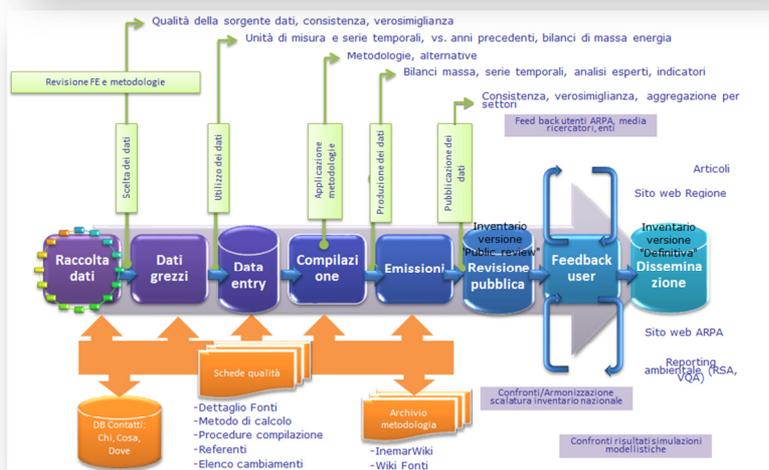
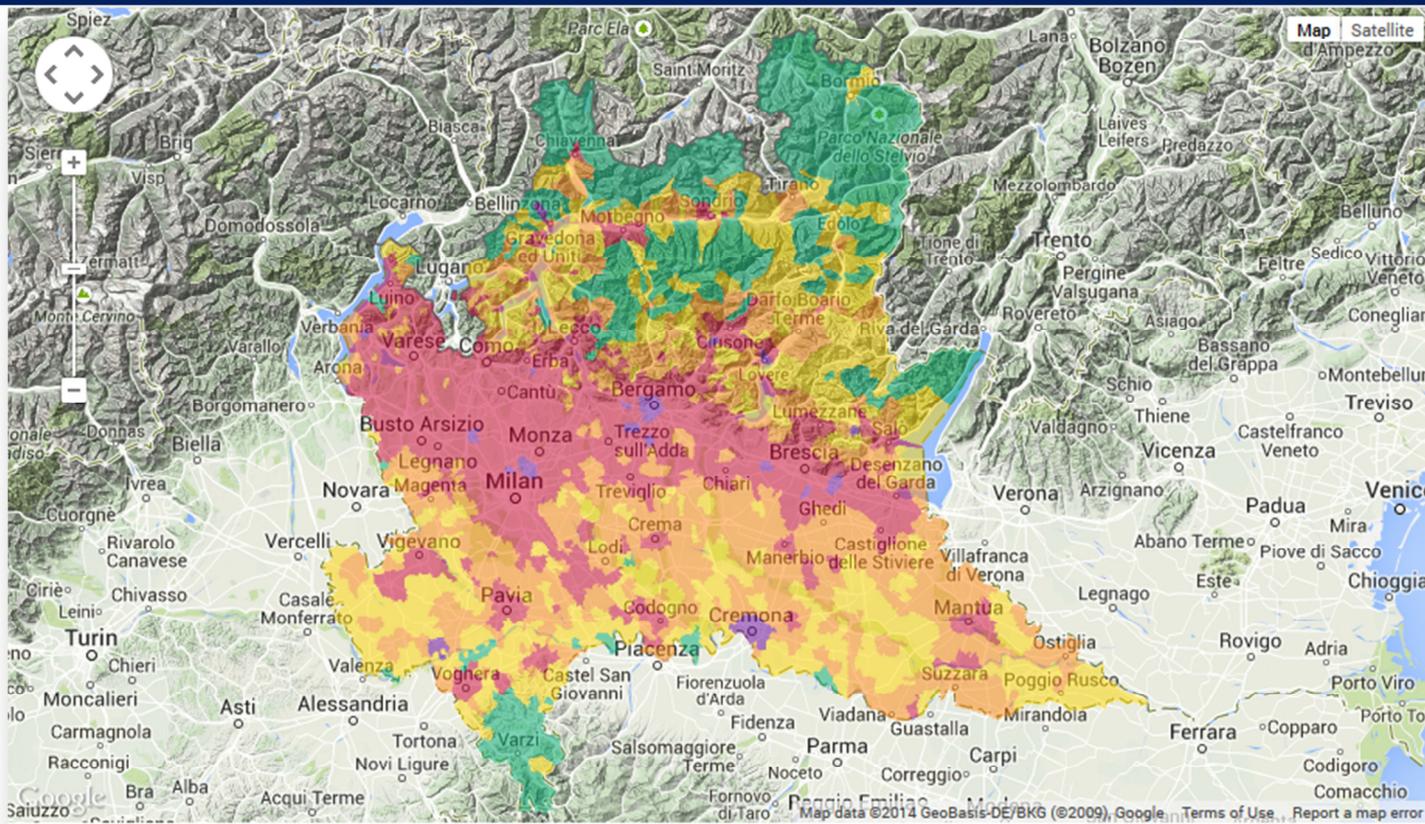


# Inventario di emissioni 2012



SETTORE MONITORAGGI AMBIENTALI  
 U.O. MODELLISTICA DELLA QUALITA'  
 DELL'ARIA E INVENTARI

**Titolo del rapporto**  
Inventario di Emissioni 2012



**Destinatario:**

Direzione Generale Ambiente, Energia e Sviluppo Sostenibile Regione Lombardia

**Autori:** Maria Abbattista, Giuseppe Fossati, Alessandro Marongiu, Marco Moretti  
- U.O. Modellistica della Qualità dell'Aria e Inventari

Con la collaborazione di Gianni Azzali per l'aggiornamento delle stime di assorbimento del carbonio e delle emissioni biogeniche

**Responsabile U.O. Modellistica della Qualità dell'Aria e Inventari - Settore Monitoraggi Ambientali**

D.ssa Elisabetta Angelino

**Direttore Settore Monitoraggi Ambientali - ARPA Lombardia:**

D.ssa Silvia Anna Bellinzona

**Sommario**

Nel corso del 2015 si sono svolti i lavori di aggiornamento dell'inventario regionale delle emissioni in atmosfera all'anno 2012, versione finale.

Il rapporto indica i principali miglioramenti metodologici introdotti rispetto all'edizione 2010, presenta una sintesi dei risultati, commentando le principali differenze rispetto all'edizione precedente, riporta le mappe di emissioni sul territorio lombardo provenienti dall'aggiornamento delle stime. Due approfondimenti tecnici completano in allegato il rapporto inerenti la stima delle emissioni da piccoli apparecchi domestici a legna e l'inventario delle emissioni di metalli pesanti.

Versione/Data  
Dicembre 2014

No di pagine 18

## Indice

<b>1. LE EMISSIONI D'INQUINANTI IN LOMBARDIA</b>	<b>4</b>
1.1 Le sorgenti di emissione d'inquinanti in atmosfera	4
1.2 Le emissioni di gas climalteranti (CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O, HFCs)	8
1.3 Distribuzione spaziale delle emissioni in Lombardia	10
<b>2. MIGLIORAMENTI METODOLOGICI DELL'INVENTARIO RISPETTO ALL'EDIZIONE PRECEDENTE</b>	<b>13</b>
2.1 Aggiornamento della ripartizione tra tipologie di piccoli apparecchi domestici a legna e relativa stima delle emissioni	13
2.2 Fattori di emissione PTS da vernici e solventi	14
2.3 Impianti farmaceutici	14
2.4 Aggiornamento parco impianti puntuali	14
2.5 Inserimento del contributo di produzione di energia elettrica a biogas agricolo.	14
2.6 Inserimento impianti di teleriscaldamento a biomassa	14
2.7 Aggiornamento fattori di emissione dei metalli pesanti e verifica di consistenza macro inquinanti/microinquinanti	15
2.8 Ipotesi per la stima delle emissioni biogeniche	15
2.9 Aggiornamento fattori di emissione del trasporto su strada	15
2.10 Aggiornamento fattori di emissione da allevamento, gestione reflui riferita ai composti azotati (sett. snap 10.9)	16
2.11 Aggiornamento fattori di emissione da combustione di rifiuti agricoli (att. snap 9.7.0)	16
2.12 Uso dei gwp AR4 per il calcolo della CO <sub>2</sub> eq	16
<b>3. Confronto fra le stime di emissioni dell'inventario 2012 finale e dell'inventario 2010</b>	<b>16</b>
<b>Bibliografia</b>	<b>17</b>

**Allegato I – Stima delle emissioni da piccoli apparecchi domestici a legna in Lombardia nel 2012**

**Allegato II – inventario delle emissioni di metalli pesanti in Lombardia nel 2012**

# 1. LE EMISSIONI D'INQUINANTI IN LOMBARDIA

## *1.1 Le sorgenti di emissione d'inquinanti in atmosfera*

Obiettivo di un inventario è quello di fornire una stima quantitativa dei contributi alle emissioni in atmosfera provenienti delle varie sorgenti antropiche e naturali e come essi si distribuiscono su un determinato territorio.

A decorrere dal 2003 la Regione Lombardia ha affidato ad A.R.P.A. Lombardia la gestione ed aggiornamento dell'inventario regionale delle emissioni. Tale attività, prima a progetto con rinnovo annuale, si è configurata poi tra le attività istituzionali della nostra Agenzia ai sensi della Legge Regionale 24 e del decreto legislativo 13 agosto 2010, n. 155, che riconosce nell'inventario una banca dati essenziale per l'attuazione da parte della Regione del decreto stesso, in particolare per quanto concerne la zonizzazione del territorio regionale, la valutazione e la gestione della qualità dell'aria ambiente, la stima dei benefici derivanti dalle misure adottate per la riduzione delle emissioni inquinanti, attraverso la simulazione di scenari di emissione. Per la stima e l'aggiornamento dell'inventario regionale delle emissioni in atmosfera è da anni utilizzato in Lombardia il sistema IN.EM.AR. (INventario EMISSIONi Aria), sviluppato nell'ambito del Piano Regionale Qualità dell'Aria (PRQA) e gestito, a partire dal 2002, da ARPA Lombardia <sup>1</sup>. Per la redazione dei propri inventari di emissioni il sistema INEMAR è inoltre utilizzato dal 2006 anche da Regione Piemonte, Regione Emilia Romagna, ARPA Friuli Venezia Giulia, Regione Veneto, Regione Puglia e dalle Province di Trento e Bolzano nell'ambito di una Convenzione interregionale.

Le informazioni raccolte nel sistema INEMAR sono le variabili necessarie per la stima delle emissioni: indicatori di attività (consumo di combustibili, consumo di vernici, quantità incenerita, quantità di metalli processati in fonderia ed in generale qualsiasi parametro che tracci l'attività dell'emissione), fattori di emissione, dati statistici necessari per la disaggregazione spaziale e temporale delle emissioni.

Con il sistema INEMAR sono stati realizzati gli inventari delle emissioni in atmosfera in Lombardia per gli anni 1997, 2001, 2003, 2005, 2007, 2008, 2010 e 2012 relativamente ai principali macroinquinanti di interesse ai fini del risanamento della qualità dell'aria (SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, COVNM, CO, NH<sub>3</sub>, PM<sub>2,5</sub>, PM<sub>10</sub>, PTS) e dei gas climalteranti di interesse per la riduzione del surriscaldamento globale (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O).

In riferimento ai gas climalteranti, nel corso del 2015, in relazione all'adesione della Regione Lombardia a Climate Group (<http://www.theclimategroup.org/>), è stato fornito supporto alla Regione sia mediante la partecipazione agli incontri al gruppo di lavoro sul Clima attivato da Regione Lombardia che attraverso il contributo a reporting da elaborazioni dei risultati dell'inventario dei gas climalteranti o in merito ai metodi impiegati nella redazione dello stesso.

---

<sup>1</sup> Il sistema INEMAR è stato realizzato secondo la metodologia internazionale per la stima delle emissioni elaborata nell'ambito del progetto europeo CORINAIR (CoORdination Information AIR), raccolte ed aggiornate in successive versioni dell'EMEP/EEA Emission Inventory Guidebook

E' inoltre stato redatto un rapporto specifico sulla stima di emissioni dei gas climalteranti nell'ambito dell'inventario.

A partire dalla edizione relativa al 2010 sono state pubblicate le stime relative alle emissioni di idrocarburi policiclici aromatici (BaP, BbF, BkF, IcdP) e delle componenti del particolato come carbonio organico ed elementare (OC, BC). A partire dall'edizione relativa al 2012 sono state pubblicate le stime relative alle emissioni di metalli pesanti (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Se, Zn).

I dati finali relativi all'anno 2012 saranno resi disponibili al pubblico e scaricabili dal sito web di INEMAR<sup>2</sup>, dettagliati per tipo di attività, tipo di combustibile e a scala comunale.

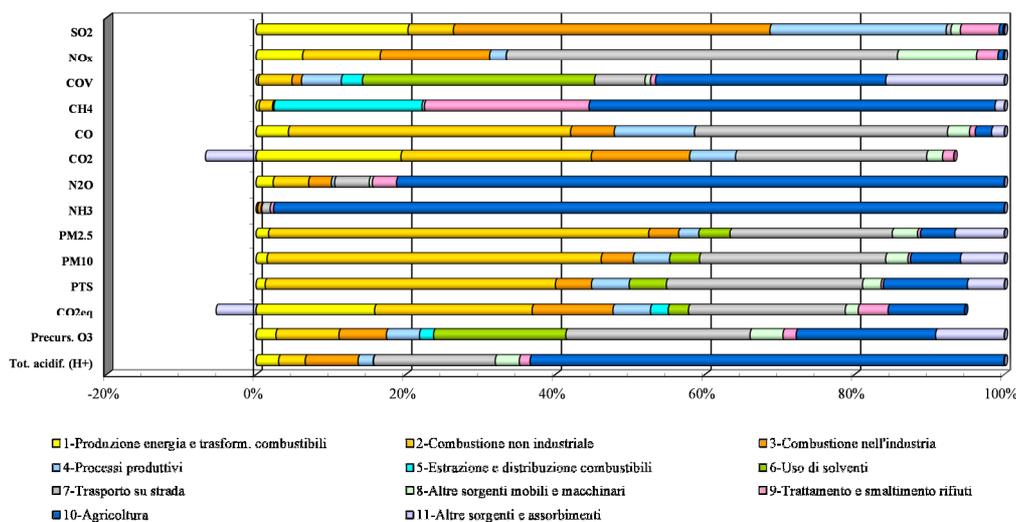
La tabella 1 e la figura 1 illustrano in sintesi i risultati finali dell'inventario 2012, riportando, in valore assoluto e percentuale, il contributo alle emissioni dei vari inquinanti delle diverse fonti, raggruppate in macrosettori<sup>3</sup>. Le sorgenti più rilevanti sono: il trasporto su strada, la produzione di energia, gli impianti di riscaldamento, le attività industriali e quelle agricole; i pesi delle differenti fonti variano in relazione al contesto territoriale e all'inquinante che si considera. Nel paragrafo seguente verranno esaminati in dettaglio i contributi per le principali classi di inquinanti atmosferici, raggruppati in inquinanti tradizionali e gas climalteranti.

	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	COV	CH <sub>4</sub>	CO	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> O	NH <sub>3</sub>	PM2.5	PM10	PTS	CO <sub>2</sub> eq	Precurs. O <sub>3</sub>	Tot. acidif. (H <sup>+</sup> )
	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	kt/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	kt/anno	t/anno	kt/anno
1-Produzione energia e trasform. combustibili	3.363	7.669	691	1.608	9.040	12.979	288	13	282	287	289	13.105	11.064	273
2-Combustione non industriale	1.005	12.808	10.658	7.088	78.872	17.055	599	196	8.621	8.772	9.224	17.410	35.059	321
3-Combustione nell'industria	7.011	18.078	3.021	594	12.197	8.812	382	453	679	840	1.147	8.941	26.426	639
4-Processi produttivi	3.901	2.719	12.640	172	22.417	4.120	56	26	458	954	1.199	4.148	18.425	183
5-Estrazione e distribuzione combustibili			6.717	78.421								1.961	7.815	
6-Usi di solventi	2,0	39	73.574	0,1	27			69	707	786	1.181	2.239	73.625	5,0
7-Trasporto su strada	104	64.551	16.015	1.293	70.724	17.126	583	1.105	3.679	4.887	6.236	17.332	102.565	1.472
8-Altre sorgenti mobili e macchinari	210	13.062	1.734	20	6.154	1.420	53	2,4	574	584	591	1.436	18.348	291
9-Trattamento e smaltimento rifiuti	857	3.542	1.622	87.208	1.628	1.004	409	449	68	69	73	3.306	7.343	130
10-Agricoltura	87	900	73.005	215.128	4.561		10.251	97.000	780	1.309	2.669	8.433	77.616	5.728
11-Altre sorgenti e assorbimenti	27	132	37.577	4.886	3.525	-4.527	2,8	23	1.119	1.149	1.172	-4.404	38.194	5,1
<b>Totale</b>	<b>16.568</b>	<b>123.501</b>	<b>237.253</b>	<b>396.419</b>	<b>209.144</b>	<b>57.989</b>	<b>12.624</b>	<b>99.337</b>	<b>16.967</b>	<b>19.638</b>	<b>23.781</b>	<b>73.907</b>	<b>416.480</b>	<b>9.046</b>

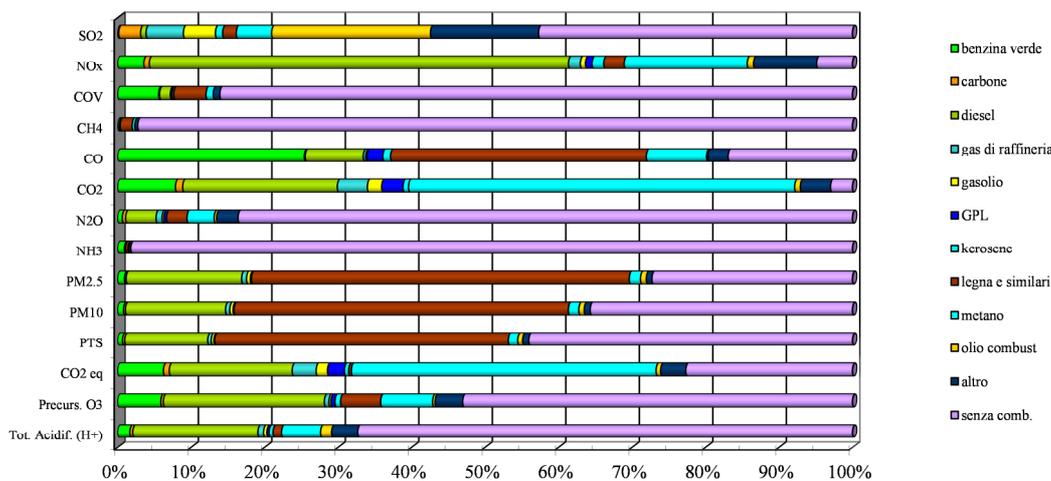
**Tabella 1. Emissioni in Lombardia nel 2012 ripartite per macrosettore - dati finali (Fonte: INEMAR ARPA LOMBARDIA).**

<sup>2</sup> <http://www.ambiente.regione.lombardia.it/inemar/webdata/main.seam>

<sup>3</sup> Il sistema INEMAR stima gli inquinanti emessi dalle numerose sorgenti codificate secondo la nomenclatura internazionale SNAP (Selected Nomenclature for Air Pollution), organizzate in modo gerarchico in 11 macrosettori, 76 settori e 375 attività. A ciascuna di queste classi è assegnata una codifica numerica e nel caso dei macrosettori questa è la corrispondenza: 1. produzione energia e trasformazione di combustibili; 2. combustione non industriale; 3. combustione nell'industria; 4. processi produttivi; 5. estrazione e distribuzione di combustibili; 6. uso di solventi; 7. trasporto su strada; 8. altre sorgenti mobili e macchinari; 9. trattamento e smaltimento rifiuti; 10. agricoltura; 11. altre sorgenti e assorbimenti.



**Figura 1. Ripartizione delle emissioni in Lombardia nel 2012 per macrosettore - dati finali (Fonte: INEMAR ARPA LOMBARDIA).**



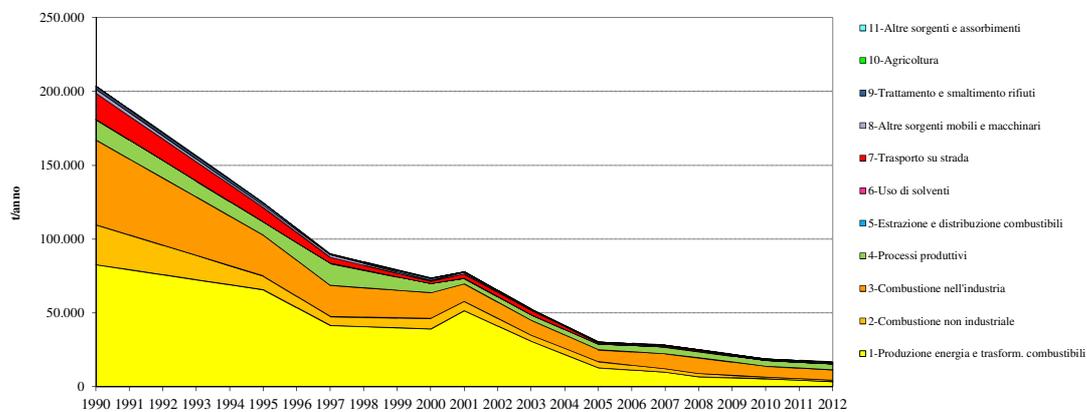
**Figura 2. Ripartizione delle emissioni in Lombardia nel 2012 per tipologia di combustibile impiegata - dati finali (Fonte: INEMAR ARPA LOMBARDIA).**

La Figura 2 riporta i contributi percentuali alle emissioni totali derivanti dall'impiego di differenti tipologie di combustibili. Per l'NO<sub>x</sub> è evidente il ruolo del consumo di diesel che determina circa il 57% delle emissioni di questo inquinante, mentre la combustione di biomasse legnose ha contribuito in tutta la Lombardia nel 2012 per il 35% alle emissioni totali di CO e per il 45% alle emissioni totali di PM<sub>10</sub>. Le emissioni di COV, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O ed NH<sub>3</sub> non sono riconducibili all'impiego di una tipologia di combustibile in particolare: i COV derivano principalmente dall'uso dei solventi e dal

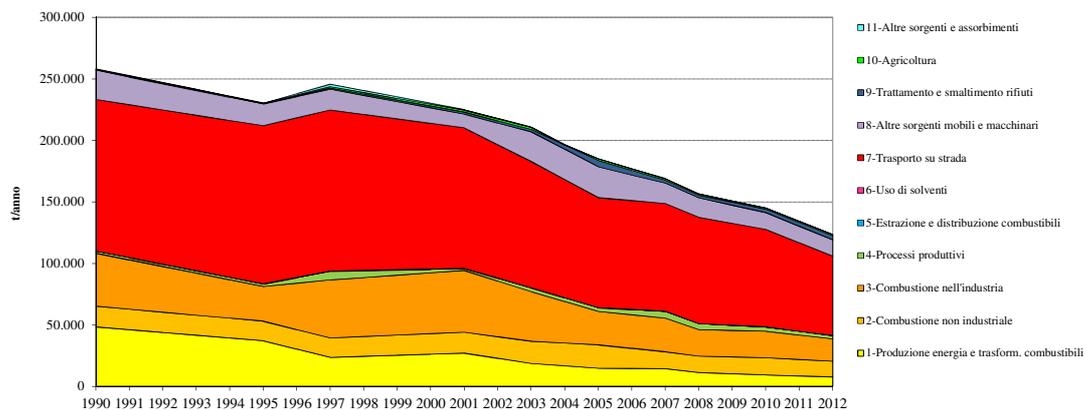
settore delle emissioni biogeniche (agricoltura e foreste), CH<sub>4</sub> è emesso principalmente dal trattamento dei rifiuti solidi urbani in discarica e da attività legate alla agricoltura che a loro volta determinano buona parte delle emissioni di N<sub>2</sub>O ed NH<sub>3</sub>.

Nonostante il forte aumento dei fattori di pressione quali popolazione, Prodotto Interno Lordo e richiesta di mobilità<sup>4</sup>, negli ultimi decenni si è registrata una riduzione delle emissioni dei principali macroinquinanti.

La riduzione delle emissioni negli ultimi 20 anni è stata molto consistente per importanti precursori delle polveri fini quali SO<sub>2</sub> e NO<sub>x</sub>. In figura 3 e 4 è mostrato il trend delle emissioni di questi inquinanti per macrosettore, come stimato dai dati di ISPRA (1990-1997) e dai dati dell'inventario delle emissioni Inemar (1997-2012).



**Figura 3. Serie storica delle emissioni di SO<sub>2</sub> (t/anno) in Lombardia. Fonte: elaborazioni ARPA Lombardia.**



<sup>4</sup> <http://www.asr-lombardia.it/ASR/>

**Figura 4. Serie storica delle emissioni di NO<sub>x</sub> (t/anno) in Lombardia. Fonte: elaborazioni ARPA Lombardia.**

Gli importanti risultati ottenuti negli scorsi decenni sono stati determinati da numerosi fattori. Fra questi, di primaria importanza, il miglioramento delle tecnologie nel settore energetico, civile ed industriale, il ricambio dei combustibili usati, con la diffusione del gas naturale. Un ruolo importante hanno giocato anche la terziarizzazione delle attività, con la delocalizzazione delle attività a maggiore impatto ambientale, prima lontano dal capoluogo e poi al di fuori della regione. Infine, va ricordato che altri contributi, come quelli derivanti dal rinnovo del parco veicolare, con la diffusione dei veicoli a benzina con catalizzatore e dei veicoli diesel con minori emissioni, sono derivate da un insieme di politiche a scala nazionale e comunitaria miranti ad una riduzione generalizzata delle emissioni in atmosfera, anche per gli impegni previsti dalla Convenzione sull'inquinamento transfrontaliero.

## **1.2 Le emissioni di gas climalteranti (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, HFCs)**

Gli inquinanti climalteranti considerati dall'inventario emissioni sono CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O e gas fluorurati (HFCs). Le emissioni di tali inquinanti sono aggregate esprimendo il totale delle emissioni in termini di CO<sub>2</sub> equivalente, tramite l'utilizzo dei "global warming potential" (GWP) utilizzati come riferimento per le stime delle emissioni ai fini della verifica degli impegni del Protocollo di Kyoto. I GWP utilizzati sono stati aggiornati in conformità alle stime del Quarto Rapporto di Valutazione dell'IPCC IPCC 4<sup>th</sup> Assessment Report, 2007). Per maggiori informazioni si rimanda al seguente documento:

[https://www.ipcc.ch/publications\\_and\\_data/ar4/wg1/en/ch2s2-10-2.html](https://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/en/ch2s2-10-2.html)

Le emissioni di CO<sub>2</sub> risultano avere una componente negativa, in quanto sono stati stimati gli assorbimenti forestali di CO<sub>2</sub>. L'inventario considera questi contributi come quantità sottratte all'atmosfera, per cui le riporta con un segno negativo. Nel 2012 gli assorbimenti forestali rappresentano il 6% delle emissioni di gas climalteranti in Lombardia.

La variazione delle emissioni di gas climalteranti (in termini di CO<sub>2</sub>eq) nel periodo 1990-2012 in Italia è pari a - 11,4 % se non si considerano le emissioni dalla variazione del suolo e degli assorbimenti forestali (LULUCF), mentre sono pari a - 14,3 % considerando tali attività (Inventario nazionale ISPRA 2012, NIR 2014).

A livello regionale, le emissioni totali di gas a effetto climalteranti per l'anno 2012 sono pari a 73.907 kt di CO<sub>2</sub>eq. Considerando le emissioni di CO<sub>2</sub>eq senza LULUCF, pari a 78.434 kt, si registra una diminuzione del 5,6% rispetto al valore stimato da ENEA per il 1990.

Le emissioni di CO<sub>2</sub>eq provengono (Figura 5) per il 23% dal macrosettore 7 (trasporto su strada) e per il 24% dal macrosettore 2 (combustione non industriale). I contributi

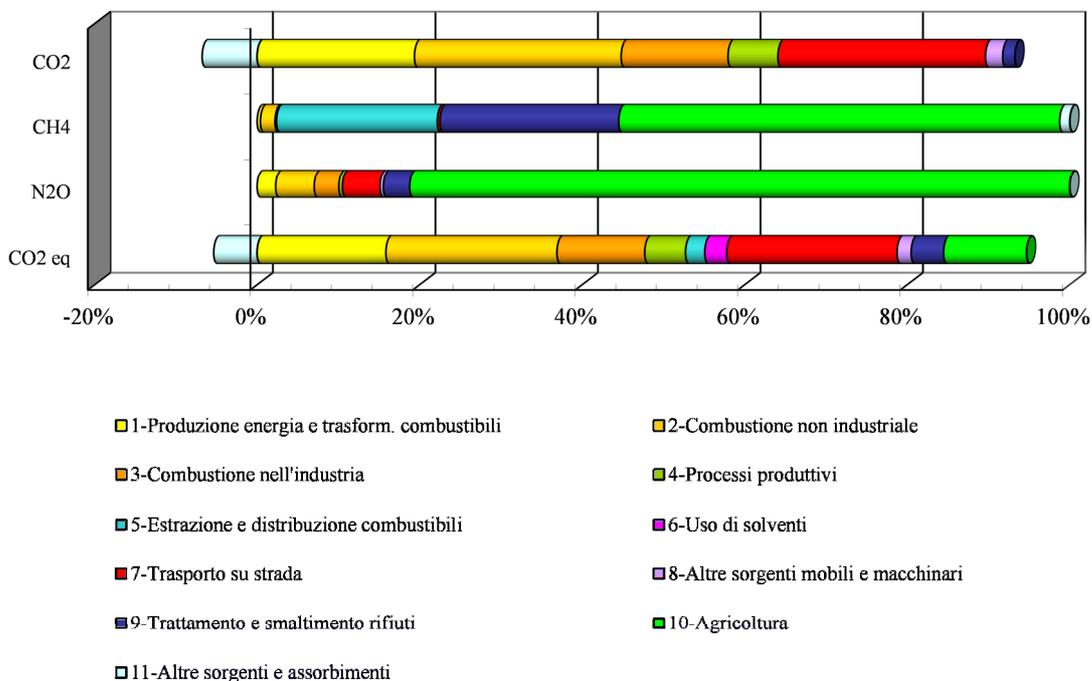
del macrosettore 1 (produzione di energia) e 3 (combustione nell'industria) sono rispettivamente del 18% e del 12%.

Il contributo maggiore alle emissioni di CH<sub>4</sub> si deve per il 54% al macrosettore 10 (agricoltura). Seguono il macrosettore 5 (estrazione e distribuzione combustibili) con il 20% e il macrosettore 9 (rifiuti) con il 22%. Trascurabili le emissioni dal macrosettore 2 (combustione non industriale) con il 2%.

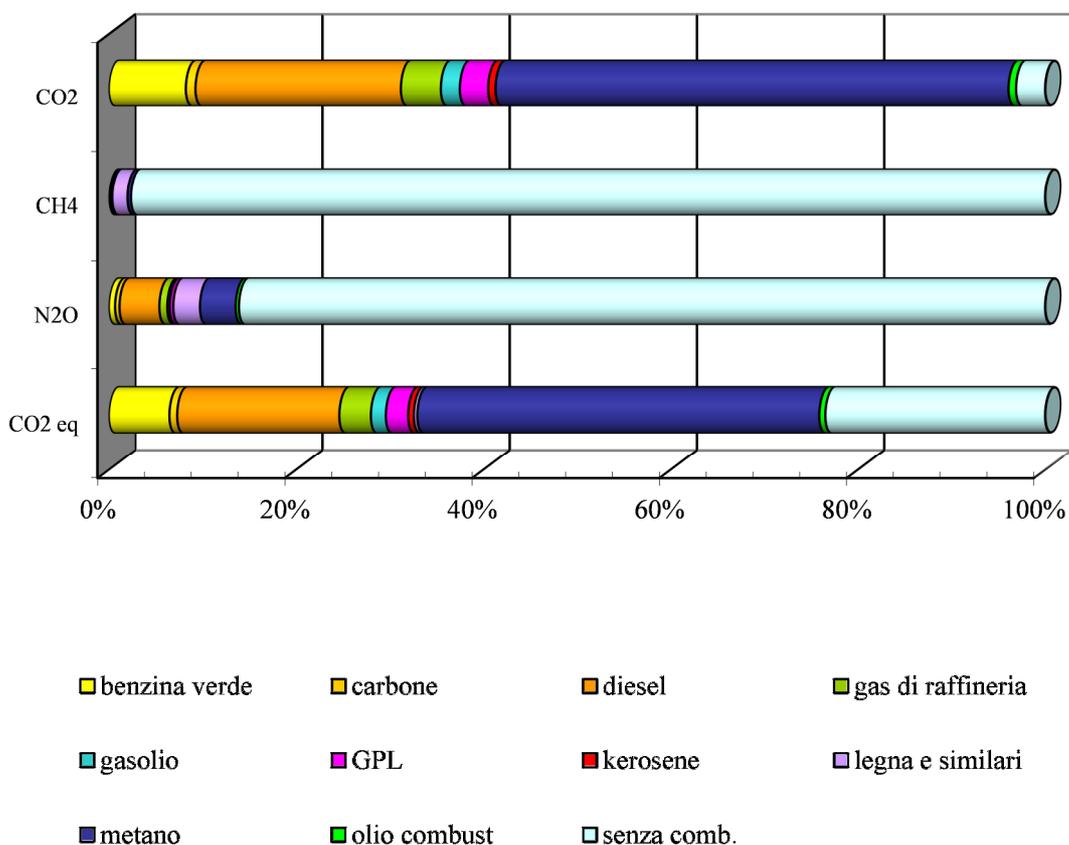
L'N<sub>2</sub>O è emesso per l'81% dal macrosettore 10 (agricoltura) e per il 5% dal macrosettore 2 (combustione non industriale). Complessivamente, le emissioni di CO<sub>2</sub>eq derivano prevalentemente dai macrosettori 1, 2, 3 e 7 legati alle combustioni, determinando un contributo pari al 77% delle emissioni totali; è quindi evidente come la precisione di un inventario delle emissioni di gas climalteranti su scala regionale è largamente dominata dalla possibilità di disporre di un affidabile bilancio energetico, che quantifichi con sufficiente accuratezza l'utilizzo dei diversi combustibili.

La suddivisione per combustibile delle emissioni di CO<sub>2</sub> (Figura 6), per il 2012, rileva un importante ruolo del metano, che da solo rappresenta il 53% delle emissioni di CO<sub>2</sub> di tutti i macrosettori. Il diesel (21% delle emissioni totali di CO<sub>2</sub>) dal settore trasporti rappresenta il secondo vettore a cui seguono la benzina verde (8%), il GPL (3%), l'olio combustibile (1%) e il carbone (1%).

Da ricordare che le emissioni CO<sub>2</sub> dalla combustione delle biomasse e della componente biodegradabile dei rifiuti sono considerate nulle, in quanto si assume che la CO<sub>2</sub> emessa in fase di combustione equivalga a quella emessa durante la combustione.



**Figura 5. Emissioni di gas climalteranti nel 2012 in Lombardia suddivisi per inquinante e per macrosettore SNAP - dati finali (Fonte: INEMAR ARPA LOMBARDIA).**



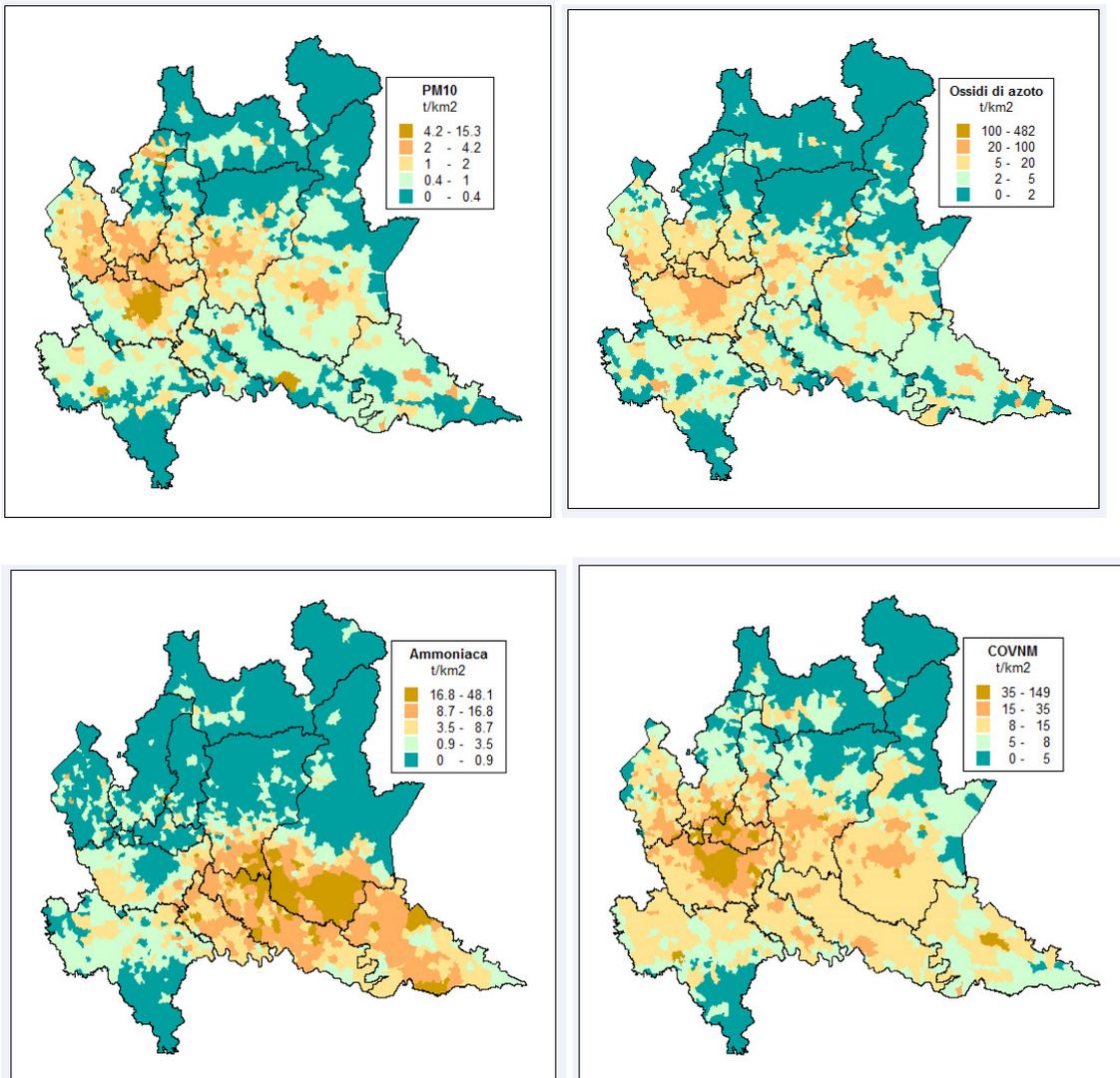
**Figura 6. Emissioni di gas climalteranti nel 2012 in Lombardia suddivisi per inquinante e tipologia di combustibile - dati finali (Fonte: INEMAR ARPA LOMBARDIA).**

### ***1.3 Distribuzione spaziale delle emissioni in Lombardia***

Le mappe che seguono riportano la distribuzione spaziale delle emissioni sul territorio lombardo. Tali distribuzioni differiscono in relazione alla presenza di sorgenti di emissione che, come si è detto nei paragrafi precedenti, contribuiscono con pesi diversi alla produzione dei diversi inquinanti.

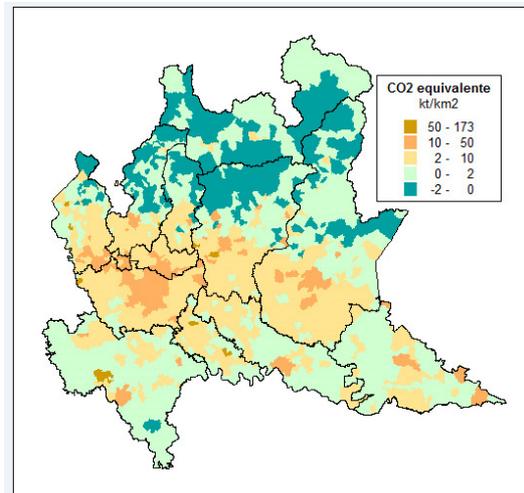
La mappa in figura 7 mostra come le maggiori emissioni di PM<sub>10</sub> primario per unità di superficie di ciascun comune lombardo interessano le principali aree urbane della regione, i territori comunali limitrofi ai principali archi autostradali ed alcune zone alpine e prealpine caratterizzate dall'utilizzo di biomasse legnose come combustibile domestico.

Mentre le maggiori emissioni di NO<sub>x</sub> sono stimate in prossimità delle principali strade ed autostrade in relazione al traffico veicolare, l'ammoniaca è emessa principalmente nelle zone di pianura caratterizzate da una vocazione agricola. In maniera del tutto differente dai due precedenti inquinanti, i composti organici volatili non metanici, derivanti prevalentemente dall'utilizzo di solventi, sono emessi nelle aree più popolate della regione, come i capoluoghi di regione e di provincia. Per i COVNM tale sorgente è subito seguita dalle emissioni di tipo biogenico caratteristiche delle fasce di maggiore forestazione.

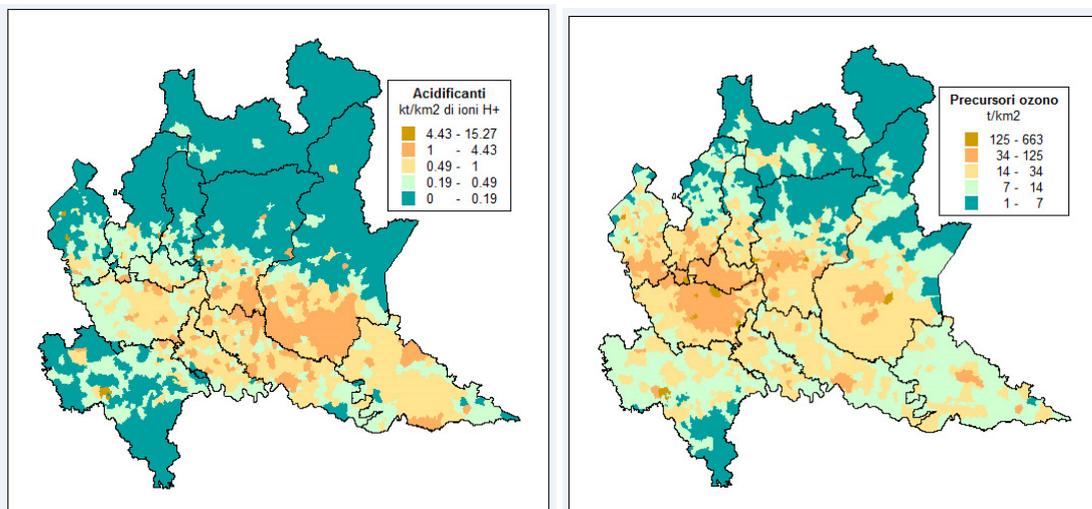


**Figura 7. Mappe di emissione nel 2012 in Lombardia per PM<sub>10</sub>, NO<sub>x</sub>, NH<sub>3</sub> e COVNM - dati finali (Fonte: INEMAR ARPA LOMBARDIA).**

Come si è detto le emissioni di CO<sub>2</sub>eq provengono principalmente dai processi di combustione, pertanto risultano essere principalmente concentrate nelle aree maggiormente urbanizzate del territorio regionale o in prossimità di impianti di produzione di energia.



**Figura 8. Mappa di emissione nel 2012 in Lombardia di CO<sub>2</sub> equivalente - dati finali (Fonte: INEMAR ARPA LOMBARDIA).**



**Figura 9. Mappa di emissione nel 2012 in Lombardia di Acidificanti e Precursori ozono - dati finali (Fonte: INEMAR ARPA LOMBARDIA).**

## **2. MIGLIORAMENTI METODOLOGICI DELL'INVENTARIO RISPETTO ALL'EDIZIONE PRECEDENTE**

Rispetto alla versione dell'inventario 2010 finale, sono stati introdotti i seguenti miglioramenti metodologici:

1. Aggiornamento della ripartizione tra tipologie di piccoli apparecchi domestici a legna e relativa stima delle emissioni;
2. Aggiornamento fattori di emissione PTS da vernici e solventi;
3. Aggiornamento stima del comparto di produzione di farmaci (fattori di emissione e indicatore);
4. Aggiornamento parco impianti puntuali;
5. Inserimento del contributo di produzione di energia elettrica a biogas agricolo;
6. Inserimento di altri impianti di teleriscaldamento a biomassa;
7. Aggiornamento fattori di emissione dei metalli pesanti e verifica di consistenza macro inquinanti/microinquinanti;
8. Ipotesi stima emissioni biogeniche
9. Aggiornamento fattori di emissione del trasporto su strada;
10. Aggiornamento fattori di emissione da allevamento;
11. Aggiornamento fattori di emissione da combustione di rifiuti agricoli;
12. Uso dei GWP AR4 per il calcolo della CO<sub>2</sub> eq.

### ***2.1 Aggiornamento della ripartizione tra tipologie di piccoli apparecchi domestici a legna e relativa stima delle emissioni***

I consumi totali regionali di biomassa bruciata in piccoli apparecchi domestici per l'edizione 2012, sono quelli relativi alla indagine CATI effettuata nell'inverno 2011-2012. I consumi per celle di campionamento derivati da tale indagine sono stati spazializzati su scala comunale (sub-cella) in base ai consumi di biomassa ad uso residenziale del bilancio energetico regionale per l'anno 2012, forniti da SIRENA. La ripartizione percentuale dei consumi delle differenti tecnologie di combustione per i comuni della Lombardia per il 2012 è stata ottenuta facendo evolvere il parco impianti relativo al 2008 (indagine JRC) ed utilizzata per l'edizione 2010, su ipotesi di ricambio del parco avvenuto nei 4 anni successivi a tale rilevamento. Il rateo di sostituzione degli apparecchi definito per differenti classi di età delle tecnologie è stato stimato sulla base dei dati di vendita, da associazioni di settore (Spazzacamini ANFUS, Confindustria CECED Italia), anche compatibilmente con studi di scenario analoghi. La stima totale dei consumi di biomassa legnosa per il 2012 considera una percentuale di utilizzo delle famiglie lombarde pari al 14% ed un consumo medio di circa 24 q/anno per utilizzatore frequente. Questi parametri ben si allineano con quanto ipotato dalla

recente indagine ISTAT sui consumi energetici delle famiglie italiane, che per il 2013 indica una percentuale di utilizzo in Lombardia pari a circa il 17% ed un consumo medio per famiglia di 25 q/anno. Una descrizione dettagliata della metodologia di stima delle emissioni e degli indicatori è riportata nell'allegato I.

## ***2.2 Fattori di emissione PTS da vernici e solventi***

Sono stati aggiornati i fattori di emissione delle polveri da diverse attività relative all'uso di vernici e solventi, ricavandoli da dati puntuali 2010. Questi fattori di emissione sono compatibili con la metodologia "Guidelines for Particulate Matter (PM) Emissions Calculations for Spray Coating Operations". I fattori di emissione usati in precedenza erano sottostimati, in quanto non consideravano la frazione solida delle vernici applicate a spruzzo.

## ***2.3 Impianti farmaceutici***

Sono stati elaborati indicatori per poter stimare in modo più approfondito le emissioni da produzione di farmaci degli stabilimenti non inclusi come puntuali, è stato inoltre aggiornato il fattore di emissione sostituendo quello in uso con quello di fonte Guidebook EEA (Tier 1).

## ***2.4 Aggiornamento parco impianti puntuali***

Si è ampliato il parco impianti puntuali con l'aggiunta di 5 nuovi impianti. Il numero complessivo ammonta a 392 e si riduce rispetto a quello dell'edizione 2010, a seguito della dismissione di alcuni impianti. Le fonti considerate per la redazione dell'inventario delle emissioni puntuali 2012 sono le seguenti: EU-ETS, AIA, INES-EPRT, Rapporti Ambientali, FIPER, Politecnico Milano.

## ***2.5 Inserimento del contributo di produzione di energia elettrica a biogas agricolo.***

I dati provinciali di consumo di biogas forniti da SIRENA per la produzione di energia elettrica sono stati disaggregati a livello comunale sulla base della potenza elettrica di 360 impianti autorizzati, siti in 216 comuni lombardi, e censiti nel rapporto ECO-BIOGAS di Regione Lombardia (2013), previo scorporo dei consumi di biogas in gruppi elettrogeni nelle discariche di rifiuti solidi urbani e assimilabili.

## ***2.6 Inserimento impianti di teleriscaldamento a biomassa***

Nell'inventario 2012, come per l'edizione 2010, sono stati considerati come sorgenti puntuali tre impianti, (Sondalo, Tirano e Valfurva), la stima delle emissioni è stata ottenuta da fattori di emissione (fonte Politecnico) e consumi aggiornati al 2012 (fonte TCVVV). In aggiunta ai tre impianti, sono stati considerati 25 impianti di teleriscaldamento a biomassa (reperiti dal rapporto ENAMA e completati con i dati

disponibili dal sito FIPER), i cui consumi sono stati stimati a partire dalla potenza elettrica installata, ipotizzando 2500 ore di funzionamento annue e considerando il 100% di operatività. Le emissioni sono state stimate tramite fattori di emissione indicati dalle Linee Guida di EMEP/CORINAIR aggiornata al 2013.

## **2.7 Aggiornamento fattori di emissione dei metalli pesanti e verifica di consistenza macro inquinanti/microinquinanti**

È stata effettuata una analisi sistematica ed un aggiornamento dei fattori di emissione, stima e spazializzazione delle emissioni di As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Se e Zn anche in considerazione di criteri di consistenza delle ipotesi emissive con gli altri inquinanti permettendo, pur rilevando numerose criticità derivanti dalla potenziale variabilità delle emissioni, un consolidamento delle stime dell'inventario 2012. Maggiori dettagli sono riportati nell'allegato II.

## **2.8 Ipotesi per la stima delle emissioni biogeniche**

Per la stima delle emissioni dei Composti Organici Volatili, provenienti dalle specie vegetali coltivate, nell'edizione 2012 è stata adottata una classificazione delle coltivazioni maggiormente dettagliata rispetto alle precedenti edizioni. La nuova classificazione riproduce il più fedelmente possibile quella del Sistema Informativo Agricolo della Regione Lombardia compatibilmente con la disponibilità in letteratura di fattori di emissione per specie vegetale.

Per quanto riguarda le emissioni biogeniche naturali, è stata effettuata una migliore valutazione delle superfici forestali, eliminando alcune sovrastime presenti nelle precedenti edizioni dovute alla parziale sovrapposizione di dati provenienti da più fonti.

## **2.9 Aggiornamento fattori di emissione del trasporto su strada**

Successivamente alla pubblicazione in revisione pubblica dei risultati 2012, sono stati aggiornati i fattori di emissione allo scarico degli autoveicoli, adottando quanto nel frattempo pubblicato dalla Agenzia Europea per l'Ambiente, e dagli autori della metodologia Copert, a fine 2014 e ad aprile 2015. Sono state consultate le seguenti fonti:

- Fattori di emissione per CO, NO<sub>x</sub>, COV, PM e fattori di consumo carburante per mezzi pesanti: [http://emisia.com/sites/default/files/HDV\\_functions\\_Excel\\_files.zip](http://emisia.com/sites/default/files/HDV_functions_Excel_files.zip)
- Fattori di emissione per CO, NO<sub>x</sub>, COV, PM, FC e fattori di consumo carburante per veicoli leggeri per trasporto merci euro 5/6: <http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2013/part-b-sectoral-guidance-chapters/1-energy/1-a-combustion/1-a-3-b-road-transport-annex-hdv-files.zip> (oltre a comunicazione personale per FE COV leggeri a benzina euro 5)
- Altri inquinanti e veicoli:

[http://emisias.com/sites/default/files/1%20A%203%20b%20Road%20transport%20GB2014 latest.pdf](http://emisias.com/sites/default/files/1%20A%203%20b%20Road%20transport%20GB2014%20latest.pdf)

Si è reso necessario rimodulare i flussi di traffico utilizzati per l'edizione 2010, i consumi di carburanti, forniti da SIRENA, hanno infatti subito nel 2012, rispetto al 2010, una riduzione complessiva del 13%. In particolare i consumi di benzina e gasolio sono diminuiti del 17% mentre sono aumentati quelli di metano e GPL. Se si fossero mantenuti invariati i flussi veicolari utilizzati nell'edizione 2010, il consumo di gasolio risultante dall'applicazione del modulo di calcolo di INEMAR per la stima delle emissioni da traffico lineare avrebbe superato il consumo stimato da SIRENA. Per ovviare a ciò i flussi 2010 per tipo di veicolo sono stati ridimensionati in base al peso che avevano, nel 2010, i consumi lineari rispetto ai consumi totali, tenendo conto della variazione avvenuta nel consumo di combustibili e nella consistenza del parco circolante.

Ai flussi di traffico 2010 sono quindi state apportate le seguenti riduzioni: auto -11%, leggeri -16%, pesanti -22%, moto -12%.

### **2.10 Aggiornamento fattori di emissione da allevamento, gestione reflui riferita ai composti azotati (sett. snap 10.9)**

I FE per l'NH<sub>3</sub> precedentemente presenti in INEMAR sono stati aggiornati secondo l'ultimo aggiornamento di ISPRA del 2015. I FE aggiornati in INEMAR sono suddivisi in base alla categoria zootecnica ed è espressa in g/capo/anno.

### **2.11 Aggiornamento fattori di emissione da combustione di rifiuti agricoli (att. snap 9.7.0)**

Per la stima delle emissioni da combustione di rifiuti agricoli (eccetto l'attività di combustione delle stoppie) sono stato utilizzati i FE del Guidebook 2013 (5.C.2 Open burning of waste GB2013).

### **2.12 Uso dei gwp AR4 per il calcolo della CO<sub>2</sub> eq**

Sono stati utilizzati i GWP AR4 per CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O e F-gas in luogo dei GWP AR2 usati finora. Per HFC e PFC i GWP medi sono stati calcolati a partire dai GWP AR4 delle varie specie, effettuando la media pesata sulle emissioni dell'inventario nazionale ISPRA 2012 (NIR 2014).

CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>
1	25	298	3386	7523	22800

## **3. Confronto fra le stime di emissioni dell'inventario 2012 finale e dell'inventario 2010**

Le variazioni introdotte rispetto alla versione finale dell'inventario 2010 hanno comportato alcune variazioni nelle emissioni complessive di macroinquinanti, le più

significative delle quali sono legate agli aggiornamenti delle emissioni da trasporto su strada. Più nel dettaglio:

*Le emissioni di SO<sub>2</sub> hanno subito una diminuzione del 12%.* Il principale contributo a questa differenza è dovuto alla produzione di energia elettrica, le cui emissioni diminuiscono del 37%, circa 1.970 t in meno. Questa diminuzione è dovuta ai minori consumi, in particolare di olio combustibile.

*Le emissioni di NO<sub>x</sub> sono diminuite del 15%.* Tale variazione è dovuta principalmente alla riduzione delle emissioni da trasporto su strada (-19%, circa 14.700 t in meno) ed è connessa alla riduzione del parco circolante e delle percorrenze.

*Le emissioni di COV sono diminuite del 15%.* La diminuzione di queste emissioni è dovuta principalmente alle sorgenti biogeniche (-43%, circa 28.160 t in meno). Sono diminuite in modo consistente anche le emissioni da uso di vernici e solventi (-7,8%, circa 6.240 t in meno) e da trasporto su strada (-23%, circa 4.720 t in meno).

*Le emissioni di CH<sub>4</sub> sono diminuite del 6,1%.* I principali contributi a questo decremento sono dovuti all'estrazione e distribuzione di combustibili (-18%, circa 17.470 t in meno, a causa delle perdite alle condotte). Meno rilevanti i contributi dell'agricoltura (-2,6%, circa 5.750 t in meno) e del trattamento e smaltimento rifiuti (-3,4%, circa 3.050 t in meno).

*Le emissioni di CO sono diminuite del 12%.* Si è avuta una diminuzione consistente delle emissioni da combustione non industriale (-16%, circa 15.300 t in meno) e da trasporto su strada (-18%, circa 16.000 t in meno)

*Le emissioni di CO<sub>2</sub> sono diminuite del 16%.* Si è avuta una diminuzione delle emissioni di tutte le attività di combustione, a cui contribuiscono le attività di la combustione nell'industria (-25%, circa 2.910 t in meno), trasporto su strada (-13%, circa 2.600 t in meno), produzione di energia (-17%, circa 2.710 t in meno) e la combustione non industriale (-9,4%, circa 1.780 t in meno). Questi decrementi sono dovuti alla generale diminuzione dei consumi di combustibile.

*Le emissioni di N<sub>2</sub>O sono diminuite del 4,5%.* Il contributo più rilevante è quello dell'agricoltura (-2,9%, circa 310 t in meno).

*Le emissioni di NH<sub>3</sub> sono diminuite dello 0,3%.* La diminuzione più rilevante si è avuta nelle emissioni da trasporto su strada (-20%, circa 280 t in meno). Le emissioni da agricoltura sono rimaste quasi invariate (-0,03%, 34 t in meno).

*Le emissioni di PM<sub>10</sub> sono diminuite del 7,9%.* I contributi più significativi a questa diminuzione sono dovuti alla combustione non industriale (-16%, circa 1.680 t in meno) e al trasporto su strada (-19%, circa 1.150 t in meno). L'incremento delle emissioni da uso di vernici e solventi (+809%, circa 700 t in più) è dovuto a raffinamento metodologico.

## Bibliografia

**Angelino E., Bellinzona S. A., Lanzani G., Caserini S., Marongiu A. (2012)** *Domestic wood combustion impact on air quality in Lombardy Region*, 8°International Conference Air Quality – Science and Application, Athens, 19-23 March 2012

- ARPA Lombardia - Regione Lombardia (2011)** *INEMAR, Inventario Emissioni in Atmosfera: emissioni in Regione Lombardia nell'anno 2008 - dati per revisione pubblica*. Lombardia Settore Aria e Agenti Fisici; Regione Lombardia DG Ambiente, Energia e Reti.  
[www.inemar.eu](http://www.inemar.eu)
- CEPMEIP (2003)** *Co-ordinated European Programme on Particulate Matter Emission Inventories. Projections and Guidance*, [www.air.sk/tno/cepmeip/](http://www.air.sk/tno/cepmeip/)
- EEA (2009)** *EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook — 2009*  
<http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-emission-inventory-guidebook-2009>
- Hulskotte J.H.J., Schaap M., Visschedijk A.J.H. (2006)** *Brake wear from vehicles as an important source of diffuse copper pollution*, 10<sup>th</sup> Int. Specialised Conference on Diffuse Pollution and Sustainable Basin Management, Sep. 18-22, Istanbul – Turkey
- IPCC (2006)** *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*  
<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html>
- IPCC (2007)** *IPCC Fourth Assessment Report (AR4)*  
[https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg3/ar4\\_wg3\\_full\\_report.pdf](https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg3/ar4_wg3_full_report.pdf)
- Rauterberg-Wulff A. (1999)** *Determination of Emission Factors for Tire Wear Particles by Tunnel Measurements*, 8th International Symposium 'Transport and Air Pollution', June 2002, Graz, Austria.
- Sanders P.G., Xu N., Dalka T.M., Maricq M. (2003)** *Airborne brake wear debris, size distributions, composition, and a comparison of dynamometer and vehicle tests* Environ. Sci. Technol., vol 37, pp. 4060-4069.