

L'IMPRONTA ECOLOGICA DEI SERVIZI INFRASTRUTTURALI: UN MODELLO  
TEORICO E ALCUNE APPLICAZIONI

BAGLIANI Marco<sup>1</sup>, FERLAINO Fiorenzo<sup>2</sup> e MARTINI Fiorenzo<sup>3</sup>

1 Ires Piemonte, via Nizza 18, 10125, Torino

2 Ires Piemonte, via Nizza 18, 10125, Torino

3 Ires Piemonte, via Nizza 18, 10125, Torino

**SOMMARIO**

L'impronta Ecologica di Wackernagel e Rees è un indicatore sintetico che consente di stimare il livello di sostenibilità di una nazione o di un'area geografica sub-nazionale in termini di superficie (o superficie equivalente). Questo dato, seppure importante, risulta spesso troppo aggregato per poter permettere sia una chiara identificazione, all'interno del sistema socio-economico considerato, di quei settori e di quelle lavorazioni della compagine produttiva in esame che maggiormente contribuiscono all'impatto sull'ambiente, sia una qualificazione in termini geografici (locale o non locale) di tali impatti.

Per fornire indicazioni utili all'attivazione di politiche finalizzate alla promozione della sostenibilità, occorre in realtà un sistema di valutazione che non si limiti a fornire il valore finale dell'impatto ambientale causato dai consumi, ma che, partendo da quest'ultimo, sia in grado di ricostruire, attraverso i vari stadi dell'economia, l'intero percorso di generazione dei prodotti e dei servizi e la specificazione analitica degli *inputs* coinvolti nella loro produzione. Il lavoro qui presentato intende fornire nuove metodologie in tale direzione, utili in particolare per la valutazione dell'impatto ambientale delle infrastrutture.

## 1 INTRODUZIONE

Scopo del presente lavoro è quello di determinare l'impatto ambientale delle *network utilities* sia in termini di superficie direttamente occupata, sia considerando i consumi di materia ed energia necessari al loro funzionamento. A tale fine esso si avvale delle metodologie sviluppate da Wackernagel e Rees ( 1996) nell'ambito del formalismo dell'Impronta Ecologica. Peraltro uno dei punti sui quali tale indicatore nella sua formulazione classica incontra maggiori difficoltà è proprio il calcolo delle risorse incorporate nei servizi ricevuti. Un parziale rimedio a tale sottovalutazione viene ottenuto con l'applicazione dell' *l'input – output analysis* (Bicknell, Ball, Cullen e Bigsby, 1998; Ferng, 2001, 2002; Hubacek e Giljum, 2003) poiché tale formalismo considera l'intera economia di una nazione (o di un'area geografica sub-nazionale) distinta in ogni sua specifica componente produttiva. Anche tali estensioni metodologiche purtuttavia rischiano di non cogliere appieno le potenzialità che le matrici di Leontief ( Leontief, 1970;1986) consentono (vale a dire, la determinazione dell'incremento di ettari sia diretti che indiretti che conseguono ad un determinato aumento della domanda finale in considerazione delle correlazioni esistenti fra i vari settori dell'economia) se non si accompagnano ad una accurata assegnazione a ciascun settore economico delle varie tipologie di area bioproduttiva ad esso inizialmente imputabile (*production land*).

La metodologia qui proposta si propone di tentare nuovi percorsi per risolvere tali criticità, con riferimento in particolare ai servizi infrastrutturali; essa nasce dalla constatazione (banale) che tali servizi vengono prodotti in imprese che hanno una determinata struttura di costo e che può essere utile misurare il consumo di terra partendo da tale struttura di costo (opportunamente riformulata), e attribuirlo al prodotto attraverso la ricostruzione degli intricati legami causali che legano risorse originarie utilizzate e *output* finale .

Chi ha familiarità con le scienze economico-aziendali ( Silva, 1993) non fatterà a scorgere che tale metodologia presenta non poche similitudini con le tecniche con le quali nelle imprese si perviene alla determinazione del costo del prodotto, attraverso fasi successive .

Si tratta qui di mutuare tali tecniche volgendo al peculiare scopo (che, come noto, non rientra fra quelli della contabilità d'azienda tradizionale) di misurare le aree bioproduttive corrispondenti ai diversi fattori produttivi utilizzati passando attraverso aggregazioni intermedie opportunamente costruite. Poiché, per via dei meccanismi di mercato, queste aree possono essere ubicate ovunque, l'impronta ecologica, come aggregato di vari appezzamenti di diversa misura e tipologia, consente di ottenere una differenziazione geografica dei relativi effetti ambientali ( prevalentemente locale o prevalentemente non locale).

Nelle pagine seguenti viene data illustrazione delle caratteristiche dei servizi infrastrutturali che rendono opportuna una metodologia del genere; segue una descrizione dei principi di funzionamento delle tecniche di contabilità analitica ( *cost accounting*) e della valenza che

essa ha recentemente acquisito anche in confronto agli assunti della microeconomia convenzionale; viene infine sviluppata l'esplicitazione della metodologia vera e propria, delle sue connessioni con la teoria economica e delle fonti che utilizza.

## **2 CHE COSA SONO I SERVIZI INFRASTRUTTURALI**

Per servizi infrastrutturali si intendono quei settori industriali caratterizzati dall'impiego di grandi reti difficilmente duplicabili, quali possono essere le telecomunicazioni, i servizi idrici, quelli dell'elettricità e del gas, il trasporto ferroviario, ecc.. Le imprese facenti parte di tali settori sono in genere caratterizzate da grande complessità organizzativa e da economie di scala ragguardevoli. In relazione all'aspetto che è qui rilevante evidenziare, ciò implica una grande distanza fra la produzione finale e i costi elementari sostenuti per far funzionare le imprese. Ne consegue che per calcolare in maniera plausibile il costo del singolo litro d'acqua erogato, minuto di traffico o kwh prodotto, ecc. è necessario definire una "stratificazione" di centri di costo intermedi adatti a un processo di migliore allocazione; vale a dire che bisogna ricorrere a tecniche di contabilità industriale.

Oggi tali servizi, in maggior o minore misura, sono investiti da processi di transizione verso il mercato ricchi di implicazioni sotto diversi profili. Sotto quello che qui interessa, basti sottolineare che in tali circostanze l'analisi dei costi di produzione viene ad assumere un'improvvisa rilevanza esterna, di fondamentale strumento d'indagine a disposizione delle *authorities* impegnate nella costruzione delle condizioni di funzionamento della concorrenza in settori nei quali i processi produttivi non ne consentono il raggiungimento "spontaneo".

In estrema sintesi i costi diventano rilevanti per l'attività di regolazione nelle seguenti aree:

- definizione delle tariffe sulla base non più di accertamenti sintetici, ma di una valutazione complessa delle distinte evidenziazioni contabili richieste alle imprese sulle varie fasi in cui si scompone la filiera produttiva e sui risultati economici di ciascun prodotto/servizio (anche al fine di evitare sussidi incrociati);
- definizione delle modalità e dei costi di interconnessione all'infrastruttura di rete non duplicabile di cui debbono potersi avvalere tutti gli operatori nuovi entranti;
- definizione degli oneri(e delle relative procedure di finanziamento) collegati al c.d. servizio universale (vale a dire all'obbligo di garantire l'accesso ai servizi, a prezzi ragionevoli, a chiunque ne faccia richiesta, anche se non si tratti di clienti profittevoli)

## **3 LE TECNICHE DI COST ACCOUNTING**

Si intende per contabilità analitica (*cost accounting*) quell'insieme di pratiche mediante le quali l'impresa perviene alla determinazione del costo del prodotto. Sono da ricomprendersi

in tale termine anche alcune recenti evoluzioni quali l'ABC (*Activity based costing*) e il meccanismo degli scambi interni (contratti di servizio) che simulano un quasi mercato all'interno dell'azienda. Il primo è un'estensione delle tecniche tradizionali della contabilità analitica finalizzata ad una miglior attribuzione dei costi indiretti. Il secondo è una metodologia che consente una migliore rappresentazione del processo produttivo, all'interno comunque dell'unitarietà dell'organizzazione in cui quest'ultimo si svolge.

Per ottenere i propri risultati, la contabilità analitica richiede la ricostruzione dei costi così come si formano nei vari centri di attività nei quali l'impresa deve necessariamente essere scomposta.

La contabilità analitica (detta anche industriale) si differenzia dalla contabilità generale, ai cui dati pure si appoggia integrandoli, per il diverso trattamento a cui li sottopone. Efficacemente Henry Culmann (1973) sintetizza tale differenza quando sostiene: "La comptabilité générale produit des bilans. La comptabilité analytique produit des prix de revient."

Sia essa condotta sulla base dei costi storici o su basi prospettiche (vale a dire tenendo presente in qualche modo il dimensionamento della domanda); si configuri come strumento di pianificazione strategica o di controllo di gestione; sia essa diretta a determinare le risultanze economiche per dei prodotti o per dei servizi, non muta quello che è il suo "core", che è sempre nella sostanza un modulo di attribuzione dei costi a determinati oggetti sulla base di determinati indicatori di utilizzo (*drivers*). Naturalmente non è che non vi siano delle differenze di procedimento nei due casi: nelle industrie dei servizi (reti), dove si sostengono dei costi per approntare degli impianti che poi erogano un servizio sono diverse le tipologie di costo rilevanti in relazione alla diversità dell'oggetto finale di destinazione.

L'impostazione di un corretto sistema di contabilità analitica richiede (obbliga a) un esame razionale delle fasi in cui si articola il processo produttivo e delle attività e delle funzioni che vi concorrono. Tale analisi non coincide (se non parzialmente) con l'organigramma poiché quest'ultimo -nota ancora acutamente Culmann-riflette "l'incessante rivalité des cadres supérieurs dans la course au pouvoir et aux émoluments".

L'insieme delle pratiche messe in atto dalla contabilità analitica, oltre a confutare l'immagine atomistica dell'impresa semplice e compatta unità produttiva, ci consegna anche una configurazione dei costi di produzione piuttosto diversa da quella su cui si basa la microeconomia (costo opportunità, capacità contributiva, utilità individuale, quantificazione del benessere collettivo, ecc).

Tali diverse concezioni (quella che fa capo alla microeconomia tradizionale e quella che guarda all'impresa come a un insieme di attività/processi) e le relative assunzioni sui costi che ne derivano hanno avuto modo di confrontare la loro validità nei recenti processi di liberalizzazione, privatizzazione e regolamentazione ad opera di agenzie indipendenti che a più riprese e con tempi e modalità diverse hanno investito nella maggior parte dei paesi del

mondo industrializzato i servizi di pubblica utilità precedentemente gestiti in regime di monopolio.

Per quanto i regolatori abbiano dichiarato di ispirare la loro azione ai principi dell'economia del benessere, le funzioni di costo di matrice microeconomica che da essa si desumono di fatto sono risultate difficilmente applicabili nella pratica. Non c'è questione affrontata dalle *agencies* (determinazione di tariffe, *access deficit contribution*, prezzi e *standard* di interconnessione, ecc.) nella quale non abbia sostanzialmente prevalso, come indicazione metodologica di calcolo, l'approccio contabile (su questi temi vedi Marzi, Prosperetti e Putzu, 2001. Per una trattazione riferita in particolare alle telecomunicazioni, confronta Cambini, Ravazzi e Valletti, 2000).

Anche la costruzione di modelli *forward-looking* (Castelli, 1997; Fiocco, 1997 ) non ha potuto fare a meno delle informazioni provenienti dalla contabilità analitica, delle classificazioni di costo a cui essa ricorre, delle definizioni di relazioni causali volumi di produzione-livello dei costi sostenuti che essa configura.

Lo scarsa applicabilità della regola di Ramsey è la dimostrazione emblematica di quella che alcuni autori hanno definito la "paradossale superiorità" dell'impostazione contabile ( Fiocco, 1997)

## 4 CONTENUTI E CARATTERISTICHE DEL MODELLO

### 4.1 Fasi del processo

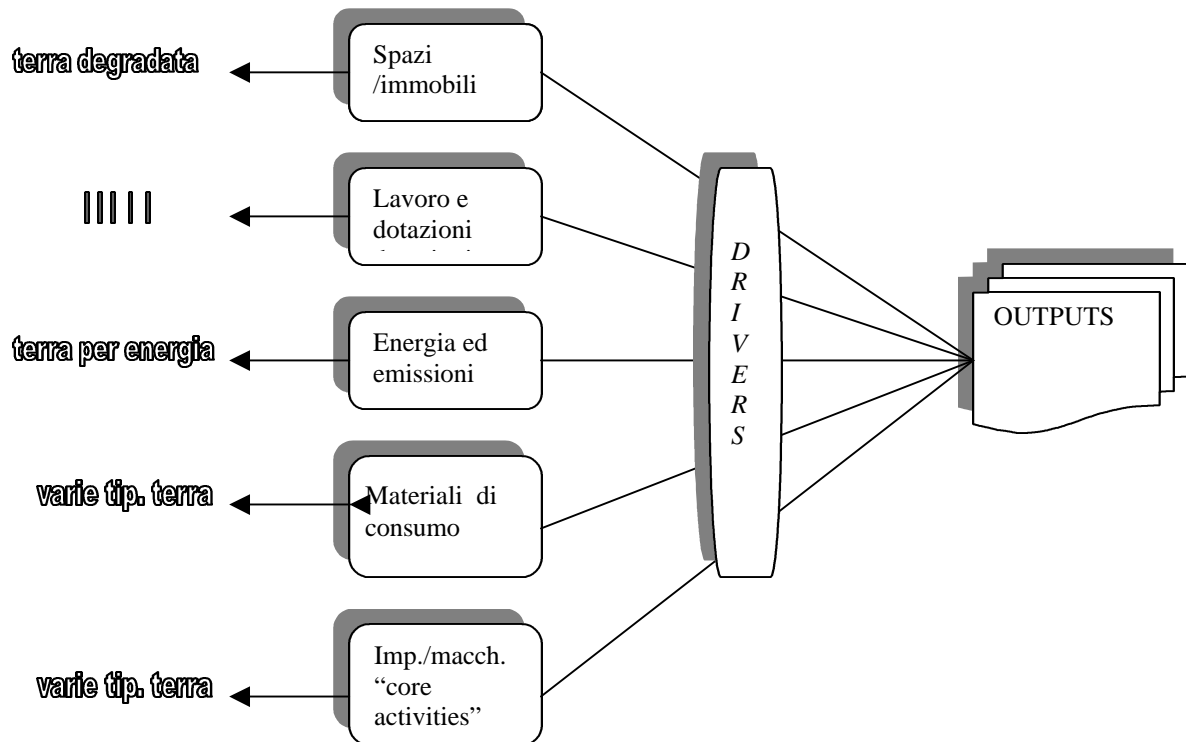
Il modello è basato su grandezze esclusivamente di tipo quantitativo. L'idea centrale è che sono gli *outputs* a consumare attività/centri di costo e che sono questi ultimi a consumare unità di area bioproductiva nelle sue varie tipologie.

L'intento che ci si propone è quello di misurare l'impatto delle attività economiche dell'impresa sull'ambiente mediante una metodologia che rifletta il più possibile il processo di generazione del valore così come effettivamente si svolge e che non faccia ricorso, se non in misura trascurabile, a dati medi .

La definizione dei centri di costo/ attività deve perciò essere effettuata in funzione del miglior apprezzamento del consumo di natura, secondo il principio della causalità, e nel contempo riflettere in maniera plausibile il processo produttivo, secondo le più consolidate metodologie di *cost accounting*.

Uno schema avente validità generale per tutti i servizi infrastrutturali può essere del tipo di quello qui di seguito esposto nella tab.1:

Tabella 1- Schema generale di processo produttivo esteso all'ambiente



La metodologia consta di tre fasi distinte. Nella prima si determina il consumo di terra per ciascuno dei centri/attività, siano essi principali o ausiliari. Nella seconda si ribaltano, in funzione dell'utilizzo, i centri ausiliari su quelli principali, ottenendo per ciascuno di questi ultimi un totale di terra ( nelle diverse tipologie ) assorbita. Infine si ribalta tale risultato sugli *output* finali, eventualmente tramite opportuni *driver* se vi è utilizzo congiunto di attività, pervenendo al consumo di terra per unità di *output*.

Tali fasi possono essere omesse nel caso di produzioni più semplici, dove il consumo di natura per centri di costo viene attribuito direttamente all'*output*.

Particolare sforzo metodologico richiede la stima della massa dei minerali, metalli, legno, materiali da costruzione immobilizzati in edifici, macchinari, impianti, nonché la valutazione della quota di tale importo da attribuire alla produzione corrente ( ammortamento economico tecnico). Tali stime nel presente studio tuttavia vengono effettuate solo parzialmente, mentre viene sempre considerata la superficie (degradata) occupata dalle varie infrastrutture (centrali, binari, immobili ad uso magazzino, ecc)

#### 4.2 Gli elementi del modello e le relative unità di misura

*Spazi/immobili*: terreni e fabbricati ad uso prevalentemente civile. Si misurano in metri quadrati

*Materiali di consumo*: calcare, resine, calce, acqua, ecc: Vengono misurati prevalentemente in tonnellate, l'acqua in metri cubi

*Energia*: tutti i tipi di energia utilizzata per il processo, gli edifici, i veicoli : tep o joule

*Lavoro umano*: organici; n.teste equivalenti. Tale elemento non viene valorizzato; cionondimeno una sua articolazione per attività può costituire utile parametro per l'allocazione di consumi di altro tipo

*Dotazioni*: automezzi, magazzini, apparecchiature edp, ecc: n.veicoli, km.percorsi, n.p.c., ecc

*Emissioni e rifiuti*: rappresenta gli effetti sull'ambiente in termini di emissioni, rifiuti (pericolosi e non pericolosi), acque reflue. Tonnellate e metri cubi

*“Core activities”*: impianti e macchinari delle attività principali (cioè produzione, trasporto, distribuzione, ecc). Sono le centrali, i circuiti trasmissivi, gli acquedotti, le linee di produzione ecc. Si misurano in km.circuito, potenza installata, km coppia, ecc., a seconda del cespite interessato

*Outputs*: volumi commercializzati, quantità erogate. A seconda del servizio interessato: kw, minuti di conversazione, metri cubi di gas , litri di acqua, etc

*Drivers*: parametri con cui vengono allocate determinate grandezze su più oggetti di destinazione secondo una relazione di causalità .

#### 4.3 Rapporti con la teoria economica

Lo schema qui proposto guarda alla produzione come ad un processo (unidirezionale) che si svolge dalle fonti ambientali ai bacini di scarico avendo come supporto materiale elementi presenti nella loro completa funzionalità all'inizio del processo e riconoscibili come tali al termine (*agenti* ). Essi assolvono servizi nel mentre che sono mantenuti dal processo stesso che alimentano.

In quanto tale lo schema è compatibile con un modello à la Georgescu-Roegen (Georgescu-Roegen, 1998; Daly,2001) ove si consideri che i centri di costo materiali, acqua, energia, emissioni di vario tipo possono essere considerati coordinate flusso e gli impianti e macchinari *core activities*, lavoro umano e spazi (limitatamente alla componente assimilabile alla superficie territoriale-terra ricardiana) coordinate fondo.

La convinzione è che la misura del *throughput* e dei servizi resi dagli agenti sia più accurata se la si effettua attraverso la ricostruzione degli intricati legami che legano fattori iniziali e risultato della loro trasformazione. I centri di costo definiti intendono essere nel contempo i più adatti ad apprezzare il consumo di natura e a rappresentare il processo come effettivamente si svolge ( poiché derivano da una consolidata tradizione di *cost accounting* )

#### 4.4 Le fonti.

La metodologia utilizza, leggendoli in modo incrociato, l'enorme massa di dati che si va rendendo disponibile nelle rendicontazioni ambientali e di sostenibilità, nei bilanci d'impresa, negli studi di associazioni di categoria e delle autorità di settore. Particolare utilità si ricava dai più recenti sviluppi della contabilità ambientale d'impresa.

Con tale termine si ha riguardo alle modalità con cui un'organizzazione produttiva, in parte attraverso una riorganizzazione degli strumenti tradizionali di contabilità generale e analitica, mette in relazione i flussi da e verso l'ambiente che conseguono dalla propria attività economica (grandezze fisiche) e valuta le spese effettuate per la protezione dell'ambiente (grandezze monetarie). Tali informazioni trovano accoglimento nel rapporto e bilancio ambientale. Le informazioni di tipo quantitativo sono in genere organizzate in quattro sezioni: una sezione relativa alla produzione e al prodotto ( volumi di vendita , quantità erogate,etc); una sezione riguardante gli ammontari di risorse utilizzate; una concernente gli effetti ambientali ed una dedicata agli indicatori di *performance*. Ogni voce in genere viene riportata per un arco temporale di quattro-cinque anni, al fine di consentire la valutazione degli andamenti. Per molti versi simili alle informazioni presenti nel bilancio ambientale sono quelle tipiche dell'ecobilancio di prodotto o *life-cycle assessment* (LCA). Quest'ultimo metodo si differenzia per il fatto che considera l'intero ciclo di vita del prodotto ( “ dalla culla alla tomba”) e non solo il momento della produzione; in altre parole vengono sottoposti ad analisi i flussi fisici relativi a tutte le fasi, dall'acquisizione delle materie prime necessarie fino allo smaltimento del prodotto e al suo eventuale riciclo.

I dati contenuti nei bilanci e rapporti ambientali sono raggruppati per attività omogenee, a prescindere dalla *legal entity* nella quale vengono condotte; ciò implica, nel caso di un Gruppo, da un lato l'accorpamento di attività anche se svolte in diverse società del Gruppo, dall'altro lo scorporo di attività in società impegnate su più comparti .



La diffusione della contabilità ambientale ha ricevuto significativo impulso a seguito della raccomandazione della Commissione Europea 30 maggio 2001, n. 2001/453/CE "relativa alla rilevazione, alla valutazione e alla divulgazione di informazioni ambientali nei conti annuali e nelle relazioni sulla gestione delle società"

E' ben vero che a tutt'oggi sono prevalentemente le imprese di grandi dimensioni che fanno ricorso al rapporto ambientale, in considerazione da un lato dei mezzi di cui dispongono di per far fronte allo sforzo necessario, dall'altro delle pressioni esercitate da alcuni soggetti esterni che richiedono rapporti periodici anziché, ad esempio, comunicazione verbale.

Ma ciò può comunque consentire, in alcuni casi, la ricostruzione di un intero settore economico. Si pensi, ad esempio, alla produzione dell'energia elettrica e della distribuzione del gas naturale, oppure alle telecomunicazioni o dei trasporti ferroviari, che formano oggetto, sia pure in segmenti circoscritti, del presente studio: qui effettivamente i dati riferiti a poche grandi società costituiscono il profilo ambientale di un intero settore.

La consultazione dei *reports* delle autorità di settore (comunicazioni, energia elettrica e gas ,ecc) consente di ottenere quadri d'insieme sul mercato soggetto a regolazione e sulle caratteristiche tecnico/contabili della fornitura dei servizi ( AEEG, 1999; AGCOM, 2000)

Veri e propri strumenti ausiliari di contabilità ambientale d'impresa sono infine da considerare le dichiarazioni ambientali EMAS ( Sistema Comunitario di Ecogestione e *Audit*) e quelle redatte in conformità alla norma internazionale UNI EN ISO 14001 concernenti la valutazione di singoli siti produttivi, impianti e stabilimenti.

## **5 L'APPLICAZIONE DELLA METODOLOGIA AI CASI STUDIO**

La metodologia sopra descritta è stata applicata in via sperimentale e in una forma semplificata ai casi studio delle ferrovie italiane, della maggiore impresa di telecomunicazioni svizzera ( Swisscom), e di uno dei maggiori produttori italiani di energia elettrica (Edipower). E' in fase di elaborazione, a cura degli scriventi, la ricostruzione dell'impronta ecologica di tutto il mix elettrico nazionale italiano, attraverso l'esame dei bilanci ambientali dei cinque maggiori produttori nazionali

Il gruppo FS ha subito negli ultimi anni notevoli processi riorganizzativi, dalla divisionalizzazione alla societizzazione, conclusi nel 2001 con la nascita di RFI ( Rete Ferroviaria Italiana) e TRENITALIA.

RFI è la società del gruppo che ha in gestione l'infrastruttura ferroviaria nazionale ed alla quale fanno capo la rete di binari e una considerevole mole di opere quali stazioni, edifici, impianti elettrici, ecc.

TRENITALIA è la società che assicura il trasporto ferroviario dei passeggeri sulle medie e lunghe distanze e il trasporto delle merci.

I dati di base sono perciò stati tratti dai rapporti ambientali 2001 di RFI e di TRENITALIA. Essi sono stati confrontati con la dichiarazione ambientale del gruppo alla stessa data.

I consumi di energia elettrica sono per la quasi totalità indirizzati ad usi ferroviari e sono perciò attribuibili integralmente al centro di costo 8 – Impianti e macchinari, stimandoli sulla base dei coefficienti di Wackernagel e tenendo conto del mix elettrico nazionale italiano del 2001.

Il gasolio viene utilizzato sia per alimentare le tratte non elettrificate delle linee di trasporto regionale ( trazione *diesel*), che per riscaldare gli edifici. Il gas metano serve per riscaldare gli edifici. Le emissioni relative a tali consumi sono state perciò attribuite ai centri di costo 1- Spazi/Immobili e 8- Impianti e macchinari sulla base degli utilizzi rispettivi. Esse sono state determinate sulla base dei seguenti fattori di emissione: anidride solforosa (SO<sub>2</sub>): g/kg di gasolio 1; ossidi di azoto ( NOX): g/kg di gasolio 60; polveri sottili ( PM10): g/kg di gasolio 5; gas con effetti equivalenti a quelli dell'anidride carbonica ( CO<sub>2</sub>eq.) : tco<sub>2</sub>eq/tep 3,456.

I metri quadrati spazi/immobili sono solo quelli relativi alle stazioni grandi e medie , e sono stati rilevati dal sito di Centostazioni e Grandistazioni, società controllate dal Gruppo FS incaricate della gestione e valorizzazione del patrimonio immobiliare. Essi sono stati attribuiti agli *outputs* finali sulla base della consistenza rispettivamente del personale viaggiatori e merci.

I rifiuti e il parco rotabile sono stati calcolati sulla base dei coefficienti di Wackernagel.

La conversione della lunghezza delle linee in unità di superficie è stata effettuata sulla base di informazioni relative ad analoghi operatori europei.

L'impronta ecologica delle ferrovie italiane è risultata pari ad *almeno* 52 ettari per milione di passeggeri-km e di 51,4 ettari per milione di tonnellate-km. Il dato è sottostimato in quanto non comprende la valorizzazione di ponti e viadotti, gallerie, elettrodotti, officine, ecc. ed inoltre si basa su una valutazione prudenziale del parco rotabile.

SWISSCOM è il principale operatore svizzero delle telecomunicazioni..A fine 2001 ( periodo al quale si riferiscono le elaborazioni qui presentate) essa deteneva, nell'ambito dei servizi a rete fissa, quote di mercato pari all'80% circa nelle comunicazioni locali, del 65% nelle comunicazioni interurbane, del 50% nelle comunicazioni internazionali e i due terzi circa nell'ambito del mercato di telefonia mobile. L'*output* è costituito dal traffico, misurato in minuti di tassazione, comprensivo di traffico nazionale, internazionale e *value added* delle linee fisse e mobili.

La fonte principale di consumo energetico è costituita dall'elettricità. Essa è stata convertita in superficie sulla base dei coefficienti di Wackernagel, tenendo presente il mix elettrico svizzero che è costituito per il 60% da energia idroelettrica, per il 36% da energia nucleare e per il 4% da fonti energetiche fossili e alternative. Per l'energia nucleare si sono usati gli stessi coefficienti della produzione termoelettrica. Più del 40% del consumo di elettricità di Swisscom è da attribuire alla rete (fissa e mobile) mentre i restanti utilizzi (illuminazione,

ascensori, climatizzazione, apparecchiature ausiliarie) vengono imputati agli edifici . Le emissioni collegate al consumo di combustibili sono state attribuite in base all'utilizzo.

I metri quadrati della superficie netta sono stati considerati all'incirca uguali fra uso ufficio e uso tecnico-industriale

L'impronta ecologica è risultata pari a circa due ettari per milione di minuti di conversazione.

EDIPOWER è fra i maggiori produttori privati italiani di energia con circa il 10% della quota di mercato e oltre 7.000 MW di potenza installata. Il caso esaminato riguarda le attività produttive termoelettriche, vale a dire la trasformazione dell'energia contenuta nei combustibili fossili in energia elettrica secondo diverse tipologie di processo, con riferimento all'anno 2001. La produzione è considerata al netto dell'autoconsumo, cioè del quantitativo di energia necessaria per il funzionamento delle centrali.

Gli spazi sono stati ottenuti sommando le aree occupate dalle sei centrali costituenti il parco di generazione termoelettrico di Edipower: Brindisi, Chivasso, Piacenza, San Filippo del Mela, Sermide, Turbino.

I materiali di consumo sono stati valorizzati in base ai coefficienti di Wackernagel,

Come noto, il sistema elettrico è articolato in tre fasi, produzione, trasmissione e distribuzione. Per un calcolo completo dell'impronta del kwh all'uso occorrerebbe quanto meno tenere conto dell'attività trasmissiva (quella distributiva si svolge in ambiente edificato) calcolando l'utilizzo di territorio collegato agli elementi che compongono la rete (le linee, le stazioni elettriche e di trasformazione) . Le linee ad alta ed altissima ( 380 e 220 Kv) hanno un'estensione di 21.460 km. Considerata la superficie del territorio italiano (301.338 km quadrati) si ottiene un dato medio di densità di metri 71,2 di linee per km quadrato. E'allo studio una metodologia che consenta di tradurre in unità di superficie l'impatto della rete trasmissiva.

Il dato risultante dalle elaborazioni, circa 532 ettari per milione di kwh, si riferisce perciò esclusivamente al momento della produzione

I dati analitici e i risultati dell'elaborazione relativa ai tre casi esaminati sono esposti nelle Appendici. In aderenza alla metodologia illustrata, il calcolo prevede tre fasi: la prima determina le unità di superficie corrispondenti a ciascun centro di costo; la seconda provvede alla riallocazione di tali valori in base all'utilizzo; la terza perviene al totale degli ettari imputabili ai centri di costo produttivi e allo loro attribuzione agli *output* finali con contestuale determinazione dell'unità di superficie per unità di *output*.

Tali risultati sono stati sottoposti ad una prima provvisoria valutazione in ordine agli effetti prevalentemente locali ( occupazione diretta di superficie degradata, emissioni specifiche di impianto, consumo di acqua, ecc.) o non locali (energia elettrica importata, acquisti di materiali, smaltimento e trattamento di rifiuti speciali, ecc.) degli impatti sull'ambiente connessi ai diversi fattori produttivi utilizzati

E' emerso che, ove non si consideri la produzione di energia elettrica, circa i due terzi dell'impronta ecologica derivano da sorgenti che non hanno impatto locale.

## **6 CONCLUSIONI**

La presente metodologia si inserisce nel filone di studi che, mantenendo la definizione dell'Impronta Ecologica nella formulazione classica, ne ristruttura completamente il calcolo a partire dagli impatti ambientali dei singoli settori produttivi del sistema economico presente nell'area di cui si vuole misurare la sostenibilità ( Bagliani e al., 2001) . Infatti il presente lavoro propone una contabilità fisica dei flussi di materia ed energia e degli ammontari dei servizi resi dalle grandezze fondo, così da fornire una rappresentazione adeguata del metabolismo aziendale e la possibilità di differenziare geograficamente gli effetti sull'ambiente dei vari *inputs* utilizzati. In questo modo intende contribuire sia a chiarire il funzionamento di quei particolari "ecosistemi" che sono le aziende (Nebbia, 2002), sia a porre le basi per una accurata determinazione dell'uso di terra delle varie branche produttive che compongono il sistema economico.

## 7 APPENDICI

### A) FERROVIE ITALIANE

<u>N.</u>	<u>CENTRO DI COSTO</u>	<u>UNITA'</u>	<u>Q.TA'</u>	<u>fase1-ha</u>	<u>fase2-ha</u>	<u>fase3-ha</u>
1	SPAZI/IMMOBILI	metri quadrati	722.000	891	109.330	
2	ENERGIA					
	energia elettrica	tep x 1000	1.179	3.188.807		
	gasolio-trasp.e manovra	tep x 1000	170			
	gasolio-uso termico	tep x 1000	35			
	gas metano	tep x 1000	35			
	altro	tep x 1000	6			
3	ACQUA	metri cubi				
4	MATERIALI DI CONSUMO	tonnellate				
5	EMISSIONI					
	emissioni gas-CO2 eq.	tonnellate	468.000	351.000		
	emissioni gas-anidride solfor.	tonnellate	115			
	emissioni gas-ossidi di azoto	tonnellate	6.780			
	emissioni gas- polveri	tonnellate	575			
	scarichi idrici	metri cubi	1.173.169			
	rifiuti non pericolosi	tonnellate ( tot)	53.183	31.771		
	ferro e acciaio	tonnellate	25.802	15.718		
	legno	tonnellate	13.911	9.887		
	imballaggi	tonnellate	877	623		
	costruzioni e demolizioni	tonnellate	645	20		
	fanghi	tonnellate	4.400	3.574		
	rifiuti urbani assimilati	tonnellate	2.400	1.949		
	altri	tonnellate	5.148			
	rifiuti pericolosi	tonnellate ( tot)	15.655	12.147		
	pulizia cisterne conten oli	tonnellate	7.014	5.697		
	soluzioni acquose di lavaggio	tonnellate	4.552	3.697		
	accumulatori al piombo	tonnellate	1.100	893		
	oli esauriti	tonnellate	1.489	1.209		
	fanghi con sostanze pericolose	tonnellate	800	650		
	altri	tonnellate	700			
6	PERSONALE					
	staff	n.teste equivalenti	2.041			
	traffico viaggiatori	n.teste equivalenti	39.598			
	traffico merci	n.teste equivalenti	14.867			
	infrastruttura	n.teste equivalenti	38.501			
	altre attività	n.teste equivalenti	7.756			
7	DOTAZIONI					
8	MACCHINARI E IMPIANTI					
	infrastrutture- linee	km.	16.200	15.200	3.475.286	
	rotabili- passeggeri	n.	4.883	74		
	rotabili- merci	n	60.951	928		
	infrastrutture-ponti e viadotti	km.	530			
	infrastrutture-elettrodotti	km.	9.200			
	infrastrutture-sottostaz.eletr.	n.	367			
	infrastrutture-officine naz.	n.	6			
	infrastrutture-gallerie	km.	1.260			
	infrastrutture-imp.serv.merci	n.	570			
9	OUTPUTS-Traff.viaggiatori	mio viaggiatori km	43.752		79.487	2.274.098
10	OUTPUTS-traffico merci	mio tonnellate km	25.534		29.843	1.311.520
	ha per unità di output					
	-viaggiatori		52			
	-merci		51,4			

## B) SWISSCOM

<b>N.</b>	<b>CENTRO DI COSTO</b>	<b>UNITA'</b>	<b>Q.TA'</b>	<b>fase1-ha</b>	<b>fase2-ha</b>	<b>fase3-ha</b>
1	SPAZI/IMMOBILI	mq(superf. netta)	1.000.000	1.234	22.553	
2	ENERGIA					
	energia elettrica	GJ	1.289.000	43.269		
	olio combustibile	TJ	247			
	gas naturale	TJ	85			
	calore a distanza	TJ	59			
	benzina	TJ	150			
	diesel	TJ	36			
3	EMISSIONI					
	emissioni gas-CO2	tonnellate	36.364	27.273		
	emissioni gas-SO2	tonnellate	5			
	emissioni gas-Nox	tonnellate	42			
	rifiuti ( tot )	tonnellate	1.953	2.095		
	metallo misto	tonnellate	416	422		
	rottami elettronici	tonnellate	400	1.137		
	varie	tonnellate	302			
	carta/cartone	tonnellate	690	490		
	legno	tonnellate	64	45		
	altri	tonnellate	81			
4	ACQUA	metri cubi	483.224	52		
5	MAT. CONSUMO	mio.fogli	120			
6	PERSONALE					
	staff	n.teste equivalenti	2.633			
	rete fissa	n.teste equivalenti	8.000			
	rete mobile	n.teste equivalenti	2.119			
	vendita/manut.	n.teste equivalenti	1.600			
	servizi	n.teste equivalenti	2.300			
	innovazione	n.teste equivalenti	160			
	immobili	n.teste equivalenti	406			
	gest.automezzi	n.teste equivalenti	40			
7	MOTORIZZAZIONE	parco- n.veicoli	4.558	69	8.861	
8	MACCHINARI E IMPIANTI	mq (superf. netta)	1.200.000	1.480	41.911	75.472
9	OUTPUTS- telecom	mio min tassaz.	49.091			
	ha per unitàdi output					
	-telecom	2				

### C) EDIPOWER

<u>N.</u>	<u>CENTRO DI COSTO</u>	<u>UNITA'</u>	<u>Q.TA'</u>	<u>fase1-ha</u>	<u>fase2-ha</u>	<u>fase3-ha</u>
1	SPAZI/IMMOBILI	metri quadrati				
2	ENERGIA-COMBUSTIBILI					
	olio combustibile ATZ	migliaia tep	169			
	olio combustibile MTZ	migliaia tep	1.318			
	olio combustibile BTZ	migliaia tep	934			
	olio combustibile STZ	migliaia tep	42			
	gasolio	migliaia tep	2			
	gas naturale	m3x106	1.563			
	carbone	migliaia tep	681			
3	ACQUA					
	risorse idriche-uso industriale	metri cubi	4.553.000	492		
	risorse idriche-raffreddamento	metri cubi	3.267.000	353		
4	MATERIALI DI CONSUMO	tonnellate	49.506	22.087		
	soda	tonnellate	873	355		
	ipoclorito di sodio	tonnellate	136	55		
	acido solforico/cloridrico	tonnellate	6.351	2.579		
	calce	tonnellate	1.417	575		
	resine	tonnellate	6	2		
	ammoniaca	tonnellate	189	77		
	idrazina	tonnellate	8	3		
	calcare	tonnellate	45.202	18.357		
	ossido di magnesio	tonnellate	203	82		
	altri	tonnellate	140			
5	EMISSIONI					
	emissioni gas-CO2	tonnellate	12.405.000	9.303.750		
	emissioni gas-NO2	tonnellate	17.267			
	emissioni gas-SO2	tonnellate	46.222			
	polveri	tonnellate	2.336			
	scarichi idrici	103 metri cubi	2.289			
	rifiuti non pericolosi	tonnellate (tot)	104.366	82.227		
	gesso di desolforazione	tonnellate	68.881	55.948		
	ceneri leggere di carbone	tonnellate	24.004	19.497		
	fanghi da trattamento acque	tonnellate	6.262	5.086		
	ceneri pesanti	tonnellate	1.044	848		
	apparecchiature	tonnellate	835	678		
	imballaggi	tonnellate	209	170		
	altri	tonnellate	3.131			
	rifiuti pericolosi	tonnellate (tot)	6.121	522		
	ceneri di olio	tonnellate	3.407	69		
	oli esauriti	tonnellate	205	449		
	amianto	tonnellate	12	0		
	apparecchiature	tonnellate	180	4		
	batterie	tonnellate	12	0		
	altri	tonnellate	2.305			
6	PERSONALE	n.teste equivalenti				
7	DOTAZIONI					
8	MACCHINARI E IMPIANTI					
	produzione termoelettrica	metri quadrati	1.992.000	199	9.409.630	
	rete trasmissiva (quota)	metri quadrati				
9	AUTOCONSUMO					
	produzione termoelettrica	GWh( mil.kwh)				
10	OUTPUTS					
	produzione termoelettrica	GWh( mil.kwh)	17.696			
	ha per unità di output					
	-termoelettrica	532				

## 8 BIBLIOGRAFIA

- Autorità per l'energia elettrica e il gas, AEEG (1999) Relazione annuale sullo stato dei servizi e sull'attività svolta, *Presidenza del consiglio dei ministri, Dipartimento per l'informazione e l'editoria*
- Autorità per le garanzie nelle telecomunicazioni, AGCOM (2000) Linee guida per l'implementazione dei servizi di accesso disaggregato a livello di rete locale e disposizioni per la promozione della diffusione, *CIR, delibera n. 2*
- Bagliani M., Ferlaino F., Procopio S. (2001) L'impronta ecologica per settore economico: il caso studio del Piemonte, *Atti della XXII Conferenza Nazionale Italiana di Scienze Regionali*, Venezia
- Bicknell K., Ball R., Cullen R., Bigsby H. (1998) *New methodology for the ecological footprint with an application to the New Zealand economy*, *Ecological Economics* (27)2, 149-160
- Cambini C., Ravazzi P., Valletti T. (2000) *Regolamentazione e mercato nelle telecomunicazioni*, Carocci
- Castelli F (1997) Dai FDC ai Forward-looking LRIC, SSGRR, L'Aquila, 1997
- Commissione federale delle comunicazioni (ComCom), Rapporto annuale 2001
- Culmann H (1973) *La comptabilité analytique*, Presses universitaires de France, "Que sais-je?" n.1556
- Daly H.E., *Oltre la crescita. Economia dello sviluppo sostenibile*, Edizioni di Comunità, 2001
- Edipower, Rapporto ambientale 2002
- Ferng J.J. (2001) Using composition of land multiplier to estimate ecological footprint associated with production activities, *Ecological Economics* (37) 2, 159-172.
- Ferng J.J. (2002) *Toward a scenario analysis framework for energy footprints*, *Ecological Economics* (40) 2, 53-69.
- Ferrovie dello stato, Rapporto annuale di bilancio 2001
- Fiocco A.(1997), L'accounting regolatorio nelle imprese di TLC: rilevanza e caratteristiche dei costi pienamente distribuiti, SSGR, L'Aquila
- Georgescu-Roegen N. (1998) *Energia e miti economici*, Bollati Boringhieri
- Hubacek K., Giljum S., (2003) Applying physical input-output analysis to estimate land appropriation (ecological footprint) of international trade activities, *Ecological Economics* (44) 2, 137-151.
- Leontief W. (1970) Environmental repercussions and the economic structure: an input-output approach, *Review of Economics and Statistics* 52:262.
- Leontief W. (1986) *Input-Output Economics*, Oxford University Press, New York.



- Marzi G., Prosperetti L., Putzu E. (2001), *La regolazione dei servizi infrastrutturali*, il Mulino.
- Nebbia G. ( 2002) *Le merci e i valori*, Jaca Book
- RFI, Rapporto ambientale 2001
- Trenitalia, Rapporto ambientale 2001
- Silva F. (1993) Scienza economica ed economia aziendale, Liuc Papers n.3, serie *Economia e impresa* n. 1
- Wackernagel, M., & Rees, W. (1996) *Our ecological footprint*, New Society Publisher, Gabriola Island, British Columbia
- Wilk-Consult ( 2002) Situazione sul mercato svizzero delle telecomunicazioni nel confronto internazionale

