

Prefazione

Perché un documento sulla riduzione dell'inquinamento atmosferico in Italia?

Chi si occupa, anche solo distrattamente, di inquinamento atmosferico, potrebbe pensare che non ce ne sia bisogno.

Negli ultimi anni infatti sono stati compiuti notevoli sforzi in tema di riduzione e prevenzione dell'inquinamento atmosferico nelle aree metropolitane, dove il traffico, gli impianti industriali e il riscaldamento degli edifici possono provocare effetti dannosi sulla qualità dell'aria e sulla salute degli abitanti. In virtù di questi sforzi le concentrazioni di inquinanti in atmosfera sono diminuite in modo consistente. Eppure, stante anche quanto ci dice l'Organizzazione Mondiale della Sanità circa gli effetti dell'inquinamento sulla salute dei cittadini, quello che è stato fatto non è sufficiente.

In Italia sono ancora molto ampie le zone sul territorio italiano dove i valori limite degli inquinanti imposti dalla normativa comunitaria, in particolare per il PM10, risultano superati, ed occorre domandarsi quali siano i fattori che hanno pregiudicato il completo raggiungimento degli obiettivi fissati.

Il primo, significativo fattore va ricercato nella specificità delle condizioni meteorologiche del nostro paese che, soprattutto nel bacino padano, favoriscono l'aumento delle concentrazioni di PM10 nell'aria. Si tratta di una caratteristica del territorio che non può essere modificata, né ignorata, ma che richiede strategie particolari di intervento.

Il secondo fattore è da ascrivere alla eterogeneità delle emissioni, e alla conseguente necessità di tenere conto simultaneamente delle emissioni naturali e di quelle antropiche e della circolazione di inquinanti su scala continentale e globale.

Il terzo, e forse il più rilevante fattore, è proprio il divario tra la natura globale del fenomeno e la scala generalmente locale delle misure di prevenzione. Sebbene, infatti, la competenza in materia di pianificazione delle attività di valutazione e gestione della qualità dell'aria spetta alle autorità regionali, l'inquinamento atmosferico non si arresta ai confini amministrativi regionali.

Ecco perché è necessaria una attenta riflessione, un impegno comune per l'ambiente, una politica trans-regionale e coordinata.

La lotta all'inquinamento e la prevenzione dei rischi per la salute sono priorità nazionali, che devono essere condotti senza generare effetti insostenibili sul piano economico e sociale e senza violare i parametri di stabilità economica comunitari, ma senza infingimenti o incertezze.

In tale ottica, il Ministero dell'Ambiente, da sempre impegnato nell'attuazione di politiche di riduzione dell'inquinamento atmosferico per tutti gli inquinanti, ha commissionato ad un apposito Gruppo di esperti l'individuazione di una serie di misure di contenimento delle emissioni da attuare sul territorio nazionale ed in particolare nell'area del bacino padano, che vadano ad aggiungersi alle numerose misure già individuate ed attuate a livello regionale e locale.

Ne è emerso un corposo lavoro, riassunto nel volume che segue che ha quindi lo scopo di illustrare, nell'ottica di una generale attenzione ai temi della qualità dell'aria sul territorio nazionale, le proposte di misure di contenimento delle emissioni individuate in una area particolarmente critica del nostro Paese. Tutto ciò naturalmente nella consapevolezza che gli sforzi richiesti per raggiungere gli obiettivi fissati a livello comunitario dovranno integrarsi con l'attuazione di altre politiche settoriali (energetiche, agricole, dei trasporti), per evitare squilibri che potrebbero paradossalmente determinare un aumento delle concentrazioni degli inquinamenti nell'atmosfera.

Questa iniziativa di alto profilo scientifico raccoglie interventi nei più vari settori correlati alle emissioni inquinanti. E' uno strumento pensato per aumentare la diffusione delle conoscenze sull'argomento, e per stimolare una azione congiunta e solidale da parte delle amministrazioni centrali e locali. Vuole rappresentare una sostanziale novità di metodo, nella ricerca di soluzioni compatibili, condivise e sostenibili.

Dott. Mariano Grillo
Direttore Generale
Direzione Generale per le Valutazioni Ambientali
Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio e del mare



MINISTERO DELL'AMBIENTE
E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE

**GRUPPO DI LAVORO PER L'INDIVIDUAZIONE DELLE MISURE PER
LA RIDUZIONE DELL'INQUINAMENTO ATMOSFERICO**

Decreto 756 del 28/12/2011
DG Valutazioni Ambientali (DVA)

DOCUMENTI TECNICI

A cura di:

Ivo ALLEGRINI

Fabio ROMEO

Luglio 2012

Gruppo di Lavoro per l'Individuazione delle misure per la riduzione dell'Inquinamento Atmosferico

Documenti Tecnici

Premessa

I. Allegrini (1) – F. Romeo (2)

(1) - Esperto Ambientale c/o Euromobility (Roma)

(2) - Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (Roma)

A seguito della costituzione del Gruppo di Lavoro per l'Individuazione delle misure per la riduzione dell'Inquinamento atmosferico, sono stati elaborati documenti tecnici con lo scopo di illustrare le più importanti problematiche connesse alla presenza di concentrazioni elevate di inquinanti, principalmente polveri fini PM10 e Biossido di Azoto, in particolare in aree critiche del Paese. Il bacino Padano è la più importante di queste aree ed ad esso è stata indirizzata l'attenzione del Gruppo di Lavoro.

Il Gruppo ha terminato i suoi lavori nel Luglio 2012 con l'elaborazione del volume "Attività Tecnica e Proposte" nel quale sono state illustrate le valutazioni del Gruppo in merito ai problemi ambientali dovuti agli inquinanti atmosferici e le proposte per il contenimento delle emissioni. Tali proposte sono state elaborate tenendo conto di documenti tecnici che sono stati, a loro volta, elaborati da vari autori membri del Gruppo di Lavoro e che hanno sintetizzato lo stato dell'arte delle conoscenze e dei riscontri sperimentali circa le emissioni degli inquinanti. I documenti tecnici sono stati riuniti in questo volume che costituisce un importante punto di riferimento per la pianificazione e per la promozione delle azioni di contenimento.

Il contenuto del volume ricalca quello relativo alle "attività e Proposte". In particolare, i componenti del Gruppo di Lavoro, anche avvalendosi della collaborazione di altri esperti, hanno elaborato una serie di 10 contributi nei diversi settori emissivi (Indicati come contributi di tipo A). A questi contributi, sono stati aggiunti ulteriori 5 contributi (indicati come di tipo B) di carattere conoscitivo. Ai 10 contributi tecnici sui comparti emissivi ed ai 5 di carattere conoscitivo, se ne sono aggiunti altri due (Indicati come di tipo C) che hanno costituito la base conoscitiva per l'elaborazione dei documenti sui comparti più importanti presi in esame dal gruppo: l'Industria e la mobilità.

In definitiva, il presente volume raccoglie i seguenti lavori:

A1 Rotatori - Gasparrini

Utilizzazione delle Biomasse in impianti industriali

A2 Lanzani - Mussinatto

Utilizzazione delle Biomasse in piccoli impianti civili e combustioni incontrollate

A3 Lanzani - Allegrini

Risollevamento ed emissioni non motoristiche da traffico

A4 Rotatori – De Lauretis

Settore industriale: margini di intervento sui piccoli impianti

A5 Rotatori – De Lauretis

Contenimento dell'inquinamento industriali e da impianti di produzione energetica

A6 Zanini

Interventi di riconversione del patrimonio edilizio in funzione del risparmio energetico

A7 Rossi – De Lauretis

Interventi sul trasporto passeggeri

A8 Rossi – De Lauretis

Interventi sul trasporto merci e multimodalità

A9 De Munari

Interventi su agricoltura ed Ammoniaca

A10 Allegrini-Petracchini

Emissioni da cantieri di costruzione civili e di grandi infrastrutture

B1 Perrino

Aspetti scientifici e di conoscenza del problema

B2 Zanini

Stato dell'arte degli strumenti predittivi e modellistici utilizzati in Italia, inclusi inventari delle emissioni

B3 Allegrini - Lanzani

Monitoraggio dell'efficacia dei provvedimenti

B4 Marsili-Sotgiu

Evidenze sanitarie e priorità per la riduzione dell'inquinamento da particolato

B5 Lapenta - Allegrini

Informazione al pubblico, consenso sociale e comunicazione

C1 De Lauretis - Rossi

Stato delle conoscenze ed informazioni circa il traffico autostradale di passeggeri e merci

C2 De Lauretis - Rotatori

Stato degli Inventari delle emissioni per tutti gli impianti industriali e di produzioni energetica

UTILIZZO DELLE BIOMASSE IN IMPIANTI INDUSTRIALI

Giuliana Gasparri - Ministero dell'Ambiente e Tutela del Territorio e del Mare

Mauro Rotatori - CNR- Istituto sull'Inquinamento Atmosferico

Ai sensi della legislazione comunitaria (Dir. 2009/28/CE) sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, con il termine "biomassa" deve intendersi "la frazione biodegradabile dei prodotti, rifiuti e residui di origine biologica provenienti dall'agricoltura (comprendente sostanze vegetali e animali), dalla silvicoltura e dalle industrie connesse, comprese la pesca e l'acquacoltura, nonché la parte biodegradabile dei rifiuti industriali e urbani".

La definizione include una vastissima gamma di materiali, vergini o residui di lavorazioni agricole e industriali, che si possono presentare in diversi stati fisici, con un ampio spettro di poteri calorifici.

Le soluzioni impiantistiche variano per tipo di biomasse, tecnologia utilizzata e prodotto finale (solo energia elettrica, combinata con produzione di calore, solo energia termica). Ad esempio, la combustione diretta della biomassa in forni appositi può avvenire in sospensione, su griglia fissa o mobile, su letto fluido.

Gassificazione, pirolisi e carbonizzazione sono processi più raffinati e complessi che permettono di ottenere combustibili intermedi solidi, liquidi e gassosi, più puri rispetto alla fonte di partenza, facilitando l'esercizio dell'impianto e il rispetto delle normative ambientali.

Particolarmente interessante appare la gassificazione in quanto il syngas (gas di sintesi) ottenuto ha il vantaggio di essere versatile, di garantire elevati rendimenti di combustione ed emissioni più contenute.

Al di là di una fase preliminare di trattamento della biomassa, gli impianti termoelettrici a biomasse sono abbastanza simili a quelli alimentati con combustibili tradizionali.

Le tipologie impiantistiche più diffuse sono le seguenti:

- impianti tradizionali con forno di combustione della biomassa solida, caldaia che alimenta una turbina a vapore accoppiata ad un generatore;
- impianti con turbina a gas alimentata dal syngas da biomasse in ciclo semplice o combinato con turbina a vapore;
- impianti termoelettrici ibridi, che utilizzano biomasse e fonti convenzionali (il caso più frequente è la co-combustione della biomassa e della fonte convenzionale nella stessa fornace);
- impianti alimentati da biomasse liquide (oli vegetali, biodiesel), costituiti da motori accoppiati a generatori (gruppi elettrogeni).

Le centrali termoelettriche alimentate da biomasse solide o liquide effettuano la conversione dell'energia termica, contenuta nella biomassa, in energia meccanica e successivamente in energia elettrica. Le taglie delle centrali possono variare dalle medie centrali termoelettriche alimentate da biomasse solide, solitamente da cippato di legno, sino ai piccoli gruppi elettrogeni alimentati da biocombustibili liquidi.

Numerosità e potenza degli impianti in Italia [dati GSE 2009]

La produzione energetica degli impianti a biomassa, intesa come potenza efficiente lorda, è riportata nel grafico sottostante (Fig. 1), nel quale viene anche indicato il numero di impianti installati in tutta l'Italia. Tali grandezze vengono calcolate al netto di quegli impianti che utilizzano prevalentemente combustibili tradizionali ma che allo stesso tempo concorrono nella determinazione della produzione totale da biomasse.

Nel decennio 1999-2009, il parco impianti a biomasse è cresciuto in maniera considerevole: il tasso medio annuo di crescita è stato pari al 10,4% per la numerosità e al 14,8% per la potenza installata. Tale crescita è stata caratterizzata da una dimensione media, in termini di potenza, sempre più consistente: gli impianti nel 1999 hanno potenza installata media pari a 3,2 MW che cresce fino a 4,8 MW nel 2009.

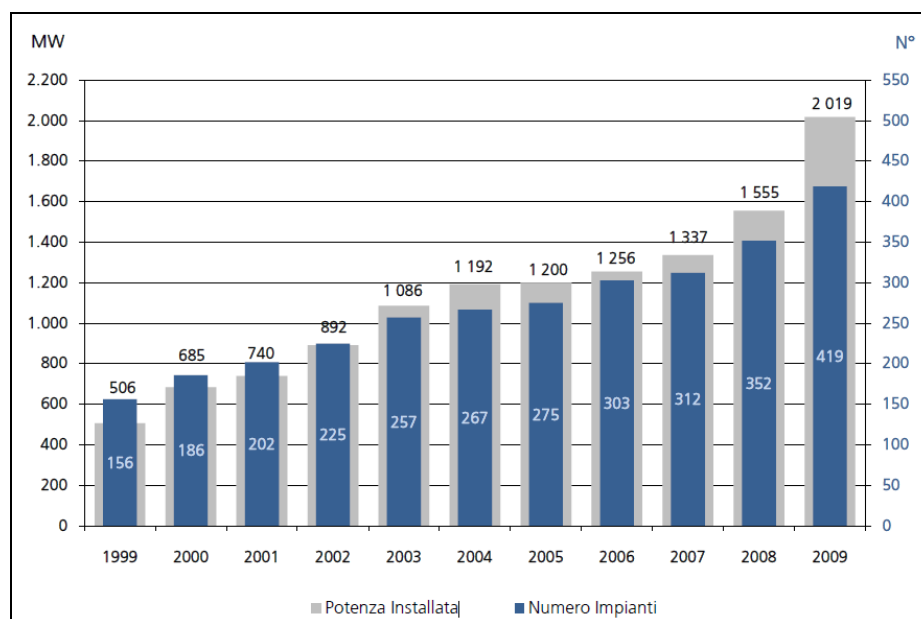


Figura 1 - produzione energetica degli impianti a biomassa e numero di impianti installati in Italia

La produzione da biomasse è abbastanza diffusa in Italia (Fig. 2), con la Regione Emilia Romagna al primo posto (19,3%). Nel Mezzogiorno si distinguono la Puglia (11,9%) e la Calabria (10,2%). Le Province italiane che si distinguono particolarmente nella produzione da biomasse sono: Bari (10,7%), Ravenna (11,1%) e Crotone (8,1%).

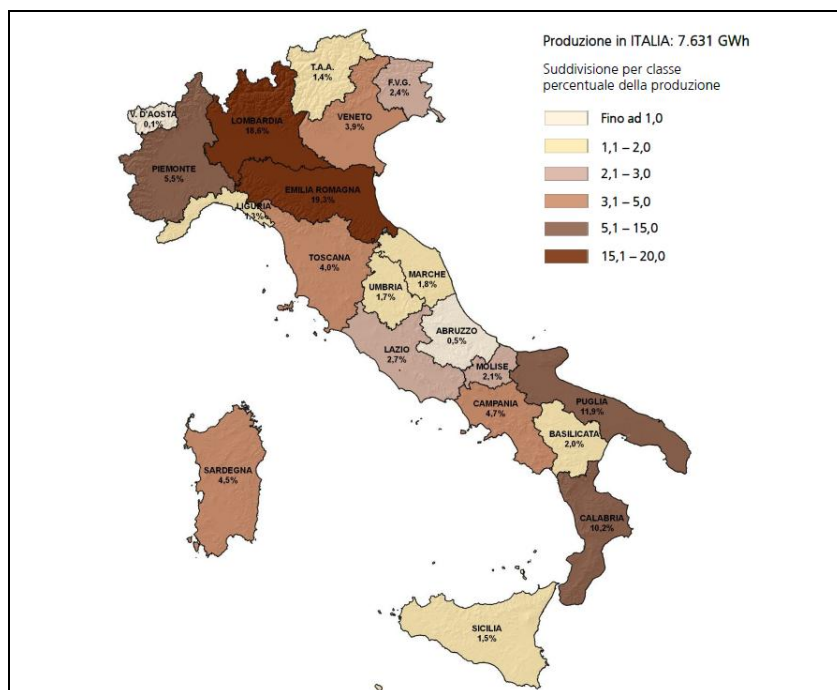


Figura 2 – Produzione da biomasse in Italia

La produzione totale negli ultimi 10 anni (Fig. 3) è aumentata del **410%** con un tasso di crescita medio annuo del 17,7%. La spinta si evidenzia in particolar modo sulle biomasse solide e nel periodo temporale compreso tra il 2001 e il 2004, in concomitanza con l'avvento dei meccanismi di incentivazione. In effetti se, tra il 1999 e il 2009, la produzione da biogas aumenta ad un tasso medio annuo del 11,6%, più cospicue sono le variazioni di quella da rifiuti solidi urbani biodegradabili pari al +17,3% e da biomasse solide +17,0%.

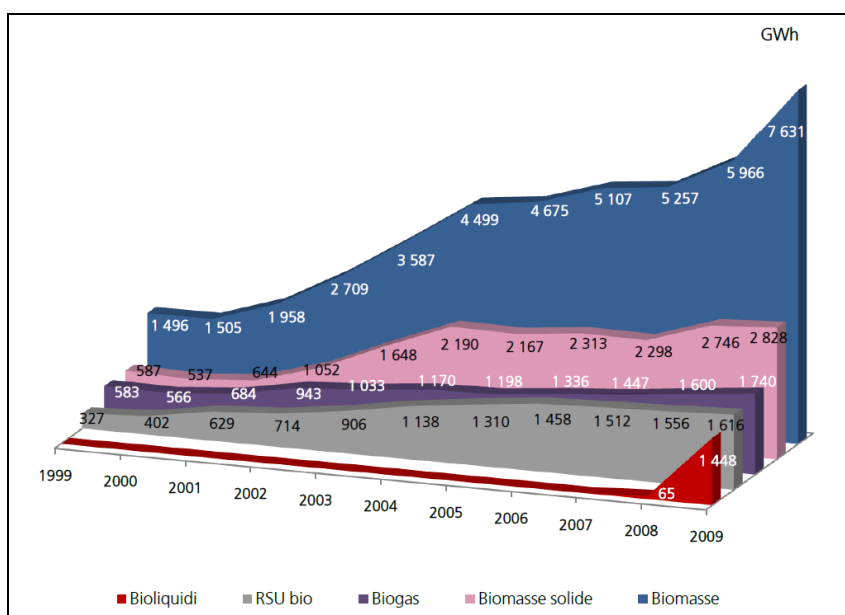


Figura 3 – Produzione di biomasse in Italia

Impatto ambientale dell'impiego delle biomasse come combustibili

A fronte di un legittimo dubbio sul reale beneficio che l'entrata in esercizio dell'impianto a biomasse possa portare, gli studi sugli impatti ambientali indotti dalla combustione di biomasse in impianti industriali per la produzione di elettricità inducono grande cautela. Si osserva un crescente interesse della comunità scientifica per gli impatti ambientali e sanitari derivante dagli effluenti gassosi prodotti dalla combustione delle biomasse e dai residui solidi (ceneri pesanti e ceneri leggere) che questi impianti inevitabilmente producono.

Non bisogna trascurare il fatto che le biomasse che vengono usate come combustibile, anche dopo depurazione dei fumi prodotti, provocano l'immissione nell'ambiente di quantità non trascurabili di numerosi macro e micro inquinanti (polveri sottili ed ultra sottili, ossidi di azoto, idrocarburi policiclici aromatici, diossine), in quantità proporzionale alla massa di biomasse trattate, con effetti potenzialmente pericolosi per la salute della popolazione esposta. E nel bilancio ambientale, occorre sommare anche le emissioni prodotte dal traffico pesante indotto dall'entrata in funzione dell'impianto e parte integrante della attività dell'impianto stesso, ovvero tutti gli automezzi necessari per i conferimenti di biomasse e per il ritiro e lo smaltimento delle ceneri e l'inquinamento delle polveri fini e di ozono prodotti dalle reazioni fotochimiche a seguito dell'immissione nell'ambiente degli inquinanti primari prodotti dalla combustione (ossidi di azoto e composti organici volatili) delle biomasse e dal traffico indotto dall'entrata in funzione della centrale.

Tenendo in considerazione i macro e microinquinanti che si possono formare dall'impiego delle biomasse, è importante verificare il bilanciamento degli inquinanti tra i grandi impianti di combustione, tenendo conto del fattore di emissione (F.E.) per gli ossidi di azoto (NOx) e le polveri, espressi in mg/KWh.

Ad esempio, per quanto riguarda le polveri primarie per combustione di biomassa solida, si hanno i seguenti valori, espressi in mg/KWh. In tabella è mostrato anche un confronto con i FE di una combustione di gas naturale (metano):

Generatori piccola potenza <100KWt – Emissione diretta	Generatori taglia media – abbattitori polveri multi canna	Generatori taglia grande >50 MWt – abbattitori polveri filtri a manica
200 – 800	200 – 60	60 – 30
Combustione di gas naturale CH ₄ 99%		
0,01 – 0,1		

Analogamente, raffrontando i fattori di emissione per gli ossidi di azoto tra combustione a biomassa solida e gas naturale, si ottiene che una centrale a biomassa legnosa (la cui potenza

elettrica è 45 volte inferiore ad una CTGCC) ha un fattore di emissione 10 volte superiore ad una centrale a gas naturale. Inoltre, a parità di ore di funzionamento annue, una CTGCC non ha sostanzialmente emissioni di polveri, di HCl e di SO₂.

Il bilancio della CO₂ per una centrale a biomasse è nullo, per un Ciclo combinato si deve considerare un fattore specifico di emissione pari a 368 g/KWh di CO₂.

Dal momento che gli NO_x sono tra i principali precursori del particolato secondario, il ruolo dei grandi impianti di combustione per l'emissione di polveri ed inquinanti secondari risulta importante. La produzione industriale in cogenerazione, grazie alla corretta gestione, al funzionamento quasi in continuo, agli efficienti sistemi di trattamento dei fumi ed ai sistemi di monitoraggio impiegati risulta "ambientalmente" più efficiente. Ne consegue che la cogenerazione appare come l'unica valida tecnica per ogni nuova centrale a biomasse sia per massimizzare lo sfruttamento energetico del combustibile che per compensare, attraverso il teleriscaldamento, le emissioni del settore civile.

Monitoraggio alle Emissioni

Al fine di contribuire alla riduzione e al contenimento delle emissioni atmosferiche provocate dalle centrali alimentate a biomasse, è opportuno che l'impianto sia dotato di un sistema di monitoraggio in continuo dei seguenti parametri – polveri, monossido di carbonio ossidi di azoto, biossido di zolfo, TOC, acido cloridrico, portata, ossigeno e vapore d'acqua e nel caso l'impianto adotti un sistema SNCR o SCR per la riduzione degli NO_x anche per l'NH₃.

Gli analizzatori installati devono essere dotati di una certificazione redatta secondo le specifiche della norma UNI EN 15267-3 in cui sono esplicitati i criteri di prestazione e i procedimenti di prova in particolare deve essere riportato il livello di assicurazione della qualità dei dati QAL1 e i dati usati per l'applicazione della QAL3. I laboratori di prova che eseguono le misurazioni con l'SRM (sistema di riferimento) devono avere un sistema di assicurazione della qualità accreditato secondo la EN ISO/IEC 17025 ed agire conformemente alla norma UNI CEN/TS 15675:2008.

Ai fini del corretto funzionamento del sistema di monitoraggio in continuo, l'assicurazione della qualità del sistema installato sull'impianto (AMS) dovrà essere verificato secondo la norma UNI EN 14181 (QAL2, QAL3, AST) per stabilire la corretta installazione, la determinazione delle funzioni di taratura, i relativi range di validità, la determinazione della variabilità e il rispetto dei requisiti di legge in termini di intervalli di confidenza strumentale.

Pianificazione energetica ambientale regionale

Un forte impulso a predisporre adeguate politiche energetiche è stato impresso dai profondi mutamenti intervenuti nella normativa del settore energetico, nell'evoluzione delle politiche di decentramento che col D.Lgs. 112/98 hanno trasferito alle Regioni e agli Enti Locali funzioni e competenze in materia ambientale ed energetica.

Il Piano Energetico Ambientale Regionale (PEAR) è lo strumento principale attraverso il quale ogni Regione programma, indirizza ed armonizza nel proprio territorio gli interventi strategici in tema di

energia. Si tratta di un documento tecnico nei suoi contenuti e politico nelle scelte e priorità degli interventi.

Gli obiettivi fondamentali del PEAR si possono ricondurre a due macroaree di intervento, quella della produzione di energia dalle diverse fonti (fossili e non) e quella del risparmio energetico.

Le biomasse rappresentano una delle opzioni più concrete in termini di potenziale energetico e di sviluppo tecnologico. Il PEAR mira a innescare una filiera agro – energetica che permetta di concentrare in ambiti territoriali ristretti l'offerta (proveniente da colture dedicate e da residui agro – forestali) e la domanda (per la produzione di energia elettrica e termica e per l'impiego di biocombustibili).

Incentivazione e servizi per gli impianti a biomasse (dati 2009)

Ai fini del raggiungimento degli obiettivi definiti nel protocollo di Kyoto, l'Italia ha recepito la Direttiva Europea 2001/77/CE in tema di incentivazione della produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile con il D.L. n. 387 del 29 Dicembre 2003 dove, all'articolo 2 comma 1 lettera a) si definiscono le fonti elettriche rinnovabili (FER) non fossili.

Il GSE (gestore dei servizi energetici) è il soggetto che controlla e autorizza ad avere diritto agli incentivi alla produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili. Il GSE inoltre fornisce servizi per l'acquisto di energia rinnovabile e per attuare lo scambio sul posto; cioè un contratto che consente all'utente che sia titolare o abbia la disponibilità di un impianto, la **compensazione** tra il valore dell'**energia elettrica prodotta e immessa in rete** e il valore dell'**energia elettrica prelevata dalla rete e consumata**.

In seguito all'ottenimento della qualifica di Impianto Alimentato da Fonte Rinnovabile (IAFR) da parte del GSE, i titolari di impianti a biomasse possono chiedere l'incentivazione con la Tariffa Onnicomprensiva oppure con i Certificati Verdi.

La **Tariffa Onnicomprensiva (TO)** riconosce all'energia elettrica rinnovabile immessa in rete sia la parte relativa all'incentivazione che quella relativa al guadagno derivante dalla vendita dell'energia. E' applicabile, su richiesta dell'operatore, agli impianti a biomasse entrati in esercizio in data successiva al 31 dicembre 2007. La durata dell'incentivo è pari a 15 anni. Questa è stata concepita per agevolare i piccoli impianti.

I **Certificati Verdi (CV)**, sono titoli annuali negoziabili che attestano la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile. Rappresentano un beneficio per il produttore, perché vendibili a soggetti che sono obbligati ad immettere nel sistema elettrico una quota di energia elettrica da fonte rinnovabile. La durata dell'incentivo è pari a 15 anni se l'impianto è entrato in esercizio in data successiva al 31/12/2007.

Il **Ritiro Dedicato (RID)** è un servizio che il GSE offre dal 1° gennaio 2008 agli operatori che ne fanno richiesta. Si tratta di una modalità semplificata per vendere al GSE l'energia elettrica prodotta e immessa in rete. Gli impianti a biomasse possono accedere al Ritiro Dedicato stipulando una convenzione con GSE. Questo riconosce al produttore il prezzo orario di mercato

della zona in cui è collocato l'impianto. Gli impianti con potenza nominale media annua fino a 1 MW hanno diritto a prezzi minimi garantiti. Il produttore che accede al Ritiro Dedicato deve chiedere il ritiro dell'intera quantità di energia elettrica immessa in rete.

Con Decreto del Ministero dello Sviluppo Economico di concerto con il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del mare, al fine di sostenere la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili in misura adeguata al perseguimento dei relativi obiettivi, stabiliti nei Piani di azione per le energie rinnovabili di cui all'articolo 3, comma 3, del decreto legislativo n. 28 del 2011, attraverso la definizione di incentivi e modalità di accesso semplici e stabili, che promuovano l'efficacia, l'efficienza e la sostenibilità degli oneri di incentivazione.

Gli incentivi base per i soli impianti a biomassa solida, sono incrementati di un fattore 1,3 nel caso in cui la media annua dei parametri di emissione in atmosfera descritti nella seguente tabella e riferiti ad una percentuale di ossigeno libero nell'effluente gassoso pari al 6%, risulti inferiore o uguale ai valori indicati in Tabella 1.

Inquinante	Limite (mg/Nm3)			
	PTN ≤ 6 MWt	6 < PTN ≤ 20 MWt	20 < PTN ≤ 50 MWt	PTN > 50 MWt
NOX (espressi come NO2)	200	180	180	150
NH3 (1)	5	5	5	5
CO	350	150	100	50
SO2	200	200	100	25
COT	-	20	10	5
Polveri	30	20	10	5

(1) Nel caso di utilizzo di una tecnica di abbattimento ad urea o ammoniaca (SCR, SNCR), negli impianti ove è previsto il controllo in continuo degli ossidi di azoto, dovrà essere installato lo specifico analizzatore di NH₃.

Tabella 1 – limiti alle emissioni per le biomasse

La produzione elettrica del 2007 da biomasse è stata rispettivamente di 3,93 TWh. L'andamento della serie storica mostra un comportamento di crescita regolare con tasso del 2007 sul 2006 pari a 2,6%. Assumendo che non si presentino entro il 2020 limitazioni circa il potenziale praticabile, cioè limitazioni territoriali per i bacini di raccolta delle biomasse con esaurimento della risorsa, possiamo estrapolare la produzione attuale considerando costante il presente tasso di crescita.

Otteniamo per il 2020 una proiezione di 5,5 TWh equivalenti a circa 1,2 Mtep (Fattore di conversione: 1 TWh = 0,22 Mtep)

Cogenerazione

Con il termine cogenerazione si intende la produzione ed il consumo di diverse forme di energia secondaria partendo da un'unica fonte primaria (sia rinnovabile che fossile).

Il vantaggio della cogenerazione da non trascurare è il risparmio energetico, dato dal recupero del calore che altrimenti andrebbe perduto.

Schematicamente (Fig. 4) possiamo dire che in un impianto convenzionale (l'energia termica e quella elettrica vengono prodotte in due impianti separati) per ottenere, ad esempio, 45 unità di energia termica e 38 unità di energia elettrica dobbiamo introdurre nei due impianti 148 unità di energia primaria (può essere sia fossile che rinnovabile come detto prima).

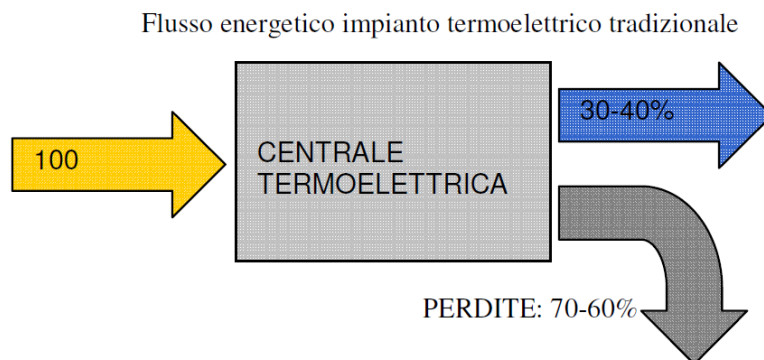


Figura 4 – schema di impianto convenzionale

Nel caso di un sistema cogenerativo, schematizzato in Fig. 5, (le energie secondarie vengono prodotte da un unico impianto) si ha un notevole risparmio di energia perchè, per ottenere le stesse quantità di energie secondarie, si riescono ad avere il 70% in meno di perdite. Questo recupero di energia avviene grazie al calore che viene recuperato per il riscaldamento d'ambienti o necessario ad industrie per particolari processi produttivi.

Flusso energetico Impianto di cogenerazione

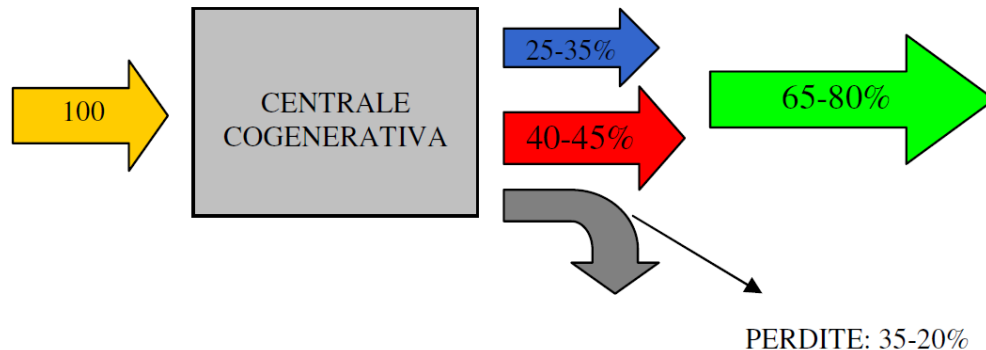


Figura 5 – schema di impianto cogenerativo

Con questo processo si riesce a recuperare una parte dell'energia termica che altrimenti verrebbe ceduta all'ambiente e quindi perduta. La cogenerazione riesce a sfruttare in modo ottimale l'energia dei combustibili utilizzando una gestione ottimale della qualità del vapore:

- l'energia a temperature più elevate viene trasformata in energia elettrica;
- l'energia a temperature più basse viene utilizzata per il teleriscaldamento o per usi industriali.

Lo sviluppo tecnologico degli ultimi anni ha prodotto impianti di cogenerazione di taglie estremamente variabili. Si va dai grossi impianti (> 100 MWe) in grado di produrre centinaia di GWh all'anno di energia elettrica e di soddisfare il fabbisogno termico di migliaia di utenze, ai piccoli impianti di micro-cogenerazione che soddisfano la richiesta termica di un isolato o anche di un singolo edificio, producendo contemporaneamente energia elettrica che può essere utilizzata in loco oppure immessa in rete. Il teleriscaldamento può essere una delle modalità di distribuzione di tale calore.

La biomassa è una fonte estremamente importante di energia rinnovabile, disponibile pressoché ovunque. Può essere conservata per un lungo periodo ed è spesso economicamente interessante, specie se utilizzata in centrali di cogenerazione di calore ed energia. In particolare, l'energia ottenuta è massimizzata nelle piccole centrali per la produzione di elettricità (da poche centinaia di kW fino a uno o due MWe) costruite vicino all'utilizzatore del calore.

I più comuni combustibili utilizzati per il processo di cogenerazione sono:

- Biomassa di legno, come la segatura, i trucioli, la corteccia e il legno trattato;
- Altre biomasse, come la paglia, la lolla di riso e i bio-fanghi;

- Rifiuti ad alto contenuto organico.

Cogenerazione piccola taglia

La cogenerazione di piccola taglia è una tra le soluzioni migliori per la realizzazione di un sistema di produzione energetica decentralizzato. La produzione locale di energia elettrica avviene in prossimità dell'utenza, riducendo le perdite di trasporto e aumentando il rendimento energetico complessivo. La piccola cogenerazione, o micro-cogenerazione, è caratterizzata da un basso impatto ambientale, con conseguente avvicinamento agli obiettivi del protocollo di Kyoto. Impianti con potenza elettrica < 1 MWe, possono essere utilizzati per soddisfare il fabbisogno di ospedali, alberghi, centri commerciali, centri sportivi e piscine, grandi complessi residenziali, serre e piccole/medie industrie. Per motivi gestionali ed economici, tali impianti risultano convenienti quando viene utilizzato quasi tutto il calore da parte dell'utenza.

I costi specifici di investimento e di produzione di un impianto di cogenerazione dipendono prevalentemente dalla potenza installata.

Lo scorso 8 luglio 2010 la Conferenza Stato-Regioni-Enti locali ha approvato alcuni punti che riguardano Linee Guida nazionali per le energie rinnovabili.

Il tutto si basa su un nuovo sistema di autorizzazione unica rilasciata dalle Regioni per la costruzione, l'esercizio e la modifica degli impianti di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili di maggiore importanza. Ma anche su un sistema di comunicazione unica, da inviare on-line al Comune competente (insieme alla documentazione) per gli impianti considerati opere di edilizia libera di maggiore rilevanza; e infine un terzo sistema facilitato, basato esclusivamente sulla Dia, per gli impianti domestici più piccoli. Le Regioni avranno 90 giorni di tempo per adeguarsi alle Linee Guida.

E' prevista la verifica di assoggettabilità alla Valutazione di Impatto Ambientale (VIA) per gli impianti da fonti rinnovabili di potenza nominale complessiva superiore a 1 MW. Ciò per assicurare uno sviluppo ordinato delle infrastrutture energetiche, definendo modalità e criteri unitari su tutto il territorio nazionale: è questo l'obiettivo delle Linee Guida predisposte dal ministero dello Sviluppo economico di concerto con i ministeri dell'Ambiente e per i Beni e le Attività culturali.

Sarà sufficiente la Denuncia di Inizio Attività (DIA) per la realizzazione di mini impianti con capacità di generazione inferiore a 20 kWh e per gli impianti elettrici di cogenerazione a biomasse, con capacità massima inferiore a 1000 kWe (piccola cogenerazione) e a 3.000 kWt. La sola DIA è prevista anche per gli impianti a biomasse, aventi capacità di generazione al di sotto dei 200 kWh. A titolo di esempio, si consideri il grafico in fig. 6, comparativo delle diverse tipologie di sistemi di riscaldamento, riferito a un edificio che necessita di un impianto da 15 kW ed ha un fabbisogno calorifico annuo di 15.000 kWh, dunque un edificio appartenente alla categoria "C" della classificazione Casa-Clima.

I costi di investimento includono il prezzo di acquisto della caldaia, della cisterna, degli allacciamenti alla rete del gas, della distribuzione calore, del silo (per lo stoccaggio del combustibile legnoso) e del trasporto del combustibile (minuzzoli, pellets ecc.). Da questo importo è stato detratto il 30% di contributo provinciale sui nuovi impianti. I costi del combustibile sono stati calcolati per un periodo di 20 anni basandosi sui costi praticati attualmente in Alto Adige e senza considerare il loro andamento futuro, poiché a questo riguardo si possono fare solo delle ipotesi. I costi di manutenzione includono le spese per la canna fumaria, lo spazzacamino, la corrente e il tecnico della ditta di assistenza. I prezzi sono comprensivi di IVA del 4%.

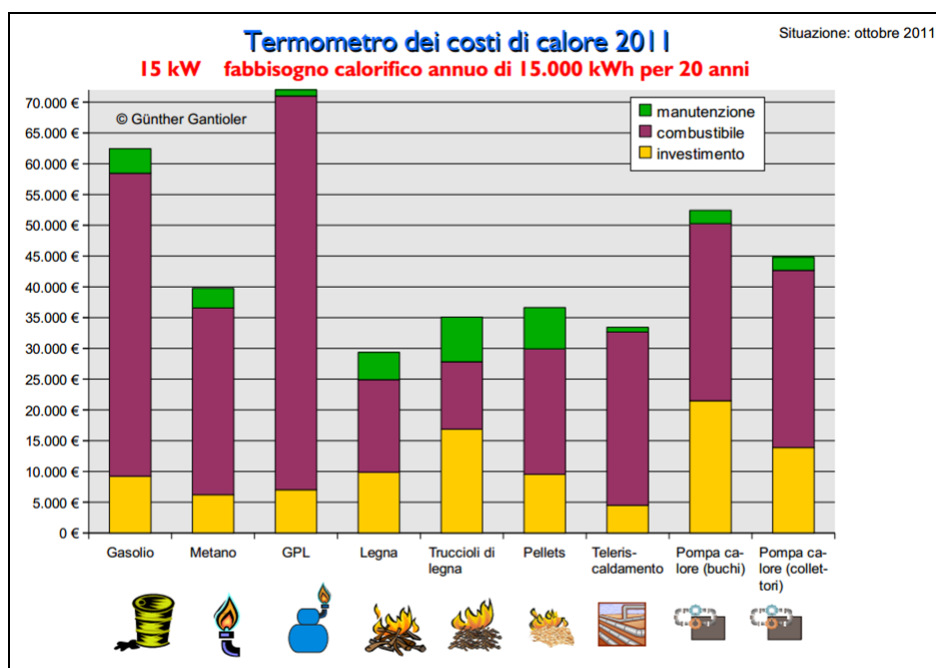


Figura 6 – termometro dei costi di calore

Conclusioni

L'utilizzo della biomassa ha aspetti sia positivi che negativi.

La biomassa è molto abbondante, si trova in quasi ogni parte della terra costituita da alghe, alberi e letame; è rinnovabile grazie alla possibilità di rimboschimento; è facilmente convertibile in combustibili ad alto potere energetico (alcool, gas); è economica; con la sua produzione si possono rigenerare terre desolate (aree disboscate); può sfruttare le zone inutilizzate dall'agricoltura e creare occupazione nelle comunità rurali; se prodotta da risorse rinnovabili, l'uso di energia da biomassa non provoca un aumento di livelli di CO₂ poiché le piante la riassorbono durante la loro crescita (fotosintesi); produce pochissimo zolfo, riducendo così la produzione di piogge acide.

Di contro, la combustione della legna può essere pulita quanto altamente inquinante e per questo, per ottenere alta qualità e buon rendimento, è necessario l'utilizzo di tecnologie avanzate che ancora scarseggiano; si sottolinea la carenza di una precisa programmazione, di una strategia nazionale e di un piano operativo di settore che si congiunga agli aspetti ambientali, agricoli, forestali, rurali e dei trasporti, mancano le strutture di collegamento tra ricerca, industria ed Amministrazioni pubbliche e le procedure autorizzative sono ancora complicate.

I principali motivi che giustificano l'uso di biomassa a scopo energetico possono essere così riassunti:

- Riduzione delle emissioni di carbonio: l'impiego di biomasse può contribuire in modo molto efficace alla riduzione delle emissioni di carbonio derivanti da utenze residenziali ed attività produttive. Oltre al beneficio ambientale che questo comporta, questo aspetto assume un rilievo particolare per le imprese che ricadono nel meccanismo delle quote di emissione di CO₂ previsto dalla Direttiva CE sull'Emission Trading, tra cui le aziende del settore energetico, cementizio, del vetro e della carta. In questo contesto l'investimento in un impianto a biomassa può rendere più facile il rispetto delle quote di emissione assegnate, se non addirittura in alcuni casi consentire di ottenere emissioni inferiori alle quote assegnate, generando così un bonus quote che può essere scambiato sul mercato dell' ETS, generando ricavi aggiuntivi per le aziende.
- Risparmio economico: il costo dei biocombustibili solidi è in molti casi nettamente inferiore a quello dei combustibili fossili, in particolare il gasolio ed il GPL, che sono ancora oggi ampiamente impiegati per il riscaldamento di ambienti in aree non metanizzate (spesso in zone rurali e decentralizzate). Anche se il costo dei generatori termici a biomassa è ancora più alto di quello di generatori a combustibili fossili di pari potenza, in molti casi una progettazione attenta degli impianti, dimensionati correttamente a seguito di un'analisi energetica approfondita delle utenze, può consentire risparmi notevoli sui costi energetici per il riscaldamento degli edifici e la produzione di calore di processo. Un impianto di riscaldamento a biomassa ben progettato (che rispetti il criterio della massimizzazione dell'efficienza energetica) può essere economicamente competitivo anche rispetto all'uso del gas naturale. Negli scenari più favorevoli il risparmio può essere tale da consentire il rientro dell'investimento in circa tre anni.
- Bassa volatilità dei prezzi del combustibile: la sicurezza energetica è un tema di grande preoccupazione quando si parla di combustibili fossili; l'instabilità dello scenario geopolitico nelle regioni di estrazione del petrolio e del metano, assieme alle speculazioni finanziarie su queste commodities espone i combustibili fossili ad una forte volatilità dei prezzi nel tempo. Questo rischio è certamente molto limitato se non nullo per i biocombustibili solidi, in special modo per quelli prodotti nell'ambito di filiere locali, in cui è possibile stipulare accordi commerciali diretti fra fornitori ed acquirenti, saltando costosi intermediari ed eliminando l'influenza negativa dei fattori speculativi

del mercato finanziario. L'uso di biomassa è inoltre un modo per diversificare le fonti di approvvigionamento energetico, aumentando l'autonomia energetica del paese.

- Benefici per lo sviluppo dell'economia locale: lo sviluppo di un mercato locale della biomassa può offrire interessanti opportunità economiche sia ai produttori che agli utenti di energia.

L'attivazione di filiere locali contribuisce allo sviluppo rurale, alla diversificazione dell'economia locale, alla creazione di posti di lavoro e di ricchezza che si distribuisce fra gli operatori della filiera (produttori, trasportatori, fornitori di servizi etc.), rimanendo nel territorio locale anziché essere trasferita nelle casse dei grandi produttori petroliferi o fornitori di gas naturale.

Occorre tuttavia ricordare che, accanto agli effetti positivi, vi sono delle "criticità" che vanno attentamente valutate, quali:

- Le competizioni tra biocombustibili (o biocarburanti) e alimenti o altre destinazioni industriali, tra biocarburanti per autotrazione e biocombustibili per generazione di calore e/o di elettricità.
- La sostenibilità ambientale (che riguarda, ad esempio, la biodiversità, la deforestazione, ecc.), sociale (l'accettabilità di una installazione impiantistica), economica (la profittabilità di una filiera), politica (i piani di sviluppo nazionali e locali), tecnica (la maturità di tecnologie e di processi).
- Il mercato, per l'influenza della struttura di import/export (supporto alle economie della UE nei confronti del libero mercato e della potenzialità interna);
- l'armonizzazione normativa intra/inter Paesi UE.

Detto ciò, il bilancio, praticamente nullo, in termini di emissioni di anidride carbonica in atmosfera a seguito della produzione ed utilizzo sostenibile della bioenergia porta a puntare sulle biomasse come uno dei punti di riferimento della strategia nazionale per la riduzione delle emissioni dei gas ad effetto serra, soprattutto alla luce dei nuovi impegni fissati a livello europeo per il 2020. Inoltre, da non sottovalutare, la produzione sostenibile di bioenergia può contribuire concretamente alla tutela del nostro territorio, con particolare riferimento alla gestione dei suoli e, soprattutto, alla conservazione e rilancio delle aree marginali. Le colture a fini energetici possono infatti dare un notevole contributo alla lotta contro i fenomeni di degrado ambientale e dissesto idrogeologico, sia in contesti di eccessivo sfruttamento, sia di abbandono.

Azioni

- Con Decreto del Ministero dello Sviluppo Economico di concerto con il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del mare, per avere degli incentivi dell'energia prodotta gli impianti devono rispettare i limiti riportati in tabella 1.
- Con Decreto Ministeriale e/o regionale si deve prevedere l'autorizzazione alle emissioni per gli impianti che oltre a produrre energia fanno cogenerazione a partire da 250kW.

- Le autorizzazioni degli impianti devono essere inquadrare in un piano di programmazione regionale che preveda un bilancio ambientale di compensazione con le fonti tradizionali in termini sia di produzione di energia che di inquinanti.

Riferimenti

Abbasi T., Abbasi S.A. - Biomass energy and the environmental impacts associated with its production and utilization Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2010 14(3) 919-937

Albrecht B.A., Bastiaans R.J.M., van Oijen J.A., de Goey L.P.H. - NOx emissions modeling in biomass combustion grate furnace, in Proceedings of the 7th European Conference on Industrial Furnaces and Boilers (INFUB), Reis, A., Ward, J., Leuckel, W., (Eds.), Porto, Portugal, ISBN 972-99309-1-0, (2006).

Bracmort K. - Is Biopower Carbon Neutral? CRS Report for Congress, 2011

Dayton D. - A Summary of NOx Emissions Reduction from Biomass Cofiring. Technical Report NREL/TP-510-32260, 05/2002

Decreto 10.09.2010 - Linee guida nazionali sulle procedure autorizzative per Impianti a Energia Rinnovabile

DIRETTIVA 2009/28/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 23 aprile 2009 sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE

Environment Agency - Biomass fuels and their impact on the environment

GSE - Guida agli incentivi per la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili. Maggio 2010

GSE – Rapporto statistico “Biomasse e Rifiuti 2009”

GSE al servizio delle energie rinnovabili – Biomasse.

<http://www.gse.it/it/EnergiaFacile/guide/Energiaelettrica/Biomasse/Pages/default.aspx>

Johansson L.S., Tullin C., Leckner B., Sjövall P. – Particle emissions from biomass combustion in small combustors Biomass and Bioenergy, 2003 25 (4) 435-446

Nussbaumer T., Czasch C., Klippel N., Johansson L., Tullin C. - Particulate Emissions from Biomass Combustion in IEA Countries - Survey on Measurements and Emission Factors. On behalf of International Energy Agency (IEA) Bioenergy Task 32 Swiss Federal Office of Energy (SFOE). Zürich, January 2008 ISBN 3-908705-18-5

Pettenella D., Gallo D. - Programma Nazionale Biocarburanti "PROBIO" Progetto "BIOGAS" Analisi Economico-Ambientale Degli Impianti A Biogas. Università Di Padova Facoltà Di Agraria Dipartimento Territorio e Sistemi Agro-forestali. 2008

Rocco M. - La centrale a biomassa: incentivi del mercato elettrico ed impatto ambientale nel territorio circostante. Tesi di Laurea in Ingegneria Elettrotecnica, Università di Padova A.A. 2009/2010

Spath P. L., Mann M. K. - Biomass Power and Conventional Fossil Systems with and without CO₂ Sequestration – Comparing the Energy Balance, Greenhouse Gas Emissions and Economics. Technical Report NREL/TP-510-32575, 01/2004

Vamvuka D., Kakaras E. - Ash properties and environmental impact of various biomass and coal fuels and their blends Fuel Processing Technology, 2011 92(3)570-581

Wardoyo A. Y. - Biomass burning: particle emissions, characteristics, and airborne measurements. 2007 PhD by Publication, Queensland University of Technology

Zuccaro L. – Le fonti rinnovabili di energia e l'utilizzo delle biomasse nell'ambito della riforma del sistema elettrico nazionale. 5. La cogenerazione da biomasse: aspetti tecnici ed economici legati al suo impiego

L'UTILIZZAZIONE DELLE BIOMASSE IN PICCOLI IMPIANTI CIVILI E COMBUSTIONI INCONTROLLATE: L'IMPATTO SULLA QUALITÀ DELL'ARIA E POSSIBILI INTERVENTI

Guido Lanzani, ARPA Lombardia, Milano

Adriano Mussinatto, Regione Piemonte, Torino

Le evidenze dagli inventari delle emissioni

Il contributo della combustione della legna in piccoli apparecchi alle emissioni – il caso della Lombardia e del bacino padano

In Regione Lombardia, i dati dell'inventario delle emissioni INEMAR, relativo all'anno 2008 (il più recente disponibile), evidenziano che il macrosettore "combustione in ambito non industriale" sostanzialmente assimilabile al riscaldamento domestico e terziario, è responsabile, su scala regionale, di circa il 50% delle emissioni totali di PM10 primario e del 56% delle emissioni di PM2.5 primario. Il traffico segue a distanza, con un contributo relativo rispettivamente del 27% e del 25%.

Se però si analizza meglio il dato, ci si rende conto che la gran parte di questo contributo (il 99%) viene dalla combustione delle legna e, in misura minore, pellets in piccoli apparecchi, essenzialmente stufe e caminetti.

Infatti, pur contribuendo su scala regionale solo al 6% del calore primario prodotto per riscaldamento (mentre il metano ed il gasolio contribuiscono rispettivamente per l'86% e per il 6%), a causa di fattori di emissioni per unità di calore prodotto molto più elevati le emissioni di particolato dalla combustione della legna supera di gran lunga le emissioni derivanti dall'uso degli altri combustibili.

Il contributo della combustione della legna è peraltro particolarmente rilevante per quanto riguarda le emissioni di composti tossicologicamente importanti, quali benzo(a)pirene e diossine. In particolare, per quanto riguarda il benzo(a)pirene, dall'inventario regionale lombardo si evince che la

combustione della legna per riscaldamento domestico è responsabile dell'82% delle emissioni totali di BaP da tutti i macrosettori, a cui si deve aggiungere un contributo dell'8% della combustione della legna in ambito industriale.

Inoltre, la combustione della legna contribuisce in Lombardia per circa il 77% delle emissioni di carbonio organico in fase condensata (ossia di OC emesso in fase particellare) e di circa il 37% delle emissioni di carbonio elementare (e quindi di Black Carbon), che ha un impatto importante per la sua influenza sui cambiamenti climatici (dati preliminari).

Il contributo della combustione della legna per riscaldamento domestico in stufe e caminetti è peraltro risponde anche di percentuali significative delle emissioni di NOx e COV, sebbene in questo caso prevalgano altre sorgenti.

I dati disponibili degli inventari delle emissioni nelle altre regioni del bacino padano sono sostanzialmente confrontabili a quelli lombardi.

Il contributo della combustione della legna in piccoli apparecchi alle emissioni in Italia

A livello nazionale le emissioni dalla combustione della legna per il riscaldamento degli ambienti sono responsabili, nel 2010, del 43% delle emissioni nazionali di PM10 primario, del 50% delle emissioni di PM2.5 primario, del 48% degli IPA, e del 12% del totale nazionale dei COVNM. Tali emissioni sono prevalentemente concentrate in pochi mesi dell'anno e hanno una elevata variabilità sul territorio nazionale, in considerazione sia dei fattori climatici che del territorio. Circa il 40% delle emissioni nazionali di PM dalla combustione della legna afferisce, infatti, alle regioni del bacino padano. Le altre regioni con percentuali elevate di emissione sono quelle appenniniche come il Lazio, la Toscana, e la Campania.

Nel 2010 il Bilancio nazionale Energetico realizzato dal Ministero Sviluppo economico riporta che sono state combuste circa 13 Milioni di tonnellate di legna pari a circa 130000 TJ di energia che è pari a circa l'8% dei consumi energetici, Come riportato dalle ultime indagini nel settore solo il 10% di questa legna è bruciata in stufe a pellet o stufe innovative e meno del 30% in totale se

consideriamo anche i caminetti chiusi, mentre circa il 40% è bruciata nel caminetto tradizionale aperto, che è anche la tecnologia con le emissioni specifiche più elevate.

Il consumo di biomassa è incentivato nell'ambito delle politiche europee e nazionali relative ai cambiamenti climatici e alla riduzione delle emissioni di gas serra e ciò comporterà un ulteriore potenziale incremento del consumo di legna anche in sostituzione delle fonti fossili tradizionali (gas metano, gasolio e GPL)

I fattori di emissioni di diverse tipologie di apparecchi

Va rilevato, anche al fine di poter individuare adeguate politiche di risanamento che le diverse tipologie di stufe e caminetti hanno fattori di emissione anche molto diversificati e che, dal punto di vista tecnologico, visto l'interesse a questo tipo di combustibile ma anche l'attenzione che si è via via accesa sulle loro emissioni, la situazione è in veloce evoluzione. A titolo di esempio, in tabella si riportano i fattori di emissione di PM10 medi utilizzati nell'inventario regionale lombardo per diverse tipologie di apparecchio per l'anno 2008, comparati con quelli degli altri combustibili usati per riscaldamento .

	Consumo Energetico [T]/anno]	Emissioni PM10 [t/anno]	Fattore Emissione [g/G]
Camino aperto tradizionale	4.398	3.383	860
Stufa tradizionale a legna	4.602	3.841	810
Camino chiuso o inserto	8.279	3.412	400
Stufa o caldaia innovativa	566	140	240
Stufa automatica a pellets o cippato o BAT Legna	1.464	115	76
Metano	214.581	43	0,2
Gasolio	14.702	73	5,0
GPL	5.770	1	0,2
Olio combustibile	Non ammesso	0	40

Va rilevato che un contributo importante alle emissioni di PM deriva dai Composti Organici Condensabili che alla temperatura di uscita dei fumi dal camino si presentano in fase gassosa, ma poi, man mano che la temperatura decresce, condensano in/sul particolato.

Va segnalato, infine, che, attualmente, il meglio della tecnologia disponibile, permettere di arrivare, in questo tipo di apparecchi in linea generale alle seguenti prestazioni:

	Emissioni particolato (1)		Emissioni particolato (2)	
	mg/m ³	g/GJ	mg/m ³	g/GJ
Stufa, Caminetto, termocucina	40	30	80	60
Stufa, caminetto, termocucina (pellet)	20	14	30	21
Caldaia	20	14	40	28
Caldaia (pellet o cippato)	20	14	25	18

(1) Emissioni di particolato campionate alla temperatura di emissione.

(2) Emissioni di particolato campionate ad una temperatura compresa tra 20 e 35 °C.

Il trasferimento del 20% della combustione di legna da un apparecchio tradizionale alle migliori tecnologie disponibili comporterebbe una riduzione delle emissioni di PM10 e PM2.5 primario pari al 30% del totale del settore e circa al 15% delle emissioni nazionali di PM.

Le combustioni all'aperto e incontrollate

In questo tipo di valutazioni, va distinto chiaramente tra combustioni all'aperto legali, che possono essere normate, ed illegali (quali quelle di rifiuti in cantieri o ai bordi delle strade), che devono essere represses.

In generale, la combustione all'aperto, incontrollata, rappresenta la combustione peggiore possibile, con fattori di emissioni delle diverse sostanze, nel caso migliore (in cui viene bruciata solo legna) sostanzialmente assimilabili a quelle dei caminetti aperti. Per quanto riguarda il PM10, quindi, l'emissione di un singolo rogo di ridotte dimensioni (8m³ equivalenti ad un ingombro di 2 x 2 x 2 m) è pari a quasi 3 volte (2,8) il PM10 che un Comune di circa 1000 abitanti, preso a riferimento emetterebbe in un anno nel bacino padano per poter riscaldare tutte le abitazioni con il metano.

Per quel che riguarda i residui agricoli con l'emanazione del Decreto Legislativo n. 205 del 03/12/2010, che ha recepito la nuova normativa europea sui rifiuti (Direttiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo) e che ha pertanto modificato le precedenti norme contenute nella parte quarta del Codice dell'Ambiente (Decreto Legislativo n. 152 del 03/04/06), cambia la modalità con cui vengono considerati i residui delle colture agricole, chiarendo il campo di applicazione della normativa sui rifiuti stessi.

L'art. 13 della nuova normativa, riscrivendo e sostituendo l'art. 185 del Codice dell'Ambiente, indica tra le categorie escluse dal campo di applicazione del decreto "paglia, sfalci e potature, nonché altro materiale agricolo o forestale naturale non pericoloso utilizzati in agricoltura, nella selvicoltura o per la produzione di energia da tale biomassa mediante processi o metodi che non danneggiano l'ambiente né mettono in pericolo la salute umana".

Risulterà di conseguenza esclusa la possibilità della combustione dei residui colturali senza relativa produzione di energia, attività che si configura quindi come smaltimento di rifiuti agricoli sottoposti alla parte quarta del Codice dell'Ambiente, e pertanto sanzionabile ai sensi dell'art. 256 dello stesso Codice.

Già la precedente normativa configurava come problematica l'attività di combustione dei residui colturali, indicando ad esempio il divieto di bruciatura delle stoppie nelle Norme sulla Condizionalità della Politica agricola Comunitaria, tuttavia la legislazione lasciava spazio ad indicazioni in senso contrario, quali ad esempio il D.P.R. n. 297 del 04/06/2008 in materia di fuochi controllati in agricoltura e la normativa presente in molte regioni, dove la pratica è più diffusa, che prevedevano deroghe al divieto e regolamentavano la possibilità di praticare tali combustioni..

La pratica di bruciare i residui colturali è tuttora ampiamente diffusa non solo per la velocità con cui si consegue l'eliminazione dei rifiuti agricoli, ma anche per alcuni vantaggi che la pratica comporta, come la riduzione del carico di erbe infestanti e delle avversità biotiche (ad es. mal del piede del frumento, mal secco del limone, fleotribo dell'olivo) sui terreni interessati.

Le combustioni incontrollate ed all'aperto (ad esempio di stoppie, sfalci, rifiuti, ecc) comportano emissioni rilevanti di numerosi microinquinanti, molto maggiori rispetto a quelle in sistemi o apparecchi gestiti e controllati. In particolare, le combustioni incontrollate di biomasse quali residui agricoli, potature e cascami, nonché gli incendi forestali, rappresentano una sorgente di emissione di composti organici tossici che in alcuni contesti arrivano ad essere superiori a quelle da traffico o da quelle industriali. Anche molto maggiori sono le emissioni da combustione incontrollata di rifiuti di materiale edile di scarto, considerata la presenza nel materiale arso di una molteplicità di sostanze.

Le combustioni all'aperto ed incontrollate, secondo la letteratura scientifica, provocano, oltre ad emissioni di polveri e monossido di carbonio, anche emissioni di composti organici tossici, quali idrocarburi policiclici aromatici (IPA), diossine e dibenzofurani (PCDD/PCDF) e composti organici volatili (COV).

Per questi inquinanti i livelli di emissione sono fortemente influenzati sia dal tipo di combustibile che dalle condizioni di combustione.

A livello nazionale si stima che la combustione all'aperto della biomassa da potature sia pari a circa 3000000 di tonnellate l'anno e rappresenta circa il 7% delle emissioni totali nazionali di PM10 e PM2.5.

Studi effettuati in laboratorio su campioni di legna del nord America stimano che un kilogrammo di legna bruciato in un incendio forestale possa emettere tra 2 e 56 nanogrammi di diossine, tra 230 e 490 mg di benzene e tra 0,25 e 25 mg di IPA.

Anche la combustione di residui e stoppie all'aperto nelle attività agricole, un'attività utilizzata per smaltire rapidamente i residui, rilasciare nutrienti nel terreno e pulire la campagna, comporta

secondo diversi studi di laboratorio emissioni significative di diossine e Benzo(a)pirene (un composto tossico di riferimento della famiglia degli IPA).

In Lombardia, a partire dal 2010, la bruciatura delle stoppie e delle paglie è ammessa solo sulle superfici investite a riso o nel caso di interventi connessi a emergenze di carattere fitosanitario prescritti dall'Autorità competente (D.G.R. 10949/2009). Mentre la combustione all'aperto di materiale di origine vegetale (ramaglie) è specificamente vietata dalla D.G.R. 3398/2006 (e dalla successiva normativa regionale in materia di contenimento dell'inquinamento atmosferico) nel periodo che va dal 15 ottobre al 15 aprile, cioè nel periodo di maggiore criticità dal punto di vista dell'inquinamento atmosferico.

Lo smaltimento non autorizzato dei rifiuti di qualunque tipo, tra cui la combustione incontrollata, è vietato dalla attuale normativa. Bruciare rifiuti in modo incontrollato costituisce infatti un reato ambientale, punibile con l'arresto da tre mesi ad un anno e con un'ammenda che può andare da € 2.600 a € 26.000 (D. Lgs. 152/2006). All'interno dei cantieri edili si producono rifiuti di origine diversa ad esempio gli imballaggi di plastica e di cartone o pezzi di legno non più utilizzabili. Il legno derivante dagli imballaggi come ad esempio i bancali può avere inoltre subito trattamenti chimici (es: fumigazione).

Le evidenze sulla qualità dell'aria

Effetti sui livelli di PM10

E' possibile valutare il contributo della combustione della legna sul PM10 effettivamente presente in aria con diverse modalità, tra cui la misura di levoglucosano (tracciante specifico della combustione di cellulosa); misure del rapporto di C12 -C14 (che permette di discriminare il contributo sulle polveri di materiale derivante da combustibili fossili e materiale recente); misure di traccianti, quali il cloro e il potassio, che non sono specifici della combustione della legna ma sono comunque strettamente correlati a tale fonte.

A valle della misura di tali sostanze, si possono utilizzare modelli di source apportionment che permettono di attribuire i contributi delle diverse fonti

Tutte le valutazioni sin qui effettuate confermano un ruolo rilevante della combustione della legna sulle concentrazioni rilevate. Va considerato che il PM10 in parte è primario ed in parte secondario.

La percentuale attribuibile alla legna è pertanto inferiore a quella rilevabile dallo studio dell'inventario delle emissioni. Ciò nonostante, gli studi sin qui effettuati evidenziano che in inverno (quando le concentrazioni sono più elevate!) il contributo di tale sorgente varia nelle città del bacino padano intorno al 10%. Nelle aree di periferia dove maggiore è la disponibilità del materiale e soprattutto la tipologia degli edifici permette più facilmente l'installazione di stufe e caminetti, la percentuale sale al 15 – 20%. Nelle vallate alpine e prealpine, tale percentuale sale ancora, fino al 25-30%.

Effetti sui livelli di BaP

Le misure delle concentrazioni di BaP in aria confermano la combustione della legna come sorgente principale di tale composto, tossicologicamente rilevante. In generale infatti le misure evidenziano una linearità ben definita tra i dati di emissione di BaP e le concentrazioni rilevate: le concentrazioni di BaP maggiori si misurano nelle vallate (in particolare, alpine e prealpine). Si rilevano poi valori significativi anche nelle zone dove l'uso della legna è più diffuso, mentre nelle aree ove il riscaldamento a legna è meno diffuso, le concentrazioni di BaP sono più basse. In Lombardia, il valore obiettivo di 1 ng/m³ nel 2010 è per esempio stato superato solo nella stazione di Darfo, Comune della Valcamonica. Viceversa, concentrazioni ben inferiori sono state rilevate in centro a Milano.

Possibili azioni

Combustione della legna in piccoli apparecchi

Posto che dal punto di vista della qualità dell'aria il riscaldamento a legna in piccoli apparecchi allo stato delle attuali tecnologie è sfavorevole rispetto a quello a metano (ma anche, in generale, di quello a gasolio), è necessario sviluppare un circuito virtuoso che ne consenta l'uso (e i vantaggi rispetto alla mitigazione dei cambiamenti climatici) minimizzandone gli impatti negativi.

Tale percorso deve prevedere innanzitutto, se possibile, l'uso della legna in impianti di dimensioni sufficienti ad ottimizzare la combustione e permettere l'installazione di idonei presidi di limitazione delle emissioni. Si tratta in generale di impianti con una potenza nominale di almeno 300 - 500 kW da cui è possibile ottenere emissioni di particolato inferiori a 10 mg/Nm³ e di NO_x inferiori a 200 mg/Nm³, entrambe riferite all'11% di O₂ residuo nei fumi di combustione.

Per quello che riguarda gli apparecchi piccoli, di dimensione indicativamente inferiore ai 35 kW, deve essere innescato un percorso di miglioramento innanzitutto a livello tecnologico, e successivamente di mercato.

Benché la combustione della legna in piccoli apparecchi sia oggettivamente più difficoltosa, dal punto di vista delle emissioni, rispetto a quella di altri combustibili, è noto che possibili riduzioni delle emissioni possono essere ottenute ad esempio mediante:

- l'ottimizzazione della combustione (ad esempio: controllo dell'aria di combustione primaria e secondaria in funzione dell'ossigeno e delle temperature, ecc.
- l'uso di combustibile con caratteristiche fisiche il più possibile omogenee e costanti nel tempo (soprattutto umidità e pezzatura - i pellets, ad esempio, grazie alla pezzatura ridotta permettono l'automazione dell'alimentazione, con una riduzione importante dei transitori, mentre l'umidità molto bassa facilita una completa combustione)
- l'uso di un sistema di alimentazione automatica. Questa soluzione consente di modulare, entro certi limiti, la potenza della caldaia riducendone i transitori che sono tipicamente quelli caratterizzati dalle emissioni più elevate.
- L'adozione di sistemi di accumulo termico per le caldaie alimentate a ciocchi di legna. Anche in questo caso l'obiettivo è la riduzione dei transitori e dei periodi di funzionamento in condizioni lontane da quelle di regime e quindi solitamente caratterizzate da minori rendimenti energetici e maggiori emissioni.
- L'eventuale inserimento, all'interno dell'apparecchio di idonei sistemi di contenimento delle emissioni

Su apparecchi di piccola taglia, meno efficaci sembrano, allo stato attuale, i dispositivi di filtraggio a camino.

Va ricordato che le emissioni dei piccoli apparecchi sono molto influenzate sia dai transitori (avvio, carico legna) che dal materiale condensabili. Inoltre un ruolo importante viene giocato dalle modalità di installazione e manutenzione.

Un percorso effettivamente praticabile per ridurre l'impatto della combustione della legna in piccoli apparecchi può essere:

1. la definizione di metodi di prova delle emissioni di particolato che non escluda il materiale condensabile ed i transitori.
2. la classificazione ambientale anche dei piccoli apparecchi in classi di merito basate sulle prestazioni emissive ed energetiche (sull'esempio della classificazione degli elettrodomestici o, meglio ancora, delle classi euro dei veicoli).
3. Il divieto di uso degli apparecchi peggiori e insostenibili da un punto di vista ambientale (quali ad es. i camini aperti).
4. l'introduzione di divieti o limitazione alla vendita (se possibile) e/o all'uso degli apparecchi nelle classi intermedie.
5. Inserimento, nelle eventuali iniziative di incentivazione statali e nazionali, di un riferimento esplicito alla classificazione ambientale degli apparecchi (punto 2) limitando le azioni di incentivazione alle classi migliori;
6. La regolamentazione delle modalità di installazione e manutenzione degli apparecchi. Da questo punto di vista la normativa degli apparecchi a legna non deve essere premiante rispetto a quella di altri combustibili. Devono essere previsti, anche per gli apparecchi a legna, gli stessi obblighi vigenti ad es. per l'installazione e manutenzione degli apparecchi a metano.
7. L'informazione alla popolazione sia rispetto al reale impatto della combustione della biomassa legnosa, sia delle migliori pratiche per ridurre le emissioni.
8. l'eventuale incentivazione di progetti di ricerca volti allo sviluppo di apparecchi ad emissioni specifiche minori. In particolare le attività di sviluppo dei prodotti dovrebbero orientarsi verso l'implementazione di sistemi automatici per il controllo dei parametri di combustione (controllo dell'aria di combustione) e l'integrazione, negli apparecchi stessi, di sistemi di abbattimento delle emissioni in grado di rendere il generatore di calore "più robusto" rispetto alle diverse variabili che ne possono influenzare direttamente la gestione (qualità del combustibile, tiraggio, carico termico, ecc.).

I punti 1, 2, 6 del precedente elenco sono di competenza statale, come il punto 4 qualora sia possibile regolare la vendita di apparecchi con criteri più stringenti rispetto a quelli previsti dalla attuale normativa comunitaria. I punti 3, 4, 7 e 8 possono anche essere ricompresi nei piani per la qualità dell'aria regionali.

Va rilevato che l'art. 290, comma 4 del decreto legislativo 3 aprile 2006 n.152 prevede effettivamente che il Ministro dell'Ambiente emani un decreto specificamente sui punti 1, 2 e 6 sopra riportati.

Va infine osservato che i maggiori produttori italiani sembrano essere favorevoli al percorso prospettato, in considerazione del vantaggio competitivo che deriverebbe ai prodotti migliori.

I risultati attesi in termini di riduzione delle emissioni in caso di sostituzione di vecchio apparecchio a legna con uno nuovo possono essere significativi, seppure in tempi non brevi (dell'arco della decina di anni) anche se va evitata l'incentivazione del passaggio dalla combustione a metano a quella a legna, che in ogni caso è peggiorativa in termini di impatto sulla qualità dell'aria. La creazione di un catasto degli apparecchi esistenti può permettere un discernimento al riguardo.

Combustioni incontrollate

Compatibilmente con le esigenze derivanti dalle buone pratiche agricole, va ridotto il più possibile il ricorso alle combustioni incontrollate. Inoltre devono essere sensibilizzate le autorità locali per favorire il controllo delle combustioni incontrollate vietate. Solo controlli rigorosi possono ad esempio limitare il fenomeno delle combustioni incontrollate di scarti nei cantieri edili.

Per la gestione dei residui colturali, adottando pratiche che sono già diffusamente utilizzate in molte aziende, con elevati benefici per i suoli vi sono fondamentalmente tre opzioni a disposizione degli agricoltori:

- trinciatura e interrimento totale o parziale;
- compostaggio;
- raccolta e valorizzazione energetica (caldaie e centrali a biomasse, biogas, syngas).

RISOLLEVAMENTO ED EMISSIONI NON MOTORISTICHE DA TRAFFICO

Guido Lanzani, Arpa Lombardia, Milano

Ivo Allegrini, Esperto Ambientale c/o Euromobility, Roma

Premessa

Oltre ai contributi combustivi, connessi direttamente allo scarico, il traffico veicolare è responsabile dell'introduzione in atmosfera di particelle generate da processi non combustivi, come l'abrasione meccanica di freni, copertoni e asfalto ed il risollevarimento di polvere precedentemente depositata sulle strade. Seppure l'argomento sia stato oggetto di numerosi studi negli ultimi anni (ad esempio, Thorpe and Harrison, 2008), il contributo non combustivo da abrasione e risollevarimento risulta estremamente difficile da quantificare a causa della mancanza di traccianti selettivi e del fatto che le polveri introdotte in atmosfera mediante questi processi sono costituite da diverse componenti (particelle depositate al suolo mediante i processi di deposizione secca ed umida del PM, frammenti di pneumatici, di asfalto e dell'impianto frenante delle vetture). Tra queste, la componente associata al risollevarimento di polveri depositate al suolo è particolarmente difficile da identificare e quantificare. Questo contributo è risollevato in atmosfera a causa del traffico veicolare e deve quindi essere considerato di origine antropica, ma comprende rilevanti percentuali di polveri originariamente immesse in atmosfera da processi naturali (erosione di suoli, deposizioni di polveri trasportate da regioni remote etc.).

La progressiva diminuzione delle emissioni dal tubo di scarico fa sì che il contributo delle emissioni di particolato da traffico veicolare non motoristiche (non exhaust) ma da usura, in particolare di freni e pneumatici, sta diventando percentualmente via via più importante e tale percentuale aumenta notevolmente se, insieme alla componente abrasiva, viene anche presa in considerazione quella relativa al risollevarimento.

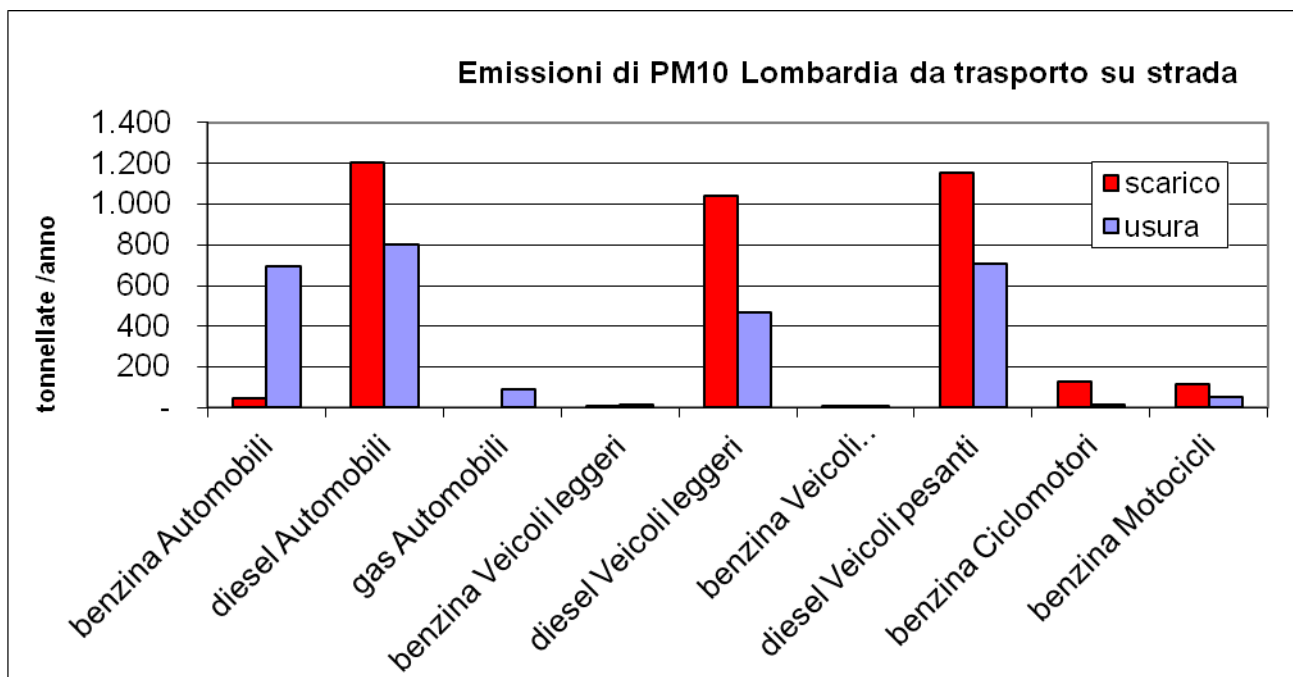
I dati degli inventari delle emissioni

Il contributo delle emissioni di particolato da traffico veicolare non motoristiche (non exhaust) ma da usura, in particolare di freni e pneumatici, può essere stimata dagli attuali

inventari delle emissioni. Questi dati mostrano che per i veicoli a benzina delle nuove classi euro l'emissione di PM da usura prevale nettamente su quelle exhaust. Anche per i veicoli a motorizzazione diesel peraltro il contributo non è trascurabile.

FATTORI DI EMISSIONE (mg/km)					
			PM10 totale	PM10 scarico	PM10 usura
auto	pre euro	benzina	54	27	27
auto	euro 4	benzina	27	1	26
auto	pre euro	gasolio	240	213	27
auto	euro 4	gasolio	63	37	26
auto	euro 4 filtro	gasolio	30	4	26
leggeri	pre euro	gasolio	324	285	39
leggeri	euro 4	gasolio	76	37	39
leggeri	euro 4 filtro	gasolio	43	4	39
pesanti	pre euro	gasolio	546	419	127
pesanti	euro 4	gasolio	154	27	127
pesanti	euro 4 filtro	gasolio	130	3	127

Fonte: Inemar 2008



Fonte INEMAR 2008

A livello nazionale le emissioni non exhaust sono pari al 4,6% delle emissioni nazionali di PM10 primarie e il 28% delle emissioni dei trasporti su strada, e rispettivamente il 3% e 17% di PM2.5 primario anche se si deve considerare che tali emissioni sono affette da una incertezza più elevata delle emissioni allo scarico.

A differenza delle emissioni esauste che si sono ridotte negli ultimi 20 anni come conseguenza della progressiva introduzione delle normative sui motori, le emissioni non

motoristiche sono aumentate in conseguenza dell'incremento delle percorrenze complessive.

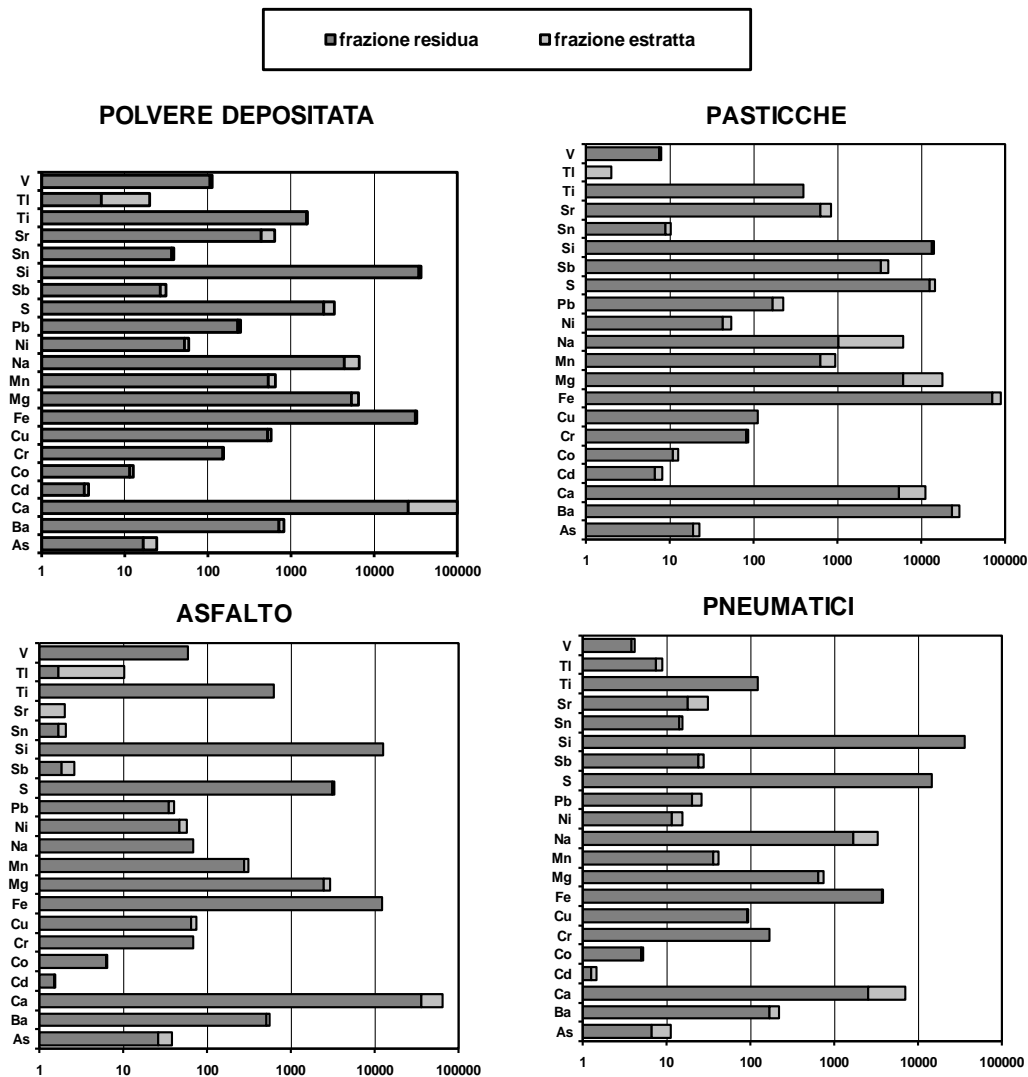
Laddove inventari così dettagliati come quelli sulla base dei quali sono state costruite la precedente figura e tabella, non sono disponibili, è possibile ipotizzare che il contributo di questo tipo di emissione sia molto significativo, sia perché le fonti di emissione sono praticamente le stesse sul territorio nazionale, sia perché in alcune aree la manutenzione dei veicoli e delle strade potrebbe non risultare così adeguata come nell'area sopra citata. Una riprova dell'importanza delle emissioni da traffico non exhaust può essere ottenuta mediante studi di source apportionment basati sulla misura di elementi rapportabili in modo più o meno specifico a tale sorgente. Tali studi confermano il ruolo non trascurabile della sorgente emissiva di abrasione.

A titolo di esempio si può riportare la figura sottostante la quale mostra le concentrazioni elementari relative agli elementi che possono determinare emissioni da usura e dalle quale si può osservare come la quasi totalità degli elementi si riferisce al residuo dell'estrazione in acqua. Poiché questi elementi si ritrovano principalmente nella frazione residua, la loro biodisponibilità appare essere relativamente bassa. Tale osservazione è importante in particolare per l'antimonio che, stante i suoi effetti, potrebbe costituire un rischio addizionale per l'esposizione a polveri da traffico. In ogni caso, l'appartenenza all'impianto frenante è una caratteristica delle polveri che contengono le maggiori quantità di metalli e non metalli che potrebbero costituire un rischio per la salute della popolazione esposta.

Dato che l'immissione in atmosfera delle varie componenti non combustive (abrasive e di risolleamento) avviene contestualmente, è possibile seguire l'intensità dell'emissione monitorando le concentrazioni nella frazione residua di una serie di elementi (principalmente Sb, Cu, Mn, Fe). Ciò ha permesso di confermare il carattere prevalentemente locale di questo tipo di emissione, evidenziando una drastica riduzione delle concentrazioni misurate già a poche centinaia di metri dalla sorgente. Si è inoltre osservata una dipendenza dalle condizioni meteo-climatiche e dal flusso di traffico (Perrino et al., 2010), con picchi di concentrazione significativi nelle ore in cui si osservano simultaneamente condizioni di stabilità atmosferica ed elevati flussi di traffico (nelle prime ore del mattino e dopo il tramonto). Durante la notte (alta stabilità e basso flusso veicolare) le polveri si depositano al suolo, mentre durante il giorno le concentrazioni si riducono per l'instaurarsi dei moti convettivi delle masse d'aria. Dunque, l'evoluzione temporale delle emissioni "non exhaust" sono coerenti con quelle di emissione primaria e , molto spesso, le

due componenti tendono ad essere confuse, almeno da un punto di vista gravimetrico. L'osservazione chimico-analitica elementare può invece contribuire a discriminare le diverse fonti che, comunque, sono confinate nei pressi delle sorgenti emissive. Ciò significa che le stazioni di fondo urbano sono affette da queste emissioni in misura inferiore ai siti orientati al traffico. Comunque esse contribuiscono in misura rilevante al superamento del valore limite della concentrazione gravimetrica di PM₁₀.

Come già evidenziato, le polveri che contengono le maggiori concentrazioni elementari sono quelle delle pasticche dei freni, che tra l'altro presentano elevate concentrazioni di antimonio, oggi considerato uno dei problemi ambientali emergenti (Maher, 2009; Canepari et al., 2010b). Le concentrazioni ambientali di questo elemento, i cui effetti tossici non sono stati ancora pienamente compresi, sono infatti considerevolmente aumentate negli ultimi anni ed è probabile che una delle maggiori cause sia proprio legata al suo utilizzo come lubrificante nelle mescole delle pasticche (Iijima et al., 2008). Le polveri derivanti dall'abrasione dei freni presentano inoltre una densità particolarmente elevata, cosa che comporta un diametro aerodinamico notevolmente maggiore delle dimensioni reali. Per questo motivo, queste polveri vengono classificate come particelle grossolane (Diametro Aerodinamico >1 µm). Queste condizioni, unite alle elevate concentrazioni elementari presenti, suggeriscono di prestare particolare attenzione all'approfondimento delle capacità di penetrazione nell'apparato respiratorio e degli effetti sulla salute di questa particolare componente del PM.



Concentrazioni elementari (mg/Kg) nelle principali componenti del contributo da traffico non combustivo (Canepari et. al, 2008).

In relazione alle emissioni non exhaust, per completezza vanno infine ricordate le emissioni evaporative di benzene e altri composti organici volatili, in particolare dal serbatoio e in fase di rifornimento (peraltro specificamente soggette a regolamentazione sia relativamente ai dettagli costruttivi dei veicoli, in particolare per quanto riguarda la configurazione dei serbatoi, che per quanto riguarda la distribuzione del carburante). In definitiva, si può concludere che il contributo di questa particolare fonte è minimo, soprattutto in relazione al fatto che gli impianti di distribuzione del carburante sono ormai quasi tutti localizzati nelle periferie.

Il risolleamento

Nella discussione in merito al risolleamento di materiale particellare depositato va innanzitutto distinto il risolleamento per cause naturali (ad es. di materiale terrigeno risolleato dal vento da terreni incolti ed aree aride) e quello per cause antropiche. Nella realtà urbana (va rilevato che, con rare eccezioni, il contributo predominante viene da risolleamento antropico)escludendo aree particolari, in prossimità di attività di cava, in generale tale contributo è connesso al movimento di veicoli su strade ed autostrade. Il continuo rotolamento dei pneumatici sulla strada risollea le polveri fini depositate su di essa attraverso due meccanismi principali. Il primo si riferisce al possibile risolleamento determinato da effetti fluidodinamici causati dalle forti turbolenze che si innescano nelle immediate vicinanze dei veicoli in marcia. Il secondo consiste nella frantumazione meccanica di particelle più grandi od aggregati di particelle che sono ugualmente depositate sulla strada. La frazione emessa si identifica generalmente con la parte di particolato di materiale terrigeno che non è attribuibile ad altre sorgenti. Può contenere una parte di materiale emesso dal tubo di scappamento o da altre sorgenti e risolleato in aria insieme al materiale terrigeno.

Va rilevato che gli inventari delle emissioni non prevedono tale sorgente, in quanto sorgente secondaria e dipendente da condizioni meteorologiche (quali ad es. l'umidità del suolo ed il suo livello di pulizia, caratteristiche dell'asfalto o della copertura della strada etc.). Da essa se ne può tenere conto in sede di modellizzazione successiva, con l'ausilio di appositi moduli generalmente disponibili nei principali modelli di simulazione a scala regionale e nazionale. Comunque, come detto a proposito della generazione del particolato per usura, la frazione dovuta al risolleamento, implicando l'emissione di particolato a granulometria più elevata, si confina nelle immediate vicinanze delle strade, mescolandosi e simulando emissioni da combustione. Anche in questo caso, dunque, è l'analisi chimica che è la sola in grado di riuscire a discriminare questa componente. In ogni caso, in siti caratterizzati da un complesso reticolo stradale ed autostradale, l'entità di questa frazione risulta essere particolarmente elevata.

La valutazione del contributo di questo comparto può pertanto essere fatta solo ex-post, con l'analisi dei traccianti di materiale terrigeno e l'uso di modelli di source apportionment. In generale, in ogni caso, i dati disponibili evidenziano che il contributo della frazione terrigena principalmente connessa al risolleamento veicolare è dell'ordine del 15% (con

punte anche superiori al 20%, in particolare in stazioni a traffico rilevante) sulla massa totale di PM₁₀ in area urbana. Percentuali inferiori sono connesse al PM_{2.5}, in quanto una parte del materiale risollevato ricade nella frazione grossolana.

A questo proposito, è il caso di riportare il risultato di alcune valutazioni che sono state fatte nell'ambito territoriale della regione Lazio al fine di dimostrare che questo è un problema di carattere generale e che, anzi, nei siti più aridi e più polverosi, può assumere un'importanza molto rilevante. Poiché le polveri da risollevamento sono caratterizzate da granulometria più elevata, approssimativamente, il loro contributo alla concentrazione totale di PM₁₀ può essere stimato attraverso l'aumento delle concentrazioni di PM_(10-2.5), ossia la concentrazione della frazione "coarse" delle PM₁₀, da siti di fondo ai siti di traffico. Già nel sito di Roma-Villa Ada il contributo sembra piccolo (stimato in un aumento di 2-3 ug/m³ rispetto alla stazione di fondo di Fontechiari (FR), ammesso naturalmente che Fontechiari sia un sito di fondo regionale significativo). Comunque tale valore costituisce circa l'8% della concentrazione di PM₁₀ media delle stazioni di fondo urbano di Roma. Per contro, in un paio di campagne di 15 gg effettuate per confrontare il dato tra la stazione di Villa Ada ed un sito di campionamento centrale situato all'interno dell'Università si vede che la differenza è dell'ordine di 8-10 ug/m³, in un periodo non particolarmente inquinato (concentrazione media PM₁₀ a villa Ada ca. 30 ug/m³).

Questi dati, peraltro molto parziali ed incompleti, sicuramente indicano che il contributo del risollevamento alla concentrazione totale di PM₁₀ può oscillare da qualche punto percentuale a circa il 25% della concentrazione totale di particolato fine e quindi si collocano su valori simili e forse maggiori di quelli osservati nell'area Padana.

Possibili azioni

In generale, va rilevato che anche nel caso di veicoli ad emissione nulla dal tubo di scappamento (quali i veicoli elettrici), il contributo del traffico alle emissioni del PM persisterebbe (risollevamento ed emissioni non-exhaust).

La scelta più idonea per ridurre in modo chiaro tali apporti è quella di ridurre i chilometri percorsi: a parità di altri fattori, il risollevamento e le emissioni non exhaust sarebbero ridotte. Per tale aspetto si rimanda in generale ai capitoli specifici sul traffico.

Anche lo sviluppo tecnologico di freni e pneumatici a minore consumo/usura potranno contribuire a ridurre le emissioni di tale comparto, almeno per la componente usura. Questo tipo di azione deve essere proposta in ambito comunitario.

Sono periodicamente riproposte sperimentazioni inerenti il lavaggio strade. Strade pulite, in cui la disponibilità di materiale da risollevare sia ridotto al minimo, possono ridurre l'impatto del fenomeno di risollevamento al suolo. Ciò è particolarmente vero in situazioni di accumulo di materiale terrigeno ai bordi delle strade, ad esempio dopo un periodo di siccità o al termine di episodi di precipitazioni nevose: in questo caso il contributo del risollevamento del materiale sparso durante la nevicata può comportare, nel momento in cui la neve si scioglie, un incremento significativo del risollevamento.

Va d'altra parte rimarcato che se le normali attività di pulizia delle strade, se ben condotte possono costituire una prima risposta al problema, le campagne fin qui effettuate, perlomeno nel bacino padano, non hanno dato ulteriori risultati apprezzabili. Infatti il gradiente di concentrazione rilevato prima e dopo il lavaggio non è mai stato statisticamente significativo. Ciò può essere causato dal fatto che la scala delle sperimentazioni è per forza di cose ridotta (considerando i costi comunque non trascurabile dell'operazione), sia perché la componente secondaria domina comunque le concentrazioni di particolato, ma anche perché le effettive modalità di lavaggio non sembrano permettere di fatto un salto effettivo nelle capacità di risollevamento della polvere depositata nell'area.

Allo stesso modo, perlomeno per quanto riguarda il PM10, non sembrano esservi efficaci soluzioni connesse all'uso di prodotti particolari da spargere o aggiungere al manto stradale. Indipendentemente dall'efficacia teorica (comunque mai tale da permettere un filtraggio complessivo dell'aria, considerati il rapporto tra le superfici che è possibile trattare e i volumi dell'aria in gioco), le campagne di rilevamento durante le sperimentazioni non sembrano dare risultati soddisfacenti e, con tutta probabilità, non ne daranno in futuro.

Di conseguenza, appare opportuno che gli sforzi dei responsabili della qualità dell'aria siano orientati più efficacemente alla limitazione dei "precursori" del fenomeno del risollevamento, ossia ad evitare che le strade, per vari motivi, vengano sporcate coerentemente con il vecchio adagio che mantenere pulito è meglio che pulire.

SETTORE INDUSTRIALE: MARGINI D'INTERVENTO SUI PICCOLI IMPIANTI

Riccardo De Lauretis – ISPRA

Mauro Rotatori – CNR – Istituto sull'Inquinamento Atmosferico

Con il D.Lgs. 128/10 è stato modificato l'allegato IV alla parte quinta che definisce gli impianti e le attività da considerare scarsamente rilevanti e quindi non soggette ad autorizzazione, ma a semplice comunicazione, e le attività a ridotto inquinamento atmosferico soggette ad autorizzazione generale: sono in questo caso previsti modelli semplificati di domanda (rif. art. 272). Il D. Lgs. 152/06, al pari del Dpr 203/1988 prevede una differente disciplina per gli stabilimenti "nuovi" (vale a dire costruiti dopo il 1° luglio 1988) e per quelli già esistenti (cioè che a quella data erano già in esercizio o costruiti o autorizzati) al fine di consentire un graduale adeguamento agli adempimenti previsti dalla legge. In aggiunta vengono considerati anche gli stabilimenti anteriori al 2006, ossia quegli stabilimenti che alla data di entrata in vigore del decreto (29 aprile 2006) erano autorizzati ex DPR 203/1988 purché in funzione entro i successivi 24 mesi oppure gli stabilimenti anteriori al 1988 la cui autorizzazione era stata aggiornata ai sensi dell'articolo 11 del Dpr 203/1988. Si evidenzia che il riferimento agli "stabilimenti" (dove possono essere presenti più impianti e attività) è stato introdotto dal D. Lgs. 128/2010 in quanto nella versione originaria il D.Lgs. 152/2006 individuava come oggetto della disciplina i singoli "impianti".

Per effetto delle modifiche introdotte dal D. Lgs. 128/2010, la durata dell'autorizzazione ha ora durata decennale invece che quindicennale, con la possibilità per l'Autorità pubblica di imporne il rinnovo anche prima della scadenza. Una nuova domanda di autorizzazione deve accompagnare anche le semplici modifiche degli impianti, così come il trasferimento di uno stabilimento da un luogo ad un altro.

Fino all'entrata in vigore del suddetto Codice ambientale le imprese hanno presentato la richiesta di autorizzazione ai sensi della vecchia normativa e, salvo in casi di modifiche sostanziali, non hanno mai ricevuto un'autorizzazione esplicita, risultando dunque autorizzate in forma tacita.

Considerato quanto sopra, il Ministero dell'Ambiente ha stabilito nel Codice ambientale precise scadenze per la presentazione delle domande di atti espliciti di autorizzazione. Chi non rispetta tali scadenze, e pertanto non consegue l'autorizzazione ai sensi della nuova disciplina, è soggetto, oltre al fermo degli impianti, anche a sanzioni di tipo amministrativo e penale.

L'autorizzazione generale ha validità per un periodo di 10 anni e non più 15, come precedentemente previsto. Si evidenzia che i dispositivi mobili di proprietà di altro gestore utilizzati in modo non occasionale devono essere compresi nella domanda di autorizzazione non rientrando nella definizione di attività scarsamente rilevante.

Le domande devono pervenire alla Provincia, al Comune ed al Dipartimento ARPA competenti per territorio entro i seguenti termini:

1. **entro il 31 dicembre 2011**, per gli stabilimenti anteriori al 1988;
2. **tra il 1° gennaio 2012 ed il 31 dicembre 2013**, per impianti anteriori al 2006 che siano stati autorizzati in data anteriore al 1° gennaio 2000 (quelli dotati di atto autorizzativo anteriore al 1° gennaio 2000 e in funzione o per i quali è stata comunicata la messa in funzione entro il 29 aprile 2008);
3. **tra il 1° gennaio 2014 ed il 31 dicembre 2015**, per impianti anteriori al 2006 che siano stati autorizzati in data successiva al 31 dicembre 1999.

Per **stabilimenti anteriori al 1988** si intendono tutti gli stabilimenti che erano in funzione al 1° luglio 1988 e che sono stati autorizzati ai sensi dell'art.12 del D.P.R.203/88, in forma tacita o espressa (anche se l'autorizzazione è stata successivamente modificata ai sensi dell'art.15, lettera a, del D.P.R.203/88).

Le aziende interessate sono quelle

- **dotate di autorizzazione tacita** ai sensi degli articoli 12 e 13 dell'abrogato D.P.R. 203/2008 (inclusi tutti gli autorizzati in via generale dalla D.G.R. 41406/1999 e s.m.)
e quelle

- **dotate di atto autorizzativo regionale**, rilasciato, anche provvisoriamente, prima del 29.4.2006 ai sensi degli articoli 6 o 11 o 15, comma 1, lettera b) del citato Decreto;

Non sono interessate a queste scadenze le attività cosiddette in "**deroga**" (art. 272, comma 1 e 2), che sono già state oggetto di rinnovo della relativa autorizzazione nei mesi scorsi. Nel caso di modifiche o di nuovi impianti è necessaria la presentazione di apposita domanda alla Provincia, prima della modifica o dell'installazione del nuovo impianto.

Il D.Lgs. 128/10 ha incluso tra le attività in deroga anche due tipologie di stabilimenti che mai in precedenza sono stati assoggettati alla disciplina dell'autorizzazione delle emissioni:

- gli impianti termici civili aventi potenza termica nominale non inferiore a 3 MW e inferiore a 10 MW
- gli allevamenti effettuati in ambienti confinati (ovvero quelli il cui ciclo produttivo prevede il sistematico utilizzo di una struttura coperta per la stabulazione degli animali) in cui il numero di capi potenzialmente presenti è compreso, per le diverse categorie di animali, nell'intervallo indicato nelle relative tabelle.

Rimangono ancora esclusi dall'autorizzazione i seguenti impianti:

- impianti di combustione, compresi i gruppi elettrogeni a cogenerazione, di potenza termica nominale < 1 MW, alimentati a biomasse di cui all'All. X alla parte V del decreto, e di potenza termica < 1 MW, alimentati a gasolio, come tale o in emulsione, o a biodiesel;
- impianti di combustione alimentati ad olio combustibile, come tale o in emulsione, di potenza termica nominale $< 0,3$ MW;

- impianti di combustione alimentati a metano o a GPL, di potenza termica nominale < 3 MW;
- impianti di combustione, compresi i gruppi elettrogeni e i gruppi elettrogeni di cogenerazione, ubicati all'interno di impianti di smaltimento dei rifiuti, alimentati da gas di discarica, gas residuati dai processi di depurazione e biogas, di potenza termica nominale ≤ 3 MW, se l'attività di recupero è soggetta alle procedure autorizzative semplificate previste dalla parte IV del decreto e tali procedure sono state espletate;
- impianti di combustione, compresi i gruppi elettrogeni e i gruppi elettrogeni di cogenerazione, alimentati a biogas di cui all'Allegato X alla parte V del decreto, di potenza termica nominale complessiva ≤ 3 MW;
- gruppi elettrogeni e gruppi elettrogeni di cogenerazione alimentati a metano o a GPL, di potenza termica nominale < 3 MW;
- gruppi elettrogeni e gruppi elettrogeni di cogenerazione alimentati a benzina di potenza termica nominale < 1 MW.

Gli impianti che erano in esercizio alla data di entrata in vigore del d.P.R. n. 203/1988 potevano considerarsi tacitamente autorizzati qualora avessero presentato domanda di autorizzazione ai sensi dell'art. 12 del medesimo d.P.R. n. 203/1988.

Si stima che circa 40000 impianti siano quelli non soggetti ad AIA e dei quali sono solo presenti autorizzazioni generali, le cui emissioni non sono comprese negli inventari nazionali e regionali.

L'art. 271 del D.Lgs. 152/06 e s.m.i. disciplina i valori di emissione e le prescrizioni da applicare agli impianti ed alle attività degli stabilimenti “*anteriori al 2006 e nuovi, attraverso*

la modifica e l'integrazione degli allegati I e V alla parte quinta del presente decreto. La normativa delle regioni e delle province autonome in materia di valori limite e di prescrizioni per le emissioni in atmosfera degli impianti e delle attività deve tenere conto, ove esistenti, dei piani e programmi di qualità dell'aria previsti dalla vigente normativa".

I valori limite di emissione e le prescrizioni sono le stesse del DM 12 luglio 1990, pertanto si ritiene opportuno un aggiornamento ed integrazione della **parte II dell'allegato I**, tenendo in considerazione quanto recentemente indicato dalle pertinenti istituzioni, sia a livello nazionale (ISS), che internazionale (OMS) in materia di tossicità e cancerogenicità degli inquinanti in aria ambiente delle sostanze elencate. A titolo di esempio, si consideri il caso della **formaldeide**: da giugno 2004 lo IARC lo ha inserito tra le sostanze di categoria 1 (cancerogena per l'uomo), per cui andrebbe spostato di classe o nella tabella appropriata, dalla tabella D classe II (20 mg/Nm³) riferita alle sostanze organiche alla tabella A1 riferita alle sostanze tossiche e cancerogene.

Conclusioni

Dal 1988 in poi, le emissioni presentano una graduale riduzione dovuta principalmente all'introduzione del DPR 203/88 che ha introdotto regole e criteri ambientali per l'autorizzazione degli impianti di produzione e del DM 12 luglio 1990 che ha introdotto limiti emissivi al camino per gli impianti.

In seguito all'emanazione del nuovo Codice ambientale (D. Lgs. 152/06), e del suo "correttivo" (D. Lgs. 128/10), il quadro normativo di riferimento è notevolmente mutato.

Alla luce di quanto sopra riportato, si sottolineano le criticità e le questioni su cui intervenire per la riduzione dello scenario emissivo nazionale delle emissioni di ossidi di azoto e particolato.

La combustione nella produzione energetica e la combustione nell'industria contribuiscono al totale nazionale delle emissioni di ossidi di azoto rispettivamente per il 7% e il 11% (anno 2010) ed hanno mostrato dal 1990 ad oggi le più alte percentuali di riduzione, rispettivamente pari all'85% e al 56%.

Per quanto riguarda gli impianti soggetti ad autorizzazione generale, è da sottolineare l'importanza di un inventario delle emissioni per tipologia di impianto nonché l'aggiornamento dei limiti emissivi dell'Allegato I alla Parte Quinta del D.Lgs. 152/06 e s.m.i.

Un database aggiornato per tipologia di impianto consentirebbe anche una verifica puntuale dei fattori di emissione per l'individuazione degli impianti più inquinanti. Ad

esempio, considerando la disaggregazione delle emissioni regionali da quelle nazionali (anno 2005), il peso delle emissioni delle diverse categorie è molto differente al variare della regione.

Gli stessi database dovrebbero essere anche messi a disposizione nazionale per le autorità competenti con pubblicazione in Gazzetta Ufficiale, al fine di fornire alle autorità competenti le informazioni ambientali per il rilascio delle autorizzazioni.

Azioni

- Aggiornamento dell'Allegato I della Parte Quinta del D.Lgs. 152/06 e s.m.i. per gli impianti autorizzati e non
- Censimento ed inventario a livello regionale delle emissioni per gli impianti soggetti ad autorizzazione generale (art. 271 D.Lgs. 152/06 e s.m.i.)

Riferimenti

Decreto Legislativo 29 giugno 2010, n. 128 - Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale, a norma dell'articolo 12 della legge 18 giugno 2009, n. 69

Ministero dell'ambiente <http://aia.minambiente.it>

IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans Volume 88 (2006) - Formaldehyde, 2-Butoxyethanol and 1-tert-Butoxypropan-2-ol

CONTENIMENTO DELL'INQUINAMENTO INDUSTRIALE E DA IMPIANTI DI PRODUZIONE ENERGETICA

Riccardo De Lauretis – ISPRA

Mauro Rotatori – CNR – Istituto sull'Inquinamento Atmosferico

Il D. Lgs. 128/10 ha integrato la disciplina del rilascio dell'Autorizzazione Integrata Ambientale (AIA) nel D.Lgs. 152/06 e s.m.i., inserendo il nuovo titolo III bis alla parte II, e apportando alcune modifiche al titolo III esistente. Il procedimento di AIA risulta pertanto ora disciplinato dal D.Lgs. 152/06 e s.m.i. (il cosiddetto testo unico ambientale); l'autorizzazione può essere concessa solo se vengono rispettate alcune condizioni ambientali, per far sì che le imprese stesse si facciano carico della prevenzione e della riduzione dell'inquinamento che possono causare.

La normativa ha come obiettivo l'adozione di misure volte a prevenire e ridurre l'inquinamento proveniente dalle attività elencate nell'Allegato VIII del D.Lgs. 152/06 e s.m.i., parte II (impianti di competenza Provinciale, che riguardano attività industriali e agricole ad alto potenziale inquinante, attività energetiche, produzione e trasformazione dei metalli, industria dei prodotti minerali, industria chimica, gestione dei rifiuti, allevamento di animali) nonché ad evitare oppure, dove non sia possibile, ridurre l'impatto delle attività su tutte le matrici ambientali, ottimizzare la gestione dei rifiuti e del consumo delle risorse.

Di particolare rilevanza risulta essere l'adozione delle "migliori tecniche disponibili" sul mercato rispetto alle quali devono confrontarsi le performance ambientali degli impianti soggetti ad A.I.A.

Attualmente, a seconda della tipologia di impianto IPPC, in Italia si può così schematizzare la situazione delle domande di AIA rilasciate (tabella 1):

Tipo di impianto IPPC	Impianti esistenti		Impianti nuovi	
		AIA rilasciate		AIA rilasciate
Attività energetiche (5%)	248	194	82	67
Industria metalli (16%)	937	834	45	30

Tipo di impianto IPPC	Impianti esistenti		Impianti nuovi	
		AIA rilasciate		AIA rilasciate
Prodotti minerali (8%)	427	421	18	7
Prodotti chimici (7%)	429	368	10	8
Rifiuti (19%)	983	787	125	75
Allevamenti (30%)	1725	1607	24	18
Altre attività (15%)	857	715	17	14

Aggiornamento ottobre 2011

Tabella 1 – situazione impianti IPPC e AIA rilasciate

Inoltre, per quanto riguarda la situazione degli impianti per competenza (Tab. 2), il grosso degli impianti (97%) è di competenza regionale mentre quelli di competenza statale sono quelli più grossi sia per dimensioni che per impatto inquinante, ovvero impianti per la produzione di energia elettrica con potenza >300 MW, raffinerie, acciaierie di prima fusione, grandi impianti chimici e gli impianti in mare.

In alcune Regioni le Province hanno ricevuto la delega al rilascio dell'A.I.A. per gli impianti che non rientrano nelle competenze statali (vedi Allegato VIII del D.Lgs.152/06 e s.m.i., parte II).

Competenza	Impianti esistenti	Impianti nuovi	Competenza	Impianti esistenti	Impianti nuovi
Impianti statali	132	42	Marche	162	6
Piemonte*	551	36	Umbria	126	3
Valle d'Aosta	5	0	Lazio*	139	6
Lombardia*	1619	28	Abruzzo	92	1
Veneto*	780	0	Molise	26	0
Trentino A.A.*	68	10	Campania	177	24
Friuli V.G.	162	8	Puglia	75	20
Liguria*	60	1	Basilicata	43	4
Emilia-Romagna*	837	31	Calabria	21	0
Toscana*	298	17	Sicilia	109	5
			Sardegna*	58	5

Aggiornamento ottobre 2011

Tabella 2 – impianti IPPC e competenze statali/regionali

La distribuzione numerica delle aziende soggette agli adempimenti previsti dal D. Lgs. 152/06 e s.m.i. può considerarsi un primo indicatore del livello complessivo di pressione ambientale presente nel territorio di ciascuna provincia. È tuttavia necessario sottolineare come il livello di pressione ambientale reale associato a ciascuna azienda dipenda dalla tipologia di azienda (a titolo di esempio: fonderia piuttosto che galvanica o inceneritore...), dalle dimensioni dell'azienda e anche dalle misure di prevenzione e gestione ambientale in essa adottate. A tal riguardo, ad esempio, con riferimento al 2005, ultimo anno disponibile per la disaggregazione delle emissioni regionali da quelle nazionali, si sottolinea che il peso delle emissioni delle diverse categorie è molto differente al variare della regione. In particolare le emissioni di ossidi di azoto, dalla produzione energia e più in generale il peso delle emissioni dalla combustione industriale e dai processi produttivi sono determinati dalla dislocazione sul territorio dei principali poli industriali e produttivi e variano da meno dell'1% per la Valle d'Aosta al 50% del totale delle emissioni per l'Umbria. Inoltre si può osservare che alcuni impianti di produzione di energia elettrica e impianti per la produzione di cemento, ed in particolare alcuni impianti del bacino padano, hanno emissioni specifiche di ossidi di azoto superiori più del doppio ad altri impianti confrontabili per tecnologia e combustibile utilizzato; nel caso in cui sia possibile attraverso i processi autorizzativi ricondurre le emissioni degli stessi a livelli medi il risparmio complessivo sarebbe comunque pari a circa 12.000 tonnellate di NOx in totale di cui la metà nelle regioni del bacino padano.

Contributi alle emissioni: Settore “Produzione Energia Elettrica”

Dall'analisi dei vari settori economici che concorrono alle emissioni in atmosfera degli inquinanti (ad esempio PM₁₀ e NO₂), il comparto “*produzione energia elettrica*” mostra un contributo molto contenuto:

si può osservare, ad esempio, nelle figure seguenti (contributi alle emissioni totali di PM10 e di NO₂, disaggregati per settore economico) il ridotto impatto delle emissioni delle centrali termoelettriche sulla qualità dell'aria.

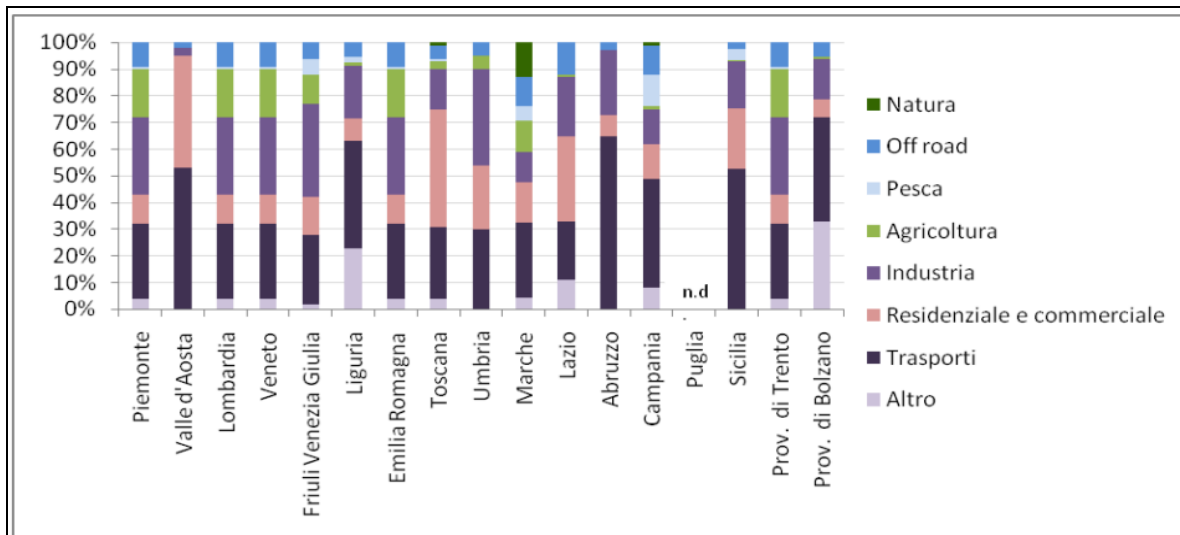


Figura 1 - contributi alle emissioni totali di PM10, disaggregati per settore economico - anno 2005

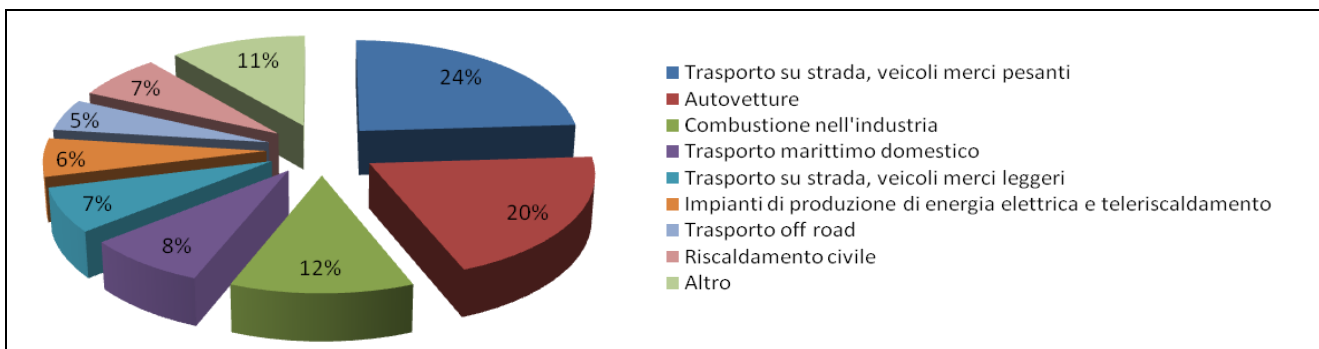


Figura 2 - contributi alle emissioni totali di NO2, disaggregati per settore economico - anno 2008

Dal 2008 al 2010 è stata registrata un'ulteriore riduzione del contributo globale delle centrali termoelettriche al quadro emissivo totale nazionale, passando dal 6% nel 2008 al 4,2% nel 2010; tale trend di riduzione trova del resto conferma nelle percentuali di riduzione delle emissioni massiche annuali (circa 36%) e delle emissioni massiche annuali specifiche per energia elettrica netta prodotta (circa 15%), registrate nel triennio 2008-2010 da alcuni dei principali produttori di energia elettrica in Italia e documentate nei relativi Rapporti di Sostenibilità. La riduzione registrata dal 2008 al 2010 per i precedenti indicatori (emissioni massiche totali e emissione specifica per energia elettrica netta prodotta) è indice di un miglioramento sia a livello quantitativo delle emissioni prodotte sia a livello qualitativo della tecnologia utilizzata per la produzione di energia elettrica. L'evoluzione del parco di produzione termoelettrica nazionale dà evidentemente prova del radicale cambiamento tecnologico che il comparto energetico ha subito, passando da una

produzione basata principalmente su tecnologie a bassa efficienza e sull'utilizzo dell'olio combustibile a tecnologie altamente efficienti, quali i turbogas a ciclo combinato, e all'utilizzo prevalente di gas naturale.

Nella valutazione dello scenario emissivo futuro non vanno inoltre trascurati i significativi miglioramenti attesi dal rispetto, da parte delle centrali termoelettriche italiane, degli stringenti valori limite di emissione imposti dai decreti autorizzativi degli impianti. In particolare, i decreti di Autorizzazione Integrata Ambientale rilasciati dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, ai sensi del ex-D.Lgs. 59/2005, per l'autorizzazione alle emissioni in atmosfera delle centrali termoelettriche del parco di generazione italiano, impongono limiti emissivi tipicamente inferiori ai limiti imposti dalla direttiva 2001/80/CE (direttiva Large Combustion Plants o LCP).

Facendo riferimento ad un campione di impianti di alcuni dei principali produttori del settore energetico italiano, autorizzati con decreto AIA nel triennio 2009-2011 e dislocati nel Centro-Nord Italia, la figura 3 mostra, per la tecnologia di produzione cicli combinati e per l'inquinante NO_x, il confronto tra limiti emissivi autorizzati prima del rilascio del decreto AIA, limiti emissivi imposti dal decreto AIA, limiti previsti dalla direttiva LCP e limiti previsti dal documento BAT Reference (BRef) LCP edito dal European IPPC Bureau ed approvato dalla Commissione Europea nel giugno 2006.

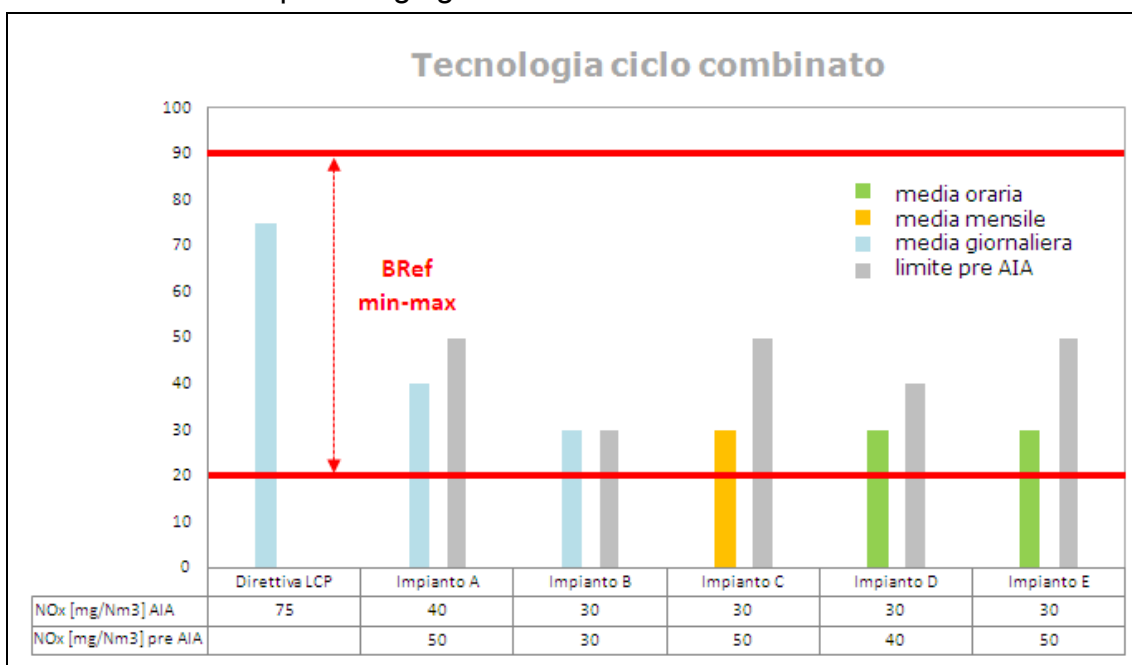


Figura. 3: Confronto limiti emissivi AIA, limiti emissivi pre AIA e limiti previsti da direttiva LCP per impianti italiani a ciclo combinato

La rappresentazione grafica della Figura 3 evidenzia come i limiti emissivi imposti dal decreto AIA, tipicamente migliorativi rispetto al previgente regime autorizzativo, risultano essere mediamente inferiori ai limiti emissivi imposti dalla direttiva LCP, e più spesso allineati ai più restrittivi limiti indicati nel BRef Document, ovvero i limiti conseguibili con le migliori tecnologie disponibili per rendere minimo l'impatto ambientale del settore energetico. Indagini oltralpe mostrano inoltre che i limiti emissivi imposti dal decreto AIA risultano generalmente inferiori ai limiti emissivi contenuti negli atti autorizzativi degli impianti di analoga tecnologia installati negli altri stati europei.

L'applicazione dei sempre più stringenti limiti emissivi imposti dai decreti AIA continuerà a produrre una riduzione del contributo delle centrali termoelettriche anche nei prossimi anni. Infatti, si quantifica, al 2016, una riduzione del 30% circa delle emissioni massiche totali registrate nel 2010. Tale quantificazione è stata eseguita assumendo che al fabbisogno energetico nazionale del 2016 concorrano prevalentemente le tecnologie a carbone e a ciclo combinato e considerando del tutto marginale il servizio di erogazione di energia da parte delle centrali termoelettriche alimentate con olio combustibile; nel valutare il livello emissivo delle centrali termoelettriche è stato assunto cautelativamente che la concentrazione specifica di rilascio dell'inquinante NOx al camino sia pari al valore limite di emissione tipicamente imposto dal decreto AIA; inoltre, in via ulteriormente cautelativa, non sono stati presi in considerazione i valori limite di emissione imposti dal decreto autorizzativo di alcune centrali italiane a ciclo combinato di ultima realizzazione che risultano essere ancora più stringenti di quanto tipicamente prescritto nei decreti AIA delle centrali a ciclo combinato esistenti. È dunque attesa, nell'arco degli anni di validità del decreto AIA, una progressiva riduzione del contributo delle centrali termoelettriche al quadro emissivo totale nazionale, dunque un'ulteriore riduzione del già limitato impatto del comparto energetico sulla qualità dell'aria.

Del resto, la tesi del ridotto impatto delle centrali termoelettriche sulla qualità dell'aria è supportata dagli studi, disponibili in letteratura, condotti da enti di ricerca in merito all'influenza delle emissioni rilasciate dal camino di una tipica centrale termoelettrica sulle ricadute al suolo nell'area limitrofa all'impianto stesso. A tal riguardo, lo studio condotto dal Politecnico di Milano e commissionato da Assoelettrica "*Impatto ambientale dei cicli combinati alimentati a gas naturale, con particolare riferimento alle emissioni di polveri sottili*" conclude che, a titolo esemplificativo, in riferimento ai dati medi annui, il rapporto di diluizione fra l'emissione al camino di una centrale a ciclo combinato da 380 MW e l'immissione al suolo è tipicamente, nei punti di massima ricaduta, almeno pari a 100.000,

vale a dire che il contributo alla qualità dell'aria di un camino che scarica prodotti di combustione con concentrazioni di 50 mg/Nm³ è sensibilmente inferiore a 1 µg/Nm³; dunque, la bassissima concentrazione di ossidi di azoto ottenibile alla bocca del camino e i meccanismi di diluizione dei gas di scarico nell'atmosfera fanno sì che, a qualunque distanza dalla centrale e in qualunque situazione climatica, la presenza di un ciclo combinato non contribuisca in misura significativa al livello di immissioni nell'ambiente.

Dunque, l'impatto marginale delle emissioni rilasciate al camino e il recepimento degli stringenti limiti previsti dal BRef Document mostrano evidentemente l'assenza di ulteriori margini di riduzione del contributo del settore industriale di produzione di energia elettrica alla qualità dell'aria nazionale. Pertanto, sarebbe opportuno esaminare varie proposte di riduzione dello scenario emissivo nazionale per comparto economico, sviluppando soluzioni "alternative", quali la diffusione dell'auto elettrica, nonché la diffusione della pompa di calore elettrica.

Queste due soluzioni alternative presentano emissioni zero a livello locale; le emissioni saranno prodotte dagli impianti di produzione di energia elettrica valorizzate come:

- da solo CCGT (impianto marginale italiano)
- da parco di generazione medio¹

Per quanto riguarda la pompa di calore, presenta valori emissivi significativamente inferiori anche rispetto alla caldaia a condensazione in classe 5 (riduzione emissiva di NO_x di circa 109 t/y). I benefici di sostituzione sono in realtà maggiori, dato che il parco esistente (caso di riferimento: Milano) comprende caldaie meno recenti e anche una quota residua a gasolio. Si assume come riferimento del parco esistente la classe 2. Assumendo un costo medio di circa 8 k€ ad installazione, si avrebbe un costo infrastrutturale di circa 850 M€ a fronte di una riduzione emissiva di NO_x di circa 310 t/y.

Conclusioni

Le emissioni dovute al *settore energetico ed industriale* sono aumentate fino al 1988 a causa della crescita dei consumi energetici e delle produzioni non prevenute da misure di riduzione. Dal 1988 in poi, le emissioni presentano una graduale riduzione dovuta principalmente all'introduzione del DPR 203/88 che ha introdotto regole e criteri ambientali

¹ Mix generazione elettrica 2012: 46% Gas (CCGT), 30% Rinnovabili, 14% Carbone, 10% Oil/Gas; Rendimento: Caldaia 95%, CCGT, 55%, Carbone 36%

per l'autorizzazione degli impianti di produzione e del DM 12 luglio 1990 che ha introdotto limiti emissivi al camino per gli impianti.

In seguito all'emanazione del nuovo Codice ambientale (D. Lgs. 152/06), e del suo "correttivo" (D. Lgs. 128/10), il quadro normativo di riferimento è notevolmente mutato.

Alla luce di quanto sopra riportato, si sottolineano le criticità e le questioni su cui intervenire per la riduzione dello scenario emissivo nazionale delle emissioni di ossidi di azoto e particolato.

La combustione nella produzione energetica e la combustione nell'industria contribuiscono al totale nazionale delle emissioni di ossidi di azoto rispettivamente per il 7% e il 11% (anno 2010) ed hanno mostrato dal 1990 ad oggi le più alte percentuali di riduzione, rispettivamente pari all'85% e al 56%.

I limiti alle emissioni delle centrali termoelettriche, imposti dal decreto AIA tipicamente migliorativi rispetto al previgente regime autorizzativo, risultano essere mediamente inferiori ai limiti emissivi imposti dalla direttiva LCP, e più spesso allineati ai più restrittivi limiti indicati nel BRef Document, ovvero i limiti conseguibili con le migliori tecnologie disponibili per rendere minimo l'impatto ambientale del settore energetico. Gli impianti sono inoltre dotati di sistemi di abbattimento efficienti: dal 2008 al 2010 è stata registrata un'ulteriore riduzione del contributo globale delle centrali termoelettriche al quadro emissivo totale nazionale, passando dal 6% nel 2008 al 4,2% nel 2010.

Per la riduzione delle emissioni bisogna pertanto puntare soprattutto sulle soluzioni "alternative", come ad esempio aumentare la diffusione dell'auto elettrica, nonché la diffusione della pompa di calore elettrica, che presentano emissioni zero a livello locale.

Dal punto di vista infrastrutturale la diffusione delle pompe di calore non richiede interventi sostanziali, la tecnologia è consolidata e facilmente installabile. Per consentire un'effettiva diffusione è però necessario eliminare alcuni vincoli che ne limitano la diffusione. I principali riguardano:

- interventi tariffari, mediante l'introduzione di tariffa dedicata per il consumo elettrico da pompa di calore tale da ridurre l'impatto negativo dato dalla progressività della tariffa attuale e la rimozione della componente legata alla promozione di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili (A3), in quanto la pompa di calore è tecnologia altamente efficiente che usa energia rinnovabile;
- altri interventi: possibilità di esonero totale dai costi di riscaldamento condominiali per installazione di pompa di calore in appartamenti in cui è presente riscaldamento centralizzato a caldaia; abbassamento della percentuale di condomini aderenti al fine di

approvare l'intervento di sostituzione dell'impianto esistente con uno a pompa di calore (ad oggi è necessaria una decisione unanime); rimozione vincoli per installazioni in facciata.

Azioni

- Aggiornamento dell'Allegato I della Parte Quinta del D.Lgs. 152/06 e s.m.i. per gli impianti autorizzati e non
- Riduzione delle emissioni da riscaldamento civile mediante l'impiego di pompe di calore. È necessaria l'incentivazione di questo tipo di apparecchiature.

Riferimenti

Decreto Legislativo 29 giugno 2010, n. 128 - Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale, a norma dell'articolo 12 della legge 18 giugno 2009, n. 69

Direttiva 2001/80/CE - Parlamento europeo e Consiglio del 23 ottobre 2001 concernente la limitazione delle emissioni nell'atmosfera di taluni inquinanti originati dai grandi impianti di combustione

Edipower – Rapporto di sostenibilità 2010.

Enel – Bilancio di sostenibilità 2010

EniPower - Dichiarazione Ambientale Stabilimento di Ravenna - Dati tecnici aggiornati al 31-12-2010

Ganji A. - Comparative evaluation of the impacts of domestic gas and electric heat pump heating on air pollution in California – Final Report. California Institute for Energy Efficiency. 1992

Ministero dell'ambiente : <http://aia.minambiente.it>

ISPRA – “PM10 – Deroga all’applicazione dei valori limite”. Rapporto 145/2011 ISBN 978-88-448-0512-8

Macchi E. - Rapporto “Impatto ambientale dei cicli combinati alimentati a gas naturale, con particolare riferimento alle Emissioni di polveri sottili”, Dipartimento di Energetica, Dipartimento di Chimica, Materiali e Ingegneria Chimica "Giulio Natta" Diiar (Ingegneria Idraulica, Ambientale, Infrastrutture Viarie, Rilevamento), Dei (Elettronica e Informazione), Politecnico di Milano 2004.

Marcogaz - Technical issues regarding the implementation of Directive 2009/125/EC EuP for boilers. UTIL-10-09 Rev. 13/10/2010

Rotatori M., Guerriero E. et al., “Characterisation and evaluation of the emissions from the combustion of orimulsion-400, coal and heavy fuel oil in a thermoelectric power plant”, Environmental Technology, 2003, 24, 1017

University of Texas - Implementing Green Engineering Principles: Industrial Heat Pumps.
<http://www.utexas.edu/research/ceer/che341/Assignments/Industrial%20Heat%20Pumps.pdf>

INTERVENTI DI RICONVERSIONE DEL PATRIMONIO EDILIZIO IN FUNZIONE DEL RISPARMIO ENERGETICO

Gabriele Zanini, ENEA Head Technical Unit Models, Methods and Technologies for the Environmental Assessment (UTVALAMB), Bologna.

Da “Relazione tecnica su ipotesi di interventi di miglioramento dell’efficienza energetica nel settore residenziale” (Giulia Centi, Gaetano Fasano e Carlo Romeo, ENEA Unità Tecnica Efficienza Energetica, novembre 2011).

Il settore residenziale è considerato una sorta di “patrimonio energetico” per il Paese. Mediante interventi che migliorino l’efficienza energetica degli edifici esistenti e norme stringenti riguardanti i nuovi insediamenti, si possono ottenere grandi risparmi in termini energetici e quindi forti riduzioni nelle emissioni inquinanti atmosferiche (dirette o indirette) da questo settore.

La Direttiva 2006/32/CE stabilisce che gli Stati Membri devono redigere un Piano d’Azione per l’Efficienza Energetica (PAEE) che mira a conseguire un obiettivo nazionale indicativo globale di risparmio energetico al 2016, (aggiornato al 9,6 % per il nono anno di applicazione), da conseguire tramite servizi energetici e altre misure di miglioramento dell’efficienza energetica.

La prima versione del PAEE è stata redatta nel 2007; nel PAEE 2011 la metodologia di calcolo dell’obiettivo è rimasta inalterata così come il valore totale di risparmi energetici attesi al 2016.

Nel parco immobiliare residenziale esistente in particolar modo risiede un margine consistente di possibilità di interventi volti al raggiungimento di più elevati livelli di prestazioni energetiche in relazione al sistema edificio-impianti.

L’elevato numero di tali interventi stimolati dallo strumento nazionale di incentivi fiscali promossi dal Governo a partire da gennaio 2007 ha contribuito ad una sensibile riduzione dei consumi energetici per la climatizzazione invernale.

Oltre alle misure derivanti dalle detrazioni fiscali del 55% sono stati considerati anche le ricadute positive in termini di risparmio energetico del DLgs 192/2005 che recepisce la direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico in edilizia. Il decreto definisce le metodologie di calcolo e i requisiti minimi per la prestazione energetica degli edifici e degli impianti termici introducendo la certificazione energetica degli edifici.

Il settore residenziale ha fornito il maggiore contributo in termini di risparmi (con 31.427 GWh/a al 2010) mentre risultati più contenuti si sono avuti sul fronte del settore terziario e dei trasporti.

Nelle valutazioni che seguono si prevedono delle percentuali di unità immobiliari che ogni anno si presume siano sottoposte ad interventi di miglioramento dell'efficienza energetica rispettivamente pari a 1%, 3%, 5% e 10% rispetto all'intero patrimonio edilizio esistente.

L'arco temporale considerato per raggiungere il valore del risparmio atteso al 2016 è pari a 5 anni.

Le simulazioni effettuate per il settore residenziale hanno avuto come obiettivo la valutazione del risparmio ottenibile al 2016 tramite l'attuazione delle misure di riqualificazione energetica del parco edilizio da porre a confronto con le previsioni del PAEE 2011 come riportato sinteticamente in Tabella.

La valutazione del risparmio energetico totale annuo è stata effettuata per tipologia di interventi (involucro ed impianti) attribuendo agli edifici un indice medio (nel parco edilizio esistente) di consumo specifico riferito ad unità di superficie: assunto pari a 160 kWh/m².

Gli interventi di miglioramento parziali presi in considerazione per la stima del risparmio energetico annuale sono:

- interventi sull'involucro (coperture, facciate, Infissi e/o dispositivi di ombreggiatura);
- interventi su impianti (prod. calore, sottosistemi, regolazione, solare termico).

Il risparmio energetico annuo atteso per le varie ipotesi e diverse tipologie di intervento è riportato in tabella 6:

RISPARMIO ENERGETICO SETTORE RESIDENZIALE									
CLASSI DI EDIFICI	TIPOLOGIA INTERVENTI	PREVISIONE INTERVENTI ANNUI SUL PARCO DI EDIFICI ESISTENTI o ABITAZIONI OCCUPATE							
		1%		3%		5%		10%	
		Risparmio annuo	Obiettivo 2010 - 2016	Risparmio annuo	Obiettivo 2010 - 2016	Risparmio annuo	Obiettivo 2010 - 2016	Risparmio annuo	Obiettivo 2010 - 2016
		GWh/a	GWh/a	GWh/a	GWh/a	GWh/a	GWh/a	GWh/a	GWh/a
Edifici ¹	Interventi involucro	2.683,69	13.418,44	6.325,83	31.629,16	9.967,97	49.839,87	19.073,33	95.366,65
	Intervento impianti	621,96	3.109,78	1.865,87	9.329,35	3.109,78	15.548,91	6.219,56	24.878,26
	Totale	3.305,65	16.528,23	8.191,70	40.958,50	13.077,76	65.388,78	25.292,89	120.244,90
Appartamenti ²	Interventi involucro	1.691,54	8.457,71	5.074,63	25.373,14	8.457,71	42.288,57	16.915,43	84.577,15
	Intervento impianti	551,59	2.757,95	1.654,77	8.273,85	2.757,95	13.789,75	5.515,90	27.579,50
	Totale	2.243,13	11.215,67	6.729,40	33.647,00	11.215,67	56.078,33	22.431,33	112.156,65

Tabella 6: Risparmio annuo e risparmio atteso al 2016 settore residenziale per diverse percentuali interventi di miglioramento energetico /annuo

Sono stati considerati interventi secondo il seguente schema:

Interventi di miglioramento dell'efficienza energetica		Risparmio annuale 2010	Risparmio energetico conseguito al 2010	Risparmio energetico atteso al 2016
Interventi		[GWh/anno]	[GWh/anno]	[GWh/anno]
Settore residenziale:				
RES-1	Interventi adeguamento alla direttiva 2002/91/CE e attuazione D.Lgs. 192/05	5.832		13.500
RES-2	Sostituzione lampade ad incandescenza (GLS) con lampade a fluorescenza (CFL)	3.744		4.800
RES-3	Sostituzione lavastoviglie con apparecchiature in classe A	21		526
RES-4	Sostituzione frigoriferi e congelatori con apparecchiature in classe A+ e A++	82		1.882
RES-5	Sostituzione lavabiancheria con apparecchiature in classe A	2		171

	superlativa		
RES-6	Sostituzione scalda acqua elettrici efficienti	1.400	2.200
RES-7	Impiego di condizionatori efficienti	24	540
RES-8	Impiego di impianti di riscaldamento efficienti	13.929	26.750
RES-9	Camini termici e caldaie a legna	325	3.480
RES-10	Decompressione gas naturale, imp. FV	190	300
RES-11	Erogatori acqua Basso Flusso (EBF)	5.878	5.878
Totale Settore Residenziale		31.427	60.027

Le valutazioni effettuate hanno portato alla conclusione che per il conseguimento degli obiettivi di risparmio energetico previsti al 2016, sarà necessario effettuare riqualificazioni energetiche sull'involucro edilizio su una percentuale annua che va dal 1,3 % all'1,8% del patrimonio delle unità immobiliari considerate.

I margini di intervento sull'involucro edilizio con l'obiettivo di raggiungere prestazioni energetiche adeguate in grado di garantire una consistente riduzione dei consumi (prevalentemente per la climatizzazione invernale) sono ancora rilevanti, soprattutto in relazione alla parte opaca delle strutture edilizie.

Per quanto riguarda il lato impianti gli interventi di miglioramento riguarderanno le prestazioni energetiche degli impianti di climatizzazione invernale ed estiva, delle reti di distribuzione e dei sistemi di regolazione e controllo e dovranno avere una consistenza rispondente ad una percentuale annua che va dal 1,3 % all'1,8% del patrimonio delle unità immobiliari considerate.

Per queste tipologia di riqualificazioni oltre alla sostituzione di generatori termici obsoleti (componenti già sufficientemente rinnovati a partire dal 2007), si dovrà guardare all'adozione di valvole di regolazione termostatiche, ad un miglior isolamento delle reti di distribuzione, al ricorso a sistemi di gestione e controllo sia centralizzati che locali e al ricorso a FER quali pannelli solari termici per la produzione di acqua calda per usi igienico-sanitari.

INTERVENTI SUL TRASPORTO DEI PASSEGGERI

Riccardo De Lauretis - ISPRA,

Giovanna Rossi – Riccardo Simone - Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio e del mare

Il contesto nazionale

L'Italia presenta tra i paesi europei il rapporto più elevato tra numero dei veicoli circolanti e popolazione residente (792,5 veicoli ogni 1000 abitanti) e l'Annuario Statistico ACI 2011 evidenzia, soprattutto negli ultimi anni, un deciso incremento dei veicoli diesel, in termini assoluti e percentuali, maggiormente responsabili delle emissioni di PM10.

Al riguardo, l'analisi della composizione del parco delle autovetture circolanti (Annuario Statistico ACI 2011, dati aggiornati al 31 dicembre 2010) evidenzia nel periodo 2006-2010 una maggiore immatricolazione, per ciascun anno, di autovetture diesel rispetto a quelle a benzina. E' comunque interessante rilevare il costante incremento delle autovetture alimentate a metano e gpl che rappresentano complessivamente circa il 6% delle autovetture circolanti, e tale percentuale aumenta fino al 10% se si considerano soltanto i veicoli immatricolati negli ultimi anni (classe Euro 4 o superiore).

Il parco circolante autobus è composto da circa 100.000 unità e da stime ASSTRA Associazione trasporti, risulta un'età media di 9,3 anni degli autobus adibiti al servizio di trasporto pubblico, che fa quindi riferimento ad uno standard emissivo di classe Euro 2. Circa 1/3 del totale del parco circolante autobus è distribuito su tre sole Regioni: Lombardia, Lazio e Campania.

L'elevata consistenza del parco veicolare circolante e la vetustà degli autobus urbani e interurbani richiede la necessità di politiche mirate a ridurre il rapporto autovetture/popolazione e l'età media del parco circolante degli autobus adibiti al servizio di trasporto pubblico, in linea con gli standard prevalenti nei principali Paesi dell'Unione Europea.

Tra le politiche per la riduzione degli impatti ambientali della mobilità urbana, possono essere inoltre considerate quelle rivolte alla diffusione dei veicoli elettrici, le quali richiedono interventi strutturali di una vasta pluralità di attori coinvolti, non ultimo il consumatore finale. In particolare gli interventi possono essere rivolti alla diffusione delle infrastrutture di ricarica sia pubblica che in ambiti privati, ad agevolazioni per l'acquisto dei veicoli e tariffarie per i consumi energetici, ad agevolazioni per la circolazione dei veicoli nelle città (es. accesso alle zone a traffico limitato, parcheggi riservati, etc...).

Le azioni prioritarie per la mobilità urbana

L'efficacia delle politiche per la mobilità delle persone in ambito urbano e di area vasta nelle città di medie-grandi dimensioni è strettamente legata all'adozione e all'attuazione degli strumenti pianificatori previsti dalla normativa vigente, quali i Piani Urbani del Traffico (PUT) e i Piani Urbani della Mobilità (PUM), all'interno dei quali devono essere individuate le politiche e gli interventi di mobilità in una logica di coordinamento e di previsione della tempistica e dei costi di realizzazione, nel breve e nel medio-lungo periodo.

Pertanto si ritiene innanzitutto necessario sostenere l'adozione dei PUT e dei PUM da parte delle città e la conseguente attuazione delle politiche di mobilità soltanto se inserite in tali strumenti di pianificazione, con l'obiettivo di favorire lo split modale che disincentivi l'utilizzo del mezzo privato motorizzato a favore del trasporto pubblico e di servizi ad esso complementari e di altre modalità a ridotto impatto ambientale.

In tale ambito si propone la revisione della normativa relativa all'istituzione dei PUM (L. 340/2000), la quale ne prevede l'obbligo di adozione soltanto per le città oltre i 100.000 abitanti, introducendo quindi una soglia di popolazione più bassa, in modo da estendere tale obbligo per un maggior numero di Comuni. Ad oggi risulta infatti che soltanto circa 50 Comuni risultano obbligati all'adozione del PUM, in quanto aventi una popolazione superiore a 100.000 abitanti. Tale revisione della normativa può essere recepita nell'ambito della revisione delle Linee Guida per la redazione dei PUM, avviata dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ed attualmente in corso di elaborazione.

Inoltre è auspicabile che la diversa programmazione messa in atto dai comuni sulla mobilità, sia riconducibile o coerente con quanto stabilito dalle norme tecniche per la stesura dei PUM e dei PUT.

Il Trasporto Pubblico locale e azioni prioritarie sulla mobilità urbana

Le dinamiche di crescita urbane e territoriali con la conseguente rilocalizzazione di molte attività, sia residenziali sia produttive, si è tradotta in un motore di domanda di mobilità, la cui crescita si lega, oltre che all'aumento del numero degli spostamenti, all'incremento delle distanze percorse. Per questi motivi è necessaria una stretta integrazione tra le previsioni urbanistiche in capo agli strumenti di pianificazione di competenza degli Enti Territoriali e la programmazione e l'amministrazione del trasporto pubblico locale che coinvolge anche aspetti e valutazioni di natura territoriale, ambientale, economica e industriale, con l'obiettivo condiviso di ridurre significativamente il traffico veicolare nelle aree urbane e quindi, l'abbattimento dell'inquinamento atmosferico prodotto.

Lo sviluppo del trasporto pubblico locale rappresenta uno degli elementi cardine attorno al quale costruire la più ampia politica di gestione della domanda di mobilità, che preveda l'attuazione dei Piani urbani della mobilità, l'introduzione di interventi di incentivazione all'uso del modo collettivo e di disincentivazione all'uso dell'auto privata.

La promozione di offerta di trasporto pubblico, per una sua reale valorizzazione e maggiore attrazione, deve essere accompagnata dall'introduzione di misure che migliorino anche le condizioni sociali e ambientali delle aree urbane, come le Zone a Traffico Limitato e le Aree Pedonali, le corsie riservate ai mezzi collettivi e i servizi a chiamata, ma anche da azioni che prevedano nuove forme di tariffazione sulla circolazione ("road pricing") e sulla sosta.

Un contributo importante su questi aspetti è fornito dalle innovazioni tecnologiche in particolare, per il controllo degli accessi ai centri urbani, per la gestione della sosta, per la regolazione automatizzata del traffico, per l'informazione all'utenza e per la gestione delle flotte del trasporto pubblico. Inoltre, è forte la richiesta da parte degli utenti attuali o potenziali dei servizi di trasporto pubblico, di potere disporre di un sistema effettivamente coordinato, che saldi insieme i servizi su ferro, su gomma e vie d'acqua, i servizi tradizionali e quelli innovativi, il trasporto con gli altri servizi alla mobilità, come per esempio la sosta dei veicoli a motori o delle biciclette. In tale ambito è indispensabile l'informazione all'utenza attraverso reti telematiche.

Lo sviluppo del trasporto pubblico finalizzato a ridurre l'impatto ambientale va ricercato non solo come aumento quantitativo dei servizi offerti, ma anche in una loro trasformazione qualitativa.

Le reti, gli orari, le tariffe integrate rappresentano caratteristiche atte a dare maggiore efficienza ai servizi, che soddisfano esigenze di spostamenti anche non sistematici e con orari flessibili. Le risposte a una domanda di mobilità di questo tipo sono da ricercare nelle integrazioni modale e tariffaria tra tutti i servizi di trasporto pubblico, nella realizzazione di parcheggi di interscambio pubblico-privato fuori dalle aree metropolitane con tariffazione integrata col sistema pubblico, nella loro flessibilità che garantiscano la copertura di numerose direttrici .

A queste politiche sono da aggiungersi gli interventi che possono essere proposti per il breve e il medio – lungo periodo, per la diffusione dei veicoli a basso impatto ed in particolare dei veicoli elettrici, attraverso le seguenti azioni:

- interventi infrastrutturali, come ad esempio un accordo a livello nazionale per permettere che in tutti i comuni sia consentito l'accesso alla ZTL alle auto elettriche; prevedere una quota di parcheggi riservati alle auto elettriche (inizialmente dovrà essere previsto un numero di stazioni di ricarica molto maggiore, ad es. 4 volte maggiore, rispetto alle auto circolanti, in modo da incentivarne la diffusione) e la necessità di una infrastruttura di ricarica efficace ed efficiente, sia pubblica che privata;
- interventi tariffari: ad oggi non esiste un regime tariffario ad hoc per l'auto elettrica, che di fatto è alimentata in regime "altri usi". La creazione di una tariffa ad un costo simile a quella D2 renderebbe certamente più competitiva questa tecnologia. Ciò in virtù anche dei benefici ambientali che essa può portare. Proprio per questa ragione sarebbe necessario eliminare dalla tariffa per auto elettrica le componenti A3 legate all'incentivazione delle fonti rinnovabili, dato che l'auto elettrica è un intervento a fortissima valenza ambientale;
- interventi di incentivazione: ad oggi in Italia non sono previsti incentivi diretti all'acquisto di auto elettriche. Sarebbe auspicabile, per rendere competitivo il Total Cost of Ownership del veicolo elettrico rispetto a quello tradizionale, prevedere opportuni strumenti incentivanti, valutabili in circa 5.000 € sul costo di acquisto. Ciò con l'obiettivo di promuovere la diffusione della tecnologia e consentire la discesa del costo industriale della tecnologia per effetti di scala;
- altri interventi: "diritto alla presa" in ambito condominiale senza necessità di avere l'approvazione del 100% dei condomini (in Francia non è necessario); semplificazione

della normativa che regola l'esercizio delle colonnine di ricarica pubblica; necessità di (uno) standard per la connessione alla rete elettrica; necessità di (uno) standard per il protocollo di comunicazione rete-veicolo.

Tali considerazioni, inserite in un sistema più ampio delle politiche di mobilità locale, individuano quali prioritari, nell'ambito degli strumenti di pianificazione, le azioni relative

- ✓ al miglioramento del trasporto pubblico locale TPL
- ✓ all'intermodalità
- ✓ alla promozione della mobilità ciclistica
- ✓ alla sicurezza degli utenti deboli della strada
- ✓ sostituzione del parco circolante dei veicoli vetusti con veicoli a basso impatto

per i quali sono individuabili azioni sia di breve periodo (entro 24 mesi) che di medio-lungo periodo, in relazione alle specificità del territorio interessato.

Dette azioni rappresentano le priorità espresse dai Comuni nell'ambito dei programmi di cofinanziamento sulla mobilità sostenibile avviati dal Ministero con il Fondo Mobilità Sostenibile (200 mln di euro nel triennio 2007-2009) e sono così articolate:

- 1) per il trasporto pubblico locale TPL, al rinnovo della flotta dei veicoli con l'utilizzo di mezzi a basso impatto ambientale, alla realizzazione di corsie riservate, all'attivazione di sistemi tecnologici di informazione, di comunicazione e di pianificazione del viaggio da parte dell'utenza (infomobilità). Un ulteriore tema a sostegno del rinnovo del parco circolante del trasporto pubblico urbano è, oltre i vantaggi delle minori emissioni inquinanti, quello di migliorare la sicurezza del mezzo di trasporto,
- 2) per l'intermodalità, alla realizzazione di parcheggi di interscambio per favorire la mobilità dei pendolari con l'utilizzo del trasporto collettivo,
- 3) per la mobilità ciclistica, alla realizzazione di piste ciclabili e dei servizi di bike sharing,
- 4) per la sicurezza, alla riqualificazione delle aree pedonali ed il miglioramento della segnaletica per la protezione dei pedoni e dei ciclisti.
- 5) per la sostituzione del parco vetusto, all'utilizzo di veicoli a basso impatto in particolare elettrici.

Da tali priorità emergono le proposte che si possono intraprendere nel breve e medio-lungo periodo.

Interventi gestionali che si propongono nel breve periodo

Quanto sopra riportato deve essere supportato da un insieme di norme condivise e unificate nella pianificazione degli interventi:

- Individuazione dei requisiti emissivi minimi per i mezzi TPL
- Criteri e azioni per la realizzazione/estensione/interconnessione di piste ciclabili
- Identificazione di limiti alla circolazione uniformi per fasce orarie, categorie e classi di inquinamento dei veicoli
- Criteri omogenei di definizione delle zone a traffico limitato (ZTL) in ambito urbano
- Criteri per realizzazione/estensione aree pedonale in ambito urbano
- Sostituzione del parco circolante dei veicoli vetusti con veicoli a basso impatto anche accelerando l'entrata in vigore di veicoli categoria ambientale Euro 6
- Misure di incentivazione, anche fiscali, per la diffusione dell'acquisto e dell'utilizzo di veicoli elettrici
- Sviluppo della rete di infrastrutture di ricarica pubbliche per l'alimentazione dei veicoli elettrici con particolare sostegno alla produzione di energia da fonti rinnovabili.

Interventi di carattere infrastrutturale che si propongono nel più lungo periodo

- Potenziamento del servizio di TPL, qualità del servizio, rinnovo del parco vetusto, al fine di garantire lo spostamento modale dal mezzo privato al mezzo pubblico
- Investimenti per lo sviluppo del trasporto ferroviario in ambito locale
- Sviluppo del trasporto ferroviario e marittimo di merci e relativi investimenti.

Tali tipologie di intervento possono essere supportate, al fine di potenziarne l'efficacia, da ulteriori azioni integrative quali: 1) la diffusione della figura del mobility manager presso enti e aziende nonché delle iniziative attivabili da questi ultimi con il coordinamento del mobility manager d'area; 2) l'attivazione di servizi integrativi al trasporto pubblico locale, quali i servizi di car sharing e di navette per il collegamento delle sedi aziendali e scolastiche periferiche con i principali punti di interscambio del trasporto pubblico (stazioni ferroviarie e della metropolitana, capolinea degli autobus urbani ed extraurbani); 3) azioni di comunicazione e sensibilizzazione presso i cittadini.

Stime delle riduzioni delle emissioni derivanti dagli interventi individuati

Acquisita la necessità di avvalersi di un efficace programmazione delle politiche di mobilità urbana nel breve e nel medio-lungo termine, e di predisporre articolati mix di misure che favoriscano la flessibilità del trasporto e l'intermodalità tra mezzo privato e mezzo pubblico, occorre condividere le modalità di verifica dell'efficacia delle azioni messe in atto, con l'utilizzo di indicatori di risultato che consentano la valutazione sia dei singoli interventi sia della mobilità urbana nel suo complesso, assumendo come riferimento le principali metodologie di calcolo adottate in ambito nazionale e comunitario.

INTERVENTI SUL TRASPORTO MERCI E MULTI MODALITÀ

Riccardo De Lauretis - ISPRA,

Giovanna Rossi – Riccardo Simone - Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio e del mare

I riferimenti

L'ottimizzazione del sistema di trasporto delle merci rappresenta una condizione necessaria per la sostenibilità ambientale e per la competitività economica dell'Italia, la cui realizzazione è legata all'attuazione di politiche ad hoc, tra le quali quelle individuate nel Piano Nazionale della Logistica approvato dal Governo Italiano nel dicembre 2010, che attengono sia ad azioni di razionalizzazione del sistema di trasporto attraverso la semplificazione normativa e l'uso di tecnologie, sia ad azioni di potenziamento infrastrutturale per migliorare l'accessibilità dei mercati.

Il Conto Nazionale dei Trasporti 2009-2010 evidenzia che oltre alla immutata ripartizione modale del traffico delle merci e dei passeggeri, la spesa dei privati per il settore dei trasporti è sostanzialmente raddoppiata, anche con riferimento al carico fiscale, il cui aumento nel corso degli anni non ha quindi contribuito a modificare la ripartizione modale del trasporto verso soluzioni con minor impatto ambientale.

Lo studio "Il trasporto merci in Italia",² del 2012 riassume i dati relativi alla movimentazione delle merci annuali via strada, via ferrovia, via mare (cabotaggio e traffico internazionale) e sistema idroviario del Po, dei quali si evince che la ripartizione strada/ ferrovia è pari al 94% per la strada e al 6% per la ferrovia, mentre la somma totale del movimento alternativo alla strada cioè ferrovia+ cabotaggio+idrovia, è pari complessivamente al 13%. Considerando il solo trasporto terrestre (tonnellate x percorrenze medie ISTAT), lo studio indica che i costi esterni prodotti sul territorio, cioè a carico della collettività, sono pari a 5,79 MLD € per trasporto su strada, mentre 2,48 MLD € sono i costi su ferrovia, con

² G. Gurrieri, Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio e del mare, "Il trasporto merci in Italia", Roma 2012

conseguente risparmio ambientale del 57% a favore di quest'ultima modalità se interamente applicata.

Inoltre, dall'analisi aggregata per macroaree geografiche dell'autotrasporto nazionale, si evidenzia che le aree a più alta intensità sia come origine che destinazione di merci, risultano il N-E (532 ML tonn. in uscita e 527 ML tonn. in entrata), seguita dal N-O, Centro, Sud e isole. Il dato finale evidenzia che nelle diverse aree complessivamente, 349 ML di tonn. vengono trasportate su di una distanza media di oltre 350 km.

Lo studio evidenzia come vi sia un ampio margine operativo per individuare un modello di offerta nel trasporto ferroviario-intermodale quale alternativa al tutto strada.

Il Consiglio Europeo ha approvato nel settembre 2011 la riforma della Direttiva Eurovignette al fine di aumentare la tassazione per l'utilizzo della rete autostradale per i veicoli superiori alle 3,5 tonnellate, con esenzione per i veicoli Euro 5 fino al 31 dicembre 2013 e per i veicoli Euro 6 fino al 31 dicembre 2017. La Direttiva, che dovrà essere recepita entro due anni nell'ordinamento dei singoli Stati membri, ha lo scopo di internalizzare i costi esterni derivanti dall'inquinamento prodotto dai veicoli pesanti e di dotare gli Stati membri di maggiori risorse per l'adeguamento della rete infrastrutturale di trasporto, con l'obiettivo di aumentare la sicurezza e ridurre gli impatti ambientali.

In tal senso il Governo italiano potrebbe accelerare il recepimento della Direttiva, nell'ambito di un più generale riordino della distribuzione delle merci sull'intero territorio nazionale in conformità con il Piano Nazionale della Logistica approvato nel dicembre 2010.

In generale l'ottimizzazione del sistema di distribuzione delle merci in un'ottica ambientale può essere raggiunta da diverse azioni tra loro coordinate e da politiche ad hoc per la gestione "dell'ultimo miglio", partendo innanzitutto dalle azioni di efficientamento "a costo zero" che consentono di ridurre i viaggi di ritorno a vuoto (circa il 40% del totale dei viaggi) e da valutazioni specifiche sulla capacità dell'attuale rete di trasporto stradale, ferroviaria, aerea e marittima in modo da porsi obiettivi realistici di breve-medio periodo per la redistribuzione della ripartizione modale, tenendo conto che il valore e la tipologia delle merci trasportate, oltre che la distanza da percorrere, rappresentano obiettive motivazioni che favoriscono l'utilizzo di un modo di trasporto in luogo di un altro.

Al fine di favorire l'adozione a livello locale di interventi che riducano l'impatto ambientale del sistema di trasporto delle merci, è opportuna in via preliminare una conoscenza approfondita della tipologia dei flussi veicolari del territorio interessato, in modo da distinguere l'impatto ambientale nei centri urbani dovuto al traffico extraurbano di attraversamento, la cui elevata entità può rendere comunque inefficaci le politiche intraprese a livello locale per la limitazione del traffico veicolare nelle aree urbane.

Le proposte normative e programmi di potenziamento infrastrutturale dovranno quindi scaturire a seguito di una approfondita e condivisa conoscenza da parte dei decisori locali e nazionali, oltre di particolari ambiti territoriali particolarmente critici in termini di qualità dell'aria, come la Pianura Padana, anche del sistema territoriale dei trasporti, inteso come sistema complessivo dell'intero sistema nazionale nella sua segmentazione intermodale, tenendo conto delle peculiarità ambientali del territorio (es. elevata concentrazione delle sostanze inquinanti in determinati periodi, rischio idrogeologico, etc.), del sistema economico, della capacità della rete di trasporto sia terrestre che marittima.

In considerazione del potenziale emissivo in ambito urbano dovuto ad un potenziamento dei porti e ad un incremento del trasporto marittimo, per ridurre l'impatto emissivo delle attività marittime in porto è possibile, seguendo le esperienze di altri Paesi europei, elettrificare alcuni ponti di attracco dei principali porti per consentire il collegamento alle navi attraccate.

Il Ministero dell'Ambiente ha cofinanziato un progetto pilota che riguarda l'elettrificazione del porto di Genova, articolato in tre fasi:

- elettrificazione dell'area delle riparazioni navali;
- elettrificazione del terminal traghetti della zona commerciale;
- elettrificazione del terminal crociere.

Inoltre, nell'ambito del progetto "Porti Verdi" indirizzato a ridurre le emissioni e a potenziare l'utilizzo di fonti rinnovabili nei porti, che ENEL S.p.A. ha sviluppato d'intesa con le Autorità portuali di Genova, Civitavecchia, La Spezia, Venezia, sono stati elaborati, con la collaborazione delle società che forniscono servizi di crociera, alcuni progetti per l'elettrificazione dei terminal crociere.

I progetti sopra illustrati possono costituire il punto di partenza per un progetto nazionale volto a preparare delle linee guida per l'elettrificazione di una banchina di attracco nei principali porti italiani dove l'impatto degli stessi sulla qualità dell'aria in ambito urbano è riscontrato maggiormente rilevante.

La distribuzione delle merci in area urbana

Le aree metropolitane sono interessate da crescenti flussi merci in entrata e in uscita, sia a causa delle loro dimensioni demografiche sia a causa del livello di sviluppo delle aree urbane. Il quadro urbano è poi complicato dalla forte frammentazione della struttura produttiva e commerciale che comporta una polverizzazione della domanda e dell'offerta dei servizi logistici.

Non è da sottovalutare, inoltre, il fatto che circa il 30% dei trasporti sono "ancora" in conto proprio, ciò sottolinea la necessità di servizi, di garanzie e qualità degli stessi.

E' necessario avviare azioni sinergiche, definite e coordinate all'interno dei diversi strumenti pianificatori, di natura infrastrutturale, gestionale e normativa, orientate alla razionalizzazione della mobilità delle merci oltre che delle persone.

Riduzione delle emissioni dal settore dei veicoli merci attraverso una combinazione di misure di limitazione della circolazione e di misure di incentivazione al ricambio dei veicoli vetusti

Tra gli interventi gestionali a breve-medio termine e interventi infrastrutturali a lungo termine possiamo ad individuare alcune priorità.

Interventi gestionali che si propongono nel breve periodo:

- Limitazione alla circolazione per i veicoli merci e norme :
 - ✓ introduzione di regole di accesso in determinate aree sensibili. Le misure più comunemente adottate nelle città italiane per regolare i flussi di merci sono quelle che vengono denominate "command and control": la fissazione di regole normative che impongono ai destinatari in modo coercitivo, pena sanzione, di ottemperare ad un determinato comportamento (command), nonché il controllo del rispetto di tali regole (control)
 - ✓ regolazione degli orari di accesso e per tipologia di veicoli (unificazione sul territorio nazionale)
 - ✓ divieti di sosta e restrizioni delle zone e delle fasce destinate alle operazioni di carico e scarico

- ✓ ticket d'ingresso variabili, che tengano conto dei livelli di emissione del veicolo
- ✓ norme tariffazione veicoli in sistema stradale extraurbano e autostradale. Definizione di apposita regolamentazione per la riduzione del traffico su strade statali ed autostrade, fortemente influente nel bilancio delle emissioni di molte realtà locali.
- ✓ misure telematiche di monitoraggio e controllo: Sistema Informativo, Gestione delle Piattaforme Logistiche, Tecnologie per la regolamentazione e tariffazione

Misure di incentivazione al ricambio dei veicoli vetusti

- obbligo di utilizzo di veicoli a basso impatto e rinnovo del parco vetusto per la consegna delle merci ai punti commerciali nell'“ultimo miglio” tramite veicoli a basso o nullo impatto ambientale: a GPL, metano ed elettrici, aumentando la distribuzione del metano e ricariche elettriche in ambito urbano. razionalizzazione della distribuzione ad esempio con la modalità van-sharing (mezzi a basso impatto).
- Incentivi economici

Si ritiene inoltre opportuna la formulazione di Linee guida per la razionalizzazione della distribuzione delle merci in ambito urbano volte all'applicazione di un modello per la distribuzione urbana delle merci, che costituisce l'“ultimo miglio” della catena logistica.

Interventi di carattere infrastrutturale che si propongono nel più lungo periodo:

- Poli Logistici Esterni - centri merci - capaci di offrire strutture e servizi integrati e finalizzati allo scambio di merci tra le diverse modalità di trasporto, al servizio delle Piattaforme logistiche urbane.
- piattaforme logistiche in connessione con la rete ferroviaria, costituiscono i nodi di recapito delle merci in prossimità dei punti commerciali e a servizio di una porzione della città .

- introduzione di tecnologie innovative per la movimentazione delle unità di carico ai terminali di raccolta e la gestione automatica delle operazioni di carico e scarico
- Intermodalità: potenziamento dei servizi portuali e ferroviari per favorire l'intermodalità con il trasporto su gomma.

INTERVENTI SU AGRICOLTURA ED AMMONIACA

Eriberto de'Munari, Claudia Pironi, Enrico Mozzanica, Simonetta Tugnoli
(Arpa Emilia-Romagna)

RUOLO DELL'AMMONIO NELLA COMPOSIZIONE DEL PM10

Le concentrazioni di PM10 sono determinate in parte da una componente primaria e in parte da una componente secondaria, dovuta principalmente a complesse reazioni chimiche tra gli inquinanti presenti in atmosfera quali ossidi di azoto e zolfo, composti organici volatili e ammoniaca.

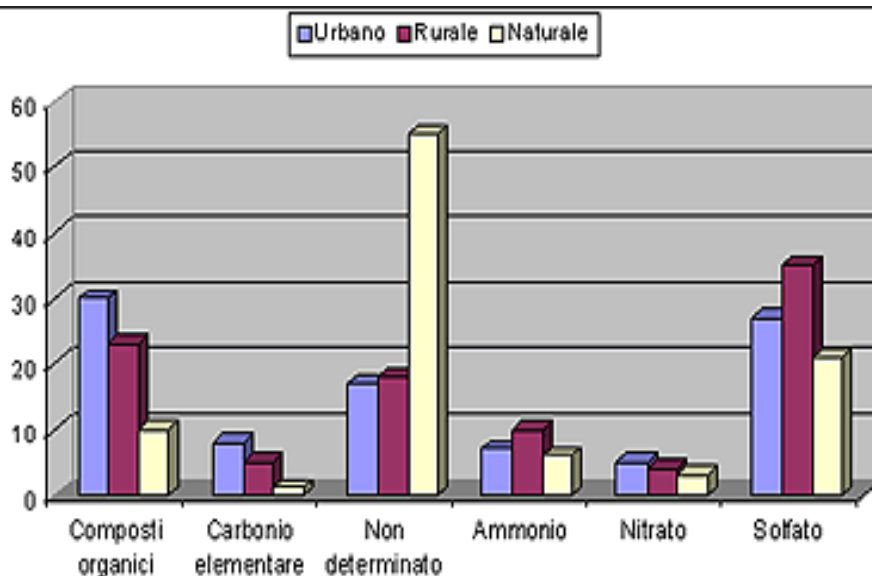
Nella formazione del particolato secondario inorganico, (nitrati, solfati ed ammonio) l'ammoniaca, gioca un ruolo fondamentale. L'ossidazione di ossidi di azoto e biossido di zolfo è la fonte principale di materiale particellare secondario, in quanto porta alla formazione di specie condensabili (acido solforico e acido nitrico) che tendono a reagire con composti basici come l'ammoniaca, producendo sali (come il nitrato e il solfato di ammonio) attraverso reazioni di neutralizzazione.

In fase gassosa le ossidazioni avvengono per reazione di biossido di zolfo e biossido di azoto, soprattutto ad opera del radicale ossidrilico, con produzione di acido solforico e acido nitrico. (Caratterizzazione chimico-fisica del particolato atmosferico nelle classi dimensionali tra 10 e 0,4 µm; Arpa – ER, Università degli Studi di Bologna)

Gli ioni solfato e ammonio sono presenti quasi esclusivamente nella frazione fine, mentre gli ioni nitrato sono presenti anche nella frazione grossolana, soprattutto nei mesi estivi. Per lo ione ammonio non si evidenzia un trend stagionale (in accordo anche con quanto rilevato all'interno del Progetto Patos).

La componente secondaria del PM10, sulla base di stime effettuate con specifici modelli (MINNI) può arrivare a pesare, nelle zone rurali sino al 70-80% mentre nelle aree urbane può arrivare sino al 60% (CNEIA 2006). Inoltre, secondo quanto riportato nel documento

finale di "Caratterizzazione chimico-fisica del articolato atmosferico nelle classi dimensionali tra 10 e 0.4 μm " condotto da Arpa – ER ed Università di Bologna – Dipartimento di Chimica, la componente inorganica solubile è costituita essenzialmente da nitrati, solfati e ammonio. I dati ottenuti all'interno del Progetto PUMI condotto da Arpa – Lombardia e Fondazione Lombardia per l'Ambiente hanno messo in evidenza come nitrato e solfato possano costituire sino al 33% della massa totale del PM10 e il 46% di quella del PM2.5 a seconda delle stagioni in cui è effettuata la misura.



Composizione del Materiale Particolato

L'ammonio è associato ai processi di neutralizzazione di acido nitrico e solforico ad opera dell'ammoniaca, prodotta da emissioni naturali (suolo, deiezioni animali) e antropiche (acque reflue, fertilizzanti), che ha come risultato la produzione di sali d'ammonio.

Per quanto riguarda la composizione del particolato, essa dipende dalla tipologia del particolato stesso, quindi dall'area e dalla tipologia della sorgente di emissione come si può vedere nella figura seguente:

Dato che l'ammoniaca è emessa per più del 95% dal settore agricolo è evidente il ruolo non marginale dell'agricoltura settore spesso trascurato nelle strategie volte ad una riduzione delle concentrazioni di PM10 in aria (Rapporto Finale Progetto NINFA-E)

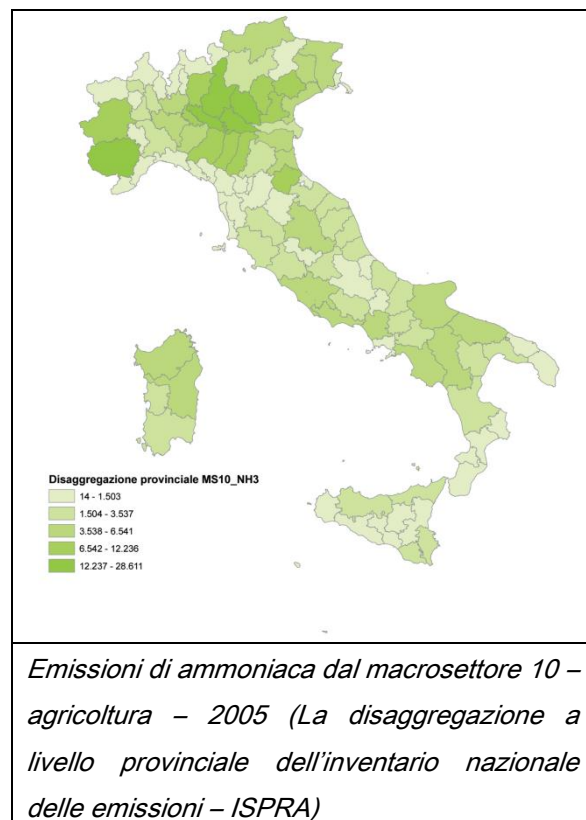
In particolare, la formazione di NH_4NO_3 e di NH_4Cl è favorita se la concentrazione di NH_3 in aria è sufficientemente elevata da neutralizzare gli acidi gassosi, quali H_2SO_4 , HNO_3 ed HCl . In presenza di basse concentrazioni di NH_3 , sarà favorita la neutralizzazione di H_2SO_4 , la quale porta alla formazione di solfato e/o bisolfato di ammonio, mentre in presenza di un eccesso di NH_3 , la fase aerosolica sarà largamente neutralizzata, con conseguente produzione di NH_4NO_3 e NH_4Cl .

(Sali di ammonio volatili nel particolato atmosferico della città di Pechino - Francesca Spataro, Antonietta Ianniello, Giulio Esposito, Ivo Allegrini C.N.R. – Istituto sull’Inquinamento Atmosferico)

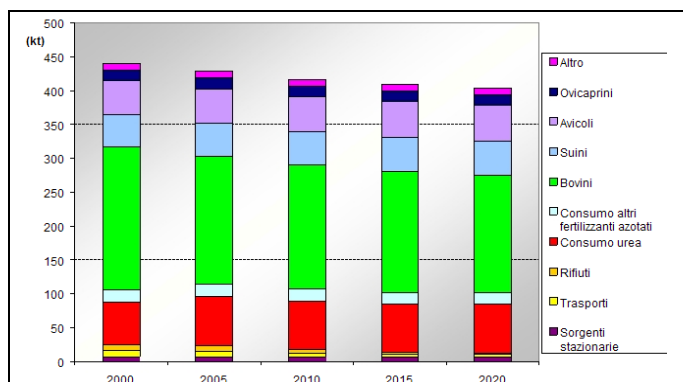
FONTI DI AMMONIACA

Per quanto riguarda l’ammoniaca (Inventario delle Emissioni in Atmosfera, ISPRA), è stato stimato che nel 2008 l’emissione totale è stata pari a circa 406000 tonnellate di cui circa il 95% hanno avuto origine dal comparto agricolo, il 2% dal trasporto su strada e all’incirca l’1% da interrimento di rifiuti.

Per quanto riguarda il macrosettore 10, l’agricoltura, le stime effettuate da Ispra hanno consentito di elaborare la seguente mappa in cui appare evidente che le maggiori emissioni avvengono in Pianura Padana.



Nel rapporto “Emissioni nazionali di ammoniaca e scenari emissivi derivanti dalla fase di spandimento agronomico a all’uso di fertilizzanti azotati in Italia – C.R.P.A. S.p.A. – Maggio 2011” si evidenzia come le emissioni di ammoniaca in Italia si siano ridotte del 16% dal 1990 al 2008 e come tale cambiamento sia dovuta alla riduzione del numero di capi di bestiame e all’aumento della loro produttività.



ScENARIO di riferimento CLE delle emissioni di NH_3 diviso per settori calcolato dal modello RAINS-Italia per il periodo 2000-2020 ad intervalli di 5 anni (fonte ENEA)

Negli ultimi anni, considerando la quota derivante dal macrosettore 10, agricoltura, il 59% delle emissioni totali è imputabile agli allevamenti animali (incluse le fasi di ricovero e di stoccaggio delle deiezioni animali) mentre il restante 41% deriva dalle emissioni dei suoli agricoli, inclusi il processo di azotofissazione prodotto dalle radici delle leguminose, al pascolo (3%), allo spandimento delle deiezioni animali

(20%) e all'utilizzo dei fertilizzanti azotati (terreni con fertilizzanti 15-19%).

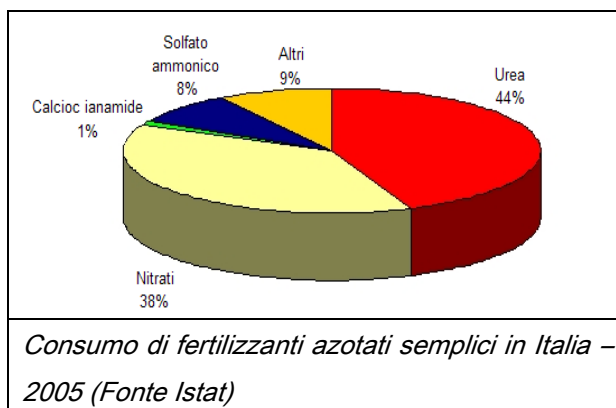
Rispetto alle emissioni complessive attribuibili all'agricoltura, le stime nazionali suddivise per settore (anno 2009) imputano ai soli bovini il 49% delle emissioni, il 13% ai suini, l'11% agli avicoli, il 9% ad altre specie zootecniche allevate in regime stallino, ed un 3% agli animali al pascolo.

Disaggregando diversamente le stime riferite al 2009, si evidenzia come all'interno del comparto zootecnico le aree gestionali o fasi di allevamento riferite al ricovero degli animali, allo stoccaggio dei reflui ed allo spandimento in campo contribuiscono rispettivamente per il 37%, 38% e 25%.

ENEA ed APAT (D'Elia et al, 2007) hanno elaborato uno scenario emissivo per l'ammoniaca proiettato sino al 2020 in cui si evidenziano condizioni praticamente stabili, seppur con una leggera tendenza di riduzione (Ridurre le emissioni di ammoniaca da fertilizzanti azotati, N. Colonna et al. 2008 - ENEA)

POSSIBILI INTERVENTI DI RIDUZIONE DELLE EMISSIONI DI AMMONIACA – FERTILIZZANTI AZOTATI

Per quanto concerne i fertilizzanti azotati è l'urea il fertilizzante verso il quale si pone la maggiore attenzione in quanto è, in assoluto, il fertilizzante più diffuso, quello con il titolo in azoto più elevato e quello che maggiormente si presta a subire perdite per volatilizzazione. Nel resto d'Europa vengono usati fertilizzanti contenenti il



nitrate nelle sue diverse associazioni o forme (Ridurre le emissioni di ammoniaca da fertilizzanti azotati, N. Colonna et al. 2008 - ENEA)

Rispetto al contributo complessivo del 15% il solo utilizzo dell'urea contribuirebbe alle emissioni ammoniacali per quasi il 76% .

Alcune ipotesi per ridurre le emissioni di ammoniaca sono relative al miglioramento dell'efficienza d'uso o alla sostituzione dei fertilizzanti azotati sono le seguenti:

Miglioramento delle tecniche distributive classiche:

- frazionare gli interventi e dove possibile localizzarli in bande o linee;
- interrare il fertilizzante ureico soprattutto se in presenza di suoli a reazione tendente all'alcalina;
- utilizzare macchine distributrici tarate

Maggiore diffusione della fertirrigazione

si prevede la distribuzione dell'urea con l'acqua di irrigazione tramite impianti dedicati; tali tecniche sono in espansione e consentono di ottenere maggiori produzioni unitarie, minore utilizzo di volumi di acqua e minori consumi di fertilizzante.

Utilizzo di prodotti sostitutivi e/o integrativi (concimi a lento effetto)

in grado di rilasciare l'azoto in modo graduale; sarebbe possibile effettuare un solo intervento di fertilizzazione evitando il frazionamento; questi prodotti sono presenti sul mercato da parecchio tempo ma stentano ad affermarsi, oltre che per motivi di costo,

anche per la difficoltà a fare coincidere il rilascio dell'azoto con il periodo di maggiore fabbisogno della pianta, variabile in dipendenza dell'andamento climatico e della coltura considerata.

Sul mercato sono già presenti prodotti dedicati alle diverse colture. Altro problema è che non c'è uniformità di calcolo per stimare la diminuita volatilizzazione dell'ammoniaca. Tra i vari prodotti testati tra i concimi a lento effetto vi sono gli inibitori dell'ureasi tra i quali l'NBTP (n-butil-fosfotriammide), PPD (fenil fosforo diamide) il 3,4 DMPP (3,4 dimetilpirazolo-fosfato) per i quali potrebbero prospettarsi sostanziali capacità di riduzione e perdite di azoto nel suolo ed in atmosfera.

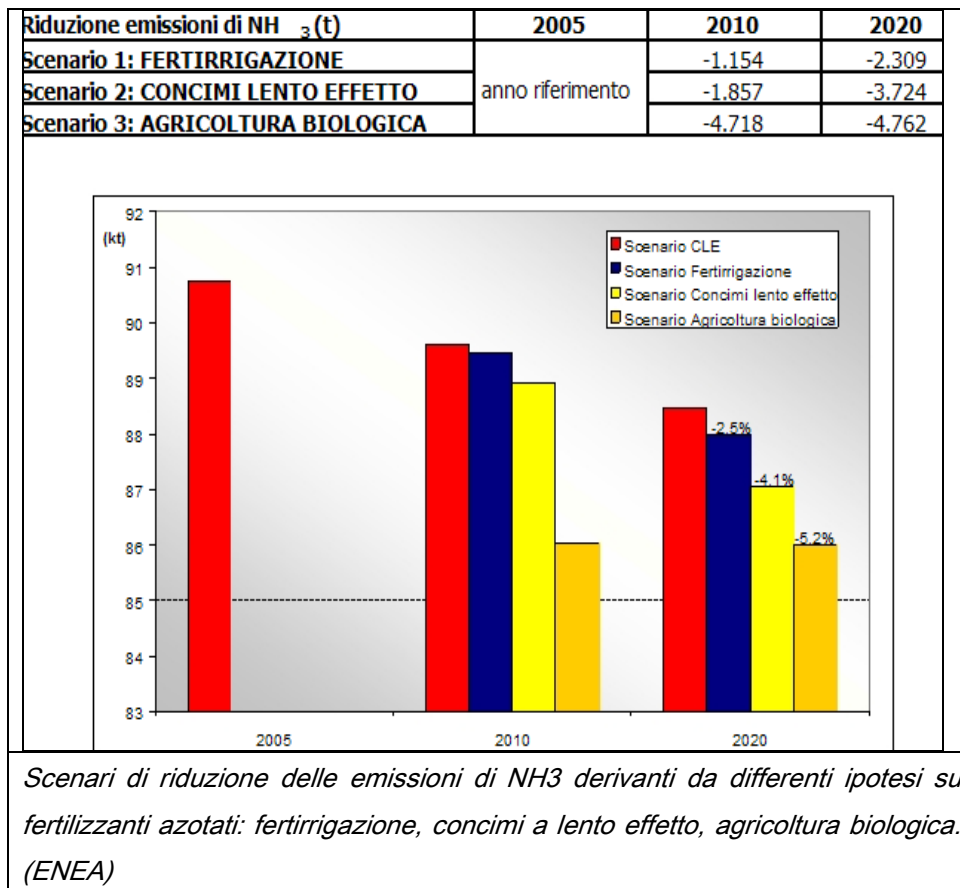
Sostituzione dei fertilizzanti di sintesi con fertilizzanti organici

può essere intesa sia come maggiore diffusione delle aziende che applicano tecniche di gestione biologica sia ipotizzando una parziale surrogazione di aliquote di concimi di sintesi con fertilizzanti organici, quali i derivati dalla separazione solido/liquida "spostando" parte degli eccessi di nutrienti da reflui organici (aree ad elevata pressione di allevamento) ad aziende in aree a bassa pressione di allevamento.

Lo studio condotta da ENEA e sopra citato ha analizzato le seguenti ipotesi

1. **FERTIRRIGAZIONE:** diffusione, per il 2020, nell'80% delle aziende irrigue dotate di sistemi di irrigazione a microportata;
2. **CONCIMI LENTO EFFETTO:** sostituzione 2.5% e 5% dei fertilizzanti azotati tradizionali rispettivamente al 2010 e 2020;
3. **AGRICOLTURA BIOLOGICA:** incremento del 3% delle superfici agricole biologiche ogni 5 anni dal 2005 fino al 2020, con relativa riduzione del consumo di fertilizzanti azotati dell'1%.

Gli scenari di riduzione risultanti sono i seguenti:



Scenari di riduzione delle emissioni di NH₃ derivanti da differenti ipotesi su fertilizzanti azotati: fertirrigazione, concimi lento effetto, agricoltura biologica

Le potenziali emissioni evitate, seppur limitate, non sono trascurabili e che, se sommate ad analoghe quantità provenienti dalla diffusione di altre tecniche innovative di fertilizzazione, potrebbero condurre a riduzioni apprezzabili delle emissioni di ammoniaca. La diffusione di queste tecniche può, pertanto, rappresentare un idoneo mezzo per perseguire, oltre che obiettivi di miglioramento nella gestione e nell'impatto ambientale dei fertilizzanti stessi, anche una riduzione delle emissioni in aria di ammoniaca

POSSIBILI INTERVENTI DI RIDUZIONE DELLE EMISSIONI DI AMMONIACA – COMPARTO AGRO-ZOOTECNICO

La stima effettuata al 2009 indica un contributo del 37% dell'intero comparto zootecnico imputabile ai luoghi ed alle modalità di allevamento dei capi. Interventi diretti sui ricoveri

spesso contemplano significativi esborsi economici e periodi più o meno lunghi di sospensione dell'attività.

Allevamento bovino:

- ricoveri tradizionali in stalle con posta fissa risultano essere meno soggetti ad emissioni ammoniacali rispetto alle poste su lettiera o in cuccette; in generale la presenza di paglia in posta o lettiera genera meno emissioni rispetto ad una gestione senza lettiera ma molto dipende dalla gestione di detta lettiera; presenza di estese aree a paddock peggiorano l'emissività; il range dei valori emissivi varia, in dipendenza delle indagini, da 4,4 a 17,5 kg NH₃/capo/anno;
- Il contenimento delle emissioni è perseguito con opere di miglioramento strutturale orientandosi verso i sistemi di allevamento che limitino vaste aree scoperte, frequenti asportazioni dei liquami prodotti curando che, in caso di pavimentazioni fessurate, le fosse sottostanti siano utilizzate esclusivamente per la veicolazione dei reflui e non per lo stoccaggio.

Allevamento suino

(non è possibile riportare tutti i sistemi proposti e si farà riferimento unicamente ai “*sistemi di riferimento*” quali modalità di allevamento da evitare o, in alcuni casi, vietati o per i quali sono stati definiti tempi di riconversione):

- suini all'ingrasso e scrofe con allevamento su pavimento totalmente fessurato e fossa stoccaggio sottostante: dati di emissione di 3 – 3,7 kg NH₃/posto per anno;
- scrofe in allattamento in gabbie con pavimento totalmente grigliato e fossa sottostante: dati di emissione di 8,7 kg NH₃/posto per anno;
- suini post-svezzamento in box o gabbie su pavimento totalmente fessurato e fossa sottostante: dati emissione di 0,6 kg NH₃/posto per anno;
- nel caso dei suini le tecniche di contenimento delle emissioni per via strutturale dipendono dalla categoria di suini allevati; permane la necessità di evacuazione nel più breve tempo possibile del liquame fresco dai ricoveri di allevamento, evitando pertanto un suo diretto stoccaggio in vasche sottostanti ai reparti (sistema di riferimento); si

dovrà preferibilmente ricorrere a modalità di evacuazione dei liquami con sistemi in depressione (vacuum), con ricircolo dei liquami chiarificati e stabilizzati o con sistemi a raschiatore; queste sono tutte tecniche a diversa efficienza di abbattimento delle emissioni ma migliorative rispetto ai sistemi di riferimento; la scelta del sistema dovrà essere riservata all'allevatore in fase di ristrutturazione o nuovo allevamento.

Si precisa inoltre che, dovendo considerare il fattore economico, non tutti i sistemi aventi inferiori indici di emissione sono annoverati tra le migliori tecniche disponibili.

Allevamento avicolo

(similmente a quanto effettuato per l'allevamento suino si riportano i soli “*sistemi di riferimento*”, a maggiore impatto):

- galline ovaiole in gabbia con sottostante fossa di stoccaggio non ventilata: dati di emissione di 0,22 kg NH₃/posto per anno
- galline ovaiole a terra su lettiera profonda e fessurato su fossa di raccolta della pollina tal quale: dati di emissione di 0,315 kg NH₃/posto per anno;
- nel caso degli avicoli ed in particolare le galline ovaiole in gabbia è fondamentale la rapida rimozione delle deiezioni; sempre più comune è l'utilizzo di nastri trasportatori sui quali si effettua una aerazione della pollina permettendo una rapida diminuzione dell'umidità; per galline ovaiole allevate a terra con i sistemi “aviari” in cui si introducono aree a lettiera per consentire il razzolamento (benessere animale), si ottiene un peggioramento delle emissioni ammoniacali; nel caso degli avicoli allevati a terra per l'ingrasso unico sistema è quello su lettiera garantendo una bassa umidità della lettiera tramite buone pratiche gestionali.

Produzione di Biogas

Una ulteriore pratica da considerare come attività su cui intervenire a livello generale è quella della produzione di biogas. Attualmente questa pratica è incentivata a seguito della riduzione dei gas serra. Di per sé però la digestione anaerobica non risolve il problema dell'ammoniaca in quanto il contenuto di azoto totale del refluo prima e dopo la produzione di biogas rimane inalterato. La rimozione dell'ammoniaca dal refluo/digestato comporta

quindi un ulteriore step tecnologico e conseguente aggravio gestionale al processo di digestione anaerobica del refluo, ma consente di avere un doppio beneficio, sia sulle emissioni di gas serra che della produzione di un fertilizzante a basso contenuto di ammoniaca e quindi ottimale per la lotta al PM10. E' quindi necessario verificare possibilità di premialità aggiuntive rispetto alla sola produzione di biogas che consentano l'introduzione di tecniche per la rimozione dell'ammoniaca dal digestato. Questo evitando che la pratica non diventi un modo anomalo e deviante di gestione delle risorse agronomiche e quindi rimanendo indirizzata esclusivamente alla digestione anaerobica di reflui zootecnici al fine della loro trasformazione sia in azoto molecolare – neutro ai fini degli impatti atmosferici – sia in fertilizzante per il successivo impiego agronomico.

POSSIBILITÀ DI RIDUZIONE DELLE EMISSIONI AMMONIACALI, TEMPI DI RICONVERSIONE ED ASPETTI ECONOMICI

Passate in rassegna le principali tecniche relative al comparto agro-zootecnico, una legittima domanda è quale potrebbe essere la riduzione delle emissioni ammoniacali nei confronti delle diverse tecniche utilizzabili. Difficile la stima in valori assoluti in quanto detta stima dovrebbe essere svolta su dati ed informazioni sufficientemente certi. Ad esempio la sola applicazione su larga scala di tecniche alimentari indirizzate ai comparti dei suini e degli avicoli potrebbe portare ad una diminuzione dell'azoto escreto sino a decine di punti percentuali. La reale diffusione dei sistemi di allevamento non sempre è ben conosciuta e l'applicazione dei diversi coefficienti emissivi definiti per specie e modalità di allevamento può portare a forti incertezze. Stesso dicasi per le modalità di gestione ed applicazione dei reflui. In molti casi questi prodotti non sono visti come una ricchezza (potere di surrogazione tra liquami e fertilizzanti chimici) ma come "*prodotti di scarto*" il cui obiettivo è l'incorporamento nei terreni al minimo costo possibile. E' giustappunto il fattore economico il punto su cui si dovrà fare leva in quanto l'applicazione di sistemi gestionali ed operativi sempre più articolati potrà essere richiesta solo a fronte di una certezza della sostenibilità economica.

E' difficilmente sostenibile imporre modalità di intervento su specifici settori, quale ad esempio i ricoveri zootecnici o i sistemi di trattamento dei liquami, senza prima valutarne l'impatto economico. E' invece certamente possibile richiedere, da subito, il rispetto dei disciplinare di buone tecniche agricole sia di allevamento che di gestione dei reflui spostando gli interventi da quelli strutturali a quelli gestionali. Anche l'utilizzo di sistemi di coperture flessibili o flottanti, l'utilizzo di sistemi distributivi dei reflui a bassa pressione e, soprattutto, la rapida o la contestuale azione di interrimento con ricopertura integrale del liquame sono azioni relativamente accessibili alla maggioranza degli agricoltori che potrebbero però migliorare il quadro emissivo in modo rilevante.

Nell'ottica di un migliore utilizzo dei reflui si potrebbe insistere ulteriormente sulla surrogazione tra i fertilizzanti di origine chimica e l'utilizzo della parte solida derivante dai reflui. Proprio la consistente presenza di sostanza organica e di elementi della fertilità dovrebbe giustificare, anche economicamente, la possibilità di movimentazione verso aree a bassa concentrazione di allevamenti. In tali situazioni è però evidente come, a fronte di sempre più difficili aiuti economici, dovrebbe essere possibile intervenire con il sistema legislativo, prevedendo linee di gestione burocraticamente semplificate.

Materiali particolarmente ricchi di composti ammoniacali quali i digestati da trattamento anaerobico dei reflui, oggi sempre più disponibili, potrebbero utilmente essere utilizzati alla stregua dei fertilizzanti di sintesi tramite interventi distributivi di precisione su colture di pieno campo, potendo sostituire, almeno parzialmente, i concimi tra i quali quelli ureici .

Comprendendo l'intero comparto zootecnico, gli stoccaggi, le tecniche distributive e le possibilità di limitare le perdite ammoniacali dai fertilizzanti ureici si predispone il prospetto di seguito riportato da cui si evidenzia che è ancora rilevante la possibilità di miglioramento del comparto agricolo nei confronti delle emissioni ammoniacali.

Fase	Tecnica	Stima riduzione % delle emissioni rispetto alle "tecniche di riferimento"	Fattibilità
<i>Alimentazione</i>	Alimentazione multifase, aminoacidi limitanti	dal 10 al 20	Buona per suini avicoli ma con reale efficienza difficilmente valutabile; scarsa per bovini
<i>Ricoveri</i>	Riduzione superfici esposte	dal 20 all'80	Limitata Gli interventi strutturali

	Rimozione frequente dei liquami Interventi strutturali		sono realizzabili solo con importanti esborsi economici. Valutazione dei singoli casi per possibili azioni nei settori/reparti più impattanti
<i>Gestione reflui</i>	Coperture stoccaggi (con esclusione dei sistemi di trattamento)	dal 35 al 95	Discreta. Ancora da valutare la reale applicabilità di alcune tecniche
<i>Distribuzione</i>	Interramento o iniezione Distribuzione raso per strisce	dal 30 all'80	Buona Da valutare in dipendenza della coltura
<i>Utilizzo fertilizzanti di sintesi</i>	Additivazione inibitori ureasi diffusione tecniche fertirrigue	dal 10 al 40	Discreta per inibitori ma servono ulteriori studi applicativi Buona per tecniche fertirrigue ma solo su specifiche colture

ASPETTI RELATIVI ALLA DIRETTIVA "NITRATI"

La gestione delle risorse agricole e la fertilizzazione implica anche il rispetto di altre normative. Ad esempio, a livello nazionale non esistono nell'ambito della normativa di recepimento della Direttiva Nitrati (DM 7 aprile 2006) misure specifiche per la riduzione di emissioni di ammoniaca in atmosfera derivanti dagli stoccaggi degli effluenti zootecnici. Dette misure sono state invece introdotte a livello regionale con il Regolamento n. 1 del 28 ottobre 2011 (copertura stoccaggi – Allegato III). Queste sono sinteticamente qui riportate. In ottemperanza alla Direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole (*Direttiva nitrati*) e sulla base di quanto previsto dalla Legge regionale n. 4/07 articolo 8 , è stato emanato con Decreto del Presidente della Giunta Regionale il nuovo Regolamento della Regione Emilia-Romagna, n.1, in materia di utilizzazione agronomica degli effluenti di allevamento e delle acque reflue derivanti da aziende agricole e piccole aziende agro-alimentari, pubblicato sul BURERT n. 161 del 28 ottobre 2011. Tali misure, pur nella loro applicabilità

regionale, appaiono molto interessanti per una gestione complessiva del problema della qualità dell'aria e dello smaltimento dei reflui agricoli e quindi vengono descritti al fine di una loro possibile generalizzazione.

Il Regolamento, completando il percorso iniziato con la Deliberazione di Assemblea Legislativa 96/07, fornisce indicazioni operative per l'utilizzazione agronomica, oltre che degli effluenti d'allevamento, anche dei principali *fertilizzanti azotati*, quali:

- digestato di effluenti d'allevamento da soli o in miscela con biomasse;
- acque reflue provenienti da aziende agricole e piccole aziende agroalimentari;

Le principali misure introdotte dal Regolamento, in vigore dal 1 gennaio 2012 al 31 dicembre 2015, in estrema sintesi, riguardano i seguenti aspetti:

Superfici vietate all'utilizzazione di effluenti di allevamento ed altri fertilizzanti azotati

sono previsti divieti/limitazioni di spandimento in relazione alle condizioni climatiche, alle precipitazioni, alle condizioni del suolo ed alle tipologie di colture. In particolare, sono stabilite delle fasce di rispetto per lo spandimento di liquami e letami per evitare che le acque meteoriche e/o di irrigazione dilavino gli effluenti applicati e quindi scorrano nell'alveo producendo inquinamento. In particolare sono stabilite delle *distanze minime di 100 m dalla delimitazione dell'ambito urbano e 50 m da edifici ad uso abitativo se utilizzati in area agricola*.

Limitazioni all'utilizzazione dei liquami e dei letami per superfici in pendenza

in caso di rischio significativo di perdite di nutrienti da dilavamento e percolazione è vietato lo spandimento di liquami, letami o altri fertilizzanti azotati e sono fissate specifiche condizioni di spandimento per evitare il loro ruscellamento in funzione della pendenza dei terreni.

Periodi di divieto della distribuzione di fertilizzanti

sono previsti specifici periodi di divieto nella stagione autunno-invernale al fine di evitare i rilasci di azoto nelle acque superficiali e sotterranee, in funzione della tipologia di fertilizzante utilizzato, della tipologia di copertura e della zona di spandimento (Zona Vulnerabile ai Nitrati o Zona Ordinaria).

Capacità di stoccaggio e accumulo temporaneo di letami, liquami e materiali ad essi assimilati

la capacità utile complessiva dei contenitori di stoccaggio viene valutata in funzione della consistenza media dell'insediamento e deve essere comunque adeguata alle esigenze di stoccaggio per i periodi di divieto di spandimento. Vengono introdotte nuove norme da applicarsi nella realizzazione di nuovi contenitori di effluenti non palabili.

CRITERI PER L'UTILIZZAZIONE AGRONOMICA

vengono introdotti i Limiti di Massima Applicazione Standard (MAS), definiti come la *dose massima di azoto efficiente ammesso per singola coltura al fine di conseguire la resa mediamente ottenibile nelle condizioni di campo di una determinata area agricola*. Essi sono riportati in un allegato specifico al Regolamento e costituiscono un riferimento univoco per tutte le regioni del bacino padano-veneto. Tali MAS devono essere rispettati al fine di garantire l'equilibrio tra il fabbisogno delle colture e l'apporto di azoto proveniente dalla fertilizzazione, fermo restando che la quantità di effluente zootecnico non deve determinare un apporto di azoto disponibile al campo superiore a 170 kg/ha/anno in Zone vulnerabili ai nitrati e 340 kg/ha/anno in Zone Ordinarie. Vengono inoltre definite le tipologie di aziende tenute ad elaborare il Piano di Utilizzazione Agronomica annuale (imprese che producono e/o utilizzano oltre 3.000 kg/azoto/anno ubicate in zona vulnerabile e oltre 500 UBA in zona non vulnerabile) e ad effettuare la Comunicazione alla Provincia, così come le relative procedure amministrative.

BIBLIOGRAFIA

1. Relazione conclusiva CNEIA, 2006
2. Caratterizzazione chimico-fisica del particolato atmosferico nelle classi dimensionali tra 10 e 0,4 µm; Arpa – ER, Università degli Studi di Bologna
3. Rapporto Finale Progetto NINFA-E – Regione Emilia-Romagna e Arpa Emilia Romagna
4. Francesca Spataro, Antonietta Ianniello, Giulio Esposito, Ivo Allegrini “Sali di ammonio volatili nel particolato atmosferico della città di Pechino”, C.N.R. – Istituto sull’Inquinamento Atmosferico
5. Relazione Progetto PUMI, Arpa – Lombardia e Fondazione Lombardia per l’Ambiente

6. Inventario delle Emissioni in Atmosfera, ISPRA
7. AA.VV., 1995, "Codice di Buona Pratica Agricola per la protezione delle acque dai nitrati", Ed agricole
8. AA.VV , 1995, "Guida alla lettura ed interpretazione del Codice di Buona Pratica Agricola per la protezione delle acque dai nitrati", Edagricole
9. AA.VV., 2001, "Liquami zootecnici – Manuale per l'utilizzazione agronomica",ed. Informatore Agrario
10. Balsari P., Gioelli F., 2002, "Analisi delle emissioni di ammoniaca da concimi tradizionali e contenenti azoto stabilizzato", Informatore Agrario 16, 43-46
11. Balsari P., 2010, "Il problema delle emissioni dalle vasche di stoccaggio liquami" Atti in Giornate dimostrative, Fossano (CN) 21 maggio 2010,
12. Carozzi M. et Alii, 2010, "Emissioni di ammoniaca da suoli agricoli: approccio a diffusione passiva" in Associazione Italiana di AgroMetereologia, 41, 93-94
13. Colonna N. et Alii, 2008, "Ridurre le emissioni di ammoniaca dai fertilizzanti azotati", Ambiente Risorse Saluti, 117, 6-12
14. Condor R.D., 2011, "Agricoltura: emissioni nazionali dal 1990 al 2009", Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA), Rapporto ISPRA 140
15. Condor R.D., Vitullo M., 2010, "Emissioni di gas serra dall'agricoltura, selvicoltura ed altri usi del suolo in Italia, AgriRegioniEuropa, 21
16. Danica R.D. Valli L., 2011, "Emissioni nazionali di ammoniaca e scenari emissivi derivanti dalla fase di spandimento agronomico e all'uso dei fertilizzanti azotati in Italia", ed. C.R.P.A.
17. Moscatelli G., Valli L., Fabbri C., 2008, "Come misurare l'ammoniaca" Informatore Zootecnico, 13, 32-37
18. Navarotto P., Fabbri C., Guarino M., Bonazzi G., 2002, "Pavimenti a prova di ammoniaca", Rivista di suinicoltura, 3, 21-28
19. Provolo G., Riva E., 2008, "La gestione delle deiezioni per avere più azoto in campo", Informatore Agrario, 38, 25-27

20. Rossi N. Rossi W., 1987, "Volatilizzazione di ammoniaca nella concimazione in superficie con azoto ureico o ammoniacale su suolo calcareo", *Agrochimica*, 1-2, 169-177
21. Sartori L., Rota M., 2006, "Come ridurre le perdite di ammoniaca", *Informatore Agrario*, 30, 33-36

EMISSIONI DA CANTIERI DI COSTRUZIONE CIVILI E DI GRANDI INFRASTRUTTURE

Ivo Allegrini, Esperto Ambientale c/o Euromobility, Roma

Francesco Petracchini, Ist. Inquinamento Atmosferico del CNR, Monterotondo Staz.
(Roma)

Premessa

L'elaborazione di un piano di contenimento nazionale dell'inquinamento atmosferico non può prescindere dalla realizzazione di infrastrutture adeguate alla soluzione di problemi relativi alla realizzazione di infrastrutture per il trasporto (sia passeggeri che merci), produzione e distribuzione di energia ed altre opere di interesse regionale e nazionale. La realizzazione di queste opere viene molte volte ad essere ostacolata da entità che, per motivi sociali, ecologici, economici ed anche ideologici, ritengono che tali opere sono superate se non addirittura inutili e perfino dannose allo sviluppo armonico del Paese. Da questo punto di vista, i recenti episodi di contestazione per la costruzione delle linee ad alta velocità (TAV), essenziali alla soluzione del problema del trasporto di merci e passeggeri, è esemplare.

Molto spesso, tra gli elementi negativi che concorrono all'opposizione verso opere di grandi dimensioni, si ritrova il timore per l'emissione di sostanze inquinanti (essenzialmente particolato) nella fase di cantierazione dell'opera. Indubbiamente, la gestione ambientale di un cantiere di questo tipo richiede particolari attenzioni che dovrebbero essere comuni e generalizzati a livello nazionale e che, nell'ambito di regolamentazione certe ed efficaci, consentano lo sviluppo dei cantieri senza problemi per l'ambiente circostante.

Il cantiere edile è una attività complessa, in quanto si compone di una molteplicità di attività, svolte su uno spazio spesso limitato, ma distribuite variamente nel tempo. L'impatto sul territorio si sviluppa in relazione ad alcuni elementi principali quali la tipologia delle lavorazioni, la distribuzione temporale delle lavorazioni e le tecnologie e attrezzature impiegate. Altri elementi significativi nell'impatto del cantiere sul territorio sono la

localizzazione del cantiere, la presenza di recettori sensibili, gli approvvigionamenti, la viabilità e i trasporti.

Il cantiere genera impatto sulla qualità dell'aria soprattutto mediante emissione di polveri che si generano con la movimentazione di materiali (terreno, materiali da costruzione); il sollevamento di polveri per il passaggio di mezzi; il caricamento di silos o contenitori di calce e/o cemento ed, infine, la demolizione di fabbricati. Altre sorgenti di sostanze inquinanti per l'atmosfera sono le emissioni dagli scarichi dei mezzi operativi, o, a volte, la pratica ancora molto diffusa della bruciatura di residui in cantiere.

Poiché queste emissioni possono avvenire in aree ben distinte, ma già afflitte da concentrazioni superiori ai limiti, appare evidente che un loro controllo non soltanto limita l'impatto diretto sui soggetti esposti, ma previene l'aumento di concentrazione di inquinanti su un'area molto più vasta di quella prevedibile per l'impatto. Inoltre, i cantieri costituiscono una notevole sorgente di polvere che gli autoveicoli che condividono gli assi stradali di trasporto, possono risollevarla contribuendo così in modo notevole all'aumento delle concentrazioni di particolato per risollevarla.

Le emissioni di cantiere e la qualità dell'aria

L'attività di costruzione consiste in una sommatoria di differenti operazioni ognuna caratterizzata dalla sua durata e dal suo potenziale di emissione di particolato. L'emissione dal sito di costruzione può essere considerato avere un inizio e variare sostanzialmente attraverso le diverse fasi di costruzione (US EPA 1995).

Per la valutazione degli aspetti ambientali connessi alle attività di cantiere, sono determinanti le attività di analisi preliminare, in particolare le tecniche e i processi produttivi tipici delle lavorazioni unitamente alla conoscenza del contesto operativo e locale, ovvero le indagini sul contesto in cui si svolge il cantiere.

In fase di pianificazione del cantiere, l'analisi ambientale può procedere secondo uno schema consolidato negli studi di impatto, cominciando con l'individuazione di macrofasi operative seguita dalla scomposizione della macrofase stessa in singole attività e l'individuazione, per ciascuna attività, degli aspetti ambientali; aspetti sui quali verrà operata una valutazione della significatività.

La valutazione dell'impatto ambientale necessita di un'ottica estremamente ampia. Infatti non si può scomporre la valutazione d'impatto in ciascun singolo aspetto ambientale e pensare che dalla semplice somma degli impatti ambientali parziali possa essere stimato l'impatto totale. Questo perché gli aspetti ambientali hanno una fortissima interazione tra

loro e l'impatto totale spesso è molto più ampio in ragione di questi processi sinergici. Quindi lo studio d'impatto deve tenere conto dei singoli aspetti e delle loro interazioni per giungere a dichiarare se il cantiere è ambientalmente sostenibile, o se è sostenibile solo con l'attuazione di opere di mitigazione, oppure se non è sostenibile per niente. Una volta stabilito la sostenibilità del cantiere, allora occorre far sì che tutto l'impatto, in particolare sul comparto atmosferico, sia mantenuto ai livelli più bassi possibili, in particolare nelle aree a rischio di superamento dei limiti.

Per una data lavorazione il flusso di massa totale dell'emissione $E_i(t)$ è data dalla somma delle emissioni stimate per ciascuna delle singole fasi/attività in cui la lavorazione è stata schematizzata. Le sorgenti di polveri diffuse individuate si riferiscono essenzialmente ad attività e lavorazioni di materiali inerti quali pietra, ghiaia, sabbia ecc.; i metodi ed i modelli di stima proposti possono essere utilizzati anche per valutazioni emissive di attività simili con trattamento di materiali diversi, all'interno di cicli produttivi non legati all'edilizia ed alle costruzioni in generale. Le operazioni esplicitamente considerate sono le seguenti (in parentesi vengono indicati i riferimenti all'AP-42 dell'US-EPA):

- 1) Frantumazione e macinazione ed agglomerazione del materiale (AP-42)
- 2) Scotico e sbancamento del materiale superficiale (AP-42 13.2.3)
- 3) Formazione e stoccaggio di cumuli (AP-42 13.2.4)
- 4) Erosione del vento dai cumuli (AP-42 13.2.5)
- 5) Transito di mezzi su strade non asfaltate (AP-42 13.2.2)
- 6) Utilizzo di mine ed esplosivi (AP-42 11.9)

Per ognuna di queste operazioni possono essere elaborate stime di fattori di emissione secondo i processi descritti sommariamente nei prossimi paragrafi. L'insieme dei fattori di emissione e delle caratteristiche dispersive dell'atmosfera possono essere utilizzate per stimare il reale contributo di un cantiere sulla qualità dell'aria di una determinata zona. Se l'approccio modellistico consente di valutare a priori il reale impatto del cantiere e la sua estensione territoriale, meno ovvia è la possibilità di valutare l'inquinamento aggiunto da parte di questa fonte di emissione.

Infatti, le emissioni di cantiere, per loro natura, si confondono con il risollevarimento ed anche in questo caso, oltre al risollevarimento delle parte emessa nel comparto atmosferico, determinano anche la deposizione di materiale incoerente che viene comunque ad essere risollevato. Infine, l'ovvia necessità di servirsi di strade non asfaltate,

aumenta l'immissione di particelle ad elevata granulometria che, in condizioni meteorologiche particolari, rende l'area di cantiere e quelle prossime a rischio di pesante inquinamento atmosferico.

Di seguito vengono dati brevi cenni sull'origine del particolato e sui parametri più importanti che intervengono nella formulazione dei parametri di emissione con evidente riferimento ai problemi pratici che intervengono nella gestione ambientale dei cantieri.

Frantumazione

Per il calcolo delle emissioni vengono forniti i relativi fattori per processi senza abbattimento e con abbattimento in base alla dimensione del particolato. Il calcolo del rateo emissivo totale tiene conto dei processi relativi a ciascun passaggio tecnico ed al tempo di lavorazione con indicazione dell'efficienza di rimozione riferita ai sistemi di abbattimento o mitigazioni applicabili, stimata in base ai fattori di emissione proposti dall'US-EPA:

Scotico e sbancamento

L'attività di scotico (rimozione degli strati superficiali del terreno) e sbancamento del materiale superficiale viene effettuata di norma con ruspa o escavatore e, secondo quanto indicato al paragrafo 13.2.3 "Heavy construction operations" dell'AP-42, produce delle emissioni di PTS11 con un rateo di 5.7 kg/km . Per utilizzare questo fattore di emissione occorre quindi stimare ed indicare il percorso della ruspa nella durata dell'attività, esprimendolo in km/h .

Formazione e stoccaggio di cumuli

Un'attività suscettibile di produrre l'emissione di polveri è l'operazione di formazione e stoccaggio del materiale in cumuli. Il modello proposto dall'AP-42 calcola le emissioni in funzione della velocità del vento, della natura del particolato (PM10 oppure PM2,5) e dal contenuto di umidità del cumulo.

Erosione dei cumuli

Le emissioni causate dall'erosione del vento sono dovute all'occorrenza di venti intensi su cumuli soggetti a movimentazione. Nell'AP-42 (paragrafo 13.2.5 "Industrial Wind Erosion") queste emissioni sono trattate tramite la potenzialità di emissione del singolo cumulo in corrispondenza di certe condizioni di vento. La scelta operata nel presente contesto è

quella di presentare l'effettiva emissione dell'unità di area di ciascun cumulo soggetto a movimentazione dovuta alle condizioni anemologiche attese nell'area di interesse. In particolare si fa riferimento alla distribuzione di frequenze dei valori della velocità del vento già utilizzata nel precedente paragrafo. L'espressione che consente il calcolo del fattore di emissione tiene in conto le dimensioni dei cumuli a la loro forma.

Transito di mezzi su strade non asfaltate

Questo è un problema di carattere generale particolarmente acuto in aree da un punto di vista climatico classificate come aride. Il rateo emissivo orario risulta proporzionale a (i) il volume di traffico e (ii) il contenuto di limo (*silt*) del suolo, inteso come particolato di diametro inferiore a $75 \mu m$. Il fattore di emissione lineare dell'ésimo tipo di particolato per ciascun mezzo $EF (kg km)$ è calcolato secondo una formula che tiene conto del peso medio del veicolo, della sua velocità, della distanza percorsa e dalla durata di questo tipo di traffico.

Utilizzo di mine ed esplosivi

Evidentemente questo aspetto non è rilevante per l'inquinamento, specialmente nelle aree urbane.

Interventi di riduzione delle emissioni

La mitigazione della emissione di polveri si attua mediante accorgimenti di carattere logistico e tecnico quali: il contenimento della velocità di transito dei mezzi (max 20 km/h); la pavimentazione delle piste di cantiere; la bagnatura periodica delle piste e dei cumuli di inerti; la protezione dei cumuli di inerti dal vento mediante barriere fisiche (reti antipolvere, newjersey, pannelli) e, infine, l'installazione di filtri sui silos di stoccaggio del cemento e della calce.

La mitigazione della emissione di sostanze inquinanti emesse dai motori endotermici si può ottenere, in via indiretta, mediante un programma di manutenzione del parco macchine che garantisca la perfetta efficienza dei motori e dei dispositivi di filtrazione dell'esausto.

Gli abbattimenti o le mitigazioni considerate comprendono la bagnatura e l'umidificazione del materiale, il convogliamento dell'aria di processo in sistemi di abbattimento delle polveri, quali i filtri a maniche, e la copertura ed inscatolamento delle attività o dei

macchinari. Si sottolinea che l'efficienza della bagnatura con acqua è valutata in relazione al contenuto di umidità del materiale che deve essere compreso tra 0.5% e 3.0%, inteso come rapporto tra massa del contenuto di acqua e massa totale del materiale.

Per ridurre le emissioni dovute a questo tipo di attività, si possono ipotizzare varie azioni mitiganti, oltre a quella già anticipata relativa all'evitare la lavorazione in condizioni di vento elevato. Tra queste il trattamento di superfici tramite bagnature e la copertura o schermatura dei cumuli. La schermatura dei cumuli con adeguate reti frangivento può alleviare l'emissioni dai cumuli in formazione od in rimozione. Eventuali problemi progettuali potrebbero essere egregiamente risolti attraverso l'utilizzazione di modelli fluidodinamici che si prestano molto bene a questo tipo di utilizzazione. D questo punto di vista, le BREF preparate per il settore industriale si rivelano molto utili al contenimento dei fenomeni.

Per quanto invece riguarda i problemi associati al transito su strade non asfaltate, è evidente che le emissioni saranno limitate anche con restrizione del limite di velocità dei mezzi all'interno del sito industriale. Questa misura è consigliata sia all'interno dell'AP-42 che nel BREF (paragrafo 4.4.6.12) relativo alle emissioni da stoccaggi (*Emissions from storage*). Queste tecniche suggeriscono l'installazione di cunette per limitare la velocità dei veicoli sotto un limite di velocità da definire, per esempio 20 km/h.). Risultano anche efficaci il trattamento della superficie attraverso il bagnamento (*wet suppression*) e trattamento chimico (*dust suppressants*). I costi sono moderati, ma richiedono applicazioni periodiche e costanti.

Un altro elemento da tenere in considerazione, come peraltro già accennato, consiste nell'evitare la dispersione di materiale incoerente lungo il cammino dei mezzi di trasporto, specialmente se questi percorsi sono condivisi con l'ordinario traffico veicolare. E' dunque importante evitare la dispersione di fanghi a diversi grado di fluidità oppure polveri residue dall'area di cantiere. Tecniche per evitare questi problemi sono molto bene consolidate e la loro applicazione riguarda non tanto la tecnica "per se", ma il controllo della sua implementazione.

Tutte queste precauzioni e suggerimenti atti ad evitare la dispersione di materiale e la dispersione di polveri risultanti dall'attività di cantiere, trovano applicazione pratica in prescrizioni che vengono date dalle autorità di controllo ai responsabili della gestione dei cantieri. Ad esempio, la Regione Lombardia impone, tra l'altro, i seguenti provvedimenti: Lavaggio delle ruote (e se necessario della carrozzeria) dei mezzi in uscita dal cantiere.

Lavaggio della viabilità ordinaria, ad esempio con moto spazzatrici, nell'intorno dell'uscita dal cantiere naturalmente da valutare in funzione della situazione viabilistica.

Adozione per i mezzi di trasporto di cassoni chiusi (coperti con appositi teli resistenti e impermeabili o comunque dotati di dispositivi di contenimento delle polveri) per i mezzi che movimentano terra o materiale polverulento.

I depositi di materiale sciolto in cumuli caratterizzati da frequente movimentazione, in caso di vento, devono essere protetti da barriere e umidificati, mentre i depositi con scarsa movimentazione devono essere protetti mediante coperture, quali teli e stuoie.

Tenere conto, laddove possibile, della posizione dei recettori sensibili nella definizione del layout degli stoccaggi di materiali polverulenti.

Devono essere utilizzati gruppi elettrogeni e di produzione di calore in grado di assicurare le massime prestazioni energetiche al fine di minimizzare le emissioni in atmosfera. E' necessario impiegare, ove possibile, apparecchi di lavoro a basse emissioni (con motore elettrico).

Lo stoccaggio di cemento, calce e di altri materiali da cantiere allo stato solido polverulento deve essere effettuato in sili e la movimentazione realizzata, ove tecnicamente possibile, mediante sistemi chiusi quali trasporti pneumatici, coclee, sistemi elevatori a tazze, presidiati da opportuni sistemi di abbattimento in grado di garantire valori di emissione inferiori a 10 mg/Nm³, dotati di sistemi di controllo dell'efficienza.

Logistica: pianificazione adeguata delle fasi, degli orari di lavoro e di movimentazione dei materiali, ad esempio individuando i percorsi di accesso all'area di cantiere a minore impatto, riducendo i transiti nelle fasce orarie di picco del traffico ordinario ed evitando il più possibile il transito attraverso i centri abitati residenziali; ottimizzare i viaggi dei mezzi pesanti verso i diversi siti di approvvigionamento e smaltimento prevedendo, per quanto possibile, una minimizzazione dei viaggi di rientro/uscita a vuoto; organizzare adeguatamente le operazioni di carico e scarico dei mezzi all'interno del cantiere, in modo da minimizzare i perditempo.

E' proibita ogni attività di combustione all'aperto (nel caso della Lombardia come disposto al punto 3.c dell'Allegato alla DGR 5291 del 02/08/07), in quanto, come già ampiamente illustrato in altre parti di questi rapporti tecnici, essa non solo genera quantità rilevanti di fumi e quindi di particelle submicroniche, ma potrebbe anche generare sostanze organiche tossiche, quali Diossine e Furani la cui formazione è molto probabile nel caso di combustione di sostanze contenenti cloro ampiamente impiegati nell'edilizia (PVC)

Utilizzare mezzi di cantiere dotati possibilmente di efficaci dispositivi antiparticolato (o in alternativa, nei casi di cantieri di dimensioni rilevanti e in particolare in aree critiche per la qualità dell'aria): utilizzare mezzi di cantiere e veicoli da trasporto conformi alla Direttiva 2004/26/EC (STEP III B) oppure dotati di efficaci dispositivi antiparticolato omologati ai sensi del DM39/2008 (dispositivi che si intendono comunque obbligatori per mezzi a partire dai 37 kW in su).

Finalmente, per quanto riguarda il reale monitoraggio dell'opera in fase di cantierazione, vi è da osservare che sicuramente essa porterà aumenti più o meno significativi delle concentrazioni di polveri nell'area interessata e che tali aumenti potrebbero risultare in una concentrazione che, in qualche circostanza, potrebbe comportare il superamento dei limiti. Come già precisato in altre parti del rapporto del Gruppo di Lavoro, il superamento del limite, qualora limitato nel tempo e nello spazio, non porta necessariamente a situazioni di pericolo per la salute pubblica, bensì solo ad un rischio aggiuntivo che, almeno a priori, deve essere valutato e rapportato all'effettiva esposizione della popolazione. Di conseguenza, quello che diviene necessario per questi casi non è tanto la mera valutazione della concentrazione, ma la frazione di concentrazione direttamente addebitabile all'opera ed il monitoraggio dell'efficacia degli interventi proposti. Poiché questa materia è di gestione strettamente locale, appare evidente che, al fine di evitare contenziosi inutili e dannosi nonché evitare pressioni indebite sulla realizzazione delle grandi opere, diviene necessario sviluppare protocolli di valutazioni adatti ed adattabili al contesto nazionale.

ASPETTI SCIENTIFICI E DI CONOSCENZA DEL PROBLEMA

Cinzia Perrino - C.N.R. - Istituto sull'Inquinamento Atmosferico

Introduzione

La complessità del problema della gestione del particolato atmosferico deriva, come è noto, dalla particolare natura di questo inquinante, composto da un insieme di particelle, solide, liquide o miste, che differiscono tra loro per dimensioni, forma, densità, carica elettrica, igroscopicità, composizione chimica, sorgenti, flussi emissivi ed effetti sulla salute e sull'ecosistema, e che possono interagire tra loro e con l'aria in cui sono sospese, modificandosi nel tempo. Questa complessità ha determinato, negli ultimi vent'anni, un'enorme sforzo conoscitivo, che ha portato, in parte, a chiarire il problema della definizione delle sorgenti del PM ed a quantificare la loro forza, premessa questa indispensabile per poter individuare delle strategie di riduzione.

Nell'analisi del problema, una prima utile distinzione viene generalmente fatta fra PM naturale ed antropogenico, benché, come spesso accade, non tutti gli elementi realmente esistenti in natura si possano definire come totalmente appartenenti all'una o all'altra delle due categorie.

Il PM naturale comprende quello prodotto dall'erosione del suolo, dal disseccamento dello spray marino, degli incendi spontanei e dalle eruzioni vulcaniche. Comprende inoltre un ampio settore, denominato bioaerosol primario, che include le particelle rilasciate in aria dalla biosfera (frammenti di animali, principalmente insetti, frammenti di piante, pollini, spore ed ife fungine, batteri ed elementi vitali di vario tipo).

Nel nostro Paese il contributo delle emissioni vulcaniche e degli incendi boschivi è quantitativamente ridotto e limitato ad alcune aree geografiche (Sicilia orientale, per la presenza dell'Etna) o periodi dell'anno (estate, per l'innescio di incendi spontanei). Rilevanti sono invece i contributi provenienti dal suolo (soprattutto nei periodi estivi e nel Sud Italia, caratterizzati da maggiore aridità), dal mare (in tutte le aree costiere e fino a varie decine di chilometri nell'interno) e dal bioaerosol.

Erosione del suolo

La frazione terrigena del PM, presente prevalentemente nelle particelle di dimensioni

grossolane (2.5 – 10 micrometri), è responsabile di una percentuale dell'ordine del 10-30% del PM₁₀, mentre nel PM_{2.5} il contributo di questa sorgente è dell'ordine del 5-10%. Benché, come tutto il particolato grossolano, il tempo di permanenza in atmosfera, e quindi le distanze percorribili da queste particelle, siano piuttosto ridotti (ore – centinaia di metri), l'ubiquitarietà di questo tipo di sorgente fa sì che il PM crustale sia presente nell'atmosfera di ogni luogo del Paese.

I livelli di concentrazione dovuti al particolato terrigeno di origine locale possono innalzarsi, anche molto sensibilmente, in caso di eventi di trasporto di sabbia dalle aree desertiche del Nord Africa, fenomeno che interessa ovviamente in maggior misura la parte meridionale dell'Italia (Perrino et al., 2009).

Dal punto di vista scientifico, l'individuazione e la caratterizzazione della frazione crustale è ormai abbastanza consolidata, e si affida alla determinazione di alcune specie che provengono prevalentemente da questa sorgente (silicio, alluminio, ferro, calcio, titanio, manganese ed altri); a partire dalla concentrazione di queste specie è possibile determinare, con facili algoritmi, la frazione terrigena del PM (Chan et al., 1997).

Più complessa è la separazione degli eventi locali da quelli dovuti al trasporto da lunga distanza, e la determinazione dell'innalzamento della concentrazione dovuto a questi apporti (Perrino et al., 2010). Per conseguire questo obiettivo sono stati messi a punto diversi metodi che si basano sulla contemporaneità e sull'entità dell'innalzamento della concentrazione in più stazioni di misura, incluse quelle di fondo. Punto debole di questi metodi è la loro scarsa efficienza nel determinare gli eventi di piccola entità, che determinano un apporto di pochi $\mu\text{g}/\text{m}^3$, ma che sono molto frequenti nel periodo primaverile ed estivo. E' inoltre da citare la disponibilità di modelli specifici (es. Dust REgional Atmospheric Model - DREAM) che determinano, con buona approssimazione, la traiettoria seguita in atmosfera dalle polveri desertiche; questi, tuttavia, possono essere molto imprecisi nel determinarne la concentrazione a livello del suolo.

Va inoltre considerato che buona parte della frazione terrigena che viene misurata negli ambienti urbani è dovuta al risollevarsi di particelle già depositate al suolo, causato dal transito dei veicoli. Questo fenomeno costituisce una prima commistione fra sorgenti naturali ed antropogeniche, in quanto la polvere, inizialmente prodotta da un processo naturale, viene re-immessa in atmosfera a seguito di un processo determinato dall'uomo. Le polveri prodotte dal risollevarsi sono particolarmente difficili da identificare, in quanto chimicamente del tutto simili a quelle naturali. Questo aspetto della conoscenza è ancora oggetto di studio e merita ulteriori approfondimenti; sembra

comunque che una strada percorribile sia quella di valutare l'incremento subito, quando ci si sposta da siti di fondo urbano a siti di traffico, dagli elementi terrigeni presenti nella frazione grossolana delle polveri, in covarianza con gli altri traccianti del risollevarimento che provengono soprattutto dall'erosione dei materiali degli impianti frenanti (Canepari et al., 2008).

Questo contributo, come tutti quelli dovuti a particelle di tipo grossolano, diminuisce sensibilmente allontanandosi, anche di poche centinaia di metri, dalla sorgente. Tuttavia, nelle aree urbane a forte densità di traffico, il risollevarimento è pressoché ubiquitario e può essere responsabile anche di oltre la metà della concentrazione della frazione grossolana del PM.

Spray marino

Il contributo delle polveri generate dallo spray marino, presenti prevalentemente nella frazione grossolana del PM, è molto variabile a seconda della distanza del sito di osservazione dalla linea di costa. Gli elementi tipici dell'aerosol marino, cloro, sodio, magnesio e altri componenti minori, si osservano in notevole quantità nel PM delle aree costiere, mentre nelle aree più interne questo contributo può divenire rilevante solo quando il vento spira dal mare con notevole intensità. Poiché in questi casi (episodi di avvezione) si osserva in genere una buona qualità dell'aria ed una bassa concentrazione di PM, l'incremento di pochi $\mu\text{g}/\text{m}^3$ di polvere dovuto allo spray marino non comporta conseguenze rilevanti. Nelle grandi aree urbane situate sulla costa, invece, l'incremento della concentrazione dovuto alla sorgente marina può contribuire al raggiungimento di concentrazioni che eccedono i limiti di legge.

Nelle aree costiere l'impatto dell'aerosol marino può essere facilmente valutato sulla base delle specie principali che lo compongono (Na, Cl). Poiché però, nel corso della permanenza di NaCl in atmosfera, può avvenire la reazione di sostituzione con acido nitrico che porta alla formazione di nitrato di sodio ed al rilascio di acido cloridrico, soprattutto nel caso di masse d'aria invecchiate è opportuno affidarsi ad un diverso tracciante che rivesta carattere di maggiore stabilità; un tracciante con queste caratteristiche è stato identificato nella frazione idrosolubile del magnesio (Perrino et al., 2007).

Bioaerosol

Il bioaerosol costituisce la frazione forse meno nota del PM, ed i lavori scientifici

finalizzati a determinarne l'impatto quantitativo sono ancora in una fase iniziale. La speciazione chimica del PM, infatti, ha raggiunto ottimi livelli di completezza per quanto riguarda le specie inorganiche (tutti gli elementi ed i composti ionici inorganici sono determinabili con facilità mediante diverse tecniche analitiche, fino a livelli di concentrazione tipici anche delle atmosfere rurali e remote), mentre per le specie organiche esistono amplissime aree inesplorate.

I metodi che puntano alla chiusura del bilancio di massa (ovvero alla coincidenza fra la concentrazione di massa della polvere determinata per via gravimetrica e la somma delle determinazioni analitiche delle singole specie che costituiscono il PM), considerano infatti singolarmente tutte le specie ioniche, gli elementi ed il carbonio elementare, ma valutano solo nel suo complesso il materiale organico (in genere, determinato mediante tecniche termo-ottiche). Quando si tenta di determinare singolarmente le singole specie chimiche presenti nel materiale organico si ottiene al massimo un 15 – 20% della massa organica totale. Poiché questa costituisce, a sua volta, una frazione molto importante del PM (30-50%), ne consegue che esiste una notevole frazione del PM che non è possibile speciare, e di cui non è possibile individuare le sorgenti. Di questa frazione incognita una percentuale, attualmente non nota, è costituita dal bioaerosol primario.

Gli studi esistenti sulla determinazione del bioaerosol primario sono basati sulla microscopia elettronica o sull'utilizzo di traccianti di specifiche classi di organismi (es: ergosterolo per la biomassa fungina, acido dipicolinico per batteri). In entrambi i casi le difficoltà principali, non ancora superate ed oggetto di future ricerche, risiedono nell'ottenimento di un risultato affidabile dal punto di vista quantitativo.

Altre sorgenti di specie organiche

Fra le sorgenti legate alla biosfera, di primaria importanza è quella legata alla produzione di aerosol organico secondario (SOA) a partire dalla trasformazione dei BVOC (composti organici volatili di derivazione biogenica). Il SOA è formato in atmosfera dall'ossidazione di composti organici volatili e semivolatili da parte di ozono, radicali idrossile e radicali nitrato. I BVOC costituiscono circa due terzi del totale dei composti organici volatili emessi in atmosfera; la porzione restante è di derivazione antropogenica (traffico, solventi). La principale via di formazione dei SOA consiste nell'ossidazione fotochimica degli isoprenoidi in presenza di ossidi di azoto, e raggiunge il massimo dell'efficienza quando il rapporto [BVOC]/[NO_x] è compreso tra 4 e 15. Fra gli isoprenoidi, i maggiori produttori di SOA sono i monoterpeni e i sesquiterpeni, mentre l'isoprene (che fra

i BVOC costituisce la singola specie presente a concentrazione più alta) è più che altro coinvolto nella formazione di ozono. Stime effettuate su scala globale indicano che i monoterpeni, da soli, possono costituire fino al 50% dei SOA troposferici.

L'aerosol organico secondario è di difficile attribuzione al PM naturale o antropogenico, in quanto la trasformazione dei BVOC, di origine naturale, in SOA è operata da specie di prevalente origine antropogenica.

La valutazione dei SOA può essere efficacemente eseguita mediante tecniche di spettroscopia NMR, in grado di raggruppare le varie specie presenti a seconda dei gruppi organici funzionali presenti nelle molecole (carbonili, ammine, idrossili, ecc.); questa tecnica, tuttavia, non è in grado di identificare le singole specie e lascia comunque una frazione non risolta, dell'ordine del 10-30%. (Tagliavini et al., 2006). Un miglioramento nella percentuale di massa identificata come appartenente alle varie categorie funzionali si ottiene mediante l'utilizzo dell'Aerosol Mass Spectrometer, tecnica che lavora in continuo. Tuttavia, anche in questo caso, non è possibile effettuare l'identificazione delle singole specie organiche, e quindi il lavoro di attribuzione delle sorgenti rimane molto complesso.

La determinazione dei SOA offre quindi ancora ampie zone di indagine scientifica, che vanno dallo studio dell'emissione dei monoterpeni da parte delle diverse specie di piante presenti sul nostro territorio, all'individuazione di tecniche per la determinazione delle frazioni ancora incognite, alla valutazione del ruolo benefico che le piante svolgono, soprattutto in un ambito urbano, nella rimozione del PM. Uno dei punti di arrivo di questo lavoro potrebbe essere la scelta, per il verde urbano, di specie arboree che hanno ridotte emissioni di BVOC ed elevata capacità di adsorbimento e rimozione del PM.

Altre specie organiche, di tipo primario (POA), vengono prodotte dai processi di combustione. Questi comprendono gli incendi controllati finalizzati alle pratiche agricole e la combustione di materiali fossili per la produzione di energia. Fra questi, sempre maggiore rilevanza sta assumendo la combustione di biomasse in impianti per la produzione di energia e in micro-impianti per uso di riscaldamento domestico e di cottura dei cibi. Tuttavia, mentre la combustione di biomasse in impianti di medi grandezza, di sempre maggiore diffusione sul nostro territorio, è sottoposta ai controlli all'emissione tipici degli impianti industriali, i piccoli impianti per uso domestico costituiscono una realtà in preoccupante aumento, che genera emissioni assolutamente non controllate, di modesta entità ma in numero molto elevato.

In particolare, nelle valli alpine e nei piccoli paesi, dove non sembrerebbe plausibile dover avere a che fare con problemi di inquinamento atmosferico, durante i mesi invernali

questa sorgente può arrivare a costituire oltre due terzi della massa totale del PM₁₀. Nelle aree fredde del Paese ed in quelle dove frequentemente si verificano stabilità atmosferiche (Nord Italia, Pianura Padana) questo problema può diventare di primaria importanza. Inoltre va considerato che le specie emesse dalla combustione domestica possono contenere specie tossiche e cancerogene, come, ad esempio, gli IPA.

Dal punto scientifico la valutazione della combustione di legno può essere effettuata determinando la concentrazione del levoglucosano, tracciante specifico di questa emissione (Simoneit et al., 1998). Come per tutti i traccianti, il punto debole di questo procedimento è la determinazione del fattore di conversione che lega la concentrazione della specie tracciante alla concentrazione del PM proveniente dalla sorgente che si vuole valutare. A questo proposito, sono in corso studi volti a stabilire la percentuale di levoglucosano nei tipi di legna comunemente usati per la combustione domestica nel nostro Paese. E' inoltre sicuramente necessario, se si vuole continuare ad incentivare l'uso di questa fonte energetica, sviluppare e mettere a punto efficaci sistemi di controllo e riduzione delle emissioni provenienti da questi micro-impianti.

Traffico autoveicolare

Il traffico degli autoveicoli è responsabile dell'emissione di due categorie di inquinanti: quelli dovuti alla combustione (carbonio elementare, specie organiche) e quelli dovuti all'abrasione dell'impianto frenante dei veicoli, dell'asfalto e degli pneumatici. I contributi combustivi sono emessi nella frazione fine del PM e possono quindi raggiungere distanze anche notevoli dal punto di emissione (decine/centinaia di chilometri), mentre i contributi dovuti ad abrasione sono nella frazione grossolana e quindi la loro incidenza sulla concentrazione di massa del PM₁₀ decresce molto rapidamente all'aumentare della distanza dalla sorgente (Canepari et al., 2009; Canepari et al., 2010).

I contributi combustivi possono essere tracciati mediante l'analisi del carbonio elementare; poiché questa emissione non presenta importanti variazioni intergiornaliere, in quanto segue l'intensità del traffico veicolare, le variazioni della concentrazione di questo contributo dipendono prevalentemente dalle capacità dispersive dell'atmosfera.

L'identificazione dei contributi veicolari non combustivi richiede invece l'analisi elementare delle polveri, poiché alcune componenti sono particolarmente ricche in elementi traccianti (es.: Sb, Cu, Mn, Fe). In particolare, è necessario utilizzare metodi di frazionamento chimico in grado di distinguere una frazione estratta in soluzione acquosa ed una residua, poiché, a differenza di quanto avviene per le sorgenti combustive, gli

elementi presenti nei contributi non combustivi sono presenti in forma prevalentemente insolubile in acqua (Canepari et al., 2009).

Industria

Il contributo delle emissioni industriali alla concentrazione di massa del PM è in genere abbastanza ridotto, in quanto le emissioni di questi impianti sono controllate alla fonte ed in genere vengono disperse ad altezze elevate, ricadendo quindi su aree molto ampie. A seconda del tipo di impianto, possono però riscontrarsi emissioni di specie tossiche o nocive, sia organiche (PCDD/PCDF, PCB, IPA) che inorganiche (elementi).

Il campionamento del PM alle emissioni, tuttavia, presenta molti problemi tecnici che sono stati superati solo in parte e che necessitano di ulteriori studi. In particolare, non risulta ancora disponibile un metodo per il campionamento in emissione delle nanoparticelle, particelle emesse dai processi combustivi, di dimensioni comparabili a grandi complessi di proteine, che costituiscono motivo di grande preoccupazione per la loro capacità di penetrare in profondità nell'albero respiratorio e di passare nel circolo sanguigno. Per la determinazione delle nanoparticelle in aria ambiente vengono generalmente utilizzati metodi ottici; è da tenere però presente che le nanoparticelle sono molto spesso presenti in forma di aggregati, aventi un diametro molto maggiore di quello delle singole unità. Lo studio dell'aggregazione e disaggregazione delle nanoparticelle, sia in ambiente che durante il campionamento e l'analisi, costituisce una delle sfide della ricerca nel prossimo decennio (Canepari et al., 2010).

Formazione di aerosol inorganico secondario

Le reazioni in atmosfera che portano alla formazione di specie inorganiche secondarie costituiscono una sorgente di polveri quantitativamente molto rilevante (20 – 40% del PM₁₀). Per la loro peculiare via di formazione, queste specie (cloruro, nitrato e solfato di ammonio) sono presenti esclusivamente nella frazione fine del PM, e possono raggiungere aree anche molto lontane dal punto di formazione, continuando a generarsi durante il processo di invecchiamento delle masse d'aria. Il contributo del particolato secondario può essere quindi molto alto anche nelle zone rurali e di fondo, dove i processi di trasformazione chimica dei precursori gassosi diventano più rilevanti rispetto ai processi emissivi, che predominano invece su scala locale. Zone critiche per la produzione di sali di ammonio sono quelle ad elevata concentrazione di ammoniaca, il precursore fondamentale per la produzione dei sali di ammonio secondari (aree dedicate alla

produzione agricola e all'allevamento del bestiame).

La determinazione analitica degli inquinanti inorganici secondari non presenta particolari problemi; risulta invece alquanto complessa, per queste specie, la fase di campionamento, a causa di artefatti dovuti al rilascio di nitrato e cloruro di ammonio, il cui meccanismo non è stato ancora completamente compreso (Vecchi et al., 2009).

Nel determinare la concentrazione di tutte le componenti del materiale particellare, ed in special modo di quelle di formazione secondaria, che risentono in maniera accentuata dell'invecchiamento delle masse d'aria, un ruolo primario è giocato dal rimescolamento atmosferico, che determina il grado di accumulo nello strato dell'atmosfera più vicino al suolo delle specie inquinanti emesse o formate (Perrino et al., 2008). Il rimescolamento atmosferico, insieme con l'intensità delle emissioni, determina, in buona sostanza, il grado di criticità delle diverse zone del Paese nei confronti dei fenomeni di inquinamento dell'aria. La Pianura Padana, dove emissioni importanti di tipo sia industriale che urbano ed agricolo si uniscono ad una situazione meteo climatica sfavorevole, caratterizzata da intense, frequenti e prolungate stabilità soprattutto durante il periodo invernale, diviene così una delle zone più sfavorite, dove il raggiungimento dei limiti di legge appare più difficile e dove i provvedimenti di riduzione trovano più difficile risultato. In questo ambito, le finalità della ricerca consistono nello sviluppo di metodi di facile utilizzo per la quantificazione del grado di rimescolamento degli strati atmosferici immediatamente vicini al suolo.

Bibliografia

- Canepari, S., Perrino, C., Olivieri, F., Astolfi M. L., 2008. Characterisation of the traffic sources of PM through size-segregated sampling, sequential leaching and ICP analysis. *Atmospheric Environment* 42, 8161-8175.
- Canepari, S., Pietrodangelo, A., Perrino, C., Astolfi, M. L., Marzo, M. L., 2009. Enhancement of source traceability of atmospheric PM by elemental chemical fractionation. *Atmospheric Environment* 43, 4754-4765.
- Canepari, S., Marconi, E., Astolfi, M. L., Perrino, C., 2010. Relevance of Sb(III), Sb(V) and Sb-containing nano-particles in urban atmospheric particulate matter. *Analytical and Bioanalytical Chemistry* 397- 6, 2533-2542.
- Chan, Y.C., Simpson, R.W., McTainsh, G.H. and Vowles, P.D., 1997. Characterisation of chemical species in PM_{2.5} and PM₁₀ aerosols in Brisbane, Australia. *Atmospheric Environment* 31, 3773-3785.

- Perrino, C., Canepari, S., Cardarelli, E., Catrambone, M., Sargolini, T., 2007. Inorganic constituents of urban air pollution in the Lazio region (Central Italy). *Environmental Monitoring and Assessment* 128, 133-151.
- Perrino, C., Catrambone, M., Pietrodangelo, A., 2008. Influence of atmospheric stability on the mass concentration and chemical composition of atmospheric particles: a case study in Rome, Italy. *Environment International* 34, 621-628.
- Perrino, C., Canepari, S., Catrambone, M., Dalla Torre, S., Rantica, E., Sargolini, T., 2009. Influence of natural events on the concentration and composition of atmospheric particulate matter. *Atmospheric Environment* 43, 4766–4779.
- Perrino, C., Canepari, S., Pappalardo, S., Marconi, E., 2010. Time-resolved measurements of water-soluble ions and elements in atmospheric particulate matter for the characterization of local and long-range transport events. *Chemosphere* 80, 1291-1300.
- Simoneit, B. R. T., Schauer, J. J., Nolte, C. G., Oros, D. R., Elias, V. O., Fraser, M. P., Rogge, W. F., and Cass, G. R. 1998. Levoglucosan, a tracer for cellulose in biomass burning and atmospheric particles. *Atmospheric Environment* 33, 173–182.
- Tagliavini, E., Moretti, F., Decesari, S., Facchini, M. C., Fuzzi, S., & Maenhaut, W., 2006. Functional group analysis by H NMR/chemical derivatization for the characterization of organic aerosol from the SMOCC field campaign. *Atmospheric Chemistry and Physics* 6(5), 1003-1019.
- Vecchi, R., Valli, G., Fermo, P., D'Alessandro, A., Piazzalunga, A., Bernardoni, V., 2009. Organic and inorganic sampling artefacts assessment. *Atmospheric Environment* 43, 1713-1720.

STATO DELL'ARTE DEGLI STRUMENTI PREDITTIVI E MODELLISTICI UTILIZZATI IN ITALIA

Gabriele Zanini, ENEA Head Technical Unit Models, Methods and Technologies for the Environmental Assessment (UTVALAMB), Bologna.

Se le reti di misura sono elemento fondamentale per la misura delle concentrazioni degli inquinanti in atmosfera, i modelli di trasporto chimico, ovvero i modelli che simulano la dispersione degli inquinanti ma anche le reazioni chimiche che li coinvolgono nel loro viaggio in atmosfera, sono strumenti indispensabili per comprendere le relazioni non lineari che intercorrono fra emissione di inquinanti primari (direttamente emessi dalle sorgenti) e le concentrazioni misurate.

In particolare i Modelli di Valutazione Integrata sono ormai ampiamente diffusi e consolidati in ambito internazionale, come dimostrano le applicazioni impiegate sia nelle sedi UNECE (Nazioni Unite – Commissione Economica per l'Europa) per la realizzazione di trattati internazionali per la riduzione delle emissioni di inquinanti atmosferici transfrontalieri, sia nelle sedi dell'Unione Europea per la predisposizione di direttive sulle emissioni di inquinanti atmosferici e la qualità dell'aria.

La IAM (Modellistica per la Valutazione Integrata – *Integrated Assessment Modelling*), è stata utilizzata sia per la revisione del protocollo di Göteborg della Convenzione UNECE sull'Inquinamento Atmosferico Transfrontaliero di Lungo Raggio (CLRTAP) concernente l'abbattimento dell'acidificazione, dell'eutrofizzazione e dell'ozono al livello del suolo, sia per la predisposizione della strategia tematica sull'inquinamento atmosferico che la Commissione Europea ha sviluppato nell'ambito del Programma CAFE.

Con tali modelli si elaborano scenari alternativi di riduzione delle emissioni al minor costo possibile, su di un arco temporale di lungo termine per gli inquinanti normati.

Una parte rilevante delle attività a supporto del Ministero dell'Ambiente della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM) per rispondere alla Procedura di infrazione 2008/2194 e richiesta di deroga per l'entrata in vigore dei valori limite di qualità dell'aria per il PM10 e per la preparazione della successiva memoria di difesa verso il ricorso della CE alla Corte di Giustizia contro l'Italia per la violazione della Direttiva 99/30/CE, si sono basate sull'utilizzo del sistema modellistico nazionale della qualità dell'aria (MINNI). Fra l'altro, tutti i risultati delle analisi e delle elaborazioni sono stati condivisi nell'ambito del Tavolo Tecnico con le Regioni sulla Qualità dell'Aria (ora Coordinamento secondo il DM155), istituito presso il MATTM.

L'ENEA (Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile) ha infatti sviluppato fin dal 2002, il *Modello Integrato Nazionale a supporto della Negoziazione Internazionale sui temi dell'inquinamento atmosferico* (MINNI) come sistema integrato di supporto alle attività istituzionali del Ministero.

MINNI è una complessa suite modellistica comprendente un sistema modellistico atmosferico, AMS, e il modello GAINS_Italia, versione nazionale del GAINS_Europe sviluppato dall'International Institute for Applied Systems Analysis.

Il sistema AMS, che ha una risoluzione spaziale su tutto il Paese di 4kmx4km e temporale di un'ora, è composto da:

- RAMS (Regional Atmospheric Modeling System), modello meteorologico prognostico non-idrostatico sviluppato originariamente dall'Università del Colorado (Cotton et al., 2003), innestando due griglie a diversa risoluzione.

Come input al modello RAMS sono stati utilizzati come condizioni al contorno e dati sinottici e di superficie i campi e le osservazioni sinottiche forniti dal *Centro Europeo per Previsioni Meteo a Medio Termine (ECMWF - European Centre For Medium-Range Weather Forecast)*. La tecnica di nudging è stata utilizzata per assimilare l'analisi dei dati durante l'intera simulazione del modello.

Si ottengono in tal modo campi meteorologici vettoriali e scalari orari (vento, temperatura, copertura nuvolosa, umidità, precipitazioni, radiazione totale e netta) che descrivono le condizioni meteorologiche nell'area italiana.

Questi dati costituiscono uno degli input al modello di dispersione e trasformazione chimica, l'altro input essenziale essendo le emissioni.

- *FARM* . *Flexible Atmospheric Regional Model*), (ARIANET, 2004) un modello euleriano tridimensionale a chimica multifase, derivato dal modello STEM (Carmichael *et al.*, 1998), che consente la trattazione del particolato atmosferico e l'incorporazione di diversi schemi chimici. In particolare, gli inquinanti acidi sono trattati seguendo lo schema chimico descritto da Hov *et al.* (1988), mentre le reazioni fotochimiche sono descritte per mezzo dello schema chimico SAPRC.90 (Carter, 1990). Per il particolato è impiegato il modello Model3/CMAQ Aero3 module dell'EPA con approccio modale (Binkowski, 1999), che fornisce l'evoluzione del particolato sia dal punto di vista granulometrico che chimico e descrive anche la trasformazione gas-particella, uno degli aspetti più interessanti per la comprensione dei fenomeni che coinvolgono il particolato secondario e ultrafine. Sul bordo del dominio tridimensionale sono state imposte le condizioni al contorno calcolate dal modello continentale euleriano EMEP.

Sono stati raccolti dati misurati di concentrazione e deposizione per consentire una validazione quantitativa delle prestazioni del modello; i dati relativi al territorio nazionale sono stati ricavati dalla banca dati nazionale BRACE (APAT, 2003), mentre la rete ConEcoFor ha fornito le misure di deposizione settimanale. Le stazioni non appartenenti al territorio nazionale sono state scelte fra la rete EMEP (che in Italia comprende Ispra e Montelibretti).

Le attività di verifica delle prestazioni del modello mediante il confronto con le misure da stazioni fisse ed in alcuni casi da campagne sperimentali, sono continue.

RAMS fornisce a FARM l'input meteorologico mentre l'input emissivo su base oraria e su griglia è preparato a partire dagli inventari tramite il pre-processore *Emission Manager* (modulazione temporale, disaggregazione spaziale e speciazione chimica). Tale processore è basato sull'inventario delle emissioni. Con riferimento al territorio nazionale, l'inventario nazionale è su base provinciale e annuale e viene disaggregato a livello delle singole celle di calcolo e mediante analisi opportune che portano ad avere dati di emissione orari sulla griglia di riferimento. Una procedura analoga è stata utilizzata per le emissioni dei paesi confinanti che ricadevano nella griglia di calcolo, utilizzando l'inventario europeo dell'EMEP. Sono state anche considerate le emissioni marittime, allocandole sulla griglia sulla base della posizione dei porti e di dati relativi alle principali rotte di traffico.

GAINS_Italia è un modello di valutazione integrata di impatto e dei costi e consente, a partire da informazioni sulle tecnologie di abbattimento delle emissioni dai diversi settori

produttivi e da informazioni su scenari energetici ed economici, la produzione di scenari emissivi alternativi e/o futuri e di valutarne l'efficacia in termini di riduzione delle concentrazioni e di ulteriori indicatori di impatto ambientale e sanitario.

I due sistemi modellistici sono connessi circolarmente tramite le Matrici di Trasferimento Atmosferico (MTA) e RAIL (RAINS-Atmospheric Inventory Link) in modo che ad un dato scenario emissivo possa corrispondere o una valutazione speditiva degli effetti sulle concentrazioni, via Matrici di Trasferimento Atmosferico, o un run di dettaglio del sistema AMS alimentato in input via RAIL .

Ai fini delle analisi nazionali, la scala di GAINS_Italia è particolarmente idonea perché lo scenario delle emissioni viene costruito per le singole Regioni. L'Istituto Superiore per la Ricerca e la Protezione Ambientale (ISPRA) elabora infatti uno o più scenari energetici nazionali che, successivamente, in collaborazione con ENEA, vengono regionalizzati a partire dai bilanci energetici regionali. Analogo procedimento viene effettuato da ENEA su scenari delle attività produttive per stimare le emissioni di inquinanti atmosferici provenienti da fonti non energetiche (numero di capi allevati, quantità di vernici usate, ecc.).

La produzione di scenari emissivi a cadenza temporale quinquennale richiede, per una maggiore solidità complessiva delle valutazioni, una fase preliminare di armonizzazione delle emissioni stimate dal modello in un anno base (non di scenario) con gli inventari regionali messi a punto autonomamente dalle Regioni con metodo *bottom-up* nel medesimo anno. L'armonizzazione, che tende più possibile a mantenere inalterato il totale nazionale dei dati di attività (consumi, produzioni ecc.), si consegue essenzialmente attraverso una taratura mirata della penetrazione di tecnologie di abbattimento nei diversi settori di attività che viene definita come "strategia di controllo".

Il modello GAINS_Italia (nella precedente versione denominata RAINS_Italia) aveva già prodotto una prima armonizzazione all'anno 2000 a partire dalla quale erano stati proiettati scenari emissivi agli anni 2005-2010-2015 sia del tipo CLE (Current Legislation) sia del tipo QA (Qualità dell'Aria) cioè comprensivi degli abbattimenti prodotti da misure previste nei piani di Qualità dell'Aria del periodo 2000-2005. Una parte di questi abbattimenti viene rappresentata nel modello attraverso una riduzione dei consumi o uno shift tra combustibili (e quindi da un diverso scenario); un'altra parte viene rappresentata da una più efficiente strategia di controllo. Il modello GAINS-Italia ha prodotto scenari emissivi degli inquinanti atmosferici e dei gas serra nei quinquenni successivi al 2005 per tutte le Regioni, comprensivi degli abbattimenti prodotti dalle misure dalle stesse messe in atto prima del

2010. Gli effetti del “pacchetto di misure nazionali” finalizzate al rispetto dei limiti di QA (in particolare del limite per il PM10) sono stati, invece, valutati da ISPRA e sovrapposti in termini emissivi allo scenario 2015 prodotto tramite GAINS-Italia.

Le simulazioni effettuate con il sistema atmosferico di MINNI forniscono alcune indicazioni interessanti sulla composizione del PM, sull'origine e sul contributo settoriale alle concentrazioni.

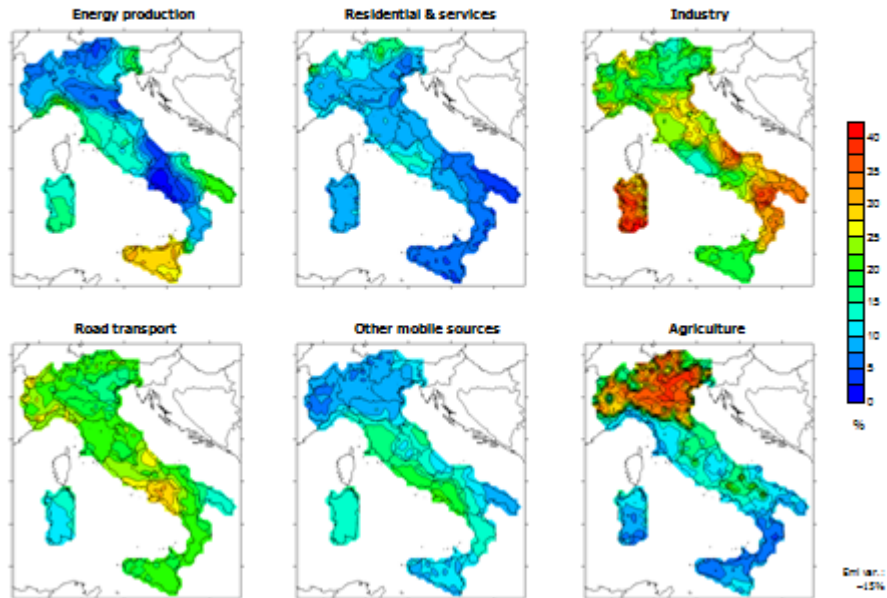
Ad esempio il contributo transfrontaliero, comprendendo le fonti vulcaniche, alla concentrazione media annua di PM10 risulta di qualche percento nella parte più interna della Pianura Padana e aumenta a percentuali significative solo sulla Calabria e sulle isole maggiori, essendo queste esposte ai contributi delle rotte internazionali e alle emissioni dell'Etna (nel caso di Calabria e Sicilia).(1)

Il contributo del trasporto delle polveri sahariane è presente su tutto il Paese con una tendenza a decrescere da sud a nord; è variabile di anno in anno e, seppure non trascurabile, non spiega, da solo, il numero dei superamenti del valore della media giornaliera. E' evidente tuttavia l'importanza che tale contributo debba essere stimato oggettivamente e venga sottratto dal valore misurato.

Posta cento la concentrazione di PM10, il PM secondario è di gran lunga la parte prevalente (anche fino al 70%) soprattutto nelle aree non densamente urbanizzate dove la parte primaria, pur non essendo mai maggioritaria, raggiunge valori più elevati (30-40%).

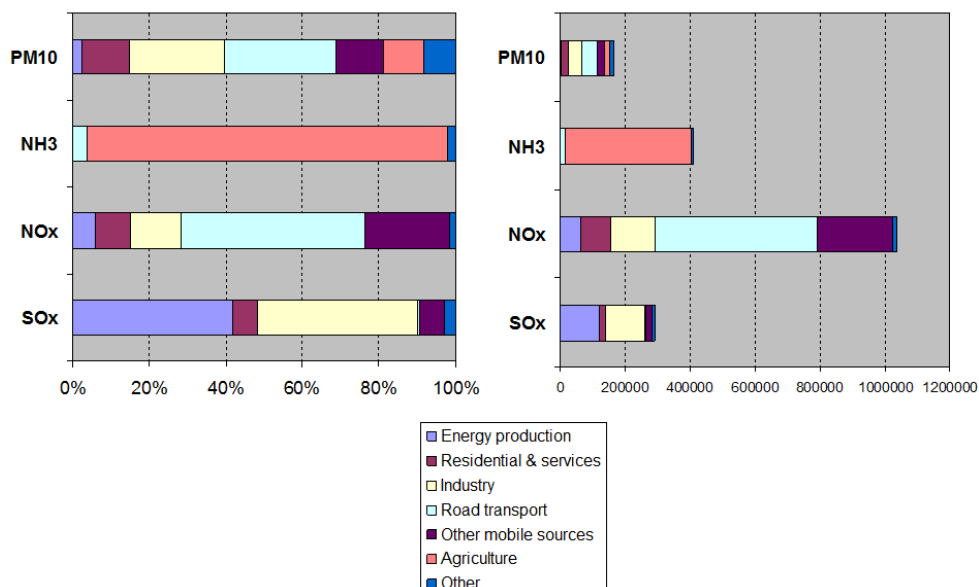
Per quanto riguarda la composizione chimica del PM10, il nitrato e l'ammonio sono due componenti importanti soprattutto in Pianura Padana mentre un contributo significativo dei solfati si registra soprattutto al sud e attorno alla Sicilia.(2)

Con tecniche modellistiche è stato stimato il contributo dei diversi settori emissivi alle concentrazioni di PM10.



Dall'immagine si evince come in alcune aree (Emilia Romagna settentrionale, Lombardia e Veneto) il contributo dal settore agricolo alle concentrazioni sia prossimo al 35% (ultima in basso a destra)..

. All'agricoltura infatti viene associato l'11% delle emissioni di PM10 nazionali e oltre il 90% delle emissioni nazionali di NH3, composto che partecipa ai meccanismi di formazione del particolato secondario. In figura (rielaborazione dall'inventario nazionale

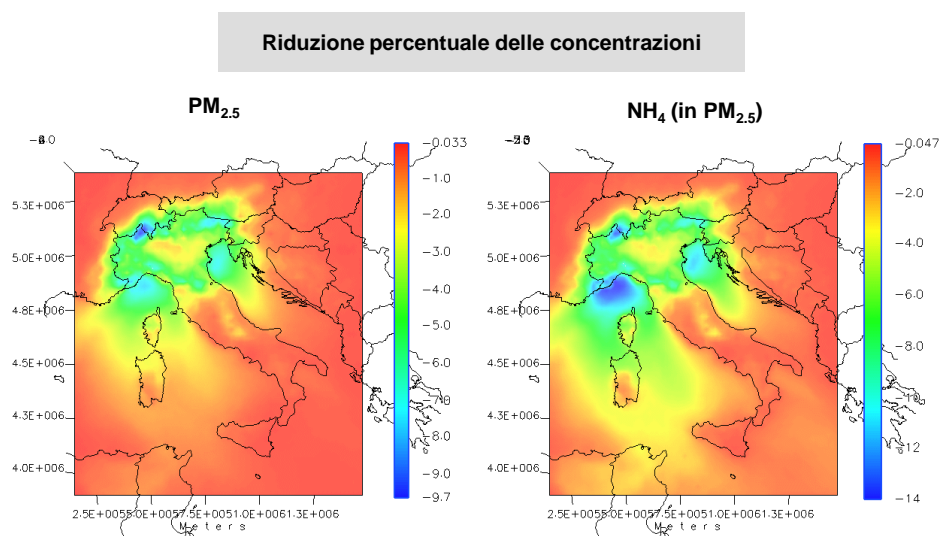


APAT 2005) le emissioni annuali dei diversi inquinanti attribuiti ai diversi settori in percentuale (a sinistra) e in valore assoluto (a destra)

Inoltre, sempre con il modello è stata effettuata la simulazione relativa a un ipotetico scenario che prevedesse la riduzione del 30% delle emissioni di NH₃ nelle regioni del bacino padano.

I risultati confermano la dipendenza, ovviamente non lineare, delle concentrazioni di PM_{2.5} (e quindi di PM₁₀) dalle quantità in gioco di NH₃.

La figura mostra i risultati della simulazione:



Le riduzioni percentuali in termini di concentrazione del PM_{2.5} nella parte centrale della Pianura Padana sarebbero dell'ordine del 3% ma raggiungerebbero anche il 7% nelle zone di bordo del dominio.

Simulazioni effettuate con il modello, supponendo una riduzione del 30% delle emissioni nel settore residenziale, hanno condotto a stimare una riduzione delle concentrazioni di PM₁₀ in Pianura Padana e nel periodo invernale pari ad un massimo di 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ come media nel periodo e fino a 7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ come media giornaliera, con solfati e carbonio elementare fra i principali componenti interessati alla diminuzione.

I piani regionali della qualità dell'aria, se implementati in tutte le componenti, avrebbero dovuto condurre nel 2011 ad una riduzione significativa del PM₁₀ primario, di SO₂, NO_x, NH₃ soprattutto nel bacino padano con riduzioni della concentrazione di PM₁₀ rispetto al

2005 (simulate a parità di meteorologia, il 2005) dal 3% al 6% in Piemonte, Lombardia e Trentino-Alto Adige e con riduzioni inferiori in Emilia Romagna e Venezia. E' stata stimata modellisticamente anche l'efficacia di famiglie di misure sulla riduzione percentuale delle concentrazioni di PM10, dove si evince che le misure di contenimento più efficaci sarebbero il controllo della combustione in stufe e caminetti e la riduzione dell'utilizzo di biomassa nel riscaldamento domestico. Fra le misure tecniche a carico del trasporto sarebbero efficaci quelle che tendono a modernizzare la flotta circolante con particolare attenzione ai veicoli diesel per il trasporto delle merci (pesanti e leggeri). Nel campo energetico, il riscaldamento di interi quartieri con l'utilizzo di energia derivante da rifiuti e biomasse, porterebbe a qualche sensibile riduzione delle concentrazioni di PM10.

Sempre le stime del modello riportano che solo severe misure di contenimento (non inferiori a -20%, -30%) dei precursori PM10 primario, NOx e NH3 su tutta la Pianura Padana, porterebbe al rispetto dei limiti alla concentrazione annuale ed alla riduzione dei superamenti giornalieri, peraltro strettamente legati statisticamente (il valore medio annuale calcolato su base statistica per rispettare anche il limite giornaliero dovrebbe attestarsi a 33-35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

MONITORAGGIO DELL'EFFICACIA DEI PROVVEDIMENTI

Guido Lanzani, Arpa Lombardia, Milano

Ivo Allegrini, Esperto Ambientale c/o Euromobility, Roma

Premessa

I provvedimenti studiati per la riduzione delle emissioni di inquinanti atmosferici dalle sorgenti sono pianificati attraverso la valutazione degli inventari e dei fattori di emissioni per i diversi comparti di beni e servizi. Le informazioni degli inventari consentono innanzitutto di individuare gli ambiti prioritari di intervento. Successivamente, l'impatto dei provvedimenti ipotizzati può essere valutato in via speditiva sulla base degli effetti di riduzione prevista delle emissioni, mediante opportune ipotesi di variazione dei fattori di emissioni (ad es. in relazione ad interventi di innovazione tecnologica) e/o di pressione (ad es. la riduzione del numero di chilometri percorsi complessivamente in un determinato territorio).

Gli inventari costituiscono inoltre la base di informazione necessaria al fine di valutare le concentrazioni aspettate di inquinanti, siano essi di natura primaria che secondaria, attraverso l'utilizzazione di appositi modelli che tengono conto della situazione meteorologica la quale, da ultimo, determina le proprietà dispersive dell'atmosfera. La pianificazione dei provvedimenti comporta anche un'accurata valutazione del loro impatto economico e sociale, specialmente nei casi in cui essi si rivelano molto onerosi per i cittadini e per le amministrazioni coinvolte. Tutto ciò impone quindi non soltanto un'adeguata valutazione preliminare (tecnica ed economica) del problema e delle soluzioni prospettate, ma anche la pianificazione dello sviluppo temporale che i provvedimenti necessitano. Diversi provvedimenti sono caratterizzati da orizzonti temporali di molti anni in conseguenza dei quali si deve anche ravvisare l'opportunità di acquisire un insieme di dati tali da consentire la verifica degli effetti del provvedimento, indipendentemente dalla sua natura, costo e durata, possibilmente in tempi molto più breve di quelli relativi alla durata dell'intero provvedimento..

Gli attuali sistemi di monitoraggio della qualità dell'aria non sono adatti a questo scopo poiché essi valutano l'effetto complessivo dei diversi provvedimenti di limitazione disposti a livello centrale e periferico. Naturalmente, essi forniscono informazioni molto importanti circa l'evoluzione temporale dell'inquinamento, pur senza riuscire ad identificare in tempo utile il contributo dei singoli provvedimenti onde verificare, oltre che nella fase di pianificazione, quali azioni siano più adatte per una soluzione più rapida ed economicamente più sostenibile del problema ambientale in esame. Ad esempio, le polveri PM10 sono un classico esempio di questa esigenza per la quale possono essere, come nel passato, programmati interventi di riduzione delle emissioni che hanno

portato a notevoli miglioramenti della qualità dell'aria nella maggior parte dei siti. Rimane però sempre abbastanza complessa la valutazione "in corso d'opera" dell'efficacia dei singoli provvedimenti. Questo tipo di informazione oltre ad essere molto utile per la revisione e la rimodulazione degli interventi, diviene molto importante per trasferire al pubblico le informazioni sull'argomento che successivamente possono poi trasformarsi in consenso sociale sui provvedimenti.

Elementi di base per il monitoraggio specifico

Al fine di programmare un'efficace azione di monitoraggio dei provvedimenti sarebbe preferibile identificare un parametro fisico o chimico caratteristico di una particolare emissione o gruppo di emissioni che, opportunamente valutato nel tempo e nello spazio, rendesse immediatamente percepibili le conseguenze di qualsiasi provvedimento di limitazione delle emissioni. Purtroppo, la natura sia primaria che secondaria di molti inquinanti (Biossido di Azoto, Particolato sospeso) nonché la diversità del tipo di emissione per singoli inquinanti (ossidi di azoto, VOC, etc.) richiede lo sviluppo di un progetto di monitoraggio articolato nel tempo e nello spazio, e declinato nelle osservabili fisiche e chimiche che, opportunamente trattate, possono essere in grado di dare una risposta coerente al problema (monitoraggio specifico).

Con queste premesse e considerando la complessità del problema, si ritiene che il monitoraggio dei provvedimenti possa essere la conseguenza di una pianificazione appropriata di una rete che comprenda i seguenti elementi di base:

- A) Definizione della modellistica: La modellistica attualmente utilizzata, sia negli elementi di input (fattori ed inventari delle emissioni), che negli elementi di dispersione e trasporto, dovrebbe essere adattata, qualora già non lo sia per alcuni inquinanti, per meglio caratterizzare le variazioni aspettate di un particolare inquinante alla luce di possibili provvedimenti riduttivi. Parte di questa attività è già stata sviluppata, per cui si ritiene che l'ulteriore affinamento di questi strumenti possa rappresentare un importante punto di partenza per il lavoro successivo.
- B) Variabilità spaziale: la maggior parte dei provvedimenti previsti interessano l'intero territorio nazionale ma in misura diversa in funzione dei siti considerati. In altri termini, l'identificazione di particolari siti di monitoraggio caratterizzati da elevati gradienti di concentrazione nel tempo di sviluppo dei provvedimenti stessi, potrebbe mettere in luce le informazioni più importanti circa l'impatto dei provvedimenti programmati e la loro estensione nello spazio. Ad esempio, l'effetto della riduzione dell'inquinamento da trasporto merci su strada potrebbe essere messa in evidenza attraverso adeguati monitoraggi di particolari variabili chimiche e fisiche nei pressi dei grandi assi autostradali.

- C) Parametri chimici e fisici: Come detto in precedenza, vi sono parametri chimici e fisici che sono in grado di identificare univocamente una sorgente od un gruppo di sorgenti di emissioni. Questo è il caso, ad esempio, del Levoglucosano, ormai considerata la specie chimica tracciante della combustione di biomassa legnosa. Fermo restando la necessità di operare il monitoraggio secondo quanto richiesto dalla legislazione vigente, dovrebbe essere possibile identificare le specie od il gruppo di specie caratteristiche di particolari gruppi di emissioni che possono essere in grado di orientare la risposta al problema. Inoltre, potrebbe essere importante monitorare gli effetti dei provvedimenti oltre che sui parametri normati dalla legislazione, su quelli più importanti dal punto di vista sanitario. Una parte importante di questa attività potrebbe essere anche costituito dall'analisi temporale degli andamenti dell'inquinamento. Infatti, nella prassi abituale, le concentrazioni degli inquinanti vengono espressi secondo tempi di risoluzioni richiesti dalla normativa. Molto spesso queste mediazioni, hanno l'effetto di cancellare informazioni che non sono utili per l'applicazione delle Direttive, ma potrebbero essere molto importanti per chiarire il problema di monitorare gli interventi di riduzione. Un tipico esempio viene dato dalla misura del particolato che viene effettuata ogni 24 ore. Appare ovvio che la possibilità di effettuare misure su scale temporali ad alta risoluzione, offrirebbe una maggiore possibilità di valutazione dell'effetto degli interventi. Successivamente, sarà fornito un primo elenco dei parametri chimici o fisici di cui si suggerisce il monitoraggio.
- D) Capacità di elaborazione: Quando si acquisisce un elevato numero di parametri ambientali, il problema diviene quello di gestire appropriatamente i dati affinché da essi sia possibile estrarre le informazioni richieste e ritenute utili per la gestione dei provvedimenti. Poiché l'attività richiede l'integrazione tra i dati di monitoraggio convenzionale, quelli di monitoraggio specifico, dei dati di emissione e dei dati meteorologici, vi è la necessità di istituire un gruppo di lavoro su base nazionale dedicato specificatamente a questa attività. Gli Enti di Ricerca Nazionali, personale di adeguata esperienza operante all'interno delle ARPA, nonché ricercatori di chiara fama sono i soggetti che potrebbero essere incaricati di esaminare meglio le problematiche del monitoraggio mirato e di trovare le soluzioni tecniche più opportune. E' evidente che questa attività comprende ampi margini di sovrapposizione a quella di cui al precedente punto A.

La presentazione degli elementi di base per il monitoraggio specifico di cui sopra, costituisce la premessa per un migliore puntualizzazione dell'attività attraverso le seguenti proposte operative per la finalizzazione del monitoraggio specifico.

A) Costituzione di un Gruppo di elaborazione tecnico-scientifica: come detto in precedenza, questo gruppo dovrebbe estrarre le informazioni utili alla valutazione dei provvedimenti od alla loro

rimodulazione attraverso i dati disponibili di inventario delle emissioni, modellistica, oppure i dati provenienti dalla rete di cui al punto seguente. Il gruppo dovrà anche identificare (e possibilmente risolvere) i gap conoscitivi per una migliore valutazione degli obiettivi

B) Pianificazione di una rete per monitoraggio specifico. La rete dovrà essere strutturata in integrazione con le stazioni già operative per la misura della qualità dell'aria. In una prima fase, si può prevedere che essa sia strutturata nella seguente tipologia di stazioni:

- a) Stazioni di fondo regionale
- b) Stazioni di fondo urbane
- c) Stazioni di traffico autostradale
- d) Stazioni di traffico urbano

C) Identificazione di parametri specifici. I parametri specifici che dovranno essere misurati nelle stazioni di cui sopra si riferiscono a:

- a) Distribuzione granulometrica ad alta risoluzione temporale (per via ottica)
- b) Concentrazione di PM₁₀ e PM_{2,5} su base almeno oraria
- c) Concentrazione di elementi terrigeni (Si, Al, Ca, etc.) ed altri elementi traccianti di sorgenti specifiche sul particolato (in analisi XRF)

- d) Quantificazione del Carbonio Organico ed Elementare (EC ed OC)
- e) Indice di Black Carbon (in particolare ove non sono disponibili i dati di EC/OC).
- f) Ioni solubili in PM₁₀ e PM_{2,5} (in particolare, Solfati, Nitrati, Ammonio)
- g) Misure di BaP ed altri IPA
- h) Misure di levoglucosano
- i) Misura di Ammoniaca
- j) Misura di COV (in particolare, precursori di ozono in stazioni di fondo)

Misura di formaldeide e acetaldeide (in stazioni di fondo)

Conclusioni e raccomandazioni

Sulla base di quanto discusso nei paragrafi di cui sopra, si ribadisce la necessità di un monitoraggio continuo delle azioni di risanamento anche al fine di rafforzarne l'effetto sinergico e di segnalare all'opinione pubblica che gli sforzi delle pubbliche amministrazioni ed anche dei cittadini sono orientati verso una reale soluzione dei problemi posti dall'inquinamento atmosferico attraverso informazioni che nel tempo necessitano di essere chiare e trasparenti. Da questo punto di vista è necessario svolgere un intenso programma preliminare di discussione per l'identificazione dei parametri di riferimento. Per questo motivo si ritiene utile raccomandare l'istituzione di un Gruppo di Lavoro Nazionale ad-hoc costituito da esperti dei principali Enti di Ricerca del Paese, Università,

esperti di ARPA e, eventualmente di altri esperti per i problemi di modellistica, di interpretazione dei dati al fine di pianificare un insieme di metodiche di rilevamento per parametri specifici, ed identificando un adeguato numero di stazioni di fondo e di traffico a livello nazionale e locale con attrezzature e metodiche in grado di identificare inquinanti specifici per gli interventi previsti. Tutto ciò tenendo nel debito conto le strutture di monitoraggio esistenti o pianificate per il prossimo futuro al fine di ottimizzare le risorse strumentali e logistiche. Inoltre, data l'importanza di una migliore conoscenza dei processi di inquinamento per alcuni settori emissivi, progetti mirati in collaborazione con il Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca potrebbero costituire un importante valore aggiunto.

EVIDENZE SANITARIE E PRIORITÀ PER LA RIDUZIONE DELL'INQUINAMENTO DA PARTICOLATO

G. Marsili e M.E. Soggiu – Istituto superiore di Sanità

Introduzione

La comunità scientifica internazionale unanimemente concorda nell'attribuire al materiale particolato sospeso un peso prevalente tra i rischi per la salute di origine ambientale. Questa valutazione, trova un autorevole riconoscimento formale dall'Organizzazione Mondiale della Sanità (WHO) (1) che ha più volte evidenziato come il rischio la salute connesso all'esposizione al PM10 ed al PM2.5 presenti in atmosfera costituisca uno dei principali impatti sanitari di origine ambientale in Europa e nel mondo. La stessa valutazione è condivisa e riproposta per l'Italia dal Rapporto sullo stato sanitario del paese 2009-2010, recentemente edito dal Ministero della Salute (2). Sebbene la consapevolezza della rilevanza dell'impatto sanitario attribuibile al fattore di rischio sia ampiamente diffusa tra ricercatori, amministratori pubblici e popolazione, le iniziative di tutela della salute pubblica in questo settore difficilmente raggiungono un livello di efficacia che consenta il conseguimento di risultati apprezzabili. Mancanza di un approccio integrato per affrontare i problemi della mobilità, imprecisione e confusione delle norme che regolano la realizzazione di interventi ed assenza di misure di controllo efficaci sono, a giudizio del citato rapporto sullo Stato Sanitario del Paese, tra le cause principali che limitano l'efficacia sanitaria dei provvedimenti adottati. L'ampia diffusione del materiale particolato, la sua variabilità spaziale e temporale, la stretta connessione delle sue sorgenti con gli stili di vita di un'ampia fascia della popolazione e con la produzione di beni e servizi, l'incompleta conoscenza delle sue proprietà tossicologiche sono le ragioni intrinseche a cui possono essere ricondotte dette difficoltà di gestione. In un contesto così complesso, un'analisi degli impatti sanitari capace di valutare in termini costo-beneficio l'efficacia delle iniziative adottate costituisce un indispensabile contributo al processo decisionale.

Il particolato è una miscela eterogenea di particelle allo stato solido o liquido, direttamente immesse o che si formano in atmosfera, che include sostanze chimicamente e/o biologicamente diverse ed è originata da una molteplicità di sorgenti fisse e mobili.

Relativamente agli aspetti sanitari, il particolato atmosferico è usualmente trattato come un insieme di particelle distribuite rispetto al loro diametro aerodinamico, secondo una distribuzione bimodale con mode centrate a 10 µm (PM10) e 2.5 µm (PM2.5). Il diametro aerodinamico, sebbene non sia l'unica proprietà delle particelle a cui sono riconducibili effetti avversi sulla salute, è assunto come proprietà di riferimento per la sua stretta correlazione con l'origine delle particelle e con la loro capacità di penetrare nei comparti più profondi dell'apparato respiratorio. Per questo motivo vanno sempre più diffondendosi la conta delle particelle e la rilevazione del PM1 e/o del PM0,1, anche se tali attività sono al momento quasi esclusivamente limitate alla ricerca scientifica.

La caratterizzazione del materiale particellare ai fini della valutazione del rischio ha tra i suoi principali obiettivi l'identificazione delle proprietà tossicologiche del contaminante, intese sia come proprietà dei costituenti della miscela, sia come conoscenza del meccanismo con il quale è esplicita l'azione tossica. Diverse ipotesi, supportate da evidenze significative ma ancora insufficienti a dimostrarne completamente la plausibilità, sono state proposte negli ultimi 20 anni, avvalendosi di esperimenti su animale o *in vitro*, e la loro valutazione è ancora oggetto di attenzione della comunità scientifica internazionale. La loro conoscenza è infatti di straordinaria importanza ai fini della valutazione e della gestione dei rischi per la salute poiché i differenti meccanismi di tossicità esaltano proprietà delle particelle e pericolosità delle loro sorgenti di emissione significativamente diverse. Un'azione tossica della particella esplicita per infiammazione, ad esempio, dipende prevalentemente dal diametro aerodinamico della particella e ne esalta le proprietà fisiche. Al contrario, l'azione cancerogena a carico di uno specifico agente o della formazione di radicali liberi rispettivamente esalta le proprietà tossicologiche dei singoli costituenti della particella oppure l'ampiezza della sua superficie ed il contenuto di metalli che esplicano l'azione catalitica.

Un'ulteriore elemento non trascurabile ai fini dell'incremento dell'incertezza nella caratterizzazione del fattore di rischio è la numerosità e varietà degli organi bersaglio sui quali esso può esercitare la sua azione tossica. Effetti dell'esposizione inalatoria a materiale particellare, descritti per gli apparati respiratorio, cardiocircolatorio e per il Sistema Nervoso Centrale in studi tossicologici su animale, hanno identificato le proprietà delle particelle più rilevanti nell'induzione degli effetti avversi. In particolare, diametro aerodinamico, superficie, numero e composizione chimica (specialmente il contenuto in metalli) sono stati segnalati come i parametri più importanti per la tossicità della particella.

Alcuni di questi studi hanno anche evidenziato che il particolato urbano è più tossico di suoi surrogati costituiti da ossidi di ferro e carbone, ed induce un più alto numero di bronchiti croniche, deficit cardiaci o infiammazioni dei polmoni negli animali da esperimento.

Negli ultimi dieci anni, numerosi studi epidemiologici hanno mostrato un'associazione significativa tra esposizione di breve durata ad inquinamento atmosferico e ricoveri ospedalieri o mortalità per cause respiratorie e cardiache. Un recente studio sugli effetti delle polveri fini e ultrafini nella città di Roma, ha evidenziato sia un effetto immediato (stesso giorno) del PM_{2,5} sui ricoveri per sindrome coronarica acuta (compreso l'infarto del miocardio) e per scompenso cardiaco, sia un effetto ritardato (due giorni) sulle infezioni delle basse vie respiratorie. Esposizioni di lungo periodo a materiale particellare sono state invece associate a significative riduzioni dell'attesa di vita, principalmente riconducibili a mortalità per cause cardiopolmonari o per tumore del polmone; a patologie cronico ostruttive negli adulti ed alla compromissione delle funzioni respiratorie in adulti e bambini.

L'estrema variabilità delle concentrazioni nell'ambiente del particolato atmosferico, delle sue proprietà chimico fisiche e morfologiche, dei suoi organi bersaglio, ecc., sottolineata nelle sintetiche considerazioni svolte, spiegano la difficoltà di perseguire una specifica valutazione dei danni ad esso attribuibili. Essa, infatti, introduce un alto grado di incertezza nell'estrapolazione all'uomo dei risultati degli studi tossicologici ed esalta l'intrinseca difficoltà di caratterizzazione e quantificazione dell'esposizione degli studi di epidemiologia ambientale. In particolare, analizzando realtà complesse quest'ultimi palesano: notevoli incertezze nella stima delle esposizioni; difficoltà a differenziare le popolazioni per appartenenza socio-economica, stili di vita e suscettibilità individuale; limitazioni nel valutare effetti sinergici di altri inquinanti presenti in atmosfera, ecc. In queste condizioni, il contributo più significativo che il presente documento può offrire al processo decisionale inerente l'identificazione e la selezione delle iniziative per la riduzione della concentrazione del PM₁₀ può essere sinteticamente circoscritto alla risposta ai seguenti quesiti:

1. Esiste una concentrazione in aria al di sotto della quale si possono escludere effetti avversi a carico degli esposti?
2. Può essere quantificato il carico sanitario dell'esposizione a PM₁₀?
3. Quale ruolo hanno gli inquinanti gassosi presenti in atmosfera nella genesi degli

effetti sanitari?

4. E' possibile stilare una graduatoria di pericolosità tra le diverse sorgenti di emissione del materiale particolare?

Table 1

WHOair quality guidelines and interim targets for particulate matter: annual mean concentrations^a

	PM ₁₀ (µg/m ³)	PM _{2,5} (µg/m ³)	Basis for the selected level
Interim target-1 (IT-1)	70	35	These levels are associated with about a 15% higher long-term mortality risk relative to the AQG level.
Interim target-2 (IT-2)	50	25	In addition to other health benefits, these levels lower the risk of premature mortality by approximately 6% [2–11%] relative to theIT-1 level.
Interim target-3 (IT-3)	30	15	In addition to other health benefits, these levels reduce the mortality risk by approximately 6% [2-11%] relative to the -IT-2 level.
Air quality guideline (AQG)	20	10	These are the lowest levels at which total, cardiopulmonary and lung cancer mortality have been shown to increase with more than 95% confidence in response to long-term exposure to PM _{2,5}

Tabella 1: concentrazioni obiettivo per esposizione di lunga durata

Caratterizzazione del fattore di rischio

Gli studi epidemiologici non sono ancora in grado di identificare una concentrazione (soglia) al di sotto della quale sia possibile escludere l'insorgenza di effetti avversi per gli esposti. Analizzando popolazioni molto numerose esposte ad un mix di inquinanti è infatti probabile incontrare soggetti particolarmente suscettibili e, conseguentemente, registrare effetti avversi. D'altra parte, l'eterogeneità della composizione chimica del particolato non consente l'identificazione di una soglia avvalendosi di metodi standard quali, ad esempio, i test tossicologici suggeriti per la classificazione di pericolosità di nano-particelle ingegnerizzate (REACH). In considerazione di ciò la WHO, anche tenendo conto delle variabilità interindividuali dell'esposizione e dei suoi effetti, suggerisce di perseguire la più bassa concentrazione possibile nelle condizioni ambientali date, ed indica gli obiettivi intermedi che possono essere raggiunti, correlandoli con la stima degli effetti attesi per esposizioni di lungo (tabella1) e di breve periodo (tabella 2).

Table 2**WHO air quality guidelines and interim targets for particulate matter: 24-hour concentrations^a**

	PM ₁₀ (µg/m ³)	PM _{2,5} (µg/m ³)	Basis for the selected level
Interim target-1 (IT-1)	150	75	Based on published risk coefficients from multi-centre studies and meta-analyses (about 5% increase of short-term mortality over the AQG value).
Interim target-2 (IT-2)	100	50	Based on published risk coefficients from multi-centre studies and meta-analyses (about 2.5% increase of short-term mortality over the AQG value).
Interim target-3 (IT-3)*	75	37.5	Based on published risk coefficients from multi-centre studies and meta-analyses (about 1.2% increase in short-term mortality over the AQG value).
Air quality guideline (AQG)	50	25	Based on relationship between 24-hour and annual PM levels.

Tabella 2. concentrazioni obiettivo per esposizione di breve durata

Lo studio Aphekom (3), uno dei più recenti progetti multicentrici sull'argomento, valutando l'impatto sulla salute dell'inquinamento atmosferico su circa 39 milioni di persone residenti in 25 grandi città europee ha mostrato che la riduzione fino a 10 µg/m³ della concentrazione del PM_{2,5} (Tabella 2) può incrementare di 22 mesi circa l'aspettativa di vita delle persone di età maggiore di 35 anni, ed evitare circa 19.000 decessi per anno, attribuibili per oltre tre quarti a malattie cardiovascolari. Lo stesso studio valuta che all'inquinamento atmosferico siano inoltre attribuibili quote comprese tra il 15 ed il 25% delle bronchiti e delle ospedalizzazioni per episodi asmatici tra i minori di 18 anni; e tra il 25% ed il 35% delle ospedalizzazioni per patologie croniche ostruttive dei polmoni e per infarto del miocardio con esiti non fatali. I benefici economici risultanti dalla conformità ai valori guida della WHO, includendo i risparmi sulle spese sanitarie, le assenze sul lavoro e i costi intangibili quali il benessere, l'aspettativa e la qualità della vita, sarebbero complessivamente stimabili in circa 31,5 miliardi di euro per anno. Un costo sociale ed economico enorme che può giustificare anche il ricorso ad iniziative molto drastiche.

Sebbene gli effetti sinergici del materiale particellare con altri inquinanti gassosi presenti in atmosfera non siano facilmente quantificabili in studi di epidemiologia ambientale, utili indicazioni possono essere ottenute anche da analisi parziali. Nel caso specifico, ad esempio, è stato evidenziato che correggendo per la concentrazione del biossido di azoto i risultati delle indagini epidemiologiche sull'esposizione a materiale particellare, gli effetti attribuibili al PM₁₀ decrescevano significativamente. I risultati di questi studi non

chiariscono però se l'effetto rilevato sia riconducibile alla tossicità del biossido di azoto o se quest'ultimo sia semplicemente un surrogato delle emissioni da traffico veicolare, ovvero un indicatore di una specifica tipologia del materiale particellare. Questo dubbio a tutt'oggi non può ancora essere sciolto. Da un lato, infatti, studi tossicologici su animale che hanno preso in considerazione le combinazioni del PM10 con allergeni o con l'ozono mostrano l'esistenza di effetti sinergici tra questi contaminanti. Dall'altro lato però, associazioni significative tra patologie respiratorie e residenza in prossimità di strade ad alto traffico sono state evidenziate in diversi studi epidemiologici, incluso Aphekom, ed hanno trovato conferma in numerosi studi tossicologici che evidenziano la maggiore capacità infiammatoria delle particelle originate da motori a combustione interna, nonché dalla combustione del carbone, degli oli minerali densi e del legno rispetto alle altre.

Elementi di valutazione del rischio e conclusioni

La qualità dell'aria in Italia al 2010, è controllata da 708 stazioni di monitoraggio, che rilevano i principali contaminanti, 411 delle quali collocate in ambiente urbano, 205 in aree suburbane e 92 in zone rurali. Sebbene il loro numero sia molto elevato, dette stazioni non garantiscono un controllo omogeneo del territorio a causa di una dislocazione geografica fortemente squilibrata che le colloca nel meridione e nel settentrione d'Italia per l'11% ed il 50% rispettivamente. L'analisi dei dati disponibili per gli inquinanti di maggiore interesse segnala una situazione dell'inquinamento atmosferico nel Paese piuttosto stazionaria, confermando la criticità sanitaria delle concentrazioni del PM10, degli ossidi di azoto e dell'ozono già evidenziata negli anni precedenti. Assumendo a riferimento i limiti del D.Lgs. 155/2010, si rileva che nel 2010 soltanto il 52% e l'87% delle 381 stazioni di monitoraggio, che hanno garantito una copertura temporale minima del 75%, rispettavano il limite giornaliero ed annuale. Focalizzando l'attenzione sulle macro Regioni, si osserva che il limite dei 35 superamenti per anno della concentrazione media/giorno di 50 µg/m³, non è rispettato dal 73%, 62%, 45% e 20% delle stazioni di monitoraggio rispettivamente localizzate nell'Italia Nord-Occidentale, Nord-Orientale, Centrale, Meridionale ed Insulare. La distribuzione per tipologia delle stazioni di monitoraggio che registrano i superamenti del limite, fortemente caratterizzata in alcune macroregioni e piuttosto uniformi in altre offre utili suggerimenti sui determinanti della contaminazione. Nel Nord Italia, ad esempio, l'assenza di una collocazione fortemente prevalente sulle altre, soltanto il 42% delle stazioni di monitoraggio è collocato in aree urbane, segnala un inquinamento da PM10

che si presenta come fenomeno di area vasta, fortemente condizionato sia dalle condizioni meteorologiche avverse, che contrastano la dispersione e la diluizione degli inquinanti, sia dalle emissioni nella stessa area vasta del materiale particolato e dei suoi precursori. Al contrario, nel Centro e Sud Italia una distribuzione fortemente sbilanciata verso le aree urbane, in cui è collocato il 77% delle stazioni di monitoraggio che ha registrato i superamenti del limite, segnala come principale determinante della contaminazione il particolato primario emesso proprio in queste aree.

Un aspetto rilevante nella valutazione dei rischi per la salute è l'entità della popolazione esposta al contaminante ambientale. A tal fine è doveroso ricordare che il 70% circa della popolazione italiana vive oggi in centri urbani, ed un quarto di essa risiede in città con più di centomila abitanti. Il fenomeno dell'urbanizzazione, come segnalato da uno specifico rapporto delle Nazioni Unite (4), è in espansione e si può prevedere che nel 2050 oltre l'80% degli italiani vivrà in un'area urbana. In questa prospettiva, le città sono destinate a diventare sempre più un luogo di concentrazione delle attività produttive, della domanda di energia (elettrica, termica, motrice, ecc.) e del crescente bisogno di mobilità della popolazione. Già oggi, infatti, si stima che in Italia circa il 70% delle attività produttive ed il 60% di tutti gli spostamenti giornalieri siano concentrati in aree urbane. Ne consegue che per quanto riguarda la tutela della salute pubblica la qualità dell'aria nelle aree urbane costituisca un determinante ambientale di primaria importanza.

Ferme restando la correlazione diretta tra concentrazione in aria del PM10 ed emissione di materiale particolato e dei suoi precursori, le considerazioni esposte consentono di selezionare alcune iniziative di riduzione dell'inquinamento atmosferico più significative per la mitigazione dei rischi per la salute. Elementi generali che possono orientare la selezione sono da un lato le proprietà chimico fisiche e tossicologiche dei componenti del PM10, e dall'altro il luogo e l'altezza dal suolo in cui il materiale particolato è immesso in atmosfera. Emissioni a livello del suolo in ambiente urbano, ad esempio, sono condizioni che massimizzano l'esposizione umana incrementando sia il numero degli esposti, sia le concentrazioni degli inquinanti a diretto contatto con l'apparato respiratorio. Emissioni di materiale particolato da traffico o dalla combustione di combustibili fossili e legno in impianti domestici, massimizzano anch'esse l'esposizione umana sia per le proprietà chimico-fisiche e tossicologiche dei contaminanti emessi sia per l'altezza dal suolo a cui avviene l'emissione. Focalizzare l'attenzione sul traffico urbano e sul riscaldamento domestico è quindi centrale nella selezione delle iniziative, considerando anche che le stesse vantano una non trascurabile condivisione nella popolazione e nelle autorità

responsabili che le praticano da anni, spesso anche senza valutarne la reale efficacia. L'elevato numero di veicoli pro capite che caratterizza l'Italia ed un modello di sviluppo che ha sedimentato nel tempo pratiche non sempre idonee alla tutela della salute e dell'ambiente richiede scelte politiche importanti ed un approccio integrato di gestione della mobilità. Un ampio consenso politico e popolare esiste anche verso forme di gestione dei riscaldamenti domestici centrali, quando possibile, sulla cogenerazione. Le molte realtà industriali limitrofe ad aree abitate che in questi ultimi anni sono state sottoposte a AIA nazionale o regionale potrebbero essere indotte ad integrare i propri sistemi di generazione del calore con le esigenze della collettività che vive nell'area. Un approccio valutativo che in sede di VIA, VAS ed AIA punti più sull'incremento del rendimento exergetico che sulla riduzione alle emissioni di qualche mg/m^3 degli ossidi di azoto o del materiale particolato potrebbe fornire un utile contributo sia al controllo dell'inquinamento atmosferico, sia alla tutela della salute pubblica. L'esame dei decreti di autorizzazione integrata ambientale e di compatibilità ambientale mostra che nella pratica istituzionale corrente questo aspetto è scarsamente considerato, quando non del tutto ignorato. Ciò, nonostante che la valutazione della componente salute sia espressamente prevista dalla normativa che regola VIA ed AIA, e che la popolazione sia molto sensibile a questo argomento. E' pertanto auspicabile che il governo si faccia parte attiva nel promuovere la stesura di linee guida per la valutazione della componente salute al fine di consentire una valutazione della pressione sanitaria delle attività antropiche basata sulla pratica scientifica piuttosto che sull'emotività individuale che alimenta il conflitto sociale.

Le regioni settentrionali, nelle quali una più intensa attività produttiva e più drastiche condizioni meteorologiche condizionano pesantemente l'inquinamento anche nei centri urbani, maggiore attenzione dovrebbe essere posta alle emissioni civili ed industriali del materiale particolato e dei suoi precursori. Una più attenta valutazione della componente salute in fase di autorizzazione integrata ambientale consentirebbe di focalizzare l'attenzione sulle altezze delle sorgenti di emissione industriali e di mettere in conto che, soprattutto in Pianura Padana, il superamento dello strato di inversione termica può consentire dispersioni significativamente più efficienti. In linea generale, ad esempio, un'altezza efficace del camino (geometrica + entalpica) di 100 m potrebbe in molte aree migliorare significativamente la dispersione dei contaminanti nel 40% circa dell'anno, proprio nelle ore più critiche per la qualità dell'aria e, conseguentemente, per la tutela della salute.

Riferimenti Bibliografici

- 1) WHO: Air Quality Guidelines - Global Update 2005; WHO Regional Office for Europe, 2006.
- 2) Ministero della Salute: Relazione sullo stato sanitario del paese 2009-2010.
- 3) Summary report of the Aphekom project 2008- 2011
<http://www.invs.sante.fr/presse/2011/>.
- 4) UN: World Urbanization Prospects, the 2011 Revision;
<http://esa.un.org/unpd/wup/index.htm>.

INFORMAZIONE AL PUBBLICO, CONSENSO SOCIALE E COMUNICAZIONE

Gaetano Lapenta, Regione Lombardia, Milano

Ivo Allegrini, Esperto Ambientale c/o Euromobility, Roma

Premessa

Adottare misure che contrastino l'inquinamento atmosferico e riescano ad incidere sulla qualità dell'aria, comporta necessariamente un impatto sulla vita di imprese, famiglie e singoli cittadini. L'informazione al pubblico serve perciò a rendere noto e chiaro il legame tra l'impatto delle misure e l'obiettivo perseguito. Se a tutti è chiaro l'obiettivo, le misure richieste per raggiungerlo saranno più facilmente accettate. E' in questa prospettiva che vanno lette le previsioni proprio sull'informazione al pubblico della Direttiva 50/2008 e, conseguentemente del decreto 155/2010 che la recepisce nella legislazione italiana. Una parola chiave che si desume dalle norme citate è la trasparenza. Infatti, l'Art. 18 del decreto 155/2010 dispone che le informazioni debbono essere accessibili dal pubblico e diffuse allo stesso, in particolare per quanto riguarda:

- a)* le informazioni relative alla qualità dell'aria ambiente previste all'allegato XVI (Informazione al pubblico);
- b)* le decisioni con le quali sono concesse o negate le deroghe previste all'articolo 9, comma 10;
- c)* i piani di qualità dell'aria previsti all'articolo 9 e all'articolo 13 e le misure di cui all'articolo 9, comma 2, e di cui all'articolo 13, comma 2;
- d)* i piani di azione previsti all'articolo 10;
- e)* le autorità e gli organismi titolari dei compiti tecnici di cui all'articolo 17. (qualità della valutazione dell'inquinamento)

In particolare dai punti a) e c) che regolano rispettivamente le informazioni concernenti la qualità dell'aria ed i piani per l'eventuale limitazione delle emissioni nei casi in cui la qualità dell'aria sia manifestamente alterata da inquinanti che superano i livelli fissati come standard, si può desumere uno schema generale di comportamento in materia di

informazione ambientale. Nel caso dell'adozione di misure per la limitazione delle emissioni, le informazioni al pubblico sono doverose e devono comprendere tre aspetti fondamentali:

- 1) Lo stato della qualità dell'aria attuale
- 2) L'obiettivo che si intende raggiungere
- 3) I provvedimenti che l'autorità competente ritiene opportuni per il raggiungimento dei fini prefissati

In più, conformemente con il disposto del comma 2 dell'art.18, le informazioni *“devono essere aggiornate e precise e devono essere rese in forma chiara e comprensibile”*. Massima trasparenza, appunto.

I problemi dell'informazione ambientale

Se dunque è necessaria una informazione completa e aperta, ciò non toglie che vi siano connessi diversi aspetti problematici.

Infatti, gli impatti socio-economici delle misure proposte spesso si scontrano con una difficile accettazione, accentuata in momenti di difficoltà economica e finanziaria per famiglie e imprese, come quello che stiamo vivendo negli ultimi anni.

Eppure il vero nemico da combattere non è tanto la crisi economica, quanto la confusione. Diversi studi hanno infatti messo in correlazione una qualità dell'aria più elevata con una maggiore qualità della vita percepita, segnalando ai decisori politici e amministrativi l'opportunità di mettere in essere in ogni caso politiche di contrasto all'inquinamento atmosferico³ e di comunicarle nella maniera più completa e trasparente. In ogni caso è sempre alto il rischio che nell'opinione pubblica prevalga una visione distorta della situazione ambientale. Infatti, quando iniziano a circolare dati ed informazioni circa i possibili rischi dell'inquinamento atmosferico, si scatenano reazioni emotive che assumono talvolta carattere di allarme sociale. Le informazioni che vengono date interagiscono con i dati già conosciuti, con opinioni e convinzioni personali, con le ideologie e le credenze, creando un groviglio spesso inestricabile e ingovernabile. Tutto ciò porta ad una percezione del rischio innaturale e immotivata, cosa che si estende naturalmente anche alla percezione dei provvedimenti suggeriti⁴.

³ G. Mackerron, S. Mourato, “Life Satisfaction and air quality in London”, *Ecological Economics*, 10/2008, London School of Economics, Londra, Regno Unito.

⁴ Tale processo era già stato ben delineato da Kaspersen et al., “The Social Amplification of Risk: a Conceptual Framework”, Clark University, Worcester, Massachusetts, USA.

La prima confusione è quella che vede come identici il rischio e il pericolo. I due concetti sono ben distinti, tanto che la definizione di rischio viene individuata come il prodotto del pericolo di accadimento di un evento moltiplicato per la probabilità che l'evento accada. Tale confusione è alla base, nel caso dell'inquinamento atmosferico, delle proposte che considerano come obiettivo condivisibile quello di inquinamento pari a "zero". Evidentemente ciò comporterebbe l'azzeramento di tutte le sorgenti di emissione, così come di quasi tutte le attività inerenti una società contemporanea, provocando il collasso dell'economia dell'intero Paese e una qualità della vita decisamente peggiore. E' questo un caso evidente in cui un elemento soggettivo (ossia la percezione del rischio), sostituisce un elemento oggettivo (ossia il rischio effettivo).

Il ruolo di una corretta informazione è quello di ridurre il più possibile la distanza tra l'elemento soggettivo e l'elemento oggettivo, dando il giusto risalto alle evidenze empiriche sulla efficacia delle misure.

Se non si riesce a trasmettere in maniera appropriata i dati sulla situazione dell'inquinamento atmosferico e sul rischio effettivo per la popolazione, si può incorrere in un processo di delegittimazione per la comunità scientifica e per gli operatori ambientali che forniscono informazioni per i piani di risanamento e per i provvedimenti di limitazione. La delegittimazione poi è molto frequente quando tali esperti, anche se indirettamente, fanno capo ad Enti afferenti in qualche modo alla politica.

Un altro fenomeno, stavolta tutto interno alla comunità scientifica, è quello dell' "aspirante esperto". In altri termini spesso prende la parola come "esperto" nel dibattito pubblico chi "esperto" non è, e la cui autorevolezza si gioca su altri campi. Nel settore dell'inquinamento atmosferico tale fenomeno è molto acuto, anche a causa del notevole interesse da parte dei mezzi di comunicazione e della vasta percezione del pubblico di un problema avvertito come "immediato", cioè come direttamente legato alla propria vita quotidiana.

La mancanza di una o più fonti accettate come "credibili" dalla maggior parte degli interlocutori, è diventata ancor più evidente negli ultimi anni, con l'accrescersi imponente della diffusione di informazioni e di dati via web, soprattutto in tema ambientale e di qualità dell'aria.

La pluralità di fonti non verificate dalla comunità scientifica genera un fenomeno di depotenziamento degli studi più approfonditi e delle fonti tradizionali. Spesso, soprattutto in Paesi in cui l'alfabetizzazione informatica è molto avanzata, è più capace di influenzare

l'opinione comune un blog molto seguito, piuttosto che una pubblicazione di un istituto di ricerca.

Si pone quindi un problema di autorevolezza della fonte, per acquisire la quale non basta più la certificazione dell'ente di ricerca o governativo, percepiti come interessati ad una informazione depotenziata. L'accusa di non diffondere completamente i dati o di edulcorarli, è sempre dietro l'angolo.

A questi fenomeni bisogna aggiungere una dinamica dei mezzi di comunicazione incline ad amplificare le notizie relative all'inquinamento locale, con particolare riferimento alla qualità dell'aria. La stessa attenzione del lettore è naturalmente più elevata nei confronti di situazioni critiche ed emergenziali, o presunte tali, piuttosto che verso la lettura di andamenti, trend e approfondimenti specialistici. Un titolo sullo "smog che uccide" troverà dei lettori su carta stampata e sul web, o degli spettatori in TV; un'analisi sui trend della qualità dell'aria molti di meno.

Questa naturale inclinazione all'estremizzazione, o alla drammatizzazione, ha forse il merito di tenere viva l'attenzione sulle materie ambientali, e in questo caso sulla qualità dell'aria, ma rischia di impedire un dibattito pubblico pacato e ragionevole, tale da far ponderare tutti gli elementi in gioco in termini di qualità della vita, costi e benefici attesi.

I problemi inerenti l'informazione ambientale, in particolare quelli relativi alla qualità dell'aria, possono dunque essere così sintetizzati:

- Confusione sui benefici attesi dalle misure anti-inquinamento
- Reazioni emotive generate dalla diffusione di dati sull'inquinamento atmosferico
- Reazioni emotive all'annuncio di misure anti-smog

Questi sono problemi che afferiscono all'accettabilità delle misure.

In più, sussistono problemi in relazione a:

- Pluralità delle fonti, spesso contrastanti tra loro e prive di autorevolezza scientifica
- Delegittimazione degli esperti legati ad Enti e Amministrazioni
- Confusione da parte dei media e del pubblico su indicatori e soluzioni proposte

Ne emerge perciò uno scenario mediatico e comunicativo piuttosto confuso, che rende difficile attuare scelte consapevoli e partecipate da parte del pubblico e che aumenta lo scetticismo nei confronti delle istituzioni che vogliono intervenire sul problema dell'inquinamento atmosferico.

A cosa serve l'informazione ambientale: la curva dell'accettabilità

Sulla base di alcuni studi condotti in varie città europee⁵, si può elaborare uno schema grafico che mostri la necessità di una costante e corretta informazione sulle misure ambientali in generale, ma, nel nostro caso, molto utile per le misure inerenti la qualità dell'aria.

Lo schema rappresenta due curve che chiameremo curve dell'accettabilità sociale delle misure per la qualità dell'aria.

La prima curva (blu) che è quella più alta, rappresenta il grado di opposizione sociale che ciascuna misura di tutela ambientale, in relazione in special modo alla qualità dell'aria, comporta. Si pensi al divieto di circolazione nei centri urbani per le autovetture più inquinanti, ai vincoli amministrativi sul riscaldamento domestico e così via.

La prima fase è quella immediatamente successiva all'annuncio delle misure. L'opposizione è via via crescente man mano che ci si avvicina all'adozione delle misure. Il picco si raggiunge al momento della effettiva introduzione delle misure e relative sanzioni, ove previste.

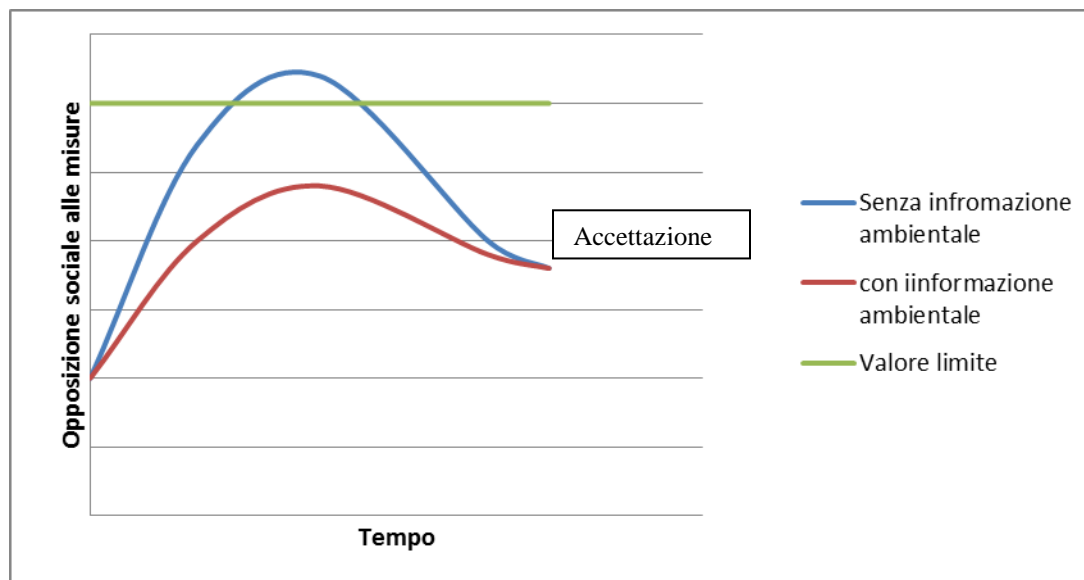
Ciò che viene messo in evidenza, è che la percezione "ex post" delle misure relative alla qualità dell'aria, è sempre più positiva (nel grafico mostrata come una "minore opposizione") rispetto al momento della introduzione, fino ad arrivare ad un valore costante di "accettazione" ex post, che tiene conto dei benefici percepiti e della valutazione da parte del pubblico di costi e benefici ingenerati dalle misure sulla propria qualità della vita.

Se però esiste un punto di accettazione, una volta che si è consapevoli dei reali vantaggi e dei reali costi, ciò significa che poter rendere consapevoli i cittadini di tali reali benefici porterebbe il livello di opposizione sociale verso valori più bassi, e comunque più vicini al valore di accettazione ex post.

La seconda curva (rossa) ha una minore pendenza, e raggiunge livelli più bassi di opposizione sociale. Questo è dato da un'azione di accompagnamento delle misure con una costante comunicazione e informazione sulla situazione corrente, sui benefici attesi dalle misure, e sul monitoraggio (ex post) dei risultati.

⁵ Ad esempio, si veda G. Schuitema et al. "Explaining differences in acceptability before and acceptance after the implementation of a congestion charge in Stockholm", *Transportation Research, Part A: Policy and Practice*, Vol. 44 Issue 2, Feb 2010, pp. 99-109

Figura 1. Le curve dell'accettabilità sociale



L'importanza di una adeguata informazione nell'implementazione delle politiche risulta ancor più chiara se si considera che esiste un livello limite di opposizione (linea verde nel grafico) oltre il quale le misure vengono generalmente abbandonate perché considerate non sostenibili a livello sociale e di consenso politico-amministrativo.

Più è efficace la comunicazione delle misure, più ci si avvicina al livello di "accettazione" ex post anche durante le prime fasi di introduzione delle misure, e quindi meno probabile è il fallimento delle stesse dovuto a reazioni emotive.

Evidentemente, il modello presuppone che se il livello di accettazione previsto dalle misure è troppo elevato in termini di costi sociali (e quindi di opposizione), se cioè il punto di accettazione è oltre il valore limite, in quel caso non c'è comunicazione che tenga, e la misura non ha molte speranze di essere implementata a lungo. E' il caso, ad esempio, delle misure con obiettivo "inquinamento pari a zero", insostenibili economicamente e socialmente.

Gli obiettivi del gruppo

Per questi motivi il Gruppo di Lavoro ritiene che nel settore della comunicazione deve essere sviluppata una notevole mole di lavoro di cui si possono delineare pochi ma significativi obiettivi. Ciò considerando che il motivo principale della costituzione del Gruppo sia stata la constatazione che in diverse località del Paese sono stati superati i

limiti fissati dall'attuale normativa Comunitaria e Nazionale, segnatamente per i livelli di particolato sospeso e Biossido di Azoto. Per cui tali obiettivi nel settore della comunicazione si possono riassumere come segue:

- Comunicare come obiettivo primario quello del raggiungimento di livelli di concentrazione compatibili con il limite, ossia inferiore ad esso, informando nel contempo che eventuali superamenti, limitati nel tempo e nello spazio, non mettono in pericolo immediato la salute dei cittadini in generale, ma accrescono solo l'entità del rischio discostandolo da quello stabilito come rischio accettabile.
- informare i cittadini che l'obiettivo è il raggiungimento dello standard di rischio ad un valore molto prossimo a quello accettabile ed informare, al contempo, circa l'opportunità di ulteriori riduzioni attese con lo sviluppo delle tecnologie e con l'evoluzione della situazione socio-economica generale.
- Fornire un'informazione sufficientemente completa circa l'efficacia delle azioni intraprese, ad iniziare da quelle basate sull'inventario delle emissioni.
- Informare i cittadini che, come d'altra parte messo in evidenza dai lavori del Gruppo, non esistono provvedimenti in grado di contrastare in tempi brevi il fenomeno, e che neppure è possibile ipotizzare interventi emergenziali in qualche modo risolutivi che, almeno nel caso del materiale particolato, non hanno una sostanziale utilità.
- Nel caso di Biossido di Azoto, i provvedimenti di emergenza sono previsti al di sopra della soglia di allerta fissata per questo inquinante che è pari a $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ossia fissati per concentrazioni che è quasi impossibile riscontrare nell'ambiente.
- Monitorare con attenzione l'informazione eventualmente distorta proveniente da rappresentanti della comunità scientifica e depotenziarne, con adeguati interventi pubblici, gli effetti dannosi in termini di informazione non corretta.

Proposte del gruppo per la comunicazione

In conclusione, veniamo alle proposte. Come dovrebbe essere fatta una comunicazione di accompagnamento a misure relative alla qualità dell'aria? Da cosa dipende la sua efficacia?

Come si diceva, uno dei problemi principali è la confusione dovuta alla pluralità delle fonti e alla percezione del pubblico e dei media di non possedere strumenti adeguati per la misurazione dell'efficacia dei provvedimenti.

Si tratta cioè di un problema di linguaggio. Gli indicatori spesso utilizzati per comunicare con i media e col pubblico, non hanno il sufficiente grado di semplicità e di sintesi capace di essere rappresentativo delle esigenze dei destinatari della comunicazione. Si usa quindi un linguaggio (cioè gli indicatori) incomprensibile per la maggior parte di coloro che ascoltano.

Un tentativo da fare è allora quello di costruire indicatori accessibili, semplici, completi, che tengano conto sia delle esigenze comunicative che di quelle dell'accuratezza scientifica.

Esempi di indicatori di questo tipo esistono nella letteratura dell'economia ambientale e della comunicazione sociale, come nel caso del già citato approccio della "Life Satisfaction"⁶.

Dati gli obiettivi del presente documento, si rinvia alla letteratura sul tema e a successivi approfondimenti e studi, anche in ambito accademico, per individuare gli indicatori maggiormente comprensibili ed accurati per monitorare e comunicare le misure proposte dalla Commissione.

Una volta individuato un linguaggio comune, si può iniziare a comunicare.

Di seguito alcune indicazioni e raccomandazioni del Gruppo in merito alla comunicazione delle misure proposte.

- Ciascuna misura dovrà essere accompagnata da un piano di comunicazione dedicato, capace di individuare i destinatari e gli strumenti più adeguati per raggiungerli.
- Nel rapporto con i media, si dovrà tener conto della necessità di una costante collaborazione e di un **percorso di formazione mirato**. L'informazione ambientale infatti nella maggior parte dei casi non è curata da esperti del settore, ma da giornalisti competenti che hanno però spesso necessità di chiarimenti, descrizioni dei dati ecc. L'accompagnamento collaborativo è il metodo migliore per evitare stravolgimenti di dati e di messaggi alla popolazione. E' consigliato anche un monitoraggio comune (ad es. con conferenze stampa periodiche o con momenti di restituzione a cadenza fissa) sull'andamento e sugli esiti dei provvedimenti con la stampa specializzata.

⁶ Un altro interessante studio sull'approccio della Life Satisfaction sulle tematiche ambientali è quello di B. S. Frey, S. Luechinger, Alois Stutzer, "The Life Satisfaction Approach to Environmental Valuation", CESifo Working Paper n. 2836, Ottobre 2009.

- Evitare qualsiasi ambiguità nella diffusione delle informazioni, onde evitare la delegittimazione della fonte.
- E' utile coinvolgere il più possibile **tutte le componenti coinvolte** nel dibattito pubblico, come associazioni, partiti, movimenti, ricercatori, e prevedere momenti di confronto aperto.
- Si propone inoltre di coinvolgere negli aspetti di comunicazione sulla qualità dell'aria anche tutto il **sistema delle imprese**, affiancandole ad esempio nella elaborazione dei loro percorsi di Responsabilità Sociale. La pubblica amministrazione potrebbe così avvalersi di una partnership con i soggetti privati, ed usare la loro forza comunicativa, per trasmettere le giuste informazioni ed i messaggi coerenti con le proposte del gruppo. La comunicazione ambientale delle imprese è infatti ormai considerata strategica da molte di esse, e poter creare un'alleanza istituzionale sui temi dell'informazione ambientale permetterebbe di non disperdere le energie reciproche.
- Isolare prontamente ogni **tentativo di strumentalizzare** le informazioni verso la costruzioni di situazioni di allarme, di messaggi impropri o di una scorretta valutazione del rischio associato all'inquinamento.
- Evitare di confondere un dibattito politico e sociale con un dibattito scientifico e tecnico. Questo infatti è il primo passo verso la confusione e l'impropria percezione del rischio.
- Per quanto riguardo il problema dell'inquinamento atmosferico, la percezione del rischio è molto diversificata sul territorio, e si propone dunque di delineare (tramite le Regioni o anche enti locali minori) dei **piani di comunicazione mirati alle diverse realtà**, tenendo conto delle specificità locali.

STATO DEGLI INVENTARI DELLE EMISSIONI PER TUTTI GLI IMPIANTI INDUSTRIALI E DI PRODUZIONI ENERGETICA

Riccardo De Lauretis - ISPRA

Mauro Rotatori CNR – Istituto sull’Inquinamento Atmosferico

Emissioni in atmosfera

Le emissioni da questi settori sono aumentate fino al 1988 a causa della crescita dei consumi energetici e delle produzioni non prevenuti da misure di riduzione. Dal 1988 in poi le emissioni presentano una graduale riduzione dovuta principalmente all'introduzione di due strumenti normativi: il DPR 203/88 che indica delle regole e criteri ambientali per l'autorizzazione degli impianti di produzione e il DM del 12 luglio 1990 che introduce limiti emissivi al camino per gli impianti. L'adozione di queste normative così come di quelle definite a livello comunitario, come la Direttiva sui grandi impianti di combustione recepita con il DM dell'8 maggio 1989, ha condotto a uno spostamento nei consumi energetici dall'olio con alto contenuto di zolfo, in precedenza utilizzato in grande misura per la produzione di energia, all'olio con basso contenuto di zolfo e al gas naturale. Negli anni più recenti si è intensificata la conversione dall'olio combustibile al gas naturale anche in considerazione degli incentivi dedicati per il miglioramento dell'efficienza energetica. Queste misure insieme con quelle che hanno promosso il risparmio energetico e la diffusione delle fonti rinnovabili hanno condotto ad un'ulteriore riduzione delle emissioni di questo settore.

La *combustione nella produzione energetica* e la *combustione nell'industria* contribuiscono al totale nazionale delle emissioni di ossidi di azoto rispettivamente per il 7% e il 11% nel 2010 ed hanno mostrato dal 1990 ad oggi le più alte percentuali di riduzione, rispettivamente pari all'85% e al 56%. I due settori sono responsabili delle emissioni di ossidi di zolfo nella misura rispettivamente pari al 36% e 22% del totale nazionale e sono diminuite rispetto al 1990 del 93% e 84%. Per quel che riguarda le emissioni primarie di PM10 e PM 2.5 i processi di combustione nella produzione energetica e di trasformazione pesano per meno del 2% delle emissioni totali di tali composti mentre la combustione nell'industria è responsabile di circa il 6-7% delle emissioni complessive. I settori ed in

particolare la combustione nell'industria è inoltre responsabile di una elevata percentuale delle emissioni nazionali di metalli pesanti (20-40%), delle diossine (24%) e di composti organici persistenti come gli HCB (15%) mentre la produzione energetica è responsabile delle emissioni di PCB (28%).

I settori industriali responsabili delle emissioni di NOx sono la produzione di cemento (65%), la produzione di vetro (20%) e la produzione di acciaio (9%) mentre per quel che riguarda il PM10 e il PM2.5 le emissioni provengono prevalentemente dai settori del vetro (20%), della ceramica, dei laterizi e dell'acciaio inclusa la fusione di ghisa.

Con riferimento al 2005, ultimo anno disponibile per la disaggregazione delle emissioni regionali da quelle nazionali, si sottolinea che il peso delle emissioni delle diverse categorie è molto differente al variare della regione. In particolare le emissioni di ossidi di azoto, dalla produzione energia e più in generale il peso delle emissioni dalla combustione industriale e dai processi produttivi sono determinati dalla dislocazione sul territorio dei principali poli industriali e produttivi e variano da meno dell'1% per la Valle d'Aosta al 50% del totale delle emissioni per l'Umbria. Inoltre si può osservare che alcuni impianti di produzione di energia elettrica e impianti per la produzione di cemento, ed in particolare alcuni impianti del bacino padano, hanno emissioni specifiche di ossidi di azoto superiori più del doppio ad altri impianti confrontabili per tecnologia e combustibile utilizzato; nel caso in cui sia possibile attraverso i processi autorizzativi ricondurre le emissioni degli stessi a livelli medi il risparmio complessivo sarebbe comunque pari a circa 12.000 tonnellate di NOx in totale di cui la metà nelle regioni del bacino padano.

Con riferimento alla produzione di energia termoelettrica e alle tecnologie di combustione si può osservare dai dati forniti da Terna che la produzione di energia elettrica e calore nel 2010 è prevalentemente prodotta da cicli combinati (68%) e a vapore a condensazione (25%), di cui la gran parte sono impianti a carbone, ed il resto a combustione interna (4%) e turbine a gas (3%); un incremento di efficienza tecnologica in questo settore può risultare in una riduzione delle emissioni di NOx di circa ulteriori 10.000 tonnellate.

Quadro normativo in Italia

L'inquinamento atmosferico di origine industriale o civile prodotto dalle attività umane può provocare effetti nocivi sulla salute umana e sull'ambiente. Al fine di evitare o almeno limitare tali effetti, il legislatore comunitario ha disciplinato questa materia attraverso quattro direttive che sono state recepite nell'ordinamento italiano con il **Dpr 24 maggio 1988, n. 203** recante norme in materia di "*qualità dell'aria in relazione a specifici agenti*

inquinanti e in materia di inquinamento prodotto dagli impianti industriali". Il Dpr 203/1988 ha rappresentato fino al 2006 la disciplina di riferimento per l'inquinamento atmosferico nel nostro paese.

In seguito all'emanazione del nuovo Codice ambientale il quadro normativo di riferimento è notevolmente mutato. Il **D. Lgs. 3 aprile 2006, n. 152**, nella Parte V dedicata alle norme in materia di tutela dell'aria e riduzione delle emissioni in atmosfera (articoli 267-298), ha infatti abrogato la maggior parte dei provvedimenti fino ad allora vigenti e ha dettato una nuova disciplina sia in termini di limiti di emissione sia in termini di autorizzazione alle emissioni in atmosfera.

Nel 2010 è poi stata la volta del **D. Lgs. 29 giugno 2010, n. 128**, decreto cd. "correttivo" del Codice ambientale, che, oltre a modificare le parti riguardanti VIA, VAS ed IPPC, ha modificato in modo incisivo la Parte V del D.Lgs. 152/2006.

Quest'ultimo introduce due principi cardine: l'obbligo di autorizzazione per tutti gli stabilimenti che possono provocare inquinamento atmosferico ed il rispetto dei valori limite di emissione in atmosfera.

STATO DELLE CONOSCENZE SUGLI IMPATTI DEL TRASPORTO SU STRADA

Riccardo De Lauretis - ISPRA,

Giovanna Rossi – Riccardo Simone Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio e del mare,

Le considerazioni che seguono sono state sviluppate su dati ufficiali e studi pubblicati a fronte della difficoltà di poter reperire ulteriori informazioni dai soggetti detentori di dati più dettagliati risultati non accessibili per questo lavoro.

Emissioni del trasporto su strada

La stima delle emissioni in atmosfera dal trasporto nazionale su strada è effettuata annualmente nell'ambito dell'aggiornamento dell'inventario nazionale delle emissioni in atmosfera.

La consistente domanda di mobilità di persone e merci su strada rende rilevante il problema dell'inquinamento da trasporti stradali soprattutto in considerazione dell'impatto sulle aree urbane, relativamente ad inquinanti quali il monossido di carbonio (38% del totale nazionale), i composti organici volatili (25%) (in particolare benzene, 54%), gli ossidi di azoto (51%) ed il particolato(17% di PM10 e PM2.5); inoltre il contributo alle emissioni di gas serra risulta particolarmente gravoso per le emissioni di anidride carbonica (26% delle emissioni totali nazionali).

Le emissioni annuali da traffico stradale per inquinante, per categoria di fonte emissiva e per tipologia di strada, sono stimate sulla base di variabili riguardanti il combustibile, quali consumi e parametri specifici, di dati di attività per tipologia veicolare e standard legislativo, quali numerosità del parco e percorrenze, velocità medie e distribuzione del tipo di guida sui tre cicli urbano, extraurbano ed autostradale, parametri riguardanti il processo di evaporazione, dati climatici, informazioni su lunghezza e durata del viaggio medio nel Paese oggetto di studio. A partire dai dati inseriti come input per la stima delle emissioni finali, in una fase di elaborazione intermedia vengono calcolati fattori di

emissione distintamente per le emissioni a caldo, a freddo e per le evaporative, per categoria veicolare e per tipologia di strada e le percentuali di percorrenza a freddo per mese e categoria veicolare.

Pur essendo in atto una graduale sostituzione dei vecchi veicoli in favore degli ultimi modelli dotati delle più recenti tecnologie di abbattimento delle emissioni, la crescita del parco circolante, delle relative percorrenze e quindi dei consumi, hanno come conseguenza una produzione di emissioni che contribuisce in modo consistente al totale delle emissioni nazionali. Dall'analisi della serie storica dei dati sul trasporto emerge una costante crescita della domanda di mobilità e del contributo del traffico stradale dal 1990 al 2007, mentre dal 2008 si assiste a una decrescita. Nel 2010 le percorrenze complessive sono stimate pari a circa 550 Mld di veic/Km su strada di cui l'80% per il trasporto passeggeri e il 20% per le merci.

Le autovetture, che costituiscono gran parte del parco circolante nazionale (70%), sono responsabili delle quote maggiori di emissioni di monossido di carbonio (47%), particolato (43% e 41% rispettivamente del PM10 e PM2,5 totali), ossidi di azoto (37%), IPA (70%) e anidride carbonica (59%) del settore del trasporto su strada. Si noti che i ciclomotori, che rappresentano l'8% del parco, sono responsabili del 49% delle emissioni di composti organici volatili non metanici dei trasporti su strada. Ai veicoli commerciali pesanti, che costituiscono il 2% della numerosità totale, va invece attribuito il contributo maggiore alle emissioni di ossidi di azoto (39%), del PM (21% e 22% di PM2.5 e PM10 rispettivamente) e di CO₂ (21%). I motocicli (13% del parco) emettono prevalentemente monossido di carbonio (28% del totale emesso) e composti organici volatili non metanici (23% del totale emesso). Ai veicoli commerciali leggeri (7% del parco) sono imputabili prevalentemente emissioni di particolato (25% e 26% rispettivamente del totale emesso di PM10 e PM2.5), anidride carbonica (17% del totale emesso) e ossidi di azoto (16% del totale). Infine autobus e pullman, nonostante la numerosità esigua (0,2%) rispetto al totale del parco circolante, sono responsabili del 6% degli ossidi di azoto totali del settore.

Con riferimento alle percorrenze distinte per tipo di veicolo e per combustibile si osserva negli ultimi anni una riduzione delle percorrenze totali sia delle automobili alimentate a benzina che delle automobili alimentate a GPL, a fronte di un netto aumento delle percorrenze delle macchine diesel. Anche le percorrenze totali dei veicoli commerciali leggeri alimentati a benzina mostrano un trend decrescente, a fronte di un netto aumento

di quelle dei veicoli commerciali leggeri alimentati a gasolio. Le percorrenze totali dei veicoli commerciali pesanti alimentati a gasolio mostrano un lieve trend decrescente sia per i veicoli commerciali pesanti che per gli autobus. Si rileva infine un trend crescente delle percorrenze sia per i ciclomotori sia, in maniera molto più marcata, per i motocicli. In questo ultimo caso la spiegazione va ricercata soprattutto nell'aumento dei veicoli circolanti. Anche la serie storica dei consumi di combustibile distintamente per categoria veicolare, combustibile e ciclo di guida, mostra una generale concordanza dei valori rispetto all'andamento delle percorrenze totali, nel rispetto dei vincoli relativi alla particolare cilindrata, classe di peso e tecnologia dei veicoli.

Le emissioni di ossidi di azoto dal 1990 al 2010 sono diminuite complessivamente del 48%, mostrando nei primi anni della serie un aumento (raggiungendo un massimo nel 1992) e poi una decrescita fino al 2010.

Le emissioni di ossidi di azoto sono imputabili principalmente ai veicoli alimentati a gasolio. Le emissioni provenienti dai mezzi commerciali pesanti diesel forniscono nel 2010 il contributo maggiore al totale (39%). Le emissioni provenienti dalle autovetture diesel mostrano una forte crescita dal 1990 (+205%), raggiungendo nel 2010 un peso sul totale pari al 29%. Le emissioni derivanti dai veicoli commerciali leggeri diesel aumentano del 54% rispetto al 1990, pesando nel 2010 il 15% sul totale. Le automobili a benzina, che nel 1990 costituiscono la fonte principale di emissione (45% del totale), registrano nel corso degli anni un trend decrescente (-92%), fino a raggiungere nel 2010 una quota pari al 7% del totale. Le emissioni degli autobus diesel rappresentano il 6% del totale, mentre il restante 4% è imputabile alle categorie veicolari rimanenti.

Essendo fondamentalmente legate ai veicoli diesel ed in particolare ai mezzi commerciali pesanti, la quota maggiore delle emissioni di ossidi di azoto interessa gli ambiti autostradale ed extraurbano, circa 40% per entrambi e in misura minore l'ambito urbano (20%).

Per quel che riguarda le percorrenze autostradali, dalle statistiche dell'AISCAT si può osservare che circa il 35% dei veicoli/kilometro percorsi complessivi è sulle autostrade del bacino padano, e valori elevati di traffico si riscontrano anche sulle principali direttrici nord-sud (autostrada del sole e adriatica). Mentre il traffico medio sulle autostrade italiane nel 2010 è pari a circa 41000 veicoli giornalieri per chilometro, valori molto più elevati si riscontrano sulla tangenziale di Napoli (139000 veicoli) e la Napoli-Salerno (82000 veicoli),

così come sulle autostrade Milano-Padova (circa 100000 veicoli giornalieri) e Milano-Bologna (83000 veicoli) e Milano-Varese (85000 veicoli). Valori superiori alla media si riscontrano anche sulla Roma-Napoli (69000 veicoli) e sulla Bologna-Ancona (65000 veicoli medi al giorno) mentre la Bologna-Firenze e la Firenze-Roma sono percorsi da circa 53000 veicoli al giorno così come i tratti dell'autostrada ligure da Savona a Sestri Levante. Infine il percorso autostradale Padova-Venezia (A4 e A57) è percorso da circa 55000 veicoli al giorno mentre la Milano-Torino circa da 50000 veicoli.

Per quel che riguarda il traffico dei veicoli merci pesanti in confronto alla media di circa 9000 veicoli giornalieri, si riscontrano valori più elevati sulla Milano-Brescia-Padova (circa 25000 veicoli al giorno medi) sulla Milano-Bologna e Bologna-Ancona (21000 e 16000 veicoli rispettivamente) e sulla Bologna-Firenze (16000 veicoli al giorno), mentre la Firenze-Roma e la Roma-Napoli hanno circa 13000 veicoli giornalieri.

Il traffico dei veicoli leggeri che è in media pari a circa 32000 veicoli chilometro giornalieri è superiore alla media nei tratti autostradali della tangenziale di Napoli (127000 veicoli giorno) e la Napoli-Salerno (74000 veicoli) così come sulla Milano-Brescia e Brescia-Padova, rispettivamente 86000 e 67000 veicoli. Valori elevati si trovano anche sulla Milano-Bologna (62000 veicoli) e la Milano-Varese (73000 veicoli). La Roma-Napoli ha circa 55000 veicoli giornalieri e la direttrice Bologna- Ancona 49000, mentre le autostrade liguri e la Padova-Venezia hanno circa 45000 veicoli medi giornalieri.

La disponibilità di dati di base relativi alle singole tratte autostradali consentirebbe analisi più dettagliate dei flussi di traffico e l'individuazione e sviluppo di politiche anche a livello locale mirate alla riduzione dell'impatto emissivo della mobilità merci e passeggeri.

Nelle tabelle che seguono sono riportate rispettivamente le distribuzioni delle percorrenze delle autovetture a benzina, di quelle diesel, dei veicoli merci leggeri a gasolio, dei veicoli merci pesanti, degli autobus e delle moto e ciclomotori in funzione della tecnologia di abbattimento delle emissioni.

	1990	1995	2000	2005	2010
pre-1972, PRE ECE	0.05	0.03	0.01	0.01	0.005
1972 -1977, ECE 15.00/.01	0.11	0.04	0.01	0.005	0.003
1978 -1986, ECE 15.02/.03	0.32	0.15	0.03	0.01	0.01

	1990	1995	2000	2005	2010
1987 -1992, ECE 15.04	0.52	0.57	0.28	0.10	0.05
91/441/EC, dal 1/1/1993, euro I	0.001	0.23	0.28	0.17	0.06
94/12/ EC, dal 1/1/1997 , euro II	-	-	0.38	0.35	0.23
98/69/EC, dal 1/1/2001, euro III	-	-	-	0.26	0.21
98/69/EC, dal 1/1/2006, euro IV	-	-	-	0.09	0.41
715/2007/EC dal 1/1/2011, euro V	-	-	-	-	0.03
Totale	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Distribuzione percentuale per tecnologia delle percorrenze delle autovetture a benzina dal 1990 al 2010

	1990	1995	2000	2005	2010
Conventionale, pre- 1993	1.00	0.92	0.34	0.05	0.01
91/441/EC, dal 1/1/1993, euro I	-	0.08	0.10	0.03	0.01
94/12/ EC, dal 1/1/1997 , euro II	-	-	0.56	0.25	0.09
98/69/EC, dal 1/1/2001, euro III	-	-	-	0.53	0.26
98/69/EC, dal 1/1/2006, euro IV	-	-	-	0.13	0.58
715/2007/EC dal 1/1/2011, euro V	-	-	-	-	0.05
Totale	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Distribuzione percentuale per tecnologia delle percorrenze delle autovetture a gasolio dal 1990 al 2010

	1990	1995	2000	2005	2010
Conventionale, pre -10/01/1994	1.00	0.93	0.60	0.27	0.09
93/59 EEC, dal 10/1/1994, euro I	-	0.07	0.22	0.12	0.07
93/59 EEC, dal 10/1/1998, euro II	-	-	0.18	0.19	0.22
98/69, dal 1/1/2002, euro III	-	-	-	0.40	0.32
98/69, dal 1/1/2007, euro IV	-	-	-	0.01	0.29
715/2007/EC dal 1/1/2012, euro V	-	-	-	-	0.01
Totale	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Distribuzione percentuale per tecnologia delle percorrenze dei veicoli merci leggeri a gasolio dal 1990 al 2010

	1990	1995	2000	2005	2010
Conventionale, pre 30/09/1993	1.00	0.90	0.67	0.39	0.20
91/542/EEC Stage I, dal 1/10/1993, euro I -	-	0.10	0.10	0.06	0.05
-91/542/EEC Stage II, dal 1/10/1996, euro II	-	-	0.22	0.27	0.21
99/96/EC dal 1/10/2001, euro III	-	-	-	0.28	0.31
99/96/EC dal 1/10/2006, euro IV	-	-	-	-	0.19
99/96/EC, dal 1/10/2009, euro V	-	-	-	-	0.03
Totale	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Distribuzione percentuale per tecnologia delle percorrenze dei veicoli merci pesanti a gasolio dal 1990 al 2010

	1990	1995	2000	2005	2010
Conventionale, pre 30/09/1993	1.00	0.93	0.65	0.34	0.20
91/542/EEC Stage I, dal 1/10/1993, euro I -	-	0.07	0.07	0.08	0.07
91/542/EEC Stage II, dal 1/10/1996, euro II	-	-	0.28	0.32	0.25
99/96/EC, dal 1/10/2001, euro III	-	-	-	0.26	0.45
99/96/EC, dal 1/10/2006, euro IV	-	-	-	-	0.01
99/96/EC, dal 1/10/2009, euro V	-	-	-	-	0.03
Totale	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Distribuzione percentuale per tecnologia delle percorrenze degli autobus urbani ed extraurbani dal 1990 al 2010

	1990	1995	2000	2005	2010
Conventionale, pre 17/06/1999	1.00	1.00	0.86	0.53	0.37
97/24/EC -, dal 17/06/1999, euro I	-	-	0.14	0.27	0.23
2002/51/EC -, dal 01/07/2004, euro II	-	-	-	0.17	0.23
2002/51/EC -, dal 01/01/2007, euro III	-	-	-	0.03	0.17
Totale	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Distribuzione percentuale per tecnologia delle percorrenze delle moto e ciclomotori dal 1990 al 2010

Dalle tabelle su riportate si evince che più del 65% delle percorrenze delle autovetture e dei veicoli commerciali leggeri è coperto da veicoli con tecnologia superiore all'EURO3, ed in particolare per le autovetture diesel tale percentuale è pari all'89%. Al contrario per quel che riguarda le percorrenze dei veicoli merci pesanti e degli autobus circa il 50% delle percorrenze afferiscono a veicoli tecnologicamente meno avanzati (EURO0-EURO2). In considerazione quindi della distribuzione del parco circolante e dei fattori di emissione medi per ciascuna tecnologia risulta evidente che politiche di incentivazione al rinnovo del parco o disincentivazione e limitazione all'utilizzo dei veicoli più vecchi debbano essere prioritari per i veicoli merci pesanti dove possono comportare consistenti riduzioni delle emissioni di NOx e PM10, considerando che, per i mezzi pesanti, i veicoli EURO3-EURO5 emettono in media meno della metà degli ossidi di azoto dei veicoli più vecchi e circa un terzo di PM10 per veicolo kilometro percorso. A titolo di esempio il 10% di rinnovo del parco circolante dei veicoli merci pesanti comporta una riduzione del 3% delle emissioni complessive di ossidi azoto dei veicoli merci. Parimenti una politica di limitazione del traffico che permetta una riduzione delle percorrenze pari al 10% comporterebbe una riduzione delle emissioni pari alla stessa quantità.

Per quel che riguarda le autovetture, e in particolare quelle diesel, il rinnovo del parco andrebbe indirizzato a un acceleramento dell'introduzione dei veicoli EURO VI anche in considerazione della mancata attesa riduzione delle emissioni su strada dei veicoli EUROV rispetto alle precedenti tecnologie e del fatto che negli ultimi anni le autovetture diesel sono andate a sostituire prevalentemente veicoli a benzina con emissioni di ossidi di azoto confrontabili se non inferiori e di PM decisamente inferiori. A titolo di esempio si riporta che una autovettura diesel EUROV emette in media quanto una autovettura a benzina EUROVI, circa 4-5 grammi di NOx per veicolo/kilometro percorso mentre un veicolo a benzina EUROV emette meno di 0.5 g/veh km.

Considerando che, come riporta l'ISTAT nelle statistiche sul trasporto merci, un terzo delle tonnellate trasportate (corrispondente al 10% delle tonnellate/km) è in conto proprio ed ha una media di meno di 40 km, e quindi si può assumere prevalentemente in ambito urbano, misure di limitazione e controllo possono contribuire in modo rilevante anche alla qualità dell'aria in ambito urbano. Per quel che riguarda il trasporto per conto terzi, le statistiche dell'ISTAT riportano comunque che esse rappresentano i due terzi del trasporto totale su strada (in termini di tonnellate trasportate) e il 90% in t/km, Il percorso medio di tali merci è

comunque pari a circa 130 km, mentre la media nazionale è pari a circa 100 km. Tali valori differiscono sul territorio solo in funzione delle caratteristiche viarie e la Lombardia e la Campania possono essere considerate le regioni caratteristiche rispettivamente per il centro nord e per il centro sud. I trasporti da e verso l'estero sono pari all'8% del totale (in t/km) e hanno una lunghezza media pari a 670 km.

I prodotti trasportati per distanze minori di 50 chilometri sono prevalentemente i prodotti delle miniere e minerali non metalliferi, come il cemento, (circa il 60% delle tonnellate e t/km totali), mentre i rifiuti sono l'8% del totale e i prodotti alimentari e dell'agricoltura, inclusi i prodotti ittici, sono solo il 5%. Per quel che riguarda il trasporto a medio-lungo tragitto il trasporto dei prodotti alimentari e dell'agricoltura è pari al 25% delle tonnellate/kilometro trasportate totali mentre i prodotti minerali e non metalliferi sono circa il 15%.

Politiche per la riduzione degli impatti del trasporto su strada

La sostenibilità delle politiche di mobilità è una delle priorità individuate nel recente Libro Bianco della Commissione Europea "Tabella di marcia verso uno spazio unico europeo dei trasporti - Per una politica dei trasporti competitiva e sostenibile" (2011), il quale evidenzia il ruolo fondamentale del settore dei trasporti nel supportare la competitività economica dell'Europa e la necessità di programmare scelte che rendano compatibili la crescita della domanda di mobilità e la riduzione degli impatti ambientali derivanti dal traffico veicolare.

Con riferimento alla mobilità urbana, la Commissione Europea ha emanato il Libro Verde "Verso una nuova cultura della mobilità urbana" (2007) ed il successivo Piano d'Azione sulla mobilità urbana (2009) che hanno individuato cinque obiettivi da conseguire in un'ottica di pianificazione integrata, quali *"un traffico scorrevole nelle città; una città più pulita; un trasporto urbano più intelligente; un trasporto urbano accessibile; un trasporto urbano sicuro"*.

Il Piano d'Azione evidenzia che un approccio integrato delle politiche di mobilità è necessario per lo sviluppo delle infrastrutture e dei servizi di trasporto, ma anche per garantire una politica volta ad armonizzare trasporti e tutela dell'ambiente, risparmio energetico, ambienti salubri, pianificazione territoriale, edilizia abitativa, aspetti sociali dell'accessibilità e della mobilità, nonché politica industriale. Lo sviluppo di una pianificazione strategica dei trasporti integrati, l'istituzione di organizzazioni per la

pianificazione della mobilità, nonché l'identificazione di obiettivi realistici, sono elementi essenziali per affrontare le sfide a lungo termine lanciate dalla mobilità urbana e sostenere nel contempo la cooperazione con e tra gli operatori dei trasporti.

Con il Piano Ambientale "Politiche e misure per la crescita sostenibile dell'Italia"⁷, proposto dal Ministero dell'Ambiente nel 2011, vengono individuate, tra gli obiettivi e nel quadro di riferimento stabilito dai regolamenti e direttive europee, 5 aree principali d'intervento per la crescita sostenibile italiana. Tra le misure individuate in materia di mobilità e qualità dell'aria, emerge la priorità del trasferimento modale dalla gomma al ferro e cabotaggio per favorire la riduzione delle emissioni nocive. Ulteriori misure prevedono lo sviluppo, promozione ed esportazione di tecnologie verdi e lo sviluppo di sistemi integrati a sostegno delle smart cities.

In generale la piena fruizione del diritto alla mobilità rappresenta una necessità per una economia competitiva in un mercato sempre più globalizzato ed è certamente da ritenersi quale parametro di riferimento della qualità della vita dei cittadini, considerando tuttavia gli impatti che la mobilità genera nell'ambiente e nella salute dei cittadini, soprattutto in termini di inquinamento atmosferico e di incidentalità.

L'analisi dei dati sul traffico delle merci e dei passeggeri in Italia (Fonte: Conto Nazionale dei Trasporti 2009-2010) mostra una sostanziale stabilità della ripartizione del traffico per modi di trasporto sull'intero territorio nazionale nel periodo 1990-2009, misurato in termini di tonnellate-km per le merci ed in passeggeri-km per i passeggeri. Relativamente al trasporto delle merci, la prevalenza è del trasporto su strada (60-65%), seguito dal trasporto marittimo (c.a. 20%) e dal trasporto ferroviario (c.a. 10%), residuale è il traffico per via aerea e oleodotti (5%); per i passeggeri il trasporto su strada si attesta oltre il 90% del traffico complessivo, seguito dal trasporto ferroviario (c.a. 6%), residuale è il trasporto aereo e per via marittima.

Il trasporto marittimo

⁷ Ministero dell'Ambiente, Politiche e misure per la crescita sostenibile dell'Italia, Roma 2011

Il trasporto marittimo delle merci nazionale ammonta a circa 170 milioni di tonnellate l'anno ed è caratterizzato dal trasporto dei prodotti petroliferi (circa il 35% del totale), dal trasporto di veicoli e macchinari e altri oggetti finiti (24%) e da minerali e prodotti metallurgici (20%) mentre i prodotti agricoli e alimentari trasportati via mare sono circa il 13% del totale. Il trasferimento modale delle merci da strada al cabotaggio comporta un doppio vantaggio; infatti da un lato le emissioni per tonnellata/chilometro via nave di ossidi di azoto sono meno della metà di quelle su strada (circa 1g di NOX/tkm per mare contro i 2,1 su strada) dall'altro spostano parte delle emissioni lontano dai centri abitati.

D'altra parte, come riportato dall'ISPRA nel rapporto sulle aree urbane, le emissioni dovute al trasporto marittimo per alcuni inquinanti possono essere la sorgente emissiva prevalente per le città portuali, in particolare per quel che riguarda gli ossidi di zolfo, gli ossidi di azoto, i composti organici volatili, il monossido di carbonio, il PM10 e il Benzene, con probabili effetti anche sulla qualità dell'aria degli stessi centri urbani. Ad esempio le emissioni dalle attività marittime in porto, stazionamento delle navi e manovra per l'arrivo e la partenza, sono pari a più del 50% delle emissioni totali di ossidi di zolfo per Ancona, Cagliari, Catania, Napoli e Palermo, più del 40% delle emissioni totali di ossidi di azoto dei comuni di Ancona, Cagliari e Livorno e più del 40% delle emissioni di PM10 per Ancona e Livorno.

Gli impatti ambientali del settore dei trasporti sono maggiormente percepiti nelle città di medie-grandi dimensioni, ed in tal senso è opportuno ricordare che oltre il 20% della popolazione italiana, pari ad oltre 12 milioni di cittadini, risiede in 34 Comuni situati su una superficie complessiva pari al 2,2% del totale della superficie nazionale⁸. In queste città si assiste ad un sempre più consistente ampliamento dell'hinterland e delle relazioni tra centro e periferie, e si rende pertanto sempre più necessaria una programmazione del territorio e della mobilità in un'ottica di area vasta, difficilmente delineabile all'interno dei tradizionali confini amministrativi.

Le azioni di razionalizzazione della mobilità interessano sempre più frequentemente anche i centri urbani di minori dimensioni, i quali sebbene siano caratterizzati da una gestione della mobilità meno complessa, realizzano interventi rivolti a razionalizzare i flussi veicolari per il trasporto dei passeggeri e delle merci, a preservare i centri storici ed a stimolare i

⁸ Fonte: ISPRA – Sesto Rapporto sulla Qualità dell'Ambiente Urbano, 2009

flussi turistici attraverso una migliore qualità dei servizi offerti, compresi quelli di trasporto, che favoriscano una migliore accessibilità delle aree di interesse e delle strutture ricettive.

Il documento “Linee di indirizzo per una strategia della mobilità sostenibile in Italia”⁹ elaborata dal Ministero dell’Ambiente nel corso del 2010, individua otto misure di azione al fine di ridurre le emissioni inquinanti, associando i benefici economici a quelli ambientali, lo stimolo della crescita con il miglioramento della qualità della vita. Le misure sono le seguenti:

- ✓ Regolamentazione dell’accesso ai centri urbani delle auto e dei veicoli di trasporto delle merci;
- ✓ Politiche urbane a favore della mobilità ciclistica e del potenziamento dei servizi integrativi al trasporto pubblico locale;
- ✓ Produzione e diffusione di auto ad alta efficienza e basse emissioni (elettriche, ibride plug-in, a gas naturale) in sostituzione delle auto circolanti immatricolate prima del 2001;
- ✓ Sviluppo dei carburanti alternativi, con riferimento alla ricerca e sviluppo dei biocarburanti di “seconda generazione”;
- ✓ Estensione dei sistemi regionali di trasporto rapido di massa;
- ✓ Sostituzione, ovvero miglioramento delle prestazioni, degli autobus e dei camion immatricolati prima del 2000;
- ✓ Trasferimento su treno e cabotaggio del trasporto merci per l’attraversamento delle grandi aree metropolitane;
- ✓ Integrazione delle politiche nazionali e regionali con le linee di indirizzo comunitarie e acquisizione delle buone pratiche di mobilità sostenibile realizzate a livello europeo.

Tali linee costituiscono la base per la costituzione di una piattaforma tecnologica italiana in funzione dei programmi nazionali ed europei di ricerca, sviluppo e disseminazione di sistemi di gestione e tecnologie innovative per la mobilità sostenibile.

Il Piano ambientale recepisce misure sopraindicate tra gli obiettivi individuati per la “de carbonizzazione” dell’economia italiana con riferimento allo *Sviluppo dei sistemi integrati*

⁹ Ministero dell’Ambiente e della tutela del territorio e del mare, Linee di indirizzo per una strategia della mobilità sostenibile in Italia, Roma 2010

per le città intelligenti a basse emissioni (smart cities) e alla modifica delle modalità di trasporto di merci e persone a favore di ferrovia e cabotaggio.

La valutazione degli impatti

Dalle principali azioni messe in atto dai Comuni italiani, cofinanziate dal Ministero dell'Ambiente, per promuovere ed implementare soluzioni di mobilità sostenibile, sono state classificate nove tipologie di interventi che presentano una rispondenza strettissima con le misure individuate dall'iniziativa CIVITAS della Commissione Europea (CE).

L'iniziativa CIVITAS ha già cofinanziato progetti dimostrativi di politiche integrate e tecnologie innovative in 59 città europee, adottando una metodologia di valutazione degli impatti, e quindi della efficacia ambientale degli interventi, va sotto il nome di MAESTRO. La metodologia MAESTRO consente di definire la gamma di indicatori utili alla valutazione di impatto e delle modalità per la loro elaborazione.

E' con questo riferimento metodologico che il Ministero sta elaborando, nell'ambito della convenzione sottoscritta con ANCI nel 2009, una specifica applicazione software per la gestione via web del monitoraggio sia amministrativo che qualitativo dei progetti cofinanziati dal Ministero a favore dei comuni sulla mobilità sostenibile, per facilitare lo scambio di informazioni per via telematica tra l'Amministrazione centrale e periferiche.

In particolare una specifica applicazione software per la gestione via web, è in fase di realizzazione per l'acquisizione di indicatori di risultato dei progetti che consentiranno al Ministero, attraverso elaborazioni e confronti, di verificare l'attendibilità dei benefici ambientali. L'insieme dei risultati ottenuti costituirà un valido strumento per le scelte programmatiche di ciascun comune sulle politiche di mobilità locali. L'analisi dei dati raccolti consentirà inoltre di trarre un quadro significativo dell'efficacia delle misure cofinanziate.

L'applicazione potrà essere utilizzata per la valutazione dell'efficacia ambientale dei progetti.

