



# INVENTARIO DELLE EMISSIONI DI INQUINANTI DELL'ARIA DELLA REGIONE UMBRIA ANNO 2015

Rapporto Tecnico

2018



## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>EMISSIONI DI PM<sub>10</sub> .....</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>EMISSIONI DI NO<sub>x</sub> .....</b>	<b>15</b>
<b>4</b>	<b>EMISSIONI DI BENZO(A)PIRENE .....</b>	<b>21</b>
<b>5</b>	<b>CONFRONTO CON IL PRECEDENTE INVENTARIO .....</b>	<b>26</b>

## 1 PREMESSA

L'Inventario Regionale delle Emissioni in atmosfera (IRE) è un catasto di tutte le sorgenti d'inquinamento e delle relative quantità di inquinanti immessi in uno specifico anno sull'intero territorio regionale. Le informazioni in esso contenute sono basilari per individuare i settori responsabili delle emissioni e, quindi, per orientarne le eventuali misure di riduzione.

L'IRE è uno strumento di supporto decisionale fondamentale per la pianificazione delle strategie di miglioramento della qualità dell'aria ambiente.

I dati in esso contenuti, inoltre, sono indispensabili per impostare studi modellistici di diffusione e trasformazione degli inquinanti necessari per valutare la qualità dell'aria e quindi necessari a valutare l'efficacia delle misure messe in atto. Pertanto, è uno strumento di conoscenza delle pressioni e di supporto decisionale per la pianificazione delle politiche ambientali sia su scala regionale che locale.

L'Inventario Regionale delle Emissioni in atmosfera dell'Umbria è realizzato secondo gli standard indicati a livello nazionale dall'Istituto Superiore per la Prevenzione e Ricerca Ambientale, nonché seguendo le metodologie adottate a livello europeo (EMEP/EEA) e internazionale (IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories).

L'attuale normativa nazionale, D.Lgs. n. 155/2010, individua tra gli obblighi della Regione la compilazione e l'aggiornamento dell'Inventario Regionale con cadenza almeno triennale. La Regione, con D.G.R. n. 593 del 28/05/2012, ne ha poi affidato il compito della gestione ed aggiornamento ad ARPA Umbria.

L'IRE, attualmente, contiene dati riferiti agli anni 1999, 2004, 2007, 2010 e 2013, con questo aggiornamento, anche per l'anno 2015. Come per le precedenti edizioni, il database dell'IRE è gestito da ARPA Umbria e risiede nei server di quest'ultima.

Il lavoro di aggiornamento, durato circa due anni, si è articolato in più fasi:

- a) raccolta dati,
- b) elaborazione dei dati al fine della valutazioni delle emissioni individuando le migliori metodologie stabilite a livello nazionale ed internazionale (come stabilito dalla norma),
- c) compilazione della banca dati con inserimento di tutte le informazioni e stima delle emissioni,
- d) analisi e validazione delle informazioni contenute nella banca dati,
- e) comunicazione e divulgazione dei risultati ottenuti.

Alcune di queste fasi sono state realizzate con il supporto della ditta Techne Consulting S.r.l.

Nell'aggiornamento dei dati è stato inoltre effettuata una revisione dell'intera base dati dei fattori di emissione, della classificazione delle attività e delle metodologie di stima. In particolare, ad una prima revisione della nomenclatura delle attività del database e dei fattori di emissione già effettuata in occasione del precedente aggiornamento relativo all'anno 2013, sono state svolte per l'aggiornamento 2015 ulteriori modifiche per il traffico su strada. L'applicazione delle nuove metodologie e dei fattori d'emissione non è stata effettuata solo ai dati del 2015 ma, a ritroso, anche a quelli dell'edizione 2013, 2010, 2007, 2004 e 1999 portando ad una revisione globale delle stime anche per questi anni. Tale procedura risulta necessaria al fine di rendere confrontabili i valori fra le diverse edizioni dell'IRE così che le differenze riscontrabili tra i vari anni non siano imputabili a diverse procedure di stima ma a effettivi cambiamenti avvenuti a livello di sorgenti emissive.

Le emissioni riportate all'interno dell'IRE sono classificate secondo la nomenclatura standard europea denominata SNAP (Selected Nomenclature for Air Pollution) come recentemente aggiornata mediante la nuova SNAP 2007, rivista al fine di renderla coerente con l'attività di aggiornamento dei fattori di emissione e delle nuove metodologie di stima. Questa è una classificazione ad albero con tre livelli successivi di dettaglio: al primo livello di classificazione tutte le emissioni sono assegnate a 11 macrosettori emissivi, ciascun macrosettore è diviso in settori che, a loro volta, sono divisi in attività emissive.

Gli 11 macrosettori utilizzati sono descritti sinteticamente di seguito.

### **01. Combustione nell'industria dell'energia e trasformazione fonti energetiche**

Il macrosettore riunisce le emissioni di caldaie, turbine a gas e motori stazionari e si focalizza sui processi di combustione necessari alla produzione di energia su ampia scala e alla sua trasformazione.

### **02. Impianti di combustione non industriali**

Comprende i processi di combustione finalizzati alla produzione di calore (riscaldamento) per le attività di tipo non industriale: sono compresi, quindi, gli impianti commerciali ed istituzionali, quelli residenziali (riscaldamento e processi di combustione domestici quali camini, stufe, ecc.) e quelli agricoli.

### **03. Impianti di combustione industriale e processi con combustione**

Comprende tutti i processi di combustione strettamente correlati all'attività industriale e, pertanto, vi compaiono tutti i processi che necessitano di energia prodotta in loco tramite combustione: caldaie, fornaci, prima fusione di metalli, produzione di gesso, asfalto, cemento, ecc.

### **04. Processi produttivi**

Comprende le rimanenti emissioni industriali che non si originano in una combustione, ma da tutti gli altri processi legati alla produzione di un dato bene o materiale (tutte le lavorazioni nell'industria siderurgica, meccanica, chimica organica ed inorganica, del legno, della produzione alimentare, ecc.).

### **05. Estrazione, distribuzione combustibili fossili e geotermia**

Il macrosettore raggruppa 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. Comprende inoltre anche le emissioni dovute ai processi geotermici di estrazione dell'energia.

### **06. Uso di solventi**

Comprende tutte le attività che coinvolgono l'uso di prodotti contenenti solventi, ma non la loro produzione (dalle operazioni di verniciatura e sgrassaggio sia industriale che non, fino all'uso domestico che si fa di tali prodotti).

### **07. Trasporti su strada**

Tutte le emissioni dovute alle automobili, ai veicoli leggeri e pesanti, ai motocicli e agli altri mezzi di trasporto su strada, comprendendo sia le emissioni dovute allo scarico che quelle da usura dei freni, delle ruote e della strada.

### **08. Altre sorgenti mobili e macchine**

Include il trasporto ferroviario, la navigazione interna, i mezzi militari, il traffico marittimo, quello aereo e le sorgenti mobili a combustione interna non su strada, come ad esempio mezzi agricoli, forestali (motoseghe, apparecchi di potatura, ecc.), quelli legati alle attività di giardinaggio (falciatrici, ecc.) ed i mezzi industriali (ruspe, caterpillar, ecc.).

## **09. Trattamento e smaltimento rifiuti**

Comprende le attività di incenerimento, spargimento, interrimento di rifiuti, ma anche gli aspetti ad essi collaterali come il trattamento delle acque reflue, il compostaggio, la produzione di biogas, lo spargimento di fanghi, la combustione all'aperto di residui agricoli, ecc.

## **10. Agricoltura**

Comprende le emissioni dovute a tutte le pratiche agricole ad eccezione dei gruppi termici di riscaldamento (inclusi nel macrosettore 3) e dei mezzi a motore (compresi nel macrosettore 8); sono incluse le emissioni dalle coltivazioni con e senza fertilizzanti e/o antiparassitari, pesticidi, diserbanti, le emissioni dovute alle attività di allevamento (fermentazione enterica, produzione di composti organici) e di produzione vivaistica.

## **11. Natura e altre sorgenti**

Comprende tutte le attività non antropiche che generano emissioni (attività fitologica di piante, arbusti ed erba, fulmini, emissioni spontanee di gas, emissioni dal suolo, vulcani, combustione naturale, ecc.) e quelle attività gestite dall'uomo che ad esse si ricollegano (foreste gestite, piantumazioni, ripopolamenti, combustione di boschi).

Le emissioni presenti nell'IRE per gli anni 2015, 2013, 2010, 2007, 2004 e 1999 suddivise per inquinante, macrosettore, settore e attività, a scala regionale, provinciale e comunale sono consultabili nel sito internet dell'Agenzia: <http://www.arpa.umbria.it/pagine/inventario-delle-emissioni><sup>1</sup>.

La descrizione delle metodologie utilizzate per la valutazione delle emissioni presenti nell'inventario è visionabile nel documento consultabile nel sito internet dell'Agenzia: <http://www.arpa.umbria.it/pagine/inventario-delle-emissioni>.

Di seguito sono riportate e analizzate le principali emissioni di PM<sub>10</sub>, NO<sub>x</sub> e Benzo(a)Pirene per l'anno 2015, ovvero l'ultimo anno di riferimento disponibile nell'IRE.

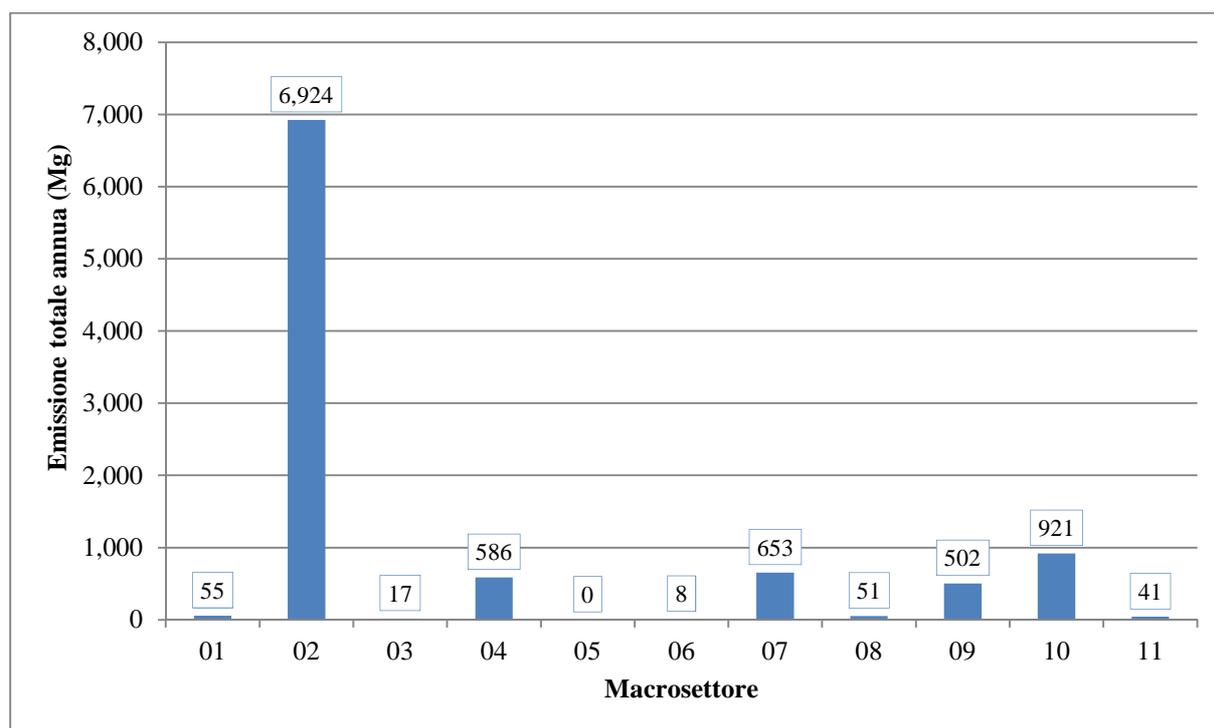
---

<sup>1</sup> A seguito di un errore materiale, il dato di emissioni del solo anno 2013 per il macrosettore 02 relativo al combustibile gas naturale nel residenziale per i comuni di Spoleto e Trevi, pubblicati precedentemente al presente aggiornamento dell'inventario, erano sottostimati. I dati ad oggi consultabili, relativi allo stesso anno, sono ovviamente corretti.

## 2 EMISSIONI DI PM<sub>10</sub>

Nella regione Umbria la qualità dell'aria, costantemente misurata dalle stazioni fisse di monitoraggio, mette in evidenza che l'inquinante più critico sono le polveri fini. Queste, che sono oggi considerate uno dei più seri problemi di impatto ambientale, sono inquinanti che coinvolgono non solo le aree localizzate nei pressi delle sorgenti, ma si diffondono, e producono effetti, a livello regionale o sovra-regionale. Data tale criticità, si ritiene utile effettuare un'analisi sulle principali sorgenti che producono polveri fini primarie.

Le emissioni totali di PM<sub>10</sub>, per macrosettore per l'anno 2015, sono mostrate in figura 2.1.



**Figura 2.1:** emissioni di PM<sub>10</sub> per macrosettore, anno 2015

Come si evince dal grafico, le maggiori emissioni si hanno nei macrosettori 02, 04, 07, 09 e 10: le polveri fini sono, quindi, prodotte principalmente (71% delle emissioni totali) dagli impianti di combustione non industriali (**macrosettore 02** - riscaldamento), a seguire dal settore dell'agricoltura (**macrosettore 10**) (9% delle emissioni totali), dai processi produttivi (**macrosettore 04** - industria) e dai trasporti (**macrosettore 07**) (con un contributo per rispettivamente del 6% e del 7% delle emissioni totali). Infine il **macrosettore 09**, trattamento e smaltimento rifiuti, incide per il 5% delle emissioni totali. Per questo macrosettore le emissioni sono dovute alla combustione all'aperto di residui agricoli stimata per la prima volta in questo aggiornamento <sup>2</sup>.

Per un maggior dettaglio, di seguito viene riportata un'analisi rispetto al secondo livello di classificazione della nomenclatura SNAP 2007, ovvero i settori emissivi.

---

<sup>2</sup> Per maggiori dettagli vedere la descrizione delle metodologie utilizzate per la valutazione delle emissioni presenti nell'inventario, visionabile nel documento consultabile nel sito internet dell'Agenzia: <http://www.arpa.umbria.it/pagine/inventario-delle-emissioni>.

La tabella 2.1 riporta le emissioni di PM<sub>10</sub> dei settori appartenenti ai cinque macrosettori sopra elencati che da soli determinano il 98% delle emissioni totali.

**Tabella 2.1:** emissioni di PM<sub>10</sub> per l'anno 2015 per i settori dei principali macrosettori

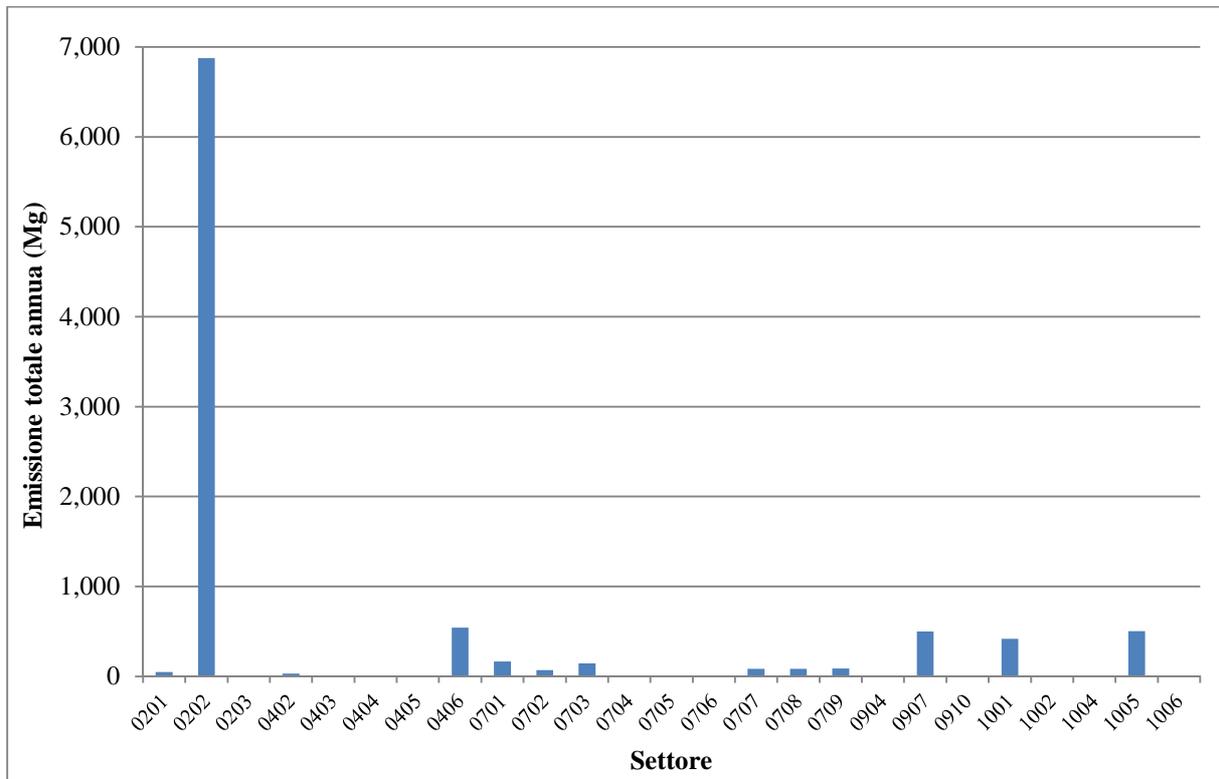
Settore	PM <sub>10</sub> (Mg)
<b>02 Impianti di combustione non industriali</b>	
0201 Impianti di combustione nel terziario	49
0202 Impianti di combustione residenziali	6.875
0203 Impianti di combustione nell'agricoltura, selvicoltura, acquacoltura	0
<b>04 Processi senza combustione</b>	
0402 Processi nelle industrie del ferro/acciaio e nelle miniere di carbone	30
0403 Processi nelle industrie di metalli non ferrosi	7
0404 Processi nelle industrie chimiche inorganiche	6
0405 Processi nelle industrie chimiche organiche	0
0406 Proc. nelle ind. legno/pasta-carta/alim./bevande e altre industrie	542
<b>07 Trasporti</b>	
0701 Automobili	166
0702 Veicoli leggeri P < 3.5 t	70
0703 Veicoli pesanti P > 3.5 t	145
0704 Motocicli cc < 50 cm <sup>3</sup>	5
0705 Motocicli cc > 50 cm <sup>3</sup>	7
0706 Emissioni evaporative dai veicoli	0
0707 Usura freni veicoli stradali	85
0708 Usura gomme veicoli stradali	86
0709 Abrasione strada veicoli stradali	88
<b>09 Trattamento e smaltimento rifiuti</b>	
0904 Smaltimento e interrimento di rifiuti solidi	2
0907 Combustione all'aperto di residui agricoli (eccetto 1003 - combustione in situ delle stoppie)	500
0910 Altro trattamento di rifiuti	0
<b>10 Agricoltura</b>	
1001 Coltivazioni con fertilizzanti	419
1002 Coltivazioni senza fertilizzanti	0
1004 Allevamento di bestiame - fermentazione intestinale	0
1005 Allevamento di bestiame - escrementi	502
1006 Uso di pesticidi e calce viva	0

**Nota:** nel settore 0201 è stata inserita la valutazione dei consumi di legna nelle pizzerie e bracerie della regione <sup>2</sup>.

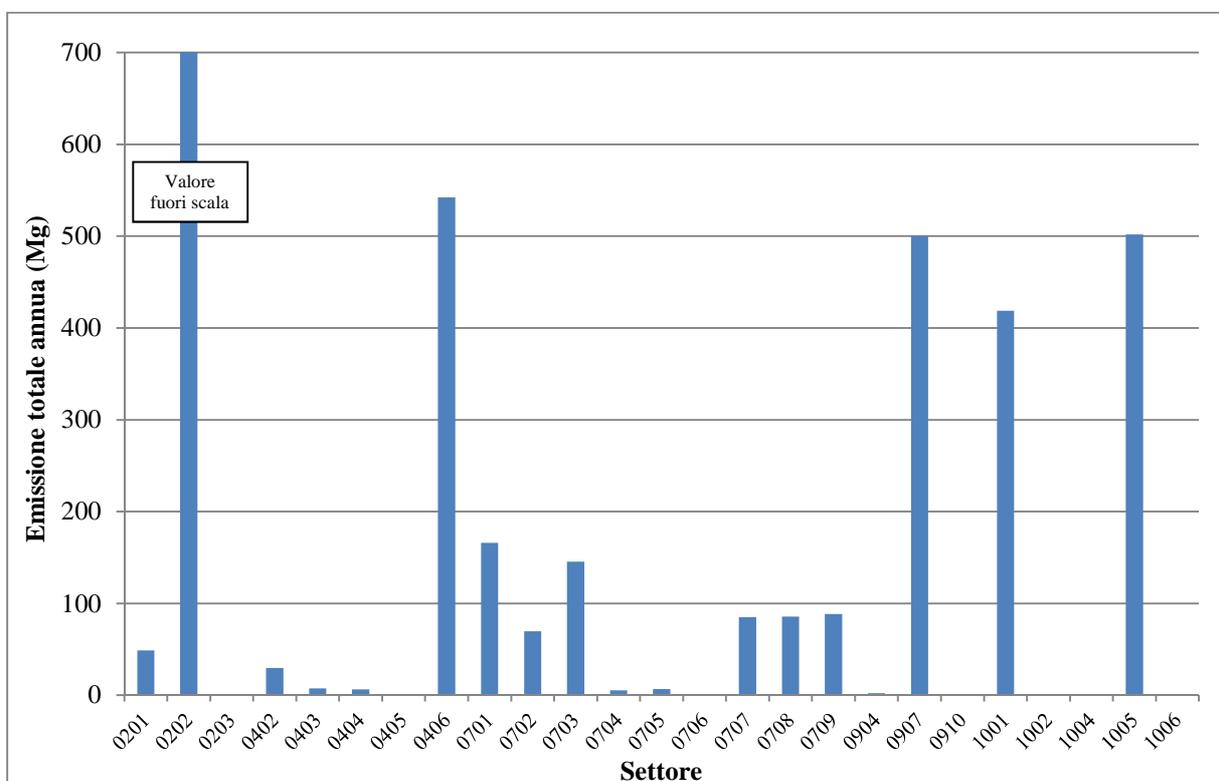
Nella figura 2.2 è mostrata la sintesi dei dati contenuti nella tabella di cui sopra, mentre nella successiva figura 2.3 sono riportati gli stessi dati utilizzando per l'asse delle ordinate una diversa scala in modo da poter escludere il contributo dato dal macrosettore 02 e poter così visualizzare anche graficamente i contributi dati dai diversi settori appartenenti ai macrosettori 04, 07, 09 e 10.

In riferimento ai dati è possibile notare che, all'interno dei macrosettori a massima emissione, il PM<sub>10</sub> è principalmente originato dagli impianti di combustione residenziale (settore 0202), da particolari processi produttivi nelle industrie (settore 0406), dalla combustione all'aperto di residui agricoli (settore 0907), dalle coltivazioni mediante l'uso di fertilizzanti e dagli allevamenti (rispettivamente settori 1001 e 1005) ed infine dal contributo dato dalle

automobili e dai veicoli pesanti (P > 3,5 t) al trasporto su strada (rispettivamente settori 0701 e 0703).

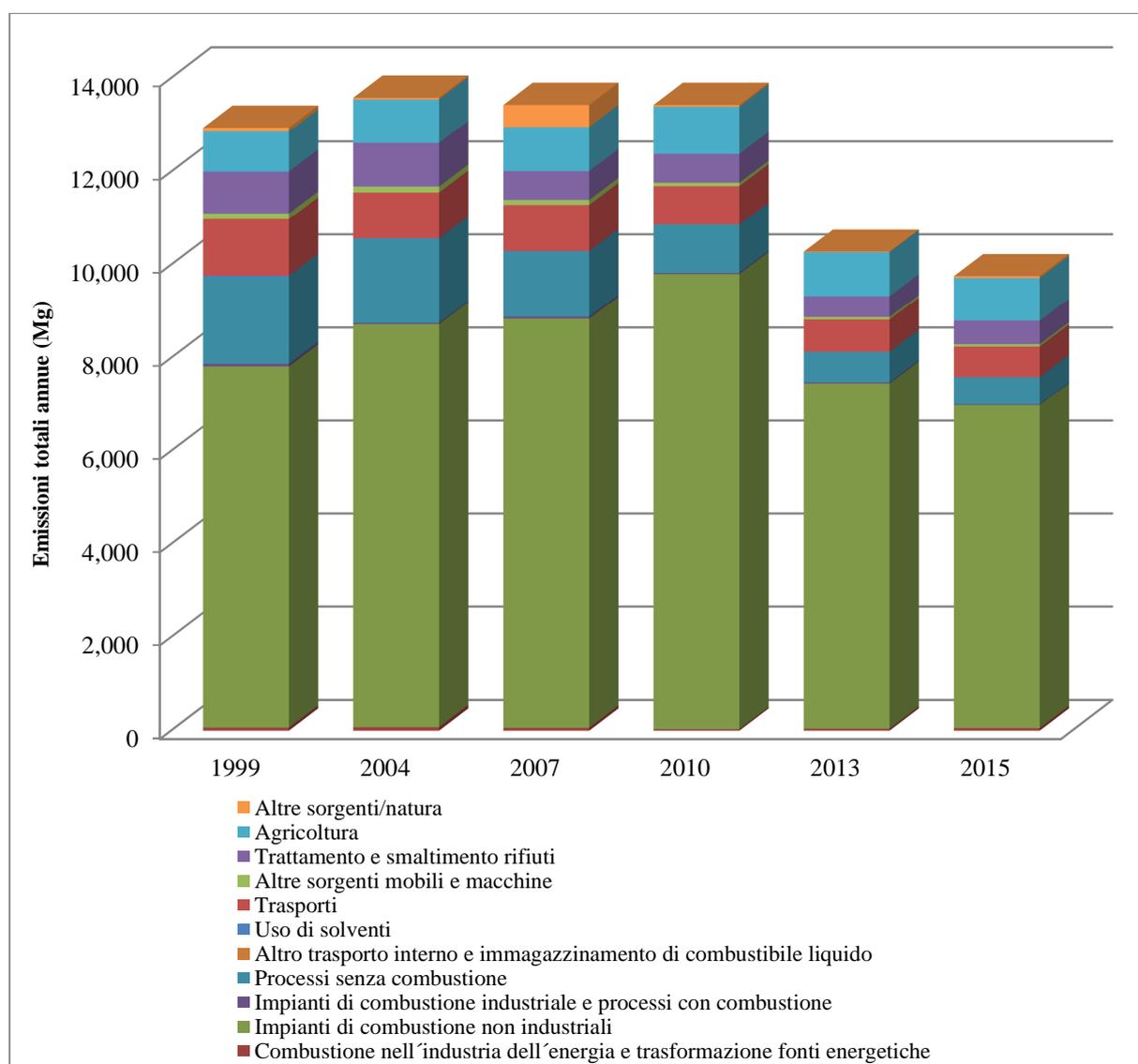


**Figura 2.2:** emissioni di PM<sub>10</sub> per settore (macrosettori 02, 04, 07, 09 e 10), anno 2015



**Figura 2.3:** emissioni di PM<sub>10</sub> per settore (macrosettori 02, 04, 07, 09 e 10), anno 2015 - diversa scala grafica

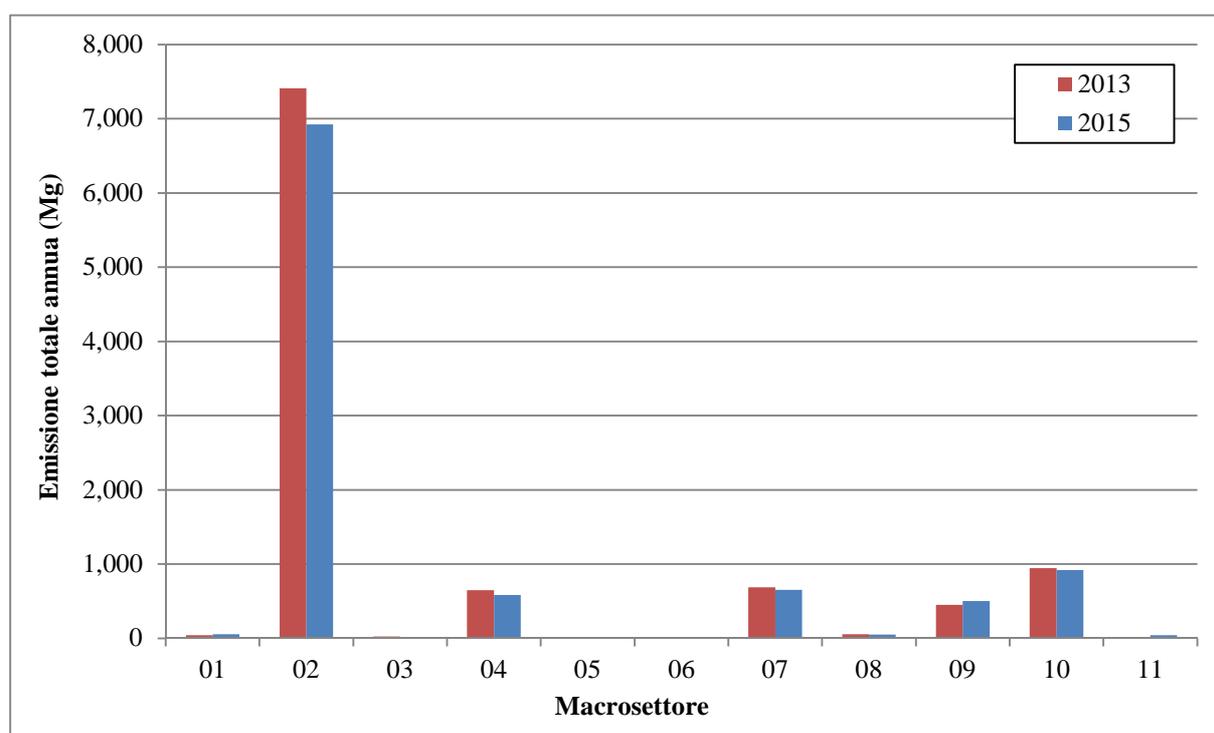
Se si prende in considerazione, nel corso degli anni disponibili nell'inventario, l'andamento delle emissioni totali di PM<sub>10</sub>, frazionando il valore totale per il contributo dato da ciascun macrosettore, si vede come la netta diminuzione dell'emissione totale evidenziata nel 2013 rispetto al 2010, nel 2015 non risulta così evidente pur mantenendo un andamento in calo (crf. figura 2.4). Tale andamento, pur essendo generalizzato, è da imputare prevalentemente ad una riduzione delle emissioni degli impianti di combustione non industriali (macrosettore 02 - riscaldamento), in misura minore dai processi senza combustione (macrosettore 04) e dai trasporti su strada (macrosettore 07) (cfr. tabella 2.2 e relativa figura 2.5). Tra i macrosettori in cui si evidenzia invece un aumento delle emissioni c'è il macrosettore combustione nell'industria dell'energia (macrosettore 01) in cui si ha un aumento delle emissioni seppur leggero. Da mettere in evidenza che in questo macrosettore sono stati aggiunti impianti di combustione a biomassa per la produzione di energia elettrica e/o calore, impianti mai valutati prima per i quali sono state inserite le emissioni anche per gli anni precedenti (2010 e 2013). L'aumento è da imputare dunque a questi impianti che nel corso degli anni hanno preso sempre più piede nella regione crescendo in numero.



**Figura 2.4:** emissioni totali di PM<sub>10</sub> frazionate per macrosettore negli anni di riferimento dell'inventario

**Tabella 2.2:** emissioni di PM<sub>10</sub> per macrosettore per gli anni 2013 e 2015

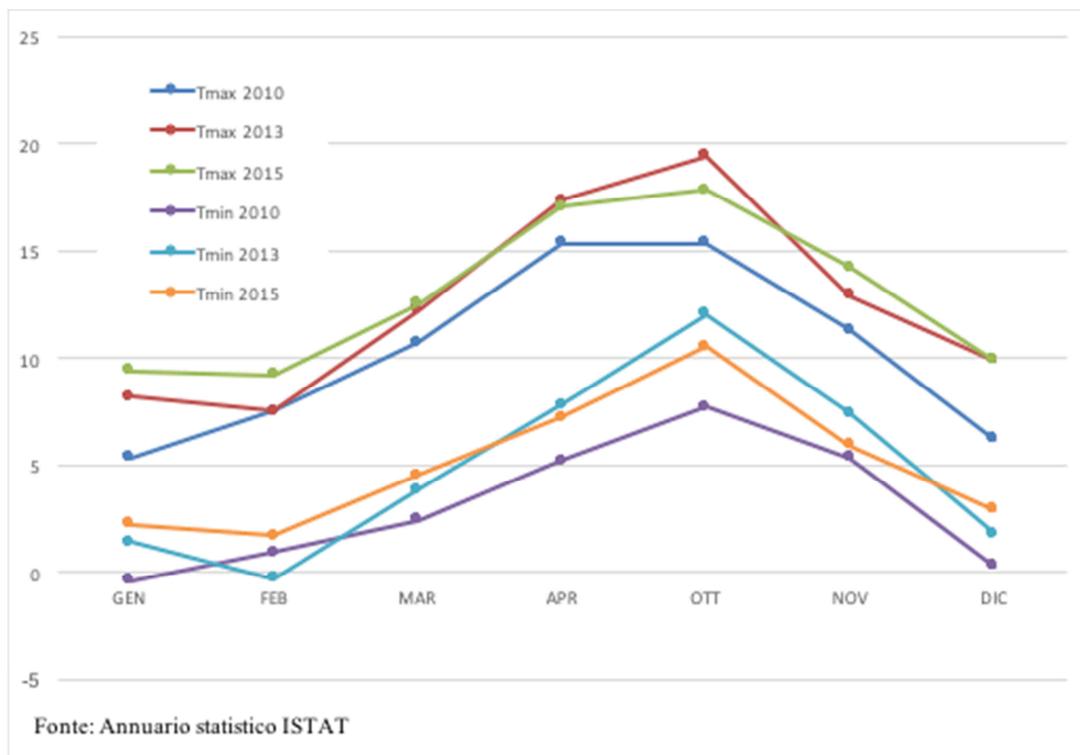
Macrosettore		PM <sub>10</sub> (Mg) 2013	PM <sub>10</sub> (Mg) 2015
01	Combustione nell'industria dell'energia e trasformazione fonti energetiche	41	55
02	Impianti di combustione non industriali	7.411	6.924
03	Impianti di combustione industriale e processi con combustione	26	17
04	Processi senza combustione	648	586
05	Altro trasporto interno e immagazzinamento di combustibile liquido	0	0
06	Uso di solventi	5	8
07	Trasporti	689	653
08	Altre sorgenti mobili e macchine	55	51
09	Trattamento e smaltimento rifiuti	451	502
10	Agricoltura	944	921
11	Altre sorgenti/natura	11	41
<b>Totale</b>		<b>10.281</b>	<b>9.758</b>



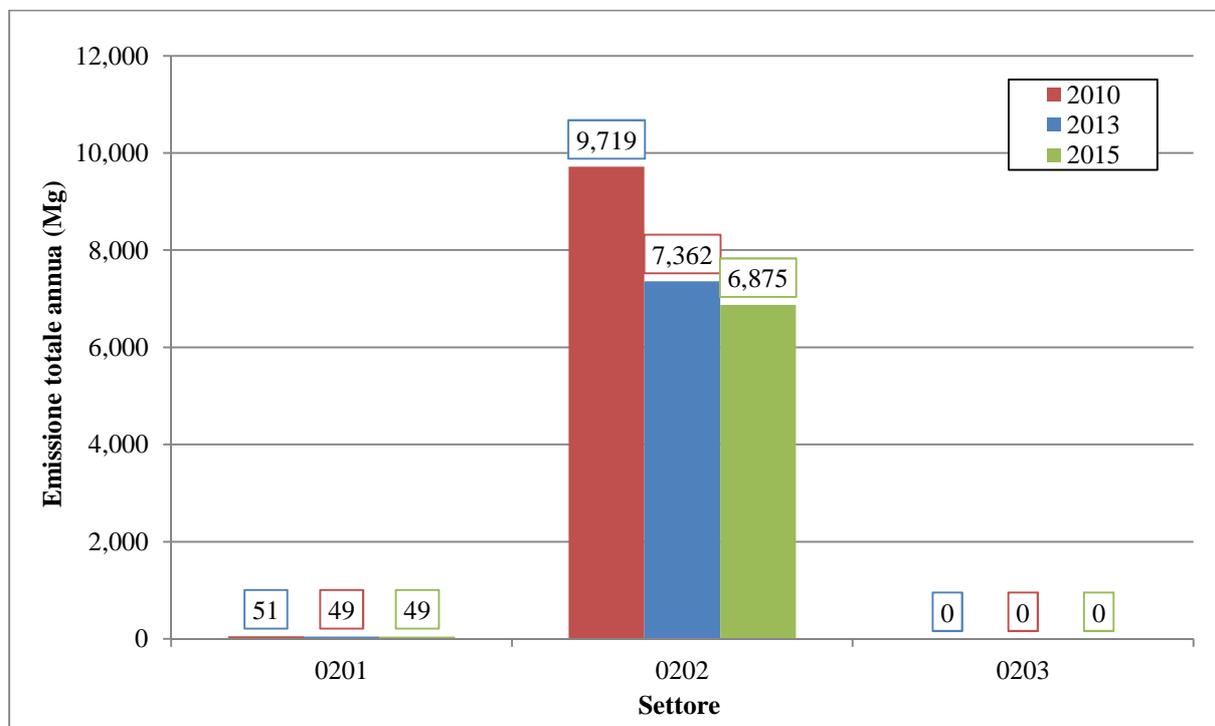
**Figura 2.5:** emissioni di PM<sub>10</sub> per macrosettore, confronto tra l'anno 2013 e l'anno 2015

Per il macrosettore 02 la diminuzione delle emissioni, netta nel 2013 e confermata seppur in misura minore nel 2015, può essere relazionabile alla particolarità climatica del periodo invernale che ha registrato temperature più alte rispetto all'anno 2010 con conseguente diminuzione del consumo dei combustibili utilizzati per il riscaldamento, in particolare nel settore domestico. La figura 2.6 mostra l'andamento delle temperature minime e massime in Umbria nel 2010, 2013 e nel 2015 limitatamente ai mesi più freddi (fonte ISTAT Annuario Statistico Italiano), mentre la figura 2.7 fa vedere il confronto delle emissioni di PM<sub>10</sub> relative al macrosettore 02 per gli stessi anni di riferimento. Dal grafico risulta evidente la netta incidenza del settore 0202 (impianti di combustione residenziali) sul totale delle emissioni per

tutti e tre gli anni considerati, nonché la netta diminuzione delle emissioni relative a tale settore dall'anno 2010 all'anno 2013 e meno evidente ma comunque presente nell'anno 2015.



**Figura 2.6:** andamento delle temperature minime e massime in Umbria nel 2010, 2013 e nel 2015

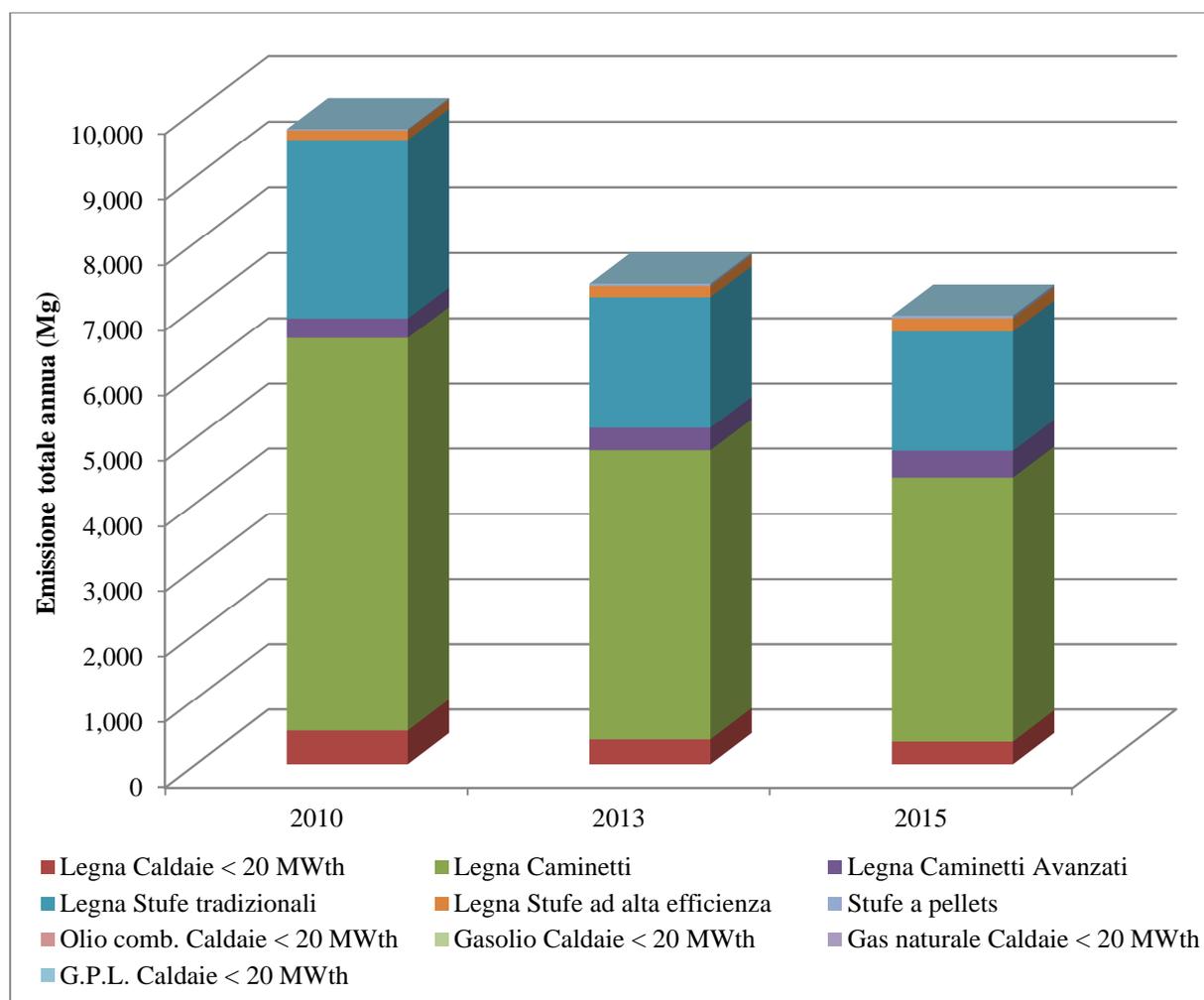


**Figura 2.7:** emissioni di PM<sub>10</sub> per settore (macrosettore 02), confronto tra l'anno 2010, 2013 e 2015

La successiva tabella 2.3 e la relativa figura 2.8 mostrano le emissioni di PM<sub>10</sub> relative al settore 0202 (riscaldamento residenziale) frazionate per tipologia di impianto e per combustibile, mettendo a confronto gli anni 2010, 2013 e 2015.

**Tabella 2.3:** emissioni di PM<sub>10</sub> per il settore 0202 frazionate per tipologia di impianto e per combustibile, confronto tra l'anno 2010, 2013 e 2015

Descrizione	PM <sub>10</sub> (Mg) 2010	PM <sub>10</sub> (Mg) 2013	PM <sub>10</sub> (Mg) 2015
Legna Caldaie < 20 MWth	512	377	344
Legna Caminetti	6.018	4.429	4.044
Legna Caminetti Avanzati	299	345	410
Legna Stufe tradizionali	2.722	2.004	1.829
Legna Stufe ad alta efficienza	149	173	205
Stufe a pellets	13	29	37
Olio comb. Caldaie < 20 MWth	0	0	0
Gasolio Caldaie < 20 MWth	0	0	0
Gas naturale Caldaie < 20 MWth	2	2	2
G.P.L. Caldaie < 20 MWth	2	2	2

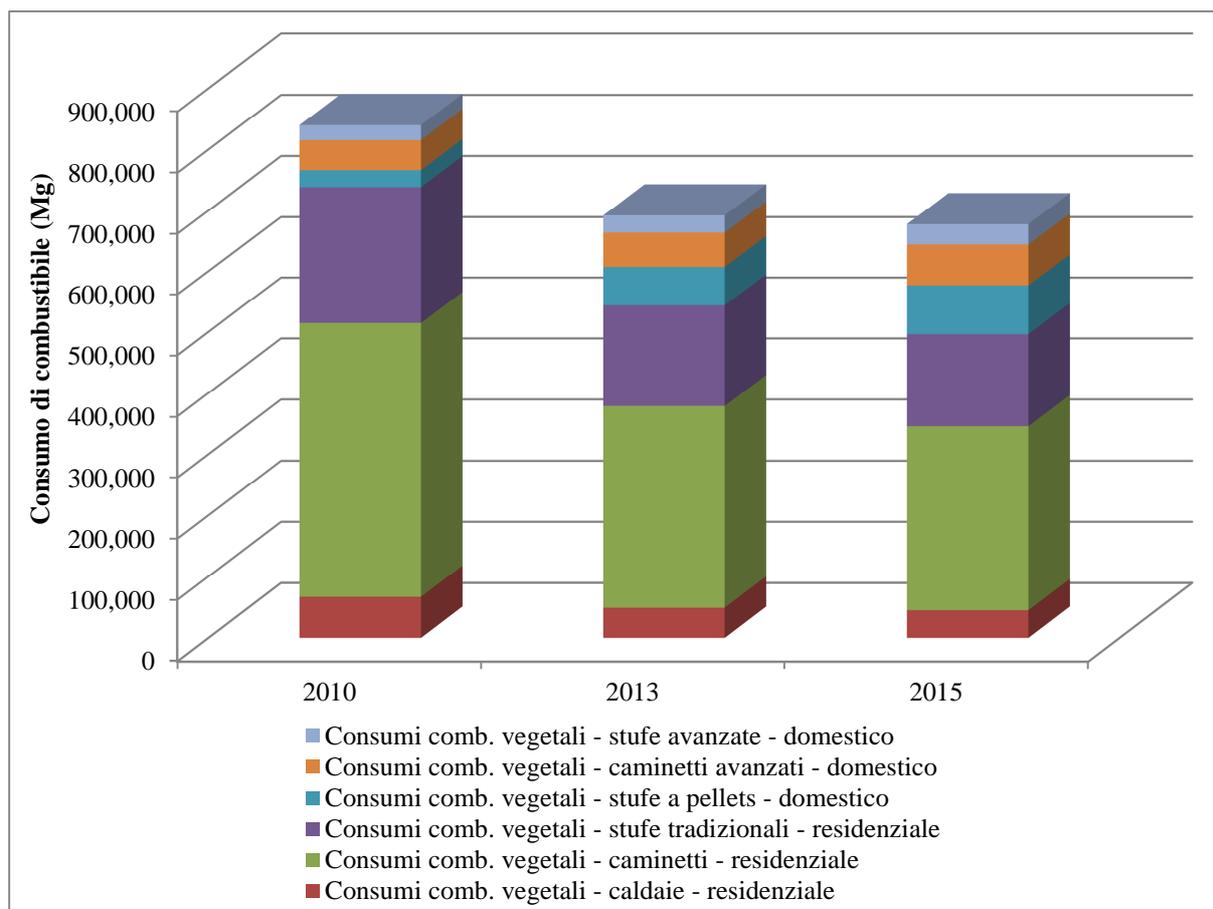


**Figura 2.8:** emissioni di PM<sub>10</sub> per il settore 0202 frazionate per tipologia di impianto e per combustibile, confronto tra l'anno 2010, 2013 e 2015

Dal grafico risulta evidente come la grande incidenza delle emissioni sia quasi interamente dovuta alla combustione della legna in caminetti e stufe (soprattutto in sistemi tradizionali), e di come la diminuzione delle emissioni (significativa nell'anno 2013, meno evidente nell'anno 2015 seppur presente) sia essenzialmente dovuta ad una diminuzione nell'uso di tale combustibile. A tale proposito la tabella 2.4 e la relativa figura 2.9 mostrano l'andamento nei tre ultimi anni di aggiornamento dell'inventario del consumo di combustibili vegetali per riscaldamento domestico a livello regionale, come valutati nell'inventario, distinguendo tale uso per tipologia di impianto. Ciò che risulta evidente è la complessiva diminuzione della quantità di combustibile vegetale utilizzato nell'anno 2013 rispetto al 2010, con una netta diminuzione del consumo di legna impiegato in impianti tradizionali (caminetti e stufe tradizionali) a fronte di un aumento meno marcato del consumo di legna e/o pellet su impianti avanzati. Tale andamento si riscontra anche nell'anno 2015 (rispetto all'anno 2013): a fronte di una diminuzione meno marcata del consumo totale di combustibile vegetale, si evidenzia, scendendo nel dettaglio delle tipologie di impianto, che lo stesso trend sopra descritto (diminuzione dell'uso di legna in impianti tradizionali a fronte di un aumento dell'uso di legna e/o pellet in impianti avanzati) risulta più marcato.

**Tabella 2.4:** consumo di combustibili vegetali per riscaldamento domestico per tipologia di impianto, confronto tra l'anno 2010, 2013 e 2015 (come determinati nell'IRE)

<b>Descrizione</b>	<b>Consumo (Mg) 2010</b>	<b>Consumo (Mg) 2013</b>	<b>Consumo (Mg) 2015</b>
Combustibili vegetali - caldaie	66.706	49.096	44.826
Combustibili vegetali - caminetti	447.771	329.566	300.899
Combustibili vegetali - stufe tradizionali	223.886	164.783	150.450
Combustibili vegetali - stufe a pellets	27.771	63.476	80.337
Combustibili vegetali - caminetti avanzati	49.163	56.809	67.479
Combustibili vegetali - stufe avanzate	24.581	28.404	33.740

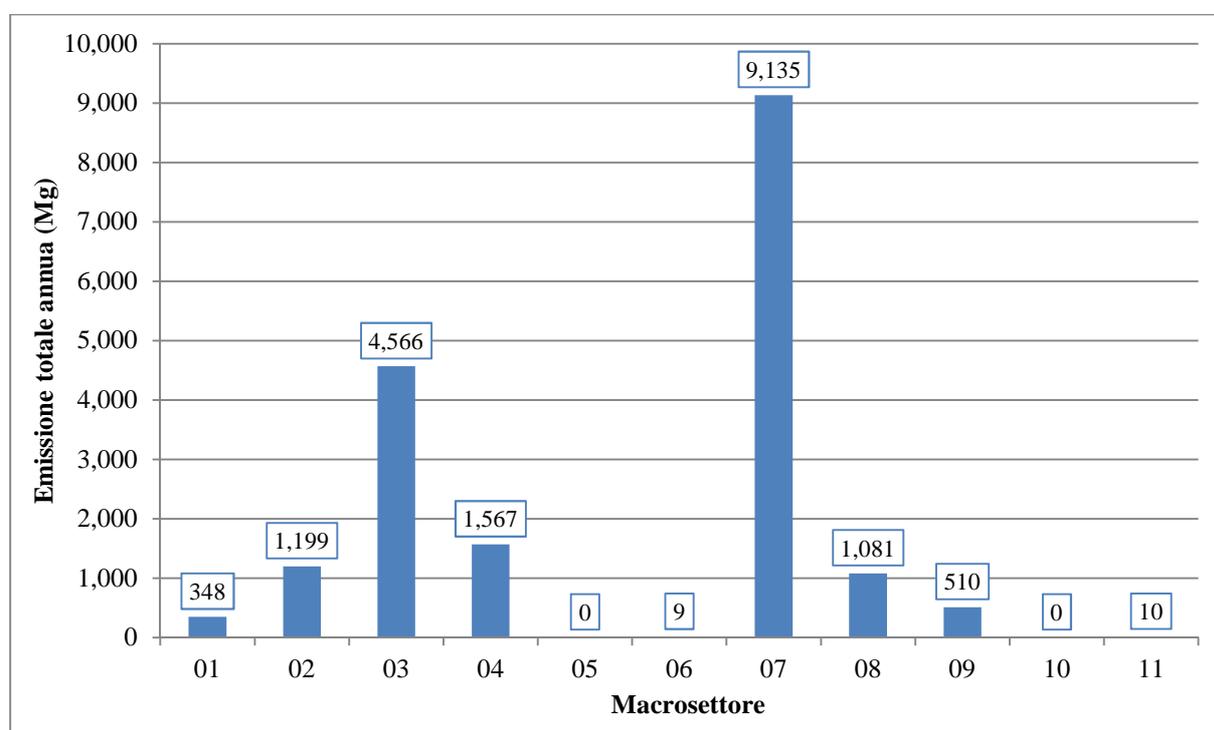


**Figura 2.9:** consumo di combustibili vegetali per riscaldamento domestico per tipologia di impianto, confronto tra l'anno 2010, 2013 e 2015 (come determinati nell'IRE)

### 3 EMISSIONI DI NO<sub>x</sub>

Le polveri fini che si trovano sospese in aria derivano in parte dalle emissioni dirette (dette emissioni di polveri primarie) che, come abbiamo visto nel paragrafo precedente, derivano principalmente da sorgenti come il riscaldamento, le attività industriali, il traffico, il trattamento rifiuti e l'agricoltura; in parte si formano in aria (polveri secondarie) in seguito a reazioni chimico fisiche a partire da altri inquinanti anch'essi emessi in atmosfera. Tra gli inquinanti principali che concorrono alla formazione di polveri fini secondarie, ci sono gli ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>)<sup>3</sup>.

In figura 3.1 viene riportata l'emissione totale annua di NO<sub>x</sub> per macrosettore per l'anno 2015.



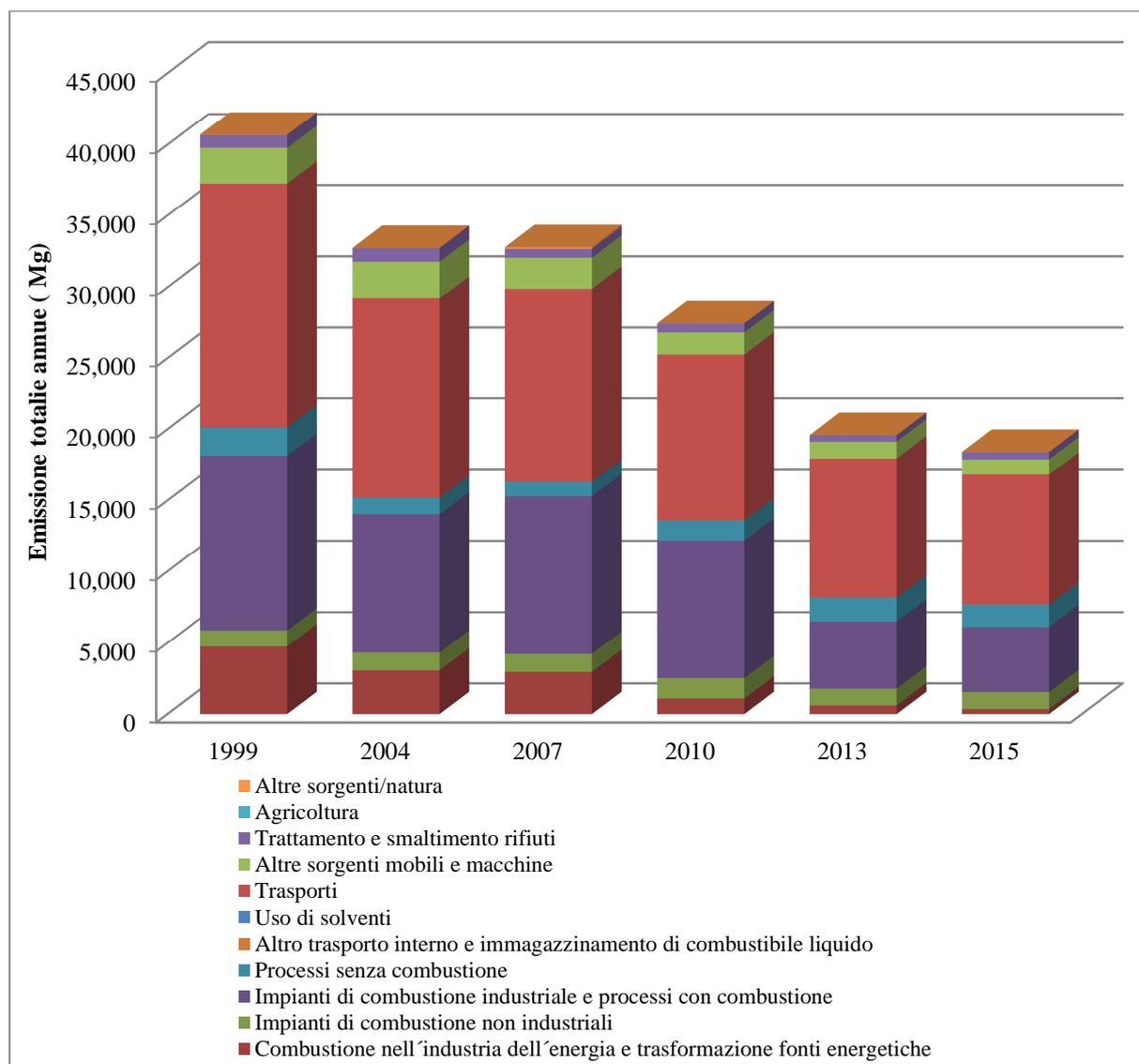
**Figura 3.1:** emissioni di NO<sub>x</sub> per macrosettore, anno 2015

Nel 2015 le emissioni di NO<sub>x</sub> sono dovute principalmente ai trasporti che complessivamente contribuiscono per circa il 55% alle emissioni totali, con un 50% derivante dai trasporti su strada (**macrosettore 07**) e un restante 6% dovuto alle altre sorgenti mobili (**macrosettore 08**). I grandi impianti di combustione (**macrosettore 03**) contribuiscono per il 25% del totale, mentre a seguire, ma con minori emissioni, ci sono i macrosettori legati agli altri processi produttivi (**macrosettore 04**) con un contributo del 9%, al riscaldamento (**macrosettore 02**)

<sup>3</sup> Per ossidi di azoto si intende generalmente l'insieme di ossido e biossido di azoto, anche se in realtà costituiscono una miscela più complessa. Il biossido di azoto è un inquinante secondario poiché non viene emesso direttamente dallo scarico o dai fumi industriali, ma deriva generalmente dalla trasformazione in atmosfera consistente nell'ossidazione dell'ossido. Il biossido di azoto, mediante reazioni favorite dalle radiazioni ultraviolette, è implicato nella formazione dell'ozono troposferico. Le particelle secondarie si formano nell'atmosfera per reazioni che interessano inquinanti primari come NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, COV (Composti Organici Volatili) e ammoniacca.

con un contributo del 7%, al trattamento e smaltimento dei rifiuti (**macrosettore 09**) con un contributo del 3% e alla combustione nell'industria dell'energia (**macrosettore 01**) con un contributo del 2%.

Se si prende in considerazione l'andamento delle emissioni totali di NO<sub>x</sub> nel corso degli anni disponibile nell'inventario, frazionando il valore totale per il contributo dato da ciascun macrosettore, si vede come il trend in diminuzione che si era avuto nel corso degli anni risulta meno evidente nel 2015 (cfr. figura 3.2). Il contributo dei differenti settori non ha subito nell'ultimo biennio variazioni sostanziali, al contrario del periodo precedente dove si era assistito ad una netta riduzione delle emissioni industriali.



**Figura 3.2:** emissioni totali di NO<sub>x</sub> frazionate per macrosettore negli anni di riferimento dell'inventario

Il confronto delle emissioni per macrosettore tra il 2013 e il 2015, descritto in tabella 3.1 ed evidenziato in figura 3.3, mostra come a contribuire principalmente a questo seppur meno accentuato trend in diminuzione, sia la riduzione delle emissioni avuta nel settore dei trasporti (macrosettore 07 - trasporti su strada e macrosettore 08 - altre sorgenti mobili), nel macrosettore 01 (combustione nell'industria dell'energia e trasformazione fonti energetiche),

ma anche nei macrosettori legati alle attività industriali quali il macrosettore 03 (impianti di combustione industriale) e il macrosettore 04 (processi senza combustione).

Per quanto riguarda il macrosettore 01, l'andamento è dovuto alla diminuzione nei livelli di produzione delle centrali termoelettriche presenti nel territorio regionale avuta già nel corso degli anni 2010 e 2013 che ha mantenuto lo stesso trend nel corso dell'anno 2015.

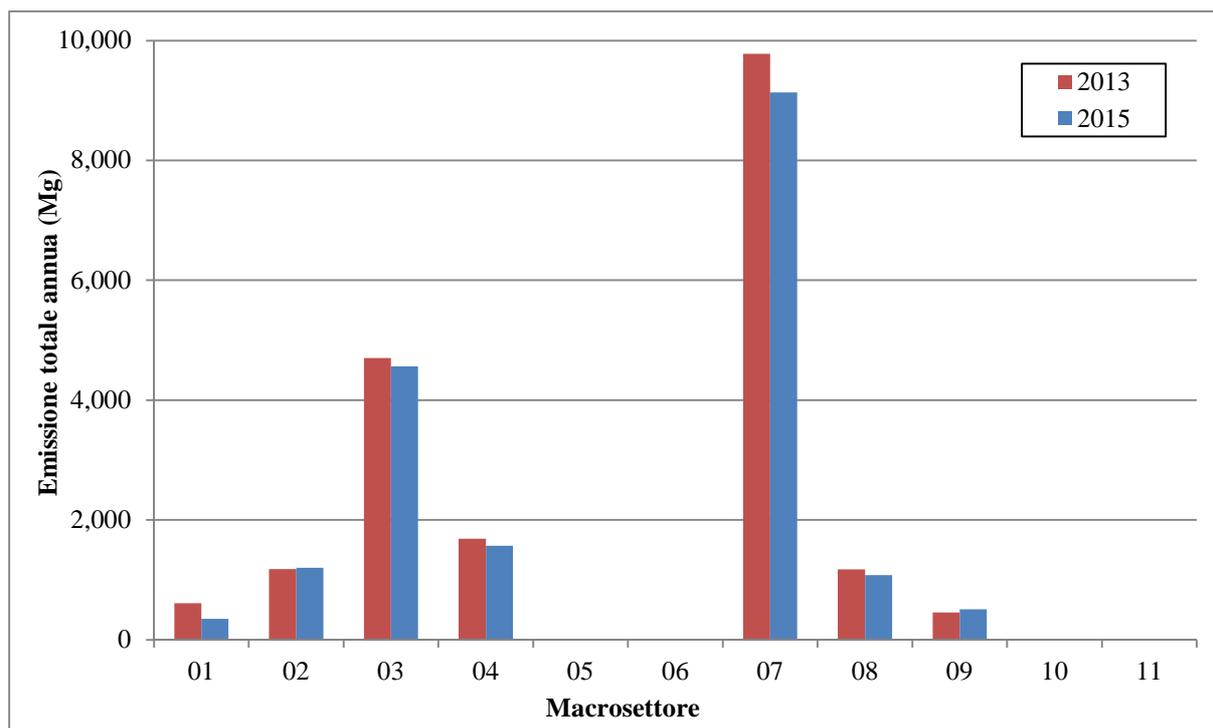
Per quanto riguarda invece le attività industriali, la netta diminuzione delle emissioni per il macrosettore 03 registrata in parte nel 2010 ed in maniera più accentuata nel 2013, risulta nel 2015 molto meno evidente. Il decremento della produzione industriale, con la chiusura di alcuni stabilimenti, che si era riscontrata negli anni precedenti, nel 2015 tende a stabilizzarsi. Molto rilevante la riduzione delle emissioni nell'industria del cemento riflesso della più generale crisi del settore che ha avuto una forte riduzione nella produzione nazionale di cemento, oltre il 50%, negli anni dal 2007 al 2013 con una successiva stabilizzazione<sup>4</sup>.

**Tabella 3.1:** emissioni di NO<sub>x</sub> per macrosettore per gli anni 2013 e 2015

<b>Macrosettore</b>	<b>NO<sub>x</sub> (Mg) 2013</b>	<b>NO<sub>x</sub> (Mg) 2015</b>
01 Combustione nell'industria dell'energia e trasformazione fonti energetiche	609	348
02 Impianti di combustione non industriali	1.179	1.199
03 Impianti di combustione industriale e processi con combustione	4.703	4.566
04 Processi senza combustione	1.687	1.567
05 Altro trasporto interno e immagazzinamento di combustibile liquido	0	0
06 Uso di solventi	4	9
07 Trasporti	9.781	9.135
08 Altre sorgenti mobili e macchine	1.173	1.081
09 Trattamento e smaltimento rifiuti	458	510
10 Agricoltura	0	0
11 Altre sorgenti/natura	3	10
<b>Totale</b>	<b>19.597</b>	<b>18.425</b>

---

<sup>4</sup> Fonte Associazione Italiana Tecnico Economica Cemento



**Figura 3.3:** emissioni di NO<sub>x</sub> per macrosettore, confronto tra l'anno 2010 e l'anno 2013

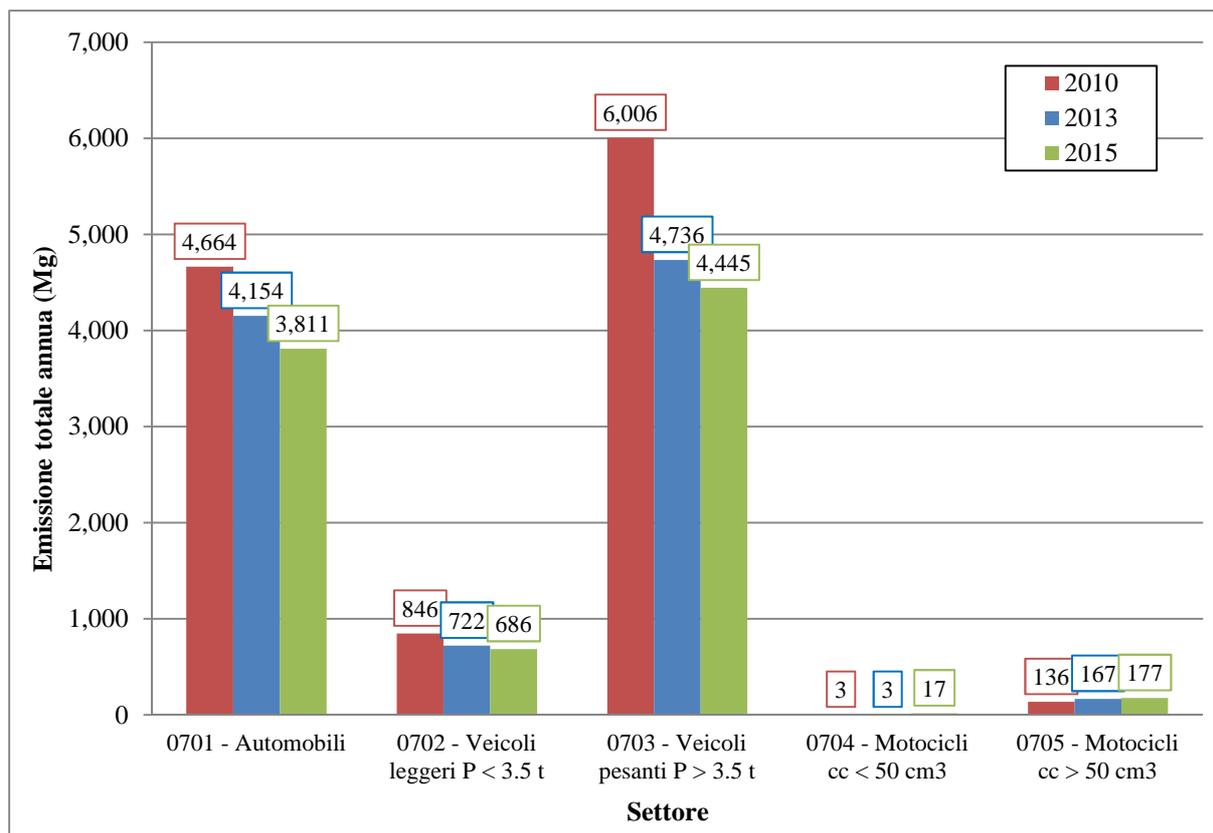
Per i trasporti (macrosettori 07 e 08), invece, le cause della riduzione delle emissioni che si è registrata negli ultimi anni sono da attribuirsi sia al rinnovo del parco circolante che alla diminuzione dei consumi e delle percorrenze a causa degli effetti della crisi economica (a partire dal 2010). Facendo riferimento all'ultimo decennio, tale riduzione è pari a circa il 5% annuo dal 2007 al 2013 e rallenta al 3% annuo nell'ultimo biennio. I consumi di gasolio nel frattempo dopo la discesa dal 2007 al 2013 hanno una lieve ripresa nel 2015 mentre prosegue la riduzione dei consumi di benzina <sup>5</sup>.

Nello specifico in riferimento al macrosettore 07, nella figura 3.4 sono riportate le emissioni di NO<sub>x</sub> dovute al trasporto su strada distinguendo il contributo dato dalle varie tipologie di veicolo (e quindi dai diversi settori emissivi), confrontando l'andamento relativo agli anni 2010, 2013 e 2015. Occorre sottolineare che vengono riportati nel grafico solo i settori da 0701 a 0705 (dovuti ai processi di combustione) in quanto i restanti settori (derivanti dai processi evaporativi, dall'usura dei freni e delle gomme, e dall'abrasione della strada) forniscono un contributo all'emissione totale pari a zero. Nelle successive figure 3.5 e 3.6 viene messo in evidenza quanto le diverse tipologie di veicolo incidano percentualmente sull'emissione totale, rispettivamente negli anni 2010, 2013 e nell'anno 2015.

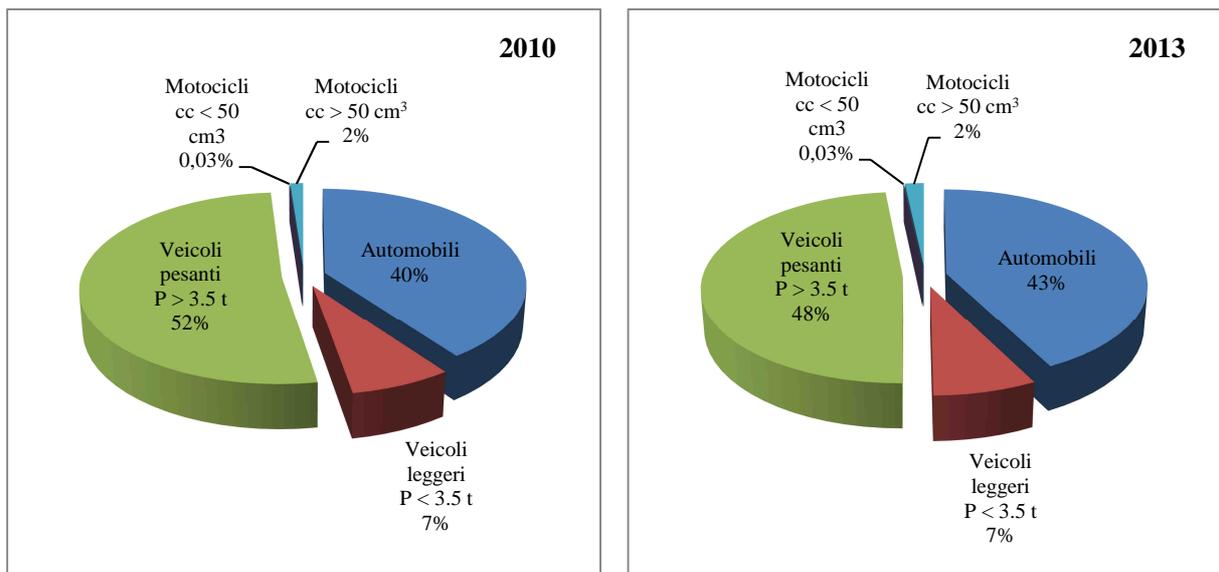
Dai grafici si può vedere come la complessiva diminuzione dell'emissione che ha riguardato tutto il macrosettore 07, sia nel 2013 che nel 2015, è dovuta principalmente ad una diminuzione del valore di emissione relativo al trasporto con mezzi pesanti (settore 0703 - Veicoli pesanti P > 3,5 t) e al trasporto con automobili (settore 0701 - Automobili), si può anche vedere come tali variazioni hanno portato ad un'inversione di tendenza per cui i mezzi pesanti che risultavano nel 2010 maggiormente responsabili dell'emissione di NO<sub>x</sub> (per il 52% del totale del settore) rispetto ai veicoli leggeri (complessivamente intesi come veicoli leggeri P < 3.5 t, automobili e motocicli), nel 2013 hanno visto diminuire la loro incidenza

<sup>5</sup> Fonte Ministero dello Sviluppo Economico

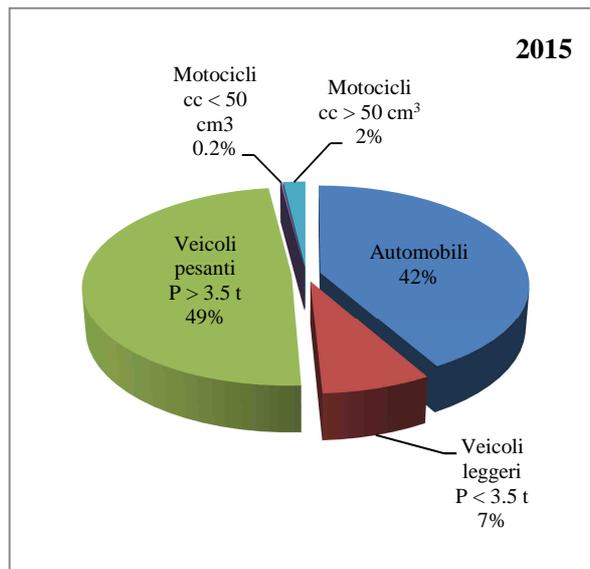
scendendo al 48% del totale del settore contro il 52% dei veicoli leggeri. Nel 2015 l'andamento si mantiene pressochè lo stesso per cui, a fronte di una complessiva diminuzione delle emissioni derivanti dai settori 0701 e 0703, la distribuzione percentuale delle emissioni per tipologia di veicolo risulta pressochè invariato rispetto al 2013 (i veicoli leggeri contribuiscono all'emissione totale del macrosettore per il 51% contro il 49% dei mezzi pasanti).



**Figura 3.4:** emissioni di NO<sub>x</sub> per settore (macrosettore 07), confronto tra l'anno 2013 e l'anno 2015



**Figura 3.5:** emissioni di NO<sub>x</sub> per tipologia di veicolo nell'anno 2010 e nell'anno 2013, distribuzione percentuale



**Figura 3.6:** emissioni di NO<sub>x</sub> per tipologia di veicolo nell'anno 2015, distribuzione percentuale

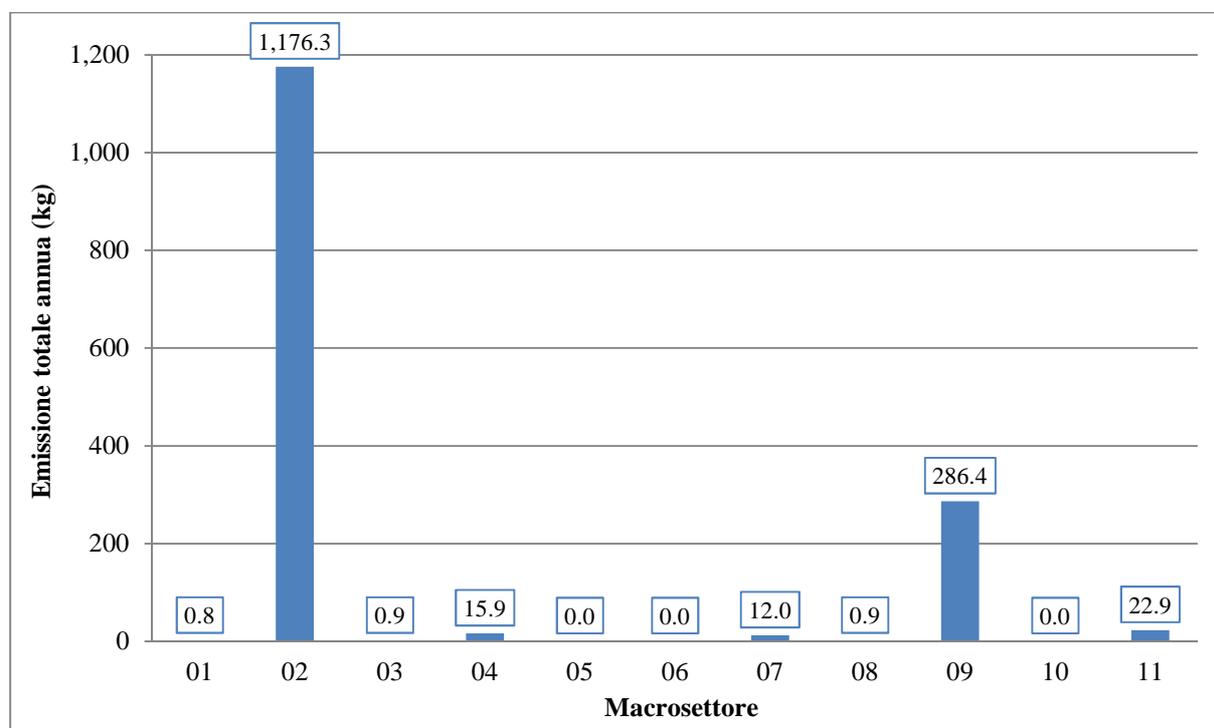
## 4 EMISSIONI DI BENZO(A)PIRENE

Per gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA), la normativa ha stabilito valori obiettivo di concentrazione al suolo per il solo benzo(a)pirene (BAP) il quale viene utilizzato come indice del potenziale cancerogeno degli IPA totali. Questo perché è stata evidenziata una relazione tra le concentrazioni di BAP e degli altri IPA, detto profilo IPA, che in aria è relativamente stabile.

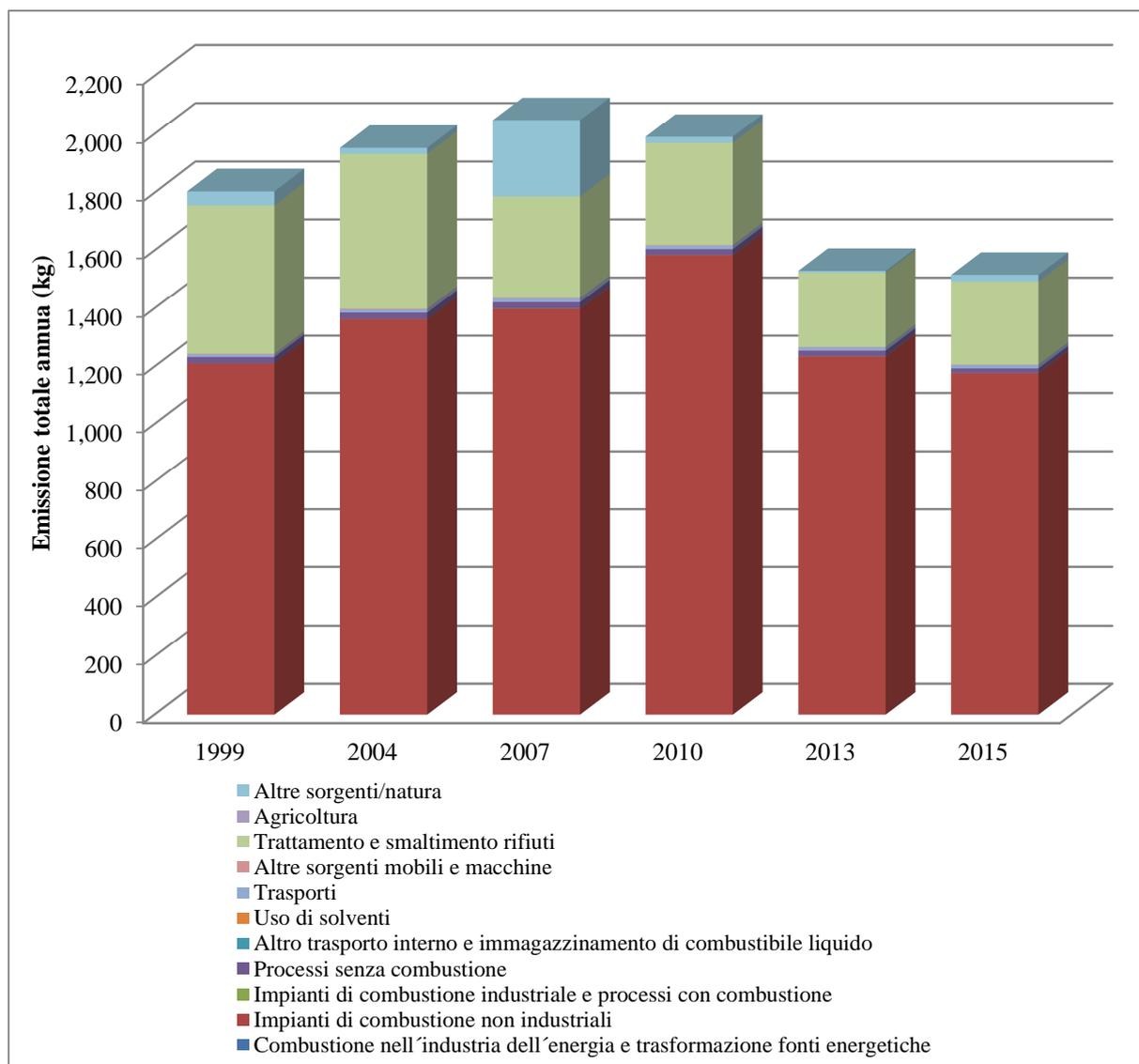
Le misure di concentrazione al suolo effettuate sul territorio regionale mostrano una presenza non trascurabile di tale inquinante, per tale ragione vengono presentate le principali fonti di emissioni individuate nell'IRE.

Nella figura 4.1 sono presentate le emissioni regionali annue per macrosettore di questo inquinante per l'anno 2015. Come si può osservare, la fonte principale di emissione di BAP è il **macrosettore 02** (impianti di combustione non industriali) con il 78% del totale regionale e il **macrosettore 09** (trattamento e smaltimento rifiuti) con il 19%. In misura minore seguono rispettivamente il **macrosettore 11** (natura) che contribuisce per il 2% del totale regionale e i **macrosettori 04** (processi produttivi) e **07** (trasporti su strada) con un contributo ciascuno dell'1%.

Relativamente al macrosettore 09, trattamento e smaltimento rifiuti, le emissioni sono dovute al settore 0907, combustione all'aperto di residui agricoli (eccetto 1003 - combustione stoppie sul campo) stimata per la prima volta in questo aggiornamento e inserita anche per gli anni precedenti.



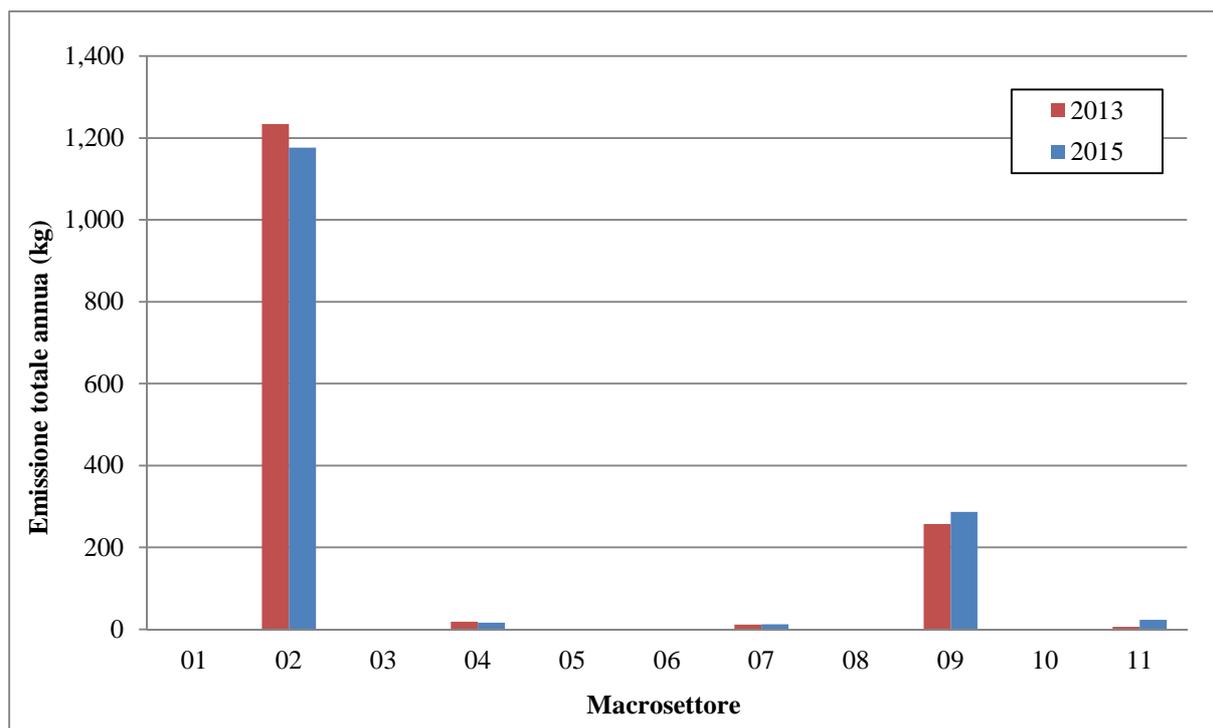
**Figura 4.1:** emissioni di benzo(a)pirene per macrosettore, anno 2015



**Figura 4.2:** emissioni totali di BAP frazionate per macrosettore negli anni di riferimento dell'inventario

**Tabella 4.1:** emissioni di BAP per macrosettore per gli anni 2013 e 2015

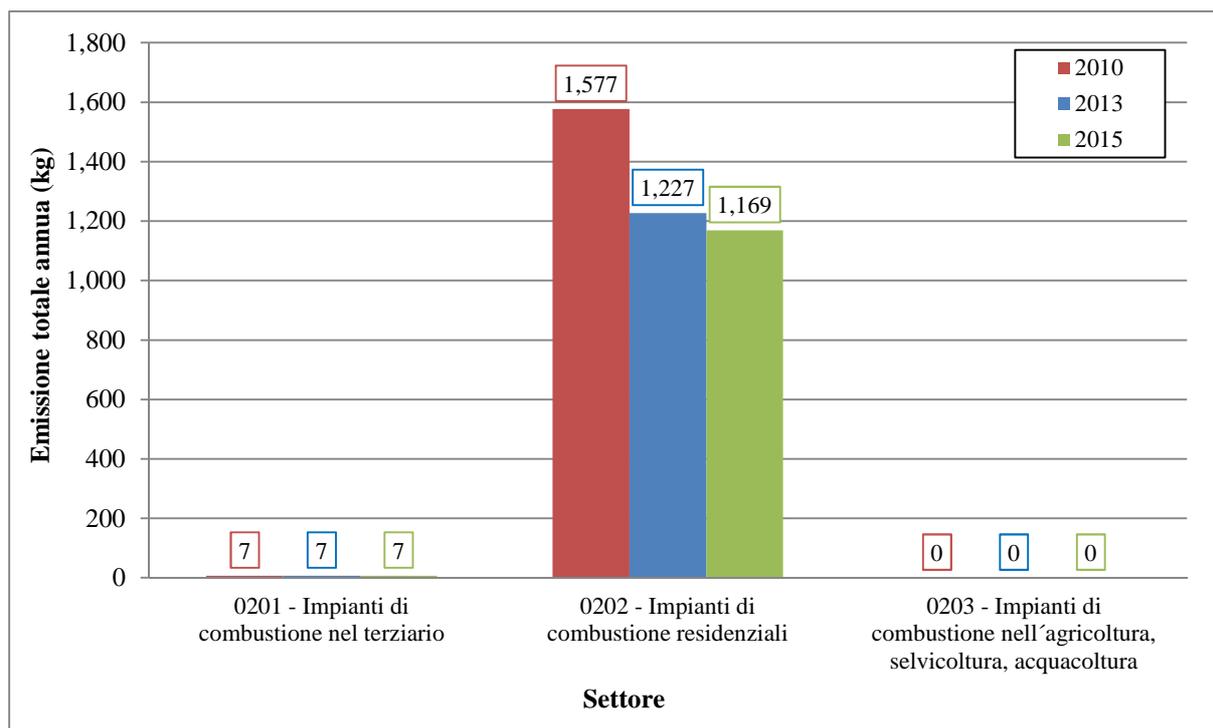
Macrosettore	BAP (kg) 2013	BAP (kg) 2015
01 Combustione nell'industria dell'energia e trasformaz. fonti energetiche	0,5	0,8
02 Impianti di combustione non industriali	1.234,1	1.176,3
03 Impianti di combustione industriale e processi con combustione	1,1	0,9
04 Processi senza combustione	18,8	15,9
05 Altro trasporto interno e immag. di comb. liquidi	0,0	0,0
06 Uso di solventi	0,0	0,0
07 Trasporti	11,6	12,0
08 Altre sorgenti mobili e macchine	0,9	0,9
09 Trattamento e smaltimento rifiuti	256,8	286,4
10 Agricoltura	0,0	0,0
11 Altre sorgenti/natura	6,3	22,9
<b>Totale</b>	<b>1.530,2</b>	<b>1.516,1</b>



**Figura 4.3:** emissioni di BAP per macrosettore, confronto tra l'anno 2013 e l'anno 2015

La figura 4.2 mostra l'andamento, nel corso degli anni di aggiornamento dell'inventario, delle emissioni totali di BAP, frazionando il valore totale per il contributo dato da ciascun macrosettore, mentre la successiva tabella 4.1 e la relativa figura 4.3 mostrano il confronto delle emissioni limitatamente agli anni 2013 e 2015, sempre facendo una distinzione per macrosettore. Ciò che si evince dai grafici, nonché dai dati in tabella, è che per gli anni 2013 e 2015 si ha un andamento pressochè stazionario delle emissioni totali annue di BAP, con una diminuzione delle emissioni provenienti dal macrosettore 02 e un concomitante aumento delle emissioni provenienti dai macrosettori 09 e 11.

Entrando nel dettaglio dei settori emissivi (limitatamente al macrosettore 02), in figura 4.4 vengono messe a confronto le emissioni di BAP per gli anni 2010, 2013 e 2015 derivanti da ciascun settore del macrosettore 02, evidenziando da un lato come le emissioni siano dovute essenzialmente al riscaldamento domestico (settore 0202), dall'altro come proprio per questo settore la netta diminuzione delle emissioni avvenuta nel 2013 sia presente ma molto meno evidente nell'anno 2015.

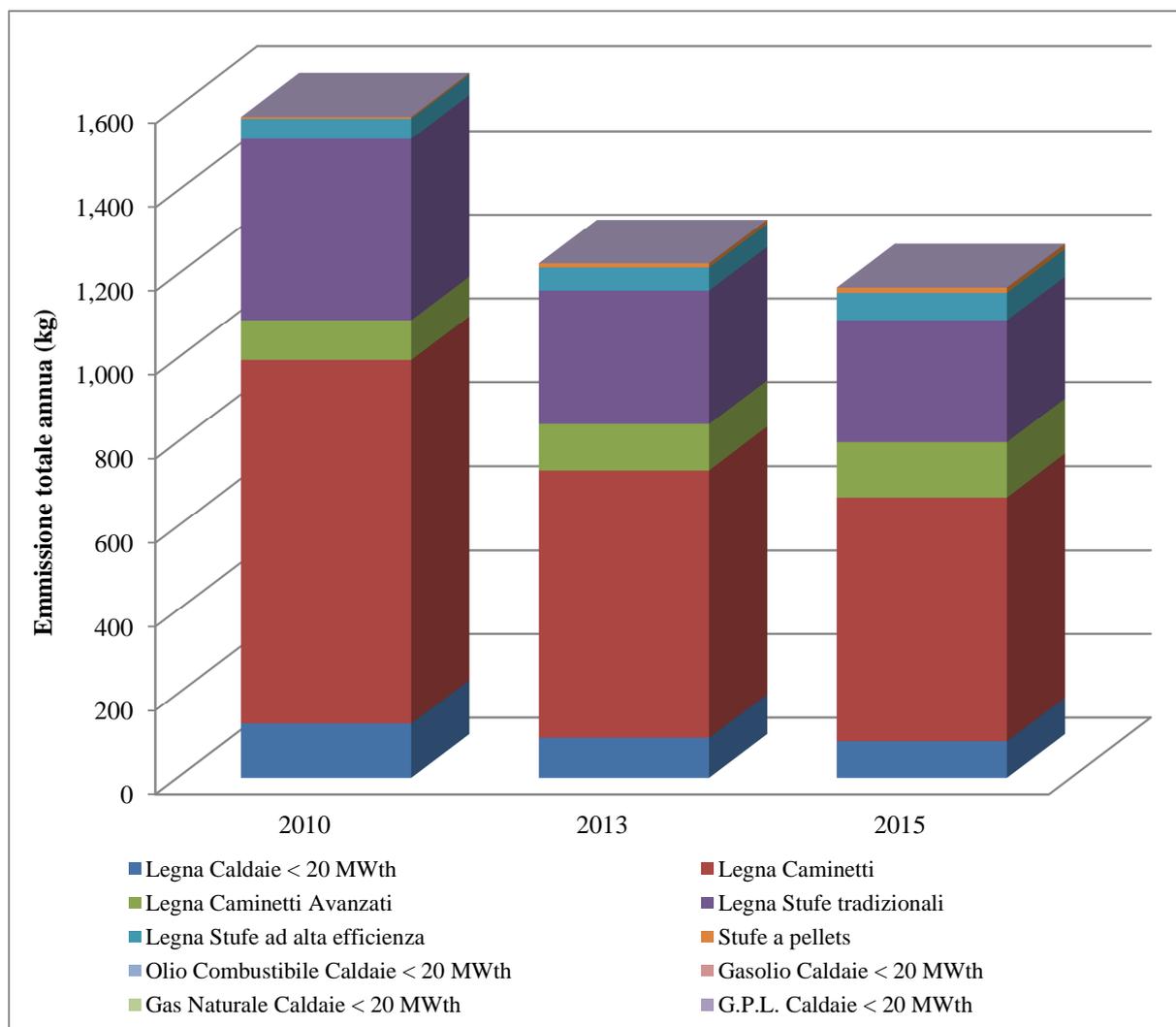


**Figura 4.4:** emissioni di BAP per settore (macrosettore 02), confronto tra l'anno 2010 e l'anno 2013

La successiva tabella 4.2 e la relativa figura 4.5 mostrano le emissioni di BAP relative al settore 0202 (riscaldamento residenziale) frazionate per tipologia di impianto e per combustibile, mettendo a confronto gli anni 2010, 2013 e 2015. Dal grafico risulta evidente come la grande incidenza delle emissioni sia quasi interamente dovuta alla combustione della legna in caminetti e stufe (soprattutto in sistemi tradizionali) e di come la diminuzione delle emissioni (significativa nell'anno 2013, meno evidente nell'anno 2015 seppur presente) sia essenzialmente dovuta ad una diminuzione nell'uso di tale combustibile (in modo analogo e per ragioni analoghe a quanto evidenziato nei capitoli precedenti per il PM<sub>10</sub>).

**Tabella 4.2:** emissioni di BAP per il settore 0202 frazionate per tipologia di impianto e per combustibile, confronto tra gli anni 2010, 2013 e 2015

Attività	BAP (kg) 2010	BAP (kg) 2013	BAP (kg) 2015
Legna Caldaie < 20 MWth	129	95	87
Legna Caminetti	867	638	583
Legna Caminetti Avanzati	95	110	131
Legna Stufe tradizionali	433	319	291
Legna Stufe ad alta efficienza	48	55	65
Stufe a pellets	4	10	13
Olio Combustibile Caldaie < 20 MWth	0	0	0
Gasolio Caldaie < 20 MWth	0,014	0,018	0,015
Gas Naturale Caldaie < 20 MWth	0,006	0,005	0,005
G.P.L. Caldaie < 20 MWth	0,0006	0,0006	0,0007



**Figura 4.5:** emissioni di BAP per il settore 0202 frazionate per tipologia di impianto e per combustibile, confronto tra gli anni 2010, 2013 e 2015

## 5 CONFRONTO CON IL PRECEDENTE INVENTARIO

Come già detto in premessa, in questo inventario in fase di aggiornamento dei dati è stata effettuata una revisione della base dati dei fattori di emissione, della classificazione delle attività e delle metodologie di stima.

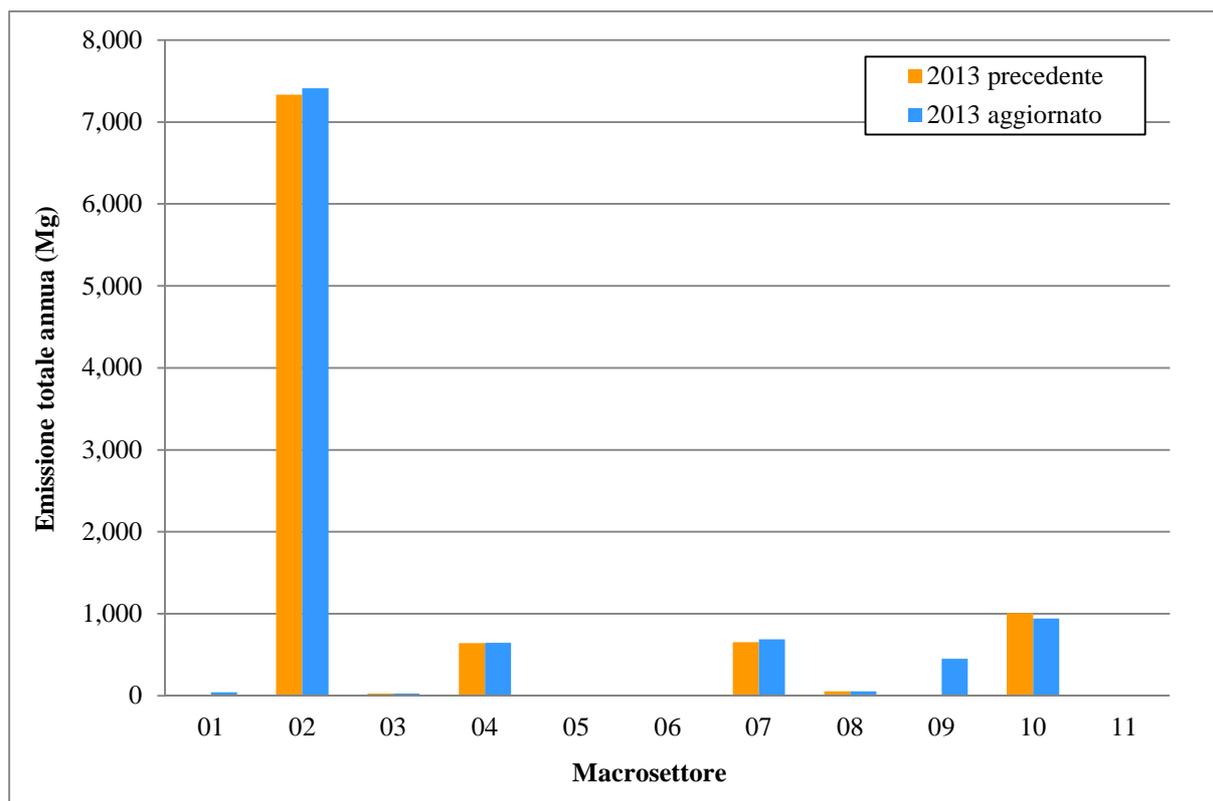
Nel presente capitolo viene riportato in breve un confronto tra i risultati delle emissioni stimate in questo inventario per l'anno 2013 e le stime precedentemente prodotte nel corso dell'aggiornamento relativo all'anno 2013, limitatamente agli inquinanti che abbiamo analizzato nei capitoli precedenti (PM<sub>10</sub>, NO<sub>x</sub> e BAP).

Le Tabelle 5.1, 5.2 e 5.3 contengono i risultati delle emissioni per macrosettore relativi all'anno 2013 per i due diversi aggiornamenti dell'inventario, rispettivamente per il PM<sub>10</sub>, l'NO<sub>x</sub> e il BAP. Con sfondo celeste i valori di emissione per macrosettore e per anno che contribuiscono per oltre il 10% al totale regionale.

Le successive figure 5.1, 5.2 e 5.3 riportano in forma grafica gli stessi dati relativi rispettivamente al PM<sub>10</sub>, all'NO<sub>x</sub> e al BAP.

**Tabella 5.1:** emissioni di PM<sub>10</sub> per macrosettore per l'anno 2013, confronto tra i dati dell'inventario aggiornato e del precedente inventario

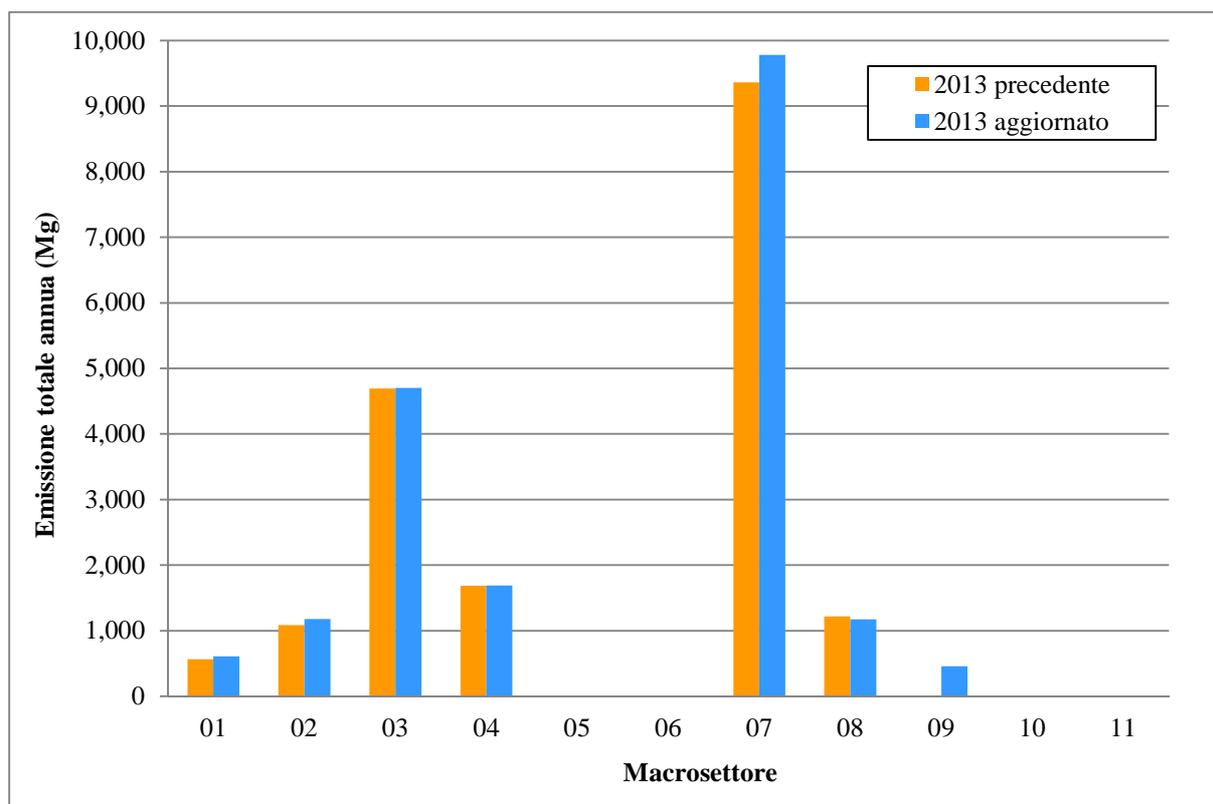
Macrosettore	PM <sub>10</sub> (Mg) 2013 precedente	PM <sub>10</sub> (Mg) 2013 aggiornato
01 Combustione nell'industria dell'energia e trasformazione fonti energetiche	6	41
02 Impianti di combustione non industriali	7.334	7.411
03 Impianti di combustione industriale e processi con combustione	27	26
04 Processi senza combustione	644	648
05 Altro trasporto interno e immagazzinamento di combustibile liquido	0	0
06 Uso di solventi	5	5
07 Trasporti	655	689
08 Altre sorgenti mobili e macchine	55	55
09 Trattamento e smaltimento rifiuti	2	451
10 Agricoltura	1.007	944
11 Altre sorgenti/natura	11	11
<b>Totale</b>	<b>9.745</b>	<b>10.281</b>



**Figura 5.1:** emissioni di PM<sub>10</sub> per macrosettore per l'anno 2013, confronto tra i dati dell'inventario aggiornato e del precedente inventario

**Tabella 5.2:** emissioni di NO<sub>x</sub> per macrosettore per l'anno 2013, confronto tra i dati dell'inventario aggiornato e del precedente inventario

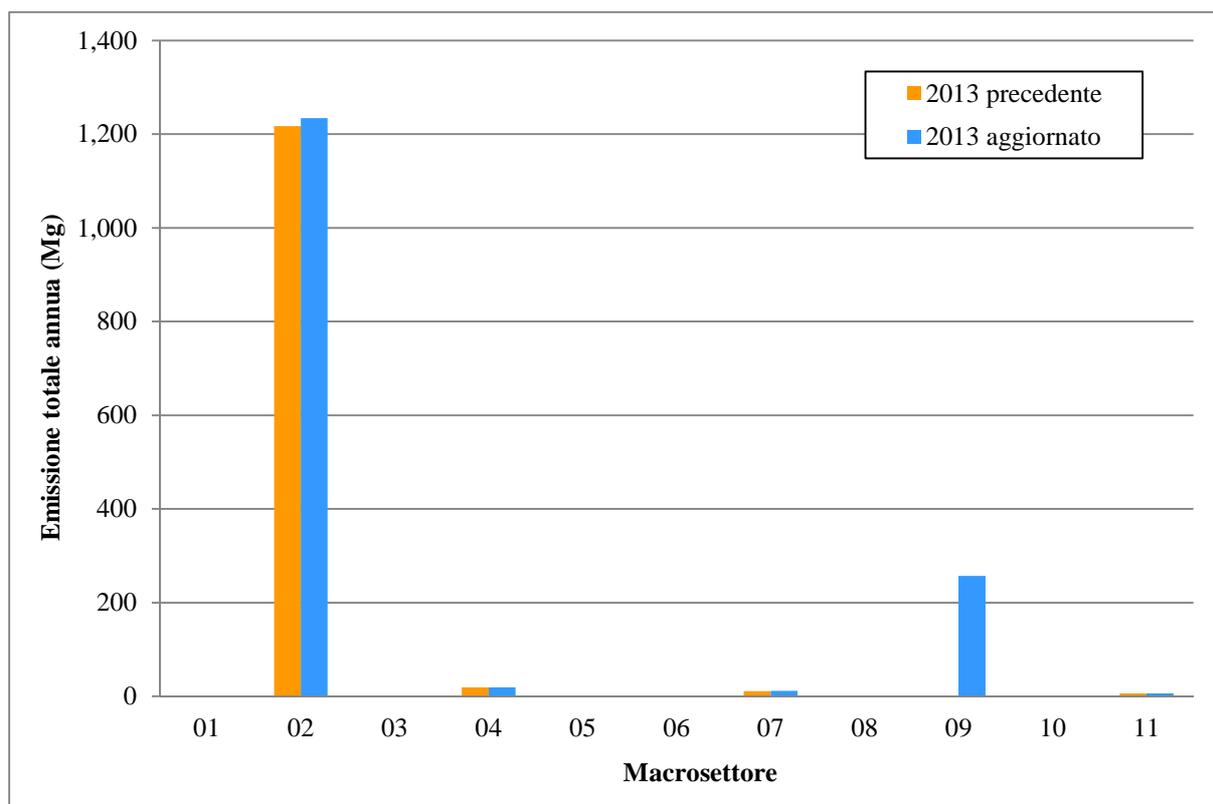
Macrosettore	NO <sub>x</sub> (Mg) 2013 precedente	NO <sub>x</sub> (Mg) 2013 aggiornato
01 Combustione nell'industria dell'energia e trasformazione fonti energetiche	564	609
02 Impianti di combustione non industriali	1.086	1.179
03 Impianti di combustione industriale e processi con combustione	4.695	4.703
04 Processi senza combustione	1.686	1.687
05 Altro trasporto interno e immagazzinamento di combustibile liquido	0	0
06 Uso di solventi	4	4
07 Trasporti	9.363	9.781
08 Altre sorgenti mobili e macchine	1.219	1.173
09 Trattamento e smaltimento rifiuti	0	458
10 Agricoltura	0	0
11 Altre sorgenti/natura	3	3
<b>Totale</b>	<b>18.619</b>	<b>19.597</b>



**Figura 5.2:** emissioni di NO<sub>x</sub> per macrosettore per l'anno 2013, confronto tra i dati dell'inventario aggiornato e del precedente inventario

**Tabella 5.3:** emissioni di BAP per macrosettore per l'anno 2013, confronto tra i dati dell'inventario aggiornato e del precedente inventario

Macrosettore	BAP (kg) 2013 precedente	BAP (kg) 2013 aggiornato
01 Combustione nell'industria dell'energia e trasformazione fonti energetiche	0,3	0,5
02 Impianti di combustione non industriali	1.217	1.234
03 Impianti di combustione industriale e processi con combustione	1	1
04 Processi senza combustione	19	19
05 Altro trasporto interno e immagazzinamento di combustibile liquido	0	0
06 Uso di solventi	0	0
07 Trasporti	11	12
08 Altre sorgenti mobili e macchine	1	1
09 Trattamento e smaltimento rifiuti	0	257
10 Agricoltura	0	0
11 Altre sorgenti/natura	6	6
<b>Totale</b>	<b>1.255</b>	<b>1.530</b>



**Figura 5.3:** emissioni di BAP per macrosettore per l'anno 2013, confronto tra i dati dell'inventario aggiornato e del precedente inventario

Per le emissioni totali, le variazioni mostrano un aumento dell'5% per il PM<sub>10</sub>, dell'5% dell'NO<sub>x</sub> e del 22% per il BAP.

La maggior parte delle differenze sono generate da variazioni che riguardano la metodologia di stima delle emissioni e l'attività di aggiornamento dei fattori di emissioni, altre dipendono invece da correzioni che sono state apportate alle metodologie di valutazione dei dati di attività o a nuovi dati resi disponibili per le sorgenti puntuali.

Scendendo nel dettaglio dei macrosettori, si riscontrano variazioni in aumento per le emissioni di PM<sub>10</sub> e di BAP nel *macrosettore 01 - combustione nell'industria dell'energia e trasformazione fonti energetiche* (anche se poco incidenti percentualmente sul totale regionale); tale variazione è legata alla integrazione delle emissioni del macrosettore con il contributo di impianti di combustione a biomassa per la produzione di energia elettrica e/o calore mai valutate prima.

Si riscontrano variazioni in aumento delle emissioni di PM<sub>10</sub>, NO<sub>x</sub> e di BAP nel *macrosettore 02 - impianti di combustione non industriali* legate alla correzione del dato relativo ai pellets, che erroneamente non era stato valutato nel calcolo delle emissioni, e alla introduzione della valutazione dei consumi di legna nelle pizzerie e bracerie della regione.

Nel *macrosettore 07 - trasporti su strada* si riscontrano variazioni alle emissioni per i tre parametri analizzati, legati alla revisione delle emissioni da trasporti stradali utilizzando i fattori di emissione aggiornati con le ultime modifiche recentemente rilasciate dall'EMEP/EEA. Sono stati inoltre inserite le stime delle emissioni da motocicli in extraurbano che non erano state considerate in precedenza.

Per quanto riguarda invece il macrosettore *03 - impianti di combustione industriale e processi con combustione* le variazioni che si riscontrano sono legate alla revisione delle emissioni da attività industriali poco rilevanti i cui dati sono stati corretti valutando lo stato attuale delle aziende e alla revisione dei dati di produzione del clinker e del cemento sulla base di nuove informazioni richieste.

Infine, la variazione significativa delle emissioni di PM<sub>10</sub>, NO<sub>x</sub> e di BAP nel *macrosettore 9 - trattamento e smaltimento rifiuti* è dovuto alla stima attuata per la prima volta in questo aggiornamento delle emissioni dovute alla combustione all'aperto di residui agricoli (settore *09070000 Combustione all'aperto di residui agricoli (eccetto combustione stoppie sul campo)*).