

PRESIDENZA DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI

COMMISSIONE PER LA GARANZIA DELL'INFORMAZIONE STATISTICA

**L'INFORMAZIONE STATISTICA PER
LE POLITICHE AMBIENTALI:
STATO E PROSPETTIVE**

Rapporto di Ricerca

04.01 Giugno 2004

a cura di:

Margherita Carlucci

Giuseppe Arbia

Lucia Cataldi

Gianfranco Lovison

Daria Mendola

Paolo Postiglione

La Commissione per la garanzia dell'informazione statistica (CGIS), istituita presso la Presidenza del Consiglio dei Ministri con il decreto legislativo n. 322 del 1989, art.12, è un organo collegiale indipendente chiamato a garantire il principio della imparzialità e della completezza dell'informazione statistica. A tal fine, la CGIS vigila: (a) sulla imparzialità e la completezza dell'informazione statistica; (b) sulla qualità delle metodologie statistiche e delle tecniche informatiche impiegate nella raccolta, nella conservazione e nella diffusione dei dati; (c) sulla conformità delle rilevazioni alle direttive degli organismi internazionali e comunitari; (d) e contribuisce alla corretta applicazione delle norme che disciplinano la tutela della riservatezza delle informazioni fornite all'Istat e ad altri enti del Sistema statistico nazionale, segnalando anche al Garante per la protezione dei dati personali i casi di inosservanza delle medesime norme o assicurando altra collaborazione nei casi in cui la natura tecnica dei problemi lo richieda.

La serie "Rapporti di ricerca" raccoglie i risultati di attività di appositi gruppi di lavoro, promossi e coordinati dalla CGIS in relazione all'adempimento dei propri compiti.

La responsabilità del contenuto del rapporto è degli autori, e non coinvolge la Commissione.

PRESIDENZA DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI

COMMISSIONE PER LA GARANZIA DELL'INFORMAZIONE STATISTICA

Achille Chiappetti, *Presidente*

Marisa Civardi

Giulio De Petra

Giovanni De Simone

Salvatore Distaso

Massimo Livi Bacci

Giovanni Somogyi

Commissione per la Garanzia dell'Informazione Statistica

Via della Vite, n.13

00187 Roma

tel. ++39-6-6779.6285

fax ++39-6-6779.6525

e-mail: garanziastatistica@palazzochigi.it

INDICE

PARTE I – STATO

PREMESSA: OBIETTIVI E LIMITI DEL RAPPORTO	5
1. I PRINCIPALI PRODUTTORI DI DATI AMBIENTALI IN EUROPA ED IN ITALIA	14
1.1 Il quadro di riferimento internazionale.....	14
1.2 La situazione italiana: il ruolo dell'APAT	16
1.3 La situazione italiana: le attività dell'ISTAT	19
2. CARATTERISTICHE DEL DISEGNO DI RILEVAZIONE E QUALITÀ DEI DATI	22
2.1 La raccolta dei dati	22
2.1.1 Acqua.....	22
2.1.2 Aria	40
2.1.3 Rifiuti.....	50
2.2 Caratteristiche delle procedure di rilevazione	58
2.2.1 Acqua.....	58
2.2.2 Aria	59
2.2.3 Rifiuti.....	66
2.3 Disegni di campionamento spaziale	70
2.3.1 Introduzione.....	70
2.3.2 Sviluppi storici del problema del campionamento spaziale	71
2.3.3 Soluzioni tradizionali al problema del campionamento spaziale	72
2.3.4 L'uso delle informazioni contestuali nel campionamento spaziale.....	73
2.3.4.1 Disegni probabilistici.....	73
2.3.4.2 Disegni non-probabilistici	75
3. UTILIZZO DEL DATO.....	79
3.1. Indicatori ed indici statistici	79
3.1.1. Generalità	79
3.1.2 Acqua.....	84
3.1.3 Aria	93
3.1.4. Rifiuti.....	97
3.2. Modelli	104
3.2.1. Introduzione.....	104
3.2.2 Acqua.....	110
3.2.3. Aria	113
3.2.4 Rifiuti.....	116
4. LA CONTABILITÀ AMBIENTALE.....	120
4.1 Introduzione.....	120
4.2 La contabilità in termini fisici	127
4.3 I flussi monetari	142

4.4	Indicatori integrati economici – ambientali.....	160
5.	LA DIFFUSIONE DEI DATI.....	167
5.1	La diffusione via Internet	167
5.2	Le pubblicazioni cartacee	172

PARTE II – PROSPETTIVE E RACCOMANDAZIONI

1.	I PRODUTTORI DI STATISTICHE AMBIENTALI: PER UNA ARMONIZZAZIONE DEI SOGGETTI COINVOLTI.....	178
2.	CARATTERISTICHE DEL DISEGNO DI RILEVAZIONE	180
2.1.	Modifiche nelle procedure.....	180
2.2.	Proposte di metodi di campionamento spaziale	181
3.	UTILIZZO DEI DATI.....	184
3.1	Problematiche generali	184
3.2.	Proposte in materia di indicatori.....	188
3.3	Proposte in materia di modelli.....	192
4.	LA CONTABILITÀ AMBIENTALE	194
5.	DIFFUSIONE DEI DATI	197
	RACCOMANDAZIONI FINALI	198
	BIBLIOGRAFIA.....	203
	APPENDICI.....	214
A.1	Elenco degli aderenti all’Agenda 21 locale.....	215
A.2	– Progetti di contabilità ambientale territoriale in Italia.....	218

PREMESSA: OBIETTIVI E LIMITI DEL RAPPORTO

L'informazione statistica in campo ambientale presenta una situazione per molti versi contrastante.

Mentre da un lato, nel corso degli anni Novanta, la sempre maggiore sensibilizzazione dell'opinione pubblica si è tradotta in un'offerta informativa notevole in quantità e qualità in alcuni campi, altri aspetti restano invece in parte scoperti.

Ne deriva l'esigenza di valutare lo stato dell'informazione ambientale con riferimento ad un insieme di aree problema individuate come prioritarie se non esclusive. Un primo aspetto di sicuro interesse, come testimoniato anche dalle indicazioni della Commissione nell'ambito della valutazione dell'ultimo Piano Statistico Nazionale, è rappresentato dalle statistiche ambientali di base; particolare rilievo assume in questo senso l'esigenza di valutazione nel campo dell'informazione di base e la sintesi tramite indicatori per i *media* ambientali; un secondo aspetto riguarda lo stadio di sviluppo di metodologie di analisi mirate al governo dell'ambiente; un terzo ed ultimo aspetto si riferisce agli strumenti utilizzati per la diffusione dell'informazione statistica ambientale per fare fronte alle esigenze conoscitive dei soggetti pubblici e dei cittadini.

L'elemento centrale appare essere l'analisi e il controllo del processo di formazione del dato statistico in campo ambientale a partire dalla informazione elementare. A volte, infatti, i dati relativi all'ambiente rappresentano il frutto di iniziative caratterizzate da episodicità e frammentarietà. Altre volte, invece, essi provengono da fonti non istituzionali le quali (non adottando o non seguendo scrupolosamente gli *standard* di rilevazione e classificazione dei dati, o non utilizzando le tecniche di qualificazione e certificazione) non garantiscono un soddisfacente grado di rigore ed affidabilità tecnico-scientifica. Altre volte, infine, i dati provengono da fonti diverse (di tipo campionario o completo) difficilmente comparabili ed integrabili fra loro. In aggiunta a ciò, non sempre è evidente il raccordo tra le modalità di raccolta del dato ambientale e la modellazione statistica dei processi sottostanti, e quindi quali siano le specifiche necessità informative ai fini del monitoraggio e della previsione di eventi relativi all'ambiente.

In questo senso, assume rilevanza l'adozione di un approccio integrato di campionamento, misura e classificazione dei dati nei diversi ambiti, in un'ottica del tipo "*National System*", nel quale i vari soggetti istituzionali preposti all'informazione ambientale svolgano una determinata funzione e siano direttamente responsabili dei componenti essenziali della base informativa.

I problemi in tale ambito sono numerosi, e di non facile sintesi. L'esigenza di avanzamenti metodologici si avverte, infatti, nell'ambito del monitoraggio dello stato e della dinamica dei fenomeni ambientali, nella valutazione del rischio ambientale (con particolare, ma non esclusivo riferimento, a quello sanitario), nella costruzione di conti che raccordino dati in unità fisiche e dati in unità monetarie nel quadro di una valutazione economica dei fenomeni ambientali e nella proposta di misure e indicatori di sviluppo sostenibile.

Per quel che concerne il monitoraggio ambientale, il problema principale consiste nella ricerca di protocolli per armonizzare e rendere confrontabili i modelli impiegati ed i risultati ottenuti a livello locale al fine di ottenere valutazioni globali coerenti. In un certo senso, questo è più difficile proprio in quegli ambiti nei quali (come, ad esempio il monitoraggio della qualità dell'aria) è maggiormente diffusa la presenza di reti di monitoraggio e l'impiego di modelli anche sofisticati per il controllo e la previsione.

Il grande interesse che si registra intorno al concetto di *rischio ambientale* scaturisce dall'esigenza sempre più avvertita di avere non solo una conoscenza aggiornata dello *stato* dell'ambiente, ma anche una comprensione più profonda delle *conseguenze* del degrado ambientale sulla qualità della vita dei cittadini, sulle risorse naturali, sulle attività economiche. A partire da ciò emerge da un lato un'esigenza di raccordare i processi di formazione di micro-dati ambientali e di micro-dati sugli impatti; dall'altro, la necessità di avanzamenti metodologici nella metodologia di analisi, soprattutto se, anche in questo caso, si voglia migliorare la capacità di valutazioni globali.

L'attenzione al processo di formazione del micro-dato assume una particolare valenza quando si ponga il problema di integrare le informazioni in un appropriato quadro contabile, che risponda alla esigenza di armonizzazione dei sistemi informativi in campo economico, da un lato, ambientale, dall'altro. L'obiettivo è l'adozione di un unico schema di riferimento contabile, in cui trovino spazio sia i dati monetari relativi ai flussi ed alle consistenze dei conti economici, sia le informazioni in unità fisiche. La

misura della sostenibilità presenta, infatti, una doppia valenza di lettura: da un punto di vista fisico e da un punto di vista economico. In questa direzione si muovono le diverse proposte di legge in discussione al Senato¹ che prevedono di affiancare ai bilanci di previsione economico-finanziaria dello Stato e degli enti locali, documenti di contabilità ambientale basati su un sistema di informazioni su consistenza e variazioni del capitale naturale in termini fisici, indicatori settoriali di pressione ambientale, costi sostenuti per le attività di protezione ambientale.

In mancanza di un mercato di riferimento, in base al quale fissare un prezzo per la valutazione dei beni ambientali, la misura della sostenibilità richiede strumenti alternativi espressi in termini fisici. Oltre alla misura delle modifiche in quantità (depauperamento) e qualità (degrado) dei capitali naturali, assume rilevanza la quantificazione della capacità di contenere/sopportare un determinato livello di pressione. In questo senso sono stati predisposti diversi modelli a livello internazionale la cui base è rappresentata dal modello OCSE del 1993 (modello PSR *Pressure, State, Response*), a partire dal quale l'Agencia Europea per l'Ambiente ed Eurostat hanno sviluppato il modello DPSIR (*Driving forces, Pressures, State, Impacts, Responses*). In questo ambito, si tratta di esaminare criticamente l'insieme degli indicatori proposti dagli organismi internazionali, valutandone rilevanza e pertinenza per gli ambiti definiti dal VI programma d'azione ambientale della Comunità europea.

Dal punto di vista economico, si è invece affermata di recente a livello internazionale l'impostazione che, rimandando nel tempo l'obiettivo della valutazione di un prodotto sostenibile rivisto in termini ambientali rispetto all'aggregato di contabilità nazionale, mira a costituire un insieme di conti satellite relativi a diversi aspetti ambientali.

Lo scopo del lavoro del gruppo di ricerca, sintetizzato nel presente rapporto, è apparso pertanto quello di contribuire alla qualità dei processi di rilevazione, trattamento e diffusione dell'informazione statistica sull'ambiente ed alla sistemazione

¹ Si tratta dei progetti di legge: S188, Legge quadro in materia di contabilità ambientale dello Stato, delle regioni e degli enti locali (Giovannelli, DS), S2385, Legge quadro in materia di contabilità ambientale per gli enti locali e delega al Governo per la definizione delle caratteristiche dei documenti di contabilità ambientale (Moncada, UDC); S958, Norme in materia di contabilità ambientale nella pubblica amministrazione (Specchia, AN); S900, Legge quadro in materia di contabilità ambientale (Turrone, Verdi); tali progetti sono stati unificati in un testo base approvato dalla Commissione Territorio, ambiente, beni ambientali del Senato, dal titolo: Misure in materia di sperimentazione della contabilità ambientale dello Stato, delle regioni e degli enti locali e delega al Governo in materia di adozione del bilancio ambientale da parte dei comuni, delle province, delle regioni e dello Stato. Alla Camera è stato presentato un progetto di Legge quadro in materia di contabilità ambientale dello Stato, delle regioni e degli enti locali (C441, Vigni, DS).

contabile di tali informazioni in un quadro coerente, direttamente raccordato con le variabili economiche, per l'utilizzazione da parte dei decisori pubblici.

La sempre maggiore sensibilizzazione dell'opinione pubblica nei confronti dei problemi ambientali, precedentemente ricordata, ha determinato parimenti una accresciuta domanda di informazione statistica tempestiva, attendibile e fruibile anche da non-addetti ai lavori. A questo riguardo, ad esempio, la direttiva europea 2003/4/CE, partendo dal principio che il rafforzamento della diffusione dell'informazione ambientale contribuisce a sensibilizzare l'opinione pubblica e favorisce una più efficace partecipazione pubblica alle decisioni in tema ambientale, stabilisce, a decorrere dal 14 febbraio 2005, i doveri degli Stati membri per permettere l'accesso del pubblico alle informazioni ambientali, informazioni che siano aggiornate, precise e confrontabili, corredate, qualora venga richiesto, delle indicazioni sul procedimento di misurazione utilizzato.

Molto spesso, invece, l'informazione statistica veicolata nei mezzi di comunicazione di massa proviene da indagini episodiche realizzate da soggetti non istituzionali o, anche quando è prodotta da soggetti del SISTAN, viene fornita al pubblico in modo parziale. Si pongono qui importanti obiettivi per la fase di diffusione delle statistiche ambientali, a cominciare dalle pubblicazioni ufficiali degli organismi più direttamente competenti.

In questo quadro di riferimento, il gruppo di ricerca² ha proceduto ad analizzare, secondo il mandato ricevuto dalla Commissione, lo stato dell'arte e le prospettive di sviluppo nel campo dell'informazione ambientale nel nostro paese.

Nell'impostare le vari fasi del progetto, il gruppo di ricerca ha operato due scelte di fondo sui contenuti, relative rispettivamente alle fonti dei dati ambientali considerate ed al tipo di media ambientali considerati.

² Il gruppo di lavoro è composto da: Prof.ssa Margherita Carlucci (Università di Roma "La Sapienza", coordinatore); Prof. Giuseppe Arbia, (Università di Chieti-Pescara); Prof. Gianfranco Lovison (Università di Palermo); Dott.ssa Daria Mendola (Università di Palermo); Dott. Paolo Postiglione, (Università di Chieti-Pescara); Dott.ssa Lucia Cataldi (Segreteria tecnica della CGIS – Presidenza del Consiglio dei Ministri). Nello svolgimento della sua attività il gruppo si è inoltre avvalso delle indicazioni emerse dalle riunioni avute con i funzionari dell'ISTAT, afferenti sia al Progetto Metodologie e Statistiche Ambientali sia all'Unità Operativa Contabilità Ambientale, e dell'APAT.

Il gruppo di lavoro ha operato in maniera collegiale. Nel quadro di questo comune impegno, la stesura della diverse sezioni del rapporto è da attribuirsi ai singoli autori nel modo seguente: per la parte I, le sezioni 1 e 2.1 sono state redatte da Arbia e Postiglione; 2.2 e 5 da Lovison; 2.3 da Arbia; 3.1 da Postiglione; 3.2 da Mendola, 4 da Carlucci; per la parte II, la sezione 1 è stata redatta da Postiglione; 2.1 e 5 da Lovison; 2.2 da Arbia; 3 da Mendola; 4 da Carlucci.

La scelta delle fonti, visti gli ambiti di attività della Commissione, si è necessariamente indirizzata verso i soggetti istituzionali che operano nell'ambito del SISTAN. Come espresso in dettaglio nel primo Capitolo, il gruppo ha privilegiato l'informazione diffusa dall'ISTAT e dall'APAT. Dato che questi enti hanno una funzione di raccolta, validazione e diffusione dei dati prodotti rispettivamente dagli Enti locali e dalle Agenzie regionali e provinciali per la protezione dell'ambiente (ARPA e APPA), lo spettro di osservazione comprende la quasi totalità dell'informazione ambientale di fonte pubblica. Restano, peraltro, escluse³ le attività che i soggetti SISTAN locali (Regioni, Province, Comuni, Comunità montane, Parchi, Consorzi, vedi Appendice 1) svolgono per costituire la base informativa necessaria per l'impostazione delle politiche ambientali nell'ambito della "Agenda 21". L'Agenda 21 (Agenda di azioni per il 21° secolo), è un programma, sottoscritto alla Conferenza UNCED (United Nations Conference on Environment and Development) di Rio del 1992, relativo alle azioni da mettere in atto in tutti i Paesi al fine di attuare un processo di sviluppo sostenibile. Particolare rilevanza hanno in questo ambito le politiche e le strategie a livello locale, in un sistema di collaborazione tra tutte le componenti che formano la comunità locale. Tuttavia, lo spirito che informa la predisposizione delle basi informative su cui si fondano le politiche è necessariamente quello del localismo: le strategie per la sostenibilità si differenziano tra le diverse realtà territoriali e richiedono strumenti articolati, flessibili, non facilmente standardizzabili e comparabili. Ne deriva quindi l'orientamento, nell'ambito del gruppo di ricerca, a limitare l'osservazione dell'informazione ambientale a livello territorialmente disaggregato a quella che risponde a requisiti "comuni" a livello nazionale nei criteri di definizione, classificazione e rilevazione dei dati.

Una ulteriore precisazione riguarda la scelta dei *media* ambientali cui applicare la procedura di analisi (la quale, come vedremo, articola il processo di valutazione secondo una successione ordinata che va dalle caratteristiche dei soggetti istituzionali preposti alla raccolta dei dati pertinenti, alle modalità di utilizzo degli stessi, passando per la ricognizione del disegno di indagine, della disponibilità di serie territoriali e

³ Oltre alle iniziative di raccolta e diffusione dati da parte delle organizzazioni private che a diverso titolo si occupano di temi ambientali. Un elenco delle associazioni ambientaliste riconosciute dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, corredato per ognuna da un sintetico profilo descrittivo e l'eventuale richiamo al rispettivo sito web, è disponibile sul sito dell'APAT, all'indirizzo www.apat.it/site/it-IT/Rubriche/Organizzazioni_Ambientali/Associazioni_ambientaliste/.

temporali, della corrispondenza tra informazione ottenibile e bisogno conoscitivo che essa è chiamata a soddisfare, dei modelli di riferimento per la relazione tra attività antropiche e stato dell'ambiente). Ovviamente, la limitazione temporale del progetto di ricerca ad un solo anno ha imposto di operare una selezione tra i diversi domini ambientali. La ricerca ha quindi riguardato tre aree tematiche: *atmosfera, idrosfera e rifiuti*.

La prima scelta è in un certo senso obbligata: se lo scopo del progetto è quello di fornire risultati in tema di informazione ambientale che siano di ausilio alla Commissione per la Garanzia dell'Informazione Statistica nello svolgimento dei suoi compiti istituzionali, la ricerca deve necessariamente riguardare l'inquinamento atmosferico, ossia l'aspetto che in tema ambientale ha un maggiore impatto sull'opinione pubblica, e del quale più direttamente di altri viene percepita l'importanza, anche nella vita quotidiana, dalla cittadinanza. Tale rilevanza è, peraltro, ormai acquisita a livello di Governi e organizzazioni internazionali, come dimostrano innumerevoli esempi, tra i quali il Protocollo di Kyoto sul controllo delle emissioni dei gas ad effetto serra, le normative comunitarie sulla riduzione delle emissioni di CO₂, e la priorità attribuita alle malattie respiratorie da inquinamento ambientale nella Strategia europea "Ambiente e salute".

A livello metodologico, inoltre, la sfera dell'"aria" è quella in cui maggiore e più consolidata è l'esperienza di raccolta dei dati, e più diffusa la determinazione di standard di qualità a livello internazionale. Essa si pone inoltre, a nostro avviso, come esempio paradigmatico dei problemi connessi alla definizione e la realizzazione di sistemi di reti di monitoraggio.

Non a caso proprio le emissioni inquinanti dell'aria sono state considerate come modulo rappresentativo della pressione sull'ambiente in termini qualitativi⁴ (come si vedrà nel capitolo dedicato alla contabilità ambientale), nell'implementazione da parte dell'ISTAT dello schema di sistemazione delle informazioni ambientali in un quadro contabile coerente ed integrato con la descrizione del funzionamento del sistema economico (lo schema NAMEA: *National Accounts Matrix including Environmental Accounts*).

⁴ Come pressione in termini di quantità, il modulo ambientale mostra il prelievo diretto di vapore endogeno, combustibili fossili, minerali e biomasse.

Anche la scelta dell'idrosfera è stata determinata dalla considerazione della rilevanza degli strumenti conoscitivi per una corretta gestione del sistema delle acque da parte dei decisori pubblici a livello internazionale, nazionale e locale. Non va dimenticato, infatti, che il 2003 è stato proclamato dalle Nazioni Unite l' "Anno internazionale dell'acqua", ed è purtroppo difficile dimenticare il continuo richiamo all'emergenza acqua che in questi ultimi due anni ha segnato diverse aree del nostro paese e non solo quelle tradizionalmente affette da carenze idriche.

Inoltre, se l'impostazione di corrette politiche per la sostenibilità ambientale dello sviluppo delle attività economiche di produzione e consumo richiede la possibilità di un quadro comune di riferimento da cui trarre indicazioni, anche in termini monetari, dei *feedback* tra politiche economiche e politiche ambientali, per apprezzare le ragioni di scambio tra costi e benefici degli interventi su un terreno comune, appare allora logico soffermarsi sull'analisi dei tentativi effettivamente esperiti nel nostro paese di valutazione della protezione ambientale in termini di spesa sostenuta. Ebbene, le prime applicazioni del conto satellite delle spese per la protezione dell'ambiente effettuate per l'Italia riguardano proprio la gestione delle acque reflue e la gestione dei rifiuti.

La scelta del dominio rifiuti, oltre che per le motivazioni già esposte, nasce anche dalle sue particolarità in termini metodologici. Si tratta infatti di una variabile di stock, per la quale (contrariamente alla rilevazione di tutti gli altri *media* ambientali) la rilevazione delle informazioni ha un carattere totale ed è di fonte amministrativa. Essa presenta, pertanto, problemi specifici di misurazione rispetto ai dati di indagine che al gruppo di ricerca è apparso interessante esaminare.

Il rapporto è suddiviso in due parti, la prima relativa allo stato dell'arte e la seconda relativa alle prospettive. Ciascuna parte è ulteriormente suddivisa in capitoli i quali seguono (con le dovute specificazioni) il medesimo schema.

Il primo capitolo si riferisce alla analisi dei principali soggetti preposti alla raccolta di dati ambientali nella realtà italiana in relazione alla normativa nazionale ed internazionale di riferimento. I capitoli dal secondo al quarto seguono nel dettaglio il processo di valutazione nelle varie fasi di raccolta e diffusione del dato ambientale. In particolare nel corso del secondo capitolo si analizzano le varie caratteristiche del disegno di rilevazione trattando in tale ambito sia le rilevazioni complete basate su dati

amministrativi che quelle di natura campionaria. Si prosegue con l'analisi dei problemi connessi con l'omogeneità delle reti di raccolta dei dati ed ai problemi di copertura spaziale e di dettaglio temporale dei dati. Inoltre, vengono trattati gli aspetti relativi alla qualità dei dati ambientali e vengono vagliate la rilevanza e pertinenza dei dati per il soddisfacimento del fabbisogno informativo. Viene, infine, verificata la presenza (e, nel caso, la qualità) delle procedure di monitoraggio e controllo e delle procedure di validazione del dato ambientale.

Il terzo capitolo è dedicato all'utilizzo del dato ambientale al fine di costruire indicatori ed indici statistici, nonché modelli interpretativi della realtà ambientale.

Il quarto capitolo passa in rassegna le procedure correntemente utilizzate dai produttori delle statistiche ambientali nell'ambito della compilazione di Conti Ambientali, distinguendo tra la contabilità in termini fisici e la contabilità in termini economici e verificando la sussistenza e la correttezza della procedure utilizzate nel raccordo tra la parte fisica e la parte economica della contabilità nel costruire indicatori economico-ambientali.

Infine il quinto capitolo si occupa di analizzare le procedure utilizzate dai produttori di statistiche ambientali al fine di diffondere le informazioni agli operatori economici, ai decisori pubblici ed ai cittadini.

Il rapporto si chiude con un capitolo di *Raccomandazioni finali* contenente una sintesi delle principali conclusioni raggiunte e dei giudizi espressi dal gruppo stesso, una Bibliografia dei documenti consultati dal gruppo di ricerca, alcune Appendici contenenti utili informazioni di complemento.

PARTE I – STATO

1. I PRINCIPALI PRODUTTORI DI DATI AMBIENTALI IN EUROPA ED IN ITALIA

1.1. Il quadro di riferimento internazionale

Negli ultimi anni il tema dell'ambiente è divenuto sempre più centrale nel dibattito dell'opinione pubblica. In precedenza, le risorse ambientali erano state considerate illimitate e sempre a disposizione dell'uomo. Pochi si erano posti il problema che un utilizzo non corretto delle risorse naturali potesse costituire un problema per le generazioni future.

Con l'affermarsi della consapevolezza dell'emergenza ambientale, invece, è sempre più considerato indispensabile il monitoraggio dell'ambiente tramite processi di *reporting* ambientale. Con questo termine si indica, in maniera sintetica, l'insieme di attività svolte solitamente, ma non esclusivamente, da organismi governativi per fornire ad enti sovranazionali informazioni di natura ambientale richiesti, di solito, in ottemperanza a specifici strumenti legislativi. Ultimamente l'espressione *reporting* ambientale viene utilizzata per indicare qualsiasi tipologia di rapporto sulla natura dell'ambiente.

Il *reporting* ambientale è solo l'ultima fase del processo di estrazione dell'informazione sull'ambiente che ha il suo momento iniziale nella raccolta di dati per la costruzione di indicatori e/o indici statistici. Senza valide ed efficaci misure statistiche, pertanto, non si può dar inizio a quel processo di estrazione dell'informazione ambientale necessario ai *policy maker* per poter prendere decisioni in modo corretto.

L'obiettivo che si vuole perseguire è quello di far divenire gli indicatori ambientali sempre più centrali nella definizione delle politiche ambientali in modo del tutto simile a quello che avviene per gli indicatori economici nella definizione delle politiche economiche (si pensi, ad esempio al PIL).

Per tutta questa lunga serie di motivi, molte organizzazioni di varia natura hanno ritenuto opportuno intraprendere azioni in campo ambientale.

Tra tali organizzazioni riveste un ruolo di grande importanza l'OECD (*Organisation for Economic Co-operation and Development*), l'organizzazione intergovernamentale della quale fanno parte i 30 paesi più industrializzati. Nel 1970 è stata creata all'interno dell'OECD una Direzione Ambiente che dal 1990 ha avviato un processo di definizione di un sistema di indicatori ambientali. I principali destinatari di tali attività sono i governi e i decisori politici come strumento di supporto per prendere decisioni di politica ambientale.

L'OECD produce compendi di dati ambientali, indicatori ambientali, rapporti sullo stato dell'ambiente, *performance review* ambientali, monografie tematiche.

Tra gli strumenti di *reporting* di OECD, di particolare rilievo risulta l'EPR (*Environmental Performance Review*), una procedura periodica di valutazione dell'efficacia delle politiche ambientali adottate dai paesi membri ed alla programmazione di interventi successivi.

L'Italia è stata oggetto della procedura OECD di EPR nel 1991 e nel 2002.

Se limitiamo la nostra attenzione ad organizzazioni composte di soli paesi europei, l'Unione Europea è senza dubbio la più impegnata in attività di *reporting* ambientale.

Consideriamo, tra gli altri, il sesto programma di azione per l'ambiente promulgato dall'Unione Europea ed intitolato: "*Ambiente 2010: il nostro futuro, la nostra scelta*". Tale programma riguarda il periodo dal 2001 al 2010 ed ha come obiettivi prioritari:

- contrastare il cambiamento climatico e il riscaldamento del pianeta;
- proteggere la natura ed in particolare la flora e la fauna selvatica;
- affrontare i problemi legati all'ambiente e alla salute;
- preservare le risorse naturali e gestire i rifiuti.

Il raggiungimento degli obiettivi del sesto programma di azione viene monitorato dall'Unione Europea, tramite una intensa attività di comunicazione ambientale basata sull'analisi di indicatori ed indici statistici.

La produzione di dati ambientali è assicurata dall'UE attraverso la Commissione Europea (CE, in particolare la Direzione Generale Ambiente), l'Istituto statistico europeo (Eurostat) e principalmente l'Agenzia Europea dell'Ambiente (*EEA, European Environmental Agency*), istituita proprio per queste finalità.

Tra le azioni più importanti avviate da Eurostat negli ultimi anni bisogna ricordare il progetto sugli indicatori di pressione ambientale (ESEPI – *European System of*

Environmental Pressure Indices). In tale progetto, che ha visto coinvolti circa 2000 esperti europei, Eurostat ha identificato 10 temi ambientali prioritari, per ognuno dei quali sono stati individuati 10 e poi 6 indicatori chiave, che rappresentano nel modo più efficace possibile le relative pressioni. Sono, quindi, state elaborate delle schede metodologiche per il calcolo di ciascun indicatore di pressione. I risultati derivanti da questa serie di progetti sono stati raccolti da Eurostat in un rapporto (*Towards Environmental Pressure Indicators for the EU*, 1999).

L'Agenzia Europea dell'Ambiente (EEA), istituita con il Regolamento Comunitario del 7 Maggio 1990 e resa operativa nel 1994, ha dato avvio, fin dalla sua istituzione, alla produzione di pubblicazioni sullo stato dell'ambiente.

L'EEA ha il compito di fornire informazioni accurate e attendibili al pubblico e ai *policy maker*, per aiutarli nella corretta formulazione delle politiche ambientali. Per realizzare tale obiettivo l'EEA ha creato strumenti per la raccolta e l'elaborazione di dati ambientali a livello europeo. A tale proposito è stata istituita la rete europea d'informazione e di osservazione in materia ambientale (EIONET, *European Environment Information and Observation Network*).

EIONET è una rete organizzativa e telematica tra l'Agenzia Europea per l'Ambiente e i paesi membri e rappresenta il principale mezzo per raccogliere dati, informazioni e conoscenza per il processo di *reporting* sullo stato dell'ambiente.

1.2. La situazione italiana: il ruolo dell'APAT

L'Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici (APAT) è il Punto Focale Nazionale (*National Focal Point*, NFP) della rete EIONET. Il Punto Focale Nazionale è l'istituzione responsabile del coordinamento nazionale delle attività dell'Agenzia Europea dell'Ambiente.

In Italia, l'architettura della rete ambientale riprende in maniera sostanziale il modello EEA/EIONET. La rete italiana denominata SINAnet (*Sistema nazionale conoscitivo e dei controlli in campo ambientale*) comprende diversi nodi funzionali: l'APAT, che rappresenta l'organizzazione responsabile del coordinamento generale del sistema; i Punti Focali Regionali (PFR), che coordinano la materia ambientale sul territorio; i Centri Tematici Nazionali (CTN), che rappresentano il supporto operativo dell'APAT per quanto attiene alla gestione dei dati; le Istituzioni Principali di

Riferimento (IPR), che rappresentano un insieme di centri d'eccellenza di interesse nazionale.

L'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i servizi Tecnici (APAT) è stata istituita dall'art.38 del decreto legislativo n. 300 del 30.7.1999 e nasce dalla fusione tra l'Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (ANPA) ed il Dipartimento per i Servizi Tecnici Nazionali della Presidenza del Consiglio dei Ministri.

L'APAT svolge i compiti di interesse nazionale per la protezione dell'ambiente, per la tutela delle risorse idriche e della difesa del suolo. Ha autonomia tecnico-scientifica e finanziaria, ed è sottoposta ai poteri di indirizzo e vigilanza del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio ed al controllo della Corte dei Conti.

L'APAT è organizzata tramite un sistema a rete, il Sistema delle Agenzie Ambientali, che è costituito dalle 19 Agenzie Regionali (ARPA) e dalle 2 Agenzie Provinciali (APPA) (per le Province Autonome di Trento e di Bolzano) costituite con apposita Legge Regionale.

I Punti Focali Regionali (PFR) rappresentano il livello territoriale regionale del SINAnet. I PFR sono proposti dalle Regioni e Province autonome e sono responsabili, in particolare, dei dati ambientali di interesse del Sistema nazionale, prodotti all'interno del territorio regionale.

Le Istituzioni Principali di Riferimento (IPR) sono soggetti che concorrono alla formazione della base conoscitiva del sistema ambientale. Le IPR, di solito, sono chiamate a partecipare alla rete come componenti di un determinato Centro Tematico Nazionale (CTN). In altri casi, come ad esempio accade per l'ISTAT, essi partecipano direttamente alla rete. L'ISTAT rappresenta nel SINAnet l'istituzione di riferimento per tutti i dati di natura socio-economica. Un'altra istituzione che partecipa direttamente alla rete ambientale è rappresentata dall'Unione delle Camere di Commercio, per quel che riguarda la raccolta dei dati concernenti i rifiuti raccolti tramite il MUD (Modello Unico di Dichiarazione Ambientale).

I Centri Tematici Nazionali (CTN) rappresentano un'altra tipologia di organismo che fa parte della rete SINAnet. I CTN sono composti da più agenzie ambientali che partecipano al progetto comune secondo le loro specificità ed eccellenze tecniche. I CTN svolgono nell'ambito della rete la funzione di principale supporto operativo

dell'APAT con particolare riferimento a specifiche problematiche ambientali, intervenendo:

- per la definizione delle regole generali per il monitoraggio dei fenomeni ambientali;
- nella preparazione di proposte tecniche in materia di standard ambientali;
- nella definizione di proposte di indicatori ed indici per l'estrazione della conoscenza su singole problematiche ambientali.

Attualmente i CTN esistenti sono: il CTN ACE (Atmosfera, Clima ed Emissioni in aria), il CTN AIM (Acque Interne Marino-costiere), il CTN TES (Territorio E Suolo), il CTN RFM (Rifiuti e Flussi di Materiali), il CTN AGF (AGenti Fisici), il CTN NEB (Natura E Biodiversità). I Centri Tematici più direttamente interessati ai media ambientali (acqua, aria, rifiuti) oggetto di analisi nel presente rapporto sono quindi i CTN ACE, RFM ed AIM.

Il CTN Atmosfera, Clima ed Emissioni in aria persegue le seguenti finalità principali:

- fornire supporto ai PFR nel *reporting* dei dati sulla qualità dell'aria;
- fornire supporto operativo all'APAT per le attività di formazione delle regole generali per il controllo delle emissioni atmosferiche;
- contribuire all'elaborazione degli indicatori sui temi del clima e dell'inquinamento atmosferico;
- garantire l'informazione e la formazione del personale coinvolto nella rete SINAnet.

Il CTN Acque Interne e Marino-costiere si ripromette in particolare di fornire supporto all'APAT:

- nell'attuazione della normativa di settore;
- nell'assicurare dati ed informazioni di interesse nazionali in tema di risorse idriche;
- nelle attività di *reporting* tematico sulle acque;
- nelle iniziative di formazione sulle innovazioni metodologiche sul tema del monitoraggio e controllo delle acque.

Il CTN Rifiuti e Flussi di Materiali ha come obiettivi prioritari:

- la validazione dei dati sui rifiuti;
- l'aggiornamento delle banche dati sul tema rifiuti;
- l'armonizzazione dei dati disponibili e delle definizioni adottate sul tema rifiuti per fornire un adeguato supporto informativo per i decisori politici;
- supportare l'APAT nelle attività di *reporting* sui rifiuti e sui flussi di materiali;
- contribuire alla diffusione esterna delle informazioni sui rifiuti.

1.3. La situazione italiana: le attività dell'ISTAT

In Italia i dati ambientali, oltrechè dall'APAT, vengono prodotti su scala nazionale da altri istituti, tra i quali il più importante ai fini della presente ricerca è senz'altro l'ISTAT.

I settori dell'ISTAT, che producono dati inerenti i temi dell'aria, dell'acqua e dei rifiuti, sono essenzialmente due:

- l'Unità Operativa Contabilità Ambientale;
- il Progetto Metodologie e Statistiche Ambientali.

L'Unità Operativa Contabilità Ambientale opera all'interno della Direzione Centrale della Contabilità Nazionale e si occupa dei temi propri della contabilità ambientale con particolare riferimento a:

- conti dei flussi di materia;
- NAMEA;
- conti dell'acqua;
- conti EPEA;
- gettito delle tasse ambientali.

Tali argomenti saranno oggetto di approfondita analisi nel capitolo 4.

Il Progetto Metodologie e Statistiche Ambientali opera nel Dipartimento delle Statistiche Sociali ed ha lo scopo istituzionale di promuovere la raccolta, lo sviluppo e la diffusione delle statistiche ambientali di base e di sviluppare le metodologie di rilevazione e di analisi ad esse collegate.

Il Progetto Metodologie e Statistiche Ambientali si è occupato o si occupa principalmente:

- dell'Annuario di Statistiche Ambientali;
- dell'Osservatorio Ambientale sulle Città;
- del Sistema di Indagini sulle Acque;
- della partecipazione alla redazione del regolamento comunitario delle statistiche sui rifiuti.

Rimandando alle sezioni dedicate alla raccolta dei dati sui rispettivi temi la descrizione delle altre voci, sembra opportuno, data la natura trasversale e quindi l'interesse generale dell'indagine, riportare in questa sede le principali caratteristiche dell'Osservatorio.

L'*Osservatorio ambientale sulle città* realizzato dall'ISTAT, Dipartimento delle Statistiche Sociali, Progetto Metodologie e Statistiche Ambientali, è stato pubblicato nel settembre del 2002 nel volume *L'ambiente nelle città* (2002b) ed è un'indagine che ha rilevato temi ambientali di diversa tipologia. In particolare, sono analizzati temi di chiara connessione con l'ambiente oppure attività dell'uomo che causano, in modo diretto o indiretto, pressioni sull'ambiente. I temi ambientali rilevati nell'indagine sono: verde urbano, acqua, energia, rifiuti, trasporti, inquinamento atmosferico ed inquinamento acustico. L'obiettivo dell'indagine è la costruzione di una serie storica di indicatori ambientali urbani, di cui il primo anno di riferimento è il 1996. I dati sono stati raccolti per gli anni 1996-1999.

Le unità di rilevazione dell'*Osservatorio ambientale sulle città* sono state costituite, in questa prima fase, da 22 comuni italiani (19 capoluoghi di regione, le province autonome di Trento e Bolzano e il comune centro di area metropolitana di Catania). Nel complesso tale universo di riferimento rappresenta solo l'1,63% del territorio italiano, ma è abitato da circa 10 milioni di persone, pari al 17,40% della popolazione totale italiana. Dal 1999, l'indagine è stata effettuata con il supporto degli Uffici Regionali dell'ISTAT, che hanno collaborato con gli Uffici di Statistica dei comuni interessati e con gli Uffici di Statistica dei comuni di Trento e di Bolzano.

La raccolta delle informazioni è avvenuta attraverso l'invio di questionari tematici ai diversi interlocutori presenti sul comune (assessorati comunali, uffici tecnici, aziende municipalizzate, enti pubblici e privati). In alcuni casi, invece, l'ISTAT ha fatto riferimento ad un unico ente per disporre dei dati per tutti i 22 comuni. Ad esempio,

l'ACI ha fornito le informazioni relative ai veicoli e l'ENEL quelle inerenti i consumi di energia elettrica.

Per ogni questionario tematico, al fine di raccogliere e organizzare le informazioni sui rispondenti all'indagine, l'ISTAT ha predisposto una scheda dove vengono rilevate le singole fonti utilizzate.

Nel 2000 è stato realizzato l'ampliamento dell'indagine a tutti i 103 comuni capoluoghi di provincia italiani. L'ampliamento dell'indagine è stato reso possibile grazie ad un finanziamento ottenuto dal Ministero dell'Ambiente.

I risultati definitivi della nuova indagine non erano stati ancora rilasciati dall'ISTAT, al momento della redazione del presente Rapporto.

2. CARATTERISTICHE DEL DISEGNO DI RILEVAZIONE E QUALITÀ DEI DATI

2.1. La raccolta dei dati

2.1.1 Acqua

Entrando nel dettaglio delle rilevazioni e dei principali soggetti preposti alla raccolta delle informazioni sulle acque ci occuperemo qui di seguito dell'attività svolta da ISTAT e APAT.

In ISTAT, le indagini che rilevano dati statistici inerenti il tema ambientale acqua sono essenzialmente due: l'*Osservatorio ambientale sulle città* (cfr. sez. 1.3) e il *Sistema delle Indagini sulle Acque* (S.I.A.).

Per maggiori dettagli sul questionario tematico sull'acqua e la scheda di rilevazione delle fonti della nuova indagine *Osservatorio ambientale sulle città*, si vedano le Fig.1 e 2.

Molto più complesso è il *Sistema di Indagini sulle Acque*. Sin dal 1951 l'ISTAT è impegnata in rilevazioni di dati sulle acque, in particolare per quanto rileva potabilità ed acque di scarico.

La normativa sulle acque potabili è incentrata sul D.P.R. 236/88 e sue successive modifiche, che stabiliscono i requisiti di qualità delle acque destinate al consumo umano per la tutela della salute e per il miglioramento delle condizioni di vita. La qualità delle acque potabili viene accertata mediante l'esecuzione di analisi di laboratorio volte a valutare se la composizione del campione esaminato è conforme ai limiti imposti dalla normativa sopra citata.

ACQUA

Dati relativi al comune di

Anno di riferimento

1) Indicare il consumo di acqua (*in m³*) per i diversi usi e il numero di utenze fatturate:

	<i>Consumi</i>	<i>Utenze fatturate</i>
• Uso domestico	_____._____._____ m ³	_____._____
• Uso industriale	_____._____._____ m ³	_____._____
• Uso commerciale	_____._____._____ m ³	_____._____
• Uso agricolo	_____._____._____ m ³	_____._____
• Altri usi	_____._____._____ m ³	_____._____
Totale	_____._____._____ m ³	_____._____

2) Indicare il numero di impianti di depurazione delle acque reflue urbane in esercizio che servono il comune (anche se non ubicati sul territorio comunale) secondo la tipologia di trattamento:

<i>Tipologia di trattamento</i>	<i>Numero di impianti</i>
• Primario	____
• Secondario ¹	____
• Terziario ²	____
Totale	____

3) Indicare la percentuale di popolazione residente nel comune servita da impianti di depurazione delle acque reflue urbane: _____ %

4) Sono state adottate misure di razionamento nell'erogazione dell'acqua per Uso domestico, dovute ad una scarsa disponibilità di risorse idriche? SI NO

(Se SI)
Specificare quali (*ad es. periodo dell'anno, ore della giornata, territorio interessato*):

.....

.....

¹ L'impianto secondario include il trattamento primario e quello secondario.
² L'impianto terziario include il trattamento primario, quello secondario e quello terziario.

Fig. 1 – Questionario tematico sull'acqua dell'Osservatorio ambientale sulle città

FONTI

Per il quesito/i n. : Data di compilazione:

Organismo (Assessorato, Ufficio,):

Indirizzo: C.A.P.:

Nome del referente:

Tel.: Fax: e-mail:

Per il quesito/i n. : Data di compilazione:

Organismo (Assessorato, Ufficio,):

Indirizzo: C.A.P.:

Nome del referente:

Tel.: Fax: e-mail:

Per il quesito/i n. : Data di compilazione:

Organismo (Assessorato, Ufficio,):

Indirizzo: C.A.P.:

Nome del referente:

Tel.: Fax: e-mail:

CHIARIMENTI

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Fig. 2 – Scheda Fonti dell’Osservatorio ambientale sulle città

La normativa sulle acque di scarico fa perno sul D.L. n.152 dell'11.05.1999 che disciplina la tutela delle acque superficiali, marine e sotterranee, per prevenirne l'inquinamento e attuarne il risanamento. Rilevazioni sono svolte in prossimità di scarichi industriali e di collettori fognari e mirano alla misurazione della carica batterica delle acque e all'accertamento delle concentrazioni di metalli pesanti e di particolari agenti inquinanti. In questo caso per le finalità stesse delle rilevazioni la copertura spaziale risulta frammentata sul territorio nazionale.

Con il passare del tempo, l'Istituto ha, tuttavia, migliorato tali indagini fino a sviluppare l'attuale *Sistema di Indagini sulle Acque* che comprende la rilevazione di dati sull'intero ciclo di uso delle acque urbane, dalla captazione fino allo scarico.

Il campo di osservazione di questo sistema di indagini è esclusivamente quello della "filiera delle acque" ad uso urbano, cioè del sistema idrico che va dal prelievo dell'acqua fino alla depurazione delle acque reflue urbane (vedi Fig.3).

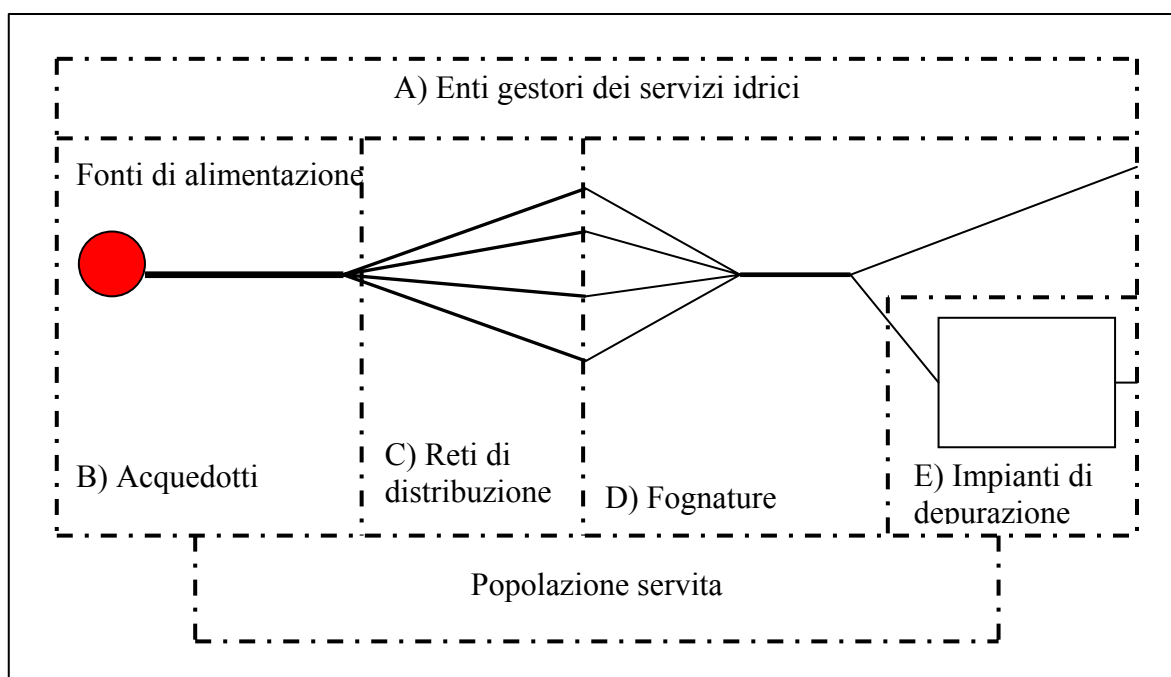


Fig. 3 – Il ciclo dell'acqua per uso urbano

Allo scopo di verificare le esigenze informative, nel 1998 è stata istituita una Commissione, composta da rappresentanti di vari Enti ed Istituti (Ministero

dell'Ambiente, Ministero della sanità, APAT, ENEA, CNR) che ha cessato di operare con l'avvio dell'indagine preliminare.

Nel 1999 l'ISTAT, in collaborazione con gli Uffici Statistici delle Regioni, ha avviato la nuova indagine, che ha come obiettivo principale quello di aggiornare i dati dell'ultimo censimento sulle acque effettuato nel 1987 e di ampliare la base informativa statistica anche alla luce delle nuove esigenze ambientali in tema di sviluppo sostenibile e dei mutamenti legislativi (vedi legge Galli 36/1994).

L'indagine sulle acque è di tipo censuario e si svolge attraverso la compilazione del questionario. L'obiettivo principale dell'ISTAT è di rilevare la totalità delle infrastrutture, che si occupano della gestione delle acque e di fornire dati sulle risorse idriche del paese. Lo strumento per il raggiungimento di tali obiettivi conoscitivi è il questionario. Gli elementi fondamentali da individuare per l'implementazione dell'indagine sono:

- L'unità di rilevazione, cioè l'elemento strutturale presso il quale sono assunte le informazioni;
- L'unità di analisi elementare, cioè gli elementi di base sui quali si fonda l'attività di rilevazione.

L'indagine sul ciclo d'uso delle acque urbane, in realtà, consta di 7 questionari (6 oltre il questionario dell'indagine preliminare) che sono stati utilizzati in due fasi distinte.

Nella prima fase il questionario dell'indagine preliminare viene inoltrato ai comuni (unità di rilevazione). Con tale questionario si vuole costruire l'archivio degli enti che gestiscono i servizi idrici. In particolare, sono richieste informazioni sull'esistenza dei servizi idrici nel territorio comunale (acquedotto, rete di distribuzione, fognatura e impianto di depurazione) e sui corrispondenti enti gestori (dati anagrafici).

Pur ottenendo una copertura del 100% dei comuni, tale indagine ha presentato non poche problematiche legate principalmente all'analisi delle stringhe alfanumeriche, alla normalizzazione degli indirizzi e delle denominazioni (ad esempio, stesso Ente scritto minuscolo o maiuscolo, ecc), e all'eliminazione delle duplicazioni dei dati forniti dai Comuni.

Terminata questa prima fase, con la quale si è proceduto alla costruzione dell'archivio degli enti gestori, si è passati alla seconda fase del censimento inviando,

per ogni comune, a ciascun ente gestore (unità di rilevazione) i questionari per ogni impianto gestito. Le indagini effettuate sono state le seguenti (cfr. Fig. 3):

- Notizie sull'ente gestore (Questionario A- Mod. ISTAT-Gest);
- Indagine sugli acquedotti (Questionario B - Mod. ISTAT-Acq), che raccoglie le informazioni sul segmento che comprende il prelievo dell'acqua dalle fonti fino alle vasche di raccolta;
- Indagine sulle reti di distribuzione (Questionario C - Mod. ISTAT-Dis), relativamente al segmento che comprende la rete che distribuisce l'acqua alle singole utenze;
- Indagine sulle reti fognarie (Questionario D - Mod. ISTAT-Fog), ovvero sulla rete che raccoglie le acque reflue urbane;
- Indagine sugli impianti di depurazione delle acque reflue (Questionario E - Mod. ISTAT-Dep).

Ovviamente le unità di analisi elementare dell'indagine sono costituite, in questo caso, dai vari segmenti del ciclo di uso dell'acqua ovvero gli acquedotti, le reti di distribuzione dell'acqua potabile, le fognature, gli impianti di depurazione delle acque reflue urbane.

Un sesto questionario, infine, è stato inviato a ciascun Comune per individuare la popolazione servita dalle diverse tipologie di servizio idrico (approvvigionamento di acqua potabile, fognatura, depurazione), insieme al relativo grado di soddisfazione:

- Indagine sull'approvvigionamento di acqua potabile, sul servizio di fognatura e di depurazione (Mod. ISTAT-App).

L'invio dei questionari dell'indagine S.I.A. ha avuto inizio nel giugno del 2000 e la percentuale di risposta ottenuta è stata abbastanza elevata (circa l'80%).

La difficoltà principale nello svolgimento dell'indagine si è avuta nel fatto che gli impianti sono diffusi a rete sul territorio e che esiste una molteplicità di enti gestori, ciascuno dei quali può essere diverso per i vari segmenti del servizio. Inoltre, non sempre è possibile applicare un unico criterio definitorio ai vari segmenti della filiera dell'acqua urbana. Ad esempio, nelle risposte al questionario B non si può far riferimento alla principale condotta adduttrice per definire un acquedotto, in quanto lo stesso acquedotto può essere alimentato da un altro, inoltre due acquedotti non interconnessi possono essere ritenuti un unico impianto dall'ente gestore.

La raccolta dei dati per la costruzione degli indicatori APAT, per il monitoraggio del tema acqua, è molto diversificata e dipende fortemente dalla tipologia del problema ambientale sotto investigazione. In generale, i dati vengono raccolti in virtù di precise prescrizioni normative, con alcune eccezioni.

Balneabilità

Una rilevazione che ha caratteristiche di omogeneità su tutto il territorio nazionale è ad esempio la rilevazione sulla balneabilità delle acque marine, finalizzata ad esprimere un giudizio complessivo di idoneo/non idoneo alla balneazione.

Il DPR 470/82 definisce le acque di balneazione come *“le acque dolci, correnti o di lago e le acque marine in cui la balneazione è espressamente autorizzata ovvero non vietata”*. Le regioni, in base alle attività di monitoraggio da effettuare durante la stagione balneare (da aprile a settembre), verificano la conformità delle acque a quanto prescritto dalla norma.

E' evidente come, per la definizione stessa di zona balneabile (definizione che esclude *a priori* tratti di costa in prossimità di stabilimenti industriali, di aree militari, di collettori fognari, dei porti, etc, etc), la copertura spaziale di questa indagine risulti assai disomogenea sul territorio nazionale di riferimento. Normative e prescrizioni differenti si rilevano, invece, per le acque marine costiere (fino a 3000 metri dalla riva); altri prelievi sono volti a verificare lo stato di eutrofizzazione di mari “chiusi” (come l'Adriatico o le zone lagunari salmastre in prossimità del mare).

In Italia, la qualità delle acque destinate alla balneazione è disciplinata sostanzialmente dal Decreto del Presidente della Repubblica 8 giugno 1982 n. 470, come modificato dall'art. 18 della Legge n. 422/2000, che ha recepito, seppur con notevole ritardo, la Direttiva n. 76/160/CEE dell'8 dicembre 1975. Questo DPR prevede che, a cura dei Presidi e Servizi Multizonali di Prevenzione o delle Agenzie Regionali per la Protezione Ambientale, ove istituite, vengano eseguiti accertamenti ispettivi ed analitici sulle acque costiere individuate dalle Regioni interessate, al fine di verificarne l'idoneità alla balneazione.

I controlli delle acque di balneazione vengono eseguiti dall'1 aprile al 30 settembre di ogni anno (periodo di campionamento). I campioni vengono raccolti ogni 15 giorni per

un totale di 12 campioni routinari ogni anno. Quando le analisi eseguite su un campione risultino non conformi a quanto previsto dal DPR n. 470/82, anche per uno solo dei requisiti previsti, vengono prelevati altri cinque campioni suppletivi, in giorni diversi, nello stesso punto.

Una zona è dichiarata temporaneamente non idonea alla balneazione, a cura del Comune interessato, qualora due delle cinque analisi suppletive sopraindicate presentino difformità rispetto ai requisiti normativi di qualità, mentre la riapertura di tale zona resta subordinata all'esito favorevole di due analisi routinarie consecutive eseguite con la frequenza minima prevista.

I prelievi vengono effettuati nella fascia di mare normalmente utilizzata dai bagnanti. I campionamenti vengono eseguiti solitamente tra le ore 9 e le ore 15, normalmente con l'uso di un'imbarcazione.

In ogni sito di balneazione sono previste rilevazioni fisiche e chimiche sull'acqua (trasparenza, temperatura, salinità, ossigeno disciolto e pH), ispezioni di natura visiva e/o olfattiva (colorazione, sostanze tensioattive, oli minerali e fenoli) nonché prelievi di campioni di acqua per l'analisi microbiologica (coliformi totali, coliformi fecali, streptococchi fecali e salmonelle) in laboratorio.

Il DPR n. 470/82 ripartisce anche le competenze fra Stato, Regioni e Comuni.

Le Regioni, ad esempio, devono individuare i punti in cui saranno eseguiti i campionamenti e le zone idonee alla balneazione sulla base dei risultati analitici della precedente stagione balneare. A seguito del recente decentramento queste competenze sono state trasferite alle Province. Ai Comuni, invece, competono:

- l'emissione dei divieti temporanei di balneazione, con ordinanza del Sindaco;
- l'apposizione di segnaletica che indichi il divieto di balneazione e delimiti le zone interessate da divieti permanenti o temporanei;
- la delimitazione delle zone non idonee alla balneazione (divieti permanenti), con ordinanza del Sindaco.

Allo Stato, infine, restano le funzioni di indirizzo, promozione, consulenza e coordinamento delle attività connesse con la balneazione delle acque.

I risultati delle analisi eseguite devono essere trasmesse a cura delle agenzie regionali per la protezione dell'ambiente al Ministero della Salute. L'APAT, infine, elabora i dati del Ministero della Salute per calcolare l'*indice di balneabilità*.

Per le zone temporaneamente non idonee alla balneazione, così come previsto dall'art. 6, e permanenti, art. 7, le regioni devono presentare programmi di miglioramento che dovrebbero essere volti al recupero delle zone non idonee.

La trasmissione delle informazioni viene regolamentata dal decreto legislativo 152/99 che all'art. 9 comma 2, afferma: *“Per le acque che risultano ancora non idonee alla balneazione ai sensi del citato decreto Presidente della Repubblica n. 470 del 1982, le regioni, entro l'inizio della stagione balneare successiva alla data in vigore del presente decreto e, successivamente, prima dell'inizio della stagione balneare, con periodicità annuale, comunicano al Ministero dell'Ambiente secondo le modalità indicate con il decreto di cui all'art. 3 comma 7, tutte le informazioni relative alle cause ed alle misure che intendono adottare”*.

Le informazioni vengono poi trasmesse all'APAT secondo i criteri stabiliti dal decreto del Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio di concerto con il Ministro della Salute del 18 settembre 2002, “Modalità di informazione sullo stato delle acque”, ai sensi dell'art. 3, comma 7, del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152.

Infine, le informazioni sulle misure di miglioramento adottate per il recupero dei siti non idonei alla balneazione, vengono inviate alla Comunità Europea.

I dati raccolti dal Ministero della Salute, Dipartimento della Prevenzione e della Comunicazione; per i siti non idonei alla balneazione, e dall'APAT per i siti di miglioramento portano alla costruzione dell'indicatore: *Programmi misure balneazione*.

Acque marine costiere

Un primo indicatore delle caratteristiche delle acque marine, l'*Indice di Qualità Batteriologica*, seppur non previsto da specifiche fonti normative, viene calcolato sfruttando i dati del controllo delle acque di balneazione.

Tutti gli altri indicatori trovano la principale ispirazione normativa nel decreto legislativo n. 152/99, al quale si rimanda per ulteriori dettagli. Tale decreto, denominato anche “Testo Unico sulle Acque”, ha completamente riformato la normativa vigente nel campo del monitoraggio delle acque marine, superficiali e sotterranee.

Più di recente il Ministero dell'Ambiente ha aderito al programma di monitoraggio per la “Qualità dell'ambiente marino”, sollecitato dalla decisione n. 2850/2000/EC del 20/12/2000 del Parlamento Europeo e del Consiglio, operando nel contesto del *Quadro*

Comunitario di Cooperazione in materia di prevenzione e lotta all'inquinamento marino istituito dalla Commissione Europea. L'attenzione è però in questo contesto rivolta all'inquinamento proveniente da trasporti marittimi e attività *off-shore*.

Con riferimento al monitoraggio della qualità delle acque marino costiere, il decreto legislativo n. 152/99 individua i criteri per la raccolta dei dati. Oltre all'esame delle acque, al fine di un corretto monitoraggio e per una definizione dello stato chimico, vanno anche effettuate analisi sui sedimenti e sul biota.

Per quanto riguarda i criteri di scelta delle stazioni di prelievo per la raccolta dei dati, le autorità competenti dovranno predisporre un piano di campionamento che, sulla base delle conoscenze della tipologia del tratto di costa interessata, consenta di rappresentare adeguatamente, nello stesso tratto di costa, tutte le diverse tipologie di zone, sia quelle sottoposte a fonti di immissione (ad esempio, porti, canali, fiumi, ecc), sia le zone scarsamente sottoposte a pressioni antropiche.

Con riferimento alle acque, vengono individuate tre diverse tipologie di fondale, per ciascuna delle quali viene stabilito il posizionamento di tre stazioni di prelievo per transetto (Tabella 1). Ogni transetto va sempre ubicato ortogonalmente alla linea di costa. Le tre tipologie di fondale sono:

- Fondale alto, con una profondità a 3000 m dalla costa superiore a 50 m;
- Fondale medio, con una profondità a 3000 m dalla costa inferiore a 50 m ma superiore a 5 m a 200 m dalla costa;
- Fondale basso, con una profondità inferiore a 5 m a 200 m dalla costa.

	I Stazione	II Stazione	III Stazione
Alto fondale	A 100 m dalla costa	In posizione intermedia fra la 1° e la 3° stazione se la distanza tra queste è maggiore di 1000 m. Se la distanza è inferiore o uguale a 1000 m i prelievi e le misure vengono effettuati solo nella 1° e nella 3° stazione	A 3000 m dalla costa e comunque non oltre la profondità di 50 m
Medio fondale	A 200 m dalla costa	A 1000 m dalla costa	A 3000 m dalla costa
Basso fondale	A 500 m dalla costa	A 1000 m dalla costa	A 3000 m dalla costa

Tab. 1 - Posizionamento delle stazioni di prelievo per l'analisi di qualità delle acque marine

Con riferimento ai sedimenti, le stazioni devono essere fissate sulla fascia costiera, in modo tale da rappresentare le diverse tipologie di immissione che sono originate nell'area. Si fa notare che, in generale, dovranno essere considerate le porzioni superficiali di sedimento (0-2 cm).

Con riferimento al biota, le stazioni di campionamento devono essere fissate in modo tale da rappresentare l'intera tipologia costiera. Devono inoltre essere identificate stazioni più rappresentative delle biocenosi di maggior pregio ambientale presenti nell'area sotto investigazione.

La frequenza dei campionamenti per le acque è prevista a cadenza stagionale, inoltre, è prevista una frequenza di campionamento quindicinale nel periodo compreso fra Giugno e Settembre nelle aree interessate da fenomeni eutrofici⁵.

Per l'individuazione di queste aree si utilizza l'*Indice trofico TRIX*, calcolato dall'APAT sui dati presenti nella banca dati del Sistema Informativo del Servizio Difesa Mare del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, che riassume in un valore numerico (in una scala di valori da 1 a 10) le condizioni di trofia del sistema di acque considerato. In particolare, rientrano nelle aree caratterizzate da eutrofizzazione quelle in cui l'indice TRIX assume valori maggiori di 5,5 per l'Alto Adriatico e di 4,5 per le restanti acque marine costiere.

La potenzialità di tale indice, però, non deve essere sopravvalutata. L'indice TRIX non può essere considerato un indice di qualità ambientale completo per le acque marine costiere, in quanto, essendo riferito solo a dati sulle acque, non rappresenta lo stato dei sedimenti marini e del biota.

Per questi ultimi, il piano di campionamento non è stato stabilito nel dettaglio dalla norma: per l'analisi dei sedimenti, è prevista una frequenza di campionamento annuale, di cui si prescrive unicamente che venga effettuata sempre nello stesso periodo dell'anno, mentre, per l'analisi del biota, è prevista una frequenza semestrale per le analisi di bioaccumulo e per l'esame delle biocenosi di maggior pregio ambientale.

L'indice TRIX, inoltre, non fornisce informazioni sulla biodiversità e sull'inquinamento chimico e fisico del mare.

⁵ L'eutrofizzazione è un fenomeno di arricchimento in nutrienti (soprattutto sali di fosforo e azoto), degli ecosistemi acquatici che provoca una proliferazione delle alghe e di forme superiori di vita vegetale tale da alterare l'equilibrio del sistema acquatico.

Per quanto riguarda, infine, l'analisi dell'idoneità delle acque alla vita dei molluschi (indicatore APAT: *Acque idonee alla vita dei molluschi*), la normativa esistente demanda alle autorità competenti il luogo esatto per la raccolta dei dati. La frequenza di campionamento, invece, è mensile, se si rilevano la salinità e l'ossigeno disciolto, trimestrale, se si rilevano il ph, la temperatura, la colorazione, i materiali in sospensione, gli idrocarburi di origine petrolifera, i coliformi fecali, semestrale, se si rilevano i metalli e le sostanze organo-alogenate.

Acque interne superficiali e sotterranee

Per quanto riguarda la raccolta dei dati per il monitoraggio della qualità dei corsi d'acqua, il decreto legislativo n. 152/99 prevede che siano eseguite, per una prima classificazione, analisi sulla matrice acquosa e sul biota. Solo nel caso si ravvisi la necessità, tali analisi possono essere integrate da analoghe indagini sui sedimenti e sui test di tossicità.

Il numero di stazioni per lo studio della qualità dei corsi d'acqua è stabilito secondo la Tabella 2. Le stazioni di prelievo sui corsi d'acqua sono in linea di massima distribuite lungo l'intero corso d'acqua, tenendo conto della presenza degli abitati e degli stabilimenti produttivi. I punti di campionamento sono fissati a una distanza dalle immissioni sufficiente ad avere la garanzia del rimescolamento delle acque, al fine di valutare la qualità del corso d'acqua e non quella degli inquinanti che ci si immettono. In ogni caso deve essere posizionata una stazione di prelievo nella parte terminale di ogni corso d'acqua.

Nella fase iniziale del monitoraggio, la misura dei parametri fisici, chimici, microbiologici e idrologici di base, per la matrice acquosa, deve essere effettuata almeno una volta al mese fino al raggiungimento dell'obiettivo di qualità (art. 4 del decreto legislativo n.152/99); per l'analisi dei sedimenti, la rilevazione deve essere effettuata una volta l'anno, durante i periodi di magra (e comunque lontano da eventi di piena), ovvero durante i periodi favorevoli alla deposizione del materiale sospeso; infine, per lo studio del biota, la rilevazione deve essere effettuata stagionalmente (4 volte l'anno).

Area del bacino km ²	Numero di stazioni	
	Corsi d'acqua di 1° ordine ⁶	Corsi d'acqua di 2° ordine
200-400	1	-
401-1000	2	1
1001-5000	3	2
5001-10000	5	4
10001-25000	6	-
25001-50000	8	-
>50001	10	-

Tab. 2 - Numero di stazioni per l'analisi di qualità dei corsi d'acqua

Nella fase a regime, la frequenza di campionamento si mantiene inalterata fino al raggiungimento dell'obiettivo di qualità ambientale, di cui all'articolo 4 del decreto legislativo n.152/99. Raggiunto tale obiettivo, la frequenza di campionamento può essere ridotta dall'autorità competente ma non deve comunque essere inferiore a quattro volte l'anno per i parametri di base e inferiore a due per l'analisi del biota.

I dati raccolti per il monitoraggio della qualità dei corsi d'acqua portano alla costruzione di alcuni indicatori (cfr. *ultra* par.3.1.2) come il *Livello di Inquinamento da Macrodescrittori*⁷, (LIM), l'*Indice Biotico Esteso* (IBE) e l'*Indice Stato Ecologico dei Corsi d'Acqua* (SECA) ottenuto integrando il LIM e l'IBE, che sono stati calcolati dall'APAT, sfruttando dati provenienti dalle regioni e dai laboratori ARPA/APPA che effettuano le misure di monitoraggio sui corpi idrici superficiali.

Lo stato di salute di alcuni tra i più importanti fiumi d'Italia è comunque controllato da Autorità specificatamente preposte⁸ con l'attenzione rivolta ai fenomeni di surriscaldamento delle acque e di salvaguardia delle biodiversità ed in particolare delle popolazioni ittiche presenti.

Nell'edizione 2003 dell'*Annuario dei dati ambientali*, è stata calcolato per la prima volta l'indice Stato Ecologico dei Laghi (Indice SEL).

⁶ Un corso d'acqua è detto di 1° ordine se le sue acque sono recapitanti direttamente in mare.

⁷ I macrodescrittori chimici sono l'Ossigeno Disciolto, il BOD₅, il COD, il NH₄, il NO₃, il Fosforo Totale e l'Ortofosfato.

⁸ Si pensi all'Autorità del Po, o del Tevere.

La definizione dello stato di qualità ecologica dei laghi è basata, in generale, sulle analisi effettuate sulla matrice acquosa. Il decreto stabilisce, anche, i criteri per la scelta delle stazioni di prelievo. Il numero delle stazioni è fissato nel seguente modo:

Laghi con superficie in km ²	Numero di stazioni
<80	1 stazione nel punto di massima profondità
>80 o di forma irregolare	il numero delle stazioni va individuato caso per caso, tenendo conto delle zone di maggior interesse (rami ciechi, grandi baie poco profonde, fosse isolate).

Tab. 3 - Numero di stazioni per l'analisi di qualità dei laghi

I campioni di acqua vanno prelevati lungo la colonna di acqua, con le seguenti modalità:

- laghi con profondità fino ai 50 m: un campione in superficie, uno a metà della colonna d'acqua ed uno sul fondo;
- laghi con profondità superiore a 50 m: un campione in superficie, uno a 25 m, uno a 50 m, uno a 100 m, gli altri a multipli di 100 m e uno sul fondo;
- laghi che per peculiarità ambientali o situazioni di influsso antropico necessitano di un maggior dettaglio per la colonna d'acqua superiore: un campione in superficie, uno a 5 m, uno a 10 m, uno a 20 m, uno a 50 m, uno a 100 m, gli altri a multipli di 100 m e uno sul fondo.

I campionamenti devono essere effettuati semestralmente, una volta nel periodo di massimo rimescolamento ed una in quello di massima stratificazione.

Interessanti contributi sullo studio delle acque di alcuni grandi laghi italiani provengono negli ultimi anni dall'IRSA-CNR; mentre allo stato attuale di questa ricerca non si rinvencono indagini specifiche sulle acque lacustri da parte di altri soggetti di natura pubblica.

Il decreto legislativo prevede il monitoraggio della qualità di altri corpi idrici, come ad esempio le acque di transizione, che dovrebbe portare al popolamento di indicatori simili a quelli presentati per i corsi d'acqua.

Attualmente, tali indicatori non sono stati pubblicati nell'*Annuario dei dati ambientali* dell'APAT (2003). Nel seguito, presenteremo, comunque, i metodi per la

raccolta dei dati per il calcolo di indicatori per il monitoraggio della qualità delle acque di transizione.

Il decreto legislativo n.152/99 non stabilisce nel dettaglio criteri specifici per il monitoraggio della qualità delle acque di transizione (ad esempio, acque lagunari e gli stagni costieri) Al momento attuale, quindi, vengono rilevati gli stessi parametri relativi alla matrice acquosa, ai sedimenti e al biota dei corpi idrici presentati in precedenza.

Il campionamento della matrice acqua va effettuato in superficie su un reticolo di stazioni rappresentativo del bacino in esame. Per profondità superiori a 1,5 metri, la determinazione di temperatura, salinità ed ossigeno disciolto viene condotta anche sul profilo verticale.

Per quanto riguarda il biota e i sedimenti, le stazioni vanno scelte, preferibilmente, in prossimità delle stazioni per il monitoraggio delle acque.

Infine, per la matrice acquosa la frequenza di campionamento è mensile, tranne nelle zone soggette a situazioni distrofiche (ad esempio, fioriture algali abnormi), in cui è necessaria una frequenza quindicinale nel periodo giugno-settembre. Per il biota, la frequenza di campionamento deve essere almeno semestrale. Per i sedimenti, è prevista una frequenza di campionamento annuale, sempre nello stesso periodo dell'anno (si consiglia il periodo estivo).

Il decreto legislativo n. 152/99 prevede, inoltre, il monitoraggio delle acque dolci per una designazione di quali tra esse richiedano protezione al fine di risultare idonee alla vita dei pesci. Le acque dolci, che presentino valori dei parametri di qualità conformi a quanto stabilito dalla tabella 1/B dell'allegato al decreto, sono classificate, entro quindici mesi, come acque dolci salmonicole⁹ o ciprinicole¹⁰.

Il luogo esatto del prelevamento dei campioni, la sua distanza dal più vicino punto di scarico di sostanze inquinanti e la profondità alla quale i campioni devono essere prelevati sono definiti dall'autorità competente in funzione, soprattutto, delle condizioni ambientali locali. La frequenza di campionamento, invece, è di una settimana se il parametro da analizzare è l'ossigeno, mentre è di un mese per l'analisi di tutti gli altri parametri.

⁹ Le salmonicole sono acque dove possono vivere pesci appartenenti a specie come le trote, i temoli e i coregoni.

¹⁰ Le ciprinicole sono acque dove possono vivere pesci appartenenti a specie come i lucci, i pesci persici e le anguille.

I dati raccolti portano alla definizione dell'indicatore APAT: *Acque dolci idonee alla vita dei pesci*.

Il decreto legislativo n.152/99 prevede il calcolo dell'Indice *Stato Chimico delle Acque Sotterranee* (SCAS), ma non stabilisce come deve avvenire il campionamento per la raccolta dei dati. L'indicatore APAT è stato popolato su dati provenienti da rilevazioni effettuate da alcune regioni: Emilia Romagna, Friuli Venezia Giulia, Liguria, Lombardia, Marche, Umbria e Veneto.

Per valutare la capacità di risposta di un bacino a un evento meteorologico, indispensabile ai fini di difesa del suolo, e determinare la quantità di risorsa disponibile nel periodo, necessaria alla valutazione del bilancio idrologico riveste un ruolo fondamentale la misura sistematica delle portate del corso d'acqua.

La misura sistematica delle portate del corso d'acqua riveste un ruolo fondamentale in quanto consente di valutare la capacità di risposta di un bacino a un evento meteorologico, indispensabile ai fini di difesa del suolo, e di determinare la quantità di risorsa disponibile nel periodo, necessaria alla valutazione del bilancio idrologico.

Tale misura che confluisce nell'indicatore APAT *Portate*, viene eseguita dagli ex Uffici periferici del Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale (SIMN), ora confluiti nelle strutture regionali, secondo metodologie pubblicate dal SIMN nel quaderno "*Norme tecniche per la raccolta e l'elaborazione dei dati idrometeorologici – parte II*", conformi alle norme del *World Meteorological Organization* (WMO).

La misurazione delle temperature dell'aria in gradi Celsius è effettuata presso le stazioni termometriche dell'ex SIMN, dell'Aeronautica Militare, dell'UCEA e degli Enti regionali, secondo metodologie e standard stabiliti dall'Organizzazione meteorologica mondiale e recepite dal SIMN nel quaderno "*Norme tecniche per la raccolta e l'elaborazione dei dati idrometeorologici – parte I*". Si noti che la misurazione delle temperature dell'aria costituisce un primo passo per la valutazione del volume di acqua restituito per evapotraspirazione, componente fondamentale nell'equazione di bilancio idrologico.

I dati raccolti portano al calcolo dell'indicatore: *Temperatura dell'aria*.

Sempre nello stesso quaderno sono pubblicate le procedure, conformi alle norme del WMO, per la misurazione delle piogge, effettuata attraverso i pluviometri dell'ex SIMN, ora confluiti nelle strutture regionali. Altre misurazioni sono effettuate

dall'Aeronautica Militare, dai servizi meteorologici regionali e dai gestori delle reti agrometeorologiche. Come è del tutto evidente, la conoscenza delle precipitazioni è necessaria per lo studio e la prevenzione di eventi estremi (inondazioni, frane), per effettuare il bilancio idrologico e, più in generale, per avere un andamento della situazione climatica.

I dati raccolti portano al calcolo dell'indicatore: *Precipitazioni*.

I dati necessari, per il calcolo dell'indicatore APAT *Medie dei nutrienti in chiusura di bacino*, sono gli stessi utilizzati per la costruzione dell'Indice LIM. L'indicatore non discende da alcuna prescrizione normativa. Pertanto, come per gli indicatori precedentemente descritti, i dati utilizzati provengono dalle regioni e dai laboratori ARPA/APPA che effettuano le misure di monitoraggio sui corpi idrici superficiali.

L'indicatore *Carico organico potenziale* è calcolato utilizzando dati provenienti dall'ISTAT (Censimento dell'Agricoltura, Censimento dell'Industria e dei Servizi, Movimenti anagrafici) e non discende da alcuna norma.

Si osservi che il dato relativo all'indicatore carico organico potenziale è ancora in fase di calcolo e, pertanto, non è stato pubblicato nell'edizione 2003 dell'*Annuario dei dati ambientali*; si rimanda quindi all'edizione 2002 per gli ultimi risultati pubblicati.

Potabilità

Un indicatore particolarmente rilevante è il *Prelievo di acqua per uso potabile*, calcolato su dati provenienti dal Dipartimento della Prevenzione del Ministero della Salute raccolti secondo le indicazioni che seguono. Si ricorda che le informazioni inerenti il prelievo di acqua per uso potabile devono essere trasmesse dal Ministero della Salute alla Comunità Europea, ai sensi della decisione n. 95/337/CE.

Le acque dolci superficiali, per essere destinate alla produzione di acqua potabile, devono soddisfare le tabelle di conformità secondo quanto previsto dalla tabella 1/A dell'allegato 2 del decreto legislativo n. 152/99. Per le analisi chimiche, fisiche e microbiologiche le acque devono essere sottoposte a campionamento.

Per tutti i laghi naturali ed artificiali e per tutti i corsi d'acqua naturali ed artificiali utilizzati per l'approvvigionamento dell'acqua potabile, le stazioni vanno ubicate in prossimità delle opere di prelievo. Ulteriori stazioni di prelievo possono essere individuate in punti significativi del corpo idrico quando ciò sia richiesto da particolari

condizioni locali, tenuto soprattutto conto di possibili fattori di rischio d'inquinamento. La frequenza minima annua di campionamento è diversa a seconda che il corpo idrico sia classificato o meno (cfr. art.7, comma 1 del decreto legislativo n. 152/99, per le diverse classificazioni dei corpi idrici). Nel primo caso, devono essere effettuati almeno 8 prelievi, mentre nel secondo i prelievi sono aumentati a 12.

Le acque superficiali destinate alla produzione di acqua potabile, precedentemente regolate dal DPR 3 luglio 1982 n. 515, come è stato già detto, sono attualmente disciplinate dal decreto legislativo 11 maggio 1999 n. 152, e più precisamente all'art. 6, 7 e 8 del capo II relativo alle "acque a specifica destinazione" e all'allegato 2 sezione A, che recepisce la direttiva n. 75/440/CEE.

Tale disciplina ha per oggetto la protezione e il miglioramento della qualità delle acque dolci superficiali al fine di mantenerle, o renderle idonee, all'approvvigionamento idrico potabile. Per raggiungere tali obiettivi conoscitivi l'APAT rielabora dati rilevati dal Ministero della Salute, Dipartimento della Prevenzione e Comunicazione; e dalla stessa agenzia per i siti di miglioramento, popolando l'indicatore: *Programmi misure corpi idrici ad uso potabile* che mette, pertanto, in relazione il numero complessivo dei corpi idrici utilizzati per l'uso potabile e i relativi piani di miglioramento.

Acque reflue

Per verificare la conformità del sistema di fognatura di un agglomerato ai requisiti stabiliti dal D.L. 152/99 e successive modificazioni, e per avere informazioni sulla capacità del sistema di depurazione di soddisfare le esigenze di trattamento delle acque reflue urbane di un agglomerato, l'APAT elabora dati forniti dalle Agenzie territoriali, verificati e validati dalle Regioni e dalle Province Autonome. Nel primo caso, la raccolta di tali dati porta al popolamento dell'indicatore: *Depuratori conformità del sistema di fognatura delle acque reflue urbane*.

Nel secondo caso, le informazioni rilevate sono relative alla presenza/assenza di trattamento secondario (o più avanzato per gli scarichi recapitanti in area sensibile) e ai valori di emissione degli impianti, in termini di concentrazione e di percentuale di riduzione degli inquinanti. Tali valori, relativi a *Biological Oxygen Demand*, BOD₅, *Chemical Oxygen Demand*, COD, SST (e per gli impianti recapitanti in area sensibile anche azoto, N, e fosforo, P, totali) vengono confrontati con gli standard riportati

rispettivamente nelle tabelle 1 e 2 dell'Allegato 5 al D.L.152/99 e successive modificazioni. La raccolta di tali dati porta al popolamento dell'indicatore: *Depuratori conformità dei sistemi di depurazione delle acque reflue urbane*.

Si fa notare che i risultati degli ultimi due indicatori descritti sono ancora in fase di calcolo e, pertanto, non sono stati pubblicati nell'edizione 2003 dell'*Annuario dei dati ambientali*. Si rimanda all'edizione 2002 per gli ultimi dati pubblicati.

Come si darà più compiutamente conto nel paragrafo 2.2.1, emergono dunque tra le indagini volte al monitoraggio e controllo della qualità delle acque italiane, elementi di elevata disomogeneità rispetto alle informazioni raccolte ed inoltre una copertura spaziale del tutto insoddisfacente (“a macchia di leopardo”). Non si riscontrano in particolare piani di campionamento elaborati con procedure statistiche (ad esempio per la collocazione dei punti di rilevazione o per la cadenza temporale programmata), con conseguente non ottimizzazione della copertura spaziale e temporale raggiunta; elemento questo che limita notevolmente le possibilità di eventuali elaborazioni modellistiche dei dati raccolti.

2.1.2 Aria

In ISTAT gli indicatori riguardanti il tema dell'aria vengono essenzialmente rilevati tramite l'indagine *Osservatorio ambientale sulle città*. Per gli aspetti generali riguardanti il disegno dell'indagine si rimanda al paragrafo 1.3. Per maggiori dettagli riguardanti il questionario tematico sull'aria si veda la Fig. 4.

ARIA

Dati relativi al comune di

Anno di riferimento

1) Indicare il numero di centraline fisse per il monitoraggio dell'aria presenti sul territorio comunale:

2) Indicare i diversi inquinanti rilevati nel comune:

- | | | | |
|--------------------------------------|--------------------------|---|--------------------------|
| Biossido di zolfo (SO ₂) | <input type="checkbox"/> | Idrocarburi policiclici aromatici (IPA) | <input type="checkbox"/> |
| Particelle sospese totali (Pst) | <input type="checkbox"/> | Benzene (BEN) | <input type="checkbox"/> |
| Biossido di azoto (NO ₂) | <input type="checkbox"/> | Toluene (T) | <input type="checkbox"/> |
| Monossido di carbonio (CO) | <input type="checkbox"/> | Xileni (Xi) | <input type="checkbox"/> |
| Ozono (O ₃) | <input type="checkbox"/> | Acido solfidrico (H ₂ S) | <input type="checkbox"/> |
| Totale idrocarburi (THC) | <input type="checkbox"/> | Piombo (Pb) | <input type="checkbox"/> |
| Metano (CH ₄) | <input type="checkbox"/> | Particolato con diametro < 10 μ (PM10) | <input type="checkbox"/> |
| Idrocarburi non metanici (NMHC) | <input type="checkbox"/> | Perossiacelnitrato (PAN) | <input type="checkbox"/> |

3) Indicare il numero di giornate di superamento dei livelli di attenzione e di allarme per inquinante:

Inquinanti	Livello di attenzione	Giornate di superamento dei livelli di attenzione	Livello di allarme	Giornate di superamento dei livelli di allarme
Biossido di zolfo (SO ₂)	125 μg/m ³	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	250 μg/m ³	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
Particelle totali sospese (Pts)	150 μg/m ³	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	300 μg/m ³	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
Biossido di azoto (NO ₂)	200 μg/m ³	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	400 μg/m ³	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
Monossido di carbonio (CO)	15 mg/m ³	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	30 mg/m ³	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
Ozono (O ₃)	180 μg/m ³	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	360 μg/m ³	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>

4) Indicare il numero di giornate di blocco del traffico attuate in seguito al superamento dei limiti stabiliti dalle normative vigenti per gli inquinanti rilevati:

Fig.4 – Questionario tematico sull'aria dell'Osservatorio ambientale sulle città

In APAT gli indicatori calcolati nell'*Annuario dei dati ambientali* sull'aria, discendono, di solito, da precise prescrizioni normative.

La produzione normativa italiana sul tema ambientale dell'aria è stata, durante gli ultimi anni, molto ricca. Qui, nel seguito, verranno presentate alcune norme che assumono una rilevante importanza nei riguardi dei metodi per la raccolta dei dati per il monitoraggio della qualità dell'aria; per il loro interesse da un punto di vista statistico.

La prima fonte normativa che ha fornito indicazioni per la raccolta dei dati per il monitoraggio della qualità dell'aria è stata il Decreto del Ministro dell'Ambiente del 20 maggio 1991. Tale decreto prendeva in considerazione due tipologie di aree, urbane ed industriali e prevedeva la costituzione di una rete di rilevamento per il monitoraggio della qualità dell'aria con particolare riferimento ad alcuni inquinanti come l'ossido di carbonio, l'ossido di azoto, il biossido di zolfo, gli idrocarburi volatili, il particolato sospeso, l'ozono e ad alcune variabili meteorologiche, peraltro non specificate

Per quanto riguarda le aree urbane, il decreto prevedeva che la rete di monitoraggio dovesse essere pianificata su quattro diverse tipologie di stazioni:

- A. Una o più stazioni di base sulla quale misurare tutti gli inquinanti ed i parametri meteorologici di base. Tali stazioni dovrebbero essere localizzate in aree urbane non direttamente soggette ad emissioni (ad esempio, parchi, isole pedonali);
- B. Stazioni situate in zone ad elevata densità abitativa, dove dovrebbero essere misurate le concentrazioni di alcuni inquinanti come il NO₂ (biossido di azoto), gli idrocarburi ed il SO₂ (biossido di zolfo);
- C. Stazioni situate in zone ad elevato traffico, dove dovrebbero essere misurate le concentrazioni degli inquinanti emessi direttamente dal traffico autoveicolare (ad esempio, CO, idrocarburi);
- D. Stazioni situate in periferia od in aree suburbane, finalizzate alla misura degli inquinanti fotochimici (ad esempio, NO₂, ozono).

Di conseguenza le aree urbane risultavano stratificate in quattro tipologie di zone:

- A. Zone non direttamente interessate da sorgenti di emissione urbana;
- B. Zone ad elevata densità abitativa;
- C. Zone ad elevato traffico;
- D. Zone suburbane o periferiche.

Tale classificazione risultava alquanto generica e soggetta a interpretazioni di natura diversa. A puro titolo di esempio, il decreto non definiva in maniera univoca il limite di demarcazione tra zone “ad elevato traffico” e “ad elevata densità abitativa”.

Una volta stabilita comunque la stratificazione delle zone urbane nelle classi sopra descritte, il passo successivo è stato quello di decidere quante stazioni per ciascuna tipologia prevista nel decreto fosse necessario posizionare in un centro urbano. Il DM stabiliva infatti solo il numero minimo di stazioni in funzione del numero di abitanti di ciascun centro urbano.

In base al decreto, potevano essere così individuate tre classi di centri urbani per numero di abitanti e il numero minimo di stazioni per ogni tipologia di classe era il seguente:

Classe	Tipo di stazione			
	A	B	C	D
<500.000	1	2	2	1
500.000-1.500.000	1	3	3	1
>1.500.000	2	4	4	2

Tab. 4 - Numero minimo di stazioni per le aree urbane in accordo al D.M. 20/91

Per le aree industriali il decreto prevedeva che la rete di monitoraggio fosse strutturata nelle seguenti classi di stazioni:

- A. Stazioni di base, dove dovrebbero essere misurati tutti gli inquinanti di interesse per la protezione dell’ambiente e della salute connessi ai processi produttivi;
- B. Stazioni di misura nell’intorno delle fonti di emissione, dove dovrebbe essere misurata la concentrazione degli inquinanti per la fonte emittente;
- C. Stazioni di misura situate a distanza, dove dovrebbero essere valutati eventuali fenomeni di trasporto di masse inquinanti verso insediamenti abitativi.

Come è evidente tale classificazione era ancora più generale di quella adottata per le aree urbane e, pertanto, anch’essa si prestava a molteplici interpretazioni.

Nel triennio 1999-2002 sono state emanate nuove norme che abrogano il decreto ministeriale sopra descritto. In particolare, l'Unione Europea ha promulgato la direttiva n. 62 del 1996 che è stata recepita in Italia dal decreto legislativo n. 351 del 4/08/1999. Tali norme ristabiliscono i principi base in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria. Infatti, nell'art. 1 del decreto legislativo n. 351/99 si definiscono i principi base per:

- stabilire gli obiettivi per la qualità dell'aria al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti dannosi per la salute umana e per l'ambiente;
- valutare la qualità dell'aria in Italia in base a metodologie comuni;
- disporre di informazioni adeguate sulla qualità dell'aria per poterle rendere pubbliche.

L'art. 2 è dedicato alla definizione dei principali concetti riguardanti la qualità dell'aria. Tra gli altri, si parla di:

- aria ambiente, aria presente nella troposfera¹¹ ad esclusione di quella presente nei luoghi di lavoro;
- valore limite dell'inquinante, il livello fissato in base alle conoscenze scientifiche al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti dannosi sulla salute umana;
- valore obiettivo dell'inquinante, il livello fissato a lungo termine al fine di evitare, prevenire o ridurre altri effetti dannosi sulla salute umana;
- soglia di allarme, il livello oltre il quale vi è un rischio per la salute umana;
- marginale di tolleranza, cioè la percentuale del valore limite nella cui misura tale limite può essere superato;
- agglomerato, zona del territorio nazionale con popolazione superiore a 250.000 abitanti o con una densità di popolazione per km² tale da rendere necessaria una valutazione dell'inquinamento;
- soglia di valutazione superiore, il livello al di sotto del quale le misurazioni possono essere combinate con le tecniche di modellizzazione;
- soglia di valutazione inferiore, il livello al di sotto del quale è consentito ricorrere soltanto alle tecniche di modellizzazione.

¹¹ Il primo strato dell'atmosfera, quello più vicino alla superficie terrestre, è chiamato troposfera. Comprende circa il 75% della massa dell'atmosfera e si estende fino a circa 15 chilometri di altezza.

Il decreto legislativo n. 351/99 è molto vago sulle tecniche di modellizzazione statistica da utilizzare e, pertanto, lascia ampio spazio al ricercatore sulle possibili scelte da effettuare.

Inoltre, l'art. 6 stabilisce che il monitoraggio della qualità dell'aria è obbligatorio nelle seguenti zone:

- agglomerati;
- zone dove, durante il periodo di osservazione, il livello sia compreso tra il valore limite e la soglia di valutazione superiore;
- altre zone dove vengono superati tali livelli.

Il regolamento attuativo del decreto legislativo n. 351/99, è il decreto ministeriale n. 60/2002 emanato dal Ministro dell'Ambiente di concerto con il Ministro della Salute. Tale regolamento definisce concretamente i valori limite, le soglie di allarme, il margine di tolleranza, la soglia di valutazione superiore ed inferiore, i criteri per la raccolta dei dati inerenti la qualità dell'aria per gli inquinanti che devono essere sottoposti a monitoraggio: biossido di zolfo, biossido di azoto, ossidi di azoto, materiale particolato, piombo, benzene e monossido di carbonio.

In questa sede si approfondiranno, in particolare, gli aspetti della norma inerenti i criteri di raccolta dei dati.

Nell'allegato VIII del DM vengono definiti i criteri per la localizzazione dei punti di campionamento, per la misurazione in siti fissi dei livelli degli inquinanti sotto investigazione. In particolare, con riferimento alla protezione della salute umana, il decreto ministeriale stabilisce che i punti di campionamento dovrebbero essere ubicati in modo da:

1. fornire dati sulle aree dove si raggiungono i più elevati livelli a cui è probabile la popolazione sia esposta;
2. fornire dati sulle altre zone, che sono rappresentativi dell'esposizione della popolazione in generale.

I punti di campionamento dovrebbero essere ubicati in modo tale che siano rappresentativi della qualità dell'aria in una zona relativa ad un intorno di superficie non inferiore a 200 m², in siti che vogliono rilevare lo stato dell'aria in zone con traffico, e non inferiore ad alcuni km² in siti di fondo urbano.

Con riferimento alla protezione degli ecosistemi, il decreto ministeriale stabilisce che i punti di campionamento dovrebbero essere localizzati a più di 20 km dagli agglomerati o a più di 5 km da aree edificate, impianti industriali o autostrade e dovrebbero essere rappresentativi di una area circostante di circa 1000 km².

Inoltre, la sonda per la rilevazione della qualità dell'aria deve essere libera da ostacoli, cioè non vi devono essere oggetti (edifici, alberi, balconi od altro) che possano disturbare il flusso dell'aria. Nel caso di punti di campionamento che riguardino zone di traffico, lo strumento di rilevazione, in generale, deve essere posto ad almeno 25 m di distanza dei grandi incroci e a più di 4 m di distanza dal centro della corsia di traffico più vicina; se si vuole monitorare il biossido di azoto e il monossido di carbonio lo strumento di rilevazione deve essere ubicato non oltre 5 m dal bordo stradale, mentre se si vuole osservare il materiale particolato, il piombo e il benzene, lo strumento di rilevazione deve essere localizzato in modo da risultare rappresentativo della qualità dell'aria sulla linea degli edifici.

Popolazione dell'agglomerato	Se i livelli superano la soglia di valutazione superiore¹²	Se i livelli massimi sono situati tra le soglie di valutazione inferiore e superiore	Solo per SO₂ (biossido di zolfo) e per NO₂ (biossido di azoto), negli agglomerati dove i livelli massimi sono al di sotto della soglia di valutazione inferiore
0-249.999	1	1	
250.000-499.999	2	1	1
500.000-749.999	2	1	1
750.000-999.999	3	1	1
1.000.000-1.449.999	4	2	1
1.500.000-1.999.999	5	2	1
2.000.000-2.749.999	6	3	2
2.750.000-3.749.000	7	3	2
3.750.000-4.749.999	8	4	2
4.750.000-5.999.999	9	4	2
>6.000.000	10	5	3

Tab. 5 - Numero minimo di punti di campionamento per il monitoraggio della qualità dell'aria per la protezione della salute umana

¹² Per l'NO₂, il materiale particolato e il benzene bisogna includere almeno un punto di campionamento di fondo urbano ed un punto orientato al traffico, sempre che ciò non comporti un aumento dei punti di campionamento.

L'allegato IX, invece, stabilisce il numero minimo di punti di campionamento per la misurazione in siti fissi dei livelli degli inquinanti. Con riferimento alle fonti diffuse, il numero minimo di punti di campionamento per il monitoraggio della qualità dell'aria si evince dalla Tabella 5.

Per valutare l'inquinamento nelle vicinanze di fonti puntuali, il D.M. n. 60/2002 fornisce solo criteri generici da tenere in considerazione per il posizionamento dei siti di campionamento (densità delle emissioni, potenziale esposizione della popolazione, probabile diffusione dell'inquinamento).

Per la protezione degli ecosistemi il numero minimo dei punti di campionamento, invece, si può evincere dalla seguente Tabella:

Se i livelli superano la soglia di valutazione superiore	Se i livelli massimi si situano tra le soglie di valutazione inferiore e superiore
1 punto di campionamento per 20.000 km ²	1 punto di campionamento per 40.000 km ²

Tab. 6 - Numero minimo dei punti di campionamento per il monitoraggio della qualità dell'aria per la protezione degli ecosistemi

Le stazioni di monitoraggio per la qualità dell'aria che sono state considerate rappresentative dall'APAT dell'inquinamento atmosferico a livello nazionale sono attualmente 277 e sono classificate, in accordo alla decisione n. 97/101/EC (*Exchange of Information*) e all'annesso tecnico contenuto nella decisione n. 2001/752/EC, per tipo di stazione e per tipo di zona. Per la classificazione delle stazioni si hanno a disposizione le quattro etichette: traffico, industriale, fondo urbano, sconosciuta; mentre per la classificazione delle zone si possono utilizzare le seguenti classi: urbana, suburbana, rurale e sconosciuta.

Gli indicatori che rilevano le emissioni nell'ambiente atmosferico di sostanze inquinanti sono, invece, calcolati per mezzo di opportuni processi di stima che si basano su fattori di emissioni e indicatori di attività. In generale, la metodologia di riferimento è quella indicata dal Progetto CORINAIR (*CooRdination Information AIR* 1999, 2003) dell'EEA che utilizza la classificazione per le sorgenti emmissive SNAP97 (*Selected*

Nomenclature for Air Pollution). Solo per la valutazione delle pressioni di gas-serra viene utilizzata la metodologia IPPC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*).

Il progetto CORINAIR è stato promosso e coordinato dalla Comunità Europea nell'ambito del programma sperimentale CORINE (*COoRdinated Information on the Environment in the European Community*), intrapreso dalla Commissione delle Comunità Europee in seguito alla decisione del Consiglio del 27 giugno 1985.

Il principale obiettivo della prima fase delle attività di tale progetto, al quale hanno partecipato tutti i Paesi membri della Comunità, è stato la realizzazione di un inventario prototipo delle emissioni di Ossidi di Zolfo (SO_x), Ossidi di Azoto (NO_x) e Composti Organici Volatili (COV) riferito all'anno 1985, da utilizzare come base scientifica per la scelta delle politiche ambientali in materia di inquinamento atmosferico.

L'inventario CORINAIR è una raccolta dei valori delle emissioni, disaggregati per attività (ad esempio, produzione di energia elettrica, trasporti), per unità territoriale (ad esempio, province, comuni), per unità di tempo (ad esempio, un anno, un mese, un'ora) per combustibile utilizzato (ad esempio, benzine, gasolio, metano), e per inquinante. Alla stima delle emissioni si perviene attraverso il censimento delle sorgenti di inquinamento. Un censimento di fonti di inquinamento atmosferico è una raccolta di informazioni (indicatori economici, demografici, produttivi, ecc) che consente di identificare, caratterizzare e, ove possibile, localizzare con precisione, le diverse sorgenti inquinanti presenti sul territorio a livello provinciale. La base temporale di aggiornamento è annuale per gli inventari a livello nazionale e quinquennale a livello provinciale.

Si ricorda che con il termine emissione inquinante si indica: "*una qualsiasi sostanza solida, liquida o gassosa che, proveniente da un impianto, produce inquinamento se introdotta in atmosfera*" (DPR del 24 maggio 1988, n. 203, art. 2, comma 4).

Una valutazione mediante monitoraggio continuo direttamente alla fonte di emissione è realizzabile solo per alcune categorie di sorgenti come, ad esempio, i grandi impianti di combustione. Altrimenti è necessario ricorrere a rilevazioni campionarie, spaziali e temporali, i cui oneri in termini di costo e/o tempo possono essere affrontati solo in casi particolari e/o situazioni locali.

In generale è più vantaggioso adottare metodologie di stima statistica delle emissioni, basate su conoscenze a priori del fenomeno e sull'utilizzo di indicatori statistici.

La stima delle emissioni nell'inventario provinciale CORINAIR viene così effettuata:

a) per le sorgenti diffuse (e per le sorgenti puntuali di minore peso) le emissioni, distinte per inquinante, sono stimate su base territoriale provinciale:

$$E_i/\text{anno} = A_i/\text{anno} * FE_i \quad (1)$$

dove:

E_i sono le emissioni dovute all'attività i ;

A_i è un indicatore dell'attività i (ad esempio, il consumo di combustibile, la quantità di energia prodotta, il numero di tonnellate di prodotto);

FE_i è il fattore di emissione per unità di attività i . Il fattore di emissione è un valore medio che lega la quantità di inquinante rilasciato in atmosfera con l'attività responsabile dell'emissione;

b) per le sorgenti puntuali più importanti, denominate LPS (*Large Point Sources*), le emissioni sono misurate direttamente oppure stimate secondo l'approccio precedente, utilizzando fattori specifici per la singola sorgente.

La stima complessiva delle emissioni (E_{tot}) su base territoriale è data dalla somma delle emissioni diffuse (E_{diff}) e di quelle puntuali (E_{punt}), per cui si ha:

$$E_{tot} = E_{diff} + E_{punt} \quad (2)$$

La realizzazione di un inventario delle emissioni a livello regionale è da considerarsi uno strumento indispensabile per la conoscenza del territorio, poiché ci fornisce una stima della distribuzione spaziale e dell'evoluzione temporale delle emissioni inquinanti. Rispetto ai risultati della prima indagine (vedi *Annuario dei dati ambientali*, 2002) è aumentato il numero delle regioni (ad esempio, il Lazio) che hanno predisposto la compilazione dell'inventario regionale, anche se rimane un certo numero di regioni che non si sono ancora, purtroppo, organizzate in tal senso. La situazione attuale degli inventari regionali per le immissioni inquinanti può essere riassunta dalla tabella 7 (APAT, 2004).

Regione	Tipo di inventario	Metodologia utilizzata	Anno di riferimento	Inquinanti considerati
Piemonte	Regionale	Metodologia CORINAIR 97	1997	SO _x , NO _x , CO, COVNM, PM10, CH ₄ , CO ₂ , N ₂ O, CFCs, POP, Diossine e Furani, HM, Benzene
Valle d'Aosta	Regionale	Metodologia CORINAIR 97	2000	SO _x , NO _x , COVNM, CO, PST
Lombardia	Regionale	Metodologia CORINAIR 97, IPCC	2001	SO _x , NO _x , NH ₃ , NMVOC, CO, PTS, PM10, CH ₄ , CO ₂ , N ₂ O, F-gas, Diossine, Metalli Pesanti
Trentino Alto Adige	Provinciale (Trento)	Metodologia CORINAIR 97	2000	SO _x , NO _x , CO, COVNM, HM
	Provinciale (Bolzano-Bozen)	Metodologia CORINAIR	2000	SO _x , NO _x , CO, COVNM, CH ₄ , CO ₂ , N ₂ O, IPA, Metalli Pesanti
Veneto	Provinciale (Venezia)	Metodologia CORINAIR 90	1998	SO _x , NO _x , CO, COVNM, NH ₃ , CH ₄ , CO ₂ , N ₂ O, HCH, PCP, HCB, HM, Benzene
Friuli Venezia Giulia	Regionale	Metodologia CORINAIR 90	1997	SO _x , NO _x , NH ₃ , CO, COVNM, CH ₄ , CO ₂ , N ₂ O, TRI, TCE, PCDD, HM, Benzene
Liguria	Regionale	Metodologia CORINAIR 97	2000	SO _x , NO _x , NH ₃ , CO, COVNM, PM10, CH ₄ , CO ₂ , N ₂ O, Metalli Pesanti
Emilia Romagna	Provinciale (Bologna)	Metodologia CORINAIR 90	1997	SO _x , NO _x , CO, PST, COVNM
	Provinciale (Modena)	Metodologia CORINAIR 97	2002	SO _x , NO _x , NH ₃ , NMVOC, CO, PTS, PM10, CH ₄ , CO ₂ , N ₂ O
Toscana	Regionale	Metodologia CORINAIR 97	2000	SO _x , NO _x , NH ₃ , NMVOC, CO, PM10, CH ₄ , CO ₂ , N ₂ O, TCM, TRI, TCE, IPA, HM, Benzene
Marche	Regionale (in fase di organizzazione)			
Lazio	Regionale	Metodologia CORINAIR	2000	SO _x , NO _x , CO, NMVOC, PTS
Umbria	Regionale (in fase di organizzazione)			
Abruzzo	Nessun inventario			
Molise	Regionale (in fase di organizzazione)			
Campania	Nessun inventario			
Caabria	Nessun inventario			
Basilicata	Regionale (in fase di organizzazione)			
Puglia				
Sicilia	Regionale (in fase di organizzazione)			
Sardegna	Provinciale (Cagliari)	Metodologia CORINAIR	2002	SO _x , NO _x , NH ₃ , NMVOC, CO, PTS, PM10, PM2.5, CH ₄ , CO ₂ , N ₂ O, F-gas, CFC, Diossine, Metalli Pesanti, POP

Fonte: APAT e CTN ACE

LEGENDA:

- Inquinanti tradizionali: SO_x (ossidi di zolfo); NO_x (ossidi di azoto); NH₃ (ammoniaca); COVNM (composti organici volatili non metanici); CH₄ (metano); CO (monossido di carbonio); PST (polveri sospese totali); PM10 (polveri fini); HM (metalli pesanti)
- Inquinanti effetto serra: CH₄ (metano); CO₂ (anidride carbonica); N₂O (protossido di azoto)
- Inquinanti organici persistenti: HCH (esaclorocicloesano); PCP (pentaclorofenolo); HCB (esaclorobenzene); TCM (tetraclorometano); TRI (tricloroetilene); PER (percloroetilene); TCE (tricloroetano); IPA (idrocarburi policiclici aromatici)
- Diossine e furani: PCDD (policlorodibenzodiossine); PCDF (policlorodibenzofurani)

Tab. 7 - Inventari locali di emissioni in atmosfera (tipologia e caratteristiche)

2.1.3 Rifiuti

Le informazioni statistiche sui rifiuti sono ottenute prevalentemente attraverso il Modello Unico di Dichiarazione Ambientale (MUD), come previsto dalla legge 25

gennaio 1994, n.70. Il decreto ministeriale n. 378 del 4 agosto 1998 prevede che tali elaborazioni statistiche siano di competenza dell'APAT in collaborazione con le Regioni. Sfruttando tali informazioni, vengono calcolati quasi tutti gli indicatori dell'annuario sul tema rifiuti (non utilizzano dati MUD solo gli indicatori per la produzione e la gestione degli imballaggi).

La prima rilevazione sistematica della produzione di rifiuti nel nostro Paese è stata effettuata a seguito della legge n. 475 del 1988. Tale norma istituì il Catasto Nazionale dei Rifiuti e stabilì che esso doveva essere alimentato da una indagine annuale a carattere censuario. L'indagine consisteva nell'invio di un questionario, denominato Denuncia Annuale, a tutti i soggetti tenuti alla dichiarazione, che dovevano obbligatoriamente compilarla e inviarla agli Enti Territoriali competenti (in genere, le Province).

La Denuncia Annuale subì diverse modifiche nel corso degli anni, per ovviare ad alcune carenze riscontrate in corso di prima applicazione e per adeguare l'indagine alle nuove direttive comunitarie in tema di rifiuti. Il processo di revisione della Denuncia Annuale si concretizzò soprattutto con la legge n. 70/1994. Tale norma revisionò in modo particolarmente radicale le rilevazioni sui rifiuti, poichè da un lato modificò la definizione dei soggetti tenuti alla risposta e dall'altro introdusse lo strumento di rilevazione tuttora utilizzato: il Modello Unico di Dichiarazione ambientale (MUD).

Le dichiarazioni MUD devono essere presentate dai produttori e gestori dei rifiuti delle Camere di Commercio che provvedono a trasmettere i dati alle Amministrazioni competenti quali Unioncamere, APAT, Regioni e Province. In particolare, i soggetti tenuti alla presentazione dei MUD, con cadenza annuale, sono i comuni e le unità locali. Sono esclusi dall'obbligo di presentazione del MUD: gli imprenditori agricoli con *“un volume di affari annuo non superiore a lire quindici milioni”* (cfr decreto legislativo n.22/97, pari a 7746,86 euro) e, limitatamente alla produzione di rifiuti non pericolosi, i piccoli imprenditori artigiani che non hanno più di tre dipendenti.

Pertanto, il MUD rappresenta la più articolata fonte di informazione in materia di rifiuti, consentendo con dettaglio nazionale, regionale, provinciale e comunale, un monitoraggio efficace sulla produzione e smaltimento dei rifiuti.

Il MUD è un questionario diversificato a seconda dei vari soggetti tenuti alla dichiarazione (produttori di rifiuti, gestori di impianti di recupero, di discariche, di altri

impianti di smaltimento; trasportatori; enti gestori dei rifiuti urbani: Comuni, Comunità Montane, Consorzi Intercomunali e Aziende; autorità portuali) e contiene sia informazioni anagrafiche sui rispondenti sia informazioni sulla quantità e la tipologia di rifiuti prodotti, trasportati, trattati o smaltiti. La classificazione utilizzata nella prima versione del MUD, impiegata negli anni 1996-1997, era quella prevista dal CIR (Catalogo Italiano Rifiuti).

Nel 1997 è stato emanato il decreto legislativo n.22, noto anche come Decreto Ronchi, che ha completamente riorganizzato tutta la normativa italiana riguardante i rifiuti.

Il Decreto Ronchi ha stabilito che la nomenclatura da adottare per la classificazione dei rifiuti deve essere quella prevista dal Catalogo Europeo dei Rifiuti (CER) (vedi allegato A del decreto legislativo n. 22/97), che suddivide i rifiuti sulla base della attività generatrice e delle caratteristiche del rifiuto.

Il Catalogo Europeo dei Rifiuti è un elenco armonizzato, non esaustivo, di rifiuti e sarà pertanto oggetto di periodica revisione. Utilizzando le parole del Decreto Ronchi: *“Il Catalogo vuole essere una nomenclatura di riferimento con una terminologia comune per tutta la Comunità allo scopo di migliorare tutte le attività connesse alla gestione dei rifiuti. A questo riguardo, il Catalogo Europeo dei Rifiuti dovrebbe diventare il riferimento di base del programma comunitario di statistiche sui rifiuti lanciato con la risoluzione del Consiglio, del 7 maggio 1990, sulla politica relativa alla gestione dei rifiuti”*.

L'art. 11 del Decreto Ronchi, inoltre, prevede la riorganizzazione del Catasto dei Rifiuti, poi successivamente regolamentato dal decreto n.372/98. Il Catasto dei Rifiuti ha l'obiettivo di assicurare un quadro conoscitivo completo e costantemente aggiornato, sulla base del sistema di raccolta dei dati di cui alla legge 25 gennaio 1994, n. 70, del tema ambientale rifiuti.

Il Catasto è articolato in una Sezione nazionale, che ha sede in Roma presso l'APAT, e in Sezioni regionali o delle Province autonome presso le corrispondenti ARPA e APPA.

Il Decreto Ronchi, infine, stabilisce che i dati provenienti dai MUD debbano alimentare il Catasto dei Rifiuti.

Entriamo ora nel dettaglio degli indicatori popolati dall'APAT.

I dati necessari per la costruzione degli indicatori per la produzione dei rifiuti provengono dalle dichiarazioni MUD integrate con rilevazioni *ad hoc*. Invece, i dati utilizzati per costruire gli indicatori per il monitoraggio della gestione dei rifiuti provengono ancora dalle dichiarazioni MUD, ma sono confrontati ed ampliati con quelli ricavati dalle autorizzazioni all'esercizio degli impianti di gestione dei rifiuti ai sensi degli artt. 27-28 del decreto legislativo n. 22/97.

Un discorso a parte va fatto per le fonti di dati riguardanti gli imballaggi e i rifiuti da imballaggi. Gli indicatori utilizzati per monitorare questi temi ambientali non vengono costruiti utilizzando dati provenienti dal MUD, ma la principale fonte di dati è rappresentata dalla comunicazione annuale che l'Italia presenta alla Commissione Europea ai sensi della decisione n. 97/138/CE del 3 febbraio 1997, nella quale vengono presentate le tabelle riassuntive inerenti la produzione e la gestione degli imballaggi. Tale documento è redatto dall'APAT e dall'ONR (Osservatorio Nazionale dei Rifiuti) e sfrutta indicazioni provenienti da tutti i soggetti coinvolti nel ciclo di gestione degli imballaggi (Consorzio Nazionale Imballaggi, Consorzi di filiera, Istituto Italiano Imballaggi, FISE). Le informazioni sono ricavate mediante stime delle quantità d'interesse (imballaggi prodotti e immessi al consumo, imballaggi recuperati) basate su dati di contabilità economica e su dati rilevati mediante indagini campionarie *ad hoc* presso le aziende del settore.

In ISTAT gli indicatori riguardanti il tema dei rifiuti vengono essenzialmente rilevati tramite l'indagine *Osservatorio ambientale sulle città*. Per gli aspetti generali riguardanti il disegno dell'indagine si rimanda al paragrafo 1.3. Per maggiori dettagli riguardanti il questionario tematico sui rifiuti si veda la Fig. 5.

RIFIUTI

Dati relativi al comune di

Anno di riferimento

1) Indicare la quantità di rifiuti urbani raccolti nel territorio comunale (*tonnellate*):

- Rifiuti indifferenziati t
 - Rifiuti differenziati t
- Totale** t

2) Indicare la quantità di rifiuti indifferenziati raccolti nel territorio comunale (*tonnellate*) per le seguenti tipologie di raccolta:

- In cassonetti e recipienti t
 - Ingombranti t
 - Spazzamento strade t
 - Altro t
- Totale** t

(segue)

3) Indicare la quantità di rifiuti differenziati raccolti (*tonnellate*), per tipologia di rifiuto:

Tipologia di rifiuto	Quantità raccolta
Raccolta multimateriale ³ (Vetro <input type="checkbox"/> Materie plastiche <input type="checkbox"/> Alluminio <input type="checkbox"/> Altro ⁴ <input type="checkbox"/>)	_ _ _ _ . _ _ _ _ . _ _ t
Carta e cartone	_|_|_|_|. |_|_|_|_|. |_|_| t
Vetro	_|_|_|_|. |_|_|_|_|. |_|_| t
Materie plastiche	_|_|_|_|. |_|_|_|_|. |_|_| t
Alluminio	_|_|_|_|. |_|_|_|_|. |_|_| t
Farmaci scaduti	_|_|_|_|. |_|_|_|_|. |_|_| t
Pile esauste	_|_|_|_|. |_|_|_|_|. |_|_| t
Tossici e/o infiammabili	_|_|_|_|. |_|_|_|_|. |_|_| t
Accumulatori al piombo	_|_|_|_|. |_|_|_|_|. |_|_| t
Rifiuto verde (sfalci di potatura, ecc.)	_|_|_|_|. |_|_|_|_|. |_|_| t
Rifiuti organici	_|_|_|_|. |_|_|_|_|. |_|_| t
Materiale ferroso	_|_|_|_|. |_|_|_|_|. |_|_| t
Legno	_|_|_|_|. |_|_|_|_|. |_|_| t
Altro (<i>specificare</i>)	
.....	_|_|_|_|. |_|_|_|_|. |_|_| t
.....	_|_|_|_|. |_|_|_|_|. |_|_| t
.....	_|_|_|_|. |_|_|_|_|. |_|_| t
.....	_|_|_|_|. |_|_|_|_|. |_|_| t
Totale	_|_|_|_|. |_|_|_|_|. |_|_| t

4) Indicare la percentuale di popolazione servita dalla raccolta differenziata: |_|_|_|_|. |_|_| %

³ Riportare in questa voce il complesso dei rifiuti derivanti da raccolta multimateriale solo nel caso in cui non siano disponibili i dati disaggregati, barrando le tipologie di rifiuto interessate. Nel caso si disponga di dati disaggregati, questi devono essere imputati separatamente alle corrispondenti tipologie di rifiuto.

⁴ Specificare eventualmente nella sezione "Chiarimenti".

(segue)

5) Indicare il numero e la portata (*in m³*) dei contenitori utilizzati per la raccolta di rifiuti urbani:

	<i>Numero</i>	<i>Portata complessiva</i>
• Contenitori per raccolta indifferenziata	|_|_|_|-|_|_|_|	|_|_|_|-|_|_|_| m ³
• Contenitori per raccolta differenziata	|_|_|_|-|_|_|_|	|_|_|_|-|_|_|_| m ³
• Altro (<i>specificare</i>)		
.....	|_|_|_|-|_|_|_|	|_|_|_|-|_|_|_| m ³
.....	|_|_|_|-|_|_|_|	|_|_|_|-|_|_|_| m ³
Totale	|_|_|_|-|_|_|_|	|_|_|_|-|_|_|_| m ³

6) Indicare il numero e la portata (*in tonnellate*) dei mezzi utilizzati per la raccolta dei rifiuti urbani e per lo spazzamento delle strade⁵:

	<i>Numero</i>	<i>Portata complessiva</i>
• Raccolta indifferenziata	|_|-|_|_|_|	|_|_|-|_|_|_|_|_| t
• Raccolta differenziata	|_|-|_|_|_|	|_|_|-|_|_|_|_|_| t
• Raccolta rifiuti ingombranti	|_|-|_|_|_|	|_|_|-|_|_|_|_|_| t
• Spazzamento delle strade	|_|-|_|_|_|	|_|_|-|_|_|_|_|_| t
Totale	|_|-|_|_|_|	|_|_|-|_|_|_|_|_| t

7) Indicare la forma giuridica dell'ente gestore del servizio di igiene ambientale del comune⁶:

- Comune
 - Consorzio di Comuni
 - Azienda speciale
 - Società per azioni a capitale pubblico, privato, misto
 - Altro (*specificare*)
-
-

⁵ Se lo stesso mezzo è utilizzato per più tipi di raccolta, riportarlo una sola volta e specificarlo nella sezione "Chiarimenti".

⁶ Specificare nella sezione "Chiarimenti" la denominazione, indirizzo e recapito telefonico del o dei gestori se diversi dal Comune.

(segue)

8) Indicare il numero di impianti utilizzati secondo le modalità di trattamento e di smaltimento ed il comune in cui sono localizzati:

	<i>Numero</i>	<i>Comune</i>	<i>Provincia</i>
• Discarica	□□
• Inceneritore	□□
• Compostaggio	□□
• Riciclaggio	□□
• Altro (<i>specificare</i>)			
.....	□□
.....	□□
.....	□□
Totale	□□		

9) Sono state realizzate campagne di sensibilizzazione per la raccolta differenziata? **SI** **NO**

(Se SI)
 Specificare quali:

.....

.....

.....

10) Indicare il numero di multe per violazione di igiene urbana elevate da agenti accertatori c/o vigili urbani per:

• Scarico abusivo	□□.□□□□
• Non corretto conferimento di rifiuti nei contenitori	□□.□□□□
• Deiezioni canine	□□.□□□□
• Altro (<i>specificare</i>)	□□.□□□□
.....	
.....	
.....	
Totale	□□.□□□□

Fig. 5 – Questionario tematico sui rifiuti dell’Osservatorio ambientale sulle città

2.2. Caratteristiche delle procedure di rilevazione

2.2.1 Acqua

Nel primo *Rapporto SINAnet sulle acque* (APAT, 2001) si legge: *“Il concetto di buono stato ambientale si riferisce ad un uso sostenibile delle risorse rinnovabili che garantisca acque di buona qualità per gli usi primari di consumo umano e per tutti gli usi civili e produttivi, assicurando nel contempo uno stato dei corpi idrici tale da favorire lo sviluppo dei naturali processi di autodepurazione e le capacità di sostenere ampie e ben diversificate comunità vegetali e animali”*.

E' evidente che per monitorare e tenere sotto controllo i livelli di qualità auspicati per i corpi idrici occorre raccogliere e integrare numerose informazioni–misure ambientali che possano concorrere ad una completa rappresentazione/interpretazione della qualità delle acque. Vi è dunque la necessità di una base informativa ricca e standardizzata, che presenti cioè caratteristiche di omogeneità nella copertura del territorio nazionale e nelle procedure di rilevazione di indici e indicatori ambientali.

La classificazione delle acque che emerge dalla normativa ambientale è, del resto, assai complessa e fa riferimento a categorie non del tutto separate/separabili. In particolare si distinguono, tra i corpi idrici attualmente sottoposti a monitoraggio e controllo:

- rispetto alla collocazione geologica:
 - acque superficiali;
 - acque marine;
 - acque sotterranee;
- rispetto agli utilizzi:
 - acque destinate a consumo umano;
 - acque di balneazione;
 - acque destinate all'irrigazione (nell'agricoltura);
 - acque di scarico.

Nelle sue ultime versioni, la stessa normativa ha però già in parte superato questa classificazione. L'impostazione concettuale alla base del decreto legislativo 152/99 e della direttiva quadro sulle acque 2000/60/CE richiede infatti che l'analisi e la rappresentazione dello stato delle risorse idriche siano fatte a livello di bacino per tutte le diverse tipologie di acque di pertinenza del bacino stesso, comprendendo anche i

corpi idrici sotterranei che interagiscono con quelli superficiali e le acque marine costiere influenzate dagli apporti del bacino stesso.

L'approccio al monitoraggio della qualità delle acque a livello di bacino idrografico consentirà in futuro una comprensione migliore e più attinente alla realtà dei fenomeni di inquinamento, nonché l'esame delle interazioni tra i diversi corpi idrici, valutando nel suo complesso buona parte del ciclo delle acque.

Il traguardo da raggiungere è allora la "rete nazionale di monitoraggio e controllo sulle acque" auspicata dalla stessa APAT; una *rete* il cui stato di realizzazione è ad oggi ancora in fase iniziale.

Infatti, in contrasto con quello che avviene, ad esempio, per il monitoraggio atmosferico, per i dati sulla qualità delle acque si riscontra una notevole frammentarietà e diversificazione delle informazioni raccolte e ciò prevalentemente a causa della eterogeneità delle finalità perseguite dalle campagne di rilevazione.

Assai variegato appare poi il complesso degli enti che hanno giurisdizione sui diversi corpi idrici e competenze di monitoraggio e controllo della qualità delle acque (Ministero dell'Ambiente, Ministero della Sanità, Regioni, ARPA/APPA, Autorità di Bacino, Comuni, Enti gestori degli acquedotti, AUSSL).

La disomogeneità delle finalità perseguite attraverso le procedure di monitoraggio e controllo fa sì che non si possa quindi in realtà parlare di una vera e propria *rete* di monitoraggio della qualità delle acque, anche se relativamente a specifici corpi idrici e a finalità precise si rilevano elementi di omogeneità del piano di indagine condivisi sull'intero territorio nazionale.

2.2.2 Aria

Le problematiche riguardanti l'aria riguardano diverse scale spaziali e temporali. A puro titolo di esempio, l'inquinamento da benzene e da monossido di carbonio in ambiente urbano ha una importanza quasi esclusivamente di tipo locale ed il suo processo di diffusione si sviluppa da pochi minuti fino a qualche ora. Invece, gli effetti delle emissioni di sostanze acidificanti hanno un carattere transfrontaliero, quindi di estensione in genere continentale. Hanno, infine, una rilevanza globale le emissioni di sostanze che contribuiscono ai cambiamenti climatici e alle variazioni dello strato di ozono stratosferico.

Gli indicatori che vengono calcolati, in particolare dall'APAT, riguardano le emissioni atmosferiche e il monitoraggio della qualità dell'aria.

La quantificazione delle emissioni, la loro distribuzione settoriale e l'evoluzione temporale derivano da processi di stima (metodologia IPPC e CORINAIR, cfr. il paragrafo 2.1.2); mentre i livelli di concentrazione degli inquinanti nell'aria ambiente (stato della qualità dell'aria) derivano da misure raccolte da diversi soggetti sia pubblici sia privati.

L'obiettivo che si vuole perseguire è quello di definire un sistema tanto più armonizzato nella raccolta, produzione e diffusione di informazioni sull'aria per tentare una riduzione delle sostenze inquinanti in atmosfera.

I metodi utilizzati per la valutazione delle emissioni in atmosfera sono sufficientemente omogenei ed è disponibile su Internet la serie storica di tali informazioni dal 1980 al 1999 (www.sinanet.apat.it/aree/atmosfera/emissioni/SSStoriche/default.asp).

Nell'edizione 2002 dell'*Annuario dei dati ambientali* gli indicatori per la qualità dell'aria non sono stati valutati per la qualità delle informazioni fornite, a causa della complessità dei processi di controllo della qualità delle reti di rilevamento e della loro disomogeneità nelle diverse regioni.

Per risolvere tali problematiche sono state avviate dall'APAT ed, in particolare, dal CTN ACE alcune iniziative. Tra queste è necessario evidenziare la pubblicazione di un manuale di qualità che ha definito il sistema di gestione della rete di rilevamento (APAT – CTN ACE, 2002).

Gli obiettivi di qualità dei dati sull'aria devono soddisfare almeno i primi tre dei seguenti requisiti:

- ☐ accuratezza;
- ☐ precisione;
- ☐ completezza;
- ☐ copertura temporale;
- ☐ correttezza in media;
- ☐ rappresentatività;
- ☐ comparabilità.

Il processo di rilevazione dei dati può essere schematizzato con il diagramma della Fig. 6. Senza entrare nel dettaglio dei metodi utilizzati per la rilevazione (cfr paragrafo 2.1.2), in questa sezione ci soffermeremo in particolare sulla validazione del dato.

La validazione è l'insieme delle attività di controllo eseguite su tutti i valori numerici dei dati rilevati dalla rete di monitoraggio che permettono di verificarne l'attendibilità e prevenire l'archiviazione di dati non validi.

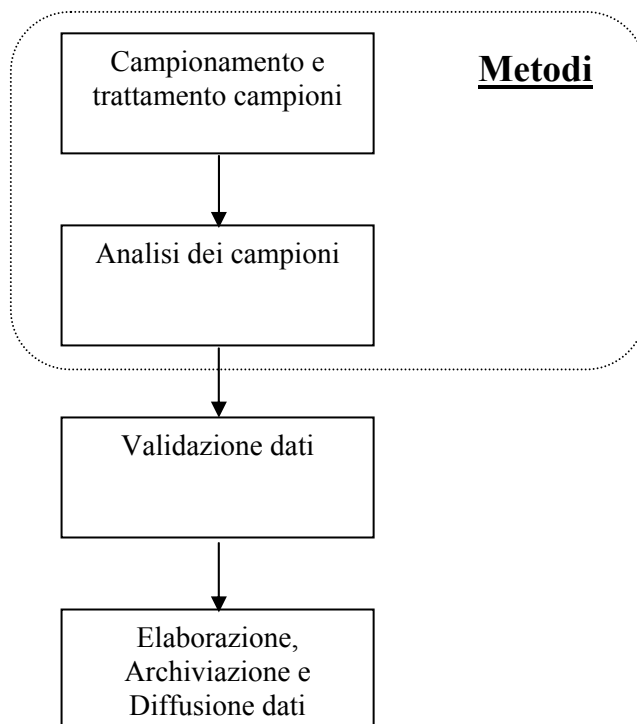


Fig. 6 – Processo di rilevazione dei dati sull'aria

Per l'identificazione dei dati non validi (per strumenti fuori servizio o in fase di taratura, manutenzione), anomali o fuori dalla norma (anche in considerazione di una data situazione meteorologica) è necessaria la collaborazione tra il responsabile della validazione, il meteorologo e i responsabili tecnico, di taratura, di manutenzione.

Il dato prodotto dall'analizzatore viene acquisito e pre-elaborato dal calcolatore di stazione che provvede a ricavare le medie temporali richieste a partire dai dati elementari/istantanei, nonché ad eseguire una prima validazione oggettiva basata sulla quantità di dati elementari presenti per considerare rappresentativa la media. Il calcolatore di stazione deve essere in grado di immagazzinare e conservare per un certo

periodo di tempo i dati acquisiti, per permettere il loro recupero in seguito ad un eventuale guasto nelle linee di trasmissione o al Centro Operativo.

Nell'ambito del Sistema di Gestione le non Conformità rivestono un ruolo fondamentale.

Il termine non conformità deve essere riferito al non soddisfacimento di requisiti che hanno influenza sulla qualità del dato in modo diretto o indiretto e cioè relativi in particolare a:

- ☐ servizio erogato;
- ☐ risorse materiali quali stazioni, apparecchiature, software;
- ☐ risorse umane;
- ☐ altri elementi del Sistema di Gestione (struttura organizzativa, responsabilità, procedure, etc.).

Le non conformità ed i reclami vengono trattati nel rispetto di uno schema generalmente articolato nelle seguenti attività:

- ☐ identificazione della non conformità;
- ☐ esclusione dal processo ed eventuale eliminazione del prodotto/apparecchiatura non conforme;
- ☐ registrazione della non conformità del reclamo;
- ☐ analisi della non conformità, valutazione e definizione della proposta di intervento;
- ☐ approvazione della proposta di intervento;
- ☐ attuazione dell'intervento;
- ☐ verifica dell'intervento.

Questo processo di omogeneizzazione delle procedure per le reti di rilevamento della qualità dell'aria ha consentito all'APAT di produrre le prime valutazioni in termini di qualità delle informazioni per gli indicatori pubblicati nell'edizione 2003 dell'annuario.

Per ciò che concerne la copertura spaziale delle informazioni, bisogna osservare che, a tutt'oggi, sono presenti alcune lacune nella copertura del territorio nazionale, in particolare dell'Italia meridionale e insulare.

Infatti, la distribuzione delle stazioni di rilevamento per il monitoraggio della qualità dell'aria non è omogenea sul territorio nazionale. Se consideriamo le 884 stazioni censite sul territorio nazionale, si osserva che la copertura dell'Italia del nord

rappresenta circa il 63% delle stazioni di monitoraggio, permettendo quindi in genere di soddisfare le esigenze conoscitive, invece, nel centro e nell'Italia meridionale e insulare, (rispettivamente il 19% e il 18% delle stazioni di monitoraggio), permangono spazi del territorio privi di stazioni (vedi Fig. 7).

Si ricorda, peraltro, che la trasmissione dei dati sulla qualità dell'aria alla Commissione Europea e all'Agenzia Europea dell'Ambiente, è stata effettuata, in via prioritaria, solo per un sottoinsieme delle stazioni di misura di cui sopra. Le stazioni sono state selezionate per l'affidabilità e la completezza dei dati e, se possibile, la disponibilità di serie storiche che consentano di ricostruire l'andamento temporale delle concentrazioni degli inquinanti.

Attualmente viene considerato un insieme di 277 stazioni, che può essere aggiornato e integrato su base annuale (vedi Tab. 8).

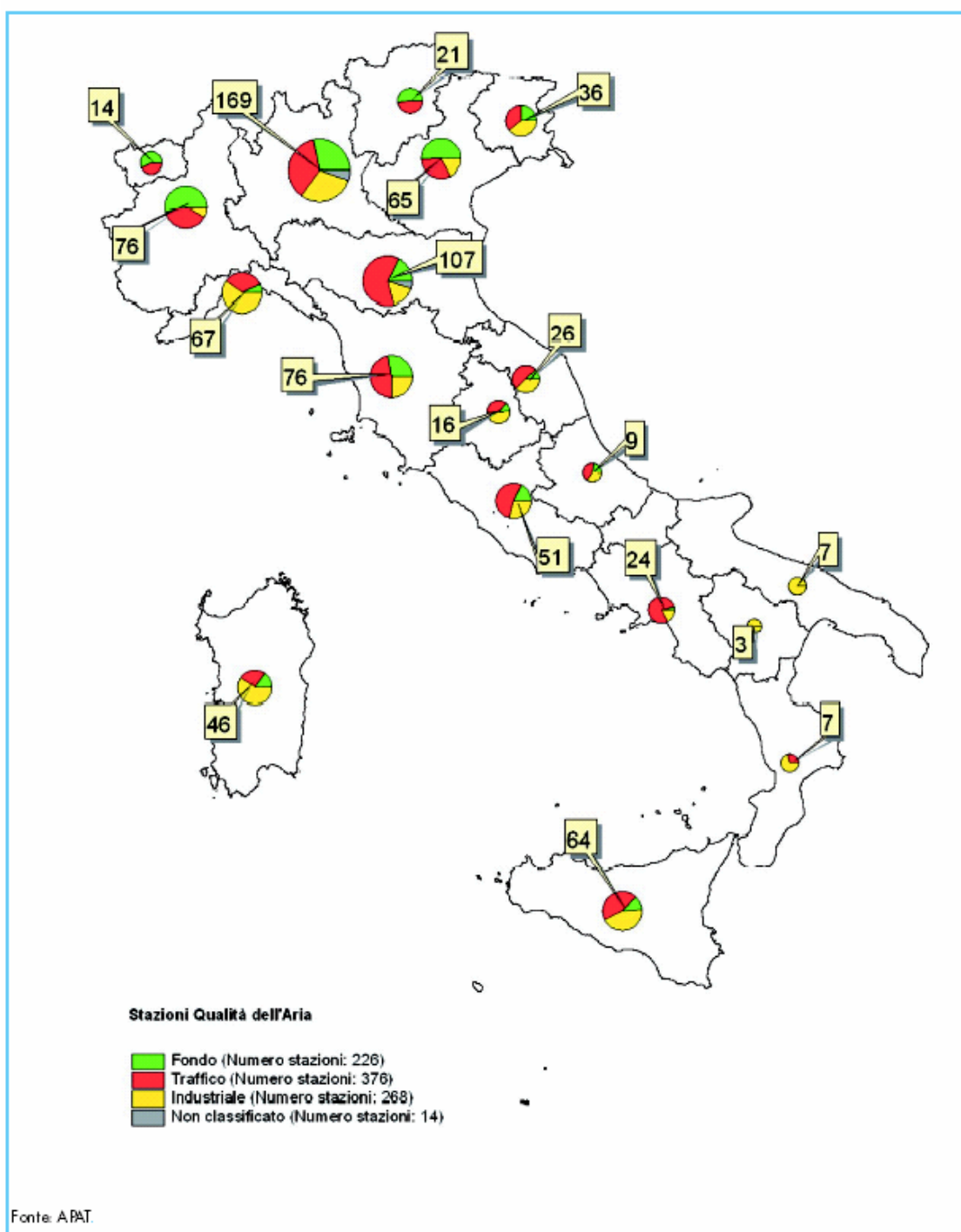


Fig. 7 – Stazioni di rilevamento della qualità dell’aria: disaggregazione per regione e suddivisione percentuale per tipologia di stazione (numero totale stazioni: 884) – Anno 2002

Tipo zona	Urbana					Suburbana					Rurale					N.C.					TOT
	A	B	C	D	Totale	A	B	C	D	Totale	A	B	C	D	Totale	A	B	C	D	Totale	
Tipo stazione																					
Regione																					
Piemonte	4	2	-	-	6	1	4	-	-	5	-	1	-	-	1	-	-	3	-	3	15
Valle d'Aosta	1	-	-	-	1	-	1	-	-	1	-	2	-	-	2	-	-	-	-	-	4
Lombardia	9	4	-	-	13	-	6	1	-	7	-	9	3	-	12	-	-	1	-	1	33
Trentino Alto Adige	2	3	-	-	5	1	2	-	-	3	-	2	-	-	2	-	-	-	-	-	10
Veneto	4	3	-	-	7	-	4	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	7	-	7	18
Friuli Venezia Giulia	4	-	-	-	4	-	1	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6
Liguria	7	1	1	7	9	1	1	-	-	2	-	1	-	-	1	-	-	15	-	15	27
Emilia Romagna	21	3	-	-	24	-	3	1	-	4	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	29
Toscana	4	2	-	-	6	-	1	2	-	3	-	2	-	-	2	-	-	-	-	-	11
Marche	1	-	-	-	1	1	-	4	-	5	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	7
Umbria	2	1	-	-	3	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
Lazio	11	1	5	-	17	1	1	5	-	7	-	4	1	-	5	-	-	-	-	-	29
Abruzzo	4	-	-	-	4	-	2	1	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7
Campania	9	-	-	-	9	4	1	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	4	-	4	18
Puglia	-	-	-	-	-	-	-	4	-	4	-	-	3	-	3	-	-	-	-	-	7
Basilicata	-	-	1	-	1	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
Calabria	-	-	-	-	-	-	-	5	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
Sicilia	11	-	3	-	14	1	2	2	-	5	-	1	-	-	1	-	-	11	-	11	31
Sardegna	3	-	1	-	4	1	-	8	-	9	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	14
ITALIA	97	20	11	7	128	12	29	35	0	76	0	24	8	0	32	0	0	41	0	41	277

**Legenda per
Tipo stazione**

A = Traffico
B = Fondo
C = Industriale
D = Non Classificata

Tab. 8 - Stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria appartenenti alla nazionale classificate per regione, per tipo di zona e di stazione - febbraio 2003 (Fonte: APAT)

2.2.3 Rifiuti

In linea teorica il tema "Rifiuti" dovrebbe essere, fra i tre affrontati in questo progetto, quello caratterizzato da un miglior livello di unificazione ed armonizzazione degli strumenti di rilevazione. Infatti:

1. gran parte dei dati concernenti i rifiuti, fatta eccezione per gli imballaggi e i rifiuti da imballaggi, sono rilevati (vedi par. 2.1.3), mediante la stessa procedura: l'indagine censuaria sui rifiuti imperniata sul MUD (Modello di Dichiarazione Unica ambientale);
2. l'indagine è annuale ed estesa a tutto il territorio nazionale, garantendo una copertura completa spaziale e temporale;
3. la classificazione merceologica dei rifiuti ha raggiunto ormai un elevato livello di standardizzazione; a tale obiettivo ha dato un contributo essenziale l'Unione Europea, che è giunta ad una classificazione condivisa, denominata C.E.R. (Classificazione Europea dei Rifiuti), adottata dall'Italia, con il D.L. 22/97, a partire dal MUD 1998;
4. i dati prodotti da questo strumento trovano una organizzazione sistematica in un'unica base di dati, il Catasto Nazionale dei Rifiuti, con procedure standardizzate di bonifica e controllo di qualità.

Il quadro normativo, e le procedure di rilevazione e organizzazione dei dati da esso derivate, dovrebbero quindi permettere, nel caso dei rifiuti, un alto grado di confrontabilità e di omogeneità delle informazioni nel tempo e nel territorio nazionale, offrendo le premesse per un utilizzo sofisticato dei dati statistici per la conoscenza, il monitoraggio e il supporto alla decisione ambientale in questo settore. La realtà, purtroppo, è più complessa; nonostante il patrimonio informativo sui rifiuti sia oggi imponente, e la sua gestione sia migliorata negli ultimi anni, rimangono alcuni aspetti critici, che rischiano di ridurre seriamente le potenzialità offerte dall'unitarietà della procedura di rilevazione ed archiviazione, e che vengono illustrati nel seguito.

Copertura dell'universo

L'indagine sui rifiuti basata sul MUD è esaustiva con obbligo di risposta. In realtà, vi sono almeno due ragioni per cui la copertura dell'universo è solo parziale: la non risposta e le esclusioni previste dalle normative stesse.

Per ciò che riguarda il primo aspetto, la carenza di controlli e la sostanziale assenza di sanzioni per i non rispondenti fanno sì che il tasso di risposta sia generalmente insoddisfacente, soprattutto per ciò che riguarda i rifiuti speciali, cioè quelli prodotti da aziende industriali e artigianali. E' difficile valutare con precisione la dimensione del problema, perchè nessuna fonte tra quelle consultate dal gruppo di lavoro riporta esplicitamente questa informazione fondamentale: indizio questo di una certa sottovalutazione del problema, che traspare in tutte le pubblicazioni dell'APAT sull'argomento. Tuttavia, sulla base delle informazioni disponibili, in particolare nel Cap. 4 di ANPA(2001), riferite ai rifiuti speciali, è possibile desumere che il tasso di risposta si aggiri intorno al 50% su base nazionale, probabilmente con notevoli differenze fra settori di attività economica e aree del Paese. Alla luce di queste indicazioni, appare scarsamente giustificata l'affermazione (ANPA, 2001, p.320) secondo cui il MUD *"si può ritenere un idoneo strumento conoscitivo; resta il problema di migliorare la qualità intrinseca"*.

Per quanto concerne il secondo aspetto, va ricordato quanto detto al Par. 2.2.3: con il D.L. 22/97, sono escluse dall'obbligo di dichiarazione le imprese artigiane con meno di tre dipendenti e le aziende agricole che non producono rifiuti pericolosi. Dal lato della tipologia di rifiuti, sono esclusi dall'obbligo di dichiarazione i veicoli a motore, i rifiuti sanitari non pericolosi, i rifiuti da attività agricole e agroindustriali, i rifiuti provenienti da attività di demolizione e costruzione. Se alcune di queste esclusioni non appaiono tali da inficiare la validità dell'indagine, altre possono avere conseguenze rilevanti: in particolare, va ricordato a questo proposito che circa 2/3 delle aziende italiane ha meno di tre dipendenti e che, pur non essendo usualmente classificabili fra i pericolosi, i rifiuti inerti da demolizione e costruzione rappresentano, in peso e volume, una quota consistente del totale dei rifiuti speciali.

Integrazione con altre fonti di dati

Il Catasto Nazionale dei Rifiuti, alimentato dalle dichiarazioni rese mediante il MUD dai soggetti tenuti alla dichiarazione, oltre ad essere gravato dalle incompletezze sopra citate, soffre di un sistematico ritardo nella disponibilità dei dati definitivi, valutabile in circa tre anni. Per questi motivi, l'APAT è costretta a ricorrere all'integrazione dei dati con altre fonti e, nel caso di mancanza totale del dato, con stime. Il ricorso a fonti esterne per l'integrazione del Catasto Rifiuti riguarda in modo particolare i rifiuti urbani, per i quali questa componente è divenuta sempre più consistente, arrivando ad essere predominante negli ultimi due anni (si vedano APAT-ONR, 2002; APAT-ONR, 2003). Le fonti esterne sono per lo più di carattere amministrativo: documentazioni riguardanti le procedure autorizzative per la realizzazione e la gestione degli impianti e servizi di smaltimento e dati rilevati da soggetti pubblici e privati che, a vario titolo, dispongono di informazioni sulla gestione dei rifiuti: ARPA, Regioni, Provincie, Commissari Straordinari per l'emergenza rifiuti delle Regioni Puglia, Campania, Calabria, Sicilia, Osservatori Provinciali sui rifiuti, Consorzi di filiera, Federambiente, FISE.

Se da un lato questo ricorso ha permesso di arricchire e integrare in misura decisiva il Catasto Rifiuti, è evidente che esso ha anche immesso forti componenti di eterogeneità nei livelli di qualità dei dati, anche tenuto conto del fatto che le informazioni di base rispondono più a criteri di rilevanza amministrativa che statistica e che i soggetti detentori di tali informazioni presentano livelli di efficienza nella gestione dei dati molto diversificati. Un esempio, peraltro in positivo, di questa eterogeneità è rappresentato dall'avvicinamento degli indicatori sulla produzione di rifiuti urbani da parte delle regioni del Sud a quelle del Centro-Nord che si è registrato da quando, per alcune importanti regioni meridionali, buona parte dei dati in questo ambito sono stati forniti dai Commissari Straordinari per l'emergenza rifiuti invece che dal MUD e dagli Enti Locali.

Copertura temporale

La rilevazione sistematica di dati sui rifiuti è iniziata nel 1996, ma come si è visto al par. 2.1.3 vi sono state numerose modifiche negli strumenti di rilevazione (in particolare con l'introduzione del MUD nel 1994 e con il passaggio alla classificazione CER nel 1998), nella definizione dei soggetti tenuti alla risposta e nella tipologia di rifiuti da

dichiarare, che rendono difficile la ricostruzione di serie storiche affidabili delle variabili rilevate. In pratica, la serie storica disponibile si limita al triennio 1999-2001, periodo nel quale lo strumento di rilevazione (con il rilascio della versione del MUD tuttora in vigore con il DPCM 31.3.1999) e l'universo dei soggetti tenuti alla risposta sono rimasti ragionevolmente stabili.

Copertura spaziale

Come si è detto, l'indagine annuale basata sul MUD copre l'intero territorio nazionale. Tuttavia, la necessità di integrare i dati del Catasto Rifiuti con fonti alternative, e i differenti tassi di risposta che si registrano in parti diverse del Paese, fanno sì che vi sia comunque un livello disomogeneo di qualità dei dati in differenti aree. Anche in questo caso, l'assenza di informazioni dettagliate sui tassi di risposta rende difficile una quantificazione di queste disomogeneità, tuttavia qualche indizio indiretto è reperibile nelle statistiche disaggregate a livello regionale pubblicate dall'APAT. In particolare, appare sospetto il livello di variabilità che si verifica per alcuni indicatori. Ad esempio, nel 2000, a fronte di una media nazionale di 501 kg/abitante di produzione di rifiuti urbani, i massimi (632 per l'Emilia Romagna e 622 per la Toscana) e i minimi (356 per la Basilicata e 376 per la Calabria) appaiono difficilmente motivati da reali differenze nei livelli e stili di consumo delle famiglie, anche tenendo conto delle quantità registrate in regioni simili per caratteristiche socio-economiche (470 per il Veneto e 513 per la Sicilia). Ancora, per ciò che riguarda la produzione di rifiuti speciali, provenienti cioè dalle attività produttive, sembra difficilmente spiegabile in termini di tessuto industriale e di dimensione produttiva il dato della Sardegna che, sempre nell'anno 2000, fa registrare una quantità di rifiuti speciali non pericolosi pari a 2.134.696 t/anno, superiore a quello del Lazio, della Campania e della Sicilia. Sorge il dubbio che almeno parte di questi scostamenti sia invece imputabile ad un diverso livello di qualità dell'indagine, sia in termini di diversificati livelli di tasso di risposta e di accuratezza delle dichiarazioni, sia in termini di qualità delle fonti di integrazione.

2.3. Disegni di campionamento spaziale

2.3.1 Introduzione

Nella maggior parte delle circostanze esaminate nei capitoli precedenti del presente rapporto, la raccolta dei dati ambientali con riferimento ai vari media (aria, acqua e rifiuti), non presenta a livello nazionale una adeguata copertura spaziale al dettaglio che sarebbe necessario. In effetti, allo stato attuale, in Italia la raccolta dei dati spaziali non segue, di norma, un rigoroso disegno statistico, piuttosto le località ove il fenomeno viene osservato vengono selezionate basandosi su considerazioni di tipo pratico (che possono differire, tra l'altro, da indagine ad indagine), quali, ad esempio, la disponibilità dello spazio fisico dove allocare una centralina, la prossimità a luoghi di interesse (quali un ospedale, un incrocio stradale particolarmente trafficato, la foce di un fiume), soggetti ai vincoli legislativi (ad esempio, per la rilevazione dell'aria, si veda i vincoli posti dal D. M. 20/1991 citato nel precedente paragrafo 2.1.2. ed i commenti ivi riportati).

Nell'esaminare le varie procedure di campionamento che possono essere poste in atto a tal fine, occorre distinguere, in via preliminare, il caso della rilevazione dell'aria e dell'acqua da quello della rilevazione dei rifiuti. Infatti nel primo caso i fenomeni sono distribuiti in forma essenzialmente continua nello spazio e possono essere rilevati solo attraverso indagini di tipo campionario (si vedano i capp. 2.1.1 e 2.1.2). Nel secondo caso, invece, i rifiuti sono distribuiti in forma discreta nello spazio e le rilevazioni si riferiscono per lo più ad indagini di tipo censuario, pur soggette ad imprecisioni ed incompletezze (si veda il cap. 2.1.3). Ne segue che le osservazioni contenute nella presente sezione, pur presentando caratteristiche di generalità, si riferiscono essenzialmente ai problemi di raccolta dati relativi all'atmosfera ed all'idrosfera.

Il problema della allocazione ottima delle unità campionarie nello spazio non è nuovo nella letteratura statistica. Tuttavia, accanto alle tradizionali soluzioni basate sugli schemi *casuale semplice* e *sistematico*, in anni recenti sono state suggerite numerose alternative, e sono state proposte tecniche di campionamento spaziale le quali consentono di massimizzare la efficienza degli stimatori a parità di numerosità campionaria, ovvero di ridurre la numerosità campionaria senza perdere in efficienza.

Molte di tali tecniche sono attualmente utilizzate di *routine* dalle Agenzie di Protezione Ambientale di diversi paesi per produrre mappe sullo stato di salute dei vari

media ambientali. Esse sono utilizzate, ad esempio, dall'*Environmental Protection Agency* Statunitense (www.epa.gov/). Si veda anche Sampson *et al.*, 2001), dal *Department of Environmental Protection* Australiano (www.environment.wa.gov.au/) e dal *Ministry of Environment and Forest* del Governo Indiano (envfor.nic.in/). Per tale ragione si è ritenuto di dover dedicare la presente sezione ad una rapida rassegna di alcune di queste tecniche.

2.3.2 Sviluppi storici del problema del campionamento spaziale

La applicazione della teoria del campionamento statistico a problemi relativi a fenomeni ambientali distribuiti nello spazio ha una lunga tradizione che data ai contributi di Hasel (1938) e Mahalanobis (1940). Dieci anni dopo Matern (1947) e Finney (1948, 1950, 1953) discussero la efficienza relativa del campionamento casuale semplice rispetto al campionamento sistematico nei problemi di stime agricole e forestali. In questi anni si trovano in letteratura anche numerosi contributi matematici al problema. Cochran (1946) presenta il problema dal punto di vista unidimensionale mentre Quenouille (1949) e Ghosh (1949) lo generalizzano al caso di due dimensioni. Negli anni cinquanta Das (1950), Milne (1959) e Williams (1956) trattano in particolare il caso del campionamento casuale semplice e del campionamento sistematico e derivano le proprietà di questi due disegni nel caso spaziale. Appartiene anche a questi anni la prova matematica che il campionamento sistematico produce stimatori migliori di quello casuale semplice in termini di varianza dell'errore della media campionaria (Zubrzycki, 1958).

Un drastico cambiamento nella direzione degli studi si realizza successivamente alla formalizzazione dei campi aleatori pluridimensionali ad opera di Yaglom (1957, 1961, 1962) di Matern (1960, 1986) e di Whittle (1954, 1963), e dell'approccio cosiddetto "geostatistico" da parte di Krige (1951) e Matheron (1962, 1963, 1965). Negli anni '70 ed '80 si assiste a numerosi contributi nell'ambito del campionamento spaziale relativo a problemi ambientali, agricoli e a molti altri campi applicati quali, ad esempio, le ricerche minerarie, la geografia fisica, la meteorologia e le scienze ideologiche. Una preziosa fonte di letteratura in questo ambito è contenuta in Barnes (1989). Holmes (1970) esamina il problema del campionamento spaziale con applicazioni alla geografia, Payandeh (1970) con riferimento agli inventari forestali, Viera et al. (1981) discutono le

applicazioni alle scienze della terra. Una vastissima letteratura può essere trovata, in particolare, relativamente agli studi idrologici (si veda Rodriguez-Iturbe e Mejia, 1974; Bras e Rodriguez-Iturbe, 1976; Bras e Colon, 1978; ed il numero speciale della rivista *Water Resources Research*, 1979).

Nonostante l'ammontare di lavori pubblicati sull'argomento l'idea di includere informazioni relative al contesto geografico nei disegni campionari relativi a fenomeni spazialmente distribuiti è solo molto recente. I contributi principali in tale ambito saranno presentati nei prossimi paragrafi distinguendo le tecniche che non usano il contesto (capitolo 2.2.3) da quelle che usano il contesto (cap. 2.2.4) e tra queste ultime le tecniche di tipo probabilistico (2.2.4.1) da quelle di tipo non probabilistico (cap. 2.2.4.2).

2.3.3 Soluzioni tradizionali al problema del campionamento spaziale

I libri di testo di campionamento (ad esempio Hansen et al, 1960; Kish, 1965; Mailing, 1989; Webster e Oliver, 1990) tradizionalmente descrivono varie tecniche campionarie per la raccolta di dati spaziali. Una prima distinzione può essere effettuata tra disegni di tipo probabilistico (quali il criterio casuale semplice, il criterio casuale stratificato, il campionamento a due o più stadi etc.) e disegni di tipo non-probabilistico quale ad esempio il campionamento sistematico. Inoltre possono essere considerate strategie miste quali ad esempio il criterio sistematico non allineato (Webster e Oliver, 1990; Ripley, 1981)

Nell'adottare tali strategie la selezione delle unità areali è effettuata come se il processo generatore dei dati sottostante i valori osservati fosse costituito da una sequenza di variabili aleatorie indipendenti. Tuttavia una caratteristica peculiare dei dati spaziali è proprio quella di presentare un certo grado di somiglianza legata alla prossimità geografica, un problema pienamente riconosciuto allo stadio dell'analisi dei dati e della costruzione di modelli interpretativi (Cliff e Ord, 1981; Ripley, 1981). La dipendenza spaziale implica che "data of geographic units are tied together like bunches of grape, not separate like balls in an urn" (Stephan, 1934) così che essi non possono essere pensati come generati casualmente dal classico modello dell'urna: il processo di generazione dei dati sarà nella maggior parte dei casi costituito da una sequenza di variabili casuali non indipendentemente ed identicamente distribuite.

Dato che negli studi geografici "adjacent units are often more alike than units that are far apart" (Cochrane, 1963; p.96), è intuitivamente chiaro che, se abbiamo una qualche nozione della struttura di correlazione spaziale che sottostà il fenomeno spaziale che deve essere indagato, sarebbe desiderabile sfruttare tale informazione nella fase di definizione del disegno campionario. In tal modo si potrebbe evitare di duplicare l'informazione parzialmente già contenuta in località già osservate, e si potrebbe dunque economizzare in termini di costi campionari senza peggiorare l'accuratezza degli stimatori.

Un simile problema è riconosciuto, ad esempio, da Smartt e Grainger (1974), i quali, commentando la accuratezza delle varie tecniche di campionamento areale nelle indagini relative alla vegetazione, ammettono che "...stratification guards to some extent against any marked clustering of samples..". E, più avanti, "[..using systematic unaligned sampling..] although some sample clusters may be formed between neighbouring strata, the system is such that this is likely to be rare" (si veda la citazione in Mailing, 1989; p.141).

Tali osservazioni giustificano l'interesse, registrato di recente nella letteratura, per l'introduzione di informazioni relative alla prossimità geografica (informazioni *contestuali*) nella definizione di rigorosi disegni campionari nelle indagini relative al territorio.

2.3.4 L'uso delle informazioni contestuali nel campionamento spaziale

2.3.4.1 Disegni probabilistici

L'idea di considerare la struttura di dipendenza di processi spaziali in un piano di campionamento probabilistico è stata considerata per la prima volta nella letteratura da Hedayat et al. (1988). Gli autori considerano il caso di informazioni disposte su una linea ("*time-like*") proponendo la tecnica denominata BSEC (*Balanced Sampling design Excluding Continuous units*) attraverso la quale la probabilità di estrarre due unità geograficamente adiacenti è posta per definizione uguale a zero.

Arbia (1990b, 1991a, 1993) propone un disegno campionario (denominato DUST da *Depending areal Units Sequential Technique*) che considera esplicitamente le proprietà di correlazione spaziale della variabile studiata. L'idea base è così descritta: "What would you do if you were in a dark room with s candles? You probably would light the

first candle in a random point of the room, but then you would find it convenient to light the second candle somewhere further away from the first. How far it depends on the luminosity of the first candle: the stronger the light the further can be located the second candle. You then light the third candle far from the first two and so on. Intensity of the candlelight here plays the role of the degree of spatial correlation.” (si veda Arbia e Switzer, 1994).

La procedura richiede una stima iniziale della correlazione spaziale ottenuta considerando una variabile *proxy* della variabile da campionare ovvero una stima basata su precedenti indagini. Il disegno successivamente ricerca un piano ottimale in maniera sequenziale. La prima unità è estratta assegnando uguale probabilità ad ogni unità. La seconda unità è invece estratta assegnando ad ogni unità rimanente una probabilità espressa come una funzione inversa della correlazione spaziale con l'unità già estratta. La terza unità è estratta con una probabilità espressa come una funzione inversa della correlazione spaziale con le due unità già estratte e così via. Le *performances* della tecnica DUST sono state testate confrontando la tecnica con il campionamento casuale semplice attraverso una serie di esperimenti basati su dati reali e simulati. Espa (1991) dimostra che quando le osservazioni sono positivamente correlate nello spazio, il DUST conduce a stimatori più efficienti di quelli basati sul campione casuale semplice. Arbia (1991b) e Arbia et al. (1991) quantificano il guadagno in efficienza in una serie di situazioni simulate. Infine Arbia (1992) deriva alcune proprietà analitiche degli stimatori basati su campioni estratti con metodo DUST e dimostra formalmente che la varianza dello stimatore di Horvitz-Thompson della media è più piccola di quella dello stimatore basato sul campione casuale semplice.

Chandra et al. (1992) definiscono uno schema di campionamento Markoviano basato su una estrazione sequenziale con una probabilità di selezione che dipende dall'ultima unità estratta. Essi usano probabilità di transizione e propongono una specificazione lineare ed una esponenziale. In alcuni casi dimostrano che la tecnica conduce ad una varianza minore dei disegni casuale semplice e sistematico in relazione allo stimatore di Horvitz-Thompson del totale della popolazione. Tuttavia le probabilità di transizione sono specificate in modo tale che è estremamente verosimile estrarre due osservazioni adiacenti data la memoria corta del processo Markoviano. In effetti, iniziando con una allocazione casuale della prima unità estratta, la seconda unità tende a localizzarsi

lontana dalla prima, mentre la terza tende ad essere lontana dalla seconda, ma prossima alla prima unità estratta.

2.3.4.2 Disegni non-probabilistici

I piani di campionamento non-probabilistici guardano alla natura combinatoria del problema. In altri termini, date N località da osservare ed $s < N$ località campione ed avendo informazioni circa la struttura di correlazione spaziale sottostante, si ricerca la localizzazione delle s unità tale da minimizzare una certa funzione obiettivo all'interno dei $\binom{N}{s}$ possibili campioni. Dato che una ricerca esaustiva è impossibile nella maggior parte delle situazioni empiricamente rilevanti, la ricerca si è concentrata su situazioni che costituiscono un sub-ottimo basate su una ricerca sequenziale o su procedure di *annealing*. Di conseguenza uno schema non-probabilistico è caratterizzato da due aspetti: il primo relativo al criterio di ottimalità ed il secondo relativo all'algoritmo di ricerca. Seguendo tale approccio in anni recenti sono state suggerite una serie di procedure.

Ad esempio, Sachs e Shiller (1988) suggeriscono la ricerca di un'allocazione spaziale dei campioni che minimizzi il massimo errore di predizione o, in alternativa, che minimizzi la varianza di stima attesa. La ricerca dell'ottimalità è effettuata attraverso un algoritmo di *annealing* (Geman e Geman, 1984; Van Laarhoven e Aarts, 1987). Gli autori riportano una serie di risultati sperimentali, ma non vengono effettuati confronti con piani di campionamento alternativi. In maniera simile Cressie (1991) suggerisce la minimizzazione della varianza di predizione media o della massima varianza di predizione, ma non fa riferimento alla maniera con la quale la tecnica può essere implementata né alle *performances* di tale metodologia rispetto alle tecniche di campionamento tradizionali.

Ferri e Piccioni (1992) minimizzano una media ponderata delle varianze dell'errore ed applicano una versione modificata della procedura del *simulated annealing* al fine di raggiungere l'ottimalità. La procedura è implementata su dati reali di tipo meteorologico ed è confrontata con una procedura alternativa ottenuta attraverso una ricerca sequenziale dell'ottimalità in termini di precisione degli stimatori e tempo di CPU richiesto. La procedura basata sull'*annealing* produce risultati migliori della ricerca

sequenziale, ma i risultati sono essenzialmente basati sull'insieme dei dati utilizzati e non ci sono tentativi di generalizzarli a situazioni nelle quali il livello della varianza e della correlazione spaziale sono tenuti sotto controllo.

Infine Benedetti e Palma (1993) si riferiscono al concetto di “numero equivalente di osservazioni indipendenti” (un concetto originariamente introdotto da Clifford e Richardson, 1989 ed, indipendentemente, da Arbia, 1990b) e ad una procedura di ricerca per minimizzarlo. Nel loro studio vengono confrontati i risultati ottenuti con diverse procedure di ricerca sequenziale e stabiliscono la superiorità del *simulated annealing* il quale, inoltre, produce errori standard della stima della media della popolazione più bassi di quelli ottenuti con campionamento casuale semplice e sistematico nel caso di dati distribuiti in partizioni territoriali irregolari (quali regioni, sezioni di censimento etc.)

Tutti gli studi fin qui descritti basano le loro conclusioni su dati reali o simulati ottenuti sotto ipotesi abbastanza rigide, prima fra tutte quella che il campo aleatorio generatore dei dati è assunto stazionario (Arbia, 1995) una circostanza raramente realizzata in casi empirici rilevanti.

Ad esempio nel caso di studi relativi all'atmosfera o all'idrosfera, i dati sono caratterizzati da zone che presentano la stessa struttura di correlazione spaziale, ma essa può essere anche molto diversa tra le varie regioni. Inoltre molti dati ambientali presentano forte eterogeneità della varianza nello spazio ed anisotropie (Arbia, 1995). E' chiaro che un disegno campionario che consideri la correlazione spaziale uniforme nel territorio può essere molto inefficiente (come argomentato tra gli altri in Arbia, 1991). D'altro canto anche la conoscenza della varianza spaziale del fenomeno dovrebbe essere tenuta in considerazione, potendosi arguire che è meglio economizzare unità campionarie in aree di bassa variabilità per poter campionare più intensamente aree dove la variabilità è elevata.

Arbia e Switzer (1994) hanno proposto una classe di disegni campionari (denominata SCUD dall'acronimo di *Stratified Correlated units with Unequal variances Designs*), testandone le *performances* tenendo esplicitamente in considerazione i problemi innanzi illustrati.

Così come la tecnica DUST e le altre tecniche contestuali precedentemente descritte, le procedure proposte da Arbia e Switzer (1994) sono basate su un'estrazione

sequenziale delle località. Ci sono vari argomenti a favore di tale scelta. In primo luogo la sequenzialità può essere di aiuto da un punto di vista applicativo se utilizzata in indagini ripetute (come quelle sulla qualità dell'aria), dove i piani di campionamento esigono continui aggiornamenti e revisioni. In secondo luogo essa può essere utilizzata in situazioni nelle quali la dimensione campionaria non è fissata ed è fissato invece il livello di precisione desiderato. In terzo luogo si assume che la sequenzialità è una maniera rapida di ottenere l'ottimalità, evitando i costi computazionali relativi ad altre tecniche quali la procedura dell'*annealing* proposta da Sachs e Shiller (1988) e da Ferri e Piccioni (1992). Infine Arbia e Switzer sottolineano come la scelta sequenziale in tale contesto presenti interessanti analogie con la regressione *step-wise*.

Arbia e Switzer (1994) considerano un'area di studio partizionata in N località non sovrapposte ed il problema di stimare la media della popolazione avendo a disposizione una serie storica di osservazioni per ogni località. Inoltre considerano come funzione obiettivo la minimizzazione della varianza di stima della media, della quale derivano l'espressione formale in funzione della matrice di varianza e covarianza tra le osservazioni spaziali. Successivamente assumono un modello spaziale (Cressie, 1993) e stimano la matrice di varianze e covarianze di tale processo usando le serie storiche come osservazioni ripetute per la medesima località. Un volta che il modello è specificato e la sua matrice di varianze e covarianze stimata, viene attivata una procedura sequenziale di campionamento, attraverso la quale ad ogni passo tutte le località vengono considerate a turno ed in corrispondenza dell'unità considerata viene calcolata la varianza della stima. La località che minimizza tale varianza viene inclusa nel campione. Il modello proposto da Arbia e Switzer (1994) è stato utilizzato da Arbia e Lafratta (1996; 2000) per definire un piano di campionamento ottimo in riferimento a dati sulla qualità dell'aria nella città di Padova. La situazione considerata è la seguente. I dati sono disponibili con cadenza regolare (ad esempio ogni ora). La distribuzione delle unità nel campione da principio non segue alcun disegno statistico rigoroso, ma solo considerazioni di ordine pratico. Il problema è quello di trovare una rete ottima di rilevamento per le stazioni di monitoraggio dell'aria al tempo t date tutte le informazioni disponibili nell'intervallo $[0, t-1]$ e dati alcuni vincoli di tipo istituzionale (obbligo di campionare alcune zone). Nel lavoro citato vengono anche affrontati una serie di problemi pratici quali:

- a) la valutazione della qualità delle reti di monitoraggio esistenti (rispetto a quella ottimale),
- b) l'aggiornamento delle reti di monitoraggio esistenti attraverso, ad esempio, l'aggiunta di un'ulteriore centrale di monitoraggio a seguito di accrescita disponibilità,
- c) la cancellazione di una stazione di monitoraggio a seguito di una contrazione delle disponibilità finanziarie,
- d) la ricerca di un criterio ottimale per spostare da una località all'altra centrali di monitoraggio mobili.

La conclusione più interessante derivante dall'applicazione del metodo al caso dell'inquinamento da SO₂ nella città di Padova è che è possibile migliorare la precisione della stima della media fino al 35% della rispettiva varianza, semplicemente spostando una centrale di monitoraggio da una località all'altra.

In un lavoro successivo ancora Arbia e Lafratta (2002) riconsiderano lo stesso insieme di dati e la stessa procedura, ma abbandonando l'ipotesi, spesso irrealistica, di isotropia del campo aleatorio generatore i dati. Lo scopo è raggiunto assumendo dapprima un campo aleatorio non-stazionario e non isotropico nello spazio geografico, e poi trasformando tale spazio in uno spazio non-metrico utilizzando tecniche di *multidimensional scaling* (Sampson e Guttorp, 1992) dove l'isotropia e la stazionarietà possono essere assunte. Gli autori applicano poi la tecnica di campionamento ricorsiva nel nuovo spazio non-metrico, ed infine riportano le osservazioni così ottenute allo spazio geografico originale. Anche in questo caso la tecnica si è dimostrata efficace nella riduzione della varianza di stima dello stimatore della media campionaria¹³.

Ulteriori generalizzazioni della tecnica campionaria di Arbia e Switzer sono in fase di sviluppo. Esse riguardano una più generale definizione di dipendenza spaziale ed uno specifico interesse al superamento di soglie rischiose nello studio di eventi estremi quali l'inquinamento dell'aria, del suolo e dell'acqua (Arbia, 2001a, 2001b, Arbia e Lafratta , 2004).

¹³ Un riassunto delle tecniche sviluppate da Arbia, Switzer e Lafratta e dei loro vantaggi relativamente ad altri disegni campionari è contenuto in Muller (2002).

3. UTILIZZO DEL DATO

3.1. Indicatori ed indici statistici

3.1.1. Generalità

La possibilità di impostare politiche di intervento adeguate ed efficaci, che siano basate realmente su una concreta osservazione della realtà, dipende in maniera cruciale dalla disponibilità di indicatori che forniscano dati e misure sintetiche di supporto per il processo decisionale.

In maniera molto generale, un indicatore può essere definito come *“un parametro o un valore derivato da parametri che ci fornisce informazioni su di un fenomeno. L'indicatore ha un significato che va oltre le proprietà che sono associate al valore del parametro. L'indicatore ha un significato sintetico ed è sviluppato per fini specifici”* (OECD, 1993, pag. 5)¹⁴. L'indice, invece, è definito come *“un insieme di parametri o indicatori pesati”* (OECD, 1993 pag.6).¹⁵

In letteratura sono disponibili altre definizioni di indicatori. Ad esempio, la World Bank (1997) sostiene che *“il fattore chiave che caratterizza un buon indicatore è il legame esistente tra la misura di qualche fenomeno o condizione ambientale ed i programmi di policy”*¹⁶. Dumanski, Pieri (1997) rilevano che: *“occorre sviluppare gli indicatori in accordo alle applicazioni e questo richiede statistiche affidabili e dati grezzi”*¹⁷.

Con riferimento al tema ambientale la Commissione delle Comunità Europee (1999) sottolinea che *“gli indicatori possono integrare le regolari relazioni sullo stato dell'ambiente e contribuire così al processo di monitoraggio dei progressi della politica ambientale e ad un'integrazione delle problematiche ambientali nelle varie politiche settoriali”*.

¹⁴ OECD (1993) *“An indicator can be defined as a parameter or a value derived from parameters, which provides information about a phenomenon. The indicator has significance that extends beyond the properties directly associated with the parameter value. Indicators possess a synthetic meaning and are developed for a specific purpose”*

¹⁵ OECD (1993) *“A set of aggregated or weighted parameters or indicators “*

¹⁶ World Bank (1997) *“...the key determinant of a good indicator is the link from measurement of some environmental conditions to practical policy options.”*

¹⁷ Dumanski, Pieri (1997) *“Indicators need to be developed according to their perceived applications, and this requires reliable statistics and raw data”*.

Tramite l'utilizzo di opportuni indicatori è possibile ridurre il numero di misure o variabili necessarie per fornire una rappresentazione corretta della realtà. Inoltre, essi semplificano la comunicazione dei risultati forniti agli utilizzatori finali.

Vale la pena di sottolineare come non esista un indicatore “*perfetto*” per monitorare qualunque tipologia di *policy*, ma è possibile solamente scegliere un indicatore in base ad alcuni criteri o caratteristiche desiderate. L'OECD (1993), ad esempio, ha stabilito che gli indicatori ambientali devono avere rilevanza per le *policy* adottate (semplicità, rapidità nel fornire risposte ai cambiamenti ambientali e delle attività antropiche, fornire basi solide per le comparazioni internazionali e per i confronti spazio-temporali), devono possedere una correttezza analitica (solidità delle basi tecnico-scientifiche, basati su standards internazionali accettati dalla comunità scientifica), e devono essere misurabili.

L'EEA suggerisce di scegliere un indicatore ambientale in termini di rilevanza, precisione, comparabilità nel tempo e comparabilità nello spazio. La rilevanza riguarda la prossimità dell'indicatore alla definizione iniziale riportata in ogni *Methodology Sheets* del progetto svolto dall'Agenzia Europea dell'Ambiente. La precisione tiene conto dell'affidabilità dei dati, delle fonti, dei metodi di calcolo e di aggregazione. La comparabilità nel tempo e nello spazio riguardano la possibilità dell'indicatore di essere confrontato in tempi e luoghi diversi.

Gli indicatori ambientali possono essere sviluppati secondo modelli diversi. I *framework* metodologici più noti nella letteratura ambientale sono: il modello PSR, messo a punto dall'OECD, e il modello DPSIR, formulato dall'EEA.

L'approccio sviluppato da OECD (1993) è conosciuto come modello Pressione-Stato-Risposta (PSR, *Pressures-State-Responses*). Questo modello (vedi Fig.8) fornisce una interpretazione della realtà e dei rapporti tra l'uomo e l'ambiente secondo un approccio causale: le attività umane esercitano una pressione sull'ambiente, modificando lo stato della qualità e della quantità delle risorse naturali. La società, composta sia da soggetti pubblici che privati, fornisce una risposta a questi cambiamenti tramite politiche economiche, ambientali o di altra tipologia. Una impresa, ad esempio, potrebbe rispondere a modificazioni dello stato dell'ambiente con una strategia di marketing orientata all'acquisto di macchinari con un più basso impatto ambientale.

La *risposta* della società ha come obiettivo il miglioramento dello stato dell'ambiente, fornendo risorse naturali all'uomo trasformate in qualità e quantità.

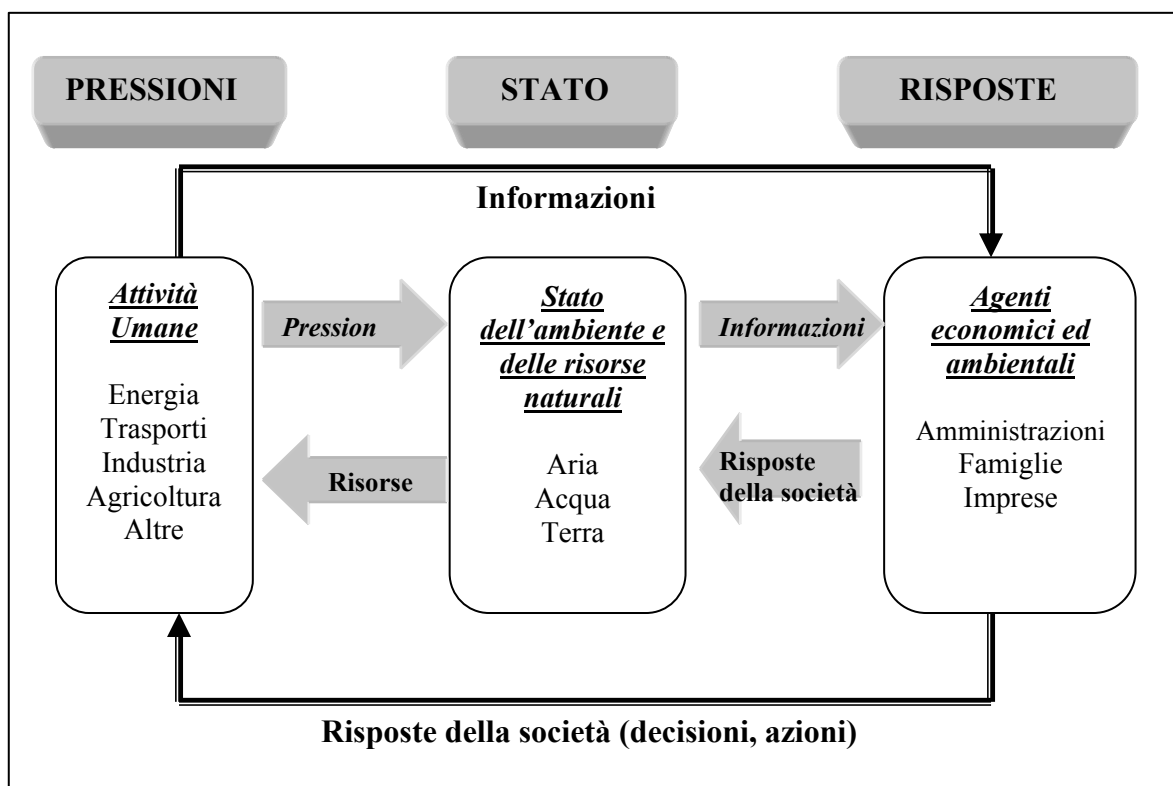


Fig. 8 – Il modello PSR di OECD

Il modello PSR evidenzia con chiarezza il legame tra le attività antropiche e l'ecosistema, tendendo a suggerire una relazione di tipo lineare. Questa ipotesi è, ovviamente, una semplificazione e non dovrebbe impedire all'analista di individuare interazioni più complesse tra l'uomo e la natura.

Lo schema PSR prevede la classificazione degli indicatori in tre categorie:

1. Indicatori di pressione ambientale, che descrivono le pressioni delle attività umane sull'ambiente sia in termini di qualità che di quantità di risorse naturali;
2. Indicatori di stato ambientale, che spiegano la qualità dell'ambiente e consentono di misurare lo stato quali-quantitativo delle risorse naturali. Tali indicatori forniscono una fotografia sullo stato dell'ambiente e permettono di fare confronti tra tempi diversi;

3. Indicatori di risposta, che misurano come la società risponda alle modificazioni dell'ecosistema. Gli indicatori di risposta descrivono azioni individuali e collettive che limitano o prevengono gli impatti negativi sull'ambiente da parte delle attività antropiche.

Il modello PSR è stato successivamente ripreso e ulteriormente articolato dall'EEA nel modello DPSIR. L'approccio metodologico proposto dall'EEA è noto come modello Forze Determinanti – Pressioni – Stato – Impatto - Risposte (DPSIR, *Driving Forces, Pressures, State, Impacts, Responses*).

In analogia al modello PSR, anche l'approccio DPSIR è di tipo causale (vedi Fig. 9).

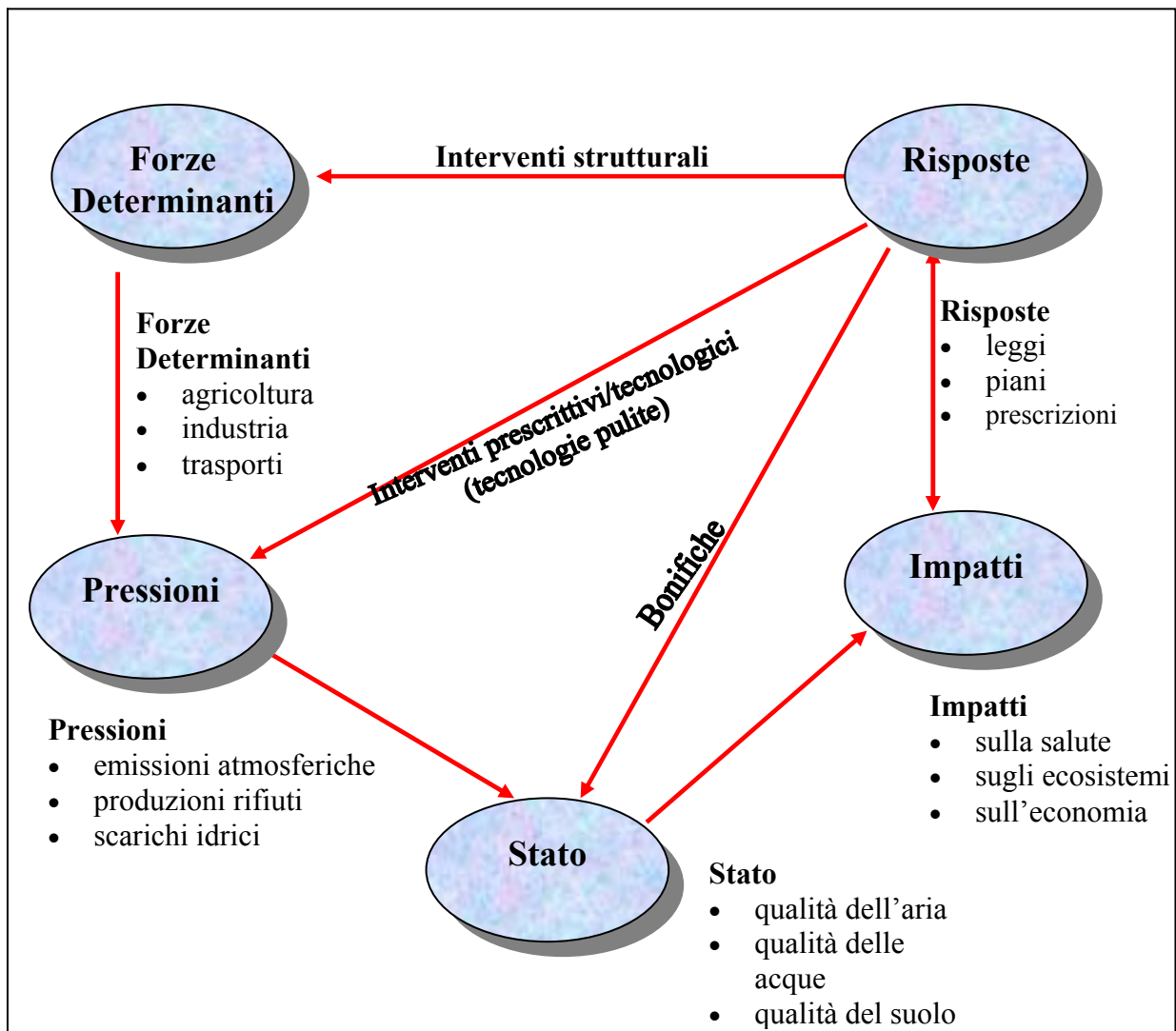


Fig. 9 – Il modello DPSIR dell'EEA

Le forze determinanti, costituite da attività e comportamenti umani derivanti da bisogni individuali, sociali, economici, riconducibili a processi economici, produttivi e di consumo, originano pressioni sull'ambiente che alterano lo stato delle risorse naturali. I cambiamenti di stato dell'ambiente generano impatti sulla salute, sugli ecosistemi, sull'economia. A fronte di tutto ciò la società fornisce risposte che agiscono sulle forze determinanti, sulle pressioni, sullo stato e sugli impatti.

Lo schema DPSIR prevede una relazione di tipo lineare tra le varie categorie secondo la sequenza: Forze Determinanti→Pressioni→Stato→Impatto→Risposte ed una relazione “*a stella*” nella fase di retroazione, cioè le risposte che la società predispone sono rivolte a tutte le altre categorie in modo indipendente.

Lo schema DPSIR prevede la classificazione degli indicatori in cinque categorie:

1. Indicatori di forze determinanti o di generazione di pressioni, forniscono informazioni sui settori produttivi e le attività umane che determinano le pressioni ambientali (ad esempio, la produzione industriale, il consumo di beni e servizi, il numero di stabilimenti produttivi);
2. Indicatori di pressione ambientale, misurano direttamente la causa del problema ambientale mettendo in rapporto le pressioni esercitate dal sistema antropico con i vari settori ambientali (ad esempio, emissioni di inquinanti in atmosfera, consumo di risorse materiali ed energetiche, perdita di habitat naturali);
3. Indicatori di stato ambientale, mostrano la qualità attuale del sistema naturale sia in termini qualitativi che quantitativi (ad esempio, qualità dell'aria, qualità delle acque, biodiversità);
4. Indicatori di impatto ambientale, misurano gli effetti sulla natura e sull'uomo delle pressioni esercitate (ad esempio, i danni sulla salute);
5. Indicatori di risposta, riguardano le iniziative intraprese dalla società per migliorare lo stato dell'ambiente (ad esempio, leggi, piani, finanziamenti per la ricerca scientifica).

Lo schema DPSIR è il modello attuale di riferimento nella costruzione e classificazione degli indicatori ambientali in Italia.

Nei successivi paragrafi presenteremo gli indicatori ambientali calcolati dall'ISTAT e dall'APAT con riferimento ai temi acqua, aria e rifiuti.

3.1.2 Acqua

L'ISTAT mostra grande interesse per le statistiche sul tema ambientale acqua. Come si è detto nel par. 2.1.1, l'Istituto effettua due indagini che hanno come tema la rilevazione di informazioni statistiche sull'acqua, l'*Osservatorio ambientale sulle città* ed il *Sistema di indagini sulle acque*.

Il modello di riferimento utilizzato per la costruzione degli indicatori dell'*Osservatorio ambientale sulle città* è il modello DPSIR. L'indagine presenta esclusivamente indicatori ambientali relativi a singoli media, mentre non vengono elaborati indici sintetici in quanto attualmente non esistono criteri condivisi per la scelta della ponderazione delle diverse dimensioni ambientali considerate.

Gli indicatori calcolati riguardano i consumi di acqua, la depurazione delle acque reflue e la balneabilità delle acque marine costiere.

L'acqua è il bene più prezioso per l'uomo, per tutti gli esseri viventi e per i processi produttivi. Sapere come è utilizzata l'acqua è utile per comprendere e monitorare le politiche sulle risorse idriche. L'Osservatorio rileva i consumi di acqua secondo i diversi usi, classificati in uso domestico, uso industriale e commerciale, altri usi. Non tutti i comuni, però, hanno a disposizione i dati disaggregati secondo le tipologie indicate.

Gli usi idrici esercitano una pressione sulla disponibilità di acqua e le acque reflue, che tornano in circolo dopo gli usi, ne alterano la qualità. Pertanto, per non abbassare la qualità delle risorse idriche di un comune è necessario sottoporre a depurazione le acque reflue. L'indicatore, che misura la presenza di impianti per la depurazione delle acque reflue, rappresenta, quindi, una misura del grado di tutela e della qualità complessiva delle risorse idriche a disposizione di un comune.

Per i comuni costieri il mare costituisce una importante risorsa paesaggistica ed economico-turistica. La non balneabilità dell'acqua rappresenta un problema da superare. L'indagine analizza la balneabilità delle acque marine costiere classificando il litorale in: non balneabile per assenza di analisi, non balneabile per inquinamento, non balneabile per motivi indipendenti dall'inquinamento e balneabile. Questo indicatore, riportato nell'indagine, viene però costruito dal Ministero della Sanità.

Nel seguito viene riportata una tabella riassuntiva dove vengono elencati gli indicatori che riguardano il tema acqua classificati secondo lo schema DPSIR.

TEMI E SETTORI	INDICATORE	DESCRIZIONE	Tipologia DPSIR
Acqua	Consumo di acqua per uso domestico	L'indicatore analizza i consumi di acqua (in m ³) per uso domestico, per abitante	D
	Impianti di depurazione	L'indicatore analizza gli impianti di depurazione che servono il comune, distinti per tipologia di trattamento (impianti primari, secondari e terziari)	D/R
	Popolazione servita dagli impianti di depurazione	L'indicatore analizza la percentuale di popolazione servita dagli impianti di depurazione	R
	Balneabilità delle acque marine costiere	L'indicatore analizza i Km di costa non balneabili (per 100 km di costa) per motivi dipendenti o indipendenti dall'inquinamento	I

Tab. 9 - Indicatori dell'Osservatorio ambientale sulle città sul tema acqua classificati secondo lo schema DPSIR

Come è stato già descritto nel paragrafo 2.1.1, il *Sistema di Indagini sulle Acque* è costituito da 6 questionari in aggiunta a quello dell'indagine preliminare. Si ricorda che il campo di osservazione di questo sistema di indagini è esclusivamente quello delle acque potabili, i cui dati sono rilevati attraverso il censimento degli acquedotti e delle reti di distribuzione.

In dettaglio si può osservare che nel questionario A, Notizie sull'ente gestore vengono rilevati:

- i dati identificativi dell'ente gestore (denominazione, indirizzo, codice fiscale e forma giuridica);
- i documenti contabili;
- i dati economici per la gestione dei servizi idrici (costi di gestione, fatturato ed investimenti per segmento di servizio idrico);
- il numero di addetti;
- la disponibilità di una carta dei servizi;
- i servizi idrici gestiti nel 1999.

Queste ultime informazioni rivestono una notevole importanza, in quanto con tale variabile vengono verificati i dati forniti dagli enti gestori dei servizi idrici nell'indagine preliminare.

Il Questionario B – Indagine sugli acquedotti, oltre alla denominazione dell'acquedotto, rileva informazioni inerenti:

- il volume totale di acqua ceduta dall'acquedotto alle reti di distribuzione comunale;
- i comuni serviti dall'acquedotto ed il volume di acqua addotta;
- la possibilità che l'acquedotto rifornisca altri acquedotti;
- l'acqua fatturata, cioè il volume di acqua che viene venduto ad altri comuni e/o acquedotti;
- le fonti di alimentazione dell'acquedotto (risorse idriche sotterranee e/o superficiali);
- la possibilità che l'acquedotto prelevi acqua da altri acquedotti;
- la dimensione, lo stato dell'impianto e i relativi consumi di energia.

Il Questionario C – Indagine sulle reti di distribuzione, oltre alla denominazione della rete, rileva informazioni inerenti:

- il totale di acqua fatturata per tipologia di utenza (civile, produttiva e altri usi);
- l'acqua erogata, cioè quella veramente consumata dagli utenti finali;
- l'alimentazione della rete di distribuzione;
- la dimensione, lo stato del servizio della rete e i relativi consumi di energia;
- le tariffe praticate.

Il Questionario D – Indagine sulle reti fognarie, oltre alla denominazione della rete, rileva informazioni inerenti:

- la tipologia di rete, cioè il modo in cui raccoglie le acque nere e le acque bianche;
- la presenza di un processo di depurazione delle acque reflue urbane;
- l'eventuale destinazione dello scarico non depurato;
- l'impianto di depurazione allacciato alla rete fognaria;
- i consumi di energia.

Il Questionario E - Indagine sugli impianti di depurazione delle acque reflue, oltre alla denominazione dell'impianto di depurazione, rileva informazioni inerenti:

- le caratteristiche generali dell'impianto;
- la tipologia delle reti fognarie allacciate all'impianto;

- il numero di abitanti equivalenti serviti dall'impianto, dove il numero di abitanti equivalenti rappresenta l'unità di misura con cui viene espresso il carico inquinante organico biodegradabile in arrivo all'impianto di depurazione, cioè 1 abitante equivalente=60 grammi/giorno BOD5;
- i comuni serviti dall'impianto di depurazione;
- la portata media annua e la portata massima dell'impianto;
- le unità costituenti l'impianto;
- la destinazione dei prodotti del processo di depurazione;
- la localizzazione dell'impianto;
- i parametri di qualità delle acque reflue;
- i consumi di energia.

L'ultimo questionario del S.I.A. relativo all'approvvigionamento di acqua potabile, sul servizio di fognatura e di depurazione, come è stato già detto, è indirizzato esclusivamente ai comuni e rileva la popolazione servita dalle diverse tipologie di servizio idrico e il relativo soddisfacimento del bisogno idrico.

I risultati del *Sistema di Indagini sulle Acque* sono disponibili sul sito internet dell'Istat all'indirizzo <http://acqua.istat.it/SIA99/index.htm>.

Nella sezione documentazione di tale sito si possono trovare:

- la descrizione dell'indagine;
- le classificazioni utilizzate ed un utile glossario;
- la storia delle indagini ISTAT sulle acque;
- alcune note informative per la lettura delle tavole;
- il contesto internazionale di riferimento.

Per le acque potabili, in particolare, sono disponibili informazioni su:

- l'acqua potabile erogata e l'acqua potabile fatturata, ossia l'acqua misurata attraverso contatori presso le utenze finali e quella pagata dalle utenze stesse;
- l'acqua potabile immessa in rete dai gestori delle reti di distribuzione dei singoli comuni, ovvero l'acqua che alimenta la rete di distribuzione a partire dai serbatoi di raccolta;
- i gestori di servizi idrici operanti in Italia, distribuiti per tipologia di natura giuridica del gestore.

Le statistiche sulle acque sono presentate con dettaglio regionale e per ripartizione geografica, mentre la distribuzione dei gestori per natura giuridica è fornita a livello nazionale.

Con riferimento al tema ambientale acqua, l'APAT ha rilevato lo stato delle risorse idriche mediante un gruppo di indicatori relativi a tre temi ambientali: qualità dei corpi idrici, risorse idriche e usi sostenibili, inquinamento delle risorse idriche. Gli indicatori sono riferiti alle acque marino costiere, alle acque superficiali interne e alle acque sotterranee.

Gli indicatori proposti sono stati selezionati tenendo conto sia della loro rilevanza, sia della possibilità di popolamento in base ai dati e alle informazioni disponibili, desumibili in particolare da fonti ufficiali.

La valutazione efficace della qualità delle acque marino costiere è assolutamente importante per una corretta impostazione di politiche per la gestione delle risorse marine utilizzabili a fini antropici (risorse ittiche, acque di balneazione), ambientali e culturali (turismo).

I tre indicatori per la qualità dei corpi idrici, popolati per la descrizione delle acque marino costiere, analizzano diversi aspetti della qualità delle acque marine in due distinti ambienti: le acque di balneazione (Indice di balneabilità e Indice di qualità batteriologica IQB), racchiuse in una ristretta fascia a pochi metri dalla riva, e le acque costiere, comprese entro i 3000 metri dalla riva (Indice di stato trofico TRIX).

Con l'eccezione dell'IQB, gli altri due indici sono previsti da specifiche normative come può essere osservato dalla tabella seguente (APAT, 2004), nella quale viene riportata anche la classificazione degli indici per la qualità delle acque marino costiere, secondo lo schema DPSIR.

Nome Indicatore	Finalità	DPSIR	Riferimenti Normativi
Indice di stato trofico (TRIX)	Stabilire il grado di trofia delle acque marino costiere	S	D.lgs. 152/99 e s.m.i.
Indice di Qualità Batteriologica (IQB) ^(a)	Valutare il livello di contaminazione antropica (civile e agricola) delle acque di balneazione	S	DPR 470/82
Balneabilità ^(a)	Valutare l'idoneità igienico-sanitaria, su base normativa, delle acque di balneazione	I	DPR 470/82 Direttiva 76/160/CEE

Tab. 10 - Indicatori dell'Annuario dei dati ambientali 2003 sulla qualità delle acque marino costiere classificati secondo lo schema DPSIR e per norma di riferimento

Per quanto riguarda la valutazione delle acque superficiali, grande importanza riveste l'indice che misura lo Stato Ecologico dei Corsi d'Acqua (Indice SECA). Con stato ecologico intendiamo la naturale capacità di un corso d'acqua di autodepurarsi e di sostenere comunità animali e vegetali ampie e ben diversificate. L'indice SECA è ottenuto combinando, in accordo all'allegato 1 del decreto legislativo n. 152/99, due indici: il Livello di Inquinamento da Macrodescrittori (LIM) e l'Indice Biotico Esteso (IBE).

E' importante sottolineare che il decreto legislativo n. 152/99 fissa un obiettivo ambientale per tutti i corsi d'acqua rappresentato da uno stato di qualità "buono" da conseguirsi entro il 2016.

Come è stato già detto nel paragrafo 2.1.1, nell'*Annuario dei dati ambientali* del 2003 è stato popolato per la prima volta l'Indice SEL (Stato Ecologico dei Laghi). Il SEL è un indice sintetico introdotto dal decreto legislativo n.152/99, che definisce la qualità della struttura e del funzionamento degli ecosistemi lacustri. Il SEL è ottenuto combinando i quattro parametri macrodescrittori (trasparenza, ossigeno polimnico, clorofilla "a", fosforo totale) secondo un procedimento definito nell'allegato 1 del citato decreto.

Nella categoria degli indici per le acque superficiali, vanno anche ricompresi gli indici che valutano la qualità delle acque per essere idonee alla vita dei pesci e dei molluschi.

Di seguito vengono riportate le fonti normative che prescrivono la costruzione degli indici per il monitoraggio della qualità delle acque superficiali e la classificazione secondo lo schema DPSIR di tali indici (APAT, 2004).

Nome Indicatore	Finalità	DPSIR	Riferimenti Normativi
Macrodescrittori (75° percentile)	Caratterizzare la qualità chimica e microbiologica dei corsi d'acqua	S	D.lgs. 152/99 D.lgs. 258/00
Livello di Inquinamento da Macrodescrittori (LIM)	Valutare e classificare il livello di inquinamento chimico e microbiologico dei corsi d'acqua	S	D.lgs. 152/99 D.lgs. 258/00
Indice Biotico Esteso (IBE)	Valutare e classificare la qualità biologica dei corsi d'acqua	S	D.lgs. 152/99 D.lgs. 258/00
Stato Ecologico dei Corsi d'Acqua (SECA)	Valutare e classificare la qualità ecologica dei corsi d'acqua	S	D.lgs. 152/99 D.lgs. 258/00
Stato Ecologico dei Laghi (SEL)	Valutare e classificare la qualità ecologica dei laghi	S	D.lgs. 152/99 D.lgs. 258/00
Acque dolci idonee alla vita dei pesci	Verificare la conformità agli specifici obiettivi funzionali	S	Direttiva 78/659/CEE D.lgs. 152/99 D.lgs. 258/00
Acque idonee alla vita dei molluschi	Verificare la conformità agli specifici obiettivi funzionali	S	Direttiva 79/923/CEE D.lgs. 152/99 D.lgs. 258/00

Tab. 11 - Indicatori dell'Annuario dei dati ambientali 2003 sulla qualità delle acque superficiali classificati secondo lo schema DPSIR e per norma di riferimento

Nel decreto legislativo n. 152/99 sono definiti, anche, gli indici per la valutazione dello stato di qualità ambientale delle acque sotterranee. L'indice Stato Chimico delle Acque Sotterranee (Indice SCAS), rappresenta sinteticamente lo stato qualitativo delle risorse idriche sotterranee, attraverso l'analisi di alcuni parametri chimici derivanti dall'impatto antropico dovuto all'immissione di inquinanti e dall'eccessivo sfruttamento della risorsa acqua.

Nel decreto legislativo n. 152/99 viene menzionato anche l'indice SquAS (Indice dello Stato quantitativo delle Acque Sotterranee) che attualmente ancora non è stato calcolato per difficoltà derivanti dalla metodologia di classificazione e dalla scarsità dei dati disponibili per la sua determinazione.

Le fonti normative che prescrivono la costruzione dell'indice SCAS e la sua classificazione secondo lo schema DPSIR (APAT, 2003) sono riportate nella Tab. 12.

Nome Indicatore	Finalità	DPSIR	Riferimenti Normativi
Stato Chimico delle Acque Sotterranee (SCAS)	Definire il grado di qualità chimica dovuto a cause naturali e antropiche	S	D.lgs. 152/99 D.lgs. 258/00

Tab. 12 -Indicatori dell'Annuario dei dati ambientali 2003 sulla qualità delle acque sotterranee classificati secondo lo schema DPSIR e per norma di riferimento

Con riferimento al tema delle risorse idriche e usi sostenibili, l'APAT popola quattro indicatori: il prelievo di acqua per usi potabili, le portate, la temperatura dell'aria e le precipitazioni (fonti normative e relative classificazioni secondo lo schema DPSIR sono riportate in Tab. 13, tratta da APAT, 2004).

Nome Indicatore	Finalità	DPSIR	Riferimenti Normativi
Prelievo di acqua per uso potabile	Misurare l'impatto quantitativo derivante dalla captazione delle acque	P	DPR 24 maggio 1988 n. 286 D.lgs. 2 febbraio 2001 n. 31 D.lgs. 152/99
Portate	Determinazione dei deflussi	S	L 183/89 D.lgs. 152/99 Direttiva 2000/60 CE
Temperatura dell'aria	Valutazione andamento climatico	S	
Precipitazioni	Determinazione afflussi meteorici	S	L 183/89 DL 180/98 L 267/98 DL 365/00

Tab. 13 - Indicatori dell'Annuario dei dati ambientali 2003 sul prelievo di acqua per usi potabili classificati secondo lo schema DPSIR e per norma di riferimento

Per quanto riguarda la valutazione dell'inquinamento delle risorse idriche vengono calcolati sei indici: la media dei nutrienti in chiusura di bacino; il carico organico potenziale; i depuratori: conformità del sistema di fognatura delle acque reflue urbane; i depuratori: conformità del sistema di depurazione delle acque reflue urbane; i programmi misure corpi idrici ad uso potabile e i programmi misure di balneazione.

L'indice media dei nutrienti (N-NH₄, N-NO₃, P_{tot}, P-PO₄) in chiusura di bacino misura il carico inquinante trasportato nei mari e nei laghi.

Nell'edizione 2002 dell'*Annuario dei dati ambientali* venivano presentate tre misure che non sono state pubblicate nell'Annuario 2003, in quanto sono ancora in fase di realizzazione le relative indagini e, pertanto, a tutt'oggi non sono disponibili i risultati.

Il carico organico potenziale stima la quantità di carico prodotta da diverse fonti che deve essere sottoposta a depurazione. Con questa misura si riesce a valutare la pressione esercitata sulla risorsa idrica dai carichi inquinanti che arrivano ad essa.

Gli altri due indicatori, non pubblicati nell'Annuario 2003, riguardano i depuratori e, in particolare, la conformità del sistema di fognatura e di depurazione delle acque reflue

urbane a quanto disposto dal decreto legislativo n.152/99 e successive modificazioni ed integrazioni. Tale norma prevede l'adeguamento tecnologico del sistema di fognatura e di depurazione delle acque reflue urbane entro il 31 dicembre 2005.

Gli ultimi due indicatori calcolati dall'APAT nell'edizione 2003 *dell'Annuario dei dati ambientali* sono due indicatori di risposta. Il primo vuole verificare l'efficacia delle risposte, in termini di piani di miglioramento, per le acque superficiali utilizzate per uso potabile; il secondo intende verificare l'efficacia delle risposte di piani di miglioramento per il recupero di zone non idonee alla balneazione.

Di seguito vengono riportate le tabelle che indicano le fonti normative che prescrivono la costruzione di tali indicatori e la loro classificazione secondo lo schema DPSIR (APAT, 2003, 2004).

Nome Indicatore	Finalità	DPSIR	Riferimenti Normativi
Medie dei nutrienti in chiusura di bacino	Ulteriori informazioni utili per la caratterizzazione dei corsi d'acqua e loro apporto inquinante	P	
Programmi misure corpi idrici ad uso potabile	Verifica dell'efficacia dei programmi di miglioramento per l'utilizzo di acque superficiali ad uso potabile	R	D.lgs. 11 maggio 1999 n. 152 e s.m. Direttiva 75/440/CEE
Programmi misure balneazione	Verifica dell'efficacia dei programmi di miglioramento per il recupero di zone non idonee alla balneazione	R	DPR 08/06/1982 e s.m. D.lgs. 11 maggio 1999 n. 152 e s.m. Direttiva 76/160/CEE

Tab. 14(a) - Indicatori dell'Annuario dei dati ambientali 2003 sull'inquinamento delle risorse idriche classificati secondo lo schema DPSIR e per norma di riferimento

Nome Indicatore	Finalità	DPSIR	Riferimenti Normativi
Carico organico potenziale	Valutare la pressione esercitata sulla qualità della risorsa idrica dai carichi inquinanti che teoricamente giungono a essa	P	
Depuratori: conformità del sistema di fognatura delle acque reflue urbane	Valutare la conformità dei sistemi fognari ai requisiti richiesti dagli art. 3 e 4 della Direttiva 91/271/CEE, recepita in Italia dal D.lgs. 152/99, successivamente integrato e modificato dal D.lgs. 258/00	R	Direttiva 91/271/CEE D.lgs. 152/99 D.lgs. 258/00
Depuratori: conformità del sistema di depurazione delle acque reflue urbane	Valutare la conformità dei sistemi di depurazione ai requisiti richiesti dagli art.3 e 4 della Direttiva n.91/271/CEE, recepita in Italia dal D.lgs. 152/99, successivamente integrato e modificato dal D.lgs. 258/00	R	Direttiva 91/271/CEE D.lgs. 152/99 D.lgs. 258/00

Tab. 14(b) - Indicatori dell'Annuario dei dati ambientali 2002 sull'inquinamento delle risorse idriche classificati secondo lo schema DPSIR e per norma di riferimento

3.1.3 Aria

L'inquinamento atmosferico è definito dal DPR n. 203/88 come “*ogni modificazione della normale composizione o stato fisico dell'aria atmosferica, dovuta alla presenza nella stessa di una o più sostanze in quantità e con caratteristiche tali da alterare le normali condizioni ambientali e di salubrità dell'aria*”.

Le sostanze inquinanti liberate nell'atmosfera sono in gran parte prodotte dall'attività antropica (attività industriali, centrali termoelettriche, riscaldamento domestico, trasporti) e solo in misura minore sono di origine naturale (pulviscolo, esalazioni vulcaniche, decomposizione di materiale organico, incendi).

Si capisce, pertanto, da tali considerazioni come le statistiche sull'aria siano di fondamentale importanza per le attività di monitoraggio sull'ambiente che il decisore politico deve compiere.

La maggior parte delle informazioni statistiche pubblicate sul tema ambientale aria nell'*Annuario di Statistiche Ambientali* (ISTAT, 2000, 2002a) non sono di fonte ISTAT, ma provengono, in particolare, dall'ENEL e dall'APAT. Gli unici dati di fonte ISTAT riguardanti il tema dell'aria sono quelli rilevati dall'indagine *Osservatorio ambientale sulle città*.

Tale indagine rileva la densità di centraline di monitoraggio della qualità dell'aria, le giornate di superamento dei livelli di attenzione, le giornate di superamento dei livelli di allarme e le giornate di blocco del traffico.

L'inquinamento, definito in accordo al DPR n. 203/88, è ovviamente più rilevante nei territori urbani. Le amministrazioni cittadine per valutare lo stato dell'aria in conformità al DPR n. 203/88 hanno organizzato una rete di stazioni o centraline. La localizzazione ed il numero di tali postazioni fisse varia da comune a comune. Per valutare la congruità del numero di centraline, si può utilizzare l'indicatore che misura la densità di centraline di monitoraggio della qualità dell'aria presenti in una determinata area comunale. I livelli di attenzione e di allarme per alcuni inquinanti sono previsti dalla normativa vigente per proteggere la salute degli uomini. Per il monitoraggio di tali livelli si utilizzano gli indicatori dell'Osservatorio che misurano le giornate di superamento dei livelli di attenzione e le giornate di superamento dei livelli di allarme.

Se, infine, si vuole valutare la risposta delle amministrazioni di fronte a giornate con presenza di inquinamento superiore ai livelli, l'indagine fornisce l'indicatore che misura il numero di giornate di blocco del traffico.

Nel seguito viene riportata una tabella riassuntiva dove vengono elencati gli indicatori che riguardano il tema aria classificati secondo lo schema DPSIR.

TEMI E SETTORI	INDICATORE	DESCRIZIONE	Tipologia DPSIR
Inquinamento atmosferico	Densità di centraline di monitoraggio per la qualità dell'aria	L'indicatore analizza il numero di centraline di monitoraggio per la qualità dell'aria con riferimento alla popolazione (centraline per 100.000 abitanti) e al territorio comunale (centraline per 100 km ² di superficie comunale)	R
	Giornate di superamento dei livelli di attenzione	L'indicatore analizza il numero di giornate di superamento dei livelli di attenzione verificatesi nell'anno per il biossido di zolfo, particelle sospese totali, biossido di azoto, monossido di carbonio ed ozono	S
	Giornate di superamento dei livelli di allarme	L'indicatore analizza il numero di giornate di superamento dei livelli di allarme verificatesi nell'anno per il biossido di zolfo, particelle sospese totali, biossido di azoto, monossido di carbonio ed ozono	S
	Giornate di blocco del traffico	L'indicatore analizza il numero di giornate di blocco del traffico per superamento dei livelli di attenzione/allarme verificatesi nell'anno	R

Tab. 15 - Indicatori dell'Osservatorio ambientale sulle città sul tema aria classificati secondo lo schema DPSIR

I dati che riguardano l'aria sono pubblicati dall'APAT nell'*Annuario dei dati ambientali* e sono suddivisi nei due temi: emissioni (indicatori di pressione, indicati con la lettera P del modello DPSIR) e qualità dell'aria (indicatori di stato, lettera S del modello DPSIR).

La quantificazione delle emissioni, la loro distribuzione settoriale e l'evoluzione temporale derivano da processi di stima. I livelli degli inquinanti al suolo sono invece misurazioni raccolte in ambito territoriale da diversi soggetti sia pubblici sia privati.

Le sostanze emesse nell'ambiente atmosferico contribuiscono alle modificazioni del clima, alla diminuzione dell'ozono stratosferico, all'acidificazione, allo smog fotochimico, alla qualità dell'aria. La valutazione delle emissioni atmosferiche avviene attraverso opportuni processi di stima che si basano su fattori di emissione e indicatori di attività. Per quanto riguarda i gas-serra la metodologia di riferimento è l'IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*). Per gli altri inquinanti la metodologia utilizzata, in generale, è quella indicata dal Progetto CORINAIR (*COoRdination-*

Information-AIR) dell'Agenzia Europea dell'Ambiente secondo la nomenclatura per le sorgenti emissive SNAP97 (*Selected Nomenclature for Air Pollution*).

Gli indicatori popolati ci consentono di valutare il trend delle emissioni e i contributi di ogni singolo settore di attività. Gli indicatori si riferiscono alle emissioni nazionali, di cui sono presentate serie storiche disaggregate per settore e contributi regionali.

L'inventario, così come stabilito a livello internazionale, viene rivisto ogni anno mediante l'aggiornamento delle emissioni, che comporta la revisione dell'intera serie storica sulla base della maggiore disponibilità di informazioni e dei più recenti sviluppi metodologici.

Per le fonti normative che prescrivono la costruzione degli indicatori per il monitoraggio delle emissioni atmosferiche e la classificazione secondo lo schema DPSIR di tali indicatori (APAT, 2003), si veda la Tab.16.

Nome Indicatore	Finalità	DPSIR	Riferimenti Normativi
Emissioni di gas serra (CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, HFCs, PFCs, SF ₆): trend e disaggregazione settoriale	Stimare le emissioni nazionali e valutare i contributi settoriali per verificare il raggiungimento degli obiettivi fissati	P	Convenzione Quadro sui Cambiamenti Climatici (1992) ratificata con L 65 del 15/01/94 Protocollo di Kyoto (1997) ratificato con L 120 del 01/06/02 Delibera CIPE (19/12/02)
Produzione di sostanze lesive per l'ozono stratosferico (CFCs, CCl ₄ , HCFCs)	Valutare la produzione di sostanze lesive dell'ozono stratosferico per verificare il conseguimento degli obiettivi stabiliti dal Protocollo di Montreal e successivi emendamenti	D	Protocollo Montreal (1987) L 549 del 28/12/93 e s.m.i. (L 179 del 16/06/97 in adeguamento al Reg. CE 3093/94) L 179 del 31/07/02
Emissioni di sostanze acidificanti (SO _x , NO _x , NH ₃): trend e disaggregazione settoriale	Stimare le emissioni nazionali e valutare i contributi settoriali per verificare il raggiungimento degli obiettivi fissati	P	Protocollo di Göteborg (1999) Direttiva NEC (2001/81/CE)
Emissioni di precursori di ozono troposferico (NO _x e COVNM): trend e disaggregazione settoriale	Stimare le emissioni nazionali e valutare i contributi settoriali per verificare il raggiungimento degli obiettivi fissati	P	Protocollo di Göteborg (1999) Direttiva NEC (2001/81/CE)
Emissioni di particolato (PM 10): trend e disaggregazione settoriale	Stimare le emissioni nazionali e valutare i contributi settoriali per verificare l'efficacia delle politiche di riduzione delle emissioni	P	Direttiva LCP 2001/80/CE Raccomandazione 2003/47/CE DM n. 60 del 02/04/02
Emissioni di monossido di carbonio (CO): trend e disaggregazione settoriale	Stimare le emissioni nazionali e valutare gli andamenti a fronte di azioni adottate per la riduzione delle emissioni principalmente da traffico e da impianti termici	P	Direttiva 97/68/CE Direttiva 98/77/CE DM del 12/07/90 D.lgs. 372 (Direttiva 96/61) DM n.503 del 19/11/97
Emissioni di benzene (C ₆ H ₆): trend e disaggregazione settoriale	Stimare le emissioni nazionali e valutare i contributi settoriali per verificare l'efficacia delle politiche di riduzione delle emissioni	P	L 413 del 04/11/97 DM del 25/11/94 DM n.163 del 21/04/99 DM n. 60 del 02/04/02
Inventari locali (regionali e/o provinciali) di emissione in atmosfera (presenza di inventari e distribuzione territoriale)	Verificare presso gli enti locali (regioni e/o province) la disponibilità degli inventari locali di emissioni in atmosfera (inventari compilati o in fase di compilazione)	R	D.lgs. 351/99 DM 261/02

Tab. 16 -Indicatori dell'Annuario dei dati ambientali 2003 sulle emissioni atmosferiche classificati secondo lo schema DPSIR e per norma di riferimento

Per quanto riguarda la qualità dell'aria vengono rilevati, tra l'altro, la distribuzione geografica delle stazioni di misura, la loro tipologia e gli inquinanti monitorati. Dall'esame di queste informazioni, si nota che permangono a tutt'oggi alcune lacune nella disponibilità delle informazioni sul territorio nazionale, in particolare relativamente all'Italia meridionale e insulare. Inoltre, si fa notare che è attualmente in corso il processo di adeguamento delle reti alla normativa europea e nazionale emanata nel triennio 1999-2002, concernente gli inquinanti di attuale rilevanza sanitaria e ambientale, quali il particolato e il benzene, non ancora del tutto monitorati in Italia.

Gli altri indicatori selezionati misurano le concentrazioni di inquinanti nell'atmosfera sulla base delle informazioni rilevate dalle 277 stazioni di monitoraggio che sono state considerate rappresentative dell'inquinamento atmosferico a livello nazionale. I dati raccolti dall'APAT, con cadenza annuale, vengono trasmessi all'Agenzia Europea dell'Ambiente.

Nome Indicatore	Finalità	DPSIR	Riferimenti Normativi
Qualità dell'aria ambiente: stazioni di rilevamento della qualità dell'aria sul territorio nazionale	Fornire un quadro complessivo della risposta alla richiesta di dati di qualità dell'aria	-	Decisione europea 97/101/CE DPCM 28/03/83, D.lgs. 351/99 DM 16/05/96, DPR 203/88 DM 60 02/04/02
Qualità dell'aria ambiente: stazioni selezionate per la raccolta nazionale dei dati di qualità dell'aria	Disporre di un insieme contenuto ma qualificato di informazioni rappresentative della qualità dell'aria su scala nazionale	-	Decisione europea 97/101/CE
Qualità dell'aria ambiente: concentrazioni in aria di PM10	Verificare il rispetto della normativa e l'evoluzione nel tempo delle concentrazioni	\$	DM 60 02/04/02
Qualità dell'aria ambiente: concentrazioni in aria al livello del suolo di ozono (O ₃)	Verificare il rispetto della normativa e l'evoluzione nel tempo delle concentrazioni	\$	DPCM 28/3/83 DM 16/05/96
Qualità dell'aria ambiente: concentrazioni in aria di ossidi di azoto (NO ₂ e NO _x)	Verificare il rispetto della normativa e l'evoluzione nel tempo delle concentrazioni	\$	DPR 203/88 DM 60 02/04/02
Qualità dell'aria ambiente: concentrazioni in aria di benzene (C ₆ H ₆)	Verificare il rispetto della normativa e l'evoluzione nel tempo delle concentrazioni	\$	DM 60 02/04/02
Qualità dell'aria ambiente: concentrazioni in aria di biossido di zolfo (SO ₂)	Verificare il rispetto della normativa e l'evoluzione nel tempo delle concentrazioni	\$	DPR 203/88 DM 60 02/04/02

Tab. 17 - Indicatori dell'Annuario dei dati ambientali 2003 sulla qualità dell'aria classificati secondo lo schema DPSIR e per norma di riferimento

3.1.4. Rifiuti

Una società moderna e sviluppata è caratterizzata da livelli sempre più alti di produzione e di consumo. In corrispondenza, però, di alti livelli di produzione e consumo le società generano una grande quantità di rifiuti che ovviamente hanno un impatto deleterio sull'ambiente. In altre parole, se l'ecosistema non subisse pressioni da parte del sistema antropico il rifiuto non esisterebbe. Per questo motivo, negli ultimi anni, con lo sviluppo dei moderni sistemi economici e con il crescere delle pressioni

sull'ambiente, si è sempre più parlato del problema rifiuti e del modo migliore per monitorare la loro produzione e il loro smaltimento.

In coerenza di quanto detto, anche l'interesse dell'ISTAT per il tema ambientale rifiuti si è sviluppato negli ultimi anni. Oltre alle collaborazioni con vari enti e ai progetti di ricerca effettuati, gli indicatori calcolati dall'ISTAT con riferimento al tema dei rifiuti sono rilevati nell'indagine *Osservatorio ambientale sulle città*. Inoltre, viene dedicato un capitolo ai rifiuti, con dati non di fonte propria, nell'*Annuario di Statistiche Ambientali* (2002a).

L'indagine sopra citata rileva: la raccolta di rifiuti urbani distinta per tipologia, la percentuale di raccolta differenziata, la raccolta differenziata e selettiva per materiali, il numero e la capacità di contenitori per la raccolta dei rifiuti urbani, i mezzi utilizzati per la raccolta dei rifiuti urbani, il numero di impianti di trattamento e smaltimento dei rifiuti, le multe per violazione di igiene urbana per tipologia di infrazione.

La gestione dei rifiuti rappresenta un problema strategico soprattutto per le aree urbane, dove ovviamente la più alta densità di popolazione comporta una maggiore produzione di rifiuti. Gli indicatori che analizzano la raccolta di rifiuti urbani suddivisi per tipologia (differenziata, indifferenziata, selettiva) e la percentuale di raccolta differenziata consentono di monitorare se i comuni ed i cittadini in generale perseguano l'obiettivo principale della gestione dei rifiuti, che è ovviamente quello del riciclo dei rifiuti prodotti. Tale obiettivo è, come noto, di più facile raggiungimento se vi è una alta percentuale di rifiuti raccolti in modalità differenziata.

L'organizzazione della raccolta in modalità differenziata rappresenta un costo aggiuntivo per le amministrazioni comunali. Talvolta i governi locali tendono ad abbattere tale costo organizzando raccolte multimateriali, con contenitori che raccolgono insieme più materiali (ad esempio, plastica, vetro, alluminio). Per monitorare le tipologie di materiali raccolti in forma differenziata è utile analizzare l'indicatore sulla raccolta differenziata e selettiva per materiali.

Per approfondire lo studio delle politiche ambientali delle amministrazioni comunali, si possono utilizzare gli indicatori che misurano il numero e la capacità di contenitori per la raccolta dei rifiuti urbani e il numero di impianti di trattamento e smaltimento dei rifiuti. Ad esempio, analizzando il numero di contenitori rapportato alla popolazione residente di un comune possiamo studiare l'accessibilità del "servizio rifiuti" da parte

della cittadinanza. Informazioni aggiuntive sull'importanza che una amministrazione comunale attribuisce alla raccolta differenziata possono poi venire dall'indicatore che misura il numero per abitante di contenitori utilizzabili per la raccolta differenziata.

L'indagine, inoltre, ha voluto verificare l'esistenza sul territorio di ogni comune di impianti utilizzati per il trattamento e lo smaltimento dei rifiuti distinti per tipologia.

TEMI E SETTORI	INDICATORE	DESCRIZIONE	Tipologia DPSIR
Rifiuti	Raccolta di rifiuti urbani per tipologia	L'indicatore analizza i rifiuti urbani raccolti per tipologia (raccolta indifferenziata, differenziata e selettiva) per abitante (in kg)	P
	Percentuale di raccolta differenziata	L'indicatore analizza la percentuale di raccolta differenziata realizzata nel comune, rispetto al totale della raccolta di rifiuti urbani	R
	Raccolta differenziata e selettiva per materiali	L'indicatore analizza i rifiuti differenziati e selettivi raccolti per diversi materiali (es.: carta, vetro, materie plastiche, alluminio, ...) per abitante (in kg)	R
	Densità di contenitori per la raccolta dei rifiuti urbani	L'indicatore analizza il numero di contenitori per la raccolta dei rifiuti urbani con riferimento al territorio comunale (numero di contenitori per km ² di superficie comunale). I contenitori sono distinti per la raccolta differenziata e indifferenziata	D/P/R
	Disponibilità di contenitori per la raccolta dei rifiuti urbani	L'indicatore analizza il numero di contenitori per la raccolta dei rifiuti urbani con riferimento alla popolazione (numero per 1.000 abitanti). I contenitori sono distinti per la raccolta differenziata e indifferenziata	D/R
	Capacità dei contenitori per la raccolta dei rifiuti urbani	L'indicatore analizza la capacità media dei contenitori per la raccolta dei rifiuti urbani e la capacità per 1.000 abitanti (in m ³). I contenitori sono distinti per la raccolta differenziata e indifferenziata	R
	Mezzi utilizzati per la raccolta dei rifiuti urbani	L'indicatore analizza la portata media dei mezzi utilizzati per la raccolta dei rifiuti urbani (in m ³)	R
	Impianti di trattamento e smaltimento	L'indicatore analizza il numero di impianti di trattamento e smaltimento utilizzati nei comuni, per tipologia (discarica, inceneritore, compostaggio, altro)	D/R
	Multe per violazione di igiene urbana per tipo di infrazione	L'indicatore analizza il numero di multe elevate per violazione di igiene urbana, per tipo di infrazione (scarico abusivo, non corretto conferimento di rifiuti nei contenitori, deiezioni canine, altro) per 100.000 abitanti	D/R

Tab. 18 - Indicatori dell'Osservatorio ambientale sulle città sul tema rifiuti classificati secondo lo schema DPSIR

Infine, indicazioni sul comportamento dei cittadini nei confronti del problema dei rifiuti vengono dal numero di multe elevate per violazione di igiene urbana, distinte per tipo di infrazione. Tali multe vengono, in genere, comminate per scarico abusivo di rifiuti, per un non corretto utilizzo dei contenitori dei rifiuti e per deiezioni canine.

La materia rifiuti, tra le grandi problematiche ambientali, è stata l'ultima ad essere regolata da norme precise. Infatti, solo con il DPR n.915/82, emanato in attuazione di direttive comunitarie, si è dato per la prima volta una prima definizione delle varie tipologie di rifiuto e si incaricava le regioni di effettuare “*il rilevamento statistico dei dati inerenti la produzione e lo smaltimento dei rifiuti*”.

Come è noto, le informazioni statistiche sui rifiuti sono ricavate prevalentemente attraverso il MUD (si veda in proposito il paragrafo 2.1.3).

L'APAT calcola indicatori sui rifiuti che riguardano i temi della produzione dei rifiuti, della gestione dei rifiuti e della produzione e gestione degli imballaggi.

La produzione totale dei rifiuti, distinta per produzione rifiuti urbani e produzione rifiuti speciali, è uno degli indicatori fondamentali per il monitoraggio del tema ambientale rifiuti. Il valore di questo indicatore è stato anche utilizzato come dato-obiettivo nel V Programma europeo di Azione Ambientale (V EAP) (conclusosi nel dicembre 2000) che ha fissato il traguardo a 300 kg/pro capite per anno. Purtroppo la qualità delle informazioni desumibili dall'indicatore che misura la produzione dei rifiuti urbani non è omogenea a livello nazionale, per la presenza di fonti di dati diversi. Tale diversità di fonti nasce dalla necessità, da parte delle competenti autorità locali, di superare il ritardo, circa 2 anni, della rilevazione tramite MUD, spingendole a sviluppare tecniche di rilevazione ad *hoc* (cfr il paragrafo 2.1.3).

Rispetto all'edizione del 2002 sono stati inseriti due nuovi indicatori: produzione di rifiuti per unità di PIL e quantità di apparecchi contenenti PCB; il primo per valutare la “disgiunzione” (*de-coupling*) tra la produzione totale di rifiuti e lo sviluppo economico negli anni considerati, il secondo per evidenziare il numero di apparecchi contenenti Policlorobifenili (PCB) derivante dall'inventario istituito ai sensi del decreto legislativo 209/99. Quest'ultimo è uno degli indicatori fondamentali che le regioni devono monitorare per la programmazione della decontaminazione o smaltimento degli apparecchi contenenti PCB entro il 2010.

Al solito le fonti normative che prescrivono la costruzione dell'indicatore che misura la produzione dei rifiuti e la classificazione secondo lo schema DPSIR di tale indicatore (APAT, 2003), vengono riportate nella Tab. 19.

Nome Indicatore	Finalità	DPSIR	Riferimenti Normativi
Produzione di rifiuti totale e per unità di PIL	Misurare la quantità totale di rifiuti generati e il disaccoppiamento tra produzione dei rifiuti e sviluppo economico	P	Decisione n. 1600/2000
Produzione di rifiuti urbani	Misurare la quantità totale di rifiuti generati	P	D.lgs. 22/1997; DM 378/98
Produzione di rifiuti speciali	Misurare la quantità totale di rifiuti generati	P	D.lgs. 22/1997; DM 378/98
Quantità di apparecchi contenenti PCB	Misurare la quantità di apparecchi contenenti PCB	P	D.lgs. 209/99; DM 11/10/01

Tab. 19 - Indicatori dell'Annuario dei dati ambientali 2003 sulla produzione dei rifiuti classificati secondo lo schema DPSIR e per norma di riferimento

Il principio del ricorso allo smaltimento in discarica come scelta finale è stabilito con grande forza nel VI Programma europeo di Azione Ambientale.

Questo principio si ritrova già nel decreto legislativo n. 22/97 (Decreto Ronchi) come obiettivo di gestione. L'attuale politica sui rifiuti è, pertanto, volta al recupero, nelle sue tre forme di riutilizzo, riciclo e recupero, e incentiva, in particolare, la raccolta differenziata. Per raggiungere tali obiettivi, è necessaria la presenza di una rete di impianti di trattamento e smaltimento che siano il più possibile ecocompatibili.

Attualmente si è in attesa del recepimento della direttiva n. 31/99/CE che regola sia la tipologia dei rifiuti ammessi nelle discariche, sia le caratteristiche tecniche delle stesse.

Per il popolamento degli indicatori selezionati i dati del MUD vengono integrati con quelli ricavati dalle autorizzazioni all'esercizio degli impianti di gestione dei rifiuti, dovute ai sensi degli artt. 27-28 del decreto legislativo n. 22/97.

Di seguito viene riportata la tabella che indica le fonti normative che prescrivono la costruzione degli indicatori che monitorano la gestione dei rifiuti e la loro classificazione secondo lo schema DPSIR (APAT, 2003).

Nome Indicatore	Finalità	DPSIR	Riferimenti Normativi
Quantità di rifiuti urbani raccolti in modo differenziato	Fornire un'indicazione sull'efficacia delle politiche di gestione dei rifiuti urbani	R	D.lgs. 22/97 L 93/01
Quantità di rifiuti speciali recuperati	Fornire un'indicazione sull'efficacia delle politiche di gestione dei rifiuti	R/P	D.lgs. 22/97 DM 05/02/98
Quantità di rifiuti smaltiti in discarica, totale e per tipologia di rifiuti	Fornire un'indicazione sull'efficacia delle politiche di gestione dei rifiuti	R/P	D.lgs. 22/97 D.lgs. 36/03
Numero di discariche	Fornire un'utile indicazione della pressione esercitata in una determinata area geografica	P	D.lgs. 22/97
Quantità di rifiuti inceneriti, totale e per tipologia di rifiuti	Misurare la quantità di rifiuti avviati a termodistruzione valutando indirettamente la quantità di rifiuti sottratta alla discarica	R/P	D.lgs. 22/97, DM 05/02/98 D.lgs. 79/99, DM 11/11/99 Direttiva 2001/77/CE L 120/02
Numero di impianti di incenerimento	Verificare il conseguimento degli obiettivi fissati dalla normativa vigente	P	D.lgs. 22/97, L 120/02 DM 05/02/98 D.lgs. 79/99, DM 11/11/99 Direttiva 2001/77/CE

Tab. 20 - Indicatori dell'Annuario dei dati ambientali 2003 sulla gestione dei rifiuti classificati secondo lo schema DPSIR e per norma di riferimento

Nelle politiche di controllo dei rifiuti anche la gestione degli imballaggi assume un ruolo fondamentale. Infatti, i molti beni immessi sul mercato, che sono destinati a diventare rapidamente dei rifiuti, vengono venduti con un imballaggio. Anche per tali materiali è, pertanto, necessario avviare politiche di recupero.

Le risposte politiche per il monitoraggio degli imballaggi si sono concretizzate nella nascita di una normativa di riferimento a livello UE (Dir. 94/62/CE), come recepito a livello italiano dal decreto legislativo n. 22/97, che ha portato, nel 1998, alla nascita del Consorzio Nazionale Imballaggi (CONAI) e dei Consorzi di filiera.

Ovviamente per monitorare tale fenomeno è necessario quantificarlo. Da qui nasce la necessità di individuare e, soprattutto, costruire indicatori che forniscano una misura dell'entità della produzione di imballaggi.

La principale fonte dei dati è rappresentata dalla comunicazione annuale che l'Italia presenta alla Commissione Europea ai sensi della Decisione 97/138/CE del 3 febbraio 1997, nella quale vengono riportate le tabelle riassuntive dei dati relativi alla produzione, distribuzione (impresso al consumo) e gestione degli imballaggi e dei rifiuti di imballaggio. Tale relazione viene preparata dall'APAT col contributo di tutti i

soggetti coinvolti nel ciclo di gestione degli imballaggi e dei rifiuti di imballaggio (CONAI, Consorzi di filiera, Istituto Italiano Imballaggio, FISE).

Di seguito viene riportata la tabella che indica le fonti normative che prescrivono la costruzione degli indicatori che monitorano la produzione e la gestione degli imballaggi e la classificazione secondo lo schema DPSIR di tali indicatori (APAT, 2003).

Nome Indicatore	Finalità	DPSIR	Riferimenti Normativi
Produzione di imballaggi, totale e per tipologia di materiale	Misurare la quantità di imballaggi prodotti	P	Dir. 94/62/CE D.lgs. 22/97
Imnesso al consumo degli imballaggi, totale e per tipologia di materiale	Misurare la quantità di imballaggi immessi sul mercato nazionale al fine di valutare il raggiungimento degli obiettivi	P	Dir. 94/62/CE D.lgs. 22/97
Recupero di rifiuti di imballaggio, totale e per tipologia di materiale	Determinare le quantità di rifiuti di imballaggio riciclate e recuperate per la verifica del raggiungimento degli obiettivi imposti dalla normativa	R	Dir. 94/62/CE D.lgs. 22/97

Tab. 21 - Indicatori dell' *Annuario dei dati ambientali 2003* sulla produzione e gestione degli imballaggi classificati secondo lo schema DPSIR e per norma di riferimento

3.2. Modelli

3.2.1. Introduzione

Il passaggio dalla *descrizione* dell'ambiente alla *comprensione* e alla *previsione* dei fenomeni ambientali e dei loro effetti sull'uomo appare presupposto ineludibile per la formulazione di efficaci *politiche* per l'ambiente. Questo salto di qualità richiede però necessariamente, oltre ad una accurata raccolta di informazioni ambientali, la elaborazione di modelli interpretativi dello stato dell'ambiente e previsionali delle prospettive della sua evoluzione. Va precisato che per modelli si intendono qui non tanto *schemi di inquadramento coerente delle informazioni*, quale il modello DPSIR largamente impiegato per dare una cornice organica agli indicatori ambientali, quanto modelli matematici (deterministici, statistico-probabilistici o misti) capaci di cogliere i nessi causali, o almeno associativi, che determinano lo stato e le dinamiche ambientali. Il passaggio ad un approccio modellistico, inteso in questo senso, consente una visione integrata del problema ambientale, permette di tenere in considerazione le complesse interazioni che avvengono fra i fenomeni ambientali e fra questi e le condizioni di vita dell'uomo, fornisce il necessario quadro teorico alla definizione e quantificazione dei rischi ambientali e costituisce l'indispensabile supporto alla decisione ambientale in condizioni di incertezza e in presenza di differenti scenari.

Il ruolo dei modelli è stato sancito anche da molte normative ambientali. Due esempi sono il D.M. 20 maggio 1991 "Criteri per la raccolta dei dati inerenti la qualità dell'aria", che indica tra gli obiettivi generali di un sistema di rilevamento della qualità dell'aria la verifica "*della rispondenza di modelli fisico-matematici a rappresentare la dinamica spazio-temporale dei fenomeni dispersivi degli inquinanti*" e il D.L. 351/1999, che ha recepito la direttiva quadro europea 96/62, e che richiede "*l'applicazione di modelli di dispersione e trasformazione chimica degli inquinanti*".

Occorre sottolineare che l'impiego di modelli esplicativi e previsionali risponde anche ad un criterio di "efficienza informativa", poiché rappresenta il modo più pieno e ricco di sfruttare il contenuto informativo dei dati rilevati con le varie procedure discusse nei Capitoli precedenti. Infatti, a fronte di una mole di informazioni raccolte a volte imponente, si riscontra in generale una **sotto-utilizzazione** dei dati rilevati, che si concretizza nella migliore delle ipotesi nel loro impiego per il calcolo di indicatori che si limitano a "fotografare" lo stato del fenomeno ambientale indagato, e nella peggiore

delle ipotesi nel mero adempimento delle previsioni di legge in materia di rispetto di *standard* per la vigilanza ambientale.

Come conseguenza di questa sotto-utilizzazione non sono molto frequenti, in Italia, gli esempi di enti pubblici di vigilanza ambientale che elaborino modelli espliciti di spiegazione e/o previsione dell'inquinamento. Relativamente più vasto è invece il ricorso a modelli "impliciti" (ad esempio per stimare dati mancanti) e la disponibilità di modelli di dispersione, di modelli cioè basati sulle leggi chimico-fisiche di diffusione, in grado di valutare le dinamiche di propagazione e diffusione degli inquinanti nell'atmosfera, nell'idrosfera e nel suolo. Certamente più ampia rispetto al panorama italiano è l'esperienza in alcuni stati d'Europa e negli Stati Uniti, dove l'attenzione per le tematiche ambientali è molto più sviluppata e la Statistica Ambientale ha una tradizione più consolidata. Numerosi sono infatti, in questi paesi, gli enti e le agenzie pubbliche, istituzionalmente preposti alla raccolta dei dati o alla sorveglianza ambientale, che alimentano con questi dati modelli di previsione e di monitoraggio dell'inquinamento ambientale, diffondendone spesso i risultati al pubblico mediante indicatori di sintesi o strumenti grafici.

In questa sezione si tenterà di dar conto della tipologia di modelli esplicativi/previsionali che vengono utilizzati da agenzie e enti pubblici di vigilanza ambientale per il supporto ai loro compiti conoscitivi e di sostegno ai decisori pubblici. Ovviamente un resoconto esaustivo è impossibile, sia per la varietà dei modelli e degli impieghi possibili, sia per la grande articolazione, anche territoriale, dei soggetti. Per questo motivo l'attenzione sarà incentrata principalmente sui soggetti SISTAN, e in particolare su quelli di livello nazionale.

Per introdurre questa rassegna, è opportuno richiamare preliminarmente alcune specificazioni riguardanti gli impieghi e le tipologie di modelli, che risulteranno utili nelle successive trattazioni specifiche riferite all'aria, all'acqua ed ai rifiuti (Parr. 3.2.2, 3.2.3 e 3.2.4).

Impiego implicito ed esplicito dei modelli

La prima distinzione che va fatta è fra impieghi espliciti e impliciti dei modelli. E' infatti frequente che, nelle varie fasi sia di controllo di qualità dei dati che di analisi, si

faccia ricorso a tecniche che in realtà sono giustificate da un modello "sottostante", che non viene però esplicitato. Ricadono sotto questa fattispecie molte tecniche empiriche di stima di dati mancanti, o di aggiustamento di dati anomali o palesemente errati, la stima per piccole aree; vi ricadono anche molte tecniche di campionamento spaziale quali quelle presentate nel par. 2.3. In realtà anche molti indicatori, in particolare aggregati, assumono pieno significato solo all'interno di un modello "implicito", che dà fondamento teorico all'indicatore, ma non viene specificato esplicitamente.

Scopi dei modelli

Il ricorso a modelli in contesto ambientale si verifica in varie fasi e per rispondere ad esigenze diversificate.

Un primo scopo, spesso sottovalutato, che motiva il ricorso a modelli è **la stima del dato**. Ciò avviene, ad esempio:

- quando si procede all'estensione di una informazione puntuale (rilevata in un sito spazialmente o temporalmente limitato) ad un'area o ad un periodo di riferimento, ricorrendo generalmente a modelli di interpolazione spaziale o temporale tra due o più siti o istanti di rilevazione;
- quando si ha necessità di ottenere dati stimati su inquinanti non direttamente rilevati dalle reti di monitoraggio, nel qual caso ci si serve in genere delle informazioni sulla presenza di inquinanti che hanno le stesse fonti di emissione, o sulla conoscenza delle relazioni tra inquinanti e caratteristiche del *medium* ricettore, oppure di elaborare un dato per il quale il procedimento di rilevazione ha generato una misura al di sotto del "fondo scala" (*limit of detection*) dello strumento impiegato;
- per implementare procedure di validazione e certificazione del dato rilevato;
- per l'imputazione di dati mancanti, quando è necessaria una base di dati completa, in particolare per l'elaborazione di previsioni a scopo normativo (si veda, ad esempio, EPA 1994a-e e, in questo Rapporto, la stima di emissioni e rifiuti sulla base di indicatori economici e di coefficienti tecnici).

E' questo l'ambito in cui si fa più spesso ricorso a modelli impliciti, o non del tutto formalizzati.

Un secondo importante scopo che giustifica l'impiego di modelli è ovviamente dato dall'esigenza di approfondire da un lato la **comprensione** e dall'altro la **previsione a breve-medio termine** dei fenomeni ambientali di interesse. Mentre questo tipo di impiego dei modelli è tipico degli enti di ricerca e delle realtà accademiche, sono meno frequenti i casi di enti di vigilanza ambientale, sia nazionali che locali, che abbiano sviluppato esperienze in questa direzione, e, ove realizzate, esse sono state in genere finalizzate alla previsione di eventi “estremi” (superamento di soglie prefissate, ecc.) a fini di supporto alla decisione politica ed amministrativa.

Un terzo impiego, collegato al precedente ma caratterizzato da specifiche peculiarità, è quello dei modelli di **dispersione e trasformazione** degli inquinanti. Si tratta di modelli che, incorporando il maggior numero possibile di conoscenze prelieve sui meccanismi chimico-fisici dei fenomeni ambientali indagati, forniscono informazioni da un lato sulle relazioni tra emissioni e immissioni (matrici sorgenti – recettori), e dall'altro sulle relazioni fra emissioni e concentrazione o deposizione degli inquinanti primari o secondari, tenuto conto dei processi di dispersione, trasporto, trasformazione chimica e rimozione. I modelli di dispersione permettono di stimare (in modo deterministico o statistico, a seconda della loro natura analitica) campi di concentrazione, anche in porzioni di territorio ove non esistano punti di misura, e di studiare scenari ipotetici di emissioni alternativi rispetto al quadro osservato.

Infine, un altro impiego di grande rilevanza dei modelli è la **valutazione degli effetti e degli impatti** dei fenomeni di degrado ambientale sull'uomo e sull'ecosistema, cioè la **valutazione del rischio ambientale**. Il concetto di rischio ambientale, sempre più spesso presente sia nella letteratura scientifica che nel discorso politico ambientalista, è in realtà ancora per molti aspetti indefinito. Prevalentemente ci si riferisce al rischio per la salute umana, anche se in un contesto più ampio, abbastanza sentito nel resto d'Europa, e specie in nazioni che hanno una tradizionale sensibilità al problema ambientale, c'è molta attenzione anche ai rischi corsi dall'ecosistema (flora, fauna, comunità biologiche, ecc.) e agli impatti economici di fenomeni di degrado ambientale. Nei modelli per la valutazione del rischio ambientale, tipicamente associativi data la grande complessità delle sequenze causali coinvolte, le variabili di stato e dinamica dell'ambiente giocano il ruolo di esplicative di variabili risposta che misurano appunto su varie dimensioni (salute umana, stato delle comunità biologiche, conseguenze

economiche, ecc.) i rischi ambientali. Esempi salienti, che fanno riferimento al rischio sanitario, sono i modelli usati in epidemiologia ambientale e in ecotossicologia.

Una classe di modelli collegati a quelli di valutazione degli effetti, ma a più elevata specificità e con una finalizzazione assai più mirata, è rappresentata dai modelli di **rischio industriale e/o d'area**. Predisposti per lo più per la gestione di ipotetiche catastrofi ambientali, questi simulano il decorso e gli impatti di incidenti ambientali (come l'inquinamento di suoli o di falde acquifere o *l'effetto domino* conseguente ad esplosioni o incendi, ecc.) in vicinanza di impianti industriali.

Formulazione analitica dei modelli

Partendo dalla **formulazione analitica** le principali distinzioni tra i modelli possono essere schematizzate nella seguente articolazione:

- a) modelli deterministici;
- b) modelli statistici;
- c) modelli misti (con una parte deterministica ed una probabilistica).

I modelli **deterministici** sono modelli matematici che si fondano sulla conoscenza dei processi chimici e fisici che presiedono alla produzione e diffusione di inquinanti, in cui la variabile risposta è la concentrazione di inquinante nel *medium*. Si tratta spesso di modelli utilizzati per studiare la dispersione, la trasformazione chimica e la deposizione di inquinanti (come nel caso dei modelli di dispersione degli inquinanti aeriformi o dei modelli idrologici), che usualmente inseriscono fra le variabili esplicative un articolato insieme di dati meteorologici, di informazioni relative alla natura orografica e geologica del territorio (rugosità dei terreni, vicinanza al mare, composizione del suolo, ventosità, andamento delle correnti marine o fluviali, grado di permeabilità dei terreni, presenza di ostacoli,) e di notizie sulle fonti di emissione.

Sebbene non sia possibile una classificazione omogenea ed esaustiva dei modelli deterministici, si può osservare che generalmente essi sono caratterizzati da una elevata complessità della formulazione analitica (si tratta spesso di complessi sistemi di equazioni differenziali o alle differenze finite) e della strumentazione computazionale necessaria per la loro soluzione numerica.

Il prodotto finale è in genere una stima della concentrazione o del livello degli inquinanti, spesso organizzati in mappe georeferenziate, cui non è però possibile

associare alcuna misura dell'errore presumibilmente commesso, dato che non viene tenuta in considerazione nè la natura intrinsecamente stocastica dei fenomeni ambientali nè l'incertezza connessa all'impiego di informazioni campionarie e/o all'imprecisione degli strumenti di misura.

I modelli **statistici** (o, come più propriamente andrebbero chiamati, **statistico-probabilistici**) sono invece basati proprio sull'idea di tenere conto della natura stocastica dei fenomeni e delle incertezze connesse con le procedure di campionamento e di misura. E' bene osservare preliminarmente che, anche se spesso si riscontra impropriamente l'uso del termine "modello statistico" per indicare semplici procedure di interpolazione, o estrapolazione, di dati monitorati, i modelli statistici rappresentano a tutti gli effetti relazioni analitiche (a volte di natura anche causale, o almeno associativa) tra variabili; ciò che li caratterizza peculiarmente è la facoltà di associare alla previsione o alla stima prodotta una misura dell'incertezza ad essa connessa. In particolare, hanno spesso la forma di modelli di tipo *regressivo*, in cui cioè si assume che la variabilità osservata nella variabile risposta (ad esempio l'inquinante che si sta studiando) sia spiegabile a mezzo del comportamento di un insieme di variabili esplicative che si assumono misurate senza errore. La forma analitica di questa relazione può essere tra le più varie, dal semplice modello lineare classico a modelli lineari generalizzati, modelli additivi generalizzati e modelli intrinsecamente non lineari.

Dal punto di vista della capacità di incorporare conoscenze a priori sui meccanismi chimici, fisici e biologici che determinano i fenomeni ambientali indagati, i modelli statistici possono situarsi in un *continuum* che va da modelli sostanzialmente basati su relazioni empiriche fra variabili a modelli che incorporano, in modo non dissimile dai modelli deterministici, molte conoscenze a priori sui fenomeni esaminati. In questo senso si possono distinguere:

- ad un estremo di questo *continuum*, i *modelli a scatola nera* (o *data-driven*, cioè *guidati dai dati*), modelli cioè in cui si assume la presenza di un processo che ha generato il dato osservato, per il quale non si fanno però ipotesi forti *a priori* e che si cerca di riprodurre servendosi della stessa storia passata del fenomeno o dell'andamento del fenomeno nello spazio vicino o di altri fenomeni osservati che hanno comportamenti simili (*proxy*);

- in posizione intermedia del *continuum*, i *modelli a scatola grigia*, in cui accanto ad una componente di tipo *scatola nera* si affiancano delle variabili esplicative di cui sono noti, o supposti, i legami causali con la variabile risposta;
- infine, all'estremo opposto, modelli di tipo *causale*, in cui si assume una relazione di causa-effetto tra le esplicative e la variabile risposta, e in cui si incorpora, sempre in un contesto probabilistico, la maggiore quantità possibile di informazioni e teorie *a priori* su tale relazione.

Per quanto appena detto, è ovvio che tra i modelli statistici particolare rilievo assumono, in contesto ambientale, i modelli temporali, spaziali e spazio-temporali. Dal lato della complessità analitica e computazionale, i modelli statistici presentano, in generale, una maggiore semplicità analitica e tempi di calcolo solitamente inferiori rispetto ai modelli deterministici, prestandosi così maggiormente ad un uso di routine.

I modelli **misti**, sono infine una *estensione* dei modelli deterministici, ottenuta mediante l'inclusione di una parte stocastica selezionata per migliorare l'adattamento del modello e le sue capacità previsionali. Appartengono a questa categoria modelli basati su reti neurali, i modelli *fuzzy* e i modelli *wavelet*.

Va infine sottolineato come, all'interno di tutte e tre le classi ora brevemente ricordate, usualmente i modelli impiegati siano **univariati**, tengano conto cioè di un solo fenomeno ambientale alla volta, trascurando di modellare congiuntamente come variabili risposta più fenomeni e le loro interazioni. Ciò è dovuto ad esigenze semplificatrici, in un contesto in cui la complessità da gestire è elevatissima; ma è anche probabilmente un retaggio delle normative, in particolare sul monitoraggio di inquinanti, che tipicamente impongono *standard* di riferimento univariati.

3.2.2 Acqua

I modelli impiegati nell'analisi della qualità dell'acqua sono per lo più modelli matematici che descrivono il corpo idrico (corso d'acqua, zona marina costiera, lago ...) e i suoi meccanismi autodepurativi. I modelli incorporano, in generale, numerosi indicatori della qualità dell'acqua (di natura chimica o biologica) ed esprimono la dinamica spazio-temporale mediante modelli basati su equazioni differenziali, in

funzione dei carichi immessi e delle caratteristiche geografiche, orografiche e morfologiche, del corpo idrico.

Si tratta spesso di modelli che sfruttano la conoscenza delle reazioni chimiche tra inquinanti, *medium* idrico ed ecosistema (come, ad esempio, la reazione chimica tra ossigeno e sostanze biodegradabili), o meccanismi di produzione e riduzione di inquinanti da parte di piante o microrganismi animali in grado di favorire i processi di autodepurazione. Una delle distinzioni fondamentali è la natura delle fonti di emissione (puntuali o diffuse) e il numero delle stesse considerato all'interno del modello (modelli a sorgente unica o multi-sorgente). L'impiego più frequente di questi modelli è la simulazione, mentre non si rinvengono esempi significativi, almeno a livello nazionale, di modelli di previsione dei livelli di inquinamento delle acque.

In ambito internazionale, ancora una volta l'EPA (cfr. www.epa.gov/OST/wqm) presenta i contributi più interessanti, sia in termini di elaborazione, che di raccolta e documentazione di modelli per la qualità delle acque. In particolare l'Agenzia americana mantiene una banca dati di modelli per la qualità dell'acqua elaborati dal *Center for Exposure Assessment Modeling* (CEAM) e dal *Center for Subsurface Modeling Support* (CSMoS), ove sono rinvenibili modelli di simulazione per vari tipi di *media* idrici (bacini idrografici, fiumi, acque marine, ...). I modelli proposti simulano il movimento delle precipitazioni e degli inquinanti sulla superficie dei terreni, attraverso canali e corsi d'acqua. Sono modelli con obiettivi singoli, cioè specificatamente pensati per analizzare una tipologia di fenomeno alla volta.

In Italia, per quanto attiene alla modellazione dello stato, della qualità e della dinamica dei corpi idrici (nella molteplicità delle loro specificazioni e impieghi: acque interne e costiere, di superficie e sotterranee, destinate all'uso potabile o alla balneabilità, ecc.) ancora scarsa sembra l'attenzione dedicata all'utilizzo approfondito delle informazioni raccolte. La normativa di riferimento è del resto assai recente (es. D.L.152/99 -successivamente modificato nella legge 258/2000- e legge 2000/60/EC) e in alcuni casi si limita a definire le procedure di rilevamento e di elaborazione di alcuni indici sintetici di qualità delle acque (TRIX, SECA, IQB, LIM, SCAS, ...). Non sempre sono previste procedure per il recupero dei livelli di qualità ritenuti accettabili, né scadenze temporali affinché questo avvenga, e questo depotenzia ovviamente l'impiego di modelli per il monitoraggio continuo, la previsione e la valutazione dell'efficacia di

interventi. Un caso emblematico è a questo proposito la legislazione sulla balneabilità delle acque che impone una procedura di monitoraggio piuttosto articolata e a cadenza quindicinale, ma ove il sito risulti non adatto alla balneazione non prevede alcun obbligo dei soggetti competenti per il ripristino di livelli accettabili di qualità delle acque. Inoltre, la notevole mole di dati rilevati sulla composizione fisico-chimica e batteriologica dei campioni d'acqua viene ridotta alla sola variabile dicotomica "sito idoneo/non idoneo alla balneabilità", risultando in un evidente sotto-utilizzo del contenuto informativo dei dati, che ben si presterebbero invece ad una modellazione spazio-temporale utile per il monitoraggio, la previsione e l'allarme precoce di episodi acuti di inquinamento delle acque costiere.

Come conseguenza di questa situazione, sebbene siano molte e interessanti le proposte di analisi modellistica avanzate da Organismi internazionali (si veda, ad esempio, il progetto AQUASTAT della FAO: Clarke, 1984; Ongley, et al., 1999, o i succitati modelli dell'EPA) e da centri di ricerca anche nazionali (si vedano, ad esempio, CISBA, 1988 o, ancora, la ricca produzione scientifica dell'IRSA, Istituto di Ricerca sulle Acque del CNR), sembra che queste proposte trovino difficoltà ad essere trasferite nell'attività istituzionale di controllo e monitoraggio. In generale, infatti, gli Enti e le Agenzie preposti alla vigilanza e/o alla raccolta di dati ambientali (APAT, ARPA e APPA; ENEA, ISTAT, Regioni, Ministero dell'Ambiente, ecc.) non elaborano modelli per la qualità delle acque né a scopo di monitoraggio e controllo né tanto meno a scopo di previsione. Gli sforzi, peraltro pregevoli, risultano piuttosto orientati alla costruzione di indicatori volti alla classificazione delle acque in base allo stato di salute.

In questo panorama piuttosto negativo, esistono alcune promettenti eccezioni. Un esempio positivo di utilizzo di modelli nel contesto di una collaborazione di ricerca europea è rappresentato dall'attività di ARPA Toscana, che, nell'ambito del progetto europeo LIFE, ha utilizzato la modellistica fluviale per studiare l'inquinamento del fiume Arno attraverso il ricorso a due modelli: un modello chimico denominato *Woda* e un modello ecologico denominato *Qual2e*. *Woda* può essere utilizzato per avere una stima generale della situazione del fiume. *Qual2e* può essere, ad esempio, utilizzato per: valutare l'impatto ambientale di scarichi di varia natura ed entità sull'ecosistema fluviale; pianificare la locazione di prelievi di campioni d'acqua destinati ad analisi chimica durante una campagna di misurazioni; individuare le zone dove risulta più

bassa la concentrazione di ossigeno disciolto; stimare gli effetti indotti sul sistema da variazioni delle condizioni climatiche (escursioni giorno-notte o stagionali) (ARPA Toscana, 2000 e 2001).

3.2.3. Aria

Molto più vasta, come si è già accennato, è la gamma dei modelli per la diffusione e/o previsione degli inquinanti atmosferici. Si distinguono, sostanzialmente tre classi di modelli :

- 1) modelli di diffusione e di dispersione;
- 2) modelli di previsione a breve termine;
- 3) modelli per il rischio ambientale.

La maggior parte dei modelli rinvenuti in letteratura e/o utilizzati dagli enti preposti al monitoraggio atmosferico o a ricerche di natura ambientale sono **modelli di diffusione/ dispersione** (*airflow model, pure dispersion model*). Rassegne abbastanza esaustive, aggiornate al 2001, sulla letteratura riguardante i principali modelli per gli inquinanti atmosferici, si possono reperire nei *deliverables* del progetto APPETISE, riportati in bibliografia (APPETISE, 2001a-d). Si tratta in genere di modelli deterministici, che incorporano note relazioni chimico-fisiche fra gli inquinanti, e tengono conto delle traiettorie dei venti e dell'orografia del terreno. In molti di questi si valutano anche gli effetti della ricaduta e della deposizione degli inquinanti al suolo e la possibilità di penetrazione del terreno. Questi modelli, detti anche meteo-diffusivi, ipotizzano in genere delle condizioni ambientali molto rigide ("di laboratorio"), costruendo di norma degli scenari per i quali sia possibile prevedere la dispersione degli inquinanti e i loro percorsi di deposizione al suolo e/o di trasformazione chimica.

I modelli deterministici si differenziano principalmente per il tipo di sorgenti emissive considerate (industriali, da traffico veicolare, sorgenti continue, puntuali, ecc.); per il tipo di inquinante considerato (inerte o reattivo); per la struttura matematica ipotizzata (modelli euleriani e modelli lagrangiani¹⁸).

I modelli di dispersione riscuotono un grande successo, anche a livello di soggetti pubblici; risultano infatti particolarmente utili "per ottenere campi di concentrazione

¹⁸ cfr. Finzi et al. (2001), dove viene proposta la ulteriore classificazione dei modelli euleriani in Gaussiani, Gaussiani estesi, *puff models*, *box models* e *grid models*; mentre quelli lagrangiani si differenziano in *lagrangian box models*, modelli a diffusione di particelle, modelli di traiettoria.

degli inquinanti anche per porzioni di spazio non coperte da rilevazione diretta; consentono di ipotizzare scenari di propagazione sulla base delle caratteristiche meteorologiche ed orografiche della zona interessata e di valutare l'impatto sui diversi *media* (aria, acqua e suolo, principalmente) delle emissioni di inquinanti aeriformi" (ANPA, 2000a).

Un esempio notevole di approccio modellistico di questo genere è il modello noto come CMPM98 (Modello Climatologico Puntiforme Multisorgente), messo a punto dall'ENEA nell'ambito di un accordo con il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio denominato "Fare Ambiente".

Si tratta sostanzialmente di un modello di diffusione e impatto, che ha come informazioni in ingresso valutazioni meteorologiche e di natura geo-orografica (organizzate sotto forma di matrice meteo-diffusiva) e notizie sulle fonti di emissione degli inquinanti. Il modello matematico stimato e utilizzato si serve poi, in mancanza di informazioni dettagliate, di ipotesi sulle caratteristiche della piovosità nella zona (intensità, frequenza, durata, ...), sulla stabilità degli strati d'aria, sulla ventosità e su altre costanti caratteristiche, per ipotizzare l'entità della ricaduta in acqua e sul suolo degli inquinanti aeriformi. Il prodotto finale è costituito dalle stime medie annue delle concentrazioni in aria di inquinanti e delle loro deposizioni al suolo per via umida e secca, ottenute per mezzo di previsioni/ simulazioni di scenari. Il modello si propone non solo di valutare l'impatto dell'inquinamento sull'agricoltura, ma anche sulla popolazione e sulle acque sotterranee, elaborando degli indicatori specifici basati sulle previsioni del modello.

Il progetto dell'ENEA ha avuto come principale risultato un *software* denominato *Artemisia2*, che incorpora in una struttura di tipo DSS (sistema esperto) un modello a reti neurali per generare una mappa dei siti con minore impatto ambientale sulla base delle variabili di *input* fornite. Si tratta dunque, in questo caso, di un modello di tipo misto (deterministico e statistico) che potremmo definire a "scatola grigia", indicato per guidare le decisioni di politica ambientale, "in grado di simulare in modo dinamico il comportamento dell'ambiente" (ENEA, 2003).

Un merito del progetto che ha dato luogo ad Artemisia 2 è sicuramente quello di aver fatto cooperare, nelle situazioni in cui è stato applicato, vari enti amministrativi e tecnici con coinvolgimenti istituzionali nella gestione e controllo ambientale. Notevole è poi lo

sforzo di raccolta e sistematizzazione di basi di dati diversificate, senz'altro unico al momento in Italia, e apprezzabile appare la disponibilità dello strumento anche via web, a vantaggio di divulgazione e fruibilità estese.

I limiti principali sembrano essere tre. Innanzitutto l'intero progetto risulta poco attento alle notevoli disomogeneità nella qualità dei dati utilizzati. In secondo luogo, la predominanza dell'approccio deterministico comporta un sottoutilizzo di metodi statistico-probabilistici avanzati, che potrebbero essere di grande ausilio nel tenere conto della variabilità, campionaria e connessa agli errori di misura, con cui i dati sono raccolti e nell'analizzare in modo integrato informazioni riferite a scale temporali e spaziali molto diverse. Infine, il tentativo di trattare simultaneamente tutte le tematiche ambientali coinvolte, se da un lato è apprezzabile, in quanto coerente con una logica condivisibile di analisi dei problemi ambientali in un'ottica integrata, sembra, allo stato attuale delle informazioni ambientali disponibili e delle metodologie impiegate, piuttosto prematuro, cosicchè sarebbe forse più opportuno elaborare modelli separati per le varie tematiche ambientali affrontate. Inoltre, questo tipo di "sistema esperto" rischia di essere impiegato, nel supporto alle politiche ambientali locali, come una procedura automatizzata "chiavi in mano", che solleva il gestore/controllore dall'esigenza di una reale comprensione del sistema ambientale, e gli consente, inserendo una gran mole di dati (fra l'altro assai eterogenea rispetto alla copertura spaziale e alla frequenza temporale di rilevazione) di avere un risultato pre-confezionato di difficile validazione.

La maggior parte dei **modelli previsivi** impiegati nell'analisi della qualità dell'aria è invece da ricondursi alla classe dei modelli statistici, particolarmente utili, e frequentemente utilizzati, per le previsioni a breve termine (24-48 ore) dei fenomeni di inquinamento atmosferico. Esempi di modelli di questo tipo non sono infrequenti anche a livello di amministrazioni locali che se ne servono, in maniera sperimentale o su base corrente, per supportare le decisioni pubbliche in materia di interventi urgenti in caso di superamenti di soglie d'attenzione o di allarme. La modellistica utilizzata a questo fine è piuttosto variegata: si va da modelli dinamici autoregressivi a scatola nera o a scatola grigia (ARMA o ARMAX, e loro varianti) a modelli di tipo non-parametrico, quali gli alberi di classificazione, a modelli misti, come quelli basati su reti neurali. Purtroppo, tranne lodevoli eccezioni (si vedano, ad esempio, il progetto ATMOSFERA, sviluppato dall'ENEA per il Comune di Roma, o il sistema informativo messo a punto dalla

Regione Liguria), l'attenzione è quasi sempre rivolta alla presentazione delle previsioni al pubblico in tempo reale, mentre i modelli utilizzati sono poco documentati, ed è pertanto difficile esprimere un giudizio sulla loro congruità.

Per quanto attiene infine ai **modelli per lo studio del rischio ambientale** che fanno riferimento all'impatto dell'inquinamento atmosferico, va ricordata l'esperienza di MISA (Metanalisi Italiana degli Studi sugli effetti a breve termine dell'inquinamento Atmosferico), il primo studio italiano integrato degli effetti a breve termine dell'inquinamento atmosferico in aree urbane sulla mortalità e morbilità, che, pur essendo stato promosso da un gruppo di ricerca universitario, ha coinvolto attivamente soggetti pubblici locali (ARPA, Osservatori Epidemiologici regionali, ASL, ecc.). Lo studio, i cui risultati sono stati pubblicati in Biggeri, Bellini, Terracini (2001), è una meta-analisi degli studi città-specifici svolti in otto città italiane (Torino, Milano, Verona, Bologna, Ravenna, Firenze, Roma e Palermo), ognuno dei quali condotto mediante modelli di regressione Poisson per serie storiche di decessi e ricoveri giornalieri, messi in relazione con medie giornaliere di concentrazione di inquinanti (contemporanee e ritardate) e con variabili meteorologiche. Lo studio MISA, che è attualmente alla sua seconda edizione (MISA2), è una delle poche esperienze del genere a livello internazionale, e presenta elementi di originalità rispetto ad altri studi analoghi, principalmente per la scelta fatta di progettare i singoli studi città-specifici in modo armonizzato, al fine di inserirli nella metanalisi finale. Dal punto di vista di interesse di questo rapporto, questa esperienza mostra da un lato l'importanza della disponibilità simultanea di dati epidemiologici, ambientali e meteorologici e l'efficacia, dal punto di vista conoscitivo e di supporto agli interventi pubblici, di un utilizzo approfondito di tali dati all'interno di modelli statistico-probabilistici.

3.2.4 Rifiuti

L'impiego esplicito di modelli esplicativi dei meccanismi di produzione e gestione dei rifiuti appare, almeno per ciò che riguarda l'APAT, piuttosto modesto, mentre sono numerosi gli esempi di uso "implicito" di modelli.

Un esempio rilevante di quest'ultimo uso è rappresentato dalla procedura di stima della quantità di rifiuti urbani operata dall'APAT per i Comuni in cui il dato è mancante sia nei MUD sia nelle fonti di integrazione del Catasto Rifiuti. La stima, calcolata

"tramite l'applicazione della produzione *pro capite* della provincia o dei comuni della provincia con la stessa fascia di popolazione" (APAT, 2002, p.3) è evidentemente giustificata da un modello sottostante (non esplicitato), che assume la produzione di rifiuti in relazione lineare diretta con la popolazione residente, con coefficiente di proporzionalità omogeneo nei comuni con la stessa fascia di popolazione. Assunzione implicite di questo genere sono tipiche in tutte le procedure di bonifica, correzione e controllo di qualità operate dall'APAT sui MUD.

Come ricordato all'inizio, il ricorso a modelli "espliciti" è invece abbastanza modesto, non solo in termini quantitativi, ma anche di livello di complessità e appropriatezza dei modelli impiegati.

Nella pubblicazione "Rapporto sui rifiuti - 2002" (APAT-ONR, 2002a), ad esempio, gli unici tentativi di modellazione esplicativa sono rappresentati da semplici modelli di regressione lineare che mettono in relazione, a livello regionale, la produzione di rifiuti urbani con i consumi delle famiglie e la produzione di rifiuti speciali totali e speciali pericolosi con il PIL. Già questo semplice esercizio modellistico, peraltro, si presta ad alcune critiche, soprattutto nel caso della relazione fra PIL e quantità di rifiuti speciali, data l'evidente implausibilità dell'assunto di linearità delle relazioni fra queste grandezze e l'assenza di un oculato esame del significato e dell'influenza di valori che appaiono anomali (si vedano, a titolo illustrativo, le Figg. 3.6a e 3.6b di APAT, 2002a, p. 151).

In realtà, il limite principale di questi modelli è dato dal livello di aggregazione troppo grezzo cui vengono applicati: le relazioni che se ne deducono sono fortemente influenzate dalla "trappola ecologica" e, d'altro canto, fanno trasparire l'importanza di una ricognizione previa sui tassi di risposta e sulla qualità delle fonti di integrazione locali, giacché i dati di alcune regioni, e segnatamente quelle del Sud, risultano sospettabilmente bassi rispetto alla relazione (discutibilmente assunta) lineare. L'altro aspetto che colpisce è il mancato utilizzo della natura longitudinale dei dati del Catasto Rifiuti; il MUD contiene un codice di identificazione dell'unità locale che permette il collegamento delle dichiarazioni della stessa azienda di anno in anno, e consente quindi di seguire nel tempo l'andamento delle aziende dal punto di vista della quantità e della tipologia dei rifiuti prodotti, in una logica di analisi di *panel* molto più potente di quanto possa essere l'approccio sostanzialmente trasversale attualmente impiegato dall'APAT.

Riassumendo, una modellazione più approfondita dei dati sui rifiuti richiederebbe: (a) di sfruttare la natura longitudinale dei dati disponibili nel Catasto Rifiuti e (b) di rimanere ad un livello molto più disaggregato di quello regionale,

Per ciò che riguarda il punto (a), non sembrano esservi studi da parte di Agenzie e Enti a livello nazionale che vadano in questa direzione.

Per ciò che riguarda il punto (b), e con riferimento ai rifiuti speciali originati dalle attività produttive, va sottolineato il potenziale informativo della specificazione di modelli a livello aziendale, che consentano la costruzione di coefficienti tecnici di produzione di rifiuti, mettendo in relazione, a livello di azienda, la dimensione produttiva, il tipo di attività economica e i processi produttivi impiegati con la produzione di rifiuti classificati per composizione merceologica. Solo modelli a livello micro di questo tipo possono dar conto della grande variabilità osservata, nella produzione di rifiuti, anche a parità di attività economica prevalente e di dimensione aziendale e, per questa via, suggerire possibili interventi sanzionatori e/o di incentivo alla modificazione di tecnologie ad alta produzione di rifiuti, e quindi inefficienti e non sostenibili. Questo approccio è stato seguito dal CTN-Rifiuti dell'APAT nell'approntare un importante rapporto tecnico su questo tema (ANPA, 2002), ispirandosi anche a varie esperienze internazionali e nazionali (si veda a questo proposito l'utile rassegna contenuta nel rapporto stesso, alle pp. 3-10). Il rapporto riporta un lavoro ponderoso di identificazione delle varie fasi produttive e delle relative tipologie di rifiuti prodotti in cinque settori (galvanico, ceramico, carrozzerie, cartario, tessile), per i quali si arriva alla determinazione di coefficienti di produzione per addetto, per unità di materia prima immessa nel processo produttivo e/o per unità di prodotto finale. Pur in presenza di un documento di indubbia utilità, ancora una volta va osservato che ad un ottimo lavoro di taglio "ingegneristico" nella determinazione dei processi produttivi, dei bilanci di materia ed energia, delle tipologie di rifiuto prodotto, ecc., fa da contraltare un utilizzo piuttosto semplicistico di modelli statistici. Sostanzialmente, si fa ricorso a semplici regressioni univariate fra quantità di rifiuto prodotte e varie esplicative potenziali (numero di addetti, quantità di materia prima immessa, quantità di prodotto finale) per individuare le relazioni "più significative". Anche in questo caso l'esercizio di modellazione è molto al di sotto delle potenzialità informative dei dati a disposizione e delle esigenze conoscitive dichiarate, e non è neppure esente da veri e propri errori

metodologici, quale, ad esempio, il ricorso a coefficienti di correlazione *lineare* come misura di bontà di adattamento in modelli esplicitamente assunti come *non lineari* o il mancato riconoscimento di alcuni valori come anomali e dotati di alta influenza nella stima del modello (si veda, ad esempio, ANPA, 2002, pp 26-28).

4. LA CONTABILITÀ AMBIENTALE

4.1. Introduzione

L'organizzazione dei dati ambientali in un sistema organico di contabilità costituisce la base informativa indispensabile per l'impostazione, il monitoraggio e la verifica delle politiche pubbliche in campo ambientale.

La contabilità ambientale gioca quindi un ruolo del tutto analogo a quello della contabilità nazionale per l'economia di un Paese: fornire la descrizione quantitativa del funzionamento del sistema ambientale, in grado di rappresentare in forma esaustiva ed al contempo maneggevole la molteplicità degli effetti delle attività umane di produzione e consumo sulla quantità e qualità delle risorse naturali, tramite l'individuazione di un insieme di norme, definizioni e criteri di classificazione comuni.

Come per la contabilità nazionale, l'attenzione alla contabilità ambientale si sviluppa a partire da una richiesta informativa specifica del decisore pubblico, a fronte della necessità di dotarsi di “nuovi strumenti di *governance*, capaci di analizzare monitorare, informare, indirizzare e verificare politiche finalizzate, non solo a parole, allo sviluppo sostenibile¹⁹”. Al contempo, alla crescente consapevolezza da parte dei *policy-maker* della necessità di disporre di adeguati strumenti conoscitivi per realizzare le diverse fasi del processo che va dall'individuare le criticità in campo ambientale in base alle quali impostare gli interventi, al misurarne gli effetti e compararli con i costi sostenuti in fase di valutazione dell'efficacia e dell'efficienza delle politiche, si accompagna una crescente e diffusa sensibilizzazione dell'opinione pubblica rispetto al rischio di compromettere la disponibilità di risorse naturali per le generazioni future.

Dal punto di vista metodologico, la scelta degli aggregati da misurare e quindi degli schemi contabili (di cui si riporta una assegni sintetica nella Tab. 22) in cui organizzare i dati dipende dalle ipotesi assunte sul funzionamento del sistema che si intende descrivere.

¹⁹ Sen. Fausto Giovanelli, “La contabilità ambientale come strumento di sviluppo sostenibile”, Contabilità ambientale, n. 1, 2002, tratto dal sito Internet del progetto europeo di contabilità ambientale applicata agli enti locali CLEAR, City and Local Environmental Accounting and Reporting (Progetto per la contabilità e il report ambientali di città e comunità locali), www.clear-life.it.

Tematiche di interesse	Principali strumenti statistico-contabili
1. Stock di risorse naturali presenti nell'ambiente: aspetti quantitativi	1.1 Conti patrimoniali delle risorse naturali
2. Interazioni tra economia e ambiente in termini di flussi fisici: aspetti quantitativi	2.1. Indicatori settoriali di pressione ambientale 2.2. Bilanci di materia e/o di energia 2.3. Tavole input/output in termini fisici 2.4. Matrici di conti economici nazionali integrati con conti ambientali (NAMEA, <i>National Accounting Matrix including Environmental Accounts</i>)
3. Flussi e stock di risorse naturali: aspetti qualitativi	3.1. Indicatori di stato o di cambiamento di stato dell'ambiente a seguito delle pressioni e delle risposte del sistema economico
4. Transazioni economiche connesse all'ambiente (disaggregazione e riorganizzazione dei conti economici nazionali)	4.1. Indicatori di risposta del sistema economico ai problemi ambientali 4.2. Conti satellite delle informazioni economiche sull'ambiente ottenuti per disaggregazione delle tavole dei conti economici 4.3. Conti satellite basati su schemi ad hoc (SERIEE, <i>Système Européen de Rassemblement de l'Information Economique</i>)
5. Interazione fra economia e ambiente, inclusi aspetti ecologici e socio-culturali	5.1. Indicatori di stato o di cambiamento di stato dell'ambiente a seguito delle pressioni e delle risposte del sistema economico 5.2. Bilanci fisici delle risorse naturali, con disaggregazione territoriale 5.3. Descrizione di ecosistemi attraverso conti di ecozone, identificate rispetto a classi di qualità
6. Danno all'ambiente conseguente all'uso quantitativo e qualitativo dell'ambiente naturale: valutazione monetaria	6.1. Valutazioni di mercato per le attività non finanziarie (SNA <i>System of National Accounts</i> 93) 6.2. Stime dei costi di mantenimento della disponibilità e delle condizioni attuali delle risorse naturali (SEEA, <i>System of Integrated Environmental and Economic Accounting</i>) 6.3. Stime basate sul metodo della valutazione contingente 6.4. Modelli e indicatori basati sull'integrazione delle transazioni monetarie, dei flussi fisici e dei bilanci delle risorse naturali
7. Sostenibilità dello sviluppo in tutte le sue componenti, economiche, sociali ed ambientali	7.1 Indicatori di sostenibilità 7.2. Sistema integrato di conti in forma matriciale (SESAME: <i>System of Economic and Social Accounting Matrices and Extensions</i>)

Modificato (riga 7) da: Ministero dell'Ambiente, Relazione sullo stato dell'ambiente 2001

Tab. 22 – Schemi di contabilità ambientale nella statistica ufficiale

L'idea di una contabilità ambientale nasce quando comincia a farsi strada la consapevolezza che l'offerta di funzioni ambientali per le attività umane non è illimitata, né in termini di prelievo quantitativo di risorse naturali, né come capacità di accogliere i rifiuti derivanti dalle attività di produzione e consumo.

L'ambiente viene visto come un fattore di vincolo, esterno al funzionamento del sistema economico ma da questo influenzato; al sistema dei conti si richiede di integrare il calcolo della consistenza dei capitali economici disponibili per i processi produttivi con quella dei capitali naturali e di fornire indicatori di qualità ambientale in grado di segnalare situazioni di criticità, in base ai quali predisporre interventi di protezione ambientale, secondo un approccio politico di tipo "comando e controllo".

In un secondo tempo, l'analisi teorica rivede il rapporto economia-ambiente e viene sempre più messa in evidenza l'importanza delle interazioni tra i due ambiti di osservazione. Tra la sfera economica e quella ambientale l'interscambio è continuo e multidirezionale: al tradizionale canale prelievo di risorse → emissione di rifiuti e inquinanti, di cui si approfondisce comunque l'articolazione per tipo di attività, si affianca l'analisi dei *feedbacks* sia degli interventi di salvaguardia ambientale in senso proprio, sia di nuovi strumenti economici e fiscali che incentivino comportamenti "virtuosi" in campo ambientale.

Nel 1987 il Rapporto della Commissione Mondiale sull'Ambiente e lo Sviluppo (Commissione Brundtland) dà una nuova connotazione al rapporto tra crescita economica e ambiente, esplicitando l'idea di sviluppo sostenibile, inteso come "lo sviluppo che è in grado di soddisfare i bisogni della generazione presente, senza compromettere la possibilità che le generazioni future riescano a soddisfare i propri". Il flusso economico di reddito sostenibile, definito da Hicks come l'ammontare massimo di risorse che può essere destinato al consumo senza intaccare la consistenza del capitale, si allarga quindi ad abbracciare il mantenimento della qualità e quantità dei capitali naturali. Ma questo è solo il primo passo. Nel 1992 la Conferenza di Rio sull'ambiente e lo sviluppo sancisce il diritto per tutta l'umanità ad uno sviluppo "in grado di accontentare equamente i bisogni ambientali e di sviluppo delle generazioni presente e future" e individua nella dimensione locale la via più efficace per assicurare la partecipazione consapevole dei cittadini alla programmazione delle azioni in ambito ambientale, tramite l'iniziativa *Agenda 21*, diffusasi in breve in tutto il mondo. I processi di Agenda 21 a livello locale

perseguono lo sviluppo sostenibile individuando e mettendo a punto strategie, obiettivi, strumenti, azioni, criteri e metodi di valutazione dei risultati, costruendo allo stesso tempo le condizioni necessarie per l'azione concreta: consenso, interesse, sinergie, risorse umane e finanziarie (Ministero dell'Ambiente, 2003). In questa impostazione, la misura della sostenibilità viene ad assumere una dimensione olistica: secondo l'ultima versione del SEEA (*System of Integrated Environmental and Economic Accounting*) perché lo sviluppo sia effettivamente sostenibile deve essere basato su "tre pilastri", il sistema economico, sociale e ambientale (cui eventualmente si aggiunge il quarto, quello istituzionale) e per ciascuno dei quali dovrebbe essere predisposto (Steurer *et al.*, 2003) un adeguato set di indicatori in grado di misurarne l'effettivo grado di sostenibilità.

In Italia, le prime iniziative di rilievo in tema di contabilità ambientale vanno rintracciate nel Programma Operativo 1990-93 dell'ISTAT per lo sviluppo di un Sistema Integrato di Contabilità Ambientale e nella stipula nel 1991 di una Convenzione tra l'ISTAT e la Fondazione ENI Enrico Mattei per l'elaborazione di definizioni, classificazioni, schemi contabili e metodologie per la contabilità ambientale, da parte di una Commissione ISTAT-Fondazione Mattei, insieme al Ministero dell'Ambiente, l'ENEA, la Società Italiana di Statistica e la Società Italiana degli Economisti. In quella sede (cfr. Musu e Siniscalco, 1993), sulla base degli schemi che venivano allora elaborati in sede internazionale dalle Nazioni Unite e dall'Eurostat, veniva individuato un nucleo iniziale di moduli da sviluppare, relativi in ordine di priorità a: 1) la spesa per la gestione e la protezione dell'ambiente secondo lo schema del SERIEE; 2) i conti dei flussi delle grandezze fisiche, secondo lo schema del SEEA; 3) l'impostazione generale del sistema dei conti del patrimonio naturale.

Negli anni successivi, l'interesse per la contabilità ambientale si allarga ad una pluralità di soggetti, dalle attività del CNEL alle iniziative delle amministrazioni locali, mentre la rilevanza del tema si riflette a livello legislativo nei numerosi disegni di legge²⁰ in tema di contabilità ambientale portati in discussione in Parlamento.

²⁰ La prima proposta di legge quadro, formulata sulla base delle indicazioni del CNEL, risale al 1998: a firma dell'allora Presidente della Commissione Ambiente del Senato, Giovanelli, approvata nel 1999 da tutte le componenti del Senato, esclusa la Lega, non arriva ad essere approvata alla Camera prima della fine della legislatura. Alla ripresa dei lavori parlamentari viene presentata alla Camera il 4/6/2001 la proposta (Vigni e Bellini, DS-U) di Legge-quadro in materia di contabilità ambientale dello Stato, delle regioni e degli enti locali. Al Senato, tra giugno e dicembre 2001, vengono presentati tre disegni di legge

La base comune su cui si fondano le numerose proposte presentate è la necessità, per perseguire gli obiettivi di sviluppo sostenibile, di un sistema di contabilità ambientale che integri quella economica, mettendo in relazione le variazioni quantitative e qualitative indotte sull'ambiente dalle attività umane con le dinamiche economiche del Paese.

L'idea innovativa, presente già dalla prima formulazione del disegno di legge nella passata legislatura, è quindi quella di affiancare ai bilanci ordinari degli enti pubblici "documenti di contabilità ambientale", da approvare contestualmente a quelli di programmazione economico-finanziaria dello Stato ed ai bilanci degli enti locali. In questo modo, usando le parole della relazione di accompagnamento della proposta Specchia, "allo Stato viene chiesto di calare nella pubblica amministrazione le regole di contabilità ambientale", inserendo esplicitamente la spesa ambientale legata ai costi di prevenzione, controllo e risarcimento – i cosiddetti costi occulti non considerati nell'indicatore tradizionale di *performance* dell'economia, il PIL - nella programmazione economica e nei bilanci nazionali.

In particolare, agli enti pubblici, ai diversi livelli di competenza, viene richiesto di compilare, come base²¹ per la predisposizione dei documenti di bilancio ambientale, tre tipi di moduli contabili:

- una serie di indicatori settoriali di pressione ambientale, in termini fisici;
- il conto satellite delle spese di protezione ambientale secondo lo schema SERIEE (*Système Européen de Rassemblement de l'Information Economique*);
- un sistema integrato delle relazioni tra economia e ambiente che affianchi ai tradizionali indicatori monetari la quantificazione di indicatori di pressione in

– Legge quadro in materia di contabilità ambientale dello Stato, delle regioni e degli enti locali, primo firmatario Giovanelli (DS-U), Legge quadro in materia di contabilità ambientale, Turrone (Verdi-U), Norme in materia di contabilità ambientale nella pubblica amministrazione, primo firmatario Specchia (AN) – il cui esame viene assegnato ad un comitato ristretto per la predisposizione di un testo unificato. Sempre al Senato, infine, viene presentato il 4/7/2003 il disegno di Legge quadro in materia di contabilità ambientale per gli enti locali e delega al Governo per la definizione delle caratteristiche dei documenti di contabilità ambientale, Moncada (UDC). Nel luglio 2004, il Comitato ristretto della 13° Commissione del Senato ha unificato tutti i disegni di legge in un testo unico, con l'intento di semplificare le procedure inerenti la sperimentazione di forme di contabilità ambientale, prevedendo nel contempo un limitato impegno finanziario. Tutti i testi dei disegni di legge sono disponibili sul sito www.parlamento.it/att/dcl/home.htm.

²¹ In realtà, dalla lettura delle proposte e dall'interpretazione che ne è stata data in sede di sperimentazione, non sempre emerge chiaramente la differenza tra documenti di programmazione in campo ambientale e documenti di contabilità ambientale.

termini fisici, secondo lo schema NAMEA (*National Accounting Matrix including Environmental Accounts*).

Date le diversità nel significato e nel livello di complessità dei moduli, agli enti locali²² viene demandata l'elaborazione degli indicatori in termini fisici e la riclassificazione delle spese sostenute secondo lo schema SERIEE, mentre la valutazione del complesso delle interazioni tra attività umane di produzione e consumo e quantità e qualità delle risorse naturali, attraverso l'integrazione tra contabilità economica e contabilità ambientale, assume rilevanza a livello nazionale.

Un elemento importante in questa impostazione, che riflette l'orientamento al momento prevalente in molti organismi di statistica internazionali e quindi nazionali, è la scelta di considerare comunque i conti ambientali come una contabilità parallela a quella economica, non arrivando alla integrazione completa tra le due, che comporterebbe l'elaborazione di aggregati economici di riferimento "aggiustati" in senso ambientale: in altri termini, non si perviene al calcolo di un PIL verde. Si tratta di una scelta comprensibile dal punto di vista del decisore pubblico: se i conti ambientali devono servire da supporto ufficiale alla impostazione ed al controllo delle politiche, gli elementi in essi contenuti devono soddisfare i requisiti della statistica economica ufficiale in termini di oggettività, accertabilità e confrontabilità, mentre il calcolo di un prodotto lordo depurato dalle componenti di danno ambientale comporta invece necessariamente il ricorso a convenzioni²³ di stima, sulle quali peraltro non vi è accordo a livello internazionale.

È interessante, in questa sede, anche il modo in cui vengono attribuite le diverse competenze nelle varie formulazioni di legge. Nelle proposte che più direttamente si rifanno al disegno di legge già approvato al Senato nella XIII legislatura: "La gestione del sistema dei conti e della contabilità nazionale viene collocata in capo all'ISTAT ... La raccolta dei dati compete invece alle regioni, alle province ed ai comuni, insieme

²² Nella proposta Turrone agli enti locali, regioni, province e comuni, viene inoltre richiesta la compilazione di un vero e proprio bilancio ambientale territoriale. Per inciso, in questa formulazione di legge viene trattata esplicitamente anche la contabilità ambientale privata, compresa la quantificazione del credito d'imposta per le aziende che predispongono i bilanci ambientali.

²³ In realtà, anche nella contabilità economica si ricorre a stime convenzionali, sia internazionalmente, come avviene per il calcolo della produzione di servizi pubblici, computata in base ai costi sostenuti, sia a livello nazionale dove, a differenza di quanto indicato da EUROSTAT, l'ISTAT, sulla base di ipotesi di riparto territoriale delle imposte indirette e dei consumi dei non residenti, arriva alla chiusura del conto delle risorse e degli impieghi a livello regionale, o ancora, sempre in base ad ipotesi, stavolta sul reddito dei lavoratori indipendenti, viene determinata l'integrazione delle stime del PIL dal lato dell'offerta per tener conto della produzione relativa all'economia sommersa.

all'APAT e alle ARPA che hanno anche compiti di validazione. L'ENEA contribuisce invece a elaborare strumenti e modelli di conti ambientali. Lo Stato disciplina e coordina la revisione della contabilità economica nazionale e l'applicazione nel bilancio delle metodologie di contabilità ambientale ... Il Governo ha la facoltà di aggiornare le indicazioni per i conti ambientali sulla scorta dei progressi della ricerca scientifica e degli indirizzi dell'Unione europea in materia di contabilità ambientale.”²⁴

Su questa separazione tra le aree di competenza, derivante dall'impostazione data dal CNEL, è intervenuta la dirigenza dell'APAT, in quanto²⁵ “non attribuisce all'Agenzia, soggetto istituzionale primario nella produzione di statistiche ambientali, un adeguato ruolo di coordinamento tecnico-scientifico”, che dovrebbe invece svolgere un “ruolo centrale e di coordinamento per quanto attiene alla contabilità ambientale in termini fisici”, lasciando all'ISTAT “il ruolo di primo attore in relazione agli aspetti di natura più strettamente economica”.

D'altro canto, l'ISTAT, oltre a ribadire il punto fermo che, per gli ordinamenti comunitari, non è possibile attribuire allo Stato la disciplina della revisione della contabilità nazionale, di fronte alle molteplici iniziative di sperimentazione in tema di conti ambientali a livello locale, raccomanda “la necessità di uniformare le base informative ... [e che] si realizzi sistematicamente il coinvolgimento degli uffici di statistica degli enti appartenenti al SISTAN coinvolti, con il coordinamento tecnico scientifico da parte dell'ISTAT”.

Parallelamente all'iter legislativo, infatti, è maturato in questi anni un gran numero di sperimentazioni di contabilità ambientale a livello locale (cfr. appendice 2). Anche in questo ambito, tuttavia, la dimensione locale gioca un ruolo notevole nell'indirizzare la formulazione degli aggregati e degli schemi contabili, nel senso di renderli funzionali alle specifiche esigenze delle strategie di sviluppo locale, col risultato di una interpretazione a volte soggettiva delle definizioni e classificazioni elaborate negli standard internazionali. Ne deriva, coerentemente a quanto indicato nel capitolo iniziale di questo rapporto, la scelta, anche in questo caso, di limitare nei paragrafi che seguono

²⁴ Tratto dalla relazione di accompagnamento del disegno di legge d'iniziativa Giovanelli *et al.*. All'epoca, il nome dell'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente non era ancora stato variato in APAT.

²⁵ I virgolettati che seguono sono tratti dai riassunti delle audizioni sui testi tenute dalla Commissione Ambiente del Senato, riportati in Contabilità ambientale, n. 3, 2002, www.clear-life.it.

l'analisi della contabilità ambientale a quella che risponde a requisiti "comuni" a livello nazionale nei criteri di definizione, classificazione e presentazione dei dati.

Anche per la contabilità, lo schema teorico di riferimento per le relazioni tra attività umane (tecnosfera) e ambiente (esosfera) può essere ricondotto al modello DPSIR, Determinanti-Pressioni-Stato-Impatti-Risposte (cfr. par. 3.1.1). In particolare, le attività considerate prioritarie²⁶ in sede ISTAT si concentrano:

- nell'analisi delle "Pressioni" esercitate dalle attività umane sull'ambiente, sia in termini fisici dei flussi di materiali prelevati e successivamente restituiti sotto forma di rifiuti (Conti dei flussi di materia), sia attraverso l'integrazione del circuito economico, come rappresentato nel sistema dei conti nazionali, con i dati fisici dei riflessi che questo determina sull'ambiente sotto forma rispettivamente di emissioni e prelievi (matrici NAMEA);
- nella valutazione monetaria delle "Risposte" attuate dai diversi operatori economici per prevenire, ridurre o riparare i danni inferti all'ambiente (Conto satellite delle spese di protezione ambientale).

Nel seguito, verranno esaminate le diverse esperienze di contabilità ambientale nella statistica ufficiale italiana, distintamente per le quantificazioni in unità fisiche, i conti dei flussi monetari di spesa ed i moduli integrati economia-ambiente.

4.2. La contabilità in termini fisici

La rilevanza di una contabilità ambientale in termini fisici deriva da una serie di considerazioni. Una prima indicazione è sostanziale: in termini strettamente ambientali la sostenibilità ha una dimensione prevalentemente fisica, assumendo una valenza in termini di *soglie* fisiche che non possono/devono essere oltrepassate per non compromettere le condizioni di vita delle generazioni presenti e future.

In secondo luogo, la possibilità di valutare in termini non solo fisici²⁷, ma anche monetari, il complesso dei flussi e degli *stock* ambientali travalica i criteri di costruzione – derivati dal modello economico di riferimento – delle grandezze e degli aggregati

²⁶ Le indicazioni che seguono si basano sulla documentazione messa a disposizione dai funzionari ISTAT nei contatti intercorsi ed in particolare sono tratte da: Costantino C. e Tudini A., 2001; Tudini A., 2003; Costantino C., Falcitelli F., Femia A., Tudini A., 2003.

²⁷ L'enumerazione in unità fisiche degli elementi ambientali costituisce comunque in molti casi un passaggio necessario prima di poter procedere ad una valutazione degli stessi in termini monetari.

della contabilità economica. Questa infatti considera (e ne permette quindi la valutazione monetaria) solo le attività su cui sia possibile esercitare un diritto di proprietà e che siano potenzialmente in grado di procurare un beneficio economico al proprietario o all'utilizzatore. Il *corpus* metodologico di definizioni, classificazioni, criteri di rilevazione e misura, della contabilità nazionale, quindi, non offre indicazioni per la valutazione in termini monetari della consistenza e delle variazioni degli elementi ambientali che mancano dei due requisiti indicati, come l'aria, le acque marine e dei corsi d'acqua, ecc. Si entra qui nel campo della valutazione delle esternalità, la cui espressione in termini monetari non può che derivare da imputazioni e da convenzioni di stima (cfr. però nota 23).

Per le componenti ambientali che non possono essere fatte rientrare nella sfera economica, quindi, la misura in unità fisiche permette di ridurre al minimo gli elementi di arbitrarietà e di incomparabilità a livello internazionale. Si noti, tuttavia, come la necessità di trovare una unità di misura comune tra elementi espressi normalmente in unità fisiche diverse²⁸ non permetta di eliminare completamente il ricorso a convenzioni.

In letteratura, diverse sono le proposte in merito alla unità da adottare per la contabilità in termini fisici. La scelta è tra quantificazioni riferite ad un singolo attributo, quale il peso (tonnellate) o la capacità energetica (joule), e un approccio più ambizioso, in termini di misure derivate che rappresentino una sintesi della valenza ambientale della componente analizzata. Tra queste ultime, molto diffusa, soprattutto ad opera del WWF, è l'*impronta ecologica*, definita come l'area totale di ecosistemi terrestri ed acquatici richiesta per produrre le risorse consumate ed assorbire i rifiuti prodotti da una data popolazione. Un altro esempio è rappresentato dall'*energia*, che è la quantità di energia solare che è necessaria (direttamente o indirettamente) per ottenere un prodotto o un flusso di energia in un dato processo; più grande il flusso 'energetico' complessivo necessario al funzionamento di un determinato sistema (settore di attività economica, intero sistema produttivo, comune, provincia, regione, nazione,...), maggiore è la quantità di energia solare consumata, quindi maggiore è il costo ambientale necessario a mantenerlo.

Come è immediato osservare, tuttavia, l'adozione di misure complesse di questo tipo appare più indicata per valutazioni del danno ambientale da parte di organismi specifici

²⁸ Anche l'uso della stessa unità di misura non elimina comunque il problema: si pensi all'"impossibilità di sommare ... chili di acciaio con chili di patate" (Nebbia, 2001).

o singoli studiosi al di fuori della statistica ufficiale; trattandosi di quantificazioni che implicherebbero comunque il ricorso a imputazioni, non rilevando fenomeni direttamente accertabili, presentano le stesse controindicazioni della valutazione in termini monetari.

Una volta definita l'unità di misura fisica in termini di peso in tonnellate, lo schema contabile (Barbiero et al., 2003, Femia, 2004) implementato in Italia è, seguendo le indicazioni Eurostat, quello degli indicatori e conti dei flussi di materia.

Nella ricerca di uno sviluppo sostenibile, uno degli obiettivi rilevanti nell'ambito delle interazioni tra tecnosfera ed esosfera è il cosiddetto “*de-coupling*” o “*de-linking*”, inteso come separazione, o sganciamento, tra crescita economica ed inquinamento ambientale, sia in termini relativi, quando il tasso di crescita del PIL, o di altri aggregati economici di riferimento, superi il tasso di crescita degli indicatori di degrado ambientale considerati, sia soprattutto in termini assoluti, come riduzione dei valori degli indicatori di degrado pur in presenza di un aumento dei livelli di produzione.

Se si adotta come indicatore della pressione esercitata sull'ambiente la quantità (espressa in tonnellate) di materiali sottratti all'ambiente (e successivamente restituiti sotto forma di rifiuti), interpretando cioè il *de-coupling* in termini di “*de-materialization*”, una contabilità dei flussi di materia (nel seguito, CFM), che dia cioè conto del prelievo di risorse materiali necessario per assicurare il funzionamento del sistema economico, rappresenta una possibile risposta all'esigenza del decisore pubblico e della cittadinanza di avere informazioni sulle ricadute ambientali dei processi economici in atto e sulla loro evoluzione o meno verso un sentiero di sostenibilità.

L'informazione sui flussi di materia è articolata secondo un blocco sequenziale di indicatori (cfr. Tab. 22), disponibili in serie storica per l'Italia per il periodo 1980-2001, mentre un bilancio completo dei materiali in entrata e in uscita è stato finora compilato per il 1997.

L'aggregato di partenza è costituito dall'estrazione di materiali sul territorio del paese che, insieme ai flussi importati, forma il totale dei materiali, biomasse, combustibili fissi e altri minerali, che ogni anno entrano nel nostro paese per essere utilizzati (incorporati in prodotti): il *Direct Material Input* o DMI, il cui corrispondente nei conti economici potrebbe essere ravvisato nell'aggregato delle risorse disponibili del

conto²⁹ delle risorse e degli impieghi finali, dato dalla somma del PIL³⁰ e delle importazioni. Una riduzione del rapporto tra DMI e risorse implicherebbe una diminuzione (relativa o assoluta) della quantità di materiali naturali necessari per la formazione del prodotto finale, mentre una variazione nelle quote di DMI provenienti rispettivamente dall'estrazione interna o dall'estero (ad esempio, per una crescita della quota di importazione) indicherebbe “uno spostamento verso l'estero della crescita delle pressioni sull'ambiente naturale connessa alla crescita della produzione italiana”.

Si noti, per inciso, che le denominazioni degli aggregati principali non sono state tradotte in italiano, con la motivazione di “evitare la confusione terminologica spesso causata dalla traduzione di termini specialistici” (ISTAT, 2003a). Tuttavia, se si vuole che gli indicatori dei flussi di materia servano effettivamente come strumento di valutazione del grado di sostenibilità del sistema per i decisori a diversi livelli e per l'opinione pubblica, tale scelta appare discutibile.

²⁹ Il conto economico delle risorse e degli impieghi finali esprime l'uguaglianza tra ammontare complessivo delle risorse, dato dalla somma del PIL e delle importazioni, ed ammontare degli impieghi finali (consumi finali, investimenti lordi ed esportazioni).

³⁰ L'entità dei fenomeni di de-materializzazione in rapporto al PIL andrebbe allora valutata, come indicato nei documenti ISTAT, in termini di rapporto tra estrazione interna di materiali utilizzati e PIL.

CONTO DMI
Estrazione interna di materiali utilizzati
<i>Combustibili fossili</i>
<i>Minerali</i>
<i>Biomasse</i>
Importazioni
<i>DMI - Direct Material Input</i>
CONTO DMC
Direct material input
Esportazioni
<i>DMC - Domestic Material Consumption</i>
CONTO PTB
Importazioni
Esportazioni
<i>PTB - Physical Trade Balance</i>
CONTO TMR
Estrazione interna di materiali utilizzati
Importazioni
Estrazione interna di materiali inutilizzati
<i>da attività minerarie e di cava</i>
<i>da raccolta di biomasse</i>
<i>scavi</i>
Flussi indiretti associati alle importazioni
<i>TMR - Total Material Requirement</i>
CONTO TMC
Total material requirement
Esportazioni
Flussi indiretti associati alle esportazioni
<i>TMC - Total Material Consumption</i>
PHYSICAL TRADE BALANCE including INDIRECT FLOWS
Importazioni e flussi indiretti ad esse associati
Esportazioni e flussi indiretti ad esse associati
<i>PTBIF - PHYSICAL TRADE BALANCE including INDIRECT FLOWS</i>

Tab. 23 – Sequenza degli indicatori dei flussi di materia attivati

Detraendo dal totale dei materiali prelevati l'ammontare dei flussi esportati, si ottiene un altro importante aggregato, il *Domestic Material Consumption* (DMC), che rappresenta il consumo interno di materiali, ossia i materiali che, estratti all'interno del paese o importati direttamente³¹ dall'estero, vengono incorporati in prodotti utilizzati

³¹ Come si vedrà tra breve, una delle caratteristiche importanti della CFM è quella di considerare anche la pressione indiretta esercitata sul prelievo di risorse naturali al di fuori del paese.

all'interno del paese e quindi rimangono³² sul territorio, sotto forma di incremento degli stock di beni durevoli o trasformati in rifiuti, emissioni, utilizzi dissipativi, ecc.. In questo caso, l'aggregato economico corrispondente al DMC è quello delle risorse disponibili per usi interni (consumi finali e investimenti lordi). Una riduzione del rapporto tra DMC e impieghi finali interni, o tra i rispettivi tassi di crescita, indicherebbe allora uno sganciamento (assoluto o relativo) della “quantità di materia che rimane fisicamente nel paese dal valore dei beni in cui tale materia è incorporata e/o dei servizi per la cui produzione questi sono utilizzati”.

Le informazioni contenute nei primi due conti permettono di tracciare un primo saldo dell'interscambio di materiali da e verso l'estero, il *Physical Trade Balance*, PTB, definito dalla differenza tra i materiali che varcano le frontiera economica del paese in entrata (importazioni) e quelli in uscita (esportazioni). L'andamento del saldo mostra come un paese tradizionalmente vocato alla trasformazione, come l'Italia, trasferisca all'estero le pressioni derivanti dal prelievo di risorse naturali, restituendo al contempo al proprio ambiente naturale un output di materia (come accumulo di stock o emissione di rifiuti) “maggiore di quanto sarebbe permesso dalle sole risorse del paese”. In questo caso, il confronto con la controparte economica, il Saldo della Bilancia commerciale (transazioni internazionali di beni e servizi), è in grado di mettere in luce le ricadute ambientali del ruolo svolto da un paese nella divisione internazionale del lavoro.

Un elemento particolarmente innovativo della CFM è costituito dall'esplicita considerazione tra la materia sottratta all'ambiente naturale di quella parte che non viene incorporata nei prodotti, ma viene comunque rimossa. Il prelievo di materiali inutilizzati può derivare da attività di estrazione in miniere e cave, dalle attività di scavo nelle costruzioni, o come materiale di scarto delle produzioni agricole e zootecniche. Se le attività sono svolte sul territorio del paese, il flusso corrispondente è definito “estrazione interna di materiali inutilizzati”, mentre i materiali non utilizzati connessi ai prodotti importati costituiscono i “flussi indiretti associati alle importazioni”. Il totale dei materiali sottratti all'ambiente dal funzionamento del sistema economico del paese è dato quindi dalla somma dell'Input materiale diretto (DMI) con i fabbisogni indiretti interni e di importazione sopramenzionati, ottenendo il *Total Material Requirement*

³² La CFM si basa infatti sul “principio di conservazione della materia, per cui ciò che entra nel sistema di trasformazione necessariamente ne esce, come aggiunta allo stock di manufatti durevoli o come scarto restituito alla natura (emissioni, rifiuti, reflui...)”.

(TMR). Anche in questo caso l'aggregato economico di riferimento è rappresentato dall'ammontare delle risorse disponibili, di produzione interna e di importazione, e il rapporto tra i due esprime il fabbisogno diretto e indiretto di flussi di materiali, interni e di importazione, in tonnellate, attivato da un'unità (monetaria) di domanda finale.

Analogamente, se si considera l'estrazione interna di materiali inutilizzati connessa alle attività di produzione dei beni e servizi esportati, ovvero i "flussi indiretti associati alle esportazioni", il totale dei consumi interni di materiali, diretti ed indiretti, definito come *Total Material Consumption* (TMC), sarà uguale al TMR meno i flussi diretti e indiretti associati alle esportazioni. Il rapporto con la controparte economica, il valore delle risorse disponibili per uso interno, rappresenta la pressione esercitata direttamente e indirettamente sull'ambiente, sia nel paese sia all'estero, per soddisfare un'unità (monetaria) di domanda finale espressa dai residenti nel paese (consumi e investimenti).

La considerazione dei flussi indiretti porta ad una riformulazione anche del saldo dell'interscambio con l'estero in termini di differenza tra flussi totali, diretti ed indiretti, delle importazioni e delle esportazioni, dando luogo al *Physical Trade Balance including Indirect Flows* (PTBIF). Il PTBIF rappresenta quindi la differenza tra l'ammontare complessivo di risorse naturali richiesto direttamente e indirettamente al resto del mondo per soddisfare la domanda finale di un paese e quelle prelevate, sempre direttamente e indirettamente, all'interno del paese per soddisfare la domanda finale estera.

Come si vede, la serie degli indicatori costituisce una sequenza di aggregati di input che, con varie specificazioni, analizzano i flussi di materiali provenienti dall'ambiente e in entrata nella tecnosfera. Un bilancio completo dei flussi in entrata e in uscita dalla sfera economica, come già ricordato, è stato realizzato per l'anno 1997, a partire da una disaggregazione delle diverse voci di *input* e di materiali, di cui però non tutte effettivamente stimabili (cfr. Tab. 24).

FLUSSI DI INPUT	Stimati	FLUSSI DI OUTPUT	Stimati
Estrazione interna (di materiali utilizzati)	SI	Emissioni e rifiuti	SI
Combustibili fossili	SI	Emissioni in atmosfera da combustione e processi industriali	SI
Minerali	SI	CO ₂ (anidride carbonica)	SI
metallici	SI	SO ₂ (biossido di zolfo)	SI
industriali	SI	NO _x come NO ₂ (ossidi di azoto)	SI
da costruzione	SI	VOC (composti organici volatili: VOC non metanici esclusi solventi, CH ₄ (metano) non da discariche)	SI
Biomasse	SI	CO (monossido di carbonio)	SI
dall'agricoltura	SI	PM - Particolato (inclusa polvere)	SI
dalle foreste	SI	N ₂ O (protossido di azoto) escluso l'utilizzo di prodotti e N da agricoltura e rifiuti	SI
dalla pesca	SI	NH ₃ (ammoniaca) escluso N da fertilizzanti	SI
dalla caccia	....	CFC (Clorofluorocarburi)	SI
da altre attività (raccolta del miele, dei funghi, ecc.)	SI	Rifiuti depositi in discarica	SI
Importazioni	SI	dalle famiglie (e rifiuti simili da industria e commercio)	SI
Materie prime e prodotti semilavorati (utilizzi intermedi)	SI	da industria e commercio (rifiuti di produzione e costruzione/demolizione)	SI
biomasse	SI	da attività di gestione di rifiuti e acque reflue	SI
combustibili fossili	SI	Emissioni nelle acque	SI
minerali	SI	azoto (N)	SI
prodotti composti	SI	fosforo (P)	SI
Prodotti finiti (utilizzi finali)	SI	altre sostanze e materiali (organici)	SI
biomasse	SI	scarico di materiali a mare	....
combustibili fossili	SI	Utilizzi dissipativi di prodotti e perdite dissipative	SI
minerali	SI	Utilizzi dissipativi di prodotti	SI
prodotti composti	SI	Utilizzi dissipativi su terreni agricoli	SI
Imballaggi importati con i prodotti	....	fertilizzanti minerali	SI
Rifiuti importati per trattamento finale e smaltimento	....	letame	SI
Voci ausiliarie per il bilanciamento dei conti	SI	scarichi fognari	SI
ossigeno per la combustione	SI	compost	SI
ossigeno per la respirazione	SI	altri fertilizzanti	SI
		pesticidi	SI

FLUSSI DI INPUT	Stimati	FLUSSI DI OUTPUT	Stimati
azoto per le emissioni da combustione	SI	semi	SI
aria per altri processi industriali	....	<i>Utilizzi dissipativi sulle strade (materiali per lo scongelamento)</i>	....
aria per la decomposizione del letame	SI	<i>Utilizzi dissipativi d'altro tipo (inclusi. solventi)</i>	SI
acqua per l'abbeveraggio del bestiame	SI	Perdite dissipative	SI
Materiali inutilizzati di estrazione interna	SI	abrasione (pneumatici, ecc.)	....
da attività minerarie e di cava	SI	incidenti con dispersione di sostanze chimiche	....
dalla raccolta di biomasse	SI	perdite (gas naturale, ecc.)	SI
scavi e dragaggio	SI	erosione e corrosione delle infrastrutture (strade, ecc.)	....
Flussi indiretti associati alle importazioni	SI	Esportazioni	SI
equivalenti in termini di materie prime	....	biomasse	SI
estrazione associata di materiali inutilizzati	....	combustibili fossili	SI
		minerali	SI
		prodotti compositi	SI
		Voci ausiliarie per il bilanciamento dei conti	SI
		<i>Vapore d'acqua dalla combustione (H₂O)</i>	SI
		dall'acqua (H ₂ O) contenuta nei combustibili	SI
		dall'idrogeno (H) contenuto nei combustibili	SI
		<i>Evaporazione di acqua da prodotti</i>	....
		dal contenuto d'acqua delle biomasse	....
		dal contenuto d'acqua di altri materiali	....
		<i>Respirazione di umani e bestiame</i>	SI
		CO ₂ (anidride carbonica)	SI
		vapore d'acqua (H ₂ O)	SI
		Smaltimento dei materiali inutilizzati di estrazione interna	SI
		da attività minerarie e di cava	SI
		dalla raccolta di biomasse	SI
		scavi e dragaggio	SI
		Flussi indiretti associati alle esportazioni	SI
		equivalenti in termini di materie prime	....
		estrazione associata di materiali inutilizzati	....

<i>FLUSSI DI INPUT</i>	Stimati	<i>FLUSSI DI OUTPUT</i>	Stimati
------------------------	---------	-------------------------	---------

Tab. 24 – Flussi di *Input* e di *Output* materiali

Risorse	Impieghi
1. CONTO DMI	
Estrazione interna di materiali utilizzati	<i>DMI – Direct Material Input</i>
<i>Combustibili fossili</i>	
<i>Minerali</i>	
<i>Biomasse</i>	
Importazioni	
2. CONTO DMC	
DMI - Direct Material Input	Esportazioni
	<i>DMC - Domestic Material Consumption</i>
3. CONTO PTB	
Importazioni	Esportazioni
	<i>PTB - Physical Trade Balance</i>
4. CONTO DPO	
Emissioni e rifiuti	<i>DPO - Domestic Processed Output</i>
<i>Emissioni in atmosfera</i>	
<i>Rifiuti depositi in discarica</i>	
<i>Emissioni nelle acque</i>	
Utilizzi dissipativi di prodotti e perdite	
5a CONTO dell'accrescimento netto degli stock (NAS) calcolato come saldo	
DMC - Domestic Material Consumption	Emissioni e rifiuti
Voci ausiliarie per il bilanciamento dei conti	<i>Emissioni in atmosfera</i>
	<i>Rifiuti depositi in discarica</i>
	<i>Emissioni nelle acque</i>
	Utilizzi dissipativi di prodotti e perdite
	Voci ausiliarie per il bilanciamento dei conti
	<i>NAS - Net Addition to Stocks</i>
5b CONTO dell'accrescimento netto degli stock (NAS) calcolato direttamente³³	
Infrastrutture di trasporto ed edifici	<i>NAS - Net Addition to Stocks</i>
<i>Aggiunte lorde</i>	
<i>Demolizioni</i>	
Macchinari	
<i>Aggiunte lorde</i>	
<i>Dismissioni</i>	
Altri beni durevoli	
<i>Aggiunte lorde</i>	
<i>Dismissioni</i>	
Variazione delle scorte	
Animali vivi	

³³ Per il 1997, la differenza tra il valore della formazione di capitale calcolato direttamente e quello determinato a saldo è pari a circa 18 milioni di tonnellate, corrispondenti a circa il 4% del valore dell'aggregato.

Risorse	Impieghi
7. Direct material flow balance	
Estrazione interna di materiali utilizzati	Emissioni e rifiuti
<i>Combustibili fossili</i>	<i>Emissioni in atmosfera</i>
<i>Minerali</i>	<i>Rifiuti depositi in discarica</i>
<i>Biomasse</i>	<i>Emissioni nelle acque</i>
Importazioni	Utilizzi dissipativi di prodotti e perdite
Voci ausiliarie per il bilanciamento dei conti	Esportazioni
	Accrescimento netto degli stock (NAS)
	Voci ausiliarie per il bilanciamento dei conti
	Discrepanza statistica³⁴
Totale risorse	Totale impieghi
8. CONTO DEI MATERIALI INUTILIZZATI	
Estrazione interna di materiali inutilizzati	Smaltimento dei materiali inutilizzati di estrazione interna
<i>da attività minerarie e di cava</i>	<i>da attività minerarie e di cava</i>
<i>dalla raccolta di biomasse</i>	<i>dalla raccolta di biomasse</i>
<i>scavi e dragaggio</i>	<i>scavi e dragaggio</i>
9. Physical Trade Balance including Indirect Flows	
Importazioni	Esportazioni
Flussi indiretti connessi alle importazioni	Flussi indiretti connessi alle esportazioni
	<i>PTBIF - Physical Trade Balance including Indirect Flows</i>
10. CONTO TMR	
Estrazione interna di materiali utilizzati	<i>TMR - Total Material Requirement</i>
Estrazione interna di materiali inutilizzati	
<i>da attività minerarie e di cava</i>	
<i>dalla raccolta di biomasse</i>	
<i>scavi e dragaggio</i>	
Importazioni	
Flussi indiretti connessi alle importazioni	
11. CONTO TMC	
Total material requirement	Esportazioni
	Flussi indiretti connessi alle esportazioni
	<i>TMC - Total Material Consumption</i>

Tab. 25 – Sequenza dei conti della CFM

La stima dei flussi di *output* permette di costruire una serie di conti in sequenza (cfr. Tab. 25) che, presi nel loro insieme, permettono di tracciare il bilancio tra i flussi di materiali prelevati dall'ambiente ed i materiali restituiti sotto forma di incremento degli stock di capitale fisso e di capitale circolante, emissioni e rifiuti, utilizzazioni dissipative.

³⁴ È pari alla differenza tra la formazione di capitale calcolata direttamente e quella calcolata come saldo.

Lo schema contabile in cui sono organizzate le informazioni sui flussi di materiali ha in comune con la struttura dei conti economici nazionali il principio di base: separare il circuito del reddito, in un caso, il ciclo della materia, nell'altro, in una serie di fasi significative, ciascuna illustrata da un conto, per ognuna delle quali viene individuato un aggregato di riferimento, ottenuto come saldo del conto, considerato rappresentativo della fase stessa. Tali saldi costituiscono anche l'elemento di raccordo tra le diverse fasi del ciclo, in quanto il saldo in uscita di ogni conto rappresenta la prima voce di entrata del conto successivo: il risultato della fase precedente rappresenta, in altri termini, il punto di partenza della fase successiva³⁵. A coronamento della sequenza, inoltre, viene inserito in entrambi i sistemi un conto, in equilibrio per definizione, che mostri l'uguaglianza tra l'ammontare della disponibilità complessiva delle risorse e l'insieme delle loro utilizzazioni. Infine, i flussi, che, nelle diverse fasi del circuito del reddito o della materia, si riferiscono a rapporti tra residenti e non residenti, vengono riportati anche uniti insieme in un conto intestato al Resto del mondo.

Rispetto alla serie degli indicatori esaminata in precedenza, la stima dei flussi di output permette di ricostruire il modo in cui i materiali estratti dall'ambiente naturale per soddisfare la domanda interna (e che costituiscono il DMC, consumo interno di materiali) vengono restituiti all'ecosfera, da un lato, alla tecnosfera, dall'altro. Nel primo caso, i materiali rifluiscono all'ambiente sotto forma di emissioni (in atmosfera e nelle acque) e rifiuti, o in seguito ad utilizzi e perdite dissipative (nelle forme indicate nella Tab. 24): il complesso delle restituzioni (flussi che in seguito all'utilizzazione nei processi produttivi vengono trasformati non in prodotti ma in materia senza valore economico) viene definito *Domestic Processed Output*, DPO. Rimangono invece nella sfera economica i materiali incorporati nei prodotti che rientrano nel concetto economico di formazione di capitale: beni durevoli e quella parte del capitale circolante che, non essendo stata utilizzata nei processi produttivi dell'anno in corso, può essere impiegata per produrre reddito nel futuro; l'insieme di questi flussi costituisce l'accrescimento netto degli stock (o *Net Addition to Stocks*, NAS).

³⁵ Nel circuito del reddito, come è noto, vengono separate la fasi di: produzione, che porta alla determinazione del valore aggiunto, distribuzione, che illustra i modi in cui si forma il reddito disponibile delle unità, utilizzazione, che mostra come dalla differenza tra reddito disponibile e consumi finali si origini il risparmio, e accumulazione, in cui la differenza tra risparmio e investimenti genera l'accreditamento o indebitamento netto delle unità verso il resto del sistema.

L'accumulazione di materiali con valore economico viene calcolata sia direttamente (conto 5b della Tab. 25) come valore delle aggiunte meno le dismissioni delle varie categorie di capitali, sia come saldo tra input e output (conto 5a della Tab. 25). In questo caso, però, è necessario inserire nella valutazione una serie di flussi in entrata e rispettivamente in uscita che non sono contabilizzati come prelievo dalla natura nel DMC né come restituzione nel DPO. Queste “voci ausiliarie per il bilanciamento dei conti” comprendono, ad esempio (cfr. Tab. 24), in entrata l'ossigeno utilizzato nei processi di respirazione e in uscita l'anidride carbonica prodotta dalla stessa respirazione.

L'attenzione alla valutazione dell'aggregato di accumulazione si spiega con la sua valenza (in senso negativo) in termini ambientali: “la crescita fisica di un organismo artificiale come la tecnosfera in un ambiente limitato come il territorio di un paese, inevitabilmente causa problemi ecologici ... Inoltre, l'accumulazione di stock consiste nella trasformazione permanente di risorse naturali in un potenziale di crescita futura dei flussi correnti: *ceteris paribus*, tanto più grande è l'organismo tanto maggiori sono i flussi correnti necessari a mantenerlo” (ISTAT, 2003a).

La – ridotta – differenza tra le due valutazioni del NAS si ritrova come discrepanza statistica nel conto di equilibrio dei flussi diretti di materiali (conto 7 della Tab. 25). Da rilevare che, esattamente come avviene per i conti economici, la mancata quadratura dei conti derivi da un sottodimensionamento dei dati di offerta (risorse prelevate) rispetto a quelli di domanda (impieghi). Questo è interessante perché, più che ad una asimmetria dei criteri di valutazione dei flussi stimati in *input* ed in *output*, potrebbe essere dovuto all'operare dello stesso fenomeno che sta dietro la discrepanza dei conti economici, ovvero la presenza di attività di produzione riconducibili all'economia sommersa e/o all'economia informale. L'ipotesi appare tanto più plausibile se si considera che queste forme di produzione suscettibili di sfuggire alla rilevazione sono particolarmente diffuse nel settore delle costruzioni, ossia proprio in uno dei settori più interessati al prelievo ed alla movimentazione dei materiali naturali.

Il quadro contabile è completato dalle informazioni relative ai flussi dei materiali inutilizzati connessi alle attività di produzione interna ed alle importazioni dall'estero che, insieme ai flussi indiretti connessi alle esportazioni, permettono di ricostruire i

conti del fabbisogno totale e del consumo totale di materiali già esaminati nella serie degli indicatori.

L'obiettivo dichiarato di queste prime serie pubblicate è quello di arrivare a definire l'ordine di grandezza e le tendenze evolutive dei flussi, mentre, dato il criterio prudenziale con cui sono state effettuate le stime, è altamente probabile che i valori puntuali siano affetti da sottostime. Il problema di fondo, in questa come nelle altre applicazioni di contabilità ambientale, è, comunque, il reperimento delle informazioni di base necessarie per costruire il conto.

In questo ambito, è paradigmatico il caso dei minerali da costruzione (che rappresentano i 2/3 dei materiali utilizzati estratti nel paese). Il punto di partenza è una rilevazione (Relazione sul servizio minerario e statistica delle industrie estrattive in Italia) condotta dal Ministero dell'Industria tramite questionari compilati dalle province: si noti che è una fonte di natura amministrativa, quindi con obiettivi non del tutto congruenti con la CFM, con i riflessi che ciò comporta su definizione, classificazione e rilevazione dei flussi. Nel 1986 cambia la normativa; la competenza su cave e miniere passa alle regioni, ma non l'indagine: continuano ad arrivare i questionari provinciali, ma con sempre minor frequenza. Si ricorre allora a metodi di imputazione per attribuire alle province non rispondenti valori delle quantità estratte sulla base di modelli di regressione, calcolati sui rispondenti, che legano tali quantità a variabili strutturali note (numero degli addetti nelle cave, valore delle opere pubbliche realizzate nell'area, volumi edificati in metri cubi). A partire dal 1997 iniziano ad essere disponibili i risultati della nuova indagine sulla produzione industriale ed i consumi intermedi dell'industria, la PRODCOM (PROduzione COMunitaria).

L'indagine, disciplinata dal Regolamento CEE N. 3924/91, che ne sancisce l'obbligatorietà e le modalità di applicazione in tutti i Paesi dell'Unione Europea, rileva i prodotti fabbricati e commercializzati in quantità, classificandoli secondo una codifica coerente con la nomenclatura delle attività economiche Nace Rev.1. La qualità dei dati PRODCOM è sicuramente elevata, tuttavia la fonte non è esaustiva, in quanto non copre i siti di estrazione con meno di tre addetti: è necessaria quindi una correzione per integrare le valutazioni.

A questo punto viene effettuato il confronto, per gli anni in cui sono disponibili entrambe le fonti, 1997 e 1998, tra i dati PRODCOM, corretti per tener conto

dell'attività svolta dalle unità di minori dimensioni, ed i dati dei questionari amministrativi, corretti con le imputazioni sulle mancate risposte. Il risultato mette in evidenza una notevole sottostima dei flussi nei dati amministrativi (in verità il termine usato è “buco”!), che tuttavia rappresentano l'unica fonte disponibile per gli anni antecedenti al 1997. L'ultima tappa di questa corsa ad ostacoli viene allora superata attribuendo alla serie i livelli dei dati PRODCOM, ma l'andamento temporale risultante dalle stime sui regressori provinciali.

Ulteriori elementi di complessità si aggiungono nel caso dei materiali inutilizzati (prelevati dall'ambiente come scarti di produzione), i quali, almeno fino agli ultimi anni, sfuggivano pressoché completamente alle rilevazioni, non essendo di interesse economico. La soluzione europea è di ricorrere a coefficienti tecnici che esprimano, per i processi produttivi coinvolti (attività minerarie e di cava, raccolta di biomasse, scavi e dragaggio), la quantità di materiali inutilizzati per unità di prodotto realizzato. Nelle quantificazioni per l'Italia, almeno per quelle relative ai flussi più importanti, si è cercato di sostituire ai coefficienti stimati dall'Agenzia Europea per l'Ambiente (Bringezu S. e Schuetz H., 2001), che rappresentano una tecnologia “media” per i paesi UE, valutazioni rappresentative delle condizioni specifiche di produzione vigenti in Italia. Per l'estrazione dei minerali non energetici, ad esempio, l'indicazione del codice fiscale della ditta presente (almeno in teoria) sia sul questionario PRODCOM che sul MUD permette di abbinare gli scarti di produzione alle quantità di prodotto realizzate. In altri casi si sopperisce alla scarsità di dati con valutazioni tecnico-ingegneristiche da parte di esperti (così come avveniva d'altronde nel passato per la stima dei prodotti tecnicamente congiunti nella tavole *input-output*).

4.3. I flussi monetari

L'analisi per flussi monetari si inquadra, nell'ambito del più volte citato modello DPSIR, tra i mezzi proposti per soddisfare la domanda di informazioni circa le “Risposte” che sono poste in essere dal sistema economico per intervenire o sullo “Stato” dell'ambiente, per riparare o attenuare i danni generati dalle attività umane di produzione e consumo, o direttamente sulle caratteristiche delle “Determinanti” economiche e sulle “Pressioni” che queste generano sull'ambiente.

Lo strumento contabile utilizzato è quello dei conti satellite. I conti satellite, infatti, rappresentano la risposta della contabilità nazionale all'esigenza di studiare nel modo più completo possibile fenomeni, o campi, caratterizzati da una o più delle seguenti condizioni:

- essere “trasversali” al sistema economico (e quindi non poter essere compiutamente integrati in una descrizione distinta per settore istituzionale o per branca di attività), come è il caso ad esempio del turismo;
- incorporare attività di mercato e attività al di fuori di esso, come avviene per l'istruzione e la sanità;
- non rientrare, in tutto o in parte, nel campo di osservazione della contabilità economica nazionale, come l'ambiente o il benessere economico.

L'obiettivo del conto satellite è tracciare tutti i flussi di spesa che si riferiscono al campo di interesse, in modo da ricostruire una serie di aggregati, statisticamente accertabili, rappresentativi delle caratteristiche salienti dei fenomeni studiati, ovvero:

- l'ammontare dei beni e servizi in cui si concretizza la funzione del campo;
- il finanziamento della produzione di tali beni e servizi;
- l'utilizzazione di detti beni e servizi.

Lo strumento elaborato dall'Eurostat per l'analisi della spesa per l'ambiente è rappresentato dal SERIEE, *Système Européen de Rassemblement de l'Information Economique sur l'Environnement*, un sistema di conti delle spese poste in essere dai diversi operatori economici per prevenire i fenomeni di degrado qualitativo e di depauperamento quantitativo delle risorse naturali o per ripristinarne le condizioni originarie (cfr. Falcitelli, 2003). A seconda dell'obiettivo specifico delle spese considerate, il SERIEE prevede tre tipi di moduli contabili:

- il conto satellite delle spese per la protezione dell'ambiente, l'EPEA (*Environmental Protection Expenditure Account*);
- il conto satellite dell'uso e della gestione delle risorse naturali;
- la raccolta e la rappresentazione statistica dei dati relativi al settore delle “ecoindustrie”, definite come “l'insieme delle attività economiche che determinano l'offerta di tutti i beni e servizi attraverso il cui uso si consegue l'obiettivo di proteggere l'ambiente” (Antonoli, Falcitelli e Tudini, 2003).

Lo stato di avanzamento dei tre moduli è molto disuguale: in pratica, l'Eurostat ha elaborato le linee guide per la compilazione solo per l'EPEA, che risulta attualmente implementato in tutto o in parte per diversi paesi UE, mentre per gli altri moduli non si è andati oltre la definizione concettuale del campo di interesse, senza indicazioni operative (Eurostat, 1994). Ne deriva che anche in Italia metodologie di rilevazione dei dati ed applicazioni quantitative si siano sviluppate solo in ambito EPEA, quindi con riferimento alla spesa per la protezione dell'ambiente posta in essere dai settori istituzionali: Amministrazioni pubbliche (abbreviate nel seguito con PA), imprese e famiglie (anche se necessariamente la valutazione dei prodotti nei quali si concretizza la spesa ambientale e dei relativi produttori ha comportato uno sforzo di approfondimento per la definizione delle ecoindustrie interessate). Tuttavia, la divisione rigida tra i campi di interesse dei conti, per cui in quello che viene effettivamente implementato entrano solo le spese per la protezione della qualità dell'ambiente, con l'esclusione di quelle finalizzate all'uso, la gestione o la valorizzazione delle risorse, taglia fuori dalle valutazioni attualmente disponibili molte delle spese per la difesa del suolo e per la prevenzione e recupero dei dissesti idrogeologici. In un paese come l'Italia, in cui tali spese assorbono una quota rilevante degli interventi ambientali, soprattutto per i flussi di finanziamento erogati dalla PA, ciò potrebbe limitare la rilevanza del contenuto informativo di uno strumento contabile che non ne preveda, almeno in un orizzonte temporale di breve-medio termine, la quantificazione.

Entrando nella descrizione dell'EPEA, la scelta delle variabili di interesse determina la definizione dei soggetti studiati nel conto satellite e la loro classificazione in tre settori: produttori, finanziatori e beneficiari.

Il campo di interesse del conto è la protezione ambientale, ovvero "tutte le attività e le azioni il cui scopo principale è la prevenzione, la riduzione e l'eliminazione dell'inquinamento così come di ogni altra forma di degrado ambientale" (Eurostat, 1994). È importante notare che la definizione esclude tutte le spese che, oltre ad avere una valenza ambientale, abbiano anche un fine economico (compresa la protezione e il ripristino delle infrastrutture umane, tornando al caso della difesa del suolo).

Le "attività" sono le attività economiche che producono servizi di protezione ambientale: vengono definite *attività caratteristiche*, in quanto svolgono specificamente la funzione del campo, ed i loro prodotti prendono il nome di *servizi caratteristici*.

Come è facile immaginare, la definizione delle attività caratteristiche ha richiesto la messa a punto di una classificazione *ad hoc*, aggiuntiva e trasversale rispetto a quelle esistenti (NACE, ATECO, ecc.).

La classificazione utilizzata nell'ambito dell'EPEA è la CEPA (*Classification of Environmental Protection Activities*), elaborata secondo un doppio criterio di codifica (cfr. Falcitelli, Serafini, Tudini, 1996). Il primo fa riferimento al dominio ambientale considerato e conduce alla formazione di 9 classi, di cui le ultime 2 di carattere generale (ricerca e sviluppo, amministrazione e formazione), il secondo al tipo di attività svolta all'interno delle diverse classi. Nella Tab. 26 si riporta la versione 1994, utilizzata per l'applicazione italiana relativa al 1997 (Falcitelli 2003a); un aggiornamento leggermente modificato (CEPA2000) si può consultare sul sito dell'Eurostat, all'indirizzo europa.eu.int/comm/eurostat/ramon.

È evidente che un raccordo univoco tra la CEPA e le classificazioni correntemente utilizzate nella statistica economica ufficiale permetterebbe di utilizzare per la compilazione del conto ambientale tutto il patrimonio informativo di quest'ultima, con costi aggiuntivi pressoché nulli. In realtà, studi condotti dall'ISTAT nell'ambito dell'analisi delle ecoindustrie hanno mostrato come, con riferimento ad una delle classificazioni delle attività di produzione più utilizzata in Italia, la ATECO nella versione 91, le possibilità di integrazione siano ridotte dalla circostanza che, da un lato, le unità comprese in alcune classi rilevanti per l'ambiente della ATECO91 svolgano solo parzialmente un'attività rientrante in una classe della CEPA (per esempio, le attività di "recupero e preparazione per il riciclaggio" offrono un servizio di "pura" protezione ambientale solo per la fase di recupero, e non per la preparazione, che ha un obiettivo economico). Dall'altro, in una stessa classe ATECO91 si possono ritrovare unità la cui produzione è riconducibile a diverse attività caratteristiche (come il "commercio all'ingrosso di altri materiali di recupero non metallici" che, nel caso comporti attività di raccolta, trasporto e trattamento dei rifiuti, produce, secondo la numerazione della Tab. 26, servizi di "3.2 raccolta e trasporto", e, non essendo specificato se si tratti di rifiuti pericolosi o meno, di "altro trattamento e smaltimento" di tipo sia 3.3.3 sia 3.4.3) o addirittura a diverse classi CEPA, come il "Controllo di qualità e certificazione dei prodotti" che per la parte relativa alle attività di monitoraggio e controllo del potenziale inquinante di prodotti, mezzi di trasporto e impianti nucleari,

<p>1. Protezione dell'aria e del clima</p> <p>1.1 prevenzione dell'inquinamento attraverso modifiche dei processi produttivi</p> <p>1.2 trattamento dei gas di scarico</p> <p>1.3 monitoraggio, controllo e simili</p> <p>1.4 altre attività</p>
<p>2. Gestione delle acque reflue</p> <p>2.1 prevenzione dell'inquinamento delle acque attraverso modifiche dei processi produttivi</p> <p>2.2 reti fognarie</p> <p>2.3 trattamento delle acque reflue</p> <p>2.4 trattamento delle acque di raffreddamento</p> <p>2.5 monitoraggio, controllo e simili</p> <p>2.6 altre attività</p>
<p>3. Gestione dei rifiuti</p> <p>3.1 prevenzione della produzione di rifiuti attraverso modifiche dei processi produttivi</p> <p>3.2 raccolta e trasporto</p> <p>3.3 trattamento e smaltimento dei rifiuti pericolosi</p> <p>3.4 trattamento e smaltimento dei rifiuti non pericolosi</p> <p>3.5 monitoraggio, controllo e simili</p> <p>3.6 altre attività</p>
<p>4. Protezione del suolo e delle acque del sottosuolo</p> <p>4.1 prevenzione dell'infiltrazione di sostanze inquinanti</p> <p>4.2 decontaminazione del suolo</p> <p>4.3 monitoraggio, controllo e simili</p> <p>4.4 altre attività</p>
<p>5. Abbattimento del rumore e delle vibrazioni</p> <p>5.1 rumore e vibrazioni da traffico stradale e ferroviario</p> <p>5.2 rumore da traffico aereo</p> <p>5.3 rumore e vibrazioni da processi industriali</p> <p>5.4 monitoraggio, controllo e simili</p> <p>5.5 altre attività</p>
<p>6. Protezione della biodiversità e del paesaggio</p> <p>6.1 protezione delle specie</p> <p>6.2 protezione del paesaggio e degli habitat</p> <p>6.3 riabilitazione delle specie e ripristino del paesaggio</p> <p>6.4 ripristino e pulizia dei corpi idrici</p> <p>6.5 monitoraggio, controllo e simili</p> <p>6.6 altre attività</p>
<p>7. Protezione dalle radiazioni</p> <p>7.1 protezione dei "media" ambientali</p> <p>7.2 monitoraggio, controllo e simili</p> <p>7.3 altre attività</p>
<p>8. Ricerca e sviluppo per la protezione dell'ambiente</p> <p>8.1 protezione dell'aria e del clima</p> <p>8.2 protezione delle acque superficiali</p> <p>8.3 rifiuti</p> <p>8.4 protezione del suolo e delle acque del sottosuolo</p> <p>8.5 abbattimento del rumore e delle vibrazioni</p> <p>8.6 protezione delle specie e degli habitat</p> <p>8.7 protezione dalle radiazioni</p> <p>8.8 altre ricerche sull'ambiente</p>
<p>9. Altre attività di protezione dell'ambiente</p> <p>9.1 amministrazione generale dell'ambiente</p> <p>9.2 istruzione, formazione ed informazione</p> <p>9.3 attività che comportano una spesa non riconducibile ai singoli domini ambientali</p> <p>9.4 altre attività non classificate altrove</p>

Fonte: Antonioli, Falcitelli e Tudini, 2003.

Tab. 26 – Classificazione delle attività di protezione ambientale (CEPA94)

rientra in ben 6 classi (Protezione dell'aria e del clima, Gestione delle acque reflue, Gestione dei rifiuti, Protezione del suolo e delle acque del sottosuolo, Abbattimento del rumore e delle vibrazioni, Protezione dalle radiazioni).

Si tratta di un problema comune nell'ambito dei conti satellite nei diversi campi di applicazione: stabilire il *trade-off* tra le esigenze da un lato di salvaguardare la specificità richiesta per una descrizione corretta ed esaustiva del fenomeno di interesse dall'altro, di ridurre il fabbisogno di informazioni aggiuntive e indagini specifiche sfruttando in parte, per la quantificazione del conto, informazioni già disponibili per altri fini.

Non esiste invece alcuna classificazione ufficiale per i prodotti, diversi dai servizi caratteristici, che sono utilizzati per lo svolgimento della funzione, o il cui uso contribuisce allo svolgimento della funzione. Questi possono rientrare in due gruppi:

- ***prodotti connessi***: si tratta di beni e di servizi, diversi da quelli caratteristici, che vengono utilizzati direttamente ed esclusivamente a fini di protezione ambientale (Falcitelli, 2003a): è il caso ad esempio delle marmitte catalitiche, o dei contenitori per la spazzatura;
- ***prodotti adattati***: sono beni che non hanno come utilizzo specifico la protezione ambientale, ma che sono meno inquinanti e al contempo più costosi di altri prodotti con la stessa finalità. Rientrano in questa categoria, tra gli altri, i materiali da imballaggio biodegradabili, le batterie senza mercurio, ecc.

Nella terminologia dei conti satellite, servizi caratteristici, prodotti connessi e prodotti adattati (questi ultimi per la parte di costo eccedente rispetto ai prodotti normali) sono i ***prodotti specifici*** nei quali si può concretizzare la spesa per la protezione ambientale. Oltre ai costi sostenuti per i prodotti specifici, rientrano nella spesa ambientale anche gli investimenti lordi effettuati dai produttori dei servizi caratteristici.

Ricordando che le unità produttive vengono classificate secondo il criterio della prevalenza³⁶, si definiscono ***produttori caratteristici*** tutti coloro i quali producano a

³⁶ I processi produttivi all'interno di una singola unità possono dar luogo a prodotti diversi; si definisce allora attività principale quella a cui compete la quota maggiore del valore aggiunto realizzato dall'unità, attività secondarie quelle che si concretizzano negli altri prodotti. Inoltre, una unità può produrre come attività ausiliaria una serie di servizi (segreteria, guardiana, pulizia, ecc.) che sono strumentali all'attività

qualunque titolo un'attività caratteristica, sia essa l'attività principale, secondaria o ausiliaria. Se l'attività caratteristica è anche l'attività principale del produttore, allora questo viene definito *produttore specializzato*.

Un altro aspetto importante della descrizione contabile dei flussi di spesa è l'analisi dei finanziatori. Questi permettono lo svolgimento della funzione o finanziando la produzione dei prodotti specifici, oppure tramite l'erogazione di trasferimenti ai beneficiari per coprire, in tutto o in parte, il costo (o il mancato ricavo) per l'utilizzo dei prodotti specifici o lo svolgimento della funzione. I *trasferimenti specifici* possono essere volontari (contributi agli investimenti, contributi volontari ad associazioni ambientaliste, ecc.) o coatti; questi ultimi sono rappresentati dalle tasse specifiche, ovvero le tasse il cui introito contribuisce direttamente a finanziare spese per la protezione ambientale (come la tassa sui rifiuti solidi urbani, TARSU).

L'ultima categoria di operatori economici descritta nel conto è rappresentata dai beneficiari, tra i quali rientrano sia gli utilizzatori dei prodotti specifici sia i destinatari dei trasferimenti specifici.

Si noti che, contrariamente a quanto avviene nella contabilità economica, la classificazione delle unità in settori non costituisce nei conti satellite una partizione esclusiva: ad esempio, la Pubblica amministrazione rientra sia nel settore dei produttori, in quanto fornisce servizi di protezione ambientale, sia nel settore dei finanziatori, in quanto da un lato eroga trasferimenti a imprese e famiglie per la produzione e l'utilizzo di prodotti specifici, dall'altro finanzia la propria produzione di servizi caratteristici per la parte non coperta da eventuali tasse specifiche, sia infine tra i beneficiari, come utilizzatore della propria produzione caratteristica (come è noto, infatti, nei conti economici il valore della produzione dei servizi pubblici viene computato nella spesa per consumi finali della PA) o di prodotti specifici forniti da altre unità e impiegati dalla PA per consumi intermedi o formazione di capitale, nonché come percettore del gettito delle tasse ambientali.

Dal punto di vista della struttura, l'EPEA si articola (cfr. Falcitelli, Serafini, Tudini, 1996; Falcitelli, 2003) in una serie di 7 sottoconti, ognuno relativo ad un particolare

di produzione principale, il cui valore non viene registrato come un output a se stante, ma viene considerato insieme agli altri costi intermedi. Tra l'altro, il fatto che nella ATECO91 le unità di produzione vengano classificate solo secondo l'attività prevalente, mentre per il conto ambientale vadano considerate tra i produttori caratteristici anche le unità che producono beni e servizi per la protezione ambientale come sottoprodotto, rende più difficile l'utilizzazione delle statistiche industriali correnti.

dominio ambientale della CEPA, più un conto complessivo ottenuto consolidando i precedenti, ovvero:

- 1. Conto della protezione dell'aria e del clima (classe 1)
- 2. Conto della gestione delle acque reflue (classe 2)
- 3. Conto della gestione dei rifiuti (classe 3)
- 4. Conto della protezione del suolo e delle acque del sottosuolo (classe 4)
- 5. Conto dell'abbattimento del rumore e delle vibrazioni (classe 5)
- 6. Conto della protezione della biodiversità e del paesaggio (classe 6)
- 7. Conto delle altre attività per la protezione dell'ambiente (classi 7, 8 e 9);
- Conto complessivo delle spese per la protezione dell'ambiente.

Per ognuno di essi, le informazioni rilevanti sono espresse sotto forma di 5 tavole contabili, relative a: conto dei beneficiari (tavola A), conto dei produttori (tavola B), bilanciamento delle risorse e degli impieghi di servizi caratteristici (tavola B1), conti dei finanziatori (tavole C e C1). Le tabelle che seguono sono una rappresentazione aggregata delle tavole dettagliate, riportate ad esempio in Falcitelli (2003b), richieste dall'EPEA; il grassetto indica le voci effettivamente quantificate nelle applicazioni effettuate per l'Italia (Falcitelli, 2003a), relative al Conto della gestione delle acque reflue ed al Conto della gestione dei rifiuti, anno 1997.

La tavola A quantifica l'ammontare delle diverse componenti della spesa nazionale per la protezione dell'ambiente per categoria di utilizzatore/beneficiario (Tab. 27). Come già indicato, la spesa per la protezione ambientale viene effettuata in primo luogo per l'utilizzo intermedio e finale dei prodotti specifici (servizi caratteristici, prodotti connessi e prodotti adattati). Per evitare duplicazioni nel calcolo dei flussi di spesa, tuttavia, non vengono considerati i consumi intermedi di servizi caratteristici da parte dei produttori pubblici specializzati (*outsourcing*), in quanto, entrando nei costi di produzione di questi ultimi, sono già computati nel valore delle rispettive produzioni. Nella spesa ambientale rientrano inoltre la formazione lorda di capitale effettuata dai produttori per la realizzazione delle attività caratteristiche ed i trasferimenti specifici. Si noti che per i contributi alla produzione, costituiti da trasferimenti ai produttori effettuati allo scopo di abbassare i prezzi per i consumatori, sono considerati come beneficiari sia i produttori che ricevono il contributo, sia gli utilizzatori che godono della riduzione di prezzo.

Componenti della spesa nazionale per la protezione ambientale	UTILIZZATORI / BENEFICIARI							
	PRODUTTORI				Pubblica Amministrazione	Famiglie	Resto del mondo	Totale
	Produttori specializzati		Altri produttori (per settore di attività economica)					
PA & ISSL	Altri	Non specializzati	Non caratteristici					
1. Consumo di prodotti specifici								
1.1 Consumo finale di servizi caratteristici	-	-	-	-	X	X	-	X
1.2 Consumi intermedi di servizi caratt. - market	nr	nr	X	X	-	-	-	X
- ausiliari	nr	nr	X	-	-	-	-	X
Impieghi di prodotti connessi e adattati (1.3 Consumi finali + 1.4 Consumi intermedi)	-	-	-	-	-	X	-	X
	nr	nr	X	X				
2. Formazione lorda di capitale per attività caratt.	X	X	X	-	-	-	-	X
3. Formazione lorda di capitale in prodotti specifici	nr	nr	X	X	-	-	-	X
4. Trasferimenti specifici								
4.1 Sussidi alla produzione	nr	nr	X	X	-	X	X	X
4.2 Altri trasferimenti specifici	(-)	(-)	(-)	X	-	X	X	X
5. Totale impieghi dei residenti (1+2+3+4)	X	X	X	X	X	X	X	X
6. Impieghi finanziati dal resto del mondo	X	X	X	X	X	X	X	X
Spesa nazionale per la protezione ambientale (5-6)	X	X	X	X	X	X	X	X

Legenda

ISSL Istituzioni sociali private senza scopo di lucro; "X" = Voce registrata; "nr" = Voce non registrata (la transazione potrebbe esistere, ma non è registrata data la metodologia di determinazione della spesa nazionale e le convenzioni adottate nel sistema di valutazione dell'EPEA); "-" = Voce inesistente (la transazione non esiste), "(-)" = Voce inesistente (la transazione potrebbe esistere, ma non sono stati trovati dei precedenti)

Per le voci 4.2, 5 e 6 è inoltre prevista la distinzione tra spese correnti e in c/capitale.

Tab. 27 – TAVOLA A: Spesa nazionale per componenti e per utilizzatori/beneficiari

L'offerta dei servizi caratteristici di protezione dell'ambiente viene descritta per tipologia di produttore nella tavola B (Tab. 28).

OPERAZIONI	PRODUTTORI CARATTERISTICI				Totale
	Produttori specializzati		Produttori non-specializzati		
	Pubblica Amministrazione & ISSL	Altri	Output secondario	Output ausiliario	
1. OPERAZIONI CORRENTI					
1.1 IMPIEGHI					
consumi intermedi [+]	X	X	nr	X	X
- di cui servizi caratteristici	X	X	nr	nr	X
- di cui prodotti adattati e connessi	X	X	nr	nr	X
reddito da lavoro dipendente [+]	X	X	nr	X	X
ammortamenti [+]	X	X	nr	X	X
imposte nette sulla produzione [+]	X	X	nr	X	X
risultato netto di gestione [+]	X	X	nr	X	X
1.2 PRODUZIONE AI PREZZI BASE	X	X	X	X	X
output non per la protezione dell'ambiente					
- prodotti congiunti	X	X	nr	X	X
- altro output non-ambientale	X	X	nr	-	X
output per la protezione dell'ambiente					
- <i>non-market</i>					
- principale	X	-	-	-	X
- secondario	X	-	X	-	X
- <i>market</i>					
- principale	X	X	-	-	X
- secondario	X	X	X	-	X
- ausiliario	nr	nr	nr	X	X
1.3 RISORSE					
Fatturato (inclusi i pagamenti parziali^(*))	X	X	X	-	X
Sussidi impliciti	X	-	X	X	X
2. OPERAZIONI IN CONTO CAPITALE					
formazione lorda di capitale fisso	X	X	nr	X	X
altri impieghi in conto capitale	X	X	nr	X	X
contributi agli investimenti (ricevuti)	X	X	nr	X	X
altri trasferimenti in conto capitale (ricevuti)	X	(-)	nr	(-)	X
3. FINANZIAMENTO DEI PRODUTTORI					
= output (1.2) + saldo delle operazioni in conto capitale (2) - risorse (1.3)	X	X	X	X	X
input di lavoro	X	X	nr	X	X
stock di beni capitali fissi	X	X	nr	X	X

Tab. 28 – TAVOLA B – Produzione dei servizi caratteristici

La tavola mostra la formazione dell'*output* dei produttori di servizi caratteristici come somma dei costi sostenuti; la valutazione è ai prezzi base, ovvero al netto di

quegli importi versati dall'acquirente che non rappresentano un introito per il produttore (margini di commercio e trasporto, IVA e altre imposte sui prodotti³⁷, ecc.) e al lordo dei contributi sui prodotti ricevuti dal produttore. La produzione così ottenuta viene distinta per tipo di prodotto, servizi caratteristici o altro; la produzione dei servizi per la protezione ambientale viene ulteriormente distinta tra produzione *market*, destinabile alla vendita ad un prezzo economicamente significativo (ovvero, che copra almeno il 50% dei costi), e produzione *non market*, ceduta gratuitamente o a prezzi non remunerativi almeno al 50%.

Tra le entrate correnti, il produttore annovera in primo luogo i proventi delle vendite (fatturato), compresi i pagamenti dei prodotti che vengono venduti ad un prezzo non economico (definiti parziali proprio perché non arrivano a coprire la soglia del 50% dei costi); nel caso di produttori *market* appartenenti al settore pubblico (ad esempio, la raccolta dei rifiuti urbani da parte dei Comuni), vanno conteggiati anche i contributi della PA per coprire il disavanzo tra introiti e costi, definiti *sussidi impliciti*.

Nelle operazioni in conto capitale troviamo in uscita gli investimenti lordi e gli altri impieghi in attività patrimoniali (acquisizioni nette di terreni, brevetti, ecc.), in entrata i contributi agli investimenti e gli altri trasferimenti (donazioni, ecc) ricevuti non di natura corrente.

Il saldo complessivo tra entrate e uscite (voce 3 della Tab. 28) rappresenta l'indebitamento netto del produttore e corrisponde quindi alla sua necessità di finanziamento.

L'offerta di servizi per la protezione dell'ambiente prodotti nel paese viene posta a confronto con gli impieghi nella tavola *supply and use* B1 (Tab. 29). Poiché gli impieghi sono espressi ai prezzi di acquisto, alle produzioni a prezzi base della Tab. 28 vanno aggiunti i margini di imposta. Si noti che nelle quantificazioni effettuate per l'Italia non vengono rilevati gli scambi con l'estero di servizi di protezione ambientale nel campo della gestione delle acque reflue e dei rifiuti, perché ritenuti trascurabili, dati i risultati di uno studio pilota condotto da Eurostat su alcuni paesi europei (Austria, Danimarca, Francia, Germania, Olanda, Regno Unito, Svizzera). In realtà, l'ipotesi di

³⁷ La differenza tra imposte sui prodotti e imposte sulla produzione consiste nel fatto che le prime sono proporzionali alle quantità prodotte o scambiate, e vengono fatturate al cliente, le seconde vengono pagate dal produttore per il solo fatto di esercitare la propria attività, indipendentemente dai volumi realizzati; una distinzione analoga vale per i contributi.

un commercio internazionale di servizi di gestione e trattamento rifiuti sembrerebbe del tutto plausibile; probabilmente, anche in questo caso, potrebbe giocare un ruolo il criterio di escludere le attività di protezione ambientale che abbiano anche una finalità economica.

	Servizi di protezione dell'ambiente			
	<i>Non-market</i>	<i>Market</i>	<i>Ausiliari</i>	Totale
1. Impieghi delle unità residenti				
Consumi intermedi	-	X	X	X
- di cui servizi caratteristici	-	X	nr	X
- altri	-	X	X	X
Consumi finali	X	X	-	X
Formazione lorda di capitale	X	X	-	X
2. Esportazioni	-	X	-	X
Totale impieghi (1+2)=Totale risorse (3+4+5)	X	X	X	X
3. Output a prezzi base	X	X	X	X
3.1. Imprese		X	X	X
3.2. Pubblica Amministrazione	X		nr	X
4. IVA non deducibile e Altre imposte meno sussidi sui prodotti	X	X	-	X
5 Importazioni	-	X	-	X

Tab. 29 – TAVOLA B1 Supply and use dei servizi caratteristici

Le ultime due tavole riguardano la contabilità dei settori che finanziano la spesa ambientale, mostrando rispettivamente il complesso dei flussi di finanziamento erogati da ciascun settore (tavola C, Tab. 30) e la parte di questi che rimane a carico del settore stesso, una volta detratte le entrate derivanti dalle vendite dei prodotti caratteristici e gli interessi sui capitali impiegati (tavola C1, Tab. 31).

L'analisi dei flussi di finanziamento ricevuti è condotta per gli stessi settori che figurano come beneficiari nella tavola A, in quanto l'obiettivo sarebbe di mostrare (Falcitelli 2003a) se e in quale misura la spesa nazionale per la protezione dell'ambiente di ciascuna tipologia di utilizzatori sia sostenuta con risorse proprie o con trasferimenti da altri settori. In realtà, per il modo in cui sono costruite le tavole, la spesa per la gestione delle acque reflue risulta sempre autofinanziata, mentre per la gestione dei

rifiuti si registrano solo alcuni trasferimenti pubblici di ridotta entità alle famiglie ed alle imprese.

UNITA' CHE FINANZIANO LA SPESA	UTILIZZATORI / BENEFICIARI								
	PRODUTTORI				Pubblica Amministrazione (consumi collettivi)	Famiglie in qualità di consumatori	Resto del Mondo	Totale	di cui : spese correnti
	Produttori specializzati		Altri produttori (per settore di attività economica)						
	PA & ISSL	Altri	Non specializzati	Non caratteristici					
Pubblica Amministrazione									
- Centrale	X	X	X	X	X	X	X	X	X
- Locale	X	X	X	X	X	X	X	X	X
ISSL	X	-	-	-	-	X	-	X	X
Imprese									
- Produttori specializzati	t, X	t, X	t	t	t	t	t	X	X
- Altri produttori	t	t	t, X	t, X	t	t	t	X	X
Famiglie	t	t	t, X	t, X	t	t, X	t	X	X
Spesa Nazionale	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Resto del mondo	t, X	t, X	t, X	t, X	t, X	t, X	X	X	X
di cui: Istituzioni dell'Unione Europea	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Impieghi delle unità residenti	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Legenda

“X” = finanziamento diretto; “t” = finanziamento (generalmente indiretto) effettuato attraverso tasse specifiche (o contributi volontari) delle famiglie o dei produttori; “-” = finanziamento inesistente

Tab. 30 – TAVOLA C Finanziamento della spesa nazionale per la protezione dell’ambiente

L’ultimo aggregato di interesse del conto è il “carico finanziario per la protezione dell’ambiente” ottenuto (Tab. 31) detraendo dalla spesa corrente per la protezione dell’ambiente di ciascun settore i possibili benefici economici (risultato netto di gestione e altri profitti, mentre l’IVA e le imposte sulla produzione sono registrate col segno meno perché rappresentano un’entrata per la PA) ed aggiungendo il costo-opportunità sul capitale impiegato (in pratica, non viene valutato nel carico l’acquisto dei beni di investimento per la produzione di servizi caratteristici, ma viene imputato solo il costo del servizio reso, sulla base di un tasso medio europeo di rendimento del capitale). Si noti che, poiché i trasferimenti specifici conteggiati nella spesa nazionale comprendono solo le tasse il cui gettito è espressamente destinato a finanziare opere di

protezione ambientale, viene calcolato anche un aggregato di carico finanziario comprensivo delle tasse a finalità ambientale (le tasse che, pur perseguendo un obiettivo di tutela ambientale, come il disincentivamento di consumi o processi particolarmente inquinanti, non contribuiscono direttamente al finanziamento di spese per la protezione ambientale).

COMPONENTI DEL CARICO FINANZIARIO AMBIENTALE	SETTORI				
	Imprese		Famiglie	PA	Totale
	Produttori caratteristici specializzati	Altri produttori			
1. Finanziamento della spesa nazionale corrente	X	X	X	X	X
2. IVA non deducibile gravante sulla spesa corrente	-	-	-	-X	-X
3. Imposte sulla produzione	-	-	-	-X	-X
4. Risultato lordo di gestione	X	-	-	-	X
5. Altri profitti	-	X	X	-	X
6. Interesse sul capitale fisso	X	X	X	X	X
A. Carico finanziario della protezione dell'ambiente (1+2+3-4-5+6)	X	X	X	X	X
B. Tasse a finalità ambientale	X	X	X	-X	0
Carico finanziario della protezione dell'ambiente comprensivo delle tasse a finalità ambientale (A+B)	X	X	X	X	X

Tab. 31 – TAVOLA C1 Carico finanziario per la protezione dell'ambiente

Nella compilazione del conto EPEA, le diverse criticità insite nella raccolta e nell'organizzazione dei dati hanno portato l'ISTAT alla scelta di diffondere in maniera separata i dati sulla spesa per i diversi settori istituzionali (attualmente solo PA e Imprese, per ora in forma sporadica per alcuni anni, ma è in via di predisposizione la costruzione di dati in serie storica) e le applicazioni dell'EPEA basate sul materiale disponibile.

Si noti, comunque, che la pubblicazione separata delle spese per settore rispetto al conto EPEA permette in una certa misura di superare la rigidità delle linee guida dell'Eurostat e migliorare la rilevanza dell'informazione sulla spesa ambientale rilevante per il nostro Paese³⁸. È il caso, già più volte richiamato, del settore della

³⁸ La situazione è analoga a quanto avviene in contabilità economica per le Imprese con meno di 5 addetti: la gravissima perdita di informazione che avrebbe comportato un "appiattimento" rispetto alla linea Eurostat, che ne prevede la valutazione insieme alla Famiglie, ha condotto l'ISTAT ad introdurre

“difesa del suolo” e di quello della “difesa del mare e delle zone costiere”, particolarmente rilevanti nella realtà italiana dal punto di vista finanziario, ma non riconoscibili come tali nell’ambito dei settori di intervento individuati dalle classi CEPA (perché comportano la realizzazione sia di interventi di “protezione dell’ambiente”, sia di interventi di “uso e gestione delle risorse naturali” e/o riguardano diversi settori di intervento). L’ISTAT ha quindi prodotto dati di spesa completi che per ciascuno di questi settori distinguono le uscite finanziarie connesse ad interventi che rientrano nel dominio di analisi dell’EPEA (classificate in base alla classe CEPA di pertinenza) da quelle connesse ad interventi non inclusi nella definizione di spesa ambientale (ISTAT, 2003b).

Entrando nel merito delle procedure di quantificazione, lo sforzo principale da parte dei contabili ambientali ISTAT è stato anche in questo caso il reperimento delle informazioni di base.

Per la quantificazione delle spese delle Amministrazioni pubbliche, le diversità nel modo di intendere la spesa ambientale hanno di fatto sconsigliato di utilizzare i dati sulla spesa pubblica ambientale rilevati dalla Ragioneria Generale dello Stato per conto del Ministero dell’Ambiente a partire dal 1991 e la banca dati ISPE sulla spesa ambientale della PA; in particolare, i costi aggiuntivi necessari per armonizzare i contenuti dell’archivio ISPE alla definizione Eurostat - insieme al fatto che le informazioni nell’archivio risulterebbero comunque notevolmente semplificate rispetto al dato di base desumibile dai rendiconti amministrativi – hanno portato alla creazione di una banca dati ex novo (Bombana et al. 2003).

L’approccio seguito (Falcitelli, 2003c) si basa sull’analisi dei rendiconti pubblici (*budget analysis*). Si tratta di una procedura basata su un’analisi “a tappeto” di tutti i capitoli di spesa contenuti nel documento di bilancio, sulla base delle informazioni disponibili (descrizione del capitolo di spesa, normativa richiamata dalla descrizione, posizione del capitolo di spesa all’interno della struttura del rendiconto), tesa ad individuare se la voce entri o meno nel dominio del conto EPEA e, in caso affermativo, in quale classe EPEA possa essere classificata. In pratica, in una prima fase vengono scremate le voci che, sulla base di informazioni non generiche risultino sicuramente ricadenti nell’ambito della spesa per la protezione ambientale e di contenuti abbastanza

esplicitamente nei conti istituzionali i sottosettori delle Famiglie produttrici e Famiglie consumatrici, di cui vengono analizzati separatamente i comportamenti economici.

omogenei da poter rientrare in un'unica classe CEPA; in una seconda fase viene effettuato un supplemento di indagine sulle voci di spesa su cui l'informazione disponibile risultasse troppo generica o con contenuti disomogenei, in modo da arrivare ad una decisione sull'inclusione o meno nel conto e su come classificarle. Tutto questo, cercando di limitare l'onere statistico per gli amministratori pubblici, quindi cercando il più possibile di ricostruire l'informazione necessaria sulla base dei soli documenti amministrativi, senza interpellare direttamente i soggetti responsabili. Data la complessità della procedura, per ora il campo di applicazione è limitato ai Ministeri, alle Regioni ed alle Province autonome.

Presumibilmente, il grado di complessità della procedura dovrebbe attenuarsi nel tempo. Una volta individuati i codici di bilancio che rientrano nelle categorie previste dalla definizione di spesa ambientale, dovrebbe essere possibile meccanizzare la procedura di inclusione e classificazione, salvo revisioni periodiche della congruità dei contenuti, e, come sembrerebbe essere suggerito anche dai documenti ISTAT, razionalizzare la raccolta dei dati di base utilizzando i supporti informatizzati raccolti correntemente dalla Ragioneria Generale dello Stato.

Per quanto riguarda la raccolta dei dati sulle imprese, la quantificazione dell'EPEA al 1997 è stata resa possibile dalla disponibilità dei dati della rilevazione delle spese delle imprese per la protezione dell'ambiente, realizzata nel 1999 nel contesto della fase *long-form* del Censimento Intermedio dell'Industria e dei Servizi, relativa all'anno 1997. L'indagine, svolta anche al fine di raccogliere i dati sulle variabili ambientali presenti nel Regolamento comunitario sulle statistiche strutturali d'impresa (dati sulle spese per investimenti in impianti di fine ciclo), ha rilevato per le imprese con più di 20 addetti (ISTAT, 2002c):

- il numero delle imprese che hanno effettuato e l'ammontare della spesa sostenuta per investimenti in impianti e attrezzature per il controllo e l'abbattimento dell'inquinamento (*end-of-pipe* o di "fine ciclo");
- il numero delle imprese che hanno effettuato³⁹ investimenti a ridotto impatto ambientale (o "integrati");

³⁹ L'ammontare della spesa per investimenti integrati, (Apparecchiature, installazioni o dispositivi a ridotto impatto ambientale che costituiscono parte integrante delle attrezzature e degli impianti produttivi e che quindi non sono identificabili separatamente da questi ultimi) non era richiesto dal Regolamento e, d'altro canto, lo studio pilota Eurostat aveva evidenziato una – comprensibile - notevole difficoltà da parte delle imprese rispondenti a quantificare questa voce.

- il numero delle imprese che hanno effettuato e l'ammontare della spesa sostenuta per spese correnti per lo svolgimento di attività per la protezione ambientale svolte in proprio o per l'acquisto da terzi di servizi per la protezione dell'ambiente

Per gli anni successivi, le serie fino al 1991, di cui è prevista la pubblicazione entro fine 2004, si riferiscono a dati aggregati, secondo le richieste comunitarie, incentrati essenzialmente sugli investimenti di fine ciclo.

Con la nuova versione del Regolamento comunitario 58/97 sulle statistiche strutturali d'impresa, è stato inserito dall'anno 2002 nell'ambito del Sistema dei Conti delle Imprese (SCI) un questionario apposito relativo alla spesa ambientale in cui, per tutte le imprese con almeno di 100 addetti, si richiede di indicare il valore di tutte le "spese per attività e azione di prevenzione dei fenomeni di inquinamento e degrado ambientale, nonché di ripristino della qualità dell'ambiente", ad esclusione delle spese sostenute per limitare l'utilizzo di risorse naturali o per attività che, pur avendo un impatto ambientale, hanno altre finalità principali, come l'igiene e la sicurezza sul posto di lavoro. Tali spese vengono inoltre distinte per classe di attività di protezione dell'ambiente e tipologia di spesa effettuata, secondo il prospetto di rilevazione riportato in Tab. 32.

È abbastanza evidente come la novità rispetto alle logiche aziendali e la complessità delle informazioni richieste (ad esempio, l'indicazione del maggior costo sopportato per l'acquisto di macchinari "integrati" rispetto al valore corrente di impianti alternativi con minori potenzialità di protezione dell'ambiente, o l'individuazione della parte di spesa per il personale riferita alle attività di protezione ambientale in imprese multiprodotto) si traducano in un onere rilevante per i rispondenti. Allo stesso tempo, non sembra allo stato attuale percorribile l'ipotesi di utilizzare direttamente i cosiddetti "bilanci verdi" delle aziende: la certificazione ambientale d'impresa, infatti, si muove secondo una logica contabile difficilmente riconducibile ai criteri adombrati dall'EPEA.

Merita una riflessione il fatto che, al fine di ridurre lo sforzo statistico per le imprese, e insieme di garantire un livello di qualità accettabile dei risultati, l'Unità di Contabilità Ambientale si occupi direttamente del *Call Center* per l'assistenza ai rispondenti. Forse, un maggiore coinvolgimento generalizzato delle competenze di contabilità ambientale nei processi di impostazione delle indagini e di raccolta dei dati, nei diversi campi della

statistica economica ufficiale, potrebbe risolvere in gran parte i problemi di implementazione dei conti ambientali.

Attività di protezione dell'ambiente	Investimenti in attrezzature e impianti per l'abbattimento dell'inquinamento e in accessori speciali antinquinamento Valore totale	Investimenti in attrezzature e impianti collegati a tecnologie più pulite ("tecnologia integrata")			Spese correnti Valore totale
		Adattamento impianti Valore totale	Acquisto nuovi impianti		
			Valore totale	Maggiorazione dei costi (in %)	
Protezione dell'aria e del clima					
Gestione delle acque di scarico					
Gestione dei rifiuti					
Altre attività di protezione dell'ambiente					
<i>di cui:</i>					
<i>Protezione e recupero del suolo e delle acque (di falda e superficiali)</i>					
<i>Abbattimento del rumore e delle vibrazioni</i>					
<i>Protezione della biodiversità e del paesaggio</i>					
<i>Protezione dalle radiazioni</i>					
<i>Ricerca e sviluppo</i>					
<i>Gestione generale dell'ambiente e spese indivisibili</i>					

Tab. 32 – Prospetto di rilevazione questionario SCI-AMB

A un livello ancora sperimentale è la raccolta dei dati sulla spesa ambientale da parte delle famiglie, per la quale la quantificazione inserita nel conto EPEA si è basata sui risultati di due indagini pilota, condotte inserendo i quesiti sulla spesa ambientale nelle interviste di controllo dell'indagine sui consumi delle famiglie⁴⁰. Sicuramente, l'esperienza ha permesso di trarre indicazioni qualitative sul grado di diffusione tra i

⁴⁰ La rilevazione dei consumi delle famiglie viene svolta dagli uffici di statistica comunali: a seguito della ristrutturazione dell'indagine del 1997, l'ISTAT ha avviato una fase di controllo delle procedure, tramite indagini pilota condotte da società private su un subcampione dei comuni coinvolti nella rilevazione.

cittadini delle diverse forme di spesa ambientale, dalle tasse specifiche all'acquisto di servizi caratteristici e prodotti adattati, così come sul grado di comprensibilità e rilevanza del questionario, mentre più ridotta è la valenza dei risultati quantitativi, soprattutto per le categorie di spesa meno diffuse.

È evidente da quanto scritto finora come la costruzione dei conti satellite per la spesa ambientale richieda un forte impegno aggiuntivo, soprattutto per quanto riguarda il settore privato, sia per quanto riguarda le risorse impiegate e le collaborazioni poste in essere dagli enti produttori delle statistiche ufficiali, sia come aggravamento dell'onere statistico per famiglie e imprese. Tale impegno sarebbe comunque necessario se, come sembra ragionevole presumere, l'obiettivo della sostenibilità diventasse effettivamente un filo conduttore della normativa nazionale e comunitaria.

4.4. Indicatori integrati economici – ambientali

Come più volte sottolineato in questo Rapporto, le esigenze poste dalle politiche di sostenibilità richiedono un quadro informativo che sia al tempo stesso esaustivo ed in grado di fornire indicatori sintetici che costituiscano risposte chiare a quesiti specifici. Appare cioè necessaria una evoluzione del metodo di organizzazione delle informazioni, che si allarghi ad abbracciare tutti gli aspetti rilevanti per l'impostazione delle politiche pubbliche e private nei quattro ambiti: economico, sociale, ambientale ed istituzionale.

La direzione da seguire (cfr. Carbonaro, Carlucci e Zelli, 1998) potrebbe essere quella, prospettata dai responsabili dell'Istituto Statistico olandese, di organizzare l'informazione nei molteplici campi di interesse per la politica economica e sociale in un unico sistema informativo, denominato sistema di matrici di contabilità sociale ed economica e relative estensioni, il SESAME (*System of Economic and Social Accounting Matrices and Extensions*).

Il SESAME rappresenta un dettagliato sistema statistico informativo presentato in forma matriciale, dal quale è possibile derivare un insieme chiave di macro-indicatori di natura economica, sociale ed ambientale (Keuning, 1997).

La struttura di un SESAME può essere pensata come un sistema integrato di conti socio-economici che ponga al suo centro una matrice di contabilità sociale (SAM) e comprenda un sistema di informazioni satellite strettamente connesso al corpo centrale.

In prima approssimazione, al posto di una vera e propria SAM, si può sostituire la rappresentazione matriciale dei conti nazionali che dà luogo alla cosiddetta matrice dei conti nazionali (NAM, dal termine inglese *National Accounting Matrix*).

L'adozione di uno schema integrato porta una serie di vantaggi in termini di rilevanza, affidabilità ed efficienza (Keuning, 1994).

La *rilevanza* viene accresciuta, dal momento che i principali macro-indicatori socio-economici derivabili dal sistema possono essere analizzati simultaneamente. Ad esempio, modelli formali possono includere effetti di *feedback* da variabili non-monetarie a variabili monetarie. In aggiunta, l'ancoraggio di indicatori aggregati ad un sistema informativo enfatizza la comparabilità e la stabilità delle definizioni adottate per la misurazione degli indicatori, se non altro perché una modifica delle definizioni porterebbe a ripercussioni sull'intero sistema. Quindi, se si volessero prendere alcune decisioni di politica economica per modificare l'andamento di un singolo indicatore (il PIL verde, un indicatore di eco-efficienza, etc.) si avrebbero informazioni anche sulle ripercussioni che una tale modifica avrebbe sul resto del sistema e quindi su altri indicatori (ad esempio una misura della disuguaglianza del reddito).

L'*affidabilità* viene rinforzata dato che più i dati vengono confrontati a livello meso, più è possibile verificare identità logiche. Un esempio potrebbe essere la valutazione della spesa ambientale per settore, il cui confronto con i conti nazionali a livello meso deve fornire risultati compatibili con le stime del valore aggiunto e dei consumi intermedi.

L'*efficienza* viene migliorata in quanto medesimi concetti, criteri classificatori, unità di rilevazione vengono utilizzati in tutto il sistema, comprendendo quindi sia statistiche economiche che statistiche ambientali. Un vantaggio in questa armonizzazione è dato dalla maggiore facilità di confronto fra indagini diverse.

Al momento attuale, l'applicazione sviluppata nel nostro Paese è la misurazione degli effetti sull'ambiente attraverso l'integrazione dei conti ambientali con la contabilità nazionale, che prende il nome di NAMEA (*National Accounting Matrix including Environmental Accounts*). La costruzione di tali conti ha riguardato tutti i paesi secondo le indicazioni dell'Eurostat (Eurostat, 2000); per l'Italia sono state finora pubblicate le tavole relative al periodo 1990-1994 (Coli *et al*, 2003), mentre è in corso di completamento la serie fino al 2001.

Come indicato nella Tab. 33 (dove i riquadri colorati rappresentano le sottomatrici compilate), la NAM economica viene integrata con due moduli ambientali costruiti in unità fisiche, il primo relativo al prelievo di risorse naturali vergini (mai utilizzate prima nella produzione), il secondo relativo agli inquinanti (8 nelle serie finora pubblicate⁴¹, ma è previsto l'allargamento a 10). Nella NAMEA si aggiunge alla NAM una cella di intersezione delle righe relative alle attività produttive e delle colonne relative alle sostanze inquinanti, in cui viene registrata l'emissione (in unità fisiche) di queste sostanze per ciascuna attività produttiva, trattandole quindi alla stregua dei prodotti secondari. Analogamente vengono registrate le emissioni di sostanze inquinanti dovute al consumo delle famiglie (in particolare, vengono considerate le spese per trasporto, riscaldamento e altro; in quest'ultima categoria rientrano come attività in grado di generare emissioni inquinanti le spese per vernici, solventi e simili). In una cella di intersezione tra le righe delle risorse naturali e le colonne delle attività, vengono registrate invece le estrazioni di risorse, distinte in vapore, combustibili fossili, minerali e biomasse. La matrice è bilanciata quando l'ammontare di sostanze inquinanti emesse più le "importazioni" dall'estero eguaglia l'ammontare di sostanze riciclate, le "esportazioni" e la pressione ambientale nazionale.

⁴¹ Anidride carbonica (CO₂), protossido di azoto (N₂O), metano (CH₄), ossidi di azoto (NO_x), ossidi di zolfo (SO_x), ammoniaca (NH₃), composti organici volatili non metanici (NMVOC), monossido di carbonio (CO).

Oltre alle matrici NAMEA 1990-92 secondo lo schema indicato in Tab. 33, sono disponibili (Coli *et al*, 2003), per ciascuno degli anni 1990-94:

- una tavola che mostra per settore di attività il valore dei principali aggregati economici (produzione, valore aggiunto, consumi intermedi, occupazione), e ambientali (emissioni atmosferiche e prelievi di risorse naturali), permettendo in particolare il calcolo di indicatori di pressione ambientale per unità di *output* o di valore aggiunto;
- una tavola di raccordo tra il totale delle emissioni atmosferiche calcolato secondo la metodologia della NAMEA e il totale calcolato secondo la metodologia adottata nel contesto della Convenzione Quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici (UNFCCC) e della Convenzione sull'inquinamento atmosferico transfrontaliero (CLRTAP) dell'UN-ECE (United Nations – Economic Commission for Europe)⁴².

È inoltre in corso un approfondimento delle quantificazioni sia per quanto riguarda il settore Energia, in termini di tavole degli impieghi energetici per funzione d'uso, per prodotto e per branca, sia per la valutazione delle tasse a finalità ambientale.

Il sistema prevederebbe poi un conto relativo ai temi ambientali come l'effetto serra, l'acidificazione, l'accumulazione di rifiuti solidi, in cui le pressioni ambientali vengano convertite in emergenze ambientali, attraverso una ponderazione basata sul contributo di un chilogrammo di ciascuna sostanza allo specifico tema. Ad esempio, se il tema ambientale è l'effetto serra, allora un chilo di emissione di azoto (N₂O) ha un peso 270 volte più elevato di un chilo di emissione di anidride carbonica (CO₂).

Dal punto di vista della procedura di compilazione, va segnalata la collaborazione ISTAT – APAT per la costruzione del modulo delle emissioni.

In particolare, per quanto riguarda le emissioni di inquinanti la quantificazione del modulo ha comportato una riclassificazione delle emissioni per processo dell'inventario CORINAIR in emissioni per settore di attività economica, secondo la classificazione NACE (Nomenclatura delle Attività per la Comunità Europea) utilizzata per i moduli economici. Si noti che la dipendenza dalla base dati CORINAIR, che è soggetta a revisioni periodiche, implica un ribasamento dei dati in serie storica parallelo ad ogni

⁴² La differenza consiste in un diverso criterio di selezione dei processi considerati, nell'ambito della fonte comune CORINAIR:

revisione CORINAIR, di cui va tenuto conto nell'utilizzo dei dati NAMEA per lo studio dell'andamento temporale e/o la modellizzazione di macro-indicatori di pressione ambientale e di eco-efficienza.

Per la stima delle emissioni per settore di attività, una via alternativa potrebbe essere rappresentata dall'uso della base dati EPIS (*European Environmental Pressure Information System*). L'obiettivo dell'EPIS è quello di associare a ciascuna tecnologia produttiva, identificata nelle categorie di prodotto dell'indagine PRODCOM (cfr. par. 4.2), appropriati coefficienti tecnici che descrivano la quantità di emissioni prodotte per unità di *output* realizzato. Tale via appare al momento attuale non sviluppabile, sia perché la PRODCOM, escludendo le unità produttive di minor dimensione non rappresenterebbe pienamente il potenziale inquinante della piccola industria italiana (si pensi, ad esempio, alle concerie), sia soprattutto perché i coefficienti tecnici EPIS sono basati su una tecnologia “media” europea, anch'essa non sempre rappresentativa della realtà italiana.

Anche nel caso della NAMEA, una più stretta integrazione tra contabili ambientali e contabili economici potrebbe contribuire da un lato all'accuratezza dei processi di stima degli aggregati ambientali, dall'altro ad una più ampia rilevanza delle quantificazioni economiche. In prospettiva, ad esempio, la disponibilità delle valutazioni alla base delle nuove serie di tavole delle risorse e degli impieghi (Mantegazza, Mastrantonio e Salerno, 2004) potrebbe permettere l'utilizzazione dei dati di *output* e/o di *input* di prodotto, al posto dei dati censuari sul numero di addetti, per la disaggregazione delle emissioni di fonte CORINAIR relative a processi comuni a più di un'attività economica. D'altro canto, l'importanza per la compilazione della NAMEA della disponibilità di informazioni dettagliate sui trasporti, in conto terzi ed in proprio, è sicuramente un motivo aggiuntivo per giustificare la costruzione del conto satellite dei trasporti.

Minore sviluppo ha avuto invece la costruzione di indicatori integrati di sostenibilità. Gli indicatori proposti nella *Strategia d'azione ambientale per lo Sviluppo Sostenibile in Italia*, approvata dal CIPE il 2 agosto 2002 (www.minambiente.it/SVS/svs/strategia_ambientale.htm), sono prevalentemente dedicati agli aspetti ambientali (cfr. par. 3.1); anche le esperienze in corso, relative ad esempio al conto patrimoniale delle acque, appaiono ancora in una fase sperimentale.

Come si è già detto, inoltre, non viene attualmente perseguita la costruzione di un indicatore di PIL “verde”, ovvero un indicatore di prodotto corretto per tener conto delle esternalità ambientali. Date, tuttavia, le “attrattive” in termini di comprensibilità e confrontabilità con gli aggregati tradizionali di contabilità economica nazionale, un obiettivo da perseguire in tale ambito potrebbe essere quello di chiedere all’Istituto Nazionale di Statistica la diffusione dei dati necessari per ricostruire la valutazione monetaria del danno ambientale (corredati dalle informazioni sul modo in cui essi siano stati ottenuti) permettendo così una stima del prodotto sostenibile che però non impegni la statistica ufficiale.

5. LA DIFFUSIONE DEI DATI

Come ricordato nella Premessa, la diffusione dell'informazione statistica in tema ambientale ha un ruolo importante nel processo di miglioramento della consapevolezza dell'opinione pubblica sui problemi ambientali e della partecipazione pubblica alle decisioni in tema ambientale. Questo ruolo è sancito dalla direttiva europea 2003/4/CE, che stabilisce, a decorrere dal 14 febbraio 2005, i doveri degli Stati membri per permettere l'accesso del pubblico alle informazioni ambientali.

In questo Capitolo si propone una prima panoramica dello stato della diffusione dei dati ambientali nel nostro Paese, sempre con riferimento ai soggetti SISTAN. Questa panoramica distingue due livelli: 1) la diffusione via Internet; 2) le pubblicazioni cartacee, in particolare prodotte dai soggetti di livello nazionale (APAT e ISTAT). Sarebbe importante valutare anche la situazione dell'accesso ai dati elementari; tuttavia, va osservato che ciò che in questa materia è realmente cruciale non è la garanzia *formale* dell'accesso, generalmente garantita dagli enti detentori dei dati in ossequio alle normative vigenti, ma la possibilità *sostanziale* di accedere ai dati elementari in modo semplice e senza defatiganti iter burocratici. Questa garanzia sostanziale dipende dalle concrete politiche di gestione dei dati portate avanti dagli enti detentori, e una verifica di tali politiche richiede un controllo capillare che va evidentemente oltre gli scopi e le risorse di questo primo Rapporto.

5.1. La diffusione via Internet

La diffusione via Internet rappresenta sempre di più, negli ultimi anni, il canale privilegiato di informazione ambientale ai cittadini, in particolare a livello decentrato (Comuni, Aziende Municipalizzate, Provincie, Regioni, ARPA, ecc.). Per fornire alcune indicazioni utili ad una prima valutazione dello stato della diffusione dell'informazione ambientale via Internet, viene di seguito presentata una tabella (Tabella 34), in cui si sono raccolte alcune informazioni sintetiche sulla presenza e qualità dell'informazione statistico-ambientale pertinente ai tre temi affrontati in questo Rapporto (acqua, aria, rifiuti) nei siti *web* di enti ed agenzie locali, a vario titolo competenti in materia ambientale. Dovendo operare una cernita fra tali enti, si è deciso di concentrare

l'attenzione sui siti delle regioni, delle ARPA e dei comuni Capoluogo di regione. Per ogni ente si sono riportate le seguenti informazioni: il sito web; indicazioni sul contenuto con riferimento ad ognuno dei tre temi: acqua, aria, rifiuti (in legenda sono spiegati i simboli usati); una valutazione globale sia sulla quantità e qualità delle informazioni, sia sulla navigabilità del sito e la facilità di reperimento delle informazioni ambientali, su una scala che va dal simbolo "-" (valutazione negativa) a "++++" (valutazione ottima).

Pur nella parzialità delle informazioni riportate, la lettura della Tabella 34 suggerisce alcune valutazioni interessanti:

1. vi è un netto gradiente Nord-Sud nella quantità e qualità delle informazioni statistico-ambientali accessibili agli utenti della rete: tranne pochissime eccezioni, i siti del Sud e di alcune regioni centrali non mettono a disposizione dati o indicatori statistici, e se riportano informazioni lo fanno in una chiave prevalentemente amministrativa (normative, procedure autorizzative, suddivisioni di competenze fra assessorati, ecc.);
2. particolarmente grave appare il caso di alcune Agenzie Regionali per la Protezione Ambientale, che non dispongono ancora di un sito Internet ovvero dispongono di siti privi di informazioni quantitative sui temi ambientali oggetto di questo Rapporto;
3. fra i tre temi affrontati, quello per cui è più diffusa la disponibilità di informazioni statistiche e di documentazioni di supporto (descrizione delle reti, guida alla lettura degli indicatori, ecc.) è l'aria, seguito dall'acqua (in particolare le informazioni riguardano in genere i dati sulla balneabilità, e la qualità delle acque di superficie), mentre per i rifiuti la presenza di dati e indicatori è piuttosto modesta.

Ente	Sito	Acqua	Aria	Rifiuti	Val.
Regione Valle d'Aosta	www.regione.vda.it	D	---	---	+
ARPA Valle d'Aosta	www.arpa.vda.it	SC	DA	DA	++
Comune di Aosta	www2.comune.aosta.it	---	S	A	+
Regione Piemonte	www.regione.piemonte.it	DA	SDAC	SDA	++++
ARPA Piemonte	www.arpa.piemonte.it	SD	SD	SD	+++
Comune di Torino	www.comune.torino.it	---	SD	---	+
Regione Lombardia	www.regione.lombardia.it	ACL	SD	A	
ARPA Lombardia	www.arpalombardia.it	SDA	SDA	SDA	+++
Comune di Milano	www.comune.milano.it	----	SDA	DA	+++
Regione Liguria	www.regione.liguria.it www.ecozero.liguriainrete.it	DL	SD	SDL	+++
ARPA Liguria	www.arpa.liguria.it	DA	SDA	DA	++
Comune di Genova	www.comune.genova.it	----	----	----	-
Provincia di Trento*	www.provincia.tn.it	----	----	----	-
APPA Trento	www.provincia.tn.it/appa	SACL	SDAC	AD	+++
Comune di Trento	www.comune.tn.it	----	----	----	-
Provincia di Bolzano*	www.provincia.bz.it	SDC	SDC	D	+++
APPA Bolzano	www.provincia.bz.it/agenzia-ambiente	SD	S	AD	+++
Comune di Bolzano	www.comune.bolzano.it	A	A	A	+
Regione Veneto	www.regione.veneto.it	SD	D	----	+
ARPA Veneto	www.arpa.veneto.it	SD	SD	----	++
Comune di Venezia	www.comune.venezia.it	----	SDL	----	+
Regione Friuli Venezia G.	www.regione.fvg.it	A	A	A	+
ARPA Friuli Venezia G.	www.arpa.fvg.it	SDC	SDC	SA	+++
Comune di Trieste	www.comune.trieste.it	A	SA	A	+
Regione Emilia Romagna	www.regione.emilia-romagna.it www.ermesambiente.it	SDL	SDL	SDL	+++
ARPA Emilia Romagna	www.arpa.emr.it	SDAL	SDAL	SDAL	+++
Comune di Bologna	www.comune.bologna.it	L	SDL	L	+
Regione Toscana	www.rete.toscana.it	SD	SD	SD	++
ARPA Toscana	www.arpat.toscana.it	SDC	SD	D	+++

(segue)

Comune di Firenze	www.comune.fi.it	SA	SDA	A	++
Regione Umbria	www.regione.umbria.it	DA	---	---	+
ARPA Umbria	www.arpa.umbria.it	SDA	SDA	A	++
Comune di Perugia	www.comune.perugia.it	---	D	D	+
Regione Marche	www.ambiente.marche.it	DA	----	D	++
ARPA Marche	www.arpa.marche.it	SDC	----	SD	++
Comune di Ancona	www.comune.ancona.it	----	----	----	-
Regione Lazio	www.regione.lazio.it	A	----	A	-
Comune di Roma	www.comune.roma.it	----	SDL	----	+
ARPA Lazio	www.arpalazio.it	----	----	----	-
Regione Abruzzo	www.regione.abruzzo.it	----	----	----	-
ARPA Abruzzo	www.artabruzzo.it	D	SD	---	+
Comune de L'Aquila	www.comune.laquila.it	----	----	----	-
Regione Molise	www.regione.molise.it	----	----	----	-
ARPA Molise	www.arpamolise.it	----	----	----	-
Comune di Campobasso	www.comune.campobasso.it	----	----	----	-
Regione Campania	www.regione.campania.it	A	A	A	+
ARPA Campania	www.arpacampania.it	SDC	SD	A	++
Comune di Napoli	www.comune.napoli.it	----	----	----	-
Regione Puglia	www.regione.puglia.it	A	A	A	+
ARPA Puglia	-----	----	----	----	-
Comune di Bari	www.comune.bari.it	----	----	----	-
Regione Basilicata	www.basilicatanet.it	----	----	----	-
ARPA Basilicata	www.arpab.it	A	A	A	+
Comune di Potenza	www.comune.potenza.it	----	----	----	-
Regione Calabria	www.regione.calabria.it	----	----	----	-
ARPA Calabria	-----	----	----	----	-
Comune di Reggio C.	www.comune.reggio-calabria.it	----	----	A	-
Regione Sicilia	www.regione.sicilia.it	SD	DA	D	++
ARPA Sicilia	www.arpa.sicilia.it	A	A	A	+
Comune di Palermo	www.comune.palermo.it	----	----	----	-
Regione Sardegna	www.regione.sardegna.it	----	----	----	-
ARPA Sardegna	-----	----	----	----	-
Comune di Cagliari	www.comune.cagliari.it	----	SD	----	+

(segue)

- Legenda: ----: manca il sito
- S: nel sito sono direttamente disponibili dati statistici o indicatori sintetici sul tema;
 - D: dal sito sono scaricabili documenti che contengono dati statistici o indicatori sintetici sul tema (tipicamente, nella forma di Rapporti sullo stato dell'ambiente, Annuari, ecc.), oppure nel sito è accessibile documentazione relativa alle informazioni di carattere statistico-ambientale (caratteristiche delle reti, degli inquinanti, ecc.);
 - A: nel sito sono disponibili informazioni amministrative (procedure, competenze, normative, ecc.) sul tema;
 - C: nel sito sono disponibili informazioni cartografiche sul tema;
 - L: nel sito sono segnalati link a siti che contengono dati statistici o indicatori sintetici sul tema;
- : nel sito non sono disponibili informazioni sul tema.
- Note: (*) nel caso della regione Trentino Alto-Adige, dato che le competenze ambientali sono demandate alle provincie Autonome di Trento e Bolzano, sono stati riportati i siti di queste ultime.

Tab. 34 - Informazioni statistico-ambientali nei siti di Enti e Agenzie locali

L'esame più dettagliato dei siti ha fornito altre indicazioni importanti, di difficile sintesi in una tabella sinottica. In particolare, va osservato come sia ancora poco diffusa la propensione a fornire al cittadino un'informazione sintetica, di facile lettura e che non richieda particolari conoscenze tecniche, veicolata da indicatori statistici e/o da rappresentazioni grafiche, accompagnati da guide alla lettura che aiutino il cittadino non addetto ai lavori a sviluppare una propria capacità di valutazione delle informazioni statistiche cui ha accesso. Ancora più raro è trovare siti in cui vengano presentati non solo i dati grezzi e/o semplici statistiche di sintesi, ma i risultati di modelli, deterministici o statistici, che aiutino a comprendere le cause e le dinamiche previste dei fenomeni ambientali di interesse.

Complessivamente l'informazione statistico-ambientale in Internet, almeno così come emerge da questo esame parziale, risulta ancora insoddisfacente, benchè in fase di forte crescita. Le sue grandi potenzialità, peraltro, sono confermate da alcuni esempi positivi (si vedano, fra gli altri il sito della Regione Piemonte, dell'ARPA Lombardia, della Regione e dell'ARPA Emilia-Romagna), che mostrano come la rete possa rappresentare non solo un canale importante di accesso a dati e informazioni statistiche sull'ambiente, ma anche un potente mezzo di "educazione quantitativa" dei cittadini,

fornendo loro strumenti di formazione per inquadrare e capire ciò che l'informazione statistica sa veicolare.

5.2. Le pubblicazioni cartacee

Negli ultimi dieci anni il numero delle pubblicazioni cartacee dedicate a temi di informazione statistico-ambientale è cresciuto enormemente. Molte regioni e Agenzie Regionali per la Protezione Ambientale, ed anche alcune province, grandi comuni e aziende municipalizzate, pubblicano più o meno regolarmente sia Rapporti generali sullo stato dell'ambiente, sia documentazioni settoriali su singoli temi ambientali. Una rassegna critica esaustiva è evidentemente impossibile, almeno entro i limiti di questo Rapporto. Per questa ragione ci si concentra qui solamente sulle due pubblicazioni di carattere generale e di ambito nazionale prodotte dai due più importanti enti di produzione e diffusione di statistiche ambientali ufficiali: l'Annuario "Statistiche Ambientali" dell'ISTAT e l'Annuario dei dati ambientali dell'APAT. Benchè parziale, questa scelta ha comunque, dal punto di vista valutativo, una valenza generale: nelle intenzioni degli stessi enti, queste due pubblicazioni rappresentano la principale "vetrina" dell'attività di *reporting* ambientale da essi svolta e il più significativo strumento di divulgazione di informazione ambientale presso un pubblico più vasto di quello degli addetti ai lavori. Particolare attenzione è stata dunque posta dai due enti nella redazione di questi annuari, e le indicazioni critiche che si possono enucleare su di essi possono quindi essere utili per una prima valutazione generale sullo stato della diffusione dell'informazione statistico-ambientale in Italia.

Annuario dei dati ambientali APAT

L'Annuario dei dati ambientali è il punto di arrivo di un ampio e approfondito lavoro di accumulo di informazioni e di affinamento delle metodologie di *reporting* ambientale, svolto dall'ANPA (ora APAT) e dal sistema delle Agenzie regionali e delle province autonome, le cui tappe salienti sono stati i volumi "Il monitoraggio dello stato dell'ambiente in Italia. Esigenze e disponibilità di elementi conoscitivi" (ANPA, 2000) e "Verso l'Annuario dei dati ambientali: primo popolamento degli indicatori SINAnet"

(ANPA, 2001). L'Annuario, che nella sistematizzazione dei dati e degli indicatori adotta segue lo schema DPSIR dell'Agenzia Europea per l'Ambiente, è articolato come segue:

- la sezione A, di carattere introduttivo, consiste di due capitoli: il primo fornisce elementi per l'inquadramento dell'Annuario nell'ambito delle attività di *reporting* ambientale dell'Agenzia, mentre il secondo è una guida alla lettura dell'Annuario stesso;
- la sezione B riporta metadati, dati e indicatori riguardanti le *condizioni ambientali*, riferite alle dieci Aree Tematiche SINAnet: Atmosfera, Biosfera, Idrosfera, Geosfera, Rifiuti, Radiazioni ionizzanti, Radiazioni non ionizzanti, Rumore, Rischio antropogenico e Rischio naturale;
- la sezione C raccoglie indicatori finalizzati a descrivere i *settori produttivi*, riferiti ai Temi SINAnet: Agricoltura, Energia, Trasporto, Turismo, Qualità ambientale di organizzazioni, imprese e prodotti.
- la sezione D, ancora in fase sostanzialmente embrionale, dovrà raccogliere, in prospettiva, indicatori relativi alle politiche ambientali.

I principali punti di forza dell'Annuario dei dati ambientali APAT sono rappresentati: (i) dalla notevole mole di dati e indicatori che mette a disposizione (più di 800 pagine), che costituisce la raccolta più completa di statistiche ambientali attualmente disponibile nel nostro Paese; (ii) dallo sforzo lodevole di inquadrare questi dati in uno schema coerente e di fornire meta-informazioni sulla loro qualità, in termini di rilevanza, accuratezza, copertura spaziale e temporale.

Alcune debolezze si registrano invece in relazione ad una ancora carente "sensibilità statistica" nella presentazione e discussione critica di dati e indicatori. Alcuni esempi sono:

- il trattamento dell'incertezza che caratterizza tutti gli indicatori statistici, anche quelli calcolati su popolazioni rilevate in modo (presuntivamente) esaustivo: l'indicatore è trattato dai compilatori dell'Annuario come una quantità certa, e viene tutt'al più accompagnato da una valutazione qualitativa di adeguatezza. Quest'ultima, come ricordato in precedenza, rappresenta un notevole progresso rispetto al passato, ma risulta ancora affetta da una certa discrezionalità, e non si traduce in una quantificazione dell'incertezza. Il problema è particolarmente evidente per gli indicatori che hanno la natura, trascurata dagli estensori

dell'Annuario, di vere e proprie stime da dati campionari. Sono di questo tipo, ad esempio, le stime dei parametri di legge per la vigilanza della qualità dell'aria (mediane, medie, percentili, ecc.) e gli indici di qualità delle acque (TRIX, IQB, IBE, ecc.) ;

- la presentazione di alcuni passaggi metodologici di grande rilevanza: un esempio significativo è rappresentato dall'illustrazione delle modalità categoriali di classificazione di indicatori quantitativi (quali TRIX, IQB, ecc. per la qualità delle acque, pagg. 247-288). La categorizzazione viene riportata con pochi dettagli sui criteri utilizzati per l'individuazione delle soglie e, a maggior ragione, senza una discussione critica del significato e sulle conseguenze di carattere statistico della classificazione adottata. Il problema è di evidente importanza, dato che tutto il commento successivo sulla distribuzione dei valori degli indicatori (ad esempio, nel caso degli indicatori di qualità delle acque, tutta la ricca cartografia tematica basata su di essi) è riferito alle modalità qualitative, non ai valori quantitativi originali;
- la terminologia, non sempre rigorosa, e la definizione dei concetti e delle classificazioni usate, a volte carente o di difficile reperibilità nel testo. Si tratta di un aspetto forse meno cruciale rispetto ai precedenti, ma che segnala una incompleta omogeneizzazione rispetto agli standard terminologici internazionalmente accettati e che non aiuta il consolidarsi di una diffusa e condivisa capacità di lettura ed interpretazione dell'informazione statistico-ambientale. Alcuni esempi sono rappresentati: (i) dall'uso ambiguo di termini come "parametro" (usato indifferentemente come sinonimo, improprio, di "variabile" e come termine, corretto, per indicare una quantità caratteristica di una distribuzione, come una mediana o un percentile) o "campione" (usato nel senso proprio di "campione probabilistico", ma anche, si veda ad esempio pag. 449, nel senso, improprio, di sottoinsieme ragionato di una popolazione); (ii) dall'assenza, o dalla difficile reperibilità, di definizioni precise per concetti e termini come "standard informativi per le operazioni di bonifica dei dati" (pag. 414), "rilevazioni che le agenzie regionali effettuano per la loro attività di pianificazione e controllo" (pag. 414), "dati rilasciati da associazioni di categoria.....e indagini rilasciate presso campioni di aziende" (pag. 449), ecc .

Complessivamente, pur in presenza di carenze che potrebbero essere superate mediante un maggior coinvolgimento di competenze statistiche nell'elaborazione dei dati e nella fase di *reporting*, l'Annuario dei dati ambientali APAT rappresenta un importante contributo nella direzione dell'estensione e del miglioramento dell'informazione statistico-ambientale nel nostro Paese.

Annuario "Statistiche ambientali" ISTAT

Il volume "Statistiche Ambientali" è stato pubblicato per la prima volta nel 1984 e dal 1991 esce con periodicità biennale. La spinta fondamentale nello sviluppo di questa attività di *reporting* ambientale da parte dell'ISTAT è venuta dalle iniziative che gli organismi internazionali (Nazioni Unite, Commissione Economica per l'Europa, OCSE, Eurostat, ecc.) hanno avviato per garantire la disponibilità di statistiche ambientali confrontabili fra i vari paesi.

Nella sua edizione del 2002, l'Annuario consta di 18 capitoli che si riferiscono ad altrettante tematiche di interesse ambientale: Altimetria e Meteorologia; Aria; Rumore; Acqua; Conservazione della natura; Rifiuti; Radioattività; Fattori naturali di pressione; Insediamenti abitativi; Agricoltura; Energia; Attività Industriali; Trasporti; Turismo; Spesa, ricerca e controlli; Famiglie e Ambiente; Ambiente Urbano; L'integrazione fra conti economici e conti ambientali.

Ogni capitolo riporta una serie di tabelle statistiche, seguite da una serie di Note Informative concernenti: la definizione rigorosa dei termini usati nelle tabelle; osservazioni tecniche sui fenomeni ambientali indagati nel capitolo, sui metodi di misura e sulle metodologie statistiche di raccolta dei dati; la legislazione di riferimento e, infine, indicazioni bibliografiche per l'approfondimento.

Il maggiore merito del volume "Statistiche Ambientali" sta proprio nel rigore classificatorio con cui vengono definiti i concetti impiegati nella rilevazione ed elaborazione dei dati ambientali e nel dettaglio con cui vengono precisate le modalità, ed anche i limiti e le difformità, con cui vengono svolte le rilevazioni stesse. Inoltre, risultano di notevole interesse: il Capitolo 16, su Famiglie e ambiente, che presenta informazioni pressochè uniche in Italia sulla percezione di alcuni problemi ambientali da parte dei cittadini; il Capitolo 17, sull'Ambiente Urbano, che ha il merito di riunire le

informazioni statistiche su varie tematiche (aria, rumore, verde urbano, rifiuti, ecc.) in una chiave di lettura coerente, la qualità della vita in ambiente urbano, che ha il merito di evidenziare le interazioni fra questi aspetti, trascurate nelle presentazioni settoriali; il Focus dedicato all'integrazione fra conti economici e conti ambientali.

I limiti principali sono rappresentati da un certo grado di episodicità e incompletezza delle informazioni pubblicate e l'assenza di informazioni di sintesi, in particolare grafiche e cartografiche. Il primo limite è probabilmente un riflesso della frammentazione ancora presente, nelle competenze di rilevazione dei dati ambientali, all'interno del SISTAN, e segnatamente fra APAT (e rete delle Agenzie regionali e delle province autonome) e ISTAT. Alcuni esempi, nell'ambito dei tre temi di interesse per questo Rapporto, sono forniti: (i) dalle tabelle sulle concentrazioni di inquinanti atmosferici (SO₂, NO₂, PTS), disponibili solamente per le reti ENEL ma non per le reti di monitoraggio urbane (fatta eccezione per una tabella sul numero di superamenti dei livelli di attenzione e allarme nei Comuni capoluoghi di regione nel Cap. 17); (ii) dalle tabelle sulla qualità delle acque marine costiere, disponibili per la sola Regione Emilia-Romagna.

Il secondo limite è di più difficile giustificazione, ed evidenzia un certo ritardo nella elaborazione di più efficaci modalità di comunicazione dell'informazione statistico-ambientale da parte dell'ISTAT. Infatti, mentre la fornitura di dati sulle singole variabili (ad esempio di qualità dell'aria o dell'acqua) in forma tabellare è sicuramente di notevole utilità per l'utente "avanzato", che accede ai dati per elaborarli secondo i propri interessi, essa andrebbe sempre accompagnata da indicatori sintetici e da rappresentazioni grafiche e/o cartografiche di sintesi per l'utente comune, che rischia di avere notevoli difficoltà nell'interpretare l'informazione veicolata da questi dati in merito al fenomeno ambientale cui si riferiscono.

PARTE II – PROSPETTIVE E
RACCOMANDAZIONI

1. I PRODUTTORI DI STATISTICHE AMBIENTALI: PER UNA ARMONIZZAZIONE DEI SOGGETTI COINVOLTI

I dati statistici sull'ambiente con riferimento all'acqua, all'aria ed ai rifiuti, che sono stati analizzati in questo lavoro, sono essenzialmente quelli prodotti, a livello nazionale, dall'ISTAT e dall'APAT. Come più volte ricordato, sono stati tralasciati quelli prodotti da organizzazioni non appartenenti al SISTAN e da enti appartenenti al SISTAN, ma che producono dati solo a livello sub-nazionale.

Per ciò che riguarda l'ISTAT è emersa una sostanziale sottovalutazione del Settore delle statistiche ambientali tanto da decretare, nell'ambito della recente ristrutturazione dell'Istituto, il suo "*declassamento*" a semplice Progetto, con relativa riduzione del personale. Da questo processo è stata salvata solo la Contabilità ambientale, trasferita al Dipartimento delle Statistiche Economiche (DISE). Uno dei motivi di questa decisione da parte dell'ISTAT, nonostante la crescente domanda di informazioni in tema ambientale, sembra essere che tale domanda proviene principalmente da istanze trans- o sovra-nazionali (Comunità Europea, organismi internazionali, ecc.), e viene quindi sottovalutata rispetto ad altre di più diretto interesse nazionale. A questa sottovalutazione si accompagna, peraltro, un quadro normativo che ha progressivamente spostato le competenze in materia di raccolta, analisi e diffusione dei dati ambientali dall'ISTAT all'APAT. Quest'ultima non sembra avere, ancora, al proprio interno una struttura sufficientemente solida e ricca di articolate competenze statistiche per affrontare pienamente i nuovi compiti che le sono stati affidati in questo ambito.

Il quadro complessivo che emerge sembra essere di forte squilibrio tra la domanda e l'offerta di statistiche ambientali di qualità, come conseguenza dei molti problemi irrisolti nel rapporto istituzionale e funzionale di suddivisione delle competenze fra APAT e ISTAT nella raccolta, gestione e impiego dell'informazione statistico-ambientale a livello nazionale. E' dunque urgente un'iniziativa che tenda a far interagire meglio questi due Enti, superando sovrapposizioni e inefficienze oggi presenti. Le collaborazioni finora concretizzate fra ISTAT e APAT sono state prevalentemente di tipo spontaneo e su singoli progetti, invece di essere formalizzate e generalizzate. In particolare, sempre a causa della carenza di risorse, l'ISTAT non riesce

in generale a dettare le linee guida che l'APAT dovrebbe seguire in quanto organo del SISTAN; per gli stessi motivi anche le ARPA, in più occasioni, hanno richiesto l'aiuto dell'ISTAT sul fronte metodologico senza ottenerne risposta.

D'altro canto, il progressivo spostamento di funzioni in materia di raccolta, analisi e diffusione delle statistiche ambientali all'APAT, suggerisce che, accanto al miglioramento ora ricordato dell'interazione fra i due Enti, sia comunque necessario un arricchimento delle competenze statistiche dell'APAT, rafforzando il Settore Statistiche Ambientali e/o dotando ciascun centro tematico (Atmosfera, Idrosfera, Rifiuti, ecc.) di un Ufficio Statistico capace di rispondere alle specifiche esigenze di rilevazione ed analisi statistica del settore stesso. Questo investimento in *know-how* statistico rappresenterebbe un importante passo in avanti nella capacità dell'Agenzia di far fronte alle funzioni che le sono delegate in tema di statistica ambientale e di interagire con maggiore efficacia sia con l'ISTAT sia con le numerose realtà, accademiche e non, che svolgono attività di ricerca in tema di statistica ambientale nel nostro Paese.

2. CARATTERISTICHE DEL DISEGNO DI RILEVAZIONE

2.1. Modifiche nelle procedure

Una direzione verso cui operare con decisione nel futuro, per un miglioramento delle rilevazioni statistiche ambientali, è quella di un **maggiore ricorso a indagini campionarie probabilistiche invece che a indagini esaustive di tipo censuario**. Come già in altri ambiti della statistica ufficiale, infatti, dovrebbe essere evidente che l'indagine censuaria presenta insormontabili problemi di accuratezza, qualità dei dati e tempestività, non garantendo peraltro, in genere, nemmeno la esaustività che dovrebbe rappresentare la sua caratteristica più desiderabile.

Un esempio illuminante dei limiti dell'indagine censuaria, e dei vantaggi dell'indagine campionaria, è rappresentato dalla rilevazione della produzione dei rifiuti, in particolare di quelli speciali. Come ampiamente documentato al Cap. 2, tale rilevazione è oggi imperniata su una indagine postale annuale, con obbligo di risposta (ma priva di sanzioni per i non rispondenti) ad un questionario detto MUD, che alimenta il Catasto Nazionale dei Rifiuti. Nonostante i notevoli sforzi di "manutenzione" dell'indagine da parte dell'APAT, l'indagine è gravata da numerosi problemi, tra i quali due sembrano essere di prioritario rilievo:

- il tasso di risposta, in particolare delle aziende private con riferimento ai rifiuti speciali, che non viene riportato dalle pubblicazioni APAT, ma che sembra ragionevole quantificare intorno al 50% nazionale, con notevole variabilità fra aree del Paese e settori produttivi;
- il ritardo nel completamento dell'indagine, stimato intorno ai 2-3 anni, e che costringe l'APAT al ricorso all'integrazione dei dati provenienti dai MUD con dati da fonti molto diversificate ed eterogenee, per accuratezza e completezza, sul territorio nazionale e a complesse procedure di bonifica ed omogeneizzazione dei dati.

La situazione è paradigmatica, e induce a riflessioni che valgono anche per altri ambiti delle rilevazioni statistiche ambientali: l'indagine censuaria non solo produce alla fine del processo dati di dubbia qualità, ma non assolve nemmeno al compito principale per cui era stata pensata, quello cioè di fornire una copertura esaustiva del fenomeno

indagato. Sembra qui presente una scarsa "attitudine statistica", che suggerirebbe come naturale via di uscita a questo paradosso il ricorso ad una indagine campionaria probabilistica. Un campione probabilistico, in particolare di aziende per ciò che riguarda i rifiuti speciali, avrebbe indubbi vantaggi, che possono essere schematizzati nei seguenti aspetti:

- permetterebbe una maggiore tempestività, evitando così la necessità di ricorrere ad integrazioni con fonti di dati diverse; le informazioni provenienti da tali fonti potrebbero invece essere utilmente impiegate per calibrare e validare l'indagine campionaria, ad esempio fornendo informazioni esterne da sfruttare come variabili ausiliarie in fase di pianificazione del campionamento (stratificazione, ecc.) e in fase di analisi (miglioramento e/o validazione delle stime);
- dal punto di vista della numerosità campionaria, anche in presenza dell'esigenza di stime della produzione di rifiuti rappresentative a livello provinciale, un piano di campionamento ben costruito difficilmente porterebbe ad una frazione sondata globale a livello nazionale superiore al 20%, con un evidente risparmio di risorse che potrebbero più utilmente essere impiegate per il sollecito, il controllo, ed eventualmente la sanzione, dei non-rispondenti, oggi resi praticamente impossibili dall'enormità del compito di contattare l'intero universo delle aziende che sarebbero tenute alla risposta;
- garantirebbe stime delle produzioni di rifiuti speciali da parte delle aziende, anche per piccole aree geografiche e per settore di produzione, il cui errore campionario sarebbe non superiore, e probabilmente inferiore, a quello non campionario che si registra oggi a causa delle mancate risposte e delle integrazioni con altre fonti di dati prima ricordate.

2.2. Proposte di metodi di campionamento spaziale

Nel corso del Capitolo 2.3 della Parte I è stata sottolineata una particolare carenza delle rilevazioni di dati ambientali (riferiti ad aria, acqua e rifiuti) per quel che concerne l'aspetto della distribuzione spaziale dei vari fenomeni. In Italia non sono previsti, in effetti, allo stato attuale, disegni campionari i quali abbiano come obiettivo esplicito non solo una valutazione globale dello stato di salute dell'ambiente, ma anche una sua dettagliata mappatura geografica.

Nell'ambito delle raccomandazioni relative al presente rapporto, sembra opportuno sottolineare in particolare tale carenza. Esistono, infatti, una serie di ragioni che giustificano un forte interesse alla distribuzione spaziale dei fenomeni ambientali ed in particolare di quelli relativi all'idrosfera ed all'atmosfera.

In primo luogo i rischi di tipo ambientale hanno una forte componente geografica. In questo contesto, infatti, i fenomeni si sviluppano in maniera continua nello spazio: il rischio ambientale (ed in particolare quello legato all'atmosfera ed all'idrosfera) diminuisce al diminuire della distanza da una fonte di inquinamento quale un'attività industriale a rischio, una contaminazione dell'acqua o le emissioni di auto. Inoltre spesso tali aspetti sono legati a fenomeni climatici i quali a loro volta presentano una forte componente geografica.

In secondo luogo, in molte circostanze le mappe di rischio ambientale possono essere di aiuto nel processo eziologico di comprensione delle cause, di riconoscimento delle fonti e di ricerca di fattori esplicativi.

In terzo luogo, spesso le mappe geografiche del rischio hanno importanti implicazioni pratiche e possono essere di grande aiuto nel caso in cui si debbano destinare risorse economiche per migliorare situazioni a rischio e nel fissare i criteri per l'allocatione delle stesse all'interno di partizioni amministrative quali regioni, province o comuni.

Lo studio di mappe spaziali dei fenomeni di inquinamento ambientale necessita, evidentemente, di un adeguato processo di raccolta dati il quale preservi le caratteristiche geografiche essenziali del fenomeno.

Nel corso del Capitolo 2.3 della Parte I è stata fornita una rassegna delle tecniche per il campionamento spaziale proposte nella recente letteratura statistica ed utilizzate nella pratica delle Agenzie per la protezione ambientale in diversi paesi. In tale rassegna abbiamo distinto le tecniche tradizionali (scelta casuale semplice e sistematica) da quelle tecniche che utilizzano informazioni *contestuali* per migliorare l'efficienza degli stimatori. L'ampia letteratura esistente a riguardo ha dimostrato la superiorità dei disegni *contestuali* rispetto a quelli tradizionali. L'aspetto maggiormente interessante derivante dall'applicazione di tali metodi è rappresentato dal fatto che essi consentono di migliorare la precisione degli stimatori a parità di dimensione campionaria (dunque

senza aggravio di costi), semplicemente allocando diversamente nello spazio le località di rilevazione.

Tra le tecniche denominate “contestuali” vanno ricordati lo schema di campionamento Markoviano di Chandra et al. (1992), la tecnica sequenziale DUST di Arbia (1993), la allocazione guidata dal *simulated annealing* proposta con diverse varianti da Sachs e Shiller (1988), da Ferri e Piccioni (1992) e da Benedetti e Palma (1993), la tecnica SCUD di Arbia e Switzer (1994) e le sue varianti analizzate da Arbia e Lafratta (1997, 2002, 2004) per definire piani di campionamento per la mappatura della qualità dell’aria in ambiti urbani.

Le suddette tecniche trovano attualmente utilizzo, tra gli altri, nell’*Environmental Protection Agency* Statunitense, nel *Department of Environmental Protection* Australiano e nel *Ministry of Environment and Forest* del Governo Indiano. E’ auspicabile che esse vengano introdotte anche nel processo di raccolta di dati ambientali del nostro paese.

3. UTILIZZO DEI DATI

3.1. Problematiche generali

Come si è cercato di documentare nel Cap. 3, a fronte di una vasta raccolta di dati, pur se con diverso dettaglio per i vari *media* ambientali considerati, in Italia l'utilizzo del dato statistico ambientale appare ancora limitato, soprattutto a livello di produttori istituzionali di statistiche ufficiali. Manca fondamentalmente un approccio alla misurazione ambientale integrato e coerente, una *metrica ambientale* che sia di *sostenibilità* ma anche di *performance* e, usando una metafora, potremmo dire che in molti si preoccupano di raccogliere e selezionare i colori base ma nessuno prepara la tela e comincia a dipingere il quadro. Mancano poi schemi di riferimento che misurino l'avvicinamento agli obiettivi di politica ambientale prefissati, in grado di fornire un quadro della *dinamica* dell'ambiente e di valutare l'effetto delle politiche attuate o da attuarsi. E' evidente infatti che senza un criterio di valutazione ("la metrica ambientale"), che rappresenti uno strumento di misura della *performance* ambientale, intesa nel suo complesso di interrelazioni fra il contesto ecologico e lo stato di salute dei singoli *media*, risulta di difficile valutazione l'impatto reale di ogni sforzo per migliorare l'ambiente. Così, ad esempio, mancano studi sistematizzati, con protocolli unificati, per lo studio degli effetti delle chiusure del traffico sulla riduzione delle concentrazioni di inquinanti nell'aria nelle aree urbane, modelli di previsione a breve e medio termine dei principali fenomeni di inquinamento delle acque e dell'aria, e pochi sono gli studi sugli effetti sanitari del degrado ambientale (in questo panorama, una felice eccezione è rappresentata dagli studi sugli effetti a breve-termine dell'inquinamento atmosferico sulla salute umana, quali quelli realizzati dal gruppo di lavoro MISA e dall'Ufficio Ambiente e Salute dell'OMS).

Nella maggior parte dei casi, almeno relativamente alle fonti e ai produttori di dati ambientali presi in considerazione in questo Rapporto, vengono costruiti semplici indicatori monodimensionali, che tengono cioè conto di un agente inquinante alla volta (detto, impropriamente, "parametro di interesse"), e che non sono in grado, per

costruzione, di compendiare una visione completa dei diversi aspetti della qualità dell'ambiente, in quanto ne trascurano l'intrinseca natura multidimensionale.

Fanno eccezione, nel quadro generale analizzato in questo Rapporto, alcuni indici elaborati per la qualità delle acque. Un esempio di indice multidimensionale è l'indice TRIX relativo alla qualità delle acque marino-costiere che combina (anche se in maniera poco articolata) il contributo informativo di quattro variabili (Ossigeno disciolto, Clorofilla *a*, Fosforo totale e Azoto inorganico disciolto) e, seppur in maniera ulteriormente limitata, l'IBQ (basato su due variabili categorizzate). Si tratta di primi, ancorché controversi, tentativi di compendiare la complessità dei fenomeni da misurare sfruttando congiuntamente le informazioni raccolte, tentativi che non possono certo lasciare soddisfatti dinanzi alla complessità globale delle relazioni ambientali.

Un altro passo avanti in questa direzione *virtuosa*, che porta da un'ottica che potremmo definire “a compartimenti stagni” ad una nuova logica “integrata” dell'ambiente, è, ancora una volta nel contesto del monitoraggio dell'Idrosfera, l'introduzione dell'ottica di *bacino* nella valutazione della qualità delle acque⁴³. Proprio a luglio del 2004 l'Istat presenta i risultati completi della rilevazione censuaria “Sistema delle Indagini sulle Acque - Anno 1999” (SIA 99), disaggregati per Ripartizione territoriale amministrativa, Ambito territoriale ottimale e Bacino idrografico. Un'ottica questa che sta portando e, auspicabilmente, porterà sempre più in futuro a considerare esplicitamente l'interazione tra le diverse fonti di inquinamento delle acque, evidenziando come la “qualità” delle acque sia il frutto di un insieme di eventi che a monte o a valle agiscono sinergicamente o sequenzialmente, modificando lo stato di salute delle acque nel loro intero ciclo di vita, e che evidenzierà sempre più come il monitoraggio dell'ambiente non è attività circoscrivibile all'interno dei confini amministrativi né nazionali, come testimonia del resto anche l'esistenza di bacini idrici internazionali.

Sembra tuttavia opportuno sottolineare come resti nel complesso una notevole discrepanza tra gli obiettivi prefissati nelle linee guida di politica ambientale e la

⁴³ I bacini idrografici sono stati previsti dalla legge 183/89 “Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo”, ove sono indicati come unità più adeguate ai fini delle azioni necessarie per la difesa dei suoli, il risanamento delle acque, l'accessibilità e la gestione delle risorse idriche e la protezione dell'ambiente. Di particolare interesse appare poi l'avvenuta individuazione di bacini idrografici *internazionali* (non considerati nella legge 183/1989), costituiti da porzioni di territorio nell'arco alpino che appartengono ad un bacino idrografico condiviso con altri Paesi confinanti.

capacità di misurare e monitorare i fenomeni ambientali in riferimento al conseguimento degli obiettivi prefissati.

Come in parte già accennato, un esempio che si palesa nella sua emblematicità è quello relativo all'inquinamento atmosferico nelle aree urbane. Laddove l'obiettivo dichiarato è la tutela della salute umana, la normativa attuale infatti prevede la fissazione di soglie di allarme ed attenzione sui *singoli* inquinanti, quando ormai da più di un decennio tutti gli studi epidemiologici mostrano chiaramente come il danno sulla salute umana sia da collegarsi piuttosto a *mixture* di inquinanti, che agiscono sinergicamente con effetti moltiplicativi in termini di aumento di rischio per la salute umana. Analogo discorso può essere fatto per il monitoraggio della qualità dell'ambiente al fine di preservare l'ecosistema e le biodiversità, che non può essere garantita dal monitoraggio disgiunto di singoli indicatori di qualità ambientale.

A fronte di un utilizzo dei dati (in termini di indicatori e di modelli) poco approfondito da parte degli Enti istituzionalmente delegati alla produzione di statistiche ambientali va peraltro segnalata, nel nostro Paese, una notevole vivacità da parte di Enti di Ricerca (Università, CNR, ecc.), che sono spesso impegnati in progetti di monitoraggio, modellazione e previsione ambientale a livello locale. Questo suggerisce che una delle principali strade da esplorare è quella di una maggiore integrazione e collaborazione fra produttori ufficiali di dati (ISTAT e APAT) e gruppi di ricerca pubblici e privati, come peraltro già avviene fruttuosamente per alcune ARPA e APPA particolarmente attive su questi fronti.

Diversa è la situazione in molti Paesi europei e negli Stati Uniti, dove la statistica ambientale e la misurazione dei fenomeni ambientali (*environmetrics*) hanno una tradizione più consolidata e il cui ruolo è di conseguenza maggiormente riconosciuto anche a livello istituzionale. Enti pubblici, produttori di dati ufficiali, istituti di ricerca pubblici e privati ed università, sono spesso consorziati per lo studio e il monitoraggio dei fenomeni ambientali e producono insieme strumenti sofisticati che consentono di sfruttare al meglio l'informazione ambientale raccolta.

Può essere di qualche utilità uno sguardo ad alcune di queste esperienze internazionali, per i suggerimenti che ne possono derivare nella direzione di uno sfruttamento più intensivo delle grandi masse di dati ambientali ormai disponibili nel nostro Paese.

Numerosi sono i progetti di ricerca europei che riuniscono competenze e professionalità dei produttori ufficiali di dati e dei ricercatori ambientali. L'attenzione è prevalentemente rivolta all'inquinamento atmosferico nelle aree urbane, più rari e con un minor numero di partecipanti i progetti sulla qualità delle acque. Questi ultimi, come accennato nella Sez. 2.1, subiscono anche l'effetto di frammentazione dovuto alla eterogeneità intrinseca del *medium* ambientale (acque di lago, di fiume, marine, di scarico) e dei suoi utilizzi (consumo umano, irrigazione, balneabilità, ecc.). Infine, ancora meno presenti sono i progetti sullo studio dell'inquinamento dei suoli e il monitoraggio delle procedure di risanamento. L'Italia risulta però nel complesso poco coinvolta in questi progetti internazionali e il più delle volte è presente a livello accademico ma non istituzionale.

Tra i più interessanti progetti europei, va segnalato il progetto APPETISE⁴⁴ che ha operato un rilevante sforzo di sistematizzazione e revisione critica della modellistica presente in letteratura relativa ai principali inquinanti atmosferici. A questo imponente progetto l'Italia non partecipa a livello istituzionale, mentre va ricordata la partecipazione di un gruppo di ricerca dell'Università di Catania con il sottoprogetto JANN⁴⁵ sull'utilizzo delle reti neurali per la previsione delle serie temporali dell'inquinamento atmosferico.

Di rilievo anche il progetto SATURN⁴⁶ sull'inquinamento atmosferico in aree urbane e la sua modellazione; il progetto TRAPOS⁴⁷ che tra il 1997 e il 2001 ha operato all'interno del Programma di ricerca della Commissione Europea per il trasporto e la mobilità, e il progetto europeo di armonizzazione⁴⁸ delle procedure di raccolta, validazione e modellazione dei dati ambientali.

Il progetto PEER⁴⁹ raggruppa sei gruppi di ricerca (in Danimarca, Francia, Regno Unito, Finlandia, Germania, Paesi Bassi) e lo *Institute for Environment and Sustainability* della Commissione Europea e si interessa allo studio delle acque come risorsa ambientale da monitorare e proteggere con particolare riguardo al suo utilizzo

⁴⁴ www.uea.ac.uk/env/appetise

⁴⁵ www.dees.unict.it/users/gnunnari/appetise/jann

⁴⁶ www.aix.meng.auth.gr/saturn

⁴⁷ www.dmu.dk/AtmosphericEnvironment/trapos

⁴⁸ www.harmo.org

⁴⁹ www.peer-initiative.org

per lo sviluppo economico. Ne fanno parti Istituti di ricerca pubblici con interessi ambientali in materia di idrologia, meteorologia, agricoltura ed agenzie per l'ambiente.

Fra le attività svolte singolarmente dalle principali Agenzie ambientali europee, sembra di rilievo, per la qualità dell'approccio adottato e per la campagna di comunicazione e diffusione dei risultati messa in pratica, quella del *National Environmental Research Institute* (NERI) danese e dell'Ente Meteorologico Danese (DMI). Questi istituti, coinvolti nella maggior parte dei progetti europei di controllo della qualità dell'aria, si occupano in particolare di modellazione dell'inquinamento atmosferico.

Al di fuori del panorama europeo, un riferimento da ergere a modello, sia per lo sforzo di elaborazione e standardizzazione dei risultati delle analisi ambientali e della raccolta dei dati, sia per le metodiche di comunicazione al pubblico dei risultati ottenuti, è certamente l'EPA, *Environmental Protection Agency* degli Stati Uniti⁵⁰.

3.2. Proposte in materia di indicatori

Il modello PSR dell'OCSE, poi adattato nel modello DPSIR dall'Eurostat, che è lo schema attuale di riferimento nella costruzione e classificazione degli indicatori ambientali in Italia, rappresenta in effetti solo una cornice di inquadramento, ma non formalizza né stima alcuna relazione causale tra gli eventi, né in termini di intensità e direzione della relazione e neanche di esplicitazione delle interazioni tra gli eventi e il fenomeno dell'inquinamento.

L'utilità di indicatori compositi è stata più volte richiamata nel corso di questo Rapporto, vogliamo qui evidenziare un interessante e promettente progetto attualmente in corso presso lo *Yale Center for Environmental Policy and Law* della Yale University per la costruzione di un Indicatore di Qualità Ambientale (*Environmental Quality Index – EQI*), il cui schema costitutivo (Srebotnjak T. 2004) è qui di seguito riportato.

⁵⁰ www.epa.gov

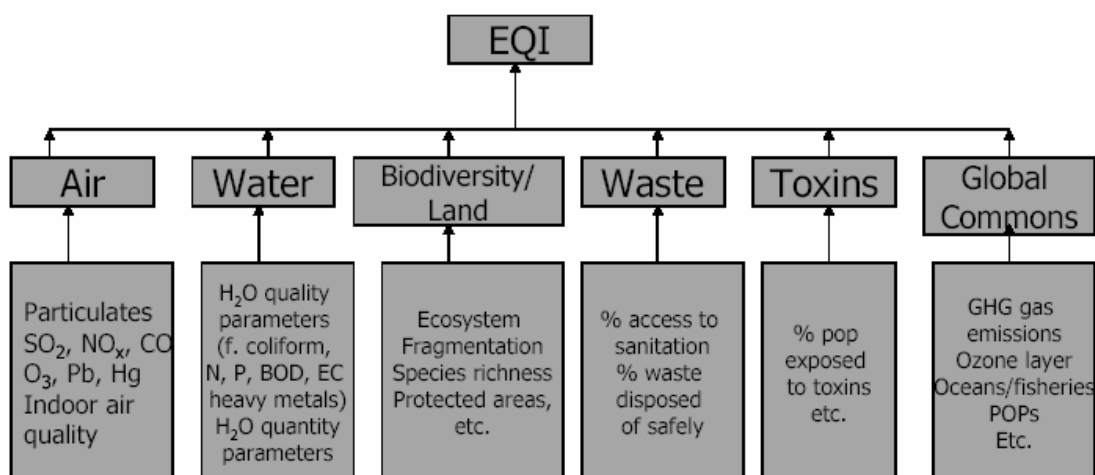


Fig. 10 – Struttura dell'Environmental Quality Index

Come si vede l'indicatore compendia sei dimensioni del fenomeno e ne considera il concorso simultaneo alla determinazione della qualità ambientale; la natura di tale concorrenza e il peso delle singole componenti è ancora in fase di definizione, ma il progetto sembra alquanto promettente e sicuramente nella direzione desiderata di una valutazione integrata del problema ambientale.

Un'interessante riflessione (di valenza generale pur se riferita alla costruzione di un indice sintetico della qualità dell'aria) si trova in Bruno e Cocchi (2002) e nella bibliografia ivi riportata, ove vengono analizzati numerosi problemi connessi alla sintesi statistica di informazioni con diversa scala temporale e spaziale.

Di interesse appare poi la costruzione di indicatori che consentano il confronto tra Paesi e la misurazione della vicinanza ad un obiettivo fissato a livello internazionale.

Ad esempio le Nazioni Unite costruiscono indicatori per la comparazione dei Paesi che oltre a produrre una graduatoria degli stessi, ne misurano la distanza dall'obiettivo; un esempio relativo alla disponibilità di acqua per abitante è rappresentato nella Fig. 11.

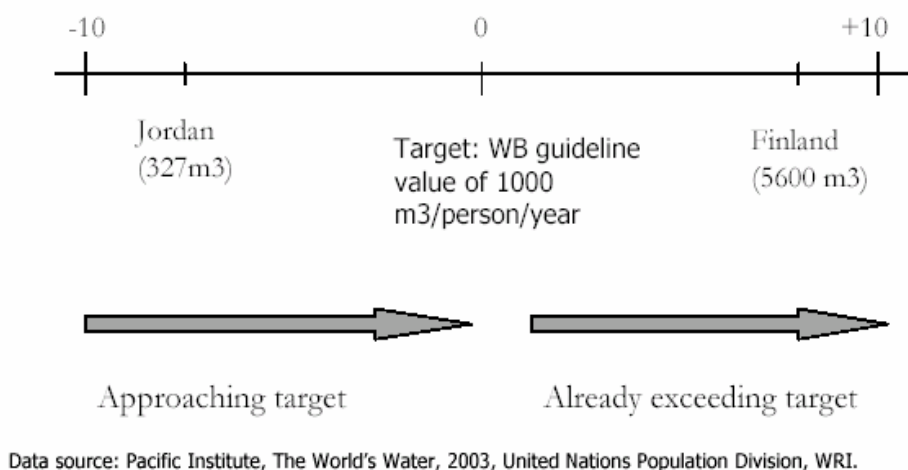


Fig. 11 – Indicatore “Disponibilità di acqua per abitante”

Interessante a questo proposito appare il tentativo di sistematizzazione metodologica della costruzione di indicatori sintetici per la comparazione degli Stati operato in questi anni dall’OCSE con il progetto *Composite Indicators of Country Performance*; il progetto comprende tra i tanti indicatori economici e demografici anche quelli di sostenibilità ambientale. Contributi interessanti sono emersi in particolare durante i due workshop tenuti sinora (il primo, peraltro in Italia, ad ISPRA il 12 maggio 2003 -frutto della collaborazione tra il Joint Research Centre (JRC) della Commissione Europea e l’OCSE- e il secondo a Parigi il 26-27 febbraio 2004).

La proliferazione di indicatori composti in svariati campi dell’economia e delle *policy* e ad opera di numerosi organismi internazionali (OCSE, UN, World Bank, ...) non deve però far perdere di vista i problemi ancora irrisolti in questo ambito, prima fra tutti l’opportunità di individuare uno schema teorico di riferimento nel cui contesto operare e giustificare la scelta delle variabili e delle procedure di aggregazione e ponderazione. In particolare, la sensibilità dei risultati, e delle conclusioni da essi tratte, alla scelta degli indici componenti, dei pesi e della funzione di aggregazione richiede la massima trasparenza e diffusione al pubblico delle ipotesi sottostanti.

Nonostante le molte criticità, un indicatore sintetico rappresenta comunque uno strumento più efficace, rispetto ad un insieme eterogeneo e spesso poco organizzato di indicatori semplici, sia per l’informazione e la comunicazione verso l’opinione pubblica sia per la decisione politica.

In ambito di misura e valutazione ambientale essi sarebbero poi particolarmente apprezzabili per la possibilità offerta di ricondurre una quantità di informazioni frammentarie ad una valutazione sintetica e di immediata lettura, coerente con la natura multidimensionale della qualità ambientale.

Difficile fare una rassegna esaustiva, benché sintetica, di *caveat* e di buone pratiche per la costruzione di indicatori sintetici, alcuni aspetti andrebbero però tenuti in considerazione per il miglioramento della qualità degli indicatori ambientali prodotti nell'ambito del SISTAN:

- poiché il monitoraggio ambientale è una tematica multivariata, è importante andare nella direzione di indicatori complessi di qualità dell'aria e delle acque, rilanciando l'attenzione degli Enti e delle Agenzie istituzionalmente preposti alla elaborazione degli indici dettati dalla normativa ambientale sulla enorme ricchezza informativa dei dati non ancora sfruttata;
- ai fini di supporto alle decisioni, è essenziale elaborare indici /indicatori capaci di misurare l'avvicinamento nel tempo agli obiettivi di politica ambientale assunti; la letteratura su questi indici è assai vasta, esempi interessanti sono forniti dagli indici EPI (*Environmental Pilot Index*), ESI (*Environmental Sustainability Index*) e PSI (*Pollutant Standards Index*);
- gli indicatori elaborati dovrebbero essere più "trasparenti" possibile, vale a dire essere sempre corredati da dettagliate informazioni metodologiche sulle singole componenti di base, sempre accompagnati da una spiegazione che ne metta in evidenza debolezze e limiti interpretativi accanto ai significati e alla pregnanza informativa;
- test di sensitività alle procedure di standardizzazione, ponderazione e aggregazione selezionate andrebbero sempre fatti e attentamente valutati prima di produrre indicatori sintetici di qualità ambientale, per garantirne la credibilità e la rilevanza come strumento guida di politiche ambientali e di interpretazione dello stato dell'ambiente.

Infine, preme sottolineare la necessità di superare una logica deterministica, in base alla quale l'indicatore è una quantità fissa, priva di incertezza; date le numerose fonti di incertezza e parzialità dell'informazione su cui si basa il calcolo di ogni indicatore, è invece importante considerare un indice ambientale per ciò che esso essenzialmente è:

uno stimatore statistico affetto da incertezza, incertezza che è possibile misurare e doveroso comunicare agli utilizzatori.

3.3. Proposte in materia di modelli

Anche per ciò che riguarda l'impiego di modelli esplicativi e previsivi, va richiamato qui, in fase di proposta, ciò che si è detto nella Sez. 3.2 della Parte Prima: vi è molto da fare per arrivare ad un utilizzo pieno della imponente mole di dati ambientali raccolti all'interno di modelli, deterministici e stocastici, per la comprensione dei fenomeni ambientali e la previsione della loro dinamica temporale e diffusiva. Anche in questo caso, le esperienze straniere, e principalmente quelle europee e statunitensi, mostrano che la tendenza delle agenzie nazionali preposte alla vigilanza ambientale è verso la collaborazione con le Università e i centri di ricerca pubblici e privati per la elaborazione di modelli di dispersione e di previsione degli inquinanti atmosferici e idrici, di modelli esplicativi dello stato delle acque interne e costiere, di modelli regressivi per la stima di coefficienti tecnici di produzione dei rifiuti. Tra i moltissimi esempi, ricordiamo qui il modello adottato dall'EPA che sottende il *MOBILE6 (Vehicle Emission Modeling Software⁵¹)*, un modello per i fattori di emissione che elabora previsioni (in grammi per miglio) di HC, CO, NO_x, CO₂, PM, e di sostanze tossiche emesse da autoveicoli, ipotizzando diversi scenari a contorno; o, ancora, il modello *HIRLAM (High Resolution Limited Area Model)* del Danish Meteorological Institute, che nasce per previsioni meteorologiche ma è utilizzato anche per la previsione della qualità dell'aria.

E' infine cruciale sottolineare che avere come destinazione finale dei dati l'inserimento in un modello esplicativo e/o previsivo modifica l'intero processo di produzione dei dati stessi, facendo emergere nuove esigenze conoscitive e di integrazione fra fonti di dati diverse. Due esempi in questo senso sono forniti dall'adozione di modelli esplicativi della produzione di rifiuti speciali da parte delle aziende e dalla costruzione di modelli per lo studio degli effetti dell'inquinamento atmosferico sulla salute.

⁵¹ Per i dettagli si rinvia all'URL: www.epa.gov/otaq/m6.htm e anche a www.epa.gov/otaq/models/mobile6/m6tech.htm.

Nell'analisi della produzione di rifiuti speciali, l'utilizzo di modelli per la stima di coefficienti tecnici, che mettono in relazione la dimensione aziendale, l'input di materie prime e le tecnologie produttive impiegate con le quantità di rifiuti prodotti, rende evidente l'esigenza di informazioni affidabili su queste variabili, oggi quasi completamente assenti nel MUD.

L'utilizzo di un modello spinge quindi in generale anche a migliorare, rendendoli più completi, gli strumenti di rilevazione dei dati.

La costruzione di modelli per lo studio degli effetti dell'inquinamento atmosferico sulla salute si basa sul tentativo di mettere in relazione variabili sullo stato di salute della popolazione (mortalità generale e per cause specifiche, ricoverabilità generale e per cause specifiche, ecc.) con variabili ambientali (concentrazioni di inquinanti atmosferici) e meteorologiche (temperatura, umidità, forza e direzione del vento, ecc.).

L'impiego di variabili provenienti da fonti di dati diverse fa emergere dunque con forza l'esigenza dell'integrazione e armonizzazione di queste fonti, dal punto di vista della loro qualità (la capacità informativa del modello è sostanzialmente governata dalla "legge dell'anello più debole", cioè dalla qualità dei dati di qualità più bassa), del loro dettaglio spaziale e temporale, della loro tempestività (anche in questo caso, l'aggiornamento del modello dipende dal ritardo di acquisizione dei dati meno aggiornati).

Il processo ciclico *produzione dati-costruzione modelli-produzione dati* innescherebbe così una spirale virtuosa per il miglioramento dei sistemi di raccolta e produzione dei dati e per un loro utilizzo più efficiente ed informativo.

4. LA CONTABILITÀ AMBIENTALE

Nell'ambito della contabilità ambientale (CA), la difficoltà comune del reperimento di dati di base pertinenti e rilevanti rispetto alla richiesta informativa che questi debbono soddisfare assume un connotato di complessità in più, dovendo rispondere a requisiti di coerenza sia rispetto alle problematiche ambientali sia rispetto al modello di funzionamento del sistema economico che è alla base degli schemi contabili.

Una prima indicazione generale, quindi, non può che riguardare un ampliamento dell'interscambio di flussi informativi tra l'Unità di CA ed i produttori di statistiche ambientali, da un lato, ed i responsabili della contabilità economica, dall'altro.

Un'esperienza importante, in questo senso, è rappresentata dall'attività di costruzione di una tavola *input-output* in termini fisici, per la quale i primi risultati di uno studio di fattibilità (Femia ed, 2004) forniscono alcune indicazioni interessanti delle possibilità offerte dal patrimonio informativo esistente. In particolare, si possono annoverare diverse proposte di uso combinato di fonti diverse per la ricostruzione del dato; tra gli altri, l'uso dei questionari della indagine RICA-REA sui risultati economici delle imprese agricole⁵² e della tavola delle interdipendenze settoriali del sistema agroalimentare italiano elaborata dall'ISMEA per stimare i flussi fisici di prodotti agricoli per settore di destinazione; per i prodotti industriali, la combinazione dei dati PRODCOM con quelli derivanti dal Sistema dei Conti delle Imprese e dagli Studi di settore del Ministero dell'Economia e delle Finanze, per l'offerta interna, e con le diverse fonti disponibili per il Commercio estero, per gli *input* materiali di importazione, ecc.

Nell'ambito della valutazione della spesa per la protezione ambientale, pur trattandosi di dati che, in quanto relativi a flussi monetari, sono già presenti – anche se frammentati - nella contabilità economica nazionale, i diversi criteri di definizione e classificazione degli aggregati ne rendono difficile e a volte impossibile l'individuazione e/o la separazione da altre poste con le quali risultano registrati in un'unica voce nelle fonti contabili e amministrative.

⁵² Derivante dall'integrazione tra le rilevazioni RICA (Rete di Informazione Contabile Agricola), gestita dall'INEA, e REA (Risultati Economici delle Aziende Agricole), condotta dall'ISTAT insieme alle Regioni ed alle Province Autonome

Anche quando la classificazione economica persegue in teoria lo stesso obiettivo descrittivo di quella ambientale, come nel caso della classe 5, Tutela dell'ambiente, della nuova Classificazione delle funzioni delle Amministrazioni Pubbliche COFOG, la cui introduzione è ispirata al SERIEE, il livello di aggregazione è tale da non permettere di ricostruire i flussi di spesa necessari per la compilazione dei conti per produttori, beneficiari e finanziatori.

La soluzione va ricercata nell'armonizzazione dei sistemi informativi di riferimento economico ed ambientale, attraverso l'unificazione dei concetti, dei criteri di classificazione e delle unità di rilevazione.

Inoltre, la contabilizzazione delle spese di protezione ambientale assume rilevanza, a fini decisionali, se collegata agli effetti della spesa stessa; se vengono cioè quantificati i legami causali del modello DPSIR tra le Risposte (la spesa ambientale), da un lato, e Determinanti, Pressioni e Stato dell'ambiente, dall'altro.

In prospettiva, quindi, l'attività dell'ISTAT dovrà sviluppare, come previsto anche in sede Eurostat, l'integrazione dei dati monetari di spesa per settore di attività economica con gli indicatori e gli indici fisici di pressione ambientale.

L'integrazione tra i flussi monetari della CA e le valutazioni in termini fisici delle pressioni e dell'impatto sull'ambiente è in effetti l'elemento chiave per arrivare a misure concrete della sostenibilità. In realtà la contabilità ambientale, come si è detto nella I parte, nasce proprio per misurare la sostenibilità, ma si tratta di un obiettivo che per ora appare realizzabile solo nel medio-lungo periodo, come dimostrano le analisi finora effettuate per la realizzazione di una contabilità integrata ambientale ed economica (relativamente a conti integrati delle foreste e delle risorse del sottosuolo, tra l'altro particolarmente penalizzati nell'ultimo Piano statistico nazionale per mancanza di risorse).

L'impostazione ISTAT appare quella di perseguire l'obiettivo della misura della sostenibilità attraverso l'implementazione, sempre più raffinata nelle metodologie ed estesa nei campi di applicazione, dei moduli di contabilità ambientale corrispondenti alle diverse fasi del modello DPSIR, mentre l'approccio basato sulla definizione degli indicatori di sostenibilità viene giudicato di scarso rilievo operativo, data la complessità del tema. In effetti, lo sviluppo di indicatori di sostenibilità ha riguardato nel nostro

Paese essenzialmente gli aspetti ambientali, come dimostrano ad esempio gli indicatori ambientali urbani calcolati sui dati dell'Osservatorio ambientale sulle città.

In realtà, però, dal punto di vista sia del decisore politico sia dell'opinione pubblica, la possibilità di disporre di indicatori di sintesi renderebbe più immediata la percezione dei progressi del sistema economico verso gli obiettivi di sostenibilità ambientale e contribuirebbe alla diffusione di un'informazione consapevole. Tra l'altro, l'esigenza di arrivare a misure della sostenibilità in grado di fornire indicazioni operative per la definizione e il monitoraggio di politiche ambientali ha portato in alcuni casi ad una serie variegata di sperimentazioni di contabilità ambientale a livello locale, caratterizzate da "interpretazioni soggettive" di definizioni, criteri di rilevazione e schemi contabili. In questa situazione di domanda informativa insoddisfatta, andrebbe stimolata l'attività metodologica ed applicativa in sede ISTAT diretta ad una quantificazione di indicatori di sintesi della sostenibilità, anche per evitare un utilizzo improprio degli strumenti di contabilità ambientale.

5. DIFFUSIONE DEI DATI

Le attività di *reporting* ambientale sia dell'ISTAT sia dell'APAT sono state oggetto di uno sforzo importante negli ultimi anni, cui è corrisposto un notevole miglioramento nella completezza e nella qualità dell'informazione statistico-ambientale. Molte carenze sono però ancora presenti, ed è legittimo chiedersi se i limiti delle pubblicazioni di carattere generale e di maggiore diffusione (l'Annuario dei dati ambientali APAT e l'annuario "Statistiche ambientali" dell'ISTAT), discussi nella Sez. 5.2, non potrebbero essere efficacemente superati se si arrivasse ad una pubblicazione unica, in cui si integrassero la maggiore completezza delle basi di dati disponibili all'APAT con la maggiore competenza ed esperienza in tema di reporting statistico da parte dell'ISTAT. Una tale pubblicazione diverrebbe sicuramente un riferimento autorevole, evitando doppioni e sprechi di energie.

Un altro sforzo importante andrebbe fatto per favorire la tendenza positiva, già oggi presente, ad una larga diffusione delle informazioni statistico-ambientali nei siti Internet di Enti Locali, Regioni, ARPA e APPA. Come si può osservare nella Tabella 34, la disponibilità di informazioni statistico-ambientali è ancora eterogenea, soprattutto fra Centro-Nord e Sud del Paese, e risponde spesso più a volenterose, e lodevoli, spinte alla soddisfazione di un bisogno diffuso di conoscenza dello stato dell'ambiente locale, che non a principi di rigore metodologico nella comunicazione al pubblico di informazioni complesse di carattere quantitativo. Da questo punto di vista, APAT e ISTAT potrebbero svolgere un ruolo importante sia di stimolo agli Enti Locali, Regioni e Agenzie Regionali più arretrate in questo processo, sia di enunciazione di alcune *buone pratiche* metodologiche nella comunicazione al pubblico di informazioni statistico-ambientali via Internet.

RACCOMANDAZIONI FINALI

L'esame dello stato delle statistiche ambientali su acqua, aria, rifiuti e contabilità ambientale, contenuto nella Parte I, e le considerazioni di prospettiva, contenute nella Parte II, conducono ad alcune raccomandazioni finali, che sintetizzano le linee lungo le quali, a parere del gruppo di lavoro estensore di questo Rapporto, è auspicabile uno sviluppo ed un miglioramento dell'informazione statistico-ambientale nel nostro Paese.

Raccomandazione 1: Migliorare la sinergia fra APAT e ISTAT.

Da molte delle considerazioni contenute in questo Rapporto emerge un problema istituzionale e funzionale di suddivisione delle competenze fra APAT e ISTAT nella raccolta, gestione e impiego dell'informazione statistico-ambientale a livello nazionale. Schematicamente, si può affermare che gran parte delle competenze, e dunque dei dati ambientali, fanno capo ormai all'APAT, che però parallelamente non ha sviluppato appieno la struttura e il *know-how* statistici necessari per affrontare in modo completamente soddisfacente le responsabilità che derivano da questa posizione di centralità (si veda la Raccomandazione 2). D'altro canto l'ISTAT, in forza della sua tradizionale posizione di guida del SISTAN e delle consolidate professionalità statistiche che può vantare, ha molto del *know-how* che sarebbe necessario, ma è stata relegata sostanzialmente in una posizione secondaria per ciò che riguarda le competenze nella rilevazione e gestione delle statistiche ufficiali in tema ambientale. E' dunque urgente un'iniziativa che tenda a far interagire meglio questi due Enti, superando sovrapposizioni e inefficienze oggi presenti (si vedano, ad esempio, le considerazioni in merito alla presenza di un doppio Annuario di statistiche ambientali, uno dell'APAT e uno dell'ISTAT). I modelli organizzativi e istituzionali di tale interazione possono essere evidentemente molteplici. Una soluzione estrema, ma probabilmente di difficile realizzazione pratica, sarebbe una riunificazione delle competenze in uno dei due Enti, con relativo trasferimento di professionalità e di risorse, che realizzi la situazione ottimale in cui l'Ente che ha l'obbligo di svolgere le funzioni di rilevazione, gestione e impiego dei dati ambientali abbia anche le competenze statistiche per farlo. In ogni caso, è necessario pensare a forme concordate di collaborazione, in cui le strutture

tecniche restino distinte, ma i momenti e i modi della loro interazione siano previsti in modo chiaro, con procedure esplicite e controlli di efficacia a posteriori (per evitare i difetti dell'attuale situazione, nella quale la comune appartenenza al SISTAN non sembra tuttavia sempre produrre concrete procedure di collaborazione fra i due Enti).

Non è evidentemente compito del gruppo di lavoro estensore di questo Rapporto indicare la soluzione migliore, essendo questa scelta eminentemente politica; è però opportuno ribadire l'importanza prioritaria di affrontare questo nodo per migliorare la qualità dell'informazione statistico-ambientale nel nostro Paese.

Raccomandazione 2: Rafforzare le professionalità statistiche dell'APAT.

Qualunque sia la scelta per ciò che riguarda il punto precedente, è evidente la sproporzione oggi presente fra le competenze (sostanzialmente prevalenti) in tema di rilevazione, armonizzazione, gestione e utilizzo dei dati ambientali da parte dell'APAT e delle sue articolazioni territoriali, e la dimensione e il ruolo della struttura tecnica con specifica professionalità statistica al loro interno. Attualmente, a livello centrale l'Ufficio di Statistica è inquadrato all'interno del Settore Statistiche Ambientali, fra l'altro distinto dal Settore Reporting Ambientale, a livello territoriale, ma anche nei Centri Tematici Nazionali, spesso mancano del tutto. Un arricchimento delle competenze statistiche delle Agenzie di Protezione Ambientale rappresenterebbe un importante passo in avanti nella capacità delle stesse di far fronte alle funzioni che vengono loro delegate in tema di statistica ambientale e di interagire con maggiore efficacia sia con l'ISTAT sia con le numerose realtà, accademiche e non, che svolgono attività di ricerca in tema di statistica ambientale nel nostro Paese.

Raccomandazione 3: Fare maggiore ricorso a indagini campionarie

Colpisce, nell'esame delle procedure di rilevazione di dati ambientali adottate nel nostro Paese, lo scarso ricorso ad indagini campionarie costruite utilizzando un rigoroso disegno di campionamento. Questo si verifica sia con riferimento allo studio della qualità dell'aria e dell'acqua, che, variando nel continuo spazio-temporale, per loro stessa natura impongono una rilevazione campionaria, sia con riferimento allo studio delle quantità e caratteristiche dei rifiuti che, invece, essendo riferiti ad una popolazione finita, presentano in linea teorica l'opzione fra una indagine esaustiva e una

campionaria. Nel primo ambito, i paragrafi 2.2.1, 2.2.2 e 2.3 della Parte I ed il 2.2 della Parte II hanno ampiamente documentato i vantaggi in termini di efficienza e/o di numerosità campionaria che si otterrebbero dall'impiego di metodi di campionamento spaziale, oggi non utilizzati nell'esperienza italiana ed invece di uso corrente nell'attività delle Agenzie per l'Ambiente di altri paesi. Per ciò che riguarda il secondo ambito (cfr. i paragrafi 2.2.3 della Parte I e 2.1 della Parte II), l'esperienza dell'indagine censuaria basata sul questionario MUD mostra in modo paradigmatico come tale tipo di indagine presenti insormontabili problemi di accuratezza, qualità dei dati e tempestività, non garantendo peraltro, in genere, nemmeno la esaustività che dovrebbe rappresentare la sua caratteristica più desiderabile. Anche in questo ambito il ricorso ad indagini campionarie permetterebbe una maggiore tempestività, evitando così la necessità di ricorrere ad integrazioni con fonti di dati diverse, e garantirebbe stime affidabili delle produzioni di rifiuti anche con numerosità campionarie ridotte.

Raccomandazione 4: Sfruttare in modo più approfondito i dati disponibili, sia in termini di indicatori che di modelli.

Grandissima parte dello sforzo organizzativo in tema di statistiche ambientali è oggi concentrato sulla fase di rilevazione dei dati ambientali. Molto minore, come si è cercato di documentare nel Cap. 3 della Parte I, è l'attenzione rivolta ad un utilizzo approfondito di questi dati. Anche questa tendenza sembra legata ad una carenza di "sensibilità statistica", che spinge alla convinzione, generalmente illusoria, che l'accumulazione di grandi moli di dati garantisca di per sé l'acquisizione di molta informazione. Va invece valorizzata la fase di sfruttamento approfondito dei dati disponibili, sia in chiave di costruzione di indicatori ambientali (soprattutto capaci di cogliere la multidimensionalità dei fenomeni ambientali e di guidare i processi decisionali e valutativi delle politiche ambientali), sia in chiave di alimentazione di modelli, intesi come strumenti esplicativi delle complesse interazioni ambientali e previsivi delle loro dinamiche spaziali e temporali.

Raccomandazione 5: Potenziare la sinergia tra contabilità ambientale e contabilità economica.

L'importanza di arrivare ad uno sfruttamento completo delle potenzialità offerte dai dati disponibili ed a una estesa interazione con i responsabili delle statistiche economiche è già chiaramente avvertita a livello istituzionale, come dimostra anche la collocazione dell'Unità di Contabilità Ambientale all'interno della Direzione Centrale della Contabilità Nazionale.

Tuttavia, l'affermarsi della "sostenibilità" nelle sue tre componenti, economica, sociale e ambientale, come paradigma di riferimento per l'operato del decisore pubblico, richiede un salto di qualità nei rapporti reciproci. Si tratta di superare un'idea della contabilità ambientale che "prelevi" dai giacimenti informativi della statistica economica i dati necessari (peraltro non sempre raccolti e ricostruiti secondo criteri coerenti con l'utilizzazione che ne viene fatta in campo ambientale), per arrivare ad un obiettivo comune nella raccolta e nella rappresentazione dell'informazione, nei molteplici campi di interesse per la politica di sviluppo sostenibile, in un sistema integrato, armonizzato e coerente per le diverse necessità di utilizzazione.

In particolare, la predisposizione di schemi contabili per l'analisi di sostenibilità richiede in primo luogo il raccordo pieno delle classificazioni in uso per il trattamento dei dati di base, così come la piena attuazione degli accordi di Maastricht ha richiesto la revisione della classificazione economica e funzionale del Bilancio dello Stato.

Raccomandazione 6: Migliorare la diffusione dell'informazione ambientale, sia nazionale che locale.

La diffusione dell'informazione statistica ambientale ha visto un grande sviluppo negli anni recenti, sia in termini qualitativi che quantitativi. Tuttavia ulteriori miglioramenti sono necessari. Per ciò che concerne le pubblicazioni cartacee di carattere generale e di maggiore diffusione (l'Annuario dei dati ambientali APAT e l'annuario "Statistiche ambientali" dell'ISTAT), è auspicabile arrivare ad una pubblicazione unica, in cui si integrino la maggiore completezza delle basi di dati disponibili all'APAT con la maggiore competenza ed esperienza in tema di *reporting* statistico da parte dell'ISTAT. Una tale pubblicazione diverrebbe sicuramente un riferimento autorevole, evitando

duplicazioni e sprechi di energie. Per ciò che riguarda la diffusione di informazioni statistico-ambientali nei siti Internet di Enti Locali, Regioni, ARPA e APPA, va superata la situazione attuale, caratterizzata da un forte divario fra Centro-Nord e Sud del Paese, e va garantito un livello minimo di omogeneità dei dati forniti e di rigore metodologico nella comunicazione al pubblico di informazioni complesse di carattere quantitativo. Da questo punto di vista, APAT e ISTAT potrebbero svolgere un ruolo importante sia di stimolo agli Enti Locali, Regioni e Agenzie Regionali più arretrate in questo processo, sia di enunciazione di alcune *buone pratiche* metodologiche nella comunicazione al pubblico di informazioni statistico-ambientali via Internet.

BIBLIOGRAFIA

- ANPA – CTN ACE (2002) *Manuale della qualità delle reti di rilevamento della qualità dell'aria*,
www.sinanet.apat.it/aree/atmosfera/qualità%20aria/Documentazione/guidamanualeretirilevamentoqaria/Index.htm
- ANPA (2000) *I modelli nella valutazione della qualità dell'aria*. RTI CTN_ACE 2/2000
- ANPA (2002a) Rifiuti industriali. Metodologie di calcolo dei coefficienti di produzione, *Rapporti* 18/2002. Accessibile al sito www.sinanet.apat.it.
- ANPA (2002b) *Guida al manuale della qualità delle reti di rilevamento della qualità dell'aria*. Seconda Edizione. RTI CTN_ACE X/2002
- Antonioli N., Falcitelli F., Tudini A. (2003) Le ecoindustrie: possibilità di utilizzo delle statistiche economiche correnti per la quantificazione del settore, in: ISTAT, *Contabilità ambientale e "risposte" del sistema socio-economico: dagli schemi alle realizzazioni*, Annali di Statistica, Anno 132, Serie XI - vol. 1, Roma.
- APAT (2001) Primo Rapporto SINAnet sulle acque, *Stato dell'Ambiente* 3/2001
- APAT (2002) Annuario dei dati ambientali edizione 2002, *Stato dell'Ambiente* 7/2002.
- APAT (2003) *Annuario dei dati ambientali edizione 2003*, volume I e II.
- APAT -ONR (2002) *Rapporto rifiuti 2002*. Accessibile al sito www.sinanet.apat.it.
- APPETISE (2001a) *Literature Review on Nitrogen Oxides Modelling at a Point*, deliverable D2b.1
- APPETISE (2001b) *Literature Review on Particulate Matter Modelling at a Point*, deliverable D2d.1
- APPETISE (2001c) *Literature Review on Carbon Monoxide Modelling*, deliverable D2e.1
- APPETISE (2001d) *Literature Review on Sulphur Dioxide Modelling at a Point*, deliverable D2c.1
- Arbia G. (1990a) On second order non-stationarity in two-dimensional lattice processes, *Computational Statistics and Data Analysis*, 9, 147-160.
- Arbia G. (1990b) Sampling dependent spatial units, Paper presented at the *Workshop on spatial statistics*, Commission on mathematical modelling of the IGU, Boston.
- Arbia G. (1991a) GIS-based sampling design procedures, in: *Proceedings of EGIS '91, Second European Conference on Geographical Information Systems*, J. Harts, H. Offens and H. Schotten (eds.), Brussels, EGIS Foundation, Vol. 1, Utrecht, pp. 27-35.
- Arbia G. (1991b) *L'impiego dei sistemi geografici informativi nelle rilevazioni ufficiali*, Annali di Statistica, ISTAT, Roma.
- Arbia G. (1992) Campionamento areale in presenza di correlazione spaziale, *Atti della XXXVI Riunione della Società Italiana di Statistica*, 1, 311-21.
- Arbia G. (1993) The use of GIS in spatial surveys, *International Statistical Review*, 61, 2, 339-59.
- Arbia G. (1995) Updating existing sampling designs in repeated environmental surveys, *Working paper*, 95.6, Department of statistical sciences, University of Padua, Italy.
- Arbia G. (2001a) Non-linear spatial dependence in the tails", Paper to be presented at the *Royal Statistical Society theme conference on SPATIAL MODELLING, 2001, Glasgow 3-6 July 2001*

- Arbia G. (2001b) Exploring non-linear spatial dependence in the tails of the bivariate marginals of a random field, Paper presented at *the Applied Econometric Association (AEA) Conference held in conjunction with WRSA Special Fortieth Anniversary Annual Meeting, Palm Springs, California ; February 25 – 28, 2001.*
- Arbia G., Switzer P. (1994) Spatial sampling designs for stratified correlated units with unequal variances, *Working Paper*, n. 94.6, Department of Statistical Sciences, Faculty of Statistics, Padua.
- Arbia G., Espa G., Genovese G. (1991) L'organizzazione di indagini campionarie tramite Sistemi Informativi Territoriali, *Atti della XII Riunione dell'Associazione Italiana di Scienze Regionali*, 2, 147-68.
- Arbia G., Lafratta, G. (1997) Evaluating and updating the sample designs in repeated environmental surveys: monitoring air quality in Padua, *Journal of Agricultural, biological and environmental statistics*, 2, 4, 451-466.
- Arbia G., Lafratta, G. (2002) "Spatial sampling design optimized under unisotropic superpopulation models", *Journal of the Royal Statistical Society series c – Applied Statistics*, Vol. 51 Issue 2 Page 223-241
- Arbia G., Lafratta, G. (2004) *Il monitoraggio della distribuzione territoriale di valori estremi nell'inquinamento del suolo*, Working paper del dipartimento delle Scienze Aziendali, Statistiche, Tecnologiche ed Ambientali, Università "G. d'annunzio" Di Chieti-Pescara. Marzo 2004.
- ARPA Toscana (2000) *Modellistica fluviale.*
- ARPA Toscana (2001) *Sviluppo di un modello fluviale integrato.*
- Barbiero G., Camponeschi S., Femia A., Greca G., Macri A., Tudini A., Vannozzi M. *1980-1998 Material-Input-Based Indicators Time Series and 1997 Material Balance of the Italian Economy*, ISTAT, Roma, March 2003.
- Barnes R. J. (1989) A partial history of spatial sampling design, *Geostatistics*, 10-13.
- Benedetti R., Palma D. (1993) A GIS-based spatial units selection method, *Proceedings of EGIS '93*, Genova.
- Biggeri A., Bellini, P., Terracini B. (2001). Metanalisi italiana degli studi sugli effetti a breve termine dell'inquinamento atmosferico, *Epidemiologia & Prevenzione*, 25(2) supp: 1-72.
- Bombana M., Costantino C., Falcitelli F., Femia A., Gilio R., Greca G., Liberatore M.N., Mariani P., Mione R., Mucciardi M., Segatori C., Tudini A., Vannozzi M., Vetrella G. (2003), L'approccio ISTAT per la quantificazione della spesa pubblica per la protezione dell'ambiente sostenute dalla PA: caratteristiche principali ed approcci alternativi, in: ISTAT, *Contabilità ambientale e "risposte" del sistema socio-economico: dagli schemi alle realizzazioni*, Annali di Statistica, Anno 132, Serie XI - vol. 1, Roma.
- Bras R. L., Colon R. (1978) Time averaged areal mean precipitation: estimation and network design, *Water Resources Research*, 14, 5, 878-88.
- Bras R. L., Rodriguez-Iturbe I (1976) Rainfall network design for runoff prediction, *Water Resources Research*, 12, 6, 1197-1208.
- Brewer K.R.W., Hanif M. (1983) *Sampling with unequal probabilities*, Springer Verlag.
- Bringezu S., Schuetz H. (2001), *Total Material Requirement of the European Union*, Technical Report 55-56, European Environment Agency, Copenhagen.
- Bruno F., Cocchi D. (2002) A unified strategy for building simple air quality indices, *Environmetrics* 13, 3, 243–261.

- Bruntland, G (ed) (1987). *Our Common Future. The World Commission on Environment and Development*, Oxford: Oxford University Press
- Burrough P.A. (1989) Sampling designs for quantifying map unit composition, in Wilding L. and Mausbach M. eds., *Proc. Symp. Spatial variability and map units of soil survey*, Las Vegas.
- Carbonaro G., Carlucci M., Zelli R. (1998), Strumenti teorici e metodologici per la costruzione di un sistema integrato di conti nazionali: prime riflessioni, in R. Guarini (a cura di), *Scritti di Statistica Economica 4, Atti dell'incontro su: Verso un sistema integrato di Contabilità Nazionale; i Conti Satellite*, RCE, Napoli.
- Chandra K. S., Sampath A. and Balasubramani G. K. (1992) Markov sampling for finite populations, *Biometrika*, 79, 210-3.
- Cicchitelli G., Herzel A. e Montanari G.E., *Il campionamento statistico*, il Mulino, Bologna 1989
- CISBA (Centro Italiano Studi di Biologia Ambientale) (1988) Atti del Convegno *La qualità delle acque superficiali: criteri per una metodologia omogenea di valutazione*, Riva del Garda 28-29 aprile 1988.
- Clarke R. T. (1984) *Mathematical Models in Hydrology*. FAO of United Nation, Rome.
- Clifford P., Richardson S. (1989) Testing the association between two spatial processes, *Statistics & Decision*, Supplement, 2, 155-60.
- Cochrane B.D. (1963) *Sampling techniques*, Wiley, New York.
- Cochrane W. G. (1946) Relative accuracy of systematic and stratified samples for a certain class of populations, *Annals of Mathematical Statistics*, 164-177.
- Coli A., De Lauretis R., Femia A., Greca G., Romano D., Tudini A., Vannozzi M. Vetrella G. (2001), *Italian NAMEAs: 1991, 1992; enlarged and revised 1990 data*, ISTAT, Roma
- Coli A., Femia A., Tudini A., Vetrella G. (2003), *Matrici NAMEA (National Accounts Matrix including EnvironmentalAccounts) per l'Italia, anni 1990-1994: guida alla lettura dei dati*, www.istat.it/DATI/Conti/NAMEA2003.htm
- Commissione delle Comunità Europee (1999), *Documento di lavoro della Commissione. Relazioni sugli indicatori ambientali e sugli indicatori di integrazione per il vertice di Helsinki*. Bruxelles, (europa.eu.int/comm/environment/newprg/sec991942_it.pdf)
- Costantino C. e Tudini A. (2001), Le attività in materia di conti ambientali in sede Eurostat e in ISTAT: stato dell'arte e sviluppi previsti, *Tavola rotonda La domanda di Contabilità Ambientale in Italia: Contributo alla definizione di una strategia per la Statistica ufficiale europea*, Roma 5.11.2001.
- Costantino C., Falcitelli F., Femia A., Tudini A., *Integrated Environmental and Economic Accounting in Italy, OECD Workshop for Accounting Frameworks in Sustainable Development*, Paris, 14- May, 2003.
- Cressie N. (1991) *Spatial data analysis*, Wiley, New York.
- Cressie N. (1992) *Statistics for spatial data*, Wiley, New York.
- Das A. C. (1950) Two dimensional systematic sampling and the associated stratified and random sampling, *Sankhya*, 10, 95-108.
- Diggle P.J. (1983) *Statistical analysis of spatial point patterns*, Academic press, London.
- Dumanski J., C. Pieri (1997), Application of the pressure-state-response framework for the land quality indicators (LQI) programme, In: *Land Quality Indicators and their Use in Sustainable Agriculture and Rural Development*. Proceedings of the

- Workshop organized by the Land and Water Development Division, FAO Agriculture Department and the Research, Extension and Training Division, FAO Sustainable Development Department. 25-26 January 1996, (www.fao.org/docrep/W4745E/w4745e00.htm - Contents)
- EMEP/CORINAIR, (1999), Atmospheric Emission Inventory Guidebook, (reports.eea.eu.int/EMEPCORINAIR/en/page002.html); per la nuova edizione dell'Atmospheric Emission Inventory Guidebook 3rd edition, 2003 si rimanda a (reports.eea.eu.int/EMEPCORINAIR4/en/page002.html)
- ENEA (2003) *Artemisia2 – Uno strumento per valutare gli effetti ambientali e sanitari degli inquinanti aeriformi emessi da insediamenti produttivi e per indirizzare la scelta di nuovi siti*. ENEA, Roma.
- EPA (1994a) *Quality Assurance Handbook for Air Pollution Measurement Systems, Vol I: A Field Guide to Environmental Quality Assurance*, EPA-600/R-94-038a, USA
- EPA (1994b) *Quality Assurance Handbook for Air Pollution Measurement Systems, Vol II: Ambient Air Specific Methods*, EPA-600/R-94-038b, USA
- EPA (1994c) *Quality Assurance Handbook for Air Pollution Measurement Systems, Vol III: Stationary Source Specific Methods*, EPA-600/R-94-038c, USA (last revision in 1995)
- EPA (1994d) *Quality Assurance Handbook for Air Pollution Measurement Systems, Vol IV: Meteorological Measurements*, EPA-600/R-94-038d, USA (last revision in 2002)
- EPA (1994e) *Quality Assurance Handbook for Air Pollution Measurement Systems, Vol V: Precipitation measurement System*, EPA-600/R-94-038e, USA (last revision in 1996)
- Espa G. (1991) *Metodi di campionamento per dati areali dipendenti, Contributi di Statistica Economica*, 3, Dipartimento di Contabilita' Nazionale, Universita' La Sapienza, Roma,
- Eurostat (1994), *SERIEE – 1994 Version*, Eurostat, Luxembourg.
- Eurostat (2000), *NAMEA 2000 for air emissions - Manual*, Eurostat, Luxembourg.
- European Commission - Eurostat (1999) *Towards Environmental Pressure Indicators for the EU*, www.e-m-a-i-l.nu/tepi/rightpages.pdf
- Falcitelli F. (2003a), *Prima applicazione del conto EPEA per l'Italia. Conto satellite della spesa per la protezione dell'ambiente per i settori della gestione delle acque reflue e della gestione dei rifiuti – Anno 1997*, www.istat.it/DATI/Conti/Allegati/Prima-app/EPEA1997Guida-alla-lettura.pdf
- Falcitelli F. (2003b), *Il SERIEE e l'EPEA: aspetti metodologici ed applicativi per l'impostazione delle attività di raccolta dei dati di base*, in: ISTAT, *Contabilità ambientale e "risposte" del sistema socio-economico: dagli schemi alle realizzazioni*, Annali di Statistica, Anno 132, Serie XI - vol. 1, Roma..
- Falcitelli F. (2003c), *L'approccio ISTAT per la quantificazione della spesa pubblica per la protezione dell'ambiente: caratteristiche principali ed approcci alternativi*, in: ISTAT, *Contabilità ambientale e "risposte" del sistema socio-economico: dagli schemi alle realizzazioni*, Annali di Statistica, Anno 132, Serie XI - vol. 1, Roma..
- Falcitelli F., Serafini G., Tudini A. (1996), *Metodologia generale del SERIEE e dell'EPEA (Conto della Spesa per la Protezione dell'Ambiente)* in: ISTAT (1996), *Contabilità ambientale*, Annali di Statistica, Anno 125, Serie X - vol. 13, Roma.

- Femia A. ed. (2004) *Update of the Economy-wide material flow indicators time series for Italy and Italian Physical Input Output Table feasibility study*, ISTAT, Roma, 16 febbraio 2004.
- Ferri M, Piccioni M. (1992) Optimal selection of statistical units: an approach via simulated annealing, *Computational statistics and data analysis*, 13, 47-62.
- Finney D. J. (1949) Random and systematic sampling in timber surveys, *Forestry*, 22, 64-99.
- Finney D. J. (1950) An example of periodic variation in forest sampling, *Forestry*, 23, 96-111.
- Finney D. J. (1953) The estimation of error in systematic sampling of forests, *Journal of Indian Society of Agricultural Statistics*, 5, 6-16.
- Finzi G., Brusasca G. (1991) *La qualità dell'aria. Modelli previsionali e gestionali*. Masson ed., Milano
- Finzi G., Pirovano G., Volta M. (2001) *Gestione della qualità dell'aria. Modelli di simulazione e previsione*. MacGraw Hill, Italia, Milano
- Geman S., Geman D. (1984) Stochastic relaxation, Gibbs distributions, and the Bayesian restoration of images, *IEEE, Transaction on pattern analysis and machine intelligence*, Vol. PAMI-6, n.6.
- Ghetti P.F. (1997) *Manuale di applicazione - Indice biotico esteso (I.B.E.) I macroinvertebrati nel controllo di qualità degli ambienti di acque correnti*, APPA Trento - CISBA
- Ghosh B. (1943) Topographic variation in statistical fields, *Calcutta Statistical Association Bulletin*, 2, 11-28.
- Haining R.P. (1990) *Spatial data analysis in the social and environmental sciences*, Cambridge University Press
- Hansen M.H., Hurwitz W.N., Madow W.G. (1960) *Sample survey. Methods and theory*, Wiley, New York.
- Hasel A. A. (1938) Sampling error in timber surveys, *Journal of Agricultural Research*, 57, 713-736.
- Hedayat A.S., Rao C.R., Stufken J. (1988) Sampling plans excluding contiguous units, *Journal of Statistical Planning and Inference*, 19, 159-17
- Holmes J. H. (1970) The theory of plane sampling and its application in geographic research, *Economic Geography*, 46, 379-91.
- IPCC/OECD/IEA, (1997), IPCC Guidelines for National Greenhouse Gases Inventories, Revised 1996, IPCC, (www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/invs1.htm)
- ISTAT (1989) *Indagine sulle forze di lavoro*, ISTAT, Roma.
- ISTAT (2000), *Annuario di Statistiche Ambientali* ISTAT, Roma.
- ISTAT (2002a), *Annuario di Statistiche Ambientali* ISTAT, Roma.
- ISTAT (2002b), L'ambiente nelle città, *Indicatori Statistici* n.3.
- ISTAT (2002c), *Spese delle imprese per la protezione dell'ambiente*, www.istat.it/DATI/Conti/speseimprese97.htm.
- ISTAT (2003a), *Indicatori e conti dei flussi di materia dell'economia italiana, 1980-1998*, www.istat.it/Economia/Conti-nazi/MFA/mfaintroduzionenuovo.htm.
- ISTAT (2003b), *Spese delle amministrazioni pubbliche per la protezione dell'ambiente*, www.istat.it/DATI/Conti/PAPERambiente.htm.
- Journel A.G., Huijbregts C.J. (1978) *Mining geostatistics*, Academic press, London.
- Kershaw K.A. (1973) *Quantitative and dynamic plant ecology*, 2nd edition, Arnold, London.

- Keuning, S.J. (1997), SESAME: An Integrated Economic and Social Accounting System, *International Statistical Review*, vol.65, n.1, 111-121.
- Keuning, S.J. (1994), The SAM and beyond: open, SESAME, *Economic System Research*, vol.6, n.4, 21-50.
- Kish L. (1965) *Survey sampling*, Wiley, New York.
- Krige D. G. (1951) A statistical approach to some basic mine valuation problems on the Witwatersrand, *Journal of Chem. Metall. Mining Society S. Africa*, 52, 119-32.
- Laarhove Van P. J. M., Aarts E. H. L. (1987) *Simulated annealing theory and practice*, Reidel, Dordrecht.
- Mahalanobis P. C. (1940) A sample survey of the acreage under jute in Bengal, *Sankhys*, 4, 511-530.
- Mailing D.H.(1989) *Measurements from maps*, Pergamon Press.
- Mantegazza S., Mastrantonio L. e Salerno P. (2004), *Il nuovo sistema input-output*, ISTAT, www.istat.it/Comunicati/Fuori-cale/allegati/Il-nuovo-s/nota-breve.pdf
- Matern B. (1960) *Spatial variation*, Meddelanden fran Statens Skogsforskningsinstitut, 49, No. 5 [Second edition (1986) *Lecture notes in statistics*, n. 36, Springer Verlag, New York.1960
- Matheron G. (1962) *Traite' de geostatistique*, Vol. 1, Editions Technip, Paris.
- Matheron G. (1963) *Traite' de geostatistique*, Vol.2 , Editions Technip, Paris.
- Matheron G. (1965) *Les variables regionalisees et leur estimation*, Editions Masson, Paris.
- Milne A. (1959) The centric systematic area-sample treated as a random sample, *Biometrics*, 15, 270-97.
- Ministero dell'agricoltura e delle foreste (1989) *Telerilevamento in agricoltura*, Roma.
- Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, *Strategia d'Azione ambientale per lo Sviluppo Sostenibile in Italia*, 2002, www.minambiente.it/SVS/svs/docs/strategia_azione_ambientale.pdf.
- Muller, W. G. (2002) *Collecting Spatial Data: Optimum Design of Experiments for Random Fields (Contributions to Statistics)*, second edition, Springer-Verlag, Berlin
- Musu I. e D. Siniscalco (a cura di), *Ambiente e contabilità nazionale. Crescita, inquinamento e benessere*. Bologna, Il Mulino, 1993.
- Nebbia G., *Somiglianze e differenze fra fatti ecologici e fatti economici*, *Atti dei Convegni Lincei* 168, Roma, Accademia Nazionale dei Lincei, 2001.
- OECD (2003), *Environmental Performance Reviews – Italy (2nd cycle)*, Paris.
- OECD (1993), *OECD Core Set Of Indicators For Environmental Performance Reviews*, Environment Monographs, n. 83, (www.oilis.oecd.org/oilis/1993doc.nsf/809a2d78518a8277c125685d005300b2/363c89420d217e5bc125630e005212a8?OpenDocument)
- Olesen HR (XXXX) *Ten Years of harmonisation activities: Past, Present and future. 7th Conference on Harmonisation within Atmospheric Dispersion Modelling for Regulatory Purposes*.
- Ongley, E.D., W.G. Booty (1999) *Pollution remediation planning in developing countries: conventional modelling versus knowledge-based prediction*. *Water International*.
- Osbourne J. G. (1942) *Sampling errors of systematic and random surveys of cover areas*, *Journal of the American Statistical Association*, 37, 256-64.
- Payandeh B. (1970) *Relative efficiency of two-dimensional systematic sampling*, *Forestry Science*, 16, 312-17.

- Quenouille M.H. (1949) Problems in plane sampling, *Ann. of Math. Stat.*, 20, 355-75.
- Ripley B. D. (1981) *Spatial statistics*, Wiley, New York.
- Ripley B.D. (1988) *Statistical inference for spatial processes*, Cambridge University Press.
- Rodriguez-Iturbe I , Mejia J. M.,(1974) *The design of rainfall networks in time and space*, New York.
- Sacks J., Shiller S. (1988) Spatial designs, in *Statistical decision theory and related topics*, Vol. 2, Gupta and Berger Eds., Springer Verlag, 385-399.
- Sampson P. D., Guttorp, P. D. (1992) Nonparametric estimation for monitoring data, in *Statistics in environmental and earth sciences*, eds. Guttorp, P. and Walden, A., London: Griffin, 52-70.
- Sampson, P. Guttorp, D. and Holland, D. (2001) Air quality monitoring network designs using Pareto optimality for multiple object criteria, *EPA spatial analysis technical exchange workshop*, 3-5- December 2001 www.epa.gov/ttn/amtic/files/ambient/pm25/workshop/spatial/sampson.pdf
- Shaddick G., Wakefield J. (2001) Modelling Daily Multivariate Pollutant Data at Multiple Sites . *NRCSE Technical Report Series*, n.70.
- Smartt P.F.M., Grainger J.E.A. (1974) Sampling for vegetation survey, *Journal of Biogeography*, 1, 193-206.
- Srebotnjak T. (2004) Towards new Measures of Environmental Performance: The Environmental Quality Index, *Joint OECD-JRC Workshop on Composite Indicators*, 26-27 February 2004, Paris <http://www.yale.edu/envirocenter>
- Stephan F. (1934) Sampling errors and interpretations of social data ordered in time and space, *Proceedings of the Am. Stat. Journal*, New series, 185A, *Journal of the American Statistical Association*, 29, suppl., 465-6.
- Steurer A., Hanauer J., Muthmann R., “The use of National Accounts in developing SD Indicators”, Eurostat European Commission, *Accounting Frameworks to Measure Sustainable Development*, Paris, 14-16 May 2003
- Switzer P. (1977) Estimation of spatial distribution from point sources with application to air pollution measurement, *Bulletin of the International Statistical Institute*, 47, Book 2, 123-137.
- Switzer P. (1979) Statistical consideration in network design, *Water Resources Research*, 15, 6, 1712-16.
- The World Bank (1997), *Expanding the measure of wealth: indicators of environmentally sustainable*, The World Bank, Washington D.C., U.S.A. (www-wds.worldbank.org/servlet/WDS_IBank_Servlet?pcont=details&eid=000009265_3971113150949)
- Tudini A., *Le attività dell'ISTAT in materia di contabilità ambientale – 2003*, Roma 28.3.2003.
- Viera S. R. , Nielsen D. R. e Biggar J. W. (1981) Spatial variability of field-measures infiltration rates, *Soil Sciences Soc. Am. Journal*, 45, 1040-8.
- Water Resources Research* (1979) n. 15, 6.
- Webster R., Burgess T. M. (1984) Sampling and bulking strategies for estimating soil properties in small regions, *Journal of Soil Sciences*, 35, 127-40.
- Webster R., Oliver M.A. (1990) *Statistical methods in soil and land resources survey*, Oxford Univ. Press.
- Whittle P. (1952) Tests of fit in time series, *Biometrika*, 39.

- Whittle P. (1963) Stochastic processes in several dimensions, *Bull. International Statistical Institute*, 40, 974-94.
- Williams R. M. (1956) The variance of the mean of systematic samples, *Biometrika*, 43, 137-48.
- Yaglom A. M. (1957) Some classes of random fields in n-dimensional space, related to stationary random processes, *Theor. Probability Appl.*, 2, 273-320.
- Yaglom A. M. (1961) Second-order homogeneous random fields, *Proceedings of the 4th Berkeley Symposium on Math, Stat. and Probability*, University of California Press, Berkeley, 2, 593-622.
- Yaglom A. M. (1962) *An introduction to the theory of stationary random functions*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.
- Yates F. (1949) *Sampling methods for censuses and surveys*, London, Griffin.
- Zubrzycky S. (1958) Remarks on random stratified and systematic sampling in a plane, *Colloquium Mathematicum*, 6, 251-64.

RIFERIMENTI NORMATIVI

DI INTERESSE GENERALE

Decreto Legislativo n.300 del 30 luglio 1999 (Istituzione APAT)

www.istruzione.it/normativa/1999/dlg300_99.rtf

Direttiva 2003/4/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 28 gennaio 2003 sull'accesso del pubblico all'informazione ambientale e che abroga la direttiva 90/313/CEE del Consiglio

europa.eu.int/smartapi/cgi/sga_doc?smartapi!celexplus!prod!DocNumber&lg=it&type_doc=Directive&an_doc=2003&nu_doc=4

SUDDIVISI PER MEDIA AMBIENTALE

ACQUA

Direttiva n. 75/440/CEE del 16 giugno 1975 (acque a specifica destinazione)

europa.eu.int/smartapi/cgi/sga_doc?smartapi!celexapi!prod!CELEXnumdoc&lg=IT&numdoc=31975L0440&model=guichett

Direttiva n.76/160/CEE dell'8 dicembre 1975 (Acque di balneazione)

europa.eu.int/smartapi/cgi/sga_doc?smartapi!celexapi!prod!CELEXnumdoc&lg=IT&numdoc=31976L0160&model=guichett

Decreto del Presidente della Repubblica n.470 dell'8 giugno 1982 così come modificato dalla Legge n. 422 del 29 dicembre 2000 (Acque balneabili)

www.altratrapani.it/modules.php?name=Content&pa=showpage&pid=19

Decreto del Presidente della Repubblica n. 515 del 3 luglio 1982 (Acque superficiali per uso potabile)

Decreto del Presidente della Repubblica n. 236 del 24 maggio 1988 (Acque potabili)

www.venetoappalti.it/normativa/altre_norme/1988_dpr_236.htm

Legge n. 36 del 5 gennaio 1994

www.ato3acqua.toscana.it/normativa/nazionale/legge_n3694.pdf

Decisione n. 95/337/CE del 25 luglio 1995 (Trasmissione informazioni sul prelievo di acqua per uso potabile)

europa.eu.int/smartapi/cgi/sga_doc?smartapi!celexapi!prod!CELEXnumdoc&lg=IT&numdoc=31995D0337&model=guichett

Decreto legislativo n.152 del 11 maggio del 1999 (Testo Unico sulle Acque)

minerva.akros.it/sebinainfo_mda/link/leggipdf/dlgs_11_05_1999_152.pdf

Decisione n. 2850/2000/CE del 20 dicembre 2000 (Acque marine)

europa.eu.int/eur-lex/pri/it/oj/dat/2000/l_332/l_33220001228it00010006.pdf

Decreto del Ministro dell'ambiente di concerto con il Ministro della salute del 18 settembre 2002 (modalità di informazione sullo stato delle acque)
www.ambientediritto.it/Legislazione/ACQUA/2002/dm%2018%20set%202002.htm

ARIA

Decreto del Presidente della Repubblica n.203 del 24 maggio 1988 (Inquinamento atmosferico)
www.ambientediritto.it/Legislazione/ARIA/2002/Dpr%201988%20n.203.htm

Decreto del Ministro dell'Ambiente del 20 maggio 1991 (Monitoraggio qualità dell'aria)

Direttiva n. 96/62/CE del 27 settembre 1996 (Inquinamento e tutela dell'atmosfera)
europa.eu.int/smartapi/cgi/sga_doc?smartapi!celexapi!prod!CELEXnumdoc&lg=IT&numdoc=31996L0062&model=guichett

Decisione n. 97/101/CE del 27 gennaio 1997 (Scambio informazioni tra paesi membri UE sull'inquinamento atmosferico)
europa.eu.int/smartapi/cgi/sga_doc?smartapi!celexapi!prod!CELEXnumdoc&lg=IT&numdoc=31997D0101&model=guichett

Decreto Legislativo n. 351 del 4 agosto 1999 (Inquinamento e tutela dell'atmosfera)
minerva.akros.it/sebinainfo_mda/link/leggipdf/dlgs_04_08_1999_n351.pdf

Decisione n. 2001/752/CE del 17 ottobre 2001 (Scambio informazioni tra paesi membri UE sull'inquinamento atmosferico)
europa.eu.int/smartapi/cgi/sga_doc?smartapi!celexapi!prod!CELEXnumdoc&lg=IT&numdoc=32001D0752&model=guichett

Decreto del Ministro dell'Ambiente di concerto con il Ministro della Salute n.60 del 2 aprile 2002. (Regolamento attuativo del decreto legislativo n.351/99)
www.comune.torino.it/ambiente/leggi/dm2-4-02-60.pdf

RIFIUTI

Decreto del Presidente della Repubblica n. 915 del 10 settembre 1982 (prime classificazione dei rifiuti)
www.assoamianto.it/decreto_del_presidente_della_rep.htm

Legge n.475 del 9 novembre 1988 (Prima rilevazione sui rifiuti)

Legge n. 70 del 25 gennaio 1994 (MUD)
www.ambiente.it/impresa/legislazione/leggi/1994/legge70-94.htm

Direttiva n. 94/62/CE del 20 dicembre 1994 (imballaggi e i rifiuti di imballaggio)
europa.eu.int/smartapi/cgi/sga_doc?smartapi!celexapi!prod!CELEXnumdoc&lg=IT&numdoc=31994L0062&model=guichett

Decisione n.97/138/CE del 3 febbraio 1997 (Tabelle per le informazioni sulla produzione e la gestione degli imballaggi)
europa.eu.int/smartapi/cgi/sga_doc?smartapi!celexapi!prod!CELEXnumdoc&lg=IT&numdoc=31997D0138&model=guichett

Decreto Legislativo n. 22 del 5 febbraio 1997 (Gestione dei rifiuti)
minerva.akros.it/sebinainfo_mda/link/leggipdf/dlgs_05_02_1997_n22.pdf

Decreto n. 372 del 4 agosto 1998 (Riordino del catasto dei rifiuti)
minerva.akros.it/sebinainfo_mda/link/leggipdf/decreto_04_08_1998_n372.pdf

Decreto Legislativo n. 209 del 22 maggio 1999 (smaltimento dei policlorodifenili e dei policlorotrifenili)
minerva.akros.it/sebinainfo_mda/link/leggipdf/dlgs_22_05_1999_n209.pdf

Direttiva n. 31/99/CE del 16 luglio 1999 (Rifiuti ammessi alle discariche)
europa.eu.int/smartapi/cgi/sga_doc?smartapi!celexapi!prod!CELEXnumdoc&lg=IT&numdoc=31999L0031&model=guichett

APPENDICI

A.1 Elenco degli aderenti all'Agenda 21 locale

REGIONE PIEMONTE
Province
Torino
Vercelli
Comuni
Asti
Biella
Casale Monferrato
Grugliasco
Novara
Settimo Torinese
Torino
Vercelli
Comunità Montali, Enti Parco, Consorzi
Bassa Val Susa e Val Cenischia
Valsesia
REGIONE LOMBARDIA
Regione
Lombardia
Province
Bergamo
Cremona
Lecco
Milano
Varese
Comuni
Bellusco
Berbenno
Brescia
Buccinasco
Busnago
Cantù
Carnago
Carnate
Carvico
Cesano Boscone
Cesano Maderno
Cinisello Balsamo
Corsico
Costa Volpino
Crema
Cremona
Dalmine
Desio
Iseo
Lecco
Legnano
Lodi
Lonate pozzolo
Lovere
Mantova
Meda

Milano
Nosate
Pavia
Pieve Emanuele
Rezzato
Rozzano
San Donato Milanese
San Giuliano Milanese
Segrate
Sermide
Sesto San Giovanni
Seveso
Sondrio
Treviglio
Varedo
Verdellino
Verdello
Villa di Serio
Vimercate
Comunità Montali, Enti Parco, Consorzi
Valcuvia
REGIONE TRENTINO A.A.
Comuni
Riva del Garda
REGIONE VENETO
Province
Verona
Rovigo
Comuni
Bassano del Grappa
Caorle
Chioggia
Montegrotto Terme
Padova
Ponte di Piave
Preganziol
Rovigo
Rubano
San Pietro In Cariano
Schio
Treviso
Verona
Venezia
Comunità Montali, Enti Parco, Consorzi
Leogra Timonchio
Lessinia
Parco Nazionale Dolomiti Bellunesi
REGIONE FRIULI
Comuni
Lignano Sabbiadoro
Monfalcone
Mezzago

REGIONE CAMPANIA	
Province	
Napoli	
Salerno	
Comuni	
Caivano	
Maddaloni	
Mercato San Severino	
Mercogliano	
Padula	
Pagani	
Pesco Sannita	
Pomigliano d' Arco	
Portici	
Sala Consilina	
Salerno	
San Biagio	
San Giuseppe Vesuviano	
Sorrento	
Teggiano	
Comunità Montali, Enti Parco, Consorzi	
Vallo di Diano	
REGIONE BASILICATA	
Comuni	
Atella	
Palazzo San Gervasio	
Rionero in Vulture	
Sasso di Castalda	
Comunità Montali, Enti Parco, Consorzi	
Val Sarmento	
REGIONE PUGLIA	
Province	
Lecce	
Comuni	
Alberona	
Alessano	
Apricena	
Bovino	
Brindisi	
Casarano	
Foggia	
Ginosa	
Lecce	
Lesina	
Manfredonia	
Melendugno	
Melissano	
Molfetta	
Ostuni	
Pietramonte-corvino	
Ruvo di Puglia	
San Severo	
Trepuzzi	
Tricase	

REGIONE CALABRIA	
Province	
Catanzaro	
Comuni	
Bisignano	
Bova	
Castrovillari	
Cortale	
Crotone	
Melito di Porto Salvo	
Nicotera	
Ricadi	
Santa Severina	
Comunità Montali, Enti Parco, Consorzi	
Sila Greca	
REGIONE SARDEGNA	
Province	
Cagliari	
Sassari	
Comuni	
Arzachena	
Domusdemaria	
Olbia	
Padru	
Comunità Montali, Enti Parco, Consorzi	
n.9 Nuorese	
REGIONE SICILIA	
Comuni	
Bompietro	
Castelbuono	
Catania	
Gangi	
Gratteri	
Messina	
Misterbianco	
Palermo	
Polizzi Generosa	
Pollina	
Comunità Montali, Enti Parco, Consorzi	
Consorzio Intercomunale Pubblici Servizi	
Ente Parco Madonie	

A.2 – Progetti di contabilità ambientale territoriale in Italia

SOGGETTO/I PROPONENTE/I	ACRONIMO	TITOLO DEL PROGETTO	DESCRIZIONE DELL'ATTIVITÀ DI CONTABILITÀ AMBIENTALE PROGRAMMATA
COMUNI DI FERRARA (capofila), BERGEGGI, CAVRIAGO, CASTELNOVO NE' MONTI, GROSSETO, MODENA, PAVIA, RAVENNA, REGGIO EMILIA, ROVIGO, SALSOMAGGIORE, VARESE LIGURE; PROVINCE DI MODENA, BOLOGNA, FERRARA, REGGIO EMILIA, NAPOLI, TORINO	CLEAR	City and Local Environmental Accounting and Reporting [Progetto per la contabilità e il report ambientale di città e comunità locali]	Il progetto prevede la realizzazione e l'approvazione di "bilanci verdi" da parte di un campione di 18 tra comuni e province. Il bilancio ambientale di un comune o di una provincia registra le partite contabili relative alle risorse e al patrimonio naturale dell'ente, e rappresenta quindi uno strumento di valutazione degli effetti ambientali di tutte le politiche attuate dall'ente stesso
REGIONI TOSCANA (capofila), EMILIA-ROMAGNA, LIGURIA E PIEMONTE, PROVINCE AUTONOME DI TRENTO E BOLZANO.	CONTARE	CONTabilità Ambientale REGIONALE. Sistema informativo per il controllo di gestione e la contabilità ambientale	Il progetto si propone l'obiettivo di realizzare uno strumento di supporto alla valutazione delle politiche ambientali attraverso la definizione di un Modello di Supporto Decisionale per la contabilità ambientale ed il controllo di gestione (valutazione) della spesa ambientale.
ENTE AUTONOMO PARCO NAZIONALE D'ABRUZZO	P.A.P.A	Partecipazione Agenda 21 Parco d'Abruzzo	Il progetto è finalizzato all'attivazione dell'Agenda 21 Locale elaborando in modo partecipato un Rapporto Preliminare sullo Stato dell'Ambiente finalizzato ad introdurre lo strumento di contabilità ambientale nella gestione del Parco. Tra i risultati attesi vi è quindi la definizione di un modello innovativo di contabilità ambientale per il controllo dell'efficacia delle azioni intraprese dall'Ente Parco
AGGREGAZIONE COMUNI DELLA LOCRIDE	ECOLOCRIDE	Attivazione del processo di LA 21 nella Locride	I Comuni della Locride stanno attuando una strategia di progettazione finalizzata allo sviluppo, condivisa da tutti i principali attori sociali. Per imprimere a tale strategia di sviluppo il carattere della sostenibilità, i Comuni aggregati, si propongono di elaborare l'Agenda 21 Locale che definirà un sistema di progetti e indirizzi prioritari condivisi. Tra le attività previste vi è la sperimentazione di modelli di contabilità ambientale attraverso l'utilizzo di metodologie riconosciute in ambito internazionale [NAMEA,EPEA]
PROVINCIA DI SALERNO	PRO.S.A.X XI	La provincia di Salerno per l'Agenda 21	Il progetto è un processo di Agenda 21 Locale «di coinvolgimento e conoscenza» con l'obiettivo di giungere alla definizione del Piano di Indirizzo, propedeutico alla definizione del Piano d'Azione, in cui è indicata una strategia generale di sviluppo sostenibile della

			Provincia. Un sistema di contabilità ambientale e un RSA sono predisposti quali strumenti di supporto.
COMUNE DI ROMA DIPARTIMENTO X	CONTARO MA	Sperimentazione della contabilità ambientale nel comune di Roma	Realizzazione di uno studio e successiva sperimentazione di un sistema di contabilità ambientale valorizzando quanto conseguito nell'ambito dell'avvio del processo di Agenda 21 Locale
COMUNE DI CINISELLO BALSAMO	A 21 LCB	Agenda 21 Locale di Cinisello Balsamo	Il progetto si sviluppa nel quadro unitario di ricerca e implementazione di strumenti e di progetti di sostenibilità per la città. Tra le azioni previste vi è la realizzazione di studi ambientali tra cui la sperimentazione di un processo di contabilità ambientale interna al Settore Ecologia.
COMUNE DI MANTOVA	MANTO 2010	Progetto sostenibilità urbana Mantova 2010	Dopo l'attivazione del processo e un'analisi ambientale iniziale, viene impostato un sistema di contabilità ambientale per pervenire ad un modo innovativo di concepire il Governo del territorio in relazione agli aspetti sociali, economici e ambientali.
PROVINCIA DI MILANO	STADERA	Sistema territoriale ambientale dei dati economici di riferimento ad Agenda 21	Il progetto, supporto per la prosecuzione delle attività dell'Agenda 21 Locale, ha l'obiettivo di progettare, testare e sviluppare un sistema di contabilità ambientale per la Provincia di Milano, con la quale valicare i dati fisici ed economici che descrivono lo stato dell'ambiente a livello provinciale
PROVINCIA DI LODI	A21L -LO VE	Lodi ventuno: l'Agenda 21 Locale per lo sviluppo sostenibile del Lodigiano	Sperimentazione della Contabilità ambientale degli enti locali Lodigiani
COMUNITÀ MONTANA DEL VOLTURNO	VOLTURN. AMB.	La Comunità Montana del Volturno verso lo sviluppo sostenibile	Con il progetto VOLTURN.AMB. la Comunità Montana del Volturno intende avviare un processo di Agenda 21 con il quale attuare uno sviluppo sostenibile del territorio che favorisca la valorizzazione delle peculiarità ambientali. La definizione della strategia di sviluppo sostenibile si baserà sul quadro conoscitivo presente nel Piano di Sviluppo Socio-Economico integrato dalla Relazione sullo Stato dell'Ambiente che sintetizzerà, attraverso opportuni indicatori il quadro relativo agli aspetti ambientali del territorio della Comunità monitorati attraverso uno specifico sistema di contabilità ambientale territoriale che verrà sviluppato nel corso del Progetto.
COMUNI DI TRECASTAGNI, NICOLSI, PEDARA, VIAGRANDE	E.T.N.A.S	A21L delle popolazioni dei territori etnei	Uno degli obiettivi del progetto è ovviare alla cronica carenza di conoscenza e informazioni sul

			complesso delle risorse ambientali fornendo alle Amministrazioni Comunali due strumenti [la RSA e una fase di sperimentazione sulla problematica della contabilità ambientale], indispensabile per la pianificazione e la gestione dello sviluppo locale
COMUNE DI GROSSETO	CON.AAN.	Implementazione sistema contabilità ambientale	Dopo l'attivazione dell'Agenda 21 Locale, viene costruito il sistema contabile che comprende, tra le altre attività, la realizzazione di un modello contabile EPEA e Namea.
COMUNE DI REGGIO EMILIA	S.I.S.T.E.R.	Sistema indicatori per la sostenibilità del territorio Reggiano [bilancio ambientale del Comune di Reggio Emilia]	Il progetto prevede la realizzazione di un Bilancio Ambientale del territorio del Comune di Reggio Emilia, attraverso l'utilizzo di indicatori di Pressione/ Stato/ Risposta per evidenziare le criticità ambientali e valutare l'orientamento alla sostenibilità delle politiche attuate [Risposte] e/o da attuare per ulteriori interventi di miglioramento.

Fonte: ARPALAZIO, *Contabilità ambientale territoriale. Concetti di base, esperienze italiane e internazionali*, Edizioni scientifiche, 2002.

SERIE “RAPPORTI DI RICERCA”

- 93.01 Valutazioni di procedure di oscuramento delle informazioni individuali e di canoni di pubblicazione di informazioni a minimo rischio di individuazione, (*M. Angrisani*)
- 93.02 Gli investimenti pubblici: problemi di contabilità pubblica e di contabilità nazionale, (*G. Trupiano*)
- 93.03 Investimenti pubblici lordi e netti: problemi analitici, (*V. Selan*)
- 93.04 L'indice dei prezzi al consumo in Italia, (*F. Franceschini, G. Marliani, M. Martini*)
- 94.01 Privatizzazione e sistema statistico nazionale, (*G. Di Gaspare*)
- 94.02 Stato delle statistiche sociali in Italia, (*G.B. Sgritta*)
- 94.03 Statistica sociale e Statistiche sociali, (*L. Bernardi*)
- 94.04 Prospettive preliminari per possibili analisi longitudinali nella statistica ufficiale italiana, (*U. Trivellato, G. Ghellini, C. Martelli, A. Regoli*)
- 94.05 Analisi di alcune caratteristiche del Programma Statistico Nazionale 1995-1997, (*D. Cotzia, S. D'Andrea, E. Mastantuoni*)
- 94.06 Verifica dei ritardi rispetto alle previsioni di stampa delle pubblicazioni ISTAT negli anni 1993 e 1994, (*D. Cotzia*)
- 94.07 Analisi sulla tempestività della Produzione di informazione statistica (Esame di alcune rilevazioni ed elaborazioni dell'Istat), (*D. Cotzia*)
- 94.08 La suddivisione territoriale della spesa pubblica per investimenti, (*G. Trupiano*)
- 94.09 Il consolidamento della spesa pubblica per investimenti, (*G. Trupiano*)
- 94.10 Investimenti netti, ammortamenti e spese di manutenzione. Stock di capitale: un'ipotesi censuaria, (*V. Selan*)
- 94.11 Le spese per investimenti nelle statistiche Eurostat sui conti delle amministrazioni pubbliche, (*M. Colazingari*)
- 94.12 Gli investimenti pubblici del Comune di Roma, (*P. Palmarini*)
- 94.13 La revisione del Sistema dei Conti Nazionali: problemi e prospettive per l'Italia, (*B. Bracalente, G. Carbonaro, M. Carlucci, M. Di Palma, L. Esposito, G. Ferrari, R. Zelli*)

- 94.14 La tutela della riservatezza e l'identificazione dei rispondenti alle rilevazioni statistiche svolte nell'ambito del Sistan: rapporto preliminare, (*M. Angrisani, L. Buzzigoli, A. Giusti, L. Grassini, G. Marliani*)
- 94.15 I dati statistici produttivi di effetti giuridici determinati e la loro sindacabilità, (*G. Manto*)
- 94.16 Ufficialità del dato e Programma Statistico Nazionale, (*G. D'Alessio*)
- 94.17 Valutazioni preliminari sulla qualità dei dati dell'ultimo censimento generale della popolazione e delle abitazioni, (*G. De Santis, A. Bonaguidi, A. Santini*)
- 94.18 La revisione del Sistema dei Conti Nazionali: problemi e prospettive per l'Italia - rapporto finale, (*B. Bracalente, G. Carbonaro, M. Carlucci, M. Di Palma, L. Esposito, G. Ferrari, R. Zelli*)
- 95.01 Classificazione delle province italiane in clusters e determinazione delle province outliers in riferimento alle correzioni degli errori di coerenza e di range del censimento dell'agricoltura 1991, (*S. D'Andrea*)
- 95.02 La qualità dei dati dell'ultimo censimento generale della popolazione e delle abitazioni, (*G. De Santis, S. Salvini, A. Santini*)
- 95.03 Stato delle Statistiche sociali in Italia - Sintesi del rapporto, (*G. B. Sgritta*)
- 95.04 Lo Stato dell'informazione statistica nei comuni e negli altri enti territoriali intermedi del Sistan: le province di Ferrara e Siena, (*A. Buzzi Donato, I. Drudi, M.R. Ferrante, C. Filippucci, G. Gesano, G. Ghellini, T. Giovani, A. Lemmi*)
- 95.05 Analisi delle funzioni del Sistema di Informazione Geografica-GISCO della Commissione delle Comunità Europee, (*E. Mastantuoni*)
- 95.06 Stato ed evoluzione delle statistiche ambientali in Italia, (*L. Fabbris, M. Lo Cascio*)
- 95.07 Rapporto sugli aspetti statistici nella Legislazione Ambientale - I. Aria, (*S. Bordignon, A. C.S. Capelo, G. Lovison, G. Masarotto*)
- 95.08 Il Sistema Statistico delle Imprese in Italia: rapporto preliminare, (*S. Biffignandi, M. Pratesi, T. Proietti, L. Schionato*)
- 95.09 Prospettive per possibili analisi longitudinali nella statistica ufficiale italiana, (*U. Trivellato, G. Ghellini, C. Martelli, A. Regoli*)
- 95.10 Per una estensione dei compiti della Commissione per la Garanzia dell'informazione statistica, (*G. Calvi, M.T. Crisci, S. Draghi, L. Ferrari, A. Rizzi*)

- 95.11 Rapporto sugli aspetti statistici nella legislazione ambientale - II. Rumore, (*S. Bordignon, A. C.S. Capelo, G. Lovison, G. Masarotto*)
- 95.12 Innovazioni integrazioni nel sistema dei conti nazionali: Problemi aperti e soluzioni possibili - Sintesi e suggerimenti -, (*B. Bracalente, G. Carbonaro, M. Carlucci, M. Di Palma, L. Esposito, G. Ferrari, R. Zelli*)
- 95.13 Disaggregazione spaziale e temporale delle statistiche ufficiali sulla qualità dell'aria, (*L. Fabbris*)
- 95.14 Disaggregazione spaziale e temporale delle statistiche ufficiali sulla qualità delle acque, (*L. Fabbris*)
- 95.15 L'esercizio della funzione statistica a livello locale: lo stato degli uffici di statistica comunali dopo il d.lgs. n.322/89, (*G. Manto*)
- 95.16 Gli uffici di statistica dei Ministeri, (*C. Gallucci*)
- 95.17 Le statistiche comunitarie e le statistiche nazionali: evoluzione, coordinamento, integrazione e processi di uniformazione, (*G. Di Gaspare*)
- 95.18 Organizzazione ed attività statistica delle regioni nel contesto del Sistan, (*G. D'Alessio*)
- 96.01 Rapporto sullo stato dell'informazione statistica nei comuni della provincia di Bari, (*C. Cecchi, V. Nicolardi, A. Pollice, N. Ribecco*)
- 96.02 Sistemi Nazionali di statistica: loro organizzazione e funzionamento in alcuni paesi dell'unione europea, (*B. Carelli*)
- 96.03 L'attività delle amministrazioni centrali dello Stato per il programma statistico nazionale del triennio 1996-98, (*G. Filacchione*)
- 96.04 Rapporto sugli aspetti statistici nella legislazione ambientale - III. Dati mancanti -, (*S. Bordignon, A.C.S. Capelo, G. Lovison, G. Masarotto*)
- 96.05 Osservatorio Statistico Locale: Studio di un modello per il Sistan, (*P. Bellini, S. Campostrini, T. Di Fonzo, M.P. Bellini*)
- 96.06 La tutela della riservatezza e l'identificazione dei rispondenti alle rilevazioni statistiche svolte nell'ambito del Sistan - rapporto finale, (*M. Angrisani, L. Buzzigoli, A. Giommi, A. Giusti, L. Grassini, G. Marliani*)
- 96.07 Analisi dell'organizzazione e delle iniziative del Sistan - Esame delle pubblicazioni presenti nel Catalogo Sistan 1994, (*A. De Nardo, S. Sagramora*)
- 96.08 Sistema Statistico delle Imprese, (*S. Biffignandi, M. Pratesi, T. Proietti, L. Schionato*)

- 96.09 Monitoraggio della diffusione dei dati riguardanti alcuni indicatori dell'Istat su prezzi, lavoro e commercio con l'estero, (*A. De Nardo, E. Mastantuoni, M. Notarnicola, S. Sagramora*)
- 96.10 Monitoraggio della qualità e tempestività dell'indice della produzione industriale, (*V. Napoli, F. Tagliaferro*)
- 96.11 La qualità dei dati del VII censimento dell'industria e dei servizi: alcune valutazioni dal punto di vista dell'utilizzatore, (*R. Guarini, R. Zelli*)
- 96.12 Analisi del processo di revisione corrente delle stime provvisorie dei dati del Commercio con l'Estero, (*E. Mastantuoni, S. Sagramora*)
- 96.13 Prime indagini sull'accesso ai dati statistici individuali nell'ambito del Sistan, (*L. Buzzigoli, C. Martelli, N. Torelli*)
- 97.01 Interconnessione di basi di dati: problemi di sfruttamento statistico, (*A. Cortese*)
- 97.02 La formazione statistica nelle amministrazioni dello Stato: profili comparativi ed elementi propositivi, (*F. Covino*)
- 97.03 Rapporto sull'autonomia degli uffici di statistica nelle amministrazioni centrali dello Stato, (*F. Covino*)
- 97.04 Rapporto sulle regioni e le province autonome nel sistema statistico nazionale, (*N. Belvedere*)
- 97.05 Il sistema statistico europeo. Stato attuale e possibile riforma, (*I. Savi*)
- 97.06 Rapporto preliminare sulla statistica in Francia e nel Regno Unito, (*E. Marotta*)
- 97.07 Verifica della programmazione nell'attività del Sistan e dell'attività di vigilanza, (*F. Bigazzi*)
- 97.08 Indagine sulle statistiche della Sanità, (*P. Golini*)
- 98.01 Evoluzione e prospettive della statistica comunitaria: un aggiornamento, (*I. Savi*)
- 98.02 L'incidenza sul SISTAN delle leggi di riforma amministrativa e della disciplina in materia di privacy, (*N. Belvedere, I Savi*)
- 98.03 Analisi sullo stato di attuazione degli uffici di statistica dei comuni. Analisi preliminari e progetto di rilevazione, (*A. De Nardo, M. Notarnicola*)
- 98.04 Documentazione statistica su fenomeni di emarginazione sociale: offerta e fabbisogni: Tossicodipendenze, (*B. Colombo, G. Filacchione*)

- 98.05 Analisi delle caratteristiche dei non rispondenti con riferimento alle principali indagine campionarie sulle famiglie condotte dall'ISTAT, (*E. Mastantuoni, S. Sagramora, F. Tagliaferro*)
- 98.06 La razionalizzazione della statistica giudiziaria, (*F. Giusti, S. Andreano, M. Fabri, V. Napoli, R. Santoro*)
- 99.01 Validità e qualità degli indici dei prezzi al consumo. *Atti del Seminario, Roma, 12 dicembre 1997*
- 99.02 Analisi della disponibilità delle statistiche di genere, (*M.E. Graziani*)
- 99.03 La razionalizzazione della statistica giudiziaria - Rapporto finale, (*F. Giusti, S. Andreano, M. Fabri, V. Napoli, R. Santoro*)
- 99.04 Le procedure di destagionalizzazione di serie storiche economiche: esperienze internazionali e pratica nell'ambito dell'Istat, (*T. Di Fonzo, B. Fischer, T. Proietti*)
- 99.05 Lo stato dell'informazione statistica sul lavoro, con particolare riguardo alla partecipazione al lavoro ed a retribuzioni e costo del lavoro, (*G. Faustini, E. Rettore, P. Sestito*)
- 99.06 Analisi delle caratteristiche dei non rispondenti con riferimento alle principali indagini campionarie sulle famiglie condotte dall'Istat, (*E. Mastantuoni, S. Sagramora*)
- 99.07 Statistiche dei rifiuti, (*L. Fabbris, G. Nebbia*)
- 99.08 Problemi di adeguamento della legislazione italiana alla normativa comunitaria e internazionale sulla tutela della riservatezza di dati personali utilizzati per finalità statistiche, (*N. Belvedere, I. Savi, F. Tufarelli*)
- 99.09 Stato di attuazione degli uffici di statistica dei comuni, (*A. De Nardo, M. Notarnicola*)
- 99.10 Il confronto tra censimento ed anagrafe: per un maggior grado di coerenza tra le due fonti, (*L. Ciucci, G. De Santis, M. Natale, M. Ventisette*)
- 99.11 Censimenti economici e schedari delle imprese, (*R. Castellano, C. Quintano, G. Screpis, F. Tassinari*)
- 99.12 Accesso ai dati statistici individuali: l'esperienza di altri paesi, (*L. Buzzigoli, C. Martelli, N. Torelli*)
- 00.01 Analisi della qualità delle operazioni sul campo con riferimento alle principali indagini campionarie dell'Istat sulle famiglie, (*C. Filippucci, B. Buldo, V. Napoli, R. Bernardini Papalia*)

- 00.02 Analisi delle procedure di correzione/imputazione utilizzate dall'Istat nelle principali indagini sulle famiglie: volume I, (*L. Fabbris, C. Panattoni, M. Graziani*)
- 00.03 Analisi delle procedure di correzione/imputazione utilizzate dall'Istat nelle principali indagini sulle famiglie: volume II, (*C. Panattoni, M. Graziani, D. Cotzia*)
- 00.04 Indicatori per l'analisi dell'attività della giustizia, in particolare della giustizia amministrativa, (*V. Napoli, N. Belvedere, I. Savi*)
- 00.05 Rilevazione delle attività e delle strutture con compiti di raccolta di informazioni statistiche nelle Pubbliche Amministrazioni, (*B. Buldo, G. Amendola, F. Ballacci, L. Cataldi, C. Fabi, V. Napoli, C. Panattoni*)
- 00.06 Verso la trasparenza dei dati sulla distribuzione commerciale e i consumi delle famiglie italiane, (*G. Marbach, M. Barile, M. Carlucci, V. de Martino*)
- 01.01 Completezza e qualità delle informazioni statistiche utilizzabili per la valutazione della spesa pensionistica, (*F. Peracchi, E. Barbi, A. Brugiavini, T. Tamborrini, E. Viviano*)
- 01.02 L'esperienza in tema di indagini multiscopo e dell'European Community Household Panel (ECHP): lezioni e indicazioni nella prospettiva di un'indagine panel sulle famiglie, (*A. Schizzerotto, H.P. Blossfeld, B. Buldo, A. D'Agostino, G. Ghellini, V. Napoli*)
- 01.03 L'informazione economica congiunturale a livello locale, (*S. Casini Benvenuti, R. Ricci*)
- 01.04 I conti economici regionali: alcune possibili estensioni, (*G. Carbonaro, F. Tenna, R. Zelli*)
- 02.01 Attuazione del SEC95: stato delle iniziative, programmi, prevedibili sviluppi e suggerimenti, (*M. Di Palma, C. Lupi, G. Pellegrini, G. Parigi*)
- 02.02 Misure di inflazione e sistema di monitoraggio prezzi: esperienze e prospettive, (*G.M. Gallo, L. Buzzigoli, B. Pacini, C. Martelli*)

- 02.03 Definizione di un set di indicatori per il monitoraggio e la valutazione dell'attività sanitaria, (*P. Bellini, M. Braga, S. Rodella, E. Ventrani, V. Rebba*)
- 02.04 Realizzazione del Sistan e costituzione di uffici di statistica (o simili) estranei al sistema, (*I. Savi, V. Napoli, C. Panattoni*)
- 02.05 L'articolazione territoriale delle piccole e medie imprese. Un'analisi delle informazioni statistiche concernenti la gestione industriale, finanziaria e la dinamica dimensionale delle imprese manifatturiere, (*A. Giannola, L. Cataldi, A. Lopes, G. Marini, N. Netti, P. Senesi*)
- 02.06 Le statistiche sugli investimenti diretti esteri e sull'attività delle imprese multinazionali, (*N. Acocella, F. Reganati, M.G. Pazienza*)
- 02.07 Atti del Seminario: "Indicatori per il monitoraggio e la valutazione dell'attività sanitaria", (*Roma, 19 giugno 2002*)
- 02.08 Censimenti 2000-2001, (*C. Filippucci, F. Ballacci, B. Buldo, L. Cataldi, L. Ciucci*)
- 02.09 *Action Plan* comunitario e indicatori congiunturali, (*T. Di Fonzo, A. Gavosto, F. Lisi, G. Parigi*)
- 02.10 Indagini sul clima congiunturale e le aspettative degli imprenditori, (*F. Giusti, I. Faiella, E. Giovannini, S. Nisticò, A. Russo*)
- 02.11 La rilevazione delle migrazioni internazionali e la predisposizione di un sistema informativo sugli stranieri, (*S. Strozza, F. Ballacci, M. Natale, E. Todisco*)
- 02.12 Il campionamento da liste anagrafiche: analisi degli effetti della qualità della base di campionamento sui risultati delle indagini, (*G. Leti, G. Cicchitelli, A. Cortese, G.E. Montanari*)
- 03.01 Completezza e qualità dell'informazione statistica ufficiale e assetti istituzionali e organizzativi. Una rassegna, (*I. Savi, B. Buldo, F. D'Aprile, M. Pasquali Coluzzi*)
- 03.02 Impegni connessi a indicazioni comunitarie nell'area delle statistiche del lavoro, (*A. Amendola, B. Buldo, E.F. Caroleo, S. Destefanis, E. Rettore*)
- 04.01 L'informazione statistica per le politiche ambientali: stato e prospettive, (*M. Carlucci, G. Arbia, L. Cataldi, G. Lovison, D. Mendola, P. Postiglione*)

Il presente rapporto di ricerca è stato riprodotto nel mese di gennaio 2006