

XXXVI CONFERENZA ITALIANA DI SCIENZE REGIONALI

I FLUSSI DI MATERIA del settore estrattivo piemontese

Simone CONTU¹, Fiorenzo FERLAINO², Alberto CRESCIMANNO³, Marco BAGLIANI⁴

SOMMARIO

La Material Flow Analysis è una metodologia in grado di fornire un quadro sintetico della quantità di materia che attraversa un determinato sistema, sia esso di tipo socio-economico o a scala minore (settore produttivo, singola azienda, singola sostanza o componente), permettendone una valutazione del livello di sostenibilità. Il presente studio incentrato sul settore estrattivo si basa sulla quantità di materiali estratti sul territorio regionale e importati dall'esterno nonché sulle loro trasformazioni in semilavorati o prodotti finiti.

Nel contesto generale della quantità di materia utilizzata dal Piemonte in un anno, è emerso come le risorse utilizzate dal settore estrattivo rappresentino ben il 30% dell'intero materiale che entra nel metabolismo economico. Tale settore si dimostra, quindi, come uno dei settori principali sui quali approfondire le indagini nell'intenzione di una riduzione degli impatti ambientali relativi al sistema economico territoriale. Il settore estrattivo, peraltro, si caratterizza come precipuamente locale, usando internamente la maggioranza delle risorse estratte. La prossimità, intesa come consumo interno alla regione Piemonte, è chiaramente più rilevante per quelle risorse minerarie che, caratterizzate da scarso valore aggiunto (agglomerati, sabbie, ecc.) diventano convenienti per raggi di utilizzo minori.

¹ IRES Piemonte, via Nizza 18, 10125, Torino, e-mail: contu@ires.piemonte.it

² IRES Piemonte, via Nizza 18, 10125, Torino, e-mail: ferlaino@ires.piemonte.it

³ IRES Piemonte, via Nizza 18, 10125, Torino, e-mail: crescimanno@ires.piemonte.it

⁴ Università di Torino, Lungo Dora Siena 100, 10153, Torino, e-mail: marco.bagliani@unito.it

Introduzione

Una delle metodologie sviluppate nel corso di questi anni per quantificare gli impatti dell'uomo sull'ambiente circostante e rendere paragonabili conteggi normalmente realizzati dal punto di vista economico con analisi di tipo ambientale è la quantificazione del bilancio di massa di un sistema economico, ottenuta mediante l'approfondimento dei flussi di materia relativi all'economia stessa. La Material Flow Analysis si basa sul principio fisico della Legge di conservazione della materia che si può sintetizzare in questa maniera: *Nulla si crea e nulla si distrugge*, vale a dire che la massa entrante in un sistema si bilancia in maniera esatta con la materia uscente, fatta eccezione per le trasformazioni in energia che in questa trasformazione quantitativa non rappresentano, però, un termine significativo.

Sfruttando tale principio si comprende come, considerando un sistema economico nel suo complesso, le risorse entranti nel sistema devono bilanciarsi in maniera esatta con i prodotti ottenuti e con gli scarti delle produzioni. La Material Flow Analysis quantifica proprio questo tipo di bilancio e ne permette un'attenta analisi attraverso la definizione di opportuni indicatori. Dal punto di vista economico l'analisi che viene effettuata sul sistema è la medesima, e ciò permette, come detto, di affiancare considerazioni di tipo economico a bilanci di carattere ambientale.

Nel presente lavoro se ne descrive l'applicazione alla Regione Piemonte e in particolare al settore economico dell'estrazione dei materiali inerti e lapidei; saranno di seguito mostrati la metodologia seguita ed i risultati ottenuti.

La Material Flow Analysis: metodologia

La Material Flow Analysis (di seguito: MFA) permette, se affiancata ad indicatori di carattere economico come per esempio il Prodotto Interno Lordo (di seguito: PIL), di descrivere la struttura di un'economia dal punto di vista della sua efficienza ambientale oltre che dal lato prettamente economico. E' possibile sviluppare tale analisi sia in maniera integrata, cioè quantificando il bilancio nella sua interezza, sia disaggregata, cioè valutando gli input e gli output in maniera separata. Tale differenziazione permette, infatti, di ottenere fotografie diversificate del sistema esaminato, concentrandosi maggiormente sulla necessità di materiali per il soddisfacimento della produzione e del consumo, oppure sulla produzione di scarti e perdite dal sistema, in grado di dare una visione maggiormente precisa dell'impatto sull'ambiente circostante e dell'utilizzo di risorse naturali.

La formula che esprime in maniera adeguata il bilancio di massa del sistema si può sintetizzare in:

$$TOT\ input = TOT\ output + accumulazione\ netta$$

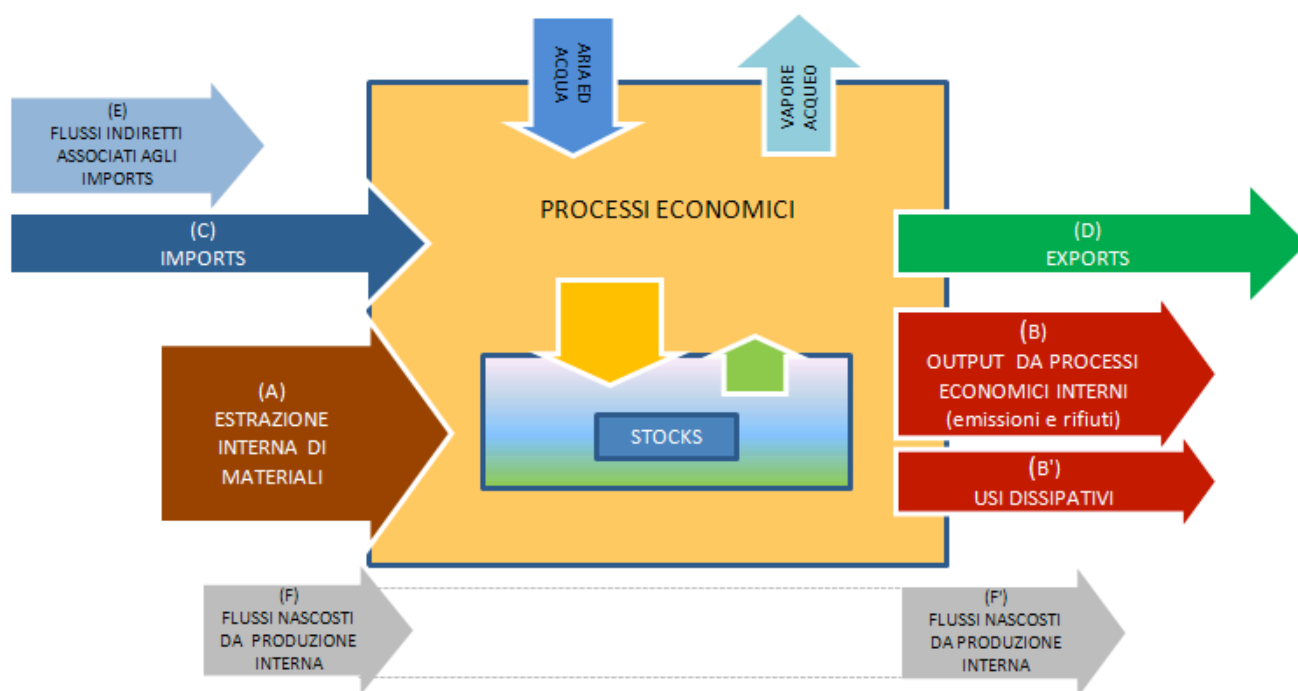
che rappresenta la legge di conservazione della materia prima citata; tutto ciò che entra nel sistema deve essere uguale a tutto quello che esce più l'accumulo di beni durevoli all'interno del sistema stesso.

L'analisi dei flussi di materia è divenuta uno strumento particolarmente utile ai fini delle politiche economico/ambientali di un sistema, utilizzabile a differenti gradi di dettaglio e su scale differenti; indicazioni e spinte all'utilizzo di tale metodologia sono arrivate da qualche anno anche dall'Unione Europea che ne ha standardizzato l'applicazione.

L'applicazione della MFA consente l'analisi della sostenibilità su un medio-lungo periodo consentendo di confrontare la necessità e la richiesta di risorse naturali con quanto l'ambiente naturale è in grado di fornire, e di quantificare gli impatti derivanti dal sistema esaminato sulla base di quanto l'ambiente naturale è in grado di riassorbire. La stessa quantificazione degli stock accumulati nel sistema economico permette di valutare il potenziale impatto antropico sull'ambiente, in quanto qualsiasi forma di stock si consideri, essa sarà destinata a diventare, prima o dopo, un rifiuto restituito al sistema naturale.

In definitiva, la contabilità dei flussi di materia applicati ad un sistema di produzione/consumo nel suo complesso permette di ottenere delle informazioni sulle variazioni temporali delle complesse interazioni fisiche fra economia e ambiente, nonché esprimere l'eventuale grado, più o meno elevato, di de-materializzazione del sistema studiato.

Fig. 1. Schema semplificato del bilancio di massa di un sistema economico (elaborazione IRES Piemonte)



In Fig. 1 è riportato lo schema di sintesi di un bilancio di massa complessivo di un sistema economico; come possiamo notare esso si basa sulla quantificazione di alcune voci in ingresso, in uscita e da alcune voci di bilanciamento.

Dal bilancio di massa è possibile ottenere i vari indicatori, attraverso differenti aggregazioni fra le voci presenti nel completamento del bilancio. La definizione del bilancio di massa

globale avviene quantificando i singoli contributi e rappresenta un insieme di grandezze in equilibrio fra loro in termini di ingressi e uscite: ciò rappresenta la maniera in cui il sistema economico distribuisce al proprio interno o restituisce all'ambiente naturale i materiali in ingresso. Sono anche quantificati i flussi nascosti che rappresentano i materiali che non entrano direttamente nel sistema studiato ma devono essere comunque movimentati per accedere o trasformare le risorse utilizzate. Attraverso questa ulteriore quantificazione la *Material Flow Analysis* è in grado di descrivere non solo il bilancio diretto dei materiali entranti ed uscenti da un sistema, ma la reale appropriazione di natura sottesa dal sistema stesso.

Le figure seguenti (Fig. 2, Fig. 3, Fig. 4, Fig. 5) permettono di comprendere come possono essere aggregati i dati derivanti dall'analisi per ottenere gli indicatori definiti dalla metodologia.

Fig. 2. Schema sintetico degli indicatori di INPUT

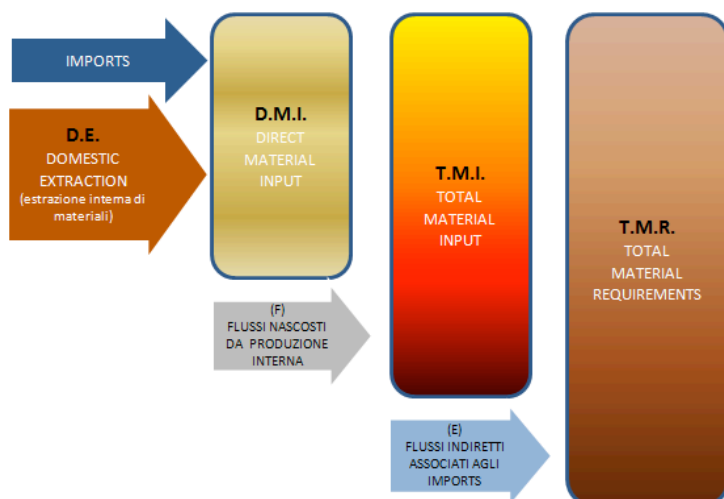


Fig. 3. Schema sintetico degli indicatori di OUTPUT

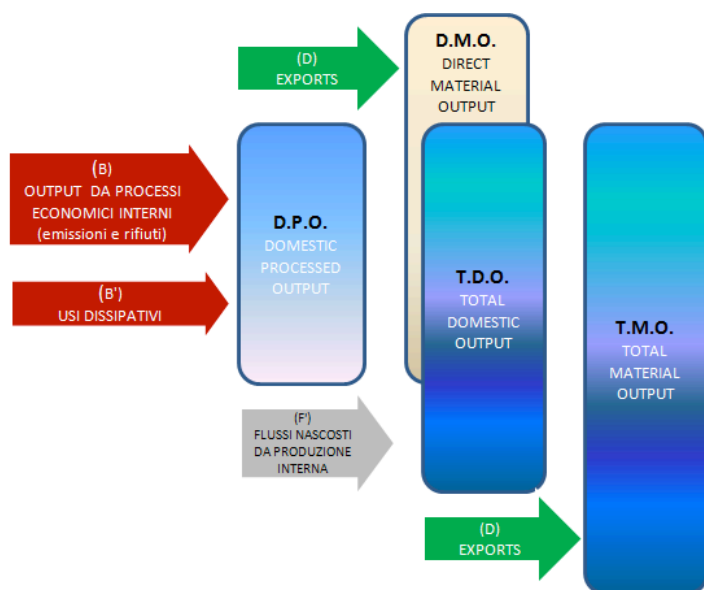


Fig. 4. *Calcolo del Domestic Material Consumption*

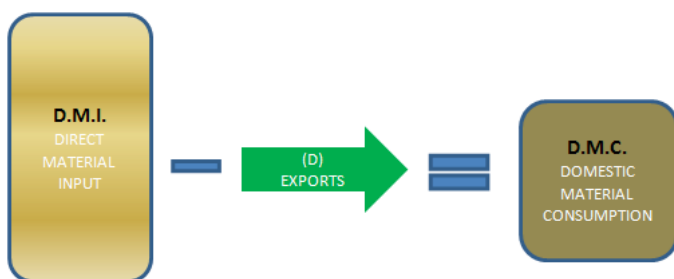
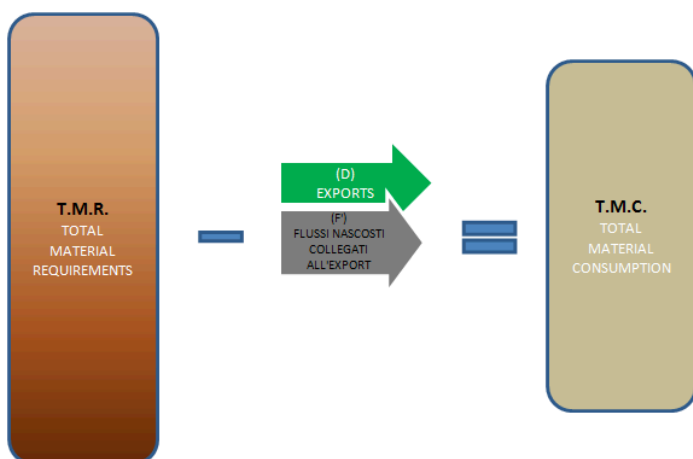


Fig. 5. *Calcolo del Total Material Consumption*



- Domestic Extraction (DE): Questo indicatore esprime il quantitativo di materiale estratto internamente al sistema considerato. E' la quantificazione più immediata del

soddisfacimento della propria domanda mediante risorse già a disposizione del sistema. Infatti, l'estrazione interna di materiali comprende tutte le quantità di materia prelevate dall'ambiente naturale del territorio in esame per essere incorporate successivamente nella realizzazione dei vari prodotti. Nello studio descritto l'attenzione è stata posta esclusivamente sui materiali derivanti dalle attività estrattive regionali per i tre stralci considerati: materiali aggregati, pietre ornamentali e minerali per l'industria.

- **Direct Material Input (DMI):** Dopo avere calcolato gli input da estrazione interna, addizionando gli import globali del sistema (in termini di materie prime, semilavorati e prodotti finiti) si ottiene il Direct Material Input (cioè l'input di materiale diretto) rappresentante l'insieme dei materiali entranti ed effettivamente utilizzati dai settori economici esaminati nel periodo di riferimento. Il DMI comprende sia materiali di produzione, destinati cioè ai singoli settori economici perché li trasformino in prodotti finiti, sia materiali di consumo, entranti direttamente nell'economia senza subire ulteriori trasformazioni.
- **Total Material Requirement (TMR):** La somma di tutti i materiali, diretti ed indiretti, estratti internamente e derivanti da importazioni dall'esterno del sistema rappresenta la richiesta di materiale totale del sistema. Il valore di TMR fornisce tutti i flussi di risorse naturali, utilizzate ed inutilizzate, prelevate dall'ambiente naturale per alimentare in maniera diretta ed indiretta il sistema.
- **Domestic Processed Output (DPO):** Il DPO rappresenta l'insieme degli scarti di processo del sistema. E' calcolato come somma degli output dai processi interni, rappresentati a loro volta da emissioni in aria e in acqua e rifiuti, degli utilizzi dissipativi di risorse e delle perdite. In pratica, raccoglie al suo interno tutti gli output rientranti nel sistema naturale territoriale. Nel caso specifico, come vedremo, non è stato possibile arrivare ad una quantificazione di tutti gli output e ci si è limitati all'identificazione delle emissioni in atmosfera e dei rifiuti speciali pertinenti al settore.
- **Domestic Material Consumption (DMC):** Il DMC si ottiene come differenza fra il DMI e le esportazioni: in questa maniera si esprime il reale consumo interno di materia del sistema, cioè il totale di stock accumulati o la trasformazione in rifiuti degli stessi.
- **Total Material Consumption (TMC):** Il consumo di materiale totale esprime la quantità di risorse movimentate (internamente ed esternamente al sistema) per il soddisfacimento della domanda interna finale di beni e servizi.
- L'analisi di tale indicatore permette di comprendere se la domanda finale interna dipenda da un forte consumo di materiali di provenienza interna o dipenda, invece, principalmente da movimentazioni esterne al sistema. In questo secondo caso l'impatto ambientale, che potrebbe apparire basso (per quanto riguarda il peso dell'utilizzo di risorse interne) assume il reale valore commisurato alla reale necessità

di risorse. Vengono, cioè, evidenziate le pressioni potenziali esercitate a livello globale, evidenziando i consumi di tutta la catena produttiva, non soltanto della parte interna al sistema esaminato.

La suddivisione in stralci

La suddivisione in stralci è stata fatta per ottenere, oltre al bilancio totale, anche il bilancio ripartito nei differenti comparti produttivi: inerti e materiali aggregati, pietre ornamentali, materiali per l'industria. Il punto di partenza per il raggiungimento di tale obiettivo è stato partire direttamente dai dati inseriti nella Banca Dati Attività Estrattive (BDAE) regionale e riorganizzarli secondo quanto mostrato in Tab. 1 La tabella sottostante riporta la suddivisione effettuata:

Tab. 1 Ripartizione per stralcio in base ai litotipi esaminati e agli usi specifici considerati

<i>Primo Stralcio</i>				
<i>(Inerti da calcestruzzo, conglomerati bituminosi e tout-venant per riempimenti e sottofondi)</i>		<i>Secondo Stralcio</i>	<i>Terzo Stralcio</i>	<i>Prima categoria</i>
		<i>(Pietre ornamentali)</i>	<i>(Minerali industriali)</i>	
Litotipo				
	Materiale alluvionale	Pietra di Luserna	Argilla	Argille refrattarie
	Detrito di falda	Beola	Gesso	Caolino
	Materiale morenico	Gneiss	Sabbie silicee	Olivina
	Sabbie per riempimento	Granito	Quarzo	Minerali auriferi e associati
		Diorite	Torba	
	Calcare	Sienite	Calcare	Marna da cemento
	Sabbie silicee	Serizzo		Granati e associati
		Marmo		Idrocarburi
		Quarzite		Granati
		Porfido		Feldspati
		Calcare		Feldspati e associati
				Talco

Metalli			
Uso primario	Per aggregati da cls e Per	pietre	Per usi industriali
	da conglomerati ornamentali		Per laterizi /
	bituminosi		Per argille
	Per riempimento e		espanse
	rilevati		
	Per pietrisco		Per cemento
	Per massi da scogliera		

Fonte: elaborazioni da Banca Dati Attività estrattive a cura di AG3 S.r.l. – Università di Torino

La Fig. 6 evidenzia invece la distribuzione sul territorio piemontese delle cave esaminate.

Fig. 6. Distribuzione delle cave classificate secondo il criterio esposto. In azzurro le cave (punti) ed i poli (poligoni) del primo stralcio, in verde e grigio rispettivamente quelli del secondo e terzo stralcio. Le miniere non sono rappresentate poiché non oggetto di studio.

Nelle figure riportate di seguito (Fig. 7, Fig. 8, Fig. 9) si è ricostruito il bilancio per singolo stralcio, dovendosi ovviamente basare su semplificazioni che hanno in ogni caso permesso di evidenziare quali possano essere i flussi di materia per i differenti materiali appartenenti ai 3 stralci oggetto di interesse.

Fig. 7. Diagramma di flusso relativo alla distribuzione degli utilizzi e delle lavorazioni dei materiali aggregati fra Piemonte e altre regioni o estero

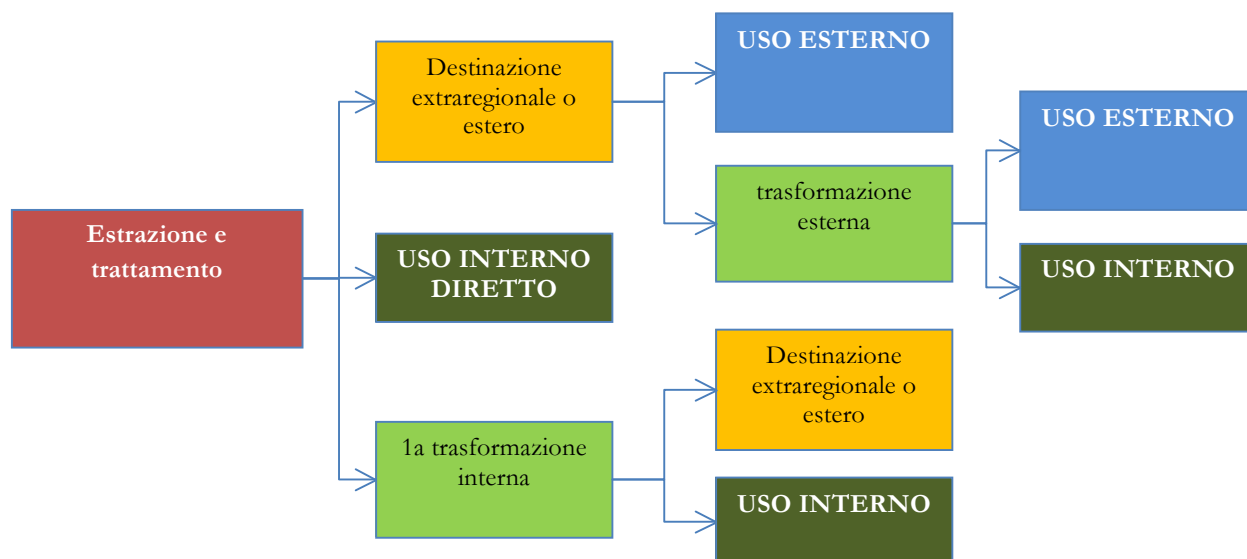


Fig. 8. Diagramma di flusso relativo alla distribuzione degli utilizzi e delle lavorazioni di pietre ornamentali fra Piemonte e altre regioni o estero

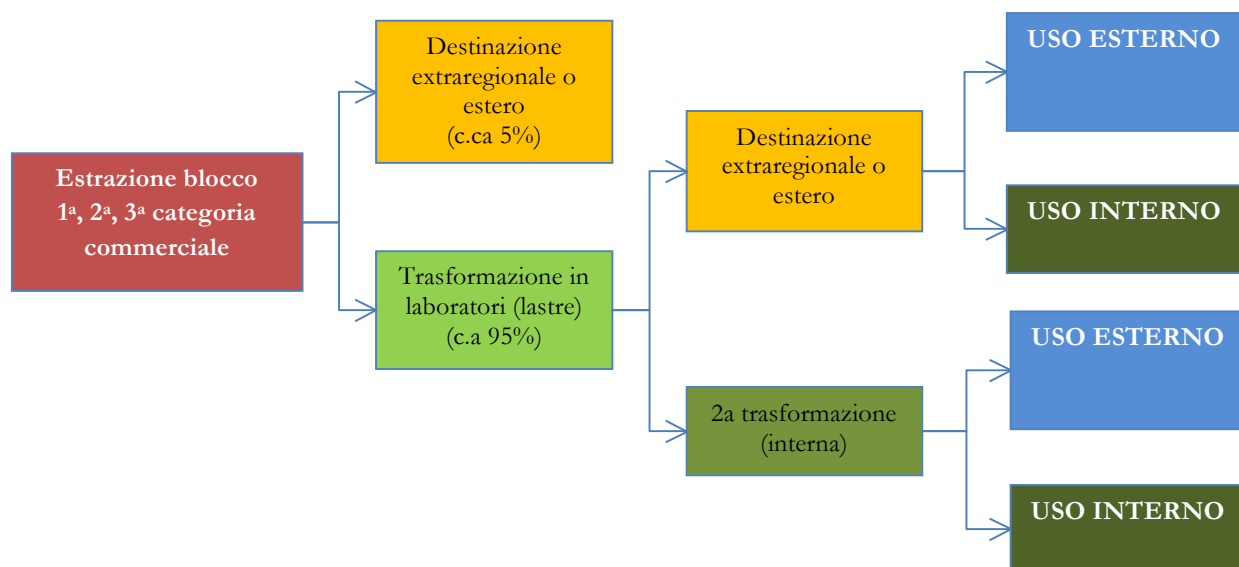
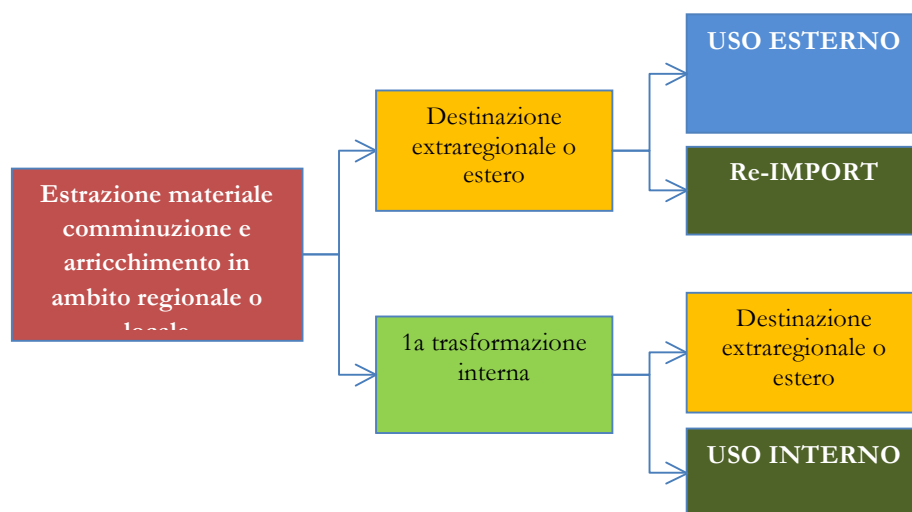


Fig. 9. Diagramma di flusso relativo alla distribuzione degli utilizzi e delle lavorazioni dei materiali per l'industria fra Piemonte e altre regioni o estero



L'analisi dei diagrammi consente anche di comprendere le difficoltà avute nell'ottenimento di risultati affidabili: ciò è dovuto in larga parte dalla difficile attribuzione e calcolo degli scambi interregionali e con l'estero. Infatti, mentre questi ultimi sono disponibili su base ISTAT (dati del commercio con l'estero) i dati di scambio interregionale sono di più difficile quantificazione. Anche le stime fornite dal questionario fatto compilare alle imprese autorizzate a cavare sono soggette a errori piuttosto marcati che non consentono una stima veritiera. La criticità è particolarmente evidente per i materiali appartenenti a stralci caratterizzati da prodotti a ridotto valore aggiunto economico (in particolare i settori degli inerti): il corto raggio che caratterizza il circuito economico di tali materiali fa sì che sfugga al controllo la stima veritiera del quantitativo.

I dati utilizzati

Il bilancio di materia è stato costruito basandosi su dati provenienti da banche dati differenti, ciascuna specifica per la tipologia di materia entrante o uscente dal sistema e ove possibile riferiti allo specifico stralcio di provenienza.

I dati di input

I dati di input direttamente estratti sul territorio regionale sono tutti stati derivati dalla Banca Dati Attività Estrattive (BDAE): tale banca dati raccoglie i dati relativi al materiale estratto sul territorio regionale piemontese, ripartito per cava di estrazione, per litotipo e per anno di estrazione. Da tale banca dati è stato possibile ricostruire la serie storica dal 1990 al 2012 ma anche e soprattutto le destinazioni finali di tale materiale. Queste informazioni hanno permesso di avere la stima dei flussi prodotti dalla regione Piemonte ed entranti nel circuito economico regionale, così come la stima dei flussi di materiale che dopo l'estrazione sul territorio regionale vengono destinati a sistemi economici extraregionali (altre regioni italiane o estero). I dati della BDAE hanno dovuto essere rielaborati in considerazione delle forti

incongruenze che li caratterizzavano e dovute alla loro modalità di raccolta (sono infatti basati sulle estrazioni dichiarate volontariamente dalle aziende cavatrici).

Gli altri dati di input, ossia tutti quei materiali entranti nel sistema economico piemontese ma non direttamente estratti sul medesimo territorio, sono stati derivati dalla banca dati ISTAT denominata COEWEB che rappresenta il sistema informativo completamente dedicato alle statistiche del commercio con l'estero. Tali dati è possibile dettagliarli a scala territoriale e secondo il codice ATECO di riferimento, proporzionando il dato quantitativo nazionale sulla base del rapporto economico ricavabile fra dato regionale e dato nazionale. Per avere la quantificazione degli scambi interregionali, sono state necessarie delle stime basate sulle matrici input/output: tali matrici rappresentano gli scambi reciproci fra i differenti settori di un sistema economico. Basandosi sulla matrice relativa alla regione Piemonte per l'anno 2001 (elaborata da IRPET) si è potuta evidenziare la proporzione, a livello economico, fra gli export interregionali e gli export con l'estero. Applicando la stessa proporzione ai dati quantitativi riferiti agli scambi esteri è stato così possibile ricostruire la stima degli scambi con le altre regioni italiane.

La banca dati ISTAT è fornita in serie storica dal 1991 ed è quindi stato possibile metterla in relazione con i dati della Banca Dati Attività Estrattive sul medesimo arco temporale.

I dati di output

I dati di uscita dal bilancio del settore estrattivo regionale riguardano le emissioni in atmosfera, i rifiuti e gli export.

I dati di emissione in atmosfera sono stati derivati dalla banca dati IREA (Inventario Regionale Emissioni in Atmosfera) inerente le emissioni in atmosfera derivanti dall'attività antropica piemontese. Si basa su stime che riguardano le sorgenti classificate secondo la nomenclatura SNAP (*Selected Nomenclature for Air Pollution*) e nel caso specifico sono stati individuati i settori SNAP maggiormente rappresentativi del settore economico indagato.

Fra le emissioni in atmosfera la voce sicuramente più rilevante è quella di rilascio di CO₂: tale gas è stato inserito in bilancio esclusivamente come quantitativo totale di Carbonio. La scelta è dipesa dal fatto che si era nell'evidente impossibilità di quantificare le voci di bilanciamento (Ossigeno e altre sostanze chimiche) delle reazioni stechiometriche conseguenti alle lavorazioni industriali di provenienza delle emissioni. Riducendo la CO₂ a Carbonio puro tale analisi non si è resa necessaria, riuscendo comunque ad esprimere in maniera sufficientemente corretta il valore di oltre il 99% del totale delle emissioni industriali specifiche.

I dati rifiuti derivano dai dati MUD relativi ai rifiuti speciali (ARPA Piemonte). Il MUD (Modello Unico di Dichiarazione, riferimenti legislativi in Legge 70/94 e nel DPCM 31/03/99) rappresenta il documento cogente che ogni produttore di rifiuti speciali deve consegnare annualmente alla Camera di Commercio competente per dichiarare i quantitativi e le tipologie di rifiuti speciali prodotti, trasportati e smaltiti nel corso dell'anno precedente. Oltre che dai produttori, tale documento deve essere predisposto dai soggetti incaricati della raccolta, del trasporto e dello smaltimento/recupero finale del rifiuto. Ogni rifiuto speciale è

catalogato secondo un codice derivato dal Catalogo Europeo dei Rifiuti (CER) che univocamente lo caratterizza (riferimento in D. Lgs 152/06). Ai fini del progetto sono stati selezionati soltanto alcuni CER che potessero direttamente essere collegati alla filiera considerata.

Le voci di export hanno invece la medesima provenienza delle voci di import, ossia la banca dati COEWEB dell'ISTAT.

Flussi nascosti ed indiretti

A livello bibliografico ci si è basati sullo studio realizzato da Bringezu e Schuetz nel 2001 (Bringezu et al., 2001). I due studiosi hanno realizzato un'analisi molto dettagliata dei flussi nascosti ed indiretti legati alla maggior parte delle produzioni minerali e metallifere, oltre che dei flussi indiretti legati ad una importazione di tali materiali dall'esterno del sistema.

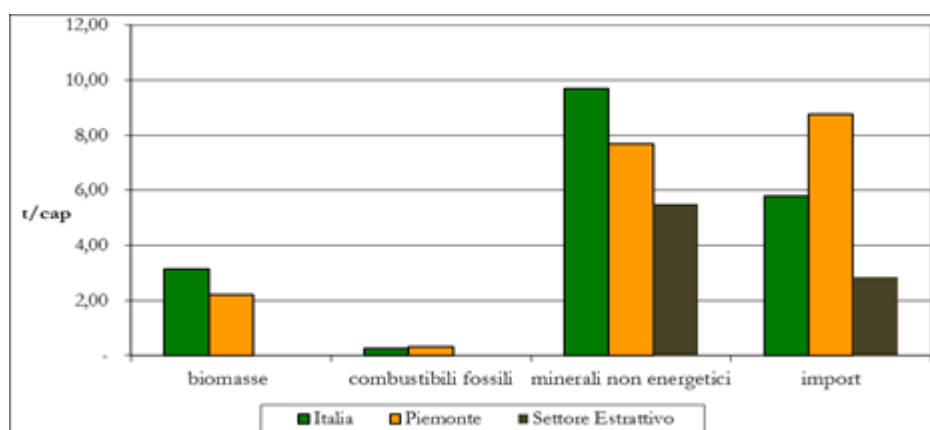
All'interno di tali lavori si sono reperiti coefficienti in grado di esprimere la quantità di flusso nascosto relativo all'estrazione domestica non inserito nel circuito economico del sistema regionale, e di flusso indiretto relativo agli import ed export, ossia quanto materiale è stato necessario complessivamente movimentare per ottenere le materie prime, i semilavorati ed i prodotti finiti relativi al settore esaminato importati ed esportati dalla Regione Piemonte.

Risultati

I risultati del bilancio di materia relativo al settore estrattivo è stato inizialmente messo in relazione con i risultati del bilancio di massa dell'intera economia italiana (elaborazione ISTAT – anno 2001) e dell'intera economia piemontese (elaborazione IRES Piemonte – anno 2001). Il confronto fra i valori di *Direct Material Input* (insieme di tutto il materiale entrante nel sistema considerato) presentato in Fig. 10 permette di evidenziare come l'anno 2001 (cui fanno riferimento il caso piemontese e il caso italiano) si sia caratterizzato per un valore di estrazione interna di minerali non energetici superiore alla media del periodo considerato nel presente studio. Come vedremo in alcuni dei grafici seguenti, infatti, si ha avuto un periodo di crescita dell'estrazione interna compreso fra il 1998 e il 2004, verosimilmente dovuto all'implementazione delle infrastrutture e dei nuovi edifici per le Olimpiadi di Torino del 2006. Dal grafico è anche interessante far emergere l'analisi degli import: occorre considerare che nel presente studio gli import sono esclusivamente quelli relativi al settore estrattivo mentre fanno riferimento al totale degli import dell'intero sistema socio-economico nazionale o regionale negli altri due studi. Questa è la ragione per cui il risultato sembra essere decisamente inferiore per quanto riguarda il settore estrattivo rispetto agli altri due casi. E' però interessante un'altra chiave di lettura per interpretare tali dati: i valori di import, espressi in tonnellate pro capite, in un discorso più ampio di sostenibilità del sistema socio-economico studiato, permettono di comprendere quanto materiale sia "necessario" per ciascun cittadino piemontese o italiano e soprattutto quanto di questo dipenda dal mercato extraregionale. Questa è purtroppo, dal punto di vista della sostenibilità ambientale, una caratteristica tipica dei sistemi socio-economici "ricchi", come bisogna a tutti gli effetti considerare l'economia nazionale o regionale nonostante la crisi degli ultimi anni. Sarebbe in linea generale

auspicabile virare verso un utilizzo maggiore delle risorse disponibili sul proprio territorio. Vedremo cosa questo possa significare in particolare per il settore estrattivo.

Fig. 10. Confronto fra le differenti voci di Direct Material Input per l'Italia, per il Piemonte e per il settore estrattivo piemontese. La voce Italia intende il bilancio di massa nazionale elaborato da ISTAT relativo al 2001, la voce Piemonte il bilancio di massa regionale elaborato da IRES Piemonte relativo al 2001 mentre la voce settore estrattivo fa riferimento ai risultati della presente analisi



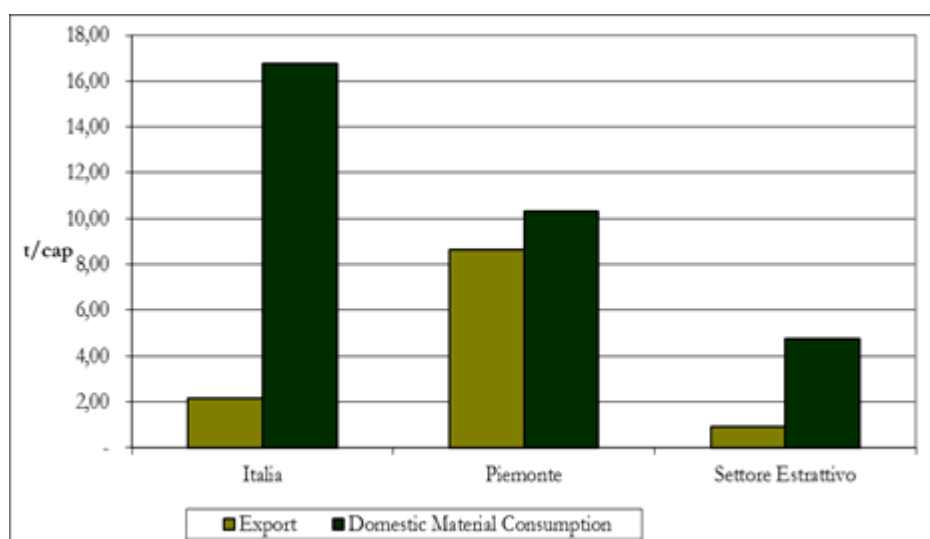
Nella Fig. 11 il confronto è fatto fra le quantità di materiale in uscita dai bilanci di massa considerati: export e domestic material consumption (uso di materiale interno al sistema). Tali voci rappresentano, per quanto riguarda l'export, la quantità di materiale che, seppur estratto o lavorato all'interno dei confini del territorio in esame, viene poi destinato ad usi extra-territoriali (estero o altre regioni) mentre il Domestic Material Consumption esprime quante risorse, materiali, semilavorati o prodotti finiti restano sul territorio. Anche in questo caso l'analisi del settore estrattivo ha fornito risultati confrontabili con il bilancio di massa nazionale e regionale per l'anno 2001; il confronto fra le due voci consente di evidenziare quanto il sistema economico rappresentato sia "accaparratore", ossia quanto di tutta la materia che entra resti poi all'interno del territorio.

E' interessante fare alcuni confronti: innanzitutto si evidenzia come, rispetto al caso nazionale, la regione Piemonte si contraddistingua per un sistema economico più equilibrato fra quanto viene destinato ad usi interni o ad export (extraregionali o estero). Ricordiamo che questi dati nazionali e regionali fanno riferimento all'intero bilancio economico e non soltanto al settore estrattivo. L'economia nazionale mostra una forte componente di consumo interno rispetto a quanto viene destinato ad altri territori e così capita anche per il settore estrattivo: tale risultato è imputabile principalmente ai materiali del primo stralcio che, rappresentando la percentuale maggiore in termini quantitativi di materiali trattati ed essendo caratterizzati da un ridotto valore aggiunto economico hanno raggi di vendita limitati e restano quindi all'interno

del territorio regionale. Ciò non capita per i materiali degli altri due stralci che però pesano decisamente meno in termini quantitativi sul bilancio finale.

L'analisi estesa all'intera economia piemontese considera invece tutti gli export regionali ed è questa la ragione per cui si osserva una situazione più equilibrata fra quanto resta all'interno del sistema economico regionale e quanto è destinato all'esportazione.

Fig. 11. Confronto fra le voci di export e il Domestic Material Consumption per l'Italia, per il Piemonte e per il settore estrattivo piemontese. La voce Italia intende il bilancio di massa nazionale elaborato da ISTAT relativo al 2001, la voce Piemonte il bilancio di massa regionale elaborato da IRES Piemonte relativo al 2001 mentre la voce settore estrattivo fa riferimento ai risultati della presente analisi



Le successive Fig. 12 e Fig. 13 mostrano la quantificazione dei flussi di materia nascosti ed indiretti; ricordiamo che tali flussi rappresentano la quantità di materiale movimentata per l'estrazione delle materie prime ma poi non utilizzata concretamente e soprattutto la quantità di materiale che viene "sprecata" per l'ottenimento dei semilavorati e dei prodotti finiti. Nel settore estrattivo, a differenza dell'intera economia italiana o piemontese riportate nel grafico, il TMR non è sensibilmente maggiore rispetto alle altre voci: ciò dimostra come la quantità di flussi nascosti e indiretti per il settore estrattivo è relativamente bassa a testimonianza del fatto che la trasformazione dei materiali estratti da cava, rispetto ad altri sistemi produttivi del circuito economico, sia caratterizzata da un buon grado di utilizzo di materia prima e da una netta riduzione degli scarti.

Fig. 12. Confronto fra il Direct Material Input, il Total Material Input e il Total Material Requirement per l'Italia, per il Piemonte e per il settore estrattivo piemontese. La voce Italia intende il bilancio di massa nazionale elaborato da ISTAT relativo al 2001, la voce Piemonte il bilancio di massa regionale elaborato da IRES Piemonte relativo al 2001 mentre la voce settore estrattivo fa riferimento ai risultati della presente analisi

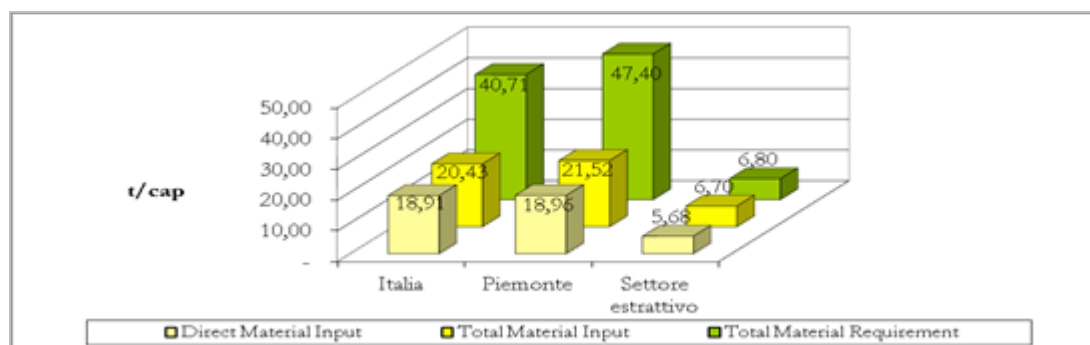
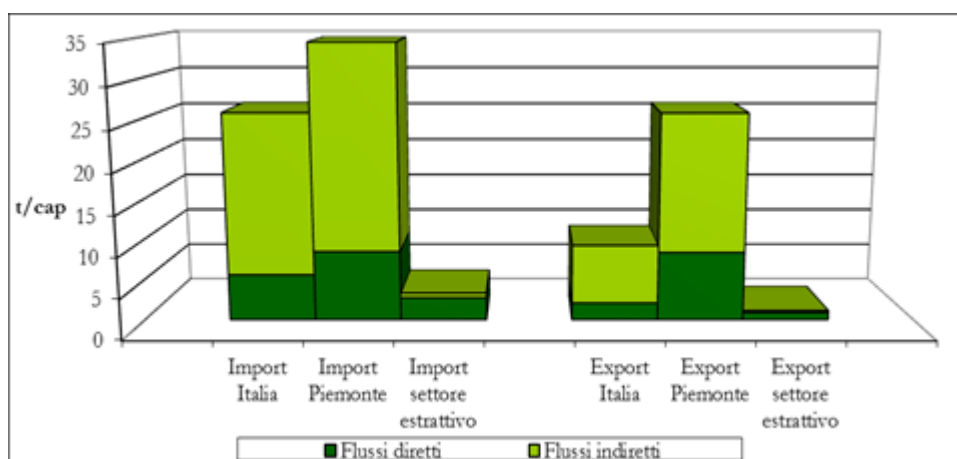


Fig. 13. Rappresentazione dei flussi diretti ed indiretti per l'Italia, per il Piemonte e per il settore estrattivo piemontese. La voce Italia intende il bilancio di massa nazionale elaborato da ISTAT relativo al 2001, la voce Piemonte il bilancio di massa regionale elaborato da IRES Piemonte relativo al 2001 mentre la voce settore estrattivo fa riferimento ai risultati della presente analisi

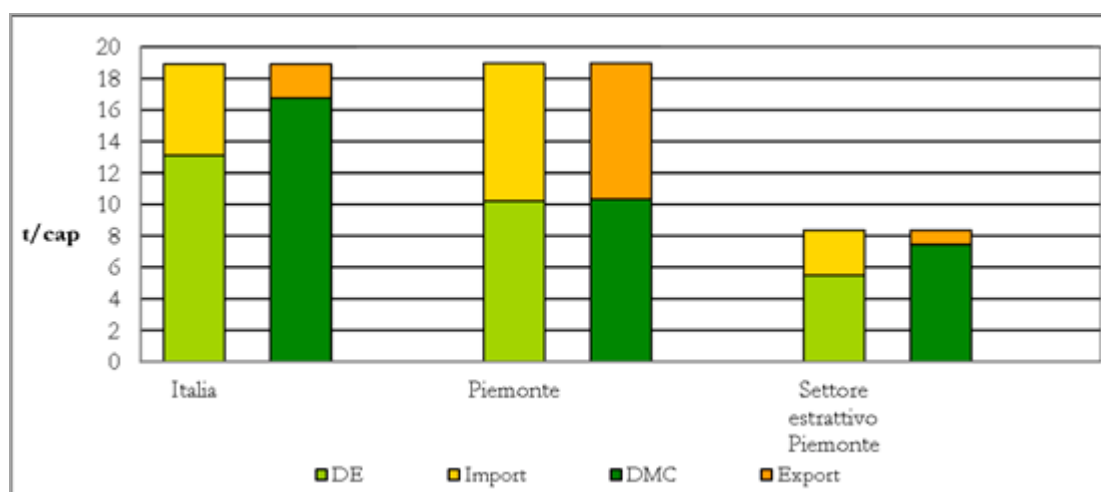


Nella Fig. 13 viene mostrata la ripartizione fra flussi diretti e flussi indiretti nelle voci di import ed export, sempre riferite ai tre casi del bilancio nazionale, regionale e del settore estrattivo. A conferma di quanto detto commentando la figura precedente, anche nell'analisi

degli import ed export si nota come il settore estrattivo sia caratterizzato da flussi principalmente diretti. La ragione è, come detto prima, da ricercarsi nel fatto che i materiali da cava subiscono in fase estrattiva e di prima lavorazione trattamenti che ne riducono gli sprechi, garantendo un basso livello di “scarto” che andrebbe conteggiato nei flussi indiretti.

In questa preliminare comparazione fra il settore estrattivo e il bilancio di massa nazionale e regionale mostriamo ancora nella Fig. 14 come si proporzionano le voci in ingresso e in uscita dal bilancio di massa nei differenti casi. Fra le voci in ingresso (istogrammi in colori chiari) il caso italiano è caratterizzato da prevalenza di flussi da estrazione interna rispetto agli import, a differenza del caso regionale in cui si ha sostanziale equilibrio. Il settore estrattivo, in cui le voci predominanti sono i materiali dello stralcio 1, si connota con una maggiore percentuale di materiali provenienti da estrazione interna e solo in misura minore derivanti dalle importazioni. Per quanto riguarda le voci in uscita (istogrammi in colori scuri) si mantengono le proporzioni viste per le voci in ingresso in tutti e tre i casi studio presentati; risulta ancora maggiore la forbice fra le quantità di flussi per il consumo interno e le quantità di materiali uscenti come export. Si può considerare, in merito a ciò, che buona parte dei materiali provenienti dal settore estrattivo subiscano trattamenti di prima lavorazione internamente al territorio regionale, e vengano quindi conteggiati come flussi restanti all'interno del sistema stesso.

Fig. 14. Confronto fra il proporzionamento delle voci in ingresso e delle voci in uscita dal bilancio di massa per l'Italia, per il Piemonte e per il settore estrattivo piemontese. (DE = Domestic Extraction; DMC = Domestic Material Consumption). La voce Italia intende il bilancio di massa nazionale elaborato da ISTAT relativo al 2001, la voce Piemonte il bilancio di massa regionale elaborato da IRES Piemonte relativo al 2001 mentre la voce settore estrattivo fa riferimento ai risultati della presente analisi



Confronto bilancio totale settore estrattivo e bilanci per stralcio

Nelle figure che saranno presentate successivamente mostreremo i risultati del bilancio complessivo del settore estrattivo e dei differenti bilanci effettuati sui 3 comparti analizzati: inerti e materiali aggregati (stralcio 1), pietre ornamentali (stralcio 2) e materiali per l'industria (stralcio 3).

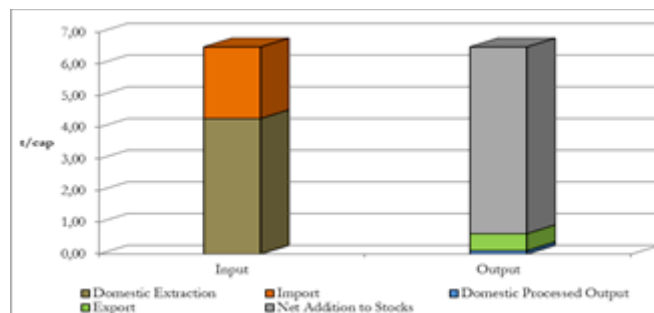
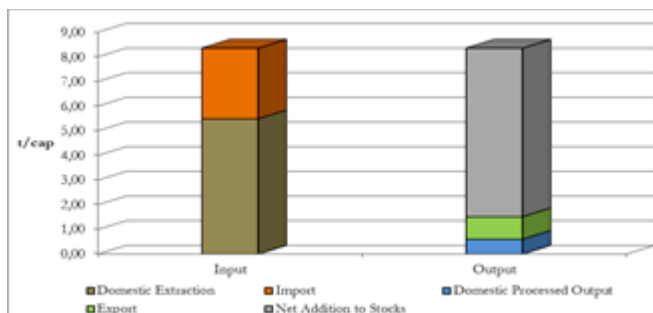
La Fig. 15 rappresenta la costruzione dei differenti bilanci relativi al settore estrattivo nella sua totalità e per i differenti stralci. La prima precisazione da fare è sulla metodologia di ottenimento del NAS: non potendo costruire, per mancanza di dati affidabili, l'aumento degli stock interni in maniera diretta, il NAS è stato calcolato come differenza fra il consumo interno di materiale e gli output da processi interni. Ciò lo rende matematicamente uguale alla somma di estrazione domestica e import ed è questa la ragione del pareggio fra le voci di input e di output dei differenti bilanci, senza necessità di evidenziare il potenziale errore dovuto alle inevitabili stime fatte.

Tornando ai singoli bilanci, si può notare, confrontando in particolare i grafici riferiti ai 3 stralci, come i materiali aggregati (stralcio 1) e le pietre ornamentali (stralcio 2) siano caratterizzati da bassi valori di output verso l'ambiente (Domestic Processed Output), a differenza dei materiali per l'industria in cui invece tale voce risulta più marcata. Occorre prestare molta attenzione all'interpretazione di tale risultato: la differenza evidenziata non significa che per i materiali aggregati e le pietre ornamentali possano ritenersi trascurabili le ripercussioni verso l'ambiente, ma semplicemente che siano presenti in misura minore rispetto agli altri due casi; il DPO è, infatti, conteggiato come somma delle emissioni in atmosfera e dei rifiuti e inevitabilmente questi flussi sono maggiori nel comparto che più di ogni altro è caratterizzato da lavorazioni e trasformazioni industriali, ossia quello dei materiali per l'industria. Gli altri settori hanno sicuramente altrettanti impatti, probabilmente da ricercarsi in altri comparti di interesse ambientale come il paesaggio o l'appropriazione di suolo piuttosto che il rilascio diretto di inquinanti.

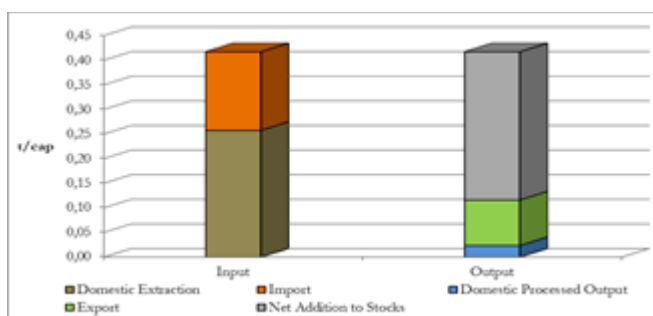
Fig. 15. Confronto fra la ripartizione delle differenti voci di bilancio in ingresso e in uscita al sistema totale e organizzate per stralcio. Il calcolo del NAS è stato ottenuto per differenza fra il DMC e il DPO, il che lo rende matematicamente uguale alla somma di estrazione domestica e import

Bilancio TOTALE

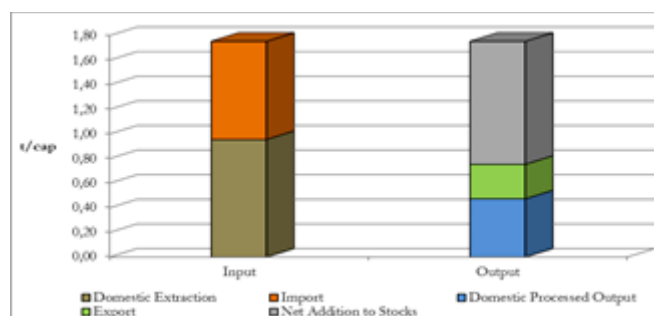
STRALCIO 1



STRALCIO 2



STRALCIO 3



Anche per quanto riguarda il rapporto fra l'estrazione domestica (Domestic Extraction) e l'import di materiali lo stralcio 3 si differenzia dagli altri: in questo caso l'estrazione domestica è circa il 50% del totale, mentre si attesta a valori superiori al 60% negli altri casi. Per quanto riguarda gli export, come già accennato, si conferma quanto detto relativamente alla tendenza all'utilizzo interno al territorio regionale per i materiali dello stralcio 1, mentre negli altri due casi le esportazioni crescono leggermente, diventando in particolare abbastanza significative per le pietre ornamentali.

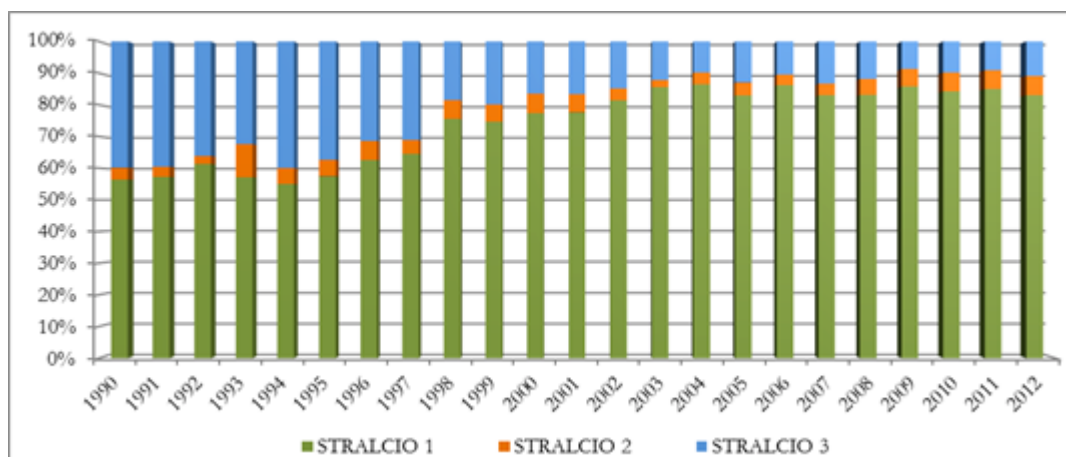
Bilanci per stralcio

In quest'ultima sezione di analisi dei risultati dei flussi di materia riportiamo i grafici di bilancio relativi ai tre differenti stralci.

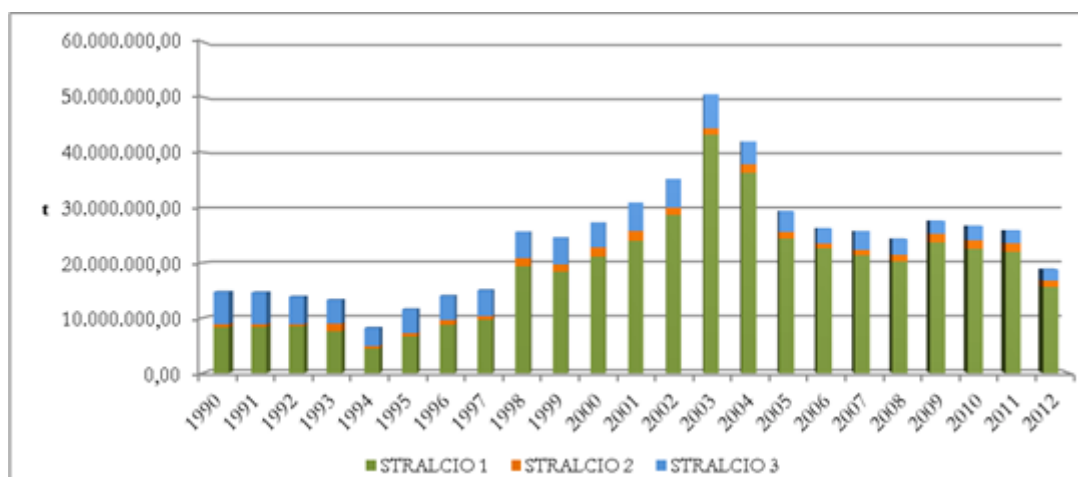
Il primo confronto che proponiamo è la suddivisione (percentuale e in massa) dell'estrazione annuale sul territorio regionale secondo i tre differenti stralci. Le Fig. 16 e 0 mostrano come nel periodo 1990-1999 l'estrazione fosse caratterizzata da una maggiore suddivisione sia in termini percentuali che di massa fra i 3 stralci: questa situazione si è nel tempo modificata stabilizzandosi, negli anni più recenti, su valori di estrazione di materiali del primo stralcio pari a circa l'80% del totale. Gran parte di tale variazione sembra imputabile ad una riduzione in percentuale sul totale dell'estrazione del materiale per l'industria che anche in termini quantitativi assoluti è passato da quasi 6 milioni di tonnellate annue a poco più di 2 milioni di tonnellate annue. Gli altri due stralci mostrano invece un andamento in crescita, essendo

passati da 8 milioni di tonnellate a più di 15 milioni di tonnellate (materiali aggregati e inerti) e da circa 500.000 tonnellate annue a più di 1 milione di tonnellate annue (pietre ornamentali).

Fig. 16. Ripartizione percentuale del totale estratto regionale annuo nel periodo 1990-2012 suddivisa per stralcio



Ripartizione in massa del totale estratto regionale annuo nel periodo 1990-2012 suddivisa per stralcio



Nelle 3 schede successive (Fig. 17, Fig. 18, Fig. 19) sono, invece, riportati grafici relativi ai singoli stralci.

La prima riporta tutti i dati relativi al primo stralcio: nel primo grafico si evidenzia una crescita pressoché costante sino al picco del 2003 per poi passare ad una successiva regressione sino ai valori del 2012. Tali valori, in ogni caso superiori a quelli dei primi anni '90, fanno presupporre una probabile sottostima dei quantitativi estratti in quegli anni. Il

secondo grafico mostra come, mentre la bilancia commerciale fisica si è mantenuta pur con alcune oscillazioni su valori compresi fra 1,5 e 2 t/cap, sia cresciuta nel tempo la richiesta di materiale per il consumo interno, ampiamente soddisfatta da un aumento dei quantitativi estratti internamente al territorio regionale. L'ultimo grafico consente di raffrontare, sulla base del totale estratto, quanto di questo materiale sia stato destinato al consumo interno e quanto invece alle esportazioni interregionali o verso l'estero: l'andamento del rapporto percentuale fra il materiale destinato alle esportazioni e il materiale per usi interni mostra proprio come dal 1998 ad oggi si sia notevolmente ridimensionata la quota per le esportazioni, attestandosi a valori inferiori al 20% di quanto consumato all'interno del Piemonte. Si può quindi affermare che la domanda interna di materiali aggregati è pressoché soddisfatta dall'estrazione interna al territorio regionale.

La seconda scheda riporta i grafici relativi alle pietre ornamentali. Tale stralcio ha avuto un picco di utilizzo regionale attorno agli anni 2000-2001, in parte supportato dall'estrazione interna che però mostra un picco meno marcato e negli anni successivi appare stabilizzarsi sui valori medi dell'intero periodo. Si evidenzia anche negli ultimi anni una riduzione del quantitativo di materiale in import, visualizzabile dalla forbice esistente fra il Direct Material Input e l'estrazione domestica. Il primo grafico, in ogni caso, mostra dal 2000 in avanti una riduzione dell'estrazione e del consumo sino al 2006 che torna a crescere lievemente negli anni successivi. L'ultimo grafico mostra andamenti di più difficile interpretazione: sono infatti presenti alcune oscillazioni del rapporto percentuale fra il materiale destinato alle esportazioni e all'uso interno variabili fra picchi molto bassi e valori anche prossimi alla parità fra materiale in ingresso e in uscita dal territorio regionale. Mediamente, comunque, si nota come il rapporto percentuale fra il materiale in uscita e il totale si attesti attorno al 25-30%.

L'analisi del terzo stralcio evidenzia un picco di estrazione e consumo nel 1997, il mantenimento di una stabilità di consumo che si protrae sino ai primi anni del decennio scorso e una costante discesa sino ad oggi. Tale andamento lo si nota nella riduzione sia dei quantitativi estratti internamente che dei quantitativi in import, a dimostrazione di un utilizzo sempre minore dei materiali per l'industria, dovuto ad una crisi del settore economico regionale di trattamento e lavorazione di tali materiali.

L'analisi dei rapporti fra il materiale destinato alle esportazioni e usato internamente mostra, seppur oscillando fra il 20% e il 50%, una sostanziale stabilità sul lungo periodo attestata a circa il 20-25%.

Fig. 17. Confronto fra l'estrazione regionale annuale, il Direct Material Input annuale e medio sull'intervallo di tempo 1990-2012, il Domestic Material Consumption annuale (grafico in alto), confronto fra la bilancia commerciale fisica, l'estrazione regionale e il consumo interno regionale (grafico al centro), quantitativi estratti totali, entranti nel circuito economico regionale e destinati all'esportazione interregionale e estera e l'andamento del rapporto percentuale fra il totale del materiale destinato all'esportazione e il materiale restante sul territorio regionale

STRALCIO 1

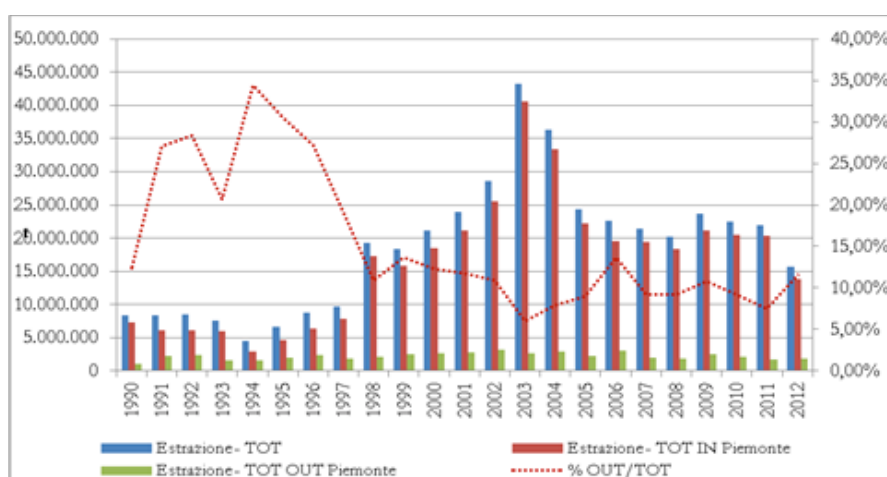
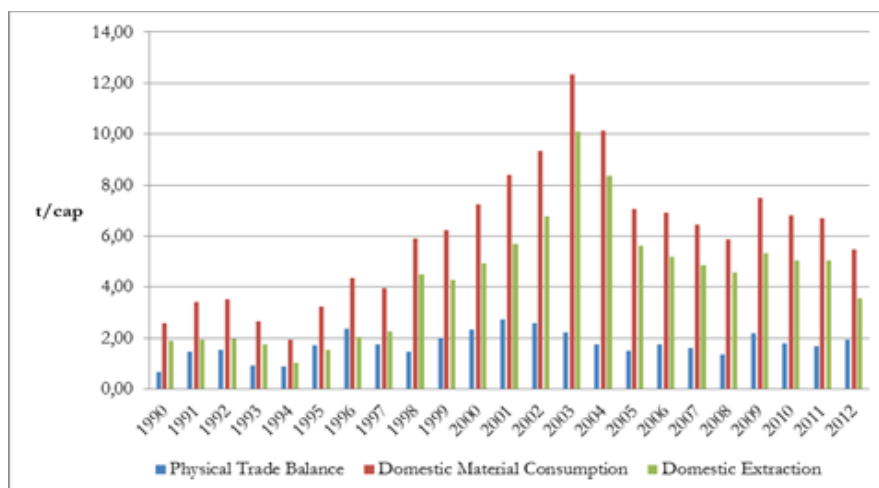
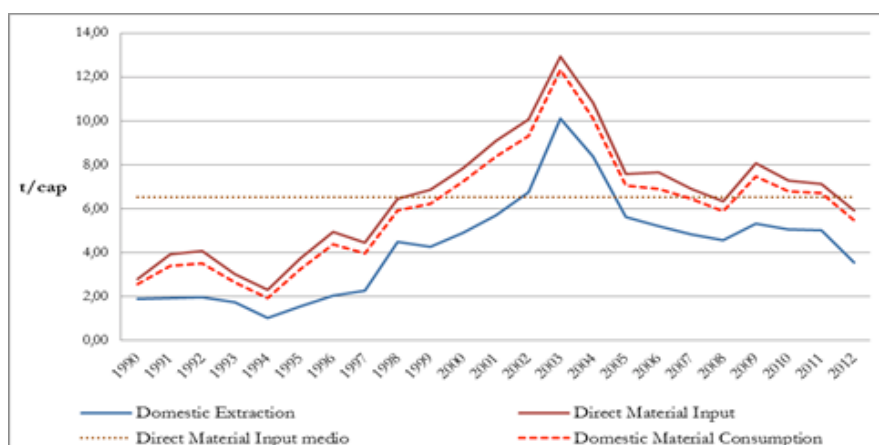
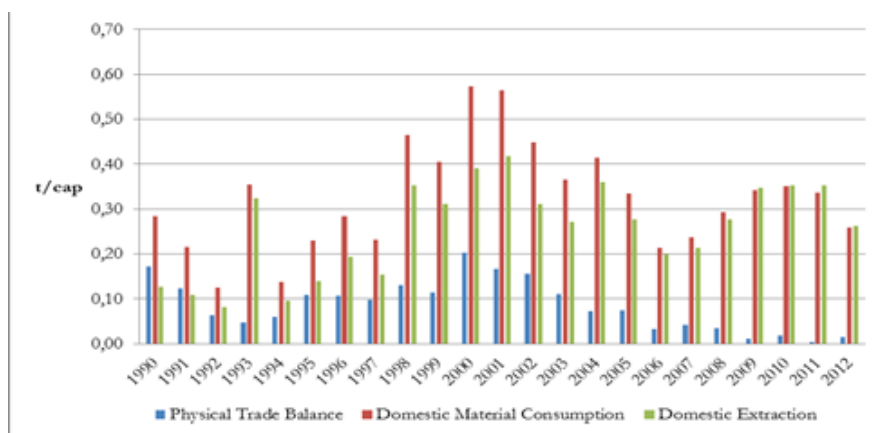


Fig. 18. Confronto fra l'estrazione regionale annuale, il Direct Material Input annuale e medio sull'intervallo di tempo 1990-2012, il Domestic Material Consumption

annuale (grafico in alto), confronto fra la bilancia commerciale fisica, l'estrazione regionale e il consumo interno regionale (grafico al centro), quantitativi estratti totali, entranti nel circuito economico regionale e destinati all'esportazione interregionale e estera e l'andamento del rapporto percentuale fra il totale del materiale destinato all'esportazione e il materiale restante sul territorio regionale

STRALCIO 2



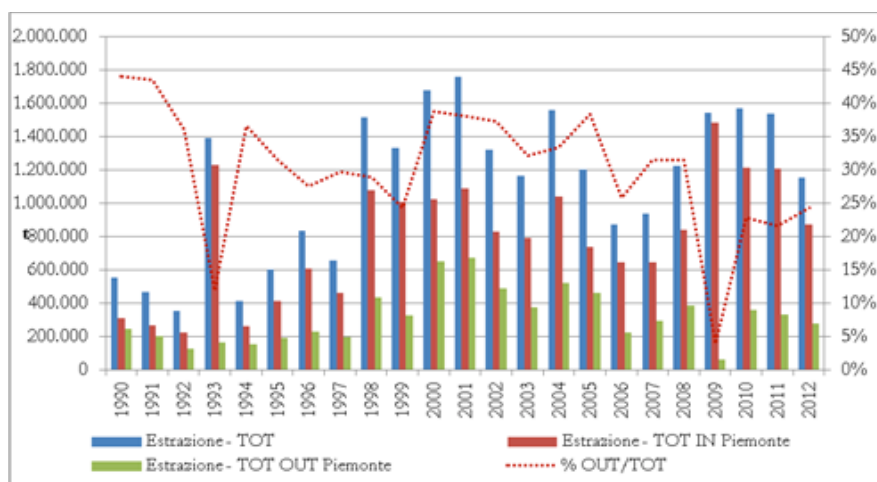
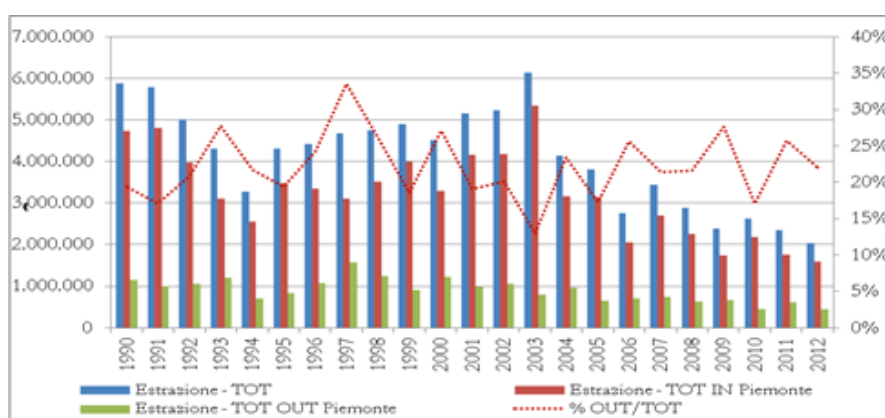
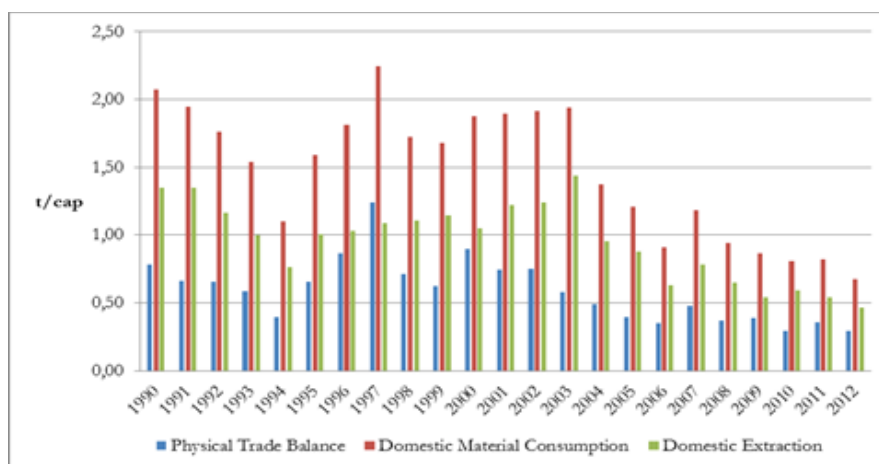


Fig. 19. Confronto fra l'estrazione regionale annuale, il Direct Material Input annuale e medio sull'intervallo di tempo 1990-2012, il Domestic Material Consumption annuale (grafico in alto), confronto fra la bilancia commerciale fisica, l'estrazione regionale e il consumo interno regionale (grafico al centro), quantitativi estratti totali, entranti nel circuito economico regionale e destinati all'esportazione interregionale e estera e l'andamento del rapporto percentuale fra il totale del materiale destinato all'esportazione e il materiale restante sul territorio regionale

STRALCIO 3





Conclusioni

Il quadro generale che ne esce fuori appare piuttosto complesso, sebbene riconducibile a alcuni importanti elementi di sintesi:

1. la quantità di materia totale utilizzata dal sistema economico (Total Material Requirement), in un anno, sia direttamente che indirettamente è chiaramente maggiore per un territorio industriale quale è il Piemonte (47,4 t/cap) rispetto all'Italia (40,7 t/cap). Di queste quantità le risorse totali impiegate, comprensive delle importazioni (Direct Material Input), sono meno della metà, 18,96 t/cap in Piemonte e 18,91 t/cap in Italia, mentre il materiale mancante è fatto di scarti primari (dell'estrazione) o secondari (scarti delle lavorazioni) nonché del materiale indiretto (per l'energia, le macchine e tutto il resto) usato dal settore (Total Material Input).

In questo contesto generale le risorse utilizzate (Direct Material Input) dal settore estrattivo rappresentano ben il 30% dell'intero materiale che entra nel metabolismo economico piemontese e sebbene sia un'attività "energy intensive" il suo impatto in termini di scarti prodotti (Unused Extraction) è del 18,5% del materiale totale trattato contro il 13,5% della media dell'industria in generale. Si tenga conto che da tempo è stata affrontata in ambito europeo la questione della valorizzazione dei materiali di risulta e la creazione di programmi sinergici, di utilizzo degli stessi, tra attività estrattiva e infrastrutturazione. La Regione Piemonte ha recepito tutto ciò per mezzo della L.R. 21 aprile 2011, n. 4 "Promozione di

interventi a favore dei territori interessati dalla realizzazione di grandi infrastrutture. Cantieri-Sviluppo-Territorio”.

E' inoltre un settore precipuamente locale dato che ben l'84% del consumo di materia avviene all'interno della regione e solo il 16% è destinato alle esportazioni fuori regione. La prossimità, intesa come consumo interno alla regione Piemonte, è chiaramente più rilevante per il primo stralcio, la parte degli agglomerati, sabbie, ecc. considerati nel rapporto che danno luogo a costruzioni e infrastrutture, per ben il 94 % delle risorse utilizzate.

Molto più orientati all'export sono gli altri due stralci analizzati, sebbene con quantità assolute decisamente minori: nelle pietre ornamentali il 23% del materiale utile impiegato ha destinazioni verso l'esterno della regione mentre nei materiali industriali l'export raggiunge il 21% di materiale impiegato.

Le risorse in entrata sono piuttosto differenti dato che del totale del materiale che entra nel metabolismo produttivo dell'intero settore estrattivo il 65% è direttamente estratto in regione (Domestic Extraction) mentre il resto (il 35%) è importato da fuori regione. Chiaramente l'import è maggiore per i materiali industriali, che raggiungono il 45% delle risorse complessive mentre sono leggermente più basse per gli inerti (poco più del 34%). Il Piemonte si caratterizza quindi, anche in un settore precipuamente locale come quello estrattivo, quale territorio con una apprezzabile propensione alla trasformazione. Chiaramente i valori sono molto diversi nel caso del metabolismo produttivo regionale che vede ben il 46% di materiale utilizzato dall'industria importato.

Questa in breve la situazione dei flussi di materia per come appare nella prima parte del rapporto. Vi sono tuttavia alcuni elementi critici da considerare. E' indubbio che le tecniche di contabilità della MFA siano consistenti in quanto basate, in termini di flussi quantitativi, su un bilancio degli input e degli output che pur seguendo i bilanci economici delle risorse e degli impieghi sono in grado di evidenziarne sprechi e impatti, su cui intervenire per migliorare la produttività del sistema e utilizzarne al meglio le risorse interne e i flussi che lo costituiscono. Nella MFA tuttavia molte interazioni tra il sistema ecologico e quello economico non sono contabilizzate. Ad esempio il sistema delle acque (idrosfera) viene preso in considerazione esclusivamente in quanto input (acqua utilizzata nei processi di lavorazione dei diversi materiali) e come output (vapore acqueo emesso in atmosfera da tali lavorazioni). E' tuttavia ben noto che alcune attività estrattive interferiscono fisicamente con il sotto-sistema delle acque sotterranee (escavazioni in falda o sotto-falda), producendo soluzioni di continuità nella stratificazione dei detriti alluvionali che formano il substrato in cui si localizzano i giacimenti e che, dal punto di vista ambientale, funge da “materasso protettivo” che (in certa misura) filtra e trattiene sostanze inquinanti. Su questa alterazione fisica della struttura del sub-strato e dell'equilibrio ambientale, causata dalla filiera estrattiva, si inserisce poi l'azione chimica di sostanze inquinanti provenienti da altre filiere economiche: nel caso in oggetto, fondamentalmente, i nitrati prodotti dall'attività agricola, sostanze che, essendo output di un'altra filiera, non vengono ovviamente considerate nella MFA attinente il settore estrattivo. Una corretta analisi della sostenibilità del contesto economico analizzato non potrebbe quindi prescindere da approfondimenti di questa natura.

Bibliografia

Bringezu S. and H. Schuetz (2001) Total Material Requirement of the European Union, Technical, Report n. 55 and 56, *European Environment Agency*, Copenhagen

IRES Piemonte (2015) Studio per l'aggiornamento degli stralci del D.P.A.E. al fine di fornire le line guida per lo sviluppo della pianificazione e programmazione, IRES Piemonte, Torino

ISTAT (2002) Statistiche ufficiali anno 2001 ISTAT, Roma

ISTAT (2010) Conti dei flussi di materia ed indicatori da essi derivati, tabella 1, ISTAT, Roma

ISTAT (2014), Coeweb, Statistiche del commercio estero - <https://www.coeweb.istat.it/>

Regione Piemonte (2014) BANCA DATI ATTIVITA' ESTRATTIVE

Regione Piemonte (2014) INVENTARIO REGIONALE EMISSIONI IN ATMOSFERA