



Inventario regionale delle emissioni in atmosfera Anno 2019

Sintesi

Inventario regionale delle sorgenti di emissione anno 2019

Sintesi

ARPA Lazio

Dipartimento stato dell'ambiente

Servizio qualità dell'aria e monitoraggio degli agenti fisici

Supporto tecnico:



TECHNE Consulting srl

A cura di: Carlo Trozzi, Enzo Piscitello, Martina Cervella, Alessia Caglioti, Carlo Cotugno

Febbraio 2024

INDICE

1	PREMESSA	5
2	L'INVENTARIO DELLE EMISSIONI	6
3	RACCOLTA DATI E STIMA DELLE EMISSIONI	10
3.1	Sorgenti puntuali	10
3.2	Sorgenti diffuse, lineari e areali	11
4	LE EMISSIONI DI INQUINANTI NEL 2019	16
4.1	Inquinanti principali	16
4.2	Metalli pesanti	24
4.3	Idrocarburi policiclici aromatici	25
4.4	Altri inquinanti	26
4.5	Gas climalteranti	26

INDICE DELLE FIGURE

<i>Figura 1 – Schema operativo per la stima delle emissioni</i>	8
<i>Figura 2 – Emissioni di NO_x (Mg) per macrosettore nel 2019</i>	16
<i>Figura 3 – Mappa delle emissioni totali di NO_x (Mg) nel 2019</i>	16
<i>Figura 4 – Emissioni di PM₁₀ (Mg) per macrosettore nel 2019</i>	17
<i>Figura 5 – Mappa delle emissioni totali di PM₁₀ (Mg) nel 2019</i>	17
<i>Figura 6 – Emissioni di PM_{2,5} (Mg) per macrosettore nel 2019</i>	18
<i>Figura 7 – Mappa delle emissioni totali di PM_{2,5} (Mg) nel 2019</i>	18
<i>Figura 8 – Emissioni di PST per macrosettore nel 2019</i>	19
<i>Figura 9 – Mappa delle emissioni totali di PST (Mg) nel 2019</i>	19
<i>Figura 10 – Emissioni di COVNM per macrosettore nel 2019</i>	20
<i>Figura 11 – Mappa delle emissioni totali di COVNM (Mg) nel 2019</i>	20
<i>Figura 12 – Emissioni di SO_x per macrosettore nel 2019</i>	21
<i>Figura 13 – Mappa delle emissioni totali di SO_x (Mg) nel 2019</i>	21
<i>Figura 14 – Emissioni di CO per macrosettore nel 2019</i>	22
<i>Figura 15 – Mappa delle emissioni totali di CO (Mg) nel 2019</i>	22
<i>Figura 16 – Emissioni di NH₃ per macrosettore nel 2019</i>	23
<i>Figura 17 – Mappa delle emissioni totali di NH₃ (Mg) nel 2019</i>	23
<i>Figura 18 – Emissioni di metalli pesanti per macrosettore nel 2019</i>	24
<i>Figura 19 – Mappa delle emissioni totali di metalli pesanti (Kg) nel 2019</i>	24
<i>Figura 20 – Emissioni di Idrocarburi policiclici aromatici per macrosettore nel 2019</i>	25
<i>Figura 21 – Mappa delle emissioni totali di Idrocarburi policiclici aromatici (Kg) nel 2019</i>	25

1 PREMESSA

Il presente documento descrive, in sintesi, quanto realizzato per l'aggiornamento dell'inventario delle emissioni in atmosfera della regione Lazio con riferimento al 2019.

L'aggiornamento dell'inventario delle emissioni in atmosfera della regione Lazio per l'anno 2019 è stato effettuato secondo le prescrizioni del d.lgs. 155/2010 e s.m.i. e le indicazioni contenute nelle Linee guida EMEP/EEA Guidebook 2019.

Le linee guida EMEP/EEA Guidebook 2019 forniscono le metodologie di stima ed i fattori di emissione da prendere come riferimento nell'elaborazione dell'aggiornamento dell'inventario delle emissioni.

L'inventario all'anno 2019 è stato confrontato con l'inventario ISPRA, che ha disaggregato l'inventario nazionale a livello provinciale per lo stesso anno.

Nell'aggiornamento relativo all'anno 2019 è stato utilizzato, preferibilmente, dove possibile, l'approccio bottom-up.

L'aggiornamento delle attività dell'inventario delle emissioni è stato effettuato a scala:

- regionale;
- provinciale;
- comunale¹.

¹ Per quanto riguarda il livello comunale, tenuto conto che la disaggregazione a questo livello territoriale è un'operazione complessa, sono tuttora in corso attività di analisi dei dati.

2 L'INVENTARIO DELLE EMISSIONI

Un inventario delle emissioni è una raccolta coerente di dati sulle emissioni dei singoli inquinanti raggruppati per:

- attività economica,
- intervallo temporale (anno, mese, giorno, ecc.),
- unità territoriale (regione, provincia, comune, maglie quadrate di 1 km², ecc.),
- combustibile (per i soli processi di combustione).

Le quantità di inquinanti emesse dalle diverse sorgenti della zona in esame si possono ottenere:

- tramite misure dirette, campionarie o continue;
- tramite stima.

La misura diretta delle emissioni può essere effettuata, ove è possibile, solo per alcuni impianti industriali, di solito schematizzati come sorgenti puntuali. Tra questi, solo per alcuni è attuata la misura in continuo. Per tutte le altre sorgenti, denominate sorgenti diffuse (piccole industrie, impianti di riscaldamento, sorgenti mobili, ecc.), si deve ricorrere a stime.

Le emissioni sono stimate a partire da dati quantitativi sull'attività presa in considerazione e da opportuni fattori di emissione.

Tale approccio del tutto generale è applicato, a seconda delle attività prese in considerazione, esplicitando le metodologie per la determinazione dell'attività e la scelta degli opportuni fattori di emissione. Questi ultimi possono essere semplici fattori moltiplicativi o tenere conto, in forma funzionale, dei differenti parametri costruttivi ed operativi degli impianti, dei macchinari e dei processi.

Per la stima delle emissioni dalla navigazione nei porti e nelle linee di navigazione, da traffico stradale, da decollo e atterraggio di aeromobili, da vegetazione, da incendi forestali e da discariche di rifiuti sono stati utilizzati appositi modelli di stima che tengono conto di diversi parametri che concorrono alla stima delle emissioni.

Gli inquinanti presi in considerazione dall'inventario delle emissioni della Regione Lazio per l'anno 2019 sono i seguenti:

- principali inquinanti dell'aria: ossidi di zolfo (SO₂+SO₃), ossidi di azoto (NO+NO₂), composti organici volatili, con l'esclusione del metano (COVNM), monossido di carbonio (CO), particelle sospese totali (PST), particelle sospese con diametro inferiore a 10 micron (PM₁₀), particelle sospese con diametro inferiore a 2,5 micron (PM_{2,5}), ammoniaca (NH₃), benzene (C₆H₆);
- metalli pesanti: arsenico, cadmio, nichel, piombo, cromo, mercurio, rame, selenio, zinco;
- principali idrocarburi policiclici aromatici (IPA): benzo[b]fluorantene (BBF), benzo[k]fluorantene (BKF), benzo[a]pirene (BAP), indeno[123cd]pirene (INP);
- altri microinquinanti: esaclorobenzene (HCB), policlorobifenili (PCB), diossine e furani (PCCD, PCCF), black carbon (BC);
- gas serra: anidride carbonica (CO₂), metano (CH₄), protossido di azoto (N₂O).

Sono state inoltre registrate le emissioni di eventuali altri inquinanti documentati dalle aziende nell'ambito degli adempimenti autorizzativi.

L'attività consiste nella raccolta di dati e informazioni per i seguenti macrosettori:

1. Combustione nell'industria e impianti energetici
2. Impianti di combustione non industriale
3. Processi produttivi (combustione nell'industria manifatturiera)
4. Attività produttive
5. Estrazione e distribuzione di combustibili fossili e geotermia
6. Uso di solventi
7. Trasporti stradali
8. Altri sorgenti mobili e macchine
9. Trattamento dei rifiuti e discariche
10. Agricoltura
11. Altre sorgenti/natura

La nomenclatura delle attività rilevanti per la valutazione delle emissioni di inquinanti dell'aria utilizzata è la SNAP 2007 ampliata ed integrata al fine di meglio descrivere la realtà locale. La nuova classificazione mantiene la sua coerenza, pur nel suo maggior dettaglio, con la classificazione internazionale SNAP 2007 ed anche con la classificazione adottata dall'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) per l'inventario nazionale delle emissioni.

Le sorgenti sono state classificate e distinte in puntuali, diffuse, areali e lineari; le emissioni totali vengono classificate anche sulla base di questa distinzione.

Per sorgenti puntuali si intendono le sorgenti di emissione che è possibile ed utile localizzare direttamente, tramite le loro coordinate geografiche, sul territorio. Sono individuate come sorgenti puntuali tutte quelle con emissioni maggiori delle seguenti soglie:

- inquinanti principali e gas serra (con l'eccezione di monossido di carbonio e anidride carbonica), 5 t/anno;
- monossido di carbonio, 50 t/anno;
- metalli pesanti, benzene, IPA 50 kg/anno;
- anidride carbonica, 5.000 t/anno;

Come sorgenti lineari sono indicate le principali arterie di comunicazione (strade, linee fluviali, linee ferroviarie). Per tali arterie la stima delle emissioni è stata effettuata per singola arteria, o tratto di arteria.

Come sorgenti areali sono indicati i principali nodi di comunicazione (porti, aeroporti) e le principali aree di movimentazione dei materiali (cave e discariche). Per tali aree la stima delle emissioni è stata effettuata singolarmente.

Infine, per sorgenti diffuse si intendono tutte quelle sorgenti non incluse nelle classi precedenti e che necessitano per la stima delle emissioni di un trattamento statistico. In particolare, rientrano in questa classe sia le emissioni di origine puntiforme che, per livello dell'emissione, non rientrano nelle sorgenti puntuali, sia le emissioni effettivamente di tipo areale (ad esempio le foreste) o ubiquie (ad esempio traffico diffuso, uso di solventi domestici, ecc.). La zona statistica di base scelta per la stima delle emissioni diffuse è il comune.

In *Figura 1* è riportata una sintesi della procedura che è seguita per la stima delle emissioni delle differenti sorgenti, anche con riferimento alla definizione delle entità previste nel sistema (strutture ed unità statistiche).

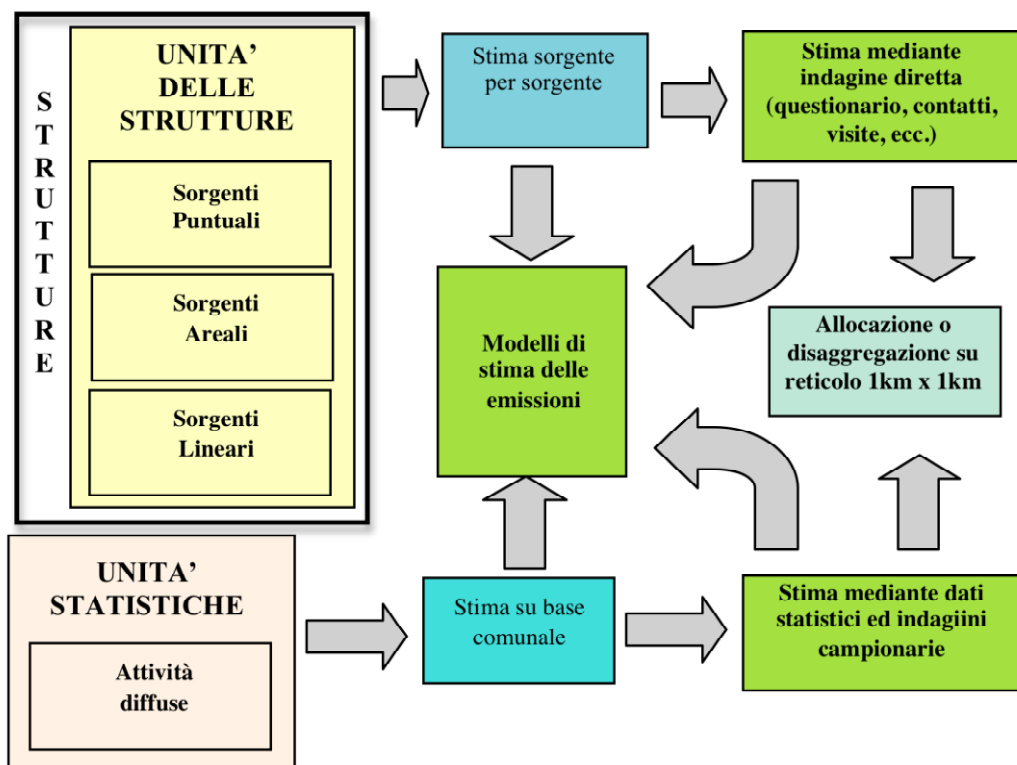


Figura 1 – Schema operativo per la stima delle emissioni

Le emissioni, nei casi più semplici, sono stimate a partire da indicatori dell'attività e da opportuni fattori di emissione.

I fattori di emissione sono in continuo aggiornamento a livello internazionale e nazionale. L'azione di aggiornamento dei fattori di emissione è resa necessaria in conseguenza del processo continuo di revisione ed aggiornamento delle informazioni e delle metodologie di supporto alla realizzazione degli inventari delle emissioni di inquinanti dell'aria che si sviluppa, nel corso degli anni, a livello internazionale ed ai nuovi studi che si rendono disponibile nella letteratura scientifica del settore.

Tale processo di revisione è sospinto dalla sempre maggiore consapevolezza dell'importanza degli inventari delle emissioni nei processi decisionali relativi alla gestione della qualità dell'aria.

Al momento della redazione dell'inventario i prodotti principali di questo processo di revisione continua a livello internazionale sono:

- la classificazione delle attività di interesse per l'inquinamento atmosferico SNAP (SNAP 2007);
- i fattori di emissione dell'EMEP/EEA Emission Inventory Guidebook 2019;
- i fattori di emissione dei gas serra delle 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories e gli ulteriori aggiornamenti del 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

Nel corso dell'aggiornamento è stata utilizzata la base dati dei fattori di emissione di Techne Consulting che è largamente basata sull'EMEP/EEA Air pollutant emission inventory guidebook 2019 e le IPCC Guidelines integrando informazioni provenienti dall'inventario nazionale ISPRA ed altri fattori di emissione provenienti dalle attività di supporto alle regioni nella redazione degli inventari di emissione svolte da Techne Consulting.

Per le emissioni diffuse, le emissioni lineari e quelle areali, nei casi più complessi sono stati utilizzati modelli di stima (realizzati dalla Techne Consulting sulla base di metodologie validate a livello internazionale).

In particolare, sono adottati i modelli di stima nei seguenti casi:

- emissioni da traffico stradale: per la stima delle emissioni da traffico stradale (lineari e diffuse) è stato utilizzato il modello *E-Road*,
 - emissioni da navi: per la stima delle emissioni da movimentazione e stazionamento delle navi in porto e dalle navi in navigazione sulle rotte interne alla regione è utilizzato il modello *Ships*;
 - emissioni da decollo ed atterraggio aeromobili: per la stima delle emissioni da decollo ed atterraggio degli aeromobili è stato utilizzato il modello *Airport*,
 - emissioni da vegetazione: per la stima delle emissioni (diffuse) da vegetazione è stato utilizzato il modello *Forest*,
 - emissioni da incendi forestali: per la stima delle emissioni (diffuse) da incendi forestali è stato utilizzato il modello *Fire*,
 - emissioni da discariche: per la stima delle emissioni (localizzate) da discariche di rifiuti è utilizzato il modello *Landfill*.
-

3 RACCOLTA DATI E STIMA DELLE EMISSIONI

Nel seguito sono riportate le metodologie seguite per la raccolta dei dati delle sorgenti puntuali (paragrafo 3.1) e delle sorgenti diffuse, areali e lineari (paragrafo 3.2) e per la loro stima.

3.1 Sorgenti puntuali

Il censimento interessa impianti produttivi e/o impianti termici industriali individuati nel corso del lavoro con le modalità di seguito riassunte. In prima istanza sono state selezionate tutte le aziende con autorizzazione AIA presenti sul territorio regionale i cui codici IPPC riguardano attività che si è reputato poter dare luogo ad emissioni globali annue superiori alle soglie puntuali prestabilite.

Ulteriori valutazioni per integrare questo primo elenco sono state effettuate integrando alla lista alcune aziende presenti nel suddetto elenco soprattutto in quanto conosciute anche per essere ricomprese in altri ambiti.

Per questa seconda ricognizione sono stati analizzate infatti le seguenti altre fonti di informazione:

- Elenco delle aziende dall'inventario effettuato per la provincia di Roma il cui ultimo aggiornamento è relativo all'anno 2009;
- Registro integrato delle emissioni e dei trasferimenti di sostanze inquinanti (E-PRTR) della Commissione europea e dell'Agenzia europea dell'ambiente;
- Registro italiano delle autorizzazioni ad emettere Gas ad Effetto Serra (AGES-ETS) dell'ISPRA;
- Impianti sottoposti a Procedura di AIA di competenza statale e regionale del Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica;
- Registro AUA 2019 di ARPA Lazio;
- Informazioni richieste ed ottenute da TERNA sugli impianti di produzione di energia elettrica.

Quest'ultima fonte di informazione è stata essenziale per verificare di aver ricompreso nelle liste dei soggetti coinvolti tutti i produttori di energia elettrica/termica per quanto riguarda l'utilizzo di fonti energetiche non rinnovabili ma, anche per individuare e censire le aziende con impianti di combustione alimentati a bioenergie quali: biomasse, biogas e bioliquidi, per la produzione di energia elettrica e/o calore che solitamente rientrano in regimi autorizzatori semplificati e per questo talvolta difficili da rintracciare.

Il lavoro di reperimento delle informazioni e la selezione degli impianti per l'aggiornamento dell'inventario al 2019 è stato condotto mediante una verifica censuaria diretta tramite invio di un apposito questionario.

L'invio delle richieste è stato curato interamente da ARPA Lazio tramite invio PEC. Sono stati inviati appositi questionari (96) alle aziende, di cui 88 pervenuti; tra questi 5 impianti sono risultati chiusi o inattivi all'anno 2019; nei pochi casi (3 impianti) ritenuti attivi e sopra le soglie emissive, in cui non sia stato possibile avere risposta, è stata utilizzata altra documentazione (AIA, ecc.).

I dati reperiti sono stati validati e completati in base:

- alla valutazione dei flussi di massa dichiarati dei singoli punti di emissione e al confronto di questi con le emissioni dichiarate nelle schede relative alla unità;

- alla verifica delle emissioni dichiarate, raffrontate a quelle ottenute con l'utilizzo di fattori di emissione standard;
- al completamento delle informazioni mediante l'inserimento di emissioni di inquinanti non dichiarati dalle aziende nel questionario ma, di cui sia nota la presenza, calcolate con fattori di emissione standard.

Dove necessario è stata contattata nuovamente l'azienda per richiedere delucidazioni rispetto ad incongruenze, errori o chiarimenti.

A seguito della valutazione di tutta la documentazione disponibile, dall'indagine censuaria presso le aziende individuate come sorgenti puntuali, sono stati inseriti nel sistema come sorgenti puntuali 65 impianti. A questi sono stati aggiunti successivamente tre impianti per la produzione di conglomerati bituminosi, risultati sopra soglia e gli impianti di combustione del biogas da discarica censiti nel corso dell'indagine per le sorgenti diffuse e areali.

3.2 Sorgenti diffuse, lineari e areali

Per quanto riguarda le attività diffuse le emissioni sono state stimate a partire dai valori dell'attività desunti da opportune variabili e dai rispettivi fattori di emissione secondo la metodologia descritta nel seguito, dove sono fornite le indicazioni riguardo le variabili utilizzate per la stima delle singole attività diffuse; sono indicate, inoltre, la metodologia di stima e le fonti dei dati.

Come quadro generale di riferimento, ed ai fini della stima di alcune variabili specifiche, sono stati reperiti tutti i dati disponibili utili alla migliore comprensione della situazione economico/produttiva della regione ed alla quantificazione delle emissioni.

Sono state in primo luogo reperite autonomamente le seguenti informazioni:

- i dati 2019 ISTAT sulla popolazione, del Registro Statistico delle Imprese Attive (ASIA); sulla Produzione industriale e sulla Produzione agricola;
- i dati sulle unità locali e sugli addetti ISTAT Censimento permanente 2019;
- i dati ISTAT relativi alla seconda indagine sui consumi energetici delle famiglie relativa al 2021, particolarmente significativi per quanto riguarda la combustione della legna;
- i dati 2019 del Bollettino Petrolifero elaborato ogni trimestre dal Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica sulla base dei dati del Questionario Petrolifero e del Questionario del Carbone;
- i dati del Bilancio Energetico Nazionale 2019;
- le temperature medie mensili (massima e minima) per fascia altimetrica e la radiazione solare, per singola stazione di misura del sistema nazionale per la raccolta, elaborazione e diffusione di dati climatici, realizzato dall'ISPRA;
- la superficie boschiva e non boschiva incendiata, per tipologia di vegetazione fornita dall'EFFIS - European Forest Fire Information System.

Relativamente alla raccolta dei dati per la stima delle emissioni da sorgenti diffuse, la tipologia dei dati indicata scaturisce da un'analisi del territorio regionale ed è conforme alla classificazione SNAP delle attività.

Per il consumo totale di **legna/pellet** a livello regionale sono stati presi come punto di partenza l'indagine ISTAT 2021 sui consumi energetici delle famiglie, i consumi finali di biomasse solide nel settore residenziale provenienti dal monitoraggio del cosiddetto burden sharing da parte del GSE ed i risultati dell'indagine Kairos per ARPA Lazio.

La disaggregazione a livello comunale è stata effettuata disaggregando i consumi sul fabbisogno energetico delle abitazioni con impianto di riscaldamento alimentato a legna elaborato a partire dal numero di abitazioni per comune che utilizzano come combustibile la legna, dalla superficie media delle abitazioni per comune e per tipologia di riscaldamento e dai gradi giorno per comune.

La stima dei consumi di **prodotti petroliferi** sono stati utilizzati i dati di vendita regionali desunti dal Bollettino Petrolifero pubblicato dal Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica. Per il settore agricolo, sono stati utilizzati i dati, a livello nazionale, presenti nel Bilancio Energetico Nazionale ed il rapporto percentuale tra il valore regionale e il valore nazionale della superficie agricola utilizzata, ricavata dal Censimento dell'agricoltura 2010.

Per i prodotti petroliferi, la stima a livello comunale è stata effettuata disaggregando i consumi sulla base del rapporto percentuale tra il valore regionale e il valore nazionale:

- per il terziario, delle unità locali operanti nel terziario a livello comunale, ricavate dai dati ISTAT ASIA;
- per il domestico, del fabbisogno energetico delle abitazioni come già indicato per la legna;
- per l'industria, degli addetti nell'industria manifatturiera di fonte ISTAT ASIA;
- per l'agricoltura, della superficie agricola utilizzata ricavata dal Censimento dell'agricoltura 2010.

Per quanto riguarda il **gas naturale**, per la stima dei consumi comunali in tutti i settori, sono stati utilizzati tutti i dati reperiti tramite indagine diretta. In particolare, sono stati presi in considerazione i dati SNAM relativi alle consegne ai punti di riconsegna alle reti di distribuzione cittadine o ai grandi consumatori, i dati del distributore SGI ed i dati dichiarati dalle aziende distributrici che operano sul territorio di riferimento. Alle aziende distributrici e a SGI Spa sono stati richiesti i dati di gas distribuito a livello comunale, distinto tra i settori domestico, terziario e industriale. Per il gas naturale nel settore agricolo, sono stati utilizzati i dati, a livello nazionale, presenti nel Bilancio Energetico Nazionale ed il rapporto percentuale tra il valore regionale e il valore nazionale della superficie agricola utilizzata, ricavata dal Censimento dell'agricoltura 2010.

Per quanto riguarda le **attività produttive** sono state condotte indagini presso le associazioni produttive (SITEB Strade italiane e bitumi, Confindustria Ceramica, Assodistil Associazione Distillatori Italiani) e le aziende presenti sul territorio regionale e reperiti dati nazionali ISTAT riportati a livello regionale e comunale sulla base degli addetti ISTAT o tramite elaborazioni cartografiche.

Per la **distribuzione dei combustibili**, sono stati utilizzati i dati del Bollettino Petrolifero, di SNAM Rete Gas, di SGI Spa e delle aziende erogatrici di gas.

Per l'**utilizzo di solventi**, la stima dell'indicatore di attività è stata effettuata a partire dai consumi nazionali, forniti da ISPRA ed utilizzati negli inventari nazionali e dalle distribuzioni nazionali, regionali e comunali degli addetti nei settori interessati, di fonte ISTAT ASIA o della popolazione.

La stima delle emissioni da **trasporto stradale** è effettuata mediante il modello *E-Road* tenendo distinte le emissioni da traffico urbano da quelle da traffico extraurbano ed autostradale.

Per la stima delle emissioni si sono utilizzati i dati ACI sul parco circolante nazionale (per le autostrade) e regionale (per l'urbano e l'extraurbano).

Sono considerate "lineari" le emissioni sui tratti autostradali e sulle principali strade extraurbane, per le quali sono disponibili dati di flusso o TGM (Traffico Giornaliero Medio). Per tali sorgenti le

emissioni sono stimate per singola tratta utilizzando i flussi veicolari. Le emissioni sulle restanti strade extraurbane e quelle in ambito urbano sono considerate sorgenti diffuse.

Relativamente al reperimento dei dati per la stima delle emissioni da sorgenti lineari (traffico stradale), sono stati reperiti per la stima delle emissioni i flussi, relativi al 2019:

- autostradali da Autostrade per l'Italia (A1, Milano-Napoli, A12 Roma – Civitavecchia), SAT-Società Autostrada Tirrenica S.p.A., Strada dei parchi S.p.A. (A24 Roma-Teramo – Anas Compartimento Abruzzo);
- extraurbani da ASTRAL, Centro Regionale Monitoraggio Sicurezza Stradale, Portale del Piano Regionale dei Trasporti; il G.R.A e la Roma-Fiumicino trattate come sorgenti lineari.

Il traffico al di fuori delle autostrade e delle principali strade extraurbane considerate lineari è stimato seguendo una procedura iterativa che, a partire da una stima preliminare delle percorrenze totali del circolante, fa quadrare i consumi calcolati dal modello con la quantità di combustibile venduto a livello regionale (quest'ultimo dato è disponibile presso il Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica, che lo pubblica annualmente nel Bollettino Petrolifero).

Più in particolare, la procedura di taratura del modello e di calcolo delle emissioni si articola nei seguenti passi:

- stima preliminare utilizzando il parco circolante regionale, ed i parametri del modello ricavati da precedenti stime regionali per le simulazioni diffuse (urbana ex extraurbana) e lineari e calcolo dei consumi di combustibili regionali al di fuori delle autostrade;
- variazione delle percorrenze medie delle simulazioni diffuse per tipo, classe e categoria di veicolo, fino a minimizzare la differenza tra consumi stimati e vendite di carburanti;
- calcolo, una volta ottenuta la quadratura tra consumi stimati e vendite regionali di fonte Bollettino Petrolifero, delle emissioni per ciascuna simulazione.

Per la stima delle emissioni, in tutti i casi suddetti, sono inoltre stati utilizzati i seguenti dati:

- temperature medie mensili minime e massime, rilevate presso l'aeroporto di Fiumicino;
- percentuale utilizzata su scala nazionale delle automobili a benzina con alimentazione ad iniezione;
- valore mensile medio nazionale dell'RVP (Reid Vapour Pressure);
- percentuali di zolfo e benzene nei combustibili e percentuale di Pb nella benzina con Pb e nella benzina senza Pb assunte in base a quanto disposto nelle direttive europee.

Le emissioni regionali diffuse sono state disaggregate a livello comunale per l'urbano con la popolazione e per l'extraurbano con la lunghezza delle strade extraurbane elaborate a partire dal grafo stradale ASTRAL relativamente alle strade al di fuori delle aree urbanizzate (individuate mediante il Corine Land Cover 2018). Alle strade così individuate sono state sottratte inoltre le sorgenti lineari.

Per i **porti** e la **navigazione marittima** le emissioni sono valutate tramite l'impiego del modello ***Ships***.

Sono stati utilizzati i dati dei singoli arrivi e partenze pervenuti dall'AdSP del Mar Tirreno Centro-Settentrionale, per i porti di Civitavecchia, Fiumicino e Gaeta. Tutte le informazioni sono state utilizzate per l'aggiornamento

Per il traffico dei traghetti tra i porti del Lazio (sulla terraferma e sulle isole del Tirreno), il numero di movimenti è stato stimato sulla base degli orari delle compagnie di navigazione.

Per gli **aeroporti** di Fiumicino e Ciampino la stima delle emissioni è stata effettuata mediante il modello *Airport*. Sono stati richiesti ad Aeroporti di Roma il numero di cicli LTO nazionali e internazionali, per modello di aereo, i tempi caratteristici (in minuti) distintamente per tipo di operazione (Rullaggio/Sosta, Decollo, Salita, Atterraggio) e per classe di aereo.

Per le **ferrovie** è stato utilizzato il dato regionale fornito da Trenitalia SpA disaggregato per comune utilizzando la lunghezza dei tratti ferroviari reperita dal Geoportale della Regione Lazio.

Per la **pesca** il consumo regionale e comunale di gasolio è stato stimato dai consumi nazionali, presenti nel Bilancio Energetico Nazionale, con il rapporto tra la somma delle potenze al livello regionale e nazionale, dei motori delle imbarcazioni da pesca elaborato su dati EU Fleet Register database.

Per quanto riguarda la **navigazione da diporto** la valutazione dei consumi è stata effettuata sulla base dei consumi nazionali dal Bollettino Petrolifero e del rapporto tra alcune variabili disponibili a livello comunale, regionale e nazionale (numero di Posti barca per comune, potenze dei motori delle imbarcazioni da pesca, numero di imbarcazioni da pesca, superficie agricola utilizzata, superficie territoriale ricoperta da boschi, addetti nell'industria).

Per la stima dei consumi di gasolio dei **fuoristrada**, a partire dai dati del Bollettino Petrolifero, i consumi regionali sono valutati:

- per i Trasporti Militari, dal gasolio motori nazionale, ripartito a livello regionale con il rapporto tra il personale del comparto difesa nazionale e regionale di fonte ISTAT, disaggregato successivamente con il numero di caserme militari presenti nei vari comuni;
- per l'agricoltura, dal gasolio agricolo regionale, suddiviso tra caldaie e fuoristrada utilizzando l'ultimo dato disponibile di fonte ENAMA (Prontuario dei consumi di carburante per l'impiego agevolato in agricoltura) e disaggregato con la superficie agricola utilizzata di fonte ISTAT;
- per l'industria, dal gasolio motori nazionale, ripartito a livello regionale e comunale con gli addetti totali nell'industria;
- per la selvicoltura, dal dato di vendite di benzina a livello regionale e dalle informazioni pubblicate dall'Unione Nazionale Costruttori Macchine Agricole (UNACOMA) relative alla vendita di benzina agevolata per l'agricoltura, disaggregati a livello comunale con la superficie territoriale ricoperta da boschi.

Le **discariche di rifiuti** sono state considerate come sorgenti areali e l'indicatore dell'attività è la quantità interrata di rifiuti solidi urbani (RSU). Per quanto riguarda la stima dell'emissione di CH₄ è stato utilizzato il modello di calcolo integrato nel sistema e basato sulla metodologia IPCC.

Per ricostruire le serie dei quantitativi dei rifiuti conferiti in discarica sono state utilizzate dal 2000 al 2014 le informazioni contenute nelle pubblicazioni annuali *Rapporto Rifiuti Urbani*, mentre per gli anni dal 2015 al 2019 i valori pubblicati nel Catasto Rifiuti Ispra. Sono stati inoltre integrati i dati per gli anni precedenti dove disponibili, dal pregresso censimento provinciale delle emissioni della Provincia di Roma.

È stata infine detratta la quota di metano recuperato nelle discariche con impianti di captazione e combustione del biogas in impianti per il recupero energetico o in torcia. Anche le informazioni sul biogas recuperato sono state fornite da Arpa Lazio, gli impianti sono inseriti nel sistema come unità puntuali delle strutture discariche, queste sono state trattate invece come sorgenti di tipo areale.

Per la **combustione all'aperto di residui agricoli** (eccetto combustione stoppie sul campo), sono stati presi in considerazione i risultati di uno studio dell'Università degli studi di Perugia Centro Ricerca Biomasse per ENEA, nel 2009. Nel lavoro sono valutati i rapporti residuo di potatura/prodotto per uva ed olive. Sulla base delle informazioni derivanti dall'indagine sulle principali coltivazioni agrarie per il 2012 realizzata da ISTAT è stata valutata una quantità pari a circa il 10% dei residui prodotti per la bruciatura in campo di residui. Sulla base dei dati ISTAT di produzione di olive, uva e frutta (per cui il rapporto residuo di potatura/prodotto è stato assunto uguale a quello dell'uva) è stata valutata la quantità di residui bruciati. I valori regionali sono stati ripartiti a livello comunale con i dati delle superfici ricoperte da coltivazioni legnose agrarie del Censimento dell'Agricoltura dell'ISTAT 2010.

Per la **cremazione corpi umani** sono stati utilizzati i dati di fonte Utilitalia.

Per le **superfici agricole** sono stati utilizzati i dati regionali ISTAT relativi alle produzioni delle coltivazioni legnose. I valori regionali sono stati ripartiti a livello comunale con i dati delle superfici ricoperte da coltivazioni del Censimento dell'Agricoltura dell'ISTAT 2010.

Per la **combustione delle stoppie**, come indicatore di attività è stato considerato il dato comunale relativo agli ettari di superficie agricola bruciata estratto dall'EFFIS - European Forest Fire Information System.

Per gli **allevamenti di bestiame** sono stati impiegati i dati sulla consistenza del bestiame regionali dell'ISTAT (Sistema Informativo su agricoltura e zootecnia). I dati regionali sono stati disaggregati con i valori medi comunali estratti dal Sistema Informativo Veterinario come media dei valori al 31 dicembre dell'anno precedente ed al 30 Giugno e il 31 dicembre dell'anno in corso.

Per l'**applicazione di pesticidi in agricoltura** è stata impiegata la quantità totale di prodotti fitosanitari distribuiti per uso agricolo di fonte ISTAT. I dati sono stati disaggregati a livello comunale con la Superficie Agricola Utilizzata (SAU) al Censimento dell'agricoltura 2010.

Per la stima delle emissioni da vegetazione è stato utilizzato il modello *Forest*. L'indicatore di attività, a livello regionale, è stato elaborato dai dati delle statistiche forestali ISTAT 1997 (ultimo anno disponibile con il dettaglio necessario). Altro dato di base utile ai fini dell'elaborazione delle emissioni, sono le temperature medie mensili, caratteristiche per pianura, collina e montagna. Sono state utilizzate le informazioni delle stazioni sinottiche caratteristiche per le tre categorie estratte dal Sistema nazionale per l'elaborazione e diffusione di dati climatici (SCIA) gestito da ISPRA.

I dati comunali relativi agli ettari di superficie boscata bruciata per tipologia di vegetazione sono stati estratti dall'EFFIS - European Forest Fire Information System. Tali informazioni sono state inserite nel modello *Fire* per la stima delle emissioni utilizzando come distribuzione sulle specie vegetali quella relativa all'intera vegetazione regionale.

4 LE EMISSIONI DI INQUINANTI NEL 2019

4.1 Inquinanti principali

Con riferimento agli **ossidi di azoto** (Figura 2), le emissioni relative al 2019 (circa 61.900 Mg) sono dovute principalmente ai **Trasporti** in particolare ai **Trasporti stradali**. In Figura 3 è riportata la distribuzione territoriale, su base comunale, delle emissioni totali di ossidi di azoto per l'anno 2019.

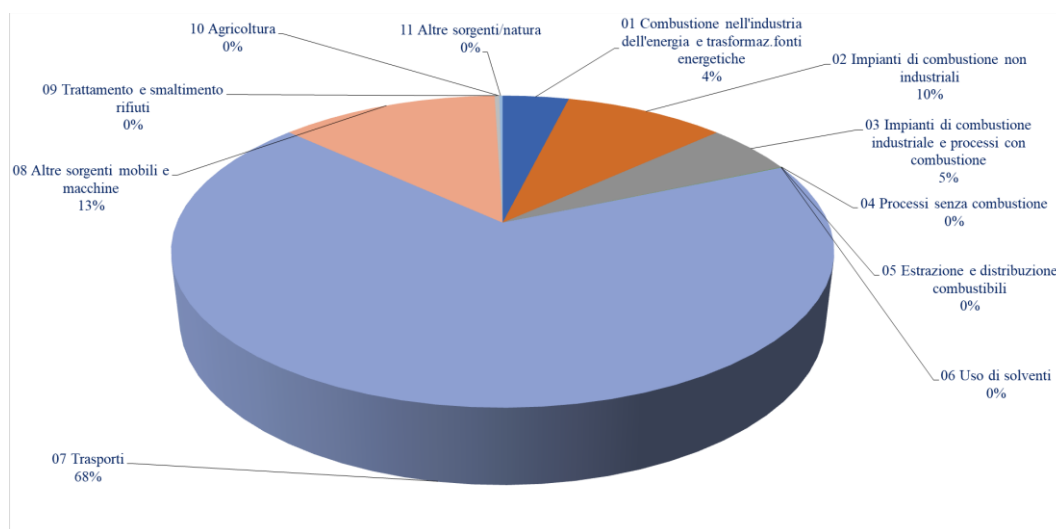


Figura 2 – Emissioni di NO_x (Mg) per macrosettore nel 2019

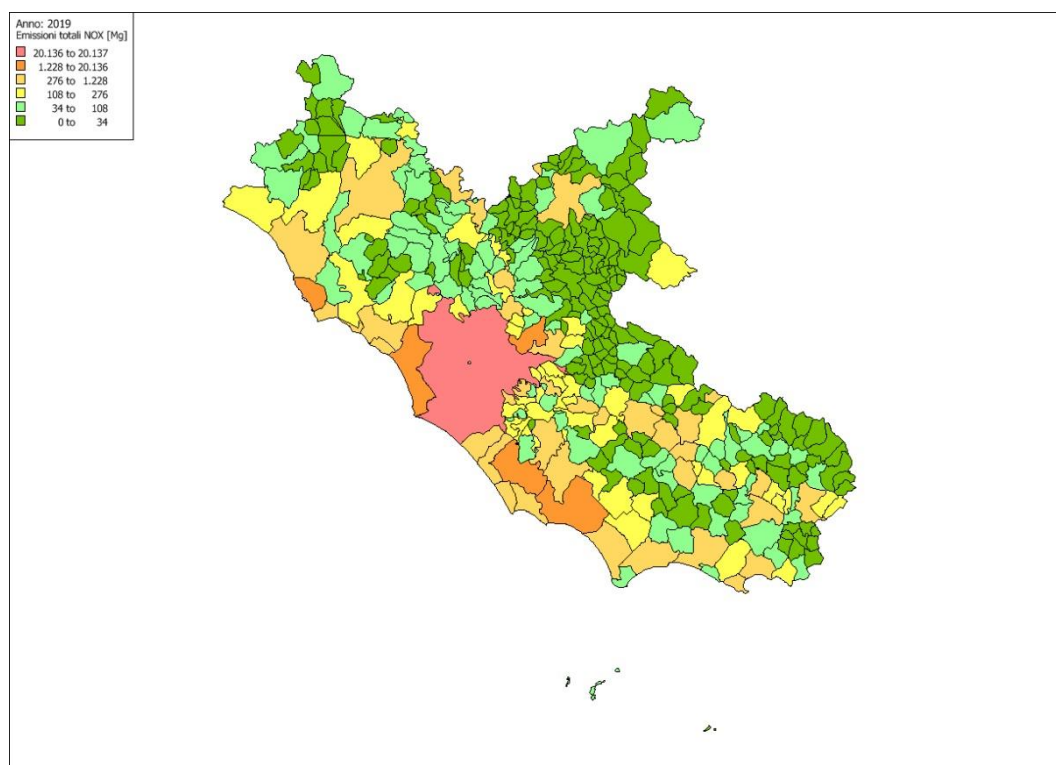


Figura 3 – Mappa delle emissioni totali di NO_x (Mg) nel 2019

Per le emissioni di **PM₁₀** (Figura 4), pari a circa 19.400 Mg, il contributo prevalente deriva dagli **Impianti di combustione non industriali** seguiti dai **Trasporti stradali**.

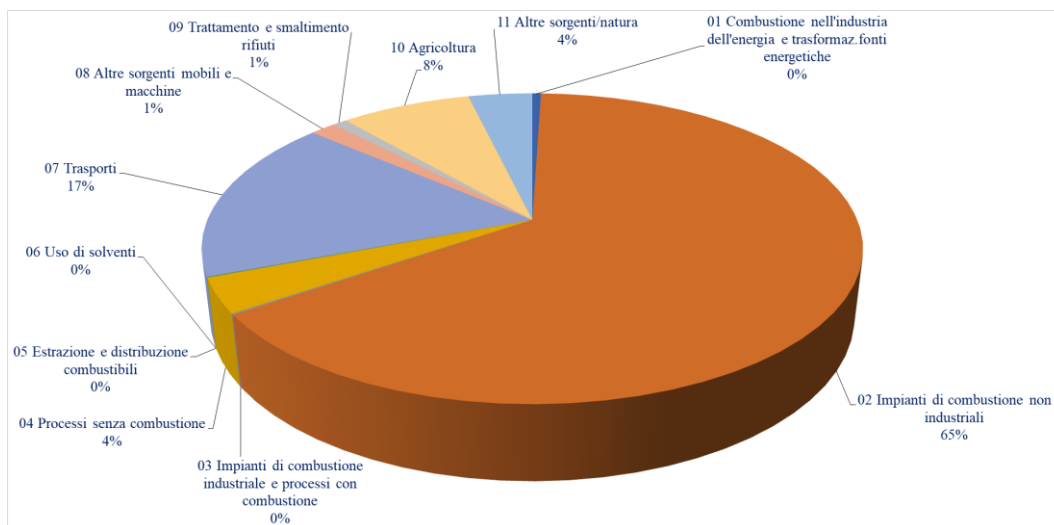


Figura 4 – Emissioni di PM₁₀ (Mg) per macrosettore nel 2019

In Figura 5 è riportata la distribuzione territoriale, su base comunale, delle emissioni totali di particelle sospese con diametro inferiore a 10 micron per l'anno 2019.

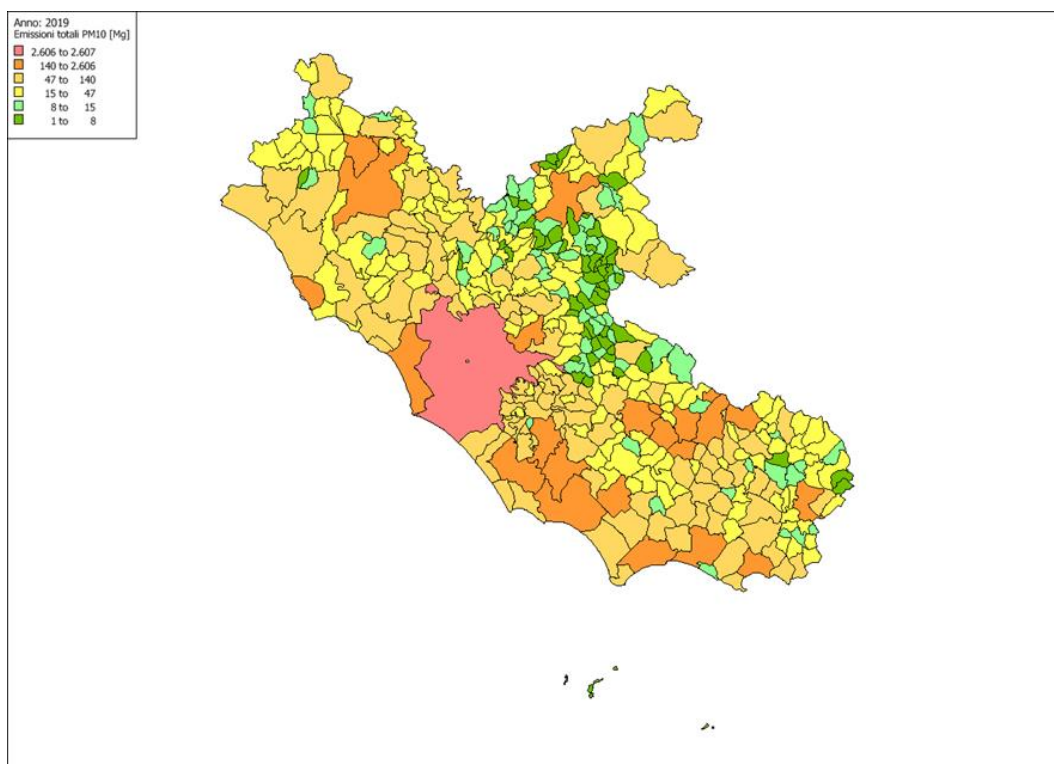


Figura 5 – Mappa delle emissioni totali di PM₁₀ (Mg) nel 2019

Le emissioni di **PM_{2,5}** (Figura 6), pari a circa 16.400 Mg, sono principalmente dovute agli **Impianti di combustione non industriali** e ai **Trasporti stradali**.

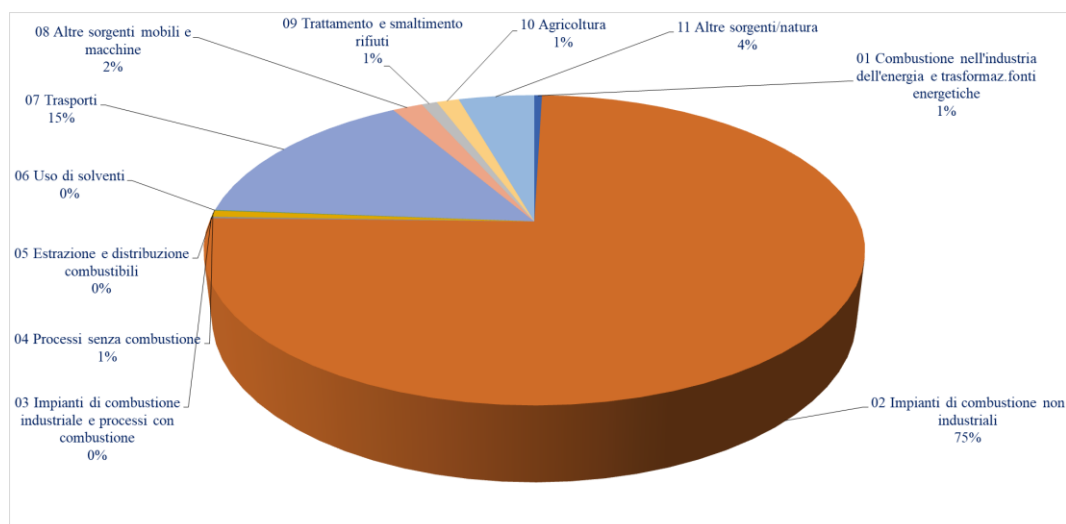


Figura 6 – Emissioni di PM_{2,5} (Mg) per macrosettore nel 2019

In Figura 7 è riportata la distribuzione territoriale, su base comunale, delle emissioni totali di particelle sospese con diametro inferiore a 2,5 micron per l'anno 2019.

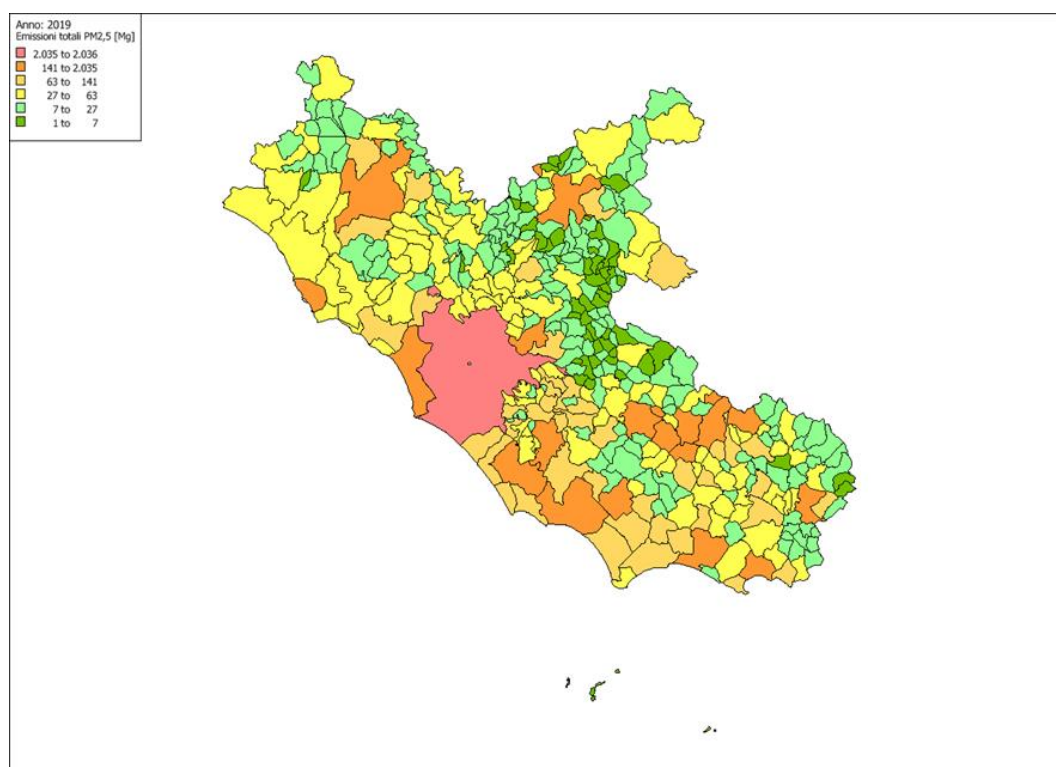


Figura 7 – Mappa delle emissioni totali di PM_{2,5} (Mg) nel 2019

Le emissioni di **Particelle sospese totali** (Figura 8), uguali a circa 22.000 Mg, sono principalmente dovute agli **Impianti di combustione non industriali** ed ai **Trasporti Stradali**.

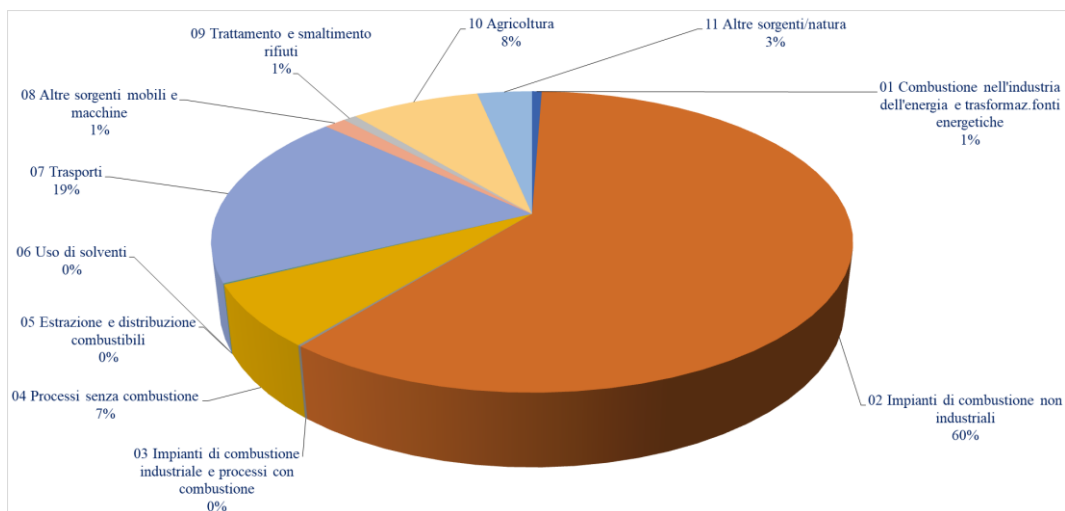


Figura 8 – Emissioni di PST per macrosettore nel 2019

In Figura 9 è riportata la distribuzione territoriale, su base comunale, delle emissioni totali di particelle sospese totali per l'anno 2019.

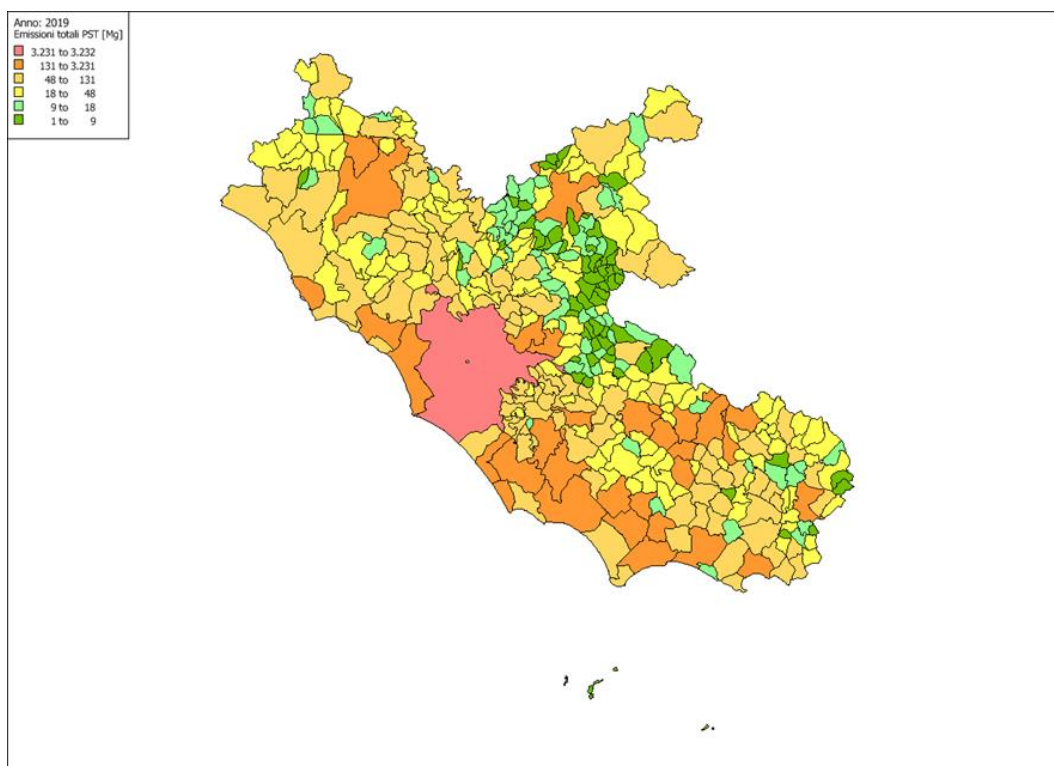


Figura 9 – Mappa delle emissioni totali di PST (Mg) nel 2019

Nel 2019 le emissioni di **Composti organici volatili** (Figura 10), circa 61.000 Mg, sono dovute all'**Uso di solventi**, cui seguono gli **Impianti di combustione non industriali**, le **Altre sorgenti/natura** e i **Trasporti stradali**.

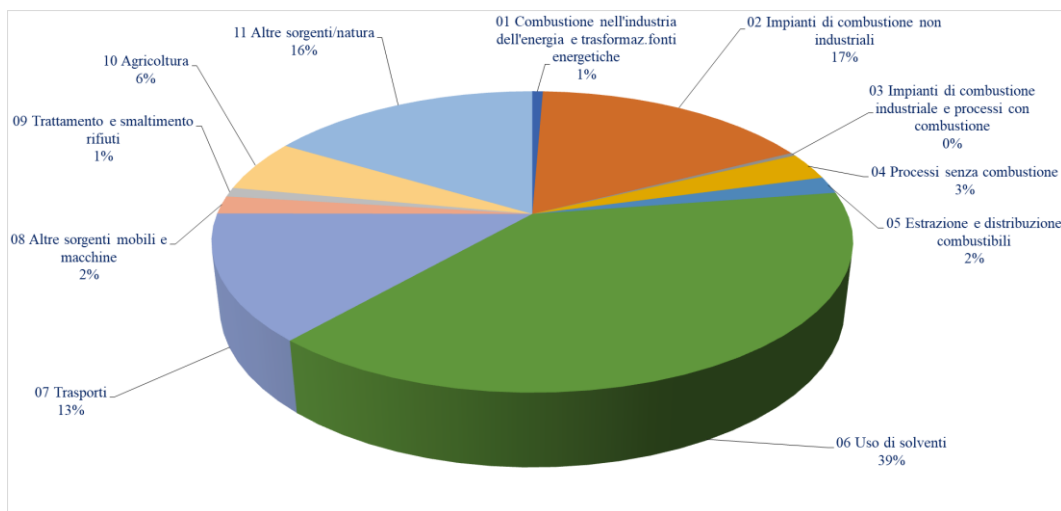


Figura 10 – Emissioni di COVNM per macrosettore nel 2019

In Figura 11 è riportata la distribuzione territoriale, su base comunale, delle emissioni totali di composti organici volatili non metanici per l'anno 2019.

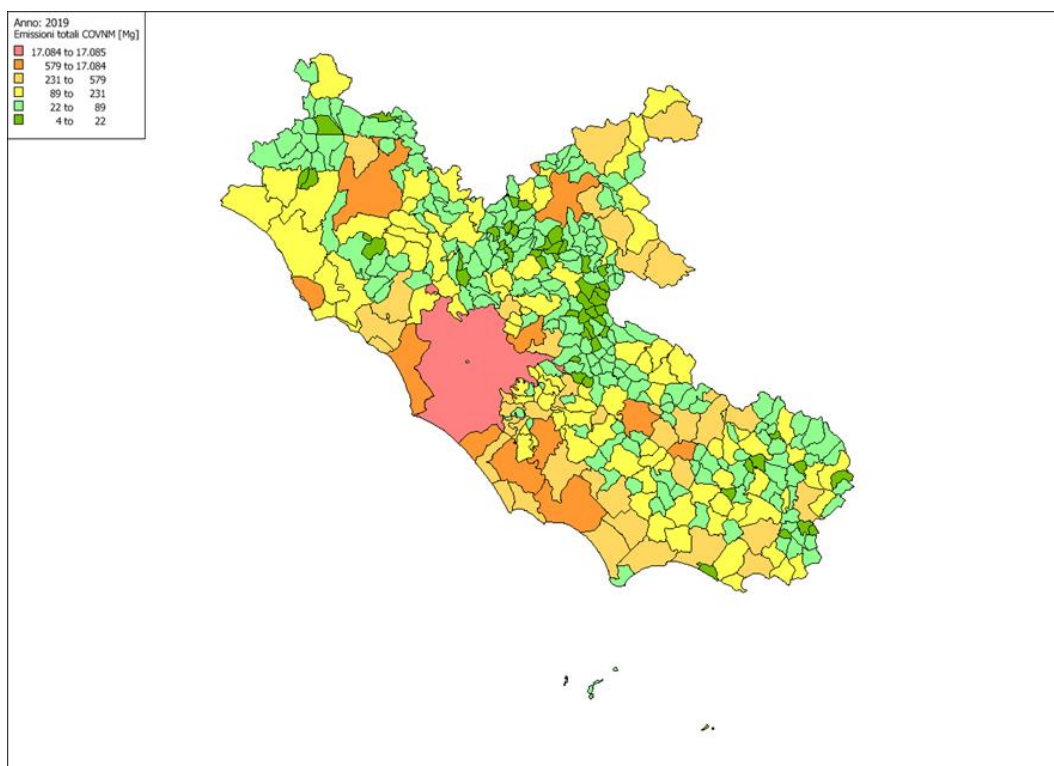


Figura 11 – Mappa delle emissioni totali di COVNM (Mg) nel 2019

Nell'anno 2019, le residue emissioni di **Ossidi di zolfo** (Figura 12), pari a circa 2.500 Mg, sono dovute principalmente agli **Impianti di combustione non industriali**, alla **Combustione nell'industria dell'energia e trasformazione delle fonti energetiche**, alle **Altre sorgenti mobili e macchine** ed infine agli **Impianti di combustione industriale e processi con combustione**.

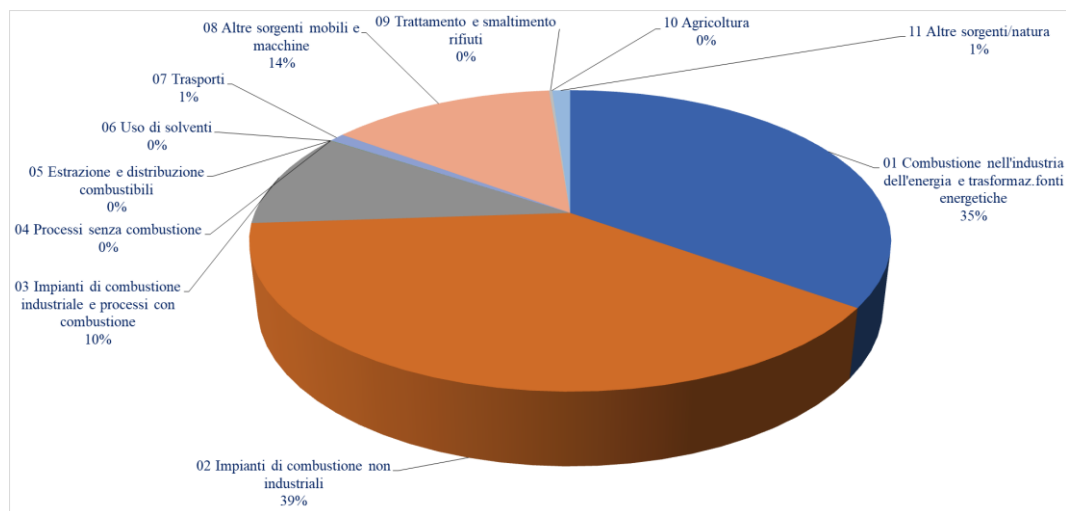


Figura 12 – Emissioni di SO_x per macrosettore nel 2019

In Figura 13 è riportata la distribuzione territoriale, su base comunale, delle emissioni totali di ossidi di zolfo per l'anno 2019.

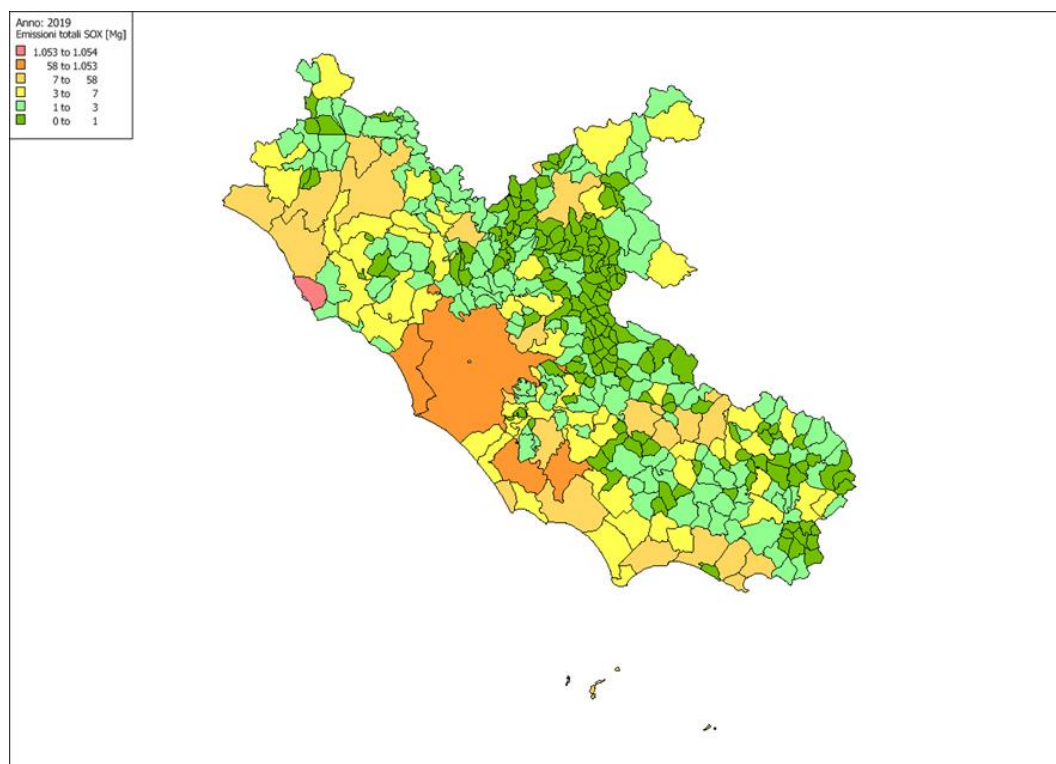


Figura 13 – Mappa delle emissioni totali di SO_x (Mg) nel 2019

Nel 2019, per quanto riguarda il **monossido di carbonio** (Figura 14) le emissioni, circa 156.000 Mg, sono dovute agli **Impianti di combustione non industriali** e ai **Trasporti stradali**.

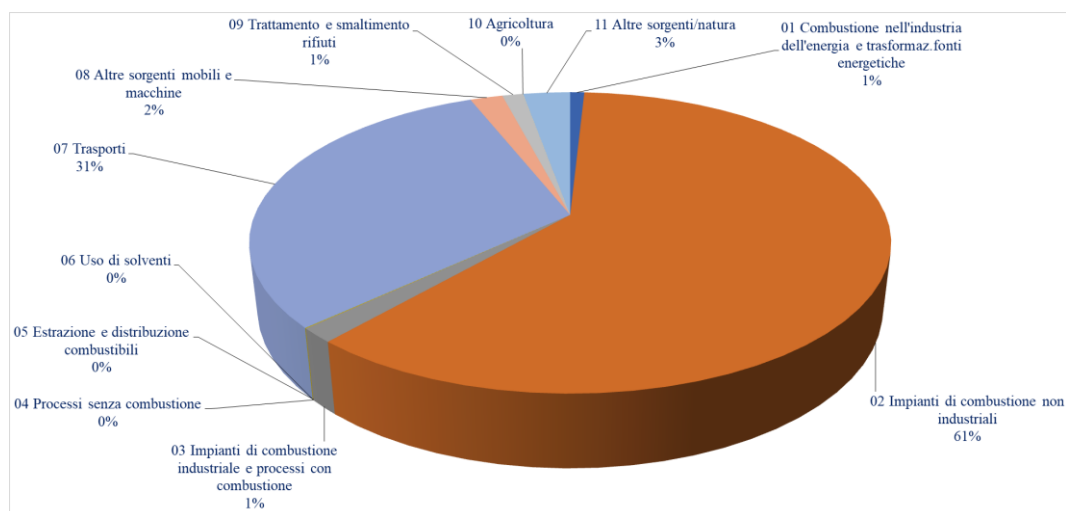


Figura 14 – Emissioni di CO per macrosettore nel 2019

In Figura 15 è riportata la distribuzione territoriale, su base comunale, delle emissioni totali di monossido di carbonio per l'anno 2019.

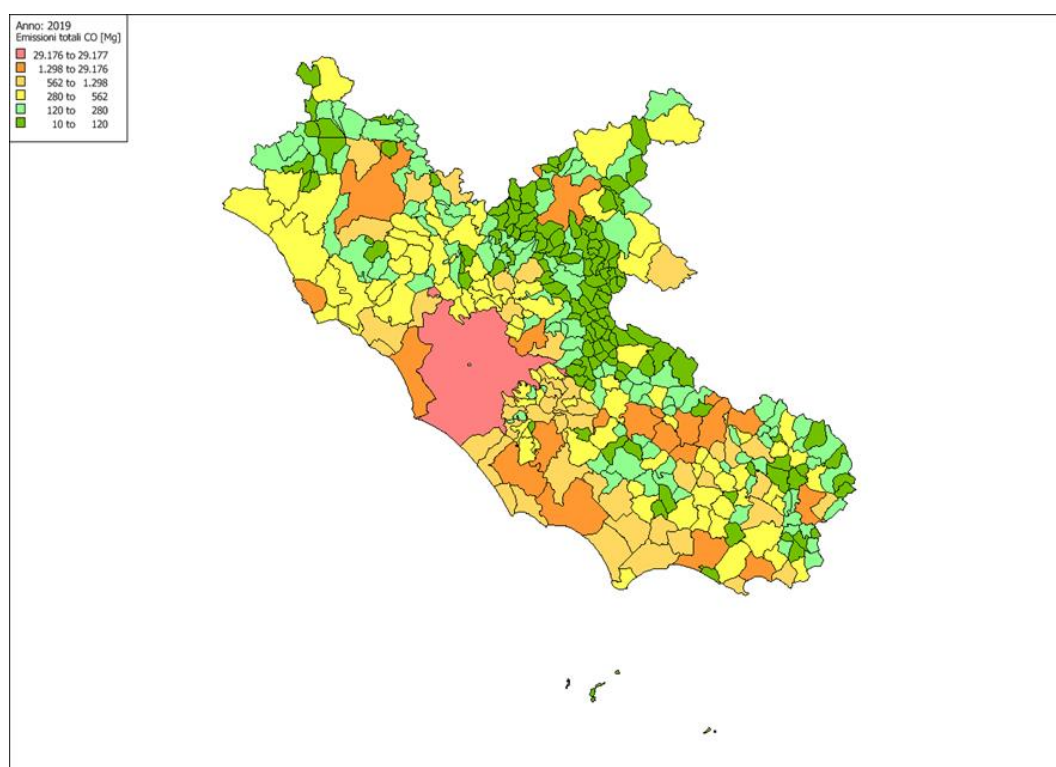


Figura 15 – Mappa delle emissioni totali di CO (Mg) nel 2019

Per quanto riguarda l'**ammoniaca** (Figura 16) le emissioni, ammontanti a circa 15.400 Mg, sono in prevalenza dovute all'**Agricoltura**.

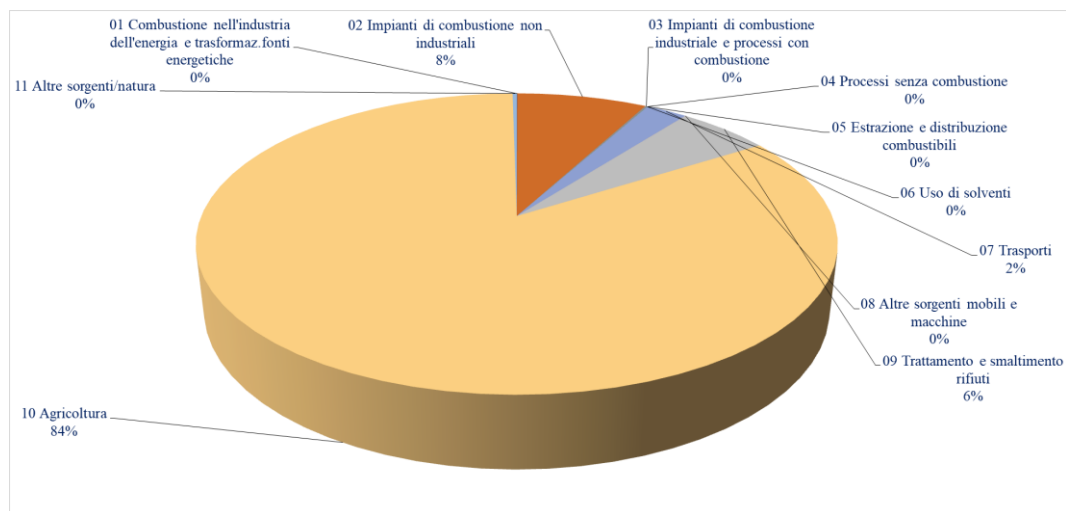


Figura 16 – Emissioni di NH₃ per macrosettore nel 2019

In Figura 17 è riportata la distribuzione territoriale, su base comunale, delle emissioni totali di ammoniaca per l'anno 2019.

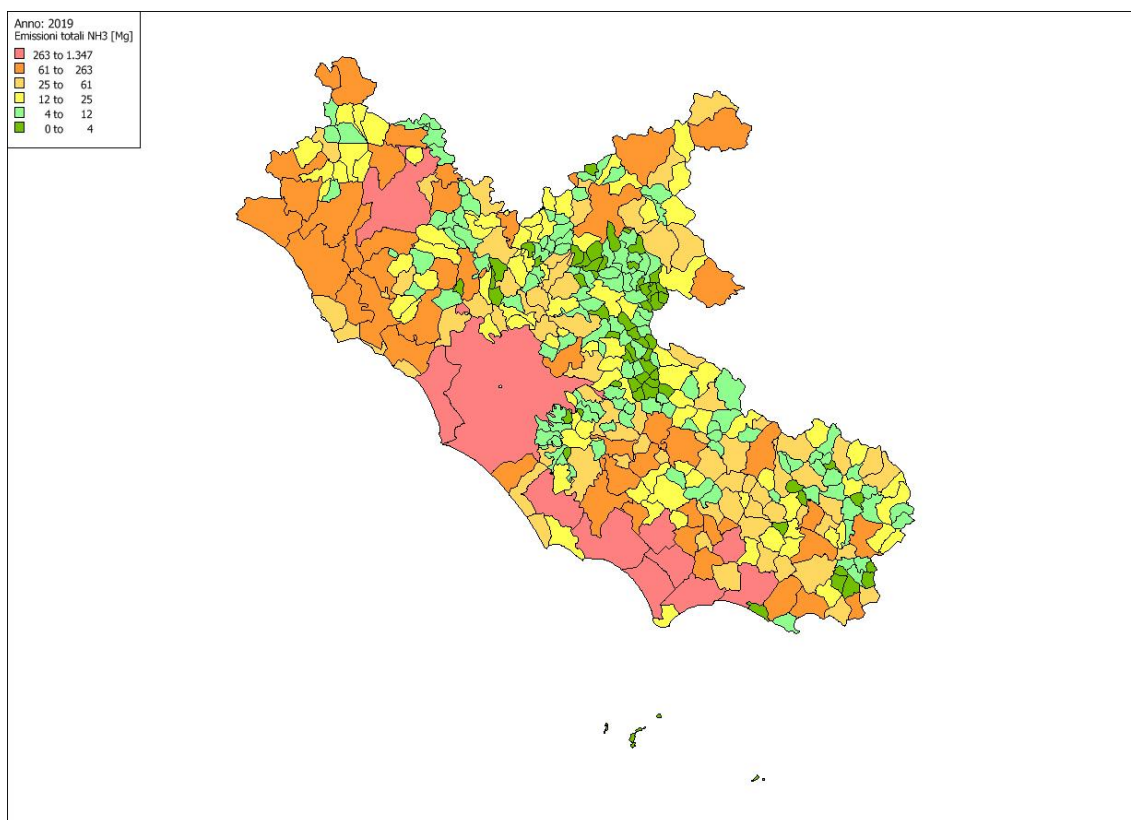


Figura 17 – Mappa delle emissioni totali di NH₃ (Mg) nel 2019

4.2 Metalli pesanti

Per tutti i **metalli pesanti**, il contributo pressoché esclusivo proviene dalla combustione (*Figura 18*). In *Figura 19* è riportata la distribuzione territoriale, su base comunale, delle emissioni totali di metalli pesanti per l'anno 2019.

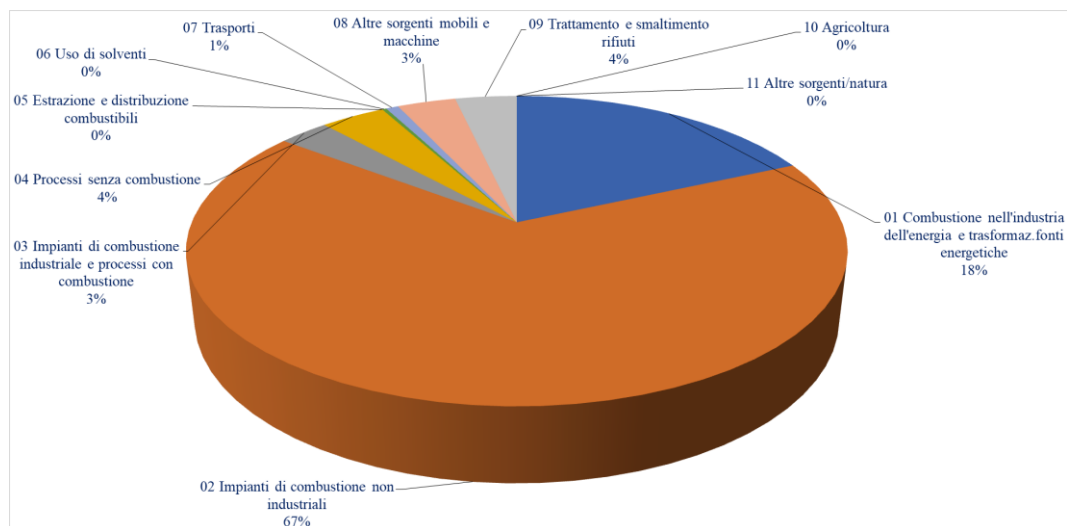


Figura 18 – Emissioni di metalli pesanti per macrosettore nel 2019

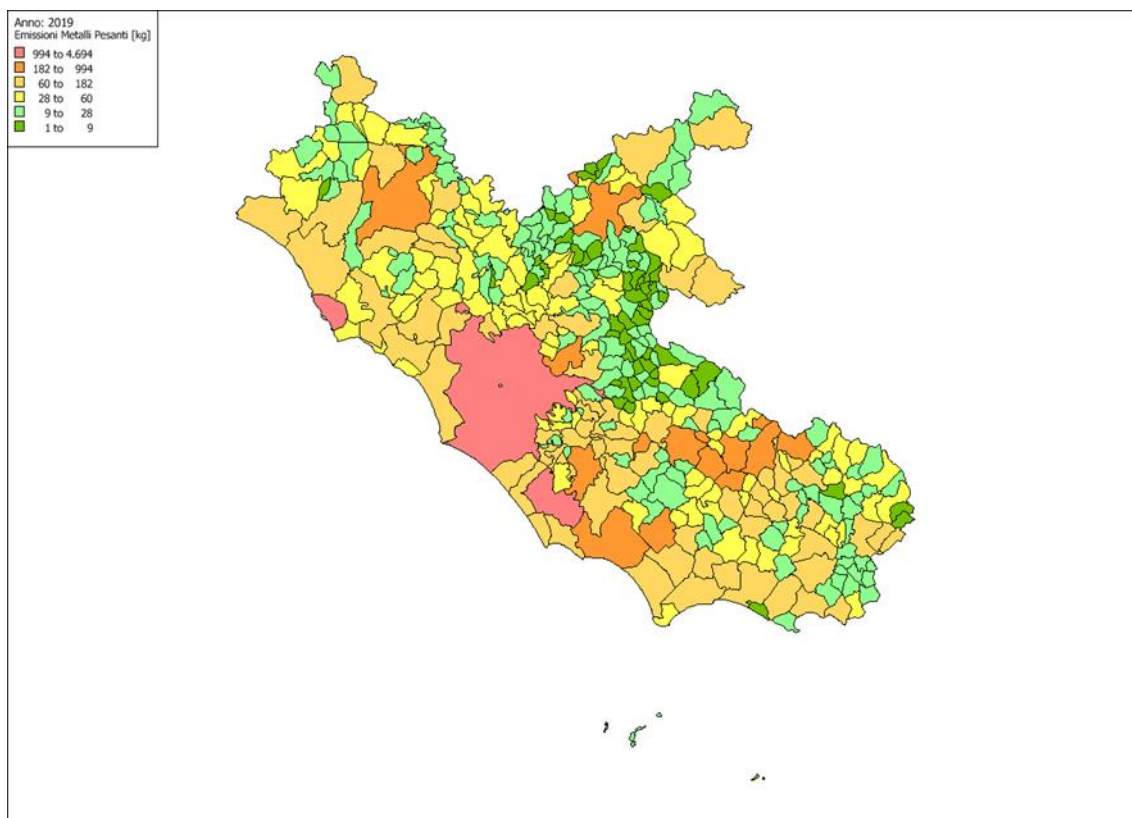


Figura 19 – Mappa delle emissioni totali di metalli pesanti (Kg) nel 2019

4.3 Idrocarburi policiclici aromatici

Per gli **Idrocarburi policiclici aromatici** (come somma di **Benzo(a)pirene**, **Benzo(b)fluorantene**, **Benzo(k)fluorantene** e **Indenopirene**) il contributo prevalente deriva dagli **impianti di combustione non industriale**, in gran parte dovuto alla combustione della legna in sistemi tradizionali.

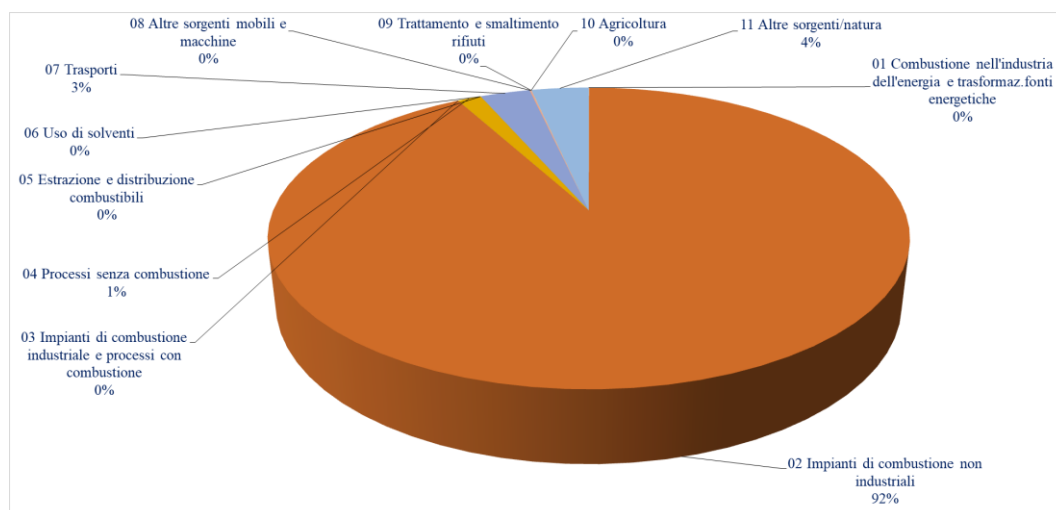


Figura 20 – Emissioni di Idrocarburi policiclici aromatici per macrosettore nel 2019

In Figura 21 è riportata la distribuzione territoriale, su base comunale, delle emissioni totali di Idrocarburi policiclici aromatici per l'anno 2019.

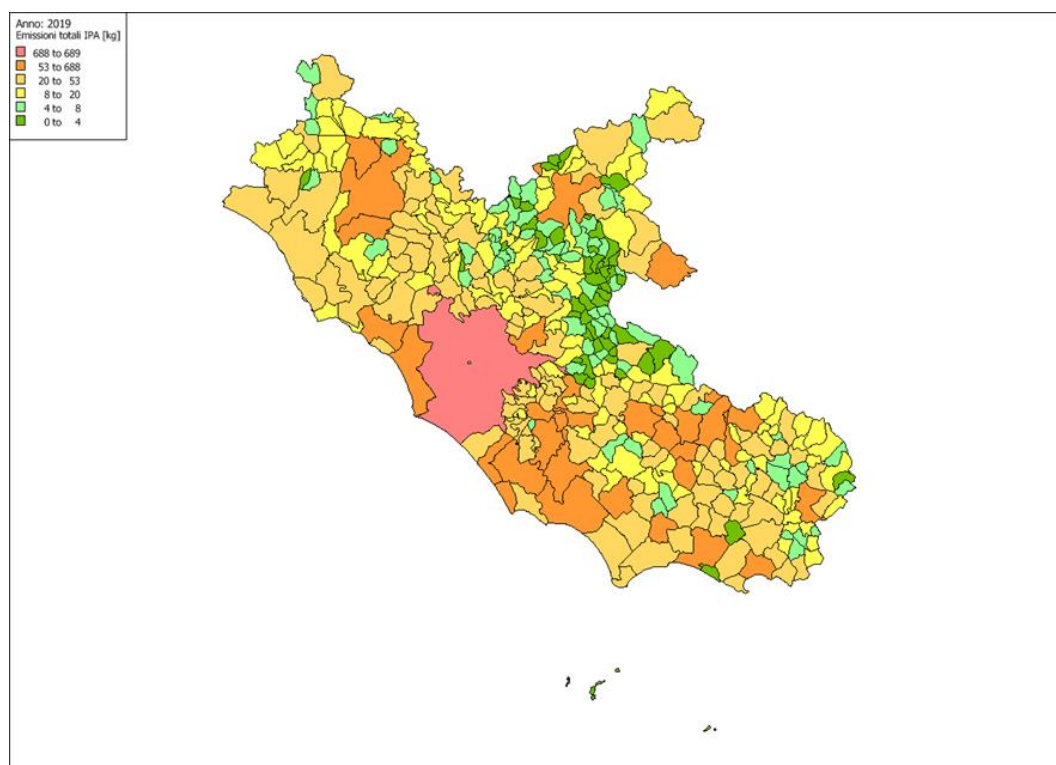


Figura 21 – Mappa delle emissioni totali di Idrocarburi policiclici aromatici (Kg) nel 2019

4.4 Altri inquinanti

Gli **impianti di combustione non industriale** sono responsabili per l'83% delle emissioni di **benzene** ed il 55% di quelle di **black carbon**. Il **traffico stradale** è responsabile per il 13% delle emissioni di **benzene** e per il 38% delle emissioni di **black carbon**.

Gli **Impianti di combustione non industriale** sono la sorgente principale di emissione di HCB (77%), seguiti dal **Trattamento e smaltimento dei rifiuti** che contribuiscono al 14% delle emissioni. I PCB provengono soprattutto dalla **Combustione nell'industria dell'energia e trasformazione delle fonti energetiche** con il 77% delle emissioni, dagli **Impianti di combustione industriale e processi con combustione** con il 12% e dal settore **Altre sorgenti mobili e macchine** con l'8%.

Gli **Impianti di combustione non industriale** sono la sorgente principale di emissione di diossine e furani (53%), seguiti dai **Processi senza combustione** con il 37%.

4.5 Gas climalteranti

Per l'anidride carbonica le emissioni sono prevalentemente distribuite tra quattro macrosettori: **Trasporti Stradali** (38% e circa 11.260 Gg), **Impianti di combustione non industriali** (27% e circa 8.000 Gg), **Combustione nell'industria dell'energia e trasformazione fonti energetiche** (23% e circa 6.900 Gg), **Impianti di combustione industriali e processi con combustione** (8% e circa 2.300 Gg).

Con riferimento al metano il maggior contributo proviene dal **Trattamento e smaltimento rifiuti** (49% con circa 59.500 Mg), dall'**Agricoltura** (23% con circa 28.000 Mg), dagli **Impianti combustione non industriali** (20% con circa 25.100 Mg) e dall'**Estrazione e distribuzione di combustibili fossili** (6% con 7.300 Mg).

Con riferimento al protossido di azoto il contributo principale proviene dall'**Agricoltura** (74% con 2.400 Mg), con un minore contributo dai **Trasporti stradali** (8% con circa 270 Mg), dagli **Impianti combustione non industriali** (8% con circa 270 Mg), e da **Altre sorgenti mobili** (4% con circa 125 Mg).