>	<b>-2.870.313</b>	<b>-1.244.180</b>	<b>-5.731.886</b>	<b>-4.158.149</b>
<b>Conto della Bilancia commerciale fisica con l'estero comprensiva dei flussi indiretti</b>									
Importazioni e flussi indiretti ad esse associati	20.499.041	18.628.652	20.793.984	22.703.873	21.071.596	20.649.355	20.635.890	19.667.262	19.999.616
Esportazioni e flussi indiretti ad esse associati	9.220.089	8.426.974	8.780.240	9.803.521	9.668.753	9.435.144	8.841.012	9.110.725	9.022.151
<b>BCF - Bilancia commerciale fisica</b>	<b>11.278.952</b>	<b>10.201.678</b>	<b>12.013.744</b>	<b>12.900.353</b>	<b>11.402.843</b>	<b>11.214.211</b>	<b>11.794.877</b>	<b>10.556.537</b>	<b>10.977.465</b>
<b>Conto del Fabbisogno materiale totale</b>									
Estrazione interna di materiali utilizzati	24.036.601	22.788.797	23.275.864	23.099.193	21.018.484	22.029.406	20.690.230	22.442.217	22.371.383
Importazioni	44.271.087	44.084.792	45.976.385	48.202.247	46.572.953	47.248.323	46.723.433	48.406.464	51.648.360
Estrazione interna di materiali inutilizzati	9.040.120	8.571.733	8.741.277	8.714.556	7.940.166	8.210.774	7.889.178	8.404.593	8.428.474
da raccolta di biomasse	1.847.437	1.749.935	1.811.311	1.728.016	1.553.772	1.823.813	1.401.364	1.787.867	1.693.757
da attività minerarie e di cava	0	0	0	0	0	0	0	0	0
da scavi	7.192.683	6.821.799	6.929.965	6.986.540	6.386.395	6.386.962	6.487.814	6.616.726	6.734.717
Flussi indiretti associati alle importazioni	12.555.756	12.057.297	13.084.752	13.516.835	12.875.720	12.999.483	13.317.817	13.570.902	13.786.883
<b>FMT - Fabbisogno materiale totale</b>	<b>89.903.564</b>	<b>87.502.619</b>	<b>91.078.278</b>	<b>93.532.831</b>	<b>88.407.324</b>	<b>90.487.986</b>	<b>88.620.657</b>	<b>92.824.176</b>	<b>96.235.101</b>
<b>Conto del Consumo materiale totale</b>									
FMT - Fabbisogno materiale totale	89.903.564	87.502.619	91.078.278	93.532.831	88.407.324	90.487.986	88.620.657	92.824.176	96.235.101
Esportazioni	29.932.352	33.633.975	38.903.144	37.069.173	39.434.007	40.063.725	38.065.711	43.974.098	45.834.181
Flussi indiretti associati alle esportazioni	9.863.352	10.805.137	12.139.651	11.649.259	11.689.441	11.840.183	11.424.842	13.178.618	12.681.746
<b>CMT - Consumo materiale totale</b>	<b>50.107.860</b>	<b>43.063.506</b>	<b>40.035.483</b>	<b>44.814.400</b>	<b>37.283.876</b>	<b>38.584.079</b>	<b>39.130.105</b>	<b>35.671.460</b>	<b>37.619.173</b>

## B. I conti dei flussi di materia per la Toscana. Anno 2005

Conto dell'Input materiale diretto	Risorse	Impieghi
Estrazione interna di materiali utilizzati	22.371.383	
<i>biomasse</i>	6.332.255	
<i>combustibili fossili</i>	0	
<i>minerali non energetici</i>	16.039.128	
Importazioni	51.648.360	
<b>IMD - Input Materiale Diretto</b>		<b>74.019.744</b>
Conto del Consumo materiale interno	Risorse	Impieghi
IMD - Input materiale diretto	74.019.744	
Esportazioni		45.934.181
<b>CMI - Consumo materiale interno</b>		<b>28.085.563</b>
Conto della Bilancia commerciale fisica	Risorse	Impieghi
Importazioni	51.648.360	
Esportazioni		45.934.181
<b>BCF - Bilancia commerciale fisica</b>		<b>5.714.179</b>
Conto della Bilancia commerciale fisici comprensiva dei flussi indiretti	Risorse	Impieghi
Importazioni e flussi indiretti ad esse associati	65.435.243	
Esportazioni e flussi indiretti ad esse associati		58.615.927
<b>BCFFI - Bilancia commerciale fisica comprensiva dei flussi indiretti</b>		<b>6.819.316</b>
Conto della Bilancia commerciale fisica interregionale	Risorse	Impieghi
Importazioni	35.406.369	
Esportazioni		38.858.585
<b>BCF - Bilancia commerciale fisica</b>		<b>-3.452.216</b>
Conto della Bilancia commerciale fisica con l'estero	Risorse	Impieghi
Importazioni	16.241.991	
Esportazioni		7.075.596
<b>BCF - Bilancia commerciale fisica</b>		<b>9.166.395</b>
Conto della Bilancia commerciale fisica interregionale comprensiva dei flussi indiretti	Risorse	Impieghi
Importazioni e flussi indiretti ad esse associati	45.435.627	
Esportazioni e flussi indiretti ad esse associati		49.593.776
<b>BCF - Bilancia commerciale fisica</b>		<b>-4.158.149</b>
Conto della Bilancia commerciale fisica con l'estero comprensiva dei flussi indiretti	Risorse	Impieghi
Importazioni e flussi indiretti ad esse associati	19.999.616	
Esportazioni e flussi indiretti ad esse associati		9.022.151
<b>BCF - Bilancia commerciale fisica</b>		<b>10.977.465</b>
Conto del Fabbisogno materiale totale	Risorse	Impieghi
Estrazione interna di materiali utilizzati	22.371.383	
Importazioni	51.648.360	
Estrazione interna di materiali inutilizzati	8.428.474	
<i>da raccolta di biomasse</i>	1.693.757	
<i>da attività minerarie e di cava</i>	0	
<i>da scavi</i>	6.734.717	
Flussi indiretti associati alle importazioni	13.786.883	
<b>FMT - Fabbisogno materiale totale</b>		<b>96.235.101</b>
Conto del Consumo materiale totale	Risorse	Impieghi
FMT - Fabbisogno materiale totale	96.235.101	
Esportazioni		45.934.181
Flussi indiretti associati alle esportazioni		12.681.746
<b>CMT - Consumo materiale totale</b>		<b>37.619.173</b>