



**AGGIORNAMENTO DELL'INVENTARIO REGIONALE DELLE EMISSIONI IN
ATMOSFERA DELL'EMILIA-ROMAGNA
RELATIVO ALL'ANNO 2023
(INEMAR-ER 2023)**

Rapporto finale

Febbraio 2026

Documento elaborato da

Arpae - Agenzia regionale per la prevenzione, l'ambiente e l'energia dell'Emilia Romagna

Centro tematico regionale Qualità dell'aria

Gruppo di lavoro Arpae:

Chiara Agostini – Direzione Tecnica

Sabina Bellodi - APA Centro

Margherita Cantini - APA Ovest

Maria Chiara Canu - APA Centro

Caterina Casadei – APA Est

Maria Alessia Cavallari - APA Centro

Daniele Foscoli – APA Est

Simona Maccaferri - Direzione Tecnica

Maria Elena Manzini - APA Ovest

Samuele Marinello - APA Est

Nicolò Mignardi - APA Centro

Claudia Pironi - APA Ovest

Veronica Rumberti - Direzione Tecnica

Silvia Sandrini - APA Est

Marco Tosi - APA Centro

Pamela Ugolini - APA Metropolitana

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	5
2. Aggiornamento dell'inventario: il sistema INEMAR, i fattori di emissione e l'organizzazione dei dati	6
2.1. Funzionalità del sistema INEMAR+ e metodologie impiegate	6
2.1.1. Modulo puntuali	8
2.1.2. Modulo diffuse	9
2.1.3. Moduli traffico lineare e traffico diffuso	10
2.1.4. Modulo aeroporti	13
2.1.5. Modulo porti	14
2.1.6. Modulo scariche	15
2.1.7. Modulo agricoltura	16
2.1.8. Modulo biogeniche	17
2.2. Fattori di emissione	17
3. Risultati	19
3.1. Macrosettore 1 - Produzione di energia e trasformazione di combustibili	25
3.1.1. Produzione di energia elettrica (0101)	25
3.1.2. Teleriscaldamento (0102)	26
3.1.3. Raffinerie (0103)	26
3.1.4. Compressori per tubazioni (0105)	26
Stime provinciali e totali per il macrosettore 1	27
3.2. Macrosettore 2 - Combustione non industriale	28
3.2.1. Impianti commerciali ed istituzionali (0201)	28
3.2.2. Impianti residenziali (0202)	29
Stime provinciali e totali per il macrosettore 2	31
3.3. Macrosettore 3 - Combustione industriale	34
Stime provinciali e totali per il macrosettore 3	35
3.4. Macrosettore 4 - Processi produttivi	36
Stime provinciali e totali per il macrosettore 4	38
3.5. Macrosettore 5 - Estrazione e distribuzione combustibili	39
Stime provinciali e totali per il macrosettore 5	40
3.6. Macrosettore 6 - Uso di solventi	41
3.6.1. Verniciatura (0601)	42
3.6.2. Sgrassaggio, pulizia a secco e componentistica elettronica (0602)	43
3.6.3. Produzione o lavorazione di prodotti chimici (0603)	43
Stime provinciali e totali per il macrosettore 6	44
3.7. Macrosettore 7 - Trasporto su strada	45
7.1. Confronto fra le stime dell'inventario 2021 e dell'inventario 2019	51
Stime provinciali e totali per il macrosettore 7	52

3.8. Macrosettore 8 - Altre sorgenti mobili e macchinari	53
3.8.1. Ferrovie (0802)	53
3.8.2. Porti (0804)	54
3.8.4. Mezzi in agricoltura (0806)	56
Stime provinciali e totali per il macrosettore 8	58
3.9. Macrosettore 9 - Trattamento e smaltimento rifiuti	59
3.9.1. Incenerimento rifiuti (0902)	59
3.9.3. Incenerimento di rifiuti agricoli esclusa la combustione di stoppie (0907)	60
3.9.4. Cremazione (0909)	61
3.9.5. Altri trattamenti di rifiuti (0910)	62
3.10. Macrosettore 10 - Agricoltura	64
3.10.1. Coltivazioni con fertilizzanti (1001)	64
3.10.1. Coltivazioni senza fertilizzanti (1002)	65
3.10.3. Combustione di stoppie in loco (1003)	66
3.10.4. Zootecnia (1004, 1005, 1009, 1010)	67
Stime provinciali e totali per il macrosettore 10	69
3.11. Macrosettore 11 - Altre sorgenti	70
3.11.1. Foreste (1111, 1112)	70
Stime provinciali e totali per il macrosettore 11	71
Allegato 1. Classificazione delle attività con emissioni in atmosfera	72
Allegato 2. Moduli generici	82
Modulo polveri fini	82
Allegato 3. Grafici dei contributi dei diversi macrosettori per i diversi macroinquinanti	83
Allegato 4. Tabelle riassuntive per provincia	87
Piacenza	87
Parma	88
Reggio - Emilia	89
Modena	90
Bologna	91
Ferrara	92
Ravenna	93
Forlì - Cesena	94
Rimini	95

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 degli inquinanti atmosferici 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.

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 2023 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/it/temi-ambientali/aria/inventari-emissioni/archivio-inventario-inemar/inventario-emissioni

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 Servizio osservatorio energia, rifiuti e siti contaminati.

A seguito della fase di revisione interna, l'aggiornamento è stato presentato e distribuito 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 gennaio 2026.

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 con lo strumento INEMAR (INventario EMissioni ARia) 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 l'aggiornamento dell'inventario è stato impiegato il software INEMAR 7 (versione 7.0.10 maggio 2021, descritta nel seguito) nella fase di compilazione e il software INEMAR+ per la realizzazione delle stime.

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

2.1. Funzionalità del sistema INEMAR+ e metodologie impiegate

INEMAR+, come le versioni di INEMAR precedenti, è un sistema di archiviazione dati e calcolo, 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 consente di compilare l'inventario in modalità prevalentemente bottom-up, permettendo alle varie strutture dell'Agenzia coinvolte l'inserimento di dati specifici per il territorio e/o settore di competenza.

La metodologia di riferimento implementata da INEMAR è quella EMEP-CORINAIR contenuta nel documento "EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook 2023" (www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2023) 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 per l'Emilia-Romagna comprende 11 macrosettori, 49 settori e 272 categorie (o attività).

I macrosettori sono i seguenti:

MS 1 - Produzione di energia e trasformazione di combustibili

MS 2 - Combustione non industriale

MS 3 - Combustione industriale

MS 4 - Processi Produttivi

MS 5 - Estrazione e distribuzione di combustibili

MS 6 - Uso di solventi

MS 7 - Trasporto su strada

MS 8 - Altre sorgenti mobili e macchinari

MS 9 - Trattamento e smaltimento rifiuti

MS 10 - Agricoltura

MS 11 - 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 della stima 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, Movimentazione polveri.

Per la compilazione dell'inventario sono stati utilizzati tutti i moduli ad eccezione di Riscaldamento (in quanto i dati di input non sono disponibili), Serbatoi, Distribuzioni temporali, Movimentazione polveri e AIA (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 2. 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 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
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 2023 è stato impiegato per i macrosettori 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9.

La compilazione è stata svolta dalle sedi Arpae che hanno provveduto all'individuazione degli

impianti più significativi nei territori di competenza (impianti con autorizzazioni AIA, impianti rilevanti con autorizzazione AUA), alla raccolta, elaborazione e inserimento dei dati per circa 700 stabilimenti in totale.

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 di prodotti, 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.

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). 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 di 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, per caratteristiche dell'attività o per tipologia di dati di base disponibili 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 per 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 dedicati.

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 COV_{nm}, 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 software INEMAR+ riproduce la metodologia di stima delle emissioni da traffico già presente

nella versione INEMAR 7.0.10.

Il sistema INEMAR implementa su scala regionale la metodologia di calcolo messa a punto a livello europeo nel modello COPERT V (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.

Il software prevede un diverso 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.

A differenza della compilazione precedente, per l'inventario 2023 sono stati utilizzati dati relativi ai flussi di traffico elaborati dal Settore Trasporti, infrastrutture e mobilità sostenibile della regione Emilia -Romagna Emilia-Romagna.

I dati da fornire in ingresso ai moduli di INEMAR sono i seguenti:

- parco circolante suddiviso per tipologia di veicolo, tipo di combustibile utilizzato, categoria legislativa, classe di cilindrata
- consumi regionali da trasporto per i diversi combustibili (benzina, diesel, metano, GPL, elettrico)
- 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 V, mentre la percentuale di carico viene specificata per ogni tipo di classe veicolare.

Per stimare le 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).

Per la compilazione dell’inventario 2023, anche curve di deflusso e profili temporali sono stati resi disponibili dal Settore Trasporti, infrastrutture e mobilità sostenibile della regione Emilia-Romagna.

Le emissioni lineari a freddo sono trattate come le emissioni diffuse urbane e, calcolate sulla frazione ‘b’ 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 sono stimate 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 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 i contributi in ingresso e in uscita si compensino.

I consumi così stimati sono quindi ripartiti nei singoli comuni e per tipo di veicolo mediante proxy 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 in corrispondenza della quale sono 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 una certa classe di popolosità; tali velocità di percorrenza sono state ricavate dall'analisi di diversi piani urbani del traffico.

Permangono le modifiche intervenute nella compilazione del 2021; si rimanda al relativo rapporto finale per i dettagli.

Le emissioni allo scarico e da usura sono state calcolate applicando la metodologia pubblicata dall'Agenzia Europea per l'Ambiente nel Guidebook EMEP 2024.

Permane la scelta metodologica di considerare nel parco circolante i circa 115.000 ciclomotori di caratteristiche non definite che vengono considerati come ciclomotori di categoria pre euro.

Vi sono stati aggiornamenti di alcuni fattori di emissione.

2.1.4. Modulo aeroporti

Il *modulo aeroporti* permette di trattare le emissioni legate al traffico aereo e alle attività ad esso connesse.

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, 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.

Oltre alle emissioni derivanti dal decollo e atterraggio degli aerei, sono considerati 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

Per quanto concerne le attività marittime in particolare è stato stimato il contributo emissivo riferito alle operazioni di manovra delle navi in porto e in prossimità dello stesso mentre non sono trattate le emissioni in mare aperto.

Impiegando il *modulo porti*, la stima per gli inquinanti principali 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

Le stime dei metalli sono ottenute 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 Servizio osservatorio energia, 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 calcolare le 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:

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

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 frazioni nel rifiuto

$$k_w = \sum_i k_{i,w} \cdot FMI_i / 100$$

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 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.

La metodologia seguita è stata di tipo bottom-up in quanto le SAU provinciali disponibili presso l'ufficio statistico regionale per l'anno di riferimento (2023) sono state riproporzionate a livello comunale secondo i risultati dell'ultimo censimento generale dell'agricoltura disponibile.

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_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 popola attività dei macrosettori 10 e 11.

Le stime emissive tengono conto dell'influenza sulle diverse specie agro-forestali 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.

2.2. 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 materia prima o di prodotto finito.

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 2023 delle linee guida europee EMEP-EEA (Technical report No 06/2023, con applicazione della metodologia 2024 per quello che riguarda il calcolo delle emissioni da traffico), disponibile al seguente indirizzo:

www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2023

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 (PM_{10})
- Polveri con diametro inferiore ai 2.5 micron ($\text{PM}_{2.5}$)
- Biossido di zolfo (SO_2)
- Monossido di carbonio (CO)
- Ammoniaca (NH_3)
- 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 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/it/temi-ambientali/aria/inventari-emissioni/archivio-inventario-inemar/inventario-emissioni

Le stime confermano che il riscaldamento domestico a biomassa (MS2) e il trasporto su strada (MS7) sono 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 47%, le altre sorgenti mobili (MS8), la combustione nell'industria (MS3) il riscaldamento (MS2) e la produzione di energia (MS1).

Il principale contributo (96%) alle emissioni di NH_3 , 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 dalla combustione domestica (MS2) per circa il 47% e dai trasporti su strada (MS7) per il 34%.

In figura 3.1. e tabella successiva sono riportate le emissioni regionali stimate per il 2023 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.

Fonti emissive principali	Contributo % sul totale degli inquinanti
Combustione non industriale	50% di PM10 (di cui 99.5% da impianti domestici a biomassa) 9% di NOx 47% di CO (di cui il 92% da impianti domestici a biomassa)
Trasporto su strada	23% di PM10 (di cui circa 23% da veicoli diesel e il 74% da usura) 47% di NOx (di cui 92% da veicoli diesel) 9% di COV (di cui circa il 48% da ciclomotori e motocicli) 34% di CO
Combustione industriale	4% di PM10 15% di NOx 66% di SO ₂
Produzione energia e trasformazioni combustibili	<1% di PM10 6% di NOx 3% di SO ₂
Allevamenti e coltivazioni	5% di PM10 1% di NOx 96% di NH ₃ (di cui 76% da reflui)

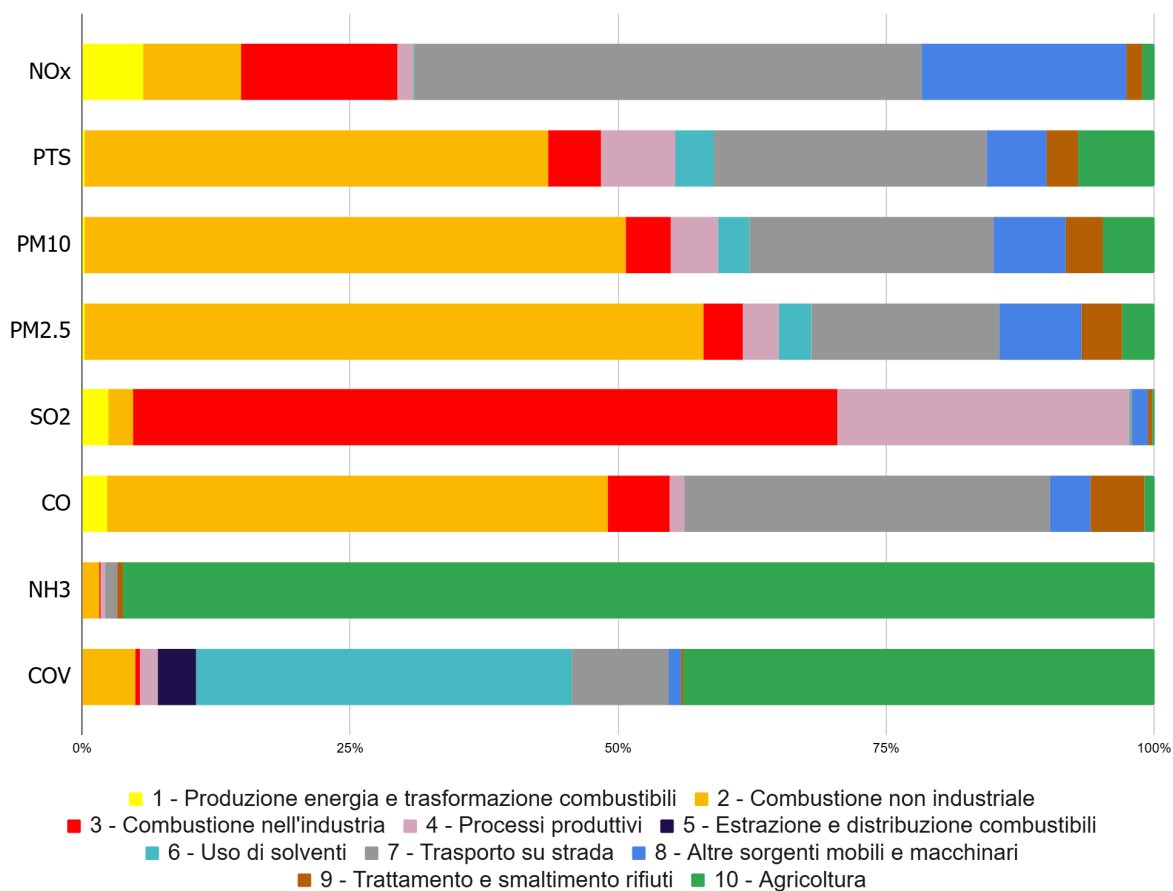


Figura 3.1. Ripartizione percentuale delle stime emissive fra i diversi macrosettori.

In riferimento ai diversi tipi di combustibile si rileva che il consumo del gasolio per autotrasporto (diesel) è responsabile di circa il 64% delle emissioni di NO_x , mentre per il PM_{10} 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.

Stime delle emissioni dei principali inquinanti per i diversi macrosettori

	NO _x (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2.5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COV (t)
MS1	3072	28	26	24	209	2035	14	64
MS2	4900	5068	4827	4707	191	39837	645	4022
MS3	7780	575	402	306	5528	4935	21	348
MS4	799	814	423	272	2424	1131	169	1397
MS5	-	-	-	-	-	-	-	2984
MS6	41	416	279	244	1	29	2	29113
MS7	25399	2993	2184	1431	21	29080	488	7446
MS8	10195	649	637	626	126	3190	2	1005
MS9	799	349	337	314	32	4301	212	178
MS10	607	833	456	243	16	811	38788	36417
MS11	-	-	-	-	-	-	-	36485
totali	53591	11726	9572	8168	8415	85349	40340	119459

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

Stime delle emissioni dei principali inquinanti per i diversi combustibili

	NOx (t)	PTS (t)	PM10(t)	PM2.5 (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVnm(t)
diesel	30974	914	914	914	36	7432	134	1664
metano	10729	267	265	264	379	7759	45	845
combustibili marini	2288	225	214	203	79	293	0	154
benzina senza piombo	1249	73	73	73	7	19705	232	6121
legna e pellet	824	5045	4804	4684	132	36752	647	3428
bitume	485	3	3	1	71	-	-	-
gas petrolio liquido (GPL)	464	9	9	9	0	3446	97	379
rifiuti solidi urbani	394	3	2	2	16	47	11	2
gasolio	229	18	17	17	121	32	0	9
kerosene	305	3	3	3	25	297		57
altri	664	353	342	317	359	4710	6	114
totale	48606	6914	6645	6487	1225	80471	1172	12774

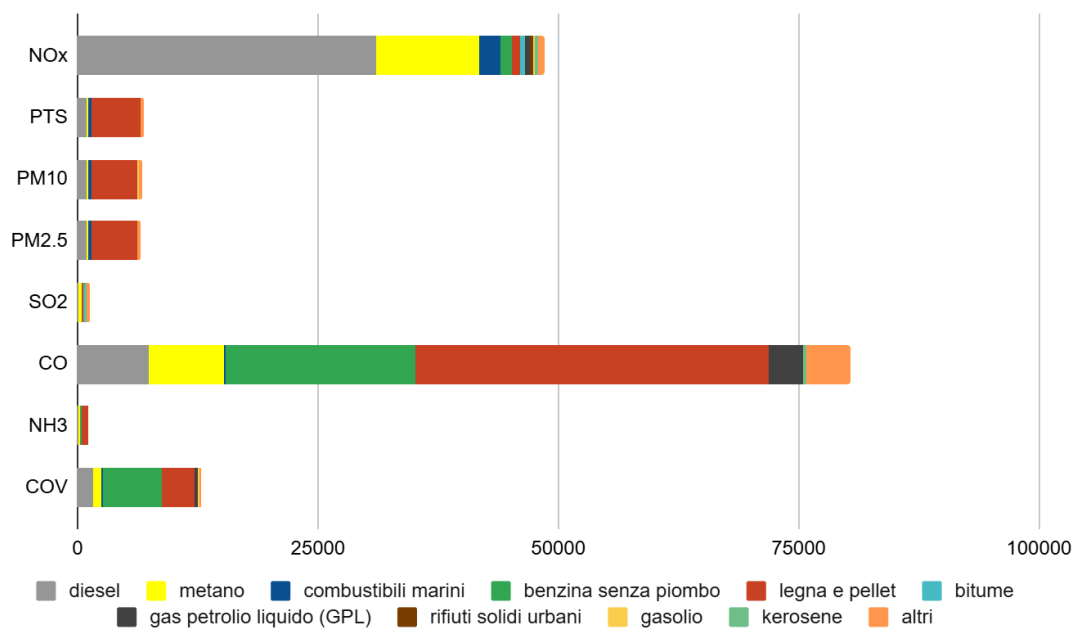


Figura 3.2. Ripartizione delle emissioni dei principali inquinanti per combustibili

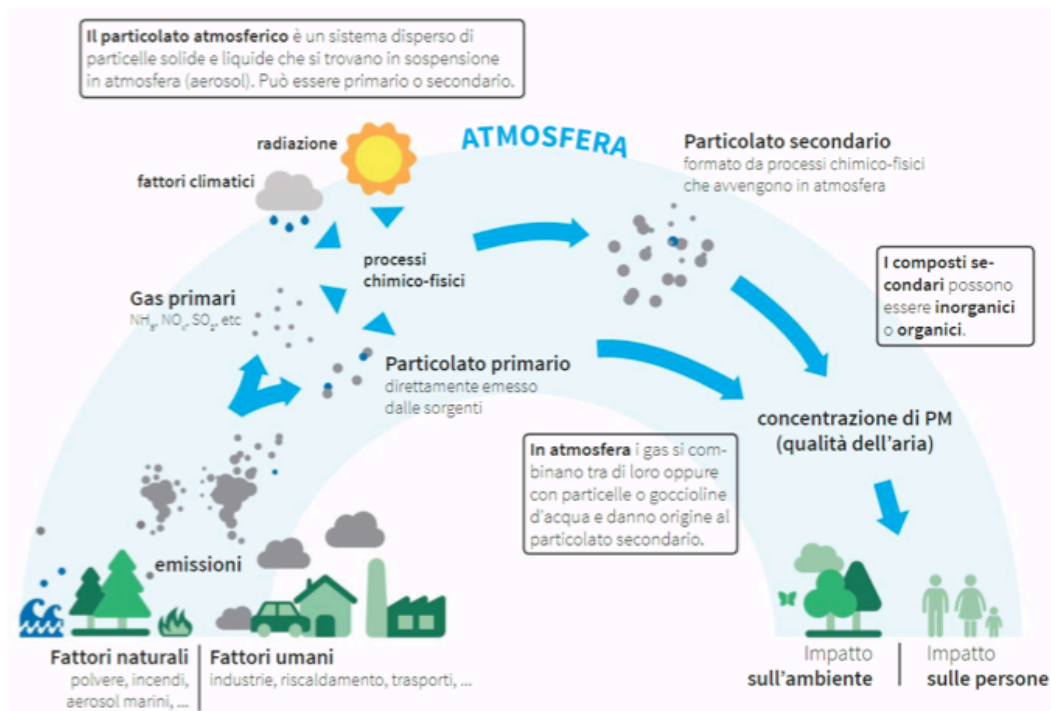


Figura 3.3. Il particolato atmosferico primario e secondario

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 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 e comparto industriale.

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 dagli operatori delle sedi di Arpae territorialmente competenti.

3.1.1. Produzione di energia elettrica (0101)

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 con flusso di massa maggiore.

Le fonti dei dati sono riportate in Tabella.3.1.1.

I risultati sono riportati in Tabella 3.1.1.2.

Tabella 3.1.1.1. Fonti dati				
variabile INEMAR	unità di misura	dettaglio	fonti	anno
emissione annuale	tonnellate	puntuale	Report AIA ⁽¹⁾ Gestori ⁽²⁾	2023
consumo di combustibile	GJ	puntuale	Report AIA ⁽¹⁾ Gestori ⁽²⁾	2023
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 dovute alla produzione di energia elettrica							
NO_x (t)	PTS (t)	PM₁₀ (t)	PM_{2.5} (t)	SO₂ (t)	CO (t)	NH₃ (t)	COVnm (t)
2846	24	22	20	197	2004	14	62

3.1.2. Teleriscaldamento (0102)

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 in Tabella 3.1.2.1.

Tabella 3.1.2.1. Stima emissioni di macroinquinanti da teleriscaldamento							
NO_x (t)	PTS (t)	PM₁₀ (t)	PM_{2.5} (t)	SO₂ (t)	CO (t)	NH₃ (t)	COVnm (t)
102	1	1	1	4	5	-	0

3.1.3. Raffinerie (0103)

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

I risultati sono riportati in Tabella 3.1.3.1.

Tabella 3.1.3.1. Stima emissioni di macroinquinanti da raffinerie							
NO_x (t)	PTS (t)	PM₁₀ (t)	PM_{2.5} (t)	SO₂ (t)	CO (t)	NH₃ (t)	COVnm (t)
31	1	1	1	7	4	0	2

3.1.4. Compressori per tubazioni (0105)

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

I risultati sono riportati in Tabella 3.1.4.1.

Tabella 3.1.4.1. Stima emissioni di macroinquinanti dovute a compressori per tubazioni							
NO_x (t)	PTS (t)	PM₁₀ (t)	PM_{2.5} (t)	SO₂ (t)	CO (t)	NH₃ (t)	COVnm (t)
93	2	2	2	1	21	-	0

Stime provinciali e totali per il macrosettore 1

	NO _x (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2.5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVnm (t)
Piacenza	458	1	1	1	5	1140	2	49
Parma	1	-	-	-	-	0	-	-
Reggio Emilia	45	0	0	0	0	2	-	1
Modena	26	0	-	-	1	16	-	-
Bologna	159	4	4	4	10	16	0	0
Ferrara	865	4	3	2	127	166	3	0
Ravenna	1517	19	18	17	66	695	9	15
Forlì - Cesena	-	-	-	-	-	-	-	-
Rimini	-	-	-	-	-	-	-	-
totali	3072	28	26	24	209	2035	14	64

	As (kg)	Cd (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	BaP (kg)
Piacenza	4	16	36	103	0
Parma	0	0	0	0	0
Reggio Emilia	0	0	0	0	0
Modena	-	-	-	-	-
Bologna	0	0	0	0	0
Ferrara	0	7	0	0	0
Ravenna	0	0	0	0	0
Forlì - Cesena	-	-	-	-	-
Rimini	-	-	-	-	-
totali	4	24	36	103	0

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 di tipo non 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) 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 censiti nel *modulo puntuali* si è stimato il flusso di massa sulla base dell'autocontrollo annuale con flusso di massa più alto.

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 le valutazioni dell'Osservatorio Energia Rifiuti e Siti contaminati.

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	puntuale	Report AIA ⁽¹⁾ Gestori ⁽²⁾	2023
consumo di combustibile	GJ	puntuale	Report AIA ⁽¹⁾ Gestori ⁽²⁾	2023
consumo di combustibile	GJ	regionale	Arpae ⁽³⁾	2023
ripartizione consumi nei settori	%	nazionale	Statistiche nazionali consumi ⁽³⁾	2023
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. unmig.mise.gov.it/dgsaie/ambiti/ 3. Fornitura diretta da parte di Osservatorio Energia Rifiuti e Siti contaminati - Arpae				

Tabella 3.2.1.2. Stima emissioni di macroinquinanti per gli impianti commerciali ed istituzionali							
NO _x (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2.5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVnm (t)
1940	11	11	11	31	1483	-	272

3.2.2. Impianti residenziali (0202)

La stima dell'emissione dei diversi inquinanti associata alle vendite/consumi di diversi combustibili (metano, GPL, legna e simili) 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 3.2.1.1.

Si è fatto riferimento in particolare ai risultati dell'azione D3 del progetto PREPAIR (www.lifeprepare.eu) nell'ambito del quale sono stati stimati i consumi comunali per i diversi vettori energetici e, per quanto riguarda l'utilizzo di biomasse legnose, anche il parco

combustori comunale, con l'attribuzione delle categorie emissive (classificazione a stelle) corrispondenti alla vigente normativa.

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

I risultati sono riportati in Tabella 3 3.2.2.2.

Tabella 3.2.2.1. Fonti dati				
variabile INEMAR	unità di misura	dettaglio	fonti	anno
metano distribuito	GJ	provinciale	MISE - Bollettino petrolifero ⁽¹⁾	2023
		regionale	Arpae – Osservatorio energia ⁽²⁾	2023
		comunale	progetto PREPAIR ⁽³⁾	2019
GPL distribuito	GJ	provinciale	MISE - Bollettino petrolifero ⁽¹⁾ progetto PREPAIR ⁽³⁾	2023 2019
consumi legna	GJ	regionale	indagine CATI/CAWI nell'ambito del	2019
		comunale	progetto PREPAIR ⁽³⁾	2019
		comunale	gradi giorno ⁽⁵⁾	2023
tipologia impianti a legna	%	regionale comunale	indagine CATI/CAWI nell'ambito del progetto PREPAIR ⁽³⁾	2019 2019
ripartizione consumi nei settori	%	nazionale	Statistiche nazionali consumi ⁽⁴⁾	2023
1. dgsaie.mise.gov.it/bollettino-petrolifero 2. Fornitura diretta da parte di Osservatorio energia - Arpae 3. www.lifeprepare.eu/wp-content/uploads/2020/10/D3_Report-sul-bilancio-energetico_Rev3_per_pubblicazione.pdf 4. Fornitura diretta da parte di Osservatorio Energia Rifiuti e Siti contaminati - Arpae 5. Dato SIMC-Arpae				

Tabella 3.2.2.2. Stima emissioni di macroinquinanti per gli impianti residenziali							
NO _x (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2.5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVnm (t)
2960	5055	4814	4694	160	38354	645	3749

Stime provinciali e totali per il macrosettore 2

	NO _x (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2.5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVnm (t)
Piacenza	284	461	439	428	15	3553	60	344
Parma	571	608	579	565	22	4774	78	481
Reggio Emilia	737	647	616	601	26	5177	82	530
Modena	747	813	774	755	29	6376	103	641
Bologna	1082	908	864	843	40	7223	115	744
Ferrara	343	311	297	289	12	2436	38	252
Ravenna	406	367	350	341	14	2882	45	299
Forlì - Cesena	392	498	474	462	17	3866	64	383
Rimini	338	456	434	423	15	3549	59	349
totali	4900	5068	4827	4707	191	39837	645	4022

	As (kg)	Cd (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	BaP (kg)
Piacenza	1	14	2	29	78
Parma	2	18	3	38	102
Reggio Emilia	3	19	3	40	110
Modena	3	24	4	50	139
Bologna	4	27	4	56	151
Ferrara	1	9	1	19	54
Ravenna	1	11	2	23	63
Forlì - Cesena	1	15	2	31	85
Rimini	1	14	2	28	77
totali	16	151	23	313	860

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

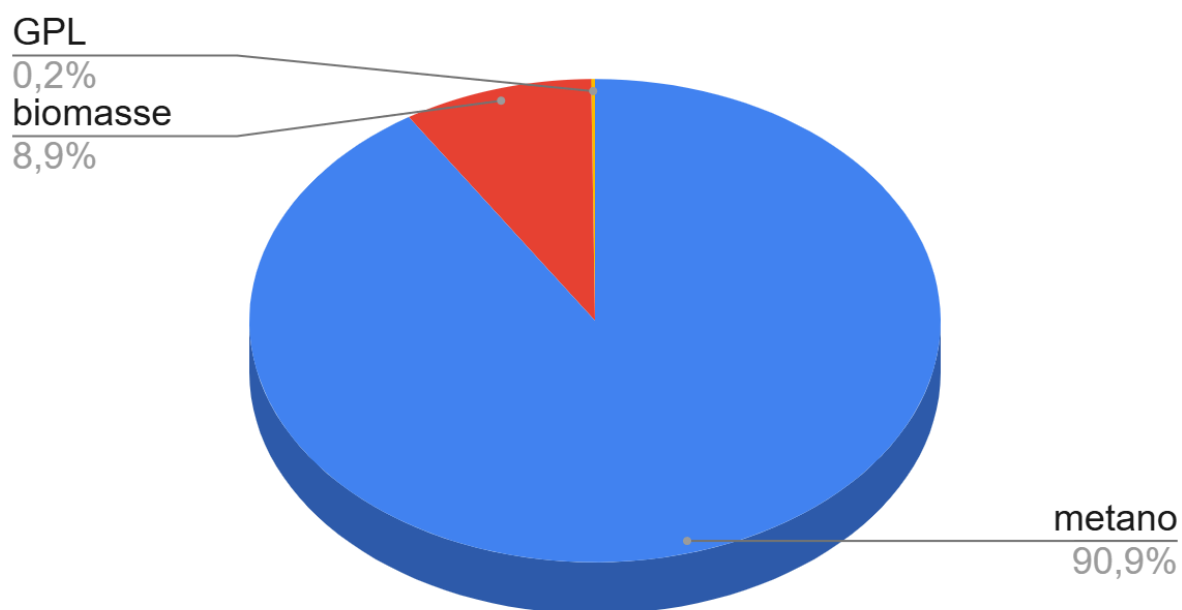


Figura 3.2.1. Ripartizione percentuale dei consumi fra i diversi combustibili per il MS2

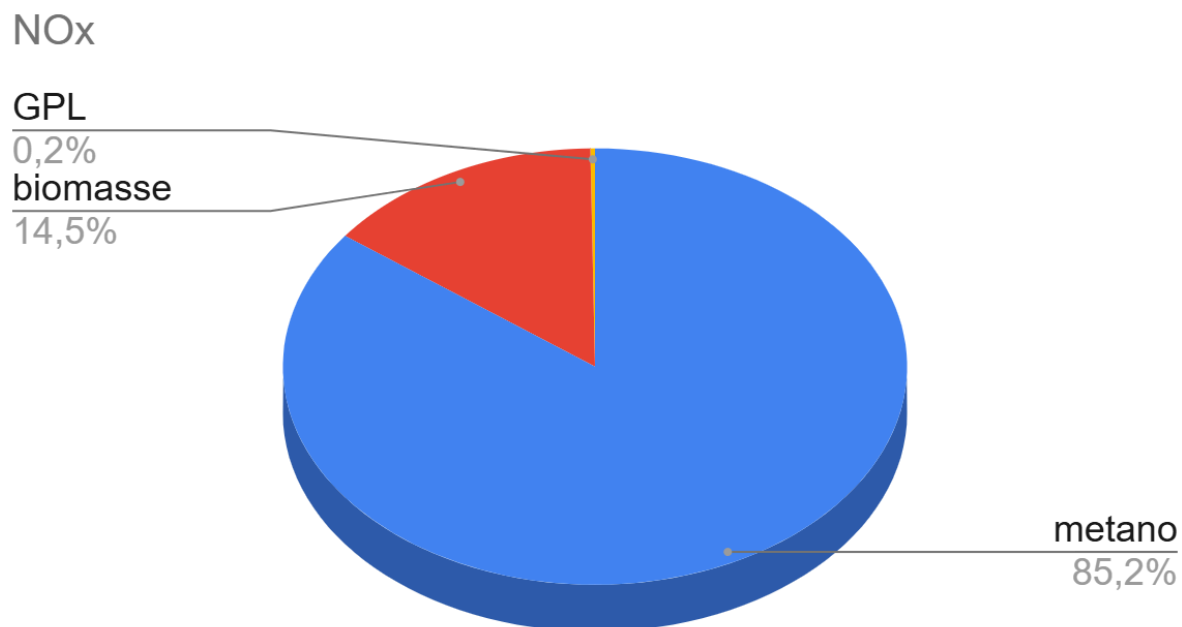


Figura 3.2.2. Contributo dei diversi combustibili all'emissione di NOx per il MS2

PM10

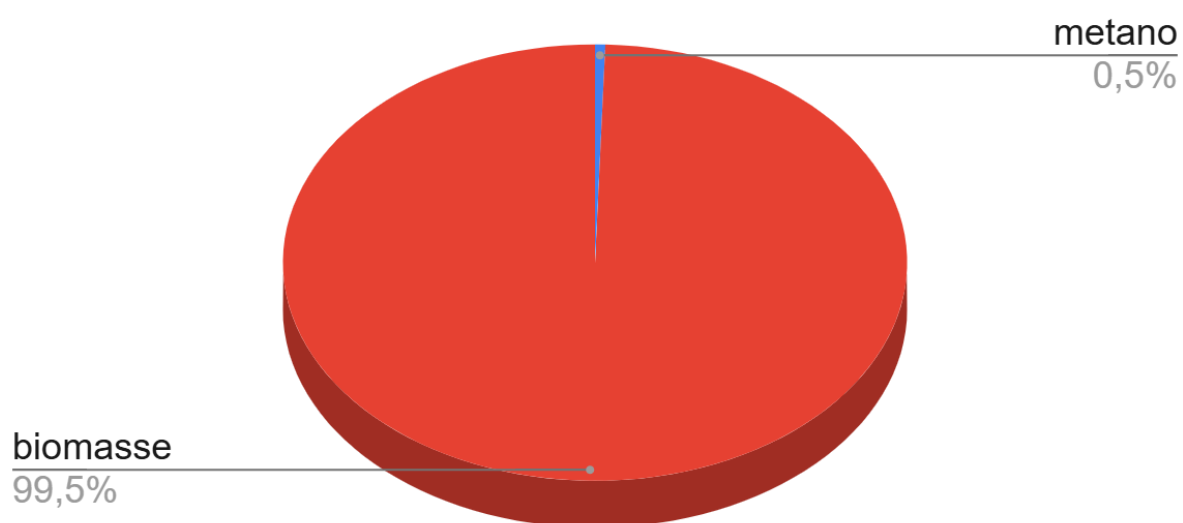


Figura 3.2.3. Contributo dei diversi combustibili all'emissione di PM₁₀ per il MS2

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 circa 370 impianti, alcuni dei quali includono nel loro ciclo produttivo anche più di una attività.

Per l'inserimento puntuale 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 con flusso di massa maggiore, mentre 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, al quantitativo ad uso industriale distribuito in ogni provincia è stato sottratto il contributo delle sorgenti puntuali ed il residuo è stato 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, una volta effettuato lo scorporo dei consumi puntuali, si è disaggregato il quantitativo regionale residuo 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 al termine di questo capitolo.

Tabella 3.3.1. Fonti dati				
variabile INEMAR	unità di misura	dettaglio	fonti	anno
emissione annuale	tonnellate	puntuale	Report AIA ⁽¹⁾ Gestori ⁽²⁾	2023
consumo di combustibile	GJ	puntuale	Report AIA ⁽¹⁾ Gestori ⁽²⁾	2023
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				

Stime provinciali e totali per il macrosettore 3

	NO _x (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2.5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVnm (t)
Piacenza	1484	21	6	4	136	1455	7	139
Parma	477	10	9	6	142	85	-	13
Reggio Emilia	972	79	54	45	1415	343	0	56
Modena	1547	246	174	122	2936	1105	9	65
Bologna	536	139	104	92	527	1302	0	22
Ferrara	1421	48	31	19	156	385	4	14
Ravenna	927	14	13	7	96	141	-	12
Forlì - Cesena	252	14	7	7	83	62	-	12
Rimini	164	4	4	4	37	58	-	15
totali	7779	575	402	306	5528	4935	21	348

	As (kg)	Cd (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	BaP (kg)
Piacenza	18	9	33	77	0
Parma	7	7	16	43	0
Reggio Emilia	1	7	25	125	0
Modena	9	67	96	491	1
Bologna	4	3	30	143	1
Ferrara	8	3	9	518	0
Ravenna	0	0	3	22	0
Forlì - Cesena	0	0	4	1	0
Rimini	0	0	4	48	0
totali	48	97	219	1468	2

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

3.4. Macrosettore 4 - Processi produttivi

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 puntuali*.

Per l'inserimento del dato emissivo annuale si è stimato il flusso di massa sulla base dell'autocontrollo annuale con flusso di massa più elevato 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 circa 500 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. 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 una puntuale ripartizione nelle triplette SNAP effettivamente rispondenti all'attività produttiva e l'attribuzione delle relative emissioni a partire da dati misurati.

Le fonti dei dati sono riportate in Tabella 3.4.1.

I risultati sono riportati al termine di questo capitolo.

Tabella 3.4.1. Fonti dati

variabile INEMAR	unità di misura	dettaglio	fonti	anno
emissione annuale	tonnellate	puntuale	Report AIA ⁽¹⁾ Gestori ⁽²⁾ Frazione del limite autorizzato ⁽¹⁾	2023
quantità prodotta	dipendente dall'indicatore	puntuale	Report AIA ⁽¹⁾ Gestori ⁽²⁾	2023
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				

Stime provinciali e totali per il macrosettore 4

	NO _x (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2.5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVnm (t)
Piacenza	0	13	2	1	157	0	0	3
Parma	1	19	11	10	-	-	-	7
Reggio Emilia	26	110	60	30	25	27	10	250
Modena	9	186	98	33	135	8	27	27
Bologna	72	76	29	19	14	420	2	11
Ferrara	78	174	105	76	61	431	79	920
Ravenna	562	215	106	94	2008	244	50	122
Forlì - Cesena	28	12	7	7	23	0	1	57
Rimini	23	9	5	2	0	1	-	-
totali	799	814	423	272	2424	1131	169	1397

	As (kg)	Cd (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	BaP (kg)
Piacenza	1	0	0	18	-
Parma	6	4	44	24	-
Reggio Emilia	14	5	48	27	11
Modena	0	26	71	33	12
Bologna	0	0	8	3	8
Ferrara	0	14	3	1	-
Ravenna	3	22	971	14	-
Forlì - Cesena	-	11	-	-	-
Rimini	0	0	0	2	7
totali	24	83	1145	123	37

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

3.5. Macrosettore 5 - Estrazione e distribuzione 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 con flusso di massa maggiore.

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 al termine di questo capitolo.

Tabella 3.5.1. Fonti dati				
variabile INEMAR	unità di misura	dettaglio	fonti	anno
emissione annuale	tonnellate	puntuale	Report AIA ⁽¹⁾ Gestori ⁽²⁾	2023
quantità estratta	tonnellate	puntuale	Report AIA ⁽¹⁾ Gestori ⁽²⁾	2023
benzina venduta	tonnellate	provinciale	MISE - Bollettino petrolifero ⁽³⁾	2023
numero distributori	Numero	comunale	Archivio ASIA - ISTAT ⁽⁴⁾	2023
metano distribuito	m ³	provinciale comunale	MISE - Bollettino petrolifero ⁽⁵⁾ Progetto PREPAIR ⁽⁶⁾	2023 2019
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. dgsaie.mise.gov.it/dgerm/bollettino.asp 6. www.lifeprepare.eu				

Stime provinciali e totali per il macrosettore 5

	NO _x (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2.5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVnm (t)
Piacenza	-	-	-	-	-	-	-	223
Parma	-	-	-	-	-	-	-	334
Reggio Emilia	-	-	-	-	-	-	-	435
Modena	-	-	-	-	-	-	-	406
Bologna	-	-	-	-	-	-	-	686
Ferrara	-	-	-	-	-	-	-	235
Ravenna	-	-	-	-	-	-	-	259
Forlì - Cesena	-	-	-	-	-	-	-	196
Rimini	-	-	-	-	-	-	-	210
totali	-	-	-	-	-	-	-	2984

	As (kg)	Cd (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	BaP (kg)
Piacenza	-	-	-	-	-
Parma	-	-	-	-	-
Reggio Emilia	-	-	-	-	-
Modena	-	-	-	-	-
Bologna	-	-	-	-	-
Ferrara	-	-	-	-	-
Ravenna	-	-	-	-	-
Forlì - Cesena	-	-	-	-	-
Rimini	-	-	-	-	-
totali	-	-	-	-	-

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 è 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 disaggregati a livello comunale mediante opportune variabili *proxy* quali il numero di addetti per unità locale per categoria produttiva ATECO2007.

Per la compilazione delle attività produttive sono stati impiegati i dati dell'archivio ASIA degli addetti per unità locale del 2023 come variabile *proxy* per la disaggregazione a livello comunale degli indicatori di attività. Nel caso di applicazioni domestiche di vernici e di uso domestico di solventi, gli indicatori di attività nazionali 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.

Le fonti dati sono riportate in Tabella 3.6.1.

I risultati complessivi sono riportati al termine di questo capitolo.

Tabella 3.6.1. Fonti dati				
variabile INEMAR	unità di misura	dettaglio	fonti	anno
emissione annuale	tonnellate	puntuale	Report AIA ⁽¹⁾ Gestori ⁽²⁾	2023
quantità utilizzata quantità prodotta / lavorata	tonnellate / kg tonnellate	puntuale	Report AIA ⁽¹⁾ Gestori ⁽²⁾	2023
quantità utilizzata quantità prodotta / lavorata quantità lavorata	tonnellate tonnellate m ²	nazionale	ISPRA ⁽³⁾	2023
popolazione residente	unità	comunale	ISTAT ⁽⁴⁾	2023
numero addetti, numero aziende	unità	comunale	Archivio ASIA - ISTAT ⁽⁴⁾	2023
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 gli usi non industriali.

I risultati sono riportati in Tabella 3.6.1.1.

Tabella 3.6.1.1. Stima emissioni di macroinquinanti per la verniciatura							
NO _x (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2.5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVnm (t)
11	249	164	164	1	28	0	11232

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.							
NO _x (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2.5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVnm (t)
-	22	21	21	-	-	-	24

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							
NO _x (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2.5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVnm (t)
11	114	69	50	0	1	1	6327

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 e relative attività							
NO _x (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2.5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVnm (t)
20	30	25	9	0	0	0	11531

Stime provinciali e totali per il macrosettore 6

	NO _x (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2.5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVnm (t)
Piacenza	1	11	8	7	0	12	-	2240
Parma	1	20	15	12	0	17	0	2378
Reggio Emilia	0	55	40	36	0	0	0	3528
Modena	23	68	44	36	0	-	1	4600
Bologna	2	127	81	72	0	0	0	5293
Ferrara	2	53	34	31	0	0	0	2917
Ravenna	11	17	12	9	0	-	-	3034
Forlì - Cesena	0	47	33	30	0	-	-	3263
Rimini	-	18	13	12	-	-	-	1861
totali	41	416	279	244	0	29	2	29113

	As (kg)	Cd (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	BaP (kg)
Piacenza	-	0	0	0	-
Parma	-	0	0	0	-
Reggio Emilia	-	0	0	0	-
Modena	-	2	1	0	-
Bologna	-	0	0	0	-
Ferrara	-	0	0	0	-
Ravenna	-	0	0	0	-
Forlì - Cesena	-	0	0	0	-
Rimini	-	0	0	0	-
totali	-	3	1	0	-

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. I risultati per attività e per tipo di combustibile sono riportati nelle Tabelle 3.7.6, 3.7.7, 3.7.8, 3.7.9, 3.7.10, 3.7.11, 3.7.12 e 3.7.13. I risultati complessivi sono riportati al termine di questo capitolo. Per dettagli sull'aggiornamento dei dati di input si rimanda al paragrafo 2.1.3. Le consistenze di automobili, veicoli commerciali leggeri e veicoli commerciali pesanti per categoria Euro e combustibili sono riportate nelle Tabelle 3.7.2., 3.7.3, 3.7.4 e 3.7.5.

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⁾	2023
grafo (elenco archi)	lunghezza, capacità, velocità, flussi per tipo veicolo riferito ad un'ora di riferimento	regionale	Settore Trasporti, infrastrutture e mobilità sostenibile della regione Emilia -Romagna ⁽³⁾	2023
curve di deflusso	-	regionale	Settore Trasporti, infrastrutture e mobilità sostenibile della regione Emilia -Romagna ⁽³⁾	2023
profilo temporale	-	regionale	Settore Trasporti, infrastrutture e mobilità sostenibile della regione Emilia -Romagna ⁽³⁾	2023
consumo combustibile	tonnellate	regionale	MISE - Bollettino petrolifero ⁽⁴⁾ Federmetano	2023
1. Tutti i veicoli tranne ciclomotori fonte ACI, elaborato da ARPA Lombardia 2. Ciclomotori, fornitura tramite ISPRA 3. www.lifeprepare.eu/index.php/azioni/air-quality-and-emission-evaluation/#toggle-id-11 4. http://dgsaie.mise.gov.it/dgerm/bollettino.asp				

I consumi di benzina ed elettrico del 2023 mostrano un incremento marcato rispetto a quelli del 2021; anche i consumi di gasolio denotano un incremento, anche se inferiore, mentre vi è una

contrazione dei consumi di metano da autotrazione. Tali variazioni sono imputabili all'aumento del numero di veicoli circolanti, all'aumento delle percorrenze, al ricambio del parco veicolare e all'evoluzione del costo del metano da autotrazione.

Tra il 2021 e il 2023 ha avuto luogo un rilevante ricambio del parco veicolare, anche con un incremento del numero di veicoli totali circolanti (+ 3.6 %). L'incremento maggiore del numero di veicoli si riscontra nei veicoli commerciali leggeri (VCL), nelle automobili, nei motocicli. Nell'ultimo quinquennio le automobili hanno avuto un rinnovo che ha portato a ridurre di molto le categorie Euro 2, Euro 3 ed Euro 4, in misura minore la categoria Euro 5, a favore delle più recenti categorie Euro 6. Il parco veicoli commerciali leggeri mostra un rinnovo generale, con evidenza di riduzione di tutte le categorie Euro in favore di quelle meno inquinanti (Euro 6d-temp 2018-2020 ed Euro 6d 2021+). Lo stesso andamento si riscontra nel parco mezzi pesanti adibiti a trasporto merci e passeggeri.

Tabella 3.7.2. Parco automobili per categoria euro e tipo di carburante							
Categoria Euro	benzina verde	diesel	elettrico	GPL	ibrida	metano	totali
Conventional		24151		16334		8351	48836
ECE 15/04	140472						140472
Euro 1 - 91/441/EEC	30909	6812		3947		1949	43617
Euro 2 - 94/12/EC	90708	32202		9322		5218	137450
Euro 3 - 98/69/EC Stage 2000	93993	100711		8980		7271	210955
Euro 4 - 98/69/EC Stage 2005	260496	203925		95067	481	60768	620737
Euro 5 - EC 715/2007	142389	281118		64467	4347	50154	542475
Euro 6 - EC 715/2007	183727	338596		153844	72843	58504	807514
Euro 6d-temp 2017-2019	136817	133388			54244		324449
Euro 6d 2020+	70364	41042			27897		139303
Elettrico			15617				15617
Totali	1149875	1161945	15617	351961	159812	192215	3031425

Tabella 3.7.3. Parco veicoli commerciali leggeri per categoria euro e tipo di carburante					
Categoria Euro	benzina verde	diesel	GPL	metano	totali

Tabella 3.7.3. Parco veicoli commerciali leggeri per categoria euro e tipo di carburante					
Conventional	3817	28850	897	601	34165
Euro 1 - 93/59/EEC	977	16956	285	145	18363
Euro 2 - 96/69/EC	1374	35378	214	207	37173
Euro 3 - 98/69/EC Stage 2000	1274	53552	318	718	55862
Euro 4 - 98/69/EC Stage 2005	1446	53236	1472	4674	60828
Euro 5 - EC 715/2007	618	46034	825	3881	51358
Euro 6 - EC 715/2007	842	35119	3639	5796	45396
Euro 6d-temp 2018-2020	3188	54873			21739
Euro 6d 2021+	1984	19755			58061
totali	15520	343753	7650	16022	382945

Tabella 3.7.4. Parco veicoli commerciali pesanti trasporto merci per categoria euro e tipo di carburante		
Categoria Euro	benzina verde	diesel
Conventional	883	11930
Euro 1 - 91/542/EEC Stage I		2859
Euro 2 - 91/542/EEC Stage II		7146
Euro 3 – 1999/96/EC Step 1		11048
Euro 4 - 1999/96/EC Step 2		2556
Euro 5 - 1999/96/EC Step 3		10573
Euro 6 – Reg EC 595/2009		20479
totali	883	66591

Tabella 3.7.5. Parco veicoli commerciali pesanti trasporto passeggeri per categoria euro e tipo di carburante			
Categoria Euro	elettrico	diesel	metano
Conventional		254	
Euro 1 - 91/542/EEC Stage I		77	
Euro 2 - 91/542/EEC Stage II		326	27

Euro 3 – 1999/96/EC Step 1		966	20
Euro 4 - 1999/96/EC Step 2		334	
Euro 5 - 1999/96/EC Step 3		1091	
EEV			601
Euro 6 – Reg EC 595/2009		2236	
ND	182		
totali	182	5284	648

Tabella 3.7.6. Stima emissioni di macroinquinanti per automobili (0701)

NO _x (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2.5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVnm (t)
10550	1588	1119	670	12	16006	423	1299

Tabella 3.7.7. Stima emissioni di macroinquinanti per veicoli commerciali leggeri (0702)

NO _x (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2.5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVnm (t)
6951	653	513	357	3	2358	35	429

Tabella 3.7.8. Stima emissioni di macroinquinanti per veicoli pesanti merci (0703)

NO _x (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2.5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVnm (t)
7409	638	452	318	4	2293	25	333

Tabella 3.7.9. 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)
113	67	63	58	0	4887	1	2823

Tabella 3.7.10. 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)
71	32	27	21	0	3462	2	842

Tabella 3.7.11. Stima emissioni evaporative per veicoli a benzina (0706)	
COVnm (t)	
1718	

Tabella 3.7.12. Stima emissioni di macroinquinanti per veicoli pesanti passeggeri 0707)							
NO _x (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2.5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVnm (t)
305	15	11	6	0	73	3	3

Tabella 3.7.13. Stima emissioni di macroinquinanti per combustibili e per usura								
	NO _x (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2.5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVnm (t)
diesel	23372	494	494	494	14	4910	133	884
benzina verde	1249	73	73	73	7	19628	232	6108
GPL	453	9	9	9	0	3443	97	379
metano	325	2	2	2	0	1099	27	76
usura		2415	1606	853				
totale	25399	2993	2184	1431	21	29080	488	7446

NO_x

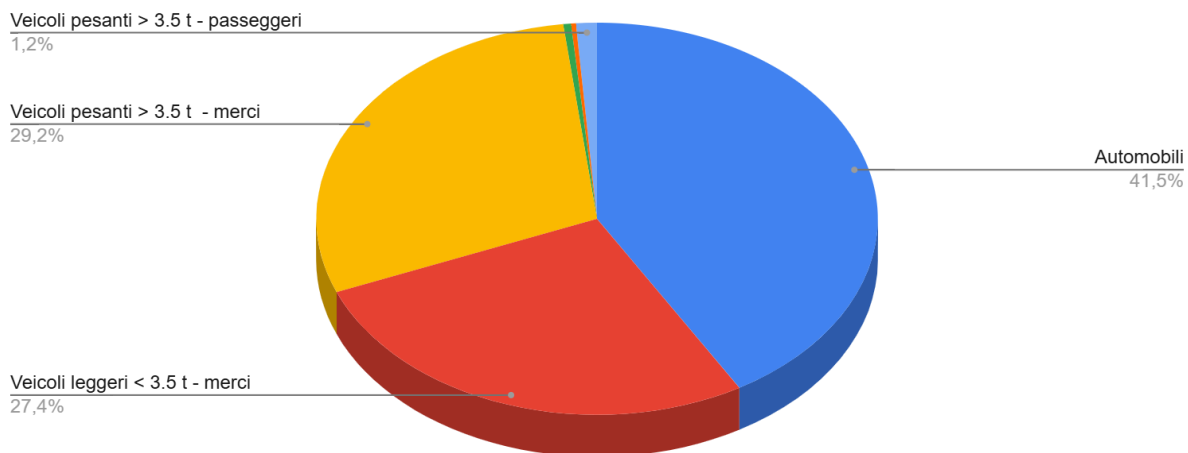


Figura 3.7.1. Ripartizione percentuale dei contributi delle diverse tipologie di veicoli all'emissione di NO_x

PM₁₀

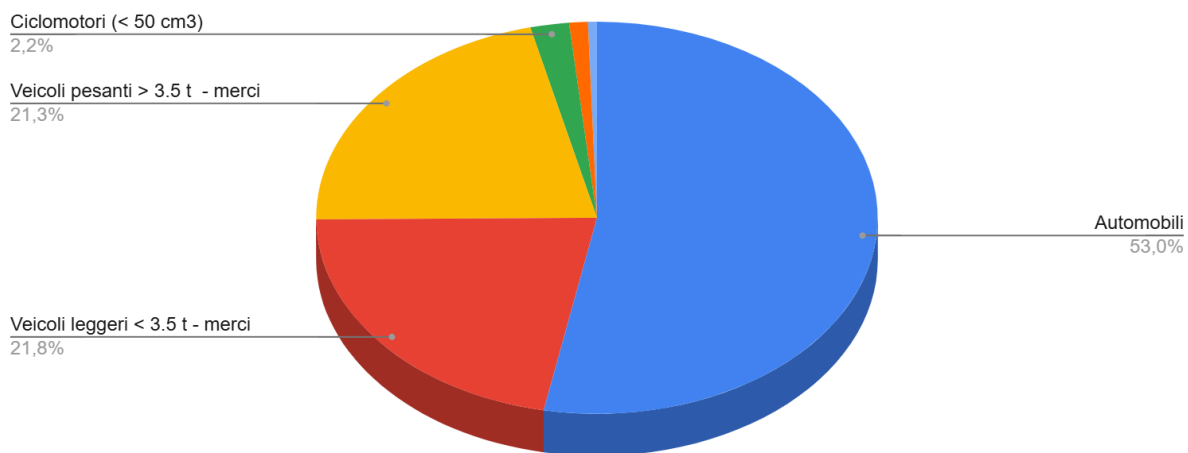


Figura 3.7.2. Ripartizione percentuale dei contributi delle diverse tipologie di veicoli all'emissione di PM₁₀

NO_x

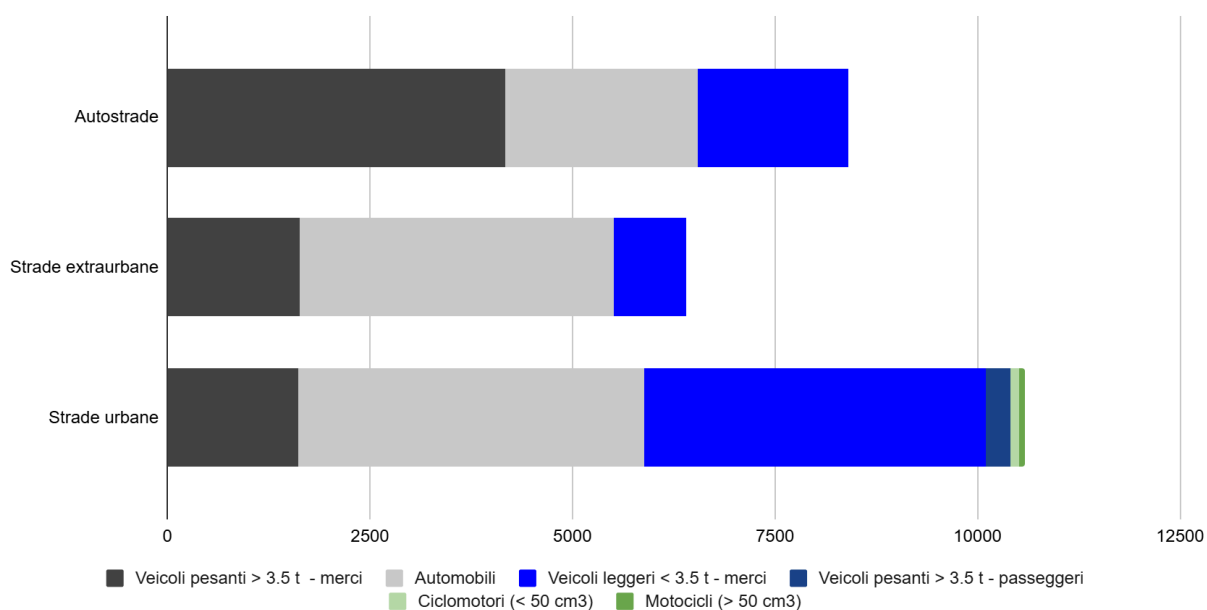


Figura 3.7.3. Ripartizione dei contributi delle diverse tipologie di veicoli e ambiti di percorrenza all'emissione di NO_x

PM₁₀

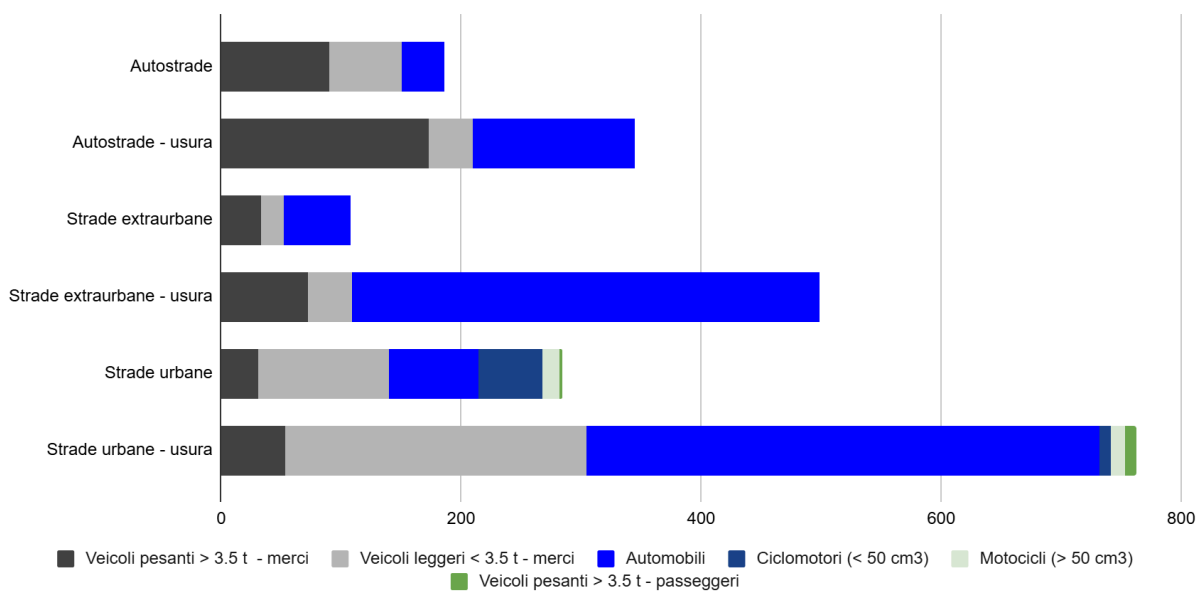


Figura 3.7.4. Ripartizione dei contributi delle diverse tipologie di veicoli e ambiti di percorrenza all'emissione di PM₁₀

Le stime relative a diverse edizioni dell'inventario risentono di variazioni di dati di input, di

ipotesi e di miglioramenti metodologici introdotti nel corso degli anni. Le principali variazioni sono dovute all'aggiornamento dei fattori di emissione o degli indicatori e a miglioramenti metodologici. Le modifiche ai dati di input, rispetto alla compilazione relativa al 2021, hanno comportato alcune variazioni nelle emissioni complessive di macroinquinanti. Ricordiamo inoltre come i risultati del 2021 rispecchiassero ancora in parte la situazione emergenziale pandemica, all'epoca presente.

Nel 2023 si nota un generale calo delle emissioni da trasporti su strada, con l'eccezione delle polveri, che mostrano invece un incremento. La variazione di NO_x, CO e COV è dovuta anche al rinnovo del parco veicolare. Le polveri non risentono di questo effetto, dato l'aumento dei consumi, delle percorrenze e della quota non-exhaust delle emissioni, che risulta predominante nei veicoli meno inquinanti.

Stime provinciali e totali per il macrosettore 7

	NO _x (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2.5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVnm (t)
Piacenza	2229	243	176	118	2	2158	38	512
Parma	2845	333	242	159	2	3102	54	773
Reggio Emilia	2881	354	258	167	2	3414	59	882
Modena	3861	462	338	220	3	4471	73	1168
Bologna	6110	711	518	341	5	6866	116	1712
Ferrara	1624	201	147	95	1	2027	33	553
Ravenna	2081	249	182	118	2	2445	41	640
Forlì - Cesena	2220	254	186	123	2	2576	42	661
Rimini	1549	186	137	89	1	2021	31	545
totali	25399	2393	2184	1431	21	29080	488	7446

	As (kg)	Cd (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	BaP (kg)
Piacenza	3	4	20	305	6
Parma	5	6	30	468	9
Reggio Emilia	6	6	34	527	10
Modena	8	8	44	687	12
Bologna	11	12	64	1004	19
Ferrara	3	4	19	306	5
Ravenna	4	4	23	368	7
Forlì - Cesena	4	4	23	357	7
Rimini	3	3	18	281	5
totali	48	51	275	4302	79

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 concernono unicamente i movimenti in porto e popolano il settore 0804 (attività marittime). Le stime derivano dall'applicazione del *modulo porti* e sono state confrontate coi risultati del software BUH, messo a punto da ARPA Veneto ed impiegato nell'ambito di una convenzione con ISPRA e varie ARPA.

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 in Tabella 3.8.1.2.

Tabella 3.8.1.1 Fonti dati				
variabile INEMAR	unità di misura	dettaglio	fonti	anno
lunghezza linee ferroviarie non elettrificate	km	comunale	Arpae servizio cartografico ⁽¹⁾	2023
numero treni		comunale	Orario Tper ⁽²⁾	2023
consumo gasolio per km	l/km	regionale	⁽³⁾	2013
1. documentazione a disposizione di Arpae nell'ambito dell'attività istituzionale 2. www.tper.it/servizio-ferroviario 3. www.trenibelluno.it/2006/approfondimenti/tecnica/stime-dei-consumi-dei-rotabili-diesel/				

Tabella 3.8.1.2. Stima emissioni di macroinquinanti per le linee ferroviarie non elettrificate							
NO _x (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2.5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVnm (t)
61	2	2	2	1	12	0	5

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 trattazione ha riguardato il porto di Ravenna.

La stima è stata svolta impiegando il *modulo porti* ed è stata anche messa a confronto con i risultati del software BUH, messo a punto da ARPA Veneto ed impiegato presso APA Est - Ravenna. I risultati ottenuti con i due modelli di calcolo mostrano un buon accordo, tenuto conto dei diversi schemi di calcolo implementati.

Le fonti dei dati sono riportate in Tabella 3.8.2.1.

I risultati ottenuti sono riportati in Tabella 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⁾	2023
1. fornitura diretta			

Tabella 3.8.2.2. Stima emissioni di macroinquinanti per il porto di Ravenna calcolate con INEMAR							
NO _x (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2.5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVnm (t)
2288	225	214	203	79	293	-	154

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 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 Tabella 3.8.3.2.

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⁾	2023
tempi caratteristici per le fasi di landing and take off cycles (LTO)	minuti	SAB - Aeroporto Marconi di Bologna ⁽¹⁾ ARPA Lombardia ⁽²⁾	2023
quantità mezzi a terra suddivisi per tipologia	numero mezzi	ARPA Lombardia ⁽²⁾	2023
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)
305	3	3	3	25	297	-	57

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 in Tabella 3.8.4.2.

Tabella 3.8.4.1 Fonti dati				
variabile INEMAR	unità di misura	dettaglio	fonti	anno
consumi gasolio e benzina	ton/GJ	comunale	Regione Emilia-Romagna ⁽¹⁾	2023
1. fornitura diretta da Regione Emilia-Romagna Direzione Generale Agricoltura Caccia e Pesca				

Tabella 3.8.3.2. Stima emissioni di macroinquinanti per i mezzi in agricoltura							
NO _x (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2.5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVnm (t)
7541	419	419	419	22	2587	2	789

Stime provinciali e totali per il macrosettore 8

	NO _x (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2.5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVnm (t)
Piacenza	1049	58	58	58	3	349	0	108
Parma	845	47	47	47	3	280	0	87
Reggio Emilia	836	46	46	46	3	275	0	86
Modena	921	51	51	51	3	314	0	96
Bologna	1252	56	56	55	28	632	0	158
Ferrara	1298	72	71	71	4	439	0	135
Ravenna	3220	277	265	255	82	612	0	251
Forlì - Cesena	574	32	32	32	2	220	0	64
Rimini	200	11	11	11	1	67	0	21
totali	10195	649	637	626	126	3190	2	1005

	As (kg)	Cd (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	BaP (kg)
Piacenza	-	0	2	1	1
Parma	-	0	2	1	1
Reggio Emilia	-	0	2	1	1
Modena	-	0	2	1	1
Bologna	-	0	2	1	1
Ferrara	-	0	3	1	1
Ravenna	22	1	1054	8	1
Forlì - Cesena	-	0	1	1	1
Rimini	-	0	0	0	0
totali	22	3	1068	14	7

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 all'incenerimento di rifiuti agricoli (eccetto la combustione di stoppie che ricade nel macrosettore 10) sono stimate mediante il *modulo diffuse*. Le emissioni associate agli impianti di compostaggio sono comprese nel settore 0910 (altri trattamenti di rifiuti) e sono stimate mediante il *modulo puntuali*. Le attività di cremazione popolano il settore 0909 e sono censite mediante il *modulo puntuali*.

Le informazioni sui quantitativi di rifiuti trattati nelle diverse tipologie di impianti censiti sono state fornite ed elaborate dal Servizio osservatorio energia, rifiuti e siti contaminati della Direzione Tecnica che ha curato anche la relativa compilazione.

3.9.1. Incenerimento rifiuti (0902)

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.

Tabella 3.9.1.1. Fonti dati				
variabile INEMAR	unità di misura	dettaglio	fonti	anno
emissione annuale	tonnellate	puntuale	Report AIA ⁽¹⁾ Gestori ⁽²⁾	2023
quantitativo di rifiuti inceneriti	tonnellate	puntuale	Report AIA ⁽¹⁾ Gestori ⁽²⁾ Oss. En. Rif. Arpae ⁽³⁾	2023
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 di Arpae 3. elaborazioni Arpae su dati provenienti dal sistema ORSO				

Tabella 3.9.1.2 Stima emissioni di macroinquinanti dovute all'incenerimento di rifiuti							
NO _x (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2.5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVnm (t)
412	3	2	2	17	49	11	2

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.

Le fonti dei dati sono riportate in Tabella 3.9.2.1. I risultati sono riportati in Tabella 3.9.2.2.

Tabella 3.9.2.1. Fonti dati				
variabile INEMAR	unità di misura	dettaglio	fonti	anno
quantitativo biogas captato	Nm ³	puntuale	Report AIA ⁽¹⁾ Gestori ⁽²⁾ Arpae ⁽³⁾	2023
composizione biogas	%	puntuale	Gestori ⁽²⁾ Arpae ⁽³⁾	2023
quantitativo di rifiuti trattati	tonnellate	puntuale	Report AIA ⁽¹⁾ Gestori ⁽²⁾ Arpae ⁽³⁾	2023
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 servizio Osservatorio Energia, Rifiuti e Siti contaminati Arpae Direzione tecnica - catasto rifiuti del CTR Rifiuti Arpae Direzione tecnica 3. elaborazioni Servizio osservatorio energia, rifiuti e siti contaminati della Direzione Tecnica Arpae su dati provenienti dal Modulo Impianto dell'applicativo ORSO				

Tabella 3.9.2.2 Stima emissioni di macroinquinanti dovute all'interramento di rifiuti							
NO _x (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2.5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVnm (t)
84	0	0	0	2	99	3	18

3.9.3. Incenerimento di rifiuti agricoli esclusa la combustione di stoppie (0907)

Le emissioni derivanti dall'incenerimento di rifiuti agricoli sono state stimate sulla base dei dati riportati in Tabella 3.9.3.1, mediante l'impiego del *modulo diffuse* con l'applicazione della

seguente relazione:

$$E_i = n_k * FE_i$$

in cui n_k è il quantitativo di residuo secco “asportabile” bruciabile espresso in tonnellate a dettaglio comunale.

La quantità di residuo secco “asportabile” e bruciabile è calcolata mediante un foglio di calcolo, approntato da Ispra, a partire dal dato di produzione annuale delle varie colture della Regione, in base alla quota di residuo asportabile aereo, a quella di residuo raccogliabile e alla frazione dei campi in cui è praticata la combustione ed è dunque dovuto sia ai cereali sia alla quota parte delle colture legnose che non sono utilizzate per il riscaldamento.

I dati a dettaglio comunale sono ottenuti mediante disaggregazione che usa le SAU comunali per ciascuna coltura come variabile proxy.

Tabella 3.9.3.1. Fonti dati				
variabile INEMAR	unità di misura	dettaglio	fonti	anno
produzione annuale colture	tonnellate	provinciale	ISTAT ⁽¹⁾	2023
quote dei vari residui e frazione dei campi con abbruciamento			ISPRA ⁽²⁾	2023
SAU per tipologie colturali	ettari	comunale provinciale	ISTAT – Censimento agricoltura ⁽²⁾ ISTAT ⁽¹⁾	2020 2023
1. .istat.it/ 2. fornitura diretta su richiesta 3. dati-censimentoagricoltura.istat.it/				

Tabella 3.9.3.2 Stima emissioni di macroinquinanti dovute all'incenerimento di rifiuti agricoli							
NO _x (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2,5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVnm (t)
235	343	334	310	8	4131	-	91

3.9.4. Cremazione (0909)

Le emissioni prodotte dagli impianti di cremazione sono stimate mediante il *modulo puntuali* impiegando l'indicatore di attività ove non disponibili misure puntuali.

Le fonti dei dati sono riportate in Tabella 3.9.4.1. I risultati sono riportati in Tabella 3.9.4.2.

Tabella 3.9.4.1. Fonti dati				
variabile INEMAR	unità di misura	dettaglio	fonti	anno
numero salme	unità	regionale	SOCREM ⁽¹⁾	2023
decessi	unità	provinciale	ISTAT ⁽²⁾	2023
1. www.socrem.bologna.it 2. www.istat.it/it/archivio/4216				

Tabella 3.9.4.2 Stima emissioni di macroinquinanti dovute all'incenerimento di corpi							
NO _x (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2.5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVnm (t)
55	1	1	1	5	21	-	4

3.9.5. Altri trattamenti di rifiuti (0910)

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 3.9.5.1. I risultati sono riportati in Tabella 3.9.5.2.

Tabella 3.9.5.1. Fonti dati				
variabile INEMAR	unità di misura	dettaglio	fonti	anno
quantitativo di rifiuti inceneriti	tonnellate	puntuale	Report AIA ⁽¹⁾ Gestori ⁽²⁾ Arpae ⁽³⁾	2023
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 dell'Osservatorio Energia, Rifiuti e Siti contaminati Arpae Direzione tecnica 3. elaborazioni Osservatorio Energia, Rifiuti e Siti contaminati Arpae su dati provenienti dal Modulo Impianto dell'applicativo ORSO				

Tabella 3.9.5.2 Stima emissioni di macroinquinanti dovute ad altri trattamenti di rifiuti							
NO _x (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2.5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVnm (t)
12	1	1	1	0	1	199	63

Stime provinciali e totali per il macrosettore 9

	NO _x (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2.5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVnm (t)
Piacenza	73	26	25	23	3	312	16	7
Parma	82	18	17	16	7	239	3	10
Reggio Emilia	20	9	9	8	1	123	48	63
Modena	95	33	32	30	2	405	30	15
Bologna	199	77	75	70	9	961	42	25
Ferrara	127	108	105	97	4	1300	9	30
Ravenna	52	54	52	48	2	653	39	16
Forlì - Cesena	83	8	7	7	3	123	24	6
Rimini	68	15	15	14	2	185	2	4
totali	799	349	337	314	32	4301	212	178

	As (kg)	Cd (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	BaP (kg)
Piacenza	4	2	6	14	1
Parma	4	2	4	14	1
Reggio Emilia	1	0	0	1	0
Modena	3	1	2	4	2
Bologna	8	2	4	10	4
Ferrara	10	2	0	12	6
Ravenna	5	1	0	6	3
Forlì - Cesena	1	0	1	2	0
Rimini	2	0	0	2	1
totali	38	11	17	64	19

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, nonché abbruciamenti di stoppie in loco.

Le emissioni derivanti dall'azoto presente nei concimi impiegati nelle colture fertilizzate sono calcolate mediante il *modulo agricoltura*, mentre le emissioni dovute a colture non fertilizzate, all'incenerimento di residui *in loco* e agli allevamenti sono stimate tramite il *modulo diffuse*.

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

Le emissioni associate alla combustione di stoppie sono stimate mediante il *modulo diffuse*.

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 2023 solo a livello provinciale, sono state disaggregate a livello comunale sulla base dei dati ISTAT relativi al Censimento Agricoltura 2020; per le coltivazioni pluriennali si è mantenuto il dato 2020.

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

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 Tabella 3.10.1.2.

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 ⁽¹⁾ ISTAT ⁽²⁾	2020 2023
quantità di azoto nel fertilizzante	tonnellate	provinciale nazionale	fertilizzante venduto: ISTAT ⁽²⁾ tenore di azoto per tipologia di fertilizzante: ISTAT ⁽²⁾	2021-2023 2023
1. dati-censimentoagricoltura.istat.it/ 2. istat.it/				

Tabella 3.10.1.2. Stima emissioni di macroinquinanti dovute alle coltivazioni con fertilizzanti

NO _x (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2,5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVnm (t)
533	-	-	-	-	-	8737	25627

3.10.1. 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 NH₃ 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 Tabella 3.10.2.2.

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 ⁽¹⁾ ISTAT ⁽²⁾	2020 2023
1. dati-censimentoagricoltura.istat.it/ 2. agri.istat.it/				

Tabella 3.10.2.2. Stima emissioni di macroinquinanti dovute alle coltivazioni senza fertilizzanti							
NO _x (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2,5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVnm (t)
-	-	-	-	-	-	663	10669

3.10.3. Combustione di stoppie *in loco* (1003)

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:

$$E_i = Q_k * FE_i$$

in cui Q_k è il quantitativo di residuo secco “fisso” bruciabile espresso in tonnellate a dettaglio comunale.

La quantità di residuo secco viene calcolata mediante un foglio di calcolo approntato da Ispra, a partire dal dato di produzione annuale delle varie colture della Regione, in base alla quota di residuo asportabile aereo, a quella di residuo raccogliabile e alla frazione dei campi ove viene praticata la combustione.

La quantità di residuo secco “fisso” bruciabile è quindi l'IA da usare per la stima degli abbruciamenti di Attività 10.03 - Combustione stoppie.

Il contributo alla quantità di residuo secco “fisso” bruciabile è dovuto solamente ai cereali.

I dati a dettaglio comunale sono ottenuti mediante disaggregazione che usa le SAU comunali per ciascuna coltura come variabile proxy.

I risultati ottenuti sono riportati in Tabella 3.10.3.2.

Tabella 3.10.3.1. Fonti dati				
variabile INEMAR	unità di misura	dettaglio	fonti	anno
produzione annuale colture	tonnellate	provinciale	ISTAT ⁽¹⁾	2023
quote dei vari residui e frazione dei campi con abbruciamento			ISPRA ⁽²⁾	2023
SAU per tipologie colturali	ettari	comunale provinciale	ISTAT – Censimento agricoltura ⁽³⁾ ISTAT ⁽¹⁾	2020 2023
1. istat.it 2. fornitura diretta su richiesta 3. http://dati-censimentoagricoltura.istat.it/				

Tabella 3.10.3.2. Stima emissioni di macroinquinanti per la combustione di residui agricoli <i>in loco</i>							
NO _x (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2,5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVnm (t)
73	181	89	83	16	811	-	66

3.10.4. Zootecnia (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 3.10.4.1, 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 capi a dettaglio comunale per ogni categoria.

I risultati ottenuti sono riportati in Tabella 3.10.4.2. e Figura 3.10.1.

Tabella 3.10.4.1. Fonti dati				
variabile INEMAR	unità di misura	dettaglio	fonti	anno
consistenza bestiame	numero capi	comunale	Anagrafe nazionale zootecnica ⁽¹⁾	2023
			Ufficio statistico regionale ⁽²⁾	2023
1. https://www.vetinfo.it/j6_statistiche/#/				
2. fornitura diretta				

Tabella 3.10.3.2. Stima emissioni di macroinquinanti dovute alla zootecnia							
NO _x (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2,5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVnm (t)
-	652	367	160	-	-	29387	55

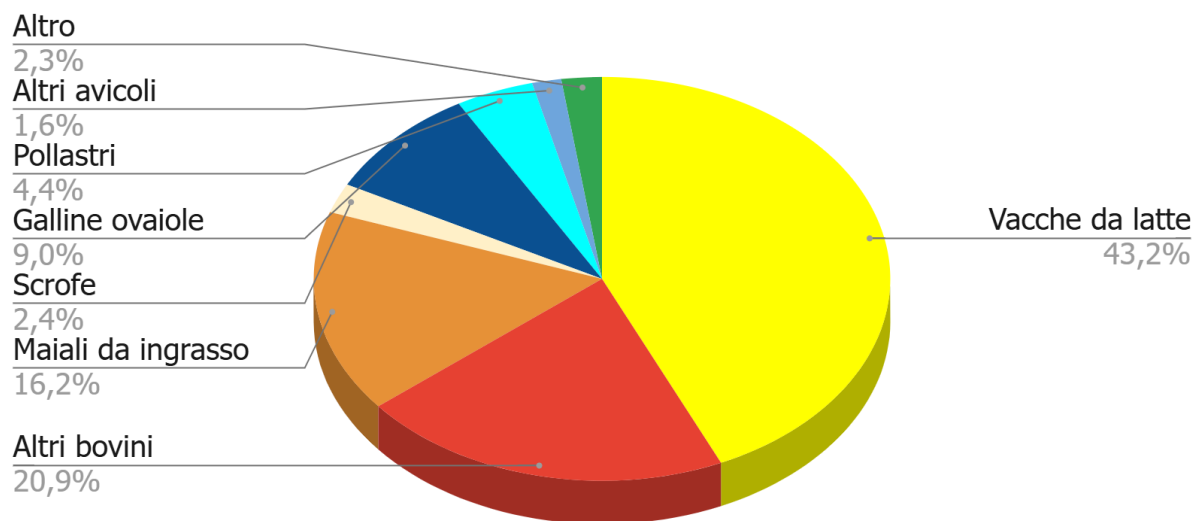


Figura 3.10.1. Ripartizione percentuale dell'emissione di NH₃ per le diverse specie allevate

Stime provinciali e totali per il macrosettore 10

	NO _x (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2.5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVnm (t)
Piacenza	91	69	31	16	2	90	5267	4135
Parma	22	73	32	15	1	59	6448	3576
Reggio Emilia	13	86	37	14	1	39	6492	3302
Modena	74	103	48	24	2	107	6010	3694
Bologna	100	91	52	33	3	172	3043	5964
Ferrara	99	85	47	31	4	189	2811	9403
Ravenna	186	76	43	24	2	97	4814	3305
Forlì - Cesena	13	218	148	74	0	19	3313	2171
Rimini	9	32	20	12	1	40	589	868
totali	607	833	456	243	16	811	38788	36417

	As (kg)	Cd (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	BaP (kg)
Piacenza	0	1	0	0	6
Parma	0	0	0	0	4
Reggio Emilia	0	0	0	0	3
Modena	0	1	0	0	7
Bologna	1	1	0	0	11
Ferrara	1	1	0	1	13
Ravenna	0	1	0	0	6
Forlì - Cesena	0	0	0	0	1
Rimini	0	0	0	0	3
totali	3	5	1	2	54

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

3.11. Macrosettore 11 - Altre sorgenti

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).

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 al capitolo 3.10, 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⁾	2020-2025
1. Servizio Parchi e Risorse forestali della Regione Emilia-Romagna 2. Fornitura diretta da parte dell'Osservatorio clima di Arpae - SIMC				

Stime provinciali e totali per il macrosettore 11

	COVnm (t)
Piacenza	4928
Parma	8715
Reggio Emilia	3966
Modena	3729
Bologna	6249
Ferrara	671
Ravenna	1383
Forlì - Cesena	5507
Rimini	1337
totali	36485

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

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

010101	Caldaie con potenza termica ≥ 300 MW
010102	Caldaie con potenza termica ≥ 50 e < 300 MW
010103	Caldaie con potenza termica < 50 MW
010104	Turbine a gas
010105	Motori a combustione interna
010202	Caldaie con potenza termica ≥ 50 e < 300 MW
010203	Caldaie con potenza termica < 50 MW
010204	Turbine a gas
010205	Motori a combustione interna
010302	Caldaie con potenza termica ≥ 50 e < 300 MW
010503	Caldaie con potenza termica < 50 MW
010504	Turbine a gas

MACROSETTORE 2 – Combustione non industriale

020103	Caldaie con potenza termica < 50 MW
020104	Turbine a gas
020202	Caldaie con potenza termica < 50 MW
020221	Caldaie (< 35 kW) (Acqua) 1s
020222	Caldaie (< 35 kW) (Acqua) 2s
020223	Caldaie (< 35 kW) (Acqua) 3s
020224	Caldaie (< 35 kW) (Acqua) 4s
020238	Camini aperti (Aria) 1s

020239	Camini aperti (Aria) 2s
020240	Camini aperti (Aria) 3s
020248	Cucine (Aria) 1s
020249	Cucine (Aria) 2s
020250	Cucine (Aria) 3s
020258	Camini chiusi o inserti (Aria) 1s
020259	Camini chiusi o inserti (Aria) 2s
020260	Camini chiusi o inserti (Aria) 3s
020261	Camini chiusi o inserti (Aria) 4s
020263	Stufe (Acqua) 1s
020264	Stufe (Acqua) 2s
020265	Stufe (Acqua) 3s
020266	Stufe (Acqua) 4s
020268	Stufe (Aria) 1s
020269	Stufe (Aria) 2s
020270	Stufe (Aria) 3s
020271	Stufe (Aria) 4s
020302	Caldaie con potenza termica < 50 MW

MACROSETTORE 3 – Combustione non industriale

030101	Caldaie con potenza termica ≥ 300 MW
030102	Caldaie con potenza termica ≥ 50 e < 300 MW
030103	Caldaie con potenza termica < 50 MW
030104	Turbine a gas
030105	Motori a combustione interna
030106	Altri sistemi (condizionatori ecc.)
030205	Altri forni
030303	Fonderie di ghisa e acciaio
030308	Produzione di zinco di seconda fusione
030310	Produzione di alluminio di seconda fusione
030311	Cemento
030313	Agglomerati bituminosi

030315	Contenitori di vetro
030319	Laterizi e piastrelle
030320	Materiale di ceramica fine
030321	Industria cartiera (processi di essiccazione)
030325	Produzione di smalto
030326	Altri processi con contatto

MACROSETTORE 4 – Processi produttivi

040101	Lavorazione di prodotti petroliferi
040105	Altro
040203	Spillatura della ghisa di prima fusione
040205	Acciaio (forno Martin-Siemens)
040207	Acciaio (forno elettrico)
040208	Laminatoi
040210	Altro
040301	Produzione di alluminio (elettrolisi)
040302	Ferroleghie
040304	Produzione di magnesio (eccetto 3.3.23)
040306	Leghe metalliche
040307	Galvanizzazione
040308	Placcatura elettrica
040309	Altro
040310	Estrusione di metalli
040311	Uso di materiale da saldatura
040402	Acido nitrico
040403	Ammoniaca
040405	Nitrato di ammonio
040407	Fertilizzanti composti (NPK)
040408	Urea
040409	Nerofumo
040414	Fertilizzanti a base di fosforo
040415	Immagazzinamento e trasporti di prodotti chimici inorganici

040416	Altro
040502	Propilene
040504	Cloruro di vinile (eccetto 4.5.5)
040506	Polietilene a bassa densita
040507	Polietilene ad alta densita
040509	Polipropilene
040510	Stirene
040511	Polistirene
040512	Stirene-butadiene
040513	Lattice stirene-butadiene
040514	Gomma stirene-butadiene (SBR)
040522	Immagazzinamento e trasporto di prodotti chimici organici
040525	Produzione di fitofarmaci
040527	Altro
040601	Cartoncino grigio
040602	Paste per la carta (processo al solfato)
040605	Pane
040606	Vino
040608	Alcolici
040612	Cemento (decarbonatazione)
040613	Vetro (decarbonatazione)
040614	Calce (decarbonatazione)
040616	Estrazione di materiali da cava
040617	Altro (incluso prodotti contenenti amianto)
040618	Uso di calce e dolomite
040621	Tostatura di caffe'
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
040632	Lavorazione generica del legno

MACROSETTORE 5 – Estrazione e distribuzione combustibili

050103	Immagazzinamento di combustibili solidi
050503	Stazioni di servizio (incluso il rifornimento di veicoli)
050601	Condotte
050603	Reti di distribuzione

MACROSETTORE 6 – Uso di solventi

060101	Verniciatura di autoveicoli
060102	Verniciatura: riparazione di autoveicoli
060103	Verniciatura: edilizia (eccetto 6.1.7)
060104	Verniciatura: uso domestico (eccetto 6.1.7)
060105	Verniciatura: rivestimenti
060106	Verniciatura: imbarcazioni
060107	Verniciatura: legno
060108	Altre applicazioni industriali di verniciatura
060109	Altre applicazioni non industriali di verniciatura
060201	Sgrassaggio metalli
060202	Pulitura a secco
060203	Componentistica elettronica
060204	Altri lavaggi industriali
060301	Produzione / lavorazione di poliestere
060302	Produzione / lavorazione di cloruro di polivinile
060303	Produzione / lavorazione 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
060312	Finiture tessili
060313	Conciatura di pelli
060314	Altro (pannelli truciolari impregnazione carta ecc...)
060401	Lana di vetro
060403	Industria della stampa
060404	Estrazione di grassi e di oli alimentari e non
060405	Applicazione di colle e adesivi
060406	Conservazione del legno
060408	Uso di solventi domestici (oltre la verniciatura)
060409	Deparaffinazione di veicoli

MACROSETTORE 7 – Trasporto su strada

070101	Autostrade
070102	Strade extraurbane
070103	Strade urbane
070104	Autostrade - usura
070105	Strade extraurbane - usura
070106	Strade urbane - usura
070201	Autostrade
070202	Strade extraurbane
070203	Strade urbane
070204	Autostrade - usura
070205	Strade extraurbane - usura
070206	Strade urbane - usura
070301	Autostrade
070302	Strade extraurbane
070303	Strade urbane
070304	Autostrade - usura
070305	Strade extraurbane - usura

070306	Strade urbane - usura
070403	Strade urbane
070406	Strade urbane - usura
070503	Strade urbane
070506	Strade urbane - usura
070601	Autostrade
070602	Strade extraurbane
070603	Strade urbane
070803	Strade urbane
070806	Strade urbane - usura

MACROSETTORE 8 – Altre sorgenti mobili e macchinari

080203	Locomotive
080402	Traffico marittimo nazionale
080404	Traffico marittimo internazionale (petroliere internazionali)
080501	Traffico aereo nazionale (cicli LTO - < 1000 m)
080600	Agricoltura

MACROSETTORE 9 – Trattamento e smaltimento rifiuti

090201	Incenerimento di rifiuti solidi urbani
090202	Incenerimento di rifiuti industriali (eccetto torce)
090207	Incenerimento di rifiuti ospedalieri
090401	Discarica 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 10.3.0)
090901	Incenerimento di corpi
090902	Incenerimento di carcasse
091001	Trattamento acque reflue industriali
091002	Trattamento acque reflue nel settore residenziale e commerciale

091005	Compostaggio
091006	Produzione di biogas
091007	Fosse biologiche
091008	Altra produzione di combustibili (RDF)
91009	Combustione all'aperto di rifiuti vari

MACROSETTORE 10 – Agricoltura

100101	Coltivazioni permanenti
100102	Terreni arabili
100103	Risaie
100104	Vivai
100105	Foraggiere
100205	Foraggiere
100301	Cereali
100401	Vacche da latte
100402	Altri bovini
100403	Ovini
100404	Maiali da ingrasso
100405	Cavalli
100406	Asini e muli
100407	Capre
100412	Scrofe
100414	Bufalini
100416	Conigli
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 ...)
100511	Capre
100512	Asini e muli
100514	Bufalini
100516	Conigli
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 ...)
100911	Capre
100912	Asini e muli
100914	Bufalini
100916	Conigli
101001	Vacche da latte
101002	Altri bovini
101003	Maiali da ingrasso
101004	Scrofe
101007	Galline ovaiole
101008	Pollastri
101009	Altri avicoli
101014	Bufalini

MACROSETTORE 11 – Altre sorgenti

111104	Farnia (<i>Quercus robur</i>)
111105	Boschi di querce sessili (<i>Quercus petraea</i>)
111106	Altre querce decidue
111107	Leccio (<i>Quercus ilex</i>)

111108	Sughera (<i>Quercus suber</i>)
111115	Altre decidue a foglia larga
111116	Altre sempreverdi a foglia larga
111204	Abete rosso norvegese (<i>Picea abies</i>)
111207	Pino silvestre (<i>Pinus sylvestris</i>)
111208	Pino marittimo (<i>Pinus pinaster</i>)
111209	Pino di Aleppo (<i>Pinus halepensis</i>)
111210	Altri pini
111211	Abete bianco (<i>Abies alba</i>)
111212	Larice
111215	Altre conifere
113101	Biomassa viva
113102	Materia organica morta
113103	Suoli

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 diverse categorie di polveri basandosi sulle distribuzioni granulometriche caratteristiche di ogni attività, ossia come percentuale in peso di PTS, PM10, PM2.5 e talvolta anche PM1 e PM0.1.

Allegato 3. Grafici dei contributi dei diversi macrosettori per i diversi macroinquinanti

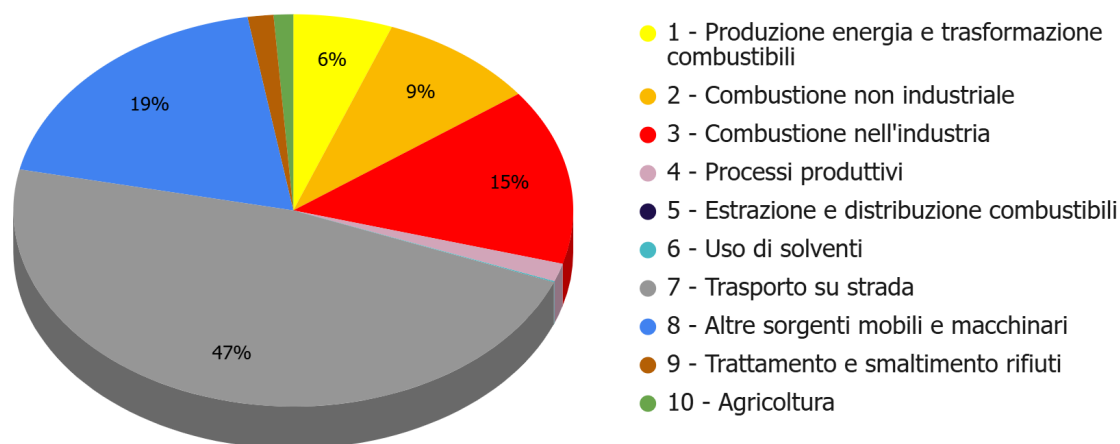


Figura A3.1. Ripartizione percentuale delle emissioni di NOx

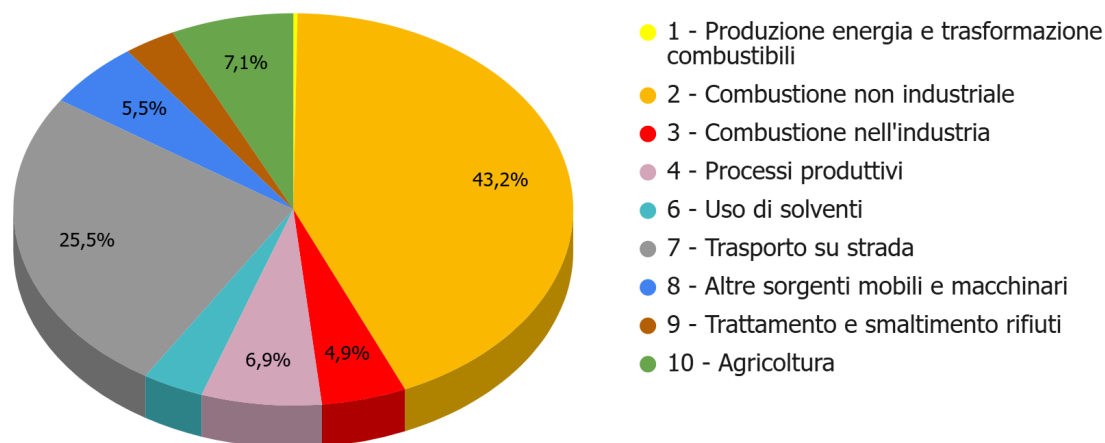


Figura A3.2. Ripartizione percentuale delle emissioni di PTS

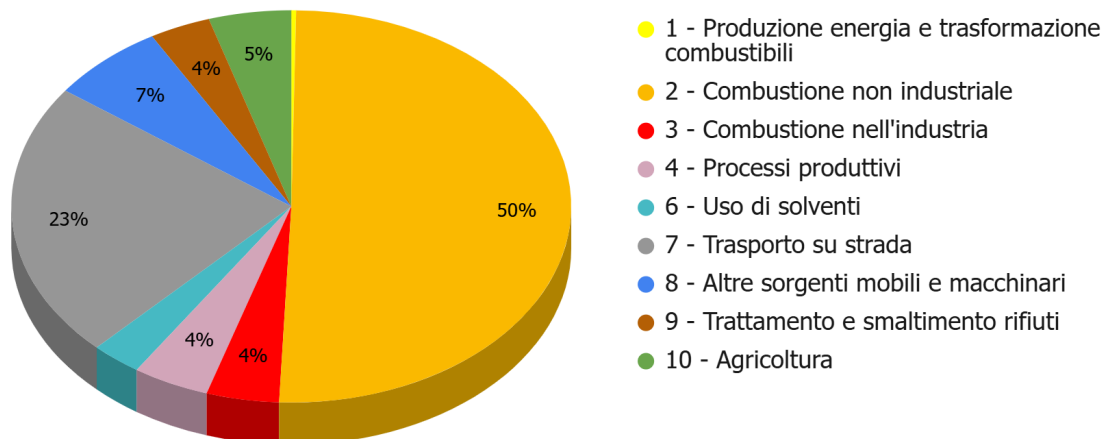


Figura A3.3. Ripartizione percentuale delle emissioni di PM10

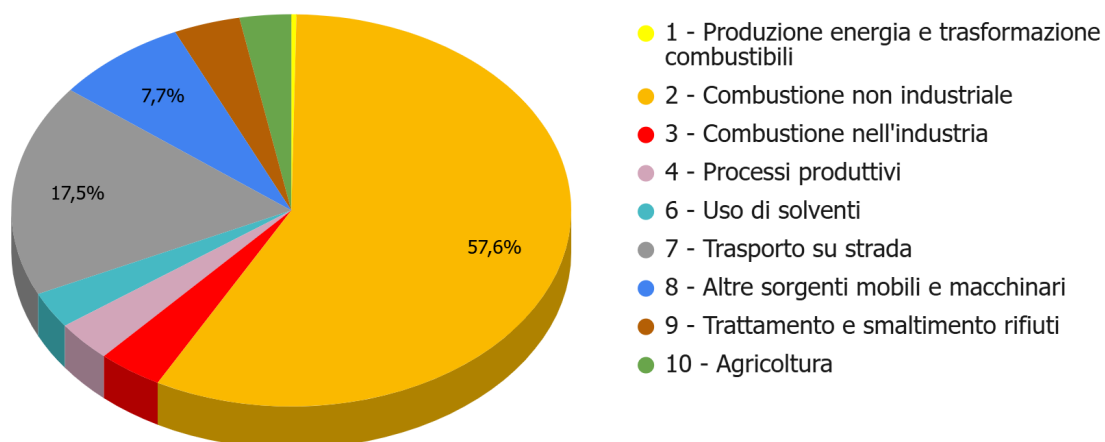


Figura A3.4. Ripartizione percentuale delle emissioni di PM2.5

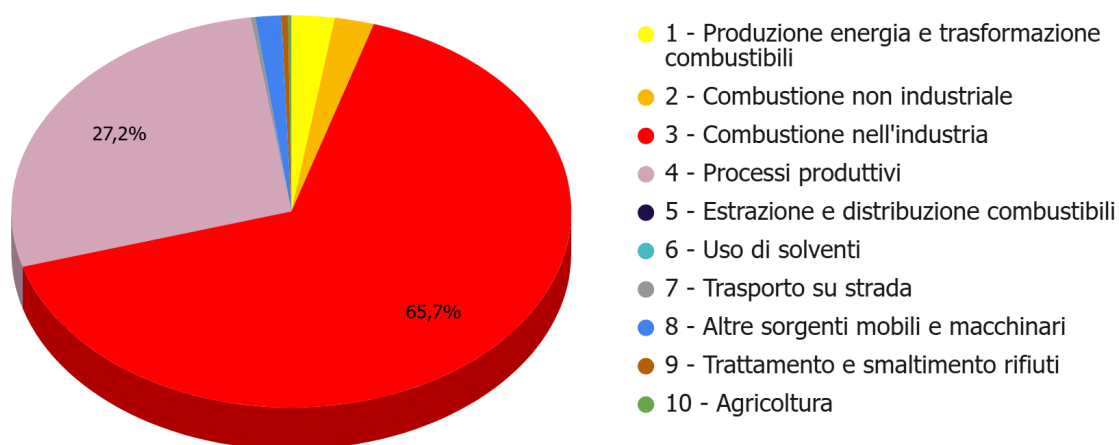


Figura A3.5. Ripartizione percentuale delle emissioni di SO₂

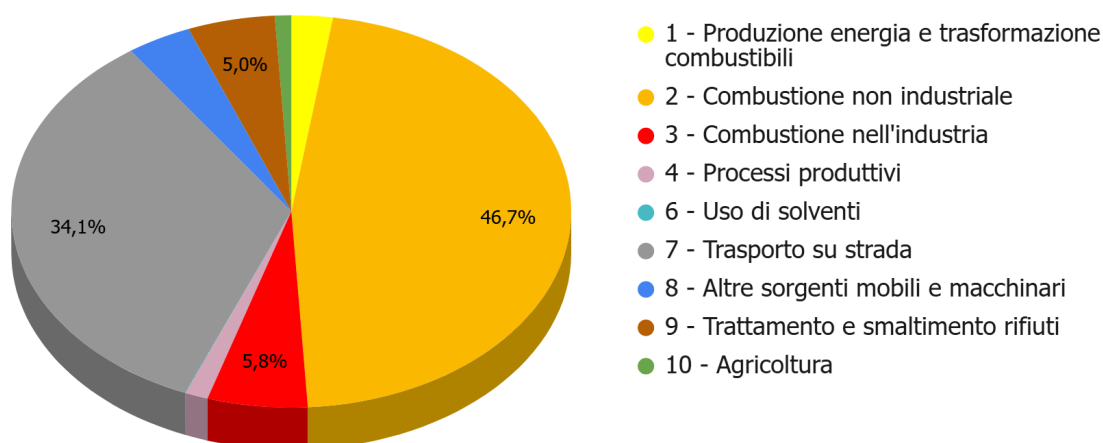


Figura A3.6. Ripartizione percentuale delle emissioni di CO

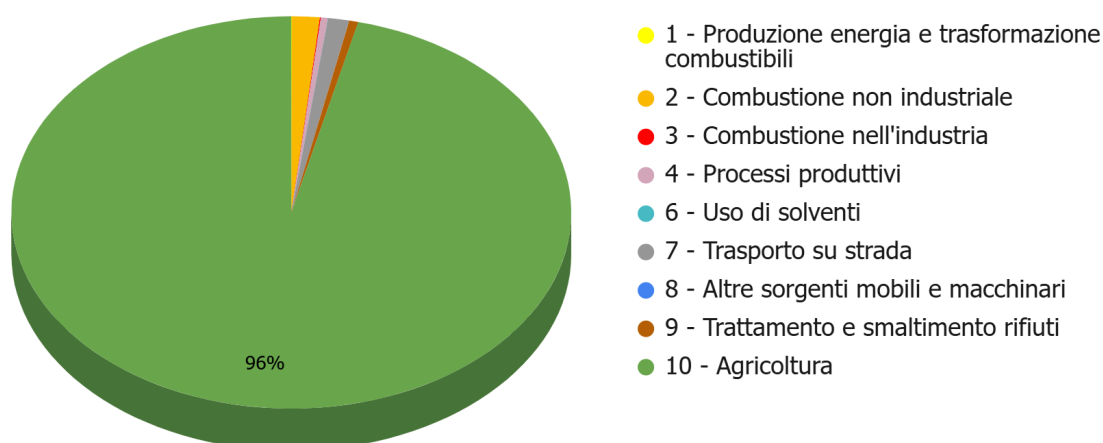


Figura A3.7. Ripartizione percentuale delle emissioni di NH_3

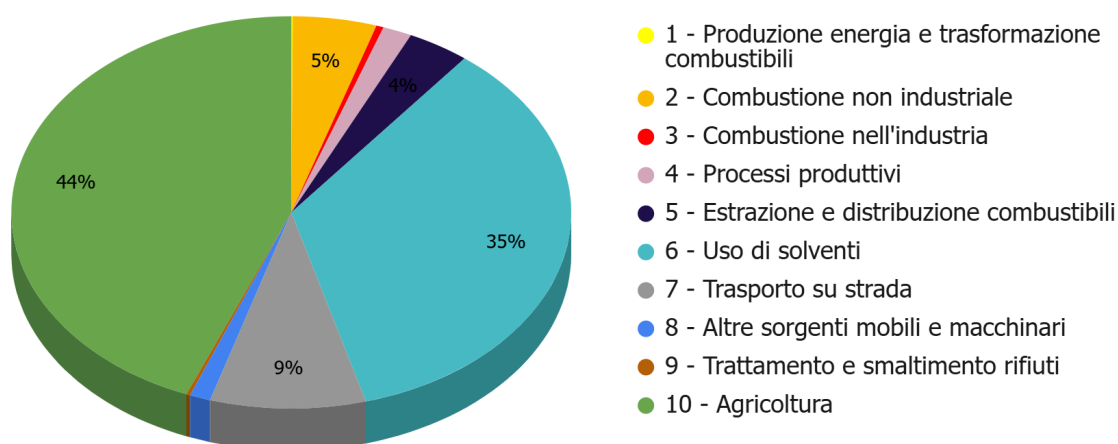


Figura A3.8. Ripartizione percentuale delle emissioni di COV

Allegato 4. Tabelle riassuntive per provincia

Piacenza

MS	NOx (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2.5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVnm (t)
1	458	1	1	1	5	1140	2	49
2	284	461	439	428	15	3553	60	344
3	1484	21	6	4	136	1455	7	139
4	0	13	2	1	157	0	0	3
5	-	-	-	-	-	-	-	223
6	1	11	8	7	0	12		2240
7	2229	243	176	118	2	2158	38	512
8	1049	58	58	58	3	349	0	108
9	73	26	25	23	3	312	16	7
10	91	69	31	16	2	90	5267	4135
11	-	-	-	-	-	-	-	4928
Totali	5670	904	745	657	324	9070	5391	12686

MS	As (kg)	Cd (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	BaP (kg)
1	4	16	36	103	
2	1	14	2	29	78
3	18	9	33	77	0
4	1	0	0	18	-
5	-	-	-	-	-
6	-	0	0	0	-
7	3	4	20	305	6
8	-	0	2	1	1
9	4	2	6	14	1
10	0	1	0	0	6
11	-	-	-	-	-
Totali	31	46	99	547	92

Parma

MS	NOx (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2.5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVnm (t)
1	1	-	-	-	-	0	-	-
2	571	608	579	565	22	4774	78	481
3	477	10	9	6	142	85	-	13
4	1	19	11	10	-	-	-	7
5	-	-	-	-	-	-	-	334
6	1	20	15	12	0	17	0	2378
7	2845	333	242	159	2	3102	54	773
8	845	47	47	47	3	280	0	87
9	82	18	17	16	7	239	3	10
10	22	73	32	15	1	59	6448	3576
11	-	-	-	-	-	-	-	8715
Totali	4845	1129	952	830	177	8556	6583	16373

MS	As (kg)	Cd (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	BaP (kg)
1	-	-	-	-	-
2	2	18	3	38	102
3	7	7	16	43	0
4	6	4	44	24	-
5	-	-	-	-	-
6	-	0	0	0	-
7	5	6	30	468	9
8	-	0	2	1	1
9	4	2	4	14	1
10	0	0	0	0	4
11	-	-	-	-	-
Totali	24	37	98	588	117

Reggio - Emilia

MS	NOx (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2.5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVnm (t)
1	45	0	0	0	0	2	-	1
2	737	647	616	601	26	5177	82	530
3	972	79	54	45	1415	343	0	56
4	26	110	60	30	25	27	10	250
5	-	-	-	-	-	-	-	435
6	0	55	40	36	0	0	0	3528
7	2881	354	258	167	2	3414	59	882
8	836	46	46	46	3	275	0	86
9	20	9	9	8	1	123	48	63
10	13	86	37	14	1	39	6492	3302
11	-	-	-	-	-	-	-	3966
Totali	5530	1383	1119	947	1472	9400	6693	13098

MS	As (kg)	Cd (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	BaP (kg)
1	-	-	-	-	-
2	3	19	3	40	110
3	1	7	25	125	0
4	14	5	48	27	11
5	-	-	-	-	-
6	-	0	0	0	-
7	6	6	34	527	9
8	-	0	2	1	1
9	1	0	0	1	0
10	0	0	0	0	3
11	-	-	-	-	-
Totali	24	39	112	721	134

Modena

MS	NOx (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2.5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVnm (t)
1	26	0	-	-	1	16	-	-
2	747	813	774	755	29	6376	103	641
3	1547	246	174	122	2936	1105	9	65
4	9	186	98	33	135	8	27	27
5	-	-	-	-	-	-	-	406
6	23	68	44	36	0	-	1	4600
7	3861	462	338	220	3	4471	73	1168
8	921	51	51	51	3	314	0	96
9	95	33	32	30	2	405	30	15
10	74	103	48	24	2	107	6010	3694
11	-	-	-	-	-	-	-	3729
Totali	7304	1962	1559	1272	2979	12801	6254	14441

MS	As (kg)	Cd (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	BaP (kg)
1	-	-	-	-	-
2	3	24	4	50	139
3	9	67	96	491	1
4	0	26	71	33	12
5	-	-	-	-	-
6	-	2	1	0	
7	7	8	44	687	12
8	-	0	2	1	1
9	3	1	2	4	2
10	0	1	0	0	7
11	-	-	-	-	-
Totali	23	129	219	1266	173

Bologna

MS	NO _x (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2.5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVnm (t)
1	159	4	4	4	10	16	0	0
2	1082	908	864	843	40	7223	115	744
3	536	139	104	92	527	1302	0	22
4	72	76	29	19	14	420	2	11
5	-	-	-	-	-	-	-	686
6	2	127	81	72	0	0	0	5293
7	6110	711	518	341	5	6866	116	1712
8	1252	56	56	55	28	632	0	158
9	199	77	75	70	9	961	42	25
10	100	91	52	33	3	172	3043	5964
11	-	-	-	-	-	-	-	6249
Totali	9512	2187	1783	1528	635	17593	3318	20862

MS	As (kg)	Cd (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	BaP (kg)
1	0	0	0	0	0
2	4	27	4	56	151
3	4	3	30	143	1
4	0	0	8	3	8
5	-	-	-	-	-
6	-	0	0	0	-
7	11	12	64	1004	19
8	-	0	2	1	1
9	8	2	4	10	4
10	1	1	0	0	11
11	-	-	-	-	-
Totali	27	46	113	1217	195

Ferrara

MS	NOx (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2.5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVnm (t)
1	865	4	3	2	127	166	3	0
2	343	311	297	289	12	2436	38	252
3	1421	48	31	19	156	385	4	14
4	78	174	105	76	61	431	79	920
5	-	-	-	-	-	-	-	235
6	2	53	34	31	0	0	0	2917
7	1624	201	147	95	1	2027	33	553
8	1298	72	71	71	4	439	0	135
9	127	108	105	97	4	1300	9	30
10	99	85	47	31	4	189	2811	9403
11	-	-	-	-	-	-	-	671
Totali	5855	1056	840	713	369	7373	2976	15130

MS	As (kg)	Cd (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	BaP (kg)
1	0	7	0	0	0
2	1	9	1	19	54
3	8	3	9	518	0
4	0	14	3	1	-
5	-	-	-	-	-
6	-	0	0	0	-
7	3	4	19	306	5
8	-	0	3	1	1
9	10	2	0	12	6
10	1	1	0	1	13
11	-	-	-	-	-
Totali	23	41	36	858	79

Ravenna

MS	NO _x (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2.5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVnm (t)
1	1517	19	18	17	66	695	9	15
2	406	367	350	341	14	2882	45	299
3	927	14	13	7	96	141	-	12
4	562	215	106	94	2008	244	50	122
5	0	-	-	-	0	-	-	259
6	11	17	12	9	0	-	-	3034
7	2081	249	182	118	2	2445	41	640
8	3220	277	265	255	82	612	0	251
9	52	54	52	48	2	653	39	16
10	186	76	43	24	2	97	4814	3305
11	-	-	-	-	-	-	-	3305
Totali	8963	1288	1040	914	2271	7769	5000	9335

MS	As (kg)	Cd (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	BaP (kg)
1	-	0	-	-	-
2	1	11	2	23	63
3	0	0	3	22	0
4	3	22	971	14	-
5	-	-	-	-	-
6	-	0	0	0	-
7	4	4	23	368	7
8	22	1	1054	8	1
9	5	1	0	6	3
10	0	1	0	0	6
11	-	-	-	-	-
Totali	37	41	2053	440	80

Forlì - Cesena

MS	NOx (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2.5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVnm (t)
1	-	-	-	-	-	-	-	-
2	392	498	474	462	17	3866	64	383
3	252	14	7	7	83	62	-	12
4	28	12	7	7	23	0	1	57
5	-	-	-	-	-	-	-	196
6	0	47	33	30	0	-	-	3263
7	2220	254	186	123	2	2576	42	661
8	574	32	32	32	2	220	0	64
9	83	8	7	7	3	123	24	6
10	13	218	148	74	0	19	3313	2171
11	-	-	-	-	-	-	-	5507
Totali	3562	1082	894	741	129	6866	3444	12321

MS	As (kg)	Cd (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	BaP (kg)
1	-	-	-	-	-
2	1	15	2	31	85
3	0	0	4	1	0
4	-	11	-	-	-
5	-	-	-	-	-
6	-	0	0	0	-
7	4	4	23	357	7
8	-	0	1	1	1
9	1	0	1	2	0
10	0	0	0	0	1
11	-	-	-	-	-
Totali	7	31	32	391	94

Rimini

MS	NOx (t)	PTS (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2.5} (t)	SO ₂ (t)	CO (t)	NH ₃ (t)	COVnm (t)
1	-	-	-	-	-	-	-	-
2	338	456	434	423	15	3549	59	349
3	164	4	4	4	37	58	-	15
4	23	9	5	2	0	1	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-	210
6	-	18	13	12	-	-	-	1861
7	1549	186	137	89	1	2021	31	545
8	200	11	11	11	1	67	0	21
9	68	15	15	14	2	185	2	4
10	9	32	20	12	1	40	589	868
11	-	-	-	-	-	-	-	1337
Totali	2349	731	639	566	57	5921	681	5211

MS	As (kg)	Cd (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	BaP (kg)
1	-	-	-	-	-
2	1	14	2	28	77
3	0	0	4	48	0
4	0	0	0	2	7
5	-	-	-	-	-
6	-	0	0	0	-
7	3	3	18	281	5
8		0	0	0	0
9	2	0	0	2	1
10	0	0	0	0	3
11	-	-	-	-	-
Totali	6	18	25	361	93