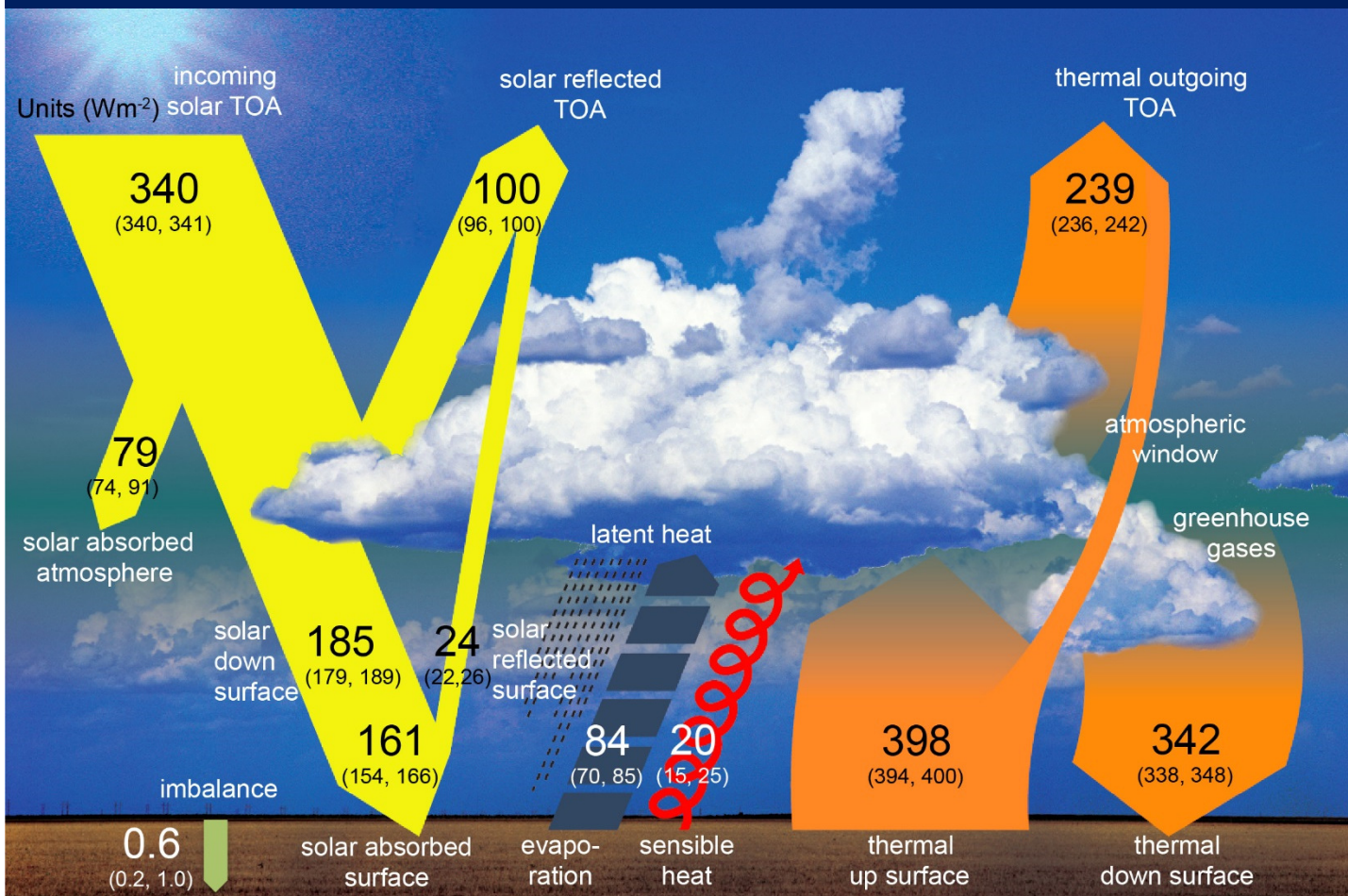



# Rapporto informativo sui gas climateranti

## Stima delle emissioni di gas climalteranti nell'ambito dell'inventario regionale



<p><b>Titolo del rapporto</b></p> <p>“Rapporto informativo sui gas climalteranti - Stima delle emissioni di GHGs in Lombardia nel 2012“</p> <p>Inventario delle emissioni dei principali gas ad effetto serra e delle emissioni di BC</p>	 <p>ARPA LOMBARDIA Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente</p> <hr/> <p>ARPA Lombardia – Agenzia Regionale per la Protezione dell’Ambiente della Lombardia</p> <p>U.O. Modellistica della Qualità dell’Aria e Inventari – Settore Monitoraggi Ambientali</p> <p>Via Rosellini, 17 - 20124 Milano</p>	
<p><b>Autori:</b></p> <p>Alessandro Marongiu, Giuseppe Fossati, Marco Moretti, Elisabetta Angelino - U.O. Modellistica della Qualità dell’Aria e Inventari del Settore Monitoraggi Ambientali</p> <p><b>Direttore Settore Monitoraggi Ambientali - ARPA Lombardia:</b> Silvia Anna Bellinzona</p> <p><b>Responsabile U.O. Modellistica della Qualità dell’Aria e Inventari - Settore Monitoraggi Ambientali:</b> Elisabetta Angelino</p> <p><b>Sommario</b></p> <p>Il presente rapporto informativo intende illustrare la stima di emissioni dei gas climalteranti nell’ambito dell’aggiornamento dell’inventario regionale di emissioni atmosferiche che ARPA Lombardia svolge tra le proprie attività istituzionali ai sensi della L.R. 24/2006.</p> <p>Un’introduzione sui gas climalteranti e sui relativi approcci di stima apre il rapporto, seguita da una descrizione, più nello specifico, delle metodologie implementate nel sistema IN.EM.AR., utilizzato da ARPA per l’aggiornamento dell’inventario non solo dei gas climalteranti ma anche degli inquinanti di qualità dell’aria. Segue una sintesi dei risultati, riportando le mappe di emissioni sul territorio lombardo provenienti dall’ultima edizione relativa all’inventario 2012 nella sua versione finale.</p> <p>Completano il rapporto delle schede riassuntive, una per ogni classe di sorgenti raggruppate secondo la classificazione NFR. Ciascuna scheda, strutturata in tre sezioni, descrizione delle sorgenti incluse, metodologia, risultati, è corredata di tabelle con indicatori di attività regionali e fattori di emissione medi, mettendo a disposizione agli utenti interessati maggiori informazioni su ipotesi di calcolo e dati utilizzati.</p> <p>Immagine di copertina tratta da AR5 – IPCC: <a href="https://www.ipcc.ch/report/graphics/index.php?t=Assessment%20Reports&amp;r=AR5%20-%20WG1&amp;f=Chapter%202">https://www.ipcc.ch/report/graphics/index.php?t=Assessment%20Reports&amp;r=AR5%20-%20WG1&amp;f=Chapter%202</a></p>		
<p>Versione/Data</p> <p>01/Dicembre 2012</p>		<p>No di pagine</p> <p>35</p>

# Indice

1	Introduzione .....	4
2	Gas climalteranti ed approcci di stima .....	5
3	I possibili effetti climatici del black-carbon .....	7
4	Metodologie di stima delle emissioni di gas climalteranti .....	9
5	Emissioni di gas climalteranti in Lombardia nel 2012 .....	11
6	Emissioni di BC ed OC in Lombardia nel 2012 .....	13
7	Il settore energetico in lombardia nel 2012 .....	15
8	Disponibilità e pubblicazione dei risultati dell'inventario .....	17
9	Schede di dettaglio per settore NFR delle emissioni di gas climalteranti per la lombardia nel 2012.....	18
10	Riferimenti .....	35

# 1 INTRODUZIONE

---

L'obiettivo di un inventario è quello di fornire una stima quantitativa dei contributi alle emissioni in atmosfera provenienti dalle varie sorgenti antropiche e naturali e come essi si distribuiscono su un determinato territorio. A decorrere dal 2002 la Regione Lombardia ha affidato ad ARPA 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 di ARPA ai sensi della Legge Regionale n.24/2006 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 INEMAR. (INventario EMissioni ARia), sviluppato nell'ambito del Piano Regionale Qualità dell'Aria (PRQA) e gestito, a partire dal 2002, da ARPA Lombardia. Per la redazione dei propri inventari di emissioni il sistema INEMAR è inoltre utilizzato anche da Regione Piemonte, Regione Emilia Romagna, ARPA Friuli Venezia Giulia, Regione Veneto, Regione Puglia, Province Trento-Bolzano nell'ambito di una Convenzione attivata nel 2006.

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, 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 (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O). 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 delle emissioni della ultima edizione dell'inventario relativa al 2012 sono scaricabili online ([www.inemar.eu](http://www.inemar.eu)) e sono dettagliati oltre che per gli inquinanti appena descritti, considerando i 1544 comuni della lombardia, 254 tipologie di attività e 12 tipologie di combustibile. I risultati dell'inventario sono generalmente presentati tramite la classificazione per le sorgenti di emissione SNAP97 (Selected Nomenclature for Air Pollution), inizialmente adottata in ambito EMEP-CORINAIR. E' comunque possibile classificare le sorgenti tramite altri livelli di classificazione come per esempio quello previsto dalla NFR (Nomenclature for Reporting Format) utilizzata in ambito UNFCCC (<http://newsroom.unfccc.int/>).

Le stime sono effettuate tramite 12 differenti algoritmi che implementano le metodologie dell'EMEP-CORINAIR Atmospheric Emission Inventory Guidebook (EMEP/EEA, 2009; EMEP/EEA, 2013), delle linee guida IPCC (IPCC, 2006) e dello US-EPA CHIEF (US-EPA, 2011). Il sistema elabora anche la stima di indicatori aggregati per le emissioni di CO<sub>2</sub> equivalente, totale di sostanze acidificanti e precursori dell'ozono sulla base di specifici coefficienti proposti dall' IPCC (IPCC, 2006) and De Leeuw (De Leeuw, 2002).

Le metodologie implementate sono analoghe e compatibili a quanto realizzato da ISPRA a livello nazionale dove i fattori di emissione e le metodologie utilizzate nel processo di stima sono coerenti con le linee guida IPCC, la guida delle buone pratiche IPCC e i Guidebook EMEP/EEA (IPCC, 1997; IPCC, 2006; IPCC, 2000; IPCC, 2003; EMEP/CORINAIR, 2007; EMEP/EEA, 2009; EMEP/EEA, 2013). A livello nazionale generalmente sono utilizzati sia fattori di emissione di default che da guidebook internazionali quando non sono disponibili dati nazionali mentre le decisioni finali sono lasciate agli esperti dell'inventario, tenendo conto di tutte le informazioni disponibili (NIR 2014, [www.isprambiente.gov.it](http://www.isprambiente.gov.it)).

## 2 GAS CLIMALTERANTI ED APPROCCI DI STIMA

I gas climalteranti considerati dall'inventario emissioni sono: CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O e gas fluorurati (F-gas). Le emissioni di tali inquinanti possono essere aggregate esprimendo il totale delle emissioni in termini di CO<sub>2</sub> equivalente (CO<sub>2</sub>-e), tramite l'utilizzo di specifici coefficienti "global warming potential" (GWP, o in italiano, potenziale di riscaldamento globale), che esprime il contributo all'effetto serra di un gas climalterante relativamente all'effetto della CO<sub>2</sub>, il cui potenziale di riferimento è pari a 1. Viene utilizzato come riferimento per le stime delle emissioni ai fini della verifica degli impegni del Protocollo di Kyoto.

I GWP utilizzati, riportati in tabella 1, 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)

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

**Tabella 1. GWP per i principali gas climalteranti considerati nell'ambito della redazione dell'inventario delle emissioni in Lombardia.**

Le emissioni di CO<sub>2</sub> risultano avere una componente negativa, in quanto nell'inventario 2008 sono stati stimati per la prima volta gli assorbimenti forestali di CO<sub>2</sub>. L'inventario considera questi assorbimenti come mancate emissioni, per cui le riporta con un segno negativo. 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 formazione della biomassa equivalga a quella emessa durante la sua combustione, considerando che il carbonio in essa contenuta è stato fissato in tempi recenti, mentre quello contenuto nei combustibili fossili è stato fissato in altre ere geologiche.

I gas fluorurati (F-gas) sono emessi in atmosfera in quantità relativamente ridotte sebbene possano determinare effetti significativi in termini di cambiamenti climatici. Queste sostanze sono gas climalteranti caratterizzati in molti casi da GWP migliaia di volte superiori a quelli della CO<sub>2</sub>. L'agenzia europea per l'ambiente ha pubblicato recentemente un rapporto sull'impiego di tali sostanze (<http://www.eea.europa.eu/highlights/climate-forcing-f-gases-2013>).

Questi gas erano stati introdotti inizialmente in sostituzione di quei composti chimici che erano stati identificati come dannosi per lo strato di ozono. Gli F-gas sono utilizzati in molti manufatti, tra cui gli impianti frigoriferi, gli impianti di condizionamento e le bombolette spray.

A livello europeo gli F-gas contribuiscono per circa il 2% delle emissioni totali di gas climalteranti, questo valore tuttavia è molto aumentato negli anni dal momento che le emissioni di gas fluorurati sono aumentate di più del 60% rispetto al 1990.

A partire dal 2006 la legislazione europea ha introdotto una serie di misure volte a prevenire rilasci o a bandire l'uso di questi composti nell'ambito di alcune attività industriali. Il rapporto EEA mostra come l'impiego di F-gas abbia subito una diminuzione dell'1.4% nel 2013

L'inventario delle emissioni stima quindi separatamente il contributo dei gas climalteranti, impiegando appositi algoritmi e fattori di emissione, effettuando una aggregazione pesata sui GWP dei singoli gas climalteranti per pervenire alla stima della CO<sub>2</sub>-e.

In base alle modalità di calcolo e di analisi sui dati di CO<sub>2</sub>-e è possibile definire differenti approcci di stima (ACIL Tasman, 2009; Australian Government, 2013; [www.ghgprotocol.org](http://www.ghgprotocol.org)):

**Emissioni dirette:** si utilizzano fattori di emissione o altri parametri necessari per stimare le emissioni di CO<sub>2</sub>-e presso il punto di rilascio. In forma complementare considerando uno specifico insediamento produttivo si stimano le emissioni da sorgenti controllate o possedute dal gestore.

**Emissioni indirette:** si considera il consumo di energia elettrica e non elettrica comprata e consumata. Le emissioni sono dovute all'uso di combustibili presso la centrale elettrica. In altri termini in questo ambito le emissioni di CO<sub>2</sub>-e sono una conseguenza delle attività ma avvengono in altre sorgenti che non l'utilizzatore di energia elettrica.

**Altre emissioni indirette:** si possono considerare le emissioni indirette di CO<sub>2</sub>-e attribuibili alla estrazione, produzione e trasporto dei combustibili poi bruciati. Oppure si possono considerare i contributi derivanti dalla estrazione, produzione, trasporto dei combustibili impiegati per la produzione di energia elettrica e le emissioni attribuibili alle perdite di energia elettrica nella rete di distribuzione.

L'inventario redatto da ARPA Lombardia ha la finalità di stimare i contributi alle emissioni in aria effettivamente generate da attività presenti entro i confini del territorio comunale.

Non sono inoltre stimate le emissioni "ombra", ossia le emissioni derivanti da tutti i consumi energetici finali presenti nel territorio. Queste emissioni indirette, assieme ai consumi energetici, sono invece disponibili nel sito di SIRENA (<http://sirena.finlombarda.it/sirena/cosae.jsp>).

### 3 I POSSIBILI EFFETTI CLIMATICI DEL BLACK-CARBON

Il black carbon (BC) e l'organic carbon (OC) stanno ricevendo sempre più attenzione da parte dell'ambiente scientifico e dei decisori politici a causa dei potenziali effetti sul clima globale e regionale e sulla salute umana.

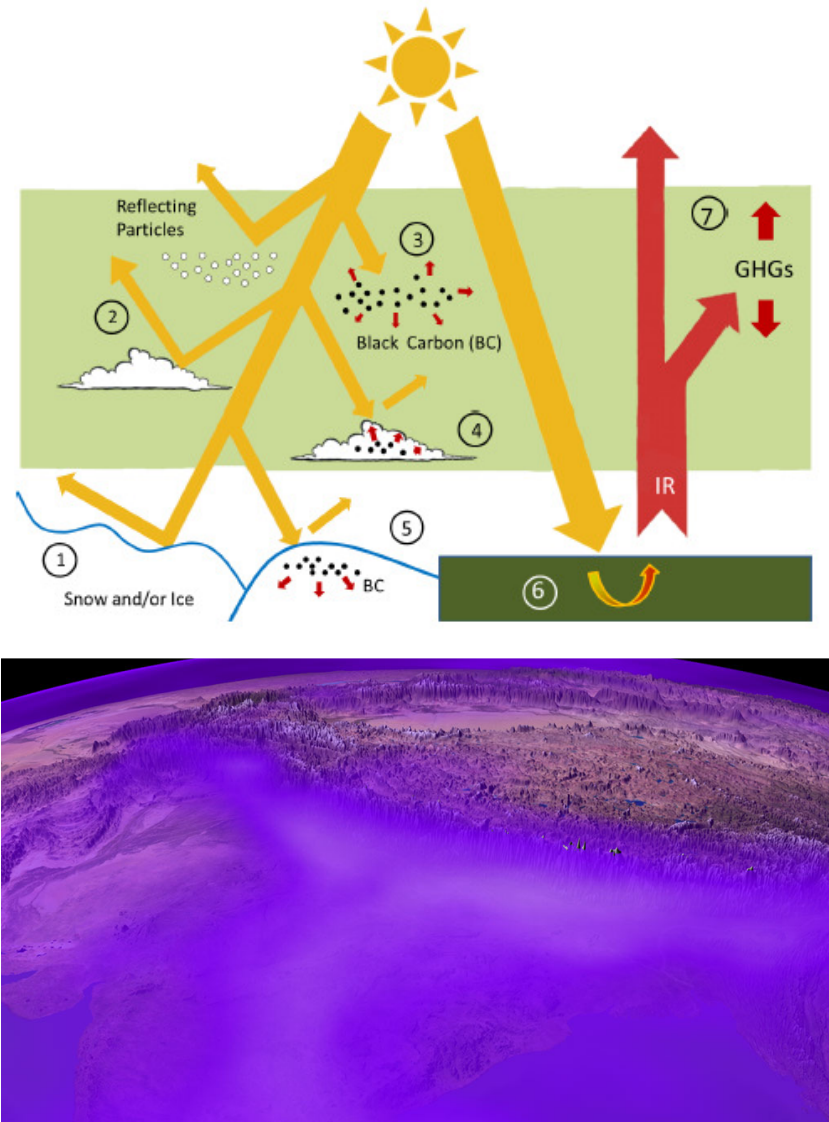


Figura 1. Confronto degli effetti sull'atmosfera di GHGs e BC (immagine tratta da <http://epa.gov/blackcarbon/>) e ricostruzione dei fenomeni di accumulo del BC in aree localizzate (sub continente Indiano) (<http://svs.gsfc.nasa.gov/cgi-bin/details.cgi?aid=10714>)

L'elevata capacità del BC di assorbire la luce ed il suo comportamento nei principali processi atmosferici collegano questo inquinante a differenti impatti climatici come: l'incremento di temperatura, l'accelerazione dello scioglimento delle nevi e dei ghiacci e l'alterazione dell'andamento delle precipitazioni (<http://epa.gov/blackcarbon/>).

Come altri inquinanti il destino del BC in atmosfera è condizionato da numerose e complesse trasformazioni chimico-fisiche che possono amplificarne o attenuarne gli effetti climatici. Alcuni di questi processi atmosferici non sono stati ancora completamente identificati. Nel quarto rapporto IPCC del 2007 viene fatto notare come gli effetti climatici del materiale particolato rappresentino il principale grado di incertezza nella determinazione degli impatti climatici (IPCC, 2007).

Nella valutazione dei possibili impatti climatici delle emissioni è importante riconoscere che il quadro delle interazioni delle emissioni di BC è molto differente dagli altri gas a effetto serra. Il BC ha infatti un tempo di

vita in atmosfera molto più breve (giorni o settimane) ed la conseguente distribuzione eterogenea nel globo terrestre può potenzialmente determinare degli effetti climatici localizzati (<http://svs.gsfc.nasa.gov/cgi-bin/details.cgi?aid=10714>). Di conseguenza la spazializzazione delle emissioni è un fattore determinante sui potenziali effetti del BC, cosa che invece non accade per gli altri gas climalteranti come la CO<sub>2</sub>, il cui tempo di vita in atmosfera è decisamente più lungo e che risultano distribuiti in maniera più omogenea sul globo terrestre.

Considerando il territorio nazionale, un recente studio promosso dalla Italian Aerosol Society – IAS (Sandrini et al., 2014), ha evidenziato come il rapporto tra OC ed EC, dove per EC si intende la componente refrattaria alla luce dell'aerosol, diminuisca spostandosi dai siti di misurazione in posizione remota a quote più alte verso stazioni da traffico. Le frazioni del particolato mostrano comportamenti differenti tra Italia e pianura padana, dove si registrano valori più alti di OC/EC sia in inverno che in estate. L'incremento di OC/EC durante la stagione invernale indicherebbe, secondo lo studio, come la combustione di biomassa principalmente nel riscaldamento domestico, costituisca un sorgente diffusa di OC, non soltanto in ambito rurale ma anche presso i siti urbani.

Un confronto tra gli effetti climatici attribuibili al BC e gli altri gas ad effetto serra è schematizzato in figura 1:

1. La luce solare che raggiunge la superficie terrestre è riflessa dalle superfici chiare in particolare dalla neve e dal ghiaccio.
2. Nubi pulite e le particelle che non assorbono la luce (trasparenti) disperdono o riflettono la luce solare riducendo la quantità totale di energia solare che viene assorbita dalla superficie.
3. Il BC disperso può assorbire una parte della radiazione solare, riscaldando l'atmosfera.
4. Le nubi che contengono parte del BC possono assorbire una frazione della radiazione solare, riducendo la quantità riflessa. Le nubi riscaldate dalla energia assorbita hanno un tempo di vita in atmosfera inferiore ed hanno minore probabilità di precipitare rispetto alle nubi pulite.
5. Il BC depositato sulle nevi o sui ghiacci assorbe parte della radiazione solare che sarebbe stata invece riflessa dalle superfici pulite accelerando la velocità di scioglimento.
6. Buona parte della radiazione solare è assorbita dalla superficie terrestre riscaldandola. Parte della energia assorbita è convertita in radiazione infrarossa che è emessa verso in atmosfera e quindi di ritorno nello spazio.
7. Buona parte della radiazione infrarossa passa attraverso l'atmosfera ma una parte è assorbita da molecole di gas climalteranti come: CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, O<sub>3</sub> ed altri. Questi gas riemettono la radiazione assorbita facendola tornare per metà alla superficie terrestre. Questo effetto determina un riscaldamento della superficie terrestre e della parte inferiore della atmosfera.



## 4 METODOLOGIE DI STIMA DELLE EMISSIONI DI GAS CLIMALTERANTI

---

La metodologia ideale per la realizzazione di un inventario emissioni è quella che prevede la quantificazione diretta, tramite misurazioni dirette, di tutte le emissioni delle diverse tipologie di sorgenti per l'area e il periodo di interesse. È evidente che questo approccio di tipo analitico non è nella pratica utilizzabile, in quanto da un lato gli inventari generalmente riguardano territori estremamente vasti (ad esempio un'intera regione) dall'altro alcune tipologie di emissioni (ad esempio alle emissioni dalle attività agricole) per loro stessa natura sono difficilmente quantificabili completamente con misurazioni.

L'approccio sopra descritto può essere adottato solo per alcune particolari tipologie di sorgenti, tipicamente grandi impianti industriali (ad esempio centrali termoelettriche, inceneritori, cementifici) le cui emissioni sono generalmente molto rilevanti e per questo controllate tramite sistemi di monitoraggio in continuo. I dati raccolti da questi sistemi ben si prestano ad essere elaborati statisticamente per fornire l'emissione complessiva della sorgente.

L'utilizzo dei dati rilevati in impianti industriali di minori dimensioni è invece più problematico in quanto i dati derivano da misure periodiche, spesso poco frequenti per via dei costi e delle difficoltà operative, e condotti con altre finalità, quali la verifica dei limiti alle emissioni imposti dalle normative. In passato, i dati raccolti nei catasti delle emissioni disponibili su base provinciale contenevano informazioni sul rispetto dei limiti normativi, e quindi permettono la sola stima delle massime emissioni ammesse dalle normative. Si tratta di informazioni anche queste utili, ma che possono essere poco realistiche tanto più le emissioni effettive reali sono basse e lontane dai massimi consentiti. Con l'utilizzo dei dati derivanti dagli autocontrolli previsti dalle autorizzazioni AIA-IPPC, è aumentato il numero e la rappresentatività dei dati di emissioni misurati presso gli impianti, che comunque non coprono tutti gli impianti industriali esistenti e tutti gli inquinanti oggetto dell'inventario emissioni.

E' quindi necessario ricorrere ad un altro approccio che effettua la stima sulla base di un indicatore che caratterizza l'attività della sorgente e di un fattore di emissione, specifico del tipo di sorgente, di processo industriale e della tecnologia di depurazione adottata. Questo metodo si basa dunque su una relazione lineare fra l'attività della sorgente e l'emissione, secondo una relazione che a livello generale può essere ricondotta alla seguente:

$$E_i = A \times FE_i$$

dove:

$E_i$  = emissione dell'inquinante  $i$  (t/anno);

$A$  = indicatore dell'attività (ad es. quantità prodotta, consumo di combustibile, numero di capi);

$FE_i$  = fattore di emissione dell'inquinante  $i$  (ad es. g/t prodotta, kg/kg di solvente, g/abitante).

La bontà di questa stima dipende dalla precisione dei "fattori di emissione", tanto maggiore quanto più si scende nel dettaglio dei singoli processi produttivi, utilizzando specifici fattori di emissione caratteristici della tipologia impiantistica, come descritto nei paragrafi successivi.

Per i processi di combustione viene generalmente scelto come indicatore di attività il consumo di combustibile, mentre per i processi industriali gli indicatori privilegiati sono la quantità di prodotto processata nell'unità di tempo o il numero di addetti nel settore di cui si vuole stimare l'emissione. Anche per cicli industriali che hanno come base la combustione (es. cementifici) il contatto con i materiali può alterare, a volte in modo sostanziale, l'emissione attesa dalla combustione senza contatto. L'indicatore utilizzato è naturalmente lo stesso a cui fa riferimento il fattore di emissione.

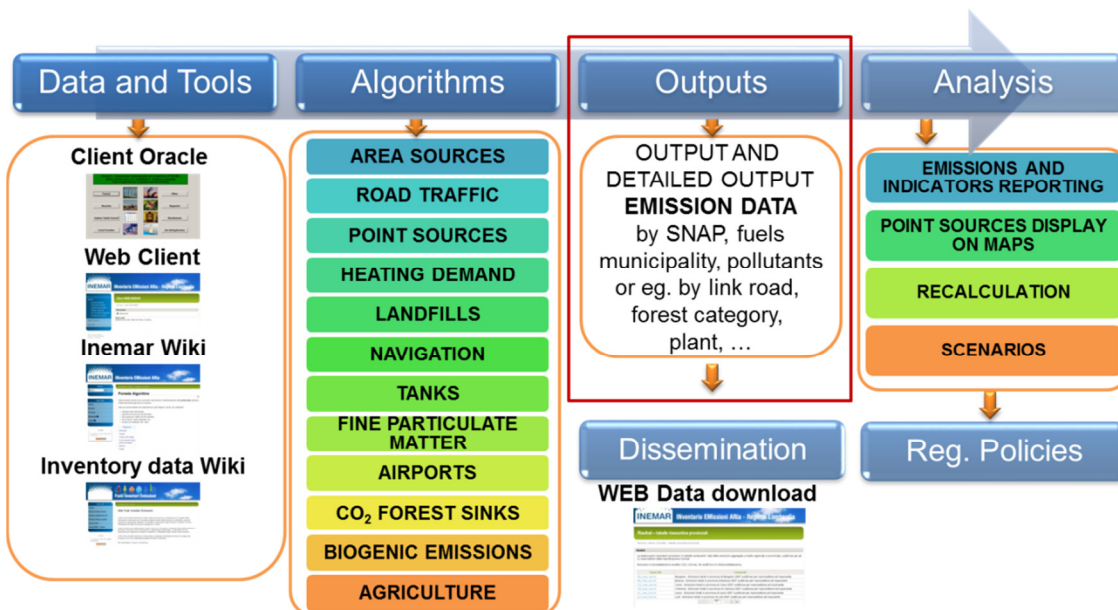


Figura 2. Quadro delle attività nella redazione dell'inventario regionale delle emissioni (Angelino et al., 2014)

Il quadro della implementazione ed utilizzo dei risultati dell'inventario delle emissioni comprende quindi numerose e complesse attività. Figura 2 riporta una schematizzazione delle principali fasi. Alla raccolta ed aggiornamento sia di indicatori di attività che dei fattori di emissione, che può comportare una analisi dei dati anche molto complessa, segue la implementazione delle stime attraverso appositi algoritmi e procedure. I risultati dettagliati sono generalmente pubblicati con cadenza periodica ogni 2 o 3 anni (Dlgs. 155/10) anche tramite la redazione di una versione preliminare dell'inventario in "public review" o revisione pubblica. Questo meccanismo permette di rendere pubbliche le stime e per un certo periodo di tempo, generalmente un anno, di ottenere da differenti portatori di interesse eventuali riscontri per il miglioramento delle stime.

Una volta terminato il processo di revisione pubblica l'edizione dell'inventario per l'anno di riferimento viene consolidata in una edizione definitiva. Le stime delle emissioni di inquinanti e gas climalteranti in atmosfera rappresentano un vero e proprio indicatore di pressione ambientale e sono impiegate anche nello sviluppo di scenari futuri volti alla definizione di apposite politiche regionali: PRIA (<http://www.reti.regione.lombardia.it/shared/ccurl/804/8/Documento%20di%20Piano%20PRIA.pdf>).

Le emissioni annuali di CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, HFC, PFC ed SF<sub>6</sub> sono quindi stimate separatamente all'interno dei lavori dell'inventario (figura 2) e costituiscono il dato di partenza per la stima di CO<sub>2</sub>-e che è realizzata, come detto, pesando i singoli contributi emissivi tramite i coefficienti GWP (tabella 1).

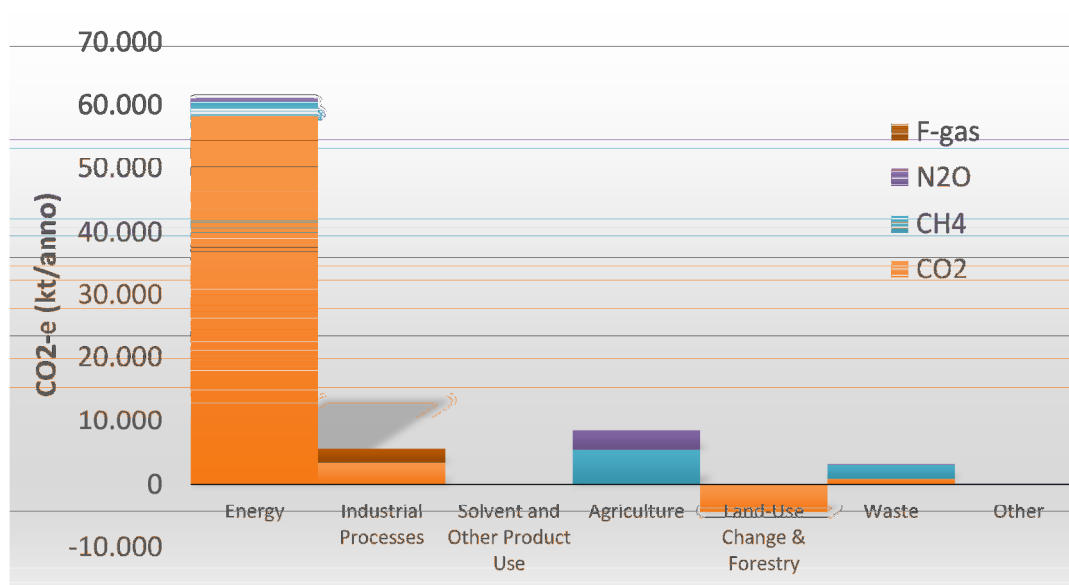
Vista la natura fisica differente, la stima delle emissioni di BC e OC è invece effettuata a partire dalla stima delle emissioni di particolato, ottenute come appena discusso, ed appositi profili di speciazione caratteristici per ogni tipologia di attività e combustibile (Caserini et al., 2013).

La classificazione utilizzata per la redazione del l'inventario della Regione Lombardia è quella definita nell'ambito del progetto CORINAIR nella sua ultima versione denominata SNAP 97 (Selected Nomenclature for sources of Air Pollution - anno 1997). Il codice che identifica le attività è formato da tre cifre, rappresentanti rispettivamente il macrosettore, il settore e l'attività a cui si riferisce la stima delle emissioni. La classificazione NFR (Nomenclature for Reporting) è utilizzata dagli inventari IPCC e anche nella nuova versione del Guidebook EEA. È stata elaborata su basi socio-economiche, considerando i raggruppamenti che ne conseguono come il metodo più semplice ed efficace ai fini della descrizione delle emissioni e della semplificazione dell'uso dell'inventario. In altre parole, mentre la classificazione SNAP è più vicina al livello tecnico, con suddivisioni che tengono conto delle tecnologie e dei metodi di stima, la classificazione NFR è più vicina ai decisori politici.

Le emissioni di gas climalteranti come CO<sub>2</sub>eq nella classificazione NFR sono mostrate nelle apposite schede (Paragrafo 9).

## 5 EMISSIONI DI GAS CLIMALTERANTI IN LOMBARDIA NEL 2012

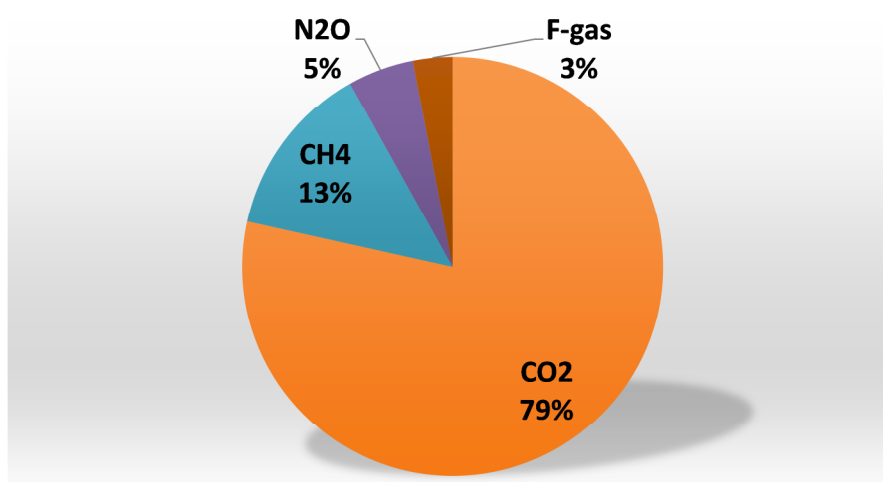
Le emissioni in Lombardia di CO<sub>2</sub>-e nel 2012 sono complessivamente di 73.907 kt/anno (figura 3). I contributi principali provengono principalmente dal settore energetico (83%), dalla agricoltura (11%) e dal settore industriale (8%). La stima degli assorbimenti forestali, al contrario, contribuisce ad una riduzione del 6% delle emissioni complessive. I contributi alla CO<sub>2</sub>-e sono principalmente dovuti alle emissioni primarie di CO<sub>2</sub> nel settore energetico, mentre i contributi alle emissioni del settore della agricoltura sono principalmente dovuti ad N<sub>2</sub>O e CH<sub>4</sub>.



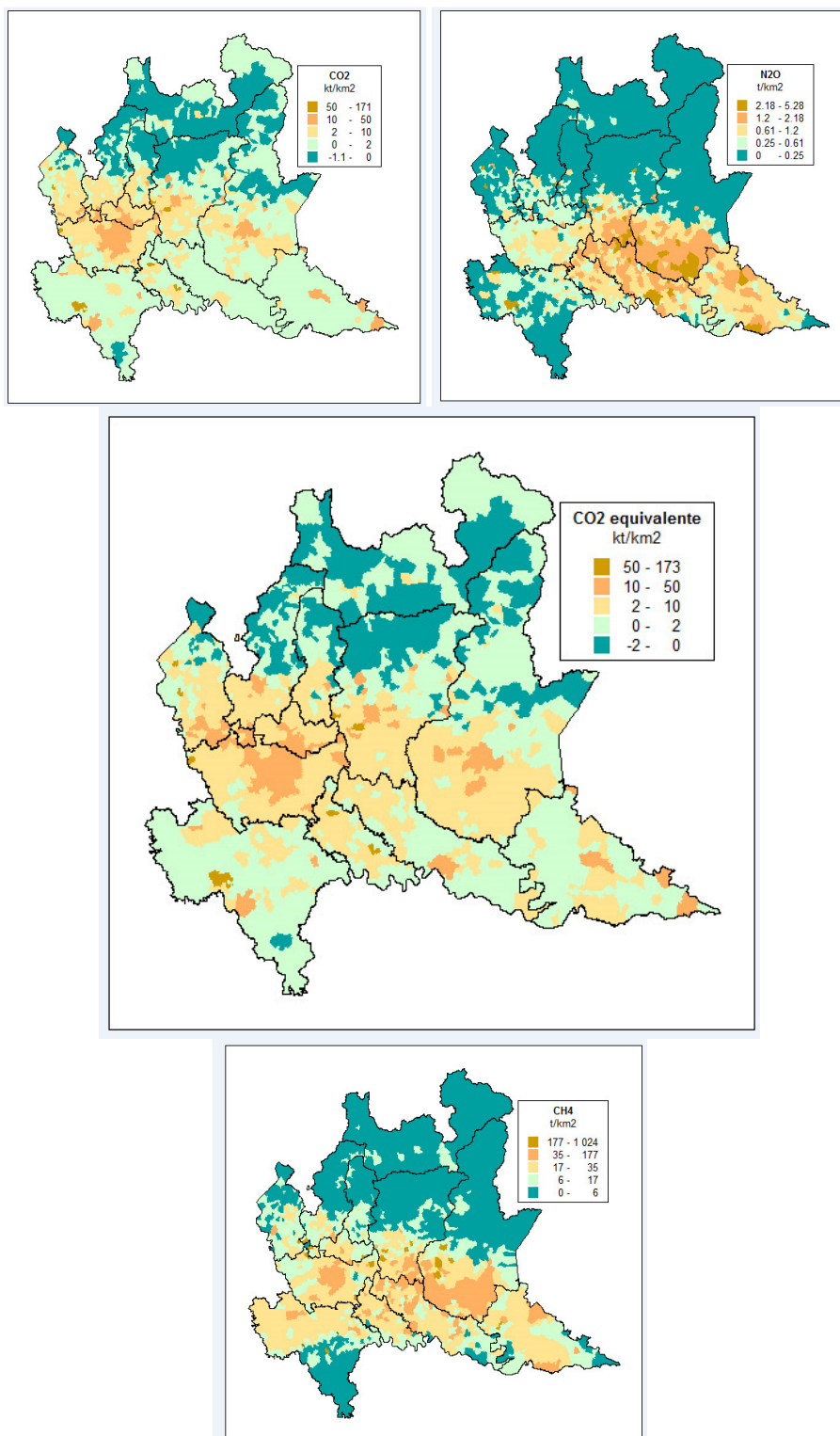
**Figura 3. Emissioni/assorbimenti di CO<sub>2</sub>-e in Lombardia nel 2012 per differenti settori NFR. INEMAR - ARPA Lombardia (2015)**

Il contributo alle emissioni totali di CO<sub>2</sub>-e da parte degli F-gas è riconducibile al settore industriale ed all'impiego di solventi e prodotti.

Riassumendo, al totale delle emissioni di CO<sub>2</sub>-e nel 2012 contribuiscono le seguenti emissioni (figura 4): CO<sub>2</sub> per il 79%, CH<sub>4</sub> per il 13%, N<sub>2</sub>O per il 5,1%, mentre le emissioni di gas fluorurati contribuiscono per il 3%. Mappe di emissione dei principali gas serra e di CO<sub>2</sub>-e espresse in t al Km<sup>2</sup> sono riportate in figura 5.



**Figura 4. Contributi dei principali gas climalteranti alle emissioni/assorbimenti di CO<sub>2</sub>-e in Lombardia nel 2012. INEMAR - ARPA Lombardia (2015)**



**Figura 5. Mappe di emissione per i principali gas climalteranti e per CO<sub>2</sub>-e in Lombardia nel 2012.  
INEMAR - ARPA Lombardia (2015)**

## 6 EMISSIONI DI BC ED OC IN LOMBARDIA NEL 2012

A partire dalla versione finale dell'inventario 2010 sono state rese disponibili le emissioni di EC e OC per tutti i comuni di regione Lombardia (<http://www.inemar.eu/xwiki/bin/view/Inemar/HomeLombardia>).

Il BC (Black carbon) è formato dalla combustione incompleta di composti organici e quindi rappresentato da un insieme di composti carboniosi che coprono larga parte dei composti policiclici aromatici ulteriormente articolabili in frazioni chiamate char (fuliggine pesante) e soot (fuliggine). È generalmente assunto che le emissioni di BC siano riducibili proporzionalmente alle emissioni di PM ed in molta della bibliografia analizzata EC è utilizzato come sinonimo di BC. Esistono quindi differenti definizioni di BC, EC ed OC che tuttavia convergono a livello di inventario delle emissioni ad una approssimata interscambiabilità tra EC e BC. La definizione di EC e sua approssimazione a BC è stata introdotta nella prima versione dell'inventario di EC ed OC a livello Europeo (<http://www.tfeip-secretariat.org/assets/Meetings/Documents/Previous-Meetings/Sweden-May-2011/4bTNOECOC.pptx>). Tali considerazioni erano state estese alle prime stime delle emissioni di EC ed OC in Lombardia (<http://www.pm2012.it/sitoweb/presentazioni/Galante.pdf>) rimanendo poi codificate nella ultima edizione di INEMAR. Le emissioni di BC nel 2012 ammontano a 3.099 t/anno e derivano per più del 92% dal settore energetico. L'OC è emesso per più dell'87% sempre dal settore energetico con un totale regionale di 6.756 t/anno. Il contributo di differenti combustibili alle emissioni regionali nel 2012 di BC ed OC è riportato in figura 6.

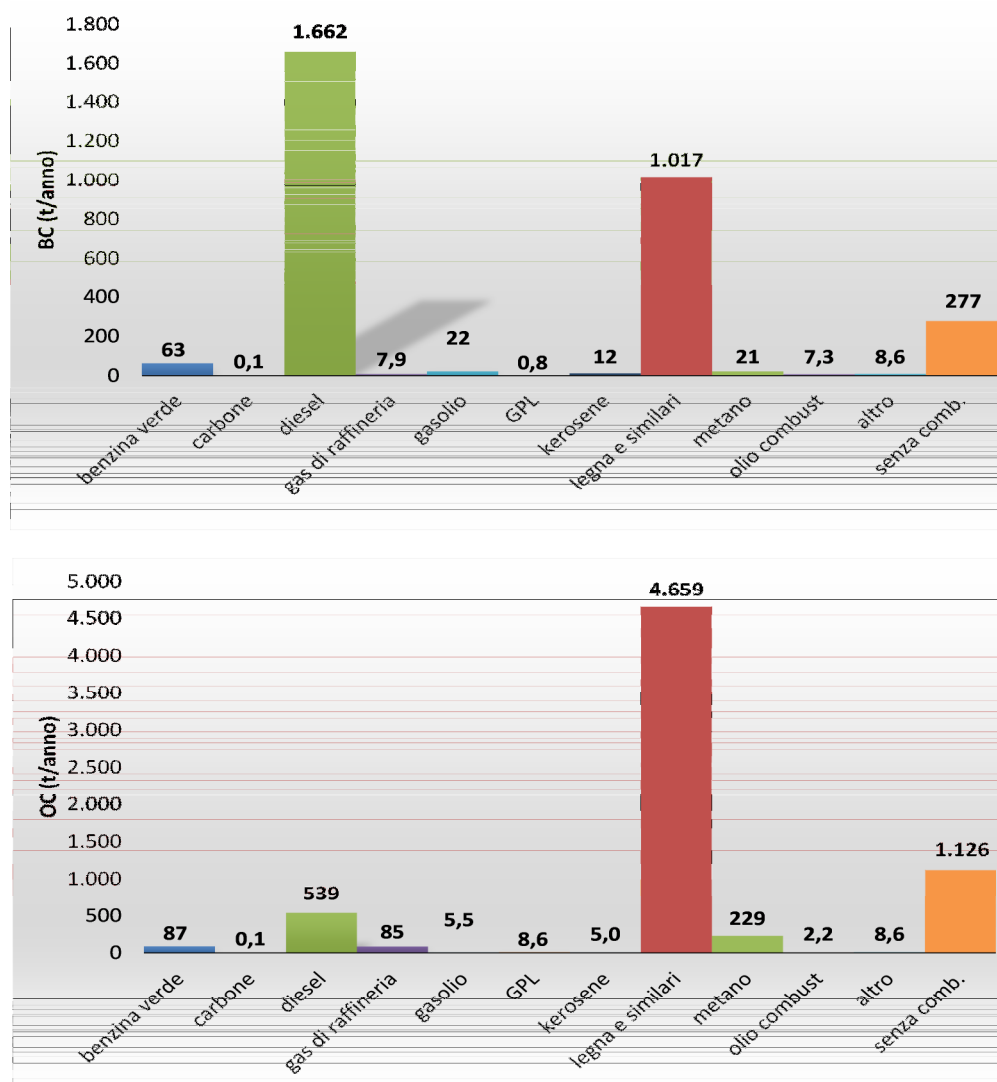
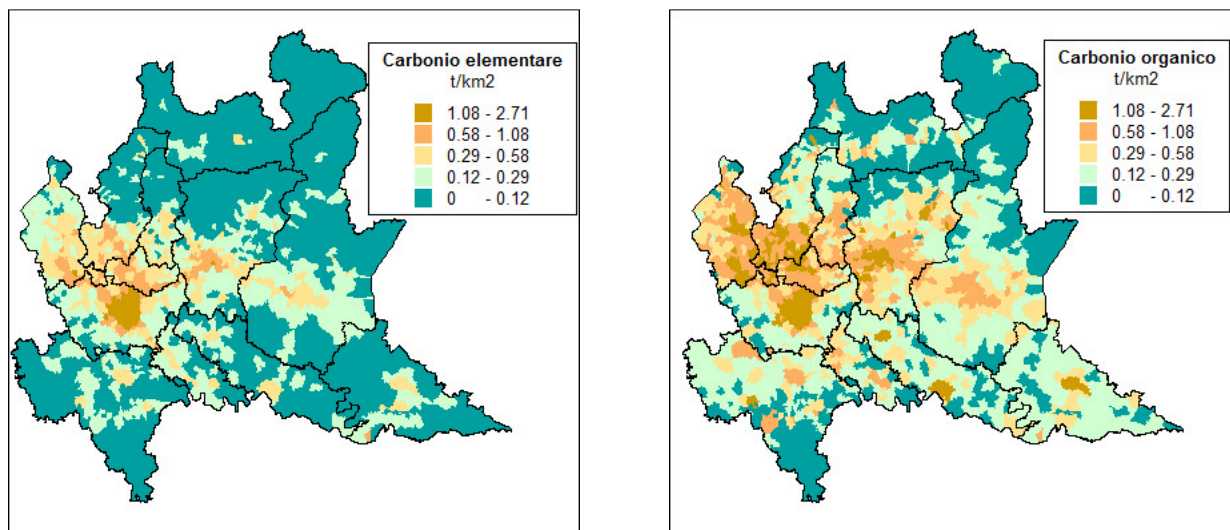


Figura 6. Emissioni di BC ed OC in Lombardia nel 2012 per differenti combustibili. INEMAR - ARPA Lombardia (2015)

In particolare è possibile notare come la distribuzione delle emissioni sia compatibile con le evidenze riportate dallo studio promosso dalla IAS ovvero (Sandrini et al., 2014):

- L'uso di diesel nel settore dei trasporti determina il 53% delle emissioni totali di BC mentre è molto meno rilevante per le emissioni di OC (7%).
- La combustione in piccoli apparecchi a legna è la seconda sorgente in ordine di rilevanza per le emissioni di BC (29%) mentre è la più rilevante per le emissioni di OC (74%).
- Il rapporto tra OC ed EC sembrerebbe tendere a diminuire spostandosi dai siti di misurazione in posizione remota a quote più alte verso stazioni da traffico

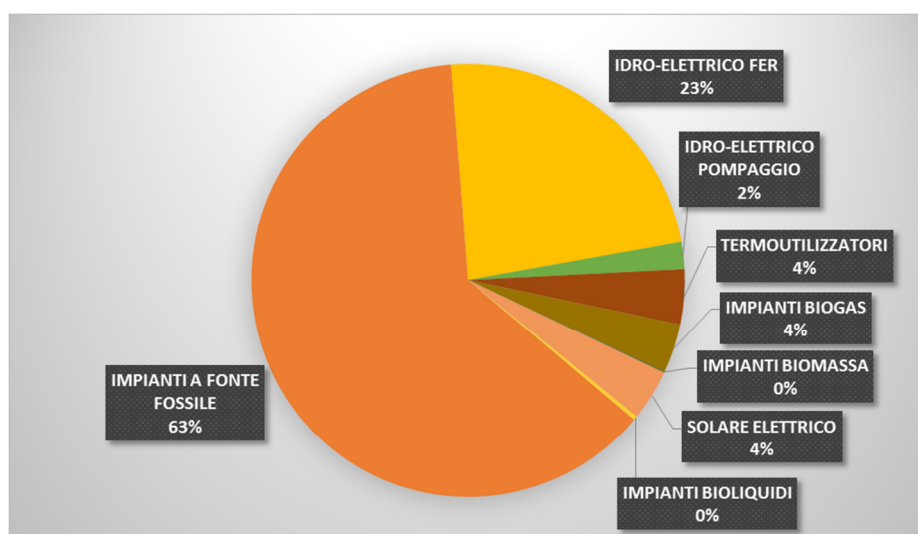


**Figura 7. Mappe di emissione per BC ed OC in Lombardia nel 2010.  
INEMAR - ARPA Lombardia (2014)**

## 7 IL SETTORE ENERGETICO IN LOMBARDIA NEL 2012

Come già analizzato, per la stima delle emissioni di gas climalteranti esistono metodologie che si differenziano in base alla tipologia di sorgente considerata, al posizionamento ed alle possibili attività collegate alla produzione e consumo di energia. Analogamente esistono differenti metodologie per la definizione di fattori di emissione medi di CO<sub>2</sub>-e volti a caratterizzare settori ed aree geografiche differenti. Per il settore energetico è possibile trovare in letteratura la definizione di fattori di emissione medi nazionali di CO<sub>2</sub>-e espresse in grammi per Kwh (IEA Statistics, 2013). Come riportato dalla Agenzia Internazionale per l'Energia (IEA) nella definizione di questi fattori di emissione si possono impiegare differenti approcci. I fattori di emissione possono essere definiti come il rapporto tra le emissioni totali di CO<sub>2</sub>-e da combustibile fossile per un'area specifica e l'energia prodotta totale derivante dai combustibili fossili ma anche dall'eventuale impiego di impianti nucleari, idroelettrici, solari, da fonti rinnovabili, etc. In questo tipo di stima l'IEA considera sia le attività di produzione che autoproduzione della energia ed il fattore di emissione può presentare una estrema variabilità tra differenti nazioni ed anni di riferimento dipendendo principalmente dal mix-energetico impiegato. Ulteriore criticità nella comprensione di tali fattori di emissione può derivare dalla introduzione del calore prodotto nella stima della produzione di totale di energia (ISPRA, 2011).

Secondo i dati di SIRENA, nel 2012 in Lombardia la produzione di energia elettrica è stata pari a 42 965 GWh, a fronte di una potenza installata di 19 539 MW (Finlombarda - Regione Lombardia, SIRENA20.). Come riportato in figura 8, l'energia elettrica è stata prodotta principalmente da impianti a fonte fossile (63%) e per il 23% da impianti idroelettrici.



**Figura 8. Ripartizione della produzione totale di energia in Lombardia nel 2012 per tipologia di impianto (Fonte: <http://sirena20.energi lombardia.eu/factor20/pages/public/production.jsf?cid=1&cid=1>)**

Incrociando tale valore alle emissioni di CO<sub>2</sub>-e dal settore energetico stimate dall'inventario regionale è possibile confrontare il dato Lombardo con le stime IEA su Italia ed EU-27, tabella 3.

Emissioni primarie nella produzione energia di CO <sub>2</sub> -e (solo EE – settore energetico stimate nel 2012)	Produzione totale lorda energia elettrica (SIRENA)	FE gr CO <sub>2</sub> -e/kWh Lombardia	FE gr CO <sub>2</sub> -e/kWh Italia (IEA, 2013)	FE gr CO <sub>2</sub> -e/kWh EU-27 (IEA, 2013)
10 219 kt – 13 105 kt	42 965 GWh	238 - 305	406	347

**Tabella 3. Fattori medi di emissione di CO<sub>2</sub>-e dal settore della produzione di energia elettrica nel 2012.**

Come riportato da ISPRA (ISPRA, 2011), i fattori di emissione atmosferica di anidride carbonica dalle attività di generazione elettrica sul territorio nazionale mostrano una costante riduzione delle emissioni per kWh

prodotto a partire dal 1990. I fattori di emissione da produzione elettrica passano da 599,1 g CO<sub>2</sub>/kWh del 1990 a 410,3 CO<sub>2</sub>/kWh del 2009. La diminuzione delle emissioni è dovuta a diversi fattori che contribuiscono in varia misura:

- Variazione del mix combustibile utilizzato dal parco termoelettrico con prevalenza di combustibili con basso contenuto di carbonio e maggiore potere calorifico, come il gas naturale;
- Miglioramento tecnologico degli impianti di combustione a partire dal 2001 e maggiore efficienza dei cicli combinati alimentati a gas naturale rispetto ai cicli a vapore tradizionali;
- Produzione elettrica da fonti rinnovabili con emissioni atmosferiche nette di anidride carbonica pari a zero.

A livello nazionale (ISPRA, 2011), viene riportato che, sebbene in termini assoluti il contributo delle fonti rinnovabili abbia un peso notevole nella riduzione delle emissioni, lo sviluppo di tali fonti risulta piuttosto limitato rispetto a quanto osservato per il settore termoelettrico. I dati ETS mostrano che la maggior parte degli impianti è alimentata da gas naturale. Inoltre, si osserva una concentrazione del mix energetico utilizzato dal parco elettrico nazionale verso un minor numero di combustibili. Tale scenario comporta, da un lato benefici ambientali, in termini di riduzione delle emissioni, dall'altro lato può rappresentare un fattore di fragilità del sistema elettrico nazionale per quanto riguarda la sicurezza degli approvvigionamenti.

Un fattore medio di emissione di CO<sub>2</sub>-e rappresentativo del settore energetico della Lombardia nel 2012 a partire dai dati dell'inventario delle emissioni primarie può essere definito come rapporto tra le emissioni totali regionali per un determinato insieme di attività che bruciano combustibili fossili direttamente nel territorio Lombardo ed il totale della energia bruciata:

$$FE\ CO_2-e = \frac{\text{Totale emissioni } CO_2-e \text{ [kg di } CO_2-e \text{]}}{\text{Totale energia bruciata [GJ]}}$$

Tale fattore medio può essere confrontato, colonna a destra della tabella 4, con i fattori di emissione specifici per tipologia di combustibile fossile, riportati in ambito IPCC (IPCC, 2006). I fattori di emissione primari, che sono utilizzati nell'ambito dell'inventario regionale, coprono un range compreso tra i valori del gas naturale ed il carbone. Come mostra la tabella 4 il valore per la Lombardia nel 2012, rappresentativo del mix energetico effettivamente bruciato nel territorio regionale, è molto vicino a quello del gas naturale.

Fattori di emissione primari Kg CO <sub>2</sub> /GJ (IPCC, 2006)			Fattore di emissione medio per il 2012 Kg CO <sub>2</sub> -e/GJ
Gas naturale	Benzina	Carbone	Combustioni primarie nel settore energetico (NFR 1_A_1)
54-58	68-73	87-119	55-58

**Tabella 4. Fattori emissione primari e fattore di emissione medio regionale per il 2012 dal settore energetico.**



## 8 DISPONIBILITÀ E PUBBLICAZIONE DEI RISULTATI DELL'INVENTARIO

In Lombardia è attualmente disponibile l'inventario, realizzato da ARPA Lombardia, delle emissioni di SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, COVNM, CH<sub>4</sub>, CO, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, NH<sub>3</sub>, PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub>, PTS, EC, OC, BaP, BbF, BkF, IcdP, IPA-CLTRP e metalli pesanti (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Se, Zn) nell'anno 2012. I dati in versione finale, ovvero che hanno già subito un processo di revisione pubblica tramite la pubblicazione di una versione preliminare, sono disponibili per ogni comune della Lombardia, attività SNAP e combustibile presso: <http://www.inemar.eu/xwiki/bin/view/Inemar/HomeLombardia>

Questi dati sono alla base di numerose valutazioni ad opera di ARPA (es: <http://shp.arpalombardia.it/sites/arpalombardia2013/RSA/Pagine/default.aspx>), mentre maggiori dettagli come la spazializzazione delle emissioni e mappe interattive (figura 11) sono disponibili presso: <http://www2.arpalombardia.it/sites/QAria/layouts/15/QAria/LeEmissioni.aspx>.

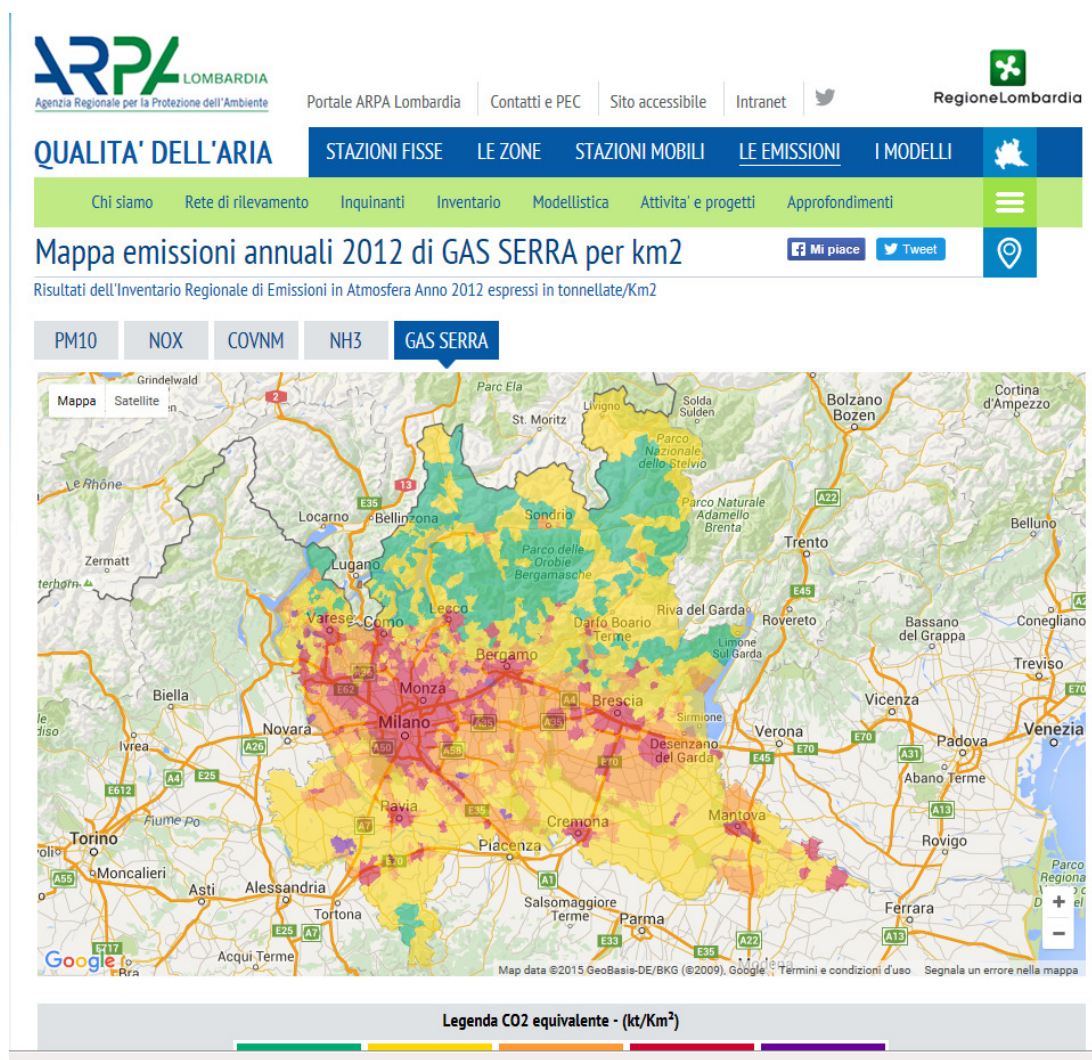


Figura 11. Navigazione nelle mappe di emissione presso il sito di ARPA Lombardia.

## 9 SCHEDE DI DETTAGLIO PER SETTORE NFR DELLE EMISSIONI DI GAS CLIMALTERANTI PER LA LOMBARDIA NEL 2012

---

La classificazione NFR (Nomenclature for Reporting) si compone di 5 livelli (0, 1, 2,3 4). Ciascun livello è indicato da un carattere alfanumerico: i livelli 0, 2 e 4 da numeri, i livelli 1 e 3 da lettere (ad esempio 1A3b1 è un livello 4 completo). Alcuni livelli non sono a loro volta disaggregati nei livelli inferiori.

Il livello 0 (macrosettore NFR, traduzione dell'inglese *group*) corrisponde al macrosettore della classificazione SNAP, ed è indicato da un numero. I macrosettori NFR sono i seguenti:

1 Energia
2 Processi industriali
3 Solventi
4 Agricoltura
5 Foreste
6 Rifiuti
7 Altro

Il livello 1 (settore NFR, traduzione dell'inglese *sub-group*) corrisponde al settore della classificazione SNAP. È indicato da una lettera maiuscola. I livelli successivi (fino al livello 4) definiscono le attività emissive nel dettaglio (in inglese *categories*). Il livello 2 è indicato da un numero, il livello 3 da una lettera minuscola, e il livello 4 da un numero romano (i, ii, iii, iv, v, ecc.).

La versione della classificazione NFR utilizzata da INEMAR fa riferimento al Common Reporting Format (CRF) descritto nelle Linee Guida UNFCCC del 1999:

<http://unfccc.int/resource/docs/cop5/07.pdf>

## 1. NFR macrosettore 1 – Energia

### 1.1. Descrizione delle sorgenti

Il macrosettore 1 della classificazione NFR comprende le sorgenti emissive dei seguenti macrosettori SNAP:

- 1 (Produzione energia e trasformazione combustibili),
- 2 (Combustione non industriale),
- 3 (Combustione nell'industria),
- 5 (Distribuzione di combustibili),
- 7 (Trasporto su strada),
- 8 (Altre sorgenti mobili e macchinari).

Sono inoltre incluse alcune attività dei seguenti settori:

- 4.1 (Processi produttivi)
- 4.2. (Processi nelle industrie del ferro e dell'acciaio e nelle miniere di carbone)
- 9.2 (Incenerimento di rifiuti)
- 9.4 (Interramento di rifiuti solidi, torce).

### 1.2. Metodologia

Le emissioni di GHG del macrosettore NFR Energia sono stimate tramite diversi algoritmi di calcolo:

aeroporti  
diffuse  
discariche  
porti  
puntuali misurate  
puntuali stimate  
traffico diffuso  
traffico lineare

Le emissioni puntuali misurate sono elaborate in file xls ed inserite tramite interfaccia del modulo puntuale di INEMAR.

Le emissioni puntuali stimate e le emissioni diffuse sono invece stimate dal sistema a partire da un indicatore di attività A e da un fattore di emissione FE tramite l'algoritmo  $E = A * FE$ .

Le emissioni da aeroporti, discariche, porti e traffico (diffuso e lineare) sono stimate per mezzo degli algoritmi pertinenti.

In Tab. 1 sono mostrati per ogni attività NFR di livello 3 per cui è possibile il calcolo:

- 1) Indicatori, con rispettive unità di misura
- 2) Emissioni di GHG (CO2 eq)
- 3) Fattori di emissione impliciti (IEF) regionali della CO2 eq, con rispettive unità di misura

LIVELLO 3		Indicatore		U.M.	Emiss. CO2 eq (kt/anno)	IEF CO2 eq	u.m. IEF CO2 eq
1A1a	Produzione pubblica di energia elettrica e di calore	Consumo di combustibili	204.843.679	GJ	11.348	55,4	kg/GJ
1A1b	Raffinerie di petrolio	Consumo di combustibili	28.914.595	GJ	1.679	58,1	kg/GJ
1A1c	Manifattura di combustibili solidi e altre industrie	Consumo di combustibili	1.377.003	GJ	78	56,7	kg/GJ
1A2a	Combustione stazionaria nell'industria di ferro e dell'acciaio	Quantita prodotta	533.732	t di prodotto	75	140,0	kg/t di prodotto
1A2b	Combustione stazionaria nell'industria dei metalli	Quantita prodotta	2.041.844	t di prodotto	1.035	506,9	kg/t di prodotto
1A2d	Combustione stazionaria nell'industria della polpa	Quantita prodotta	1.919.203	t di prodotto	864	450,0	kg/t di prodotto
1A2f	Combustione nelle industrie manifatturiere	Consumo di combustibili	112.441.205	GJ	6.826	60,7	kg/GJ
1A2f	Combustione nelle industrie manifatturiere	Quantita prodotta	60.358	t	13	220,4	kg/t
1A2f	Combustione nelle industrie manifatturiere	Quantita prodotta	6.292.879	t di prodotto	150	23,8	kg/t di prodotto
1A3a	Aviazione civile	Quantita di decolli/atterraggi	772.269	LTO CYCLES	437	566,0	kg/LTO CYCLES
1A3b	Trasporto su strada	Percorrenza annuale	87.888	Mkm	17.332	197,2	kg/km
1A3c	Ferrovie	Consumo di combustibili	5.692	t	20	3.503,3	kg/t
1A4a	Commerciale / istituzionale	Consumo di combustibili	66.818.900	GJ	3.708	55,5	kg/GJ
1A4b	Residenziale	Consumo di combustibili	256.219.685	GJ	13.617	53,1	kg/GJ
1A4c	Agricoltura, silvicoltura, pesca	Consumo di combustibili	13.609.077	GJ	1.003	73,7	kg/GJ
1A5a	Altro, stazionario (militare incluso)	Quantita bruciata	80.100	1000 m3	7,6	94,4	kg/1000 m3
1A5b	Altro, mobile (militare incluso)	Consumo di combustibili	115.956	GJ	10	81,9	kg/GJ
1B2a	Petrolio	Quantita trattata	14.512.087	t	755	52,0	kg/t
1B2b	Gas naturale	Quantita di gas distribuita	26.655.672	1000 m3	1.961	73,6	kg/1000 m3
1B2c	Sfiati e torce	Quantita bruciata	5.573	1000 m3	0,4	67,9	kg/1000 m3
1B2c	Sfiati e torce	Quantita di prod. utilizz.	2.288.828	t	136	59,2	kg/t

### 1.3 Risultati Inventario 2012

Le emissioni di CO2 eq dal macrosettore NFR Energia sono per il 37% relative a sorgenti diffuse, per circa il 30% sono emissioni puntuali misurate, mentre il contributo del traffico lineare è di circa il 23%. Meno rilevanti i contributi del traffico diffuso (5,7%) e delle emissioni puntuali stimate (3,9%). Poco significativi i contributi provenienti da altri algoritmi di calcolo: le emissioni relative al modulo aeroporti sono in tutto lo 0,7% del totale.

La fonte dei dati emissivi puntuali misurati di CO2 è EU-ETS, che contribuisce per il 31% delle emissioni del macrosettore, mentre il 3,8% del totale del macrosettore consiste di emissioni stimate misurate stimate tramite indicatori di attività e fattore di emissione. Le emissioni diffuse, anch'esse stimate tramite indicatori e fattori di emissioni, contribuiscono al macrosettore per il 35% circa.

Le emissioni di CH4 sono per circa il 97% relative a sorgenti diffuse, relative a distribuzione di combustibili (condotte) e processi nell'industria petrolifera (settore SNAP 4.1). Poco rilevanti i contributi da altri algoritmi di calcolo. Non ci sono dati puntuali misurati per questo inquinante.

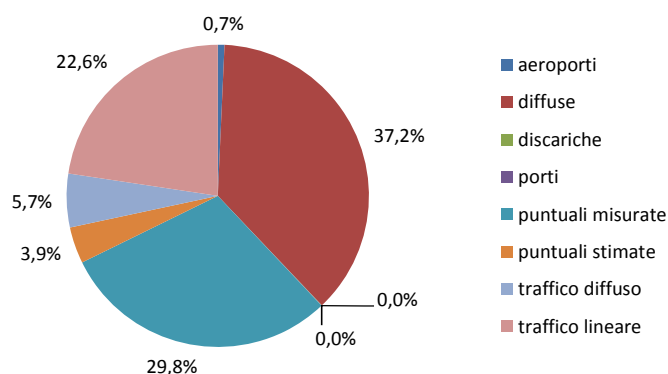
Le emissioni di N2O sono per il 38% diffuse, per il 25% relative a traffico lineare, per il 24% puntuali stimate tramite indicatori e fattori di emissione, e solo per il 7% circa relative a puntuali misurate.

In Tab. 2 e Fig. 1 sono mostrate le emissioni di GHG da macrosettore NFR 1 (livello 0) per algoritmo di calcolo e le rispettive distribuzioni percentuali sul totale del macrosettore – dati finali.

LIVELLO 0	TIPO EMISSIONE		CO2	CH4	N2O	CO2 eq
			kt/anno	t/anno	t/anno	kt/anno
1 Energia	A	aeroporti	446	0,9	3,2	446
1 Energia	D	diffuse	20.336	86.551	728	22.717
1 Energia	L	discariche		175	3,5	5,4
1 Energia	PO	porti	22			22
1 Energia	PM	puntuali misurate	18.146		150	18.191
1 Energia	PS	puntuali stimate	2.201	1.378	453	2.371
1 Energia	TD	traffico diffuso	3.458	397	117	3.503
1 Energia	TL	traffico lineare	13.667	896	466	13.829
<b>Totale Energia</b>			<b>58.277</b>	<b>89.398</b>	<b>1.921</b>	<b>61.084</b>

Distribuzione % delle emissioni di GHG da mac. NFR 1 (Energia) per algoritmo di calcolo						
LIVELLO 0	TIPO EMISSIONE		CO2	CH4	N2O	CO2 eq
1 Energia	A	aeroporti	0,8%	0,0%	0,2%	0,7%
1 Energia	D	diffuse	34,9%	96,8%	37,9%	37,2%
1 Energia	L	discariche	0,0%	0,2%	0,2%	0,0%
1 Energia	PO	porti	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1 Energia	PM	puntuali misurate	31,1%	0,0%	7,8%	29,8%
1 Energia	PS	puntuali stimate	3,8%	1,5%	23,6%	3,9%
1 Energia	TD	traffico diffuso	5,9%	0,4%	6,1%	5,7%
1 Energia	TL	traffico lineare	23,5%	1,0%	24,3%	22,6%

**Emissioni di GHG (CO2 eq) per algoritmo**



I principali contributi alle emissioni di CO2 eq da macrosettore NFR 1 provengono dalla combustione di metano (circa 50%) e di gasolio per autotrazione (circa 20%).

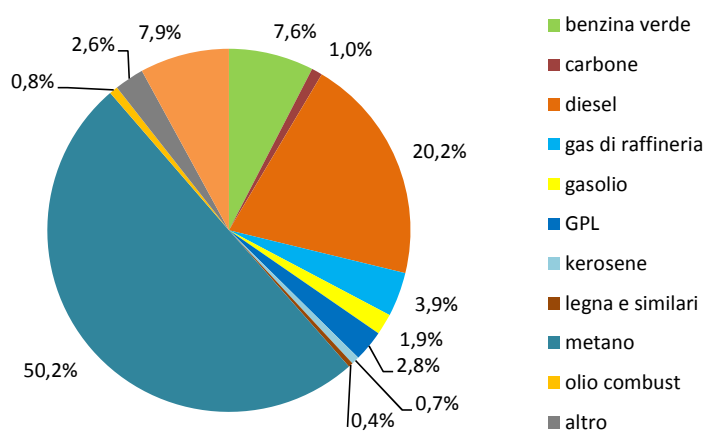
In Tab. 3 e Fig. 2 sono mostrate le emissioni di GHG da macrosettore NFR 1 (livello 0) per combustibile e le rispettive distribuzioni percentuali sul totale del macrosettore – dati finali.

LIVELLO 0	combustibile NFR	CO2	CH4	N2O	CO2 eq
		kt/anno	t/anno	t/anno	kt/anno
Energia	benzina verde	4.578	936	83	4.626
Energia	carbone	572	62	58	591
Energia	diesel	12.199	251	522	12.360
Energia	gas di raffineria	2.372	108	103	2.406
Energia	gasolio	1.130	92	32	1.142
Energia	GPL	1.680	42	47	1.695
Energia	kerosene	437			437
Energia	legna e similiari		6.426	349	265
Energia	metano	30.466	1.466	467	30.642
Energia	olio combust	447	17	43	460
Energia	altro	1.509	1.558	200	1.607
Energia	senza comb.	2.886	78.440	16	4.852
	<b>Totale Energia</b>	<b>58.277</b>	<b>89.398</b>	<b>1.921</b>	<b>61.084</b>

#### Distribuzione % delle emissioni di GHG da mac. NFR 1 (Energia) per combustibile

LIVELLO 0	combustibile NFR	CO2	CH4	N2O	CO2 eq
Energia	benzina verde	7,9%	1,0%	4,3%	7,6%
Energia	carbone	1,0%	0,1%	3,0%	1,0%
Energia	diesel	20,9%	0,3%	27,2%	20,2%
Energia	gas di raffineria	4,1%	0,1%	5,4%	3,9%
Energia	gasolio	1,9%	0,1%	1,7%	1,9%
Energia	GPL	2,9%	0,0%	2,4%	2,8%
Energia	kerosene	0,8%	0,0%	0,0%	0,7%
Energia	legna e similiari	0,0%	7,2%	18,2%	0,4%
Energia	metano	52,3%	1,6%	24,3%	50,2%
Energia	olio combust	0,8%	0,0%	2,2%	0,8%
Energia	altro	2,6%	1,7%	10,4%	2,6%
Energia	senza comb.	5,0%	87,7%	0,9%	7,9%

#### Emissioni di GHG (CO2 eq) per combustibile



Le emissioni di CO2 eq da macrosetto NFR 1 provengono per circa il 95% da attività con uso di combustibili, mentre per il 4,7% sono emissioni diffuse da combustibili.

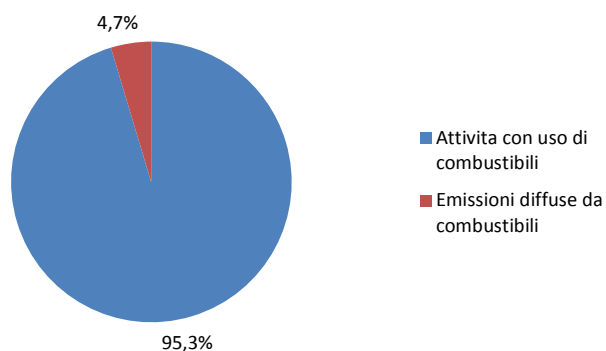
In Tab. 4 e Fig. 3 sono mostrate le emissioni di GHG da macrosettore NFR 1 per settore (livello 1) e le rispettive distribuzioni percentuali sul totale del macrosettore – dati finali.

LIVELLO 1		CO2	CH4	N2O	CO2 eq
		kt/anno	t/anno	t/anno	kt/anno
1A	Attività con uso di combustibili	57.392	10.848	1.911	58.232
1B	Emissioni diffuse da combustibili	885	78.551	10	2.851
<b>Totale Energia</b>		<b>58.277</b>	<b>89.398</b>	<b>1.921</b>	<b>61.084</b>

Distribuzione % delle emissioni di GHG da mac. NFR 1 (Energia) per settore					
LIVELLO 1		CO2	CH4	N2O	CO2 eq
1A	Attività con uso di combustibili	98,5%	12,1%	99,5%	95,3%
1B	Emissioni diffuse da combustibili	1,5%	87,9%	0,5%	4,7%

**Emissioni di GHG (CO2 eq) per settore**



Le emissioni di CO2 eq da questo macrosettore si ripartiscono per settore nel seguente modo:  
 30% da altri settori, ovvero combustione nel residenziale e nel terziario (macrosettore SNAP 2)  
 29% da trasporti, ovvero traffico autoveicolare e aereo (macrosettori SNAP 7 e 8)  
 22% da industrie energetiche (macrosettore SNAP 1)  
 15% da industrie manifatturiere e costruzioni (macrosettore SNAP 3)  
 4,2% da petrolio e gas naturale (macrosettore SNAP 5 e settore SNAP 4.1).

In Tab. 5 sono mostrate le emissioni di GHG da macrosettore NFR 1 per settore (livello 2) e le rispettive distribuzioni percentuali sul totale del macrosettore – dati finali.

LIVELLO 2		CO2	CH4	N2O	CO2 eq
		kt/anno	t/anno	t/anno	kt/anno
1A1	Industrie energetiche	12.979	1.608	288	13.105
1A2	Industrie manifatturiere e costruzioni	8.833	594	383	8.962
1A3	Trasporti	17.611	1.295	594	17.820
1A4	Altri settori	17.960	7.104	638	18.327
1A5	Altro	8,5	246	8,1	17
1B2	Petrolio e gas naturale	885	78.551	10	2.851
<b>Totale Energia</b>		<b>58.277</b>	<b>89.398</b>	<b>1.921</b>	<b>61.084</b>

Distribuzione % delle emissioni di GHG da mac. NFR 1 (Energia) per settore					
LIVELLO 2		CO2	CH4	N2O	CO2 eq
1A1	Industrie energetiche	22,3%	1,8%	15,0%	21,5%
1A2	Industrie manifatturiere e costruzioni	15,2%	0,7%	20,0%	14,7%
1A3	Trasporti	30,2%	1,4%	30,9%	29,2%
1A4	Altri settori	30,8%	7,9%	33,2%	30,0%
1A5	Altro	0,0%	0,3%	0,4%	0,0%
1B2	Petrolio e gas naturale	1,5%	87,9%	0,5%	4,7%

In Tab. 6 sono mostrate le emissioni di GHG da macrosettore NFR 1 per attività (livello 3) e le rispettive distribuzioni percentuali sul totale del macrosettore – dati finali.

LIVELLO 3		CO2	CH4	N2O	CO2 eq
		kt/anno	t/anno	t/anno	kt/anno
1A1a	Produzione pubblica di energia elettrica e di calore	11.257	1.531	176	11.348
1A1b	Raffinerie di petrolio	1.645	73	108	1.679
1A1c	Manifattura di combustibili solidi e altre industrie	77	3,4	4,1	78
1A2a	Combustione stazionaria nell'industria di ferro e dell'acciaio	75			75
1A2b	Combustione stazionaria nell'industria dei metalli	1.035			1.035
1A2d	Combustione stazionaria nell'industria della polpa	864			864
1A2f	Combustione nelle industrie manifatturiere	6.860	594	383	6.989
1A3a	Aviazione civile	437			437
1A3b	Trasporto su strada	17.126	1.293	583	17.332
1A3c	Ferrovie	18	1,0	7,1	20
1A3d	Navigazione nazionale	22			22
1A3e	Trasporto in condutture	8,4	0,9	3,2	9,4
1A4a	Commerciale / istituzionale	3.670	528	85	3.708
1A4b	Residenziale	13.301	6.544	511	13.617
1A4c	Agricoltura, silvicoltura, pesca	989	32	41	1.003
1A5a	Altro, stazionario (militare incluso)		245	4,8	7,6
1A5b	Altro, mobile (militare incluso)	8,5	1,4	3,3	10
1B2a	Petrolio	755			755
1B2b	Gas naturale		78.421		1.961
1B2c	Sfiati e torce	130	130	10	136
<b>Totale Energia</b>		<b>58.277</b>	<b>89.398</b>	<b>1.921</b>	<b>61.084</b>



## 2. NFR macrosettore 2 – Processi industriali

### 2.1. Descrizione delle sorgenti

Il macrosettore 2 della classificazione NFR comprende le sorgenti emissive relative ai seguenti settori della classificazione SNAP:

4.2 (Processi nelle industrie del ferro e dell'acciaio e nelle miniere di carbone),

4.3 (Processi nelle industrie di metalli non ferrosi),

4.4 (Processi nelle industrie chimiche inorganiche),

4.5 (Processi nelle industrie chimiche organiche),

4.6 (Processi nell'industria del legno pasta per la carta alimenti bevande e altro),

6.5 (Uso di HFC N2O NH3 PFC e SF6).

### 2.2. Metodologia

Le emissioni puntuali misurate sono elaborate in file xls ed inserite tramite interfaccia del modulo puntuale di INEMAR. Si tratta di dati emissivi di CO2 di fonte EU-ETS.

Le emissioni puntuali stimate e le emissioni diffuse sono invece stimate dal sistema a partire da un indicatore di attività A e da un fattore di emissione FE tramite l'algoritmo  $E = A * FE$ .

In Tab. 7 sono mostrati per ogni attività NFR di livello 3 per cui è possibile il calcolo:

- 1) Indicatori, con rispettive unità di misura
- 2) Emissioni di GHG (CO2 eq)
- 3) Fattori di emissione impliciti (IEF) regionali della CO2 eq, con rispettive unità di misura

LIVELLO 3	Indicatore	U.M.	Emiss. CO2 eq (kt/anno)	IEF CO2 eq	u.m. IEF CO2 eq
2A1	Produzione di cemento	Quantita di clinker prodotta	4.077.500 t di prodotto	2.158	529,2 kg/t di prodotto
2A2	Produzione di calce	Quantita prodotta	758.539 t di prodotto	556	733,6 kg/t di prodotto
2A7d	Altri prodotti minerali	Quantita prodotta	1.845.388 t di prodotto	67	36,3 kg/t di prodotto
2B5a	Altra industria chimica	Quantita prodotta	3.951.495 t di prodotto	81	20,6 kg/t di prodotto
2C1	Produzione di ferro e acciaio	Quantita prodotta	28.797.894 t di prodotto	315	10,9 kg/t di prodotto
2C2	Produzione di ferroleghes	Quantita prodotta	89.369 t di prodotto	215	2.407,0 kg/t di prodotto
2F	Consumo di POPs e metalli pesanti	Quantita caricata	55.286 kg	187	3.385,7 kg/kg
2F	Consumo di POPs e metalli pesanti	Quantita prodotta	573.616 kg	1.983	3.457,1 kg/kg

### 2.3 Risultati inventario 2012

Le emissioni di CO2 eq dal macrosettore NFR Processi industriali sono per il 55% puntuali misurate e per circa il 40% diffuse. Il contributo delle puntuali stimate è del 5%. Il contributo delle emissioni diffuse si deve soprattutto alle emissioni di gas fluorurati, ottenute disaggregando il dato nazionale ISPRA (NIR 2014).

Le emissioni di CO2 sono per il 91% puntuali misurate di fonte EU-ETS e per circa il 7,7% puntuali stimate. Le diffuse contribuiscono soltanto per l'1,2% al totale del macrosettore.

Le emissioni di CH4 sono per l'83% puntuali stimate e per il 17% diffuse. Non ci sono contributi da emissioni puntuali misurate per questo inquinante.

Le emissioni di N2O sono per il 93% puntuali stimate e per il 7,3% diffuse. Non ci sono contributi da emissioni puntuali misurate per questo inquinante.

Le emissioni di F-gas (HFC e SF6), che provengono quasi interamente dalle attività che la nomenclatura SNAP classifica nel settore 6.5, sono per oltre il 99% diffuse.

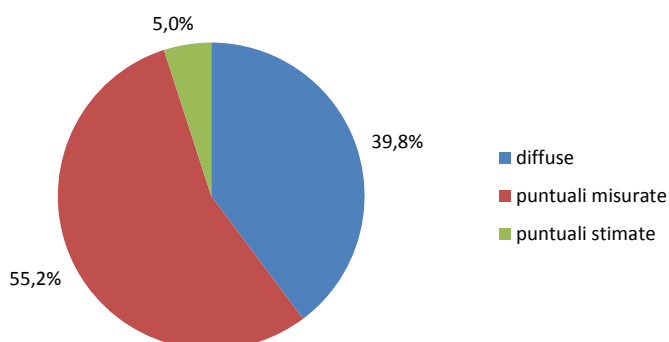
In Tab. 8 e in Fig. 5 sono mostrate le emissioni da macrosettore NFR 2 (livello 0) per algoritmo di calcolo e le rispettive distribuzioni percentuali sul totale del macrosettore – dati finali.

LIVELLO 0	TIPO EMISSIONE		CO2	CH4	N2O	HFC	SF6	CO2 eq
			kt/anno	t/anno	t/anno	kg/anno	kg/anno	kt/anno
2 Processi industriali	D	diffuse	41	29,4	4,1	626.792	2.110	2.213
2 Processi industriali	PM	puntuali misurate	3.066			2.050		3.072
2 Processi industriali	PS	puntuali stimate	259	143	51			278
<b>Totale Processi industriali</b>			<b>3.365</b>	<b>172</b>	<b>56</b>	<b>628.842</b>	<b>2.110</b>	<b>5.563</b>

Distribuzione % delle emissioni di GHG da mac. NFR 1 (Processi industriali) per algoritmo di calcolo								
LIVELLO 0	TIPO EMISSIONE		CO2	CH4	N2O	HFC	SF6	CO2 eq
2 Processi industriali	D	diffuse	1,2%	17,0%	7,3%	99,7%	100,0%	39,8%
2 Processi industriali	PM	puntuali misurate	91,1%	0,0%	0,0%	0,3%	0,0%	55,2%
2 Processi industriali	PS	puntuali stimate	7,7%	83,0%	92,7%	0,0%	0,0%	5,0%

Emissioni di GHG (CO2 eq) per algoritmo



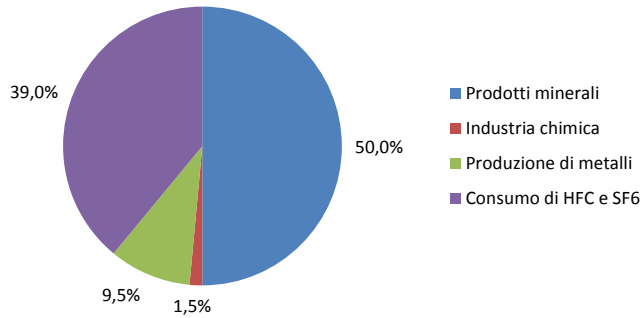
In Tab. 9 e Fig. 6 sono mostrate le emissioni di GHG da macrosettore NFR 2 per settore (livello 1) e le rispettive distribuzioni percentuali sul totale del macrosettore – dati finali.

LIVELLO 1		CO2	CH4	N2O	HFC	SF6	CO2 eq
		kt/anno	t/anno	t/anno	kg/anno	kg/anno	kt/anno
2A	Prodotti minerali	2.781					2.781
2B	Industria chimica	75			2.050		81
2C	Produzione di metalli	509	172	56			530
2F	Consumo di HFC e SF6				626.792	2.110	2.170
<b>Totale Processi industriali</b>		<b>3.365</b>	<b>172</b>	<b>56</b>	<b>628.842</b>	<b>2.110</b>	<b>5.563</b>

Distribuzione % delle emissioni di GHG da mac. NFR 2 (Processi industriali) per settore							
LIVELLO 1	CO2	CH4	N2O	HFC	SF6	CO2 eq	
2A	Prodotti minerali	82,6%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	50,0%
2B	Industria chimica	2,2%	0,0%	0,0%	0,3%	0,0%	1,5%
2C	Produzione di metalli	15,1%	100,0%	100,0%	0,0%	0,0%	9,5%
2F	Consumo di HFC e SF6	0,0%	0,0%	0,0%	99,7%	100,0%	39,0%

### Emissioni di GHG (CO2 eq) per settore



Le emissioni di CO2 eq da questo macrosettore si ripartiscono per settore nel seguente modo:  
 39% da consumo di POPs e di metalli pesanti (settore SNAP 6.5)  
 39% da produzione di cemento (attività SNAP 3.3.11)  
 10% da produzione di calce (attività SNAP 3.3.12)  
 5,7% da produzione di ferro e acciaio (settore SNAP 4.2)  
 3,9% da ferroleghie (settore SNAP 4.3).

In Tab. 10 sono mostrate le emissioni di GHG da macrosettore NFR 2 per attività (livello 2) e le rispettive distribuzioni percentuali sul totale del macrosettore – dati finali.

LIVELLO 2		CO2	CH4	N2O	HFC	SF6	CO2 eq
		kt/anno	t/anno	t/anno	kg/anno	kg/anno	kt/anno
2A1	Produzione di cemento	2.158					2.158
2A2	Produzione di calce	556					556
2A7	Prodotti minerali - Altro	67					67
2B5	Industria chimica - Altro	75			2.050		81
2C1	Produzione di ferro e di acciaio	294	172	56			315
2C2	Ferroleghie	215					215
2F	Consumo di POPs e di metalli pesanti				626.792	2.110	2.170
<b>Totale Processi industriali</b>		<b>3.365</b>	<b>172</b>	<b>56</b>	<b>628.842</b>	<b>2.110</b>	<b>5.563</b>
Distribuzione % delle emissioni di GHG da mac. NFR 2 (Processi industriali) per settore							
LIVELLO 2		CO2	CH4	N2O	HFC	SF6	CO2 eq
2A1	Produzione di cemento	64,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	38,8%
2A2	Produzione di calce	16,5%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	10,0%
2A7	Prodotti minerali - Altro	2,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	1,2%
2B5	Industria chimica - Altro	2,2%	0,0%	0,0%	0,3%	0,0%	1,5%
2C1	Produzione di ferro e di acciaio	8,7%	100,0%	100,0%	0,0%	0,0%	5,7%
2C2	Ferroleghie	6,4%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	3,9%
2F	Consumo di POPs e di metalli pesanti	0,0%	0,0%	0,0%	99,7%	100,0%	39,0%

### 3. NFR macrosettore 3 – Solventi

#### 3.1. Descrizione delle sorgenti

Il macrosettore 3 della classificazione NFR comprende le sorgenti emissive relative al macrosettore 6 classificazione SNAP, con l'eccezione del settore 6.5 (Uso di HFC, N2O, NH3, PFC e SF6), che è invece allocato nei Processi industriali.

#### 3.2. Metodologia

Le emissioni puntuali misurate sono elaborate in file xls ed inserite tramite interfaccia del modulo puntuale di INEMAR.

Le emissioni di GHG da questo macrosettore sono tutte puntuali misurate.

In Tab. 11 sono mostrati per ogni attività NFR di livello 3 per cui è possibile il calcolo:

- 1) Indicatori, con rispettive unità di misura
- 2) Emissioni di GHG (CO2 eq)
- 3) Fattori di emissione impliciti (IEF) regionali della CO2 eq, con rispettive unità di misura

LIVELLO 3	Indicatore	U.M.	Emiss. CO2 eq (kt/anno)	IEF CO2 eq	u.m. IEF CO2 eq
3B1 Sgrassaggio	Consumo di solventi	793.022 kg di solvente	68	85,4	kg/kg di solvente
3C Prodotti chimici, manifattura e processamento	Quantità lavorata	2.561.751 t di prodotto	0,0	0,0	kg/t di prodotto

#### 3.3 Risultati

Le emissioni di CO2 eq dal macrosettore NFR Solventi sono interamente puntuali misurate.

Il contributo alle emissioni di GHG proviene quasi per intero (98,9%) da emissioni puntuali misurate di F-gas (PFC e SF6) da attività di sgrassaggio e pulitura a secco. Irrilevante il contributo del CH4.

In Tab. 12 sono mostrate le emissioni di GHG da macrosettore NFR 3 per attività (livello 1) e le rispettive distribuzioni percentuali sul totale del macrosettore – dati finali.

LIVELLO 1		CH4	PFC	SF6	CO2 eq
		t/anno	kg/anno	kg/anno	kt/anno
3B	Sgrassaggio e pulitura a secco		4.617	1.448	68
3C	Manifattura di prodotti chimici	0,12			0,7
<b>Totale Solventi</b>		<b>0,12</b>	<b>4.617</b>	<b>1.448</b>	<b>68</b>
<b>Distribuzione % delle emissioni di GHG da mac. NFR 3 (Solventi) per settore</b>					
3B	Sgrassaggio e pulitura a secco	0,0%	100,0%	100,0%	98,9%
3C	Manifattura di prodotti chimici	100,0%	0,0%	0,0%	1,1%

## 4. NFR macrosettore 4 – Agricoltura

### 4.1. Descrizione delle sorgenti

Il macrosettore 4 della classificazione NFR comprende le sorgenti emissive relative al macrosettore 10 della classificazione SNAP (Agricoltura).

### 4.2. Metodologia

Le emissioni di questo macrosettore sono stimate dall'apposito algoritmo agricoltura, oppure sono diffuse, stimate dal sistema a partire da un indicatore di attività A e da un fattore di emissione FE tramite l'algoritmo  $E = A * FE$ .

In Tab. 13 sono mostrati per ogni attività NFR di livello 3 per cui è possibile il calcolo:

- 1) Indicatori, con rispettive unità di misura
- 2) Emissioni di GHG (CO2 eq)
- 3) Fattori di emissione impliciti (IEF) regionali della CO2 eq, con rispettive unità di misura

LIVELLO 3	Indicatore	U.M.	Emiss. CO2 eq (kt/anno)	IEF CO2 eq	u.m. IEF CO2 eq
4A10	Fermentazioni enteriche: altro	Numero di capi	323.831 un	1	1,9 kg/un
4A1a	Fermentazioni enteriche: bestiame bovino, da latte	Numero di capi	545.170 un	1.634,1	2.997,5 kg/un
4A1b	Fermentazioni enteriche: bestiame bovino, non da latte	Numero di capi	984.148 un	1.129	1.147,5 kg/un
4A2	Fermentazioni enteriche: bufalini	Numero di capi	8.236 un	13,3	1.617,5 kg/un
4A3	Fermentazioni enteriche: pecore	Numero di capi	111.192 un	22	200,0 kg/un
4A4	Fermentazioni enteriche: capre	Numero di capi	66.149 un	8,3	125,0 kg/un
4A6	Fermentazioni enteriche: cavalli	Numero di capi	20.288 un	9	450,0 kg/un
4A7	Fermentazioni enteriche: muli e asini	Numero di capi	2.359 un	0,6	250,0 kg/un
4A8	Fermentazioni enteriche: maiali	Numero di capi	4.677.957 un	175	37,5 kg/un
4B13	Gestione di reflui: altro	Numero di capi	647.662 un	4,3	6,6 kg/un
4B1a	Gestione di reflui: bestiame bovino, da latte	Numero di capi	1.090.340 un	1.033	947,1 kg/un
4B1b	Gestione di reflui: bestiame bovino, non da latte	Numero di capi	1.968.296 un	850	431,8 kg/un
4B2	Gestione di reflui: bufalini	Numero di capi	16.472 un	3	153,6 kg/un
4B3	Gestione di reflui: pecore	Numero di capi	222.384 un	4	17,7 kg/un
4B4	Gestione di reflui: capre	Numero di capi	132.298 un	2	16,8 kg/un
4B6	Gestione di reflui: cavalli	Numero di capi	40.576 un	8	185,9 kg/un
4B7	Gestione di reflui: muli e asini	Numero di capi	4.718 un	1	178,0 kg/un
4B8	Gestione di reflui: maiali	Numero di capi	9.084.957 un	1.681	185,1 kg/un
4B9a	Gestione di reflui: galline ovaiole	Numero di capi	26.026.220 un	114	4,4 kg/un
4B9b	Gestione di reflui: pollastri	Numero di capi	34.503.110 un	178	5,1 kg/un
4B9d	Gestione di reflui: altri avicoli	Numero di capi	8.570.350 un	68	8,0 kg/un
4C1a	Risicoltura: Irrigazione continua	Superficie	102.804 ha	859	8.358,9 kg/ha
4D1	Suoli agricoli - Fertilizzanti azotati sintetici	Superficie	286.588 ha	203	707,7 kg/ha
4D1	Suoli agricoli - Fertilizzanti azotati sintetici	Quantità di fertilizzante applicata	70.236 t	411	5.852,7 kg/t
4F1	Combustione di rifiuti agricoli - cereali	Quantità bruciata	175.182 t	22	123,4 kg/t

### 4.3 Risultati

Le emissioni di CO2 eq dal macrosettore NFR Agricoltura sono per il 95% circa diffuse, e per il 5,2% sono relative all'algoritmo di calcolo dell'agricoltura.

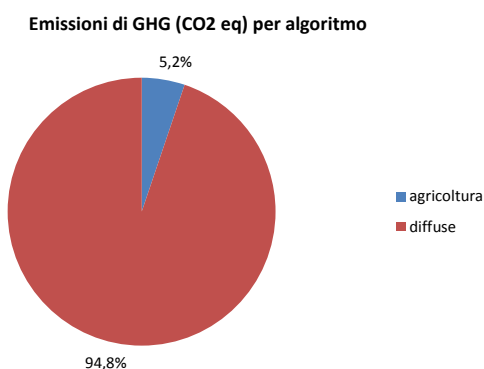
Le emissioni di CH4 sono per interamente diffuse, mentre le emissioni di N2O sono diffuse per circa l'86% e per circa il 14% sono relative all'algoritmo di calcolo dell'agricoltura.

In Tab. 14 e in Fig. 9 sono mostrate le emissioni da macrosettore NFR 4 (livello 0) per algoritmo di calcolo e le rispettive distribuzioni percentuali sul totale del macrosettore – dati finali.

LIVELLO 0	TIPO EMISSIONE		CH4	N2O	CO2 eq
			t/anno	t/anno	kt/anno
4 Agricoltura	AG	agricoltura		1.487	443
4 Agricoltura	D	diffuse	215.128	8.764	8.106
<b>Totale Agricoltura</b>			<b>215.128</b>	<b>10.251</b>	<b>8.549</b>

Distribuzione % delle emissioni di GHG da mac. NFR 4 (Agricoltura) per algoritmo di calcolo					
LIVELLO 0	TIPO EMISSIONE		CH4	N2O	CO2 eq
			0,0%	14,5%	5,2%
4 Agricoltura	AG	agricoltura	0,0%	14,5%	5,2%
4 Agricoltura	D	diffuse	100,0%	85,5%	94,8%



Le emissioni di CO2 eq da questo macrosettore si ripartiscono per settore nel seguente modo:

47% da gestione di reflui (settori SNAP 10.5 e 10.9)

36% da fermentazioni enteriche (settore SNAP 10.4)

10% da risicoltura (attività SNAP 10.1.3 e 10.2.3)

7,3% da suoli agricoli (settori SNAP 10.1, 10.2)

0,3% da combustione su campo di residui agricoli (settore SNAP 10.3).

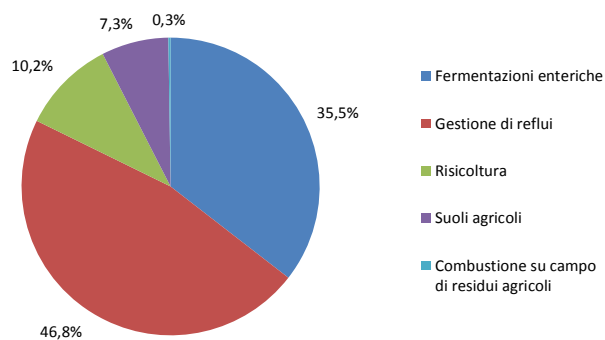
In Tab. 13 e in Fig. 10 sono mostrate le emissioni da macrosettore NFR 4 per settore (livello 1) e le rispettive distribuzioni percentuali sul totale del macrosettore – dati finali.

LIVELLO 1		CH4	N2O	CO2 eq
		t/anno	t/anno	kt/anno
4A	Fermentazioni enteriche	119.722		2.993
4B	Gestione di reflui	61.660	8.066	3.945
4C	Risicoltura	33.090	108	859
4D	Suoli agricoli		2.060	614
4F	Combustione su campo di residui agricoli	656	18	22
<b>Totale Agricoltura</b>		<b>215.128</b>	<b>10.251</b>	<b>8.433</b>

Distribuzione % delle emissioni di GHG da mac. NFR 4 (Agricoltura) per settore				
LIVELLO 1		CH4	N2O	CO2 eq
4A	Fermentazioni enteriche	55,7%	0,0%	35,5%
4B	Gestione di reflui	28,7%	78,7%	46,8%
4C	Risicoltura	15,4%	1,1%	10,2%
4D	Suoli agricoli	0,0%	20,1%	7,3%
4F	Combustione su campo di residui agricoli	0,3%	0,2%	0,3%

Emissioni di GHG (CO2 eq) per settore



## 5. NFR macrosettore 5 – Foreste

### 5.1. Descrizione delle sorgenti

Il macrosettore 5 della classificazione NFR comprende le sorgenti emissive relative al macrosettore 11 della classificazione SNAP (Altre sorgenti e assorbimenti), relative al settore 11.31 (Foreste, assorbimenti):

11.31.1 (Biomassa viva)

11.31.2 (Materia organica morta)

11.31.3 (Suoli)

### 5.2. Metodologia

Le emissioni di questo macrosettore NFR sono stimate dall'algoritmo degli assorbimenti di CO<sub>2</sub> dalle foreste. Tutte le attività SNAP relative a questo tipo di emissioni confluiscono nell'unica attività NFR 5E, senza ulteriori dettagli.

### 5.3 Risultati

Gli assorbimenti di CO<sub>2</sub> dalle foreste ammontano a -4.527 kt e sono l'unico contributo alla CO<sub>2</sub> eq da questo macrosettore, come mostrato in Tab. 12

LIVELLO 0	TIPO EMISSIONE		CO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub> eq
			kt/anno	kt/anno
5 Foreste	F	foreste	-4.527	-4.527

## 6. NFR macrosettore 6 – Rifiuti

### 6.1. Descrizione delle sorgenti

Il macrosettore 6 della classificazione NFR comprende le sorgenti emissive relative al macrosettore 9 classificazione SNAP, con l'eccezione delle seguenti attività, allocate nel macrosettore NFR Energia:

9.2.3 (Torce nelle raffinerie di petrolio)

9.2.6 (Torce nell'estrazione di gas e oli)

9.4.5 (Gruppi elettrogeni di discariche RSU)

9.4.6 (Torce in discariche RSU)

### 6.2. Metodologia

Le emissioni da processi di fermentazione di rifiuti in discarica di rifiuti solidi urbani e assimilabili sono stimate dall'apposito algoritmo.

Le emissioni puntuali misurate sono elaborate in file xls ed inserite tramite interfaccia del modulo puntuale di INEMAR. Si tratta di dati emissivi di CO<sub>2</sub> di fonte EU-ETS.

Le emissioni puntuali stimate e le emissioni diffuse sono invece stimate dal sistema a partire da un indicatore di attività A e da un fattore di emissione FE tramite l'algoritmo  $E = A * FE$ .

In Tab. 13 sono mostrati per ogni attività NFR di livello 3 per cui è possibile il calcolo:

1) Indicatori, con rispettive unità di misura



2) Emissioni di GHG (CO2 eq)

3) Fattori di emissione impliciti (IEF) regionali della CO2 eq, con rispettive unità di misura

LIVELLO 3	Indicatore	U.M.	Emiss. CO2 eq (kt/anno)	IEF CO2 eq	u.m. IEF CO2 eq		
6A	Discariche di rifiuti solidi	Quantita depositata	73.663.405	t di rifiuti smaltiti	2,085	28,3	k/t di rifiuti smaltiti
6B	Gestione di acque reflue	Popolazione equiv. servita	11.318.635	AE	152,3	13,5	kg/AE
6Cb	Incenerimento di rifiuti industriali	Quantita incenerita	463.025	t di rifiuto	330,8	714,5	kg/t di rifiuto
6Cc	Incenerimento di rifiuti urbani	Quantita incenerita	1.894.400	t di rifiuto	593,2	313,1	kg/t di rifiuto
6D	Altri rifiuti	Quantita prodotta	1.045.743	t di rifiuto	0,5	0,5	kg/t di rifiuto

### 6.3. Risultati

Il contributo alle emissioni di CO2 eq dal macrosettore NFR Rifiuti proviene in larga misura dall'algorithmo discariche (66%). Le emissioni puntuali stimate contribuiscono per il 18% circa al totale del macrosettore, le puntuali misurate per l'11%.

Le emissioni di CO2 sono per il 39% puntuali misurate e per il 61% puntuali stimate. Non esistono contributi diffusi alle emissioni di questo inquinante.

Le emissioni di CH4 sono per il 96% relative all'algorithmo di calcolo delle discariche e per il 3,9% diffuse. Non ci sono emissioni puntuali (misurate o stimate) da questo macrosettore.

Le emissioni di N2O sono per circa il 57% diffuse, per circa il 36% puntuali stimate e per il 7% puntuali misurate.

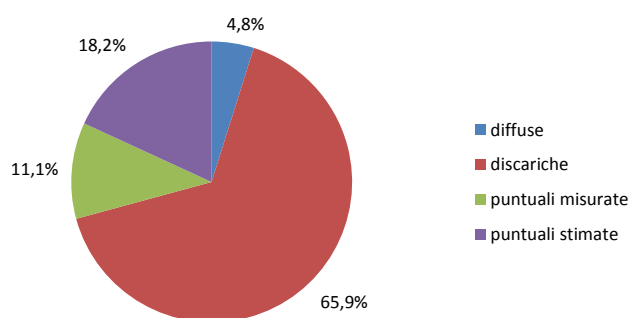
In Tab. 14 e in Fig. 11 sono mostrate le emissioni da macrosettore NFR 5 (livello 0) per algorithmo di calcolo e le rispettive distribuzioni percentuali sul totale del macrosettore – dati finali.

LIVELLO 0	TIPO EMISSIONE		CO2	CH4	N2O	CO2 eq
			kt/anno	t/anno	t/anno	kt/anno
6 Rifiuti	D	diffuse		3.418	226	153
6 Rifiuti	L	discariche		83.415		2.085
6 Rifiuti	PM	puntuali misurate	342		27	350
6 Rifiuti	PS	puntuali stimate	532		141	574
			<b>874</b>	<b>86.833</b>	<b>394</b>	<b>3.162</b>

Distribuzione % delle emissioni di GHG da mac. NFR 6 (Rifiuti) per algorithmo di calcolo						
LIVELLO 0	TIPO EMISSIONE		CO2	CH4	N2O	CO2 eq
6 Rifiuti	D	diffuse	0,0%	3,9%	57,4%	4,8%
6 Rifiuti	L	discariche	0,0%	96,1%	0,0%	65,9%
6 Rifiuti	PM	puntuali misurate	39,1%	0,0%	7,0%	11,1%
6 Rifiuti	PS	puntuali stimate	60,9%	0,0%	35,6%	18,2%

**Emissioni di GHG (CO2 eq) per algoritmo**



Le emissioni di CO2 eq da questo macrosettore si ripartiscono per settore nel seguente modo:  
 66% da discariche di rifiuti solidi (settore SNAP 9.4)  
 29% da incenerimento di rifiuti (settori SNAP 9.2 e 9.9)  
 4,8% da gestione di reflui (settore SNAP 9.10)

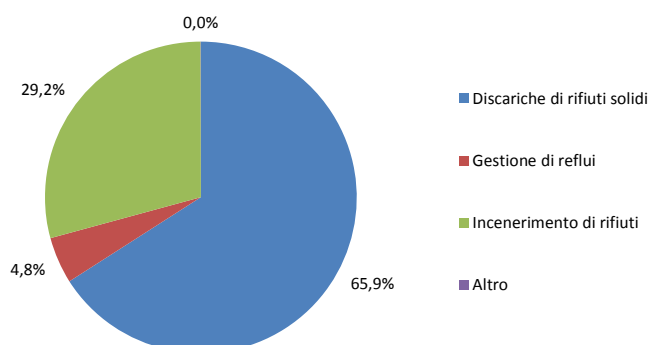
In Tab. 15 e in Fig. 12 sono mostrate le emissioni da macrosettore NFR 5 per settore (livello 1) e le rispettive distribuzioni percentuali sul totale del macrosettore – dati finali.

LIVELLO 1		CO2	CH4	N2O	CO2 eq
		kt/anno	t/anno	t/anno	kt/anno
6A	Discariche di rifiuti solidi		83.415		2.085
6B	Gestione di reflui		3.396	226	152
6C	Incenerimento di rifiuti	874	2,5	168	924
6D	Altro		20		0,5
<b>Totale Rifiuti</b>		<b>874</b>	<b>86.833</b>	<b>394</b>	<b>3.162</b>

Distribuzione % delle emissioni di GHG da mac. NFR 6 (Rifiuti) per settore					
LIVELLO 1		CO2	CH4	N2O	CO2 eq
6A	Discariche di rifiuti solidi	0,0%	96,1%	0,0%	65,9%
6B	Gestione di reflui	0,0%	3,9%	57,4%	4,8%
6C	Incenerimento di rifiuti	100,0%	0,0%	42,6%	29,2%
6D	Altro	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

**Emissioni di GHG (CO2 eq) per settore**



## 7. NFR macrosettore 7 – Altro

### 7.1. Descrizione delle sorgenti

Il macrosettore 7 della classificazione NFR comprende attività della classificazione SNAP non allocabili in altri macrosettori:

11.3 (Incendi di foreste e altra vegetazione)

11.6 (Acque)

11.25 (Altro: combustione di tabacco e fuochi di artificio)

Sono allocate in questo macrosettore NFR anche altre attività che non generano emissioni di GHG, non presenti in Lombardia o non stimate nell'Inventario causa assenza di indicatori e/o fattori di emissione, come ad esempio:

10.10 (Emissioni di particolato da allevamenti)

11.5 (Zone umide paludi e acquitrini)

11.7 (Animali)

11.8 (Vulcani)

11.9 (Infiltrazioni di gas - geysers)

11.10 (Lampi)

11.25 (Combustione di tabacco e fuochi di artificio)

### 7.2. Metodologia

Le emissioni da questo macrosettore sono tutte diffuse e sono stimate dal sistema a partire da un indicatore di attività A e da un fattore di emissione FE tramite l'algoritmo  $E = A * FE$ .

### 7.3. Risultati

Le emissioni di CO<sub>2</sub> da altre sorgenti a 123 kt, a cui contribuiscono soprattutto emissioni di CH<sub>4</sub>, e in misura meno rilevante di N<sub>2</sub>O e di CO<sub>2</sub>, come mostrato in Tab. 15. Il contributo principale alle emissioni di GHG è dato dalle emissioni di CH<sub>4</sub> dalle acque (SNAP 11.6).

LIVELLO 0	TIPO EMISSIONE		CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub> eq
			kt/anno	t/anno	t/anno	kt/anno
7 Altro	D	diffuse	0,1	4.886	2,8	123

N.B.

Esistendo nella classificazione NFR un'unica attività in questo macrosettore, la 7A, non è possibile fornire risultati con dettaglio paragonabile a quello della classificazione SNAP.

## 10 RIFERIMENTI

ACIL Tasman, 2009. Fuel resource, new entry and generation costs in the NEM. Final Report.

<http://www.aemo.com.au/~media/Files/Other/planning/419-0035%20pdf.pdf>

Angelino E., Marongiu A., Fossati G., Moretti M.(2014). Open Challenges in Local Atmospheric Emission

Inventory. Air Quality - Science and Application, Garmisch-Partenkirchen, 24-28 March 2014  
[http://www.airqualityconference.org/f/p/AQ2014\\_Proceedings.pdf](http://www.airqualityconference.org/f/p/AQ2014_Proceedings.pdf)

**Australian Government, 2013.** *National Greenhouse Accounts Factors*. Published by the Department of Industry, Innovation, Climate Change, Science, Research and Tertiary Education.  
[http://www.climatechange.gov.au/sites/climatechange/files/documents/07\\_2013/national-greenhouse-accounts-factors-july-2013.pdf](http://www.climatechange.gov.au/sites/climatechange/files/documents/07_2013/national-greenhouse-accounts-factors-july-2013.pdf)

**Caserini S., Galante S., Ozgen S., Cucco S., De Gregorio K., Moretti M. (2013).** A methodology for elemental and organic carbon emission inventory and results for Lombardy region, Italy. *Science of The Total Environment* Volumes 450–451, 15 April 2013, Pages 22–30.  
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969713001289>

**De Leeuw (2002).** *Vormingspotentiaal van precursoren van ozon en PM10*.  
[http://www.milieurapport.be/Upload/Main/MiraData/MIRA-T/02\\_THEMAS/02\\_10/SYNTHESSEKST\\_MIRAT2005-06DEF.PDF](http://www.milieurapport.be/Upload/Main/MiraData/MIRA-T/02_THEMAS/02_10/SYNTHESSEKST_MIRAT2005-06DEF.PDF)

**EMEP/CORINAIR, 2007.** Air pollutant emission inventory guidebook 2007. Technical guidance to prepare national emission inventories. EEA Technical report No 16/2007.

**EMEP/EEA, 2009.** Air pollutant emission inventory guidebook 2009. Technical guidance to prepare national emission inventories. EEA Technical report No 9/2009.

**EMEP/EEA, 2013.** Air pollutant emission inventory guidebook 2013. Technical guidance to prepare national emission inventories. EEA Technical report No 12/2013.

**IEA Statistics, 2013.** *CO2 Emissions from Fuel Combustion*. Highlights.  
<http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/co2emissionsfromfuelcombustionhighlights2013.pdf>

**INEMAR - ARPA Lombardia(2014).** *INEMAR, Inventario Emissioni in Atmosfera: emissioni in Regione Lombardia nell'anno 2010 - dati finali*. ARPA Lombardia Settore Monitoraggi Ambientali.

**IPCC, 1997.** *Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Emission Inventories*. Three volumes: Reference Manual, Reporting Manual, Reporting Guidelines and Workbook. IPCC/OECD/IEA. IPCC WG1 Technical Support Unit, Hadley Centre, Meteorological Centre, Meteorological Office, Bracknell, UK.

**IPCC, 2000.** *Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories*. IPCC National Greenhouse Gas Inventories Programme, Technical Support Unit, Hayama, Kanagawa, Japan.

**IPCC, 2003.** *Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry*. IPCC Technical Support Unit, Kanagawa, Japan.

**IPCC, 2006.** *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K.(eds).Published: IGES, Japan. <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/>

**ISPRA 2011,** *Produzione termoelettrica ed emissioni di CO2. Fonti rinnovabili e impianti soggetti a ETS*. 9486 rapporto 135 2011. <http://www.isprambiente.gov.it/contentfiles/00009400/9486-rapporto-135-2011.pdf/view>

**NIR, 2014.** Italian Greenhouse Gas Inventory 1990-2012. National Inventory Report 20014. Rapporti 198/2014.

<http://www.isprambiente.gov.it/en/publications/reports/italian-greenhouse-gas-inventory-1990-2012.-national-inventory-report-2014>

**Sandrini et al. , 2014.** Spatial and seasonal variability of carbonaceous aerosol across Italy. Spatial and seasonal variability of carbonaceous aerosol across Italy. Atmospheric Environment Volume 99, December 2014, Pages 587–598.

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1352231014008218>

**SIRENA**, Sistema Informativo Regionale ENergia Ambiente. <http://sirena.finlombarda.it/sirena/cosae.jsp>

**US-EPA, 2011.** *US-EPA CHIEF* (Clearinghouse for Inventories & Emissions Factors).

<http://www.epa.gov/ttn/chief/index.html>