



**RISK
MANAGEMENT**

Progetto realizzato con il concorso delle risorse F.E.S.R. - P.O.R. Sicilia 2007/2013
Linea di Intervento 4.1.1.1

LILT
GIS
Global Industrial Services s.r.l.
DATANET
A.M. G.

**LA QUALITA' DELL'ARIA NELLA PROVINCIA DI SIRACUSA:
CONTRIBUTI SCIENTIFICI PER IL MIGLIORAMENTO DEL
MONITORAGGIO, DEL CONTROLLO E DELLA SALVAGUARDIA
AMBIENTALE**



Siracusa - 2013

LA QUALITA' DELL'ARIA NELLA PROVINCIA DI SIRACUSA: CONTRIBUTI SCIENTIFICI PER IL MIGLIORAMENTO DEL MONITORAGGIO, DEL CONTROLLO E DELLA SALVAGUARDIA AMBIENTALE¹

Premessa

La salute, bene più prezioso dell'umanità, è considerata dall'Organizzazione Mondiale della Sanità, come "uno stato di completo benessere fisico, psichico e sociale e non semplice assenza di malattia". Essa può esser interpretata, data la complessa ed inscindibile interazione fra molteplici variabili che entrano in connessione fra loro, come la commistione di una serie di differenti e variegati determinanti di tipo socio-ambientale, economico, genetico, biologico. Partendo da tale considerazione e da un punto di vista cognitivo, è maturata sotto l'approccio scientifico e sociale, sempre più, la valutazione che la prevenzione, finalizzata alla tutela della salute, non possa prescindere dalla salvaguardia dell'ambiente e/o dal territorio di qualsivoglia società politica organizzata. Tale assunto, ovviamente, pone la necessità di interpretare percorsi produttivi e preventivi in grado di valutare, nelle singole fasi, le interazioni e le correlazioni spazio-temporali, fra le entità di natura produttiva-sanitaria esprimibili nelle modalità quali-quantitative che ne derivano.

Ovviamente, per poter elaborare politiche di prevenzione che integrino, in particolare, aspetti ambientali e sanitari per la tutela della salute pubblica, è necessario intraprendere un processo conoscitivo multidisciplinare non tralasciando, altresì, un approccio trasversale alle differenti tematiche che entrano in gioco nella manifestazione dei fenomeni produttivi-ambientali-epidemiologici. A tal proposito, non a caso, con l'obiettivo principale di ridurre significativamente le patologie causate dai fattori ambientali nel comprensorio del vecchio continente, l'Unione Europea (UE) ha adottato *la strategia Europea per l'Ambiente e la Salute della Commissione Europea* (COM 338 del 2003) e *l'Action Plan* (2004-2010). Come è noto, quest'ultime stabiliscono, come priorità, strategie mirate per l'ambiente e la salute non trascurando lo sviluppo di informazioni integrate finalizzate all'individuazione delle correlazioni esposizione-effetto e del carico di malattie derivanti da determinanti ambientali. Gli aspetti assiomatici di cui sopra, unitamente alle necessità di esperire azioni ed interventi mirati al controllo della salute umana a differenti livelli, giustificano il quadro progettuale in essere, ponendo un'attenta valutazione per ciò che attiene il controllo e l'individuazione dei reali operatori, che entrano in gioco, in una potenziale filiera produttiva interessata, sulla quale sarebbe opportuno valutarne il discernimento di metodologie da sviluppare per il controllo, in genere, dei rischi antropogenici che ne derivano.

Il presente lavoro, partendo da una panoramica ambientale relativa agli aspetti quali-quantitativi del territorio siracusano in merito ai livelli di inquinamento della qualità

¹ Il presente lavoro è stato svolto, congiuntamente, dal Dott. C. Castobello (par. 1, 2, 3 e 4), Presidente della L.i.l.t. sezione di Siracusa, Responsabile Nazionale dell'Onpoll (Osservatorio Nazionale Prevenzione Oncologica nei luoghi di lavoro), nonché dal Dott. G. Busà (par.5, 6, 7, 8 e 9), Responsabile Scientifico del progetto "Risk Management - Progetto n.102, realizzato con il concorso delle risorse F.E.S.R. - P.O.R.Sicilia 2007/2013; Linea di intervento 4.1.1.1. - CUP G33F11000040004.

dell'aria, si propone di mettere in evidenza nuovi modelli di rilevazione e monitoraggio² di talune sostanze inquinanti, in ottemperanza alle esigenze localistiche inerenti al controllo territoriale e quindi associati con la salvaguardia dell'ambiente e, in particolare, con la tutela della salute umana.

1. La qualità dell'aria: aspetti pratici e normativi

Nell'attuale realtà odierna, caratterizzata dalle continue pressioni dell'uomo sull'ambiente, la qualità dell'aria rappresenta uno degli obiettivi primari da perseguire allo scopo di migliorare la vivibilità della popolazione e la sostenibilità ambientale. Le industrie, il traffico veicolare, i sistemi di riscaldamento domestici costituiscono solo alcuni aspetti della crescente antropizzazione esercitata sul territorio dalle attività umane, fonti di costanti immissioni in atmosfera di inquinanti nocivi, specie nelle grandi aree urbane ad elevata densità di popolazione.

L'inquinamento atmosferico è un problema globale, che riguarda principalmente l'Europa e gli altri paesi industrializzati e, come tale, per essere combattuto richiede un'azione congiunta e coordinata di tutti gli Stati interessati tramite una politica volta alle collaborazioni ed alle sinergie internazionali in un'ottica di salvaguardia della salute umana e ambientale. Tali azioni pragmatiche potrebbero comprendere, potenzialmente, politiche finalizzate all'ottimizzazione delle fonti energetiche disponibili ed all'impiego di fonti rinnovabili, alla ristrutturazione della mobilità viaria urbana ed extraurbana, al contenimento delle emissioni industriali da realizzare per mezzo di processi produttivi e tecnologici maggiormente sostenibili.

Focalizzando la nostra attenzione sul territorio dell'Unione Europea, il *Rapporto sulla qualità dell'aria 2012* redatto dall'AEA (Agenzia europea dell'ambiente), che prende in considerazione l'esposizione dei cittadini alle sostanze inquinanti nel periodo 2001-2010, evidenzia che circa un terzo degli abitanti delle città europee convive con concentrazioni eccessive di inquinanti atmosferici.

In particolare, le concentrazioni di particolato in sospensione risultano essere superiori rispetto a quanto auspicato per il raggiungimento dell'obiettivo di una migliore qualità dell'aria; situazione aggravata anche dalla nocività dell'agente che, ad oggi, costituisce il maggior rischio per la salute umana in quanto causa di patologie del sistema respiratorio e, in alcuni casi, morte prematura dell'individuo colpito.

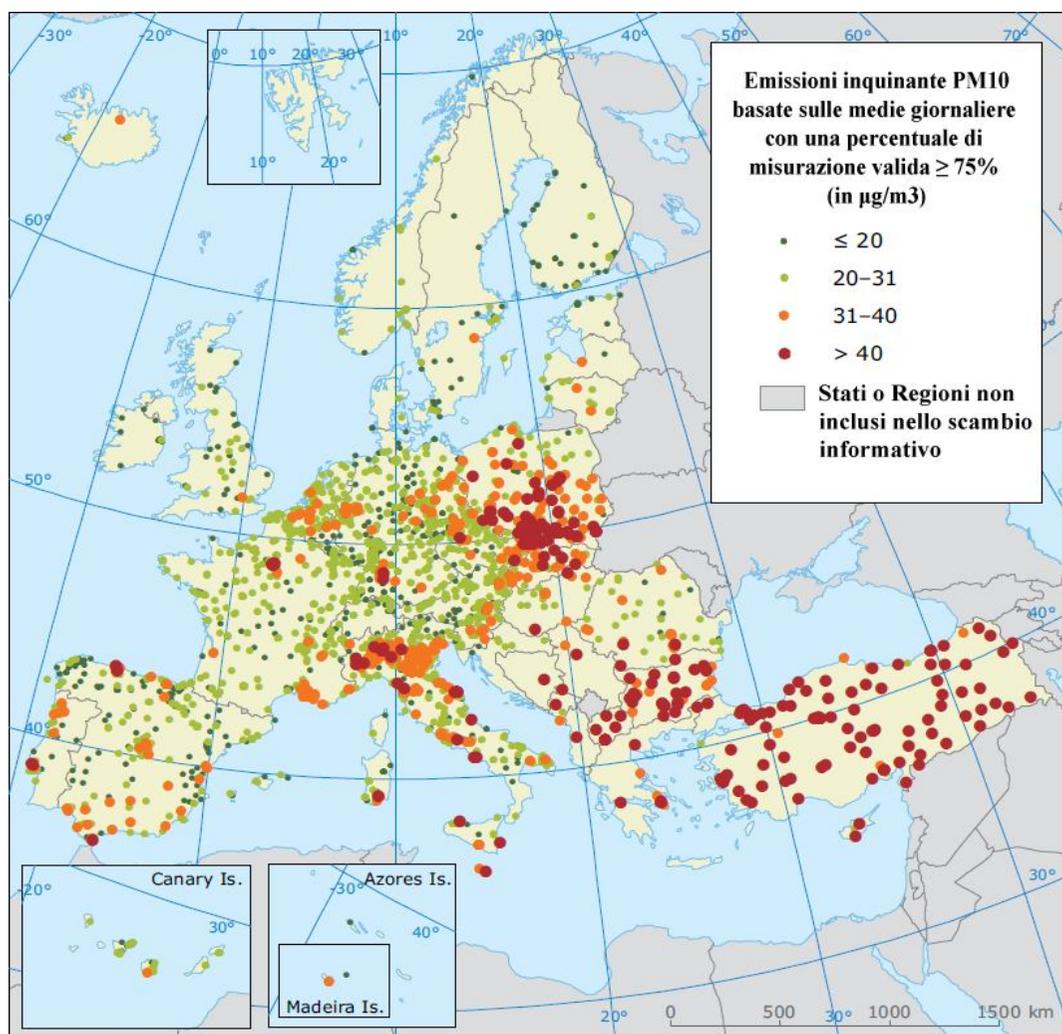
L'Agenzia europea dell'ambiente stima che nel 2010 il 21% della popolazione urbana sia stata esposta a livelli di concentrazione di PM₁₀ (particolato con diametro inferiore o uguale a 10 µm) superiori rispetto al valore limite giornaliero fissato dall'Unione Europea per la protezione della salute umana ed il 30% a livelli di concentrazione superiori per il PM_{2.5} (particolato fine con diametro inferiore o uguale a 2,5 µm); se si prendono però in considerazione i limiti più severi e restrittivi fissati dall'OMS (Organizzazione mondiale della sanità), la percentuale di popolazione esposta è rispettivamente dell'81% per il PM₁₀ e del 95% per il PM_{2.5}.

² A tal proposito, è necessario sottolineare l'altissimo livello di intensità industriale inerente al comprensorio industriale Priolo-Augusta-Melilli.

Gli stati comunitari soffrono, altresì, di inquinamento da ozono (O_3), agente secondario responsabile di problemi all'apparato respiratorio: secondo le stime, il 97% degli abitanti delle città europee nel 2010 è stato esposto a livelli superiori rispetto al limite di riferimento dell'OMS; l'elevata concentrazione di ozono, inoltre, ha comportato la perdita ed il danneggiamento di grandi quantità di raccolti agricoli, ponendosi come fattore di rischio per lo sviluppo del settore primario nelle economie nazionali.

Il biossido di azoto (NO_2), oltre ad essere uno degli agenti primari coinvolti nella formazione di inquinanti secondari come particolato e ozono, è la causa principale dei fenomeni di *eutrofizzazione* (crescita eccessiva di piante e alghe nell'acqua) e di *acidificazione* (acidità delle precipitazioni, c.d. *piogge acide*); nel 2010, il 7% degli abitanti delle città europee è stato esposto a livelli di NO_2 superiori ai valori limite fissati dall'UE.

Fig. 1- Concentrazione PM_{10} negli Stati Europei (anno 2010)



Fonte: Nostra elaborazione su cartogrammi AIRBASE (database europeo dei dati ambientali)

Di particolare rilevanza è la questione legata ai limiti di benzo(a)pirene (BaP), idrocarburo policiclico aromatico dalle conseguenze devastanti per la salute umana, in quanto palesemente cancerogeno. Nonostante l'attestata tossicità, secondo le stime, una percentuale oscillante tra il 20% ed il 29% della popolazione europea è stata esposta, fra il 2008 ed il 2010, a concentrazioni superiori rispetto al valore obiettivo fissato dall'UE, confermando il trend che vede, nel vecchio continente, un aumento generalizzato delle emissioni in atmosfera di benzo(a)pirene.

Un importante successo è stato raggiunto sul fronte del biossido di zolfo (SO₂) dato che, nel 2010, in nessuno dei territori osservati sono state registrate concentrazioni superiori rispetto al valore limite dell'Unione Europea; il risultato è frutto di una costante riduzione, nel corso degli anni, delle emissioni dell'agente, grazie all'impiego di nuove tecnologie finalizzate all'eliminazione delle sorgenti emmissive e all'utilizzo di carburanti con minore presenza di zolfo.

A conclusione della stima redatta dall'Agenzia europea dell'ambiente, le concentrazioni in atmosfera di monossido di carbonio, benzene e metalli pesanti (arsenico, cadmio, nickel e piombo), risultano essere di modesta entità con qualche sporadico superamento dei valori limite e dei valori obiettivo fissati dalla normativa europea.

Le conseguenze dell'inquinamento atmosferico sulla salute della popolazione sono evidenti: problemi al sistema cardiocircolatorio, patologie di natura respiratoria, tumori ai polmoni ed altre malattie che si traducono in una diminuzione dell'aspettativa di vita di circa due anni nelle zone più inquinate; senza trascurare gli effetti nocivi a danno dell'ecosistema; alcune sostanze inquinanti, infatti, sono tra i principali responsabili di fenomeni dannosi quali acidificazione delle precipitazioni, eutrofizzazione delle acque e del suolo, smog fotochimico, riduzione delle rese agricole, riduzione della crescita forestale ed impatti climatici di natura diversa.

Dietro l'azione internazionale dell'UE, nel corso degli anni sono stati compiuti notevoli progressi nella riduzione delle emissioni di inquinanti, con il conseguente miglioramento della qualità dell'aria in alcune aree territoriali; tuttavia, il perdurare dei problemi relativi allo status ambientale ha spinto gli organismi internazionali, prima fra tutti l'OMS, a richiedere ulteriori sforzi al fine di ridurre le emissioni di diverse sostanze inquinanti, in particolar modo le concentrazioni outdoor di particolato ed ozono troposferico.

Per il raggiungimento di tale obiettivo, la Commissione Europea ha pianificato per il 2013 una revisione normativa sulla qualità dell'aria, prestando particolare attenzione alla programmazione delle politiche in materia di inquinamento atmosferico.

2. La situazione in Italia

Il Rapporto sulla qualità dell'aria 2012 AEA ha messo in evidenza un dato incontrovertibile: in nessun paese la qualità dell'aria è cattiva come in Italia. Le debolezze ambientali rilevate nel contesto comunitario sono ancora più manifeste nel nostro Paese, specie in alcune città del nord, per via dei superamenti sistematici dei livelli normativi di agenti correlati alla congestione da traffico viario quali particolato, biossido di azoto e ozono. La situazione desta non poche preoccupazioni se consideriamo i ben noti effetti negativi derivanti da elevate concentrazioni di sostanze inquinanti, aggravati in una realtà come l'Italia caratterizzata da una popolazione sempre più "vecchia" e quindi maggiormente vulnerabile. Le principali cause della cattiva qualità dell'aria in Italia sono

da ricercare nella mancanza di un'adeguata politica per la mobilità e nell'inefficienza strutturale di alcuni impianti industriali improntati su tecnologie poco sostenibili e poco riguardevoli nei confronti della salute umana e dell'ambiente. Una diversa gestione della mobilità sul territorio, attuabile tramite la riduzione del traffico privato, il potenziamento dei servizi pubblici, l'estensione delle aree pedonali e la promozione di mezzi alternativi (es. biciclette o auto elettrica), costituirebbe una panacea contro le continue emissioni in atmosfera prodotte dal traffico veicolare. Secondo le stime dell'Agenzia europea dell'ambiente, l'Italia è tra i paesi che superano con più frequenza il valore limite annuale previsto per il particolato PM₁₀ (in vigore dal 2005) e per le polveri sottili PM_{2,5} (in vigore dal 2010); nonostante, nel corso degli anni è stato registrato un miglioramento del numero dei superamenti su base giornaliera di PM₁₀, il nostro Paese detiene il record per il valore europeo più alto di particolato nelle zone rurali per l'anno 2009.

La situazione è ancora più allarmante per l'ozono in quanto l'Italia ottiene un risultato negativo in assoluto per il 2010 con un valore di due volte superiore rispetto alla soglia limite, e per il monossido di carbonio, di cui l'Italia è stato l'unico paese capace di sfiorare i limiti per i tre anni oggetto di studio (2001, 2005, 2010). Considerando gli inquinanti di natura industriale, è stata rilevata un'eccessiva presenza di nickel in atmosfera, specie per gli stabilimenti siti al Nord Italia, mentre i diversi impianti petrolchimici localizzati nel Meridione, precisamente in Sicilia, sono causa di un'elevata concentrazione di benzene e benzo(a)pirene, costituendo uno dei quattro siti, in tutta Europa, che hanno registrato superamenti relativi ai suddetti idrocarburi.

A conferma di quanto stimato dall'Agenzia europea per l'Ambiente, l'ultimo dossier di Legambiente *Ecosistema Urbano XIX - anno 2012*, delinea un'improvvisa e preoccupante battuta d'arresto delle politiche ambientali urbane, addirittura peggiore rispetto al quadro definito nell'anno precedente per quanto riguarda alcuni dei parametri ambientali osservati. Il ciclo economico negativo è solo una parziale giustificazione, secondo Legambiente, al raggiungimento di tale risultato: la vera motivazione sarebbe da ricercare nella scarsa attenzione rivolta verso l'ambiente e la salute dei cittadini da parte delle amministrazioni comunali, incapaci di realizzare programmi fattivamente finalizzati al miglioramento della qualità della vita. Nonostante la presenza di specifiche peculiarità territoriali, alcune problematiche sono comuni per la maggior parte dei capoluoghi di provincia italiani: lo smog, la produzione di rifiuti, la congestione da traffico, l'utilizzo irrazionale delle fonti energetiche e la disincentivazione del trasporto pubblico rappresentano le emergenze antropiche da affrontare se si vuole limitare l'impatto sull'ambiente delle attività umane. Il trend attuale vede in crescita l'inquinamento atmosferico in Italia, *maglia nera* tra gli Stati europei, con un aumento medio di PM₁₀ pari a 2 µg/m³ rispetto all'anno precedente e ben 17 città, contro le precedenti 6, che registrano un valore medio annuo superiore al limite normativo di 40 µg/m³. I capoluoghi italiani non hanno compiuto miglioramenti neppure sul fronte della mobilità sostenibile: la densità automobilistica è ancora elevata con ben 63,8 auto/100 abitanti, dato alquanto eccessivo se si considera che importanti città europee come Londra, Parigi e Berlino hanno un tasso di motorizzazione pari a 32 auto/100 ab., risultato che attesta l'incapacità da parte della popolazione di fare a meno dell'automobile come mezzo di circolazione. Alcuni miglioramenti sono stati registrati sulla produzione di rifiuti solidi urbani, grazie alla diminuzione pro-capite correlata alla riduzione dei consumi (-18,5 kg/abitante rispetto all'anno precedente; media nazionale 568,8 kg/abitante) e all'aumento della raccolta

differenziata con una media generale del 37,96% sul totale dei rifiuti prodotti (+5,99% rispetto all'anno precedente), anche se il dato rilevato presenta un gap significativamente distante rispetto all'obiettivo normativo fissato per il 2011 nella misura del 60%, raggiunto solo in 12 dei 104 capoluoghi di provincia osservati. I dati sin qui esposti definiscono il quadro generale dell'attuale situazione vissuta in Italia. Esaminando nel dettaglio le diverse realtà cittadine, emergono differenze che rendono alcuni centri “*meno insostenibili*” di altri con particolare riferimento ad esperienze realizzate nel nostro Paese quali il *road pricing* nell'Area C di Milano, il porta a porta dei rifiuti di Andria, i tetti con pannelli solari nelle scuole di Bergamo, la mobilità e l'efficienza energetica di Bolzano e le nuove isole pedonali del centro storico di Firenze. Gli interventi citati rappresentano la volontà generale di affrontare le emergenze urbane al fine di ridurre gli impatti ambientali creando, nonostante la pressante crisi economico-finanziaria, opportunità lavorative per la collettività fondate su iniziative provenienti dal settore pubblico e privato: in quest'ottica la questione ambientale può essere considerata una valida opportunità per realizzare un duplice scopo, ovvero combattere gli effetti negativi della crisi economica ed ottenere, al tempo stesso, degli utili di natura sociale, favorendo una migliore vivibilità per le generazioni presenti e future.

3. La Normativa

Il Testo Unico Ambientale, nella forma e nei contenuti del **D.Lgs. n.152/2006**, definisce l'inquinamento atmosferico come “*ogni modificazione dell'aria atmosferica, dovuta all'introduzione nella stessa di una o di più sostanze in quantità e con caratteristiche tali da ledere o da costituire un pericolo per la salute umana o per la qualità dell'ambiente oppure tali da ledere i beni materiali o compromettere gli usi legittimi dell'ambiente*”. La definizione normativa mette in risalto l'importanza degli effetti sanitario-ambientali provocati da qualunque forma di inquinamento dell'aria, in particolar modo di origine antropica, ponendo la salute umana e l'equilibrio degli ecosistemi come indicatori principali per la misurazione della qualità della vita. Il T.U. contenente “Norme in materia ambientale” ha organizzato e ristrutturato tutta la normativa nazionale di base per la tutela dell'ambiente dalle principali forme di inquinamento, abrogando il precedente **D.P.R. n.203/1988**. Le modificazioni legislative sono il frutto di una diversa percezione, da parte dello Stato e della collettività, dell'importanza che il problema inquinamento riveste nell'attuale società per via delle attestate conseguenze sulla salute dei cittadini e dell'ambiente. Sin dagli anni Trenta il legislatore ha preso in considerazione tale problematica sociale, legiferando con una *ratio* diversa rispetto a quella attuale. Il primo storico provvedimento di natura normativa risale all'anno 1939 con la L.1947 ovvero la *Legge sulla Protezione delle bellezze naturali*: il legislatore, all'epoca, si preoccupò di focalizzare l'attenzione sulla caratteristica “*ambiente*” assimilandola al concetto di bellezza naturale e identificandola come elemento di “*notevole interesse pubblico*”, gettando le basi per la protezione di “*cose immobili che hanno cospicui caratteri di bellezza naturale o di singolarità geologica; che compongono un caratteristico aspetto avente valore estetico e tradizionale*” oppure di “*bellezze panoramiche considerate come quadri naturali*”. A conferma dell'importanza del valore ambiente, basta ricordare gli articoli 9 e 32 della **Costituzione Italiana**, che rappresentano la base per la moderna giurisprudenza al fine di definire il “diritto all'integrità dell'ambiente”, considerato come posizione giuridica incentrata sulla tutela della salute e come diritto soggettivo individuale, assoluto ed

incomprimibile, tutelabile *erga omnes* quando l'individuo ne subisca una limitazione per cause legate all'inquinamento ambientale.

L'art. 9 definisce: “*La Repubblica...omissis...tutela il paesaggio e il patrimonio storico e artistico della Nazione*”. Ancora più incisivo è l'art. 32: “*La Repubblica tutela la salute come fondamentale diritto dell'individuo e interesse della collettività...*”. Un'ulteriore affermazione al “*diritto all'ambiente*” è stato apportato dalla Legge Costituzionale del 18 ottobre 2001 – cd. “**Riforma del Titolo V**” – che, all'articolo 117 comma 2 lettera s), afferma la “*tutela dell'ambiente, dell'ecosistema e dei beni culturali*” e al comma 3 parla di “*valorizzazione dei beni culturali e ambientali*”.

La questione ambientale non verrà trattata in chiave “moderna” fino agli anni cinquanta ovvero fino al periodo del boom economico. Con la proliferazione industriale e la crescente pressione antropica sulla qualità della vita, emersero nuovi quesiti e problematiche circa le conseguenze dei processi produttivi sugli ecosistemi e sulla salute della popolazione; da qui in poi l'ambiente comincerà ad essere valutato dal legislatore non come mero appagamento visivo ed estetico, ma come valore da proteggere per la salvaguardia della collettività. Espressione legislativa del mutato contesto furono le emanazioni delle prime “**leggi quadro**”, ovvero provvedimenti normativi strutturati ed organizzati, volti alla regolamentazione sistematica e mirata al controllo delle emissioni inquinanti in atmosfera. Prima fra queste fu la *Legge n.615* del 1966 che regolamentava tutte le tipologie di emissioni individuate in quel periodo (emissioni da impianti termici civili, emissioni da impianti industriali, emissioni da veicoli a motore), seguita successivamente dal *D.P.R. n.203* del 1988, in assoluto il primo provvedimento di attuazione delle direttive comunitarie concernenti norme in materia di qualità dell'aria, relativamente a specifici agenti inquinanti e all'inquinamento prodotto dagli impianti industriali. Tale provvedimento, al di là degli aspetti politici ed istituzionali, ha indubbiamente una visuale fortemente innovativa, sia per quanto riguarda i contenuti, sia per le procedure di autorizzazione, in quanto poneva per gli imprenditori l'obbligo di munirsi di autorizzazioni nel caso in cui i processi produttivi delle proprie attività economiche costituissero sorgenti emmissive di contaminanti in atmosfera.

La tematica ambientale nelle zone territoriali comunitarie è oggetto di regolamentazione da parte dell'Unione Europea, la cui influenza sovranazionale si è tradotta, nel corso degli anni, nella definizione dei principi di base per una strategia comune volta a definire e fissare obiettivi concernenti la qualità dell'aria per evitare, prevenire o ridurre gli effetti nocivi di tipo sanitario e ambientale all'interno degli Stati membri, anche tramite programmi di informazione pubblica nei casi in cui l'elevata concentrazione di inquinanti costituisca motivo di allarme ed emergenza immediata.

Gli obiettivi principali perseguiti dalla normativa comunitaria sono essenzialmente di due tipi:

- **Obiettivo qualitativo:** in ottemperanza al programma comunitario di azione ambientale, l'operato dell'Unione Europea si basa sul miglioramento continuo della qualità dell'aria al fine di salvaguardare e proteggere la salute umana, la vegetazione e gli ecosistemi tramite azioni volte alla riduzione massima dell'inquinamento ed alla minimizzazione dei suoi effetti nocivi. A tal proposito vengono definiti, sulla base delle indicazioni scientifiche fornite dall'OMS, i valori limite di emissione per gli agenti inquinanti più pericolosi e gli obiettivi di lungo periodo che gli Stati membri sono tenuti a raggiungere

nel rispetto della pianificazione ambientale comunitaria; vengono, altresì, previste l'adozione di criteri comuni e tecniche di misurazione standard a livello europeo per la valutazione della qualità dell'aria oltre alla zonizzazione territoriale che funge da ausilio nell'individuare le caratteristiche degli ecosistemi e delle popolazioni soggette all'inquinamento, prevedendone grado e durata all'esposizione. Con particolare riguardo nei confronti delle aree in cui vengono superati i suddetti valori limite, la normativa europea regola la **predisposizione di piani per la qualità dell'aria** contenenti indicazioni sui provvedimenti da adottare a breve termine in caso di rischio di superamento delle soglie limite in modo tale da ridurre entità e durata, favorendo la **collaborazione tra Stati confinanti** nel caso in cui i superamenti dei valori limite siano localizzati in territori *transfrontalieri*;

- **Obiettivo informativo:** le disposizioni comunitarie individuano gli enti territoriali responsabili delle attività di rilevazione delle concentrazioni degli inquinanti atmosferici, oltre a dettare un insieme di criteri relativi alle modalità di raccolta dei dati, alle tecniche di misurazione, all'ubicazione dei siti di monitoraggio ed al numero minimo di campionamenti da effettuare. Inoltre, secondo un principio di coerenza informativa, i dati raccolti devono essere comunicati da tutti gli Stati membri secondo una procedura standard che definisce il formato e le modalità di trasmissione al pubblico in caso di superamento delle soglie di allarme.

La normativa di emanazione comunitaria vigente che persegue la realizzazione dei suddetti obiettivi, è identificabile nei seguenti provvedimenti:

- **Direttiva 2008/50/CE** relativa al raggiungimento di un'aria più pulita in Europa, attuata in Italia con il D.Lgs. n.155/2010. Obiettivo della direttiva è quello di mantenere e, ove possibile, migliorare lo stato di qualità dell'aria nelle regioni territoriali comunitarie, secondo quanto sancito dal *Sesto programma comunitario di azione in materia di ambiente*, che prevede la riduzione ai minimi termini delle emissioni inquinanti, attraverso la regolamentazione ed armonizzazione delle attività di monitoraggio e valutazione della qualità dell'aria. Presupposto principale su cui si articola il sistema di valutazione della qualità dell'aria è il processo di *zonizzazione delle aree territoriali*, suddivise in base a caratteristiche di tipo demografico, urbanistico, orografico e meteo-climatico. A seguito di tale procedimento, ciascuna area e/o agglomerato viene classificata allo scopo di individuare quali tecniche di misurazione e monitoraggio adottare per la rilevazione delle concentrazioni inquinanti in atmosfera. Le operazioni di misurazione devono essere eseguite tramite una *rete di misura* che utilizza, in base alla classificazione della zona, siti fissi, misurazioni indicative o altre tecniche di valutazione statistica al fine di determinare la qualità dell'aria in conformità con la normativa, nel rispetto dei principi di efficienza, efficacia ed economicità. La gestione ed il controllo delle reti di misura sono assicurate dagli enti territoriali (Regioni, Province autonome o, tramite delega, dalle Agenzie Regionali per la protezione dell'ambiente) che si occupano anche delle modalità di informazione al pubblico per quel che concerne la tipologia e la natura dei dati ambientali rilevati, rispondendo alle esigenze di tempestività cognitiva detenuta da tutti i portatori di interesse (*stakeholders*). La normativa, inoltre, definisce i provvedimenti da intraprendere nel caso in cui vengano individuate una o più aree di superamento dei valori limite, ovvero l'adozione di piani e misure volti al ridimensionamento delle

principali sorgenti di emissione responsabili del cattivo stato di salute ambientale presente nelle medesime aree.

Il dispositivo normativo stabilisce, altresì, i valori limite ed i valori obiettivo da raggiungere a lungo termine per la concentrazione di inquinanti in atmosfera ed in particolare per il biossido di zolfo, biossido di azoto, monossido di carbonio, benzene, particolato sospeso (nelle forme PM₁₀ e PM_{2.5}), piombo. A tale direttiva fanno eccezione i metalli e gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA), regolati dalla Dir. 2004/107/CE, mentre per l'ozono vengono osservati i dettami normativi della Dir. 2002/3/CE.

- **Direttiva 2002/3/CE** relativa all'ozono nell'aria, attuata in Italia con il D.Lgs. n.183/2004. Il provvedimento comunitario ha fissato i valori bersaglio da raggiungere come obiettivo a lungo termine; in particolare sono indicati i valori limite per la protezione della salute umana, la soglia di informazione pubblica e la soglia di allarme;
- **Direttiva 2004/107/CE** concernente l'arsenico, il cadmio, il mercurio, il nickel e gli idrocarburi policiclici aromatici nell'aria ambiente, attuata in Italia con il D.Lgs. n.152/2007. La Direttiva fissa i valori limite per i suddetti contaminanti;
- **Decisione 97/101/CE** provvedimento di fondamentale rilevanza per la definizione del *processo di scambio informativo* tra le reti di monitoraggio (punti focali regionali), che hanno il compito di trasmettere i dati ambientali rilevati dalle singole stazioni di misurazione, e l'ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale), che a sua volta ha l'obbligo normativo di inviare tali informazioni al sistema comunitario di archiviazione ambientale denominato AIRBASE.
Tale decisione e le sue procedure applicative sono comunemente conosciute con la sigla "*Exchange of Information*" (EoI);
- **Decisione 2001/752/CE** dispositivo integrativo e di modifica relativo alla Decisione 97/101/CE. Il provvedimento riporta l'elenco degli inquinanti; le metodologie di calcolo statistico per l'elaborazione dei dati che verranno trasmessi alla Commissione Europea; le modalità di invio dei suddetti dati; la classificazione delle reti di monitoraggio ed i riferimenti per l'identificazione univoca di ciascuna stazione; le informazioni sulle attrezzature utilizzate per le rilevazioni e l'iter per la convalida dei dati in regime di qualità.

4. Gli studi settoriali sull'inquinamento: effetti a breve e/o a lungo termine

A partire dagli anni Trenta gli studiosi hanno cominciato ad analizzare la presunta correlazione tra inquinamento atmosferico e manifestazione di eventi sanitari acuti. Le principali indagini epidemiologiche condotte negli Stati Uniti ed in Europa hanno confermato l'associazione tra l'incremento della concentrazione di inquinanti in atmosfera con l'insorgenza di talune patologie per la salute, in particolare per quel che riguarda le tipologie respiratorie e cardiache. Data la portata ed il continuo trend di crescita del fenomeno, molti studi hanno focalizzato l'attenzione su quello che, attualmente, è considerato come il "male" per eccellenza da debellare, in quanto non è ancora conosciuta una cura universalmente efficace per tutte le sue manifestazioni: *il cancro*.

Il cancro si delinea come una malattia multifattoriale. Esso dipende da fattori interni strettamente correlati all'individuo (es. cellule dell'organismo, mutazioni genetiche, ormoni) e fattori esterni legati sia all'ambiente (es. prodotti chimici, radiazioni, emissioni inquinanti) sia allo stile di vita dell'individuo (es. alimentazione, svolgimento regolare di

attività fisica, soggetto fumatore, ecc...). Analizzando l'attuale situazione in Italia ci troviamo di fronte ad uno scenario piuttosto allarmante per quanto riguarda l'aumento del numero di tumori negli ultimi trent'anni³: le analisi più recenti parlano di un aumento del 20% di linfomi e leucemie; di un boom dei mesoteliomi (aumento del 37% nelle donne e 10% negli uomini); di un tasso di crescita del 27% del tumore alla mammella; del cervello (tra l'8% ed il 10%) ed infine del fegato (tra il 14% ed il 20%). Di fronte a questo trend si può tranquillamente affermare che l'aumento dei casi di tumore sta assumendo le caratteristiche di una vera e propria epidemia. Le stime relative all'anno 2012, in Italia, hanno diagnosticato circa 364.000 nuovi casi⁴, con un'incidenza del 56% sulla popolazione maschile e del 44% su quella femminile. Dal totale delle previsioni vengono esclusi i carcinomi alla cute che, per la loro intrinseca complessità, vengono trattati e stimati separatamente nel numero di 67.000 nuovi casi per il 2012. Si stima che il 2,8% della popolazione italiana (circa 1,8 milioni di persone) abbia avuto nel corso della sua vita una diagnosi di cancro⁵. Tra le cause di mortalità attuali, i tumori si collocano al secondo posto (30% di tutti i decessi), superati solo dalle malattie cardio-circolatorie (38%)⁶. La probabilità di manifestare un tumore durante la vita media si attesta sul 33% per gli uomini (una probabilità su tre) e sul 25% per le donne (una probabilità su quattro). L'aumento dei casi di tumore è il risultato di due aspetti, da una parte il miglioramento della durata media di vita con un maggior numero di anziani ed il conseguente maggior numero di tumori, dall'altro la presenza costante di sostanze potenzialmente cancerogene (es. fumo) associata ad altri fattori quali l'inquinamento atmosferico e la tossicità di taluni processi lavorativi. Di contro, nota lieta in questo scenario negativo, è l'aumento percentuale della sopravvivenza dei malati di tumori in Italia che si attesta al 50% per gli uomini e al 60% per le donne, anche se al Sud al dato deve essere sottratto un valore oscillante tra i 4 ed i 10 punti percentuali, motivato dal ritardo del sistema sanitario delle Regioni meridionali rispetto a quelle centro-settentrionali. Alla luce dei crescenti studi di settore e della ricerca scientifica, la correlazione tra inquinamento atmosferico e manifestazioni tumorali risulta essere sempre più positiva. L'EPA (Environmental Protection Agency) ha identificato, tra la molteplicità degli inquinanti atmosferici, ben 40 contaminanti con accertata tossicità/cancerogenità tra cui: benzene, composti del cromo, arsenico, cadmio, piombo, IPA e materiale particolato (PM_{2,5} e PM₁₀). Si pensi al recente studio condotto dall'Università di Buffalo presentato alla conferenza annuale della AACR (American Association for Cancer Research) che ha messo in evidenza come l'esposizione all'inquinamento atmosferico, in particolare polveri sospese PM, in specifici momenti della vita di una donna può alterare il DNA e causare delle mutazioni favorendo la comparsa del tumore al seno nel periodo precedente la menopausa. Oppure allo studio condotto negli USA dal National Cancer Institute (NCI) su 12 mila minatori che, durante le fasi di lavorazione, utilizzavano dei macchinari con motori a diesel e che ha evidenziato un rischio di tumore ai polmoni di 4,5 volte superiore rispetto alle altre categorie di lavoratori. Il dato è di fondamentale importanza in proiezione europea dove circa 3 milioni di persone lavorano quotidianamente con macchinari a diesel, ma soprattutto per chi vive in città altamente inquinate e che si trova a respirare i fumi emessi da autoveicoli a combustione

³ Indagine "SOS Cancro" da *L'Espresso* – Anno 2007

⁴ Dati provenienti da "AIRTUM - I Numeri del Cancro 2012"

⁵ Fonte: Ministero della Salute, per maggiori informazioni consultare il sito: <http://www.salute.gov.it>

⁶ Dati ISTAT 2012 riferiti alla mortalità in Italia, per maggiori informazioni consultare il sito: <http://dati.istat.it/>

diesel. Il problema diventa piuttosto pesante alla luce dei dati relativi al nostro Paese: l'Italia nonostante rappresenti solo l'1% della popolazione mondiale “vanta” un numero di autoveicoli in circolazione pari al 4,4% di quello mondiale anche se, come è ragionevole supporre, l'aumento di nuovi casi tumorali, oltre alle emissioni connesse al traffico veicolare, è correlabile anche agli inquinanti immessi in atmosfera dai processi di natura industriale.

Come è noto, in Italia sono stati realizzati numerosi studi epidemiologici allo scopo di stimare l'associazione tra inquinanti atmosferici e salute.

Lo studio MISA⁷, iniziato nel 2000, ha contribuito in modo sostanziale ad accrescere le conoscenze degli effetti dei principali inquinanti dell'aria sulla salute umana. Il progetto ha coinvolto 8 tra le principali città italiane (Torino, Milano, Verona, Ravenna, Bologna, Firenze, Roma e Palermo). Con riferimento a periodi variabili per città, compresi tra il 1990 e il 1999, ha stimato la relazione tra inquinamento ed esiti avversi per la salute, in termini sia di mortalità sia di ricoveri ospedalieri. L'aggiornamento dei risultati, completato nel 2004 con il progetto MISA2, ha fornito stime d'effetto per 15 città italiane. Lo studio in questione, analizzando gli effetti nel breve periodo di aumenti degli inquinanti atmosferici, ha messo in evidenza un importante aspetto, ovvero che solo una parte limitata degli effetti a breve termine è dovuta al fenomeno di *harvesting* (mietitura). Gli studi su questa tematica hanno dimostrato che l'inquinamento atmosferico fa precipitare, nelle diverse fasi di natura patologica, le condizioni di salute per i soggetti più a rischio da un punto di vista sanitario e contribuisce all'aumento degli indici di mortalità e/o dei ricoveri ospedalieri nei giorni successivi se l'inquinamento si attesta su livelli elevati.

Altri studi, in particolare l'HEAPSS, ha valutato gli effetti delle c.d. particelle ultrafini (polveri sospese come PM₁₀ e PM_{2,5}) sulle vie coronarie, analizzando cinque coorti europee di pazienti sopravvissuti a un infarto del miocardio.

Anche le normali funzioni del sistema nervoso vengono influenzate negativamente dall'aria inquinata, lo confermano, infatti, i risultati di studi condotti su uomini volontari o su cavie da cui sembra emergere la manifestazione di effetti nocivi sul sistema nervoso, principalmente sulle attività cognitive, di fronte ad una esposizione all'inquinamento atmosferico legato al traffico (Power et al.2011; Fonken et al. 2011).

Tali studi, in generale, hanno messo in evidenza come gli inquinanti ambientali outdoor rappresentano un problema critico di salute pubblica con particolare riferimento ai gruppi più vulnerabili della popolazione – bambini, anziani – ovvero soggetti affetti da patologie di natura respiratoria e/o cardiovascolare.

Accanto ai risultati delle indagini, nella letteratura scientifica troviamo, altresì, lo studio EpiAir; quest'ultimo condotto in dieci città italiane (Milano, Mestre-Venezia, Torino, Bologna, Firenze, Pisa, Roma, Taranto, Cagliari e Palermo) ha analizzato per il periodo 2001-2005 gli effetti a breve termine dell'inquinamento atmosferico, sia sulla mortalità sia sui ricoveri ospedalieri (outcoming sanitario).

Nel periodo considerato i livelli di PM₁₀, NO₂ e di O₃, in riferimento alla stagione calda, sono risultati preoccupanti rispetto sia ai valori normativi sia alle linee guida sulla

⁷ Metanalisi italiana degli studi sugli effetti a breve termine dell'inquinamento atmosferico.

qualità dell'aria dettate dall'OMS⁸, evidenziando il perdurare di un trend negativo generale per la popolazione italiana esposta a inquinanti atmosferici tossici.

Per ciò che attiene l'aspetto inerente ai ricoveri, l'indagine ha messo in evidenza, così come prevedibile, un effetto immediato del PM₁₀ e dell'NO₂ con talune patologie cardiache (sindrome coronarica e scompenso cardiaco) e con le malattie respiratorie⁹ (infezioni respiratorie acute, bronco pneumopatia cronica ostruttiva ed asma bronchiale).

I risultati sin qui ottenuti affermano la necessità della prosecuzione del monitoraggio epidemiologico sugli effetti delle esposizioni diffuse ad agenti tossici; si rende pertanto necessario l'utilizzo di indicatori ambientali e sanitari efficaci e standardizzati, ovvero comparabili, utili per lo sviluppo di programmi di prevenzione con portata nazionale e/o locale. L'analisi circa la correlazione tra incrementi di contaminanti presenti nell'atmosfera ed il manifestarsi di situazioni negative per la salute deve essere analizzata secondo le visioni di breve e lungo periodo, ponendo particolare attenzione sugli effetti di un'esposizione più o meno prolungata alle sorgenti inquinanti.

Gli effetti a breve termine non devono essere considerati esclusivamente come una semplice anticipazione di eventi che, prima o poi, avrebbero trovato manifestazione, ma rappresentano un danno addizionale alla salute per via degli incrementi di mortalità e morbosità.

Lo studio condotto da Ostro e colleghi¹⁰ ha analizzato gli effetti sul tasso di mortalità conseguente all'esposizione, nel breve periodo, al particolato PM_{2,5} in nove città della California: per ogni incremento di 15 µg/m³ di PM_{2,5} la variazione della mortalità è stata dello 0,61% per tutte le cause, dello 0,70% per cause cardiovascolari e del 2,05% per cause respiratorie.

A confermare l'elevata pericolosità dell'esposizione agli agenti tossici troviamo i risultati di un altro studio, APHEA2¹¹, che ha messo in evidenza un incremento della mortalità generale¹² a seguito di incrementi giornalieri di PM₁₀.

Nel nostro paese lo studio MISA ha valutato gli effetti dell'esposizione all'inquinamento atmosferico in 15 città italiane, per un totale di 9,1 milioni di abitanti. Anche in questo caso è stato evidenziato un aumento del tasso di mortalità per tutte le cause e, in particolare, per quelle cardiorespiratorie dovute all'esposizione a particolato PM₁₀¹³.

⁸ In Italia la variazione del tasso di mortalità per ogni incremento di 10µg/m³ di PM₁₀ è di 0,69% contro una variazione, nell'ordine, dello 0,33% per il resto d'Europa; dello 0,29% per il Nord America e dello 0,31% nei precedenti studi italiani.

⁹ L'associazione più significativa è risultata quella tra NO₂ e ricoveri per asma, specie nella fascia di età 0-14; lo studio ha confermato, altresì, che le persone più anziane sono maggiormente vulnerabili agli effetti del particolato sospeso (PM₁₀).

¹⁰ Ostro B, Feng WY, Broadwin R, Green S, Lipsett M. The Effects of Components of Fine Particulate Air Pollution on Mortality in California: Results from CALFINE. *Environ Health Perspect* 2007; 114: 13-19.

¹¹ Air Pollution and Health a European Approach.

¹² Katsouyanni K, Touloumi G, Samoli E, Gryparis A, Le Tertre A, Monopolis Y, Rossi G, Zmirou D, Ballester F, Boumghar A, Anderson HR, Wojtyniak B, Paldy A, Braunstein R, Pekkanen J, Schindler C, Schwartz J. Confounding and effect modification in the short-term effects of ambient particles on total mortality: results from 29 European cities within the APHEA2 project. *Epidemiology* 2001; 12(5): 521-531.

¹³ Biggeri A, Bellini P, Terracini B. Meta-analysis of the Italian Studies on Short term Effects of Air Pollution-MISA 1996-2002. *Epidem Prev* 2004; 28(4-5): 4-100.

Lo studio SISTI (Studio italiano sulla suscettibilità alla temperatura e all'inquinamento atmosferico), condotto sulla popolazione adulta di nove città italiane, ha sottolineato, oltre ai risultati sin qui evidenziati, lo scompenso cardiaco come possibile conseguenza dannosa indotta dall'esposizione al PM₁₀¹⁴.

Passando all'ozono, lo studio americano NMMAPS ha rilevato un'influenza minore in termini di mortalità provocati dall'ozono concentrati, tra l'altro, nella stagione calda. Lo studio APHEA2, soffermandosi al periodo estivo, ha associato ad ogni incremento di concentrazione di 10 µg/m³ di O₃ (valore medio su 8 ore), un aumento di mortalità giornaliera dello 0,31% per tutte le cause; dello 0,46% per cause cardiovascolari e dell'1,13% per cause respiratorie, confermato anche dallo studio italiano MISA.

Altro inquinante osservato, in quanto causa di eventi negativi per la salute, è il biossido di azoto; lo studio APHEA2 ha riportato, per un incremento di 10 µg/m³, una variazione dello 0,30% nella mortalità generale, dello 0,40% nella mortalità cardiovascolare e dello 0,38% nella mortalità respiratoria.

Per quanto riguarda i dati relativi alle ospedalizzazioni (outcoming sanitario), lo studio APHEA ha mostrato un incremento percentuale di ricoveri ospedalieri per BPCO (Bronco-pneumopatia cronica ostruttiva) associato ad aumenti di 50 µg/m³ della concentrazione degli inquinanti, rispetto al livello medio giornaliero. I risultati sono piuttosto evidenti: +2% per l'SO₂ (biossido di zolfo); +4% per il BS (black smoke); +2% per il particolato totale sospeso (PM); +2% per l'NO₂ (biossido di azoto); +4% per l'O₃ (ozono).

In Italia lo studio MISA ha rilevato un incremento percentuale di ricoveri ospedalieri per cause respiratorie e/o cardiache associato ad aumenti di 10 µg/m³ di NO₂ (+0,77% respiratorie; +0,57% cardiache) e PM₁₀ (+0,60 respiratorie; +0,29% cardiache) e di 1mg/m³ di CO, monossido di carbonio, (+1,25% respiratorie; +1,44% cardiache).

Data la natura di alcune patologie che trovano manifestazione dopo diversi anni dalla costante esposizione al fattore scatenante, gli effetti a lungo termine, anche se di impatto non immediato, assumono una rilevanza primaria nello sviluppo degli studi di settore.

La metodologia più appropriata per testare gli effetti a lungo termine dell'inquinamento atmosferico è rappresentato dagli studi di coorte¹⁵. I risultati che si ottengono sono la rilevazione e l'individuazione di possibili fattori di rischio di una popolazione (il fumo, l'esposizione lavorativa, ecc...) ed il suo follow-up. Pertanto, lo studio di coorte è considerato uno dei metodi più efficaci per analizzare il nesso di causa/effetto. Il campione viene seguito per intervalli di tempo predefiniti, misurandone la mortalità o la morbosità in rapporto con l'esposizione ambientale.

Le indagini epidemiologiche condotte finora hanno mostrato che l'esposizione cronica ad inquinamento atmosferico costituisce un regressore nella manifestazione di

¹⁴ Forastiere F, Stafoggia M, Berti G, Bisanti L, Cernigliaro A, Chiusolo M, Mallone S, Miglio R, Pandolfi P, Rognoni M, Serinelli M, Tessari R, Vigotti M, Perucci CA, SISTI Group. Particulate matter and daily mortality: a case-crossover analysis of individual effect modifiers. *Epidemiology* 2008; 19(4): 571-80.

¹⁵ Uno studio di coorte, o cohort study o panel study, si basa sull'analisi di un gruppo che sperimenta un dato evento, ad intervalli temporali predefiniti. Una coorte è un gruppo di persone accomunate da una particolare caratteristica oppure da una simile esperienza in un determinato periodo di tempo, ad esempio anno di nascita, interruzione della scuola, perdita del lavoro, ecc...

malattie cardiorespiratorie e nell'incremento del tasso di mortalità della popolazione generale.

A tal proposito, si sottolinea il risultato dello studio di Pope e colleghi¹⁶, condotto su un totale di 500.000 persone distribuite in aree metropolitane americane su un follow-up di 16 anni, il quale, per le diverse risultanze di natura eziologica, ha messo in evidenza che per ogni incremento di 10 µg/m³ di PM_{2,5} si registra, tra i due periodi di osservazione (1979-1983, 1999-2000), una variazione del tasso di mortalità di circa 6% per tutte le cause, del 9% per malattie cardiopolmonari e del 14% per tumore al polmone.

Alla luce di questo studio, il rischio del 6% è stato scelto dall'OMS come valore di riferimento per valutare gli effetti a lungo termine del PM_{2,5} sulla mortalità generale.

Se da un lato è ormai evidente che l'inquinamento atmosferico è associato a eventi avversi alla salute dell'uomo, alcuni studi hanno mostrato che l'abbattimento della quantità di contaminanti presenti nell'aria può portare a un miglioramento delle condizioni di vivibilità della popolazione generale; basti pensare allo studio di intervento di Friedman¹⁷, annoverabile come la risultanza più evidente della riduzione o rimozione degli effetti nocivi sull'uomo associati all'inquinamento atmosferico, quando viene ridotta la concentrazione di inquinanti.

5. La Situazione nella Provincia di Siracusa: dati a confronto

L'inquinamento atmosferico rappresenta uno dei principali problemi di salute pubblica, specialmente nei paesi maggiormente industrializzati. Le ragioni di tale interesse sono da ricercarsi essenzialmente negli effetti immediatamente visibili dei fenomeni e nell'influenza diretta e indiretta che l'inquinamento svolge sulla qualità della vita di gran parte della popolazione.

Le sostanze inquinanti vengono suddivise in due tipologie principali: inquinanti di *derivazione antropica*, prodotti dalle attività umane, e di *derivazione naturale*, originati da fenomeni ambientali. Un'altra classificazione, basata sugli effetti provocati nel territorio, distingue gli inquinanti in *primari*, quando essi vengono rilasciati direttamente nell'ambiente – biossido di zolfo, ossidi di azoto e polveri sospese - oppure in *secondari*, quando si formano a seguito di reazioni chimico-fisiche in atmosfera (es. ozono). Tra i fattori di natura antropica, il contributo dato dai processi produttivi di natura industriale alla generazione degli attuali tassi di inquinamento dell'aria è di sicuro il più elevato. Ponendo l'attenzione sull'attuale scenario della Provincia di Siracusa, ci accorgiamo subito della gravità del fenomeno. La zona industriale Augusta-Priolo-Melilli, oltre a rappresentare una grande risorsa economica e territoriale, è un potenziale focolaio di pericoli sia in termini ambientali che in termini di sicurezza. Il vasto agglomerato industriale è sede di svariate tipologie di insediamenti industriali, caratterizzati dalla

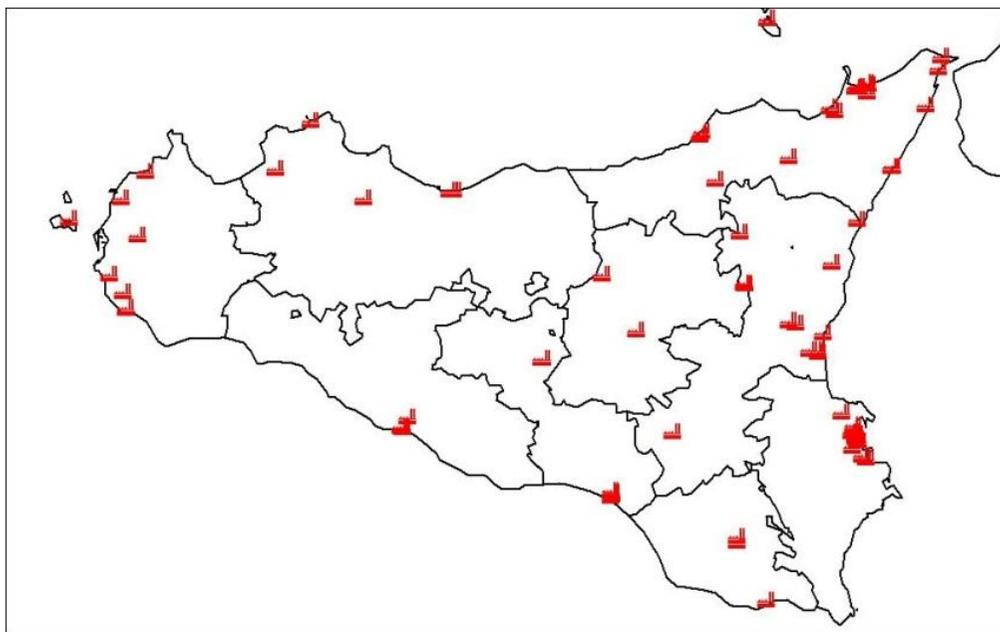
¹⁶ Pope CA III, Burnett RT, Thun MJ, Calle EE, Krewski D, Ito K, Thurston GD. Lung cancer, cardiopulmonary mortality, and long-term exposure to fine particulate air pollution. *JAMA* 2002; 287: 1132-1141.

¹⁷ Nel loro studio di intervento, Friedman e colleghi descrissero i cambiamenti nella qualità dell'aria e nella frequenza di eventi asmatici nei bambini, dovuti alla chiusura al traffico del centro cittadino di Atlanta durante lo svolgimento delle Olimpiadi del 1996. Sono stati confrontati i 17 giorni durante cui si sono svolti i giochi olimpici con le quattro settimane precedenti e successive. I risultati hanno mostrato un'associazione fra la riduzione della concentrazione dell'O₃ e una più bassa prevalenza di eventi asmatici acuti.

presenza di stabilimenti petrolchimici, raffinerie, complessi energetici e centrali termoelettriche. Ognuna di queste attività produttive comporta l'emissione in atmosfera di inquinanti, con ovvie conseguenze di natura ambientale e di natura sanitaria. A conferma del potenziale pericolo, la zona di Priolo è stata dichiarata, sin dai primi anni novanta, "Area ad elevato rischio di crisi ambientale" ed è stata oggetto, nel 1995, di un provvedimento di *disinquinamento per il risanamento del territorio della provincia di Siracusa* (DPR 17 gennaio 1995).

Con la *Legge 462/98*, sull'identificazione e la mappatura dei territori nazionali contaminati, l'area in questione, unitamente ai Comuni di Augusta, Melilli e Siracusa, è stata inserita, tra i 57 siti c.d. **SIN** (siti di interesse nazionale – numero aggiornato all'anno 2012) per via dell'elevata contaminazione presente. L'area su indicata, assieme al polo "gemello" di Gela ed al comprensorio del Mela-Messina contribuiscono a generare oltre il 90% delle emissioni di metalli (arsenico, cadmio, mercurio e nickel) a livello regionale.

Fig. 4 - Collocazione geografica delle principali sorgenti puntuali in Sicilia



Fonte: Valutazione Ambientale Strategica – Piano Territoriale Provinciale

La Figura 4 mostra l'elevata concentrazione di sorgenti puntuali¹⁸ (trattini in rosso), focalizzate nel triangolo Melilli–Priolo Gargallo–Augusta, sede di uno dei più importanti ed estesi poli petrolchimici europei.

L'area industriale di Siracusa occupa una superficie complessiva di 4.718 ettari ed una fascia del litorale ionico per un fronte di oltre 8 Km. Il complesso petrolchimico comprende depositi dotati di centinaia di serbatoi per prodotti petroliferi, molti dei quali

¹⁸ La metodologia CORINAIR definisce sorgenti puntuali (*Large Point Sources, LPS*) quelle attività che per la rilevanza delle emissioni, l'elevata potenzialità produttiva o per il carattere intrinseco dell'attività svolta, devono essere specificamente individuate, in modo tale da poter considerare le loro emissioni in modo diretto e non attraverso stime basate su indicatori, come avviene per le sorgenti areali.

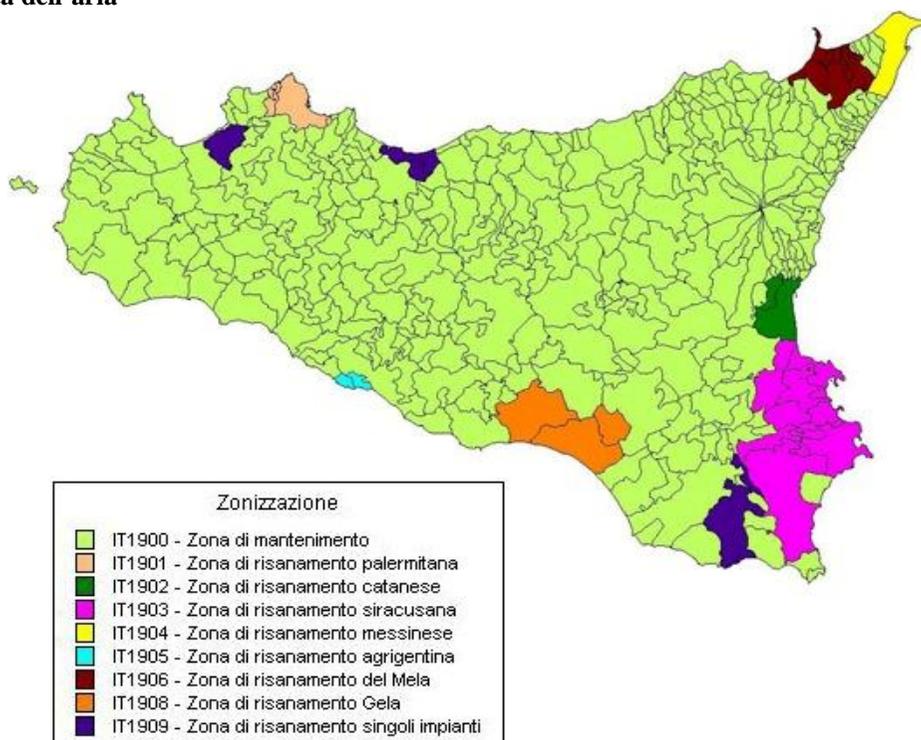
con portata superiore a 100.000 m³. La superficie potenzialmente a rischio nel caso di manifestazione di eventi incidentali è pari a 421.126.556 m². Il territorio così definito appartiene geograficamente alla Sicilia Sud-Orientale e si estende tra le strutture dei monti Iblei ad Ovest ed il Mare Ionio ad Est.

A seguito del D.A. 168/09, il territorio regionale è stato oggetto di suddivisione per “zone” in base alle concentrazioni atmosferiche di ossidi di zolfo, ossidi di azoto, particelle sospese con diametro inferiore a 10 micron e monossido di carbonio.

Il provvedimento normativo identifica due tipologie di zone:

1. **Zone di risanamento**, che includono:
 - a. i comuni in risanamento, ovvero quelli dotati di stazioni di rilevazione in cui i livelli delle concentrazioni di uno o più agenti superano i valori normativi imposti dal D.Lgs. n.155/2010, aumentati, se previsto, del margine di tolleranza¹⁹;
 - b. i comuni in osservazione, ovvero quelli dotati di stazioni di rilevazione in cui i livelli delle concentrazioni di uno o più agenti sono compresi tra il valore normativo ed il valore normativo aumentato del margine di tolleranza.
2. **Zone di mantenimento**, ovvero le zone in cui la concentrazione degli inquinanti è inferiore al valore normativo.

Fig. 5 – Classificazione del territorio regionale ai fini del mantenimento e risanamento della qualità dell’aria



Fonte: Annuario Regionale dei Dati Ambientali ARPA 2010

¹⁹ Per maggiori approfondimenti si rimanda al D.Lgs. n.155/2010 – Art.2 lett.l ed Art.9 comma 10.

Dalla Figura 5 si evince che la Provincia di Siracusa è costituita per la maggior parte del suo territorio da zone di risanamento; si tratta di una delle aree della regione siciliana maggiormente colpita dal fenomeno dell'inquinamento atmosferico per via della già citata presenza di vaste ed importanti aree industriali.

Confrontando lo stato di salute del comprensorio in oggetto con le altre città italiane, si rilevano dei dati preoccupanti. Secondo la 19esima edizione del dossier *Ecosistema Urbano*²⁰, redatto da Legambiente nel 2012, Siracusa si colloca al 96esimo posto per la qualità ambientale, con un valore del 26,20% (-3,47% rispetto all'anno precedente). Analizzando la concentrazione degli inquinanti in atmosfera al fine di valutare la qualità dell'aria nell'ambiente cittadino, la situazione è ancora più drammatica, specie per quel che concerne la quantità di particolato sospeso di tipo PM₁₀: la provincia aretusea occupa il 78esimo posto tra i capoluoghi interessati, con una concentrazione media annua di 43,7 µg/m³. Nonostante sia stato registrato un miglioramento rispetto all'anno precedente (-3,3 µg/m³ con annesso ultimo posto in graduatoria), il dato è allarmante alla luce dell'attuale normativa: il D.Lgs n.155/2010 fissa il valore limite annuale per la protezione della salute umana in 40 µg/m³; a suffragare il rischio derivante dal dato rilevato, basti pensare che l'OMS ha stimato che in Europa l'inquinamento da polveri sospese (particolato) causa ben 100.000 decessi l'anno e che il tasso di mortalità per tumore al polmone aumenta dell'8% per ogni incremento di 10 µg/m³ nell'aria. Il dato registrato dovrebbe, quantomeno, far riflettere e portare allo sviluppo di politiche atte alla riduzione del congestionamento veicolare ed una ristrutturazione dei processi produttivi industriali secondo una direzione più sostenibile in termini sociali. Nell'ambito dello stesso dominio, *Ecosistema Urbano*, sono stati pubblicati i dati relativi al tasso di motorizzazione per ogni capoluogo di provincia: anche in questa graduatoria, Siracusa presenta un tasso di 0,66 automobili/pro capite, superiore rispetto alla media nazionale (0,638 – range 41÷217). Il mix tossico di inquinanti emessi dagli scarichi delle automobili e dal polo industriale rendono la Provincia di Siracusa un luogo da *bollino rosso*.

Osservando il trend di lungo periodo, però, la situazione mostra segni di miglioramento: considerando i superamenti di PM₁₀ registrati in città dal 2003 al 2010 notiamo una drastica flessione tra il 2008 (321 superamenti) ed il 2010 (116); il dato è la risultanza sia dei fattori meteo-climatici, sia della diffusione di autoveicoli meno inquinanti.

Per il biossido di azoto la provincia aretusea occupa il 44esimo posto con una media annuale di 37,0 µg/m³, (+6,3 µg/m³ rispetto all'anno precedente), inferiore rispetto al limite normativo per la protezione della salute umana fissato in 40 µg/m³, mentre per l'ozono si colloca al primo posto totalizzando, come media dei valori registrati dalle cabine ubicate nel centro urbano, nessun superamento rispetto ai valori soglia per la protezione della salute umana, evidenziando un evidente miglioramento rispetto all'anno precedente dove furono rilevati

²⁰ Il sistema di valutazione *Ecosistema Urbano* di Legambiente, al fine di confrontare tra loro 107 capoluoghi di provincia italiani, utilizza 25 indici tematici che coprono tutte le principali componenti ambientali: aria, acque, rifiuti, trasporti, spazio verde, politiche ambientali, mobilità ed energia. Il fine degli indicatori è quello di valutare sia i fattori di pressione antropica correlati alla qualità dell'ambiente, sia la capacità di risposta, anche degli enti territoriali, sulla gestione ambientale. Per ciascuno dei 25 indici tematici, ogni città ottiene un punteggio normalizzato variabile da 0 a 100. Il punteggio finale è successivamente assegnato definendo un peso per ciascun indice tematico che oscilla tra 1,5 e 10, per un totale di 100.

ben 24 superamenti, numero quasi equivalente al massimo indicato dalla normativa (25 superamenti/anno).

Tab. 7 – Graduatoria Ecosistema Urbano ed. XVIII - 2012 (%)

POS.	CITTÀ	VAL	POS.	CITTÀ	VAL	POS.	CITTÀ	VAL
1	Verbania	73,71	36	Modena	52,74	71	Brindisi	44,54
2	Belluno	69,30	37	Ancona	52,68	72	Novara	44,52
3	Trento	68,20	38	Oristano	52,54	73	Grosseto	44,48
4	Bolzano	66,60	39	Bergamo	52,05	74	Vercelli	44,35
5	La Spezia	63,57	40	Cremona	51,74	75	Bari	44,18
6	Venezia	63,48	41	Sassari	51,48	76	Lecco	44,07
7	Pordenone	62,01	42	Rieti	51,33	77	Pescara	42,46
8	Parma	61,93	43	Firenze	50,92	78	Cosenza	42,36
9	Perugia	61,45	44	Benevento	50,71	79	Viterbo	41,40
10	Reggio Emilia	60,48	45	Verona	50,69	80	Varese	41,02
11	Bologna	59,96	46	Milano	50,05	81	Monza	37,12
12	Pisa	59,59	47	Campobasso	49,88	82	Rovigo	36,68
13	Forlì	59,51	48	Brescia	49,61	83	L'Aquila	36,53
14	Mantova	59,50	49	Cagliari	49,57	84	Napoli	35,96
15	Aosta	59,31	50	Torino	49,46	85	Taranto	35,66
16	Cuneo	58,87	51	Trieste	49,24	86	Agrigento	32,70
17	Macerata	58,40	52	Teramo	48,96	87	Caltanissetta	32,13
18	Sondrio	58,19	53	Siena	48,80	88	Imperia	31,43
19	Udine	57,67	54	Pavia	48,48	89	Isernia	31,17
20	Genova	56,96	55	Vicenza	47,86	90	Catanzaro	30,70
21	Lodi	56,84	56	Caserta	47,56	91	Massa	30,68
22	Ferrara	56,22	57	Salerno	47,27	92	Latina	28,93
23	Pesaro	56,14	58	Biella	46,81	93	Catania	28,58
24	Ravenna	55,69	59	Treviso	46,47	94	Enna	27,76
25	Savona	55,60	60	Alessandria	46,24	95	Frosinone	27,32
26	Rimini	55,56	61	Potenza	46,08	96	Siracusa	26,20
27	Nuoro	55,40	62	Foggia	45,96	97	Trapani	24,00
28	Terni	54,72	63	Como	45,88	98	Palermo	23,46
29	Lucca	54,53	64	Roma	45,70	99	Crotone	23,18
30	Piacenza	53,81	64	Pistoia	45,70	100	Reggio Calabria	22,20
31	Livorno	53,70	66	Arezzo	44,88	101	Vibo Valentia	20,76
32	Ascoli Piceno	53,69	67	Avellino	44,81	102	Messina	16,17
33	Prato	53,65	68	Lecce	44,76			
34	Padova	53,47	69	Asti	44,66			
35	Gorizia	53,30	70	Ragusa	44,57			

Fonte: Nostra riproduzione su dati Legambiente (*Ecosistema Urbano ed. XIX – anno 2012*).

Sempre con riferimento al confronto nazionale, l'ISTAT, nel suo *Osservatorio ambientale delle Città anno 2010*, posiziona la città di Siracusa all'ultimo posto per l'attenzione all'eco-compatibilità²¹, nonostante il miglioramento registrato nel numero dei superamenti del limite di PM₁₀ (-193 rispetto all'anno precedente). Il contributo maggiore per tale posizionamento viene dato sia dai superamenti di PM₁₀ che, nonostante la drastica diminuzione numerica rispetto al periodo precedente, rimangono tra i più alti d'Italia, sia dalla raccolta differenziata, in cui Siracusa si colloca al terzo ultimo posto con appena il 3,8% di differenziazione sul totale dei rifiuti urbani prodotti.

Le distribuzioni temporali, dal 2006 al 2011, di talune sostanze inquinanti registrate nel comprensorio²² siracusano attraverso l'utilizzo delle centraline di proprietà e di gestione dell'ente Provincia hanno messo in evidenza un quadro sintetico complesso.

Nell'ambito di ciascuna sostanza rilevata, sono stati calcolati, rispettivamente, l'incremento medio annuo, sia assoluto che relativo, allo scopo di verificare i tassi di crescita nell'ambito del periodo oggetto di analisi in diversi comprensori presenti nel territorio siracusano. Dall'analisi sommaria, sono emerse risultanze alquanto significative, per le quali si rimandano ad un'altra sede eventuali valutazioni di natura cognitiva e di gestione dei percorsi di controllo ambientale.

L'analisi descrittiva, per la quale si richiedono ulteriori approfondimenti di natura elaborativa, parte dall'individuazione e, soprattutto, dalla rappresentazione delle serie storiche di ciascuna sostanza inquinante.

Fra le variazioni più rilevanti, si annoverano gli incrementi del Comune di Floridia, per ciò che riguarda il Biossido di Zolfo, con una variazione in aumento dal 2006 al 2011 del 55,46% ed un tasso di crescita annuale dell'11,66%; sempre in riferimento allo stesso inquinante, una crescita media annuale del 7,71% è stata registrata, altresì, nella zona di Viale Scala Greca: comprensorio in stretto collegamento con la zona industriale ed ampiamente popolato da un punto di vista demografico.

In riferimento al Biossido di Azoto, appaiono rilevanti i dati registrati nella zona di Belvedere (+44,91%) e, ancora una volta, quelli inerenti al comprensorio adiacente a Viale Scala Greca, dove sono state rilevate, per ciascuno dei sei anni oggetto di indagine, livelli di emissione superiore ai limiti normativi.

Se relativamente negativo risulta il quadro dell'inquinamento riguardante il Benzene, con superamenti parziali negli anni 2009 e 2010 nella zona di Viale Teracati e all'interno dello stabilimento Sasol, stessa cosa non risulta per il PM₁₀; infatti, proprio in

²¹ L'indicatore *eco-compatibilità* viene calcolato sulla base di alcuni indicatori elementari tra cui: numero di superamenti del limite di PM₁₀, raccolta differenziata, densità e presenza di aree verdi, la domanda di trasporto pubblico ed i consumi di energia elettrica.

²² Stazioni di riferimento:

- Augusta (stazioni di Augusta, San Cusumano, Punta Cugno e Sasol);
- Floridia (stazione di Floridia);
- Melilli (stazione di Melilli);
- Priolo Gargallo (stazioni di Priolo Gargallo e Ciapi);
- Siracusa (stazione di Belvedere, Scala Greca, Acquedotto, Bixio, Specchi, Tisia e Teracati).

merito al particolato, oltre ai livelli ampiamente elevati, di superamento di guardia, registrati nella zona di Via Bixio, di Via Specchi, di Viale Teracati, dove per ciascuna unità di periodo risulta una media annuale superiore a quella prevista, si sottolinea l'elevatissimo tasso di crescita per anno registrato nel Comune di Augusta (+49,67), con un incremento medio relativo del 10,6%.

In merito alla registrazione dell'Ozono, si sottolinea la presenza di un *outlier* (dato anomalo), relativamente alla media annuale rilevata, nell'anno 2006, nel territorio di Priolo (1,02), con un dato significativamente differente rispetto ai target di zona e di periodo. Quest'ultimo aspetto²³, al di là dell'informazione da un punto di vista quali-quantitativa, pone la necessità di espletare, data l'importanza del fenomeno in oggetto e di quelli ad esso correlati, una valutazione attenta e rigorosa sia da un punto di vista tecnico-scientifico che da un punto meramente politico-amministrativo, per ciò che riguarda la necessità di gestire in maniera più oculata e attenta, preferibilmente con l'ausilio di strumenti informatici, i processi di monitoraggio e controllo delle sostanze inquinanti.

L'informazione, infatti, a prescindere dai fenomeni oggetto di studio, passa attraverso una rigorosa e attenta valutazione dei dati oggetto di elaborazione, per cui ancor prima di parlare di qualità dell'aria, è fondamentale verificare la qualità dei dati statistici. Per ragioni di spazio, si riporta la tavola, con la relativa elaborazione, del Particolato (PM10), inerente al periodo di riferimento oggetto di studio.

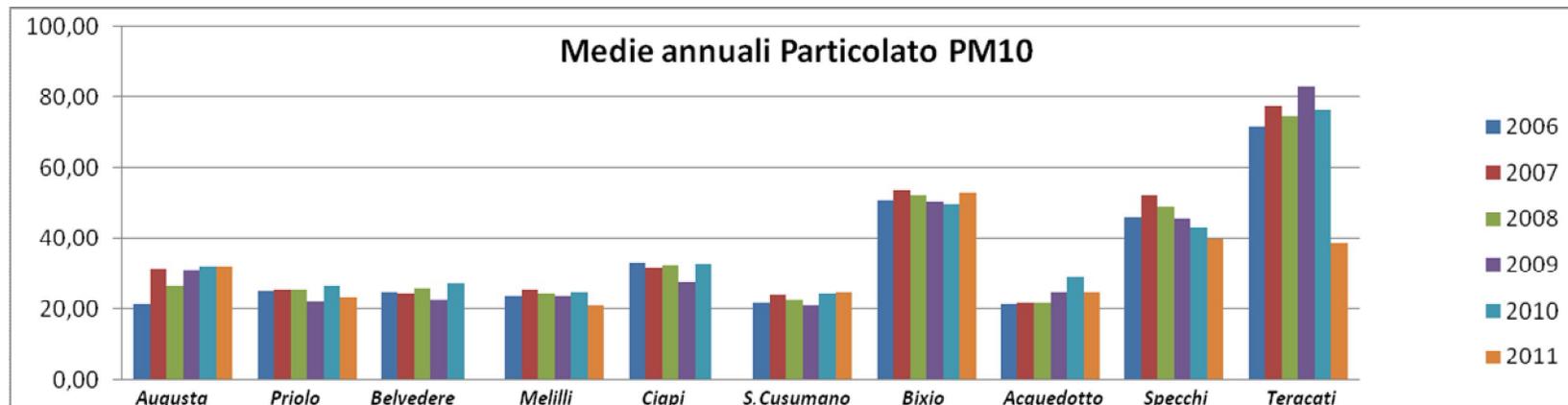
23 Per maggiori approfondimenti, vedere: "La ricerca industriale ed il rischio antropogenico nella Provincia di Siracusa: limiti e potenzialità dell'utilizzo dell'ICT"- Elaborazioni Lilt – Sezione Provinciale di Siracusa, anno 2013.

Tavola 4 - Rilevazioni medie annuali Particolato PM₁₀ – zona di Siracusa (U.M. µg/m³)

Anno	Augusta	Priolo	Belvedere	Melilli	Ciapi	S.Cusumano	Bixio	Acquedotto	Specchi	Teracati
2006	21,28	25,07	24,62	23,59	32,93	21,49	50,63	21,32	45,76	71,68
2007	31,32	25,34	24,36	25,34	31,67	23,95	53,61	21,53	52,23	77,34
2008*	26,30	25,21	24,11	24,46	32,30	22,72	52,12	21,42	49,00	74,51
2009	30,88	21,89	22,56	23,74	27,59	20,93	50,47	24,54	45,59	82,90
2010	32,07	26,52	27,00	24,81	32,50	24,34	49,74	28,95	42,92	76,32
2011	31,85	23,29	n.d.	20,79	n.d.	24,70	52,85	24,58	40,00	38,64
INCR. (2006/2011)	149,67	92,90	109,67	88,15	98,67	114,91	104,39	115,29	87,41	53,91
I.m.r.**	10,6	-1,82	2,33	-3,10	-0,33	3,54	1,08	3,62	-3,31	-14,31

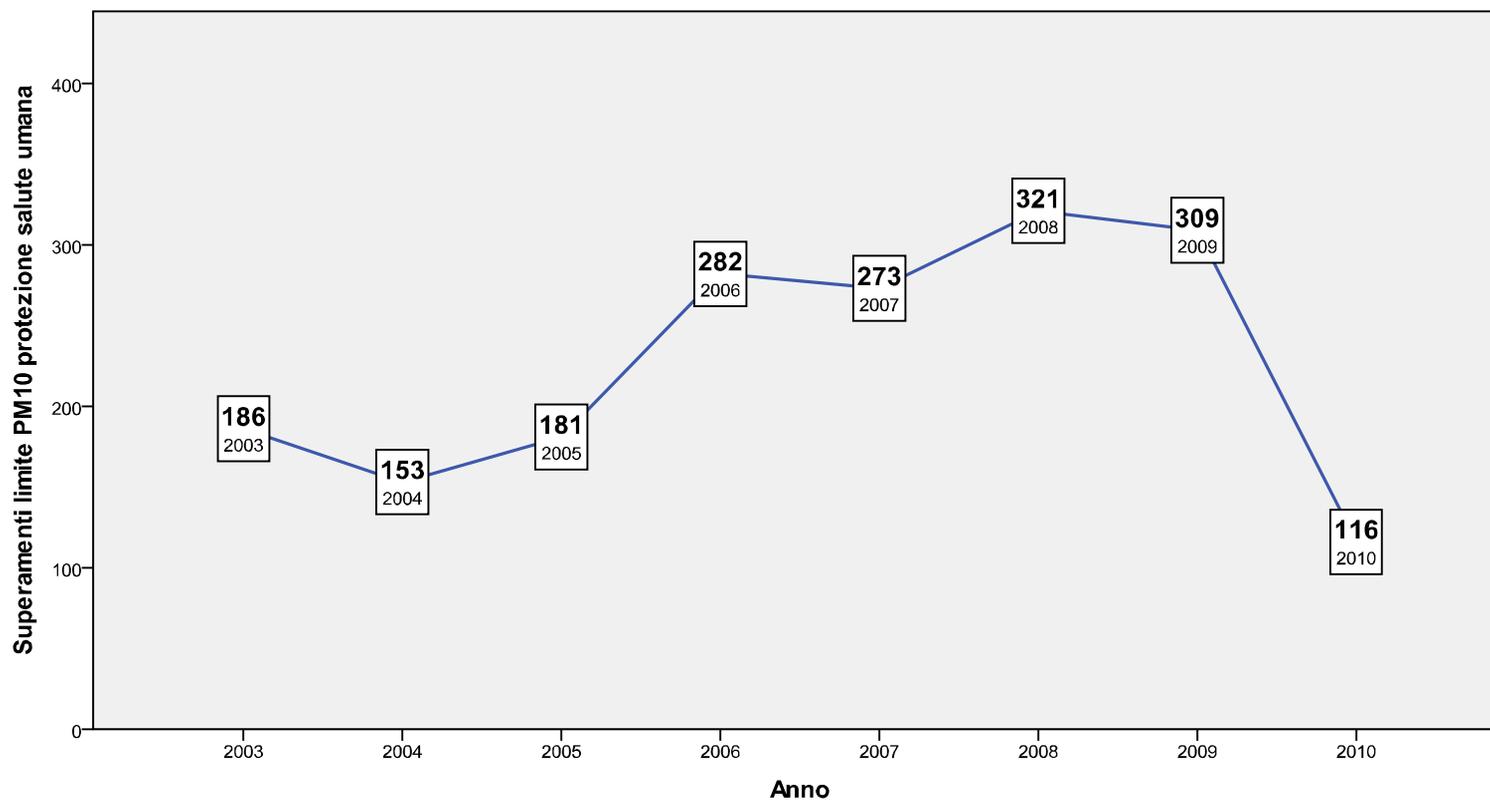
*Dati stimati con il metodo delle semimedie **Dato percentuale ***In rosso sono riportati i superamenti rispetto ai limiti normativi.

Grafico 4 – Rappresentazione delle medie annuali di Particolato PM₁₀ – zona di Siracusa (U.M. µg/m³)



Fonte: Nostra elaborazione su dati Database BRACE e sistema informativo SIRVIANET

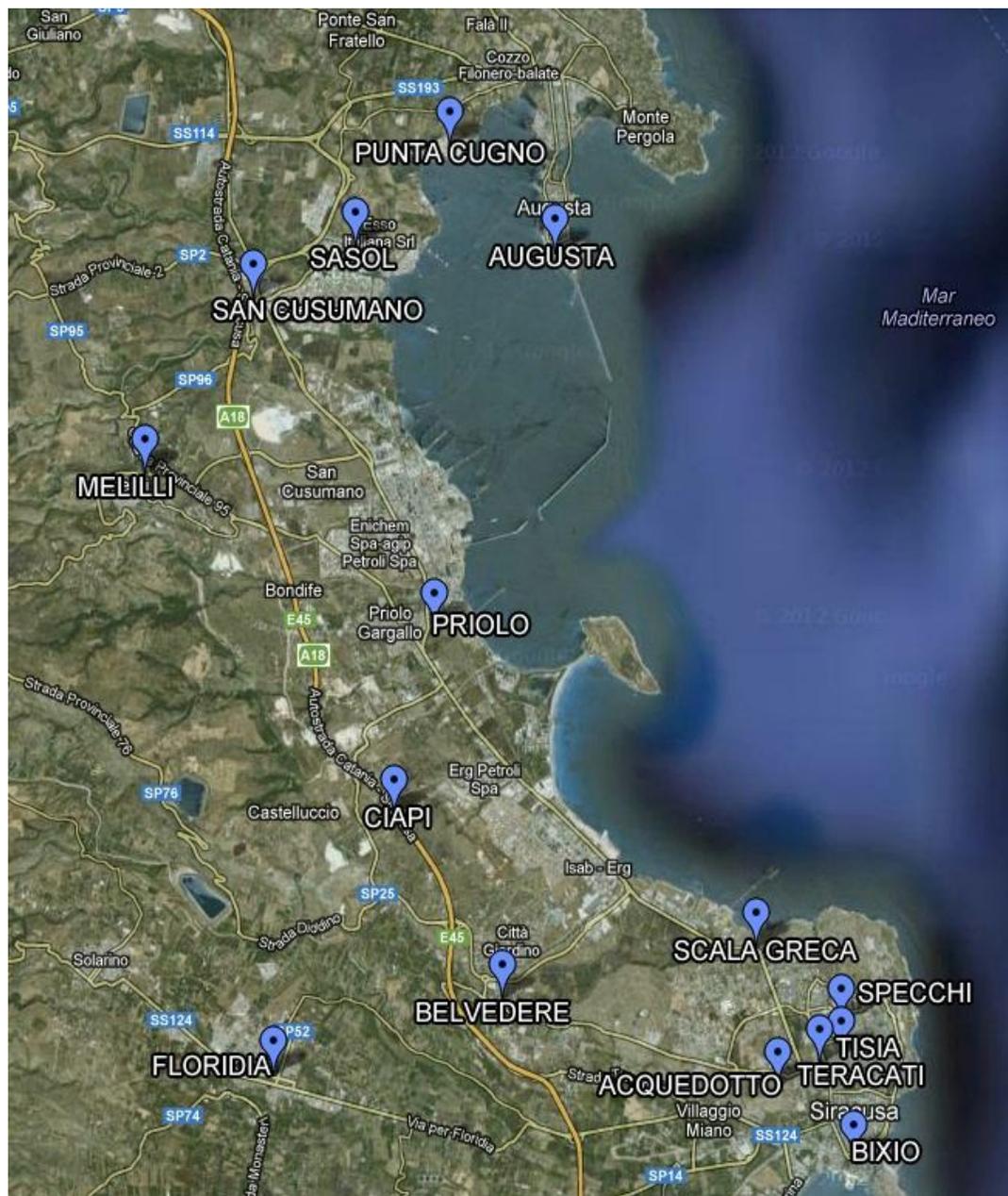
Grafico 5 – Superamenti di PM₁₀ rispetto al limite di 24 ore per la protezione della salute umana fissato in 50 µg/m³ nella città di Siracusa (periodo 2003-2010)



Fonte: Nostra elaborazione su dati ISTAT (Osservatorio ambientale delle Città)

La *Figura* sottostante mostra la distribuzione geografica delle cabine di monitoraggio (indicate con segnaposti in blu), facenti parte il network di misurazione ambientale della Provincia di Siracusa.

Figura 6 – Dislocazione cabine di monitoraggio nella Provincia di Siracusa



Fonte: Nostra elaborazione su strumenti Google map

6. Indicatori della qualità dell'aria

Uno degli obiettivi primari della politica comunitaria è senza dubbio legato al miglioramento generale della vivibilità ambientale. Il programma di valutazione della qualità dell'aria utilizza, come strumento principale, una serie di siti fissi dotati di cabine di monitoraggio che effettuano misurazioni continue del livello degli inquinanti in atmosfera. La misura della qualità dell'aria, all'interno di tali cabine, viene effettuata da appositi analizzatori che funzionano a ciclo continuo.

La normativa comunitaria, oltre a fissare i limiti di concentrazione per ciascun inquinante, individua gli enti responsabili per il monitoraggio e le modalità mediante cui devono essere comunicate le informazioni provenienti da ogni singola stazione appartenente al territorio degli Stati membri. L'iter procedurale, entrato in vigore a seguito della **Decisione 97/101/CE**, viene comunemente conosciuto con la sigla **EOI** (*Exchange of Information*) ed il suo feedback informativo riveste un'importanza primaria nelle politiche di intervento ambientale dell'Unione Europea.

In riferimento al contesto regionale, **ARPA Sicilia** ha assunto, a partire dal 2005, il ruolo di Punto Focale Regionale (PFR) del **SINA** (Sistema Nazionale Ambientale), adempiendo alla funzione di raccolta dati e velocizzando il flusso di informazioni sulla qualità dell'aria verso **ISPRA** (Istituto Superiore per la Protezione e Ricerca Ambientale) che gestisce il database nazionale denominato **BRACE**²⁴.

La banca dati **BRACE** nasce dalla necessità di adempiere a diverse esigenze dettate dalla normativa europea e nazionale in tema di qualità dell'aria. I dati trasmessi dagli enti responsabili, relativi a ciascun anno di rilevazione, sono pubblicati per mezzo di apposito sito internet²⁵ e consultabili dagli utenti interessati.

In ottemperanza al sistema **EOI**, le informazioni trasmesse dagli enti territoriali responsabili all'ISPRA vengono a loro volta inviate all'**Agenzia Europea per l'Ambiente** (AEA) ed in seguito archiviate, per consentirne la visione a tutti i portatori di interesse, nel database europeo **AIRBASE**.

Alla luce dei rischi per l'ambiente e per la salute umana causati dall'inquinamento atmosferico, i provvedimenti comunitari esigono il controllo continuo dei livelli di concentrazione degli inquinanti.

Spostando l'attenzione sulla Provincia di Siracusa, diventa di primaria rilevanza, quindi, analizzare la qualità dell'aria visto il potenziale rischio per la salute umana portato dalla massiccia presenza industriale sul territorio. L'azione preventiva per verificare una correlazione tra manifestazione di patologie nei lavoratori dell'indotto industriale e la maggiore presenza di sostanze contaminanti nei processi produttivi, con particolare riguardo alla costante esposizione ad essi per periodi di tempo prolungati, è quella di raccogliere ed elaborare, per la zona dominio di ricerca (Augusta-Belvedere-Florida-Melilli-Priolo Gargallo), i dati di natura ambientale messi a disposizione dall'ISPRA. Tali

²⁴ La banca dati **BRACE** contiene le informazioni sulle reti, sulle stazioni e sui sensori di misura utilizzati per il monitoraggio della qualità dell'aria e i relativi dati di concentrazione degli inquinanti. Le informazioni, relative all'ambito territoriale nazionale, sono raccolte a livello locale dai Punti Focali Regionali e successivamente trasmesse all'ISPRA.

²⁵ <http://www.brace.sinanet.apat.it>

dati prendono in considerazione la concentrazione delle principali sostanze inquinanti che abbiano come caratteristica quella della comparabilità e che siano state registrate nella zona dominio di ricerca. Il fine è quello di calcolare i principali indicatori statistici partendo dall'elaborazione dei dati grezzi della banca dati ISPRA.

Per l'elaborazione ed il calcolo degli indicatori della qualità dell'aria sono stati utilizzati i dati EoI presenti nel database BRACE, relativi alle stazioni di rilevamento presenti nella Provincia di Siracusa.

7. Conclusioni sulla qualità dell'aria nella Provincia di Siracusa

L'insieme delle valutazioni provenienti dal calcolo degli indicatori ambientali proposti evidenziano alcuni elementi di criticità: come facilmente prevedibile, la fonte prioritaria dell'inquinamento atmosferico è rappresentata dall'area industriale Augusta-Priolo-Melilli; le altre aree dove si rilevano valori al di sopra della soglia consentita dalla normativa vigente sono quelle urbane, dove la presenza di traffico veicolare, insediamenti produttivi ed impianti di riscaldamento domestici generano localizzate zone di concentrazione degli inquinanti. La città di Siracusa soffre maggiormente di inquinamento di *biossido di azoto*, soprattutto per quanto riguarda le medie orarie di concentrazione che molto spesso raggiungono i valori imposti dalla legislazione; inoltre il valore limite annuale per la protezione della salute umana è stato sistematicamente superato, nel quinquennio di riferimento, dalla stazione di monitoraggio *Scala Greca* (eccezion fatta per l'anno 2008).

Per quanto riguarda le *particelle sospese* con diametro inferiore ai 10 micron, i dati indicano una presenza elevata di PM₁₀ il cui valore limite medio annuale di 40 µg/m³ per la protezione della salute umana è stato regolarmente superato nelle postazioni urbane di *Bixio*, *Specchi* e *Teracati*, contribuendo in maniera significativa al raggiungimento di una concentrazione media, in area urbana, pari a 43,7 µg/m³ per l'anno 2011, superiore al valore annuale limite imposto dalla normativa (40 µg/m³).

Il D.Lgs. n.155/2010 ha previsto l'introduzione di un valore limite anche per il particolato con diametro inferiore ai 2,5 micron (PM_{2,5}), ci sarà quindi da valutare, nei prossimi anni, l'incidenza di questa frazione di polveri fini sulla qualità dell'aria.

In riferimento ai livelli di *ozono*, dal 2006 la concentrazione dell'inquinante segue un trend decrescente, specialmente per i superamenti relativi alle soglie di informazione e di allarme, anche se, come esposto in precedenza, la politica comunitaria richiede uno sforzo maggiore per il contenimento dei valori di concentrazione, in rapporto ai futuri cambiamenti climatici globali che porteranno un innalzamento generalizzato delle temperature, favorendo così la produzione di effetti negativi sulla salute umana, in ambito provinciale, troviamo ancora diversi superamenti rispetto al limite di protezione per la salute umana (120 µg/m³) specialmente nella cabina *Melilli*.

Per quanto riguarda il *biossido di zolfo*, anche la Provincia di Siracusa è in linea con il trend generale vigente negli stati europei che vede un progressivo indebolimento dei livelli dell'inquinante, anche in virtù delle politiche comunitarie volte al contenimento delle sorgenti emissive e delle tecnologie basate sull'utilizzo di zolfo.

Non destano particolari preoccupazioni le concentrazioni dei metalli pesanti, ad eccezione fatta dell'*arsenico* che è presente in livelli superiori rispetto al valore obiettivo dettato dalla normativa per entrambi i siti della zona di Siracusa (*Priolo e Scala Greca*); mentre, visto l'assetto produttivo del polo petrolchimico, è richiesto un impegno maggiore per il contenimento dei livelli di idrocarburi: fino al 2010, infatti, il *benzene* si trovava ad una concentrazione superiore rispetto al limite normativo nelle stazioni *Teracati e Sasol*, evidenziando così una presenza dell'inquinante sia in aree monitorate da cabine di tipo urbano, sia in stazioni di misurazione industriali. L'ultimo dato disponibile, relativo al 2011, tuttavia, fa ben sperare: non è stato registrato nessun superamento per quel che concerne le medie annuali normative. Per quanto riguarda il benzo(a)pirene, altro idrocarburo appartenente agli IPA dalle attestate capacità tossiche, per l'anno 2010, la sua concentrazione è risultata superiore alla soglia di valutazione superiore, dettata dalla normativa, in entrambi i siti siracusani osservati (*Priolo e Scala Greca*). Nel 2011, però, la situazione è notevolmente migliorata: la concentrazione di B(a) è risultata addirittura inferiore rispetto alla soglia di valutazione inferiore per il contaminante in oggetto.

E' importante comprendere come la qualità dell'aria esterna influenzi anche l'abitabilità degli ambienti interni e, di conseguenza, la percezione della popolazione in relazione ad essa. A tal proposito giova ricordare la definizione dell'American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers (ASHRAE): "*La qualità dell'aria interna è considerata accettabile quando in essa non sono presenti inquinanti in concentrazioni dannose, secondo quanto stabilito dalle autorità competenti, e quando una notevole percentuale di persone (80% o più) non esprime insoddisfazione verso di essa*".

La definizione include nella sua formulazione sia parametri oggettivi, ovvero la concentrazione degli agenti inquinanti, sia criteri soggettivi, ovvero l'insoddisfazione delle persone; ciò si traduce nel fatto che, oltre agli appurati effetti di natura sanitaria derivanti da esposizioni perpetrate ad ambienti insalubri, bisogna considerare un aspetto qualitativo correlato alla percezione olfattiva, che rende l'aria sgradevole.

Non bisogna dimenticare che la percezione del livello della qualità dell'aria da parte della popolazione è influenzata anche dalle condizioni meteorologiche: in circostanze particolarmente sfavorevoli, quando il regime dei venti spinge gli scarichi industriali verso le aree urbane, la cittadinanza lamenta la presenza di fastidiosi odori che generano apprensione per eventuali effetti sulla salute. La situazione è particolarmente preoccupante, in quanto una forte percezione olfattiva evidenzia la facilità di trasporto nell'aria delle sostanze inquinanti anche a distanze prolungate. Pertanto, considerando la vicinanza di diversi centri abitati rispetto agli agglomerati industriali, l'effetto inquinante e percettivo risulta essere maggiormente pressante nei riguardi della collettività.

8. Proposte migliorative per il controllo della qualità dell'aria

Gli indicatori sin qui proposti rappresentano il portato dei dettami normativi presenti all'interno del D.Lgs. n.155/2010, relativo alla qualità dell'aria. Per avere un quadro completo della situazione atmosferica di un determinato ambiente geografico, l'elaborazione di indicatori relativi a ciascun inquinante monitorato, seppur esaustiva ed analitica, non fornisce una valutazione immediata circa il livello della qualità dell'aria, poiché i risultati dell'applicazione normativa mette in evidenza dati ambientali disarticolati

e non sintetici. Per ovviare a tale esigenza, quindi, sarebbe opportuna l'implementazione, con successiva adozione, di un *Indicatore della Qualità dell'Aria* (IQA) che abbia la peculiarità di essere unico, e che descriva in maniera sintetica, tramite un'unica grandezza numerica, lo stato dell'inquinamento atmosferico in un determinato momento temporale.

Il vantaggio principale, scaturente dall'utilizzo di un unico indicatore atmosferico-ambientale, sarebbe, senza alcun dubbio, quello della semplicità di lettura, rendendo così possibile, grazie all'ausilio di una scala metrica basata su un gradiente grafico²⁶, l'accessibilità di lettura anche ai non addetti ai lavori che, in quest'ottica, sarebbero nelle condizioni di poter comprendere, in maniera immediata, lo status atmosferico presente nelle rispettive zone residenziali, lavorative e limitrofe.

La formulazione scientifica di un IQA deve prendere in considerazione diversi aspetti, di seguito elencati:

- **Inquinanti da includere nella costruzione dell'indice:** trattandosi di un indicatore di natura ambientale, bisogna identificare la tipologia ed il numero di inquinanti atmosferici da inserire nell'elaborazione dell'IQA. Partendo dal presupposto che l'indice deve essere proposto come uno strumento dalle finalità prettamente comunicative, in grado di evidenziare eventuali situazioni critiche per la popolazione di un determinato luogo, sembra logico includere la categoria degli inquinanti atmosferici che presentano appurati effetti negativi, anche a breve termine, di tipo acuto per la salute umana. Così come detto in precedenza all'interno della presente pubblicazione, alcuni autorevoli studi hanno identificato nel particolato fine (PM₁₀, PM_{2.5}), nel monossido di carbonio, nel biossido di zolfo, nel biossido di azoto e nell'ozono, sostanze tossiche capaci di provocare conseguenze di natura cardiovascolare e respiratoria per la collettività, in tempi ristretti, se presenti in atmosfera in concentrazioni elevate.
- **Costruzione di un sotto-indice per ciascun inquinante considerato:** per il calcolo dell'indicatore IQA, dovranno essere preventivamente elaborati tanti sottoindici quanti sono gli inquinanti considerati. Tale attività di misura per ogni inquinante, dovrà essere eseguita tramite un calcolo statistico che include, tra i suoi determinanti, il valore limite normativo attualmente in vigore ed il livello di concentrazione dell'inquinante in un determinato momento temporale.

Di seguito, in formula si ha:

$$I_x = \frac{C_x}{L_x} 100 \quad \{1\}$$

Dove:

I_x = sottoindice relativo all'inquinante x

C_x = livello di concentrazione relativo all'inquinante x

L_x = valore normativo di riferimento per l'inquinante x (riferimento D.Lgs. n.155/2010).

²⁶ Per gradiente grafico si intende un insieme di colori posti in un ordine lineare (es. dal verde al rosso per definire rispettivamente una situazione atmosferica buona ed una situazione atmosferica critica).

- **Aggregazione dei sotto-indici e costruzione di un IQA unico:** questa fase rappresenta di sicuro l'operazione più critica del costrutto statistico in essere, dato che, in generale, qualsiasi tipo di aggregazione di valori può essere oggetto di analisi e valutazioni diverse. Di sicuro, l'indicatore rappresenterà il risultato della commistione dei sotto-indici in precedenza elaborati. Le alternative metodologiche adottabili per l'ottenimento dell'indicatore unico potranno essere le seguenti:
 1. L'indice sintetico IQA è uguale al valore più elevato riscontrato fra tutti i sottoindici calcolati per ciascun inquinante;
 2. L'indice sintetico IQA è uguale alla media dei valori risultanti dal calcolo di tutti i sottoindici.

- **Definizione del range di valori rappresentativi e connotazione all'interno della scala metrica:** dopo aver ottenuto il valore IQA unico, lo step successivo consta nell'identificazione descrittiva circa la qualità dell'aria nel momento considerato. Occorre, a tal proposito, elaborare una tabella di valori che traduca l'IQA in un'informazione testuale immediatamente comprensibile anche grazie all'abbinamento cromatico offerto dalla scala con gradiente grafico. Di seguito riportiamo un possibile esempio:

Tab. 24 – Esempio di rappresentazione del livello della qualità dell'aria con annessa scala cromatica

Livello Qualità dell'aria	Valore numerico IQA	Cosa significa
Buono	0-50	La qualità dell'aria può considerarsi soddisfacente e l'attuale livello di inquinamento non comporta rischi.
Moderato	51-100	La qualità dell'aria è accettabile, anche se per alcuni inquinanti esiste un moderato rischio per la salute di un ristretto numero di persone che sono particolarmente sensibili all'inquinamento atmosferico.
Insalubre	101-200	Possibilità di serie conseguenze per la salute della popolazione.
Critica	≥ 200	Situazione di allarme per via dell'elevato inquinamento atmosferico, condizioni di emergenza per la salute della popolazione.

Fonte: Nostra riproduzione

Da quanto sin qui esposto, assume particolare rilevanza la funzione comunicativo-mediatica derivante dall'adozione di un indicatore IQA: se esistesse la possibilità di

calcolare in tempo reale la condizione qualitativa dell'aria-ambiente in un determinato momento, si potrebbe implementare un sistema di comunicazione immediato che allerti la collettività nel caso in cui ci si trovasse in una situazione atmosferica critica. L'utilizzo dell'indice, inoltre, potrebbe avere uno scopo prettamente previsionale nei casi in cui, a seguito dell'elaborazione di stime e trend statistici, si preveda il verificarsi di determinate situazioni di emergenza o particolarmente insalubri per l'area di riferimento, coinvolgendo la popolazione tramite strumenti mediatici massivi (es. televisioni, radio, stampa, siti web, pannelli segnaletici dislocati strategicamente all'interno del territorio oggetto di studio). Attualmente, per gli scopi sin qui esposti, ovvero descrizione e/o previsione del livello di inquinamento atmosferico, l'indicatore unico IQA viene sistematicamente adottato da diversi paesi in ambito internazionale, tra cui ricordiamo l'*Air Quality Index*²⁷ dell'Agenzia per la protezione ambientale negli USA e l'*indice ATMO*²⁸ in Francia.

In Italia, invece, la situazione è ancora in una fase di transizione: ad oggi solo la Regione Piemonte²⁹ è riuscita a sviluppare un sistema informativo integrato, basato sulle misurazioni delle concentrazioni inquinanti registrate dal network di monitoraggio regionale, al fine di sviluppare un indice IQA che evidenzi lo stato di salute atmosferica in un preciso momento temporale, oltre ad un indicatore IPQA (*Indice Previsionale della Qualità dell'Aria*) in grado di esprimere, tramite informazioni numeriche e cromatiche lo stato della qualità dell'aria respirata dalla collettività, prevedendo possibili situazioni di criticità ed emergenza.

Alla luce di quanto sin qui esposto, considerando il target di riferimento del Progetto Risk Management, si ritiene opportuno proporre degli interventi migliorativi che, indubbiamente, apporterebbero dei benefici di natura sanitaria ed ambientale, contribuendo così a migliorare la qualità della vita per la popolazione. In particolare, sono state identificate le seguenti proposte migliorative al fine di rendere più efficiente ed efficace il controllo qualità di natura ambientale nella sua connotazione atmosferica:

- Informatizzazione dei processi di monitoraggio, elaborazione e smistamento dei dati ambientali rilevati, con conseguente calcolo in *real-time* di indici statistici univariati e multivariati.
- Implementazione, nell'ambito dell'attività di gestione delle politiche ambientali, di una attenta e valida, da un punto di vista scientifico, metodologia di controllo (calcolo degli indici IQA, IPQA, ecc...).
- Utilizzo di sistemi informativi di rilevazione/elaborazione basati sull'impiego di strumenti tipici dell'attività di controllo qualità, ad esempio:
 - a) Carte di controllo per attributi;
 - b) Carte di controllo per variabili;

²⁷ Per maggiori informazioni visitare il sito web: <http://airnow.gov/>

²⁸ Per maggiori informazioni visitare il sito web <http://www.airparif.asso.fr/>

²⁹ Per maggiori informazioni visitare il sito web:

<http://www.provincia.torino.gov.it/ambiente/inquinamento/aria/qualita/ipqa/index>

c) Carta di Shewart.

- Attività di controllo e monitoraggio esercitata attraverso indici statistici sulla variabilità multidimensionale delle cd. *involuzioni fenomeniche di natura ambientale*.

L'attività di rilevazione dell'aria, fra le numerose tecniche di monitoraggio, non può prescindere, altresì, del cosiddetto indice ORAQI³⁰, la cui base di calcolo, è rappresentata dalla concentrazione media di 24 ore di cinque inquinanti sub-indici: ossido di carbonio, biossido di azoto, ossidanti fotochimici, polveri sospese e biossido di zolfo.

Ciascun sub-indice viene calcolato come rapporto della concentrazione osservata rispetto allo standard normativo:

$$I_i = \left(\frac{X}{X_s} \right) \quad \{2\}$$

Assumendo come standard una media di 24 ore che, nel caso non esistesse, viene estrapolato da valori di esposizione inferiore.

L'ORAQI é una funzione di aggregazione non lineare, la somma dei sub-indici moltiplicata per una costante ed elevata ad una potenza di 1,37 , origina la seguente formula:

$$ORAQI = [5.7 \sum I_i]^{1.37} \quad \{3\}$$

I valori ottenuti, confrontati con la tabella sottostante, permettono una immediata definizione delle condizioni di qualità atmosferica:

INDICE ORAQI	CONDIZIONI
< 20	Eccellenti
20-39	Buone
40-59	Discrete
60-79	Modeste
80-99	Cattive
≥ 100	Pericolose

E' indubbia, tuttavia, la relatività informativa degli indici proposti, poiché la determinazione di una grandezza sintetica fa perdere l'importanza di ciascuna rilevazione, soprattutto in una mera condizione di superamento delle soglie normative.

Nella base di calcolo, infatti, spesso e volentieri, si ritrovano grandezze significativamente inferiori rispetto a quanto previsto dalla legge, e, seppur in linea con

³⁰ L'indice ORAQI è stato sviluppato per la prima volta dall'Oak Ridge National Laboratory nel 1971.

quanto voluto e ricercato da un punto di vista sociale e politico, le stesse rientrano fra le modalità e/o caratteristiche fenomeniche di natura elaborativa.

Per ovviare all'inconveniente di cui sopra, un valido contributo, alternativo a quanto proposto nella letteratura, potrebbe esser rappresentato dall'utilizzo di una scala metrica da raccordare con i *gap* inerenti ad ogni singolo inquinante, da sintetizzare attraverso la sommatoria dei valori assoluti fra limiti normativi e/o ottimali e quanto, invece, costituente unità di rilevamento di ordine superiore:

$$DES = \sum_1^n |X_{NORM} - X_{VES}| \quad \{4\}$$

Ovviamente, allo scopo di rendere comparabili le singole variabili, è resa necessaria un'operazione di normalizzazione attraverso la trasformazione dei dati afferenti a ciascun inquinante in maniera a-dimensionale³¹.

La scala metrica sottostante ne esprime gli aspetti comparativi della determinazione:

Scala metrica di misurazione per l'indice DES

Fino a 100	da 101 a 200	da 201 a 300	da 301 a 400	da 401 a 500	> 501
Eccellenti	Buone	Discrete	Modeste	Cattive	Pericolose

Fonte: Nostra riproduzione.

Una variazione alternativa alla {4}, potrebbe esser rappresentata dalla determinazione di un indice sintetico ponderato, i cui pesi potrebbero esser rappresentati dalle soglie di superamento registrate in un determinato target di periodo:

$$DESP = \frac{\sum_1^n |X_{NORM} - X_{VES}| \alpha_i}{\alpha_1 + \alpha_2 + \dots + \alpha_n} \quad \{5\}$$

Inquinante	Standard	Concentrazione	Gap in valore assoluto	Pesi
CO	350 µm3	385	35	21
	125 µm3	128	3	5
NO2	200 µm3	116	84	20
PM10	50 µm3	56	6	25
BENZENE	5 µm3	6,21	1,21	35
PM2,5	25 µm3	22	45,21	4

³¹ Tali strumenti, nella loro fase strutturale, ovviamente, non possono non tener conto dell'utilizzo dei nuovi baluardi e paradigmi rappresentati dall'ICT.

Scala metrica di misurazione per l'indice DESP

Fino a 10	da 11 a 20	da 21 a 30	da 31 a 40	da 41 a 50	> 51
Eccellenti	Buone	Discrete	Modeste	Cattive	Pericolose

Fonte: Nostra riproduzione.

DES= 107,21

DESP= 23,45

Un'attenta valutazione, in merito alle azioni da esperire in linea con il controllo territoriale, potrebbe pervenire altresì dall'individuazione di circoscrizioni a rischio ambientale, e, ancor più, di microaree caratterizzate da *status ottimali* per ciò che riguarda le condizioni atmosferiche da un punto di vista dell'aria. Tali condizioni impongono, sicuramente, da sotto l'aspetto operativo, strumenti di monitoraggio integrati³², in grado di mettere in stretto contatto gli operatori addetti alla rilevazione, con quanti, invece, sono chiamati all'applicazione dei termini di legge. Partendo dagli aspetti oggettivi menzionati, unitamente alla necessità di dare risposte sempre più esaustive, in merito alla politica ambientale su diversa scala geografica, nasce l'esigenza di pianificare e, soprattutto, creare strumenti gestionali, in grado di concretizzare risposte sempre più attente, veloci ed efficienti, per ciò che attiene il controllo, la tutela dell'ambiente e quindi la salvaguardia del territorio e della salute umana.

Conseguentemente a tale assunto, appare quasi inevitabile, pertanto, studiare il fenomeno legato al controllo della qualità dell'aria, settorialmente, ma ancor più risulta doveroso ricercare uniformità territoriali su cui esperire azioni di monitoraggio costante, allo scopo di pervenire all'individuazione di modelli urbanistici efficienti da un punto di vista della vivibilità. Per raggiungere tali limiti, un espediente in linea con quanto esposto, non può prescindere sicuramente dalla creazione e/o dal potenziamento di una rete di monitoraggio ambientale composta da centraline di rilevazione organizzate, in regola con la normativa europea, da destinare alla misurazione della concentrazione per ciò che attiene l'inquinamento atmosferico, così come indicato dal Decreto Legislativo n.155/2010.

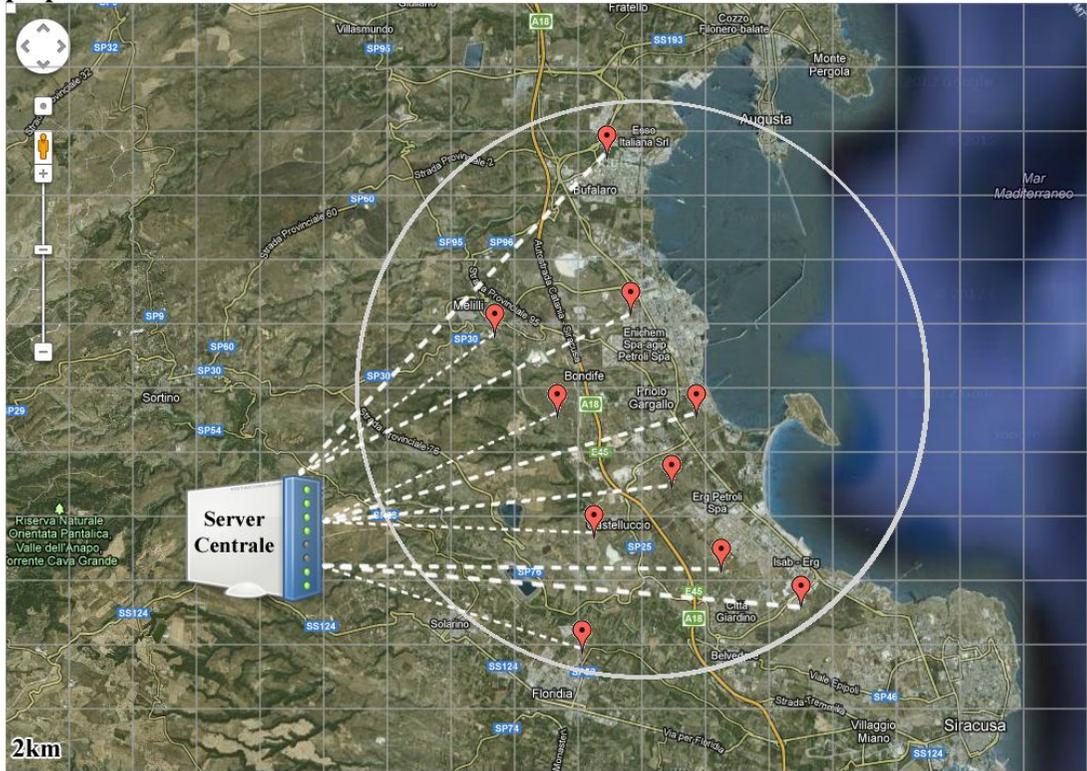
L'idea proposta, oltre alle esigenze indicate, parte altresì dalla considerazione oggettiva che studiare le proprietà relazionali fra il pubblico e il privato significa ammettere l'eventualità che determinati assetti istituzionali o specifiche tipologie di attori, possano facilitare l' incisivo intervento in un settore, quello ambientale, in cui l'interazione umana, sociale e territoriale ha natura endemica ed inscindibile.

Tali espedienti, presuppongono conoscenze specifiche in merito alle possibili condizioni di proposizione e, visti in un'ottica di miglioramento della qualità ambientale, impongono volontà trasversali sia di natura produttiva sia di controllo territoriale, in linea con gli stessi provvedimenti da mettere in atto. Un esempio pratico della costituzione di

³² La dislocazione delle centraline potrebbe seguire un'allocazione condizionata dalla relazione fra il dato rilevato con talune variabili ambientali, quali: la massima raffica e velocità del vento, le radiazioni solari, la temperatura esterna.

quanto in oggetto, potrebbe pervenire dal layout geografico territoriale, rappresentato dalla figura sottostante.

Figura 7 – Dislocazione cabine di monitoraggio e architettura informativa di monitoraggio proposta nella Provincia di Siracusa



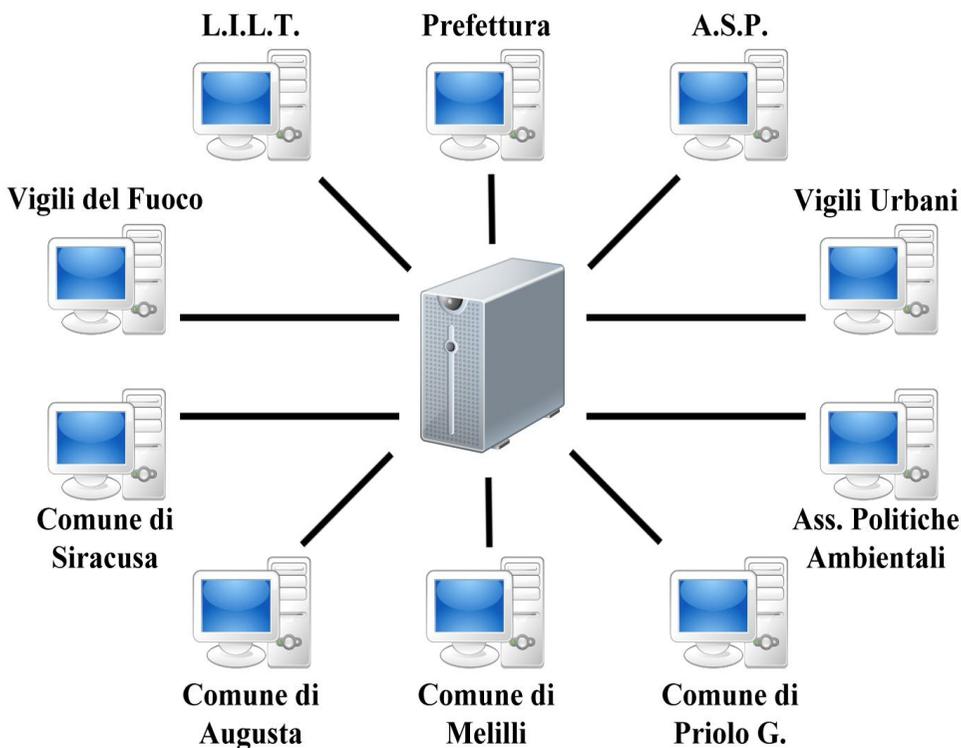
A livello propositivo, l'implementazione di un'architettura informativa potrebbe essere di tipo *server-client*, strutturata in maniera tale che ciascuna centralina di monitoraggio possa esser dotata di strumenti informatici atti all'invio, in *real time*, dei dati ambientali rilevati verso un server centrale; quest'ultimo, basato su una tecnologia altamente avanzata, si occuperebbe - in una fase ben distinta dalla precedente - dell'elaborazione delle informazioni ricevute secondo metodologie di natura statistica, allo scopo di tradurre, in forma facilmente comprensibile, l'attività di *reporting* espletata dal medesimo sistema.

I dati grezzi, in seguito ad una minuziosa e attenta elaborazione, dovrebbero esser smistati, sempre in tempo reale, sia agli enti istituzionali preposti al controllo della qualità dell'aria, sia alle unità operative locali che si occupano della gestione delle situazioni di informazione al pubblico e di emergenza.

Il circuito del sistema proposto, è completato, infine, dall'intervento, in termini di provvedimento/i, da espletare a cura dei *policy-maker* interessati, a sostegno della tutela ambientale e sanitaria, in seguito alle risposte in termini di carte di controllo statistico che arrivano dal centro di elaborazione dati ad ogni destinatario delle rete.

Il grafico sottostante, sintetizza, in maniera sintetica, la struttura proposta nell'ambito dell'implementazione del network:

NETWORK SCAMBIO INFORMAZIONI (STRUTTURA SERVER-CLIENT)



Fonte: Nostra rappresentazione

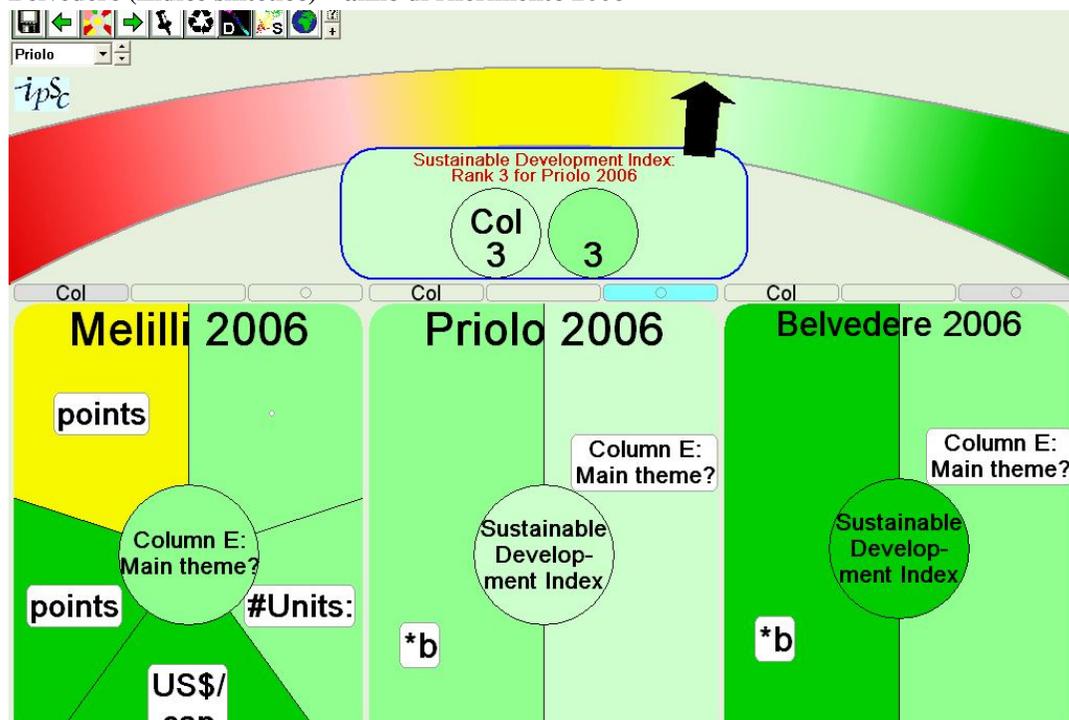
L'idea propositiva, oltre alle esigenze indicate, parte altresì dalla considerazione oggettiva che studiare le proprietà relazionali fra il pubblico e il privato significa ammettere l'eventualità che determinati assetti istituzionali o specifiche tipologie di attori, possano facilitare l'incisivo intervento in un settore, quello ambientale, in cui l'interazione umana, sociale e territoriale ha natura endemica ed inscindibile.

A supporto delle informazioni cognitive di natura ambientale, un valido strumento per l'individuazione delle cosiddette "aree definite a rischio", potrebbe esser rappresentato dall'utilizzo del dashboard; quest'ultimo, è un software che permette di determinare e

rappresentare graduatorie, analizzare legami tra variabili, individuare gruppi omogenei fra unità statistiche variegate³³ (Busà G., 2010).

In riferimento alla realtà della Provincia di Siracusa, per l'applicazione pratica sono stati presi in considerazione i dati rilevati dalle centraline dislocate nelle differenti aree (vedi tavola 4):

Fig. 8 - Rappresentazione grafica delle condizioni atmosferiche nelle realtà di Melilli, Priolo e Belvedere (Indice sintetico) – anno di riferimento 2006

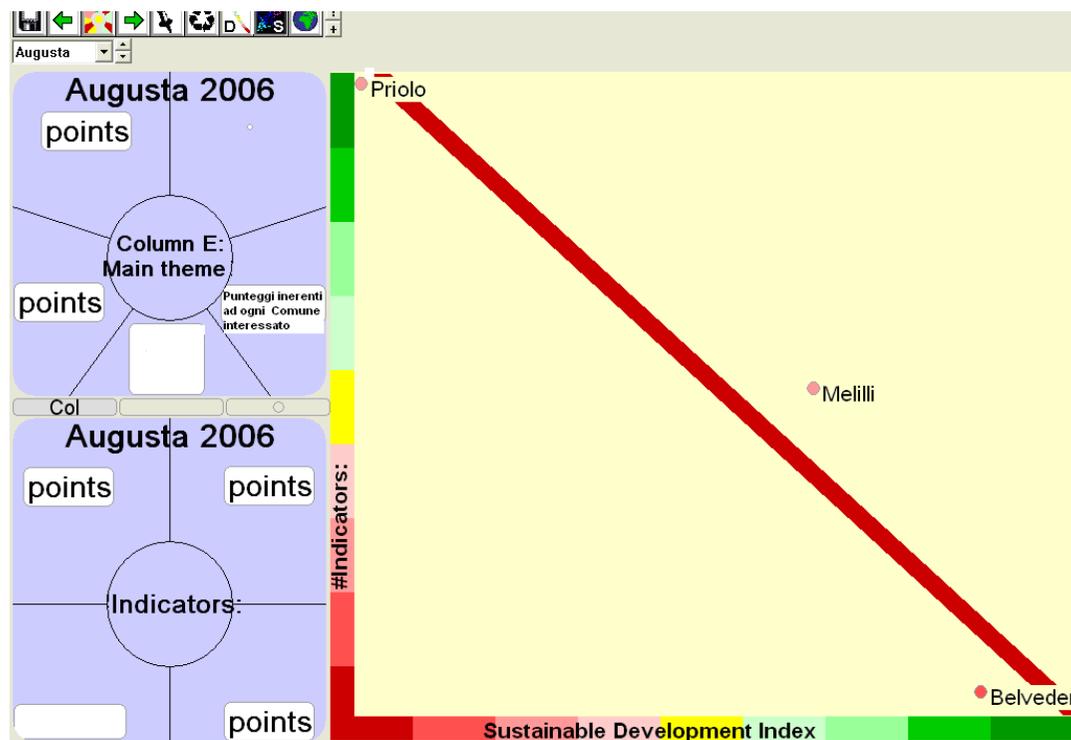


Fonte: Nostra rappresentazione.

Nella logica elaborativa, il software in esame permette l'individuazione dei ranghi fra ciascuna circoscrizione considerata (vedi fig. 9), sulla scorta delle variabili esaminate. Nel caso specifico e, in particolare, per scopi di natura esemplificativa, sono state considerate soltanto le realtà dei Comuni di Melilli, Priolo e Belvedere, nell'ambito dell'anno 2006; così come facilmente visibile, il puntatore rappresenta la rappresentazione dell'indice di sintesi determinato secondo gli algoritmi proposti dal programma.

³³ Per maggiori informazioni, vedere: La qualità della vita: variabilità e prossimità fra le diverse partizioni territoriali d'Italia, di G. Busà, GB Edizioni - Gennaio 2010 - Messina.

Fig. 9 - Graduatoria delle condizioni atmosferiche registrate³⁴ nelle realtà di Melilli, Priolo e Belvedere (Indice sintetico) – anno di riferimento 2006.



Fonte: Nostra rappresentazione

9. Considerazioni conclusive

Dall'analisi scientifica espletata sono emerse una serie di informazioni importanti, fondamentali per l'interpretazione e, in genere, per la quantificazione del fenomeno "Qualità dell'aria nella Provincia di Siracusa".

Gli aspetti salienti, possono esser sintetizzati nei seguenti punti:

- 1) il fenomeno dell'inquinamento atmosferico, così come auspicabile, è caratterizzato da una complessa manifestazione per ciò che attiene ogni singola partizione territoriale considerata;
- 2) l'interpretazione di un fenomeno sociale di così ampia importanza, non può prescindere dall'utilizzo di dispositivi informatici basati sull'ICT, in grado di controllare al meglio le filiere associate ai processi produttivi;

³⁴ I dati, così come sottolineato nella pagine precedenti, sono state rilevate presso la piattaforma Brace e Sirvianet, ,rispettivamente, tenuti a cura dell'Ispra e dell'Arpa.

- 3) le metodologie utilizzate nella letteratura moderna applicate nei processi di monitoraggio ambientale, rappresentano gli strumenti più importanti per studiare le condizioni della qualità dell'aria viste in un'ottica di target temporale;
 - 4) il controllo ambientale di natura istituzionale, in ottemperanza alle normative europee e nazionali, presentano la necessità di operare azioni ed interventi mirati alla trasparenza e, in generale, all'accostamento informativo fra la società civile, direttamente e/o indirettamente interessata, con il mondo industriale siracusano;
 - 5) la complessa realtà industriale aretusea, essendo interessata a livello atmosferico dall'emissione di sostanze tipiche e variegata, per lo più non menzionate nei più recenti provvedimenti legislativi – D.lgs. 155/2010 - esige la necessità di costituire un piano di rilevamento e di controllo *ad hoc* rapido e costante, attraverso la costituzione di una struttura di monitoraggio capace di poter confrontare i livelli di emissione empirica con quelli tollerati da un punto di vista umano e ambientale (zonizzazione).
 - 6) la gestione dei processi di rilevamento attribuibile alla realtà produttiva in oggetto, essendo condizionabile a livello politico-economico, ha la necessità di un maggior controllo da parte delle istituzioni territoriali presenti;
 - 7) la ricerca costante di aree ad elevata condizione di vivibilità, impone l'adeguamento degli standard di ricerca locale, allo scopo di individuare forze economiche e sociali in grado di influenzare le dimensioni urbanistiche.
- Sulla base dei risultati ottenuti, gli studi e le ricerche hanno messo in rilievo come i fattori che spingono e/o che in teoria possono stimolare, in termini di produzione e controllo ambientale, l'attività industriale, siano di natura differente e variegata; rimane, comunque, sottointesa, nella specificazione delle performance qualitative, l'importanza dei tassi di sviluppo nella espressione endogena e di ciascuna circoscrizione zonale; ovvero, l'identità territoriale espressa attraverso fattori specifici di localizzazione.

Riferimenti bibliografici

- Bourgeois Pichat J. – Taleb S. (1970), Un taux d'accroissement nul pour les pays en voie de développement en l'an 2000. Rêve ou réalité, «Population», n° 5;
- Cabrè Pla A. (2003), Facts and factors on low fertility in southern Europe : the case of Spain, «Papers de Demografia», n° 222, Centre d'Estudis Demogràfics;
- Cliquet R.L. (1991), The Second Demographic Transition: Fact or Fiction?, «Population Studies», n° 23, Council of Europe, Strasbourg;
- Del Campo S. (1987), Nuevo análisis de la población española, Ariel, Barcelona;
- A.A.V.V., 1991. Human Exposure Assessment for Airborne Pollutants - Advances and Opportunities. Committee on Advances in Assessing Human Exposure to Airborne Pollutants; Board on Environmental Studies and Toxicology; Commission on Geosciences, Environment and Resources; National Research Council. National Academy of Sciences, Washington, D.C., pp.321.

- A.A.V.V., 2002. La tutela della salute negli ambienti confinati. Igiene e Sicurezza del Lavoro, inserto al n. 3, pp. 15.
- ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists), 2002. Documentation of the Threshold Limit Values and Biological Exposure Indices, pp. 151.
- AIDII (Associazione Italiana Degli Igienisti Industriali), 1997. Giornale degli igienisti industriali. Suppl. al Vol. 22, pp.152.
- Amemiya, T., Mizutani, Y., 1990. A Study on Combustion Appliance and Indoor Air Quality. Indoor Air '90. The 5th Internal Conference on Indoor Air Quality and Climate. 29 luglio – 3 agosto 1990. Toronto.
- APIC (Associazione Piemontese Industriali Chimici) & Unione Industriale Torino, 1997. Repertorio dati chimico-fisici e tossicologici. Unione Industriale Torino, pp. 2998.
- ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers) STANDARD, 1996. Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality. 62-1989, pp. 190.
- Bocchio, V. & Masoero, M., 1992. CH₄, Energia, Metano, 2: 15-20.
- Bourbeau, J., Brisson, C. & Allaire, S., 1997. Prevalence of the sick building syndrome symptoms in office workers before and six months and three years after being exposed to a building with an improved ventilation system. Occ. And Envir. Med, 54: 49-53.
- Carnevale, F. IPCA 30 anni dopo. Atti del convegno “La fabbrica ritorna alla città”. Ciriè, 6 e 7 marzo 1999.
- CEN (Comité Européen de Normalisation), 1992. Workplace atmospheres - Size fraction definitions for measurement of airborne particles. Vol. 481, pp. 13.
- CEN (Comité Européen de Normalisation), 1992. Workplace atmospheres -Size fraction definitions for measurement of airborne particles, pp.13.
- CEN (Comité Européen de Normalisation), 1996. European prestandard prENV 1752. Ventilation for Buildings: Design Criteria for the Indoor Environment. Vol. 140, pp. 57.
- Chitano, P., Hosselet, J:J., Mapp, C:E., Fabbri, L.M., 1995. Effects of oxidant air pollutants on the respiratory system: insights from experimental animal research. Eur. Respir. J., 8:1357-1371.
- Costantino, M., 1987. In AIDP (Associazione Italiana per la Direzione del Personale), Atti del Seminario “Qualità dell’aria negli uffici: la sindrome dei palazzi malati”. Milano, 26 ottobre 1987, pp. 2.
- de’ Stefani, P., 1985. Gli apparecchi a gas: il tiraggio. Informazioni sulla normativa di sicurezza. CH₄, Energia, Metano, 5.

- Delussu, A., 1987. In AIDP (Associazione Italiana per la Direzione del Personale), Atti del Seminario "Qualità dell'aria negli uffici: la sindrome dei palazzi malati". Milano, 26 ottobre 1987, pp.2.
- Doll, R., 1971. The age distribution of cancer: implications for models of carcinogenesis (with discussion). *J.R. Stat. Soc. Ser. A.* 134:133.
- European Concerted Action, 1989. *Indoor Air Quality & Its Impact On Man. Sick Building Syndrome - A Practical Guide.* Commission of the European Communities - Directorate General for Science, Research and Development - Joint Research Centre - Institute for the Environment. 4: 37.
- Gigante, R. 2000 - Appendice Legislativa Manuale della sicurezza sul lavoro - Hoepli Editore, Milano. pp. 401
- Gilman, A.G., Rall, T.W., Nies, A.S. & Taylor, P., 1990. *The Pharmacological Basis of Therapeutics.* Eighth Edition. Pergamon Press, pp. 1811.
- Haraprasad, V., Dave, J.M., 1986. Emissions in the interns of Unvented Combustion Devices Burn Liquid and Gaseous Fuels. *Managing the Air for Health and Energy Conservation.* Proceedings of the ASHRAE Conference. 20-23 aprile 1986. Atlanta, Georgia.
- Hendrick, D.J. & Lane, D.J., 1977. Occupational formalin asthma. *Brit. J. Industr. Med.* 34: 11-18.
- <http://www.amblav.it>
- <http://www.gazzettaufficiale.it>
- <http://www.iarc.fr>
- <http://www.reteambiente.it>
- Hueper, W.C., 1969. *Occupational and Environmental Cancers of the Urinary System,* Yale University Press, New Haven and London.
- Lioy, P.J., Waldman, J.M., Greenberg, A., Harkov, R. & Pietarinen, C., 1988. The Total Human Environmental Study (THEES) to benzo(A)pyrene: Comparison of the inhalation and food pathways. *Arcc. Environ. Health,* 43: 304-312.
- Lozar, L., 1997. *La tutela della salute negli uffici. Videoterminali – Illuminazione – Microclima – Rumore - Ergonomia - Inquinamento indoor.* Il Sole24 Ore Pirola. pp128.
- Malfa, R., 1987. In AIDP (Associazione Italiana per la Direzione del Personale), Atti del Seminario "Qualità dell'aria negli uffici: la sindrome dei palazzi malati". Milano, 26 ottobre 1987, pp.2.
- Maroni, M., Carrer, P., Alcini, D., Cavallo, D., 1997. Effetti della qualità dell'aria sulla salute e sul comfort: acquisizioni recenti. In: AICARR (Associazione Italiana Condizionamento dell'Aria, Riscaldamento, Refrigerazione, 38° convegno annuale, Roma 10-11 aprile 1977, pp. 8.
- Molina, C., Aiache, J.M. & Viallier, J., 1980. Réactions immunitaires au tabac. *Nouvelle Presse Médicale,* 9: 3171-3175.

- Mølhave, L., 1990. Volatile organic compounds, indoor air quality and health. Proceedings of the 5th International Conference on Indoor Air Quality and Climate Indoor air '90. Vol. 5:15-34.
- Mondo, A., 2004. Emergenza amianto nelle case popolari. La Stampa, 08/04/2004: 44.
- Piolatto, G., Negri, E., La Vecchia, C., Pira, E., Decarli, A. & Peto, J., 1991. Bladder cancer mortality of workers exposed to aromatic amines: an updated analysis. Br. J. Cancer, 63: 457-459.
- Robertson, A.S., Burge, P.S., Hedge, A., Sims, J., Cook, F.S., Finnegan, M.J., Pickering, C.A.C. & Dalton, G., 1985. Comparison of health problems related to work and environmental measurements in two office buildings with different ventilation systems. Br. Med. J. 291: 373-376.
- Robertson, G. , 1987. In AIDP (Associazione Italiana per la Direzione del Personale), Atti del Seminario “Qualità dell’aria negli uffici: la sindrome dei palazzi malati”. Milano, 26 ottobre 1987, pp.12.
- Sax, N.I., 1984. Dangerous properties of industrial Materials. Sixth Edition. Van Nostrand Reinhold, pp. 3124.
- Skov, P. & Valbjørn, O., 1987. The “Sick Building Syndrome” in the office environment. INDOOR AIR '87, 4th Intern. Conf. On Indoor Air Quality and Climate, Berlino 17- 21 agosto 1987. Vol. 2: 439-443.
- UNICHIM (Associazione per l’Unificazione nel settore dell’Industria Chimica - Federata all’UNI), 1977 - Ambienti di lavoro - Determinazione della frazione respirabile delle polveri atmosferiche - Metodo gravimetrico. Vol. 285, pp. 8.
- Weschler, C.J. & Fong, K.I.L., 1986. Characterization of organic species associated with indoor aerosol particles. Environ. Int., 12: 93-97.
- White, J.B., Reaves, J.C., Reist, P.C., Mann, L.S. a Data Base on the Sources of Indoor Air Pollution Emissions – Engineering Solutions to Indoor Air Problems – Proceedings of the ASHRAE Conference IAQ '88. 11-13 aprile 1988. Atlanta, Georgia.
- WHO (World Health Organization), 1987. Air quality guidelines for Europe. WHO Regional Publications, European Series, 23.
- Devolver D. – Domingo A. – García J. (2003), Fecundidad diferencial y potencial de reagrupación familiar de la población extranjera de la Comunidad de Madrid a partir del Padrón continuo a 1/1/1999, «Papers de Demografia», n° 224, Centre d’Estudis Demogràfics;
- Di Comite L. (1977), L’invecchiamento della popolazione nel processo di transizione demografica, Rivista Italiana di Economia, Demografia e Statistica, n° 2;
- Di Comite L. – Rodríguez V. – Girone S. (2005), Sviluppo Demografico e mobilità territoriale delle popolazioni nell’area del Mediterraneo: Italia e Spagna a confronto.

http://www.carocci.it/index.php?option=com_carocci&task=schedalibro&Itemid=72&isbn=9788843045754;
[http://www.sieds.it/;](http://www.sieds.it/)
http://it.wikipedia.org/wiki/Qualit%C3%A0_dell'aria_interna
http://prevenzione.ulss20.verona.it/faq_inqatm.html
www.ecoalcubo.org/?page_id=1187
http://www.regione.lazio.it/binary/rl_ambiente/tbl_contenuti/rapporto_qualita_aria_05.1231840978.pdf
http://ita.arpalombardia.it/ITA/qaria/pdf/RQA-2010/RQA_VA_2010.pdf
http://www.artasicilia.eu/old_site/web/newsite/verticale/serv_3/site/valutazione.htm
<http://www.legambientepadova.it/smog/biblio/indicebiblio>
<http://www.cittaalpina.org/it/infoservice/letteratura>
<http://www.nonsoloaria.com/normariait.htm>
dbiodbs.univ.trieste.it/sli/congresso/BIO%206..DOC
http://www.cittalia.it/index.php?option=com_content&view=article&id=4191:la-qualita-dellaria-nelle-citta-secondo-il-report-dellagenzia-europea-per-lambiente&catid=3:notizie&Itemid=14
http://www.arpa.veneto.it/arpav/chi-e-arpav/file-e-allegati/dap-treviso/aria/Monitor_aria_CastelfrancoV_Castello-di.pdf
http://www.aria.provincia.bologna.it/qualita_aria/documents/valutazione sanitariaQA06_EP.pdf
http://fc.retecivica.milano.it/RCMWEB/incomune/doc/cm4_0116d.htm
http://www.astrid-online.it/La-tutela-/Documenti/Ispra_Rapportoareurbane2010_09_06_11.pdf
<http://asq.org/quality-press/display-item/index.html?item=JQTSAMPLE>
<http://asq.org/pub/qe/>
<http://aicqna.com/wp-content/uploads/2010/10/storia-rivista.pdf>
<http://spazioinwind.libero.it/ambientekr/links/link-riviste.htm>
http://www.europalex.kataweb.it/ricerca_avanzata.jsp
<http://www.jackson.it/>
<http://spazioinwind.libero.it/ambientekr/links/link-riviste.htm>
<http://www.comune.prato.it/servizicomunali/ambiente/home.htm>