

**L'INDICATORE STRUTTURALE DI QUALITA' DELL'ARIA
URBANA:
*POPULATION WEIGHTED EXPOSURE OF URBAN POPULATION TO
PARTICULATE MATTER***

Ing. Cinzia Galiffa

Tutor: Dr.ssa Silvia Brini

Con la collaborazione dell'Ing. Natascia Di Carlo e dell'Ing. Federica Moricci

PREFAZIONE

Nel Marzo del 2000, il Consiglio Europeo riunito a Lisbona ha messo a punto una strategia di 10 anni per fare dell'Unione Europea un'economia basata sulla conoscenza competitiva, in grado di apportare occupazione, crescita e coesione sociale, conciliando tali obiettivi con il rispetto per l'ambiente. Lo Spring Report pubblicato annualmente dalla Commissione Europea esamina nel dettaglio l'andamento della strategia. Esso è lo strumento nell'agenda del Consiglio Europeo di Primavera nel quale i Capi di Stato dell'Unione Europea e i Governi valutano i progressi della strategia di Lisbona e decidono le priorità future per raggiungere gli obiettivi attraverso un elenco di Indicatori Strutturali e del database ad essi collegato come principali strumenti statistici. Nell'arco degli anni gli indicatori sono stati raffinati e moltiplicati nell'intento di assicurare un'analisi sempre più accurata del processo in corso. L'adozione degli indicatori strutturali infatti, rendendo più visibili i risultati conseguiti da ciascun Stato membro, consente di focalizzare le attività, di indirizzare le politiche future dell'UE e di ogni singolo Paese. Nel 2004 è stato messo a punto un elenco ristretto ("short list") di soli 14 indicatori strutturali. Tale elenco rende più facile presentare i messaggi politici e le posizioni degli Stati membri riguardo agli obiettivi principali di Lisbona, contribuendo così a mantenere forte l'impulso fornito dalla strategia. La suddetta lista ristretta di indicatori dovrà essere riconfermata ogni tre anni in modo da garantire una certa stabilità ed in virtù del fatto che "le questioni strutturali si evolvono nel tempo lentamente e che molti degli indicatori sono obiettivi chiave di Lisbona". Nel 2005 avrà luogo la verifica intermedia della Strategia di Lisbona. In questo contesto, la DG Environment sta valutando di proporre nel prossimo Spring Report (2005) degli indicatori strutturali che riguardino la qualità dell'aria e il suo impatto sulla salute. I nuovi indicatori dovrebbero valutare l'esposizione della popolazione in ambito urbano al PM10 e all'O₃ ma è ancora in corso di definizione la precisa metodologia da seguire per calcolare gli indicatori in questione e gli altri aspetti statistici collegati agli indici. Nel presente lavoro è stato sviluppato il calcolo delle medie annuali delle concentrazioni di PM10 pesate con la popolazione residente all'interno dell'agglomerato preso in considerazione (come definito ai sensi del D.Lgs. 351/99) e sono state discusse le criticità incontrate con tale tipo di approccio.

Silvia Brini
Responsabile Settore
Fattori di inquinamento urbano

ABSTRACT

L'inquinamento atmosferico nei centri urbani è un problema quanto mai attuale. In questi giorni in Italia è massima l'allerta per gli elevati livelli di concentrazione delle polveri PM10 registrati nelle maggiori città del Nord e del Centro.

La combinazione di due fattori quali le condizioni atmosferiche e gli scarichi dei veicoli innalza pericolosamente il livello delle polveri nell'aria, specie quelle ultrafini, che non vengono trattenute dalle mucose nasali e riescono a penetrare nell'organismo dalle vie respiratorie. L'inalazione delle polveri sottili provoca effetti dannosi sulla salute umana a carico dell'apparato respiratorio e cardiovascolare a breve e lungo termine, soprattutto per le fasce di popolazione più sensibili (neonati, bambini ed anziani). Nel 2000, uno studio dell'OMS ha evidenziato che l'inquinamento urbano, in cui le polveri PM10 giocano un ruolo determinante, produce 3.500 vittime l'anno nelle principali otto città italiane.

Nel luglio 2002 il Parlamento Europeo ed il Consiglio hanno adottato la Decisione 1600/2002/CE sul Sesto Programma di Azione sull'Ambiente della Comunità Europea (Sixth EAP - Sixth Community Environment Action Programme). Questo programma ha definito gli obiettivi-chiave ambientali che devono essere conseguiti dall'Unione Europea, tra cui quello (articolo 2) di stabilire "un alto livello di qualità di vita e di benessere sociale per i cittadini fornendo un ambiente in cui il livello di inquinamento non generi effetti dannosi sulla salute umana".

L'impatto sanitario dell'inquinamento da PM10 è maggiore laddove risiede la maggior parte della popolazione, per cui per ridurre il carico generale sulla salute umana causato dalle polveri PM10 occorre ridurre l'esposizione della popolazione residente nelle aree urbane.

L'attuale normativa europea ha fissato per PM10, a tutela della salute umana, valori limite entrati in vigore dal 1 gennaio 2005. Gli attuali standard di qualità dell'aria si basano quindi sul concetto di "soglia efficace", anche se non è stato identificato un valore al di sotto del quale non si verifichino effetti negativi sulla salute umana.

Sulla base dei valori limite fissati, nel 2002 la Commissione Europea ha definito due indicatori strutturali di qualità dell'aria relativi all'inquinamento da PM10 ed ozono. Gli indicatori strutturali sono strumenti per confrontare i progressi compiuti dall'Unione Europea e dai singoli Stati Membri rispetto all'obiettivo strategico decennale (divenire, entro il 2010, l'economia basata sulla conoscenza più competitiva e dinamica del mondo, in grado di realizzare una crescita economica sostenibile con nuovi e migliori posti di

lavoro ed una maggiore coesione sociale) stabilito nel 2000 dal Consiglio Europeo di Lisbona.

Attualmente, la DG Environment (Directorate General Environment), organismo della Commissione Europea, ha proposto la revisione dei due indicatori strutturali di qualità dell'aria in vista del Consiglio Europeo di Primavera 2005. L'iniziativa di perfezionare tali indicatori in vista della revisione di metà decennio (2000-2010) riveste un'importanza strategica dal momento che mette in evidenza la necessità di abbattere l'inquinamento dell'aria per la realizzazione dello sviluppo sostenibile, obiettivo chiave della Strategia di Lisbona.

La finalità del presente lavoro è quella di valutare la possibilità di calcolare l'indicatore strutturale relativo all'esposizione della popolazione urbana a PM10 utilizzando la metodologia proposta dalla DG Environment, al fine non solo di valutare il trend seguito dall'Italia nei confronti del problema dell'inquinamento da PM10 (in termini di esposizione della popolazione), ma anche di evidenziare eventuali difficoltà che si possono incontrare durante la determinazione dell'indicatore.

Nonostante l'iniziativa di revisionare l'indicatore di esposizione della popolazione urbana a PM10 sia riconosciuta come valida e necessaria, sussistono alcune criticità circa la metodologia proposta per il calcolo dell'indicatore. Ciò che preoccupa maggiormente è la scarsa disponibilità dei dati (numero di stazioni di fondo e dati relativi alle concentrazioni ambientali dell'inquinante) necessari per applicare gli indicatori; a tale problema si aggiunge quello della qualità dei dati utilizzabili. Il nodo principale è la definizione dell'area rappresentativa di ciascuna stazione di monitoraggio che, secondo la metodologia proposta dalla DG Environment, corrisponde ad un'area circolare (di raggio 3 o 5 km) attorno a ciascuna stazione. Tale approssimazione appare piuttosto grossolana dal momento che non tiene conto in alcun modo dell'orografia e delle condizioni meteorologiche dell'area, che influenzano la diluizione dell'inquinante nell'aria ambiente. Essa inoltre dovrebbe essere armonizzata con la normativa europea (direttiva madre 96/62/CE e direttive figlie), la quale indica l'agglomerato come dimensione territoriale minima su cui eseguire la valutazione di qualità dell'aria. È auspicabile che si concordi, a livello europeo, una definizione della metodologia di calcolo dell'indicatore di esposizione della popolazione urbana al PM10, che tenga conto anche dei campi di concentrazione dell'inquinante e fornisca indicazioni circa il valore quantitativo di alcuni parametri, quali la percentuale di stazioni da utilizzare e la percentuale di popolazione minima che deve essere coperta dal calcolo.

Nel presente studio è stato calcolato l'indicatore di esposizione della popolazione urbana per l'Italia relativo agli anni 2001 e 2002 considerando come area rappresentativa di ciascuna stazione il Comune e l'agglomerato in cui la stazione è collocata. L'indicatore ottenuto sembra essere poco rappresentativo per via della bassa percentuale di popolazione coperta dal calcolo (11% e 16% considerando come unità territoriale di riferimento rispettivamente il Comune e l'agglomerato) e del numero ridotto di stazioni utilizzate (14 stazioni). I risultati ottenuti mostrano per l'Italia un trend negativo: il valore dell'indicatore cresce dal 2001 al 2002; ad ogni modo perché la stima sia attendibile occorrerebbe valutare la variazione dell'indicatore su un numero maggiore di anni.

ABSTRACT

Air pollution in urban areas is a current problem. Nowadays, in Italy, there is concern for high concentration's levels of particulate matter (PM10) reported in major cities.

The combination of two factors such as atmospheric conditions and cars' unloading increases PM's levels in ambient air. Exposure to particulate matter is linked to adverse short-term and long-term effects on human health on respiratory and cardiovascular system. The effects are caused by particles contained in the PM10 that may reach the upper part of the airways and lung. A number of groups within the population have potentially higher vulnerability to the effects of exposure to air pollutants (among which PM10) such as elderly and children. A recent study (2000) by World Health Organization showed ambient air pollution causes 3.500 deaths every year in eight major Italian cities.

In July 2002 the European Parliament and the Council adopted Decision 1600/2002/EC on the Sixth Community Environment Action Programme (Sixth EAP). This Programme sets out the key environmental objectives to be attained in the European Community. One of the objectives (article 2) is to establish "a high level of quality of life and social well being for citizens by providing an environment where the level of pollution doesn't give rise to harmful effects on human health".

The health impact of air pollution due to PM10 is greater where most of population lives, therefore a policy that aims at a significant reduction in the overall health burden caused by air pollution will have to reduce the exposure of population who lives in urban areas.

The present European regulations on ambient air quality (Framework Directive 96/62/EC and Directive 1999/30/EC) set from 1st january 2005 the numerical limit values for PM10 in order to avoid, to prevent or to reduce adverse effects on human health. Current air quality standards are based on the concept of an "effect threshold", even if recent epidemiological investigating large populations have been unable consistently to establish such threshold levels.

In 2002, according to the limit value established by communitary regulations, the European Commission defined two structural indicators for air pollution concerning PM10 and ozone.

Structural indicators are means of monitoring progress of European policies towards the new strategic goal ("to become, by the end of 2010, the most competitive and dynamic

knowledge-based economy in the world, capable of sustainable economic growth with more and better jobs and greater social cohesion”) set in 2000 by Lisbon European Council.

At the present, DG Environment (Directorate General Environment), an European Commission service, has proposed revised structural indicators on health impact of air quality in order to include them into the 2005 Spring Report. This proposal has strategic importance because shows that it is necessary to reduce air pollution to achieve sustainable development that is one of the key Lisbon targets.

This study evaluates the possibility to calculate the structural indicator *Population weighted Exposure of urban population to Particulate Matter* using the methodology elaborated by DG Environment. The aim is to assess the effectiveness of Italian environmental policies and to highlight any critical issues that can occur calculating the indicator.

Even though the proposal to revise structural indicator is recognized substantial and necessary, further work is needed to strengthen the methodology. The real problem seems to be the limited data availability (monitoring network density and concentrations data). An other issue concerns the data quality, regarding the definition of the area of representativity around the station. At the present this area is defined by a circle with a radius of 3 or 5 km, uniform for all measurement stations. This approach seems coarse because it doesn't take into account some factors characterizing the area, such as orography and meteo-climatic conditions that influence dissolving of pollutant in ambient air. Besides, the definition of the representative area should be harmonized with European legislation (framework directive 96/62/EC and daughter directives) that recommends ambient air quality assessment and management on agglomerations. It is to be hoped that European Union should work towards an agreement on the methodology for calculating the exposure's indicator. This methodology should take into account fields of pollutant's concentration and should provide complementary information, such as population fraction covered per country and percentage of stations to use for calculation.

In this study *Population weighted exposure of urban population to PM10* has been calculated for Italy, referred to years 2001-2002, using as representative area of each station the one of municipality and agglomeration in which the monitoring station is situated. The structural indicator obtained seems to be not enough representative because of low population fraction covered (11% using municipality as representative area; 16% using agglomeration as representative area) and low number of stations used for

calculation (14 stations). Results show a negative performance for Italy: indicator's value increases from 2001 to 2002; nevertheless in order to achieve a more reliable assessment, change of indicator's value should be evaluated considering a longer period of time.

INDICE

1. INTRODUZIONE	pag. 1
1.1 La Strategia di Lisbona	pag. 1
1.2 Gli indicatori strutturali	pag. 4
1.3 Il Consiglio Europeo di Primavera 2004	pag. 13
1.4 Gli indicatori strutturali di qualità dell'aria	pag. 16
1.5 Le direttive europee riguardanti la qualità dell'aria	pag. 17
1.6 Il particolato e l'ozono	pag. 19
1.7 Dal concetto di "concentrazione" al concetto di "esposizione"	pag. 23
 2. METODOLOGIA	pag. 27
 3. CORPO DELLA TESI: i due indicatori di esposizione (pesata sulla popolazione) della popolazione urbana a PM10 ed ozono	pag. 31
 4. CONCLUSIONI	pag. 50
 BIBLIOGRAFIA	pag. 55

1 INTRODUZIONE

1.1 La Strategia di Lisbona

Nel marzo del 2000 si è tenuto a Lisbona un Consiglio Europeo straordinario dedicato ai temi economici e sociali dell'Unione Europea. In tale sede sono state introdotte importanti novità nella *guidance* delle politiche economiche degli Stati membri e dell'area nel suo insieme: prima tra tutte, la definizione di un **obiettivo strategico decennale** ed una strategia per attuarlo, la cosiddetta "Strategia di Lisbona".

L'Unione Europea si è prefissata di divenire, entro il 2010, "l'economia basata sulla conoscenza più competitiva e dinamica del mondo, in grado di realizzare una crescita economica sostenibile con nuovi e migliori posti di lavoro ed una maggiore coesione sociale" (CEE, 2000b).

La necessità di stabilire il suddetto obiettivo nasce dalla presa di coscienza della "svolta epocale" in atto, su scala mondiale, dovuta alla globalizzazione e alla cosiddetta "nuova economia" ovvero ad una economia basata sulla conoscenza e sull'uso delle tecnologie digitali.

All'inizio del secondo millennio, nonostante la persistente presenza di punti di debolezza quali tassi di crescita inferiori a quelli degli Stati Uniti ed elevati tassi di disoccupazione, l'Europa vanta le migliori condizioni economiche da una generazione (inflazione contenuta, disavanzi pubblici ridotti, tassi di interesse bassi e debito pubblico decrescente (CEE, 2000a)) per cui la Commissione europea riconosce l'urgenza di un'azione immediata tesa a riorientare le scelte politiche dell'Unione, in modo da poter sfruttare appieno i vantaggi derivanti dalle opportunità che si presentano al passaggio al nuovo paradigma della nuova economia.

La strategia proposta per il raggiungimento dell'obiettivo strategico decennale si basa su tre pilastri:

- un approccio microeconomico che predisponga il passaggio verso un'economia e una società basate sulla conoscenza, migliorando le politiche in materia di società dell'informazione e di Ricerca e Sviluppo (R&S), accelerando il processo di riforma strutturale ai fini della competitività e dell'innovazione e completando il mercato interno;
- una politica sociale attiva tesa a modernizzare il modello sociale europeo, investendo nelle persone e combattendo l'esclusione sociale;
- un'adequata combinazione di politiche macroeconomiche tese a sostenere il contesto economico sano e le prospettive di crescita favorevoli.

L'obiettivo strategico si raggiunge attuando riforme strutturali negli ambiti dell'**occupazione**, dell'**innovazione**, delle **riforme economiche** e della **coesione sociale**, per cui vengono stabiliti degli obiettivi settoriali, esplicitati in termini quantitativi o qualitativi, necessari al soddisfacimento dell'obiettivo generale.

Così, oltre a raggiungere un tasso di crescita economica del 3% circa, entro il 2010 si dovrà portare il tasso di occupazione al 70% e quello dell'occupazione femminile al 60% (CEE, 2000b). Per far sì che la “nuova economia” promuova l'occupazione e la coesione sociale occorre investire nel settore dell'istruzione e della formazione in modo da sviluppare le nuove conoscenze e qualifiche professionali necessarie, ed impedire l'esclusione dall'informazione. A tal proposito entro il 2001 ed il 2003 si dovrà assicurare l'accesso ad Internet ed alle risorse multimediali rispettivamente a tutte le scuole dell'Unione ed ai principali servizi pubblici di base ed entro il 2010 dovrà essere dimezzata la percentuale di giovani con basso livello di istruzione (CEE, 2000b). Il cambiamento indotto dalla “nuova economia”, dalla “società del sapere”, se gestito in modo efficace, cioè attraverso politiche incentrate sulle persone, consentirà di migliorare la vita dei cittadini ed aprirà a nuovi modi di partecipazione alla società. Occorre pertanto aumentare gli investimenti nel capitale umano e sviluppare uno Stato sociale attivo e dinamico.

Per incentivare la crescita e l'occupazione occorre creare un ambiente favorevole all'avviamento ed allo sviluppo di imprese innovative, e ciò è possibile in presenza di mercati finanziari efficienti e trasparenti, per cui si deve “fissare un calendario rigoroso affinché il piano d'azione per i servizi finanziari sia attuato entro il 2005” (CEE, 2000b). Inoltre, tenuto conto dell'apporto significativo della ricerca e dello sviluppo alla crescita economica, all'occupazione ed alla coesione sociale occorre integrare le attività di ricerca degli Stati membri e migliorare le condizioni per l'investimento privato nella ricerca (CEE, 2000b).

Nei Consigli Europei successivi a quello del marzo 2000 sono stati specificati, nel rispetto della strategia di Lisbona, ulteriori obiettivi da realizzare nell'arco del decennio, con l'intento di accrescere l'impegno verso le riforme. Ad esempio, al Consiglio Europeo di Stoccolma (marzo 2001) sono stati stabiliti degli obiettivi intermedi (*mid-term targets*) per il 2005 in termini di tassi di occupazione generale e femminile.

In particolare, il Consiglio Europeo di **Göteborg** (15-16 giugno 2001) ha integrato l'impegno politico per il rinnovamento economico e sociale assunto dall'Unione l'anno precedente a Lisbona con l'obiettivo dello sviluppo sostenibile definito come sviluppo che è in grado di “soddisfare i bisogni dell'attuale generazione senza compromettere quelli

delle generazioni future” (CEE, 2001d). Alla strategia di Lisbona viene aggiunta una terza dimensione, quella ambientale: “gli effetti economici, sociali e ambientali di tutte le politiche dovrebbero essere esaminati in modo coordinato e presi in considerazione nel processo decisionale” (CEE, 2001d). Pertanto l’obiettivo decennale fa riferimento oltre agli ambiti di intervento sopra menzionati (occupazione, innovazione, riforme economiche e coesione sociale), ad una quinta area settoriale: la **sostenibilità ambientale**. In particolare, a Göteborg vengono individuati, per la suddetta area, alcuni obiettivi e misure, raggruppabili in quattro sottosettori prioritari, per orientare le future politiche ambientali:

- *cambiamenti climatici*: compiere entro il 2005 progressi dimostrabili nell’attuazione degli impegni presi con la ratifica del protocollo di Kyoto; portare, entro il 2010, il contributo dell’elettricità prodotta da fonti energetiche rinnovabili al 22%;
- *trasporti*: ridurre i volumi di traffico ed i livelli di congestione, rumore ed inquinamento e promuovere l’impiego di modi di trasporto rispettosi dell’ambiente;
- *sanità pubblica*: garantire che entro una generazione le sostanze chimiche siano prodotte ed utilizzate in modo da non comportare un significativo impatto sulla salute e sull’ambiente e valutare l’eventualità di creare una rete europea di sorveglianza ed allarme tempestivi sulle questioni sanitarie;
- *risorse naturali*: attuare, in cooperazione con le imprese, una politica integrata dei prodotti dell’UE intesa a ridurre l’uso di risorse e l’impatto dei rifiuti sull’ambiente. La crescita economica deve infatti andare di pari passo con un utilizzo delle risorse naturali ed una produzione di rifiuti che siano sostenibili, salvaguardando la biodiversità, preservando gli ecosistemi ed evitando la desertificazione (CEE, 2001d).

A Lisbona, viene inoltre rivendicato il ruolo cruciale del Consiglio Europeo nel definire le priorità di *policy* a livello comunitario e, nell’ottica di agevolare e rafforzare l’attuazione dell’obiettivo strategico, viene introdotto un “nuovo metodo di coordinamento aperto”, inteso come “strumento per diffondere le buone pratiche e conseguire una maggiore convergenza verso le finalità principali dell’Unione” (CEE, 2000b). Tale metodo si basa sulla sincronizzazione dei diversi processi settoriali esistenti, facenti capo a differenti formazioni del Consiglio dell’Unione Europea. Nell’arco di ogni anno, il processo di coordinamento prende avvio con il Consiglio Europeo di Primavera (riunione dei Capi di Stato e di Governo che si tiene a marzo di ogni anno) durante il quale vengono definite le priorità di politica e gli orientamenti dell’Unione Europea (riportati nel documento denominato Spring Report). Nei mesi di ottobre-dicembre di ogni anno gli Stati membri traducono gli orientamenti e gli obiettivi europei in politiche nazionali attraverso

l'adozione di programmi e piani di azione. All'inizio di ogni anno (gennaio-febbraio) la Commissione Europea valuta l'attuazione ed il successo delle politiche indicate dal Consiglio Europeo ed elabora una relazione di sintesi (Synthesis Report) sui progressi compiuti. L'analisi per valutare l'evoluzione della strategia di Lisbona viene fatta annualmente sulla base di **indicatori strutturali**.

1.2 Gli indicatori strutturali

L'utilizzo degli indicatori strutturali come "strumenti per confrontare le buone pratiche" (CEE, 2000b) è stato suggerito per la prima volta dal Consiglio Europeo di Lisbona. Si tratta di strumenti che consentono di monitorare, a livello comunitario e dei singoli paesi, i progressi compiuti verso gli obiettivi settoriali.

Il primo gruppo di indicatori chiave è stato ufficialmente approvato al Consiglio Europeo di Nizza (7-8-9 dicembre 2000) ed adottato dalla Commissione Europea per la stesura della relazione di sintesi da utilizzare al Consiglio Europeo di Stoccolma (23-24 marzo 2001). Esso comprendeva 35 indicatori strutturali di cui: 28 riferiti alle 4 aree settoriali sopradette - occupazione, innovazione e ricerca, riforme economiche e coesione sociale - più 5 indicatori generali del contesto economico. (tabella 1.1)

Tabella 1.1 - Indicatori strutturali (2000-2001) (CEE, 2001b)

Indicatori generali del contesto economico	a. PIL pro capite in SPA ¹ e tassi di crescita reale del PIL	a.1 PIL pro capite in SPA a.2 Tassi di crescita reale del PIL ²
	b. Intensità energetica dell'economia ³	
	c. Produttività del lavoro	c.1 Produttività del lavoro per dipendente c.2 Produttività del lavoro per ora lavorata
	d. Tasso d'inflazione	
	e. Crescita del costo unitario del lavoro in termini reali	
	f. Saldo contabile della pubblica amministrazione ciclicamente corretto	
	g. Debito lordo consolidato della pubblica amministrazione	
I. Occupazione	I.1 Tasso di occupazione	
	I.2 Crescita dell'occupazione	I.2.1 Crescita dell'occupazione I.2.2 Crescita dell'occupazione femminile I.2.3 Crescita dell'occupazione maschile
	I.3 Tasso di occupazione maschile e femminile	I.3.1 Tasso di occupazione femminile I.3.2 Tasso di occupazione maschile
	I.4 Tasso di occupazione dei lavoratori anziani	I.4.1 Occupazione dei lavoratori anziani I.4.2 Tasso di occupazione delle lavoratrici anziane I.4.3 Tasso di occupazione dei lavoratori anziani
	I.5 Tasso di disoccupazione	I.5.1 Tasso di disoccupazione I.5.2 Tasso di disoccupazione femminile I.5.3 Tasso di disoccupazione maschile
	I.6 Tasso del prelievo fiscale sui salari bassi	
	I.7 Formazione lungo tutto l'arco della vita attiva (partecipazione degli adulti a istruzione e formazione)	
II. Innovazione e ricerca	II.1 Spesa pubblica per l'istruzione	
	II.2 Spesa R&S	
	II.3 Spesa TIC ⁴	
	II.4 Livello di accesso ad Internet	
	II.5 Brevetti	
	II.6 Esportazione di prodotti di alta tecnologia	
	II.7 Capitali di rischio	
III. Riforma economica	III.1 Integrazione commerciale	III.1.1 Integrazione commerciale - commercio intra-UE III.1.2 Integrazione commerciale - commercio totale
	III.2 Investimenti nelle imprese	
	III.3 Livelli dei prezzi relativi e convergenza dei prezzi	III.3.1 Livelli dei prezzi relativi III.3.2 Dispersione del livello dei prezzi negli UE-15
	III.4 Prezzi nelle industrie di rete	III.4.1.1 Prezzo delle telecomunicazioni - chiamate urbane III.4.1.2 Prezzo delle telecomunicazioni - interurbane III.4.1.3 Prezzo delle telecomunicazioni - telefonate negli USA III.4.2.1 Prezzi dell'energia elettrica - utenti industriali III.4.2.2 Prezzi dell'energia elettrica - nuclei familiari III.4.3.1 Prezzi del gas - utenti industriali III.4.3.2 Prezzi del gas - nuclei familiari
	III.5 Pubblici appalti	III.5.1 Importo dei bandi di gara pubblica d'appalto pubblicati sulla Gazzetta Ufficiale III.5.2 Importo dei bandi di gara pubblica d'appalto pubblicati sulla Gazzetta Ufficiale
	III.6 Aiuti di stato settoriali e ad hoc	
	III.7 Capitali raccolti sul mercato borsistico	

IV. Coesione sociale	IV.1 Distribuzione del reddito (tasso dei quintili di reddito)	
	IV.2 Tasso di povertà prima e dopo i trasferimenti sociali	
	IV.3 Persistenza della povertà	
	IV.4 Nuclei familiari senza lavoro	
	IV.5 Coesione regionale (variazione del tasso di disoccupazione fra le regioni)	
	IV.6 Giovani che lasciano la scuola e non continuano né studi né formazione	
	IV.7 Tasso di disoccupazione di lunga durata	

¹ PIL procapite in SPA: prodotto interno lordo procapite espresso in standard di potere d'acquisto.

² Il tasso di crescita reale del PIL misura la crescita della produzione indipendentemente dall'andamento del livello dei prezzi.

³ L'intensità energetica dell'economia misura l'efficienza energetica dell'insieme dei processi economici e si calcola come rapporto tra i consumi energetici lordi ed il PIL.

⁴ Spesa TIC: spesa in Tecnologie dell'Informazione e della Comunicazione.

Nell'arco di questi quattro anni (da Nizza ad oggi), gli indicatori sono stati raffinati e moltiplicati nell'intento di assicurare un'analisi sempre più accurata del processo in corso. L'adozione degli indicatori strutturali infatti, rendendo più visibili i risultati conseguiti da ciascun Stato membro, consente di focalizzare le attività, di indirizzare le politiche future dell'UE e di ogni singolo Paese. I nuovi indicatori e le modifiche apportate a quelli già esistenti riflettono di volta in volta le priorità politiche dell'UE.

Nel 2002, alla luce delle conclusioni del Consiglio Europeo di Göteborg, la Commissione ha rivisto la lista degli indicatori strutturali e, in particolare, ne ha aggiunti 7 per valutare i progressi compiuti nel raggiungimento degli obiettivi relativi alla nuova area (ambiente), portando così a 42 il numero complessivo degli indicatori (tabella 1.2).

Tabella 1.2 - Indicatori strutturali 2002 (CEE, 2002)

Gli indicatori strutturali riportati in corsivo sono quelli che non figurano nell'elenco relativo agli anni 2000-2001 (tabella 1.1).

Indicatori generali del contesto economico	a. PIL pro capite in SPA e tassi di crescita reale del PIL	a.1 PIL pro capite in SPA a.2 Tassi di crescita reale del PIL
	b. Produttività del lavoro	b.1 Produttività del lavoro per persona occupata b.1 Produttività del lavoro per ora lavorata
	c. Crescita dell'occupazione	c.1 Crescita totale dell'occupazione c.2 Crescita dell'occupazione femminile c.3 Crescita dell'occupazione maschile
	d. Tasso di inflazione	
	e. Crescita del costo unitario del lavoro	
	f. Saldo contabile della pubblica amministrazione	
	g. Debito lordo consolidato della pubblica amministrazione	
I. Occupazione	I.1 Tasso di occupazione	I.1.1 Tasso di occupazione globale I.1.2 Tasso di occupazione femminile I.1.3 Tasso di occupazione maschile
	I.2 Tasso di occupazione dei lavoratori anziani	I.2.1 Tasso globale di occupazione dei lavoratori anziani I.2.2 Tasso di occupazione delle lavoratrici anziane I.2.3 Tasso di occupazione dei lavoratori anziani
	<i>I.3 Differenza salario per sesso</i>	
	I.4 Tasso del prelievo fiscale sui salari bassi	
	I.5 Formazione lungo tutto l'arco della vita attiva (partecipazione degli adulti a istruzione e formazione)	
	I.6 <i>Incidenti sul lavoro</i>	I.6.1 Incidenti gravi sul lavoro I.6.2 Incidenti mortali sul lavoro
	I.7 Tasso di disoccupazione	I.7.1 Tasso globale di disoccupazione I.7.2 Tasso di disoccupazione femminile I.7.3 Tasso di disoccupazione maschile
II. Innovazione e ricerca	II.1 Spesa sulle risorse umane (Spesa pubblica per l'istruzione)	
	II.2 Spesa in Ricerca e Sviluppo (R&S)	II.2.1 Spesa R&S - BERD II.2.2 Spesa R&S - GERD
	II.3 Livello di accesso ad Internet	II.3.1 Livello di accesso ad Internet - nuclei familiari II.3.2 Livello di accesso ad Internet - imprese
	II.4 <i>Laureati in materie scientifiche e tecnologiche</i>	
	II.5 Brevetti	II.5.1 Brevetti - EPO II.5.2 Brevetti - USPTO
	II.6 Capitali di rischio	II.6.1 Capitali di rischio - primo periodo II.6.2 Capitali di rischio - espansione & sostituzione
	II.7 Spesa TIC	II.7.1 Spesa TIC - spesa Tecnologie dell'Informazione II.7.2 Spesa TIC - spesa Comunicazioni
III. Riforma economica	III.1 <i>Livelli dei prezzi relativi e convergenza dei prezzi</i>	III.1.1 Livelli dei prezzi relativi (incl. Imposte indirette, UE 15=100) III.1.2 Dispersione del livello dei prezzi negli UE-15

	III.2 Prezzi nelle industrie di rete	III.2a.1 Prezzo delle telecomunicazioni - chiamata urbana III.2a.2 Prezzo delle telecomunicazioni - interurbana III.2a.3 Prezzo delle telecomunicazioni - telefonata negli USA III.2b.1 Prezzi dell'energia elettrica (utenti industriali) III.2b.2 Prezzi dell'energia elettrica (nuclei familiari) III.2c.1 Prezzi del gas (utenti industriali) III.2c.2 Prezzi del gas (nuclei familiari)
	III.3 Quote di mercato elettricità-telefonia	III.3.1 Quota di mercato del più grande generatore nel mercato dell'elettricità III.3.2.a Quota di mercato del titolare nelle telecomunicazioni fisse (nella telefonia fissa) - chiamate urbane (incluse chiamate ad Internet) III.3.2.b Quota di mercato del titolare nelle telecomunicazioni fisse - lunga distanza III.3.2.c Quota di mercato del titolare nelle telecomunicazioni fisse - chiamate internazionali III.3.3 Quota di mercato del titolare nelle telecomunicazioni mobili (nella telefonia mobile)
	III.4 Pubblici appalti	
	III.5 Aiuti di stato settoriali e ad hoc	
	III.6 Capitali raccolti sul mercato borsistico	
	III.7 Investimenti nelle imprese	
IV. Coesione sociale	IV.1 Distribuzione del reddito	
	IV.2 Tasso di povertà prima e dopo i trasferimenti sociali	IV.2.1 Tasso di povertà dopo i trasferimenti sociali IV.2.2 Tasso di povertà dopo i trasferimenti sociali
	IV.3 Persistenza della povertà	
	IV.4 Coesione regionale (variazione del tasso di disoccupazione fra le regioni)	
	IV.5 Giovani che lasciano la scuola e non continuano né studi né formazione	
	IV.6 Tasso di disoccupazione di lunga durata	
	IV.7 Nuclei familiari senza lavoro	
V. Ambiente	V.1 Emissioni di gas ad effetto serra	
	V.2 Intensità energetica dell'economia	
	V.3 Trasporti in volume	V.3.1 Volume del trasporto merci legato al PIL V.3.2 Volume del trasporto persone legato al PIL
	V.4 Trasporti per mezzo	V.4.1 Frazione modale di trasporto merci - quota percentuale su strada V.4.2 Frazione modale di trasporto persone - quota percentuale macchine V.4.3 Frazione modale di trasporto persone - quota percentuale aviazione
	V.5 Qualità dell'aria urbana	V.5.1 Qualità dell'aria urbana - esposizione all'Ozono sopra i valori limite V.5.2 Qualità dell'aria urbana - esposizione al Particolato (PM10) sopra i valori limite
	V.6 Rifiuti urbani	V.6.1 Rifiuti urbani raccolti V.6.2 Rifiuti urbani smaltiti V.6.3 Rifiuti urbani inceneriti
	V.7 Quota di energia rinnovabile	

Specificatamente agli indicatori ambientali, è stata apportata nel 2003 un'ulteriore modifica: è stato corretto l'indicatore relativo al trasporto merci/persone ed è stato introdotto un indicatore relativo alla "Protezione delle risorse naturali", così come riportato nell'allegato 2 della relazione di sintesi elaborata dalla Commissione Europea come contributo al successivo Consiglio di Bruxelles (21 marzo 2003) (tabella 1.3).

Tabella 1.3 - Indicatori strutturali (SI) dell'area ambiente (2003) (CEE, 2003b; Eurostat, 2003)

SI AMBIENTE	Definizione	Unità di misura	Caratteristiche	Disponibilità dati	Copertura dati nel tempo	Periodicità
1. Emissioni di gas ad effetto serra	Emissioni aggregate dei principali 6 gas ad effetto serra pesate con i loro potenziali globali di riscaldamento (GWPs).	equivalenti di CO ₂ .	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gas ad effetto serra: CO₂, N₂O, CH₄, HFCs, PFCs, SF₆ ▪ I target (obiettivi) della riduzione di emissione per il 2008-2012 sono quelli stabiliti nel Council Decision 2002/358/EC (per paesi EU) o nel protocollo di Kyoto (per tutti gli altri paesi). ▪ I valori sono indicizzati: anno base = 100 ▪ L'indicatore valuta la distanza del Paese rispetto ai target da raggiungere nel 2008-2010. 	Stati membri, EU-15, Candidate Countries, AC10, Norvegia, Islanda, USA, Giappone	Dal 1990	Annuale
2. Intensità energetica dell'economia	Rapporto tra Consumo interno lordo di energia e PIL in 1 anno civile	kgoe (chilogrammi di petrolio equivalente) /1000 €	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Misura il consumo di energia di un'economia e la sua efficienza energetica generale. ▪ Consumo interno lordo di energia: somma del consumo interno lordo di 5 tipi di energia (carbone, elettricità, petrolio, gas naturale, energia da fonti rinnovabili). Ciascuna voce è calcolata come aggregazione di dati riguardanti: produzione, stoccaggio, commercio (import/export) e consumo/uso di energia. ▪ Il PIL è considerato a prezzi costanti (per evitare l'impatto dell'inflazione) - anno base = 1995 	Stati Membri, EU-15, USA, Giappone, Candidate countries, EFTA countries	Dal 1991	Annuale
3. Trasporti						
3.1 Volume del trasporto merci legato al PIL	Rapporto tra volume di trasporto interno merci e PIL (indicizzato al 1995)	tonnellate-km (tkm)/PIL (1995=100)	Include trasporto su strada (veicoli registrati nel Paese), rotaia e corsi d'acqua interni navigabili (indipendentemente dalla nazionalità del mezzo).	Stati membri, UE-15, Candidate countries, EFTA countries, USA, Giappone.	Dal 1991	Annuale
3.2 Volume del trasporto persone legato al PIL	Rapporto tra volume di trasporto interno passeggeri legato al PIL (indicizzato al 1995)	passeggeri-km (pkm)/PIL (1995=100)	I dati si basano sui movimenti sul territorio nazionale, indipendentemente dalla nazionalità del veicolo (macchina, bus, pullman, treno).	Stati membri, UE-15, Candidate countries, EFTA countries, USA, Giappone (dati di trasporto passeggeri su macchina incompleti)	Dal 1991	Annuale
3.3 Frazione modale di trasporto merci - quota su strada	Quota di trasporto interno totale merci su strada.	tonnellata-chilometro (tkm)	Include trasporto su strada (veicoli registrati nel Paese), rotaia e corsi d'acqua interni navigabili (indipendentemente dalla nazionalità del mezzo).	Stati membri, UE-15, Candidate countries, EFTA countries, USA, Giappone (dati di trasporto passeggeri su macchina incompleti)	Dal 1991	Annuale

3.4 Frazione modale di trasporto passeggeri - quota di macchine	Quota di trasporto passeggeri in macchina rispetto al trasporto interno totale	passaggero-chilometro (pkm)	I dati si basano sui movimenti sul territorio nazionale, indipendentemente dalla nazionalità del veicolo (macchina, bus, pullman, treno).	Stati membri, UE-15, Candidate countries, EFTA countries, USA, Giappone (dati di trasporto passeggeri su macchina incompleti)	Dal 1991	Annuale
4. Qualità dell'aria urbana						
4.1 Esposizione della popolazione all'inquinamento dell'aria dovuto a Ozono	Popolazione urbana (in %) esposta a livelli (concentrazioni) di Ozono che eccedono i valori limite per più di 25 gg/anno	% di persone potenzialmente esposte a livelli di concentrazioni e eccedenti i valori bersaglio per la protezione della salute umana in un anno civile.	<ul style="list-style-type: none"> ■ Valore bersaglio = 120 µg/m³ (media su 8 ore massima giornaliera), da non superarsi per più di 25 giorni/anno (dal 2010). ■ Si dovrebbe tener conto della variabilità meteorologica e della dipendenza delle conc. di ozono dalle condizioni del tempo. ■ Confronti tra paesi sono giustificati solo se la copertura con le stazioni di monitoraggio è sufficientemente ampia o se c'è un numero rappresentativo di stazioni di monitoraggio che riportano dati regolarmente. Queste condizioni raramente sono soddisfatte. 	Stati Membri, AC, qualche stima per EU-15	Dall'entrata in vigore della direttiva 2002/3/CE	Dati raccolti e conservati su base annuale nel EEA's AIRBASE per mezzo del "Data Exchange Module"
4.2 Esposizione della popolazione all'inquinamento dell'aria dovuto a materiale particolato (PM10)	Popolazione urbana (in %) esposta a livelli (concentrazioni) di PM che eccedono i valori limite per più di 35 gg/anno	% di persone potenzialmente esposte a livelli di concentrazioni e eccedenti i valori limite per la protezione della salute umana in un anno civile.	<p>PM10 = materiale particolato con diametro ≤ 10µm.</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Valore limite = 50 µg/m³ (media giornaliera) da non superarsi per più di 35 giorni/anno (dal 2005). ■ Confronti tra paesi sono giustificati solo se la copertura con le stazioni di monitoraggio è sufficientemente ampia o se c'è un numero rappresentativo di stazioni di monitoraggio che riportano dati regolarmente. Queste condizioni raramente sono soddisfatte. 	Stati Membri, AC, qualche stima per EU-15	Dal 1997 (direttiva 1999/30/CE)	Dati raccolti e conservati su base annuale nel EEA's AIRBASE per mezzo del "Data Exchange Module"
5. Rifiuti urbani						
5.1 Rifiuti urbani raccolti	Quantità di rifiuti raccolti dal Comune o per suo conto	kg pro capite	Il 70% dei rifiuti deriva da nuclei familiari; sono inclusi anche rifiuti "simili" prodotti da: commercio, uffici ed istituzioni pubbliche.	Stati membri, UE-15, Acceding Countries, Norvegia, Islanda	Dal 1990	Annuale
5.2 Rifiuti urbani smaltiti	Quantità di rifiuti eliminati per mezzo di discariche	kg pro capite	Il sistema di gestione di rifiuti prevede la loro eliminazione attraverso il metodo di raccolta in discarica ed incenerimento.	Stati membri, UE-15, Acceding Countries, Norvegia, Islanda	Dal 1990	Annuale
5.3 Rifiuti urbani inceneriti	Quantità di rifiuti eliminati attraverso incenerimento	kg pro capite	Il sistema di gestione di rifiuti prevede la loro eliminazione attraverso il metodo di raccolta in discarica ed incenerimento.	Stati membri, UE-15, Acceding Countries, Norvegia, Islanda	Dal 1990	Annuale
6. Quota di energia rinnovabile	Rapporto tra elettricità prodotta da fonti rinnovabili di energia e consumo interno lordo di elettricità calcolato per 1 anno		<ul style="list-style-type: none"> ■ Misura il contributo dell'elettricità prodotta da fonti rinnovabili al consumo totale di elettricità. ■ <u>Fonti rinnovabili di energia</u>: energia non fossile - eolica, solare, geotermica, idrica, biomassa, gas di smaltimento, biogas trattamento reflui - ■ <u>Consumo interno lordo di elettricità</u>: elettricità nazionale lorda generata da tutti i carburanti + elettricità importata - elettricità esportata. 	Stati membri, EU-15, USA, Giappone, EFTA countries	Dal 1990	Annuale

7. Protezione delle risorse naturali						
7.1 Riserve di pesci in ambiente marino	% di pesce pescato nelle riserve che non rientrano nei "limiti biologici di sicurezza" (SBL)		Riserva fuori dai SBL: riserva la cui dimensione (taglia, misura) scende sotto livelli sostenibili, tali da non garantire il ripopolamento tramite riproduzione.	Aree di pesca del Nord-Est dell'Atlantico	Valutazione annuale da parte del ACFM (Advisory Committee on Fishery Management) of ICES.	Dati pesca raccolti annualmente da ICES.
7.2.1 Aree protette per biodiversità - direttiva su habitat	Area proposta sotto la Direttiva Habitat come % dell'area totale		Valori forniti in % dell'area terrestre nazionale totale a giugno 2002 (sono escluse le aree marine).	Territorio degli Stati Membri. In EU-15 ci sono: ≥15.000 siti proposti sotto la direttiva Habitat	Aggiornamenti non effettuati con regolarità	Dati non inseriti con regolarità
7.2.2 Aree protette per biodiversità - direttiva su uccelli	Area proposta sotto la Direttiva Uccelli come % dell'area totale		Valori forniti in % dell'area terrestre nazionale totale a giugno 2002 (sono escluse le aree marine).	Territorio degli Stati Membri. In EU-15 ci sono: ≥2.700 siti designati in base alla direttiva Uccelli	Aggiornamenti non effettuati con regolarità	Dati non inseriti con regolarità

Il rischio era tuttavia che una continua evoluzione degli indicatori non permettesse un rigoroso confronto temporale rendendo meno leggibili i reali mutamenti in atto e, allo stesso tempo, che il proliferare degli indicatori fornisse un quadro sempre più frammentato dei risultati conseguiti. Per ovviare a questi inconvenienti, l'ultimo Synthesis Report (20.02.2004 - contributo della Commissione Europea al Consiglio Europeo di Bruxelles -) ha concentrato la sua analisi prevalentemente su una lista ristretta (short list) di 14 indicatori strutturali (tabella 1.4). Un numero ridotto di indicatori, infatti, rende più semplice la comprensione della posizione raggiunta dagli Stati Membri rispetto ai più importanti targets di Lisbona, consentendo di mantenere vivo l'impegno assunto nel 2000.

I 14 indicatori strutturali che figurano nella short list rispettano i criteri utilizzati per la scelta degli indicatori impiegati negli anni precedenti (2000-2003). Pertanto si tratta di indicatori: di facile lettura e comprensione; adeguati alle *policy*; consistenti; disponibili per la maggior parte (se non per tutti) degli Stati membri e dei Paesi candidati ad entrare in Europa; disponibili nel tempo; confrontabili tra i paesi dell'UE e, nei limiti del possibile, con gli altri paesi; selezionati da fonti attendibili; non comportanti costi eccessivi agli istituti di statistica.

La suddetta lista ristretta di indicatori dovrà essere riconfermata ogni tre anni in modo da garantire una certa stabilità ed in virtù del fatto che "le questioni strutturali si evolvono nel tempo lentamente e che molti degli indicatori sono obiettivi chiave di Lisbona" (CEE, 2003a). Pur tuttavia, è prevista la possibilità di modificarla ogni qualvolta vengano identificate nuove priorità politiche.

Per l'area Ambiente gli indicatori riferiti sono 3: emissione di gas ad effetto serra; intensità energetica dell'economia; trasporto merci in volume.

Tabella 1.4 - Short list degli indicatori strutturali (2004) (CEE, 2004c)

CONTESTO ECONOMICO GENERALE	1. PIL pro capite in SPA	
	2. Produttività del lavoro per occupato	
OCCUPAZIONE	3. Tasso di occupazione (15-64 anni)	3.1 Tasso di occupazione complessivo 3.2 Tasso di occupazione femminile 3.3 Tasso di occupazione maschile
	4. Tasso di occupazione dei lavoratori anziani (55-64 anni)	4.1 Tasso globale di occupazione dei lavoratori anziani 4.2 Tasso di occupazione dei lavoratori anziani - femminile 4.3 Tasso di occupazione dei lavoratori anziani - maschile
INNOVAZIONE E RICERCA	5. Spesa in Ricerca e Sviluppo	
	6. Livello di istruzione giovanile (20-24 anni)	6.1 Livello di istruzione giovanile totale 6.2 Livello di istruzione giovanile - femminile 6.3 Livello di istruzione giovanile - maschile
RIFORME ECONOMICHE	7. Livelli dei prezzi relativi	
	8. Investimenti delle imprese	
COESIONE SOCIALE	9. Rischio di povertà	9.1 Tasso globale di povertà dopo i trasferimenti sociali 9.2 Tasso di povertà dopo i trasferimenti sociali - femminile 9.3 Tasso di povertà dopo i trasferimenti sociali - maschile
	10. Dispersione dei tassi di occupazione regionali	10.1 Dispersione totale dei tassi di occupazione regionali 10.2 Dispersione dei tassi di occupazione regionali - femminile 10.3 Dispersione dei tassi di occupazione regionali - maschile
	11. Tasso di disoccupazione di lungo periodo	11.1 Tasso totale di disoccupazione di lungo periodo 11.2 Tasso di disoccupazione di lungo periodo - femminile 11.3 Tasso di disoccupazione di lungo periodo - maschile
AMBIENTE	12. Emissione di gas ad effetto serra	
	13. Intensità energetica dell'economia	
	14. Trasporto merci in volume	

La scelta dei tre indicatori ambientali è stata effettuata sulla base di alcune considerazioni di seguito riportate.

Il degrado dell'ambiente naturale ha effetti negativi sulla sostenibilità della crescita economica e può avere anche un effetto negativo diretto sul benessere dei cittadini. I cambiamenti climatici, consistenti in una alterazione dell'equilibrio naturale del clima globale della Terra, comportano significativi disturbi all'attività economica, con conseguenti effetti sociali, e minacciano le risorse ambientali come ad es. la biodiversità. L'indicatore delle emissioni di gas ad effetto serra misura se la crescita dell'UE è sostenibile in termini del suo potenziale impatto sul cambiamento climatico. L'UE ha obiettivi precisi per la riduzione delle emissioni di gas serra, fissati con la firma del Protocollo di Kyoto (dicembre 1997).

L'intensità energetica dell'economia misura il consumo energetico di un'economia e la sua efficienza energetica complessiva; l'indicatore corrisponde al rapporto tra consumo interno lordo di energia e prodotto interno lordo annuale e mostra fino a che punto l'energia può

essere usata efficacemente nella creazione di ricchezza. Il consumo di energia proveniente da fonti non rinnovabili, infatti, ha un effetto dannoso sia sull'ambiente che sulla sostenibilità della crescita economica.

Il rapporto tra il volume dei trasporti ed il PIL, invece, misura la crescita del trasporto merci rispetto alla crescita del PIL. Crescenti volumi di traffico possono danneggiare l'ambiente e la crescita economica attraverso l'aumento dei livelli di congestione, rumore ed inquinamento (CEE, 2003a).

Il processo di selezione e compilazione degli indicatori strutturali è curata da Eurostat.

Nonostante la Commissione utilizzi per la sua valutazione annuale la serie di 14 indicatori (short list), nel database New Cronos, accessibile al pubblico, Eurostat conserva tutti i 42 indicatori strutturali (<http://europa.eu.int/comm/eurostat>). Questo duplice approccio presenta due vantaggi: la lista ristretta, come detto, rende più facile per la Commissione presentare i risultati nel Synthesis Report ed accresce la visibilità politica degli indicatori strutturali; il database con una lista più lunga di indicatori permette, invece, alla Commissione una maggiore flessibilità nel selezionare gli indicatori necessari alla sua analisi (CEE, 2003a).

Eurostat collabora con il Sistema Statistico Europeo (ESS) per ampliare la copertura geografica e temporale degli indicatori e la qualità dei dati forniti. Inoltre, i due istituti lavorano per assegnare un "profilo di qualità" agli indicatori strutturali che aiuti nella scelta di inclusione/esclusione degli stessi nel database (CEE, 2003a).

1.3 Il Consiglio Europeo di Primavera 2004

Secondo la Commissione Europea (CEE, 2004c), il prolungato periodo di bassa crescita che ha interessato l'economia europea negli anni 2001-2004 ha portato con sé un rallentamento nell'attuazione della strategia di Lisbona. Commentando la relazione, l'allora Presidente della Commissione Romano Prodi ha dichiarato: "gli Stati membri sembrano non rendersi conto che il 2010 è dietro l'angolo. Quattro anni dopo Lisbona è chiaro che non raggiungeremo gli obiettivi intermedi. [...] A livello europeo abbiamo compiuto progressi regolari fissando le priorità opportune, ma gli Stati membri non hanno dimostrato a sufficienza di aver fatto proprie tali priorità" (CEE, 2004a).

Dal lancio della strategia di Lisbona (2000), nonostante i progressi compiuti (creazione di 6 milioni di nuovi posti di lavoro in tutta Europa a partire dal 1999; apertura totale o parziale alla concorrenza di diversi mercati chiave, quali le telecomunicazioni, il trasporto ferroviario di merci, i servizi postali, i mercati dell'elettricità e del gas; l'avviarsi dell'economia basata sulla conoscenza; la considerazione crescente dell'approccio dello sviluppo sostenibile nella definizione delle altre politiche e l'adozione di un centinaio di atti normativi variamente incentrati sugli obiettivi di Lisbona), sono ancora presenti notevoli difficoltà sulla strada del pieno raggiungimento degli obiettivi di Lisbona, tra le quali: la necessità di finanze pubbliche sostenibili; un contributo insufficiente dell'occupazione e della produttività alla crescita economica (di qui l'invito, da parte della Commissione, ad indirizzare gli investimenti nei settori dell'istruzione e della formazione); uno sviluppo deludente del mercato interno e la mancanza di sostenibilità propria della crescita europea.

Dati questi presupposti, il Consiglio Europeo di Bruxelles (25-26 marzo 2004) ha ribadito la necessità di “dare priorità alle tematiche [...] che generano maggiore crescita ed occupazione” (CEE, 2004b). Con quest'intento il Vertice si è concentrato su due temi sostanziali: creare nuovi e migliori posti di lavoro e promuovere una crescita che sia sostenibile, ovvero rispettosa dell'ambiente. La crescita attesa deve essere dissociata da impatti ambientali negativi e ciò si realizza integrando politiche e modelli di consumo e produzione più sostenibili. In particolare si deve:

- migliorare l'efficienza energetica ed aumentare l'utilizzazione di fonti energetiche rinnovabili;
- aumentare gli sforzi per centrare gli obiettivi del protocollo di Kyoto;
- attuare rapidamente il piano d'azione nel settore delle tecnologie pulite dell'ambiente, fondamentali per sfruttare pienamente le sinergie tra le imprese e l'ambiente (CEE, 2004b).

1.3.1 L'Italia e gli obiettivi di Lisbona

Nella tabella 1.5 sono sintetizzati i risultati raggiunti dall'Italia (con riferimento agli anni 1999-2003) rispetto agli obiettivi di Lisbona, così come riferito dalla Commissione Europea nel suo rapporto annuale.

La tabella è stata costruita riportando la voce tra i “progressi” o “ritardi” nel caso in cui l'Italia abbia avuto uno dei tre migliori o peggiori risultati dell'UE, secondo la short list di 14 indicatori strutturali.

Tabella 1.5 - Progressi e ritardi dell'Italia rispetto agli obiettivi di Lisbona (CEE, 2004c)

	ITALIA
PROGRESSI	<ul style="list-style-type: none"> ▪ conseguimento del più alto aumento di investimenti alle imprese (1999-2002); ▪ elaborazione di un piano di riforma pensionistica di medio termine annunciato nell'autunno 2003; ▪ introduzione di misure per aumentare la flessibilità del mercato del lavoro; ▪ attuazione della riforma del sistema educativo primario e secondario; aumento nel livello di risultati dell'istruzione tra i giovani (1999-2002); ▪ recepimento elevato delle direttive "di Lisbona".
RITARDI	<ul style="list-style-type: none"> ▪ registrazione del più basso tasso occupazionale complessivo (55,5%) e femminile (42%) nell'UE, ed il più alto tasso di disoccupazione di lunga durata (5,3%); ▪ considerevole calo della produttività del lavoro tra il 1999 ed il 2003; ▪ mancato conseguimento di un consolidamento finanziario durevole e di una sostenibilità a lungo termine delle finanze; ▪ lentezze nella liberalizzazione del settore dei servizi e dei mercati dell'energia; ▪ riscontro di un elevato numero di infrazioni per scorretta applicazione delle norme del mercato interno ed un alto deficit di recepimento per quanto riguarda le direttive sul mercato interno.

L'Italia è al quinto posto per produttività del lavoro, con un tasso occupazionale del 55,5% ed una disoccupazione complessiva del 9% (media europea: 7,7%) ed una disoccupazione di lunga durata del 5,3% (media europea: 3%). Quanto alla coesione sociale, poco meno del 20% dei cittadini risultano a rischio di crescente povertà (media europea: 15%). Rispetto agli obiettivi ambientali, l'Italia registra ancora emissioni inquinanti superiori a quelle del 1990 (Giacchè A, 2004).

Con riferimento ai tre indicatori strutturali ambientali, i risultati conseguiti sono i seguenti:

- nel periodo 1999-2001 si è riscontrato un peggioramento dell'intensità energetica dell'economia, stimabile intorno al 2,9% (CEE, 2004c); nel 2001 il valore dell'indicatore era pari a 188;
- nel triennio 1999-2001 è stato conseguito un modesto miglioramento del volume del trasporto merci, pari allo 0,6% (CEE, 2004c); nel 2002 il valore dell'indicatore era pari a 102,6;
- negli anni 1999-2001, si è ottenuto un modesto miglioramento nella riduzione delle emissioni di gas ad effetto serra, dell'ordine dello 0,5% (CEE, 2004c); nel 2001 il valore dell'indicatore relativo era pari a 107 (il target fissato dal protocollo di Kyoto per l'Italia è pari a 93,5).

1.3.2 Cosa ci si aspetta dal Consiglio Europeo di Primavera 2005

Il Consiglio Europeo di Primavera 2004 (Bruxelles, 25-26 marzo) ha confermato la validità e rilevanza del processo di Lisbona ed ha indicato il 2005 come il momento opportuno per un esame approfondito dei risultati conseguiti.

Tale revisione di medio periodo (metà decennio) dovrà valutare i progressi compiuti verso gli obiettivi settoriali convenuti, nonché la gamma di indicatori strutturali e di indici di riferimento utilizzati per misurare, in termini di livello e dinamismo, la performance degli

Stati membri. Inoltre, conseguentemente alla performance europea registrata nel contesto globale, ed alla luce dell'allargamento dell'Unione avvenuto a maggio dell'anno precedente, dovrà indicare le misure necessarie nel nuovo clima economico e geopolitico per aumentare il livello di crescita e raggiungere l'obiettivo fissato nel marzo 2000. L'esame intermedio costituisce l'occasione per valutare alternative possibili per migliorare il metodo, per dare nuovo impulso all'attuazione dell'Agenda di Lisbona ed accelerare le riforme strutturali.

In questo contesto, la DG Environment (Directorate General Environment), organismo della Commissione Europea il cui principale compito è di definire e promuovere nuove leggi ambientali e di assicurare che le misure accordate siano realmente messe in pratica dagli Stati membri dell'Unione, ha proposto due “nuovi” indicatori strutturali relativi all'ambiente, in particolare alla qualità dell'aria urbana: esposizione, pesata sulla popolazione, della popolazione urbana a particolato (PM10) ed ozono. Indicatori relativi agli inquinanti PM10 ed ozono erano già presenti nella lista dei 42 indicatori strutturali presentata dalla Commissione Europea nel febbraio 2002 (tabella 1.2); gli indicatori proposti dalla DG Environment sono l'esito di un processo di revisione e perfezionamento di quelli già esistenti: sono, come vedremo, concettualmente diversi e pertanto calcolati in modo differente.

Tra gli Stati membri è attualmente in corso un dibattito finalizzato all'inclusione dei “nuovi” indicatori all'interno dello Spring Report del 2005.

1.4 Gli indicatori strutturali di qualità dell'aria

Gli indicatori strutturali sulla qualità dell'aria, attualmente in discussione, nascono dall'esigenza di monitorare i progressi delle politiche europee rispetto ad uno dei maggiori problemi ambientali quale l'inquinamento atmosferico nelle aree urbane, cioè nelle aree ad alta densità abitativa, e di valutare il suo impatto sulla salute umana.

Il quadro dell'inquinamento atmosferico nelle città europee è cambiato negli ultimi decenni: sono diminuite le concentrazioni di anidride solforosa (SO₂) e di piombo (Pb); ciò dimostra che è possibile migliorare la qualità dell'aria e sganciare la crescita economica dal degrado ambientale. Ciononostante persistono alcuni problemi come l'inquinamento da ossidi di azoto (NO_x), polveri (PM) e composti organici volatili (COV) ed è aumentato l'allarme verso il problema dell'ozono (O₃) e del benzene (C₆H₆).

In particolare, dai risultati del programma Clean Air for Europe (CAFE) è emerso che tra le massime priorità della prossima fase della politica dell'UE in materia di qualità dell'aria figura il controllo del materiale particolato e dell'ozono (CEE, 2001a).

1.5 Le direttive europee riguardanti la qualità dell'aria

L'inquinamento atmosferico è uno dei settori in cui l'Europa è stata molto attiva negli ultimi dieci anni perché la qualità dell'aria influenza significativamente la salute umana. Gli effetti dannosi dei diversi inquinanti sulla salute umana, documentati da studi epidemiologici, riguardano l'aumento dell'incidenza delle patologie respiratorie e cardiovascolari ed una riduzione dell'aspettativa di vita, stimata di un anno o più, per le persone che vivono nelle città europee. E' stato inoltre evidenziato un incremento della mortalità infantile nelle aree più inquinate. La crescente preoccupazione dovuta agli effetti dimostrati dell'inquinamento dell'aria ambiente sulla salute umana ha portato all'implementazione, a livello internazionale, nazionale, regionale e locale, di regolamenti atti a ridurre le emissioni degli inquinanti atmosferici riconosciuti nocivi e dei loro precursori.

La posizione assunta dall'Europa rispetto all'inquinamento atmosferico è che “per tutelare l'ambiente nel suo complesso e la salute umana è necessario evitare, prevenire o ridurre le concentrazioni di inquinanti atmosferici nocivi e stabilire valori limite (concentrazioni limite che non devono essere superate a partire da una data stabilita) e/o soglie di allarme (livelli di concentrazione oltre il quale vi è un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata e raggiunto il quale gli Stati membri devono immediatamente intervenire) per i livelli di inquinamento dell'aria ambiente” (direttiva 96/62/CE), pertanto sono state introdotte una serie di direttive per controllare i livelli di certi inquinanti e per monitorare le loro concentrazioni in aria. La Direttiva madre 96/62/CE sulla valutazione e gestione della qualità dell'aria ambiente, adottata dal Consiglio Europeo nel 1996, definisce i principi di base della strategia europea in materia di inquinamento atmosferico: la qualità dell'aria ambiente deve essere mantenuta laddove buona e migliorata negli altri casi e deve essere valutata negli Stati membri in base a metodi e criteri comuni (articolo 1). La successiva Decisione del Consiglio 97/101/CE ha istituito una procedura comunitaria intesa ad instaurare una stretta cooperazione tra gli Stati dell'Unione Europea; tale procedura prevede uno scambio reciproco di informazioni e dati relativi alle reti e stazioni collocate negli Stati membri per misurare l'inquinamento dell'aria.

La Direttiva madre stabilisce inoltre gli obiettivi di qualità dell'aria ambiente nella Comunità Europea, introducendo nuovi standard di qualità per inquinanti dell'aria precedentemente non regolamentati. La lista degli inquinanti atmosferici che deve essere considerata include: biossido di zolfo, biossido/ossidi di azoto, particolato, piombo, ozono (già governati dalla precedente legislazione), benzene, monossido di carbonio, idrocarburi policiclici aromatici, cadmio, arsenico, nichel e mercurio.

Alla predetta direttiva sono seguite altre direttive europee (le cosiddette "direttive figlie") che fissano i valori limite numerici o, nel caso dell'ozono, i valori bersaglio, per ciascuno degli inquinanti identificati dalla direttiva 96/62/CE. Oltre a fissare le soglie limite e le soglie di allarme della qualità dell'aria, le direttive figlie rendono possibile l'armonizzazione delle strategie di monitoraggio attraverso la definizione dei metodi di misurazione e valutazione della qualità dell'aria. In tal modo, per ogni inquinante regolamentato si ottengono misure confrontabili tra i vari Stati dell'Unione Europea; tali misure devono essere rese routinariamente disponibili al pubblico.

La prima direttiva figlia (1999/30/CE) fissa i valori limite, le soglie di valutazione inferiore e superiore ed i metodi di riferimento per l'analisi ed il campionamento di: NO_x, NO₂, SO₂, Pb e PM₁₀ nell'aria ambiente. In particolare, per le particelle (PM₁₀) ed il biossido di zolfo viene fissata come data entro cui devono essere rispettati i valori limite per la protezione della salute umana l'1.1.2005.

La seconda direttiva figlia (2000/69/CE) fissa i valori limite per il benzene ed il monossido di carbonio nell'aria ambiente.

La terza direttiva figlia (2002/3/CE) è stata adottata il 12.2.2002 e fissa, al fine di proteggere la salute umana e/o l'ambiente, obiettivi a lungo termine (concentrazioni nell'aria al di sotto delle quali si ritengono improbabili gli effetti nocivi diretti) e valori bersaglio (livelli di concentrazione da non superarsi) per l'ozono che devono essere ottenuti entro il 2010.

Nel luglio 2002 il Parlamento Europeo ed il Consiglio hanno adottato la Decisione 1600/2002/CE sul Sesto Programma di Azione sull'Ambiente della Comunità Europea (Sixth EAP - Sixth Community Environment Action Programme). Questo programma ha definito gli obiettivi-chiave ambientali che devono essere conseguiti dall'Unione Europea, tra cui quello (articolo 2) di stabilire "un alto livello di qualità di vita e di benessere sociale per i cittadini fornendo un ambiente in cui il livello di inquinamento non generi effetti dannosi sulla salute umana". Nell'articolo 7, inoltre, sono specificati obiettivi ed aree prioritarie di azione sull'ambiente, sulla salute e sulla qualità di vita.

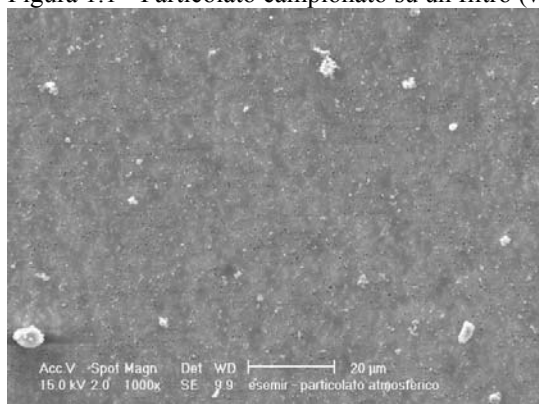
Attualmente, le attività della Commissione Europea per implementare il Sesto EAP sono contenute all'interno del programma Clean Air for Europe (CAFE), i cui principali elementi sono stati delineati nella Comunicazione COM (2001) 245. Il programma CAFE, lanciato agli inizi del 2001, si propone di sviluppare gli indirizzi di politiche strategiche, integrate di protezione a lungo-termine contro i rilevanti effetti negativi dell'inquinamento dell'aria sulla salute umana e sull'ambiente. A tale proposito, l'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) ha prodotto, alla fine di un progetto durato tre anni e mezzo (2001-2004), una review sugli effetti dei differenti rischi ambientali sulla salute umana in Europa, tra cui l'inquinamento atmosferico. Nonostante l'inquinamento dell'aria ambiente consista in una miscela altamente variabile e complessa di sostanze diverse, presenti in fase gassosa, liquida o solida, molte delle quali potenzialmente dannose, nella review si è focalizzata l'attenzione su tre inquinanti: il particolato, l'ozono ed il biossido di azoto. Tale scelta non è dovuta al fatto che le altre sostanze presenti nella troposfera, ai livelli presenti oggi in Europa, non costituiscono una considerevole minaccia per la salute umana e l'ambiente, ma alla volontà di concentrare gli sforzi nella riduzione di inquinanti che, per la loro composizione (PM) o per il loro processo di formazione (O_3) implicitamente comprendono altri inquinanti chimici emessi da differenti tipi di sorgenti (WHO, 2004).

1.6 Il particolato e l'ozono

1.6.1 PARTICOLATO (PM)

Il termine particolato (PM) è usato per indicare particelle solide e/o goccioline (droplets) di origine aerea di diversa composizione, origine e dimensioni (WHO, 2004).

Figura 1.1 - Particolato campionato su un filtro (www.esemir.it/particolato/)



Il particolato sospeso nell'aria può essere di origine primaria cioè emesso direttamente nell'atmosfera da sorgenti naturali (aerosolizzazione del mare, risospensione al suolo dovuta al vento, ecc.) e/o antropiche (traffico, fonti industriali e residenziali di combustione, incendi, ecc.) (tabella 1.6), o secondaria (prevalentemente di natura antropica), cioè formato come prodotto di reazioni chimiche che avvengono in atmosfera tra le diverse specie gassose presenti (nello specifico: SO₂, NO_x e COV) (Position Paper, 1997). A causa del loro diverso processo di formazione, le particelle hanno una differente composizione chimica ed una diversa distribuzione dimensionale. Dopo la loro emissione o formazione secondaria, il tempo in cui la materia aerotrasportata rimane sospesa nell'aria e la distanza percorsa dipendono dalla sua densità, dalla sua forma e dimensioni e dalle condizioni meteorologiche.

Tabella 1.6 - Emissioni nazionali di PM10 (migliaia di tonnellate) per macrosettori (APAT, 2002)

SETTORE/ANNO	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Combustione Energia e Industria di Trasformazione	40	34	29,1	26,3	22,1	19,3	17,2
Combustione non Industriale	21,3	21	22,8	22,7	25	25,6	27,5
Combustione Industria	33,9	31,3	29,4	27,7	26,2	24,9	23,6
Processi Industriali	30,1	28,4	25,6	25,3	24,6	25,8	25,4
Trasporti Stradali	66	64,5	63,6	62,3	61,4	57,9	58,8
Altre Sorgenti Mobili	29,2	29,6	29,6	29,6	28,6	28,6	24,3
Incenerimento Rifiuti Agricoli	14,3	13,1	14,3	13,8	15,6	13,5	13,5
Incendi Forestali	2,9	1,6	4,7	6,2	4	6,1	4,8
TOTALE	237,6	223,6	219	213,8	207,6	201,8	195

La classificazione più frequente del particolato è quella basata sulla dimensione delle particelle che lo costituiscono perché la dimensione governa il trasporto e la rimozione delle particelle dall'aria e la loro deposizione all'interno del sistema respiratorio, ed è perlomeno parzialmente associata alla composizione chimica ed alle sorgenti delle particelle. Sulla base della dimensione, il PM urbano tende ad essere diviso in tre gruppi principali: particelle grosse, fini ed ultrafini. Il confine tra le particelle grosse e fini oscilla tra 1 e 2,5 µm (micrometri), ma è di solito fissato convenzionalmente a 2,5 µm del diametro aerodinamico (PM_{2,5}) per scopi di misurazione; quello tra le particelle fini ed ultrafini è pari a circa 0,1 µm (WHO, 2004).

Le particelle ultrafini costituiscono numericamente la maggioranza del particolato aerotrasportato (nell'aria urbana, il numero totale di particelle ultrafini è 5 volte più grande del numero delle particelle grosse), ma rappresentano una piccola percentuale della massa totale del particolato. Il loro tempo di vita atmosferico è breve (alle concentrazioni osservate nell'aria urbana può essere di qualche ora) perché coagulano con le particelle più

grandi o agiscono come nuclei di condensazione (Position Paper, 1997; Bayer-Oglesby L. et al., 2004).

Le particelle fini costituiscono la maggioranza della massa dell'aerosol particolato ed il loro tempo di vita in atmosfera è relativamente lungo (qualche volta anche superiore ad una settimana) (Bayer-Oglesby L. et al., 2004).

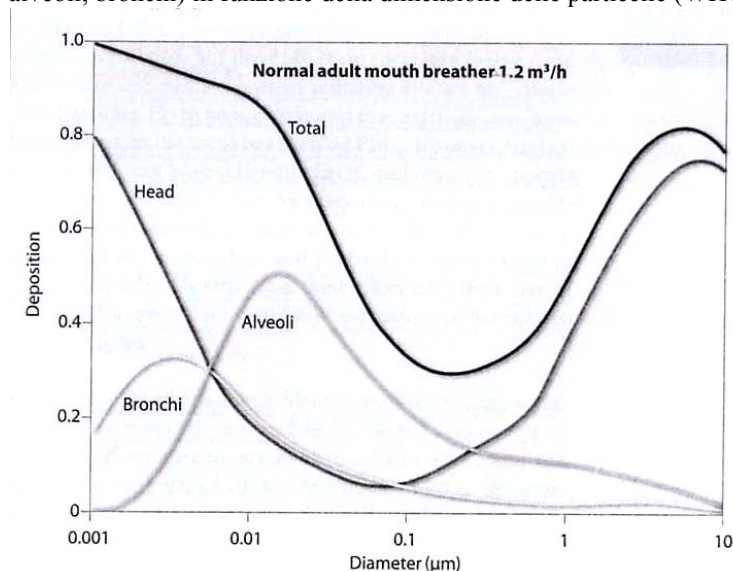
Le particelle grosse (con diametro superiore a 2,5 μm , con un picco di 10 μm) contribuiscono in modo rilevante alla massa totale dell'aerosol, ma il numero di queste particelle presente nel particolato aerotrasportato è spesso piccolo. Esse hanno vita breve e possono percorrere distanze che vanno da metri a centinaia di chilometri, a seconda della loro dimensione e della velocità del vento (Position Paper, 1997).

Numerosi studi epidemiologici hanno dimostrato che il particolato ha effetti deleteri sulla salute umana a breve, ma soprattutto a lungo termine: esso riduce la qualità della vita aggravando patologie respiratorie (come l'asma) o cardiovascolari. Nonostante i dati allarmanti circa gli effetti sulla salute umana, rimangono ancora incertezze, ad esempio, circa il meccanismo preciso con cui si produce il danno (WHO, 2004).

Il PM10 è definito come la frazione di materiale particolato sospeso in ambiente che passa attraverso un sistema di separazione in grado di selezionare particelle di diametro aerodinamico di 10 μm , con una efficienza di campionamento pari al 50% (direttiva 1999/30/CE). Poiché sono le particelle di diametro inferiore a 10 μm a penetrare nelle vie respiratorie, finora gli obiettivi di qualità dell'aria sono stati fissati rispetto alla concentrazione totale di PM10 nell'aria ambiente. Tuttavia, dati recenti suggeriscono che le particelle più fini, di diametro inferiore a 2,5 μm , potrebbero essere anche più pericolose per la salute umana perché non si depositano nelle vie aeree superiori, come fanno le particelle grosse, ma penetrano molto profondamente nel polmone e possono raggiungere gli alveoli (Position Paper, 1997) (figura 1.2). Inoltre, gli effetti del particolato potrebbero in parte dipendere anche dalla composizione chimica o dalle caratteristiche fisiche delle singole particelle: studi condotti a riguardo mostrano che, in condizioni di laboratorio, le particelle derivate dalla combustione primaria hanno un potenziale tossico più elevato di altre sostanze contenute nell'aerosol (sali ammoniacali, cloriti, solfati, nitrati, ecc.) (WHO, 2004). Non essendo ancora possibile quantificare i contributi dei diversi composti del particolato agli effetti sulla salute provocati dall'esposizione a PM ambiente sembra ragionevole indirizzare le politiche ambientali verso l'abbattimento di quelle sorgenti e/o costituenti che sono stati riconosciuti critici (ad esempio, nelle aree urbane la maggiore

sorgente di PM₁₀ è rappresentata dal traffico veicolare, ed in particolare dai motori diesel che emettono una massa di particelle fini per veicolo superiore ai motori a benzina (Position Paper, 1997)).

Figura 1.2 - Probabilità di deposizione delle particelle inalate nel tratto respiratorio (alte vie respiratorie, alveoli, bronchi) in funzione della dimensione delle particelle (WHO, 2004).



1.6.2 OZONO (O₃)

L'ozono è un gas altamente instabile e fortemente ossidante. Nella stratosfera esso svolge una funzione essenziale di protezione contro i raggi dannosi del sole, ma negli strati bassi dell'atmosfera (troposfera), ed in particolare a livello del suolo, l'ozono è una sostanza inquinante che può avere effetti dannosi sia sulla salute che sulla vegetazione e sullo stato di conservazione degli edifici. L'ozono è infatti un gas irritante in grado di causare nell'uomo infiammazioni a carico degli occhi, irritazioni della cavità orale, della bocca e della gola e un peggioramento della funzione polmonare e di influenzare negativamente la fotosintesi delle piante e ridurre la crescita di queste ultime (riducendo di conseguenza la resa e la qualità dei raccolti). Esso inoltre svolge un ruolo, diretto o indiretto, come componente di un "cocktail" di inquinanti, nell'accelerare il degrado dei materiali (CEE, 2001a).

L'ozono è un inquinante secondario ed ha origine fotochimica: si forma in atmosfera a seguito della reazione tra inquinanti precursori quali gli ossidi di azoto (NO_x) e i composti organici volatili (COV) per azione della luce solare. In prossimità di fonti produttrici di monossido di azoto -NO- (veicoli a motore, grandi impianti di combustione), l'ozono viene consumato secondo la reazione $\text{NO} + \text{O}_3 \leftrightarrow \text{NO}_2 + \text{O}_2$, per cui valori più elevati di ozono si

raggiungono in quelle zone meno interessate dalle attività umane. Conseguentemente, concentrazioni di ozono sono spesso basse in centri urbani trafficati e più alti nelle adiacenti aree suburbane e rurali.

Alla luce di quanto detto finora, per l'ozono occorrono politiche di abbattimento integrate (azioni volte a limitare, ad esempio, la produzione di NO, potrebbero addirittura portare ad effetti controproducenti), che tengano conto dell'origine fotochimica dell'inquinante (da cui dipende il fatto che i livelli più alti di concentrazione si verificano in estate e nel pomeriggio) e della natura transfrontaliera del problema (le concentrazioni di ozono in una determinata regione dipendono dalle emissioni di precursori in aree molto più ampie, a livello nazionale e sopranazionale).

1.7 Dal concetto di “concentrazione” al concetto di “esposizione”

La concentrazione di un inquinante è un'espressione quantitativa della sua presenza e, nel caso degli inquinanti atmosferici, indica i microgrammi (μg) di sostanza contenuti in 1 metro cubo di aria ambiente. L'esposizione ad un inquinante è invece definita come “l'evento che si verifica quando un individuo entra in contatto con una certa concentrazione di inquinante durante un certo periodo di tempo”. Il concetto di esposizione presuppone pertanto che ci sia un contatto fisico tra inquinante ed esseri umani: ad esempio, in presenza di una concentrazione di un inquinante nell'aria ambiente anche molto alta (come in vicinanza di una fonte emissiva industriale), c'è esposizione solo se ci sono persone che possono inalare quest'aria contaminata.

Per gli inquinanti dell'aria descritti in questa sede (PM₁₀ ed ozono), la zona di respirazione è considerata il punto più importante di contatto; il polmone ed il cuore sono gli organi “bersaglio” ovvero quelli in cui gli inquinanti, una volta entrati nel corpo umano, esercitano un effetto dannoso.

Esistono alcune categorie di individui che presentano una maggiore suscettibilità agli effetti dannosi legati all'esposizione agli inquinanti (neonati, bambini piccoli, anziani e soggetti con patologie cardio-respiratorie) a causa di condizioni anatomico-funzionali che determinano una risposta meno efficace all'inquinante inalato (esempio ridotta clearance mucociliare nei soggetti anziani o con patologia respiratoria) e condizioni fisiologiche che, a parità di concentrazione di inquinante, aumentano la dose inalata della sostanza dannosa (esempio maggiore frequenza respiratoria nei neonati/bambini - tabella 1.7 -).

Tabella 1.7 - Fattori che determinano la suscettibilità dei bambini all'inalazione di inquinanti (WHO, 2004)

Fattori legati alla fisiologia	I bambini respirano di più per unità di peso corporeo rispetto agli adulti
	I bambini hanno vie aeree e polmoni più piccoli
Fattori legati al metabolismo	Differente velocità di ossigenazione
Fattori legati alla crescita e sviluppo del polmone	Vulnerabilità delle vie aeree ed alveoli in crescita e che si stanno sviluppando
Fattori legati al tipo di attività	Tempo trascorso all'esterno
	Ventilazione aumentata quando giocano e fanno esercizi
Fattori legati a patologie croniche	Alta prevalenza di asma ed altre patologie
Fattori legati a patologie acute	Alto tasso di infezioni respiratorie acute

Gli effetti dannosi secondari all'esposizione al particolato ed all'ozono sono riassunti nella tabella 1.8; essi dipendono dalla concentrazione dell'inquinante, dalla durata dell'esposizione e dalla sensibilità del singolo individuo.

Tabella 1.8 - Effetti importanti sulla salute associati all'esposizione a diversi inquinanti dell'aria (WHO, 2004)

Inquinante	Effetti legati all'esposizione a breve termine	Effetti legati all'esposizione a lungo termine
Particolato	Reazione infiammatoria del polmone	Incremento nei sintomi delle basse vie respiratorie
	Sintomi respiratori	Riduzione della funzione del polmone nei bambini
	Effetti avversi sul sistema cardiovascolare	Incremento della malattia ostruttiva cronica polmonare
	Incremento dell'uso di medicazioni	Riduzione della funzione polmonare negli adulti
	Incremento dei ricoveri ospedalieri	Riduzione dell'aspettativa di vita, a causa principalmente di mortalità cardiopolmonare e probabilmente di tumore al polmone
	Incremento della mortalità	Riduzione dello sviluppo della funzione polmonare
Ozono	Effetti avversi sulla funzione polmonare	
	Reazioni infiammatorie del polmone	
	Effetti avversi sui sintomi respiratori	
	Incremento dell'uso di medicazioni	
	Incremento dei ricoveri ospedalieri	
	Incremento della mortalità	

Secondo i dati riportati in una recente valutazione dell'OMS e dai risultati di successivi studi epidemiologici, il particolato ha effetti deleteri sulla salute umana a breve, ma soprattutto a lungo termine: i livelli di PM attualmente presenti in Europa da soli causano circa 100.000 morti premature ogni anno e riducono l'aspettativa di vita fino a 1-2 anni nelle aree più inquinate. In altri studi epidemiologici è stato ipotizzato che ad ogni 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ di concentrazione in aria di PM10 sia associato un incremento stimato del tasso relativo di mortalità per ogni causa pari a 0,51% ed un incremento stimato del tasso relativo di mortalità per cause cardiovascolari e respiratorie pari a 0,68% (Samet JM et al., 2000).

Gli effetti dannosi dell'ozono sulla salute umana sono ugualmente riconosciuti, anche se non sono ben noti gli effetti a lungo termine: tutti gli studi si riferiscono all'esposizione acuta e non chiariscono gli effetti che potrebbero risultare da esposizioni prolungate, anche a basse concentrazioni. Studi sul campo condotti su bambini, adolescenti e giovani indicano che l'ozono può ridurre la funzione polmonare già a $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Inoltre si è osservato che in caso di sforzi fisici l'azione irritante risulta più intensa e le prestazioni fisiche possono diminuire: secondo l'OMS la funzione respiratoria diminuisce in media del 10% nelle persone sensibili che praticano un'attività fisica all'aperto se la concentrazione dell'ozono nell'aria raggiunge $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Gli effetti sulla salute dovuti all'ozono sembrano comunque essere reversibili: la funzione polmonare si ristabilisce ed i sintomi scompaiono dopo la fine dell'esposizione all'inquinante.

E' evidente che politiche che aspirino ad una significativa riduzione del carico generale sulla salute causato dall'inquinamento dell'aria dovranno basarsi sulla riduzione dell'esposizione della popolazione in generale, ed in particolare di quella residente nelle aree urbane, particolarmente stressate dall'inquinamento atmosferico.

Per prevenire gli effetti dannosi sulla salute umana, l'attuale normativa europea fissa per PM10 ed ozono rispettivamente valori limite e valori bersaglio da rispettarsi a partire da una certa data in poi. Gli attuali standard di qualità dell'aria si basano quindi sul concetto di "soglia efficace", cioè sono stati fissati dei valori numerici di concentrazione massima (valori limite e valori bersaglio) al di sotto dei quali si ritiene improbabile il verificarsi di effetti dannosi sulla salute umana e superati i quali si ritiene il rischio cresca. Tali valori sono stati stabiliti in base ai risultati di studi basati sulle relazioni dose-risposta, che hanno valutato gli effetti sulla salute a vari livelli di concentrazione degli inquinanti nell'aria (WHO, 2004). Recenti studi epidemiologici, invece, hanno messo in luce l'impossibilità di fissare una soglia sia per il PM che per l'ozono; non c'è evidenza scientifica che il superamento dei valori limite/bersaglio comporti un impatto negativo significativo sulla salute.

Nello specifico, la direttiva 1999/30/CE prescrive per il PM10, a partire dal 1 gennaio 2005, un valore limite (per la protezione della salute umana) pari a $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per la concentrazione media annua e pari a $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (da non superarsi più di 35 volte l'anno) per la concentrazione giornaliera (allegato III).

La direttiva 2002/3/CE relativa all'ozono fissa, per evitare effetti nocivi a lungo termine sulla salute umana, un valore bersaglio da conseguirsi entro il 2010, pari a $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (da

non superare per più di 25 giorni all'anno come media di tre anni) per la concentrazione media massima giornaliera su 8 ore di ozono (allegato I).

Gli indicatori sulla qualità dell'aria che verranno proposti a Primavera, nel Consiglio Europeo, analogamente agli indicatori sulla qualità dell'aria formulati nel 2003 (tabella 1.2), si prefiggono di valutare l'esposizione della popolazione urbana a PM10 ed ozono ma, a differenza di questi ultimi non fanno riferimento ai superamenti dei valori limite/bersaglio. Se la proposta di revisione dei due indicatori strutturali fosse approvata, l'andamento degli Stati membri rispetto all'inquinamento dell'aria non sarà più valutato in base alla percentuale di popolazione urbana esposta a livelli di PM (ozono) che eccedono i valori limite per più di 35 giorni all'anno (25 gg/anno per l'ozono). I “nuovi” indicatori sono definiti come “esposizione, pesata sulla popolazione, della popolazione urbana” al particolato (PM10) e all'ozono.

2. METODOLOGIA

La finalità del presente lavoro è stata quella di valutare la possibilità di calcolare l'indicatore strutturale relativo all'esposizione della popolazione urbana a PM10 utilizzando la metodologia proposta dalla DG Environment.

Gli obiettivi specifici della ricerca sono stati:

- raccogliere i dati di base necessari per elaborare l'indicatore;
- evidenziare eventuali difficoltà che si possono incontrare durante la determinazione dell'indicatore;
- effettuare una prima approssimativa valutazione del trend seguito dall'Italia nei confronti del problema dell'inquinamento da PM10 (in termini di esposizione della popolazione).

Lo studio è stato articolato in 4 fasi:

1. ricerca delle stazioni di fondo (background¹) urbano² e suburbano³, dotate di sensori per il rilevamento di PM10 nell'aria ambiente, presenti nella unità territoriale cui riferire il calcolo dell'indicatore;
2. ricerca dei dati di concentrazione misurati dalle stazioni di cui al punto 1. e dei dati di popolazione relativi alla dimensione territoriale impiegata;
3. calcolo dell'indicatore strutturale per l'Italia utilizzando i dati di cui al punto 2;
4. interpretazione dei risultati.

L'indicatore *Population weighted Exposure of urban population to Particulate Matter* misura l'esposizione a PM10 della popolazione dell'intera area urbana e si calcola facendo riferimento alla popolazione residente all'interno dell'area di rappresentatività⁴ di ciascuna stazione di fondo (background) urbano e suburbano usata per il monitoraggio di PM10. Non disponendo del dato di popolazione riferito all'area di rappresentatività così come definita dalla DG Environment (cerchio di raggio 3 o 5 km centrato sulla stazione), e considerando il fatto che tale area rappresenta comunque un'approssimazione che non tiene conto di aspetti importanti che condizionano la diffusione dell'inquinante nell'aria, è

¹ Le stazioni di background sono quelle situate in posizione tale che il livello di inquinamento non è prevalentemente influenzato da una singola fonte o da un'unica strada ma dal contributo integrato di tutte le fonti sopravento della stazione (Decisione 2001/752/CE).

² Le stazioni di background urbano sono quelle usate per monitorare i livelli medi dell'inquinamento all'interno di ampie aree urbane (tessuto urbano continuo, prevalentemente capoluoghi di regione e/o provincia) (De' Munari E et al, 2004).

³ Le stazioni di background suburbano sono quelle usate per monitorare i livelli medi dell'inquinamento all'interno di aree suburbane (tessuto urbano discontinuo, generalmente paesi limitrofi ai capoluoghi di provincia e/o regione) (De' Munari E et al, 2004).

⁴ L'area di rappresentatività è l'area all'interno della quale le concentrazioni degli inquinanti non differiscono dai valori misurati dalla stazione di monitoraggio per più del 20% (De' Munari E et al, 2004).

stata scelta un'area di rappresentatività diversa da quella indicata. Il calcolo dell'indicatore di esposizione a PM10 è stato fatto sia considerando la popolazione residente all'interno del:

- Comune (poiché esso rappresenta l'unità territoriale più piccola per cui si dispone del dato di popolazione);
- agglomerato⁵ (poiché esso è indicato dalla normativa europea come l'unità territoriale minima su cui eseguire la valutazione di qualità dell'aria).

Una volta scelta la dimensione territoriale cui riferire il calcolo dell'indicatore, sono stati analizzati i questionari che ogni anno le Regioni inviano, per il tramite dell'APAT, al Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio ed al Ministero della Salute, contenenti le informazioni di cui all'articolo 12, comma 1, lettera a), punti 1) e 2), e lettera b) del D.Lgs. 351/1999⁶ e le informazioni di cui agli articoli 5, 12 e 24 del D.M. 60/2002 relativamente agli inquinanti: NO₂, NO_x, SO₂, PM e Pb, CO e benzene (metodi seguiti e risultati della valutazione della qualità dell'aria), secondo il formato indicato nell'allegato XII del D.M. 60/2002.

Da ciascun questionario sono state estrapolate, per gli anni 2001 e 2002, le stazioni di monitoraggio rilevanti PM10 collocate all'interno degli agglomerati indicati da ciascuna Regione. In particolare, attraverso il modulo 2 del questionario sono stati individuati gli agglomerati; dal modulo 3, per ciascun agglomerato individuato, sono state selezionate le stazioni rilevanti PM10 e/o PM2,5.

Successivamente sono state selezionate, tra le stazioni fin qui individuate, quelle di fondo urbano e suburbano, attraverso l'utilizzo della banca dati nazionale dell'APAT BRACE (www.brace.sinanet.apat.it), contenente i dati di qualità dell'aria raccolti nel corso degli ultimi anni e le informazioni sulle reti e stazioni di monitoraggio distribuite sul territorio nazionale. Il sistema di consultazione in BRACE è suddiviso nelle sezioni: metadati (tabella 2.1) e dati.

⁵ L'agglomerato è una "zona con una concentrazione di popolazione superiore a 250.000 abitanti o, allorché la concentrazione di popolazione è pari o inferiore a 250.000 abitanti, una densità abitativa per km² tale da rendere necessarie per gli Stati membri la valutazione e la gestione della qualità dell'aria ambiente" (art.2 direttiva 96/62/CE).

⁶ Il rilevamento dei livelli di uno o più inquinanti che superano i valori limite (VL) oltre il margine di tolleranza (MdT), le date o i periodi in cui il superamento si è verificato, i motivi di ciascun superamento ed i valori registrati; l'elenco delle zone e degli agglomerati in cui i livelli di uno o più inquinanti eccedono il VL aumentato del MdT o sono compresi tra il VL ed il VL aumentato del MdT o sono inferiori ai VL e tali da non comportare il rischio di superamento degli stessi.

Per ciascuna stazione selezionata sono stati estratti: nome, codice, localizzazione in termini di Regione-Provincia-Comune, data di attivazione, tipo di zona (urbana, suburbana), e caratteristica della zona (agricola, commerciale, industriale, naturale o residenziale).

Tabella 2.1 - Formato dei metadati in BRACE

STAZIONE			
DETTAGLIO STAZIONE			
Rete:	Abbreviazione stazione:	Nome stazione:	
Regione:	Provincia:	Comune:	Indirizzo:
Latitudine:	Longitudine:		
Data di attivazione:	Data di disattivazione:		
Descrizione ambiente:			
Tipo stazione:	Tipo zona:	Caratteristica zona:	Tipo industria:
CARATTERISTICHE			
Rete:	Abbreviazione stazione:	Nome stazione:	
Tipo Strada:	Larghezza strada:	Area di rappresentatività:	
Distanza dal marciapiede:	Distanza dalla fonte:	Distanza dagli edifici:	
Traffico nelle 24 ore:	Velocità traffico:	Percentuale traffico pesante:	
PARAMETRI METEO			
OBIETTIVI MONITORAGGIO			
SENSORI			
DETTAGLIO SENSORE			
Inquinante:	Rete:	Abbreviazione stazione:	Nome stazione:
Regione:	Provincia:	Comune:	Indirizzo:
Data di installazione:	Data di disattivazione:		
Metodo di misura:	Principio analitico:	Frequenza dato:	
CONFIGURAZIONE SENSORE			
Inquinante:	Rete:	Abbreviazione stazione:	Nome stazione:
<i>Punto di campionamento</i>	Ubicazione:	Lunghezza:	Altezza:
<i>Campionamento</i>	Frequenza:	Unità di misura:	
<i>Integrazione risultato</i>	Frequenza:	Unità di misura:	
<i>Calibrazione</i>	Frequenza:	Unità di misura:	Metodo:

Il calcolo dell'indicatore è stato così effettuato sulle stazioni di fondo urbano e suburbano che registrano i livelli di PM10 presenti nell'aria ambiente e che ricadono negli agglomerati individuati dalle Regioni per la valutazione della qualità dell'aria negli anni 2001 e 2002. Per ciascuna di queste stazioni sono stati ricercati i seguenti dati:

- concentrazione media annua di PM10 registrata dalla centralina negli anni 2001 e 2002;
- popolazione del Comune e dell'agglomerato in cui è collocata la stazione.

Il dato di popolazione necessario per il calcolo dell'indicatore, considerando come area di rappresentatività quella comunale, è stato ottenuto dal database dell'ISTAT riportante la popolazione residente in Italia, disaggregata per Comuni, al 1 gennaio 2002.

Il dato di popolazione necessario per il calcolo dell'indicatore, considerando l'agglomerato come area di rappresentatività, è stato ottenuto dai questionari dell'allegato XII (modulo 2) relativi agli anni 2001 e 2002.

Il dato di qualità dell'aria è stato ricavato dagli Annuari dei dati ambientali (sezione Condizioni Ambientali - capitolo Atmosfera) degli anni 2002 e 2003. Laddove il valore di concentrazione non era disponibile (assenza del dato o della stazione sull'Annuario), la stazione in questione è stata eliminata dal paniere di stazioni utilizzato per il calcolo dell'indicatore, ad eccezione di quelle per le quali è stato possibile reperire il dato di concentrazione tra i dati pubblicati sul "I Rapporto annuale sulla qualità dell'ambiente urbano - Apat 2004".

La consultazione degli Annuari si è resa necessaria perché i valori di concentrazione rilevati dalle stazioni di monitoraggio nell'anno 2001 non sono disponibili sul sito BRACE.

L'indicatore strutturale "esposizione, pesata sulla popolazione, della popolazione urbana a PM10" è stato calcolato per l'Italia (per gli anni 2001 e 2002) utilizzando un paniere stabile di stazioni (ovvero considerando nei due anni consecutivi lo stesso gruppo di stazioni).

Per ogni valore dell'indicatore ottenuto, ai fini di una più corretta interpretazione del risultato, si è ritenuto opportuno indicare anche il numero di stazioni utilizzate per il calcolo.

3. CORPO DELLA TESI: i due indicatori di esposizione (pesata sulla popolazione) della popolazione urbana a PM10 ed ozono

Gli indicatori strutturali relativi alla qualità dell'aria urbana formulati nel 2003 (tabella 1.2) sono stati definiti come “esposizione della popolazione urbana all'inquinamento dell'aria dovuto al particolato e ad ozono”. Tali indicatori, con riferimento agli obiettivi di qualità dell'aria fissati dalle direttive Direttiva 1999/30/EC e Direttiva 2002/3/EC, si calcolano rispettivamente come percentuale di popolazione urbana esposta a concentrazioni di PM che eccedono i valori limite per più di 35 giorni/anno e a livelli di ozono che superano i valori limite per più di 25 giorni/anno.

Tali indicatori danno una misura dell'esposizione in termini di esposizione superiore ai valori limite/bersaglio; essi non sono rappresentativi degli effetti di PM10 ed ozono sulla salute umana dal momento che non c'è evidenza scientifica circa l'esistenza di soglie di concentrazione al di sotto delle quali non si abbiano danni alla salute.

La DG Environment ha proposto la revisione dei due indicatori strutturali relativi alla qualità dell'aria urbana al fine di meglio interpretare il trend seguito dagli Stati membri rispetto al problema dell'inquinamento atmosferico in termini di impatto della qualità dell'aria sulla salute e di valutare quindi nel tempo l'efficacia delle politiche ambientali attuate. I “nuovi” indicatori sono stati così definiti:

- Esposizione (pesata sulla popolazione) della popolazione urbana all'inquinamento atmosferico dovuto a particelle (PM10) (Population weighted Exposure of urban population to Particulate Matter -PM10-) (**SI_{PM}**);
- Esposizione (pesata sulla popolazione) della popolazione urbana all'inquinamento atmosferico dovuto ad ozono (Population weighted Exposure of urban population to Ozone) (**SI_{O3}**).

L'indicatore strutturale **Esposizione (pesata sulla popolazione) della popolazione urbana all'inquinamento atmosferico dovuto a particelle (PM10)** si calcola mediante la formula:

$$SI_{PM} = \sum_i (C_i \times Pop_i) / \sum_i Pop_i$$

dove

i = 1, ..., n è l'insieme delle stazioni di monitoraggio di background urbano e suburbano all'interno del Paese;

C_i è la concentrazione media annuale di PM10 registrata dalla i-esima stazione di monitoraggio;

Pop_i è la popolazione che insiste sull'area rappresentativa intorno all'i-esima stazione di misura. Tale area è attualmente definita con un cerchio di raggio 3 o 5 km, uniforme per tutte stazioni.

L'indicatore strutturale **Esposizione (pesata sulla popolazione) della popolazione urbana all'inquinamento atmosferico dovuto ad ozono** si calcola attraverso la seguente formula:

$$SI_{O_3} = \sum_k [\sum_i \max(0, C_i^k - CUT) \times Pop_i / \sum_i Pop_i]$$

dove

$i = 1, \dots, n$ è l'insieme delle stazioni di monitoraggio di background urbano e suburbano all'interno del Paese;

$k = 1, \dots, m$ (con $m \leq 365$) è l'insieme dei giorni, in un anno, in cui vengono forniti i dati di concentrazione su base giornaliera (può essere richiesto un valore minimo per la copertura dei dati analogo a quanto prescritto dalla normativa relativa all'ozono⁷);

C_i^k è la concentrazione massima ogni 8 ore, monitorata sulla i-esima stazione in una città j-esima, nel giorno k-esimo;

Pop_i è la popolazione nell'area rappresentativa (cerchio di raggio 3-5 km) intorno all'i-esima stazione;

CUT è un valore che indica una concentrazione di taglio (cut-off), non ancora definito. Attualmente due sono i possibili valori da assegnare al parametro su cui si discute: 0 ppb o 35 ppb.

Entrambi gli indicatori sono calcolati come concentrazioni pesate sulla popolazione, misurate da un gruppo (paniere) stabile di stazioni di fondo urbano e suburbano, soggette alle procedure Quality Assurance (QA)/Quality Control (QC)⁸ ed aggregate per ogni Paese appartenente all'Unione Europea.

⁷ La direttiva 2002/3/EC indica i criteri per verificare la validità dell'aggregazione dei dati: la proporzione prescritta di dati validi per i valori di 8 ore e per il valore medio massimo giornaliero su 8 ore sulla base delle medie consecutive di 8 ore è pari al 75% (allegato III, parte II).

⁸ L'assicurazione di qualità (QA) è un sistema di attività che assicura che una misurazione soddisfi definiti standard di qualità con un assegnato livello di fiducia: include procedure per la progettazione e gestione delle reti di monitoraggio e la selezione degli strumenti atti a garantire una certa accuratezza e precisione della misura (QC) (Position Paper, 1997).

Assieme al valore dei due indicatori strutturali ciascuno Stato membro dovrebbe fornire, per completezza del dato e per favorire quindi la sua interpretazione, informazioni aggiuntive come la percentuale di popolazione coperta ed il numero di stazioni considerate per Paese.

Le sorgenti da cui reperire i dati necessari per il calcolo degli indicatori sono:

- AIRBASE⁹ per i dati di qualità dell'aria degli Stati membri;
- ESTAT per le statistiche di popolazione basate sul Geographical Information System (GIS).

La popolazione considerata per ogni stazione è quella che risiede all'interno dell'area circolare costruita intorno alla stazione. Nel caso in cui aree rappresentative si intersechino, si applica una procedura per attribuire la popolazione alla stazione più vicina, in modo da evitare che tale popolazione sia conteggiata due volte.

Nell'incontro tenutosi l'8 settembre 2004 (Consultation meeting on the proposed set of Air Quality Structural Indicators) tra gli esperti degli Stati membri, i Servizi della Commissione (DG Eurostat e DG Environment) e l'European Environment Agency (EEA) si è concluso che i due indicatori di esposizione a PM10 ed ozono così come sopra formulati potrebbero rappresentare degli indici ("proxies") per valutare con buona approssimazione l'impatto dell'inquinamento dell'aria sulla salute. Nonostante ci sia ancora del lavoro da fare per migliorare la metodologia di calcolo, si ritiene che tali indicatori siano validi ("the concept is good, relevance high and proposed methodology sound" (DG Environment, 2004)).

Il maggiore problema evidenziato fino ad ora, ai fini del calcolo degli indicatori oggetto di studio, è la **scarsità dei dati disponibili**. La quantità dei dati di qualità dell'aria e di popolazione sembra non essere sufficiente per molti Stati membri.

In particolare, per i dati di concentrazione due sono gli aspetti di cui tener conto:

- per molti Stati membri non ci sono dati disponibili: la copertura del territorio mediante stazioni di background varia da Paese a Paese; per il monitoraggio di PM ed ozono tale copertura è bassa per Italia, Spagna, Finlandia, Svezia ed alta per Austria, Belgio, Francia e Germania (Luksch U, 2004);

⁹ Airbase è un database dell'Agenzia Europea dell'Ambiente contenente dati ottenuti sotto la Decisione del Consiglio Europeo (97/101/CE) che instaura uno scambio reciproco di informazioni e dati provenienti dalle reti e dalle singole stazioni di monitoraggio dell'inquinamento atmosferico negli Stati membri dell'UE.

- per altri Stati membri le serie storiche si presentano largamente incomplete: l'anno di inizio di registrazione dei livelli di PM10 ed ozono secondo modalità standard di misurazione (previste dalla legislazione) è diverso a seconda dello Stato membro; nel periodo 2000-2002 sono disponibili solo i dati di 12 Paesi per il PM10 e di 15 Paesi per l'ozono (DG Environment, 2004).

Anche i dati di popolazione, al livello di dettaglio richiesto, non sono disponibili per tutti i Paesi dell'Unione (DG Environment, 2004).

Al problema della quantità dei dati disponibili si aggiunge quello della loro *qualità*: il **paniere di stazioni** scelto per il calcolo dell'indicatore deve essere non solo **rappresentativo** del Paese, ma anche **stabile** nel tempo, al fine di assicurare la **confrontabilità dell'indicatore nel tempo e nello spazio** (tra i Paesi dell'Unione). Occorre definire, quindi, un criterio per garantire che il campione di stazioni selezionato per il calcolo dell'indicatore sia sufficientemente ampio e tale da consentire all'indicatore di essere rappresentativo dell'esposizione della intera popolazione urbana. Tale campione, inoltre, non deve variare di anno in anno: le stazioni utilizzate per la determinazione dell'indicatore devono essere sempre le stesse, per cui si deve fare in modo che queste operino continuativamente nel tempo. Nel caso in cui ciò non sia garantito, la metodologia di calcolo degli indicatori dovrebbe prevedere l'uso di procedure valide dal punto di vista statistico per tener conto di possibili cambiamenti della rete di monitoraggio non solo in termini di variazione della collocazione della centralina di rilevamento, ma anche di uso di metodi di misurazione diversi da quelli di riferimento (indicati dalla normativa). In questo modo sarebbe possibile:

- confrontare ogni anno il valore ottenuto per l'indicatore da ciascuno Stato membro;
- stimare il trend seguito da ciascuno Stato membro in materia di esposizione della popolazione urbana a PM ed ozono attraverso l'analisi della variazione dell'indicatore al passare degli anni. Valori degli indicatori calcolati considerando insieme diversi di centraline di monitoraggio non sono infatti comparabili tra loro nel corso degli anni essendo rappresentativi di popolazioni differenti da un punto di vista statistico.

Altra questione rilevante e ancora oggetto di discussione è la definizione **dell'area rappresentativa** attorno alle stazioni di monitoraggio e della relativa popolazione. Tale area è la zona all'interno della quale si ritiene che la popolazione sia esposta alla stessa concentrazione di inquinante rilevata dalla centralina di monitoraggio. Ciò rappresenta ovviamente un'approssimazione, dal momento che il livello di ciascun inquinante atmosferico varia nel tempo e nello spazio per effetto del tipo di fonte di emissione e per le

condizioni meteo-climatiche ed orografiche che influenzano la diluizione dell'inquinante nell'atmosfera. L'uso indistinto di un unico raggio di rappresentatività per tutte le stazioni è indicativo di un approccio pragmatico e come tale presenta l'indiscusso vantaggio di rendere immediata l'implementazione dell'indicatore, sebbene produca un modello distante dalla realtà. Una prima applicazione a cura dell'Agenzia Europea dell'Ambiente del calcolo dell'indicatore utilizzando tutti i dati disponibili in Europa ha evidenziato che l'utilizzo di un raggio "rappresentativo" pari a 3 o 5 km è indifferente dal momento che non si associa ad una significativa variazione dell'indicatore (De Leeuw F, 2004).

Un'altra osservazione da fare è che la popolazione inclusa nell'area considerata rappresentativa è quella residente nella suddetta zona e pertanto rappresenta la popolazione "di notte" (De Diego Díez C, 2004). La metodologia di calcolo dell'indicatore proposta, quindi, non tiene conto del fatto che gli individui si spostano all'interno dell'area urbana e zone popolate durante la notte non lo sono necessariamente anche durante il giorno. Pertanto è come se si applicasse una concentrazione di inquinante ad un gruppo di persone (popolazione residente) diverso da quello che ne subisce gli effetti (popolazione esposta). Occorre quindi valutare meglio come applicare le mappe di densità della popolazione.

Di seguito sono riportati i risultati del lavoro, condotto al fine di valutare la possibilità di calcolare per l'Italia il valore dell'indicatore strutturale "esposizione, pesata sulla popolazione, della popolazione urbana a PM10" relativo agli anni 2001 e 2002.

FASE 1

Le stazioni utilizzate per la valutazione della qualità dell'aria rispetto al PM10 negli anni 2001 e 2002 collocate all'interno degli agglomerati, ricavate dall'analisi dei questionari dell'allegato XII del D.M. 60/2002 compilati dalle 19 Regioni e dalle 2 Province Autonome di Trento e Bolzano per gli anni in questione, sono state riportate rispettivamente nelle tabelle 3.1 e 3.2.

Tabella 3.1 - Stazioni per il monitoraggio di PM10 situate all'interno di agglomerati nell'anno 2001 (allegato XII del D.M.60/2002)

Regione	Allegato XII (modello 2)	Allegato XII (modello 3)			
		Stazioni che rilevano PM10		Metodo campionamento	
	Cod. agglomerato	Cod. stazione	Cod. locale stazione	PM10	PM2,5
Piemonte	IT0103	100114	BORGARO	M2	
Piemonte	IT0103	100108	TO CONSOLATA	M2	
Piemonte	IT0103	100103	TO GRASSI	M2	
Liguria	IT0701	701016	G250017-Quarto	M2	
Liguria	IT0701	701004	G250001-Brignole	M2	
Lombardia	IT0301	301505	MI Arese	M3	
Lombardia	IT0301	301518	MI Juvara	M3	
Lombardia	IT0301	301541	MI Messina	M2	M2
Lombardia	IT0301	301543	MI Vimercate	M3	
Lombardia	IT0301	301540	MI Verziere	M3	
Lombardia	IT0301	301544	MI Zavattari		M3
Lombardia	IT0301	301524	MI Limite	M3	
Lombardia	IT0302	301207	VA Gallarate	M3	
Lombardia	IT0302	301211	VA Saronno Marconi	M3	
Lombardia	IT0303	301306	CO Cantù	M3	
Lombardia	IT0303	301309	CO Mariano	M3	
Lombardia	IT0303	301311	CO Como Centro	M3	
Lombardia	IT0303	301527	MI Meda	M3	
Lombardia	IT0304	301619	BG Lallio	M3	
Lombardia	IT0304	301621	BG Osio Sotto	M3	
Lombardia	IT0305	301702	BS Broletto	M3	
Lombardia	IT0305	301711	BS Rezzato	M3	
Lombardia	IT0305	301713	BS Sarezzo	M3	
Lombardia	IT0306	301908	CR Libertà	M3	
Lombardia	IT0307	302006	MN Ariosto	M3	
Lombardia	IT0308	301404	SO Centro	M3	
Lombardia	IT0309	301302	LC Centro	M3	
Lombardia	IT0310	301213	VA Violetti	M3	
Lombardia	IT0311	309802	LO Vignati	M3	
Prov. Autonoma Bolzano	IT0403	402103	BZ2	M1	
Prov. Autonoma Bolzano	IT0403	402113	BZ4	M1	
Prov. Autonoma Bolzano	IT0403	402114	BZ5	M1	
Veneto	IT0501	502804	PD-Arcella	M2	
Veneto	IT0501	502808	PD-Mandria	M2	
Veneto	IT0501	502701	VE-Parco Bissuola	M2	
Veneto	IT0501	502710	VE-Via Circonvallazione	M2	
Emilia Romagna	IT0802	803312	213 (Pubblico Passeggio)	M1	
Emilia Romagna	IT0812	803401	Cittadella	M1	
Emilia Romagna	IT0812	803406	Spalato	M1	
Emilia Romagna	IT0822	803508	19 (S. Lazzaro)	M1	
Emilia Romagna	IT0832	803612	Mo-Nonantolona	M1	
Emilia Romagna	IT0832	803620	Mo-XX Settembre	M3	
Emilia Romagna	IT0842	803713	S. Felice	M1	
Emilia Romagna	IT0852	803803	C.so Isonzo	M1	M2
Emilia Romagna	IT0862	803910	815 (N. Rocca Brancaleone)	M1	
Emilia Romagna	IT0862	803921	814 (Zalamella)	M1	
Emilia Romagna	IT0863	803917	816 (Faenza Ceramiche)	M1	
Emilia Romagna	IT0872	804005	Bufalini	M1	
Emilia Romagna	IT0872	804009	Giardini	M1	
Emilia Romagna	IT0882	804001	RICCIONE	M1	
Emilia Romagna	IT0882	804002	MARECCHIA	M1	
Toscana	IT09XX	904810	Giardino di Boboli	M1	M1
Toscana	IT09XX	904812	Via Ponte alle Mosse	M1	
Toscana	IT09XX	904809	Viale Bassi	M1	
Toscana	IT09XX	904811	Viale Gramsci	M1	
Toscana	IT09XX	904823	Viale Rosselli	M1	
Toscana	IT09XX	904824	Scandicci-Buozzi	M1	
Lazio	IT1201	1205809	1	M1	
Lazio	IT1201	1205810	5	M1	
Lazio	IT1201	1205813	4	M1	
Lazio	IT1201	1205820	39	M1	
Lazio	IT1202	1205874	62	M1	
Campania	IT1504		Na2	M1	
Campania	IT1504		Na3	M1	
Campania	IT1504		Na4	M1	
Campania	IT1504		Na5	M1	

Campania	IT1504		Na7	M1	
Abruzzo	IT13P1	1306804	P.zza Grue	M1	
Abruzzo	IT13P2	1306805	Via Firenze	M1	
Abruzzo	IT13P5	1306809	Teatro D'Annunzio	M1	
Puglia	IT1601	167201	Stadio S. Nicola	M1	
Puglia	IT1601	167203	Via M.L. King	M1	
Puglia	IT1601	167204	P.zza L. di Savoia	M1	
Puglia	IT1601	167205	C.so Cavour	M4	
Puglia	IT1602	167303	P.zza Garibaldi	M4	
Puglia	IT1602	167304	Paolo VI	M4	
Basilicata	IT1701	Rossellino	PZ01	M1	
Basilicata	IT1701	Unicef	PZ02	M1	
Basilicata	IT1701	Caporella	PZ03	M1	
Basilicata	IT1701	Dante	PZ04	M1	
Sicilia	IT19082A1	1908201	Belgio	M2	
Sicilia	IT19082A1	1908202	Boccadifalco	M2	
Sicilia	IT19082A1	1908204	Giulio Cesare	M2	
Sicilia	IT19082A1	1908205	Indipendenza	M2	
Sicilia	IT19082A1	1908206	Torrelunga	M2	
Sicilia	IT19082A1	1908207	Unità d'Italia	M2	
Sicilia	IT19082A1	1908208	Castelnuovo	M2	
Sicilia	IT19082A1	1908209	Di Blasi	M2	
Sicilia	IT19085R1	1908508	Ospedale V. Emanuele (12)	M3	
Sicilia	IT19087A6		Viale Felice Fontana	M1	
Sicilia	IT19087A6		Via Messina	M1	
Sicilia	IT19087A6		P.zza Europa	M1	
Sicilia	IT19087A6		Ospedale Garibaldi	M1	
Sicilia	IT19087A6		P.zza Risorgimento	M1	
Sicilia	IT19087A6		P.zza Michelangelo	M1	
Sicilia	IT19087A6		Zona Industriale	M1	
Sicilia	IT19087A6		P.zza Aldo Moro	M1	
Sicilia	IT19087A6		P.zza Giovanni XXIII	M1	
Sicilia	IT19087A6		P.zza Stesicoro	M1	
Sicilia	IT19087A6		Viale della Regione	M1	
Sicilia	IT19087A6		Viale V. Veneto	M1	
Sicilia	IT19087A6		Librino	M1	
Sicilia	IT19087A6		Piazza Giorni	M1	
Sicilia	IT19087A6		Giuffrida	M1	

Metodo di campionamento: Beta-assorbimento (M1); Gravimetria (M2); Microbilancia ad oscillazione (M3); Attenuazione IR (M4).

Tabella 3.2 - Stazioni per il monitoraggio di PM10 situate all'interno di agglomerati nell'anno 2002 (allegato XII del D.M.60/2002)

Le stazioni riportate in corsivo sono quelle che non figurano nell'elenco relativo al 2001 (tabella 3.1).

Regione	Allegato XII (modello 2)	Allegato XII (modello 3)			
		Stazioni che rilevano PM10		Metodo campionamento	
		Cod. agglomerato	Cod. stazione	Cod. locale stazione	PM10 PM2,5
Piemonte	IT0103	100114	BORGARO	M2	
Piemonte	IT0103	100108	TO CONSOLATA	M2	
Piemonte	IT0103	100103	TO GRASSI	M2	
Liguria	IT0701	701016	G250017-Quarto	M2	
Liguria	IT0701	701004	G250001-Brignole	M2	
Lombardia	IT0301	301505	MI Arese	M3	
Lombardia	IT0301	301518	MI Juvara	M3	
Lombardia	IT0301	301541	MI Messina	M2	M2
Lombardia	IT0301	301543	MI Vimercate	M3	
Lombardia	IT0301	301540	MI Verziere	M3	
Lombardia	IT0301	301544	MI Zavattari		M3
Lombardia	IT0301	301524	MI Limite	M3	
Lombardia	IT0302	301214	VA Busto accam	M1	
Lombardia	IT0302	301207	VA Gallarate	M3	
Lombardia	IT0302	301211	VA Saronno Marconi	M3	
Lombardia	IT0303	301306	CO Cantù	M3	
Lombardia	IT0303	301309	CO Mariano	M3	
Lombardia	IT0303	301311	CO Como Centro	M3	M3
Lombardia	IT0303	301527	MI Meda	M3	
Lombardia	IT0304	301619	BG Lallio	M3	
Lombardia	IT0304	301621	BG Osio Sotto	M3	
Lombardia	IT0304	301614	BG S. Giorgio	M3	
Lombardia	IT0304	301615	BG Seriate	M3	
Lombardia	IT0305	301702	BS Broletto	M3	
Lombardia	IT0305	301711	BS Rezzato	M3	
Lombardia	IT0305	301713	BS Sarezzo	M3	
Lombardia	IT0306	301908	CR Libertà	M3	
Lombardia	IT0307	302006	MN Ariosto	M3	
Lombardia	IT0308	301404	SO Centro	M3	
Lombardia	IT0309	301302	LC Centro	M3	
Lombardia	IT0310	301213	VA Violetti	M3	
Lombardia	IT0311	309802	LO Vignati	M3	
Lombardia	IT0312	301805	PV Minerva	M3	
Prov. Autonoma Bolzano	IT0403	402103	BZ2	M1	
Prov. Autonoma Bolzano	IT0403	402113	BZ4	M1	
Prov. Autonoma Bolzano	IT0403	402114	BZ5	M1	
Veneto	IT0501	502501	BL-La Cerva	M2	
Veneto	IT0501	502502	Feltre	M2	
Veneto	IT0501	502804	PD-Arcella	M2	
Veneto	IT0501	502808	PD-Mandria	M2	
Veneto	IT0501	502906	Castelnuovo Bariano	M2	
Veneto	IT0501	502601	TV-Via Sauro	M2	
Veneto	IT0501	502701	VE-Parco Bissuola	M2	
Veneto	IT0501	502710	VE-Via Circonvallazione	M2	
Veneto	IT0501	502409	VI-Quartiere Italia	M2	
Veneto	IT0501	502303	VR-S. Giacomo	M2	
Emilia Romagna	IT0802	803312	213 (Pubblico Passeggio)	M1	
Emilia Romagna	IT0812	803401	Cittadella	M1	
Emilia Romagna	IT0812	803406	Spalato	M1	
Emilia Romagna	IT0822	803508	19 (S. Lazzaro)	M1	
Emilia Romagna	IT0832	803612	Mo-Nonantolona	M1	
Emilia Romagna	IT0832	803620	Mo-XX Settembre	M3	
Emilia Romagna	IT0842	803713	S. Felice	M1	
Emilia Romagna	IT0852	803803	C.so Isonzo	M1	M2
Emilia Romagna	IT0862	803910	815 (N. Rocca Brancaleone)	M1	
Emilia Romagna	IT0862	803921	814 (Zalamella)	M1	
Emilia Romagna	IT0863	803917	816 (Faenza Ceramiche)	M1	
Emilia Romagna	IT0872	804005	Bufalini	M1	
Emilia Romagna	IT0872	804009	Giardini	M1	
Emilia Romagna	IT0882	804001	RICCIONE	M1	
Emilia Romagna	IT0882	804002	MARECCHIA	M1	
Toscana	5	904810	Giardino di Boboli	M1	
Toscana	5	904812	Via Ponte alle Mosse	M1	M1
Toscana	5	904809	Viale Bassi	M1	
Toscana	5	904811	Viale Gramsci	M1	

Toscana	5	904814	Viale Rosselli	M1	
Toscana	5	904824	Scandicci-Buozzi	M1	
Toscana	5	904822	Boccaccio	M1	
Toscana	5	904808	Via Ridolfi	M1	
Toscana	5	904818	Via Don Milani	M1	
Toscana	5	904820	Pratelle	M1	
Toscana	5	904806	Fontanelle	M1	
Toscana	5	910003	Ferrucci	M1	
Toscana	5	904805	Roma	M1	
Toscana	5	910001	Strozzi	M1	
Toscana	5		Via Zamenhof	M1	
Toscana	5		Via Pacinotti	M1	
Lazio	IT1201	1205809	1	M1	
Lazio	IT1201	1205810	5	M1	
Lazio	IT1201	1205813	4	M1	
Lazio	IT1201	1205820	39	M1	
Lazio	IT1202	1205874	62	M1	
Campania	IT1504	1506306	Na2	M1	
Campania	IT1504	1506302	Na3	M1	
Campania	IT1504	1506308	Na4	M1	
Campania	IT1504	1506309	Na5	M1	
Campania	IT1504	1506301	Na7	M1	
Abruzzo	IT13P1	1306804	P.zza Grue	M1	
Abruzzo	IT13P2	1306805	Via Firenze	M1	
Abruzzo	IT13P5	1306809	Teatro D'Annunzio	M1	
Puglia	IT1601	167201	Stadio S. Nicola	M1	
Puglia	IT1601	167203	Via M.L. King	M1	
Puglia	IT1601	167204	P.zza L. di Savoia	M1	
Puglia	IT1601	167205	C.so Cavour	M4	
Puglia	IT1602	167303	P.zza Garibaldi	M4	
Puglia	IT1602	167304	Paolo VI	M4	
Puglia	IT1602	167306	Villa Peripato	M1	
Basilicata	IT1701	Rossellino	PZ01	M1	
Basilicata	IT1701	Unicef	PZ02	M1	
Basilicata	IT1701	Caporella	PZ03	M1	
Basilicata	IT1701	Dante	PZ04	M1	
Sicilia	IT19082A1	1908201	Belgio	M2	
Sicilia	IT19082A1	1908202	Boccadifalco	M2	
Sicilia	IT19082A1	1908204	Giulio Cesare	M2	
Sicilia	IT19082A1	1908205	Indipendenza	M2	
Sicilia	IT19082A1	1908206	Torrelunga	M2	
Sicilia	IT19082A1	1908207	Unità d'Italia	M2	
Sicilia	IT19082A1	1908208	Castelnuovo	M2	
Sicilia	IT19082A1	1908209	Di Blasi	M2	
Sicilia	IT19085R1	1908508	Ospedale V. Emanuele (12)	M3	
Sicilia		1908504	Corso V. Emanuele (1)	M3	
Sicilia	IT19087A6		Viale Felice Fontana	M1	
Sicilia	IT19087A6		Via Messina	M1	
Sicilia	IT19087A6		P.zza Europa	M1	
Sicilia	IT19087A6		Ospedale Garibaldi	M1	
Sicilia	IT19087A6		P.zza Risorgimento	M1	
Sicilia	IT19087A6		P.zza Michelangelo	M1	
Sicilia	IT19087A6		Zona Industriale	M1	
Sicilia	IT19087A6		P.zza Aldo Moro	M1	
Sicilia	IT19087A6		P.zza Giovanni XXIII	M1	
Sicilia	IT19087A6		P.zza Stesicoro	M1	
Sicilia	IT19087A6		Viale della Regione	M1	
Sicilia	IT19087A6		Viale V. Veneto	M1	
Sicilia	IT19087A6		Librino	M1	
Sicilia	IT19087A6		Piazza Giorni	M1	
Sicilia	IT19087A6		Giuffrida	M1	
Sardegna	IT2027	2009218	CENCB1		

Metodo di campionamento: Beta-assorbimento (M1); Gravimetria (M2); Microbilancia ad oscillazione (M3); Attenuazione IR (M4).

Le Regioni Friuli Venezia Giulia, Marche, Provincia Autonoma di Trento, Umbria e Valle d'Aosta non figurano nelle tabelle 3.1 e 3.2 perché al loro interno non sono presenti agglomerati.

La Regione Sardegna ha definito sul suo territorio 9 agglomerati: nell'anno 2001 in essi non risulta presente alcuna stazione per il monitoraggio di PM10; nel 2002 nell'agglomerato Carbonia (cod. IT2027) risulta collocata una stazione per il rilevamento di PM10.

Le stazioni di fondo collocate all'interno degli agglomerati, impiegate dalla Regione Toscana nel 2001 per la valutazione della qualità dell'aria relativamente al materiale particolato, sono complessivamente 6 (agglomerato Area omogenea di Firenze - cod. IT09XX). Nel 2002 queste 6 stazioni sono comprese all'interno di un agglomerato più esteso (agglomerato Zona di risanamento dell'Area metropolitana di Firenze-Prato-Pistoia e Comprensorio Empolese - cod.5). Pertanto, alcune stazioni toscane che figurano nella tabella 3.2 relativa all'anno 2002 (Via Ridolfi, Pratelle, Fontanelle, Ferrucci, Roma, Strozzi) sono state usate per il monitoraggio di PM10 nel 2001, ma non sono presenti nella tabella 3.1 relativa all'anno 2001 perché in quell'anno non ricadevano all'interno di agglomerati.

Il codice attribuito alla stazione di Firenze - Viale Rosselli è diverso nei due anni considerati: nel questionario del 2001 il codice è 904823; in quello del 2002 il codice è 904814.

Alcuni dei questionari analizzati sono risultati incompleti; nello specifico, rispetto alle informazioni ricercate in questa prima fase del lavoro, si è osservato che:

- nella Regione Calabria risulta la presenza di 5 stazioni per il monitoraggio di PM10 all'interno di una zona (zona A - codice IT1801) ma non è specificato se tale zona è o non è un agglomerato. Tali stazioni non sono state prese in considerazione;
- la Regione Sicilia non ha riportato il codice di 15 stazioni rilevanti PM10 comprese all'interno di agglomerati. Tali stazioni non sono state prese in considerazione;
- la Regione Molise non ha utilizzato negli anni 2001 e 2002 dati dalle centraline fisse di monitoraggio ma campagne con mezzi mobili.

FASE 2

Nella tabella 3.3 sono state riportate le stazioni di fondo dotate di sensori per il rilevamento di PM10 e/o PTS presenti sul territorio italiano, rinvenute all'interno del database BRACE. Per ciascuna di esse sono stati trascritti i cosiddetti metadati (informazioni a corredo del dato) utili per la loro localizzazione: nome, codice e posizione geografica (definita dalla Regione-Provincia-Comune). Oltre a questi parametri caratterizzanti la stazione, nella tabella sono state riportate altre informazioni tra cui il tipo

di zona (urbano, suburbano o rurale), la data di attivazione ed il metodo di misurazione utilizzato (automatico, manuale).

Tabella 3.3 - Stazioni di fondo urbano e suburbano per il monitoraggio di PM10 e/o PTS (particolato totale sospeso) presenti in Italia (BRACE)

	STAZIONE								SENSORI			
	Regione	Provincia	Comune	Nome stazione	Codice stazione	Tipo staz. - zona	Caratt. zona	Data attivaz.	PM ₁₀	Metodo misura - Freq. dato	PTS	Metodo misura - Freq. dato
1	Piemonte	Asti	Asti	AT_5005_DACQU ISTO	10501	BU	Res	17.3.02	x	M24		
2	Piemonte	Biella	Biella	BI_2012_BIELLA1	109602	BS	Res-Com-Ind	1.1.99	x	A1		
3	Piemonte	Biella	Cossato	BI_2046_COSSATO	109603	BS	Res-Com-Ind	1.1.99	x	A1		
4	Piemonte	Biella	Triviero	BI_2149_PONZONE	109604	BS	Ind-Res	1.1.99	x	A1		
5	Piemonte	Biella	Verrone	BI_2159_VERRONE	109605	BS	Ind-Res	1.1.99	x	A1		
6	Piemonte	Cuneo	Alba	CN_4003_ALBA	10407	BS	Res-Com-Ind	1.1.02	x	M24		
7	Piemonte	Cuneo	Bra	CN_4029_BRA	10405	BS	Ind-Res	1.1.02	x	M24		
8	Piemonte	Cuneo	Cuneo	CN_4078_CUNEO	10402	BU	Res-Com	1.1.02	x	M24		
9	Piemonte	Cuneo	Saliceto	CN_4201_SALICETO	10401	BS	Res	1.7.00	x	M24		
10	Piemonte	Novara	Treccate	NO_3149_TRECCATE	10306	BS	Res	1.10.98	x	M24	x	A
11	Piemonte	Verbania-Cusio-Ossola	Verbania	NO_3156_VERBANIA	10303	BS	Res-Com	1.10.98	x	M24		
12	Piemonte	Torino	Borgaro Torinese	TO_1028_BORGARO	100114	BS	Res	17.4.97	x	M		
13	Piemonte	Torino	Torino	TO_1272_TO_GAIDANO	100109	BU	Res	1.2.98	x	M24		
14	Piemonte	Torino	Torino	TO_1272_TO_LINGOTTO	100106	BU	Ind-Res	1.1.80			x	M
15	Piemonte	Vercelli	Borgosesia	VC_2016_BORGOSIESIA	10203	BS	Res-Com	6.2.02	x	M24		
16	Piemonte	Vercelli	Vercelli	VC_2158_VC_CENTRO	10202	BU	Res-Com	6.2.02	x	M24		
17	Liguria	Genova	Genova	ACQUASOLA	701026	BU	Res	1.8.93			x	M24
18	Liguria	Genova	Genova	QUARTO	701016	BU	Res	1.8.93	x	M24		
19	Lombardia	Brescia	Brescia	BROLETTO	301702	BU	Res-Com	1.11.82	x	A		
20	Lombardia	Brescia	Brescia	VIA ZIZIOLA	301723	BS	Com-Ind	1.10.97			x	A
21	Lombardia	Brescia	Darfo Boario Terme	DARFO_2	301721	BS	Res	1.2.00			x	A
22	Lombardia	Brescia	Lonato	LONATO	301706	BU	Res	1.11.90			x	A
23	Lombardia	Brescia	Manerbio	MANERBIO	301707	BU	Res	1.11.92			x	A
24	Lombardia	Brescia	Ospitaletto	OSPITALETTO	301710	BS	Res	1.11.89			x	A
25	Lombardia	Brescia	Rezzato	REZZATO	301711	BS	Ind-Res	1.11.92	x	A		
26	Lombardia	Brescia	Sarezzo	SAREZZO_2	301713	BU	Ind-Res	1.7.00	x	A		
27	Lombardia	Como	Cantù	CANTÙ-MEUCCI	301314	BS	Res	24.10.02	x	A2		
28	Lombardia	Como	Erba	ERBA	301307	BS	Res	1.10.93	x	A		
29	Lombardia	Cremona	Casalmaggiore	CASALMAGGIORE	301902	BS	Com	1.11.92			x	A
30	Lombardia	Cremona	Crema	CREMA S.BERNARD.	301905	BS	Res	1.11.92			x	A
31	Lombardia	Cremona	Corte de' Cortesi con Cignone	CORTE DEI CORTESI	301903	BR	Agr	1.11.92			x	A
32	Lombardia	Cremona	Pizzighettone	PIZZIGHETTONE	301909	BS	Res	1.5.96	x	A		
33	Lombardia	Lecco	Colico	COLICO	301301	BS	Res-Com-Ind	1.11.91			x	A
34	Lombardia	Lecco	Nibionno	NIBIONNO	301304	BS	Res	1.11.91	x	A		

35	Lombardia	Lodi	San Rocco al Porto	SAN ROCCO AL PORTO	309807	BS	Res	1.4.02	x	A1		
36	Lombardia	Milano	Agrate Brianza	AGRATE BRIANZA	301502	BU	Res-Com	11.1.90			x	A
37	Lombardia	Milano	Magenta	MAGENTA VF	301525	BU	Res	1.4.95	x	A		
38	Lombardia	Milano	Meda	MEDA	301527	BU	Res	1.11.95	x	A		
39	Lombardia	Milano	Milano	JUVARA	301518	BU	Res	1.11.68	x	A2		
40	Lombardia	Milano	Milano	VIA MESSINA	301541	BU	Res	1.6.95	x	M24		
41	Lombardia	Milano	Legnano	LEGNANO-S.MAGNO	301520	BU	Res	1.11.73			x	A
42	Lombardia	Milano	Pioltello	LIMITO	301524	BU	Res	1.11.89	x	A2		
43	Lombardia	Milano	Trezzo sull'Adda	TREZZO SULL'ADDA	301555	BS	Res	1.3.01	x	A		
44	Lombardia	Pavia	Voghera	VOGHERA	301810	BU	Res	1.11.93			x	A
45	Lombardia	Sondrio	Morbegno	MORBEGNO	301403	BU	Res-Com	1.9.98	x	A		
46	Lombardia	Varese	Varese	VIA VIDOLETTI	301213	BS	Res	1.11.90	x	A		
47	Trentino Alto Adige	Bolzano	Vipiteno	VIPITENO	402111	BS	Res	1.1.01	x	A		
48	Trentino Alto Adige	Trento	Borgaro Valsugana	BORGO VAL	402201	BU	Res-Com-Ind	1.10.89	x	A		
49	Trentino Alto Adige	Trento	Riva del Garda	RIVA GAR	402204	BU	Res	1.1.91	x	A		
50	Trentino Alto Adige	Trento	Rovereto	ROVERETO LGP	402206	BU	Res-Com	2.8.82	x	A		
51	Trentino Alto Adige	Trento	Trento	TRENTO PSC	402209	BU	Res	1.1.96			x	A
52	Veneto	Belluno	Feltre	FELTRE-VIA COLOMBO	502506	BU	Res	4.5.04	x	A1		
53	Veneto	Belluno	Ospitale di Cadore	OSPITALE DI CADORE	502504	BS	Res	28.05.01			x	A
54	Veneto	Padova	Padova	PADOVA	502808	BU	Res	1.1.99	x	M	x	A
55	Veneto	Padova	Padova	ZONA INDUSTRIALE	502805	BS	Ind-Res	1.4.84			x	A
56	Veneto	Rovigo	Adria	ADRIA	502903	BU	Res-Com	1.1.98			x	A
57	Veneto	Rovigo	Castelnuovo Bariano	CASTELNUOVO BARIANO	502906	BS	Res	1.1.90			x	A
58	Veneto	Rovigo	Occhiobello	OCCHIOBELLO	502905	BS	Res	1.1.90			x	A
59	Veneto	Rovigo	Porto Tolle	PORTO TOLLE	502904	BS	Res-Com	1.1.98			x	A
60	Veneto	Rovigo	Rovigo	BORSEA	502902	BU	Res	1.1.90	x	M	x	A
61	Veneto	Treviso	Conegliano	CONEGLIANO	502604	BU	Res	1.1.91	x	M		
62	Veneto	Treviso	Treviso	TREVISO-VIA LANCIERI DI NOVARA	502608	BU	Res	1.1.04	x	M		
63	Veneto	Venezia	Chioggia	CHIOGGIA	502705	BU	Res	18.6.93			x	A
64	Veneto	Venezia	San Donà di Piave	SAN DONÀ DI PIAVE	502715	BU	Res	1.1.94			x	A
65	Veneto	Venezia	Venezia	MAERNE-MARTELLAGO	502709	BU	Res	1.1.94			x	A
66	Veneto	Venezia	Venezia	PARCO BISSUOLA	502701	BU	Res	15.5.94	x	M		
67	Veneto	Venezia	Venezia	VENEZIA SACCA FISOLA	502717	BU	Res	1.1.94	x	A24		
68	Veneto	Venezia	Venezia	VIA A.DA MESTRE	502718	BU	Res-Com	1.10.00	x	M	x	non spec.
69	Veneto	Verona	Legnago	LEGNAGO-VIA TOGLIATTI	502313	BU	Res	1.7.01			x	non spec.
70	Veneto	Verona	San Bonifacio	SAN BONIFACIO	502310	BU	Res	1.1.85			x	A2
71	Veneto	Verona	Verona	PIAZZA BERNARDI	502312	BU	Res	1.1.01			x	A2
72	Veneto	Verona	Verona	TORRICELLE	502301	BU	Agr-Nat	1.1.94			x	A
73	Veneto	Vicenza	Schio	SCHIO	502404	BU	Res	1.4.85	x	M		
74	Veneto	Vicenza	Vicenza	QUARTIERE ITALIA	502409	BU	Res	24.3.98	x	M		
75	Friuli Venezia Giulia	Gorizia	Gorizia	LUCININO	603101	BS	Res	17.11.02	x	A		
76	Emilia Romagna	Bologna	Bologna	MONTE CUCCOLINO	803711	BS	Nat	1.1.98	x	A1	x	M24

77	Emilia Romagna	Bologna	Imola	PIRANDELLO	803712	BU	Res-Com	1.9.95			x	M24
78	Emilia Romagna	Modena	Modena	MODENA-XX SETTEMBRE	803620	BU	Res-Com	1.9.99	x	A1		
79	Emilia Romagna	Parma	Parma	PRCTDLA	803401	BU	Res-Com	5.1.92	x	A24		
80	Emilia Romagna	Piacenza	Lugagnano	LUGAGNANO	803306	BU	Res-Com-Ind	1.5.78			x	A
81	Emilia Romagna	Piacenza	Piacenza	PUBBLICO PASSEGGIO	803312	BU	Res	19.9.96	x	A	x	A
82	Emilia Romagna	Reggio nell'Emilia	Reggio nell'Emilia	SAN LAZZARO	803508	BS	Nat-Agr	24.1.94	x	A24		
83	Emilia Romagna	Rimini	Rimini	RIMINI PARCO MARECCHIA	804002	BS	Res	1.3.96	x	A24		
84	Emilia Romagna	Rimini	Rimini	RIMINI VIA ABETE	804003	BU	Res	1.3.96			x	M24
85	Marche	Pesaro-Urbino	Pesaro	VIA SCARPELLINI	1104105	BS	Res	31.1.03	x	A		
86	Toscana	Firenze	Firenze	FI-BASSI	904809	BU	Res-Com	22.12.92	x	A24		
87	Toscana	Firenze	Firenze	FI-BOBOLI	904810	BU	Res-Com	1.4.94	x	A24		
88	Toscana	Firenze	Montelupo Fiorentino	FI-MONTELUPO-VIA-MILANI	904818	BU	Res-Com-Ind	2.4.93	x	A24		
89	Toscana	Firenze	Scandicci	FI-SCANDICCI-BUOZZI	904819	BU	Res-Com	1.4.93	x	A24		
90	Toscana	Grosseto	Grosseto	GR-VIA-URSS	905301	BU	Res	1.1.04	x	A24		
91	Toscana	Livorno	Livorno	LI-VILLA-MAUROGORDAT O	904907	BS	Nat	1.1.02	x	A24		
92	Toscana	Lucca	Capannori	LU-CAPANNORI	904601	BU	Res-Com	1.8.98	x	A24		
93	Toscana	Lucca	Lucca	LU-PASSAGLIA	904604	BU	Res	1.4.97	x	A24		
94	Toscana	Lucca	Viareggio	LU-2VIAREGGIO	904610	BU	Res	1.8.98	x	A24		
95	Toscana	Prato	Prato	PO-FONTANELLE	904806	BU	Res	1.2.94	x	A24		
96	Toscana	Prato	Prato	PO-ROMA	904805	BU	Res	21.11.97	x	A24		
97	Toscana	Pistoia	Montecatini Terme	PT-MONT-VIA-MERLINI	904703	BU	Res-Com-Ind	1.12.00	x	A24		
98	Umbria	Perugia	Perugia	CORTONESE	1005401	BU	Res-Com	1.6.98			x	A2
99	Umbria	Terni	Terni	LCA/PMP	1005504	BU	Res-Com	1.1.73			x	M
100	Lazio	Roma	Pomezia	POMEZIA	1205815	BU	Res-Com	1.1.93			x	A
101	Lazio	Roma	Segni	SEGNI	1205816	BS	Res	13.1.97			x	A
102	Lazio	Roma	Roma	VILLA ADA	1205820	BU	Nat	1.4.94	x	A		
103	Campania	Napoli	Napoli	NA01 OSSERVATORIO ASTRONOMICO	1506307	BS	Nat	1.6.93	x	non spec.	x	A
104	Abruzzo	Pescara	Pescara	TEATRO D'ANNUNZIO	1306809	BS	Nat	1.1.98	x	A		
105	Sicilia	Palermo	Palermo	BOCCADIFALCO	1908202	BS	Nat	1.8.96	x	A	x	M
106	Sicilia	Siracusa	Augusta	SANCUSMANO	1908909	BS	Ind	1.5.83			x	A
107	Sardegna	Cagliari	Carbonia	CENCB1	2009218	BS	Agr	1.3.98	x	A		
108	Sardegna	Cagliari	San Gavino	CENSG1	2009214	BU	Res-Com-Ind	14.10.00	x	A	x	A
109	Sardegna	Cagliari	Villasor	CENSV1	2009217	BS	Res-Com	14.10.00	x	A	x	A
110	Sardegna	Nuoro	Nuoro	CENNU3	2009103	BS	Res	1.3.98			x	A
111	Sardegna	Nuoro	Siniscola	CENSNI	2009106	BU	Res-Com	1.3.98			x	A
112	Sardegna	Nuoro	Tortoli	CENTO1	2009107	BU	Res	1.3.98			x	A

Tipo stazione: background (B)

Tipo zona: rurale (R); suburbano (S); urbano (U)

Caratteristica zona: Agricola (Agr); Commerciale (Com); Industriale (Ind); Naturale (Nat); Residenziale (Res)

Metodo misura: automatico (A); manuale (M)

Frequenza del dato: 1 ora (1); 2 ore (2); 24 ore (24)

Come si osserva, attualmente in Italia sono presenti complessivamente 112 stazioni di fondo urbano e suburbano per il monitoraggio di PM10 e/o PTS, 73 delle quali dotate di sensori per il rilevamento di PM10.

Dai dati contenuti in BRACE risulta che non ci sono stazioni di fondo nelle Regioni Calabria e Basilicata e che in Valle d'Aosta nessuna delle 9 stazioni di fondo presenti è dotata di sensori per il rilevamento di materiale particolato.

Si osserva inoltre che, nel database BRACE, la Regione Molise non è inclusa tra le regioni nelle quali è possibile ricercare le stazioni di monitoraggio.

La Regione Puglia non figura nella tabella 3.3 nonostante siano presenti sul suo territorio stazioni di fondo per il monitoraggio di PM10. Ciò dipende dal fatto che in BRACE, pur essendo riportate per la Puglia 11 stazioni di fondo, per nessuna di queste viene specificato il tipo di inquinante rilevato.

Nella tabella 3.4 sono riportate tutte le stazioni di monitoraggio di fondo urbano e suburbano dotate di strumenti per il rilevamento di PM10, situate negli agglomerati in cui è stato suddiviso il territorio italiano per la valutazione della qualità dell'aria negli anni 2001 e 2002; le stazioni elencate sono state identificate individuando all'interno della tabella 3.3 quelle selezionate nella fase 1 (tabelle 3.1, 3.2).

Per la Regione Puglia si è comunque tenuto conto delle 11 stazioni di fondo presenti in BRACE e non riportate nella tabella 3.3, e di queste sono state selezionate quelle che misurano PM10 in base a quanto dichiarato dalla Regione nei questionari per la valutazione della qualità dell'aria.

In tre casi, il codice identificativo della stazione in BRACE è risultato diverso da quello indicato nel questionario inviato dalle Regioni: la stazione di Firenze-Scandicci (via Buozzi) ha codice 904819 in BRACE e codice 904824 nel modulo 3 del questionario; la stazione di Bari (Stadio S. Nicola) ha codice 1607277 in BRACE e codice 167201 nel modulo 3 del questionario; la stazione di Taranto (Villa Peripato) ha codice 1607386 in BRACE e codice 167306 nel modulo 3 del questionario. Nel presente lavoro come codice identificativo delle tre stazioni è stato utilizzato quello riportato da BRACE.

Tabella 3.4 - Stazioni di fondo (U, S) per il monitoraggio di PM10 situate in agglomerati negli anni 2001 e/o 2002 (Brace; Allegato XII relativo agli anni 2001-2002)

STAZIONE							SENSORI (BRACE)		modulo 2 Cod. ag.	modulo 3 Presente nell'allegato XII	
	Regione	Provincia	Comune	Nome Stazione (BRACE)	Codice stazione	Tipo zona	PM10	PTS		2001	2002
1	Piemonte	Torino	Borgaro Torinese	TO_1028_Borgaro	100114	S	x		IT0103	x	x
2	Liguria	Genova	Genova	Quarto	701016	U	x		IT0701	x	x
3	Lombardia	Brescia	Brescia	Broletto	301702	U	x		IT0305	x	x
4	Lombardia	Brescia	Rezzato	Rezzato	301711	S	x		IT0305	x	x
5	Lombardia	Brescia	Sarezzo	Sarezzo_2	301713	U	x		IT0305	x	x
6	Lombardia	Milano	Meda	Meda	301527	U	x		IT0303	x	x
7	Lombardia	Milano	Milano	Juvara	301518	U	x		IT0301	x	x
8	Lombardia	Milano	Milano	Via Messina	301541	U	x		IT0301	x	x
9	Lombardia	Milano	Pioltello	Limite	301524	U	x		IT0301	x	x
10	Lombardia	Varese	Varese	Via Vidoletti	301213	S	x		IT0310	x	x
11	Veneto	Padova	Padova	Mandria	502808	U	x	x	IT0501	x	x
12	Veneto	Rovigo	Castelnuovo Bariano	Castelnuovo Bariano	502906	S		x	IT0501		x
13	Veneto	Venezia	Venezia	Parco Bissuola	502701	U	x		IT0501	x	x
14	Veneto	Vicenza	Vicenza	Quartiere Italia	502409	U	x		IT0501		x
15	Veneto	Treviso	Treviso	Treviso-Via Nazario Sauro	502601	U	x (*)	x (*)	IT0501		x
16	Emilia Romagna	Modena	Modena	Modena-XX Settembre	803620	U	x		IT0832	x	x
17	Emilia Romagna	Parma	Parma	PRCTDLA	803401	U	x		IT0812	x	x
18	Emilia Romagna	Piacenza	Piacenza	Pubblico Passeggio	803312	U	x	x	IT0802	x	x
19	Emilia Romagna	Reggio nell'Emilia	Reggio nell'Emilia	San Lazzaro	803508	S	x		IT0822	x	x
20	Emilia Romagna	Rimini	Rimini	Rimini Parco Marecchia	804002	S	x		IT0882	x	x
21	Toscana	Firenze	Firenze	FI-Bassi	904809	U	x		IT09XX; 5	x	x
22	Toscana	Firenze	Firenze	FI-Boboli	904810	U	x		IT09XX; 5	x	x
23	Toscana	Firenze	Montelupo Fiorentino	FI-Montelupo-Via-Milani	904818	U	x		5		x
24	Toscana	Firenze	Scandicci	FI-Scandicci-Buozzi	904819	U	x		IT09XX; 5	x	x
25	Toscana	Prato	Prato	PO-Fontanelle	904806	U	x		5		x
26	Toscana	Prato	Prato	PO-Roma	904805	U	x		5		x
27	Lazio	Roma	Roma	Villa Ada	1205820	U	x		IT1201	x	x
28	Abruzzo	Pescara	Pescara	Teatro D'Annunzio	1306809	S	x		IT13P5	x	x
29	Puglia	Bari	Bari	Stadio S. Nicola	1607277	S			IT1601	x	x
30	Puglia	Taranto	Taranto	Taranto Villa Peripato	1607386	U			IT1602	x	x
31	Sicilia	Palermo	Palermo	Boccadifalco	1908202	S	x	x	IT19082A1	x	x
32	Sardegna	Cagliari	Carbonia	CENCB1	2009218	S	x		IT2027		x

(*) disattivata il 31.12.2003

A conclusione della presente fase di lavoro è risultato che il numero di stazioni di fondo urbano o suburbano, che si trovano all'interno di agglomerati, usate per misurare i livelli di concentrazione di PM10 presenti nell'aria ambiente sono: 25 per l'anno 2001 e 32 per l'anno 2002.

FASE 3

Considerati i due gruppi di 25 e 32 stazioni di fondo urbano e suburbano selezionati, abbiamo definito un paniere stabile di stazioni, ovvero abbiamo preso in considerazione solo quelle stazioni contemporaneamente presenti nei due gruppi. Il paniere

di stazioni rimasto “invariato” nei due anni consecutivi (2001-2002) è risultato costituito da 25 stazioni (tabella 3.5). Dal momento che, per alcune di queste stazioni, non era disponibile il dato di concentrazione per uno o entrambi gli anni considerati, il paniere effettivamente utilizzato è risultato costituito dalle 14 stazioni (11 di fondo urbano; 3 di fondo suburbano) riportate in grassetto nella tabella 3.5.

Tabella 3.5 - Dati per il calcolo dell'indicatore strutturale (SI_{PM10}) relativi al gruppo di stazioni stabile negli anni 2001-2002

	Regione	Provincia	Comune	Nome stazione	Codice Stazione	Tipo stazione - zona	Codice agglomerato	Pop [*] i (ab)	C _i (µg/m ³)	
									2001	2002
1	Piemonte	Torino	Borgaro Torinese	TO_1028_Borgaro	100114	BS	IT0103	12.754	n.d.	n.d.
2	Liguria	Genova	Genova	Quarto	701016	BU	IT0701	609.399	32 (*)	32 (*)
3	Lombardia	Brescia	Brescia	Broletto	301702	BU	IT0305	187.188	39	42
4	Lombardia	Brescia	Rezzato	Rezzato	301711	BS	IT0305	12.357	n.d.	n.d.
5	Lombardia	Brescia	Sarezzo	Sarezzo 2	301713	BU	IT0305	11.652	n.d.	n.d.
6	Lombardia	Milano	Meda	Meda	301527	BU	IT0303	21.273	43	43
7	Lombardia	Milano	Milano	Juvara	301518	BU	IT0301	1.253.503	44	48
8	Lombardia	Milano	Milano	Via Messina	301541	BU	IT0301	1.253.503	n.d.	n.d.
9	Lombardia	Milano	Pioltello	Limite	301524	BU	IT0301	32.047	38 (*)	41 (*)
10	Lombardia	Varese	Varese	Via Vidoletti	301213	BS	IT0310	80.492	n.d.	27
11	Veneto	Padova	Padova	Mandria	502808	BU	IT0501	204.485	n.d.	n.d.
12	Veneto	Venezia	Venezia	Parco Bissuola	502701	BU	IT0501	270.963	41	46
13	Emilia Romagna	Modena	Modena	Modena - XX Settembre	803620	BU	IT0832	175.574	32	n.d.
14	Emilia Romagna	Parma	Parma	PRCTDLA	803401	BU	IT0812	163.786	n.d.	39
15	Emilia Romagna	Piacenza	Piacenza	Pubblico Passeggio	803312	BU	IT0802	95.567	41	35
16	Emilia Romagna	Reggio nell'Emilia	Reggio nell'Emilia	San Lazzaro	803508	BS	IT0822	142.239	45	47
17	Emilia Romagna	Rimini	Rimini	Rimini Parco Marecchia	804002	BS	IT0882	128.226	43	40
18	Toscana	Firenze	Firenze	FI-Bassi	904809	BU	IT09XX; 5	355.315	40	43
19	Toscana	Firenze	Firenze	FI-Boboli	904810	BU	IT09XX; 5	355.315	36	38
20	Toscana	Firenze	Scandicci	FI-Scandicci-Buozzi	904819	BU	IT09XX; 5	50.182	41 (*)	43 (*)
21	Lazio	Roma	Roma	Villa Ada	1205820	BU	IT1201	2.545.860	29	29
22	Abruzzo	Pescara	Pescara	Teatro D'Annunzio	1306809	BS	IT13P5	116.226	40	n.d.
23	Puglia	Bari	Bari	Stadio S. Nicola	1607277	BS	IT1601	316.278	n.d.	n.d.
24	Puglia	Taranto	Taranto	Taranto Villa Peripato	1607386	BU	IT1602	201.754	n.d.	n.d.
25	Sicilia	Palermo	Palermo	Boccadifalco	1908202	BS	IT19082A1	686.045	25	28

Pop^{*}: popolazione del Comune al 1.1.2002 (dato ISTAT)

(*): dato ricavato dal “I Rapporto annuale sulla qualità dell'ambiente urbano - Apat 2004”

n.d.: non disponibile

La popolazione residente nelle aree rappresentative delle stazioni del paniere oscilla da un minimo di 21.273 abitanti (comune di Meda -MI-) ad un massimo di 2.545.860 abitanti (comune di Roma).

I range delle concentrazioni rilevate dalle centraline sono i seguenti:

- 25 µg/m³ (Palermo) ÷ 45 µg/m³ (Reggio nell'Emilia) nel 2001;
- 28 µg/m³ (Palermo) ÷ 53 µg/m³ (Pescara) nel 2002.

L'indicatore di esposizione della popolazione urbana a PM10 è stato inizialmente calcolato considerando, in prima approssimazione, come area rappresentativa della stazione, l'area del Comune in cui è sita la stazione stessa.

Nel caso in cui, nel paniere considerato, due o più stazioni siano collocate all'interno dello stesso Comune, si è ritenuto opportuno procedere calcolando un valore minimo e un valore massimo dell'indicatore. Il valore minimo (massimo) è ottenuto inserendo, nella formula dell'indicatore, come concentrazione i-esima (C_i) quella minima (massima) tra le concentrazioni registrate dalle stazioni all'interno del Comune. Tale approccio consente di definire, per ogni anno considerato, l'intervallo entro cui può oscillare l'indicatore di esposizione e pertanto è stato preferito alla possibilità alternativa di utilizzare come concentrazione i-esima (C_i) quella media tra le concentrazioni misurate dalle stazioni presenti nel Comune.

I valori ottenuti per l'indicatore sono riportati nella tabella 3.6.

La percentuale di popolazione coperta nel calcolo per l'Italia (valutata come il rapporto tra la somma delle popolazioni residenti nelle aree di rappresentatività delle stazioni considerate ed il totale degli abitanti in Italia -56.993.742 ab-) è risultata pari al 11,19%.

Tabella 3.6 - SI_{PM10} calcolato per l'Italia negli anni 2001 e 2002 considerando come area di rappresentatività di ciascuna stazione, il Comune in cui è collocata la stazione

N° stazioni paniere	Anno	SI_{PM10} Italia minimo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	SI_{PM10} Italia massimo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
14	2001	34,00	34,22
	2002	35,45	35,73

L'indicatore strutturale relativo all'esposizione della popolazione urbana a PM10 è stato successivamente calcolato utilizzando il paniere stabile di stazioni precedentemente definito (costituito dalle 14 stazioni riportate in grassetto nella tabella 3.5) e considerando, come area di rappresentatività relativa a ciascuna stazione, l'area dell'agglomerato in cui ricade ciascuna stazione.

I dati utilizzati per il calcolo sono riportati nella tabella 3.7.

Tabella 3.7 - Dati per il calcolo dell'indicatore strutturale (SI_{PM10}) relativi al gruppo di stazioni stabile negli anni 2001-2002

N° staz.	N° ag.	Regione	Provincia	Comune	AGGLOMERATO			STAZIONE				
					Codice ag.	Nome ag.	Pop. * ag. (ab)	Nome stazione (BRACE)	Codice stazione	Tipo staz. zona	Ci (µg/m ³)	
											2001	2002
1	1	Liguria	Genova	Genova	IT0701	Comune di Genova	610.307	QUARTO	701016	BU	32(*)	32(*)
2	2	Lombardia	Brescia	Brescia	IT0305	Brescia	368.642	BROLETTO	301702	BU	39	42
3	3		Milano	Milano	IT0301	Milano	2.438.544	JUVARA	301518	BU	44	48
4	4		Milano	Pioltello				LIMITO	301524	BU	38(*)	41(*)
5	4		Milano	Meda	IT0303	Como	460.062	MEDA	301527	BU	43	43
6	5	Veneto	Venezia	Venezia	IT0501	A	1.027.201 ¹ ; 1.049.393 ²	PARCO BISSUOLA	502701	BU	41	46
7	6	Emilia Romagna	Piacenza	Piacenza	IT0802	Agglomerato R1 Piacenza	130.747	PUBBLICO PASSEGGIO	803312	BU	41	35
8	7		Reggio nell'Emilia	Reggio nell'Emilia	IT0822	Agglomerato R3 Reggio Emilia	262.039	SAN LAZZARO	803508	BS	45	47
9	8		Rimini	Rimini	IT0882	Agglomerato R13 Rimini	216.372	RIMINI PARCO MARECCHIA	804002	BS	43	40
10	9	Toscana	Firenze	Firenze	IT09XX ¹ ; 5 ²	Area omogenea di Firenze ¹ ; Zona di risanamento dell'Area metropolitana di Firenze-Prato-Pistoia e Comprensorio Empolese ²	n.d.	FI-BOBOLI	904810	BU	36	38
11			Firenze	Firenze				FI-BASSI	904809	BU	40	43
12			Firenze	Scandicci				FI-SCANDICCI-BUOZZI	904819	BU	41(*)	43(*)
13	10	Lazio	Roma	Roma	IT1201	Roma	2.460.000	VILLA ADA	1205820	BU	29	29
14	11	Sicilia	Palermo	Palermo	IT19082A1	Palermo città + Villabate + Monreale + Altofonte (A1)	711.531	BOCCADIFALCO	1908202	BS	25	28

Pop*: popolazione dell'agglomerato (dato ricavato dai questionari 2001-2002 inviati dalle Regioni)

(*): dato ricavato dal "I Rapporto annuale sulla qualità dell'ambiente urbano - Apat 2004"

¹: dato relativo all'anno 2001; ²: dato relativo all'anno 2002

n.d.: non disponibile

Il dato di popolazione relativo a ciascun agglomerato è stato ricavato dal modulo 2 dei questionari 2001 e 2002.

La popolazione residente nelle aree rappresentative delle stazioni del paniere oscilla da un minimo di 130.747 abitanti (agglomerato R1 Piacenza - cod. IT0802) ad un massimo di 2.460.000 abitanti (agglomerato di Roma - cod. IT1201).

Il numero di residenti negli agglomerati considerati è risultato invariato nei due anni esaminati, eccetto che per l'agglomerato A (cod. IT0501) della Regione Veneto.

Nel modulo 2 del questionario inviato dalla Regione Toscana non risulta indicata la popolazione dell'agglomerato Area omogenea di Firenze (cod. IT09XX) nel 2001 e dell'agglomerato Zona di risanamento dell'Area metropolitana di Firenze-Prato-Pistoia e Comprensorio Empolese (cod. 5) nel 2002. Per il calcolo è stato utilizzato il dato di popolazione (911.268 abitanti) relativo all'anno 2002 ricavato dal "I Rapporto annuale sulla qualità dell'ambiente urbano - Apat 2004". Nel calcolo dell'indicatore relativo al

2001 è stata considerata la stessa popolazione, nonostante le 3 stazioni toscane del paniere (FI-Boboli; FI-Bassi, FI-Scandicci-Buozzi) ricadano nell'anno 2001 in un agglomerato meno esteso e quindi meno popolato rispetto all'agglomerato all'interno del quale risultano collocate nel 2002.

Si osserva che il numero di abitanti nell'agglomerato di Roma (cod. IT1201) riportato nella tabella 3.7 è inferiore al dato di popolazione relativo al Comune di Roma (tabella 3.5); tuttavia, nel calcolo dell'indicatore, è stato utilizzato tale valore perché si è preferito impiegare una fonte univoca di dati.

Nel caso in cui, nel paniere considerato, due o più stazioni siano collocate all'interno dello stesso agglomerato, anche in questa circostanza si è ritenuto opportuno calcolare il valore minimo e massimo che l'indicatore può assumere nei due anni considerati. Il valore minimo (massimo) è ottenuto inserendo, nella formula dell'indicatore, come concentrazione i -esima (C_i) quella minima (massima) tra le concentrazioni registrate dalle stazioni all'interno dell'agglomerato.

I valori ottenuti per l'indicatore sono riportati nella tabella 3.8.

La percentuale di popolazione coperta nel calcolo per l'Italia (valutata come il rapporto tra la somma delle popolazioni residenti nelle aree di rappresentatività delle stazioni considerate ed il totale degli abitanti in Italia -56.993.742 ab-) è risultata pari al 15,80%.

Tabella 3.8 - SI_{PM10} calcolato per l'Italia negli anni 2001 e 2002 considerando come area di rappresentatività di ciascuna stazione, l'agglomerato in cui è collocata la stazione

N° stazioni paniere	Anno	SI_{PM10} Italia minimo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	SI_{PM10} Italia massimo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
14	2001	37,48	39,62
	2002	39,35	41,75

4. CONCLUSIONI

L'esposizione a particolato e a ozono, ai livelli di concentrazione ambientale oggi comuni in Europa, pone un rischio significativo per la salute umana e risulta, dunque, prioritario per ogni governo perseguire la riduzione dell'inquinamento dell'aria, anche in quelle regioni in cui i livelli dei due inquinanti rientrano nei valori limite ed obiettivo fissati dalla normativa europea (WHO, 2004).

Affinché il problema dell'inquinamento da particolato ed ozono sia adeguatamente affrontato è necessario, innanzitutto, riconoscerne la diffusione, la gravità ed attribuire alla risoluzione del problema stesso la massima priorità nella prossima fase della politica comunitaria in materia di qualità dell'aria (CEE, 2001a).

A tal fine la DG Environment ha proposto la revisione dei due indicatori relativi all'esposizione urbana a PM10 ed ozono ed ha sostenuto l'importanza di presentare i due indicatori al prossimo Consiglio Europeo di primavera 2005 evidenziando il legame esistente tra inquinamento dell'aria e sviluppo sostenibile (obiettivo della Strategia di Lisbona). Successivamente, al fine di accrescere la visibilità politica dei suddetti indicatori strutturali, sarà necessario inserirli all'interno della short list che al momento, nell'area Ambiente, include solo tre indicatori (emissione di gas ad effetto serra, intensità energetica dell'economia e trasporto merci in volume - tabella 1.4 -).

Nonostante l'iniziativa sia riconosciuta come valida e necessaria, sono state avanzate alcune perplessità circa la metodologia proposta per il calcolo degli indicatori "esposizione pesata sulla popolazione della popolazione urbana a PM10 ed ozono".

Ciò che preoccupa maggiormente è la **scarsa disponibilità dei dati** (numero di stazioni di fondo e dati relativi alle concentrazioni ambientali dell'inquinante) necessari per applicare gli indicatori.

La copertura del territorio mediante stazioni di background per il monitoraggio di PM10 varia da Paese a Paese e tende ad essere, in particolare per l'Italia, piuttosto bassa (Luksch U, 2004). I risultati del presente studio mostrano che in Italia il numero di stazioni di fondo urbano e suburbano utilizzabile per il calcolo dell'indicatore relativo all'esposizione a PM10 è pari a 25 per l'anno 2001 e 32 per l'anno 2002. Tale numero, per altro, si riduce poiché è necessario utilizzare, affinché il calcolo dell'indice di esposizione sia statisticamente valido, un paniere di stazioni stabile nell'intervallo di tempo considerato. In Italia il numero di stazioni che costituiscono il paniere rimasto invariato nel biennio 2001-2002, è pari a 25.

La scarsità dei dati disponibili non riguarda solo una copertura insufficiente del territorio per quanto riguarda le stazioni di monitoraggio, ma anche l'assenza di dati di concentrazione dell'inquinante PM10. L'elaborazione dei dati condotta nel presente studio ha permesso di evidenziare che in Italia, relativamente alle 25 stazioni che costituiscono il paniere "stabile" negli anni 2001-2002, manca il dato di qualità dell'aria per 9 stazioni nel 2001 e nel 2002. Ciò ci ha portati a calcolare l'indicatore su un gruppo stabile di sole 14 stazioni, riducendo conseguentemente la rappresentatività dell'indicatore stesso.

Al problema della quantità dei dati disponibili, si aggiunge quello della **qualità dei dati utilizzabili**. Il nodo principale è la definizione dell'area rappresentativa di ciascuna stazione di monitoraggio. La metodologia proposta dalla DG Environment prevede l'utilizzo di aree circolari (di raggio 3 o 5 km) attorno alle stazioni, ma tale approssimazione appare piuttosto grossolana dal momento che non tiene conto in alcun modo dell'orografia e delle condizioni climatiche dell'area, che influenzano la diluizione dell'inquinante nell'aria ambiente e tra l'altro non è armonizzata con la normativa europea (direttiva madre 96/62/CE e direttive figlie), la quale prescrive la misurazione dei livelli degli inquinanti negli agglomerati. Inoltre, la determinazione della popolazione residente all'interno di un'area rappresentativa così come definita dalla DG Environment appare piuttosto complessa, essendo richiesto l'utilizzo del sistema informativo GIS.

Alla luce di queste due considerazioni e non essendo tra l'altro stata definita in modo univoco la metodologia di calcolo dell'indicatore, si è ritenuto non errato riferire, nel presente lavoro, il calcolo dell'indicatore strutturale ad una diversa unità territoriale. In prima istanza, come area rappresentativa di ciascuna stazione è stata utilizzata l'area del Comune all'interno del quale questa è collocata, essendo il Comune la più piccola unità territoriale per la quale si dispone del dato di popolazione. In secondo luogo, considerando che l'unità territoriale minima indicata dalla normativa europea (direttiva madre 96/62/CE e direttive figlie) per la valutazione della qualità dell'aria è l'agglomerato, è stata considerata come area di rappresentatività di ciascuna stazione l'agglomerato all'interno del quale questa ricade. Ciò equivale a dire che, in prima approssimazione, la concentrazione media di PM10 registrata dalla stazione è quella a cui è esposta la popolazione del Comune o dell'agglomerato.

Nel corso dell'elaborazione dei dati, nel caso in cui due o più stazioni del paniere stabile utilizzato siano risultate collocate all'interno di uno stesso Comune (agglomerato), si è proceduto calcolando un valore minimo e un valore massimo dell'indicatore: il valore minimo (massimo) è stato ottenuto considerando come concentrazione i-esima (C_i) la

concentrazione media annua minore (maggiore) registrata da queste stazioni. La scelta di procedere in questo modo ha evitato di considerare la stessa popolazione più di una volta all'interno dell'indicatore, ma ha ridotto i dati di concentrazione utilizzati per determinare l'indicatore (13 concentrazioni nel caso riferito al Comune e 11 concentrazioni nel caso riferito all'agglomerato, anziché le 14 concentrazioni delle stazioni incluse nel paniere stabile).

Per una corretta valutazione dell'esposizione della popolazione urbana al PM10, se da un lato bisognerebbe uniformare l'area di rappresentatività di ciascuna stazione del paniere alla dimensione territoriale minima indicata dalle direttive europee per la valutazione della qualità dell'aria, dall'altro bisogna tener presente che, passando dalla dimensione territoriale comunale a quella dell'agglomerato, la stessa stazione di monitoraggio diventa rappresentativa di una porzione di territorio più ampia ed risulta pertanto errato considerare la concentrazione dell'inquinante uniforme su tutta l'area. L'esposizione della popolazione in un'area ampia come quella dell'agglomerato è variabile in funzione delle condizioni orografiche e meteo-climatiche dell'area stessa.

La percentuale di **popolazione coperta** dal calcolo è risultata pari a 11,19% considerando come area di rappresentatività delle stazioni l'area comunale e pari a 15,80% utilizzando come unità territoriale di riferimento l'agglomerato. Il valore ottenuto in questo secondo caso è maggiore in quanto l'indicatore relativo fa riferimento ad una dimensione territoriale più grande e quindi più popolata. Ad ogni modo, la percentuale di popolazione coperta appare alquanto bassa e rappresenta un limite di cui tener presente nella valutazione della validità dell'indicatore.

La bassa percentuale di popolazione coperta dal calcolo, assieme al numero ridotto di stazioni utilizzate (14), ci porta a dire che l'indicatore calcolato per l'Italia negli anni 2001-2002 è poco rappresentativo. Tuttavia, ammettendo che esso sia rappresentativo e che l'approssimazione fatta (area di rappresentatività equivalente a quella del Comune o dell'agglomerato a cui appartiene la stazione) sia ammissibile, i risultati ottenuti dell'indicatore evidenziano per l'Italia, nei due anni considerati (2001-2002) un trend negativo: in entrambi i casi (sia riferendo il calcolo ai Comuni che agli agglomerati) il range all'interno del quale oscilla l'indicatore cresce dal 2001 al 2002.

In particolare, il valore dell'indicatore di esposizione della popolazione urbana a PM10, considerando il Comune come area rappresentativa, ha un valore compreso tra 34÷34,22 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ nel 2001 e tra 35,45÷35,73 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ nel 2002; considerando l'agglomerato come area

rappresentativa, ha un valore compreso tra $37,48 \div 39,62 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nel 2001 e tra $39,35 \div 41,75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nel 2002.

Figura 4.1 - $\text{SI}_{\text{PM}_{10}}$ calcolato per l'Italia negli anni 2001 e 2002 considerando come area di rappresentatività di ciascuna stazione, il Comune in cui è collocata la stazione

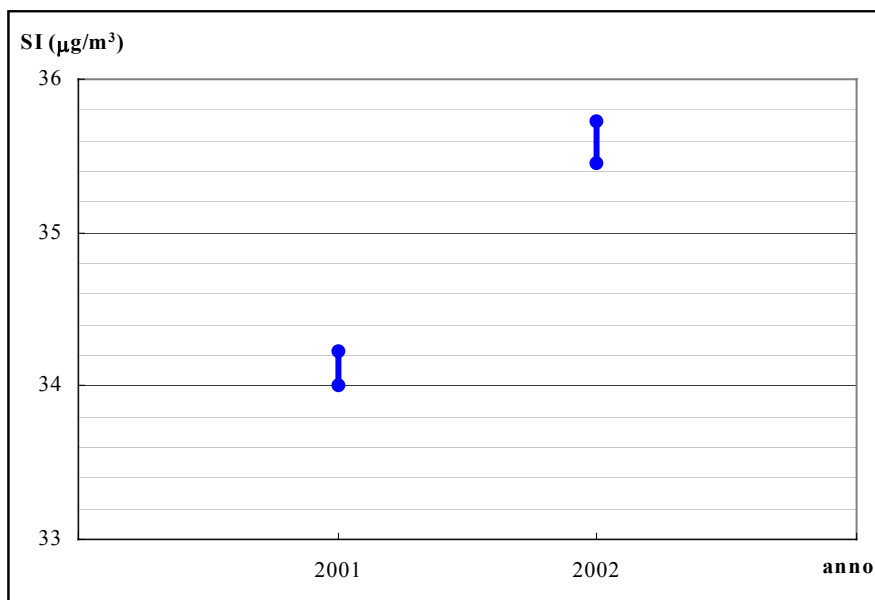


Figura 4.2 - $\text{SI}_{\text{PM}_{10}}$ calcolato per l'Italia negli anni 2001 e 2002 considerando come area di rappresentatività di ciascuna stazione, l'agglomerato in cui è collocata la stazione

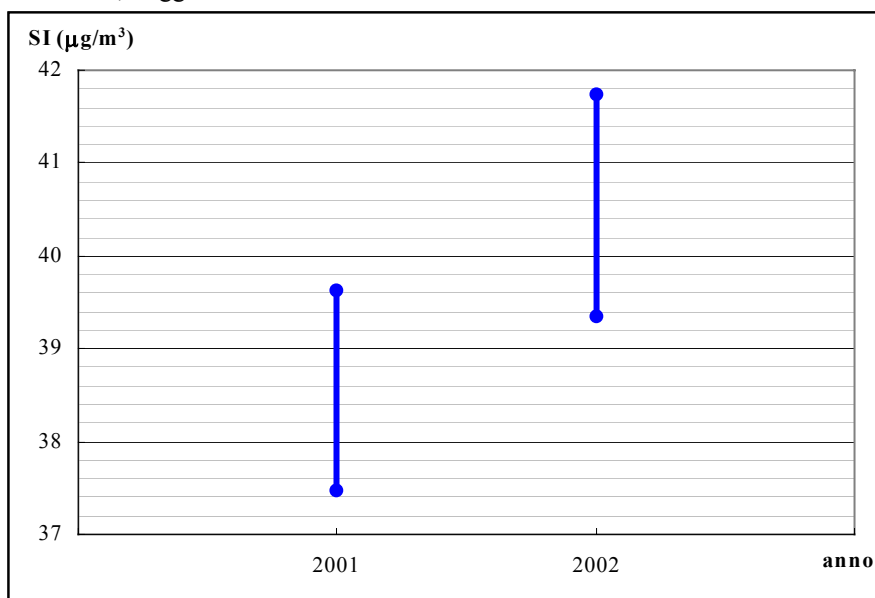
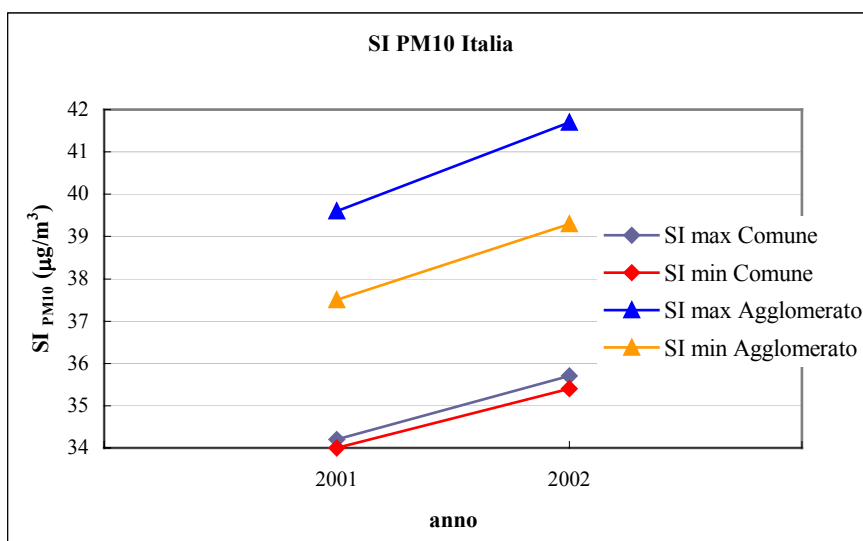


Figura 4.3 - Range entro cui oscilla negli anni 2001 e 2002 l' SI_{PM10} calcolato per l'Italia considerando come area di rappresentatività di ciascuna stazione, il Comune e l'agglomerato in cui è collocata la stazione



Ad ogni modo, una stima del trend seguito da un Paese in materia di inquinamento valutata su due anni non è attendibile: occorrerebbe valutare la variazione dell'indicatore su un numero maggiore di anni.

Nel caso in cui l'indicatore strutturale, così come definito dalla DG Environment, fosse presentato ed accettato al Consiglio Europeo di primavera, l'Italia si troverebbe a dover affrontare tutte le difficoltà operative appena evidenziate.

Nell'attesa che la metodologia sia perfezionata e definita univocamente sarebbe bene che l'Italia provvedesse a:

- aumentare il numero di stazioni adeguate a costituire un paniere stabile per calcolare un indicatore che sia sufficientemente rappresentativo dell'intero Paese;
- determinare la popolazione insistente su ciascuna area rappresentativa necessaria per il calcolo dell'indicatore.

È comunque auspicabile che si concordi, a livello europeo, una definizione più pragmatica della metodologia di calcolo dell'indicatore di esposizione della popolazione urbana al PM10, che tenga conto anche dei campi di concentrazione dell'inquinante (costruiti mediante i modelli di diffusione e trasformazione degli inquinanti in atmosfera).

Inoltre sarebbe utile conoscere il valore quantitativo di alcuni parametri, quali la percentuale di stazioni da utilizzare e la percentuale di popolazione minima che deve essere coperta dal calcolo.

BIBLIOGRAFIA

APAT, 2002. *Annuario dei dati ambientali edizione 2002*. APAT, Stato dell'Ambiente 7/2002.

APAT, 2003. *Annuario dei dati ambientali edizione 2003*. APAT, Stato dell'Ambiente 1/2003.

Bayer-Oglesby L, Briggs D, Hoek G, de Hoogh K et al. 2004. *Air-pollution exposure assessment*. Janssen&Sanderson AIRNET.

CEE, 2000a. Contribution of the European Commission to the Spring European Council in Lisbon, 23-24th March 2000: *An agenda of economic and social renewal for Europe*. COM 2000/7.

CEE, 2000b. Presidency Conclusions, European Council Lisbona 23-24th March 2000.

CEE, 2001a. Comunicazione della Commissione: *Il programma "Aria pulita per l'Europa" (CAFE): verso una strategia tematica per la qualità dell'aria*. COM (2001) 245.

CEE, 2001b. Contribution of the European Commission to the Spring European Council in Stockholm, 23-24th March 2001: *Realising the European Union's potential consolidating and extending the Lisbon Strategy*. COM 2001/79 (vol.1).

CEE, 2001c. Presidency Conclusions, European Council Stockholm 23-24th March 2001.

CEE, 2001d. Presidency Conclusions, European Council Göteborg 15-16th June 2001.

CEE, 2002. Contribution of the European Commission to the Special European Council in Barcelona, 23-24th March 2002: *The Lisbon Strategy - Making change happen*. COM 2002/14.

- CEE, 2003a. Communication from the Commission: *Structural indicators*. Brussels, 8.10.2003 COM (2003) 585.
- CEE, 2003b. Contribution of the European Commission to the Spring European Council in Brussels, 21st March 2003: *Choosing to grow: knowledge, innovation and jobs in a cohesive society*. COM 2003/5.
- CEE, 2004a. Comunicato stampa della Commissione Europea: *La Commissione definisce le priorità per rilanciare l'agenda di Lisbona*. Bruxelles, 21.01.2004 IP/04/74.
- CEE, 2004b. Presidency Conclusions, European Council Brussels 25-26th March 2004 (OR.en) 9048/04.
- CEE, 2004c. Report from Commission to the Spring European Council in Bruxelles: *Delivering Lisbon - Reforms for the enlarged Union*. COM 2004/29.
- De Diego Diez C, 2004. *Allocation of population to the AQ stations*. DG ENV Consultation on the revision of air quality structural indicators, Brussels 8.9.2004.
- De Leeuw F, 2004. *Air Pollution Indicators*. DG ENV Consultation on the revision of air quality structural indicators, Brussels 8.9.2004.
- De' Munari E, Allegrini I, Bardizza N, Carfagno N, Di Carlo N, Gaeta A, Lanzani G, Malaguti M, Marson G, Melegari C, Moricci F, Fagotto P, Ramponi L, 2004. *Linee guida per la predisposizione delle reti di monitoraggio della qualità dell'aria in Italia*. APAT CTN-ACE 2004.
- Decreto Legislativo 4 agosto 1999, n.351: "Attuazione della direttiva 96/62/CE in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria".
- Decreto Legislativo 21 maggio 2004, n.183: "Attuazione della direttiva 2002/3/CE relativa all'ozono nell'aria".

Decreto Ministeriale del 2 aprile 2002, n. 60: “Recepimento della direttiva 1999/30/CE concernente i valori limite di qualità dell’aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo e della direttiva 2000/69/CE relativa ai valori limite di qualità dell’aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio”.

DG Environment, 2004. *Short conclusions of Consultation meeting on the proposed set of Air Quality Structural Indicators*. Brussels, 8.9.2004.

Direttiva del Consiglio Europeo 27 settembre 1996, n. 96/62/CE: “Direttiva del Consiglio in materia di valutazione e gestione della qualità dell’aria ambiente”.

Direttiva del Consiglio Europeo del 22 aprile 1999, n. 1999/30/CE: “Direttiva del Consiglio concernente i valori limite di qualità dell’aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo”.

Direttiva del Parlamento Europeo e del Consiglio del 12 febbraio 2002, n. 2002/3/CE : “Direttiva relativa all’ozono nell’aria.

Eurostat, 2003. *Structural Indicators: short methodological overview* (<http://europa.eu.int/comm/eurostat/structuralindicators>).

Giacchè A, 2004. *La società della conoscenza resta lontana*. Rassegna sindacale n.6, 12-18 febbraio 2004 (www.rassegna.it).

Luksch U, 2004. *Quality Profile of the revised SI on Air Quality*. DG ENV Consultation on the revision of air quality structural indicators, Brussels 8.9.2004.

Position Paper, 1997. *Ambient air pollution by particulate matter*.

Samet JM et al, 2000. *Fine particulate air pollution and mortality in 20 U.S. Cities, 1987-1994*. The New England Journal of Medicine 2000; 343(24).

WHO, 2004. *Health aspect of air pollution: esults from the WHO project “Systematic review of health aspects of air pollution in Europe”*. World Health Organization, June 2004.

Wolff P, 2004. *Structural Indicators: Quality Profile and Annual Assessment of Quality*. DG ENV Consultation on the revision of air quality structural indicators, Brussels 8.9.2004.

SITI CONSULTATI:

- www.brace.sinanet.apat.it
- www.europa.eu.int
- <http://demo.istat.it/pop2002/index.html>
- <http://europa.eu.int/comm/environment/air/cafe>
- http://europa.eu.int/comm/dgs/environment/index_en.htm
- <http://europa.eu.int/comm/eurostat>