

**AGGIORNAMENTO
DELL'INVENTARIO REGIONALE
DELLE EMISSIONI IN ATMOSFERA
DELL'EMILIA-ROMAGNA
RELATIVO ALL'ANNO 2015
(INEMAR-ER 2015)**

Rapporto finale

marzo 2019

Gruppo di lavoro Arpae:

Chiara Agostini – Direzione Tecnica
Carla Barbieri - Arpae Modena
Sabina Bellodi - Arpae Ferrara
Federica Bernardi - Arpae Rimini
Alberto Berselli - Arpae Parma
Margherita Cantini - Arpae Piacenza
Daniele Foscoli – Arpae Rimini
Francesca Frigo - Arpae Piacenza
Simona Maccaferri - Direzione Tecnica
Maria Elena Manzini - Arpae Reggio Emilia
Matteo Olivieri - Arpae Parma
Elisa Pollini - Arpae Ravenna
Veronica Rumberti - Direzione Tecnica
Antonella Sterni - Arpae Modena
Massimo Tedeschini - Arpae Modena
Pamela Ugolini - Arpae Bologna
Paolo Veronesi - Arpae Forlì-Cesena

Si ringraziano i responsabili SSA, i responsabili ST, i responsabili SAC, i referenti della rete di qualità dell'aria e tutto il personale di Arpae e della Regione Emilia-Romagna che ha contribuito a vario titolo alla predisposizione dell'inventario.

SOMMARIO

1.	Introduzione	1
2.	Aggiornamento dell'inventario: il sistema INEMAR, i fattori di emissione e l'organizzazione dei dati 2	
2.1.	Funzionalità del sistema INEMAR e metodologie impiegate per la compilazione.....	2
2.1.1	Modulo puntuali	4
2.1.2	Modulo diffuse	5
2.1.3	Moduli traffico lineare e traffico diffuso.....	5
2.1.4	Modulo aeroporti.....	7
2.1.5	Modulo porti	8
2.1.6	Modulo discariche	9
2.1.7	Modulo agricoltura	10
2.1.8	Modulo biogeniche	10
2.1.9	Modulo foreste.....	10
2.2.	Fattori di emissione.....	11
3.	Risultati	12
3.1.	Macrosettore 1: Produzione di energia e trasformazione di combustibili.....	19
3.1.1	Produzione di energia elettrica (0101)	19
3.1.2	Teleriscaldamento (0102)	20
3.1.3	Raffinerie (0103).....	20
3.1.4	Compressori per tubazioni (0105).....	20
3.2.	Macrosettore 2: Combustione non industriale	22
3.2.1	Impianti commerciali ed istituzionali (0201)	22
3.2.2	Impianti residenziali (0202)	23
3.3.	Macrosettore 3: Combustione industriale	26
3.3.1	Combustione nelle caldaie, turbine e motori a comb. interna (0301).....	27
3.3.2	Forni di processo senza contatto (0302)	27
3.3.3	Forni di processo con contatto (0303)	27
3.4.	Macrosettore 4: Processi industriali	29
3.5.	Macrosettore 5: Estrazione e distribuzione di combustibili.....	31
3.6.	Macrosettore 6: Uso di solventi	33
3.6.1	Verniciatura (0601)	34
3.6.2	Sgrassaggio, pulizia a secco e componentistica elettronica (0602).....	34
3.6.3	Produzione o lavorazione di prodotti chimici (0603).....	34
3.6.4	Altro uso di solventi e relative attività (0604)	34
3.7.	Macrosettore 7: Trasporto su strada.....	36
3.8.	Macrosettore 8: Altre sorgenti mobili e macchinari	41
3.8.1.	Ferrovie (0802).....	41

3.8.2. Porti (0804)	42
3.8.3. Aeroporti (0805)	43
3.8.4. Mezzi in agricoltura (0806)	44
3.9. Macrosettore 9: Trattamento e smaltimento rifiuti.....	46
3.9.1 Incenerimento rifiuti (0902)	46
3.9.2 Interramento di rifiuti solidi (0904).....	47
3.9.3 Cremazione (0909).....	48
3.9.4 Altri trattamenti di rifiuti (0910)	48
3.10. Macrosettore 10: Agricoltura.....	50
3.10.1. Coltivazioni con fertilizzanti (1001)	50
3.10.2. Coltivazioni senza fertilizzanti (1002)	51
3.10.3. Allevamento animali (1004, 1005, 1009, 1010)	52
3.11. Macrosettore 11: Altre sorgenti e assorbimenti	54
3.11.1 Foreste (1111, 1112).....	54
3.11.2 Assorbimento di CO ₂ (1131).....	55
4. Ricalcolo delle stime emissive relative al 2013 per alcuni macrosettori	56
5. Confronti fra inventari	59
Allegato 1. Classificazione delle attività con emissioni in atmosfera.....	65
Allegato 2. Moduli generici.....	77
Allegato 3. Grafici dei contributi dei diversi macrosettori per ciascun macroinquinante.....	78

1. Introduzione

Obiettivo dell'inventario delle emissioni è la restituzione di una stima quantitativa dei contributi alle emissioni in atmosfera, provenienti da diverse sorgenti, e la loro distribuzione sul territorio.

Tale stima è realizzata sulla base della raccolta sistematica di informazioni su tipologia, localizzazione, entità delle emissioni regionali di inquinanti atmosferici e gas climalteranti, e fornisce supporto alla valutazione, gestione e pianificazione della qualità dell'aria, in particolare per l'individuazione dei settori su cui indirizzare prioritariamente le misure per la riduzione dell'inquinamento atmosferico e la costruzione degli scenari emissivi corrispondenti a politiche di risanamento della qualità dell'aria e mitigazione dei cambiamenti climatici.

Questa relazione espone i metodi e le fonti di dati utilizzati per la compilazione dell'inventario delle emissioni in atmosfera per la Regione Emilia-Romagna relativo all'anno 2015 e alcune elaborazioni di sintesi che illustrano i principali risultati.

La consultazione dei risultati in forma completa è disponibile al seguente link:

www.arpae.it/dettaglio_generale.asp?id=3056&idlivello=1691

L'aggiornamento, l'elaborazione e l'implementazione dei dati nel sistema sono stati realizzati, in modo condiviso, dal gruppo di lavoro creato all'interno di ARPAE comprendente tecnici del Centro Tematico Regionale Qualità dell'aria, che ha coordinato il lavoro, dei Servizi sistemi ambientali delle sedi Arpae, del Centro Tematico Regionale Metrologia Rifiuti e Siti contaminati della direzione Tecnica.

La compilazione è stata avviata nel mese di gennaio 2018 da parte del gruppo di lavoro Arpae appositamente costituito. La prima versione completa dell'inventario è stata prodotta nel mese di dicembre 2018. Contestualmente è stata avviata la fase di revisione interna al gruppo di lavoro, che si è conclusa nel mese di febbraio 2019. La versione revisionata è stata presentata e distribuita ad un gruppo allargato, composto dai referenti della Regione Emilia-Romagna e di Arpae - Direzione Tecnica, Servizi Sistemi Ambientali e Servizi Territoriali, per la revisione pubblica. La revisione pubblica si è conclusa nel mese di marzo 2019.

2. Aggiornamento dell'inventario: il sistema INEMAR, i fattori di emissione e l'organizzazione dei dati

L'aggiornamento dell'inventario delle emissioni è stato realizzato usando il software INEMAR (INventario EMISSIONi ARia), strumento messo a punto e progressivamente aggiornato nell'ambito di una convenzione interregionale che attualmente coinvolge, oltre all'Emilia-Romagna, Lombardia, Piemonte, Veneto, Friuli Venezia Giulia, province autonome di Trento e di Bolzano e Puglia.

Per la compilazione 2015 è stato impiegato il software INEMAR 7 (versione dicembre 2012, descritta nel seguito) con i fattori di emissione aggiornati al settembre 2015.

Le modalità di elaborazione dei dati di input e di compilazione sono descritte nel seguito.

Per alcune attività si è proceduto al ricalcolo del 2013 in quanto sono risultate disponibili informazioni più complete ed aggiornate, come descritto nelle sezioni corrispondenti.

2.1. Funzionalità del sistema INEMAR e metodologie impiegate per la compilazione

INEMAR è un sistema di archiviazione dati sviluppato in ambiente RDBMS Oracle avente architettura web client/server che consente a più utenti di accedere tramite una interfaccia al database per visualizzare, inserire e cancellare dati, lanciare le procedure di calcolo, caricare e scaricare dati. Questa caratteristica, come si vedrà in seguito, ha consentito di compilare l'inventario 2013 in modalità prevalentemente bottom-up, consentendo alle varie strutture coinvolte l'inserimento di dati specifici per il territorio e/o settore di competenza. Questa modalità di lavoro se da un lato ha consentito di ottenere un maggior dettaglio e completezza, dall'altro ha richiesto tempi di compilazione prolungati.

La metodologia di riferimento implementata da INEMAR è quella EMEP-CORINAIR contenuta nel documento "EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook 2013" (<https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2013>) al quale si rimanda per i dettagli.

La classificazione delle emissioni secondo tale metodologia prevede l'impiego della codifica SNAP (Selected Nomenclature for sources of Air Pollution) e lo svolgimento delle stime in funzione di essa; le attività antropiche e naturali che possono dare origine ad emissioni in atmosfera sono ripartite in una struttura gerarchica che comprende 11 macrosettori, 56 settori e 360 categorie (o attività).

I macrosettori sono i seguenti:

MS1 - Produzione di energia e trasformazione di combustibili

MS2 - Combustione non industriale

MS3 - Combustione industriale

MS4 - Processi Produttivi

MS5 - Estrazione e distribuzione di combustibili

MS6 - Uso di solventi

MS7 - Trasporto su strada

MS8 - Altre sorgenti mobili e macchinari

MS9 - Trattamento e smaltimento rifiuti

MS10 - Agricoltura

MS11 - Altre sorgenti e assorbimenti.

Il software consente di effettuare la stima delle emissioni a livello comunale dei diversi inquinanti, in funzione della classificazione EMEP-CORINAIR e del tipo di combustibile utilizzato.

Le procedure e gli algoritmi utilizzati per l'organizzazione dei dati e lo svolgimento delle stime delle emissioni secondo le diverse tecnologie, sono suddivisi in moduli di calcolo:

- Puntuali
- Diffuse
- Traffico
- Aeroporti
- Porti
- Discariche
- Agricoltura
- Biogeniche
- Foreste
- Serbatoi
- Riscaldamento
- Speciazione
- Polveri fini
- Emissioni Aggregate
- Distribuzioni temporali

Per la compilazione dell'inventario 2015 sono stati utilizzati tutti i moduli ad eccezione di Riscaldamento (in quanto i dati di input non sono disponibili), Serbatoi e Distribuzioni temporali (perché non si sono resi necessari).

Una breve illustrazione degli algoritmi e degli aggiornamenti degli stessi rispetto alle versioni precedenti è riportata nelle sezioni seguenti unitamente alla descrizione e all'elaborazione dei dati richiesti in input.

I moduli Polveri fini, Emissioni Aggregate e Speciazione, in quanto moduli di secondo livello, che intervengono trasversalmente sui dati processati dagli altri moduli, sono illustrati nell'Allegato 3.

Per ogni macrosettore sono stati raccolti i dati aggiornati di emissioni e indicatori di attività relativi al territorio regionale, reperibili dalla documentazione ufficiale e da fonti di informazione specifiche di livello locale di volta in volta descritte nel presente rapporto.

Le stime ottenute sono affette da un grado di incertezza variabile, sia in relazione all'accuratezza dei dati utilizzati, sia per le approssimazioni insite nelle metodologie di calcolo.

La compilazione è stata realizzata a seconda dei dati a disposizione con approccio top-down, bottom-up o con combinazione dei due.

L'approccio top-down, che partendo da elaborazioni statistiche di dati disponibili solamente a livello aggregato, riguardanti porzioni di territorio più vaste rispetto alla scala di riferimento dell'inventario, arriva a ripartire emissioni mediante impiego di proxy di disaggregazione, e l'eccessivo impegno richiesto dal secondo, richiedente l'acquisizione di informazioni dettagliate sulle singole sorgenti, costituiscono limitazioni

rilevanti per entrambi gli approcci, per cui spesso è più conveniente l'utilizzo di una opportuna combinazione delle due metodologie, secondo una scelta metodologica differente in relazione alle attività, agli inquinanti e alla disaggregazione spaziale e temporale.

I moduli e gli approcci utilizzati per la stima delle emissioni per la compilazione dell'inventario 2015 sono sintetizzati nella seguente tabella.

modulo	approccio	fonti emissioni	Emissioni
diffuse	misto	diffuse	Stimate
puntuali	bottom-up	puntuali	misurate / stimate
traffico lineare	bottom-up	lineari	Stimate
traffico diffuso	misto	diffuse	Stimate
discariche	bottom-up	puntuali	Stimate
aeroporti	bottom-up	puntuali / diffuse	Stimate
porti	bottom-up	puntuali	Stimate
foreste	misto	diffuse	Stimate
biogeniche	bottom-up	diffuse	Stimate
agricoltura	bottom-up	diffuse	Stimate

2.1.1 Modulo puntuali

Il *modulo puntuali* permette di censire le emissioni in atmosfera delle principali fonti di inquinanti puntuali.

Nella compilazione relativa al 2015 è stato impiegato per i macrosettori 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9.

La compilazione è stata svolta dalle sedi Arpa che hanno provveduto all'individuazione degli impianti rilevanti nei territori di competenza (tutti gli impianti con autorizzazioni AIA, impianti con autorizzazione di settore ed emissioni superiori a 10 t/a per PTS e COVNM e 250 t/a per NO_x), alla raccolta, elaborazione e inserimento dei dati per un totale di 759 stabilimenti.

Per ogni stabilimento censito, oltre all'anagrafica e alle coordinate, sono state inserite nel *modulo puntuali* le seguenti informazioni:

- attività CORINAIR-SNAP97 in cui rientrano una o più linee produttive
- indicatore di attività, ad es. quantità prodotte, quantità di materie prime utilizzate, contenuto energetico del combustibile
- camini con le caratteristiche fisiche e del flusso emissivo, associati ad ogni linea di ogni attività
- emissioni annue
- numero di addetti ove disponibile.

La stima delle emissioni annue è stata svolta prioritariamente sulla base di misure a camino, reperite dalla documentazione a disposizione delle diverse unità territoriali nell'ambito dell'attività istituzionale di autorizzazione e controllo sulle aziende con autorizzazione alle emissioni in atmosfera (autorizzazione integrata ambientale e altre autorizzazioni ex DLgs 152/2006 e ss.mm.ii, autorizzazione unica ambientale ex DPR 59/2013) e impianti aderenti all'Emission Trading (direttiva 2009/29/CE, DLgs 30/2013) per lo scambio delle quote di emissioni di gas ad effetto serra. Tali dati sono stati elaborati secondo l'input richiesto da INEMAR a cura dei compilatori.

Per stimare il flusso di massa annuale si è scelto, come per la precedente compilazione, di fare riferimento all'autocontrollo risultato peggiore nell'anno dei riferimento; questa modalità di calcolo ha determinato in alcuni casi, per impianti di grandi dimensioni, variazioni significative rispetto alla precedente compilazione. Nel caso non sia disponibile il dato misurato, INEMAR effettua la stima dell'emissione E_i sulla base dell'indicatore di attività $A_{att,comb}$ e del corrispondente fattore di emissione $FE_{att,comb,i}$ secondo la seguente relazione

$$E_i = A_{att,comb} \cdot FE_{att,comb,i}$$

2.1.2 Modulo diffuse

Il *modulo diffuse* tratta le emissioni che per entità o per caratteristiche dell'attività non sono localizzabili in modo puntuale.

La stima viene svolta applicando la relazione lineare

$$E_i = A_{att,comb} * FE_i$$

in cui $A_{att,comb}$ è l'indicatore di attività a livello comunale e FE_i è il fattore di emissione per l'inquinante i -esimo. Le sorgenti emissive sono valutate in base a un indicatore specifico per ogni attività (consumi di combustibile, produzione di materiali, superficie coltivata, consumo di materie prime, numero di capi, ecc.) e a un fattore di emissione riferito all'unità di attività della sorgente.

La precisione associata alla stima dipende dalla qualità dei dati disponibili sia per quanto riguarda gli indicatori di attività sia i fattori di emissione.

Per la presente compilazione si è fatto riferimento agli indicatori di attività disponibili al massimo livello di disaggregazione, possibilmente comunale. Nel caso di dati disponibili solamente a dettaglio provinciale, regionale o nazionale, sono state impiegate variabili proxy per la disaggregazione del dato a livello comunale secondo metodologie di volta in volta descritte nel seguito.

Data la molteplicità di informazioni richieste si è fatto riferimento ad innumerevoli fonti di dati richiamate puntualmente nel seguito per ogni macrosettore.

Alcune attività quali ad es. trasporti, coltivazioni, emissioni biogeniche, pur essendo classificabili come emissioni di tipo diffuso, necessitano di metodologie specifiche di stima e non sono trattate dal *modulo diffuse* ma da moduli specifici.

2.1.3 Moduli traffico lineare e traffico diffuso

In INEMAR le emissioni prodotte da veicoli sono suddivise in:

- emissioni allo scarico, prodotte principalmente dal processo di combustione interna al motore, suddivise a loro volta in emissioni a caldo, prodotte durante la marcia con motore e sistemi di abbattimento a temperatura di esercizio, e in emissioni a freddo, generate durante la prima parte della marcia del veicolo, prima del raggiungimento della temperatura operativa da parte del catalizzatore;
- emissioni da usura, prodotte da abrasione meccanica di parti del veicolo (pneumatici, sistema frenante, frizione) nonché da usura della superficie stradale o da corrosione del telaio e della carrozzeria o altri componenti del veicolo; tali emissioni riguardano solamente polveri e alcuni metalli pesanti;
- emissioni evaporative, importanti solamente per i COVNM, risultato della evaporazione della frazione più

volatile del combustibile benzina durante la marcia, nelle soste a motore caldo, a motore spento e a veicolo parcheggiato.

Il sistema INEMAR implementa su scala regionale la metodologia di calcolo messa a punto a livello europeo nel modello COPERT IV (COmputer Programme to calculate Emissions from Road Transport), che opera il calcolo delle emissioni come prodotto dell'indicatore di attività, i km percorsi per tipo di strada, con i fattori di emissione per ciascuna classe veicolare, dipendenti dalla velocità, considerando altri parametri quali la numerosità delle flotte e la categoria legislativa.

Il modello è completato da un insieme di funzioni correttive che forniscono una quota suppletiva di emissioni per tenere conto dell'età dei veicoli, delle condizioni climatiche, della pendenza della strada (per emissioni lineari), del carico trasportato nel caso di veicoli commerciali, del periodo di funzionamento a freddo del motore.

Si evidenzia che la versione INEMAR 7 ha recepito gli aggiornamenti di alcuni fattori di emissione per la stima delle emissioni da traffico.

Il software prevede un differente approccio di calcolo per emissioni lineari (modulo *traffico lineare*) ed emissioni diffuse (modulo *traffico diffuso*).

Le emissioni lineari sono le emissioni derivanti dal traffico che si verifica su tratti stradali definiti e vengono stimate sulla base del numero di passaggi veicolari sui diversi archi della rete (o grafo) che possono derivare sia da rilievi, sia da simulazioni modellistiche (modelli di assegnazione del traffico).

Sulla base dei dati disponibili per la nostra regione sono considerate lineari le emissioni derivanti dall'esercizio delle infrastrutture autostradali e della principale rete viaria extraurbana, schematizzata mediante grafo.

I dati relativi ai flussi di traffico utilizzati per la stima di tali emissioni, forniti dal "Servizio Pianificazione territoriale e urbanistica, dei trasporti e del paesaggio" della Regione Emilia-Romagna, sono stati elaborati mediante l'applicazione del modello di calcolo e di assegnazione dei flussi di traffico SIMT.

I dati da fornire in ingresso sono i seguenti:

- parco circolante suddiviso per tipologia di veicolo, tipo di combustibile utilizzato, categoria legislativa, classe di cilindrata
- consumi dei vari combustibili
- percorrenze medie annue e velocità medie per tipologia di percorso effettuato (urbano, extraurbano, autostradale)
- pendenza stradale
- condizioni climatiche
- carico trasportato.

La dipendenza dalla pendenza è implementata tramite una funzione continua della pendenza stradale che interpola i valori forniti dalla metodologia COPERT IV, mentre la percentuale di carico viene specificata per ogni tipo di classe veicolare.

Per la stima delle emissioni lineari a caldo è inoltre necessario avere a disposizione i flussi su arco, cioè il numero di passaggi delle differenti classi veicolari sui diversi archi della rete, in quanto la metodologia COPERT stima le emissioni a partire da curve di emissione "speed dependent", cioè i fattori di emissione sono definiti in funzione della velocità che viene stimata sulla base del carico del traffico della strada in funzione delle caratteristiche della strada stessa (velocità a rete scarica, capacità di carico).

I flussi devono pertanto essere modulati tramite apposite curve di deflusso e curve di distribuzione temporali per fasce orarie (6), tipologia di giorno (feriale, prefestivo, festivo) e stagione (4).

Le curve di deflusso sono state rese disponibili dal "Servizio Pianificazione territoriale e urbanistica, dei trasporti e del paesaggio" della Regione Emilia-Romagna, mentre le curve di distribuzione temporale sono state ricostruite sulla base di un loro precedente lavoro.

Le emissioni lineari a freddo sono trattate come le emissioni diffuse urbane e, calcolate sulla frazione 'β' dei veicoli circolanti con motore a freddo della percorrenza lineare regionale ripartita fra tutti i comuni in base ad una opportuna variabile proxy, proporzionale al numero di residenti del comune.

Le emissioni diffuse riguardano le emissioni non associabili ad un percorso definito e vengono stimate applicando la relazione lineare di cui al paragrafo 2.1.2 mediante uno specifico modulo.

Il *modulo traffico diffuso* effettua una stima delle percorrenze in base ai consumi di combustibile attribuiti ai veicoli a dettaglio comunale, moltiplicando tali percorrenze per i fattori di emissione.

Le emissioni diffuse sono stimate a partire dai dati di vendita dei combustibili, dalla composizione del parco immatricolato (dati ACI) e dalle percorrenze medie annue previste dei veicoli.

Il consumo di combustibile da assegnare al traffico veicolare in ambito urbano è ottenuto come differenza tra il dato di combustibile complessivo consumato in regione e quello stimato come consumato dal traffico veicolare lineare ed è distinto in due componenti: quello che viene potenzialmente consumato per gli spostamenti interni alla Regione e quello consumato dal traffico di attraversamento. Si ipotizza che la prima frazione sia rappresentata dai dati di vendita sulla rete ordinaria (dati da Bollettino Petrolifero), mentre la quota relativa ai flussi di attraversamento non è stata considerata perché si ritiene che il contributo in ingresso sia il medesimo in uscita.

I consumi così stimati sono quindi ripartiti nei singoli comuni e per tipo di veicolo mediante una proxy stimata, in funzione delle caratteristiche del veicolo stesso, quali la percorrenza attribuibile al diffuso del tipo di veicolo (corrispondente alla differenza tra la percorrenza totale annua e quella lineare), il consumo specifico (stimato per una velocità unica per tutti i veicoli) ed il numero di residenti nel comune.

La metodologia di stima si differenzia pertanto da quella per le emissioni lineari: il calcolo è effettuato comune per comune mentre la velocità a cui vanno calcolati i fattori di emissione e di correzione è predeterminata, ora per ora, per i veicoli di un determinato settore (auto, leggeri, pesanti, ciclomotori e moto) circolanti in comuni di determinata classe di popolosità; tali velocità di percorrenza sono state ricavate dall'analisi di diversi piani urbani del traffico.

2.1.4 Modulo aeroporti

Il *modulo aeroporti* permette di trattare le emissioni legate al traffico aereo e alle attività ad esso connesse; tale modulo è stato aggiornato nella versione 7, migliorando l'accuratezza della stima negli aspetti sotto descritti.

Secondo la metodologia implementata la stima dell'emissione dei diversi inquinanti derivante dal movimento degli aerei (decollo, atterraggio e spostamenti a terra) è ottenuta utilizzando la relazione seguente:

$$E_{Ai,j,k,w} = FE_AEREO_{i,j} * NUM_MOVIMENTI_{i,k,w} * (DURATA_FASE_CLASSE/DURATA_RIFERIMENTO)/1000$$

in cui

$E_{Ai,j,k,w}$ sono le emissioni per ogni codice aereo i , per ogni fase di movimento j , per nazionalità w ,

nell'ora k [t/anno]

FE_AEREO_{i,j} è il fattore di emissione per ogni codice aereo i e per ogni fase di movimento j [kg/volo]

NUM_MOVIMENTI_{i,k,w} è il numero di movimenti per ogni codice aereo i e per decollo o atterraggio (legati alle fasi di movimento), per ogni nazionalità w, nell'ora k [voli/ora]

DURATA_FASE_CLASSE è la durata fase per classe di aereo

DURATA_RIFERIMENTO è la durata di riferimento della fase (rimane fissa)

Le durate dei cicli LTO (landing-take off), termine con il quale si indicano tutte le operazioni quali rullaggio, sosta in arrivo e partenza, decollo ed atterraggio, tipici per ogni classe di aereo, nella versione INEMAR 7 possono essere modulate in funzione dell'operatività presso l'aeroporto di interesse come previsto dalla metodologia descritta nel Guidebook: tali dati sono un importante input per il modulo di calcolo in quanto influiscono sensibilmente sui risultati della stima che ora risulta più accurata rispetto alle versioni precedenti. Oltre alle emissioni derivanti dal decollo e dall'atterraggio degli aerei, la nuova versione consente di considerare i movimenti dei mezzi di supporto a terra (Ground Support Equipment) cioè di quei mezzi dedicati al trasporto di passeggeri, equipaggi e bagagli, alle attività di assistenza agli aeromobili (rifornimenti, servizi tecnici, de-icing, toilette, pulizie cabine, catering), alla gestione e manutenzione piste e aree verdi (pulizia piste e piazzale sgombero neve, sfalcio meccanico). Per ogni inquinante la stima dell'emissione dovuta a questi mezzi viene effettuata impiegando la relazione seguente:

$$EMT_{z,i,j,k} = FE_{MT_z} * TEMPO_SPEC_FUNZ_{z,i,j} / 1000$$

in cui

EMT_{z,i,j,k} sono le emissioni per ogni mezzo a terra z associato all'aereo i, per ogni fase di movimento j nell'ora k (t/anno)

FE_{MT_z} è il fattore di emissione per ogni tipo di mezzo a terra z (kg/min)

TEMPO_SPEC_FUNZ_{z,i,j} è il tempo di funzionamento per il tipo di mezzo a terra z associato all'aereo i, per fase movimento j (min)

2.1.5 Modulo porti

Il *modulo porti* permette di trattare le emissioni legate alle attività marittime: in particolare il modulo è stato impiegato per stimare il contributo emissivo riferito alle operazioni di manovra delle navi in porto e in prossimità dello stesso mentre non contempla le emissioni in mare aperto.

La stima per PTS, COVNM e NOx è ottenuta sulla base della potenza dei motori dell'imbarcazione mediante la relazione seguente:

$$E_{ijklmn} = t_{jklm} * P_{jkl} * LF_{km} * FE_{ijlm} * N_{jklm} * 10^{-6}$$

in cui E_{ijklmn} è l'emissione totale dell'inquinante i dall'uso del carburante j, sulle n imbarcazioni di tipo k, con motore l, nella fase m per le n imbarcazioni ricavata dalla seguente relazione

t_{jklm} sono le ore medie di navigazione dell'imbarcazione k con motore l (e specifica stazza lorda) utilizzando carburante j nella fase m

P_{jkl} è la potenza media dei motori installati [kW] nell'imbarcazione k che utilizza combustibile j e ha motore di tipo l, dipende in modo esponenziale dalla stazza secondo parametri tabulati nella metodologia

LF_{km} è la frazione di potenza dell'imbarcazione k realmente impiegata nella fase m

FE_{ijlm} è il fattore di emissione medio dell'inquinante i , per il carburante j e motore l nella fase m

N_{jklm} è il numero imbarcazioni k , con motore l e carburante j

I restanti inquinanti sono stimati a partire dai consumi calcolati per i diversi tipi di imbarcazione e le relative potenze impiegate secondo la relazione seguente

$$E_i = FE_i * C_i$$

in cui C_i è il consumo di carburante

e FE_i il fattore di emissione per l'inquinante considerato.

2.1.6 Modulo discariche

Il *modulo discariche* implementa la metodologia proposta dall'IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change, 1996) combinata con quella messa a punto da Andreottola e Cossu (Andreottola e Cossu, 1988).

Esso consente di stimare sia il contributo emissivo dovuto alla combustione del gas captato e convogliato ad un sistema combustione (direttamente alla torcia o al gruppo elettrogeno), sia le emissioni che sfuggono al sistema di captazione e si disperdono attraverso la superficie della discarica.

Le emissioni da discariche sono trattate in modo simile alle emissioni di tipo puntuale, prevedendo una precisa localizzazione sul territorio in un approccio completamente bottom-up.

Le informazioni sui quantitativi di rifiuti trattati nelle diverse tipologie di impianti censiti sono state fornite ed elaborate dal Centro Tematico Regionale Metrologia Rifiuti e Siti contaminati della Direzione Tecnica che ha curato anche la relativa compilazione.

Il modulo richiede in input le quantità e tipologie di rifiuto conferite in discarica negli anni e per la stima associata alla combustione di biogas richiede la composizione media e la portata annua del biogas captato.

Per il calcolo delle emissioni da combustione di biogas, è possibile inserire i dati di emissione ai camini, qualora disponibili, o stimare le emissioni sulla base del biogas inviato a combustione, mediante i relativi fattori di emissione.

Il quantitativo di biogas prodotto, da cui poi viene sottratta la frazione captata censita dagli impianti, è calcolato sulla base dell'evoluzione temporale modellizzata da una cinetica del 1° ordine che descrive i processi di degradazione biologica del carbonio organico biodegradabile presente nelle diverse tipologie di materiale smaltito, rifiuti urbani (RU), rifiuti assimilabili agli urbani (RAU) e fanghi di depurazione civile (FDC).

Il dato di partenza è il contenuto di carbonio organico biodegradabile gassificabile $C_{0,w}$ presente nella singola tipologia di rifiuto umido tal quale w .

Il carbonio biogassificabile per unità di massa di rifiuto è stato stimato sulla base della relazione:

$$C_0 = (SOSTorg-secca/100) * (Corg-secca/ SOSTorg-secca) * ((100-U)/100) * (fb/100) * (DOCf/100)$$

Il valore della costante di degradazione del rifiuto smaltito in discarica, k , viene stimato a partire dai valori di k delle singole frazioni merceologiche costituenti il rifiuto w , come media pesata utilizzando come pesi i valori delle percentuali delle frazione nel rifiuto $k_w = \sum_i k_{iw} \cdot FMI_i / 100$

in cui $k_{i,w}$ sono le costanti di generazione del carbonio per la frazione merceologica FMI_i del rifiuto w

Il carbonio prodotto nel generico anno t dal quantitativo di rifiuto di tipologia w depositato nell'anno è calcolato mediante l'espressione $C_{t,x,w} = k_w \cdot R_{x,w} \cdot C_{0,w} \cdot e^{-k_w(t-x)}$

in cui

$C_{t,x,w}$ è il carbonio prodotto nel generico anno t dal quantitativo di rifiuto di tipologia w depositato nell'anno $(t-1)$

k_w è la costante cinetica di degradazione del rifiuto di tipologia w

$R_{x,w}$ è l'ammontare di rifiuti di tipologia w smaltiti nell'anno x

$C_{0,w}$ è il carbonio gassificabile per unità di massa di rifiuto di tipo w depositato nell'anno x

t è l'anno generico per cui si stima la produzione di biogas

x è l'anno in cui i rifiuti vengono posti a discarica.

2.1.7 Modulo agricoltura

Il *modulo agricoltura* consente di stimare le emissioni per le colture fertilizzate.

Le emissioni sono stimate considerando il fabbisogno azotato (kg/ha) per singola coltura (derivato dal codice di buona pratica agricola, approvato con DM 19 aprile 1999, e dalle indicazioni fornite dal Settore Agricoltura delle Province di Mantova e Pavia) e sulla base di dati statistici, ovvero gli ettari di superficie agricola utilizzata dedicati alle diverse tipologie colturali e le quantità di azoto per provincia ricavate dai quantitativi di fertilizzanti azotati venduti, noti i tenori di azoto per tipologia di fertilizzante.

L'approccio seguito è stato di tipo bottom-up in quanto le SAU provinciali disponibili presso l'ufficio statistico regionale per l'anno di riferimento (2015) sono state riproporzionate a livello comunale secondo i risultati del censimento generale dell'agricoltura del 2010.

La stima emissiva per ogni inquinante i , attività a , fertilizzante f in ogni comune m , è effettuata applicando la seguente relazione:

$$E_{a,f,m,i} = FE_{f,i} * FERT_DISTRIBUITO_{f,m,a}/1000$$

in cui $FE_{f,i}$ è il fattore di emissione per l'inquinante i -esimo per ogni tipologia di fertilizzante f

$FERT_DISTRIBUITO_{f,m,a}$ è la quantità di unità di azoto relativa al fertilizzante utilizzato per ogni attività a , per tipo di fertilizzante f in ogni comune m .

2.1.8 Modulo biogeniche

Il *modulo biogeniche* calcola le emissioni di isoprene, monoterpeni e altri composti organici volatili a livello comunale per effetto dell'attività fitologica e va a popolare parte dei macrosettori 10 e 11.

Le stime emissive tengono conto dell'influenza sulle diverse specie agro-forestali e di alcuni parametri meteo (valori medi di temperatura, radiazione solare e umidità relativa per ogni ora del giorno e per ogni mese) caratteristici della fascia climatica a cui appartiene il singolo comune.

Il dato richiesto in input è costituito dalla superficie comunale occupata da ogni macrospecie, all'interno della quale sono accorpate più specie vegetali con diverso peso percentuale sul totale della macrospecie.

Le emissioni di isoprene dipendono oltre che dalla specie, da temperatura, radiazione solare e umidità relativa; quelle di monoterpeni e altri COV dipendono per ogni specie solo dalla temperatura.

2.1.9 Modulo foreste

Il *modulo foreste* consente di stimare gli assorbimenti di CO_2 dalla gestione forestale.

Il modulo parte dalla stima della biomassa a partire dall'anno 1989, definito come anno di base, e calcola, per ogni anno e per ognuna delle specifiche tipologie forestali, l'incremento corrente per ettaro con la

derivata della funzione di Richards.

Il *modulo foreste* prevede un primo livello di implementazione del calcolo del carbonio fissato, partendo dagli stessi dati utilizzati da ISPRA per la stima nazionale e relativi a superfici forestali, allo stock dell'anno di riferimento 1989, ad utilizzazioni ed incendi.

Un secondo livello d'implementazione del modulo si basa sull'utilizzo di dati disponibili a livello regionale. In tale fase i dati di stock di biomassa calcolati da ISPRA per il 2015 sono stati ripartiti a livello comunale avvalendosi della carta forestale regionale.

2.2. Fattori di emissione

I fattori di emissione permettono di valutare l'impatto emissivo delle diverse sorgenti a partire da indicatori specifici per ogni attività; per i processi di combustione ad esempio l'indicatore di attività è costituito dal consumo di combustibile, mentre per i processi industriali gli indicatori privilegiati sono la quantità di prodotto processata o il numero di addetti nel settore di cui si vuole stimare l'emissione.

Come si è detto l'accuratezza della stima dipende fortemente dalla qualità dei dati disponibili, sia per quanto riguarda gli indicatori di attività sia per i fattori di emissione; la scelta dei fattori di emissione costituisce dunque un elemento fondamentale, in quanto ai fini della stima essi sintetizzano le conoscenze disponibili in merito all'emissione da valutare.

L'affinamento delle metodologie e dei relativi fattori di emissione risulta in continua evoluzione; per la compilazione dell'anno si è fatto riferimento all'edizione 2013 delle linee guida europee EMEP-EEA (Technical report No 12/2013), disponibile al seguente indirizzo:

<http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2013>

L'attività di recepimento e aggiornamento dei fattori di emissione è svolta nell'ambito del gruppo interregionale di INEMAR, tenendo presente le diverse specificità territoriali e con il coinvolgimento di ISPRA: Può infatti accadere che i fattori di emissione disponibili in letteratura per talune attività non descrivano compiutamente il processo associato a particolari produzioni o tecnologie e in tal caso occorre una revisione o implementazione che tenga conto di situazioni specifiche (ciclo produttivo, mitigazioni implementate) al fine di restituire una stima più accurata.

3. Risultati

In questa sezione sono descritti dapprima i risultati principali a livello regionale per i macroinquinanti.

Informazioni più estese sulle fonti, la metodologia e i risultati a livello provinciale sono riportate nelle sezioni successive del documento per ogni macrosettore.

Gli inquinanti pubblicati sono i seguenti:

- Ossidi di azoto (NO_x)
- Polveri totali sospese (PTS)
- Polveri con diametro inferiore ai 10 micron (PM₁₀)
- Polveri con diametro inferiore ai 2.5 micron (PM_{2.5})
- Biossido di zolfo (SO₂)
- Biossido di carbonio (CO₂)
- Monossido di carbonio (CO)
- Ammoniaca (NH₃)
- Protossido di azoto (N₂O)
- Metano (CH₄)
- Composti organici volatili ad esclusione del metano (COVNM)
- Benzo[a]pirene (BaP)
- Metalli pesanti (As, Cd, Ni, Pb)

Per le attività ed i settori analizzati si riportano in dettaglio le stime delle emissioni dei soli macroinquinanti e gas clima alteranti, ove presenti, mentre le emissioni dei microinquinanti considerati (metalli e BaP) sono riportate nella tabella riassuntiva posta alla fine del paragrafo di ogni macrosettore.

La consultazione dei risultati in forma completa è disponibile al seguente link:

www.arpae.it/dettaglio_generale.asp?id=3056&idlivello=1691

Le stime indicano il riscaldamento domestico a biomassa (MS2) e il trasporto su strada (MS7) come le fonti principali di emissioni legate all'inquinamento diretto da polveri, seguiti dalle attività produttive (MS4, MS3).

Alle emissioni di NO_x, che sono importanti precursori della formazione di particolato e di ozono, contribuiscono il trasporto su strada (MS7) per il 58%, le altre sorgenti mobili (MS8), la combustione nell'industria (MS3) il riscaldamento (MS2) e la produzione di energia (MS1).

Il principale contributo (98%) alle emissioni di NH₃, anch'esso precursore di particolato secondario, deriva dalle pratiche agricole e dalla zootecnia (MS10).

L'utilizzo di solventi nel settore industriale e civile (MS6) risulta il principale contributo antropogenico alle emissioni di composti organici volatili (COVNM) precursori, assieme agli ossidi di azoto, di particolato secondario e ozono. È la produzione di COVNM di origine biogenica, da specie agricole e vegetazione (MS10 e MS11), però la fonte che contribuisce maggiormente alle emissioni di questo inquinante.

La combustione nell'industria (MS3) e i processi produttivi (MS4) risultano la fonte più rilevante di SO₂, importante precursore della formazione di particolato secondario, anche a basse concentrazioni.

Il CO è emesso dai trasporti su strada (MS7) per il 48% e dalla combustione domestica (MS2) per il 41%.

Fonti emissive principali	Contributo % sul totale degli inquinanti
Combustione non industriale	51% del PM ₁₀ (di cui 99% da impianti domestici a biomassa) 8% degli NOx 41% del CO (di cui il 92% da impianti domestici a biomassa)
Trasporto su strada	26% del PM ₁₀ (di cui circa 42% da veicoli diesel e il 50% da usura) 58% degli NOx (di cui 94% da veicoli diesel) 12% dei COV (di cui 52% da ciclomotori) 48% di CO
Combustione industriale	4% del PM ₁₀ 13% degli NOx 71% del SO ₂
Produzione energia e trasformazioni combustibili	< 1% del PM ₁₀ 5% degli NOx 3% dell'SO ₂
Allevamenti e agricoltura	5% del PM ₁₀ < 1% degli NOx 98% di NH ₃ (di cui 72% da reflui)

Per quanto riguarda i principali gas serra, le emissioni di CO₂ sono imputabili per il 34% ai trasporti stradali (MS7) e per il resto ai processi di combustione industriali (MS3) e all'uso del metano per il riscaldamento (MS2).

Le emissioni di N₂O sono quasi interamente dovute a coltivazioni e allevamenti (MS10).

Le emissioni di CH₄ sono dovute per il 45% alla zootecnia (MS10), per il 28% derivano dalle discariche di rifiuti (MS9), mentre la distribuzione del metano stesso e le sue emissioni fuggitive contribuiscono per il 23% circa (MS5).

Nella tabella successiva sono riportate le emissioni regionali stimate per il 2015 per i principali macroinquinanti, suddivise per macrosettore. I valori totali possono differire dalla somma dei valori totali di ciascun macrosettore a causa degli arrotondamenti all'unità.

In riferimento ai diversi tipi di combustibile si rileva che il consumo del gasolio per autotrasporto (diesel) è responsabile di circa il 65% delle emissioni di NO_x, mentre per il PM₁₀ è preponderante l'apporto delle attività di combustione di legna e similari, dei diesel per autotrasporto, oltre ad usura di freni e pneumatici e abrasione strade che si verificano per tutti i mezzi di trasporto. A seguire sono riportati i risultati, arrotondati sempre all'unità.

A completamento di quanto sopra esposto si evidenzia che l'inventario delle emissioni rappresenta la stima degli inquinanti immessi direttamente in atmosfera, di origine naturale o antropica, ovvero dei cosiddetti 'inquinanti primari'.

Oltre a questi in atmosfera sono presenti inquinanti di origine secondaria che si formano a partire da altre sostanze immesse, definite precursori, attraverso processi di trasformazione chimico-fisici.

Per questo motivo per molti inquinanti non vi è un rapporto lineare tra emissioni e concentrazioni degli stessi in atmosfera e risulta quindi importante tenere in considerazione che l'inventario permette di valutare solamente una porzione limitata dell'origine dell'inquinamento, quella dovuta alla frazione primaria.

Ad esempio solo una parte dell'inquinamento da polveri è di origine primaria, ossia dovuta ai soli processi di trasporto e diffusione di polveri direttamente emesse dalle varie sorgenti inquinanti, mentre la parte più

consistente (circa il 70%) è di origine secondaria, ovvero dovuta ai processi chimico-fisici che avvengono in atmosfera a partire dai precursori (NH_3 , NO_x , SO_2 , COV) emessi da trasporti, agricoltura ed comparto industriale (Quadro conoscitivo Piano Aria Integrato Regionale 2020; 2014).

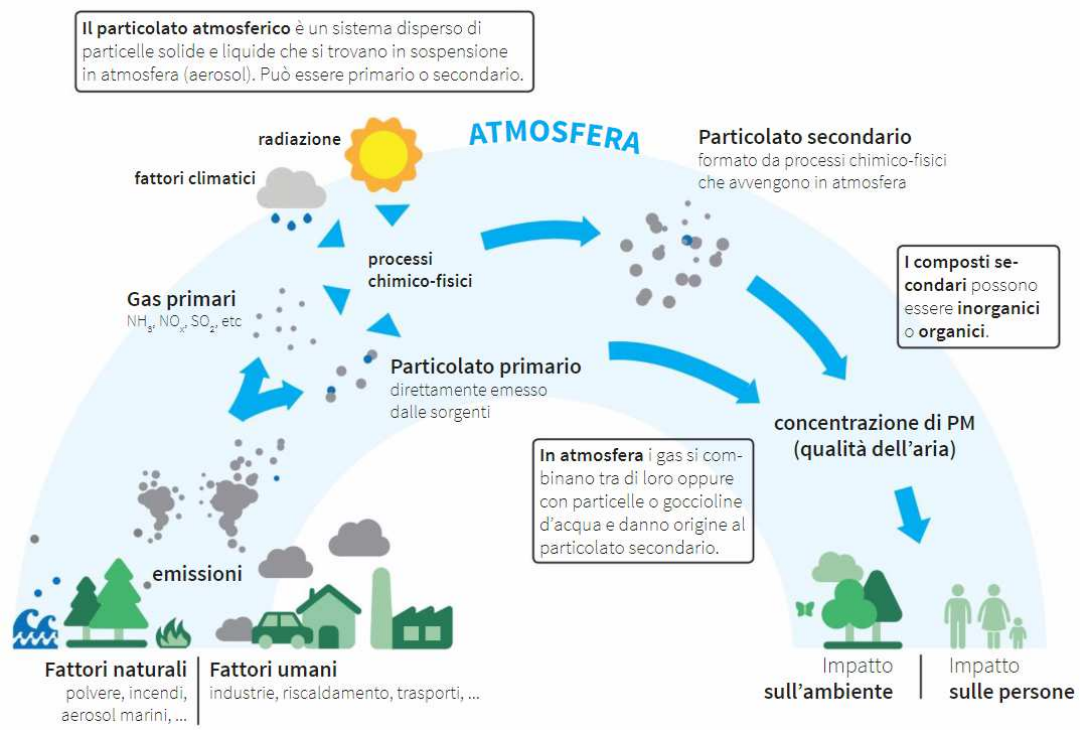


Figura 3.1. – Il particolato atmosferico primario e secondario

Stime delle emissioni dei principali inquinanti per i diversi macrosettori.											
	NOx (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2,5} (t)	SO ₂ (t)	CO ₂ (kt)	CO (t)	NH ₃ (t)	N ₂ O (t)	CH ₄ (t)	COV (t)
MS1	4057	56	44	43	387	2884	2033	17	29	133	146
MS2	6238	5900	5606	5548	216	8107	47887	107	298	3804	6505
MS3	10915	638	469	366	8112	7437	4148	25	308	315	504
MS4	1892	1423	723	468	2614	1219	4525	131	0	1594	4428
MS5	2	0	0	0	2	0	1	0	0	35723	2902
MS6	0	427	302	255	0	0	0	0	0	0	30392
MS7	47229	3578	2859	2189	60	10919	55456	424	311	998	16891
MS8	9491	524	423	422	81	854	3250	2	35	14	974
MS9	674	17	8	8	23	896	258	164	85	44476	54
MS10	503	895	532	241	0	0	0	47565	5216	69322	41192
MS11	-	-	-	-	-	-3806	-	-	-	-	34940
totali	81173	13448	10959	9533	11435	32295	115794	48438	7191	158935	138300

MS1 - Produzione di energia e trasformazione di combustibili

MS2 - Combustione non industriale

MS3 - Combustione industriale

MS4 - Processi Produttivi

MS5 - Estrazione e distribuzione di combustibili

MS6 - Uso di solventi

MS7 - Trasporto su strada

MS8 - Altre sorgenti mobili e macchinari

MS9 - Trattamento e smaltimento rifiuti

MS10 - Agricoltura

MS11 - Altre sorgenti e assorbimenti

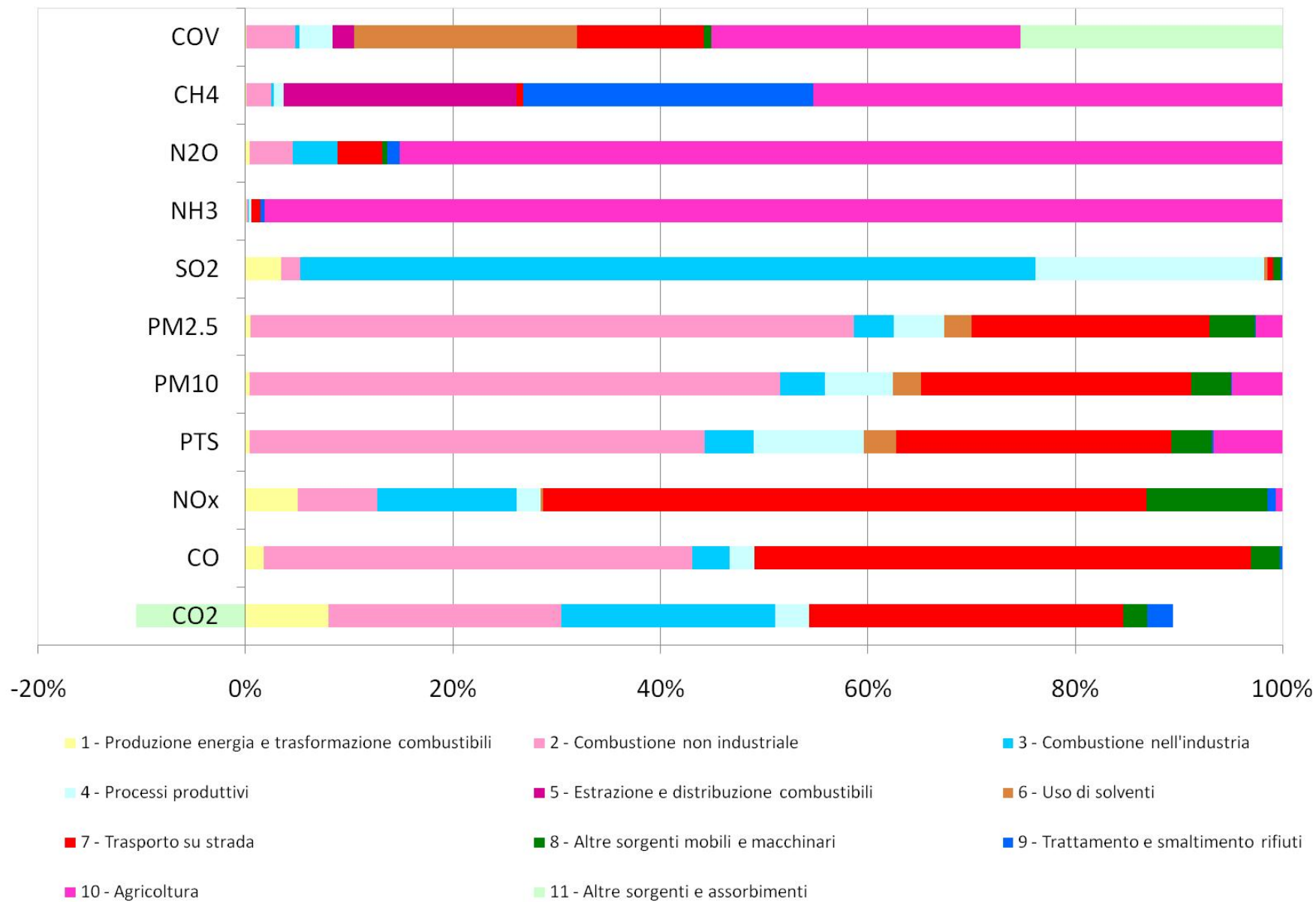


Figura 3.2. – Ripartizione percentuale delle emissioni dei principali inquinanti nei diversi macrosettori

Stime delle emissioni dei principali inquinanti per i diversi combustibili.									
	NOx (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2.5} (t)	SO ₂ (t)	CO ₂ (kt)	CO (t)	CH ₄ (t)	COV (t)
diesel	52615	1619	1619	1619	72	8137	14172	186	2815
metano	15171	317	309	304	450	17159	8953	921	1276
benzina senza piombo	2102	213	213	213	13	2028	38605	594	14440
legna e similari	1746	5872	5578	5520	145	0	44213	3436	5771
olio combustibile navale	840	96	0	0	27	43	101	0	61
GPL	619	8	8	8	0	1065	3946	34	369
rifiuti solidi urbani	437	5	4	4	12	804	52	0	19
bitume	416	2	2	1	31	113	20	0	27
gasolio	379	30	30	30	474	334	75	8	18
residui agricoli	227	2	2	2	15		72	0	3
kerosene	223	2	2	2	24	56	231	0	49
olio combustibile	214	40	32	29	1465	195	22	8	10
biogas (da depositi di rifiuti)	181	0	0	0	5	0	209	313	33
diesel navale	137	5	0	0	5	8	18	0	7
altro	84	12	0	0	0	86	75	14	0
rifiuti industriali	24	0	0	0	0	3	4	0	0
coke da petrolio	5	0	0	0	0	3	0	0	0

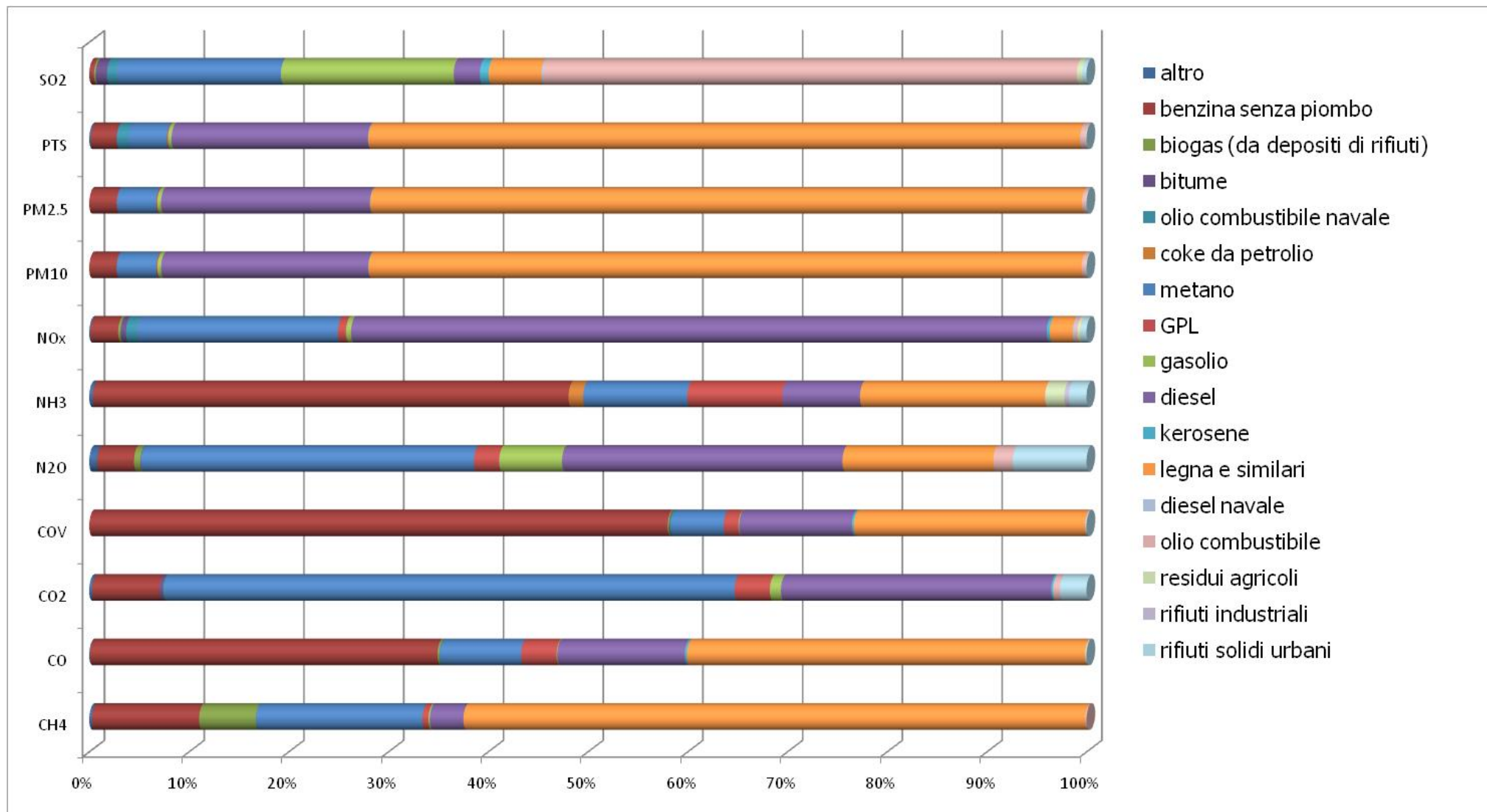


Figura 3.3. – Ripartizione percentuale delle emissioni dei principali inquinanti per combustibili.

3.1. Macrosettore 1: Produzione di energia e trasformazione di combustibili

Il macrosettore 1 comprende le emissioni associate alla produzione di energia su ampia scala mediante processi di combustione controllata in caldaie, turbine a gas e motori stazionari.

Le emissioni associate alla produzione di energia elettrica popolano il settore 0101, quelle associate al teleriscaldamento il settore 0102, quelle associate alle raffinerie il settore 0103, quelle associate agli impianti di trasformazione di combustibili solidi il settore 0104 e quelle associate alla compressione di gas il settore 0105.

Le sorgenti classificate in questi settori sono state censite mediante il *modulo puntuali*, che permette di caratterizzare e geolocalizzare in modo dettagliato le attività come sopra descritto.

L'implementazione è stata svolta dalle sedi di Arpae.

Le differenze riscontrabili rispetto all'anno 2013 sono imputabili principalmente alla variazione degli indicatori di attività, in accordo con l'aumento di fabbisogno energetico registrato.

Per quanto concerne la stima di SO₂ si rileva che la consistente diminuzione è dovuta al contributo di una sola azienda il cui contributo emissivo è calcolato sulla base di un unico autocontrollo annuale, significativamente diverso dal 2013.

3.1.1 Produzione di energia elettrica (0101)

Nell'inventario sono state stimate le emissioni prodotte da 38 impianti.

Per l'inserimento del dato emissivo annuale si è fatto riferimento ai dati di monitoraggio in continuo, ove presente, conteggiando anche i transitori di accensione, oppure si è stimato il flusso di massa sulla base dell'autocontrollo annuale peggiore, oppure si è fatto riferimento ai dati di Emission Trading relativi al consumo di combustibile ed emissione di CO₂.

Le fonti dei dati sono riportate in Tabella.3.1.1. I risultati sono riportati in Tabelle 3.1.1.2 e 3.1.1.3.

Tabella 3.1.1.1 – Fonti dati				
variabile INEMAR	unità di misura	dettaglio	fonti	anno
emissione annuale	tonnellate / ktonnellate	puntuale	Report AIA, ET ⁽¹⁾ Gestori ⁽²⁾	2015
consumo di combustibile	GJ	puntuale	Report AIA, ET ⁽¹⁾ Gestori ⁽²⁾	2015

1. documentazione a disposizione delle sedi Arpae nell'ambito dell'attività istituzionale: AIA e altre autorizzazioni 152/2006 e ss.mm.ii., AUA ex DPR 59/2013, ET 2009/29/CE e D.Lgs. 30/2013
2. fornitura diretta su richiesta delle sedi Arpae

Tabella 3.1.1.2 – Stima emissioni di macroinquinanti legati alla produzione di energia elettrica.							
NOx (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2,5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVNM (t)
3779	52	40	40	322	1923	15	114

Tabella 3.1.1.3 – Stima emissioni di gas climalteranti legati alla produzione di energia elettrica		
CO ₂ (kt)	N ₂ O (t)	CH ₄ (t)
2261	5	103

3.1.2 Teleriscaldamento (0102)

Nell'inventario sono state stimate le emissioni prodotte da 10 impianti.

La metodologia e le fonti dati sono le stesse impiegate per il settore 0101.

Nei casi in cui il teleriscaldamento è associato alla produzione di energia elettrica le corrispondenti emissioni sono state interamente attribuite al settore 0101.

I risultati sono riportati nelle Tabelle 3.1.2.1 e 3.1.2.2.

Tabella 3.1.2.1 – Stima emissioni di macroinquinanti da teleriscaldamento.							
NOx (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2,5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVNM (t)
122	1	1	1	8	34	2	12

Tabella 3.1.2.2 – Stima emissioni di gas climalteranti da teleriscaldamento		
CO ₂ (kt)	N ₂ O (t)	CH ₄ (t)
270	-	12

3.1.3 Raffinerie (0103)

La stima comprende le emissioni prodotte da 1 impianto situato in provincia di Ravenna.

La metodologia e le fonti dati sono le stesse impiegate per il settore 0101.

I risultati sono riportati in Tabelle 3.1.3.1 e 3.1.3.2.

Tabella 3.1.3.1 – Stima emissioni di macroinquinanti da raffinerie							
NOx (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2,5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVNM (t)
18	1	1	1	54	-	-	3

Tabella 3.1.3.2– Stima emissioni di gas climalteranti da raffinerie		
CO ₂ (kt)	N ₂ O (t)	CH ₄ (t)
28	5	2

3.1.4 Compressori per tubazioni (0105)

La stima comprende le emissioni prodotte da 3 impianti di stoccaggio del gas metano e 1 centrale di compressione. La metodologia e le fonti dati sono le stesse impiegate per il settore 0101.

I risultati sono riportati in Tabelle 3.1.4.1 e 3.1.4.2.

Tabella 3.1.4.1 – Stima emissioni di macroinquinanti per compressori per tubazioni							
NOx (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2,5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVNM (t)
137	2	2	2	4	76	-	16

Tabella 3.1.4.2 – Stima emissioni di gas climalteranti per compressori per tubazioni		
CO ₂ (kt)	N ₂ O (t)	CH ₄ (t)
325	19	16

Tabella 3.1 – Stime provinciali e totali per il macrosettore 1

	NOx (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2.5} (t)	SO ₂ (t)	CO ₂ (kt)	CO (t)	N ₂ O (t)	NH ₃ (t)	CH ₄ (t)	COVNM (t)	As (kg)	Cd (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	BaP (kg)
Piacenza	318	11	11	11	6	698	1188	2	0	31	33	2	0	0	0	0
Parma	14	0	0	0	0	103	12	0	2	5	5	0	0	0	0	0
Reggio Emilia	23	0	0	0	3	131	7	0	0	6	6	0	0	0	0	0
Modena	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bologna	203	3	3	3	7	212	70	4	0	10	10	0	0	0	0	0
Ferrara	1182	23	23	23	89	1324	254	4	1	61	62	3	4	0	0	4
Ravenna	2315	19	7	7	281	416	502	18	14	19	30	26	9	406	27	0
Forlì - Cesena	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rimini	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
totali	4057	56	44	43	387	2884	2033	29	17	133	146	32	13	406	27	4

Nota: i valori totali possono differire dalla somma dei valori provinciali a causa degli arrotondamenti all'unità.

3.2. Macrosettore 2: Combustione non industriale

Il macrosettore 2 comprende le emissioni associate ai processi di combustione non di tipo industriale e finalizzati alla produzione di calore (riscaldamento).

Le emissioni associate agli impianti commerciali ed istituzionali (edifici pubblici con grandi impianti di riscaldamento, impianti di riscaldamento di uffici o di locali di lavoro di ditte) popolano il settore 0201 e sono trattate mediante il *modulo puntuali* secondo la metodologia descritta per il macrosettore 1.

Nel settore 0201 ricadono anche le emissioni associate ai consumi di metano attribuibili al terziario stimate mediante il *modulo diffuse*.

Le emissioni associate agli impianti residenziali (riscaldamento e processi di combustione domestici quali camini, stufe, ecc.) popolano il settore 0202 e sono stimate mediante il *modulo diffuse*.

Le emissioni associate agli impianti agricoli quali impianti di riscaldamento di serre (settore 0203) non sono state considerate per carenza di dati.

3.2.1 Impianti commerciali ed istituzionali (0201)

Per l'inserimento del dato emissivo annuale degli impianti inseriti nel *modulo puntuali* si è stimato il flusso di massa sulla base dell'autocontrollo annuale peggiore.

La stima dell'emissione dei diversi inquinanti, associata ai consumi di metano attribuibili al settore terziario è invece stata effettuata mediante il *modulo diffuse*, applicando la seguente relazione:

$$E_i = C * FE_i$$

in cui FE_i è il fattore di emissione per l'inquinante i -esimo e C è il consumo a livello comunale del metano attribuibile al settore terziario secondo la distribuzione stimata da ENEA.

Le fonti dei dati sono riportate in Tabella 3.2.1.1. I risultati sono riportati in Tabelle 3.2.1.2 e 3.2.1.3.

Tabella 3.2.1.1 – Fonti dati.				
variabile INEMAR	unità di misura	dettaglio	fonti	anno
emissione annuale	tonnellate / ktonnellate	puntuale	Report AIA ⁽¹⁾ Gestori ⁽²⁾	2015
consumo di combustibile	GJ	puntuale	Report AIA ⁽¹⁾ Gestori ⁽²⁾	2015
consumo di combustibile	GJ	comunale	MISE - Bollettino petrolifero ⁽³⁾	2015
ripartizione consumi nei settori	%	nazionale	ENEA - Statistiche nazionali consumi ⁽⁴⁾	2010

1. Documentazione a disposizione delle sedi Arpae nell'ambito dell'attività istituzionale: AIA e altre autorizzazioni 152/2006 e ss.mm.ii., AUA ex DPR 59/2013
2. <http://unmig.mise.gov.it/dgsaie/ambiti/>
3. fornitura diretta da parte di Osservatorio energia - ARPAE
4. <http://www.enea.it/it/pubblicazioni/pdf-rea/2009-2010/statistiche-nazionali/consumi-finali-e-intensita-nei-settori/civile>

NOx (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2,5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVNM (t)
1602	9	9	9	25	1129	-	226

CO ₂ (kt)	N ₂ O (t)	CH ₄ (t)
2485	45	113

3.2.2 Impianti residenziali (0202)

La stima dell'emissione dei diversi inquinanti associata alle vendite/consumi di diversi combustibili (metano, gasolio, GPL, legna e similari) negli impianti residenziali è stata effettuata mediante il *modulo diffuse* applicando la seguente relazione:

$$E_{i,j} = C_j * FE_{i,j}$$

in cui $FE_{i,j}$ è il fattore di emissione per l'inquinante i -esimo e C_j è il consumo a livello comunale del combustibile j .

Le fonti dei dati sono riportate in tabella 3.2.2.1.

Per il metano il consumo a livello comunale attribuibile al settore residenziale è stato stimato in base alla distribuzione riportata nelle statistiche nazionali dei consumi prodotte da ENEA.

Per il GPL si è proceduto alla disaggregazione a livello comunale del quantitativo distribuito per provincia, ipotizzando che sia tutto impiegato ad uso riscaldamento, sulla base dei gradi giorno e del numero di abitazioni non servite da metano per comune, stimato a partire dal numero totale di abitazioni e dal numero di contratti per fornitura di metano.

variabile INEMAR	unità di misura	dettaglio	fonti	anno
metano distribuito	GJ	provinciale comunale	MISE - Bollettino petrolifero ⁽¹⁾ ARPAE – Osservatorio energia ⁽²⁾	2015
ripartizione consumi nei settori	%	nazionale	ENEA - Statistiche nazionali consumi ⁽³⁾	2010
GPL distribuito	GJ	provinciale	MISE - Bollettino petrolifero ⁽⁴⁾	2015
gasolio distribuito	GJ	regionale	MISE - Bollettino petrolifero ⁽⁴⁾	2015
famiglie utilizzatrici consumi legna regionali	GJ	nazionale regionale provinciale	indagine ISTAT sui consumi energetici delle famiglie ⁽⁵⁾ indagine ISTAT sui consumi energetici delle famiglie ⁽⁵⁾ indagine CATI RER ⁽⁵⁾	2014 2009
tipologia impianti a legna	%	provinciale	indagine CATI RER ⁽⁶⁾	2009

1. <http://unmig.mise.gov.it/dgsaie/ambiti/>
2. . fornitura diretta da parte di Osservatorio energia - ARPAE
3. <http://www.enea.it/it/pubblicazioni/pdf-rea/2009-2010/statistiche-nazionali/consumi-finali-e-intensita-nei-settori/civile>
4. <http://dgsaie.mise.gov.it/dgerm/bollettino.asp>
5. <http://www.istat.it/it/archivio/142173>
6. https://www.arpae.it/cms3/documenti/_cerca_doc/meteo/ambiente/consumo-legna-er.pdf

Per quanto riguarda i consumi di biomasse legnose il consumo regionale è stato ricavato dall'indagine ISTAT sui consumi delle famiglie.

Per la disaggregazione a livello comunale si è fatto riferimento ai dati ISTAT nazionali su numero di famiglie utilizzatrici e consumi per zona altimetrica e tipo di comune; per la ripartizione rispetto all'impiego dei diversi apparecchi di combustione domestici si è fatto riferimento all'indagine CATI commissionata dalla regione Emilia-Romagna nel 2009, ipotizzando un rinnovo tecnologico in linea con le previsioni GAINS.

I risultati sono riportati in Tabelle 3.2.2.2 e 3.2.2.3.

Tabella 3.2.2.1 – Stima emissioni di macroinquinanti per gli impianti di riscaldamento residenziali.							
NOx (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2.5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVNM (t)
4636	5890	5597	5538	191	46757	107	6279

Tabella 3.2.2.3 – Stima emissioni di gas climalteranti per gli impianti di riscaldamento residenziali.		
CO ₂ (kt)	N ₂ O (t)	CH ₄ (t)
5621	253	3691

Tabella 3.2 – Stime provinciali e totali per il macrosettore 2

	NOx (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2,5} (t)	SO ₂ (t)	CO ₂ (kt)	CO (t)	N ₂ O (t)	NH ₃ (t)	CH ₄ (t)	COVNM (t)	As (kg)	Cd (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	BaP (kg)
Piacenza	399	558	530	525	18	457	4570	24	11	370	555	1	14	2	30	173
Parma	700	706	671	664	26	892	5852	35	14	473	743	2	18	3	37	213
Reggio Emilia	908	762	724	717	29	1209	6330	42	14	509	839	3	18	3	38	221
Modena	940	980	932	922	34	1204	7867	47	18	622	1074	3	23	4	48	274
Bologna	1382	1010	959	949	42	1856	8271	59	18	654	1178	4	23	4	48	274
Ferrara	438	344	326	323	13	596	2800	19	6	221	398	1	8	1	16	93
Ravenna	517	469	446	441	17	687	3752	24	8	294	536	2	11	2	22	126
Forlì - Cesena	494	646	614	607	20	600	5028	27	11	391	705	2	15	2	31	175
Rimini	459	424	403	399	15	605	3417	22	8	269	477	1	10	2	20	116
totali	6238	5900	5606	5548	216	8107	47887	298	107	3804	6505	20	140	22	290	1665

Nota: i valori totali possono differire dalla somma dei valori provinciali a causa degli arrotondamenti all'unità.

3.3. Macrosettore 3: Combustione industriale

Il macrosettore 3 comprende le emissioni associate ai processi di combustione per la produzione in loco di energia necessaria all'attività industriale.

Le emissioni dovute alla combustione in caldaie, turbine e motori a combustione interna popolano il settore 0301, quelle dovute ai forni di processo senza contatto il settore 0302, quelle dovute ai processi di combustione con contatto (ad es. fonderie, cementifici, ceramiche) il settore 0303.

Le sorgenti rilevanti sono state censite mediante il *modulo puntuali* analogamente a quanto fatto per il macrosettore 1.

Nell'inventario sono state stimate le emissioni prodotte da 331 impianti, alcuni dei quali includono nel loro ciclo produttivo anche più di una attività.

Per l'inserimento del dato emissivo annuale si è fatto riferimento ai dati di monitoraggio in continuo, ove presenti, oppure si è stimato il flusso di massa sulla base dell'autocontrollo annuale peggiore, oppure si è fatto riferimento ai dati di Emission Trading relativi al consumo di combustibile ed emissione di CO₂.

La quota residua di emissioni provenienti dagli stabilimenti non censiti è stata valutata mediante l'impiego del *modulo diffuse*, scorporando i consumi dei diversi combustibili già inseriti nelle sorgenti puntuali:

- per il metano si è considerato il quantitativo ad uso industriale distribuito in ogni provincia, ripartito in base alle superfici a destinazione industriale per comune;
- per altri combustibili quali gasolio, olio combustibile, GPL, tenuto conto che in talune province vi sono grossi rivenditori con bacino di utenza sovraprovinciale, si è disaggregato il quantitativo regionale sempre sulla base delle superfici a destinazione industriale per comune.

Le fonti dei dati sono riportate in Tabella 3.3.1. I risultati complessivi sono riportati in Tabella 3.2.

Tabella 3.3.1 – Fonti dati				
variabile INEMAR	unità di misura	dettaglio	fonti	anno
emissione annuale	tonnellate / ktonnellate	puntuale	Report AIA, ET ⁽¹⁾ Gestori ⁽²⁾	2015
consumo di combustibile	GJ	puntuale	Report AIA, ET ⁽¹⁾ Gestori ⁽²⁾	2015
metano distribuito	GJ	provinciale	MISE – Bollettino petrolifero ⁽³⁾	2015
gasolio distribuito	GJ	regionale	MISE – Bollettino petrolifero ⁽³⁾	2015
1. documentazione a disposizione delle sedi Arpae nell'ambito dell'attività istituzionale: AIA e altre autorizzazioni 152/2006 e ss.mm.ii., AUA ex DPR 59/2013, ET 2009/29/CE e D.Lgs. 30/2013 2. fornitura diretta su richiesta delle sedi Arpae 3. http://dgsaie.mise.gov.it/dgerm/bollettino.asp				

3.3.1 Combustione nelle caldaie, turbine e motori a comb. interna (0301)

La stima comprende le emissioni prodotte da 205 aziende inserite come puntuali e la quota emissiva residua valutata mediante il *modulo diffuse*, scorporando i consumi dei diversi combustibili già inseriti in modo puntuale.

I risultati sono riportati in Tabelle 3.3.1.1 e 3.3.1.2.

Tabella 3.3.1.2 – Stima emissioni di macroinquinanti per gli impianti di combustione nell'industria.							
NOx (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2,5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVNM (t)
7577	384	286	276	2268	1991	21	301

Tabella 3.3.1.2 – Stima emissioni di gas climalteranti per gli impianti di combustione nell'industria.		
CO ₂ (kt)	N ₂ O (t)	CH ₄ (t)
6210	231	233

3.3.2 Forni di processo senza contatto (0302)

La stima comprende le emissioni prodotte da 8 aziende.

I risultati sono riportati in Tabella 3.3.2.

Tabella 3.3.2 – Stima emissioni di macroinquinanti per i forni di processo senza contatto.							
NOx (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2,5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVNM (t)
9	0	0	0	1	0	0	0

3.3.3 Forni di processo con contatto (0303)

La stima comprende le emissioni prodotte da 165 aziende tra cui 112 industrie ceramiche, 23 fonderie (ghisa, acciaio, zinco, alluminio), 6 impianti di produzione di agglomerati bituminosi, 3 cementifici, 3 cartiere, 2 vetrerie.

I risultati sono riportati in Tabelle 3.3.3.1 e 3.3.3.2.

Tabella 3.3.3.1 – Stima emissioni di macroinquinanti per i forni di processo con contatto.							
NOx (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2,5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVNM (t)
3329	264	182	89	5842	2157	4	202

Tabella 3.3.3.2 – Stima emissioni di gas climalteranti per i forni di processo con contatto.		
CO ₂ (kt)	N ₂ O (t)	CH ₄ (t)
1225	77	82

Tabella 3.3 – Stime provinciali e totali per il macrosettore 3

	NOx (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2.5} (t)	SO ₂ (t)	CO ₂ (kt)	CO (t)	N ₂ O (t)	NH ₃ (t)	CH ₄ (t)	COVNM (t)	As (kg)	Cd (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	BaP (kg)
Piacenza	1425	31	21	16	231	533	759	24	4	20	71	14	15	45	103	0
Parma	812	24	21	17	281	422	199	21	9	15	24	3	1	59	77	0
Reggio Emilia	1545	130	102	87	1982	1023	331	48	0	40	86	4	3	58	209	0
Modena	3110	239	158	145	4003	2220	974	96	8	88	143	13	288	86	576	0
Bologna	1027	59	53	35	642	455	1038	34	0	72	38	4	3	56	107	1
Ferrara	1964	78	47	27	407	615	238	30	5	23	30	3	1	26	12	0
Ravenna	687	61	52	26	318	1930	467	36	0	46	89	5	1	25	35	0
Forlì - Cesena	211	7	7	6	138	150	32	13	0	6	6	1	1	22	2	0
Rimini	134	9	8	6	109	86	109	8	0	5	16	1	1	19	437	0
totali	10915	638	469	366	8112	7434	4148	308	25	315	504	47	314	397	1557	2

Nota: i valori totali possono differire dalla somma dei valori provinciali a causa degli arrotondamenti all'unità.

3.4. Macrosettore 4: Processi industriali

Il macrosettore 4 comprende i processi industriali non legati alla combustione, suddivisi nei seguenti settori:

- 0401 processi nell'industria petrolifera
- 0402 processi nelle industrie del ferro e dell'acciaio e nelle miniere di carbone
- 0403 processi nelle industrie di metalli non ferrosi
- 0404 processi nelle industrie chimiche inorganiche
- 0405 processi nelle industrie chimiche organiche
- 0406 processi nell'industria del legno, pasta per la carta, alimenti, bevande e altro

Le sorgenti classificate in questi settori sono state censite mediante il *modulo puntuale*.

Per l'inserimento del dato emissivo annuale si è stimato il flusso di massa sulla base dell'autocontrollo annuale peggiore o sulla base del limite autorizzato opportunamente ridotto secondo coefficienti calcolati sulla scorta degli autocontrolli sistematizzati nella banca dati della Sezione di Ravenna.

La stima comprende le emissioni prodotte da 474 impianti alcuni dei quali includono nel loro ciclo produttivo anche più di una attività.

Considerato l'elevato numero di aziende inserite e le caratteristiche delle attività presenti sul territorio regionale, si ritiene che la stima effettuata in modo puntuale con approccio bottom-up sia sufficientemente rappresentativa del carico emissivo prodotto dal macrosettore 4.

Le fonti dei dati sono riportate in Tabella 3.4.1. I risultati sono riportati in Tabella 3.4.

L'implementazione a cura delle sedi Arpae ha permesso una raccolta approfondita dei dati ed una analisi dettagliata dei cicli produttivi di numerose aziende, consentendo come per la compilazione 2013, una puntuale ripartizione nelle triplette SNAP effettivamente rispondenti all'attività produttiva e l'attribuzione delle relative emissioni a partire da dati misurati.

Tabella 3.4.1 – Fonti dati				
variabile INEMAR	unità di misura	dettaglio	fonti	anno
emissione annuale	tonnellate / ktonnellate	puntuale	Report AIA, ET ⁽¹⁾ Gestori ⁽²⁾ Frazione del limite autorizzato ⁽¹⁾	2015
quantità prodotta	tonnellate	puntuale	Report AIA, ET ⁽¹⁾ Gestori ⁽²⁾	2015

1. documentazione a disposizione delle sedi Arpae nell'ambito dell'attività istituzionale: AIA e altre autorizzazioni 152/2006 e ss.mm.ii., AUA ex DPR 59/2013, ET 2009/29/CE e D.Lgs. 30/2013
2. fornitura diretta su richiesta delle sedi Arpae

Tabella 3.4 – Stime provinciali e totali per il macrosettore 4

	NOx (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2.5} (t)	SO ₂ (t)	CO ₂ (kt)	CO (t)	N ₂ O (t)	NH ₃ (t)	CH ₄ (t)	COVNM (t)	As (kg)	Cd (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	BaP (kg)
Piacenza	256	30	15	15	63	448	35	0	0	0	23	10	4	10	623	0
Parma	54	36	17	17	13	33	6	0	0	0	1652	1	0	0	1	0
Reggio Emilia	111	129	91	50	61	7	258	0	2	1	297	9	1	31	24	5
Modena	6	224	180	83	2	0	5	0	10	0	273	0	40	94	151	13
Bologna	102	250	138	57	41	0	1550	0	13	0	425	0	1	13	2	5
Ferrara	272	220	132	112	96	714	540	0	51	100	666	0	0	0	57	0
Ravenna	939	512	136	124	2219	0	306	0	54	1493	857	2	1	222	12	0
Forlì - Cesena	132	14	6	6	21	0	41	0	0	0	235	0	11	85	0	0
Rimini	20	10	8	4	4	0	3	0	0	0	1	0	0	0	1	22
totali	1892	1423	724	468	2521	1202	2745	0	131	1594	4428	23	58	455	871	46

Nota: i valori totali possono differire dalla somma dei valori provinciali a causa degli arrotondamenti all'unità.

3.5. Macrosettore 5: Estrazione e distribuzione di combustibili

Il macrosettore 5 comprende le emissioni dovute ai processi di produzione, distribuzione, stoccaggio di combustibile solido, liquido e gassoso e riguarda sia le attività sul territorio che quelle off-shore.

Le emissioni associate all'estrazione, primo trattamento e caricamento di combustibili gassosi popolano il settore 0503 e sono state censite mediante il *modulo puntuali*. Per l'inserimento del dato emissivo annuale si è stimato il flusso di massa sulla base dell'autocontrollo annuale peggiore.

Le emissioni associate alla distribuzione di benzine popolano il settore 0505 e sono stimate mediante il *modulo diffuse*.

Le emissioni associate alle reti di distribuzione del gas popolano il settore 0506 e sono anch'esse stimate mediante il *modulo diffuse*.

Altre emissioni associate all'estrazione e distribuzione di altri combustibili non sono state considerate.

Le fonti dei dati sono riportate in Tabella 3.5.1.

I risultati sono riportati nelle Tabella 3.5.

Tabella 3.5.1. – Fonti dati.				
variabile INEMAR	unità di misura	dettaglio	fonti	anno
emissione annuale	tonnellate / ktonnellate	puntuale	Report AIA ⁽¹⁾ Gestori ⁽²⁾	2015
quantità estratta	tonnellate	puntuale	Report AIA ⁽¹⁾ Gestori ⁽²⁾	2015
benzina venduta	tonnellate	provinciale	MISE - Bollettino petrolifero ⁽³⁾	2015
numero distributori	numero	comunale	Archivio ASIA - ISTAT ⁽⁴⁾	2015
metano distribuito	m ³	Provinciale comunale	MISE - Bollettino petrolifero ⁽⁵⁾	2015 2012

1. documentazione a disposizione delle sedi Arpae nell'ambito dell'attività istituzionale: AIA e altre autorizzazioni 152/2006 e ss.mm.ii., AUA ex DPR 59/2013
2. fornitura diretta su richiesta delle sedi Arpae
3. <http://dgsaie.mise.gov.it/dgerm/bollettino.asp>
4. fornitura diretta da parte di ISPRA
5. <http://dgsaie.mise.gov.it/dgerm/bollettino.asp>

Tabella 3.5 – Stime provinciali e totali per il macrosettore 5

	NOx (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2,5} (t)	SO ₂ (t)	CO ₂ (kt)	CO (t)	N ₂ O (t)	NH ₃ (t)	CH ₄ (t)	COVNM (t)	As (kg)	Cd (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	BaP (kg)
Piacenza	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2763	168	-	-	-	-	-
Parma	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3692	322	-	-	-	-	-
Reggio Emilia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5003	518	-	-	-	-	-
Modena	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4979	383	-	-	-	-	-
Bologna	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8687	597	-	-	-	-	-
Ferrara	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2781	170	-	-	-	-	-
Ravenna	2	0	0	0	2	0	1	0	0	2842	273	0	0	0	0	0
Forlì - Cesena	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2473	236	-	-	-	-	-
Rimini	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2502	235	-	-	-	-	-
totali	2	0	0	0	2	0	1	0	0	35723	2902	0	0	0	0	0

Nota: i valori totali possono differire dalla somma dei valori provinciali a causa degli arrotondamenti all'unità.

3.6. Macrosettore 6: Uso di solventi

Il macrosettore 6 comprende le emissioni prodotte dalle attività che prevedono l'utilizzo di prodotti contenenti solventi o la loro produzione.

Le emissioni associate alla verniciatura (industriale e non) popolano il settore 0601, quelle associate allo sgrassaggio, pulitura a secco e componentistica elettronica il settore 0602, quelle dovute alla produzione e lavorazione di prodotti chimici (sintesi di prodotti farmaceutici, vernici, colle, soffiatura di plastiche ed asfalto) il settore 0603, altri usi di solventi il settore 0604 (industrie della stampa e della fotografia, uso domestico).

Tali emissioni sono stimate sia mediante il *modulo puntuali* a partire dall'elaborazione dei dati disponibili a seguito di procedure autorizzative con metodologia analoga a quella descritta per i macrosettori precedenti, sia mediante il *modulo diffuse* in quanto una quantità significativa di solventi viene introdotta in atmosfera anche da emissioni non convogliate e da attività a ridotto inquinamento atmosferico.

La stima delle emissioni mediante il *modulo diffuse*, a causa dell'indisponibilità di indicatori di attività a dettaglio comunale, è stata operata con approccio di tipo top – down, utilizzando indicatori di attività a livello nazionale, quali il consumo di vernice, di solventi, di inchiostro o la quantità di materiale lavorata o prodotta, resi disponibili da ISPRA. I dati di attività sono stati poi disaggregati a livello comunale mediante opportune variabili proxy, quali il numero di addetti per unità locale per categoria produttiva ATECO2007 o il numero di aziende.

Nel caso di applicazioni domestiche di vernici e di uso domestico di solventi, gli indicatori di attività a livello nazionale sono stati ripartiti al dettaglio comunale mediante dati di popolazione residente.

Per l'attività di pulitura a secco, non essendo noto il quantitativo di solvente utilizzato, la stima delle emissioni è stata effettuata a partire dal consumo medio di solvente per macchina di pulizia a secco a ciclo chiuso (258 kg/anno), utilizzato anche da ISPRA, dedotto da uno studio ENEA/USL-RMA (ENEA/USL-RMA, 1995). Ipotizzando l'uso di una macchina per azienda (anche se alcune ne hanno più di una), in base al numero di aziende presenti sul territorio comunale, è stato calcolato il consumo medio comunale.

Tabella 3.6.1. – Fonti dati.				
variabile INEMAR	unità di misura	dettaglio	fonti	anno
emissione annuale	tonnellate / ktonnellate	puntuale	Report AIA ⁽¹⁾ , Gestori ⁽²⁾	2015
quantità utilizzata quantità prodotta / lavorata	tonnellate / kg tonnellate	puntuale	Report AIA ⁽¹⁾ Gestori ⁽²⁾	2015
quantità utilizzata quantità prodotta / lavorata quantità lavorata	tonnellate tonnellate m ²	nazionale	ISPRA ⁽³⁾	2015
popolazione residente	unità	comunale	ISTAT	2015
numero addetti, numero aziende	unità	comunale	Archivio ASIA – ISTAT ⁽⁴⁾	2015
1. documentazione a disposizione delle sedi Arpae nell'ambito dell'attività istituzionale: AIA e altre autorizzazioni 152/2006 e ss.mm.ii., AUA ex DPR 59/2013 2. fornitura diretta su richiesta delle sedi Arpae 3. fornitura diretta da parte di ISPRA 4. fornitura diretta su richiesta da parte del Servizio statistica, comunicazione, sistemi informativi geografici, partecipazione della regione Emilia Romagna				

3.6.1 Verniciatura (0601)

Questo settore comprende le attività di verniciatura di autoveicoli, rivestimenti, imbarcazioni, legno, in edilizia e negli usi non industriali. I risultati sono riportati in Tabella 3.6.1.1.

Tabella 3.6.1.1 – Stima emissioni totali per verniciatura.							
NOx (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2.5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVNM (t)
66	252	167	166	7	15	1	13308

3.6.2 Sgrassaggio, pulizia a secco e componentistica elettronica (0602)

I risultati sono riportati in Tabella 3.6.2.1.

Tabella 3.6.2.1 – Stima emissioni di macroinquinanti per sgrassaggio, pulizia a secco e componentistica elettronica.							
NOx (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2.5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVNM (t)
2	44	43	43	8	-	-	39

3.6.3 Produzione o lavorazione di prodotti chimici (0603)

Questo settore comprende le attività di produzione e lavorazione di poliestere, cloruro di polivinile, schiuma di poliuretano e polistirolica, vernici, inchiostri, colle, lavorazione della gomma, sintesi di prodotti farmaceutici, soffiatura di asfalto, finiture tessili e conciatura di pelli.

I risultati sono riportati in Tabella 3.6.3.1.

Tabella 3.6.3.1 – Stima emissioni di macroinquinanti per produzione o lavorazione di prodotti chimici.							
NOx (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2.5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVNM (t)
78	78	55	29	7	1	3	5072

3.6.4 Altro uso di solventi e relative attività (0604)

Questo settore comprende attività varie fra cui industria della stampa, estrazione di grassi e oli, applicazione di colle e adesivi, e uso domestico di solventi.

I risultati sono riportati in Tabella 3.6.4.1.

Tabella 3.6.4.1 – Stima emissioni di macroinquinanti per altro uso di solventi.							
NOx (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2.5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVNM (t)
27	43	30	10	14	0	-	11345

Tabella 3.6 – Stime provinciali e totali per il macrosettore 6

	NOx (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2.5} (t)	SO ₂ (t)	CO ₂ (kt)	CO (t)	N ₂ O (t)	NH ₃ (t)	CH ₄ (t)	COVNM (t)	As (kg)	Cd (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	BaP (kg)
Piacenza	18	11	8	7	1	0	13	0	0	0	2514	0	0	0	0	0
Parma	6	21	15	13	0	0	2	0	0	0	2291	0	0	0	0	0
Reggio Emilia	55	57	42	37	14	0	0	0	0	0	3749	0	0	0	0	0
Modena	2	83	59	50	1	0	0	0	1	0	4853	0	0	15	10	0
Bologna	66	60	46	37	7	0	0	0	0	0	5762	0	0	0	0	0
Ferrara	5	69	46	41	0	0	1	0	0	0	2660	0	0	0	0	0
Ravenna	9	40	24	15	1	0	0	0	1	0	2672	0	0	0	0	0
Forlì - Cesena	13	58	41	35	12	0	0	0	0	0	3417	0	0	0	0	0
Rimini	0	18	14	12	0	0	0	0	0	0	1846	0	0	0	0	0
totali	173	417	294	249	35	0	16	0	3	0	29764	0	0	15	10	0

Nota: i valori totali possono differire dalla somma dei valori provinciali a causa degli arrotondamenti all'unità.

3.7. Macrosettore 7: Trasporto su strada

Il macrosettore 7 include tutte le emissioni dovute alle automobili, ai veicoli commerciali leggeri e pesanti, ai motocicli, ciclomotori e agli altri mezzi di trasporto su gomma, comprendendo sia le emissioni dovute allo scarico sia quelle da usura dei freni, delle ruote e della strada.

La stima è stata svolta avvalendosi dei *moduli traffico lineare e traffico diffuso*.

Le fonti dati sono riportate sinteticamente in Tabella 3.7.1.

Le consistenze del parco veicoli per classe, categoria Euro e combustibili sono riportate nelle Tabelle 3.7.2.

I risultati per attività e per tipo di combustibile sono riportati nelle Tabelle 3.7.3., 3.7.4, 3.7.5, 3.7.6, 3.7.7, 3.7.8 e 3.7.9.

I risultati complessivi sono riportati in Tabella 3.7.

Tabella 3.7.1 – Fonti dati.				
variabile INEMAR	unità di misura	dettaglio	fonti	anno
composizione parco circolante	numero veicoli per tipo veicolo, combustibile, cilindrata, categoria euro	regionale	ACI ⁽¹⁾ MIT ⁽²⁾	2015
grafo (elenco archi)	lunghezza, capacità, velocità, flussi per tipo veicolo riferito ad un'ora di riferimento	regionale	RER ⁽³⁾	2013
curve di deflusso	-	-	RER ⁽³⁾	2013
profilo temporale	-	regionale	RER ⁽³⁾	2013
consumo combustibile	tonnellate	provinciale	MISE - Bollettino petrolifero ⁽⁴⁾ Servizio Energia RER ⁽⁵⁾	2015

1. tutti i veicoli tranne ciclomotori fonte ACI, elaborato da ARPA Lombardia
 2. ciclomotori, fornitura tramite ISPRA
 3. Servizio Pianificazione territoriale e urbanistica, dei trasporti e del paesaggio della Regione Emilia-Romagna
 4. <http://dgsaie.mise.gov.it/dgerm/bollettino.asp>
 5. Servizio Energia Regione Emilia Romagna per i consumi metano

Tabella 3.7.2.1 – Consistenza parco automobili per categoria euro e tipo di carburante.					
Categoria Euro	benzina verde	diesel	GPL	metano	totali
Conventional		24088	18939	10627	53654
ECE 15/04	152558				152558
Euro 1 - 91/441/EEC	53310	8738	6257	3823	72128
Euro 2 - 94/12/EC	216649	66341	21549	16585	321124
Euro 3 - 98/69/EC Stage 2000	187879	220689	17810	17616	443994
Euro 4 - 98/69/EC Stage 2005	401867	344928	135213	88282	971175
Euro 5 - EC 715/2007	176915	358397	67959	60540	671442
Euro 6 - EC 715/2007	31665	29655	12901	13576	88904
Totali	1220843	1052836	280628	211049	2774979

Tabella 3.7.2.2. – Consistenza parco veicoli commerciali leggeri per categoria euro e tipo di carburante.					
Categoria Euro	benzina verde	diesel	GPL	metano	totali
Conventional	4020	32733	974	737	38464
Euro 1 - 93/59/EEC	1575	22592	409	251	24827
Euro 2 - 96/69/EC	2674	52094	307	405	55480
Euro 3 - 98/69/EC Stage 2000	2561	80545	437	1573	85116
Euro 4 - 98/69/EC Stage 2005	2521	74209	2229	7565	86524
Euro 5 - EC 715/2007	876	45021	746	4840	51483
Euro 6 - EC 715/2007	78	128	192	1062	1460
totali	14305	307322	5294	16433	343354

Tabella 3.7.2.3 – Consistenza parco veicoli commerciali pesanti per categoria euro e tipo di carburante.			
Categoria Euro	benzina verde	diesel	totali
Conventional		17852	17852
Euro 1 - 91/542/EEC Stage I		4611	4611
Euro 2 - 91/542/EEC Stage II		12397	12397
Euro 3 – 1999/96/EC Step 1		17203	17203
Euro 4 - 1999/96/EC Step 2		3794	3794
Euro 5 - 1999/96/EC Step 3		13753	13753
Euro 6 – Reg EC 595/2009		1293	1293
ND	181		181
totali	181	70903	71084

Tabella 3.7.3.1 – Stima emissioni di macroinquinanti per automobili (0701).							
NOx (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2,5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVNM (t)
12947	1600	1192	817	29	18516	381	1814

Tabella 3.7.3.2 – Stima emissioni di gas climalteranti per automobili (0701).		
CO ₂ (kt)	N ₂ O (t)	CH ₄ (t)
5901	183	427

Tabella 3.7.4.1 – Stima emissioni di macroinquinanti per veicoli commerciali leggeri (0702).							
NOx (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2,5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVNM (t)
6168	660	547	428	11	3755	21	450

Tabella 3.7.4.2 – Stima emissioni di gas climalteranti per veicoli commerciali leggeri (0702).		
CO ₂ (kt)	N ₂ O (t)	CH ₄ (t)
1859	57	43

Tabella 3.7.5.1 – Stima emissioni di macroinquinanti per veicoli commerciali pesanti (0703).							
NO _x (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2,5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVNM (t)
27587	1049	872	720	18	7859	16	1395

Tabella 3.7.5.2 – Stima emissioni di gas climalteranti per veicoli commerciali pesanti.		
CO ₂ (kt)	N ₂ O (t)	CH ₄ (t)
2847	65	145

Tabella 3.7.6.1 – Stima emissioni di macroinquinanti per ciclomotori (0704).							
NO _x (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2,5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVNM (t)
236	191	181	170	1	13907	2	8843

Tabella 3.7.6.2 – Stima emissioni di gas climalteranti per ciclomotori (0704).		
CO ₂ (kt)	N ₂ O (t)	CH ₄ (t)
128	2	185

Tabella 3.7.7.1 – Stima emissioni di macroinquinanti per motocicli (0705).							
NO _x (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2,5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVNM (t)
291	77	67	55	1	11419	4	

Tabella 3.7.7.2 – Stima emissioni di gas climalteranti per motocicli (0705)		
CO ₂ (kt)	N ₂ O (t)	CH ₄ (t)
184	4	199

Tabella 3.7.8 – Stima emissioni evaporative per veicoli a benzina (0706).
COVNM (t)
1745

Tabella 3.7.9.1 – Stima emissioni di macroinquinanti per tipologia di combustibile								
Combustibile	NOx (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2,5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVNM (t)
Benzina	2100	212	212	212	13	38288	279	14381
Metano	199	3	3	3	0	1635	46	125
GPL	603	8	8	8	0	3943	56	368
diesel	44327	1200	1200	1200	47	11590	44	2016
Senza combustibile (da usura e freni)	-	2154	1435	765	-	-	-	-

Tabella 3.7.9.2 – Stima emissioni di gas climalteranti e di microinquinanti per tipologia di combustibile								
Combustibile	CO ₂ (kt)	N ₂ O (t)	CH ₄ (t)	As (kg)	Cd (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	BaP (kg)
Benzina	2027	37	594	-	7	8	21	4
Metano	456	5	199	-	2	2		1
GPL	1045	24	33	-	3	4		0
diesel	7391	244	172	-	19	21	123	40
Senza combustibile (da usura e freni)	-	-	-	43	17	215	3708	3

Tabella 3.7 – Stime provinciali e totali per il macrosettore 7

	NOx (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2.5} (t)	SO ₂ (t)	CO ₂ (kt)	CO (t)	N ₂ O (t)	NH ₃ (t)	CH ₄ (t)	COVNM (t)	As (kg)	Cd (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	BaP (kg)
Piacenza	3678	255	205	159	4	763	3770	20	28	65	1141	3	3	17	263	3
Parma	6425	419	339	264	7	1286	6056	34	42	107	1778	5	5	28	434	5
Reggio Emilia	5206	415	330	251	7	1250	6482	36	52	118	1998	5	6	29	454	6
Modena	6472	552	437	329	9	1686	8513	50	71	158	2616	7	8	40	627	8
Bologna	13773	911	735	567	16	2882	13537	77	99	239	3976	11	12	64	986	12
Ferrara	2266	223	176	132	3	629	3762	20	30	72	1267	3	3	16	251	3
Ravenna	3174	294	231	174	5	885	4665	27	41	85	1433	3	4	21	315	4
Forlì - Cesena	4329	326	261	202	6	1004	5107	28	38	87	1517	4	4	22	335	4
Rimini	1906	183	146	112	3	535	3565	17	25	65	1165	2	2	12	187	3
totali	47229	3578	2859	2189	60	10919	55456	311	424	998	16891	43	47	249	3851	48

Nota: i valori totali possono differire dalla somma dei valori provinciali a causa degli arrotondamenti all'unità.

3.8. Macrosettore 8: Altre sorgenti mobili e macchinari

Il macrosettore 8 comprende le emissioni prodotte dal traffico aereo, marittimo, dall'uso di mezzi a motore al di fuori della rete stradale, dai trasporti ferroviari e sulle vie di navigazione interne.

Le emissioni associate ai trasporti ferroviari, sulle poche linee in regione non ancora elettrificate, popolano il settore 0802 (ferrovie) e sono calcolate mediante il *modulo diffuse*.

Le emissioni associate alle attività portuali popolano il settore 0804 (attività marittime) e sono state calcolate mediante il *modulo porti*. Tale modulo è aggiornato al dicembre 2012.

Le emissioni stimate concernono unicamente i movimenti in porto.

Le emissioni associate alle attività aeroportuali popolano il settore 0805 (traffico aereo) e sono calcolate mediante il *modulo aeroporti*.

Le emissioni associate ai mezzi a motore impiegati in agricoltura popolano il settore 0806 (agricoltura) e sono calcolate mediante il *modulo diffuse*.

Le emissioni dovute al traffico navale sulle vie fluviali non sono state considerate in quanto sono risultate non rilevanti sulla base dei dati raccolti preliminarmente alla compilazione.

3.8.1. Ferrovie (0802)

Per la stima delle emissioni dovute al trasporto ferroviario si è considerato il contributo delle linee non ancora elettrificate mentre non è stato considerato l'utilizzo di mezzi di servizio e manutenzione.

Il consumo di gasolio a livello comunale è stato stimato sulla base dell'estensione delle linee e del numero di treni ivi circolanti noto il consumo medio per km; tale dato è stato implementato nel *modulo diffuse* per ottenere la stima dei diversi inquinanti applicando la relazione:

$$E_i = C * FE_i$$

in cui FE_i è il fattore di emissione per l'inquinante i -esimo e C è il consumo di gasolio per comune.

Le fonti dati sono riportate in Tabella 3.8.1.1.

I risultati sono riportati nelle Tabelle 3.8.1.2.e 3.8.1.3.

Tabella 3.8.1.1 – Fonti dati.				
variabile INEMAR	unità di misura	dettaglio	fonti	anno
estensione linee ferroviarie non elettrificate	km	comunale	Arpae servizio cartografico ⁽¹⁾	2013
numero treni		comunale	Orario Tper ⁽²⁾	2015
consumo gasolio per km	l/km	regionale	ARPAV ⁽³⁾	2013

1. documentazione a disposizione di Arpae nell'ambito dell'attività istituzionale
2. <https://www.tper.it/servizio-ferroviario>
3. www.arpa.veneto.it/arpav/pagine-generiche/convegno-interreg-iii-valutazione-integrata-della-qualita-dellaria-in-val-belluna

Tabella 3.8.1.2 – Stima emissioni di macroinquinanti per le linee ferroviarie non elettrificate.							
NOx (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2,5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVNM (t)
95	12	12	11	1	26	0	11

Tabella 3.8.1.3 – Stima emissioni di gas climalteranti per le linee ferroviarie non elettrificate.		
CO ₂ (kt)	N ₂ O (t)	CH ₄ (t)
8	3	0

3.8.2. Porti (0804)

In base alla classificazione EMEP-CORINAIR le emissioni dei porti sono suddivise nelle seguenti attività:

080402 Traffico marittimo nazionale

080404 Traffico marittimo internazionale

La stima è stata svolta impiegando il *modulo porti*.

La trattazione ha riguardato il porto di Ravenna.

Le fonti dei dati sono riportate in Tabella 3.8.2.1.

I risultati ottenuti sono riportati nelle Tabelle 3.8.2.2. e 3.8.2.3.

Tabella 3.8.2.1 – Fonti dati.			
variabile INEMAR	unità di misura	fonti	anno
arrivi/partenze composizione flotta	numero operazioni numero di navi per tipo	Capitaneria del porto di Ravenna ⁽¹⁾	2015
1. fornitura diretta alla sede di Ravenna			

Tabella 3.8.2.2 – Stima emissioni di macroinquinanti per il porto di Ravenna.							
NOx (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2,5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVNM (t)
977	101	-	-	32	119	-	68

Tabella 3.8.2.3 – Stima emissioni di gas climalteranti per il porto di Ravenna		
CO ₂ (kt)	N ₂ O (t)	CH ₄ (t)
51	-	-

3.8.3. Aeroporti (0805)

Sulla base della classificazione EMEP-CORINAIR le attività di cui sono state stimate le emissioni sono:

- 080501 Traffico nazionale (ciclo LTO \leq 1000 m)
- 080502 Traffico internazionale (ciclo LTO \leq 1000 m)
- 080505 Mezzi di supporto a terra (GSE)

Il contributo emissivo del traffico nazionale ed internazionale di crociera, ovvero sopra i 1000 m di quota, non è stato considerato, mentre è stato stimato il contributo dovuto a tutte le operazioni, a terra ed in volo, sotto i 1000 m.

La stima dei contributi emissivi aeroportuali ha riguardato unicamente l'aeroporto Guglielmo Marconi di Bologna. Le fonti dei dati sono riportate in Tabella 3.8.3.1.

Per la ripartizione sui comuni interessati SAB ha fornito le percentuali di utilizzo della pista nelle due direzioni per decolli e atterraggi e i ratei di salita (17%) e discesa (3%).

Per quanto concerne il contributo dei mezzi a terra, poiché non è stato possibile disporre dei dati specifici richiesti dalla metodologia relativi all'aeroporto di Bologna sono state impiegate le informazioni a disposizione di Arpa Lombardia per l'aeroporto di Orio al Serio che per tipologia di servizio e volume di traffico è del tutto analogo a quello di Bologna. Le ore di funzionamento dei mezzi sono state riproporzionate sulla base del numero effettivo di operazioni. I risultati sono riportati in Tabelle 3.8.3.4. e 3.8.3.5.

Tabella 3.8.3.1 – Fonti dati.			
variabile INEMAR	unità di misura	fonti	anno
quantità di decolli/atterraggi per modello di aereo	numero operazioni	SAB - Aeroporto Marconi di Bologna ⁽¹⁾	2015
tempi caratteristici per le fasi di landind and take off cycles (LTO)	minuti	SAB - Aeroporto Marconi di Bologna ⁽¹⁾ Arpa Lombardia ⁽²⁾	2015
quantità mezzi a terra suddivisi per tipologia	numero di mezzi	Arpa Lombardia ⁽²⁾	2013

1. fornitura diretta da parte di SAB (Società aeroporto Bologna)
2. fornitura ARPA Lombardia, dati relativi all'aeroporto di Orio al Serio

Tabella 3.8.3.2 – Stima emissioni di macroinquinanti per l'aeroporto di Bologna.							
NO _x (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2.5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVNM (t)
247	5	5	4	24	241	0	52

Tabella 3.8.3.3– Stima emissioni di gas climalteranti per l'aeroporto di Bologna.		
CO ₂ (kt)	N ₂ O (t)	CH ₄ (t)
57	1	0

3.8.4. Mezzi in agricoltura (0806)

La stima dell'emissione dei diversi inquinanti associata al consumo di gasolio nell'impiego di mezzi agricoli è stata effettuata mediante il *modulo diffuse* applicando la seguente relazione:

$$E_i = C * FE_i$$

in cui FE_i è il fattore di emissione per l'inquinante i -esimo

C è il consumo a livello comunale ottenuto ripartendo le vendite regionali sulla base delle superfici agricole utilizzate complessive per ogni comune.

Le fonti dei dati sono riportate in Tabella 3.8.4.1.

I risultati sono riportati nelle Tabelle 3.8.4.2 e 3.8.4.3.

Tabella 3.8.4.1 – Fonti dati.				
variabile INEMAR	unità di misura	dettaglio	fonti	anno
vendita/consumo gasolio	ton/GJ	comunale	Regione Emilia-Romagna ⁽¹⁾	2015
1. fornitura diretta da Regione Emilia-Romagna Direzione Generale Agricoltura Caccia e Pesca				

Tabella 3.8.4.2 – Stima emissioni di macroinquinanti per i mezzi in agricoltura.							
NOx (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2.5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVNM (t)
8170	406	406	406	23	2864	2	843

Tabella 3.8.4.3 – Stima emissioni di gas climalteranti per i mezzi in agricoltura.		
CO ₂ (kt)	N ₂ O (t)	CH ₄ (t)
738	3	13

Tabella 3.8 – Stime provinciali e totali per il macrosettore 8

	NOx (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2.5} (t)	SO ₂ (t)	CO ₂ (kt)	CO (t)	N ₂ O (t)	NH ₃ (t)	CH ₄ (t)	COVNM (t)	As (kg)	Cd (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	BaP (kg)
Piacenza	1145	57	57	57	3	103	358	4	0	2	110		0	2	1	1
Parma	897	45	45	45	3	81	280	4	0	1	86		0	2	1	1
Reggio Emilia	913	50	50	50	3	82	284	5	0	2	90		0	2	1	1
Modena	979	49	49	49	3	88	339	4	0	2	100		0	2	1	1
Bologna	1312	57	57	57	27	153	636	5	0	2	166		0	2	1	1
Ferrara	1464	74	74	74	4	132	515	6	0	2	152		0	3	1	1
Ravenna	1969	151	50	50	35	141	490	4	0	2	175	9	1	441	4	1
Forlì - Cesena	620	31	31	31	2	56	285	2	0	1	77		0	1	1	1
Rimini	191	9	9	9	1	17	62	1	0	0	19		0	0	0	0
totali	9491	524	423	422	81	854	3250	35	2	14	974	9	3	455	10	7

Nota: i valori totali possono differire dalla somma dei valori provinciali a causa degli arrotondamenti all'unità.

3.9. Macrosettore 9: Trattamento e smaltimento rifiuti

Il macrosettore 9 comprende le emissioni provenienti da inceneritori, discariche, impianti di compostaggio.

Le emissioni associate agli inceneritori rientrano nel settore 0902 (incenerimento rifiuti) e sono censite mediante il *modulo puntuali*.

Le emissioni associate alle discariche popolano il settore 0903 (interramento di rifiuti solidi) e sono stimate dal *modulo discariche*.

Le emissioni associate agli impianti di compostaggio sono comprese nel settore 0910 (altri trattamenti di rifiuti) e sono stimate mediante il *modulo puntuali*.

Le informazioni sui quantitativi di rifiuti trattati nelle diverse tipologie di impianti censiti sono state fornite ed elaborate dal CTR Metrologia Rifiuti e Siti contaminati – Arpae Direzione Tecnica che ha curato anche la relativa compilazione.

Le attività di cremazione popolano il settore 0909 e sono censite mediante il *modulo puntuali*.

Per quanto concerne le emissioni di metalli da parte degli inceneritori è stato svolto un approfondimento con il coinvolgimento dei gestori degli impianti, anche al fine di superare la potenziale criticità dovuta al fatto che la somma delle stime dei singoli parametri potrebbe risultare diversa al dato aggregato richiesto ai fini del rispetto delle prescrizioni autorizzative e restituito nei report. Tale approfondimento ha portato all'utilizzo di una metodologia condivisa per la restituzione di stime annuali che contabilizzino in modo uniforme il contributo delle misure inferiori al limite di rilevabilità.

3.9.1 Incenerimento rifiuti (0902)

La stima comprende le emissioni prodotte da 8 impianti di incenerimento di rifiuti solidi urbani, 1 impianto di incenerimento di rifiuti ospedalieri e 1 azienda che incenerisce rifiuti industriali.

Per la stima del dato emissivo annuale si è fatto riferimento ai dati di monitoraggio in continuo, inserendo nel modulo di calcolo il flusso di massa riportato nelle Relazioni Annuali (Report AIA).

Le fonti dei dati sono riportate in Tabella 3.9.1.1.

I risultati sono riportati nelle Tabelle 3.9.1.2 e 3.9.1.3.

Tabella 3.9.1.1 – Fonti dati.				
variabile INEMAR	unità di misura	dettaglio	fonti	anno
emissione annuale	tonnellate / ktonnellate	puntuale	Report AIA ⁽¹⁾ Gestori ⁽²⁾	2015
quantitativo di rifiuti inceneriti	tonnellate	puntuale	Report AIA ⁽¹⁾ Gestori ⁽²⁾ CTR Rifiuti Arpae ⁽³⁾	2015

1. documentazione a disposizione di Arpae nell'ambito dell'attività istituzionale: AIA e altre autorizzazioni 152/2006 e ss.mm.ii., AUA ex DPR 59/2013
2. fornitura diretta su richiesta del CTR Metrologia Rifiuti e Siti contaminati Arpae Direzione tecnica - catasto rifiuti del CTR Rifiuti Arpae Direzione tecnica
3. elaborazioni CTR Metrologia Rifiuti e Siti contaminati Arpae su dati provenienti dal Modulo Impianto dell'applicativo ORSO

Tabella 3.9.1.2 – Stima emissioni di macroinquinanti per l'incenerimento di rifiuti.							
NOx (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2.5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVNM (t)
462	5	4	4	12	56	13	19

Tabella 3.9.1.3 – Stima emissioni di gas climalteranti per l'incenerimento di rifiuti.		
CO ₂ (kt)	N ₂ O (t)	CH ₄ (t)
807	74	-

3.9.2 Interramento di rifiuti solidi (0904)

La stima delle emissioni diffuse dovute alla mancata captazione del biogas in discarica è stata condotta impiegando il *modulo discariche*. La stima comprende le emissioni prodotte da 38 impianti.

Le fonti dei dati sono riportate in Tabella 3.9.2..

I risultati sono riportati nelle Tabelle 3.9.2.2. e 3.9.2.3.

Tabella 3.9.2.1 – Fonti dati.				
variabile INEMAR	unità di misura	dettaglio	fonti	anno
quantitativo biogas captato	Nm ³ /anno	puntuale	Report AIA ⁽¹⁾ Gestori ⁽²⁾ CTR Rifiuti Arpae ⁽³⁾	2015
composizione biogas	%	puntuale	Gestori ⁽²⁾ CTR Rifiuti Arpae ⁽³⁾	2015
quantitativo di rifiuti trattati	tonnellate	puntuale	Report AIA ⁽¹⁾ Gestori ⁽²⁾ CTR Rifiuti Arpae ⁽³⁾	2015

1. documentazione a disposizione di Arpae nell'ambito dell'attività istituzionale
2. fornitura diretta su richiesta del CTR Metrologia Rifiuti e Siti contaminati Arpae Direzione tecnica - catasto rifiuti del CTR Rifiuti Arpae Direzione tecnica
3. elaborazioni CTR Metrologia Rifiuti e Siti contaminati Arpae su dati provenienti dal Modulo Impianto dell'applicativo ORSO

Tabella 3.9.2.2 – Stima emissioni di macroinquinanti per l'interramento di rifiuti.							
NOx (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2.5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVNM (t)
167	0	0	0	4	197	-	33

Tabella 3.9.2.3 – Stima emissioni di gas climalteranti per l'interramento di rifiuti.		
CO ₂ (kt)	N ₂ O (t)	CH ₄ (t)
89	7	44378

3.9.3 Cremazione (0909)

Le emissioni prodotte dagli impianti di cremazione sono stimate mediante il *modulo puntuali* in analogia con altri settori e impiegando l'indicatore di attività in quanto non sono disponibili misure puntuali.

Le fonti dei dati sono riportate in Tabella 3.9.3.1. I risultati sono riportati in Tabella 3.9.2.2.

Tabella 3.9.3.1 – Fonti dati.				
variabile INEMAR	unità di misura	dettaglio	fonti	anno
numero salme decessi	unità unità	regionale provinciale	SOCREM ⁽¹⁾ ISTAT ⁽²⁾	2015 2015
1. http://www.socrem.bologna.it 2. https://www.istat.it/it/archivio/4216				

Tabella 3.9.3.2 – Stima emissioni di macroinquinanti per la cremazione.							
NOx (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2.5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVNM (t)
45	5	0	0	7	5	-	-

3.9.4 Altri trattamenti di rifiuti (0910)

La stima comprende le emissioni prodotte da 40 impianti, 8 dei quali di recupero della frazione combustibile dei rifiuti e 22 di compostaggio.

Le emissioni sono stimate mediante il *modulo puntuali* sulla base dell'indicatore di attività costituito dal quantitativo di rifiuti trattati in ogni impianto.

Le fonti dei dati sono riportate in Tabella 3.9.4.1.

I risultati sono riportati in Tabelle 3.9.4.2 e 3.4.9.3.

Tabella 3.9.4.1 – Fonti dati.				
variabile INEMAR	unità di misura	dettaglio	fonti	anno
quantitativo di rifiuti trattati	tonnellate	puntuale	Report AIA ⁽¹⁾ Gestori ⁽²⁾ CTR Rifiuti Arpa ⁽³⁾	2015
1. documentazione a disposizione di Arpa ^e nell'ambito dell'attività istituzionale 2. fornitura diretta su richiesta del CTR Metrologia Rifiuti e Siti contaminati Arpa ^e Direzione tecnica - catasto rifiuti del CTR Rifiuti Arpa ^e Direzione tecnica 3. elaborazioni CTR Metrologia Rifiuti e Siti contaminati Arpa ^e su dati provenienti dal Modulo Impianto dell'applicativo ORSO				

Tabella 3.9.4.2 – Stima emissioni di macroinquinanti per altri trattamenti di rifiuti.							
NOx (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2.5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVNM (t)
1	8	4	4	-	-	151	2

Tabella 3.4.9.3 – Stima emissioni di gas climalteranti per altri trattamenti di rifiuti.		
CO ₂ (kt)	N ₂ O (t)	CH ₄ (t)
-	5	99

Tabella 3.9 – Stime provinciali e totali per il macrosettore 9

	NOx (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2.5} (t)	SO ₂ (t)	CO ₂ (kt)	CO (t)	N ₂ O (t)	NH ₃ (t)	CH ₄ (t)	COVNM (t)	As (kg)	Cd (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	BaP (kg)
Piacenza	58	0	0	0	3	96	3	2	16	3	2	0	0	7	4	0
Parma	74	5	0	0	8	162	7	13	1	0	1	1	0	11	49	0
Reggio Emilia	38	0	0	0	1	19	43	1	13	9126	8	0	0	0	0	0
Modena	93	2	1	1	2	37	34	5	31	7108	8	0	0	2	1	0
Bologna	181	1	1	1	4	218	88	24	26	9702	16	0	0	3	1	0
Ferrara	48	4	2	2	1	23	23	18	7	5186	5	0	0	1	0	0
Ravenna	54	4	2	2	1	55	14	6	30	5289	2	0	0	1	1	0
Forlì - Cesena	83	1	0	0	2	164	41	1	29	8061	8	0	0	4	1	0
Rimini	46	1	0	0	1	121	4	15	12	2	3	1	0	9	10	0
totali	674	17	8	8	23	896	258	85	164	44476	54	4	2	38	66	0

Nota: i valori totali possono differire dalla somma dei valori provinciali a causa degli arrotondamenti all'unità.

3.10. Macrosettore 10: Agricoltura

Il macrosettore 10 comprende le emissioni prodotte da tutte le pratiche agricole quali coltivazioni e allevamenti.

Le emissioni derivanti dall'azoto presente nei concimi impiegati nelle colture fertilizzate sono calcolate mediante il *modulo agricoltura*, mentre le emissioni per colture non fertilizzate e per gli allevamenti sono stimate tramite il *modulo diffuse*.

Le emissioni di COVNM (isoprene, monoterpeni ed altri) da coltivazioni sono stimate mediante il *modulo biogeniche*.

L'incenerimento di residui in loco non è stato considerato per mancanza di dati.

3.10.1. Coltivazioni con fertilizzanti (1001)

Le attività CORINAIR considerate sono le seguenti:

- coltivazioni permanenti (100101)
- terreni arabili (100102)
- risaie (100103)

Le stime delle emissioni sono state svolte sulla base delle informazioni descritte in Tabella 3.10.1.1.

Le superfici agrarie utilizzate (SAU), disponibili per il 2015 solo a livello provinciale, sono state disaggregate a livello comunale sulla base dei dati ISTAT relativi al Censimento Agricoltura 2010; per le coltivazioni pluriennali si è mantenuto il dato 2010.

Le emissioni di NO_x, N₂O, NH₃ dovute alle coltivazioni con fertilizzanti, esclusi i concimi animali, sono state stimate mediante il *modulo agricoltura*, i cui risultati confluiscono nel settore 1001.

Per la stima di emissioni di CH₄ dovute alla coltivazione del riso si è impiegato il *modulo diffuse* con l'applicazione della seguente relazione

$$E = SAU * FE$$

in cui SAU è la superficie coltivata a risaia per comune

e FE è il fattore di emissione per il CH₄.

Le emissioni di COVNM sono state stimate impiegando il *modulo biogeniche*, che comprende due diversi algoritmi di calcolo, uno per la stima delle emissioni di isoprene, dipendente dal tipo di specie e da temperatura, radiazione solare, umidità nella zona climatica considerata, l'altro per monoterpeni e restanti COVNM, dipendente solamente dal tipo di specie e dalla temperatura.

I risultati ottenuti sono riportati in Tabelle 3.10.1.2. e 3.10.1.3.

Tabella 3.10.1.1 – Fonti dati				
variabile INEMAR	unità di misura	dettaglio	fonti	anno
SAU per le diverse tipologie colturali	ettari	comunale provinciale	ISTAT – Censimento agricoltura 2010 ⁽¹⁾ ISTAT ⁽²⁾	2010 2015
quantità di azoto nel fertilizzante	tonnellate	provinciale nazionale	fertilizzante venduto: ISTAT ⁽³⁾ tenore di azoto per tipologia di fertilizzante: ISTAT ⁽⁴⁾	2015 2015
1. http://dati-censimentoagricoltura.istat.it/ 2. http://agri.istat.it/sag_is_pdwout/jsp/Introduzione.jsp?id=15A 3. http://agri.istat.it/sag_is_pdwout/jsp/dawinci.jsp?q=pl01T0000020000093200&an=2013&ig=1&ct=599&id=3A 5A 61A 4. http://agri.istat.it/sag_is_pdwout/jsp/dawinci.jsp?q=pl13a0000010000010000&an=2013&ig=1&ct=602&id=3A 5A 65A				

Tabella 3.10.1.2 – Stima emissioni per le coltivazioni con fertilizzanti.				
NOx (t)	NH ₃ (t)	COVNM (t)	N ₂ O (t)	CH ₄ (t)
503	12032	30136	1536	2555

3.10.2. Coltivazioni senza fertilizzanti (1002)

Le emissioni dovute ad attività agricole senza uso di fertilizzanti sono state calcolate sulla base dei dati riportati in Tabella 3.10.2.1. I risultati confluiscono nel settore 1002 (coltivazioni senza fertilizzanti).

L'attività CORINAIR considerata corrisponde alle coltivazioni foraggere (100205) e comprende (pascoli, prati permanenti ed altri prati avvicendati inclusa erba medica).

Per la stima di emissioni di N₂O, NH₃, PM10 si è impiegato il *modulo diffuse* con l'applicazione della seguente relazione:

$$E_i = SAU_j * FE_i$$

in cui SAU_j è la superficie occupata da coltivazioni foraggere per ogni comune
e FE_i sono i fattori di emissione per i diversi inquinanti.

Le emissioni di COVNM sono state stimate impiegando il *modulo biogeniche*.

I risultati ottenuti sono riportati in Tabelle 3.10.2.2. e 3.10.2.3.

Tabella 3.10.2.1 – Fonti dati.				
variabile INEMAR	unità di misura	dettaglio	fonti	anno
SAU per le diverse tipologie colturali	ettari	comunale provinciale	ISTAT – Censimento agricoltura 2010 ⁽¹⁾ ISTAT ⁽²⁾	2010 2015
1. http://dati-censimentoagricoltura.istat.it/ 2. http://agri.istat.it/sag_is_pdwout/jsp/Introduzione.jsp?id=15A				

Tabella 3.10.2.2 – Stima emissioni per le coltivazioni senza fertilizzanti.		
NH ₃ (t)	COVNM (t)	N ₂ O (t)
1137	10998	909

3.10.3. Allevamento animali (1004, 1005, 1009, 1010)

Le emissioni dovute all'allevamento di animali comprendono i seguenti settori:

- fermentazione enterica (1004)
- gestione reflui (1005 in riferimento ai composti organici e 1009 in riferimento ai composti azotati)
- emissioni di particolato (1010)

Le stime sono state svolte sulla base dei dati riportati in Tabella 3.10.3.1, mediante l'impiego del *modulo diffuse* con l'applicazione della seguente relazione:

$$E_i = n_k * FE_i$$

in cui n_k è il numero di animali a dettaglio comunale per ogni categoria.

I risultati ottenuti sono riportati in Tabelle 3.10.3.2., 3.10.3.3., 3.10.3.4 e 3.10.3.5.

Tabella 3.10.3.1 – Fonti dati				
variabile INEMAR	unità di misura	di dettaglio	fonti	anno
consistenza bestiame	numero capi	comunale	Anagrafe nazionale zootecnica ⁽¹⁾ Ufficio statistico regionale ⁽²⁾ Sistema informativo veterinario della regione Emilia Romagna ⁽³⁾	2015 2015 2015

1. http://statistiche.izs.it/portal/page?_pageid=73,12918&_dad=portal&_schema=PORTAL&op=elenco_rep&p_report=plet_rep_sui&p_tolo=Suini
 2. <http://statistica.regione.emilia-romagna.it/agricoltura>
 3. fornitura diretta da parte del PTR Agrozootecnica – ARPAE Area prevenzione ambientale est

Tabella 3.10.3.2 – Stima emissioni per la fermentazione enterica (1004)	
CH ₄ (t)	
49862	

Tabella 3.10.3.3 – Stima emissioni per la gestione di reflui riferita ai composti organici (1005)	
CH ₄ (t)	COVNM (t)
19460	58

Tabella 3.10.3.4 – Stima emissioni per la gestione di reflui riferita ai composti azotati (1009)	
N ₂ O (t)	NH ₃ (t)
3680	34396

Tabella 3.10.3.5 – Stima emissioni di particolato (1010)		
PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2.5} (t)
895	532	241

Tabella 3.10 – Stime provinciali e totali per il macrosettore 10

	NOx (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2.5} (t)	SO ₂ (t)	CO ₂ (kt)	CO (t)	N ₂ O (t)	NH ₃ (t)	CH ₄ (t)	COVNM (t)	As (kg)	Cd (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	BaP (kg)
Piacenza	34	56	27	10	-	-	-	606	4846	9371	4510	-	-	-	-	-
Parma	16	65	29	10	-	-	-	925	7346	17335	3595	-	-	-	-	-
Reggio Emilia	31	91	39	13	-	-	-	962	8253	17635	4582	-	-	-	-	-
Modena	45	88	41	15	-	-	-	816	6845	12636	4829	-	-	-	-	-
Bologna	105	55	34	16	-	-	-	620	4608	3462	6078	-	-	-	-	-
Ferrara	118	59	37	18	-	-	-	576	4601	4569	9579	-	-	-	-	-
Ravenna	125	85	54	25	-	-	-	630	4841	2324	4510	-	-	-	-	-
Forlì - Cesena	17	372	256	126	-	-	-	851	5386	3759	2635	-	-	-	-	-
Rimini	11	25	16	8	-	-	-	138	839	787	874	-	-	-	-	-
totali	503	895	532	241	-	-	-	6125	47565	71877	41192	-	-	-	-	-

Nota: i valori totali possono differire dalla somma dei valori provinciali a causa degli arrotondamenti all'unità.

3.11. Macrosettore 11: Altre sorgenti e assorbimenti

Il macrosettore 11 comprende le emissioni generate dall'attività fitologica di piante, arbusti ed erba, da fulmini, emissioni spontanee di gas, emissioni dal suolo e da vulcani, da combustione naturale e dalle attività antropiche quali foreste gestite e combustione dolosa di boschi.

Le emissioni di COVNM sono state stimate mediante il *modulo biogeniche*; si è considerato che tutte le foreste siano gestite per cui sono stati popolati i settori 1111 (foreste decidue gestite) e 1112 (e foreste di conifere gestite).

La stima della CO₂ assorbita dalle foreste popola il settore 1131 ed è stata effettuata mediante il *modulo foreste*.

Le emissioni associate agli incendi non sono state considerate.

3.11.1 Foreste (1111, 1112)

Le emissioni di COVNM sono state stimate impiegando il *modulo biogeniche*, che, come si è detto, comprende due diversi algoritmi di calcolo, uno per la stima delle emissioni di isoprene, dipendente dal tipo di specie e da temperatura, radiazione solare, umidità nella zona climatica considerata, l'altro per monoterpeni e restanti COVNM, dipendente solamente dal tipo di specie e dalla temperatura.

I fattori di emissione, in accordo con la metodologia CORINAIR, sono forniti in funzione dell'estensione dei boschi per tipologia di alberi.

Le fonti dei dati sono riportate in Tabella 3.11.1.1.

I risultati sono riportati in Tabella 3.11.1.2.

Tabella 3.11.1.1 – Fonti dati.				
variabile INEMAR	unità di misura	dettaglio	fonti	anno
superficie forestale regionale con indicazione delle specie presenti	ettari	comunale	Carta forestale regionale ⁽¹⁾	2014
temperatura, radiazione solare, umidità per zona - media su 5 anni	°C, W/m ² , %	regionale/ provinciale	Arpae SIMC ⁽²⁾	2011-2015

1. Servizio Parchi e Risorse forestali della Regione Emilia-Romagna
2. disponibilità diretta

3.11.2 Assorbimento di CO₂ (1131)

La stima degli assorbimenti forestali a livello regionale è stata effettuata sulla base dei dati di superficie forestale e di stock comunicati da ISPRA, utilizzando le superfici della carta forestale regionale per la disaggregazione a scala comunale e utilizzando il sistema INEMAR.

Il modello per la stima degli assorbimenti di CO₂, sviluppato da ISPRA seguendo le indicazioni delle linee guida LULUCF dell'IPCC⁽¹⁾, si basa su una curva di crescita della biomassa forestale indipendente dall'età, che considera lo stock di crescita come variabile indipendente e l'incremento attuale come variabile dipendente; tutti gli stock di carbonio presenti nei serbatoi sono stimati in funzione dello stock di crescita.

Le fonti dei dati sono riportate in Tabella 3.11.2.1.

Tabella 3.11.2.1 – Fonti dati.				
variabile INEMAR	unità di misura	dettaglio	fonti	anno
superficie forestale regionale con indicazione delle specie presenti	ettari	comunale	Carta forestale regionale ⁽¹⁾	2013
stock carbonio		regionale	Aggiornamento inventario nazionale ISPRA ⁽²⁾	2015

1. Servizio Parchi e Risorse forestali della Regione Emilia-Romagna
2. fornitura diretta da parte di ISPRA

Tabella 3.11 – Stime provinciali e totali per il macrosettore 11

	CO ₂ (kt)	COVNM (t)
Piacenza	-592	4726
Parma	-846	8396
Reggio Emilia	-397	3812
Modena	-510	3543
Bologna	-657	6029
Ferrara	-36	653
Ravenna	-113	1316
Forlì - Cesena	-569	5267
Rimini	-85	1198
totali	-3806	34940

Nota: i valori totali possono differire dalla somma dei valori provinciali a causa degli arrotondamenti all'unità.

⁽¹⁾ IPCC Good practice guidance for land use, land use change and forestry (GPG LULUCF 2003); Reporting for Kyoto Protocol (Art. 3.3 and 3.4): GPG LULUCF, chapter 4

4. Ricalcolo delle stime emissive relative al 2013 per alcuni macrosettori

Al fine di rendere confrontabili le stime emissive relative al 2015 con quelle del 2013 si è valutata la necessità di realizzare il ricalcolo.

È infatti buona pratica ricalcolare le emissioni storiche nel caso in cui siano variati i metodi di stima, siano aggiornati i fattori di emissione, o se si renda necessario tenere conto di sorgenti inizialmente non incluse o si rilevino errori nella compilazione non emersi nel corso della revisione. Inoltre, grazie al ricalcolo, che può essere anche parziale, è possibile migliorare la qualità delle stime emissive dell'inventario, aumentandone la completezza e l'accuratezza.

In considerazione del fatto che per i macrosettori 6 e 10 sono risultati disponibili dati più accurati, le corrispondenti stime emissive sono state rivalutate.

Per il macrosettore 6 è diventata disponibile una fonte dati più affidabile relativamente al numero di addetti delle aziende per classe merceologica ATECO 2007, impiegata per la disaggregazione a scala locale degli indicatori di attività nazionali. Questo ha portato ad un incremento dei quantitativi di vernici, solventi e inchiostri utilizzati, di prodotto finito e conseguentemente ad un aumento delle emissioni di COV.

Per il macrosettore 10 il raffinamento metodologico è derivato dalla fornitura da parte del PTR Agrozootecnia di ARPAE di una fonte dati più completa inerente il numero di avicoli allevati in Regione, non disponibile al momento della compilazione 2013.

La fonte utilizzata per il ricalcolo del 2013 è la banca dati del Sistema informativo veterinario della regione Emilia – Romagna, utilizzata anche per il 2015.

L'aggiornamento della stima ha comportato un miglioramento della valutazione per i territori della regione interessati da questo tipo di attività.

Nel macrosettore 7 è stato necessario correggere un errore che aveva comportato l'esclusione del contributo dato dagli autobus urbani.

I risultati del ricalcolo sono presentati nelle tabelle che seguono.

Stime delle emissioni dei principali inquinanti per i diversi macrosettori relative all'anno 2013.

	NOx (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2,5} (t)	SO ₂ (t)	CO ₂ (kt)	CO (t)	NH ₃ (t)	N ₂ O (t)	CH ₄ (t)	COV (t)
MS1	3706	29	23	22	2153	2825	1658	11	28	171	183
MS2	6576	5902	5608	5549	219	8571	48037	107	309	3819	6535
MS3	12541	665	482	369	8107	7286	3646	20	342	309	503
MS4	2050	1235	645	414	2438	1369	4472	144	0	1406	4585
MS5	192	0	0	0	2	0	17	0	0	36509	3001
MS6	232	322	206	177	25	0	25	16	0	0	18628
MS7	47174	3651	2920	2239	61	10919	54908	541	348	953	13817
MS8	10170	553	470	469	69	925	3664	2	39	16	1072
MS9	606	11	5	5	16	394	224	144	76	46141	66
MS10	565	666	369	158	0	0	0	44934	5870	71119	43010
MS11	-	-	-	-	-	-3843	-	-	-	-	34911
totali	83811	13033	10727	9402	13089	28447	116651	45920	7013	160443	126312

Stime delle emissioni dei principali inquinanti per i diversi macrosettori relative all'anno 2013 ricalcolato.

	NOx (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2,5} (t)	SO ₂ (t)	CO ₂ (kt)	CO (t)	NH ₃ (t)	N ₂ O (t)	CH ₄ (t)	COV (t)
MS1	3706	29	23	22	2153	2825	1658	11	28	171	183
MS2	6576	5902	5608	5549	219	8571	48037	107	309	3819	6535
MS3	12541	665	482	369	8107	7286	3646	20	342	309	503
MS4	2050	1235	645	414	2438	1369	4472	144	0	1406	4585
MS5	192	0	0	0	2	0	17	0	0	36509	3001
MS6	0	482	313	274	0	0	0	0	0	0	28998
MS7	47814	3675	2941	2256	61	10983	55082	541	349	959	13846
MS8	10170	553	470	469	69	925	3664	2	39	16	1072
MS9	606	10	5	5	16	394	224	144	76	46141	66
MS10	565	841	492	220	0	0	0	46953	6225	71871	43010
MS11	-	-	-	-	-	-3843	-	-	-	-	34911
totali	84532	13185	10691	9304	13089	28744	117282	47939	7369	161201	136711

Nota: in grassetto sono evidenziati i valori che hanno subito modifica a seguito del ricalcolo

5. Confronti fra inventari

I risultati delle stime delle emissioni regionali relative al 2015 sono stati messi a confronto sia con l'edizione del precedente inventario regionale, relativa al 2013, sia con l'inventario nazionale ISPRA 2015 redatto con metodologia top-down (file scaricato dal sito di Ispra DB_PUNT14032018.xlsx).

Il confronto con l'inventario regionale 2013, rivisto in alcuni aspetti come descritto nel precedente capitolo, non mostra sostanziali differenze.

In generale, i settori che maggiormente contribuiscono al carico emissivo sono gli stessi e gli ordini di grandezza delle stime sono invariati per tutti gli inquinanti.

Scendendo nel dettaglio delle sorgenti censite in modo puntuale le differenze che emergono sono imputabili sia alla variazione degli indicatori di attività sia alla variabilità interannuale dei valori misurati a camino. Quest'ultima motivazione in particolare dà ragione dell'unica variazione di rilievo, riscontrabile per l'inquinante SO₂ relativamente al macrosettore 1.

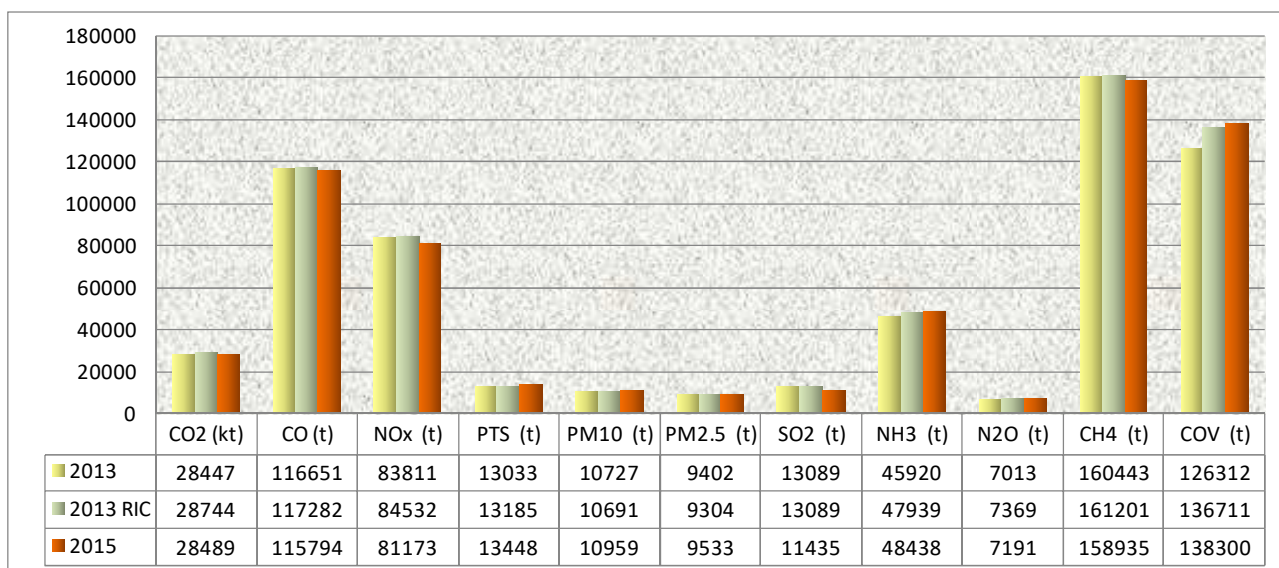


Figura 5.1. Confronto fra l'inventario regionale 2013, 2013 ricalcolato e 2015 per tutti i macroinquinanti e tutti i macrosettori.

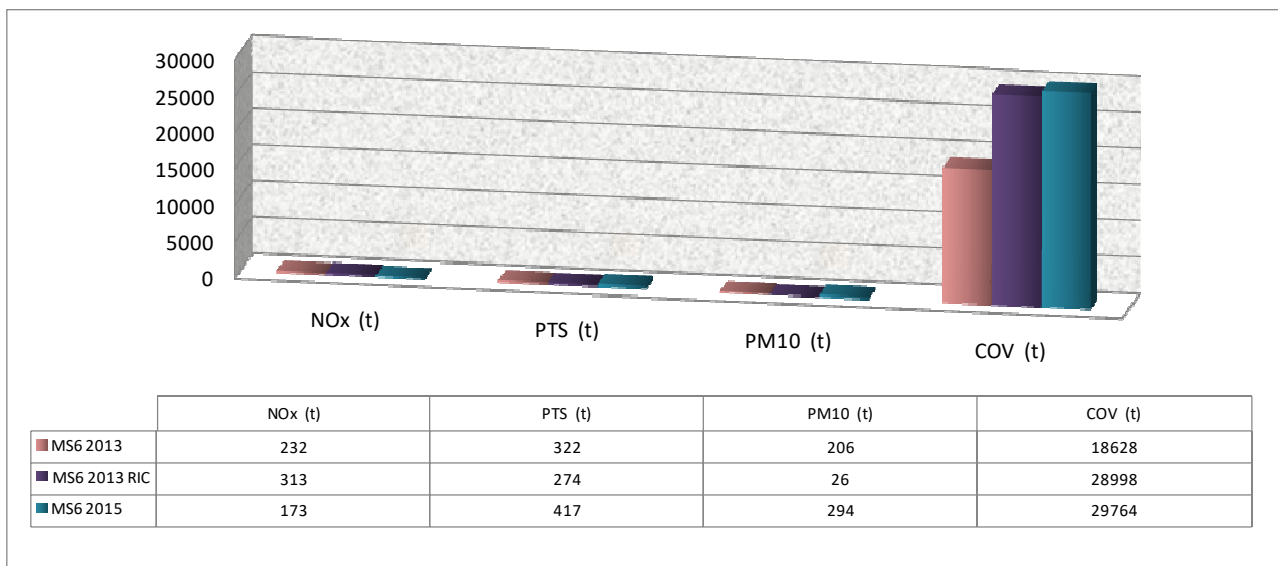


Figura 5.2. Confronto fra l'inventario regionale 2013, 2013 ricalcolato e 2015, per il macrosettore 6 e gli inquinanti NOx, PTS, PM10 e COV.

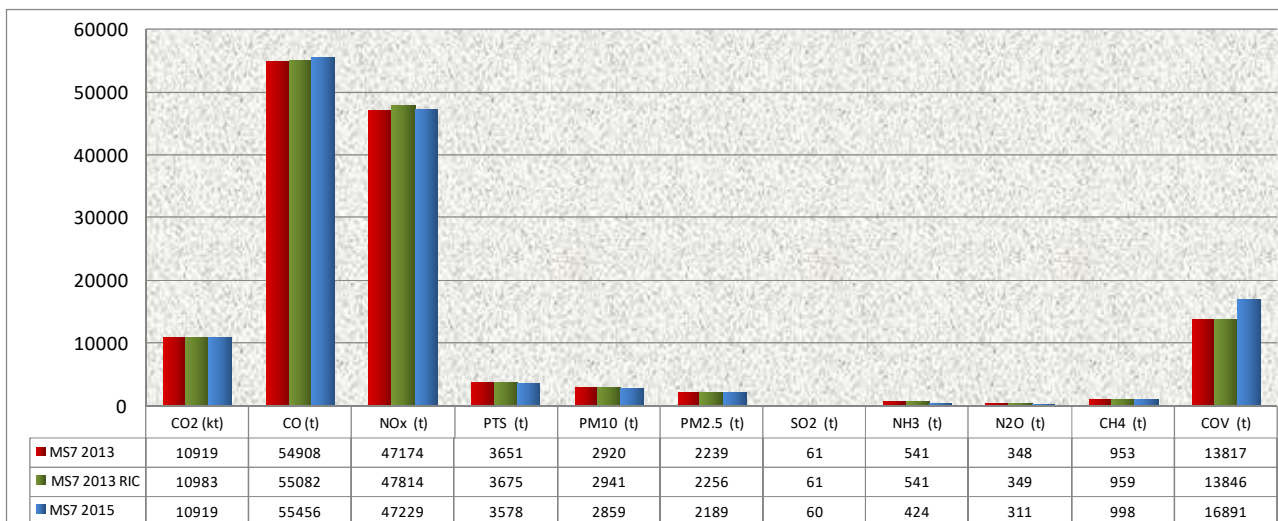


Figura 5.3. Confronto fra l'inventario regionale 2013, 2013 ricalcolato e 2015, per il macrosettore 7 per tutti i macroinquinanti.

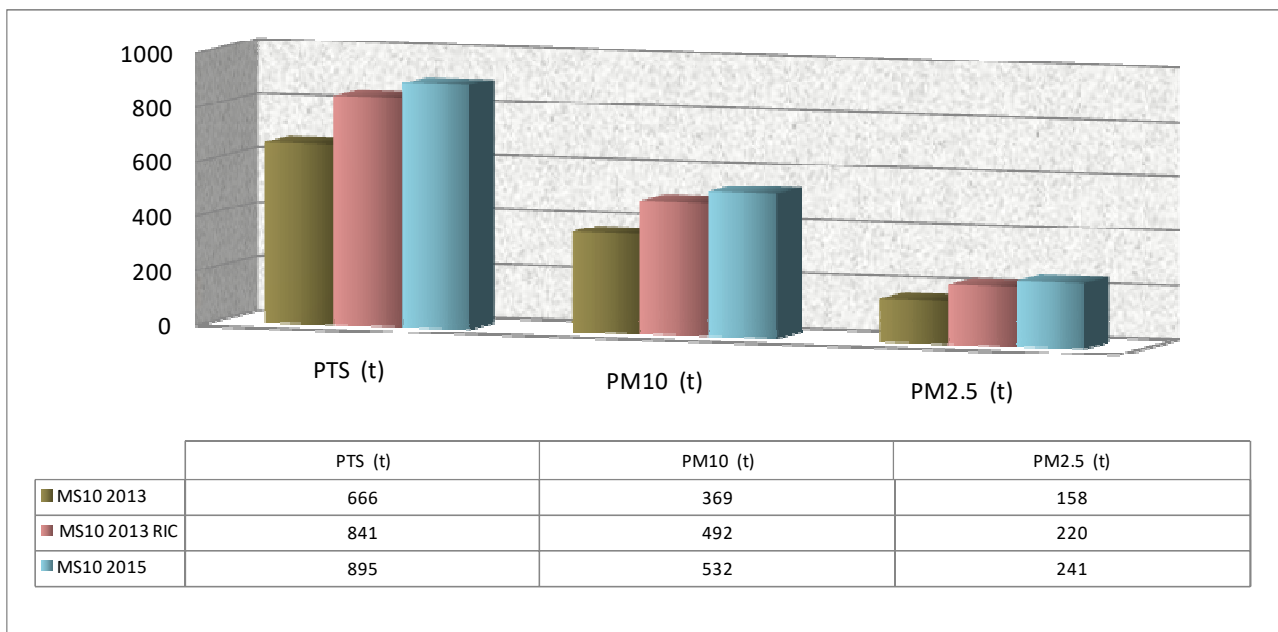


Figura 5.4. Confronto fra l'inventario regionale 2013, 2013 ricalcolato e 2015 per il macrosettore 10, per gli inquinanti PTS, PM10 e PM2,5.

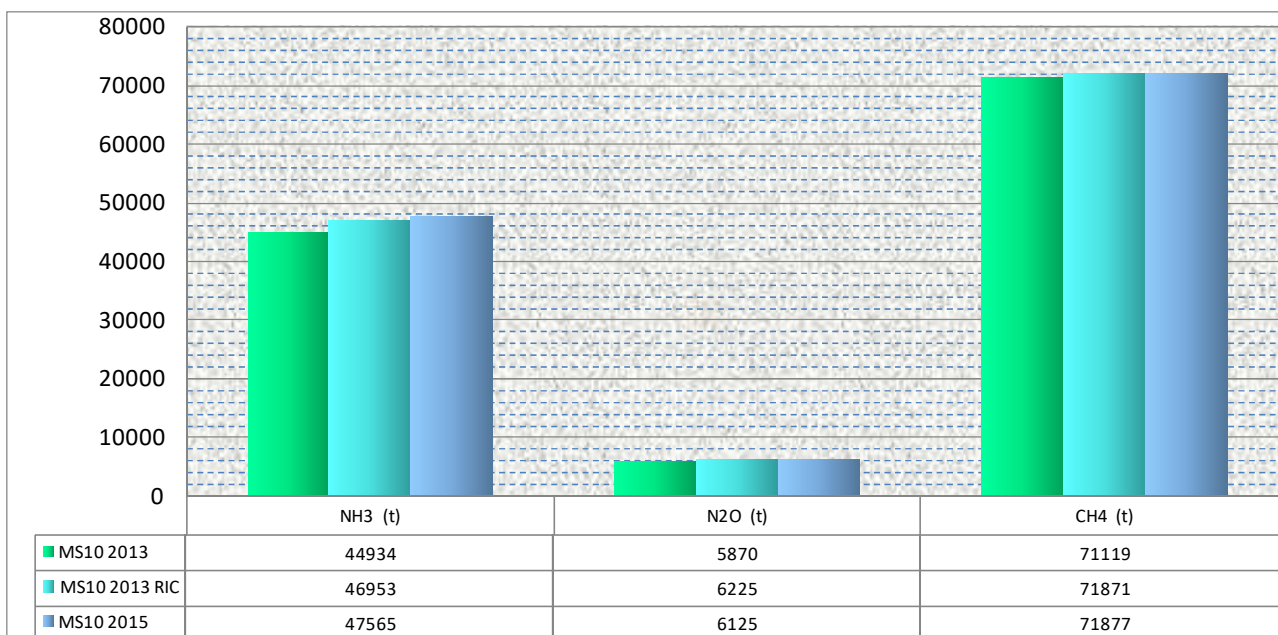


Figura 5.5. Confronto fra l'inventario regionale 2013, 2013 ricalcolato e 2015 per il macrosettore 10, per gli inquinanti NH3, N2O e CH4.

ISPRA 2015	SO2	NOx	COV	CH4	CO	CO2	N2O	NH3	PM10	PM2_5	As	Cd	Ni	Pb	BaP
M1	16	1986	199	325	1613	4540	34		30	23	12	2	195	44	39
M2	785	9904	11628	4908	72317	8770	461	79	5396	5338	65	257	257	8065	2961
M3	4560	6552	455	1078	3124	5836	170	37	898	774	1095	105	798	7743	39
M4	3705	1985	4017	13	3085	1827	113	87	563	418		60	14	314	47
M5			4002	29442		51	0	0	0						
M6			29861			66	116								1
M7	33	37460	11360	697	41269	9059	252	595	1977	1643		33	85	924	213
M8	205	7113	1763	69	8356	1151	264	2	436	436	2	1	40	268	18
M9	13	191	885	57378	3896	0	490	514	275	236	0	0	0	0	714
M10		4635	122	70376	1328	78	5124	47690	1630	551					
M11	7	34	74796	45291	2246	-1666	393	8	94	77					73
TOT	9324	69859	139087	209577	137234	29713	7418	49011	11301	9496	1174	458	1388	17358	4105

Tabella 5.1. Inventario ISPRA 2015 relativo alla regione Emilia-Romagna.

Il confronto con l'inventario nazionale ISPRA 2015 (Tabella 5.1) ha mostrato un sostanziale allineamento per quanto concerne gli ordini di grandezza delle stime e per quanto riguarda il peso dei diversi settori al carico emissivo regionale.

Le differenze riscontrate sono imputabili principalmente alle diverse metodologie di stima oltre che a lievi differenze nella classificazione SNAP adottata.

Tale confronto è stato approfondito con l'impiego del sistema di benchmarking disponibile nello strumento Delta_Emis sviluppato nel quadro del FAIRMODE - Gruppo di lavoro 2 sulle emissioni. Questo tool è progettato per analizzare e confrontare gli inventari delle emissioni, in particolare per confrontare le stime bottom-up e top-down a livello nazionale, regionale e urbano.

La valutazione è supportata da diverse tipologie di diagrammi: il cosiddetto "diagramma diamond" permette di identificare le discrepanze fra gli inventari e consente di valutare se le differenze tra essi sono legate a diversi fattori di emissione o alla scelta degli indicatori di attività; il "diagramma ratio" invece rappresenta per gli inquinanti scelti il rapporto tra il bottom-up e il top-down.

L'analisi è stata circoscritta ai macrosettori 2 (DOM), 3 e 4 insieme (IND34) e 7 (TRAF).

Per la costruzione dei diagrammi, i quantitativi sono stati normalizzati rispetto all'inquinante NOx.

Il "diagramma diamond" mostra che per il settore del trasporto su strada gli inventari messi a confronto sono coerenti sia per quanto riguarda l'IA, leggermente superiore nel BUP, sia per quanto riguarda i FE; i marcatori risultano prossimi all'unità; vi è quasi completa proporzionalità fra FE di NOx e PM10 e discreta nei FE dei COV. Questo fatto è mostrato anche dal "diagramma ratio" che presenta rapporti sufficientemente bassi e di segno concorde per tutti gli inquinanti.

Per il settore del riscaldamento domestico fra i due inventari vi è una coerenza accettabile, sia per quanto riguarda l'IA, leggermente inferiore nel BUP; sia per quanto riguarda i FE. Anche il "diagramma ratio" presenta per tutti gli inquinanti rapporti sufficientemente bassi, anche se di segno opposto.

Differenze significative si osservano per la parte di combustione associata alle attività produttive, mentre la produzione senza combustione mostra un buon accordo.

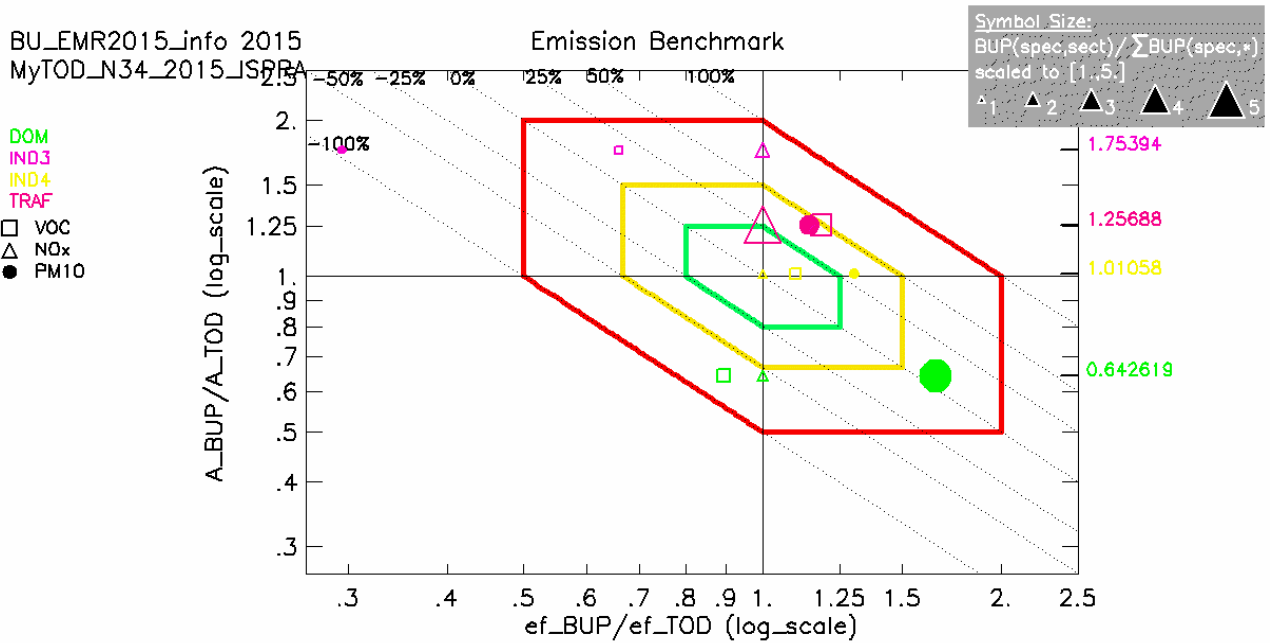


Figura 5.6. Diagramma diamond

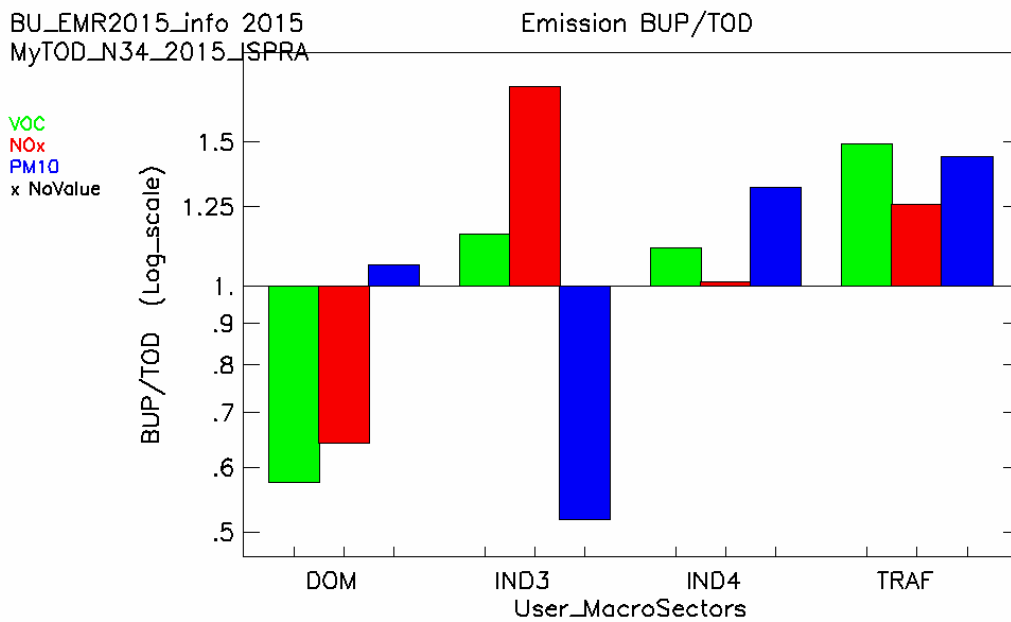


Figura 5.7. Diagramma ratio

Si ritiene che la causa delle differenze sia dovuta principalmente alla diversa modalità di compilazione. L'inventario regionale bottom-up è stato costruito per i macrosettori 3 e 4 in maniera puntuale e risulta dall'analisi sistematica delle dichiarazioni aziendali e dallo studio dei cicli produttivi: per questo motivo si ritiene che esso fornisca un risultato più preciso rispetto ad inventari che impiegano in gran parte indicatori statistici per descrivere la produzione.

A ciò si accompagna in taluni casi l'uso di fattori di emissione più bassi, effettivamente rispondenti alla realtà territoriale e ai sistemi di abbattimento implementati, o risultanti dalla misura diretta delle emissioni rapportata al dato di produzione.

Allegato 1. Classificazione delle attività con emissioni in atmosfera.

In base alla classificazione SNAP tutte le attività antropiche e naturali che possono dare origine a emissioni in atmosfera sono ripartite negli undici macrosettori di seguito riportati.

Ogni macrosettore è suddiviso in ulteriori due livelli, in modo tale che ad ogni singola attività risulta assegnato un codice che la identifica in modo univoco.

MACROSETTORE 1 – Produzione energia e trasformazione combustibili

010100 Produzione di energia elettrica
010101 Caldaie con potenza termica $\geq 300\text{MW}$
010102 Caldaie con potenza termica ≥ 50 e $< 300\text{MW}$
010103 Caldaie con potenza termica $< 50\text{MW}$
010104 Turbine a gas
010105 Motori a combustione interna
010200 Teleriscaldamento
010201 Caldaie con potenza termica $\geq 300\text{MW}$
010202 Caldaie con potenza termica ≥ 50 e $< 300\text{MW}$
010203 Caldaie con potenza termica $< 50\text{MW}$
010204 Turbine a gas
010205 Motori a combustione interna
010300 Raffinerie
010301 Caldaie con potenza termica $\geq 300\text{MW}$
010302 Caldaie con potenza termica ≥ 50 e $< 300\text{MW}$
010303 Caldaie con potenza termica $< 50\text{MW}$
010304 Turbine a gas
010305 Motori a combustione interna
010306 Forni di raffinaria
010400 Impianti di trasformazione di combustibili solidi
010401 Caldaie con potenza termica $\geq 300\text{MW}$
010402 Caldaie con potenza termica ≥ 50 e $< 300\text{MW}$
010403 Caldaie con potenza termica $< 50\text{MW}$
010404 Turbine a gas
010405 Motori a combustione interna
010406 Forni di cokeria
010407 Altro (gassificazione o liquefazione del carbone, ecc.)
010500 Miniere di carbone - estrazione oli/gas - compressori per tubazioni
010501 Caldaie con potenza termica $\geq 300\text{MW}$
010502 Caldaie con potenza termica ≥ 50 e $< 300\text{MW}$
010503 Caldaie con potenza termica $< 50\text{MW}$
010504 Turbine a gas
010505 Motori a combustione interna
010506 Compressori per tubazioni

MACROSETTORE 2 Combustione non industriale

020100 Impianti commerciali ed istituzionali
020101 Caldaie con potenza termica $\geq 300\text{MW}$
020102 Caldaie con potenza termica ≥ 50 e $< 300\text{MW}$
020103 Caldaie con potenza termica $< 50\text{MW}$

020104 Turbine a gas
020105 Motori a combustione interna
020106 Altri sistemi (condizionatori, ecc.)
020107 Pizzerie con forno a legna
020200 Impianti residenziali
020201 Caldaie con potenza termica \geq 50 MW
020202 Caldaie con potenza termica $<$ 50MW
020203 Turbine a gas
020204 Motori a combustione interna
020206 Camino aperto tradizionale
020207 Stufa tradizionale a legna
020208 Camino chiuso o inserto
020209 Stufa o caldaia innovativa
020210 Stufa automatica a pellets o cippato o BAT legna
020300 Impianti in agricoltura, silvicoltura e acquacoltura
020301 Caldaie con potenza termica \geq 50 MW
020302 Caldaie con potenza termica $<$ 50MW
020303 Turbine a gas
020304 Motori a combustione interna
020305 Altri sistemi (condizionatori, ecc.)

MACROSETTORE 3 Combustione nell'industria

030100 Combustione nelle caldaie, turbine e motori a combustione interna
030101 Caldaie con potenza termica \geq 300MW
030102 Caldaie con potenza termica \geq 50 e $<$ 300MW
030103 Caldaie con potenza termica $<$ 50MW
030104 Turbine a gas
030105 Motori a combustione interna
030106 Altri sistemi (condizionatori, ecc.)
030200 Forni di processo senza contatto
030203 Cowpers di altiforni
030204 Forni per gesso
030205 Altri forni
030300 Processi di combustione con contatto
030301 Impianti di sinterizzazione e pellettizzazione
030302 Forni siderurgici per riscaldamento successivo
030303 Fonderie di ghisa e acciaio
030304 Produzione di piombo di prima fusione
030305 Produzione di zinco di prima fusione
030306 Produzione di rame di prima fusione
030307 Produzione di piombo di seconda fusione
030308 Produzione di zinco di seconda fusione
030309 Produzione di rame di seconda fusione
030310 Produzione di alluminio di seconda fusione
030311 Cemento
030312 Calce (incluse le industrie del ferro, dell'acciaio e di paste per la carta)
030313 Agglomerati bituminosi
030314 Vetro piano
030315 Contenitori di vetro
030316 Lana di vetro (eccetto l'uso di solventi)
030317 Altro vetro

030318 Lana minerale (eccetto l'uso di solventi)
030319 Laterizi e piastrelle
030320 Materiale di ceramica fine
030321 Industria cartiera (processi di essiccazione)
030322 Produzione di allumina
030323 Produzione di magnesio (da dolomite)
030324 Produzione di nickel (trattamenti termici)
030325 Produzione di smalto
030326 Altri processi con contatto

MACROSETTORE 4 - Processi produttivi

040100 Processi nell'industria petrolifera
040101 Lavorazione di prodotti petroliferi
040102 Cracking catalitico a letto fluido (FCC) – caldaia (CO)
040103 Impianti di recupero zolfo
040104 Immagazzinamento e trasporto di prodotti nelle raffinerie
040105 Altro
040200 Processi nelle industrie del ferro e dell'acciaio e nelle miniere di carbone
040201 Forni da coke (perdite dalle porte e spegnimento)
040202 Operazioni di carico degli altiforni
040203 Spillatura della ghisa di prima fusione
040204 Combustibili solidi senza fumi
040205 Acciaio (forno Martin-Siemens)
040206 Acciaio (forno basico ad ossigeno)
040207 Acciaio (forno elettrico)
040208 Laminatoi
040209 Impianti di sinterizzazione e pellettizzazione (eccetto 030301)
040210 Altro
040300 Processi nelle industrie di metalli non ferrosi
040301 Produzione di alluminio (elettrolisi)
040302 Ferroleghie
040303 Produzione silicio
040304 Produzione magnesio (eccetto 030323)
040305 Produzione di nickel (eccetto 030324)
040306 Leghe metalliche
040307 Galvanizzazione
040308 Placcatura elettrica
040309 Altro
0403010 Estrusione di metalli
0403011 Uso di materiale da saldatura
040400 Processi nelle industrie chimiche inorganiche
040401 Acido solforico
040402 Acido nitrico
040403 Ammoniaca
040404 Solfato di ammonio
040405 Nitrato di ammonio
040406 Fosfato di ammonio
040407 Fertilizzanti composti (NPK)
040408 Urea
040409 Nerofumo
040410 Biossido di titanio

040411 Grafite
040412 Carburo di calcio
040413 Cloro
040414 Fertilizzanti a base di fosforo
040415 Immagazzinamento e trasporto di prodotti chimici inorganici
040416 Altro
040500 Processi nelle industrie chimiche organiche
040501 Etilene
040502 Propilene
040503 1,2 dicloroetano (eccetto 040505)
040504 Cloruro di vinile (eccetto 040505)
040505 1,2 dicloroetano + cloruro di vinile (processo bilanciato)
040506 Polietilene a bassa densità
040507 Polietilene ad alta densità
040508 Cloruro di polivinile
040509 Polipropilene
040510 Stirene
040511 Polistirene
040512 Stirene-butadiene
040513 Lattice stirene-butadiene
040514 Gomma stirene-butadiene (SBR)
040515 Resine acrilonitrile butadiene stirene (ABS)
040516 Ossido di etilene
040517 Formaldeide
040518 Etilbenzene
040519 Anidride ftalica
040520 Acrilonitrile
040521 Acido adipico
040522 Immagazzinamento e trasporto di prodotti chimici organici
040523 Acido gliossilico
040525 Produzione di fitofarmaci
040526 Produzione di prodotti organici persistenti
040527 Altro
040528 Membrane bitume-polimero
040600 Processi nell'industria del legno, pasta per la carta, alimenti, bevande e altro
040601 Cartoncino grigio
040602 Pasta per la carta (processo al solfato)
040603 Pasta per la carta (processo al solfito)
040604 Pasta per la carta (processo semi-chimico al solfito neutro)
040605 Pane
040606 Vino
040607 Birra
040608 Alcolici
040610 Copertura tetti con asfalto
040611 Pavimentazione stradale con asfalto
040612 Cemento (decarbonatazione)
040613 Vetro (decarbonatazione)
040614 Calce (decarbonatazione)
040615 Produzione di batterie
040616 Estrazione di minerali
040617 Altro (incluso prodotti contenenti amianto)

040618 Uso di calce e dolomite
040619 Produzione e uso di polvere di soda
040620 Fibrocemento
040621 Tostatura di caffè
040622 Produzione di mangimi
040623 Cementifici e calcifici: frantumazione, trasporto e deposito
040624 Produzione di lievito
040625 Laterizi e ceramiche: macinazione, pressatura, smaltatura e altro
040626 Vetriere: insilamento, trattamento superficiale, sabbiatura
040627 Prodotti da forno
040628 Industria delle carni
040629 Margarina e grassi
040630 Zucchero
040631 Industrie tessili: filatura, tessitura e altro
040800 Produzione di idrocarburi alogenati ed esafluoruro di zolfo
040801 Idrocarburi alogenati: emissioni di sottoprodotti
040802 Idrocarburi alogenati: emissioni diffuse
040803 Idrocarburi alogenati: altre emissioni
040804 Esafluoruro di zolfo: emissioni di sottoprodotti
040805 Esafluoruro di zolfo: emissioni diffuse
040806 Esafluoruro di zolfo: altre emissioni

MACROSETTORE 5 - Estrazione e distribuzione di combustibili

050100 Estrazione e primo trattamento di combustibili fossili solidi
050101 Miniere a cielo aperto
050102 Miniere sotterranee
050103 Immagazzinamento di combustibili solidi
050200 Estrazione, primo trattamento e caricamento di combustibili liquidi
050201 Attività su terraferma
050202 Attività off-shore
050300 Estrazione, primo trattamento e caricamento di combustibili gassosi
050301 Desolforazione su terraferma
050302 Attività a terra (oltre la desolforazione)
050303 Attività off-shore
050400 Distribuzione di combustibili liquidi (eccetto benzine)
050401 Terminali marittimi (navi cisterna, stoccaggio e trasporto)
050402 Altro trasporto interno e stoccaggio (incluse le condutture)
050500 Distribuzione di benzine
050501 Stazione di distribuzione delle raffinerie
050502 Trasporto e deposito (eccetto 050503)
050503 Stazioni di servizio (incluse il rifornimento di veicoli)
050600 Reti di distribuzione di gas
050601 Condotte
050603 Reti di distribuzione
050700 Estrazione di energia geotermica

MACROSETTORE 6 - Uso di solventi

060100 Verniciatura
060101 Verniciatura di autoveicoli
060102 Verniciatura: riparazione di autoveicoli
060103 Verniciatura: edilizia (eccetto 060107)

060104 Verniciatura: uso domestico (eccetto 060107)
060105 Verniciatura: rivestimenti
060106 Verniciatura: imbarcazioni
060107 Verniciatura: legno
060108 Altre applicazioni industriali di verniciatura
060109 Altre applicazioni non industriali di verniciatura
060200 Sgrassaggio, pulitura a secco e componentistica elettronica
060201 Sgrassaggio metalli
060202 Pulitura a secco
060203 Fabbricazione di componenti elettronici
060204 Altri lavaggi industriali
060300 Produzione o lavorazione di prodotti chimici
060301 Produzione / lavorazione poliestere
060302 Produzione / lavorazione cloruro di polivinile
060303 Produzione / lavorazione di schiuma di poliuretano
060304 Produzione / lavorazione di schiuma polistirolica
060305 Produzione / lavorazione della gomma
060306 Sintesi di prodotti farmaceutici
060307 Produzione di vernici
060308 Produzione di inchiostri
060309 Produzione di colle
060310 Soffiatura di asfalto
060311 Produzione di nastri adesivi, magnetici, film e fotografie
060312 Finiture tessili
060313 Conciatura di pelli
060314 Altro (pannelli truciolari, impregnazione carta, ecc...)
060400 Altro uso di solventi e relative attività
060401 Lana di vetro
060402 Lana di minerale
060403 Industria della stampa
060404 Estrazione di grassi e di oli alimentari e non
060405 Applicazioni di colle ed adesivi
060406 Conservazione del legno
060407 Trattamento antiruggine di veicoli
060408 Uso domestico di solventi (oltre la verniciatura)
060409 Deparaffinazione di veicoli
060411 Uso domestico di farmaci
060412 Altro (conservazione semi, ..)
060500 Uso di HFC, N20, NH3, PFC e SF6
060501 Anestesia
060502 Sistemi di refrigerazione e di condizionamento aria con uso di idrocarburi alogenati
060503 Sistemi di refrigerazione e condizionamento di aria senza uso di idrocarburi alogenati
060504 Produzione di schiume (eccetto 060304)
060505 Estintori
060506 Contenitori per aerosol
060507 Apparecchiature elettriche (eccetto 060203)
060508 Altro

MACROSETTORE 7 - Trasporto su strada

070100 Automobili
070101 Autostrade

070102 Strade extraurbane
070103 Strade urbane
070104 Autostrade - usura
070105 Strade extraurbane - usura
070106 Strade urbane - usura
070107 Risospensione
070200 Veicoli leggeri < 3,5 t
070201 Autostrade
070202 Strade extraurbane
070203 Strade urbane
070204 Autostrade - usura
070205 Strade extraurbane - usura
070206 Strade urbane - usura
070207 Risospensione
070300 Veicoli pesanti > 3,5 t e autobus
070301 Autostrade
070302 Strade extraurbane
070303 Strade urbane
070304 Autostrade - usura
070305 Strade extraurbane - usura
070306 Strade urbane - usura
070307 Risospensione
070400 Ciclomotori (< 50 cm³)
070403 Strade urbane
070406 Strade urbane - usura
070407 Risospensione
070500 Motocicli > 50 cm³
070501 Autostrade
070502 Strade extraurbane
070503 Strade urbane
070504 Autostrade - usura
070505 Strade extraurbane - usura
070506 Strade urbane - usura
070507 Risospensione
070600 Veicoli a benzina – Emissioni evaporative
070601 Autostrade
070602 Strade extraurbane
070603 Strade urbane

MACROSETTORE 8 - Altre sorgenti mobili e macchinari

080100 Trasporti militari
080200 Ferrovie
080201 Locomotive di manovra
080202 Carrozze
080203 Locomotive
080300 Vie di navigazione interne
080301 Navi con motori ausiliari
080302 Barche a motore/chiatte
080303 Imbarcazioni private
080304 Navi da trasporto interno merci
080400 Attività marittime

080402 Traffico marittimo nazionale
080403 Pesca
080404 Traffico marittimo internazionale (petroliere internazionali)
080500 Traffico aereo
080501 Traffico nazionale (cicli LTO - < 1000 m)
080502 Traffico internazionale (cicli LTO - < 1000 m)
080503 Traffico nazionale di crociera (> 1000m)
080504 Traffico internazionale di crociera (> 1000m)
080505 Mezzi di supporto a terra
080600 Agricoltura
080700 Silvicultura
080800 Industria
080900 Giardinaggio ed altre attività domestiche
081000 Altri trasporti fuori strada

MACROSETTORE 9 - Trattamento e smaltimento rifiuti

090200 Incenerimento rifiuti
090201 Incenerimento di rifiuti solidi urbani
090202 Incenerimento di rifiuti industriali (eccetto torce)
090203 Torce nelle raffinerie di petrolio
090204 Torce nell'industria chimica
090205 Incenerimento di fanghi da trattamento acque reflue
090206 Torce nell'estrazione di gas e oli
090207 Incenerimento di rifiuti ospedalieri
090208 Incenerimento di oli esausti
090400 Interramento di rifiuti solidi
090401 Discarica controllata di rifiuti
090402 Discarica non controllata di rifiuti
090403 Altro
090404 Discarica controllata di rifiuti – non attiva
090405 Gruppi elettrogeni di discariche RSU
090406 Torce in discariche RSU
090700 Incenerimento di rifiuti agricoli (eccetto 100300)
090900 Cremazione
090901 Incenerimento di corpi
090902 Incenerimento di carcasse
091000 Altri trattamenti di rifiuti
091001 Trattamento acque reflue industriali
091002 Trattamento acque reflue nel settore residenziale e commerciale
091003 Spargimento di fanghi
091005 Compostaggio
091006 Produzione biogas
091007 Fosse biologiche
091008 Altra produzione di combustibile (RDF)

MACROSETTORE 10 - Agricoltura

100100 Coltivazioni con fertilizzanti
100101 Coltivazioni permanenti
100102 Terreni arabili
100103 Risaie
100104 Vivai

100105 Foraggiere
100106 Maggesi
100200 Coltivazioni senza fertilizzanti
100201 Coltivazioni permanenti
100202 Terreni arabili
100203 Risaie
100204 Vivai
100205 Foraggiere
100206 Maggesi
100300 Combustione stoppie
100301 Cereali
100302 Legumi
100303 Tuberi e radici
100304 Canna da zucchero
100305 Altro
100400 Fermentazione enterica
100401 Vacche da latte
100402 Altri bovini
100403 Ovini
100404 Maiali da ingrasso
100405 Cavalli
100406 Asini e muli
100407 Capre
100408 Galline ovaiole
100409 Pollastri
100410 Altri avicoli (anatre, oche, ..)
100411 Animali da pelliccia
100412 Scrofe
100413 Cammelli
100414 Bufalini
100415 Altro
100416 Conigli
100417 Struzzi
100500 Gestione reflui riferita ai composti organici
100501 Vacche da latte
100502 Altri bovini
100503 Maiali da ingrasso
100504 Scrofe
100505 Ovini
100506 Cavalli
100507 Galline ovaiole
100508 Pollastri
100509 Altri avicoli (anatre, oche, ..)
100510 Animali da pelliccia
100511 Capre
100512 Asini e muli
100513 Cammelli
100514 Bufalini
100515 Altro
100516 Conigli
100517 Struzzi

100600 Uso di fitofarmaci
100900 Gestione reflui riferita ai composti azotati
100901 Vacche da latte
100902 Altri bovini
100903 Maiali da ingrasso
100904 Scrofe
100905 Pecore
100906 Cavalli
100907 Galline ovaiole
100908 Pollastri
100909 Altri avicoli (anatre, oche, ..)
100910 Animali da pelliccia
100911 Capre
100912 Asini e muli
100913 Cammelli
100914 Bufalini
100915 Altro
100916 Conigli
100917 Struzzi
101000 Emissioni di particolato dagli allevamenti
101001 Vacche da latte
101002 Altri bovini
101003 Maiali da ingrasso
101004 Scrofe
101007 Galline ovaiole
101008 Pollastri
101009 Altri avicoli (anatre, oche, ..)
101014 Bufalini

MACROSETTORE 11 - Altre sorgenti e assorbimenti

110100 Foreste decidue non gestite
110104 Farnia (*Quercus robur*)
110105 Boschi di querce sessili (*Quercus petraea*)
110106 Altre querce decidue
110107 Leccio (*Quercus ilex*)
110108 Sughera (*Quercus suber*)
110109 Altre querce sempreverdi a foglia larga
110110 Faggio
110111 Betulla
110115 Altre decidue a foglia larga
110116 Altre sempreverdi a foglia larga
110117 Suoli (escluso CO₂)
110200 Foreste non gestite di conifere
110204 Abete rosso norvegese (*Picea abies*)
110205 Picea di Sitka (*Picea sitchensis*)
110206 Altri abeti rossi
110207 Pino silvestre (*Pinus sylvestris*)
110208 Pino marittimo (*Pinus pinaster*)
110209 Pino d'Aleppo (*Pinus Halepensis*)
110210 Altri pini
110211 Abete bianco (*Abies alba*)

110212 Larice
110213 Altre conifere
110214 Suoli (escluso CO2)
110300 Incendi di foreste e altra vegetazione
110301 Dolosi
110302 Altro
110400 Praterie e altri tipi di bassa vegetazione
110401 Praterie
110402 Tundra
110403 Altra bassa vegetazione
110404 Altra vegetazione (macchia mediterranea)
110405 Suoli (escluso CO2)
110500 Zone umide (paludi, acquitrini)
110501 Paludi salmastre non drenate
110502 Paludi salmastre drenate
110503 Stagni
110504 Paludi non salmastre
110505 Acquitrini
110506 Zone allagate
110600 Acque
110601 Laghi
110602 Acque basse marine (<6m)
110603 Acque superficiali
110604 Acque di drenaggio
110605 Fiumi
110606 Fosse e canali
110607 Mare aperto (> 6m)
110700 Animali
110701 Termiti
110702 Mammiferi
110703 Altri animali
110800 Vulcani
110900 Infiltrazioni di gas (geyser)
111000 Lampi
111100 Foreste decidue gestite (SNAP94 cod 100700)
111104 Farnia (*Quercus robur*)
111105 Boschi di querce sessili (*Quercus petraea*)
111106 Altre querce decidue
111107 Leccio (*Quercus ilex*)
111108 Sughera (*Quercus suber*)
111109 Altre querce sempreverdi a foglia larga
111110 Faggio
111111 Betulla
111115 Altre decidue a foglia larga
111116 Altre sempreverdi a foglia larga
111117 Suoli (escluso CO2)
111200 Foreste gestite di conifere
111204 Abete rosso norvegese (*Picea abies*)
111205 Picea di Sitka (*Picea sitchensis*)
111206 Altri abeti rossi
111207 Pino silvestre (*Pinus sylvestris*)

111208 Pino marittimo (*Pinus pinaster*)
111209 Pino d'Aleppo (*Pinus Halepensis*)
111210 Altri pini
111211 Abete bianco (*Abies alba*)
111212 Larice
111215 Altre conifere
111216 Suoli (escluso CO₂)
112100 Cambiamenti degli stock di carbonio nella foresta e di altre biomasse legnose
112101 Foreste tropicali
112102 Foreste temperate
112103 Foreste boreali
112104 Praterie/tundra
112105 Altro
112200 Trasformazione di foreste e praterie

Allegato 2. Moduli generici

Modulo polveri fini

Il *modulo polveri fini* utilizza distribuzioni granulometriche definite per ogni attività e per ogni combustibile (ove previsto) a partire da quanto misurato o stimato di polveri totali, PTS, o PM10.

Il modulo stima le altre categorie di polveri basandosi sulle distribuzioni granulometriche delle polveri caratteristiche di ogni attività, ossia come percentuale in peso di PTS, PM10, PM2.5 e talvolta anche PM1 e PM0.1.

Il modulo permette di calcolare le polveri fini sia nel caso di emissioni di polveri effettivamente misurate che di emissioni stimate tramite i moduli *puntuali* e *diffuse*.

Modulo emissioni aggregate

Il *modulo emissioni aggregate* viene eseguito a valle di ogni procedura di calcolo dei moduli descritti in precedenza per stimare i seguenti inquinanti: CO₂ equivalente, sostanze acidificanti, precursori ozono, PM10 totale, PM2.5 totale.

Nella presente compilazione è stato impiegato per il calcolo della CO₂ equivalente.

La formulazione dell'algoritmo di calcolo è la seguente:

$$E_{\text{inquinante aggregato}} = \sum k_i E_i$$

in cui E_i sono le emissioni degli inquinanti di partenza e

k_i è un coefficiente specifico per ogni tipo di inquinante aggregato ed incorpora già la conversione delle unità di misura fra gli inquinanti di partenza e quelli dell'inquinante calcolato.

I coefficienti utilizzati per il calcolo degli inquinanti aggregati a partire dagli inquinanti stimati dai singoli moduli di calcolo sono riportati di seguito.

inquinante di partenza	CO ₂ equivalente (kton)
CH ₄ (ton)	0.021
CO ₂ (kton)	1
HFC (kg)	0.001696
N ₂ O (ton)	0.31
NF ₃ (kg)	0.008
PFC (kg)	0.007841
SF ₆ (kg)	0.0239

Allegato 3. Grafici dei contributi dei diversi macrosettori per ciascun macroinquinante

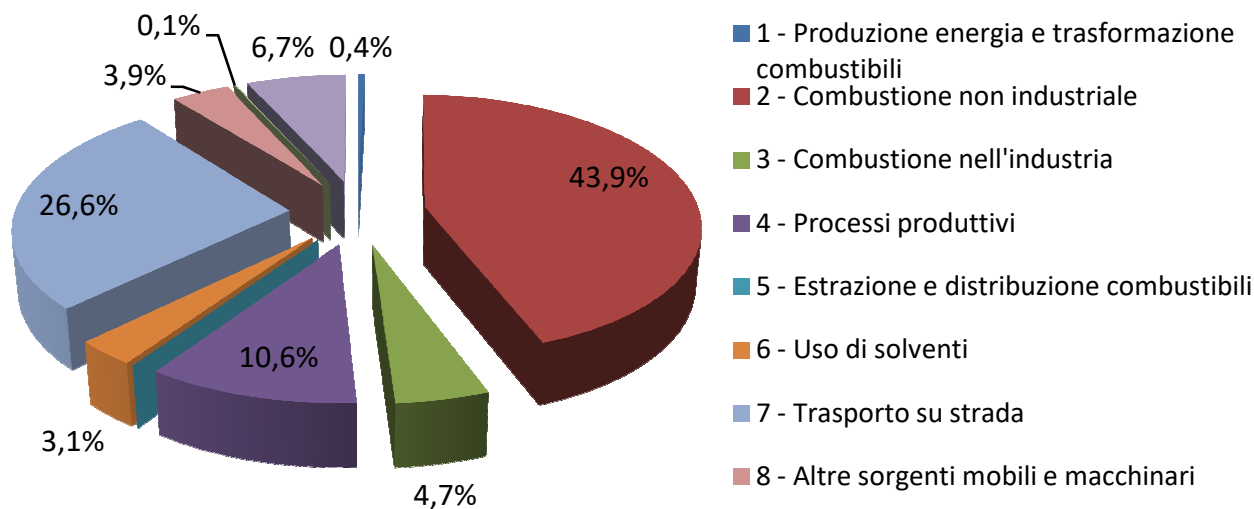


Figura A4.1. – Ripartizione percentuale delle emissioni di PTS

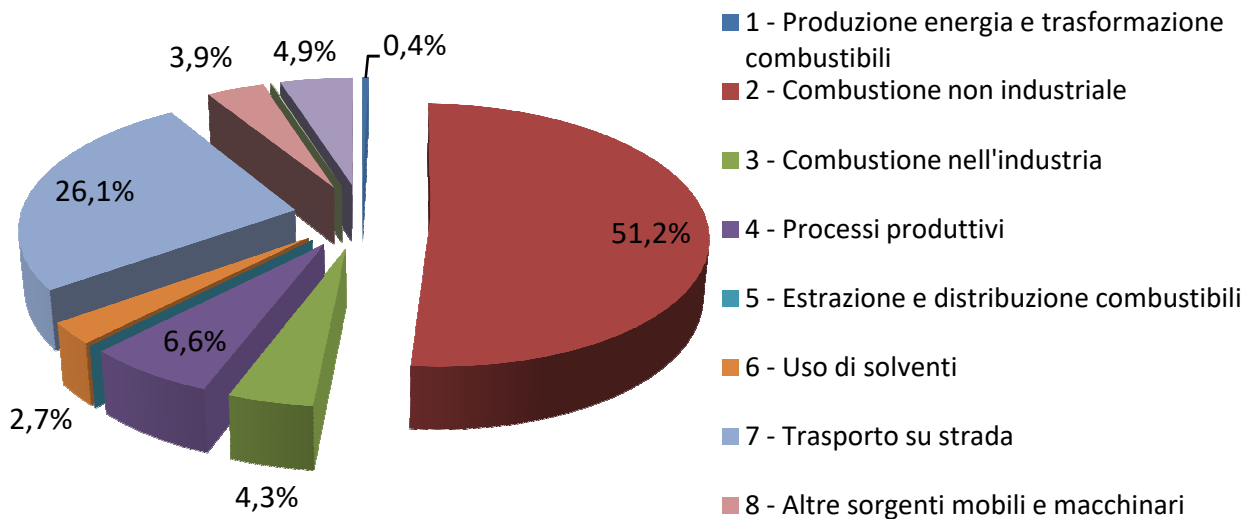


Figura A4.2. – Ripartizione percentuale delle emissioni di PM₁₀

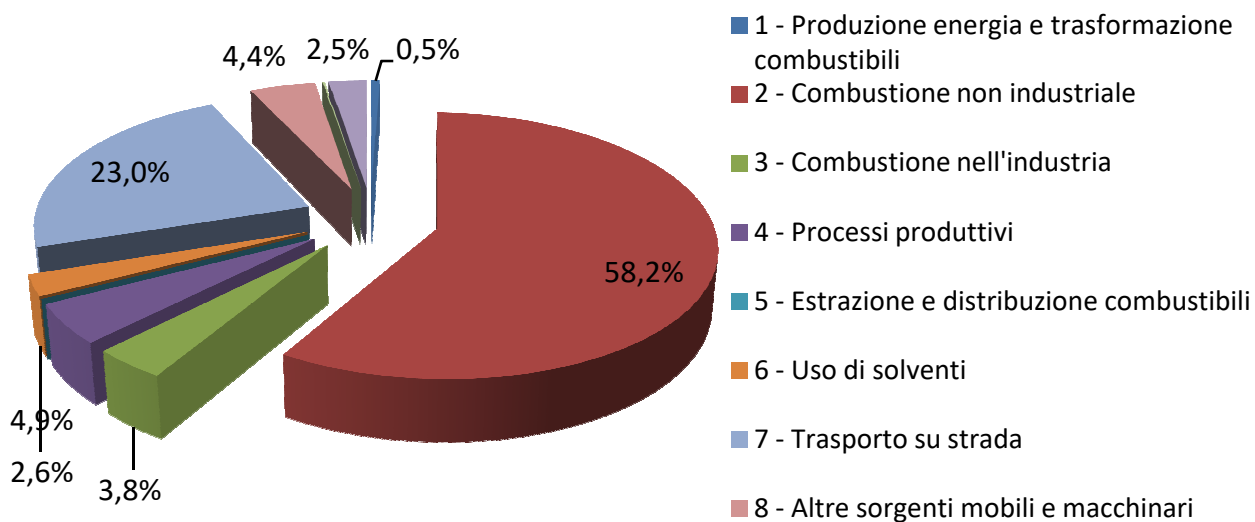


Figura A4.3. – Ripartizione percentuale delle emissioni di PM_{2,5}

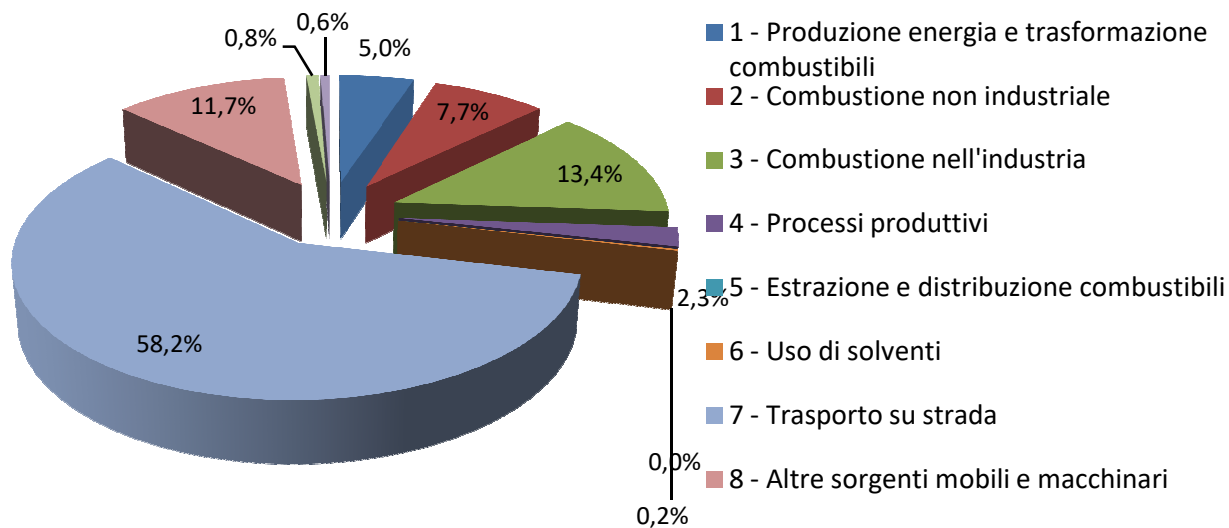


Figura A4.4. – Ripartizione percentuale delle emissioni di NO_x

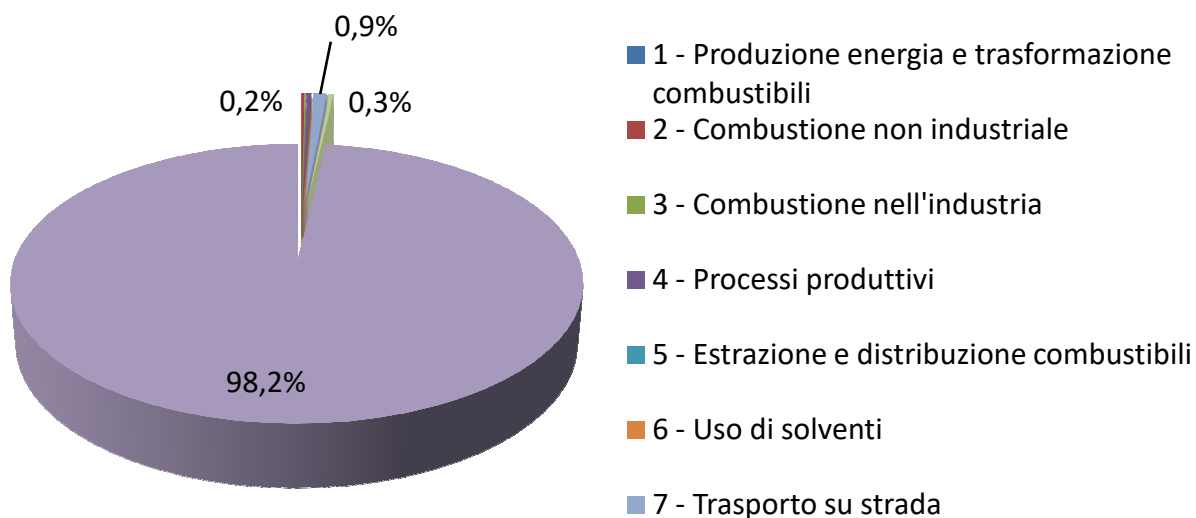


Figura A4.5. – Ripartizione percentuale delle emissioni di NH₃

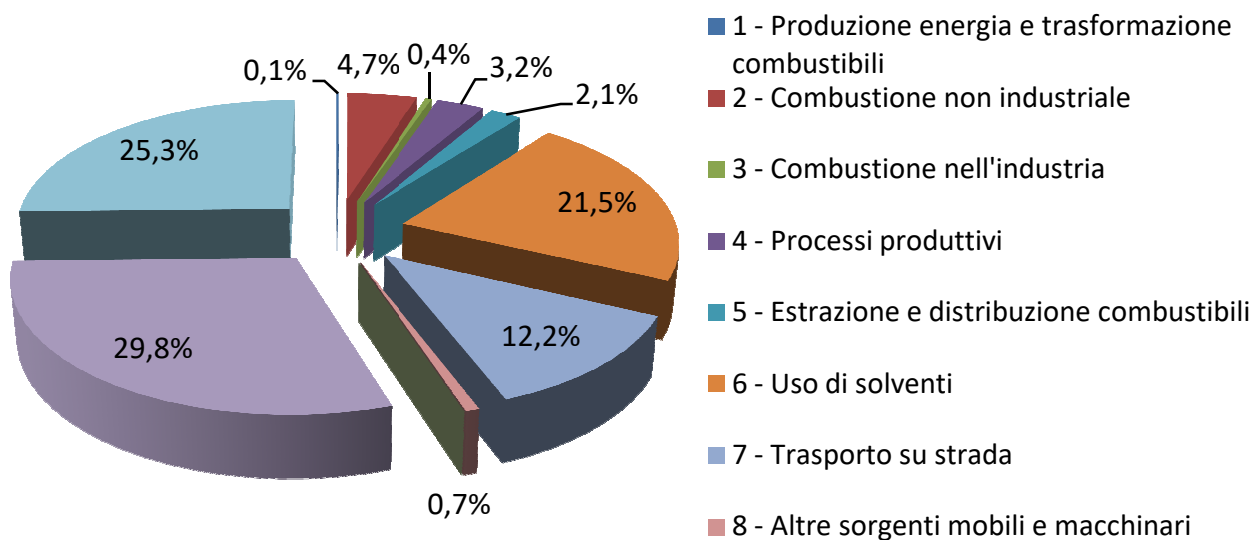


Figura A4.6. – Ripartizione percentuale delle emissioni di COVNM

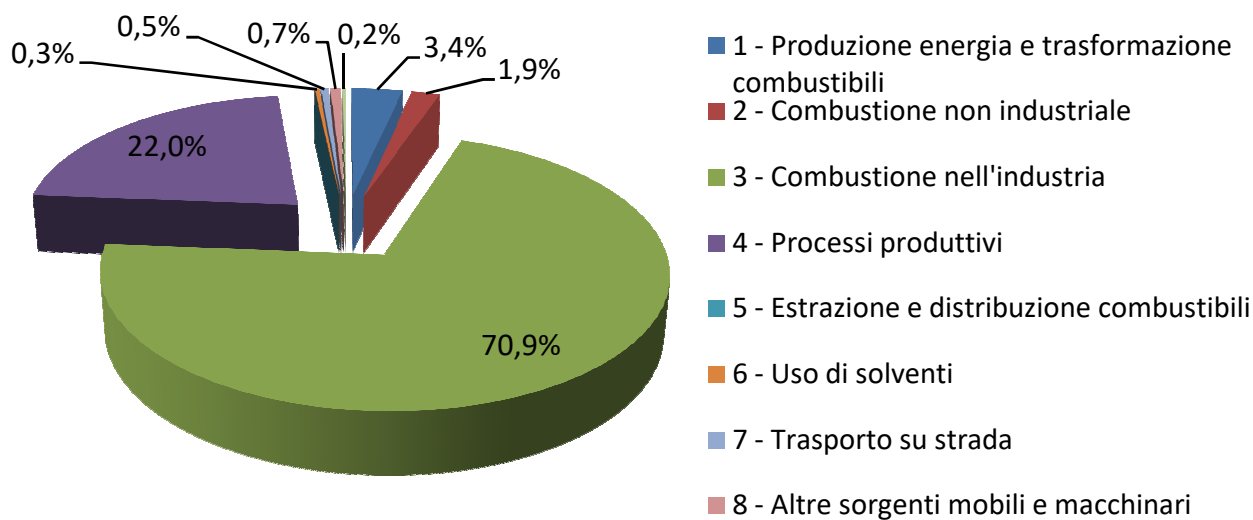


Figura A4.7. – Ripartizione percentuale delle emissioni di SO₂

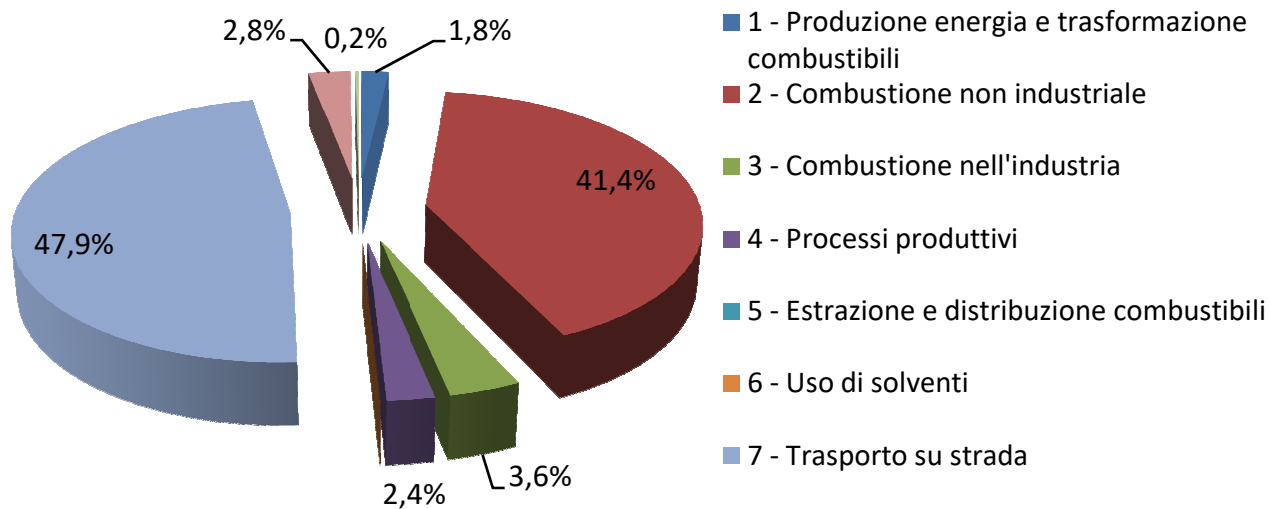


Figura A4.8. – Ripartizione percentuale delle emissioni di CO

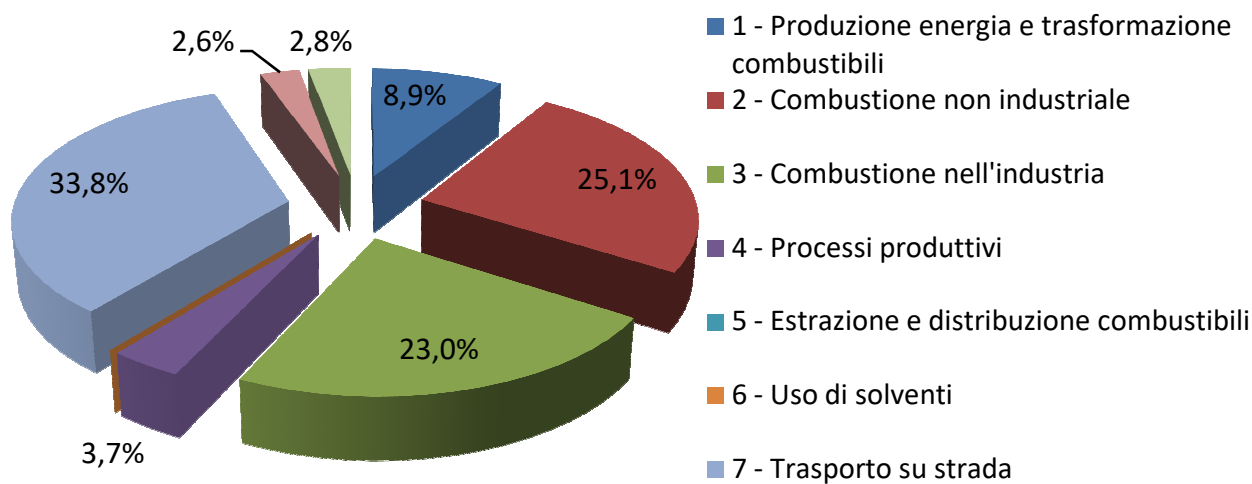


Figura A4.9. – Ripartizione percentuale delle emissioni di CO₂

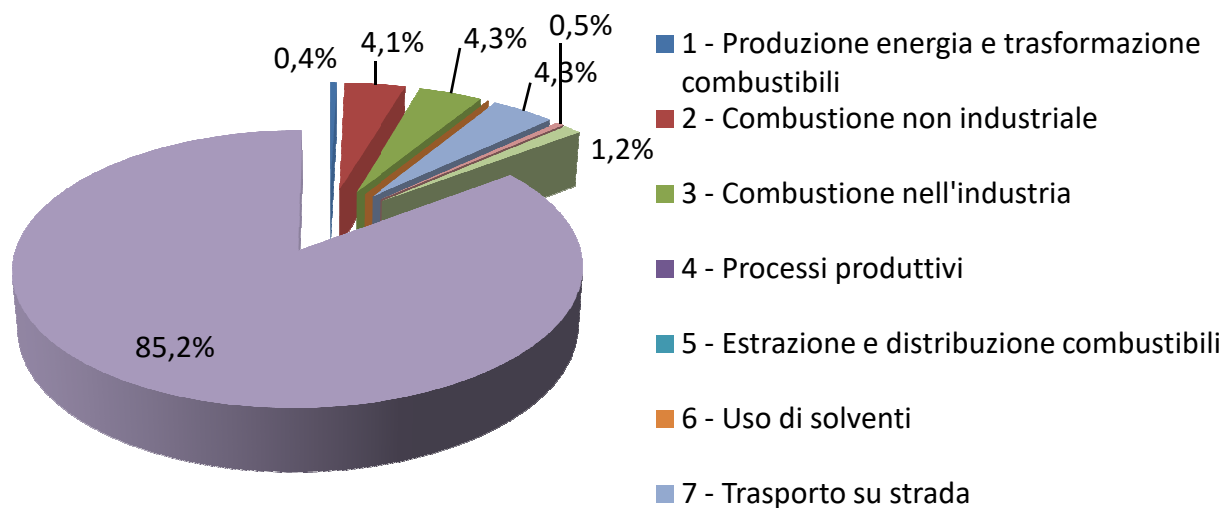


Figura A4.10. – Ripartizione percentuale delle emissioni di N₂O

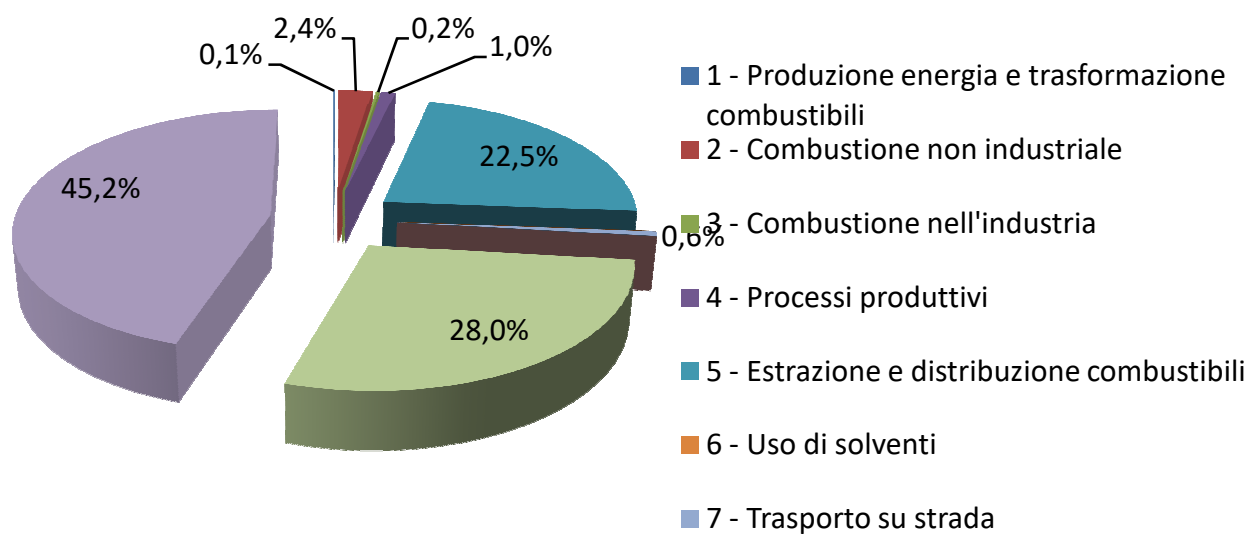


Figura A4.10. – Ripartizione percentuale delle emissioni di CH₄