

## SVILUPPO SOSTENIBILE: UN PRIMO STUDIO SULLE PROVINCE ITALIANE\*

*Loredana Mirra<sup>†</sup> e Valentina Sabato<sup>‡</sup>*

### 1. Introduzione

Il concetto di sviluppo sostenibile integra aspetti ambientali, economici, sociali ed istituzionali secondo un approccio interdisciplinare. Tre sono le dimensioni fondamentali dello sviluppo sostenibile: equità sociale, crescita economica e tutela dell'ambiente, e l'essenza dello sviluppo sostenibile è migliorare l'equilibrio tra queste tre dimensioni.

La relazione tra crescita economica e ambiente si affaccia pienamente nel dibattito teorico negli anni '60, anni cui si fa risalire infatti la nascita dell'economia dell'ambiente, con la considerazione, e formalizzazione, dell'economia reale come sistema aperto, che estrae risorse dall'ambiente e, dopo un processo di trasformazione, le re-immette nell'ambiente sotto forma di rifiuti<sup>1</sup>.

Si fa strada quindi l'idea che l'attività economica sia soggetta a dei vincoli ambientali. D'altronde, dalla seconda metà del secolo scorso, la rapida crescita della popolazione e il progresso tecnologico sono stati tali da mettere in evidenza i problemi ecologici connessi alla crescita economica, tanto da identificare l'ambiente come vincolo ad essa.

JEL Classification: C13; O13; Q01; Q56

Parole chiave: sviluppo sostenibile; indicatori ambientali; analisi delle componenti principali

\* L'articolo è frutto del lavoro congiunto dei due autori; in particolare, sono da attribuirsi a V. Sabato il paragrafo 2; a L. Mirra i paragrafi 3 e 4; ad entrambi i paragrafi 1 e 5.

Si ringrazia la Filas per il finanziamento che ha reso possibile la raccolta dei dati, cui hanno partecipato anche Daniele Meliciani e Flavia Anfosso.

<sup>†</sup> Università degli Studi "Tor Vergata" di Roma. E-mail: [loredana.mirra@uniroma2.it](mailto:loredana.mirra@uniroma2.it).

<sup>‡</sup> Università LUMSA di Roma. E-mail: [v.sabato@lumsa.it](mailto:v.sabato@lumsa.it).

<sup>1</sup> Nell'ambito dell'economia dell'ambiente, le interazioni tra economia e ambiente vengono descritte attraverso il modello di bilancio dei materiali, in cui l'economia è rappresentata come un sistema aperto e circolare che estrae materiali e energia dall'ambiente e che ricolloca nell'ambiente, alla fine del processo produttivo, una quantità esattamente uguale di rifiuti. Da ciò consegue quindi l'interdipendenza tra economia e ambiente, nel senso che l'economia ha evidenti effetti sull'ambiente e, allo stesso tempo, l'ambiente influenza il funzionamento dell'economia. Si veda Turner, Pearce e Bateman (1994).

L'ambiente può limitare la crescita economica in due modi: il primo limite ambientale è imposto dalla capacità di assorbimento dei rifiuti e il secondo dalla disponibilità di risorse<sup>2</sup>. Relativamente al primo limite, quanto più l'economia cresce tanto più produce rifiuti in rapporto alle limitate capacità di assorbimento dell'ambiente; relativamente al secondo, esso riguarda tipicamente le risorse esauribili, mentre le risorse rinnovabili non rappresentano un limite se utilizzate in modo sostenibile, ossia in modo che possano rigenerarsi. Tali limiti peraltro sono resi ancora più stringenti e pressanti dalla crescita della popolazione.

La considerazione congiunta, quindi, dei diversi elementi (crescita economica, crescita della popolazione, disponibilità di risorse naturali e capacità di assorbimento dei rifiuti da parte dell'ambiente) è alla base della posizione ambientalista secondo cui è necessario porre un freno alla crescita economica.

L'idea dell'esistenza di limiti alla crescita economica è stata ampiamente criticata sulla base di alcune considerazioni. Innanzitutto la produttività delle risorse è crescente nel tempo e ciò permette la separazione, sebbene non completa, dell'attività economica dal suo impatto ambientale e, in ultima analisi, un utilizzo più efficiente delle risorse. Bisogna considerare poi che la quantità disponibile di risorse in realtà non è fissa, ma vengono scoperti nuovi giacimenti di risorse. Inoltre la quantità di rifiuti scaricati nell'ambiente può essere controllata attraverso il riciclaggio dei materiali e le tecnologie inquinanti possono essere sostituite con altre che lo siano in misura minore. In ogni caso, anche per le risorse naturali il meccanismo di mercato fa sì che, man mano che le risorse diventano scarse, il loro prezzo aumenta e vengono sostituite con altre risorse. Infine la crescita della popolazione sta rallentando in molti Paesi.

Tuttavia, se tutto ciò è sicuramente vero per i Paesi sviluppati, non altrettanto può dirsi per i Paesi poveri, in cui la capacità di sostentamento dell'ambiente è stata già raggiunta e, in alcuni casi, superata<sup>3</sup>.

In realtà le posizioni ambientaliste relativamente allo sviluppo economico sono alquanto diversificate<sup>4</sup>: dalla posizione meno estremista favorevole al mercato libero e senza vincoli, orientata allo sviluppo e fiduciosa nella capacità del mercato e del progresso tecnologico di superamento dei problemi posti dall'esistenza di limiti ambientali, a quella più radicale favorevole ad un'economia rigidamente vincolata a prelievo minimo di risorse, orientata

<sup>2</sup> Si vedano Meadows, Meadows, Randers e Behrens III (1972) e Daly e Cobb (1990).

<sup>3</sup> Per capacità di sostentamento si intende la capacità di un certo sistema di sostenere una data popolazione e, in generale, fa riferimento alla popolazione massima che è possibile sostenere al livello minimo di sopravvivenza.

<sup>4</sup> Si veda Turner, Pearce e Bateman (1994).

alla riduzione della scala economica (diminuzione dei livelli e dei tassi di crescita della produzione e della popolazione)<sup>5</sup>.

Una volta riconosciuta la stretta interdipendenza tra ambiente, economia e società, la necessità, sulla base di tale correlazione, di affrontare i problemi, globali e locali, di utilizzo delle risorse naturali nei diversi Paesi, insieme a quella di garantire uno sviluppo economico e sociale più equo, si è tradotta innanzitutto in un impegno a livello internazionale.

Le tappe fondamentali in tale direzione sono state la Conferenza di Stoccolma (1972), il Rapporto della Commissione mondiale sull'ambiente e lo sviluppo (1987), la Conferenza di Rio de Janeiro (1992) e il Vertice mondiale di Johannesburg (2002).

Di pari passo con il progredire dell'integrazione degli aspetti economici, sociali ed ambientali impliciti nel concetto di sviluppo sostenibile, sia sul piano istituzionale che sul piano teorico, emerge l'esigenza di costruire un sistema di indicatori di sostenibilità, che possano essere utilizzati a livello internazionale e nazionale come strumenti per la stesura di rapporti sullo stato dell'economia e dell'ambiente, per identificare obiettivi e priorità, per valutare la *performance* degli interventi di politica e per il controllo dei progressi verso lo sviluppo sostenibile. Da questo punto di vista, mentre sono ampiamenti diffusi gli indicatori ambientali, la costruzione di indicatori di sostenibilità è più problematica, in quanto ad essi si richiede la rappresentazione contestuale di tutte e tre le dimensioni fondamentali dello sviluppo sostenibile nonché dei loro rapporti di interdipendenza ed equilibri.

A tali temi (aspetti istituzionali, definizione e misurazione dello sviluppo sostenibile) è dedicato il paragrafo 2 del presente lavoro<sup>6</sup>.

L'interesse per tali tematiche ha sollecitato un progetto di ricerca, di cui il presente lavoro costituisce solamente un primo passo, volto alla costruzione di indicatori di sostenibilità. Tale primo passo si concretizza nel tentativo di costruzione di eco-indicatori sintetici per le province italiane, tramite l'utilizzo di una tecnica di statistica multivariata, l'analisi delle componenti principali.

Il paragrafo 3 del presente lavoro descrive gli aspetti relativi alla costruzione del *dataset* e alla metodologia utilizzata per il calcolo degli indicatori sintetici. Il paragrafo 4 presenta i risultati dell'analisi e nell'ultimo paragrafo vengono presentate le conclusioni del lavoro e i suoi sviluppi futuri.

<sup>5</sup> In termini di sostenibilità, nel caso della prima impostazione si parla di sostenibilità molto debole, nel caso della seconda di sostenibilità molto forte. I principi intermedi di sostenibilità debole e di sostenibilità forte verranno trattati nel paragrafo 2.2.

<sup>6</sup> La trattazione del tema della misurazione dello sviluppo sostenibile svolta nel paragrafo 2.3 è parziale e volontariamente limitata al modello sviluppato dall'OCSE, ed alle sue varianti, in quanto utilizzato ai fini dell'analisi svolta nel presente lavoro. Si è voluto inoltre approfondire l'evoluzione del sistema di indicatori sviluppato dalla Commissione sullo sviluppo sostenibile delle Nazioni Unite, in quanto integrativa degli aspetti istituzionali dello sviluppo sostenibile ed esemplificativa della complessità propria della costruzione degli indicatori di sostenibilità.

## 2. Sviluppo sostenibile

### 2.1 Aspetti istituzionali

La prima conferenza che ha trattato i temi ambientali è la Conferenza delle Nazioni Unite sull'ambiente umano di Stoccolma (1972), a seguito della quale nasce il Programma per l'ambiente delle Nazioni Unite (UNEP) con lo scopo di coordinare e promuovere le iniziative Onu relative all'ambiente e che introduce il concetto di eco-sviluppo, in base al quale la tutela dell'ambiente è parte integrante dello sviluppo.

La Dichiarazione di Stoccolma<sup>7</sup>, elaborata in comune accordo tra i Paesi industrializzati e i Paesi in via di sviluppo, contiene una serie di principi per la protezione dell'ambiente e per lo sviluppo. Innanzitutto stabilisce che la tutela dell'ambiente e il suo miglioramento riguardano il benessere dei popoli e lo sviluppo economico del mondo intero e costituiscono un dovere per tutti i Governi. La capacità dell'uomo di trasformare l'ambiente può portare i benefici dello sviluppo e l'opportunità di migliorare la qualità della vita, ma, se applicata in modo inappropriato, può provocare un danno enorme agli esseri umani e all'ambiente. I Paesi in via di sviluppo, dove i problemi ambientali sono prevalentemente causati dal sottosviluppo, devono impegnarsi verso lo sviluppo e i Paesi industrializzati, dove i problemi ambientali sono di norma legati all'industrializzazione e al progresso tecnologico, devono impegnarsi a ridurre il divario che li separa dai Paesi in via di sviluppo. La Dichiarazione di Stoccolma stabilisce inoltre i principi di salvaguardia delle risorse naturali nell'interesse delle generazioni presenti e future; di mantenimento e miglioramento, ove possibile, della capacità dell'ambiente di produrre risorse rinnovabili vitali; di conservazione della natura, come parte integrante della pianificazione dello sviluppo economico; di utilizzo appropriato delle risorse esauribili e di condivisione, da parte di tutta l'umanità, dei benefici derivanti dal loro utilizzo; di lotta all'inquinamento. Infine stabilisce che lo sviluppo economico e sociale è essenziale al fine del miglioramento del tenore di vita e che le politiche ambientali di tutti i Paesi devono essere dirette ad accrescere le potenzialità di sviluppo, presenti e future, dei Paesi in via di sviluppo e, al contempo, non ostacolare il raggiungimento di condizioni di vita migliori per tutti.

Il concetto pieno di sviluppo sostenibile viene comunque introdotto ufficialmente con il Rapporto della Commissione mondiale sull'ambiente e lo sviluppo (1987), che fissa alcuni principi di base. Il degrado ambientale, che fino a quel momento era visto come un problema prevalentemente dei Paesi ricchi ed un effetto collaterale della ricchezza industriale, viene riconosciuto come una questione di sopravvivenza per i Paesi in via di sviluppo. Si dichia-

<sup>7</sup> UN (1972).

ra la inseparabilità di ambiente e sviluppo. Molti dei sentieri di sviluppo dei Paesi industrializzati sono chiaramente insostenibili e le decisioni in tema di sviluppo di tali Paesi, a causa del loro forte potere economico e politico, avranno un profondo effetto sulla capacità di tutti i popoli di sostenere un progresso umano per le generazioni future. Molte questioni di sopravvivenza sono collegate allo sviluppo iniquo, alla povertà e alla crescita della popolazione, che generano pressioni sulle terre, acque, foreste e altre risorse naturali del pianeta. La spirale decrescente del degrado ambientale e della povertà rappresenta una perdita di opportunità e di risorse, in particolare di risorse umane. Si rileva il bisogno di una nuova era di crescita economica, che sia forte e allo stesso tempo sostenibile da un punto di vista sociale e ambientale. Non si possono tenere separate le questioni relative allo sviluppo e quelle relative all'ambiente: molte forme di sviluppo erodono le risorse ambientali sulle quali esse devono basarsi e il degrado ambientale può minare lo sviluppo economico. La povertà è, allo stesso tempo, causa principale ed effetto dei problemi ambientali globali. È inutile quindi cercare di affrontare i problemi ambientali senza adottare una prospettiva più ampia che coinvolga i fattori sottostanti alla povertà nel mondo e alle disuguaglianze internazionali<sup>8</sup>.

Dal momento in cui viene presentato il Rapporto della Commissione mondiale sull'ambiente e lo sviluppo, la tutela dell'ambiente non viene più identificata come un ostacolo allo sviluppo economico e sociale, ma diventa un presupposto indispensabile per uno sviluppo duraturo nel tempo, una dimensione essenziale dello sviluppo.

Nel 1992 si svolge a Rio de Janeiro la Conferenza delle Nazioni Unite sull'ambiente e lo sviluppo (UNCED), in cui il programma di sviluppo sostenibile viene assunto come percorso obbligato per la sopravvivenza del pianeta. La Conferenza di Rio si conclude con l'approvazione di cinque documenti: la Convenzione sui cambiamenti climatici, la Convenzione sulla biodiversità, la Dichiarazione sulle foreste, la Dichiarazione sull'ambiente e lo sviluppo (Dichiarazione di Rio) e l'Agenda 21. Di questi documenti solo i primi due sono giuridicamente vincolanti per i Paesi firmatari, mentre gli altri hanno contenuti prettamente politici e programmatici. In realtà, l'obiettivo iniziale dei lavori preparatori era ben più ambizioso: la redazione di una Carta della Terra, che stabilisse i diritti e i doveri degli individui e degli Stati relativamente all'ambiente, in un tentativo di gettare le basi per un diritto ambientale internazionale; obiettivo evidentemente non raggiunto, sostituito dalla Dichiarazione di Rio<sup>9</sup>, che stabilisce ventisette principi in materia di ambiente e sviluppo, facendo propria la definizione di sviluppo sostenibile della Commissione mondiale sull'ambiente e lo sviluppo del 1987 e riaffermando i principi della Dichiarazione di Stoccolma. Stabilisce quindi che, ai fini del

<sup>8</sup> WCED (1987).

<sup>9</sup> UN (1992a).

raggiungimento dello sviluppo sostenibile, la tutela dell'ambiente deve costituire parte integrante del processo di sviluppo. Inoltre l'eliminazione della povertà è requisito indispensabile dello sviluppo sostenibile al fine di ridurre le disuguaglianze nei tenori di vita. Deve essere data priorità alle esigenze dei Paesi in via di sviluppo, in particolare a quelli meno sviluppati e più vulnerabili dal punto di vista ambientale, garantendo comunque che le azioni internazionali nel campo dell'ambiente e dello sviluppo si occupino degli interessi e dei bisogni di tutti i Paesi. Per raggiungere uno sviluppo sostenibile ed una migliore qualità della vita per tutti i popoli, gli Stati devono abbandonare i modelli di produzione e consumo non sostenibili e promuovere adeguate politiche demografiche. Si richiede una collaborazione mondiale nella salvaguardia dell'ambiente. Le autorità nazionali devono cercare di promuovere l'internalizzazione dei costi ambientali e l'uso di strumenti economici, secondo il principio che colui che inquina dovrebbe sostenere i costi dell'inquinamento. La valutazione di impatto ambientale, come strumento nazionale, deve essere adottata per tutte quelle attività che hanno un impatto sfavorevole significativo sull'ambiente e sono soggette a decisioni di una competente autorità nazionale. La pace, lo sviluppo e la protezione ambientale sono interdipendenti ed indivisibili.

Agenda 21<sup>10</sup> è un documento programmatico, in cui, a partire dai problemi globali, viene indicato un programma operativo per il passaggio ad uno sviluppo sostenibile, includendo obiettivi, responsabilità e stima dei costi. L'obiettivo è quello di realizzare la completa integrazione tra ambiente e sviluppo in un contesto di generale cooperazione internazionale.

Si compone di quaranta capitoli, organizzati in quattro sezioni (dimensioni sociali ed economiche, conservazione e gestione delle risorse per lo sviluppo, rafforzamento del ruolo dei *major groups*, mezzi per l'esecuzione), e prevede più di un centinaio di aree di programma, per ciascuna delle quali vengono identificati le basi di azione, gli obiettivi da raggiungere, le attività da realizzare e gli strumenti di attuazione. Inoltre Agenda 21 prevede un'applicazione anche locale in ogni Paese: l'Agenda 21 locale quindi rappresenta il processo attraverso il quale gli Enti locali, in collaborazione con tutti i settori della comunità locale, definiscono strategie di sviluppo sostenibile compatibili con le caratteristiche del loro territorio al fine, appunto, del perseguimento della sostenibilità a livello locale.

Dopo la Conferenza di Rio, si sono svolti una serie di incontri su singoli temi dello sviluppo sostenibile: a Il Cairo nel 1994 sulla popolazione, a Pechino nel 1995 sul ruolo della donna, a Istanbul nel 1996 sulla pianificazione del territorio. Nel 1997 si svolge in Giappone la Conferenza di Kyoto sul clima, in cui i Paesi aderenti al Protocollo si impegnano a ridurre le emissioni di anidride carbonica e degli altri gas a cui è da imputare l'effetto serra.

<sup>10</sup> UN (1992b).

Nel 2002 si svolge a Johannesburg il Vertice mondiale delle Nazioni Unite sullo sviluppo sostenibile, che si conclude con l'adozione della Dichiarazione sullo sviluppo sostenibile, documento politico, e il Piano di attuazione, documento giuridicamente non vincolante, che dovrebbe servire da riferimento per le attività governative.

La Dichiarazione di Johannesburg<sup>11</sup>, in cui gli Stati partecipanti si impegnano a realizzare lo sviluppo sostenibile, si compone di sei paragrafi: "Dalle nostre origini al futuro", in cui si dichiara la responsabilità collettiva di promuovere e rafforzare i tre pilastri interdipendenti dello sviluppo sostenibile (sviluppo economico, sviluppo sociale e protezione dell'ambiente) a livello locale, nazionale, regionale e globale e la decisione comune di impegnarsi in modo concreto e deciso nello sviluppo umano e nello sradicamento della povertà; "Da Stoccolma a Rio de Janeiro a Johannesburg", in cui si ripercorrono le tappe fondamentali degli ultimi trent'anni in tema di sviluppo sostenibile e si conferma l'impegno ai principi stabiliti nella Conferenza di Rio; "Le sfide da affrontare", in cui si riconosce che lo sradicamento della povertà, il cambiamento dei modelli di consumo e di produzione non sostenibili e la protezione e la gestione delle risorse naturali sono contemporaneamente gli obiettivi basilari e i presupposti essenziali per lo sviluppo sostenibile e che la profonda separazione tra ricchi e poveri e il crescente divario tra Paesi sviluppati e Paesi in via di sviluppo rappresentano una minaccia alla stabilità, alla sicurezza e alla prosperità globali; "Il nostro impegno verso lo sviluppo sostenibile", in cui si fissa lo sradicamento della povertà tra le priorità e si riconosce che lo sviluppo sostenibile richiede una prospettiva di lungo periodo e una larga partecipazione nella formulazione politica, nei ruoli decisionali e nell'attuazione a tutti i livelli; "Il multilateralismo è il futuro", in cui si riconosce, ai fini del perseguimento dello sviluppo sostenibile, la necessità di istituzioni multilaterali e internazionali sempre più efficaci, democratiche e responsabili e si dichiara l'impegno ad un controllo regolare dei risultati conseguiti rispetto agli obiettivi di sviluppo sostenibile; "Realizziamolo!", in cui si dichiara l'impegno ad un'azione comune diretta alla salvaguardia del pianeta, alla promozione dello sviluppo umano e al raggiungimento della prosperità e della pace universali e l'impegno ad accelerare il conseguimento delle scadenze e degli obiettivi sociali, economici ed ambientali contenuti nel Piano di attuazione di Johannesburg.

Il Piano di attuazione<sup>12</sup>, che, nell'introduzione, riconosce la pace, la sicurezza, la stabilità, il rispetto dei diritti umani e delle libertà fondamentali, incluso il diritto allo sviluppo, nonché il rispetto delle diversità culturali come essenziali per raggiungere lo sviluppo sostenibile e assicurare che tutti ne beneficino, contiene gli obiettivi concordati sui diversi argomenti in discussione

<sup>11</sup> UN (2002a).

<sup>12</sup> UN (2002b).

a Johannesburg. I principali contenuti riguardano: gli aiuti, l'acqua potabile e i servizi igienici, la protezione della salute, l'energia, la biodiversità, le sostanze chimiche, il mare e la pesca, il clima.

## 2.2 Definizione di sviluppo sostenibile

Storicamente lo sviluppo del mondo industrializzato si è incentrato sulla produzione economica, cosicché anche il modello adottato dai Paesi in via di sviluppo nel periodo post-bellico è stato dominato dalla crescita economica. Negli anni '60 è stato sviluppato un modello di crescita equa che incorpora questioni sociali come la riduzione della povertà e la redistribuzione del reddito. Negli anni '80 il modello è stato ulteriormente ampliato per includere il concetto di sviluppo sostenibile, riflettendo le sempre maggiori preoccupazioni sull'ambiente. La crescita economica rimane ancora un obiettivo prioritario rispetto agli altri, nel senso che si comincia a porre l'attenzione sui problemi ambientali solo dopo aver raggiunto gli obiettivi economici principali: l'obiettivo è massimizzare il benessere netto delle attività economiche, mantenendo o incrementando nel tempo lo *stock* di risorse economiche, ecologiche e socio-culturali e garantendo il soddisfacimento dei bisogni essenziali e la protezione dei poveri<sup>13</sup>.

Il concetto di sviluppo sostenibile è, quindi, relativamente recente; come abbiamo visto, esso è stato introdotto ufficialmente nel 1987 dalla Commissione mondiale sull'ambiente e lo sviluppo, nota come Commissione Brundtland: lo sviluppo sostenibile cerca di soddisfare i bisogni del presente senza compromettere la capacità di soddisfare quelli del futuro.

Lo sviluppo sostenibile richiede il soddisfacimento dei bisogni essenziali di tutti e l'estensione a tutti dell'opportunità di soddisfare le proprie aspirazioni ad una vita migliore. Soddisfare i bisogni essenziali richiede non solo una nuova era di crescita economica per i Paesi in cui i più sono poveri, ma un'assicurazione che quelli poveri ottengano la loro giusta quota delle risorse necessarie per sostenere quella crescita. Lo sviluppo sostenibile non è uno stato fisso di armonia, ma piuttosto un processo di cambiamento in cui lo sfruttamento delle risorse, la direzione degli investimenti, l'orientamento dello sviluppo tecnologico e il cambiamento istituzionale siano compatibili con i bisogni futuri oltre che con quelli presenti. Lo sviluppo sostenibile, lungi dal richiedere l'arresto della crescita economica, riconosce che i problemi di povertà e sottosviluppo non possono essere risolti a meno che non si passi ad una nuova era di crescita in cui i Paesi in via di sviluppo hanno un ruolo cruciale e ottengono ampi benefici<sup>14</sup>.

<sup>13</sup> Si veda Serageldin e Steer (1994).

<sup>14</sup> WCED (1987).



La definizione di sviluppo sostenibile della Commissione Brundtland, quindi, sottende i concetti di equità intra-generazionale e inter-generazionale, che implicano pari opportunità, e quindi parità di accesso alle risorse, per tutti i cittadini attuali del pianeta e anche per le generazioni future. In altri termini, lo sviluppo sostenibile dovrebbe garantire un miglioramento del livello di vita delle popolazioni, soprattutto di quelle povere, senza però che ciò comporti un danno per le generazioni future.

È un problema di equità del trasferimento di beni tra le persone e nel tempo. Le generazioni future hanno il diritto di disporre di uno *stock* di capitale fisico, umano e naturale<sup>15</sup> che permetta loro di raggiungere un livello di benessere non inferiore a quello della generazione attuale e la generazione attuale ha il corrispettivo obbligo verso le generazioni future di non distruggere lo *stock* di capitale. Ciò chiaramente riguarda l'utilizzo sia delle risorse esauribili, non rinnovabili, il cui sfruttamento comporta una riduzione della loro disponibilità per le generazioni future, sia delle risorse rinnovabili, se queste vengono utilizzate ad un tasso superiore al loro tasso di rigenerazione.

Allo stesso tempo, l'obiettivo di equità investe la distribuzione delle risorse tra i singoli individui della generazione presente. Ci si riferisce all'ampio divario esistente tra Nord e Sud del mondo: numerose aree sono infatti molto vicine alla capacità di sostentamento dei loro ambienti, ossia alla popolazione massima che tali ambienti sono in grado di sostenere, ed è evidente che l'obiettivo di uno sviluppo sostenibile debba essere quello di aumentare la capacità di sostentamento di quelle aree.

Mentre il principio di equità intra-generazionale può ricondursi ad una finalità generica di sviluppo globale, il principio di equità inter-generazionale rappresenta un elemento innovativo del Rapporto della Commissione Brundtland.

L'equità inter-generazionale, infatti, non è considerata dalla teoria della crescita, in quanto si ipotizza genericamente l'aumento del tenore di vita presente come il presupposto per un progresso futuro. Tale affermazione evidentemente può ritenersi vera solo se le pre-condizioni allo sviluppo si trasmettessero invariate o migliorate da una generazione alla successiva. Le risorse ambientali, però, sia quelle rinnovabili che quelle non rinnovabili, sono soggette inevitabilmente ad un degrado. Per tale motivo la condizione di sviluppo sostenibile deve essere quella di mantenere uno *stock* di capitale costante (o crescente) nel tempo. A tal fine diventa, allora, rilevante definire la funzione di produzione in termini di grado di sostituibilità e complementarità tra le diverse tipologie di capitale (capitale fisico, umano e naturale).

<sup>15</sup> Per 'capitale naturale' si intende l'insieme dei sistemi naturali (mari, fiumi, laghi, foreste, flora, fauna, territorio) nonché i prodotti agricoli, i prodotti della pesca, della caccia e della raccolta e il patrimonio artistico-culturale presente nel territorio.

Secondo il principio di sostenibilità debole, è lo *stock* di capitale aggregato (la somma del capitale fisico, del capitale umano e del capitale naturale) che deve essere mantenuto costante nel tempo, indipendentemente dalla sua composizione, e ciò implica l'ipotesi di sostituibilità tra le diverse tipologie di capitale. Detto in altri termini, la sostenibilità debole permette la riduzione dello *stock* di capitale naturale purché venga compensata con un aumento del capitale fisico e/o umano. Secondo il principio di sostenibilità forte, invece, ciascuna componente del capitale aggregato deve essere mantenuta singolarmente costante e ciò implica l'ipotesi di complementarità tra le diverse tipologie di capitale<sup>16</sup>.

Un livello intermedio di sostenibilità è quello della *sensible sustainability*<sup>17</sup>, che assume un'elevata sostituibilità tra le diverse tipologie di capitale, ma riconosce anche l'esistenza di complementarità, per cui il pieno funzionamento del sistema richiede almeno una certa combinazione delle diverse tipologie di capitale. In tale contesto, allora, si definisce il cosiddetto capitale naturale critico come il livello minimo necessario ai fini della riproducibilità biologica dell'ecosistema, che, ai fini della sostenibilità, deve essere mantenuto intatto.

### 2.3 La misurazione dello sviluppo sostenibile

Il concetto stesso di sviluppo sostenibile implica un sistema di valutazione multi-dimensionale: le tre dimensioni fondamentali dello sviluppo sostenibile (economica, ambientale e sociale), a cui se ne aggiunge una quarta, quella istituzionale. Gli obiettivi di ciascuna dimensione sono tipicamente diversi e generalmente non riconducibili ad elementi comuni di valutazione e misurazione.

Inoltre, affinché un indicatore possa essere considerato di sviluppo sostenibile, è necessario che preveda l'indicazione di un *target* da raggiungere e di un tempo entro il quale raggiungerlo.

Tipicamente un sistema di indici è caratterizzato da quattro livelli: il primo livello è rappresentato dagli indicatori sistemici, che mirano alla definizione di un indice integrato di sviluppo, in grado di evidenziare la qualità del modello di sviluppo e la sua sostenibilità; il secondo livello è quello degli indici di dominio (economico, sociale, ambientale ed istituzionale); il terzo livello è quello degli indici tematici, che comportano la costruzione di un insieme ridotto di indicatori per ognuno dei temi principali in materia di politica ambientale e socio-economica; il quarto livello è quello degli indicatori

<sup>16</sup> Si veda Costanza e Daly (1992).

<sup>17</sup> Si veda Serageldin e Steer (1994).

puntuali, raccolti generalmente in liste di grandi dimensioni, che rappresentano gli insiemi minimi di aggregazione dei dati.

In materia di indicatori di sostenibilità, il modello *pressione – stato – risposta* (PSR), proposto dall'OCSE<sup>18</sup>, è il più noto e utilizzato, nato per classificare le variabili ambientali. Il modello PSR è un sistema di indicatori che descrivono la qualità dell'ambiente e gli aspetti qualitativi e quantitativi delle risorse naturali (indicatori di stato), le pressioni esercitate dalle attività umane sull'ambiente (indicatori di pressione) e le risposte della società in termini di attività di tutela e difesa ambientale (indicatori di risposta).

Il modello, basato sul concetto di causalità, considera uno *stock* di risorse naturali (stato); questo interagisce con le attività umane che prelevano le risorse ed influiscono sull'ambiente (pressione). Contemporaneamente lo stato delle risorse e il livello delle pressioni forniscono informazioni agli attori sociali, che reagiscono sia nei confronti dello stato dell'ambiente che nei confronti delle pressioni (risposta).

Al fine di collegare gli aspetti sociali ed economici delle attività umane agli effetti sull'ambiente, è stata elaborata una variante del modello PSR, dall'Agenzia Europea per l'Ambiente, denominata il modello *determinante – pressione – stato – impatto – risposta* (DPSIR)<sup>19</sup>, che introduce le cause generatrici primarie delle pressioni sull'ambiente (determinanti o *driving forces*), a monte delle pressioni, e gli effetti (impatto) sull'ecosistema e sulla salute umana derivanti dai fattori di pressione ambientale, separando, in tal modo, la descrizione della qualità dell'ambiente (stato) dalla descrizione dei cambiamenti significativi indotti dalle attività umane (impatto).

Nel 1995 la Commissione sullo sviluppo sostenibile (CSD) delle Nazioni Unite<sup>20</sup> approva un programma di lavoro sugli indicatori dello sviluppo sostenibile, seguendo le indicazioni del capitolo 40 di Agenda 21, in cui si invitano tutti i Paesi, a livello governativo e non governativo, e gli organismi internazionali ad elaborare indicatori di sviluppo sostenibile per consentire una solida base decisionale ad ogni livello.

Il modello inizialmente adottato dalla CSD per l'identificazione e la scelta degli indicatori è il modello *determinanti – stato – risposta* (DSR). Sulla base di tale modello, gli indicatori vengono classificati, all'interno delle dimensioni economica, sociale, ambientale ed istituzionale dello sviluppo sostenibile, come indicatori delle cause primarie (*driving forces*), indicatori di stato ed indicatori di risposta, e viene presentata una lista preliminare per la verifica a livello nazionale di 134 indicatori, contenuta nella prima edizione del 1996 del Rapporto sugli indicatori di sviluppo sostenibile, il cosiddetto "Libro

<sup>18</sup> OECD (1993).

<sup>19</sup> EUROSTAT (1999).

<sup>20</sup> La CSD è stata istituita in occasione della Conferenza di Rio, quale organo incaricato di assistere l'attuazione di Agenda 21 e della Dichiarazione di Rio nonché il Piano di attuazione di Johannesburg.

Blu”, che viene inviato a tutti i Governi con l’invito ad utilizzare e sottoporre a verifica gli indicatori presenti nel testo. Successivamente sono stati selezionati ventidue Paesi, su base volontaria, per procedere alla verifica di applicazione di tali indicatori che si è ufficialmente conclusa alla fine del 1999. Contestualmente si è proceduto ad una revisione della lista e dell’efficienza degli indicatori individuati: in particolare, il modello DSR è stato sostituito con un approccio tematico ed è stato individuato un insieme di 57 indicatori, organizzati in 15 temi e 38 sotto-temi che toccano gli aspetti sociali, ambientali, economici ed istituzionali dello sviluppo sostenibile<sup>21</sup>. Una terza edizione del “Libro Blu” verrà pubblicata nel 2007, che consiste in 50 indicatori-chiave, facenti parte di un insieme più ampio di 98 indicatori di sviluppo sostenibile. Gli indicatori sono ancora organizzati in un modello di temi e sotto-temi, che contiene 15 temi leggermente diversi da quelli dell’edizione del 2001, ma gli indicatori non vengono più esplicitamente suddivisi nelle quattro dimensioni dello sviluppo sostenibile.

### **3. La costruzione di alcuni eco-indicatori sintetici**

Dal punto di vista teorico, come abbiamo visto, i modelli dello sviluppo sostenibile ci propongono un concetto complesso di sviluppo, caratterizzato da almeno tre dimensioni: crescita economica, equità sociale e tutela dell’ambiente. Gli accordi internazionali hanno fatto proprio tale concetto e lo hanno trasformato in un obiettivo da raggiungere a livello internazionale, nazionale e ancor più a livello locale. Per potere attuare ciò che gli accordi si propongono occorre poter valutare il grado di sostenibilità dello sviluppo e ciò non può prescindere dalla costruzione di un sistema di indicatori, che a loro volta integrino i diversi e complessi aspetti che concorrono a rendere sostenibile lo sviluppo.

Come primo passo verso la costruzione di indicatori di sostenibilità, ci concentriamo nel presente lavoro sulla valutazione della dimensione ambientale dello sviluppo sostenibile.

Una delle principali difficoltà legate allo studio delle tematiche ambientali risiede comunemente nella consistente numerosità degli indicatori utilizzati e nella conseguente eterogeneità che non consente un’interpretazione organica dei fenomeni rilevati.

Inoltre anche la scarsità, la frammentarietà, la mancata pubblicizzazione, se non tra gli “addetti ai lavori”, e la carenza di aggiornamento dei dati in materia ambientale rendono difficoltosa la costruzione di indicatori che permettano di effettuare analisi sia a livello temporale che a livello territoriale.

<sup>21</sup> CSD (2001).

La prima fase del nostro studio è stata la costruzione di un elenco di indicatori, suddivisi per le principali tematiche ambientali. Sebbene un primo rapido esame dei singoli indicatori può essere utile per farsi un'idea della situazione di un'area relativamente ad uno specifico tema, il ricorso ad indicatori sintetici permette un'interpretazione più chiara dei fenomeni che si vogliono studiare. A tale scopo, l'obiettivo del presente lavoro è quello di fare un primo passo verso la costruzione di indicatori che sintetizzino il più possibile le informazioni contenute nei numerosi indicatori "semplici".

Abbiamo a tal fine utilizzato una tecnica di analisi statistica multivariata denominata *analisi delle componenti principali*. Tale tecnica fa parte di una più ampia famiglia di metodologie statistiche, raggruppate sotto il nome di *analisi fattoriale*, utilizzate per ridurre la dimensione di dati multivariati. Infatti, l'interpretazione di questi può essere difficile a causa dell'eccessivo numero di dimensioni da tenere sotto controllo: quando si devono analizzare più di tre dimensioni è difficile leggere i dati stessi tramite la semplice visualizzazione.

L'analisi delle componenti principali, quindi, è un metodo per ottenere una sintesi, una sorta di "compattazione" della mole di informazioni a disposizione tramite il calcolo di indicatori sintetici. Tali indicatori sono elaborati in modo da rimuovere quella parte dell'informazione relativa al fenomeno in esame che risulti essere trascurabile e ridondante.

### 3.1 I dati

La raccolta dei dati per la costruzione degli indicatori si è rivelata la parte più impegnativa di questo lavoro proprio a causa delle caratteristiche già descritte precedentemente di scarsa disponibilità, frammentarietà ed eterogeneità delle informazioni relative alle tematiche ambientali.

I dati raccolti riguardano tutte le 103 province italiane. La scelta del livello provinciale come disaggregazione territoriale è dettata dalla volontà di costruire, attraverso l'uso degli indicatori sintetici, delle graduatorie delle province del nostro Paese che forniscano un'idea di come tali Enti locali affrontano le principali questioni ambientali oggetto della nostra analisi. Non è quindi casuale la scelta di tale livello geografico di analisi: le province, infatti, insieme ai comuni, sono le principali destinatarie delle deleghe da parte del Governo centrale e delle regioni delle più importanti funzioni amministrative in materia ambientale.

È bene precisare che è stato possibile collezionare i dati relativamente ad un solo anno, il 2002; questo chiaramente non ha consentito di seguire l'andamento degli indicatori nel corso del tempo e di osservare le possibili variazioni, in positivo o in negativo, dello stato di salute ambientale dei territori provinciali.

Inoltre sarebbe stato auspicabile l'utilizzo di dati più aggiornati rispetto a quelli dell'anno 2002; questa scelta non avrebbe tuttavia consentito di sfruttare tutta una serie di dati e di indicatori che erano di fatto disponibili solo in misura frammentaria ed incompleta per quanto riguarda gli anni successivi al 2002.

In questa prima fase, nel *trade-off* fra un numero limitato di indicatori per un arco temporale superiore ad un anno ed un numero maggiore di indicatori che coprissero buona parte delle problematiche ambientali, anche se per un solo anno, si è preferita la seconda soluzione.

Le fonti dei dati sono varie, ma principalmente si è fatto ricorso alle informazioni pubblicate nei rapporti stilati da organizzazioni ambientaliste o di agenzie nazionali per la tutela dell'ambiente, ma anche da enti di ricerca che non si occupano esclusivamente di tematiche ambientali<sup>22</sup>.

Gli indicatori sono stati suddivisi in sette gruppi rappresentativi delle principali problematiche a cui si fa riferimento quando si parla di ambiente e di sviluppo sostenibile: **rifiuti, acqua, agricoltura, energia, idrocarburi, territorio e trasporti**<sup>23</sup>.

Tale insieme di indicatori è stato inoltre riclassificato seguendo il modello PSR proposto dall'OCSE. Secondo questo modello, come abbiamo visto, per *stato* si intende la situazione reale dell'ambiente, per *pressione* ci si riferisce ad emissioni e rifiuti dovuti ad attività antropiche, per *risposta* si fa riferimento alle attività di tutela ed efficacia delle azioni di difesa ambientale.

Nella *Tabella 1* viene presentata la lista degli indicatori presi in considerazione, per ciascuno dei quali vengono precisati l'area tematica di appartenenza, le modalità di calcolo, il tipo di indicatore (se di pressione, di stato o di risposta) e la fonte da cui sono stati tratti i dati.

È bene precisare che la maggior parte degli indicatori utilizzati nell'analisi sono stati costruiti a partire dai dati grezzi, mentre alcuni sono stati semplicemente riportati dalla fonte nel *dataset*, senza ulteriori elaborazioni in quanto di per sé già significativi.

<sup>22</sup> La fonte dei dati per ciascun indicatore è riportata nella *Tabella 1*.

<sup>23</sup> È evidente che tali gruppi non esauriscono tutte le tematiche ambientali.

Tabella 1 - *Elenco degli indicatori suddivisi per gruppi tematici e per tipologia (pressione P – stato S – risposta R)*

ACQUA			
Indicatore	Dettagli indicatore	Tipologia	Fonte dati
Consumi idrici per abitante	litri/popolazione/giorni	P	Legambiente
Concentrazione di nitrati	mg/l No3	S	Legambiente
Capacità di depurazione	% di depurazione sul totale acque reflue	R	Legambiente
Depurazione acqua	Abbattimento del carico civile (% di abitanti allacciati per giorni di funzionamento)	R	Legambiente
RIFIUTI			
Totale rifiuti urbani per abitante	Kg/abitanti/anno	P	APAT, Osservatorio Nazionale sui Rifiuti, Istat
Totale rifiuti urbani su valore aggiunto	Kg/valore aggiunto/anno	P	APAT, Osservatorio Nazionale sui Rifiuti, Istat
Raccolta differenziata	% sul totale dei rifiuti	R	APAT, Osservatorio Nazionale sui Rifiuti
Raccolta indifferenziata per abitante	Kg/popolazione/anno	R	APAT, Osservatorio Nazionale sui Rifiuti, Istat
Raccolta indifferenziata su valore aggiunto	Kg/valore aggiunto/anno	R	APAT, Osservatorio Nazionale sui Rifiuti, Istat
Raccolta differenzia per abitante	Kg/popolazione/anno	R	APAT, Osservatorio Nazionale sui Rifiuti, Istat
Raccolta differenziata su valore aggiunto	Kg/valore aggiunto/anno	R	APAT, Osservatorio Nazionale sui Rifiuti, Istat
Raccolta organico per abitante	Kg/popolazione/anno	R	APAT, Osservatorio Nazionale sui Rifiuti, Istat
Raccolta organico su valore aggiunto	Kg/valore aggiunto/anno	R	APAT, Osservatorio Nazionale sui Rifiuti, Istat
Raccolta vetro per abitante	Kg/popolazione/anno	R	APAT, Osservatorio Nazionale sui Rifiuti, Istat
Raccolta vetro su valore aggiunto	Kg/valore aggiunto/anno	R	APAT, Osservatorio Nazionale sui Rifiuti, Istat
Raccolta plastica per abitante	Kg/popolazione/anno	R	APAT, Osservatorio Nazionale sui Rifiuti, Istat
Raccolta plastica su valore aggiunto	Kg/valore aggiunto/anno	R	APAT, Osservatorio Nazionale sui Rifiuti, Istat
Raccolta carta per abitante	Kg/popolazione/anno	R	APAT, Osservatorio Nazionale sui Rifiuti, Istat
Raccolta carta su valore aggiunto	Kg/valore aggiunto/anno	R	APAT, Osservatorio Nazionale sui Rifiuti, Istat
Raccolta metalli per abitante	Kg/popolazione/anno	R	APAT, Osservatorio Nazionale sui Rifiuti, Istat
Raccolta metalli su valore aggiunto	Kg/valore aggiunto/anno	R	APAT, Osservatorio Nazionale sui Rifiuti, Istat
Raccolta alluminio per abitante	Kg/popolazione/anno	R	APAT, Osservatorio Nazionale sui Rifiuti, Istat
Raccolta alluminio su valore aggiunto	Kg/valore aggiunto/anno	R	APAT, Osservatorio Nazionale sui Rifiuti, Istat
Raccolta altro per abitante	Kg/popolazione/anno	R	APAT, Osservatorio Nazionale sui Rifiuti, Istat
Raccolta altro su valore aggiunto	Kg/valore aggiunto/anno	R	APAT, Osservatorio Nazionale sui Rifiuti, Istat

Tabella 1 (continua)

RIFIUTI			
Indicatore	Dettagli Indicatore	Tipologia	Fonte dati
Raccolta ingombranti per abitante	Kg/popolazione/anno	R	APAT, Osservatorio Nazionale sui Rifiuti, Istat
Raccolta ingombranti su valore aggiunto	Kg/valore aggiunto/anno	R	APAT, Osservatorio Nazionale sui Rifiuti, Istat
Raccolta selettiva per abitante	Kg/popolazione/anno	R	APAT, Osservatorio Nazionale sui Rifiuti, Istat
Raccolta selettiva su valore aggiunto	Kg/valore aggiunto/anno	R	APAT, Osservatorio Nazionale sui Rifiuti, Istat
TERRITORIO			
Presenza case abusive	n case abusive/1000 famiglie	P	Legambiente
Aree protette ex DLGS 490/99 per abitante	Km <sup>2</sup> /popolazione	R	APAT
Aree protette ex DLGS 490/99 su territorio totale	Km <sup>2</sup> /territorio totale	R	APAT
Superficie boschiva per abitante	Km <sup>2</sup> /popolazione	R	APAT
Superficie boschiva su territorio totale	Km <sup>2</sup> /territorio totale	R	APAT
Fasce marine, fluviali, lacustri per abitante	Km <sup>2</sup> /popolazione	R	APAT
Fasce marine, fluviali, lacustri su territorio totale	Km <sup>2</sup> /territorio totale	R	APAT
Zone Umide per abitante	Km <sup>2</sup> /popolazione	R	APAT
Zone Umide su territorio totale	Km <sup>2</sup> /territorio totale	R	APAT
Parchi per abitante	Km <sup>2</sup> /popolazione	R	APAT
Parchi su territorio totale	Km <sup>2</sup> /territorio totale	R	APAT
Aree montane per abitante	Km <sup>2</sup> /popolazione	R	APAT
Aree montane su territorio totale	Km <sup>2</sup> /territorio totale	R	APAT
Superficie vincolata per abitante	Km <sup>2</sup> /popolazione	R	APAT
Superficie vincolata su territorio totale	Km <sup>2</sup> /territorio totale	R	APAT
Isole pedonali per abitante	metriquadri/popolazione	R	Legambiente e Ambiente Italia
Zone Zil per abitante	metriquadri/popolazione	R	Legambiente e Ambiente Italia
Piste ciclabili per abitante	metri/popolazione	R	Legambiente e Ambiente Italia
Verde urbano fruibile per abitante	metriquadri/popolazione	R	Legambiente e Ambiente Italia
Verde urbano totale per comune	metriquadri di aree verdi/ettari di superficie comunale	R	Legambiente e Ambiente Italia
Consumi energia elettrica per abitante	Kwh/popolazione	P	GRTN, Istat,



Tabella 1 (continua)

TERRITORIO			
Indicatore	Dettagli indicatore	Tipologia	Fonte dati
Consumi energia elettrica su valore aggiunto	Kwh/valore aggiunto	P	GRTN e Istat
Consumi energia settore agricoltura su valore aggiunto	Kwh/valore aggiunto del settore	P	GRTN e Istat
Consumi energia settore industria su valore aggiunto	Kwh/valore aggiunto del settore	P	GRTN e Istat
Consumi energia settore terziario su valore aggiunto	Kwh/valore aggiunto del settore	P	GRTN e Istat
Consumo elettrico domestico per abitante	Kwh/popolazione	P	GRTN e Istat
Consumo elettrico domestico su valore aggiunto	Kwh/valore aggiunto	P	GRTN e Istat
TRASPORTI			
Indicatore	Dettagli indicatore	Tipologia	Fonte dati
Trasporto pubblico per abitante	viaggi/popolazione/anno	R	Legambiente e Ambiente Italia
Auto private circolanti per abitante	auto private circolanti/100 abitanti	P	Legambiente e Ambiente Italia
Autobus per abitante	numero di AUTOBUS/popolazione	P	Legambiente e Ambiente Italia
Autobus su valore aggiunto	numero di AUTOBUS/valore aggiunto	P	Legambiente e Ambiente Italia
Autobus per superficie	numero di AUTOBUS/superficie	P	Legambiente e Ambiente Italia
Autocarri per abitante	numero di autocarri per trasporto merci/popolazione	P	Legambiente e Ambiente Italia
Autocarri su valore aggiunto	numero di autocarri per trasporto merci/valore aggiunto	P	Legambiente e Ambiente Italia
Autocarri per superficie	numero di autocarri per trasporto merci/superficie	P	Legambiente e Ambiente Italia
Autoveicoli speciali per abitante	numero di autoveicoli speciali/popolazione	P	Legambiente e Ambiente Italia
AutoveicoliSpecialiPerValoreaggiunto	numero di autoveicoli speciali/valore aggiunto	P	Legambiente e Ambiente Italia
AutoveicoliSpecialiPerSuperficie	numero di autoveicoli speciali/superficie	P	Legambiente e Ambiente Italia
Autovetture per abitante	numero di autovetture/popolazione	P	Legambiente e Ambiente Italia
Autovetture su valore aggiunto	numero di autovetture/valore aggiunto	P	Legambiente e Ambiente Italia
Autovetture per superficie	numero di autovetture/superficie	P	Legambiente e Ambiente Italia
Motocarri per abitante	numero di motocarri e quadricicli per trasporto merci/popolazione	P	Legambiente e Ambiente Italia
Motocarri su valore aggiunto	numero di motocarri e quadricicli per trasporto merci/valore aggiunto	P	Legambiente e Ambiente Italia
Motocarri per superficie	numero di motocarri e quadricicli per trasporto merci/superficie	P	Legambiente e Ambiente Italia
Motocicli per abitante	numero di motocicli/popolazione	P	Legambiente e Ambiente Italia
Motoricli su valore aggiunto	numero di motocicli/valore aggiunto	P	Legambiente e Ambiente Italia

Tabella 1 (continua)

TRASPORTI			
Indicatore	Dettagli indicatore	Tipologia	Fonte dati
Motocicli per superficie	numero di motocicli/superficie	P	Legambiente e Ambiente Italia
Motoveicoli per abitante	numero di motoveicoli e quadricicli speciali /popolazione	P	Legambiente e Ambiente Italia
Motoveicoli su valore aggiunto	numero di motoveicoli e quadricicli speciali/valore aggiunto	P	Legambiente e Ambiente Italia
Motoveicoli per superficie	numero di motoveicoli e quadricicli speciali /superficie	P	Legambiente e Ambiente Italia
Rimorchi speciali per abitante	numero di rimorchi e semirimorchi speciali /popolazione	P	Legambiente e Ambiente Italia
Rimorchi speciali su valore aggiunto	numero di rimorchi e semirimorchi speciali/valore aggiunto	P	Legambiente e Ambiente Italia
Rimorchi speciali per superficie	numero di rimorchi e semirimorchi speciali/superficie	P	Legambiente e Ambiente Italia
Rimorchi merci per abitante	numero di rimorchi e semirimorchi trasporto merci/popolazione	P	Legambiente e Ambiente Italia
Rimorchi merci per valore aggiunto	numero di rimorchi e semirimorchi trasporto merci/valore aggiunto	P	Legambiente e Ambiente Italia
Rimorchi merci per superficie	numero di rimorchi e semirimorchi trasporto merci/superficie	P	Legambiente e Ambiente Italia
Trattori per abitante	numero di trattori stradali o motrici/popolazione	P	Legambiente e Ambiente Italia
Trattori su valore aggiunto	numero di trattori stradali o motrici/valore aggiunto	P	Legambiente e Ambiente Italia
Trattori per superficie	numero di trattori stradali o motrici/superficie	P	Legambiente e Ambiente Italia
Altri veicoli per abitante	numero di altri veicoli/popolazione	P	Legambiente e Ambiente Italia
Altri veicoli su valore aggiunto	numero di altri veicoli/valore aggiunto	P	Legambiente e Ambiente Italia
Altri veicoli per superficie	numero di altri veicoli/superficie	P	Legambiente e Ambiente Italia
Totale parco veicolare per abitante	Totale parco veicolare/popolazione	P	Legambiente e Ambiente Italia
Totale parco veicolare su valore aggiunto	Totale parco veicolare/valore aggiunto	P	Legambiente e Ambiente Italia
Totale parco veicolare per superficie	Totale parco veicolare/superficie	P	Legambiente e Ambiente Italia
IDROCARBURI			
Consumo carburante per abitante	Kep (Kg petrolio equivalente)/popolazione/anno	P	Legambiente e Ambiente Italia
Vendite gasolio per abitante	tonnellate/anno/popolazione	P	Legambiente e Ambiente Italia
Vendite benzina per abitante	tonnellate/anno/popolazione	P	Legambiente e Ambiente Italia
Vendite olio combustibile per abitante	tonnellate/anno/popolazione	P	Legambiente e Ambiente Italia
Vendite GPL per abitante	tonnellate/anno/popolazione	P	Legambiente e Ambiente Italia
Vendite lubrificanti per abitante	tonnellate/anno/popolazione	P	Legambiente e Ambiente Italia
Vendite Tot. Carburanti e lubrificanti per abitante	tonnellate/anno/popolazione	P	Legambiente e Ambiente Italia
Vendite Tot. Carburanti lubrificanti su valore aggiunto	tonnellate/anno/valore aggiunto	P	Legambiente e Ambiente Italia
Vendite Tot. Carburanti lubrificanti su totale veicoli	tonnellate/anno/totale veicoli	P	Legambiente e Ambiente Italia

Tabella 1 (continua)

AGRICOLTURA			
Indicatore	Dettagli indicatore	Tipologia	Fonte dati
Totale fertilizzanti	Kg/ettaro di superficie trattabile	P	Istat
Fertilizzanti - azoto	Kg/ettaro di superficie trattabile	P	Istat
Fertilizzanti - anidride fosforica	Kg/ettaro di superficie trattabile	P	Istat
Fertilizzanti - ossido	Kg/ettaro di superficie trattabile	P	Istat
Altri fitosanitari	Kg/ettaro di superficie trattabile	P	Istat

### 3.2 La metodologia utilizzata

L'analisi delle componenti principali è uno dei primi metodi statistici studiati per ridurre la dimensionalità dei dati. Tale tecnica nei suoi contenuti essenziali è stata per prima introdotta da Pearson (1901) e riproposta successivamente da Hotelling (1933).

Attraverso l'analisi delle componenti principali, la dimensione del *dataset* viene ridotta tramite il calcolo e l'estrazione di componenti che sono incorrelate tra di loro, quindi mutuamente ortogonali, ed hanno media nulla. Inoltre, la prima componente spiega la maggiore quota di varianza possibile e le ulteriori componenti principali, a loro volta, offrono la restante parte di varianza.

Tutta l'informazione ridondante viene trascurata, mentre la variabilità propria del fenomeno (misurata tramite la quota di varianza spiegata dalle componenti principali) viene mantenuta e sintetizzata nelle componenti principali. Tali componenti sono combinazioni lineari delle variabili originarie.

Sulla base delle componenti principali, è possibile quindi calcolare dei punteggi o *scores* per ognuna delle  $n$  unità statistiche rispetto al nuovo sistema di riferimento.

Vedremo, nel nostro caso, che gli *scores* permettono di elaborare la classifica delle  $n = 103$  province italiane sulla base di alcuni raggruppamenti di variabili. Ogni gruppo è composto da un numero  $p$  di variabili (gli indicatori elencati nella *Tabella 1*). Attraverso l'analisi delle componenti principali verranno calcolate le  $k$  componenti principali, mentre gli *scores* saranno determinati solo su due di esse che si è verificato spiegare la maggior parte della variabilità contenuta nei gruppi  $p$ -variati oggetto di analisi.

Volendo descrivere in maniera più rigorosa l'analisi delle componenti principali, tale tecnica statistica può essere definita come un metodo per sintetizzare i dati contenuti in una matrice  $X$ , dati riferiti ad  $n$  individui e  $p$  variabili quantitative. Tale sintesi consiste nella riduzione delle colonne della matrice  $X$ , definendo un numero  $k$  (con  $k \leq p$ ) di variabili artificiali (le

componenti principali). La riduzione del numero delle variabili permette spesso una più chiara interpretazione del fenomeno in esame.

Dal punto di vista geometrico, la matrice dei dati  $X_{n,p}$  si può raffigurare come  $n$  punti nello spazio  $\mathfrak{R}^p$ . Attraverso l'analisi delle componenti principali gli  $n$  punti vengono proiettati in un sottospazio  $\mathfrak{R}^k$ , specificato in modo tale che la nuvola degli  $n$  punti in  $\mathfrak{R}^p$  risulti alterata il meno possibile.

La prima componente principale è una combinazione lineare delle variabili osservate  $x_1, x_2, \dots, x_p$ ; in forma matriciale:

$$y_1 = \mathbf{X}\mathbf{a}_1 \quad (1)$$

dove  $\mathbf{a}_1 = (a_{11}, a_{21}, \dots, a_{p1})$  è il vettore  $p \times 1$  dei coefficienti della combinazione lineare.

Sia  $\Sigma$  la matrice di varianze e covarianze delle variabili che appartengono alla matrice  $\mathbf{X}$ , imponiamo che il vettore dei coefficienti sia tale da rendere massima la varianza di  $y_1$ .

Si può dimostrare che trovare la prima componente principale (in maniera univoca) equivale a risolvere il seguente problema di massimo vincolato:

$$\begin{aligned} \max \text{var}(y_1) &= \max \mathbf{a}_1^T \Sigma \mathbf{a}_1 \\ \mathbf{a}_1^T \mathbf{a}_1 &= 1 \end{aligned} \quad (2)$$

La soluzione di tale problema è la seguente:

$$\text{var}(y_1) = \lambda_1 \quad (3)$$

dove  $\lambda_1$  è l'autovalore massimo della matrice  $\Sigma$  a cui è associato l'autovettore  $\mathbf{a}_1$ .

Se la matrice  $\Sigma$  ha rango pieno (rango =  $p$ ), cioè se le  $p$  variabili  $x_1, x_2, \dots, x_p$  sono linearmente indipendenti, è possibile ottenere fino a  $p$  autovalori ed autovettori ad essi associati, cioè fino a  $p$  componenti principali.

Il procedimento può essere iterato definendo una  $j$ -esima componente principale  $y_j = \mathbf{X}\mathbf{a}_j$ , combinazione lineare delle variabili  $x_1, x_2, \dots, x_p$ , caratterizzate da varianza massima. Si ha quindi:

$$\text{var}(y_j) = \lambda_j \quad (4)$$

dove  $\lambda_j$  è il  $j$ -esimo autovalore (in ordine decrescente) della matrice  $\Sigma$  a cui è associato l'autovettore  $\mathbf{a}_j$ .

Vale pertanto la seguente relazione:

$$\text{var}(y_1) \geq \text{var}(y_2) \geq \dots \geq \text{var}(y_j) \quad (5)$$

Inoltre le diverse componenti principali saranno a due a due incorrelate.

È importante precisare che l'analisi delle componenti principali dipende fortemente dalla scelta delle unità di misura delle variabili; ciò implica che una scelta errata delle unità di misura può falsare i risultati dell'analisi. Per superare questo problema, soprattutto quando i dati si riferiscono a variabili espresse in unità di misura differenti, come nel caso della nostra analisi, si preferisce applicare l'analisi delle componenti principali su variabili standardizzate. La matrice di varianze e covarianze  $\Sigma$  in questo modo coincide con la matrice di correlazione che definiamo  $R$ .

#### 4. I risultati

L'applicazione dell'analisi delle componenti principali alla creazione di indicatori sintetici che permettano di elaborare delle graduatorie delle province italiane in materia ambientale è solamente un primo passo di un'analisi da approfondire e da perfezionare. I risultati ottenuti devono essere quindi letti ed interpretati come preliminari e di conseguenza valutati con una certa cautela.

Per il calcolo degli indicatori sintetici è stata utilizzata la suddivisione in gruppi per aree tematiche descritta in precedenza e rappresentata nella *Tabella 1: rifiuti, acqua, agricoltura, energia, idrocarburi, trasporti e territorio*. Ad ogni raggruppamento corrisponde una graduatoria delle province italiane rappresentativa dei comportamenti o dello stato di ciascuna provincia rispetto a quella tematica.

Inoltre gli indicatori sono stati suddivisi nelle tre categorie **pressione, stato, risposta** secondo lo schema di classificazione proposto dall'OCSE e, sulla base di tale raggruppamento, sono state elaborate le relative graduatorie.

Nella *Tabella 2* e nella *Figura 1* è rappresentata la graduatoria delle 103 province italiane relativamente al gruppo **rifiuti** per l'anno 2002. Tale graduatoria dà un'idea di come le province del nostro Paese stiano affrontando il problema dello smaltimento della spazzatura, una delle più preoccupanti questioni in materia ambientale. La preoccupazione riguarda la sempre crescente produzione di rifiuti inevitabile in economie avanzate come l'Italia, dove il livello dei consumi ed il tenore di vita più elevati hanno generato, insieme con altri fattori, un aumento della produzione *pro capite* di rifiuti.

In parte la soluzione a questo problema è rappresentata dallo sfruttamento della raccolta differenziata che, consentendo il riciclo dei materiali di scarto, può senz'altro favorire una più agevole gestione dei rifiuti. Purtroppo non tutte le province sono allo stesso livello in termini sia di organizzazione della raccolta differenziata che di sensibilità dei cittadini rispetto a questa pratica.

Tabella 2 - *Graduatoria delle 103 province italiane calcolata per l'area tematica rifiuti (anno 2002)*

Rifiuti: graduatoria provinciale											
1	Bergamo	21	Udine	41	Siena	61	Imperia	81	Catanzaro	101	Messina
2	Lecco	22	Cuneo	42	Macerata	62	Viterbo	82	Ragusa	102	Crotone
3	Milano	23	Reggio Emilia	43	Firenze	63	Pistoia	83	Livorno	103	Catania
4	Sondrio	24	Parma	44	Arezzo	64	Forlì	84	Reggio Calabria		
5	Varese	25	Novara	45	Avellino	65	Pisa	85	Perugia		
6	Lodi	26	Brescia	46	Savona	66	Roma	86	Latina		
7	Treviso	27	Modena	47	Trento	67	Rovigo	87	Teramo		
8	Como	28	Pavia	48	Alessandria	68	Lecce	88	Bari		
9	Cremona	29	Pordenone	49	Salerno	69	Terni	89	Caltanissetta		
10	Bolzano	30	Prato	50	Genova	70	Vibo Valentia	90	Enna		
11	Piacenza	31	Torino	51	Lucca	71	Rimini	91	Matera		
12	Belluno	32	Potenza	52	Ancona	72	Oristano	92	Sassari		
13	Vicenza	33	Asti	53	Ascoli Piceno	73	Pescara	93	Cagliari		
14	Mantova	34	Aosta	54	Campobasso	74	L'Aquila	94	Agrigento		
15	Biella	35	Benevento	55	Frosinone	75	Ferrara	95	Taranto		
16	Verona	36	Foggia	56	La Spezia	76	Ravenna	96	Siracusa		
17	Padova	37	Trieste	57	Chieti	77	Caserta	97	Grosseto		
18	Verbania	38	Brindisi	58	Cosenza	78	Pesaro	98	Trapani		
19	Gorizia	39	Bologna	59	Rieti	79	Massa	99	Napoli		
20	Isernia	40	Venezia	60	Vercelli	80	Nuoro	100	Palermo		

Fonte: elaborazioni su dati APAT e ISTAT

Figura 1 - *Graduatoria delle 103 province italiane calcolata per l'area tematica rifiuti (anno 2002)*



Fonte: elaborazioni su dati APAT e ISTAT

Mettendo insieme i dati sulla produzione di rifiuti e quelli sulla raccolta differenziata è risultata, per l'anno 2002, una graduatoria che vede fra le province più "virtuose" quelle del Nord Italia, in particolare quelle lombarde che si collocano tra le prime dieci, insieme a Treviso (settima) e Bolzano (decima).

La classifica relativa ai rifiuti sembra andare di pari passo con la latitudine delle province: la produzione e la gestione dei rifiuti solidi urbani, infatti, sembra essere più problematica nelle province del Centro-Sud, a parte alcune eccezioni come il caso di Isernia, ventesima nella graduatoria, Foggia, Benevento, Brindisi e Potenza, che si trovano tra la trentesima e la quarantesima posizione. La situazione più preoccupante è quella delle province siciliane che si trovano tutte collocate nelle ultime posizioni della graduatoria.

Questo risultato non è sorprendente in quanto sono abbastanza note le problematiche e le difficoltà che alcune regioni del Meridione si trovano ad affrontare in materia di gestione dei rifiuti solidi urbani. Probabilmente nelle province del Nord, anche se la produzione di rifiuti è molto alta in quanto favorita da standard di vita più elevati, una gestione più matura della raccolta differenziata rende maggiormente sostenibile lo smaltimento della spazzatura prodotta nelle città.

La graduatoria relativa alla tematica **acqua** presentata nella *Tabella 3* e nella *Figura 2* è basata su un indicatore sintetico che tiene conto non solo della capacità delle province di amministrare le risorse idriche in maniera efficiente e senza sprechi, ma anche della capacità delle province di erogare ai cittadini dell'acqua che sia la più pura possibile nel rispetto della loro salute.

Da una prima osservazione la classifica sembrerebbe ribaltata rispetto alla graduatoria sui rifiuti in quanto, fra le prime dieci, sette sono province del Centro-Sud (prima fra tutte Sassari). Si noti, però, che in realtà non è riscontrabile una netta contrapposizione tra Nord e Sud, come si vede in maniera più evidente nella *Figura 2*. Le "peggiori" province nella gestione delle risorse idriche le troviamo, infatti, sia nelle regioni settentrionali (come ad esempio Milano, Padova e Piacenza fra le ultime dieci) che nelle regioni meridionali (come il caso di Benevento e Reggio Calabria, rispettivamente, terz'ultima e penultima). Ancora una volta le province siciliane si distinguono in senso negativo posizionandosi fra le ultime in graduatoria, ad esclusione di Enna (sessantaduesima), Caltanissetta (venticinquesima) e Ragusa (sessantottesima).

Tabella 3 - *Graduatoria delle 103 province italiane calcolata per l'area tematica acqua (anno 2002)*

Acqua: graduatoria provinciale											
1	Sassari	21	Aosta	41	Caserta	61	Livorno	81	Messina	101	Benevento
2	Rieti	22	Trieste	42	Bergamo	62	Enna	82	Varese	102	Reggio Calabria
3	Bari	23	Trento	43	Pisa	63	Verona	83	Rimini	103	Milano
4	Campobasso	24	Savona	44	Siena	64	Novara	84	Lecce		
5	Vercelli	25	Caltanissetta	45	Chieti	65	Nuoro	85	Parma		
6	Crotone	26	Mantova	46	Foggia	66	Perugia	86	Reggio Emilia		
7	Verbania	27	Ascoli Piceno	47	Salerno	67	Taranto	87	Vibo Valentia		
8	Biella	28	Cuneo	48	Sondrio	68	Ragusa	88	Pordenone		
9	Matera	29	Rovigo	49	Ravenna	69	Avellino	89	Firenze		
10	Cosenza	30	Lecco	50	Pesaro	70	Venezia	90	Siracusa		
11	Grosseto	31	Como	51	Lucca	71	Vicenza	91	Brescia		
12	Massa	32	Ancona	52	Asti	72	Prato	92	Napoli		
13	Isernia	33	Catanzaro	53	L'Aquila	73	Cagliari	93	Imperia		
14	Genova	34	Gorizia	54	Viterbo	74	Modena	94	Palermo		
15	Pavia	35	Roma	55	Pistoia	75	Oristano	95	Agrigento		
16	Arezzo	36	Latina	56	Brindisi	76	Treviso	96	Catania		
17	Bologna	37	Potenza	57	Ferrara	77	Alessandria	97	Trapani		
18	Teramo	38	Belluno	58	Terni	78	Forlì	98	Padova		
19	Pescara	39	Bolzano	59	Torino	79	Udine	99	Piacenza		
20	Cremona	40	Lodi	60	La Spezia	80	Frosinone	100	Macerata		

Fonte: elaborazioni su dati Legambiente

Figura 2 - *Graduatoria delle 103 province italiane calcolata per l'area tematica acqua (anno 2002)*



Fonte: elaborazioni su dati Legambiente



Relativamente al gruppo **agricoltura** risulta una graduatoria che include una buona parte delle province del Centro-Sud fra le più "virtuose" (Tabella 4 e Figura 3).

Il fatto che una provincia abbia una buona posizione in graduatoria, date le modalità di costruzione dell'indicatore, segnala che nella produzione agricola del territorio di tale Ente locale viene utilizzata una quota minore di fertilizzanti e fitosanitari il cui uso eccessivo ha una duplice implicazione negativa: non solo può contribuire a danneggiare la salute dei consumatori dei prodotti agricoli, ma può anche aumentare il rischio di degrado ambientale attraverso l'inquinamento di terreni e falde acquifere.

Sono poche le province del Settentrione a non trovarsi in una posizione molto bassa della classifica, tra queste Belluno (tredicesima), Rimini (dodicesima), Lecco (trentasesima) e Parma (trentatreesima). Al contrario le province del Centro-Sud si collocano in posizioni migliori, eccetto la provincia di Napoli (novantesima).

Questo risultato positivo delle province del Centro-Sud potrebbe tuttavia essere imputabile più al grado di arretratezza dal punto di vista delle tecnologie produttive nel campo dell'agricoltura che non all'effetto di ben precise politiche di tutela ambientale portate avanti dalle province stesse.

Tabella 4 - *Graduatoria delle 103 province italiane calcolata per l'area tematica agricoltura (anno 2002)*

Agricoltura: graduatoria provinciale											
1	Ragusa	21	L'Aquila	41	Teramo	61	Taranto	81	Piacenza	101	Pistoia
2	Enna	22	Grosseto	42	Arezzo	62	Rovigo	82	Latina	102	Varese
3	Vibo Valentia	23	Palermo	43	Terni	63	Caserta	83	Genova	103	Trieste
4	Caltanissetta	24	Siracusa	44	Forlì	64	Imperia	84	Udine		
5	Matera	25	Bari	45	Pescara	65	Como	85	Cuneo		
6	Foggia	26	Prato	46	Verbania	66	Lecce	86	Ravenna		
7	Campobasso	27	Rieti	47	Roma	67	Mantova	87	Pavia		
8	Isernia	28	Reggio Calabria	48	Lodi	68	Livorno	88	Vercelli		
9	Nuoro	29	Pesaro	49	Ascoli Piceno	69	Torino	89	La Spezia		
10	Sassari	30	Oristano	50	Modena	70	Biella	90	Napoli		
11	Cosenza	31	Cagliari	51	Aosta	71	Gorizia	91	Padova		
12	Rimini	32	Salerno	52	Siena	72	Vicenza	92	Milano		
13	Belluno	33	Parma	53	Macerata	73	Venezia	93	Asti		
14	Agrigento	34	Brindisi	54	Firenze	74	Alessandria	94	Lucca		
15	Messina	35	Viterbo	55	Catania	75	Bergamo	95	Pordenone		
16	Benevento	36	Lecco	56	Ferrara	76	Brescia	96	Sondrio		
17	Crotone	37	Catanzaro	57	Reggio Emilia	77	Savona	97	Verona		
18	Trapani	38	Frosinone	58	Ancona	78	Chieti	98	Trento		
19	Potenza	39	Massa	59	Bologna	79	Novara	99	Treviso		
20	Avellino	40	Pisa	60	Perugia	80	Cremona	100	Bolzano		

Fonte: elaborazioni su dati Legambiente

Figura 3 - *Graduatoria delle 103 province italiane calcolata per l'area tematica agricoltura (anno 2002)*



Fonte: elaborazioni su dati Legambiente

La classifica elaborata per il gruppo **energia** (*Tabella 5 e Figura 4*) è stata costruita per avere un'idea del comportamento delle province riguardo al consumo ed alla gestione dell'energia elettrica. A consumi inferiori corrispondono posizioni più alte nella graduatoria. Naturalmente nel calcolo di questo indicatore sintetico (come negli altri) sono stati utilizzati indicatori in cui si è tenuto conto anche del livello di attività economica e della densità di popolazione delle province (*Tabella 1*)<sup>24</sup>.

Anche in questo caso vi è una maggiore concentrazione al Nord delle province collocate nelle posizioni più basse della graduatoria, mentre tra le prime dieci troviamo soprattutto province del Sud (appartenenti a regioni quali la Calabria, la Sicilia e la Sardegna). Tuttavia, nelle classi intermedie (si veda la *Figura 4*) non si nota una netta distinzione fra Nord e Sud rispetto ai comportamenti delle province in materia di gestione dell'energia elettrica.

<sup>24</sup> Quindi gli indicatori, essendo stati divisi per valore aggiunto e popolazione provinciali, di fatto non risentono dell'effetto di differenze tra le province in termini di livelli di attività economica e demografico.

Tabella 5 - *Graduatoria delle 103 province italiane calcolata per l'area tematica energia (anno 2002)*

Energia: graduatoria provinciale											
1	Trapani	21	Pistoia	41	Massa	61	Rovigo	81	Novara	101	Taranto
2	Palermo	22	Genova	42	Teramo	62	Iscernia	82	Modena	102	Siracusa
3	Imperia	23	Pisa	43	Ascoli Piceno	63	Campobasso	83	Frosinone	103	Brescia
4	Reggio Calabria	24	Foggia	44	La Spezia	64	Prato	84	Ravenna		
5	Agrigento	25	L'Aquila	45	Belluno	65	Pavia	85	Treviso		
6	Crotone	26	Catania	46	Latina	66	Ancona	86	Varese		
7	Sassari	27	Roma	47	Arezzo	67	Ferrara	87	Cremona		
8	Rieti	28	Napoli	48	Firenze	68	Gorizia	88	Lucca		
9	Catanzaro	29	Nuoro	49	Lodi	69	Bolzano	89	Biella		
10	Enna	30	Benevento	50	Matera	70	Vercelli	90	Venezia		
11	Cosenza	31	Caserta	51	Macerata	71	Parma	91	Vicenza		
12	Oristano	32	Sondrio	52	Pescara	72	Lecco	92	Torino		
13	Viterbo	33	Ragusa	53	Como	73	Alessandria	93	Mantova		
14	Grosseto	34	Siena	54	Trieste	74	Forlì	94	Milano		
15	Rimini	35	Pesaro	55	Brindisi	75	Pordenone	95	Livorno		
16	Lecce	36	Piacenza	56	Chieti	76	Padova	96	Udine		
17	Aosta	37	Asti	57	Bologna	77	Reggio Emilia	97	Cuneo		
18	Messina	38	Bari	58	Verbania	78	Caltanissetta	98	Bergamo		
19	Vibo Valentia	39	Salerno	59	Perugia	79	Potenza	99	Cagliari		
20	Savona	40	Avellino	60	Trento	80	Verona	100	Terni		

Fonte: elaborazioni su dati GRN e ISTAT

Figura 4 - *Graduatoria delle 103 province italiane calcolata per l'area tematica energia (anno 2002)*



Fonte: elaborazioni su dati GRN e ISTAT

Il consumo di idrocarburi, soprattutto per l'autotrazione, è un'altra delle problematiche ambientali da tenere sotto controllo in quanto una delle principali cause di inquinamento nelle nostre città. È noto, infatti, che la combustione degli idrocarburi genera non solo il rilascio di anidride carbonica nell'atmosfera ma anche di altri agenti inquinanti, quali il benzene, l'ossido di azoto, il piombo, le polveri sottili, ecc.

La graduatoria provinciale basata sui dati del 2002 (*Tabella 6 e Figura 5*) non rappresenta una situazione confortante soprattutto nel Centro-Sud, le cui province sono in maggioranza collocate nella parte bassa della classifica. Un consumo relativamente elevato, quindi, di combustibili non ecologici per autotrazione sembra contraddistinguere le regioni meridionali. Tra le prime dieci province troviamo soprattutto province del Nord Italia.

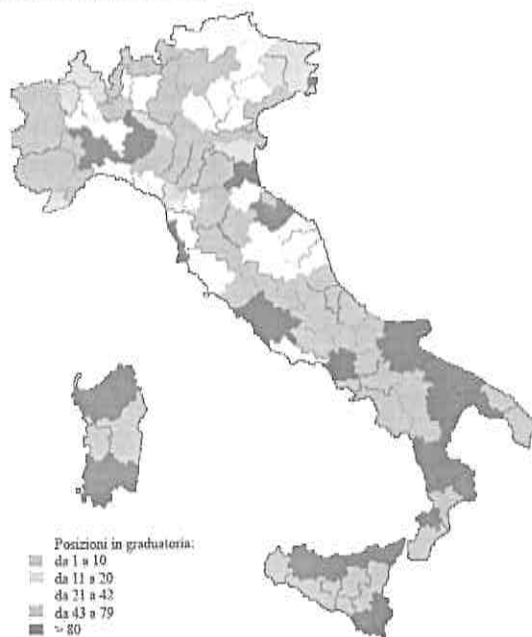
Mentre non sorprende la collocazione della provincia di Roma in novantatreesima posizione, stupisce il dato di Milano che troviamo addirittura al sesto posto.

Tabella 6 - *Graduatoria delle 103 province italiane calcolata per l'area tematica idrocarburi (anno 2002)*

Idrocarburi: graduatoria provinciale											
1	Torino	21	Verona	41	Novara	61	Brescia	81	Vibo Valentia	101	Messina
2	Bologna	22	Pisa	42	Bolzano	62	Trento	82	Ragusa	102	Livorno
3	Parma	23	Grosseto	43	Venezia	63	Trapani	83	Bari	103	Ravenna
4	Firenze	24	Lecco	44	Aosta	64	Terni	84	Crotone		
5	Modena	25	Pistoia	45	Viterbo	65	Frosinone	85	Matera		
6	Milano	26	Vercelli	46	Rieti	66	Reggio Calabria	86	Taranto		
7	Siena	27	Ancona	47	Asti	67	Salerno	87	Caserta		
8	Prato	28	Belluno	48	Pescara	68	Benevento	88	Alessandria		
9	Cuneo	29	Macerata	49	Sondrio	69	Avellino	89	Foggia		
10	Rimini	30	Bergamo	50	Savona	70	Catanzaro	90	Cosenza		
11	Lucca	31	Vicenza	51	Catania	71	Lecce	91	Pesaro		
12	Biella	32	Pavia	52	Isernia	72	Nuoro	92	Palermo		
13	Udine	33	Massa	53	Como	73	Oristano	93	Roma		
14	Imperia	34	Padova	54	Rovigo	74	Agrigento	94	Sassari		
15	Trieste	35	Forlì	55	Chieti	75	Brindisi	95	Piacenza		
16	Varese	36	Treviso	56	Teramo	76	Caltanissetta	96	Cagliari		
17	Ferrara	37	Perugia	57	Napoli	77	Campobasso	97	Lodi		
18	Cremona	38	Latina	58	L'Aquila	78	Enna	98	Siracusa		
19	Verbania	39	Genova	59	Mantova	79	Potenza	99	La Spezia		
20	Pordenone	40	Ascoli Piceno	60	Reggio Emilia	80	Arezzo	100	Gorizia		

Fonte: elaborazioni su dati Legambiente e Ambiente Italia

Figura 5 - *Graduatoria delle 103 province italiane calcolata per l'area tematica idrocarburi (anno 2002)*



Fonte: elaborazioni su dati Legambiente e Ambiente Italia

Se mettiamo insieme, poi, la graduatoria appena descritta con quella relativa al gruppo **trasporti**, rappresentata nella *Tabella 7* e nella *Figura 6*, i risultati sembrano essere tanto interessanti quanto preoccupanti. La classifica stimata limitatamente alla tematica trasporti presenta un quadro secondo il quale soprattutto nelle province del Centro-Sud la pressione esercitata sull'ambiente dalla presenza dei veicoli da autotrazione è relativamente più bassa. Non solo tra le prime dieci troviamo tutte province del Sud, ma addirittura nella prima metà della classifica sono pochissime le province settentrionali (come ad esempio Alessandria in trentaduesima posizione o Sondrio e Verbania, rispettivamente, in trentaseiesima e quarantaduesima posizione). Roma e Napoli, come d'altronde era prevedibile, sono le uniche province del Centro-Sud a posizionarsi quasi in fondo alla graduatoria.

Dal quadro appena descritto, quindi, nelle province meridionali sembra sussistere una contraddizione: ad una situazione relativamente più favorevole dal punto di vista dei trasporti (e cioè in presenza di un numero inferiore di veicoli<sup>25</sup>) non corrisponde un minore impatto negativo sull'ambiente dovuto

<sup>25</sup> L'indicatore sintetico calcolato sul gruppo **trasporti** riassume in sé i dati di tutta una serie di indicatori semplici che per lo più misurano il numero di veicoli da autotrazione registrati

all'uso di idrocarburi. Una spiegazione di tale risultato potrebbe essere la presenza al Sud di veicoli più obsoleti che di solito tendono a consumare, e quindi anche ad inquinare, di più.

L'indicatore calcolato per il gruppo **territorio** riassume tutta una serie di informazioni su come gli Enti locali provinciali rispondono non solo ad una sempre più stringente esigenza di conservazione dell'ambiente e della biodiversità, ma anche alla richiesta da parte dei cittadini di una maggiore vivibilità nel territorio sia urbano che extraurbano della provincia stessa (Tabella 1).

Tabella 7 - *Graduatoria delle 103 province italiane calcolata per l'area tematica trasporti (anno 2002)*

Trasporti: graduatoria provinciale											
1	Crotone	21	Campobasso	41	Viterbo	61	Savona	81	Genova	101	Napoli
2	Enna	22	Caserta	42	Verbania	62	Trento	82	Mantova	102	Milano
3	Cosenza	23	Chieti	43	Pescara	63	Asti	83	Vicenza	103	Trieste
4	Catanzaro	24	Ragusa	44	Grosseto	64	Terni	84	Aosta		
5	Vibo Valentia	25	Siracusa	45	Belluno	65	Siena	85	Bologna		
6	Foggia	26	Bari	46	Pesaro	66	Pordenone	86	Piacenza		
7	Reggio Calabria	27	Cagliari	47	Ascoli Piceno	67	Pisa	87	Treviso		
8	Lecce	28	Isernia	48	Udine	68	Brescia	88	Modena		
9	Brindisi	29	Oristano	49	Lodi	69	Arezzo	89	Bergamo		
10	Potenza	30	L'Aquila	50	Imperia	70	Pistoia	90	Forlì		
11	Nuoro	31	Sassari	51	Bolzano	71	Venezia	91	Torino		
12	Caltanissetta	32	Alessandria	52	Rovigo	72	Biella	92	Firenze		
13	Messina	33	Rieti	53	La Spezia	73	Novara	93	Reggio Emilia		
14	Salerno	34	Catania	54	Cremona	74	Ancona	94	Gorizia		
15	Matera	35	Agrigento	55	Pavia	75	Lecco	95	Varese		
16	Taranto	36	Sondrio	56	Lucca	76	Como	96	Padova		
17	Benevento	37	Frosinone	57	Macerata	77	Cuneo	97	Ravenna		
18	Avellino	38	Massa	58	Ferrara	78	Livorno	98	Prato		
19	Palermo	39	Teramo	59	Perugia	79	Verona	99	Roma		
20	Trapani	40	Latina	60	Vercelli	80	Parma	100	Rimini		

Fonte: elaborazioni su dati Legambiente, Ambiente Italia e APAT

nel territorio provinciale divisi sia per il valore aggiunto che per la popolazione della provincia stessa (Tabella 1).

Figura 6 - Graduatoria delle 103 province italiane calcolata per l'area tematica trasporti (anno 2002)



Fonte: elaborazioni su dati Legambiente, Ambiente Italia e APAT

Leggendo la graduatoria per l'anno 2002 (*Tabella 8 e Figura 7*) si nota innanzitutto la presenza, fra le prime dieci, di province che hanno una gran parte del proprio territorio compreso nell'ambito di alcuni fra i più importanti e più estesi Parchi Nazionali, come nel caso di Iscrnia, Bolzano, L'Aquila, Imperia, Trento, Sassari e Aosta.

Non è presente in questa classifica una forte suddivisione Nord-Sud come abbiamo visto in altri casi e tuttavia si può riscontrare una maggiore concentrazione nelle ultime posizioni di province appartenenti a regioni maggiormente industrializzate ed urbanizzate, quali l'Emilia Romagna, la Lombardia ed il Veneto.

È interessante osservare che le province che ospitano le più grandi aree metropolitane, come ad esempio Roma, Torino e Milano, non si trovano nelle ultimissime posizioni. Una spiegazione di questo risultato potrebbe essere il fatto che, in questi ultimi anni, si sta assistendo ad una crescente attenzione da parte delle amministrazioni provinciali di queste grosse realtà urbane nel riservare delle aree delle città al verde urbano.

Tabella 8 - *Graduatoria delle 103 province italiane calcolata per l'area tematica territorio (anno 2002)*

Territorio: graduatoria provinciale											
1	Isernia	21	Potenza	41	Chieti	61	Prato	81	Udine	101	Cremona
2	Bolzano	22	Palermo	42	Siena	62	Crotone	82	Vicenza	102	Mantova
3	L'Aquila	23	Pescara	43	Gorizia	63	Terni	83	Parma	103	Verbania
4	Imperia	24	Viterbo	44	Reggio Calabria	64	Verona	84	Padova		
5	Pisa	25	Messina	45	Venezia	65	Grosseto	85	Pordenone		
6	Rieti	26	Genova	46	Cagliari	66	Varese	86	Cunco		
7	Trento	27	Caserta	47	Macerata	67	Vibo Valentia	87	Pavia		
8	Campobasso	28	Frosinone	48	Foggia	68	Arezzo	88	Milano		
9	Sassari	29	Catania	49	Agrigento	69	Torino	89	Reggio Emilia		
10	Aosta	30	Caltanissetta	50	Ragusa	70	Lucca	90	Pesaro		
11	Benevento	31	Catanzaro	51	Brindisi	71	Piacenza	91	Lodi		
12	Trieste	32	Novara	52	Ascoli Piceno	72	Latina	92	Forlì		
13	Matera	33	Como	53	Cosenza	73	Alessandria	93	Bologna		
14	Nuoro	34	Teramo	54	Livorno	74	Roma	94	Brescia		
15	Savona	35	Enna	55	Perugia	75	Sondrio	95	Biella		
16	La Spezia	36	Siracusa	56	Rovigo	76	Bergamo	96	Ravenna		
17	Napoli	37	Oristano	57	Pistoia	77	Treviso	97	Rimini		
18	Vercelli	38	Trapani	58	Ancona	78	Lecco	98	Massa		
19	Belluno	39	Avellino	59	Bari	79	Firenze	99	Modena		
20	Salerno	40	Taranto	60	Lecce	80	Asti	100	Ferrara		

Fonte: elaborazioni su dati Legambiente, Ambiente Italia e APAT

Figura 7 - *Graduatoria delle 103 province italiane calcolata per l'area tematica territorio (anno 2002)*



Fonte: elaborazioni su dati Legambiente, Ambiente Italia e APAT



Le tre classifiche provinciali stilate sui macrogruppi denominati **pressione, stato, risposta** sono state costruite sulla base di indicatori sintetici calcolati utilizzando raggruppamenti di indicatori abbastanza eterogenei fra loro per tematica ambientale (*Tabella 1*), ma raggruppati secondo lo schema ben preciso delineato dal modello PSR proposto dall'OCSE.

La prima graduatoria calcolata sugli indicatori di pressione (*Tabella 9 e Figura 8*) dà l'ordinamento delle province italiane in base alle sollecitazioni di tipo negativo che tutta una serie di attività umane esercitano sui vari comparti ambientali. Una posizione più alta in classifica è indice di minore pressione sull'ambiente.

La seconda graduatoria calcolata sugli indicatori di stato (*Tabella 10 e Figura 9*) indica una classifica delle province basata sull'effettiva situazione della qualità dell'ambiente e le sue possibili alterazioni. Anche in questo caso una posizione più alta in graduatoria va interpretata come uno stato dell'ambiente migliore relativamente alle altre province.

Infine, la terza graduatoria determinata tramite gli indicatori di risposta (*Tabella 11 e Figura 10*) esprime una classifica delle province fondata sul peso e sulla rilevanza delle misure da esse prese per migliorare lo stato dell'ambiente. La classifica procede nuovamente dalle province più attente a portare avanti interventi in campo ambientale a quelle che lo sono meno.

I risultati presentati in queste tre classifiche non sembrano essere particolarmente in contrasto con molti dei risultati evidenziati per le singole aree tematiche. Infatti, ad una pressione sull'ambiente relativamente maggiore nelle province del Nord rispetto a quelle del Centro-Sud (*Tabella 9 e Figura 8*) sembra corrispondere una risposta relativamente migliore nelle province del Nord (*Tabella 11 e Figura 10*). Abbiamo visto, ad esempio, che nelle province settentrionali la raccolta differenziata sembra essere gestita in maniera più efficiente rispetto al Sud tanto da rappresentare una buona risposta alla pressione esercitata dalla produzione di rifiuti solidi urbani.

La classifica basata sullo stato (*Tabella 10 e Figura 9*), al contrario, non presenta una divisione Nord-Sud: ai primi posti, così come negli ultimi, troviamo sia province del Mezzogiorno che province del Centro e del Nord. Tuttavia si può notare una certa concentrazione nelle posizioni più basse di province dell'Emilia Romagna, della Lombardia e del Veneto.

Abbastanza interessanti sono i risultati relativi alle grandi aree metropolitane. Ad esempio Roma si colloca fra le ultime in graduatoria per ciò che riguarda la pressione e lo stato, ma in una posizione intermedia se si considera la risposta; mentre Milano, seppure simile a Roma in termini di pressione e di stato, si colloca in seconda posizione nella graduatoria relativa alla risposta.

Tabella 9 - *Graduatoria delle 103 province italiane calcolata per tipologia: pressione (anno 2002)*

Indicatori di pressione: graduatoria provinciale											
1	Crotone	21	Agrigento	41	Viterbo	61	Pisa	81	Bologna	101	Aosta
2	Enna	22	Campobasso	42	Belluno	62	Arezzo	82	Parma	102	Ravenna
3	Cosenza	23	Taranto	43	Ascoli Piceno	63	La Spezia	83	Varese	103	Trieste
4	Vibo Valentia	24	Caserta	44	Lodi	64	Imperia	84	Pordenone		
5	Foggia	25	Oristano	45	Alessandria	65	Prato	85	Treviso		
6	Catanzaro	26	Catania	46	Genova	66	Terni	86	Trento		
7	Caltanissetta	27	Isernia	47	Grosseto	67	Bergamo	87	Modena		
8	Reggio Calabria	28	L'Aquila	48	Pesaro	68	Lucca	88	Brescia		
9	Benevento	29	Massa	49	Latina	69	Savona	89	Padova		
10	Avellino	30	Chieti	50	Rovigo	70	Ancona	90	Roma		
11	Lecce	31	Pescara	51	Sondrio	71	Biella	91	Bolzano		
12	Palermo	32	Rieti	52	Macerata	72	Udine	92	Verona		
13	Brindisi	33	Cagliari	53	Lecco	73	Vercelli	93	Rimini		
14	Matera	34	Sassari	54	Cremona	74	Vicenza	94	Gorizia		
15	Salerno	35	Siracusa	55	Pavia	75	Novara	95	Mantova		
16	Potenza	36	Frosinone	56	Perugia	76	Siena	96	Forlì		
17	Nuoro	37	Ragusa	57	Venezia	77	Pistoia	97	Livorno		
18	Trapani	38	Verbania	58	Ferrara	78	Torino	98	Piacenza		
19	Bari	39	Teramo	59	Asti	79	Cuneo	99	Reggio Emilia		
20	Messina	40	Napoli	60	Como	80	Firenze	100	Milano		

Fonte: elaborazioni su dati Legambiente, Ambiente Italia, GRTN, APAT e Istat

Figura 8 - *Graduatoria delle 103 province italiane calcolata per tipologia: pressione (anno 2002)*



Fonte: elaborazioni su dati Legambiente, Ambiente Italia, GRTN, APAT e Istat

Tabella 10 - *Graduatoria delle 103 province italiane calcolata per tipologia: stato (anno 2002)*

Indicatori di stato: graduatoria provinciale											
1	Enna	21	Cremona	41	Catanzaro	61	Treviso	81	Reggio Emilia	101	Varese
2	Matera	22	Teramo	42	Foggia	62	Latina	82	Catania	102	Napoli
3	Isernia	23	Ragusa	43	Pesaro	63	Alessandria	83	Firenze	103	Milano
4	Rieti	24	Benevento	44	Trapani	64	Salerno	84	Forlì		
5	Vercelli	25	Ascoli Piceno	45	Ancona	65	Como	85	Palermo		
6	Vibo Valentia	26	Ravenna	46	Novara	66	Cosenza	86	Bergamo		
7	Asti	27	Avellino	47	Pisa	67	Macerata	87	Piacenza		
8	Aosta	28	Siena	48	Taranto	68	Prato	88	Parma		
9	Lodi	29	Sondrio	49	Sassari	69	Bolzano	89	Bari		
10	Crotone	30	Pordenone	50	Frosinone	70	Caserta	90	Reggio Calabria		
11	Campobasso	31	Brindisi	51	Rimini	71	Messina	91	Vicenza		
12	Rovigo	32	Belluno	52	Imperia	72	Cuneo	92	Padova		
13	Oristano	33	Mantova	53	Viterbo	73	Trento	93	Lecce		
14	Pescara	34	Terni	54	Massa	74	Potenza	94	Venezia		
15	Caltanissetta	35	L'Aquila	55	Lecco	75	Lucca	95	Verona		
16	Biella	36	Chieti	56	Arezzo	76	Genova	96	Udine		
17	Grosseto	37	La Spezia	57	Pistoia	77	Siracusa	97	Modena		
18	Nuoro	38	Ferrara	58	Agrigento	78	Bologna	98	Roma		
19	Verbania	39	Trieste	59	Savona	79	Cagliari	99	Brescia		
20	Gorizia	40	Pavia	60	Livorno	80	Perugia	100	Torino		

Fonte: elaborazioni su dati Legambiente

Figura 9 - *Graduatoria delle 103 province italiane calcolata per tipologia: stato (anno 2002)*



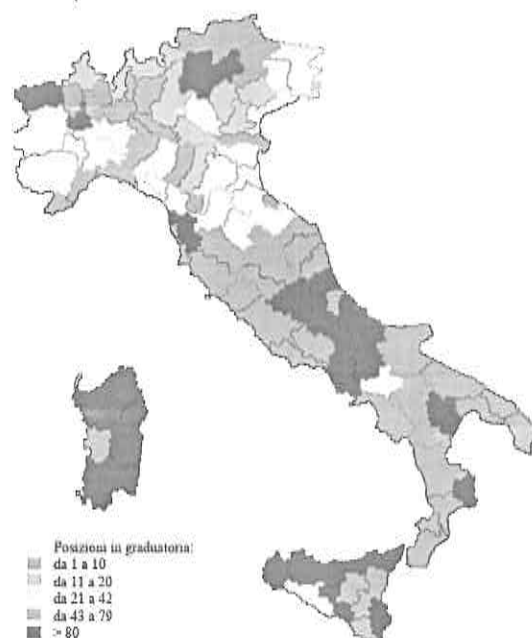
Fonte: elaborazioni su dati Legambiente

Tabella 11 - *Graduatoria delle 103 province italiane calcolata per tipologia: risposta (anno 2002)*

Indicatori di risposta: graduatoria provinciale											
1	Lecco	21	Prato	41	Agrigento	61	Genova	81	Trapani	101	Matera
2	Milano	22	Pavia	42	Cunco	62	Brindisi	82	Chieti	102	L'Aquila
3	Lodi	23	Lucca	43	Belluno	63	Terni	83	Aosta	103	Isernia
4	Bergamo	24	Udine	44	Savona	64	Bari	84	Crotone		
5	Cremona	25	Pordenone	45	Pistoia	65	Vibo Valentia	85	Siracusa		
6	Biella	26	Verona	46	Novara	66	Latina	86	Palermo		
7	Varese	27	Ravenna	47	Ancona	67	Oristano	87	Caltanissetta		
8	Reggio Emilia	28	Ferrara	48	Roma	68	La Spezia	88	Trento		
9	Piacenza	29	Firenze	49	Viterbo	69	Taranto	89	Caserta		
10	Rimini	30	Bologna	50	Salerno	70	Ragusa	90	Benevento		
11	Treviso	31	Massa	51	Catanzaro	71	Trieste	91	Vercelli		
12	Verbania	32	Venezia	52	Livorno	72	Imperia	92	Cagliari		
13	Mantova	33	Forlì	53	Siena	73	Reggio Calabria	93	Teramo		
14	Padova	34	Avellino	54	Potenza	74	Cosenza	94	Messina		
15	Como	35	Parma	55	Perugia	75	Enna	95	Napoli		
16	Vicenza	36	Alessandria	56	Ascoli Piceno	76	Catania	96	Nuoro		
17	Sondrio	37	Asti	57	Rovigo	77	Frosinone	97	Sassari		
18	Modena	38	Pesaro	58	Foggia	78	Bolzano	98	Campobasso		
19	Brescia	39	Torino	59	Lecce	79	Grosseto	99	Rieti		
20	Gorizia	40	Arezzo	60	Macerata	80	Pescara	100	Pisa		

Fonte: elaborazioni su dati Legambiente, Ambiente Italia e APAT

Figura 10 - *Graduatoria delle 103 province italiane calcolata per tipologia: risposta (anno 2002)*



Fonte: elaborazioni su dati Legambiente, Ambiente Italia e APAT

## 5. Conclusioni

Il presente lavoro è stato principalmente ispirato dall'interesse per le tematiche legate allo sviluppo sostenibile, nel tentativo di costruire degli indicatori di sostenibilità. Una delle principali problematiche in tema di sviluppo sostenibile è proprio l'assenza di un sistema di indicatori completo, coerente e condiviso a livello internazionale, a causa della difficoltà di misurazione dei fenomeni ambientali e sociali che sono implicati nel concetto di sviluppo sostenibile.

Il presente lavoro rappresenta un primo passo verso l'obiettivo di costruzione di indicatori che possano propriamente definirsi di sostenibilità, in quanto si limita alla considerazione dei soli aspetti ambientali, che meglio si prestano al tipo di analisi che intendevamo realizzare.

Mentre indicatori relativi a singoli aspetti dell'ambiente sono ampiamente diffusi, la difficoltà sta nell'aggregazione di tali indicatori in misure sintetiche che consentano una più immediata interpretazione degli impatti ambientali dell'attività economica e una loro agevole utilizzazione nel più ampio contesto della sostenibilità, anche a fini di programmazione e valutazione delle politiche dirette al perseguimento dello sviluppo sostenibile.

Al fine, quindi, di costruire indicatori di questo tipo, si è utilizzata una tecnica di statistica multivariata, l'analisi delle componenti principali, che permette di ridurre la dimensione dei dati senza perdere, però, l'informazione rilevante. Sulla base di tale tecnica, sono state prodotte le graduatorie delle province italiane relativamente alle sette tematiche individuate (rifiuti, acqua, agricoltura, energia, idrocarburi, trasporti e territorio) e, seguendo il modello dell'OCSE, ai macrogruppi di indicatori di pressione, stato e risposta.

Il principale risultato dell'analisi è che nelle province più sviluppate del Nord, a fronte di una maggiore pressione ambientale rispetto alle province del Centro-Sud, corrisponde una maggiore risposta in termini di progettazione e realizzazione di politiche ambientali.

Inoltre, relativamente alle diverse tematiche studiate, si riscontra prevalentemente una netta contrapposizione tra Nord e Sud: nel caso dei rifiuti, le province del Nord si posizionano in cima e quelle del Sud in coda alla graduatoria; nel caso dell'agricoltura le province meridionali vanno meglio, con l'avvertenza però che tale risultato può dipendere dal relativo grado di arretratezza tecnologica che caratterizza il settore agricolo meridionale rispetto a quello settentrionale; nei casi di idrocarburi e trasporti, nelle province del Sud ad una situazione relativamente più favorevole dal punto di vista dei trasporti non corrisponde un minore impatto negativo sull'ambiente dovuto all'uso di idrocarburi.

I limiti dell'analisi effettuata sono soprattutto legati alla difficoltà di costruire un *dataset* più completo in termini di copertura temporale e dei temi ambientali.

I risultati ottenuti rappresentano la prima tappa verso un ulteriore livello di aggregazione e quindi la costruzione di un "super-indice" in grado di compattare in un'unica misura la dimensione ambiente dello sviluppo sostenibile. Ai fini dell'obiettivo ultimo della costruzione di indicatori sintetici di sostenibilità, occorre ovviamente affrontare anche il problema di misurazione degli aspetti sociali che rappresentano la terza dimensione fondamentale dello sviluppo sostenibile.

## BIBLIOGRAFIA

- Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici (APAT) (2003), *Anuario dei dati ambientali*, APAT, Roma.
- Cicerchia, A. (2003), "Sviluppo umano e sviluppo sostenibile", *I temi dei Rapporti dell'ISAE*, ottobre.
- Commission on Sustainable Development (CSD) (2001), *Indicators of Sustainable Development: Guidelines and Methodologies*, <http://www.un.org/esa/sustdev/publications/indisd-mg2001.pdf>.
- Costanza, R. - Daly, H.E. (1992), "Natural Capital and Sustainable Development", *Conservation Biology*, 6: pp. 37-46.
- Daly, H.E. - Cobb, J.B. (1990), *For the Common Good: Redirecting the Economy toward Community, the Environment, and a Sustainable Future*, Beacon Press, Boston.
- EUROSTAT (1999), "Towards Environmental Pressure Indicators for the EU", *Environment and Energy Paper Theme 8*, Lussemburgo.
- Hotelling, H. (1933), "Analysis of a complex of statistical variables into principal components", *Journal of Educational Psychology*, 24: pp. 417-41, 498-520.
- Lanza, A. (1997), *Lo sviluppo sostenibile*, il Mulino, Bologna.
- Legambiente (2003), *Ecosistema urbano 2003*, LabItalia, Milano.
- Meadows, D.H. - Meadows, D.L. - Randers, J. - Behrens III, W.W. (1972), *The limits to growth: a report for The Club of Rome's project on the predicament of mankind*, Universe Books, New York.
- Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD) (1993), "OECD core set of indicators for environmental performance reviews", *OECD Environment Monographs*, n. 83, OECD, Parigi.
- Pearson, K. (1901), "On Lines and Planes of Closest Fit to Systems of Points in Space", *Philosophical Magazine*, 2(6): pp. 559-572.
- Serageldin, I. - Steer, A. (eds.) (1994), "Making Development Sustainable: From Concept to Action", *Environmentally Sustainable Development Occasional Paper Series*, n. 2, The World Bank, Washington, D.C.
- Turner, R.K. - Pearce, D.W. - Bateman, I. (1994), *Environmental Economics. An Elementary Introduction*, Harvester Wheatsheaf, Hemel Hempstead.
- United Nations (UN) (1972), *Declaration of the United Nations Conference on Human Development*, Stoccolma,  
<http://www.unep.org/Documents/multilingual/Default.asp?DocumentID=97&ArticleID=1503&l=en>.
- United Nations (UN) (1992a), *Declaration of the United Nations Conference on Environment and Development*, Rio de Janeiro,  
<http://www.un.org/documents/ga/conf151/aconf15126-1annex1.htm>.
- United Nations (UN) (1992b), *Agenda 21*,  
<http://www.un.org/esa/sustdev/documents/agenda21/english/agenda21toc.htm>.
- United Nations (UN) (2002a), *Johannesburg Declaration on Sustainable Development*,  
[http://www.un.org/esa/sustdev/documents/WSSD\\_POI\\_PD/English/POI\\_PD.htm](http://www.un.org/esa/sustdev/documents/WSSD_POI_PD/English/POI_PD.htm).
- United Nations (UN) (2002b), *Johannesburg Plan of Implementation*,  
[http://www.un.org/esa/sustdev/documents/WSSD\\_POI\\_PD/English/POIToc.htm](http://www.un.org/esa/sustdev/documents/WSSD_POI_PD/English/POIToc.htm)
- Vitali, O. (1999), *Statistica per le scienze applicate*, volume II, Cacucci editore, Bari.
- World Commission on Environment and Development (WCED) (1987), *Our common future*,  
<http://daccessdds.un.org/doc/UNDOC/GEN/N87/184/67/IMG/N8718467.pdf?OpenElement>.

## NOTE PER GLI AUTORI

Gli articoli da pubblicare, in formato Word per Windows 98 (o inferiore), vanno inviati per posta elettronica all'indirizzo [ceseb@lumsa.it](mailto:ceseb@lumsa.it) o su dischetto da 3,5" alla prof.ssa Stefania Cosci, LUMSA, via Pompeo Magno, n. 22, 00192 Roma, con l'indicazione dell'indirizzo attuale, il recapito telefonico e l'indirizzo e-mail dell'autore.

Il titolo dell'articolo deve essere scritto a lettere maiuscole in neretto centrato. L'autore deve indicare, in nota al titolo, il codice di riferimento secondo la classificazione JEL (Journal of Economic Literature) assieme alle parole chiave dell'articolo e, in nota all'autore, l'istituzione di appartenenza e l'indirizzo e-mail.

### Testo

Gli articoli debbono essere impaginati con interlinea singola su pagine di formato A4 con margine superiore di cm 4,8, inferiore di cm 5,5, sinistro di cm 4,3, destro di cm 4,6, intestazione cm 1,25, piè di pagina cm 4,8, rientro prima riga di cm 0,5, con carattere *Times New Roman* punti 11 per il testo e punti 9 per le note. Il titolo deve essere a lettere maiuscole in neretto e centrato.

### Paragrafi

L'introduzione, i paragrafi, i sottoparagrafi e le conclusioni debbono essere numerati (con numero cardinale, punti 11). Le parole "Introduzione" e "Conclusioni" e il titolo dei paragrafi debbono essere in grassetto e quello dei sottoparagrafi in corsivo.

### Note

Le note, numerate con numero cardinale progressivo dall'inizio alla fine dell'articolo, debbono essere inserite a piè di pagina.

La nota al titolo dell'articolo, contenente la classificazione JEL e le parole chiave dell'articolo, deve essere priva di simbolo e la nota all'autore, contenente l'istituzione di appartenenza, deve essere di formato \*, †, ‡, ...

### Equazioni

Le equazioni devono essere indicate con un numero cardinale progressivo (inserito a destra dell'equazione tra parentesi tonde).