



INVENTARIO REGIONALE DELLE EMISSIONI IN ATMOSFERA INEMAR Veneto 2017

Risultati dell'edizione 2017

RELAZIONE GENERALE

Progetto e realizzazione

Dipartimento Regionale Qualità dell'Ambiente

Rodolfo Bassan (Direttore)

Unità Organizzativa Qualità dell'Aria

Maria Rosa (Dirigente)

Silvia Pillon, Silvia Pistollato, Laura Susanetti (Autori)

Con la collaborazione di:

Regione del Veneto

Area Tutela e Sicurezza del Territorio

Luca Marchesi (Direttore)

Direzione Ambiente

Luigi Masia (Direttore)

Unità Organizzativa Tutela dell'Atmosfera

È consentita la riproduzione di testi, tabelle, grafici ed in genere del contenuto del presente rapporto esclusivamente con la citazione della fonte.

Aprile, 2021

Sommario

1.	Introduzione	4
2.	Popolamento dell'inventario INEMAR Veneto 2017.....	5
3	Stime di emissione di INEMAR Veneto 2017.....	10
3.1	Emissioni regionali di PTS, PM10, PM2.5	10
3.2	Emissioni regionali di NO _x , SO ₂ , NH ₃ (precursori di PM secondario).....	12
3.3	Emissioni regionali di COV, CO.....	14
3.4	Emissioni regionali di CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	16
3.5	Emissioni regionali di microinquinanti (As, Cd, Ni, Pb, BaP).....	19
3.6	Stima delle emissioni regionali di particolato secondario	22
3.7	Emissioni invernali	23
4	Confronto tra le stime 2010, 2013, 2015 e 2017.....	26
4.1	Riscaldamenti domestici a biomasse.....	26
4.2	Allevamenti zootecnici.....	31
4.3	Trend delle emissioni dal 2010 al 2017	32
5	Rappresentazione cartografica delle stime emissive	34
	Bibliografia.....	51
	Ringraziamenti.....	53
	APPENDICE	54
A.	Principali caratteristiche di un inventario regionale delle emissioni in atmosfera.....	54
B.	Breve descrizione dell'implementazione del software INEMAR per l'inventario regionale del Veneto	55

1. Introduzione

L'**inventario delle emissioni in atmosfera** rappresenta uno degli strumenti conoscitivi a supporto della gestione della qualità dell'aria a livello regionale, in quanto raccoglie in un unico database i valori delle emissioni, disaggregati per attività (ad es. trasporti, allevamenti, industria), unità territoriale (ad es. regione, provincia, comune) e temporale (generalmente annuale), nonché combustibile utilizzato (benzina, gasolio, metano, ecc.), inquinante (NO_x, CO, ecc.) e tipologia di emissione (puntuale, diffusa, ecc.).

L'inventario viene redatto e periodicamente aggiornato in ottemperanza all'**art. 22 del D.Lgs. 155/2010**, secondo il quale le Regioni devono predisporlo con cadenza almeno triennale ed in corrispondenza della disaggregazione provinciale dell'inventario nazionale dell'ISPRA, l'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, ovvero ogni 5 anni¹.

L'**art. 6 del D.Lgs. 81/2018**² ha introdotto a partire dall'anno 2019 l'obbligo per ISPRA di disaggregare spazialmente l'inventario nazionale non più ogni 5 ma ogni 4 anni, da cui ne consegue la necessità di allineare il processo di redazione dell'inventario regionale su base biennale.

In Veneto, lo strumento informatico utilizzato per popolare l'inventario regionale delle emissioni in atmosfera è il database INEMAR (acronimo di INventario Emissioni ARia).

A partire dall'anno 2006, il software è utilizzato da un consorzio di Agenzie Ambientali e Amministrazioni Regionali/Provinciali sulla base di una convenzione triennale, che è ormai giunta alla sua sesta edizione (con riferimento al periodo in corso, 2019-2021). Dal 2015, inoltre, la convenzione è stata presa in carico da ARPAV, quale ente gestore dell'inventario regionale delle emissioni, su mandato della Regione del Veneto.

Nel seguito si presenta una sintesi delle attività di raccolta ed elaborazione dei dati di input all'inventario del Veneto riferito all'annualità 2017 (di seguito INEMAR Veneto 2017) ed una presentazione dei principali risultati, confrontandoli, ove possibile, con quelli relativi alle edizioni 2010, 2013 e 2015.

La procedura di redazione dell'edizione 2017 dell'inventario regionale si è articolata nelle seguenti fasi:

- **popolamento** dell'inventario e stima delle emissioni;
- **revisione interna**: i risultati ottenuti per le fonti puntuali sono state sottoposte alla valutazione degli esperti in campo ambientale operanti in ARPAV (Dipartimenti Provinciali) e nelle amministrazioni che hanno competenza circa il rilascio delle autorizzazioni in atmosfera (Regione e Province, Città Metropolitana di Venezia); le stime delle fonti puntuali vengono quindi corrette o riviste secondo le osservazioni pervenute, laddove possibile o coerente con le metodologie adottate;
- **pubblicazione**: al termine della fase di revisione interna l'inventario regionale viene pubblicato sui siti web di ARPAV e di Regione del Veneto;
- **segnalazioni**: entro 30 giorni dalla pubblicazione è possibile formulare osservazioni indirizzandole all'e-mail orar@arpa.veneto.it, le osservazioni pervenute dopo questo periodo di tempo verranno comunque prese in considerazione e possibilmente incluse nell'edizione successiva dell'inventario.

Per citare i dati si prega di utilizzare la presente dicitura:

ARPA VENETO - REGIONE VENETO (aprile 2021). INEMAR VENETO 2017 - Inventario Regionale delle Emissioni in Atmosfera in Regione Veneto, edizione 2017. ARPA Veneto – Dipartimento Regionale Qualità dell'Ambiente - Unità Organizzativa Qualità dell'Aria, Regione del Veneto – Area Tutela e Sicurezza del Territorio, Direzione Ambiente - UO Tutela dell'Atmosfera.

¹ Le edizioni ad oggi disponibili della scalatura provinciale delle emissioni in atmosfera elaborata dall'ISPRA sono: 1990-1995-2000-2005-2010-2015. ISPRA ha gentilmente fornito ad ARPAV le emissioni da traffico a livello provinciale per l'anno 2017.

² Attuazione della direttiva (UE) 2016/2284 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 14 dicembre 2016, concernente la riduzione delle emissioni nazionali di determinati inquinanti atmosferici, che modifica la direttiva 2003/35/CE e abroga la direttiva 2001/81/CE.

2. Popolamento dell'inventario INEMAR Veneto 2017

INEMAR Veneto 2017 è la **sesta edizione** dell'inventario regionale delle emissioni in atmosfera e raccoglie le stime a livello comunale dei principali macroinquinanti e microinquinanti derivanti dalle attività naturali ed antropiche riferite, nella maggioranza dei casi, all'anno 2017.

I macroinquinanti presenti nell'inventario sono: CH₄ (metano), CO (monossido di carbonio), CO₂ (anidride carbonica), COV (composti organici volatili), N₂O (protossido di azoto), NH₃ (ammoniaca), NO_x (ossidi di azoto), PTS (polveri totali sospese), PM10 (polveri fini aventi diametro aerodinamico inferiore a 10 µm), PM2.5 (polveri fini aventi diametro aerodinamico inferiore a 2.5 µm), SO₂ (biossido di zolfo).

Vengono pubblicate anche le stime emissive dei microinquinanti oggetto di regolamentazione da parte della normativa (rif. D. Lgs. 155/2010 e ss.mm.ii.) e di crescente interesse per la tutela della salute: As (arsenico), Cd (cadmio), Ni (nicel), Pb (piombo), BaP (benzo(a)pirene).

Questa edizione dell'inventario è stata realizzata utilizzando la versione del software 7/2017.

Come nelle scorse edizioni, l'inventario 2017 è stato realizzato raccogliendo un numero molto elevato di dati che vengono forniti in input al sistema. Essi appartengono a due macrocategorie: i dati di emissione "misurati", relativi alle principali sorgenti industriali per alcuni inquinanti (che derivano essenzialmente dai piani di monitoraggio e controllo delle aziende in AIA e/o da controlli a camino) e gli "indicatori di attività" (quali ad esempio: il consumo di combustibile, la quantità di prodotto realizzata, ecc.), che permettono di stimare l'emissione di un'attività antropica o naturale mediante l'utilizzo dei "fattori di emissione".

Il software INEMAR è strutturato per moduli emissivi, veri e propri pacchetti di calcolo, che racchiudono al proprio interno algoritmi, fattori di emissione e dati da assegnare in input per calcolare le emissioni prodotte dai diversi ambiti emissivi (Agricoltura, Aeroporti, Traffico, ecc.), cui corrispondono i Macrosettori, Settori ed Attività della nomenclatura SNAP97 (*Selected Nomenclature for Air Pollution*). Per un approfondimento sulla metodologia di calcolo e sulla struttura del software INEMAR, si rimanda ai paragrafi A e B dell'Appendice.

Nell'inventario regionale per il Veneto, riferito all'anno 2017, sono stimate le emissioni derivanti da **204 attività**, classificate secondo la nomenclatura SNAP97. In Allegato I per ciascuna attività sono indicati: il tipo di emissione (Diffuse, Puntuali, Biogeniche, Portuali, Aeroportuali, Assorbimenti forestali) e il tipo di indicatore impiegato nella stima, quale ad esempio il consumo di combustibile, la quantità annuale di prodotto, ecc. Per quanto attiene ai Fattori di Emissione utilizzati si rimanda al sito INEMARWiki Fonti³, dove per ogni inquinante ed attività SNAP97 è verificabile quale sia il fattore di emissione adottato (indicato con priorità 1).

Nel seguito si riporta una breve descrizione degli indicatori utilizzati per l'aggiornamento dei vari moduli emissivi:

modulo Aeroporti: è stato aggiornato utilizzando il numero di movimenti in decollo e atterraggio degli aeromobili ed i consumi di benzina e gasolio dei mezzi di supporto a terra riferiti all'anno 2017 e forniti dalle società di gestione dei tre principali aeroporti presenti in Veneto: Marco Polo di Venezia, Canova di Treviso e Valerio Catullo di Villafranca di Verona;

modulo Agricoltura: le superfici agricole utilizzate (SAU), ripartite per tipo di coltura a livello provinciale e riferite al 2017, sono di fonte ISTAT (<http://dati.istat.it/>); la ripartizione comunale è stata effettuata sulla base di ISTAT – Censimento Agricoltura 2010. Anche i quantitativi di fertilizzanti impiegati nei terreni agricoli sono di fonte ISTAT e sono riferiti all'anno 2017;

modulo Biogeniche: il modulo è stato implementato utilizzando lo stesso input del modulo Agricoltura relativamente alla superficie regionale agricola utilizzata (SAU), ripartita per tipo di coltura. La superficie forestale, per tipo di vegetazione arborea, si riferisce alla Carta Regionale Forestale del Veneto del 2005. Le emissioni biogeniche di COV (composti organici volatili) derivano sia dalle superfici agricole sia da quelle forestali e sono di origine naturale (non antropica). Non rappresentano pertanto un ambito emissivo sul

³ <http://www.inemar.eu/xwiki/bin/view/FontiEmissioni/RicercaFE>

quale agire con misure di riduzione, ma la loro stima è di interesse rispetto ai processi di formazione del PM secondario di origine organica e dell'ozono, i cui livelli di concentrazione in aria sono calcolati attraverso i modelli di dispersione degli inquinanti (nel caso del Veneto dal modello CAMx in uso in ARPAV). Nel seguito il bilancio regionale dei COV sarà dunque rappresentato sia complessivamente, sia escludendo le emissioni biogeniche di questi composti;

modulo Diffuse: l'elenco di indicatori per la stima delle emissioni e delle *proxy* per distribuire le emissioni a livello comunale, relativo all'anno 2017, è contenuto nell'Allegato II "*Elenco fonti indicatori e proxy per stimare le emissioni Diffuse*";

modulo Discariche: i dati relativi ai conferimenti di rifiuti negli anni 2016-2017 ed ai quantitativi di biogas prodotto e bruciato nell'anno 2017, sono stati forniti in parte dal Dipartimento Regionale Rischi tecnologici e fisici, UO Economia Circolare e ciclo dei rifiuti ed in parte dai Dipartimenti Provinciali di ARPAV, sulla base delle informazioni fornite dagli enti gestori delle discariche. Nell'inventario sono al momento stimate le emissioni in atmosfera di 24 discariche controllate di RSU e RSAU attive e non attive;

modulo Foreste: il modulo Foreste, che stima gli assorbimenti di CO₂ dalla gestione forestale, è stato aggiornato al 2017 relativamente ai dati di utilizzazioni e incendi forestali. Le percentuali di distribuzione, per Comune, delle categorie forestali censite dall'Inventario Nazionale Forestale del 2005, sono state ricavate dall'elaborazione cartografica mediante GIS effettuata per INEMAR Veneto 2005 a partire dalla Carta Regionale Forestale del Veneto del 2005. Il dato di superficie forestale della carta 2005 è stato riscalato sulla base delle superfici forestali totali stimate per il 2015 a partire dalle indicazioni fornite dall'Ufficio Foreste della Regione Veneto e proiettate al 2017.

modulo Puntuali: gli stabilimenti a maggiore impatto emissivo presentano dati di emissione ed indicatori di attività aggiornati al 2017, mentre in un numero minore di casi i dati sono relativi al 2016 o al 2018. La principale fonte dei dati (per indicatori ed emissioni) sono i rapporti annuali previsti dal Piano di Monitoraggio e Controllo delle Aziende che sono assoggettate all'Autorizzazione Integrata Ambientale ai sensi del D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii., unitamente a controlli ed autocontrolli delle emissioni a camino.

Per le attività emmissive elencate nel seguito, in base ai dati in input a disposizione, si è ritenuto più opportuno o si è dovuto applicare **procedure di calcolo diverse rispetto all'impiego del software INEMAR 7/2017**.

Trasporto su strada (Macrosettore 07): come già nelle edizioni precedenti dell'inventario, non è stato possibile implementare il modulo Traffico stradale (lineare e diffuso) in quanto non si dispone di un modello di traffico regionale alimentato con i flussi di traffico leggero e pesante. Si è pertanto proceduto a disaggregare a livello comunale le stime emmissive provinciali fornite dall'ISPRA per l'anno 2017, in analogia alla distribuzione spaziale delle emissioni dell'edizione 2015.

Porti (attività SNAP 08.04.02 e 08.04.04): ai movimenti navali registrati nel 2017 nei porti di Venezia e Chioggia è stata applicata la procedura di stima delle emissioni contenuta nel Guidebook EMEP/EEA 2013⁴, con particolare riferimento al capitolo "*1.A.3.d.i, 1.A.3.d.ii, 1.A.4.c.iii, 1.A.5.b - International navigation, national navigation, national fishing and military (shipping)*", tradotta in un software appositamente sviluppato dal Dipartimento Regionale Qualità dell'Ambiente, UO Qualità dell'Aria di ARPAV nell'ambito dei progetti europei APICE e CAIMANs⁵.

Navigazione interna (attività 08.03.03): le emissioni prodotte dalla navigazione nella laguna di Venezia (inclusi i mezzi del trasporto pubblico locale), nelle aree costiere (Chioggia, Sottomarina, Jesolo) e nel lago di Garda di piccole imbarcazioni sono state stimate utilizzando i fattori di missione del Guidebook

4 La versione 2019 del Guidebook EMEP/EEA non prevede aggiornamenti metodologici e/o di fattori di emissione rispetto alle precedenti edizioni 2013 e 2016 relativamente alle emissioni delle attività marittime e di navigazione interna.

5 Si ricorda che per le emissioni portuali ARPAV ha effettuato una serie di approfondimenti conoscitivi nell'ambito del progetto europeo APICE (<http://www.arpa.veneto.it/arpavinforma/pubblicazioni/reducing-atmospheric-pollution-in-the-mediterranean-port-cities-the-results-of-apice-project>) e del progetto europeo CAIMANs (<http://www.arpa.veneto.it/servizi-ambientali/cooperazione/programmazione-2007-2013-1/caimans>)

EMEP/EEA 2013 e, per quanto riguarda i gas ad effetto serra, i fattori di emissione impliciti (ricavati dal rapporto tra emissioni ed indicatori) utilizzati nel Common Reporting Format (CRF), presentato assieme al National Inventory Report dall'Italia in occasione della submission 2019, nel rispetto degli accordi della Convenzione Quadro sui Cambiamenti Climatici delle Nazioni Unite.

Altri mezzi off-road (attività 08.01.00, 08.07.00, 08.08.00, 08.09.00): le emissioni da mezzi militari, macchine e mezzi industriali e utilizzati in silvicoltura e giardinaggio sono state ricavate attraverso una proiezione al 2017 del dato 2015 sulla base delle emissioni dell'inventario nazionale.

Come nella precedente edizione dell'inventario, nella stima delle emissioni dell'attività di produzione di vetro cavo, SNAP 03.03.15, del comune di Venezia sono state incluse le emissioni dalle vetrerie artistiche, ricavate in base alle autorizzazioni all'emissione attive per l'isola di Murano. Rispetto al 2015 è stato aggiornato il bilancio complessivo dell'arsenico da queste fonti emissive in riferimento all'entrata in vigore della normativa REACH⁶.

In Tabella 1 e Tabella 2 si riportano i dati di emissione dei principali macroinquinanti e microinquinanti a livello regionale per l'anno 2017, ripartiti negli 11 Macrosettori emissivi della nomenclatura SNAP97.

⁶ Il regolamento REACH è in vigore dal 2006 e dal 21 maggio del 2015 chi volesse utilizzare l'arsenico - sostanza cancerogena nelle sue forme di triossido e pentossido - è invitato a presentare richiesta di autorizzazione. Dato che tale autorizzazione non è stata chiesta dal 21 maggio 2015 non è più possibile utilizzare l'arsenico nella miscela vetrificabile delle produzioni artistiche di Murano.

Tabella 1: Emissioni di macroinquinanti in Veneto nel 2017 ripartite per Macrosettore

Macrosettori emissivi (Nomenclatura SNAP97)	CH ₄	CO	CO ₂	COV	N ₂ O	NH ₃	NO _x	PM10	PM2.5	PTS	SO ₂
	<i>t/anno</i>	<i>t/anno</i>	<i>kt/anno</i>	<i>t/anno</i>	<i>t/anno</i>	<i>t/anno</i>	<i>t/anno</i>	<i>t/anno</i>	<i>t/anno</i>	<i>t/anno</i>	<i>t/anno</i>
M01-Produzione energia e trasform. combustibili	523	555	5'529	107	78	6	3'592	22	20	28	1'166
M02-Combustione non industriale	7'464	89'001	7'099	8'352	449	223	6'794	9'189	9'093	9'670	587
M03-Combustione nell'industria	276	6'778	5'360	1'180	132	41	10'184	330	250	429	2'152
M04-Processi produttivi	42	3'824	2'009	6'222	14	55	1'489	300	134	377	568
M05-Estrazione e distribuzione combustibili	33'979	-	-	3'041	-	-	-	-	-	-	-
M06-Usi di solventi	-	0,1	-	54'046	-	0,3	9	590	548	890	2
M07-Trasporto su strada	599	28'522	7'502	8'535	225	428	26'576	1'786	1'323	2'322	33
M08-Altre sorgenti mobili e macchinari	33	6'636	1'137	1'646	74	2	12'101	668	666	670	484
M09-Trattamento e smaltimento rifiuti	31'585	70	207	20	193	71	201	12	12	15	7
M10-Agricoltura	80'499	53	-	51'665	6'200	51'027	484	650	302	1'067	1
M11-Altre sorgenti e assorbimenti	5'729	450	-1'434	22'421	583	1	20	358	357	359	4
Totale regionale anno 2017	160'728	135'889	27'408	157'235	7'948	51'855	61'451	13'905	12'704	15'826	5'003

Tabella 2: Emissioni di microinquinanti in Veneto nel 2017 ripartite per Macrosettore

Macrosettori emissivi (Nomenclatura SNAP97)	As	Cd	Ni	Pb	BaP
	<i>kg/anno</i>	<i>kg/anno</i>	<i>kg/anno</i>	<i>kg/anno</i>	<i>kg/anno</i>
M01-Produzione energia e trasform. Combustibili	36	17	132	7	4
M02-Combustione non industriale	19	290	45	602	3'769
M03-Combustione nell'industria	169	86	196	2'089	64
M04-Processi produttivi	24	21	115	729	3
M05-Estrazione e distribuzione combustibili	-	-	-	-	-
M06-Uso di solventi	-	0,5	0,04	8	-
M07-Trasporto su strada	35	28	78	887	44
M08-Altre sorgenti mobili e macchinari	6	3	258	14	7
M09-Trattamento e smaltimento rifiuti	8	1	5	4	0,1
M10-Agricoltura	0,2	0,3	0,1	0,1	4
M11-Altre sorgenti e assorbimenti	2	36	42	292	12
<i>Totale regionale anno 2017</i>	<i>298</i>	<i>483</i>	<i>871</i>	<i>4'632</i>	<i>3'907</i>

3 Stime di emissione di INEMAR Veneto 2017

3.1 Emissioni regionali di PTS, PM10, PM2.5

Le emissioni di polveri atmosferiche di origine primaria, stimate nell'inventario regionale 2017, derivano principalmente dalla combustione non industriale (M02), con percentuali variabili dal 61% per PTS al 66% per PM10 fino al 72% per PM2.5.

Segue il trasporto su strada (M07) con un contributo variabile tra il 15% per PTS e il 13 e il 11% per PM10 e PM2.5 rispettivamente, le altre sorgenti mobili ed i macchinari (M08) che vanno dal 4% per PTS al 5% per PM10 e PM2.5, l'uso di solventi (M06) dal 6% per PTS al 4% per PM10 e PM2.5, l'agricoltura (M10) dal 7% per le PTS, al 5% per PM10 e 2% per PM2.5.

Figura 1: Ripartizione % delle emissioni totali regionali 2017 di PTS

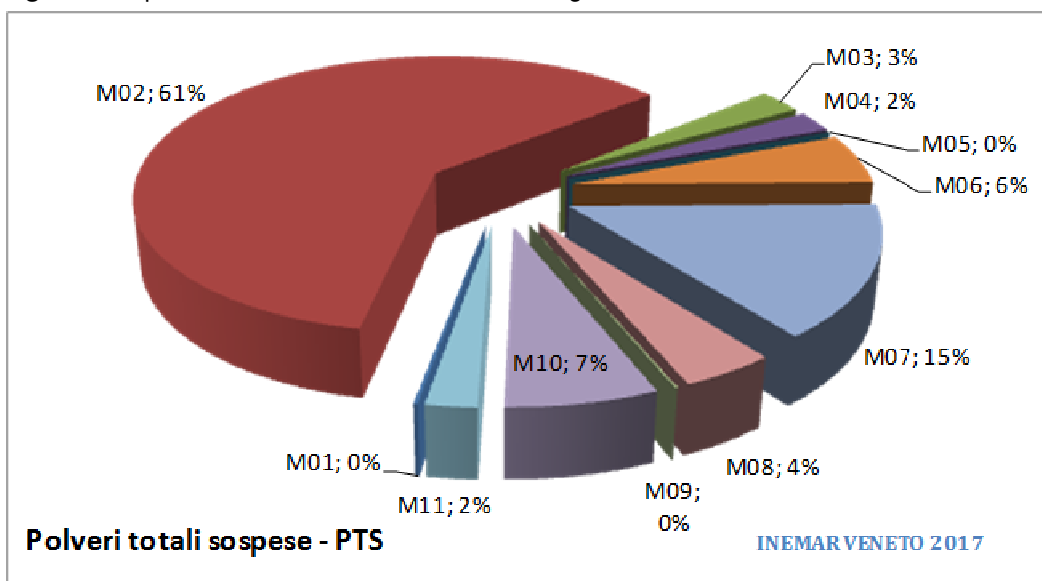


Figura 2: Ripartizione % delle emissioni totali regionali 2017 di PM10

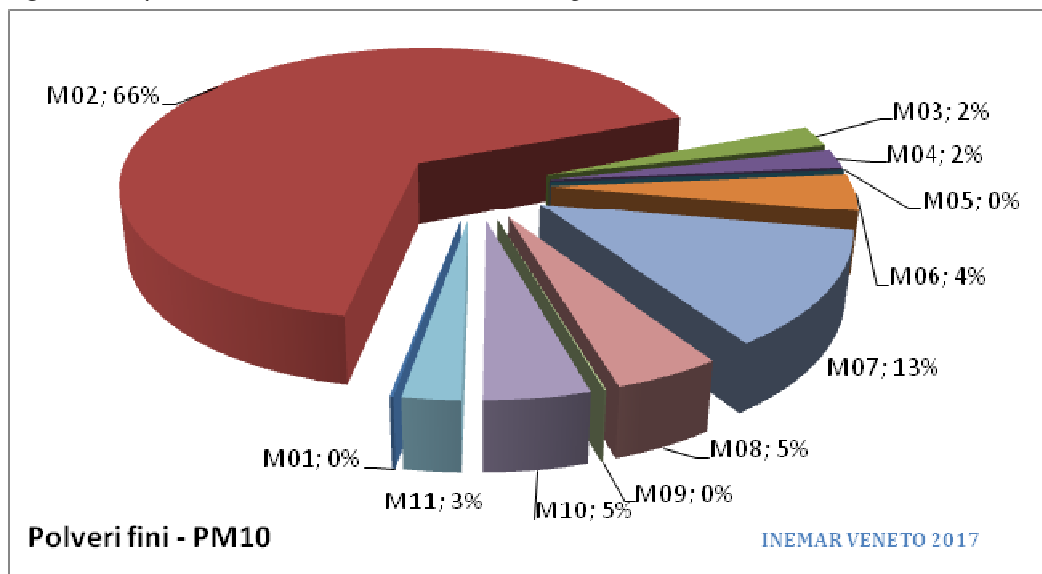
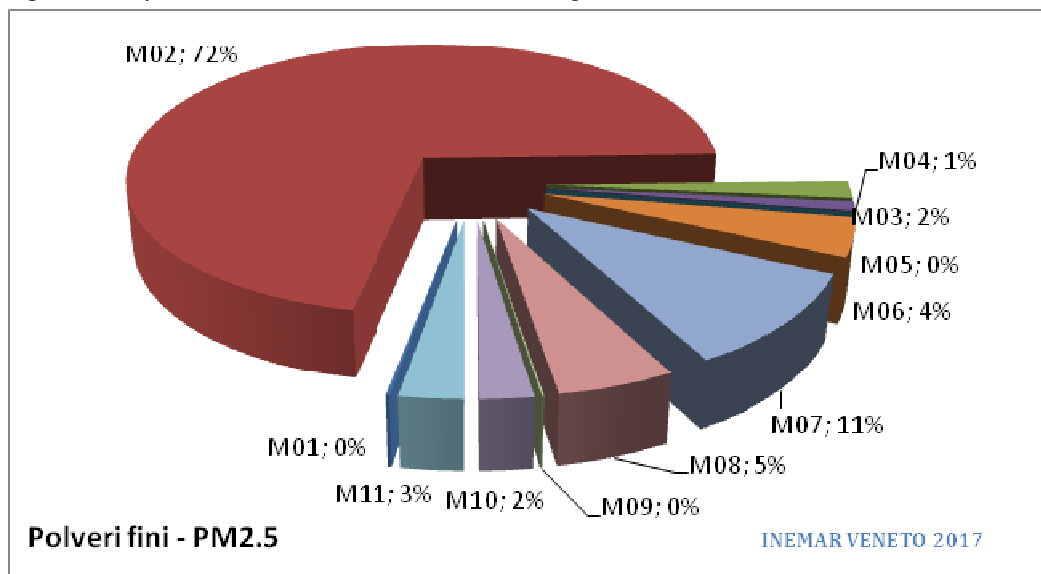


Figura 3: Ripartizione % delle emissioni totali regionali 2017 di PM2.5



Il bilancio regionale delle emissioni in atmosfera di PM (nelle tre granulometrie: PTS, PM10 e PM2.5) è fortemente influenzato dal Macrosettore 02, ed in particolare dal contributo della combustione in ambito residenziale delle biomasse legnose (Settore 02.02 a legna), che da sole contribuiscono a più del 99% delle emissioni di PM in questo Macrosettore.

Nell'ambito dell'M02, le attività SNAP che presentano peso emissivo maggiore sono la 02.02.07 – Stufa tradizionale a legna con il 56% delle emissioni di PM10, la 02.02.08 – Camino chiuso o inserito, con il 21% e la 02.02.06 – Camino aperto tradizionale, con il 16%.

La stima dei consumi di biomasse legnose in ambito residenziale è basata sull'indagine campionaria effettuata nell'ambito del progetto PREPAIR e riferita all'anno 2018; si rimanda al successivo paragrafo 4.1 per una descrizione dei principali risultati con riferimento alla regione Veneto. La valutazione dei consumi al 2017 è stata effettuata riparametrizzando le stime relative al 2018 sulla base della variazione media dei gradi giorno tra le due annualità⁷.

Per quanto riguarda il Macrosettore 07 (trasporti su strada), il 56% delle emissioni di PM10 è attribuito alle automobili, il 14% ai mezzi leggeri ed il 25% ai mezzi pesanti. Le strade extraurbane contribuiscono al 47% delle emissioni di PM10, rispetto al 25% delle autostrade ed al 28% delle strade urbane.

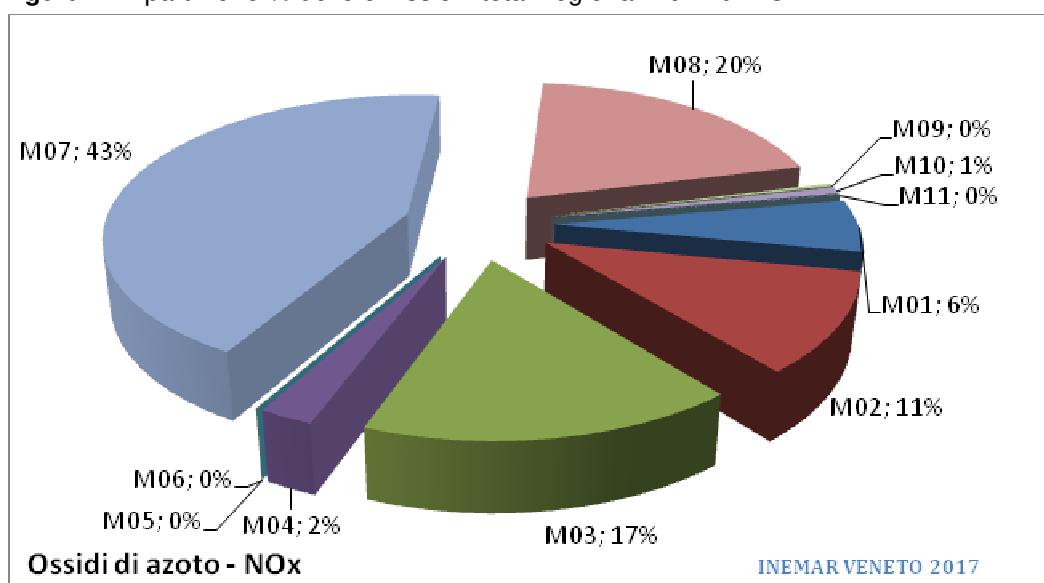
L'alimentazione che contribuisce invece maggiormente all'emissione regionale di PM10 è il diesel (82%), seguita dalla benzina (14%).

⁷ I gradi giorno rappresentano la somma delle differenze positive tra 20°C e la temperatura media giornaliera del periodo di accensione degli impianti di riscaldamento. Nei comuni ricadenti nella zona climatica ISTAT E il periodo di riferimento va dal 15 ottobre al 15 aprile, mentre per i comuni montani, ricadenti quasi totalmente in zona F, non ci sono vincoli temporali per l'utilizzo degli impianti civili. I consumi di combustibile associati a tali impianti variano proporzionalmente a seconda di inverni più o meno rigidi, e quindi dei gradi giorno registrati.

3.2 Emissioni regionali di NO_x, SO₂, NH₃ (precursori di PM secondario)

Una quota della componente secondaria di PM₁₀ e PM_{2.5} è costituita da aerosol secondario inorganico (*Secondary Inorganic Aerosol* - SIA). Il SIA, contenente nitrato di ammonio e solfato di ammonio, è prodotto in atmosfera a partire dai precursori gassosi biossido di zolfo, ossidi di azoto e ammoniaca, secondo complesse reazioni chimiche. Il SIA è quasi completamente di origine antropica, dal momento che i suoi precursori sono, in larga misura, emessi dal traffico, dalla combustione nel comparto industriale (*in primis* la produzione di energia) e dall'agricoltura (per quanto riguarda l'ammoniaca). Questa componente secondaria del particolato gioca un ruolo importante non solo per la qualità dell'aria, ma anche rispetto ad altri temi ambientali quali i cambiamenti climatici ed i processi di acidificazione ed eutrofizzazione.

Figura 4: Ripartizione % delle emissioni totali regionali 2017 di NO_x



In ambito regionale (v. Figura 4), per gli ossidi di azoto **NO_x**, i trasporti su strada (M07) costituiscono la fonte emissiva principale, con una percentuale del 43%. Seguono con il 25% il comparto industriale (comprendente la somma dei Macrosettori 01, 03 e 04), il 20% degli altri trasporti (M08) e l'11% della combustione nel residenziale (M02).

Per quanto attiene al Macrosettore 07, il contributo preponderante viene dalle automobili (45%) e dai veicoli pesanti (40%), seguiti dai veicoli leggeri (14%). Le automobili in strade extraurbane contribuiscono da sole con il 20% al totale delle emissioni di NO_x del M07; i mezzi pesanti in autostrada contribuiscono con il 16% e i mezzi pesanti in strade extraurbane con il 15%.

Nel Macrosettore 03 (Combustione nell'industria), le attività che hanno peso maggiore sono la 03.01.03 - Caldaie con potenza termica < 50 MW (56%), la 03.03.15 - Contenitori di vetro (31%) e la 03.03.11 - Cemento (12%).

Nel Macrosettore 01 (Produzione energia e trasformazione combustibili), l'attività 01.01.01 - Caldaie con potenza termica >= 300 MW contribuisce da sola con il 46% al totale delle emissioni di NO_x del M01.

Le altre sorgenti mobili e macchinari (Macrosettore 08) comprendono un'ampia gamma di fonti emissive: traffico aereo e marittimo, trasporti ferroviari e off-road in agricoltura e silvicoltura, macchinari nell'industria, ecc. Nell'ambito di questo Macrosettore, il peso maggiore è attribuito all'attività 08.06.00 - Agricoltura con il 54%, seguito dalle attività 08.04.02 - Traffico marittimo nazionale e 08.04.04 - Traffico marittimo internazionale complessivamente con il 29%.

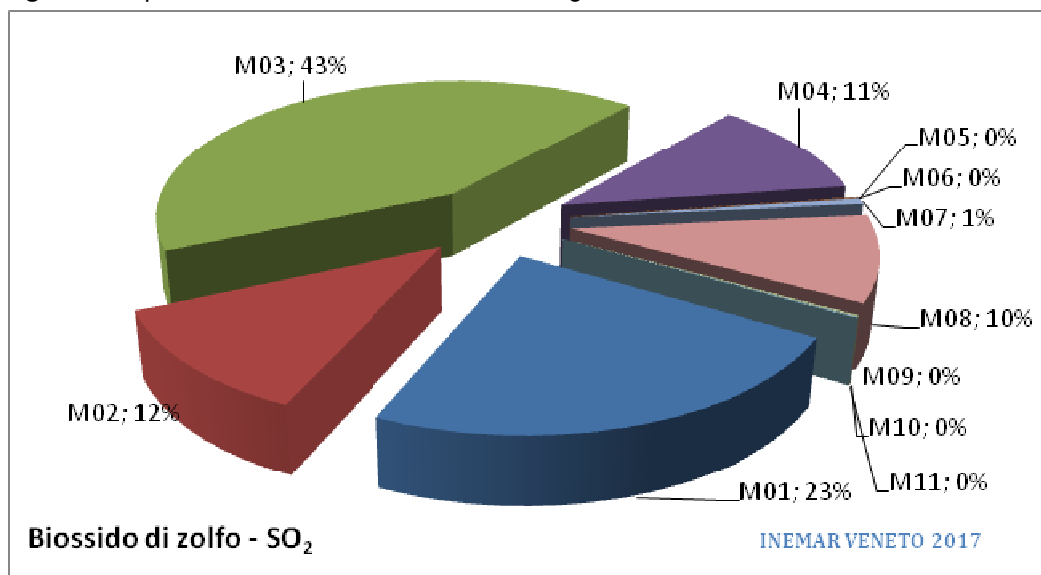
Passando al bilancio regionale delle emissioni di biossido di zolfo **SO₂** (v. Figura 5), la somma dei Macrosettori produttivi (01, 03, 04) ammonta al 78%, con prevalenza dei Macrosettori 03 (43%) e 01 (23%). Seguono i Macrosettori 02 e 04 con percentuali pari a 12% e 11% sul totale regionale.

L'attività SNAP a maggiore peso emissivo nel M01 è la 01.01.01 - Caldaie con potenza termica ≥ 300 MW che contribuisce da sola con il 90% al totale delle emissioni del M01.

Nel Macrosettore 03 sono invece la 03.03.15 - Contenitori di vetro (66%) e la 03.03.19 – Laterizi e piastrelle (11%), mentre nel Macrosettore 04 (Processi produttivi) la 04.02.07 - Acciaio (forno elettrico) (57%) e la 04.01.01 – Lavorazione di prodotti petroliferi (26%).

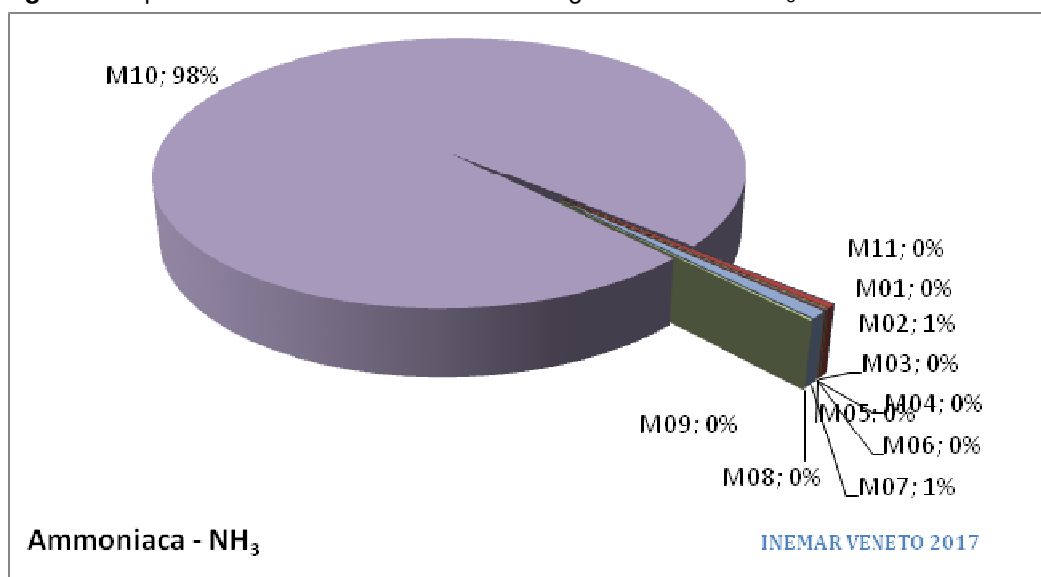
Rispetto al Macrosettore 08, l'85% dell'emissione deriva dalle attività marittime (08.04.02 – Traffico marittimo nazionale e 08.04.04 – Traffico marittimo internazionale).

Figura 5: Ripartizione % delle emissioni totali regionali 2017 di SO₂



L'emissione regionale stimata per l'ammoniaca (NH₃) è invece ripartita quasi totalmente (98%) nel Macrosettore 10 (Agricoltura), dove l'81% deriva dalla gestione dei reflui prodotti negli allevamenti (Settore 10.09 - Gestione reflui riferita ai composti azotati), seguita dall'impiego di fertilizzanti in agricoltura (19%, attività 10.01; in particolare 10.01.02 – Terreni arabili). I capi che impattano maggiormente in termini di emissioni sono i bovini (60%), gli avicoli (22%) ed i suini (12%).

Figura 6: Ripartizione % delle emissioni totali regionali 2017 di NH₃



3.3 Emissioni regionali di COV, CO

Lo smog estivo si forma per reazioni di natura fotochimica che coinvolgono numerosi gas presenti nella troposfera, lo strato di atmosfera compresa fra la superficie terrestre e un'altitudine di 7-15 km. I principali precursori alla formazione dell'ozono sono gli ossidi di azoto (NO_x, cioè NO e NO₂), già discussi al paragrafo precedente ed i composti organici volatili (COV), ed in parte minore il metano (CH₄), che verrà discusso nel paragrafo relativo ai gas ad effetto serra, e il monossido di carbonio (CO).

A livello regionale (v. Figura 7), i composti organici volatili **COV** si originano da un insieme assai variegato di fonti emissive. Il contributo prevalente (34%) è rappresentato dalle emissioni provenienti dal M06 - Uso di solventi, seguito dal M10 – Agricoltura (33%), dalle emissioni di natura biogenica provenienti dalle superfici agricole e forestali (M11, 14%), nonché dai trasporti su strada (M07, 6%).

Figura 7: Ripartizione % delle emissioni totali regionali 2017 di COV

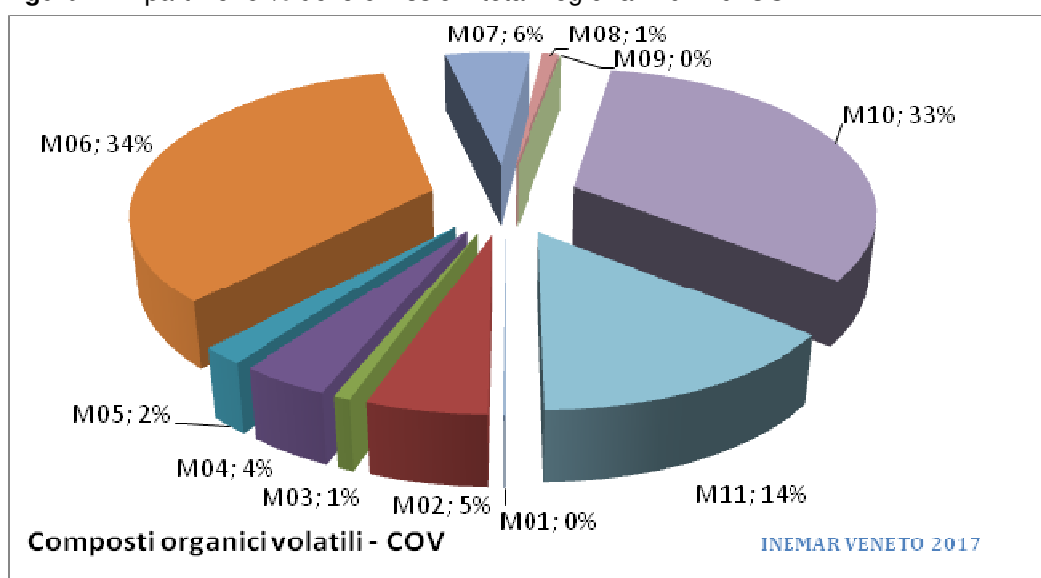
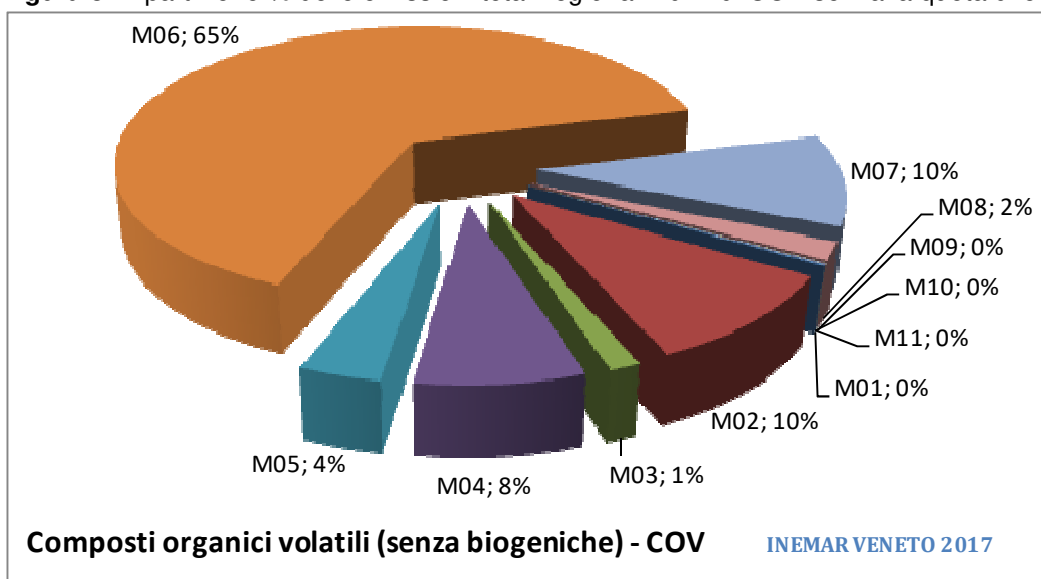


Figura 8: Ripartizione % delle emissioni totali regionali 2017 di COV senza la quota di emissioni biogeniche

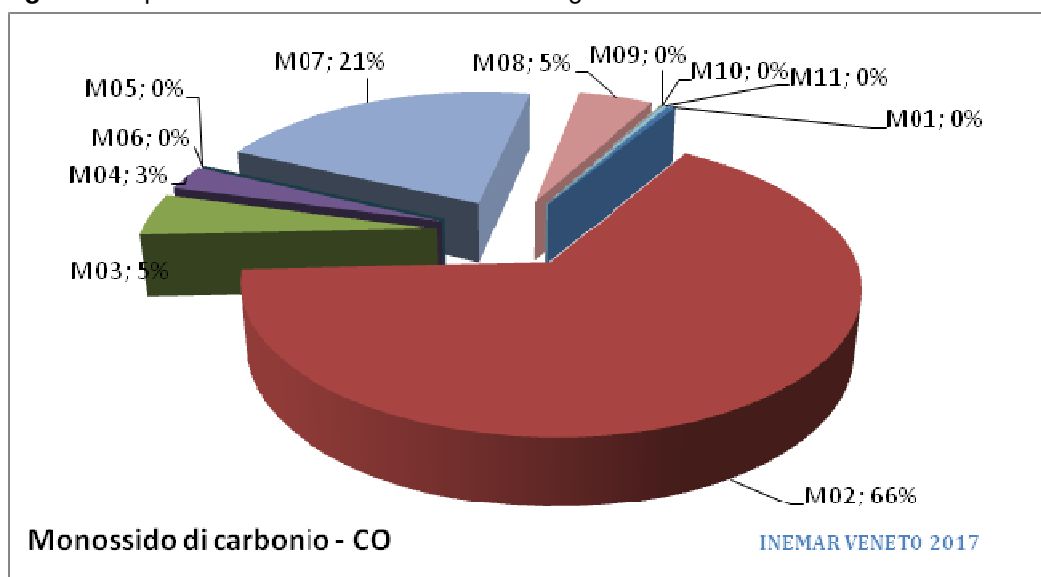


Si sottolinea che le emissioni biogeniche di COV (costituite da isoprene, monoterpeni e altri terpeni) contribuiscono in atmosfera alla formazione di PM secondario di natura organica e di ozono, ma non rappresentano un ambito emissivo sul quale agire tramite misure di riduzione.

Se si visualizzano solamente le emissioni antropogeniche di COV (ovvero senza la quota di emissioni biogeniche), la distribuzione percentuale dei macrosettori emissivi cambia, in quanto i Macrosettori 10 ed 11 sono quasi interamente biogenici (v. Figura 8): il Macrosettore 06 acquista un peso ancora maggiore (65%) e così anche i Macrosettori 07 (10%) e 02 (10%). Nell'ambito del M06, il 23% dell'emissione di COV è attribuita all'attività 06.01.07 – Verniciatura del legno, seguita dalla 06.04.08 – Uso di solventi domestici con il 16% e dalla 06.03.13 – Conciatura di pelli con il 13%.

Come per il PM, la combustione non industriale (M02) rappresenta il Macrosettore più rilevante dell'emissione regionale di CO, con una quota pari al 66%. Nel Macrosettore 02 circa il 99% deriva dalla combustione il riscaldamento civile (Settore 02.02), in particolare di biomasse legnose (97%). Seguono i trasporti su strada (M07) con il 21%, di cui il 53% deriva dalle automobili.

Figura 9: Ripartizione % delle emissioni totali regionali 2017 di CO



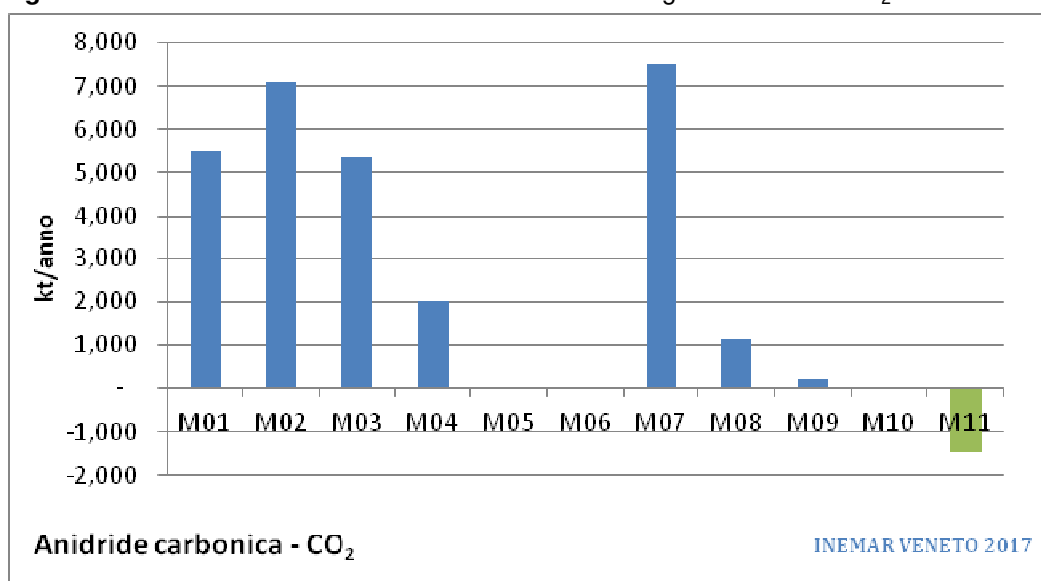
3.4 Emissioni regionali di CO₂, CH₄, N₂O

Le emissioni dei principali **gas ad effetto serra**, stimate nell'inventario regionale 2017, presentano fonti emissive piuttosto variegate.

Considerando le sole emissioni di **CO₂** (e non gli assorbimenti forestali contabilizzati nel Macrosettore 11), le fonti principali di anidride carbonica a livello regionale sono le combustioni di combustibili fossili, con il 45% derivante dai Macrosettori produttivi (01, 03, 04), i trasporti su strada (M07) con il 26% e la combustione non industriale (M02) di combustibili diversi dalla legna⁸ con il 25%. Tra i combustibili fossili, il 46% della CO₂ emessa a livello regionale deriva dal metano, il 22% dal gasolio per autotrasporto (diesel), il 14% dal carbone e il 7% dalla benzina. In Figura 10 sono riportate le emissioni (in colore blu) e gli assorbimenti forestali (in colore verde) di CO₂, espressi in migliaia di t/anno.

Le emissioni di metano **CH₄** e di protossido di azoto (**N₂O**), di cui alla Figura 11 e alla Figura 12, vedono invece il ruolo preponderante dell'agricoltura (M10), con il 50% ed il 78% rispettivamente. Nel caso del metano il secondo Macrosettore per importanza è il M05 (estrazione e distribuzione di combustibili fossili) con il 21%, dovuto esclusivamente alle reti di distribuzione di gas, ed il Macrosettore 09 (trattamento e smaltimento rifiuti) con il 20%, con particolare riguardo alle discariche di rifiuti solidi urbani. Il secondo Macrosettore per importanza emissiva del protossido di azoto è invece il M11 (altre emissioni ed assorbimenti) con il 7%.

Figura 10: Distribuzione di emissioni ed assorbimenti regionali 2017 di CO₂



Analizzando in maggiore dettaglio le emissioni di CH₄ dall'agricoltura (M10), si osserva come il 74% derivi dal Settore 10.04 – Fermentazione enterica ed il 24% dal Settore 10.05 - Gestione reflui riferita ai composti organici; in entrambi i casi il contributo più rilevante è ascrivibile a bovini e suini.

Il 21% delle emissioni regionali di CH₄ sono invece stimate in termini di perdite da rete di distribuzione del gas (Macrosettore 05), con una netta prevalenza delle perdite dalla rete di distribuzione (98%) rispetto alle perdite da condotte ad alta pressione.

Nell'ambito del Macrosettore 09 (che pesa il 20% sulle emissioni regionali di CH₄), il ruolo preponderante è svolto dalle discariche di rifiuti solidi urbani (RSU), con una percentuale di emissione che si aggira attorno al 92%. Il trattamento di acque reflue nei settori residenziale e commerciale contribuisce per il restante 8%.

⁸ La biomassa legnosa è considerata a bilancio emissivo pari a zero per la CO₂.

Figura 11: Ripartizione % delle emissioni totali regionali 2017 di CH₄

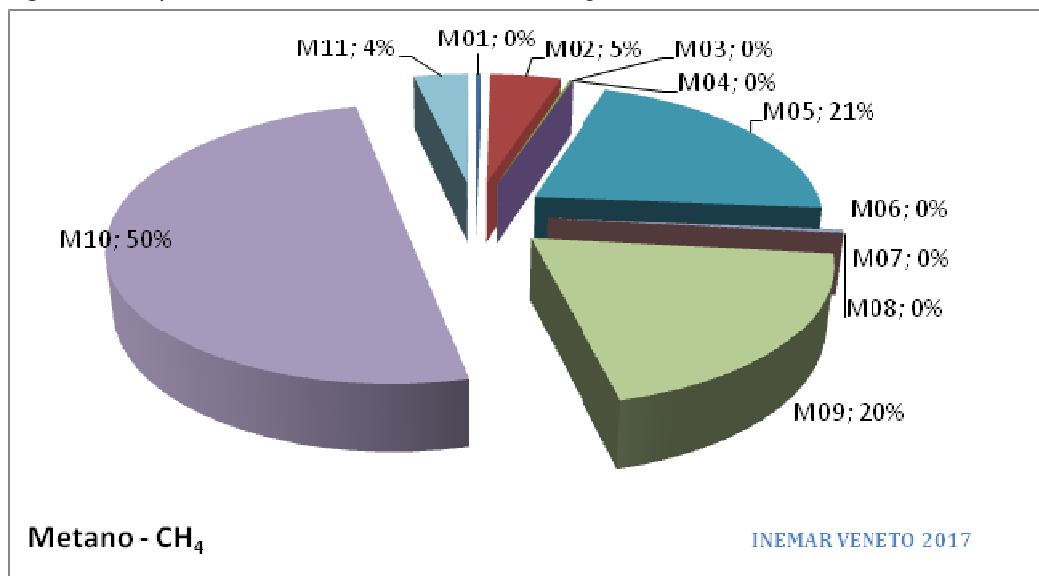
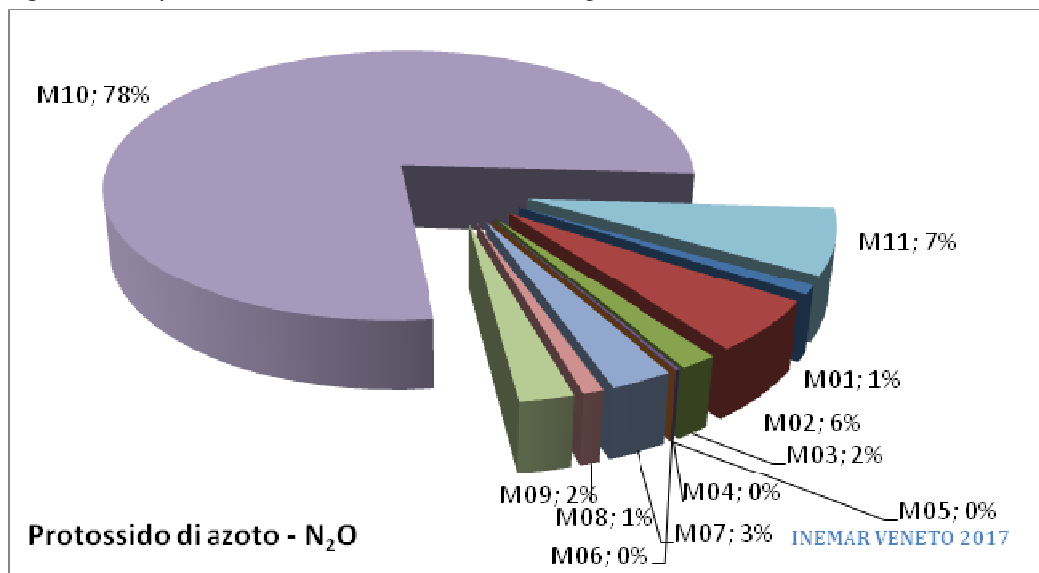


Figura 12: Ripartizione % delle emissioni totali regionali 2017 di N₂O



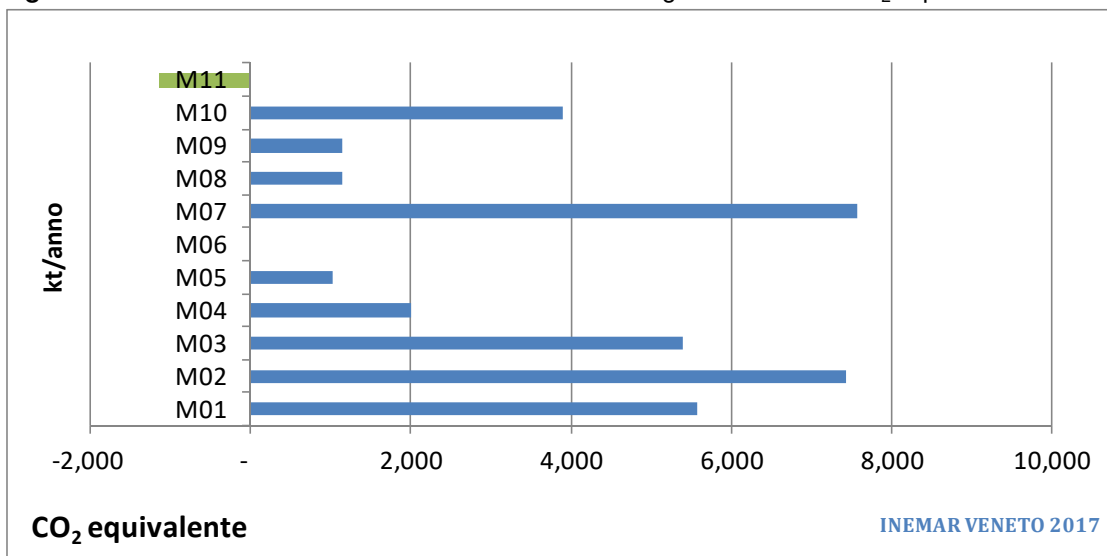
Infine, le emissioni di protossido di azoto dall'agricoltura (M10, che incide per il 78% all'emissione regionale di questo gas serra) sono attribuite con un peso del 28% alle coltivazioni con e senza fertilizzanti (Settori 10.01 e 10.02) ed al 72% alla gestione dei reflui zootecnici (Settore 10.09 - Gestione reflui riferita ai composti azotati). Il 7% dell'emissione regionale di protossido di azoto proviene dalle superfici occupate da acque basse marine (< 6 m) e zone umide. Il 6% delle emissioni regionali di N₂O derivano infine dal Macrosettore 02 (combustione non industriale), al cui interno la quota di emissioni prodotte dalla combustione di legna è preponderante (70%).

Se si esprimono i tre gas serra in termini di CO₂ equivalente, considerando un valore di GWP100 (*Global Warming Potential a 100 anni*⁹) di 1 per l'anidride carbonica, di 30 per il metano di origine fossile e 28 per quello di origine biogenica, nonché di 265 per il protossido di azoto, la ripartizione regionale delle emissioni

⁹ Il Global Warming Potential (GWP) è definito dall'Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) come un indicatore che misura il contributo all'assorbimento delle radiazioni termiche solari da parte di un gas serra in un certo arco di tempo (es. 100 anni, GWP100) rispetto all'assorbimento di una uguale quantità di CO₂ (che viene presa come riferimento ed alla quale viene quindi assegnato GWP pari a 1). I GWP sono utilizzati come fattori di conversione per calcolare le emissioni di tutti i gas serra in emissioni di CO₂ equivalente. I valori del GWP100 riportati nel 5° Assessment Report dell'IPCC (2014) sono: metano (CH₄) = 28 se biogenico e 30 se fossile, protossido di azoto (N₂O) = 265.

al 2017 è quella di Figura 13 (in migliaia di tonnellate/anno). Rispetto ai singoli gas serra censiti nell'inventario regionale (ed escludendo gli assorbimenti forestali contabilizzati nel M11), si osserva come il ruolo preponderante nell'emissione di CO₂eq sia ancora rivestito dalle attività produttive (macrosettori 01, 03 e 04 assieme) per una quota pari al 37%, seguiti dai trasporti su strada (M07 con il 22%), dalla combustione non industriale (M02 con il 21%) e dall'agricoltura (M10 con l'11%).

Figura 13: Distribuzione di emissioni ed assorbimenti regionali 2017 di CO₂ equivalente

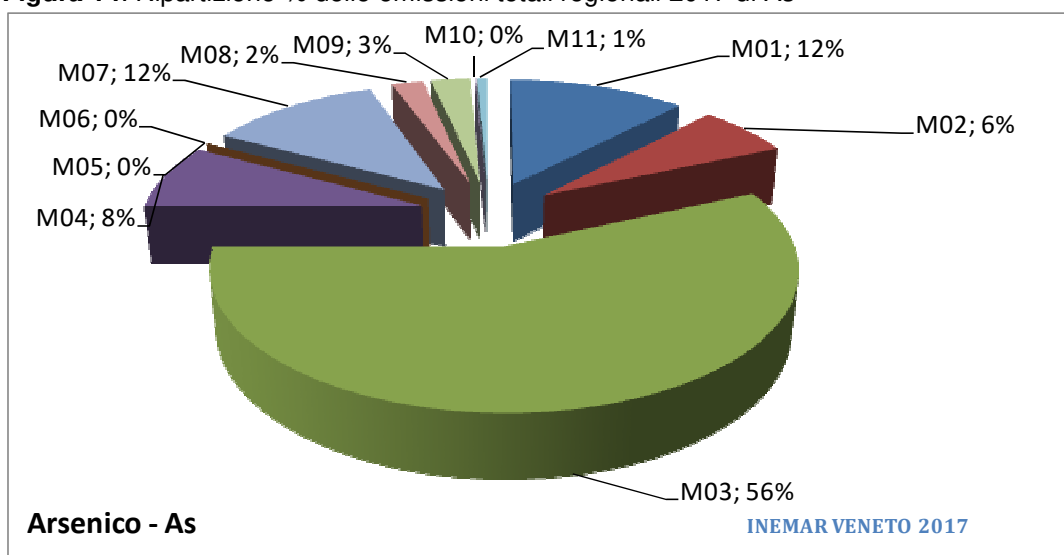


3.5 Emissioni regionali di microinquinanti (As, Cd, Ni, Pb, BaP)

Gli elementi in tracce come arsenico (As), nichel (Ni) e piombo (Pb) sono sostanze inquinanti spesso presenti nell'aria a seguito di emissioni provenienti da diversi tipi di attività industriali. Per il cadmio (Cd) si osserva invece una provenienza prevalente dalla combustione non industriale (M02). Il benzo(a)pirene (BaP) è quasi totalmente emesso dalla combustione di biomasse legnose nel residenziale (M02).

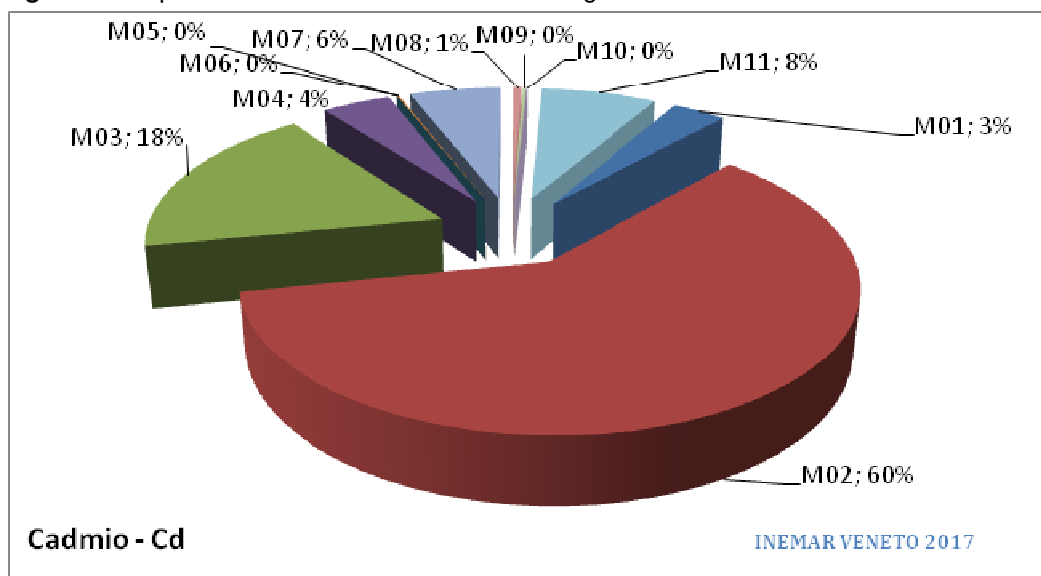
Per l'**arsenico** (vd. Figura 14), il macrosettore M03 (Combustione nell'industria) costituisce la principale sorgente emissiva, con percentuale del 56%, cui seguono il trasporto su strada (M07) con il 12% e le altre attività industriali (M01 con il 12% e M04 con l'8%). Le attività che hanno peso maggiore, all'interno di ciascun macrosettore, sono la 03.03.15 - Contenitori di vetro (55% del macrosettore 3), la 02.01.07 – Automobili in strade extraurbane (29% del M7), la 01.01.01 – Caldaie con potenza termica > 300 MW e la 04.02.07 – Industria dell'acciaio (82% del M1 e 55% del M4 rispettivamente). Permane quindi una prevalenza di emissione dal settore del vetro cavo, nonostante l'arsenico sia stato inserito nel regolamento REACH. E' da sottolineare però che per questo inquinante si nota un trend di diminuzione progressiva delle emissioni annue come evidenziato nel successivo capitolo 4.

Figura 14: Ripartizione % delle emissioni totali regionali 2017 di As



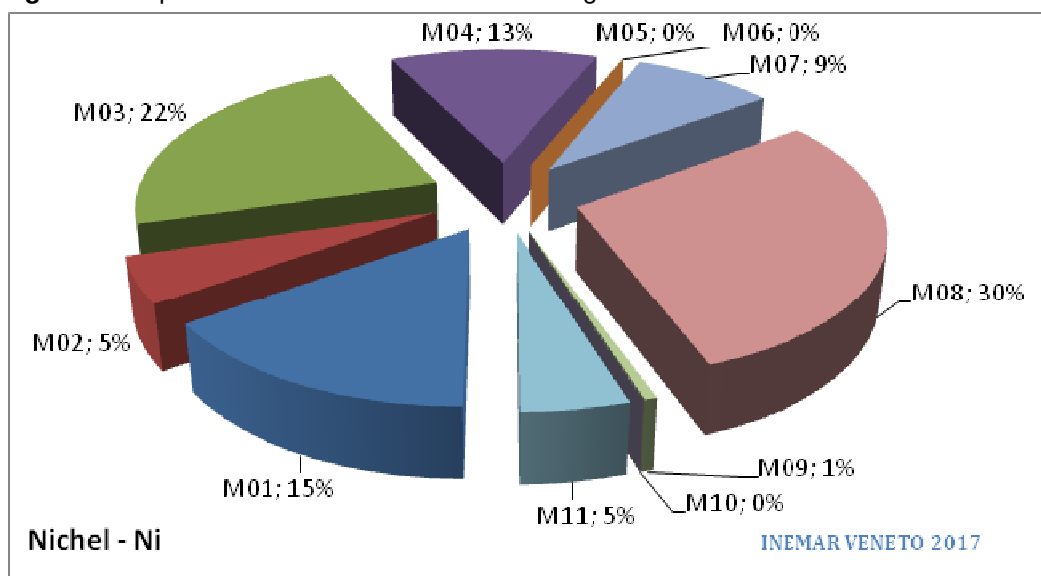
La fonte principale di **cadmio** a livello regionale (vd. Figura 15) risiede nella combustione non industriale (M02) con una percentuale del 60%. Nello specifico il contributo proviene quasi interamente dal settore 02.02 – Impianti residenziali a legna.

Figura 15: Ripartizione % delle emissioni totali regionali 2017 di Cd



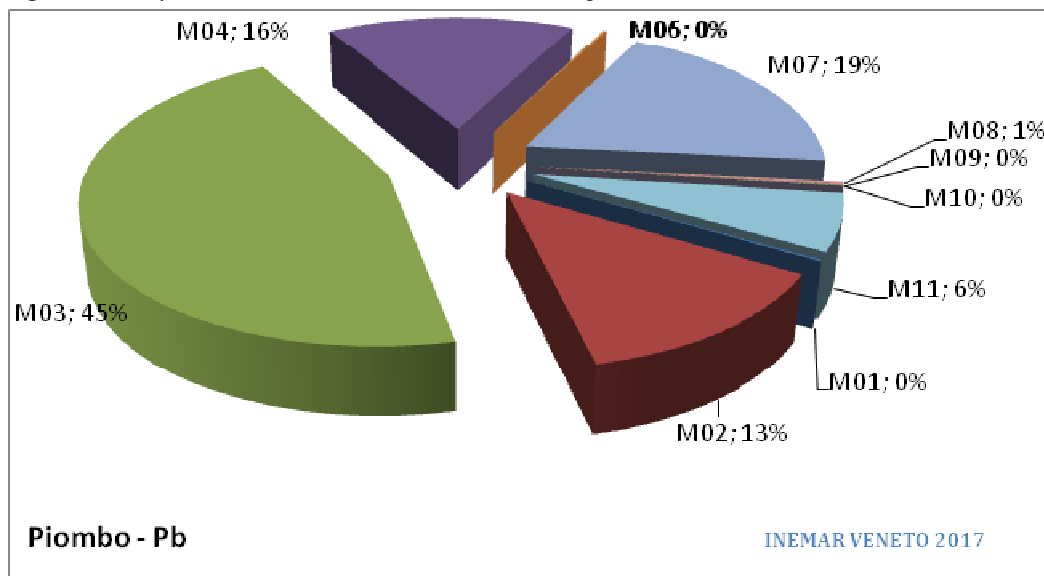
Per il **nicel** (vd. Figura 16), il contributo maggiore proviene dall'industria, considerando i macrosettori M01 (Produzione energia e trasformazione combustibili), M03 (Combustione nell'industria) e M04 (Processi produttivi), con percentuali rispettivamente del 15%, 22% e 13%. Segue il macrosettore M08 (Altre sorgenti mobili e macchinari) con una percentuale del 30% sul totale regionale, con uno specifico apporto del 95%, sul totale del macrosettore, proveniente dal traffico marittimo nazionale ed internazionale.

Figura 16: Ripartizione % delle emissioni totali regionali 2017 di Ni



Per il **piombo** si evidenziano diverse fonti emmissive in ambito regionale (vd. Figura 17). Il contributo prevalente proviene dal macrosettore M03 (Combustione nell'industria), con percentuale del 45%. Seguono il trasporto su strada (M07) con il 19%, i processi produttivi (M04) con il 16% e la combustione non industriale (M02) con l'13%.

Figura 17: Ripartizione % delle emissioni totali regionali 2017 di Pb



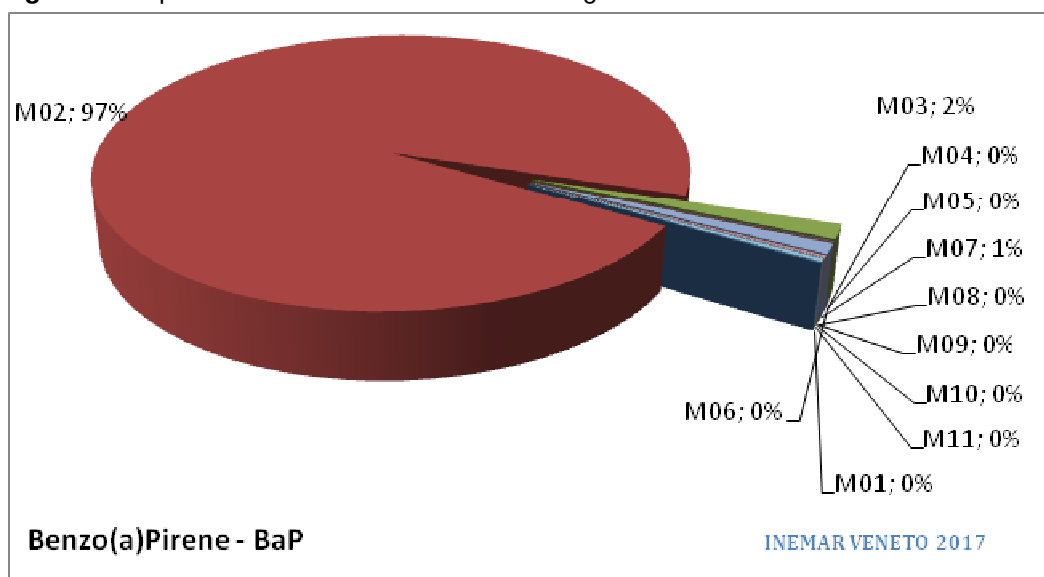
Nei macrosettori 03 e 04, le attività che hanno peso maggiore sono la produzione di materiali ceramici (03.03.20) e la produzione di batterie (04.06.15), con percentuali rispettivamente del 66% e 47% sul totale per macrosettore.

Nel macrosettore M07 le automobili contribuiscono all'emissione con il 59%, seguite dai veicoli pesanti (24%) e leggeri (13%). Le tratte extraurbane sono responsabili per il 58% dell'emissione rispetto ad urbane ed autostrade, mentre il diesel del 72% rispetto agli altri combustibili (benzina verde, GPL, metano).

Nel macrosettore M02 il contributo proviene quasi interamente dal settore 02.02 – Impianti residenziali a legna.

Come si può osservare dalla Figura 18, il **benzo(a)pirene** è quasi totalmente emesso dal comparto della combustione non industriale (M02). Anche in questo caso, il contributo proviene quasi interamente dal settore 02.02 – Impianti residenziali a legna, con percentuali variabili tra le diverse tecnologie utilizzate (71% del 02.02 stufa tradizionale a legna).

Figura 18: Ripartizione % delle emissioni totali regionali 2017 di BaP



3.6 Stima delle emissioni regionali di particolato secondario

Analogamente alla precedente edizione dell'inventario riferita all'anno 2015 nel seguito si presenta la **stima speditiva** della ripartizione delle fonti di emissione del PM10, comprensive della quota attribuibile alla formazione di particolato di origine secondaria. Si tratta di un metodo che approssima i ratei di trasformazione dei gas precursori in particolato secondario, utile a "pesare" congiuntamente le diverse fonti emissive di origine antropica a scala regionale e a dare un'indicazione di massima dei settori chiave su cui agire per il risanamento della qualità dell'aria. Tale metodo **non è applicabile a scala territoriale inferiore**, perché si basa sulla valutazione statistica degli output delle simulazioni modellistiche condotte sul dominio regionale.

Come ben noto, il particolato fine rappresenta una delle maggiori criticità della qualità dell'aria nella nostra regione e nel Bacino Padano in generale. La quantificazione delle principali sorgenti emissive è uno strumento chiave per indirizzare le politiche di risanamento in grado di contrastare l'inquinamento da PM10. Una frazione importante delle concentrazioni medie di PM10 misurate presso le centraline di monitoraggio è costituita però da particolato secondario, formatosi in atmosfera a seguito della trasformazione chimico-fisica dei precursori gassosi: NO_x, NH₃, COV e SO₂. Inoltre, una quota non trascurabile delle concentrazioni in aria ambiente dipende dalle emissioni di origine biogenica, quali risollevarimento eolico, sali da spray marino e condensazione di sostanze organiche di origine vegetale. Pertanto, la sola valutazione delle emissioni primarie di PM10 non è sufficiente ad individuare i settori emissivi che più incidono sulle concentrazioni in atmosfera di questo inquinante.

Per quantificare l'apporto delle varie sorgenti sulle concentrazioni è necessario utilizzare complessi modelli fotochimici che ricostruiscono il trasporto, la dispersione e la formazione del particolato in atmosfera. Tali strumenti permettono di produrre mappe di concentrazione, variabili nel tempo e nello spazio, e stimano il peso delle frazioni primaria, secondaria e di origine naturale. ARPAV ha implementato la catena modellistica SPIAIR, http://www.arpa.veneto.it/inquinanti/mappe_previsione_PM10.php, per la stima delle concentrazioni di PM10, ozono e dei precursori gassosi del PM10.

A partire dall'elaborazione dei risultati ottenuti dal modello fotochimico, implementando la procedura descritta da Arpa Emilia-Romagna in Ecoscienza (Stortini e Bonafè, 2017)¹⁰, che riprende la metodologia europea descritta da De Leeuw (2002), di seguito si riporta una stima delle "emissioni equivalenti" di PM10, comprensiva del contributo secondario derivante dalle emissioni di NO_x, NH₃, SO₂ e COV. Tale stima è stata effettuata riparametrizzando le stime a livello europeo, sulla base delle valutazioni modellistiche effettuate nel dominio veneto.

Secondo le stime di De Leeuw, relative alla componente secondaria antropogenica del PM10, ogni tonnellata di NO_x emessa in Europa dà luogo a circa 880 kg di particolato (coefficiente 0.88), mentre una tonnellata di NH₃, SO₂ e COV portano rispettivamente alla formazione di 640, 540 e 20 kg di PM10 (con i relativi coefficienti pari a 0.64, 0.54 e 0.02).

Analogamente a quanto descritto da Stortini e Bonafè, tali coefficienti europei possono essere riparametrizzati per tener conto delle caratteristiche del dominio Veneto, considerando sia l'entità delle emissioni dei precursori, che la composizione del PM10 stimata dal sistema modellistico SPIAIR come costituita per il 38% da una frazione di origine primaria, per il 53% secondaria e il 9% di origine biogenica. A partire da queste informazioni, e limitatamente alle emissioni di origine antropica, i coefficienti vengono ricalcolati nel modo seguente: 0.19, 0.14, 0.12 e 0.004 rispettivamente per NO_x, NH₃, SO₂ e COV non biogenici.

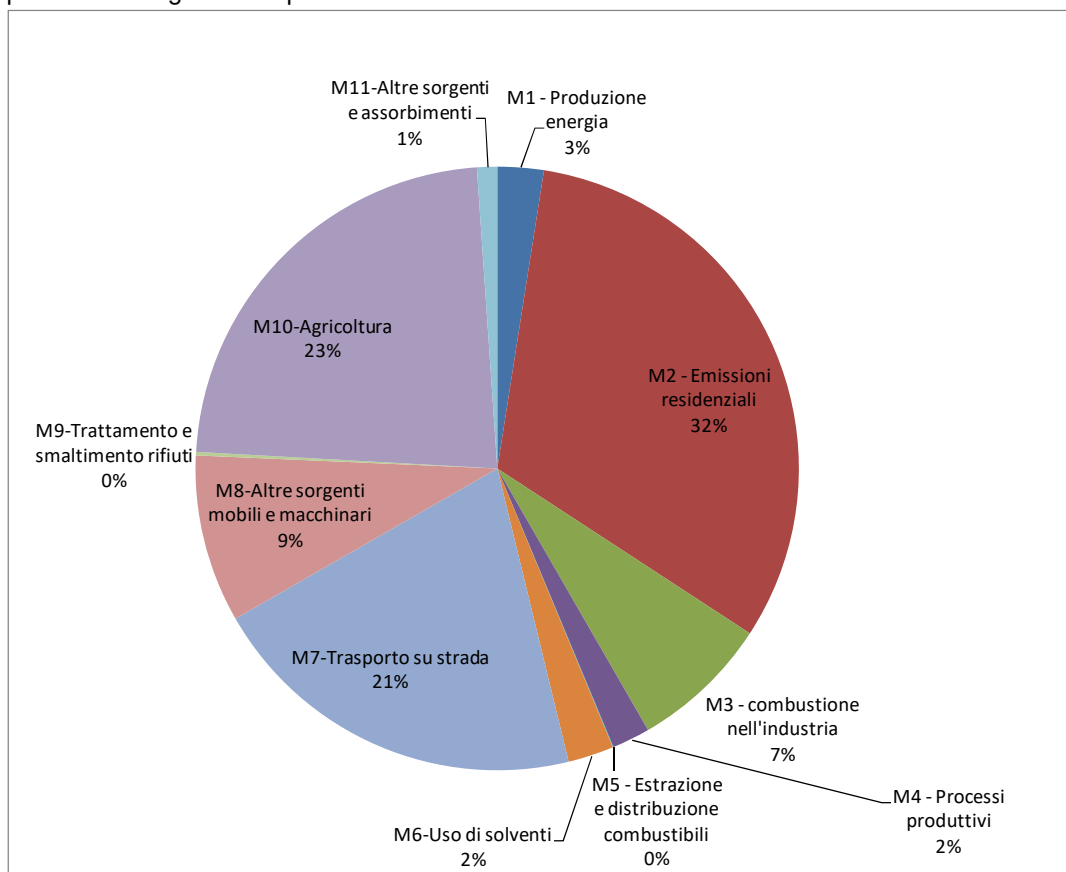
Nel grafico di Figura 19 viene riportata la ripartizione del PM10 "equivalente" nei vari macrosettori emissivi, ottenuta sommando l'emissione primaria di PM10 con i contributi di origine secondaria derivati da NO_x, NH₃, SO₂ e COV.

Come evidenziato dal grafico, il 32% della stima delle emissioni di PM10 "equivalente" deriva dalle Emissioni residenziali (in particolare dalle emissioni primarie dalla combustione di biomassa legnosa), il 21% dai Trasporti su strada (per effetto della formazione secondaria a partire dalle emissioni di NO_x), e il 23% dall'Agricoltura e zootecnia (per effetto della formazione secondaria a partire dalle emissioni di NH₃). Rispetto all'edizione 2015 si nota una diminuzione del peso del traffico, conseguente alla diminuzione delle

¹⁰ https://www.arpae.it/cms3/documenti/_cerca_doc/ecoscienza/ecoscienza2017_1/Ecoscienza1_2017.pdf, pg 13.

emissioni di NOx stimata per questo macrosettore. Tale diminuzione comporta percentualmente un leggero incremento del peso del comparto agricolo-zootecnico¹¹. Si sottolinea però che attualmente la stima delle emissioni dal settore zootecnico è funzione solo del numero di capi e non tiene conto della penetrazione progressiva di migliori tecniche di ricovero, stoccaggio e distribuzione.

Figura 19: Ripartizione % in macrosettori emissivi della stima delle emissioni di PM10 “equivalente”, che tiene conto PM10 primario e del contributo dei precursori alla formazione di particolato secondario per la sola componente di origine antropica



3.7 Emissioni invernali

La stima delle emissioni “invernali” (vd. Tabella 3), ovvero delle emissioni che sono prodotte nel periodo che va da gennaio a marzo e da ottobre a dicembre è stata ottenuta a partire dalla profilazione temporale annuale delle emissioni implementata nel sistema modellistico SPIAIR.

In Tabella 4 si rapporta l'emissione invernale rispetto a quella totale annuale (di cui alla Tabella 1 e Tabella 2) e si evidenzia come la maggior parte degli inquinanti stimati nell'inventario regionale siano emessi per più del 50% nel periodo invernale, con punte del 77% per il PM10 e dell'80% per il PM2.5 di origine primaria e del 91% per il BaP. Questo fornisce un'indicazione sulla quota di emissione sulla quale vanno ad agire le misure di prevenzione e risanamento della qualità dell'aria messe in atto a livello locale, regionale e nell'ambito degli Accordi del Bacino Padano. Anche i precursori del PM secondario NOx, SO₂ e COV, presentano una quota invernale preponderante e rispettivamente pari al 55%, 56% e 47%, mentre l'NH₃ presenta una quota inferiore (34%).

¹¹ Come spiegato nel successivo capitolo, il trend delle emissioni di ammoniaca è stato ricalcolato sulla base di un diverso conteggio dei capi allevati; il ricalcolo delle emissioni di NH₃ al 2015 però non incide significativamente sulla ripartizione delle emissioni di PM10 equivalente presentata al paragrafo 3.6 della Relazione generale INEMAR 2015. Nel 2017 invece, a fronte di una rilevante diminuzione delle emissioni di NOx rispetto al 2015, le emissioni di ammoniaca si mantengono sostanzialmente stabili, assumendo in proporzione un peso maggiore sul PM10 “equivalente”.

Tabella 3: Emissioni “invernali” di macroinquinanti (a) e di microinquinanti (b) in Veneto nel 2017 ripartite per Macrosettore

(a)

Macrosettori emissivi (Nomenclatura SNAP97)	CH ₄	CO	CO ₂	COV	N ₂ O	NH ₃	NOx	PM10	PM2.5	PTS	SO ₂
	t/anno	t/anno	kt/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno
M01-Produzione energia e trasform. combustibili	265	307	3,043	58	42	3	1'975	12	11	16	648
M02-Combustione non industriale	6'840	81'614	5'854	7'626	401	205	5'823	8'456	8'367	8'898	534
M03-Combustione nell'industria	189	4'014	3'632	803	81	24	6'203	212	165	274	1'104
M04-Processi produttivi	22	2'025	1'033	3'223	8	30	782	147	65	183	298
M05-Estrazione e distribuzione combustibili	31'277	0	0	1'932	0	0	0	0	0	0	0
M06-Uso di solventi	0	0	0	27'040	0	0	5	304	283	459	1
M07-Trasporto su strada	285	13'495	3'619	4'076	110	206	12'849	861	638	1'119	16
M08-Altre sorgenti mobili e macchinari	16	3'245	545	795	38	1	5'662	315	314	316	203
M09-Trattamento e smaltimento rifiuti	10'176	27	93	8	102	38	93	6	6	7	3
M10-Agricoltura	24'701	26	0	25'256	2'206	17'341	237	199	93	327	1
M11-Altre sorgenti e assorbimenti	881	314	-226	3'541	47	0	14	244	244	244	3
Totale regionale anno 2017	74'652	105'067	17'592	74'359	3'035	17'847	33'643	10'756	10'185	11'844	2'810

(b)

Macrosettori emissivi (Nomenclatura SNAP97)	As	Cd	Ni	Pb	BaP
	kg/anno	kg/anno	kg/anno	kg/anno	kg/anno
M01-Produzione energia e trasform. Combustibili	20	9	73	4	2
M02-Combustione non industriale	16	267	41	554	3'470
M03-Combustione nell'industria	91	45	107	1'061	44
M04-Processi produttivi	12	11	61	375	2
M05-Estrazione e distribuzione combustibili	0	0	0	0	0
M06-Uso di solventi	0	0	0	4	0
M07-Trasporto su strada	17	14	38	429	21
M08-Altre sorgenti mobili e macchinari	3	1	106	6	3
M09-Trattamento e smaltimento rifiuti	4	0	2	2	0
M10-Agricoltura	0	0	0	0	2
M11-Altre sorgenti e assorbimenti	1	32	28	146	10
Totale regionale anno 2017	164	380	456	2'581	3'554

Tabella 4: Peso delle emissioni “invernali” di macroinquinanti (a) e di microinquinanti (b) in Veneto nel 2017 ripartite per Macrosettore rispetto al totale annuale

(a)

Macrosettori emissivi (Nomenclatura SNAP97)	CH ₄	CO	CO ₂	COV	N ₂ O	NH ₃	NO _x	PM10	PM2.5	PTS	SO ₂
M01-Produzione energia e trasform. combustibili	0 %	0 %	11 %	0 %	1 %	0 %	3 %	0 %	0 %	0 %	13 %
M02-Combustione non industriale	4 %	60 %	21 %	5 %	5 %	0 %	9 %	61 %	66 %	56 %	11 %
M03-Combustione nell'industria	0 %	3 %	13 %	1 %	1 %	0 %	10 %	2 %	1 %	2 %	22 %
M04-Processi produttivi	0 %	1 %	4 %	2 %	0 %	0 %	1 %	1 %	1 %	1 %	6 %
M05-Estrazione e distribuzione combustibili	19 %	0 %	0 %	1 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
M06-Uso di solventi	0 %	0 %	0 %	17 %	0 %	0 %	0 %	2 %	2 %	3 %	0 %
M07-Trasporto su strada	0 %	10 %	13 %	3 %	1 %	0 %	21 %	6 %	5 %	7 %	0 %
M08-Altre sorgenti mobili e macchinari	0 %	2 %	2 %	1 %	0 %	0 %	9 %	2 %	2 %	2 %	4 %
M09-Trattamento e smaltimento rifiuti	6 %	0 %	0 %	0 %	1 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
M10-Agricoltura	15 %	0 %	0 %	16 %	28 %	33 %	0 %	1 %	1 %	2 %	0 %
M11-Altre sorgenti e assorbimenti	1 %	0 %	-1 %	2 %	1 %	0 %	0 %	2 %	2 %	2 %	0 %
Totale regionale anno 2017	46 %	77 %	64 %	47 %	38 %	34 %	55 %	77 %	80 %	75 %	56 %

(b)

Macrosettori emissivi (Nomenclatura SNAP97)	As	Cd	Ni	Pb	BaP
M01-Produzione energia e trasform. combustibili	6 %	2 %	8 %	0 %	0 %
M02-Combustione non industriale	5 %	55 %	5 %	12 %	89 %
M03-Combustione nell'industria	28 %	9 %	12 %	23 %	1 %
M04-Processi produttivi	4 %	2 %	7 %	8 %	0 %
M05-Estrazione e distribuzione combustibili	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
M06-Uso di solventi	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
M07-Trasporto su strada	5 %	3 %	4 %	9 %	1 %
M08-Altre sorgenti mobili e macchinari	1 %	0 %	12 %	0 %	0 %
M09-Trattamento e smaltimento rifiuti	1 %	0 %	0 %	0 %	0 %
M10-Agricoltura	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
M11-Altre sorgenti e assorbimenti	0 %	7 %	3 %	3 %	0 %
Totale regionale anno 2017	50 %	79 %	52 %	56 %	91 %

4 Confronto tra le stime 2010, 2013, 2015 e 2017

Nel seguito si presenta un confronto tra le emissioni totali regionali stimate nelle ultime quattro edizioni dell'inventario INEMAR Veneto. Per effettuare tale raffronto è stato necessario prima procedere ad un parziale ricalcolo dei macrosettori 2, in relazione ai riscaldamenti domestici a biomasse, e 10 per i settori relativi agli allevamenti bovini, suini e ovicaprini. In tali settori, infatti, con l'edizione 2017 sono stati introdotti aggiornamenti delle fonti dati tali da rendere necessaria una rivalutazione anche delle emissioni delle edizioni dell'inventario già pubblicate.

4.1 Riscaldamenti domestici a biomasse

Nell'ambito del progetto LIFE PREPAIR, Po Regions Engaged to Policies of AIR (<https://www.lifeprepare.eu/>), il cui scopo principale è creare un coordinamento tra le regioni del Nord Italia per la gestione delle misure di risanamento della qualità dell'aria, è stata intrapresa l'azione D3, relativa alla stima del consumo residenziale di biomasse legnose nel bacino padano, coordinata da ARPA Veneto.

L'obiettivo finale dell'azione è stata la predisposizione della stima dei consumi energetici nel settore del riscaldamento residenziale per l'anno di riferimento 2018, dettagliata per combustibile e regione; l'attività è stata articolata in due fasi inerenti:

- la realizzazione di un'indagine campionaria sui consumi di biomassa, i cui risultati sono riportati nella relazione pubblicata al link: http://www.lifeprepare.eu/wp-content/uploads/2017/06/D3_Report-indagine-sulconsumo-domestico-di-biomasse-legnose-1.pdf;
- la successiva quantificazione del bilancio energetico nel settore residenziale, come descritto nella relazione pubblicata al link https://www.lifeprepare.eu/wp-content/uploads/2020/10/D3_Report-sul-bilancio-energetico_Rev3_per_publicazione.pdf.

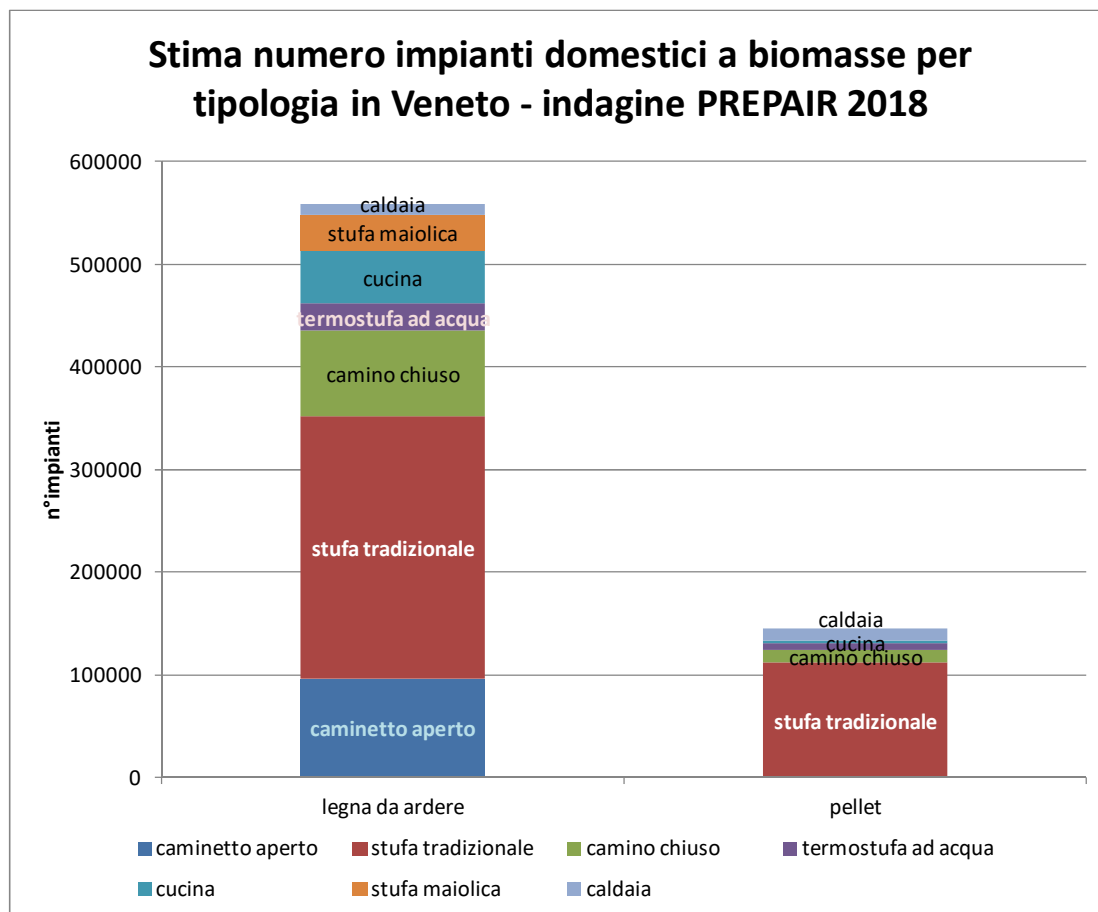
L'indagine campionaria ha permesso di stimare la numerosità e la distribuzione degli apparecchi domestici alimentati a biomassa nell'area del Bacino Padano: circa 480'000 stufe a pellet, 470'000 caminetti aperti e 460'000 caminetti chiusi a legna, nonché 990'000 stufe tradizionali a legna. Per quanto riguarda le caldaie autonome a biomassa, l'indagine ne ha rilevate circa 150'000, di cui un terzo alimentate a pellet. I consumi annui stimati nel Bacino Padano, pari a circa 980 mila tonnellate di pellet e 5.6 milioni di tonnellate di legna da ardere, sono confrontabili con le stime dell'indagine ISTAT sui Consumi energetici delle famiglie realizzata nel 2013¹², rispetto alle quali si è registrato un incremento del pellet pari a circa il 25% e una flessione del consumo di legna di circa il 20%.

La quantificazione del bilancio energetico, condotta con la collaborazione del Dipartimento di Ingegneria Industriale dell'Università di Padova, ha previsto la valutazione del bilancio provinciale 2018 dei consumi energetici nel settore residenziale per i diversi vettori energetici, ad esclusione della biomassa, nonché la quantificazione del consumo energetico degli edifici per le diverse aree climatiche del territorio indagato, tenendo conto del parco degli edifici, della loro epoca di costruzione, delle ristrutturazioni edilizie, delle tipologie di abitazione e della loro distribuzione per regione. La stima del consumo degli edifici è stata effettuata tenendo conto della ricostruzione dei gradi giorno a livello comunale relativamente all'anno di riferimento 2018. Dal confronto tra il bilancio dei combustibili fossili e la quantificazione dei consumi energetici necessari al fabbisogno degli edifici è stato valutato il potenziale consumo di biomassa, che è stato conseguentemente confrontato con i risultati dell'indagine condotta nella prima fase dell'azione D3, trovando un sostanziale accordo tra i due metodi di valutazione. La stima del consumo di biomassa è stata quindi affinata per tipologia di impianto, personalizzando l'applicazione del metodo proposto dall'Associazione Italiana Energie Agroforestali (AIEL), mediante l'utilizzo di software specialistici per la ricostruzione del funzionamento degli impianti di riscaldamento in abitazioni tipo. Per maggiori dettagli, si rimanda alla relazione pubblicata sul sito di progetto.

¹² https://www.istat.it/it/files/2014/12/StatReport_Consumi_energetici.pdf

Di seguito si presentano brevemente i risultati ottenuti per la regione Veneto, in cui si stima siano attualmente presenti circa 700'000 impianti a biomassa, di cui circa 145'000 a pellet, e quasi 100'000 caminetti aperti, come mostrato nel grafico seguente.

Figura 20: apparecchi domestici a biomasse in Veneto



Oltre alla tipologia e alla numerosità degli impianti, un dato interessante emerso dall'indagine è relativo alla loro età di installazione, riportata in Figura 21. Come si può notare dal grafico, gli impianti a pellet sono mediamente più recenti degli impianti a legna: in riferimento alle stufe tradizionali, tipologia di impianto più diffusa che conta più di 255'000 apparecchi a legna e più di 110'000 a pellet, si nota che mentre circa il 77% delle stufe a pellet ha un'epoca di installazione inferiore ai 10 anni, solo il 48% dei corrispondenti apparecchi a legna appartiene alle stesse fasce d'età. Considerando i miglioramenti tecnologici, la vetustà degli apparecchi comporta minori prestazioni ambientali. Sono attualmente in corso nell'ambito del gruppo di lavoro INEMAR, valutazioni per stimare la corrispondenza approssimativa tra età dell'impianto e categoria di stelle ai sensi del DM 186/2017, e il conseguente effetto in termini di stima delle emissioni. Tali aggiornamenti saranno introdotti a partire dalla prossima edizione dell'inventario regionale.

Infine, nel grafico di Figura 22, si riporta la stima dei consumi per provincia riferita all'anno 2018. Complessivamente, l'indagine campionaria e la successiva stima dei consumi per tipologia di impianto nell'ambito della valutazione del bilancio energetico nel settore residenziale hanno portato a calcolare **per il 2018 un consumo in Veneto di circa 1'329'000 t di legna da ardere e di 226'000 t di pellet.**

Figura 21: Epoca di installazione degli apparecchi domestici a biomasse in Veneto

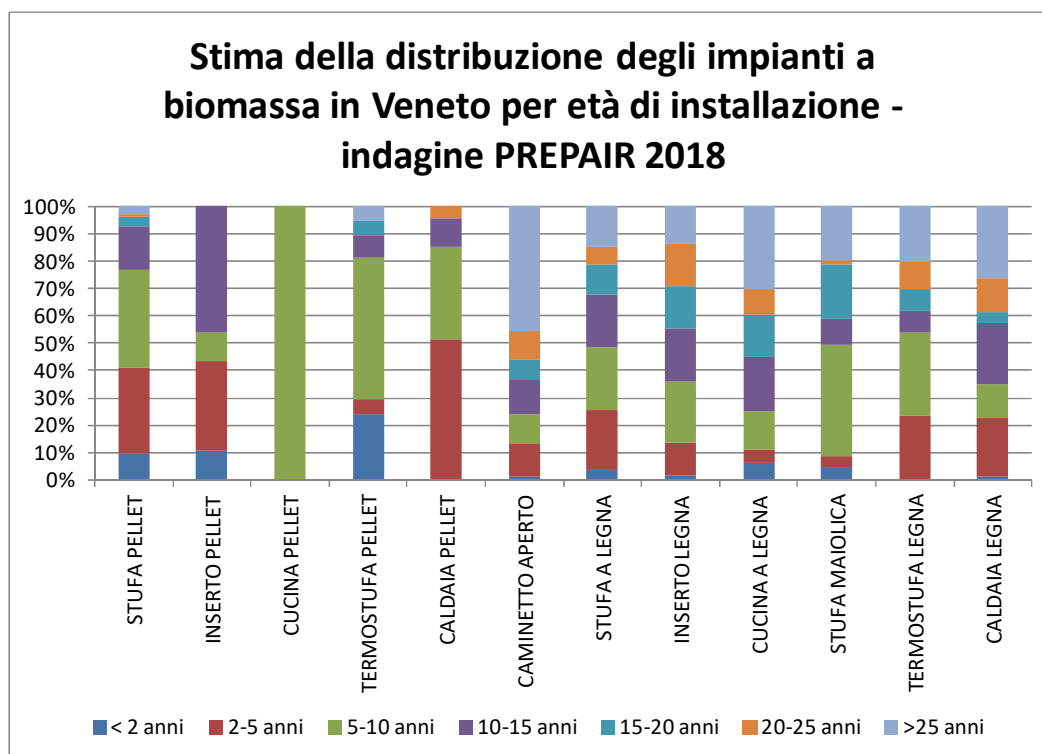
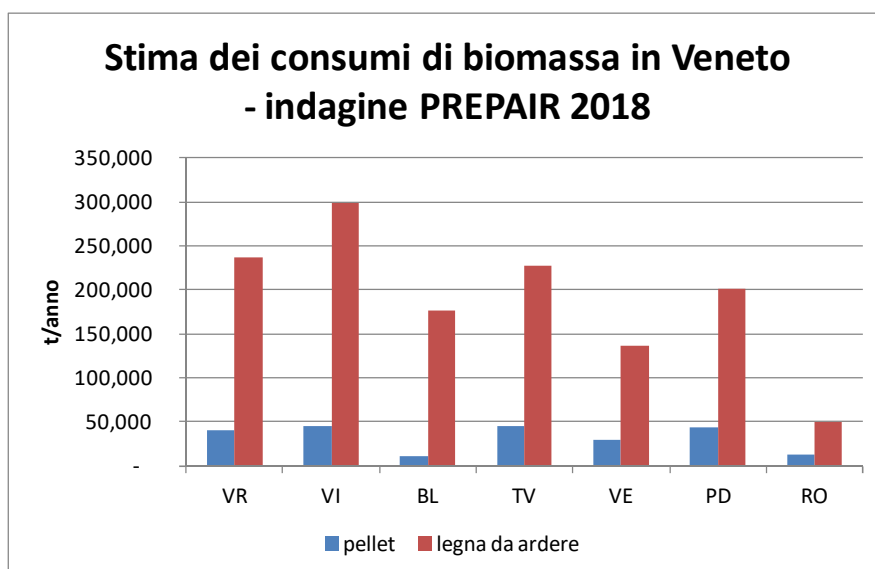


Figura 22: Consumi provinciali di biomassa



Per stimare le emissioni da riscaldamento a biomasse nell'inventario 2017, i cui risultati complessivi sono stati presentati al precedente capitolo 3, si è utilizzato il parco impianti rilevato dall'indagine campionaria sopra descritta, i cui consumi medi per tipologia di apparecchio sono stati riparametrizzati al 2017¹³ sulla

¹³ Come già indicato alla nota 7 del paragrafo 3.1, i consumi di combustibile nel residenziale sono in funzione delle esigenze di riscaldamento, che da un inverno all'altro variano proporzionalmente ai gradi giorno complessivi: cioè rispetto alla somma delle differenze positive tra 20°C e la temperatura media giornaliera durante l'intera stagione di riscaldamento. Se in un inverno si registrano più frequentemente temperature medie giornaliere inferiori (o superiori) alla media di stagione, i consumi cresceranno (o diminuiranno) proporzionalmente (tranne per una quota più o meno fissa legata ai consumi per cottura o acqua calda sanitaria). Con il passare degli anni oltre alle variazioni climatiche intervengono anche altri fattori che influiscono, però in misura minore, sui consumi di combustibile, come l'efficientamento energetico delle abitazioni e la sostituzione di impianti obsoleti con impianti tecnologicamente più avanzati.

base della variazione dei gradi giorno tra le due annualità, stimata per le fasce di altitudine crescenti. **Considerando che il 2017 è stato mediamente più freddo del 2018, il consumo complessivo associato a questa annualità si è stimato essere pari a poco più di 1'390'000 t di legna e 235'000 t di pellet.**

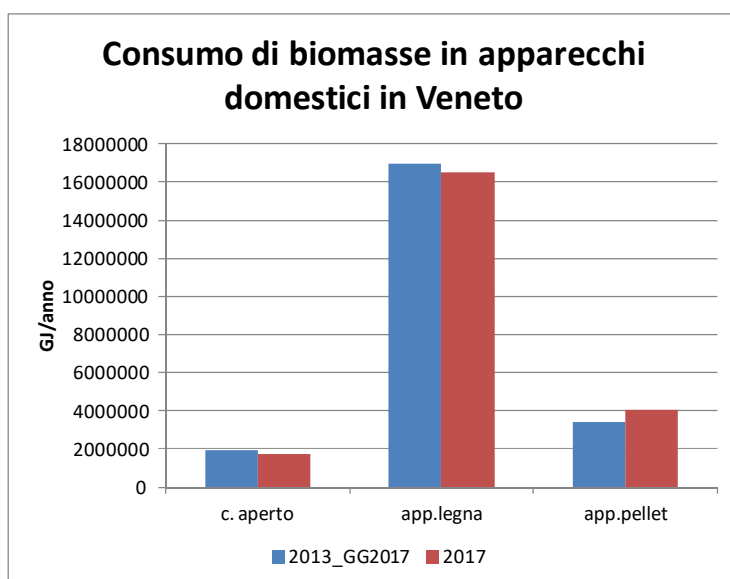
Questa nuova base dati differisce quindi da quella utilizzata per le edizioni di INEMAR Veneto dal 2010 al 2015, basata sulla precedente indagine campionaria ARPAV riferita all'anno 2013¹⁴, che stimava un consumo complessivo di biomassa di circa 1'665'000 t di legna e poco meno di 204'000 t di pellet.

Dal confronto tra le due indagini (ARPAV 2013 e PREPAIR) si evidenzia **una diminuzione del consumo di legna e dell'uso dei caminetti aperti, e un progressivo incremento della diffusione di impianti a pellet**, analogamente a quanto osservato dal confronto a livello di Bacino Padano tra l'indagine PREPAIR e l'indagine ISTAT 2013.

Le due indagini (ARPAV 2013 e PREPAIR) tuttavia risultano non perfettamente raffrontabili in quanto la descrizione degli impianti presentata nei due questionari non è del tutto sovrapponibile. Inoltre i consumi medi per alcune tipologie di apparecchio dell'indagine 2013 risultavano maggiori di quanto stimato con l'indagine PREPAIR, che invece è l'esito dell'analisi comparata dei risultati dell'indagine campionaria, dell'applicazione del metodo proposto da AIEL e dell'utilizzo dei software specialistici sopra citati. Nell'analisi del trend di seguito presentata si è pertanto ritenuto opportuno rivalutare i consumi di biomassa del 2013 tenendo conto dei consumi medi per apparecchio del PREPAIR¹⁵.

Nel seguente grafico si confrontano i consumi di biomasse delle due annualità 2013 e 2017; per rendere confrontabili i due scenari, il 2013 è stato riparametrizzato sulla base dei gradi giorno del 2017¹⁶.

Figura 23: raffronto tra indicatori di consumo di biomasse nelle edizioni INEMAR 2013 e 2017



La variazione di consumi di biomassa evidenziata nel grafico precedente è stata applicata per ricostruire i consumi al 2010 e al 2015, secondo un trend che evidenzia una progressiva diminuzione della legna, in parte compensata dall'incremento del pellet¹⁷. Si è inoltre tenuto conto della variabilità dei gradi giorno nelle quattro annualità, verificabile anche dai dati dei consumi annuali dei combustibili fossili, di fonte MISE e ARERA, come presentato nei grafici successivi.

¹⁴ https://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/aria/file-e-allegati/Consumi%20domestici%20legna%20in%20Veneto_1.0.pdf

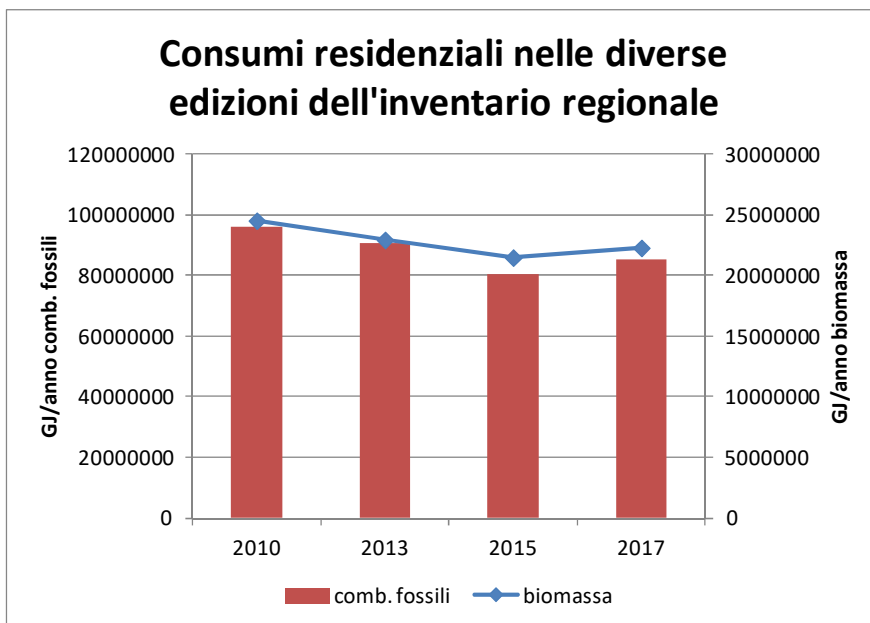
¹⁵ La stima del consumo complessivo di legna al 2013 così rivalutata risulta circa pari a 1'500'000 t/anno.

¹⁶ I consumi del 2013, rivalutati con i fattori medi di consumo per apparecchio del PREPAIR, sono stati riparametrizzati considerando i gradi giorno del 2017, in modo da confrontare i consumi totali di legna e pellet così ricostruiti, per eliminare l'effetto della meteorologica (il 2013 è infatti risultato leggermente più freddo del 2017).

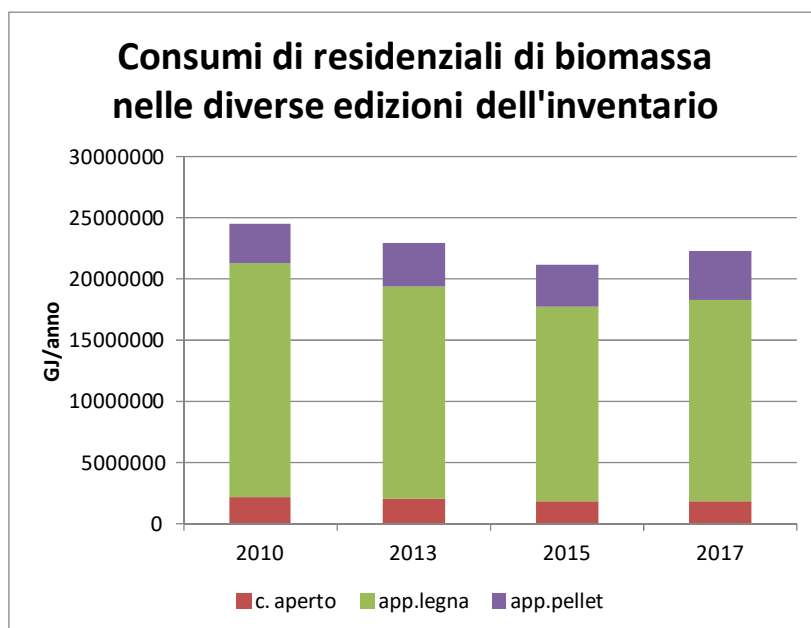
¹⁷ Gli apparecchi a pellet sono mediamente più efficienti degli apparecchi a legna, che vengono progressivamente sostituiti anch'essi con apparecchi più efficienti. Inoltre il pellet ha un potere calorifico maggiore della legna (a parità di calore sviluppato ne viene bruciato un quantitativo inferiore).

Figura 24: Trend 2010 - 2017 degli indicatori ricalcolati di consumo energetico nel settore residenziale

a) confronto annualità dei consumi di combustibili fossili e biomasse



b) dettaglio dei consumi di biomassa (legna e pellet)



4.2 Allevamenti zootecnici

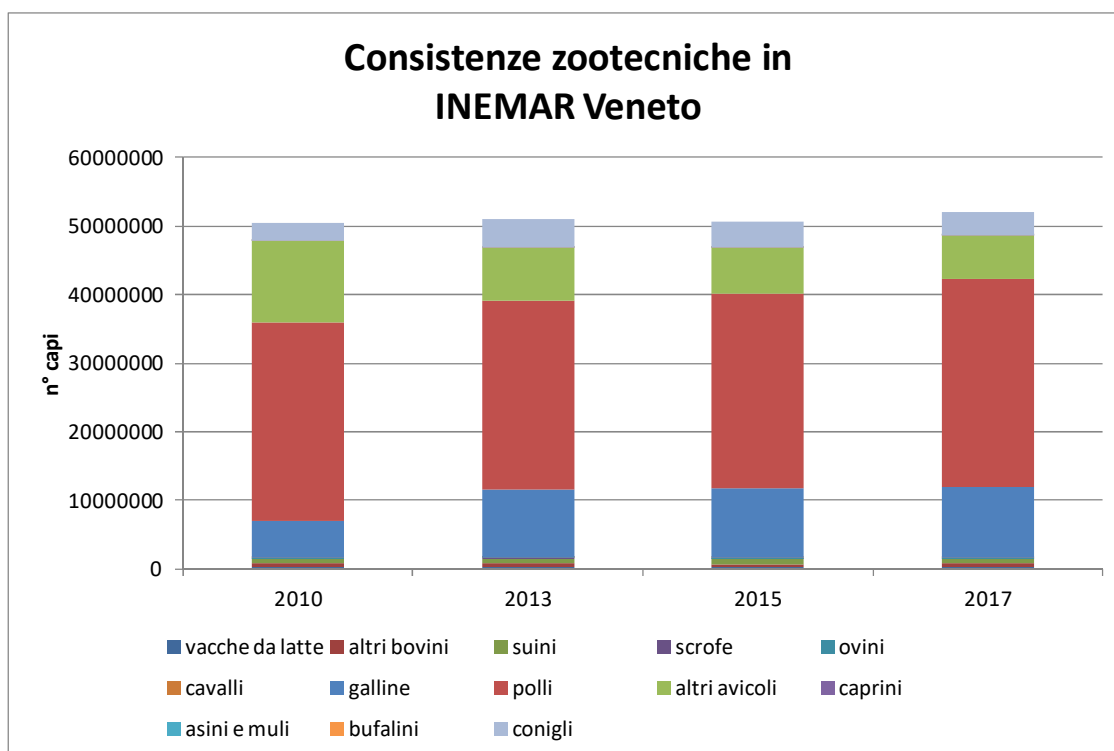
Le emissioni di ammoniaca, composti organici volatili, polveri sottili e gas serra relative al comparto zootecnico, vengono stimate sulla base di fattori di emissione espressi in g/capo*anno: la quantificazione delle emissioni è quindi direttamente proporzionale al numero di capi allevati medio annuo per categoria in ogni comune.

A partire dall'edizione 2013 la fonte dati utilizzata per la quantificazione a livello comunale dei capi bovini, suini e avicoli è rappresentata dal database A58 gestito dalla Regione Veneto, in cui confluiscono i dati delle aziende che effettuano la comunicazione ai sensi della Direttiva Nitrati. Questo database copre quindi la grande maggioranza degli allevamenti, soprattutto in zona vulnerabile ai nitrati, ma in alcuni comuni possono sfuggire gli allevamenti di minore entità; questo complessivamente può comportare una parziale sottostima delle emissioni. Per ovviare almeno in parte a questo problema, con particolare riferimento alle categorie dei bovini e dei suini, a partire dall'edizione 2017 di INEMAR Veneto, il dato fornito dal Settore Agroambiente della Regione Veneto, estratto dall'applicativo A58, è stato integrato con i dati scaricabili a livello comunale dall'Anagrafe nazionale zootecnica, https://www.vetinfo.it/j6_statistiche/#/. Mentre i dati relativi agli avicoli presenti nel database nazionale sono abbastanza congruenti con i dati dichiarati dalle aziende, i dati di bovini e suini evidenziano consistenze mediamente superiori a quanto presente nell'applicativo regionale.

Per tale motivo nell'edizione 2017 sono stati incrociati i dati delle due diverse fonti, oltre a continuare ad utilizzare il dato ISTAT relativo a cavalli, asini e muli e conigli.

Anche in questo caso, per una corretta valutazione del trend delle emissioni regionali di questo settore, è stato necessario procedere ad un ricalcolo delle emissioni delle precedenti edizioni¹⁸: il trend di variazione dei capi allevati è stato ricostruito sulla base dei dati estratti dal database dell'Anagrafe zootecnica nazionale, come presentato nella seguente Figura 25.

Figura 25: numero totale di capi allevati in Veneto



¹⁸ Fatta eccezione per l'anno 2010 nel quale le consistenze zootecniche si riferiscono al 6° censimento ISTAT dell'agricoltura

4.3 Trend delle emissioni dal 2010 al 2017

Nei seguenti grafici di Figura 26 e di Figura 27, le emissioni dal 2010 al 2015 sono comprensive del ricalcolo delle emissioni del macrosettore 2 da combustione di biomassa legnosa, effettuato utilizzando gli indicatori descritti al precedente paragrafo 4.1, e del macrosettore 10 sulla base delle variazioni del numero di capi allevati descritti al paragrafo 4.2.

Figura 26: INEMAR Veneto. Confronto tra le emissioni totali regionali delle edizioni 2010, 2013, 2015 e 2017

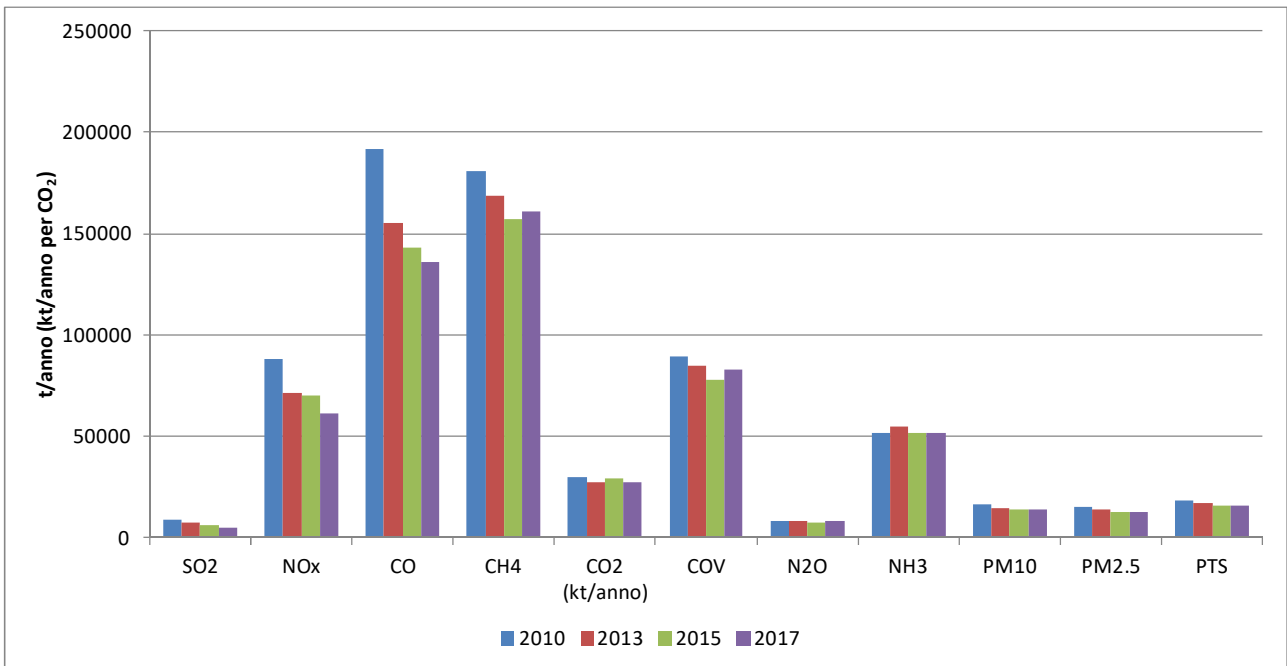
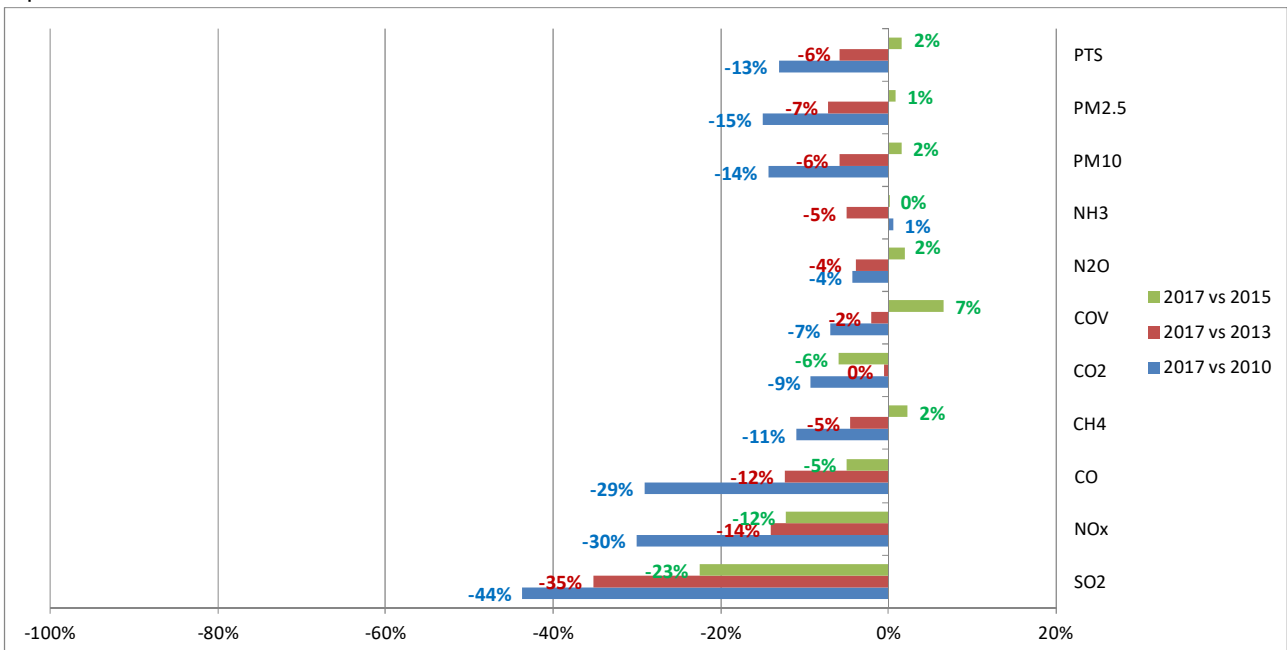


Figura 27: INEMAR Veneto. Variazione % delle emissioni totali regionali delle edizioni 2010, 2013 e 2015 rispetto al 2017



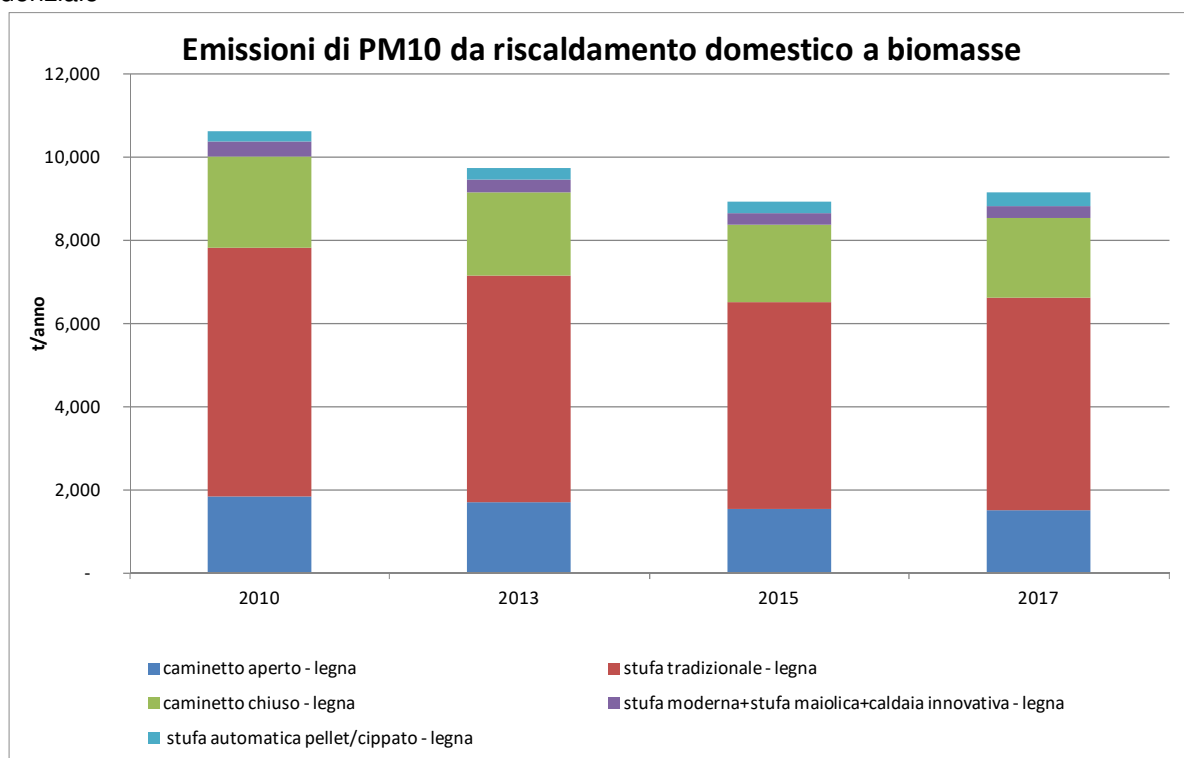
La serie storica mette in evidenza una generale riduzione delle emissioni tra il 2017 e le edizioni precedenti, con alcune eccezioni relative al confronto con il 2015. A causa di un inverno un po' più freddo rispetto al 2015, nel 2017 infatti si stima una leggera crescita delle emissioni legate al riscaldamento domestico.

Dal 2010 al 2017 le riduzioni più significative, come evidenziato in Figura 27, si stimano essere a carico degli NOx, per i quali la decrescita complessiva è circa pari al 30%, in gran parte dovuta al settore dei trasporti, e del SO₂, pari al 44%, legata al comparto industriale e al macrosettore M1 produzione di energia elettrica.

Il trend di variazione delle emissioni delle polveri è legato sia alla variazione delle emissioni da biomassa, che a seguito del ricalcolo presentato al paragrafo 4.1 mostrano l'andamento descritto in Figura 28, che dai trasporti: la variazione complessiva tra il 2010 e il 2017 viene stimata circa pari a -14%.

Per quanto riguarda l'NH₃ invece l'andamento delle emissioni negli anni dipende sia dal numero di capi allevati che dalla vendita di fertilizzanti, in particolare a base di urea, che subisce da un'edizione all'altra dell'inventario fluttuazioni legate sia a parametri produttivi che di mercato dei fertilizzanti di sintesi. Complessivamente dal 2010 al 2017 le emissioni regionali per questo inquinante risultano più o meno stabili.

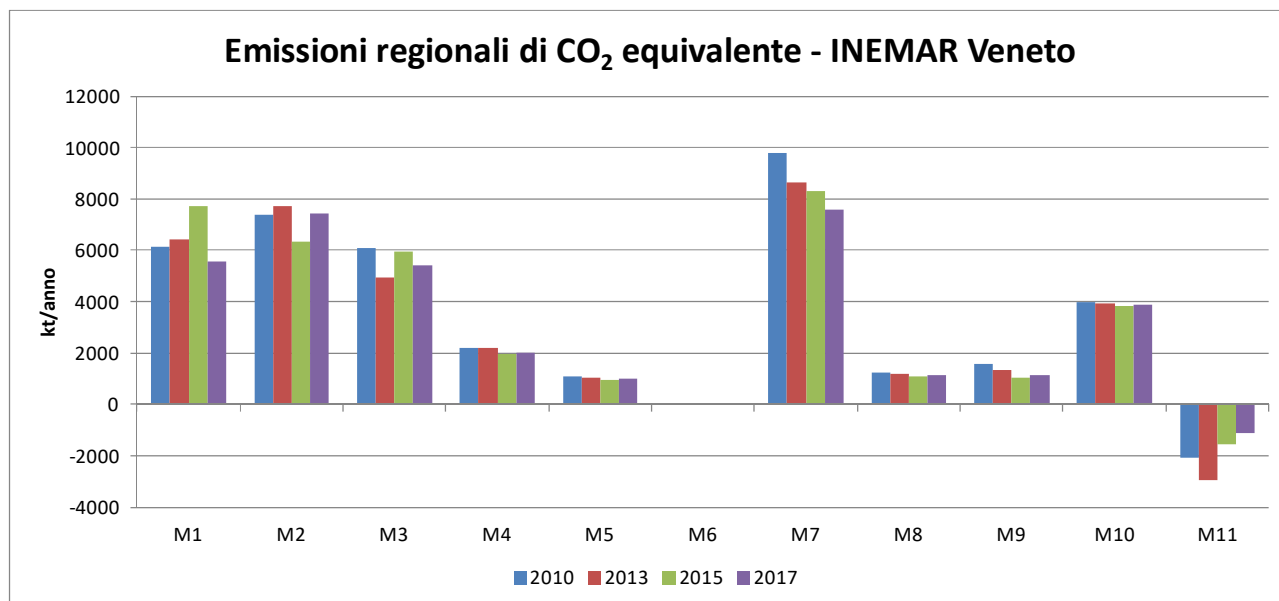
Figura 28: andamento delle emissioni di polveri fini PM10 da combustione di biomasse legnose nel settore residenziale



Per quanto riguarda i gas ad effetto serra, si sottolinea che l'inventario rendiconta le sole emissioni dirette¹⁹, limitatamente ai principali gas climalteranti: anidride carbonica CO₂, metano CH₄ e protossido di azoto N₂O. Nel grafico di Figura 29 viene raffigurato il trend delle emissioni espresse in termini di ktonnellate di CO₂ equivalente (come descritto al precedente paragrafo 3.4), suddiviso per macrosettori, in cui si nota come le riduzioni maggiori sono ancora una volta a carico del macrosettore dei trasporti su strada.

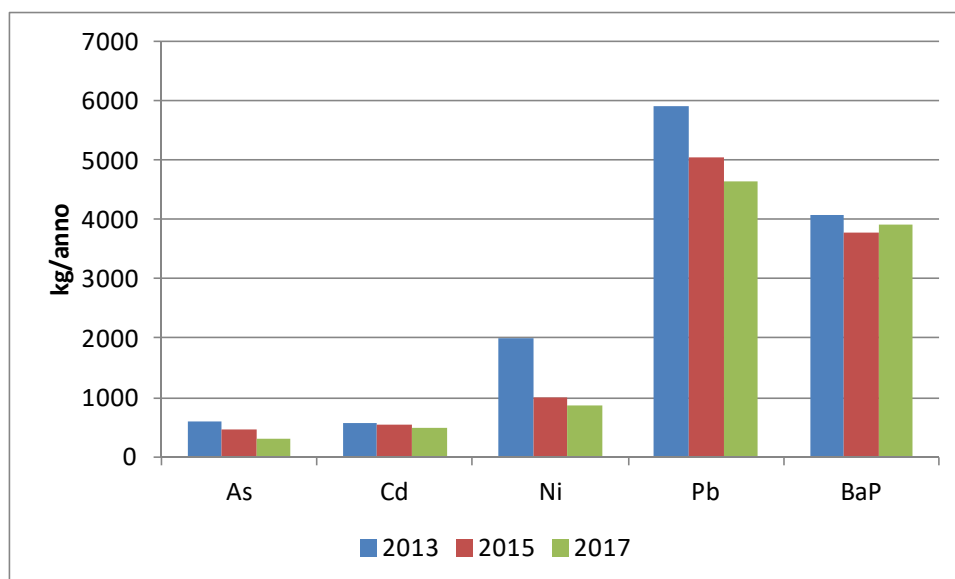
¹⁹ Non tiene in considerazione le emissioni legate ad esempio ai consumi elettrici dipendenti da una produzione di energia elettrica esterna al territorio regionale.

Figura 29: CO₂ equivalente per macrosettore



Infine, nel grafico seguente si confrontano le emissioni dei microinquinanti, stimati a partire dall'edizione 2013, le cui variazioni sono in gran parte dipendenti dal comparto industriale, e mostrano una progressiva tendenza alla diminuzione. Fa eccezione il benzo(a)pirene che, essendo emesso quasi totalmente dalla combustione residenziale della legna, risente come precedentemente illustrato dalla variazione dei gradi giorno tra le diverse annualità.

Figura 30: INEMAR Veneto. Emissioni regionali di microinquinanti relative alle edizioni 2013, 2015 e 2017



5 Rappresentazione cartografica delle stime emissive

Dalla Figura 31 alla Figura 46 sono rappresentate le emissioni totali (come somma degli 11 Macrosettori) a livello comunale per gli 11 macroinquinanti ed i 5 microinquinanti contenuti nell'inventario INEMAR Veneto 2017.

Figura 31: Emissioni totali comunali 2017 di PTS (t/a)

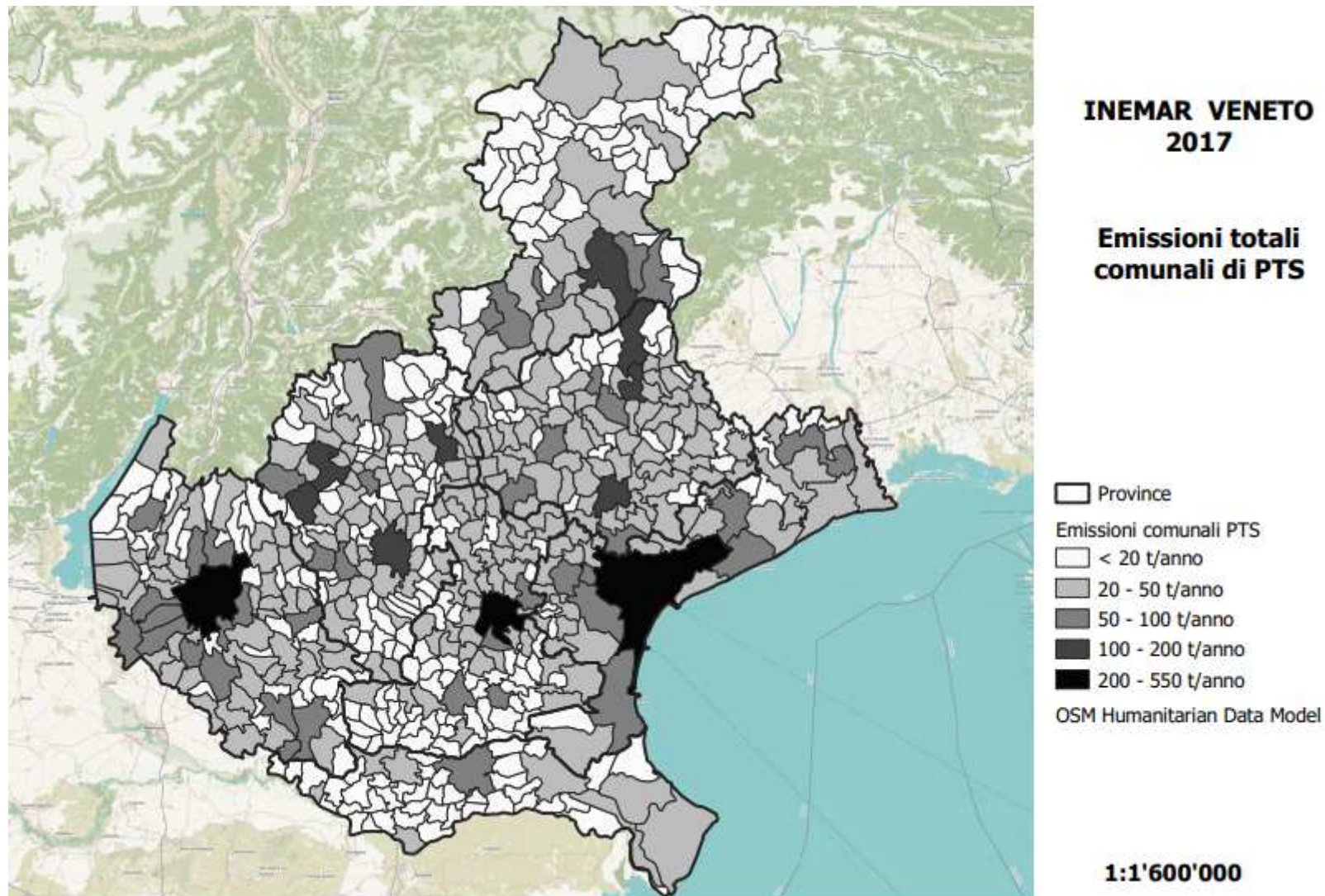


Figura 32: Emissioni totali comunali 2017 di PM10 (t/a)

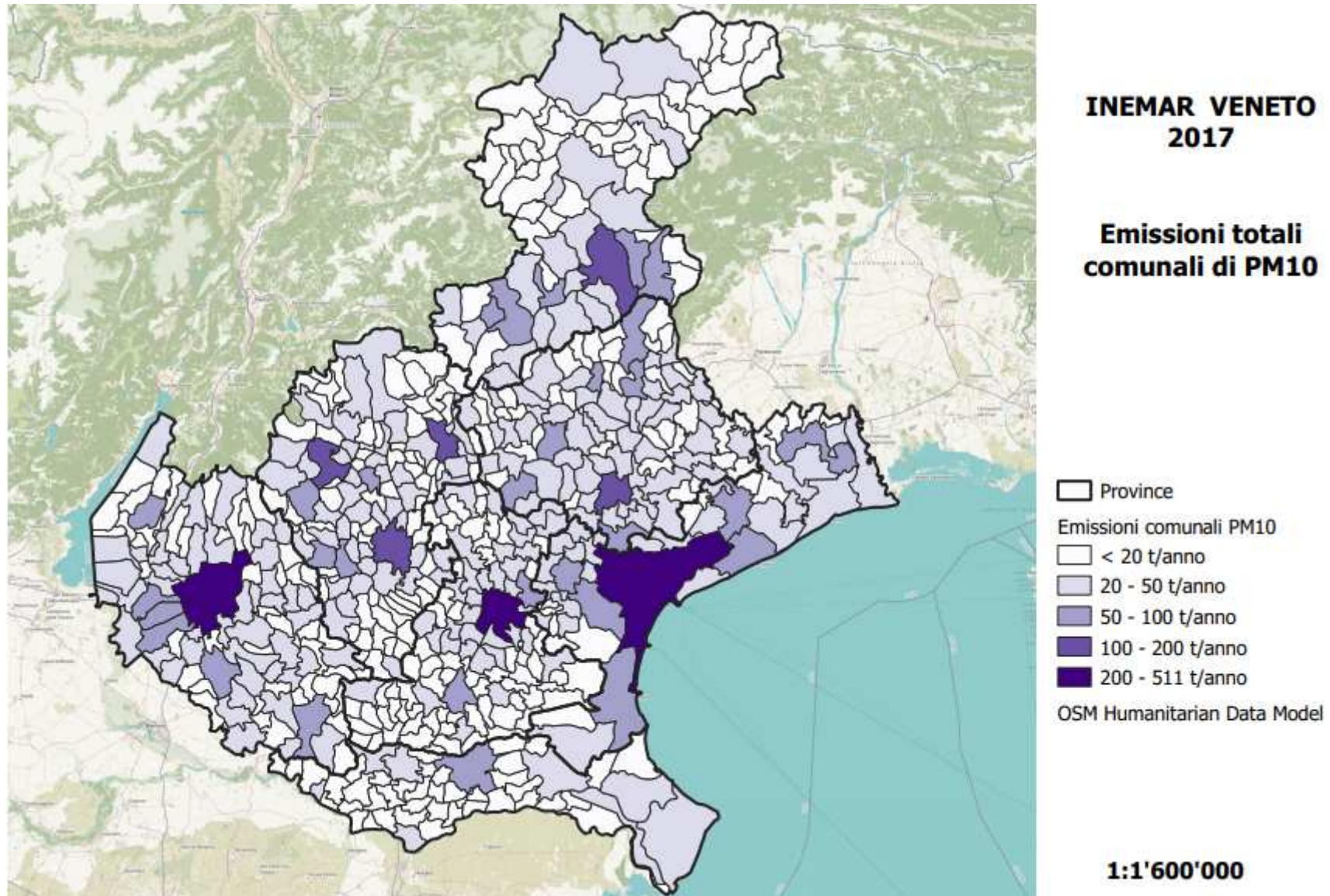


Figura 33: Emissioni totali comunali 2017 di PM2.5 (t/a)

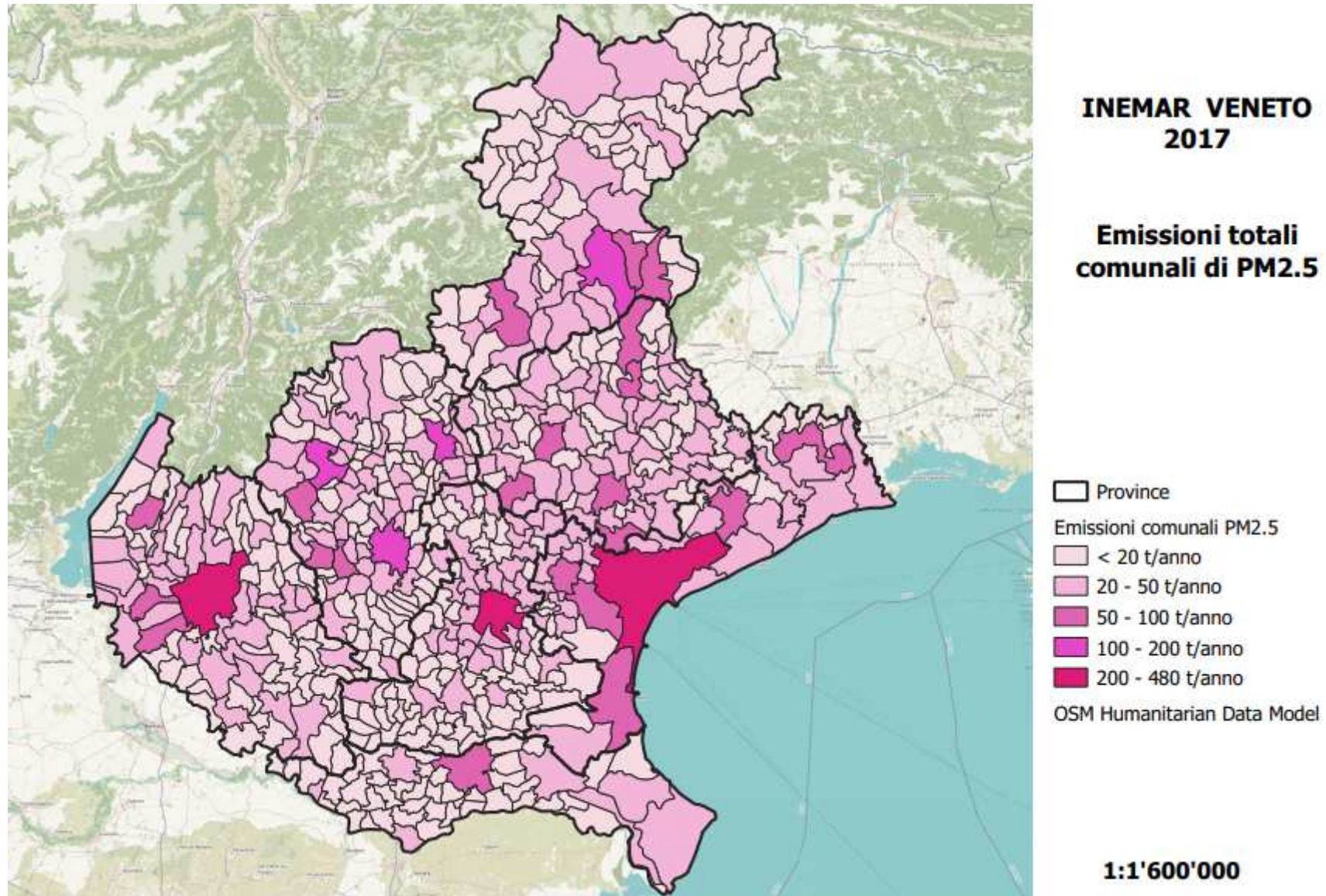


Figura 34: Emissioni totali comunali 2017 di NOx (t/a)

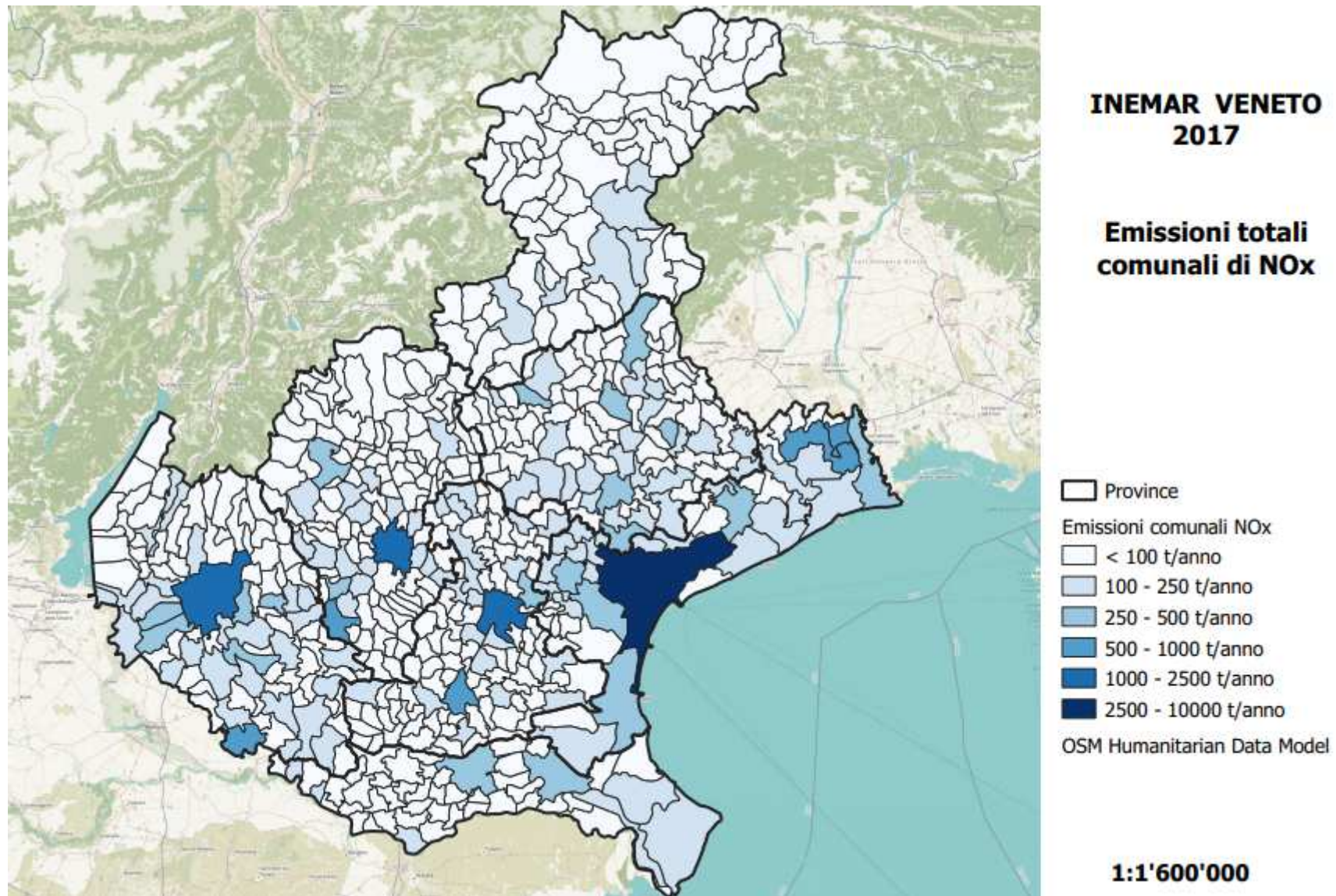


Figura 35: Emissioni totali comunali 2017 di SO₂ (t/a)

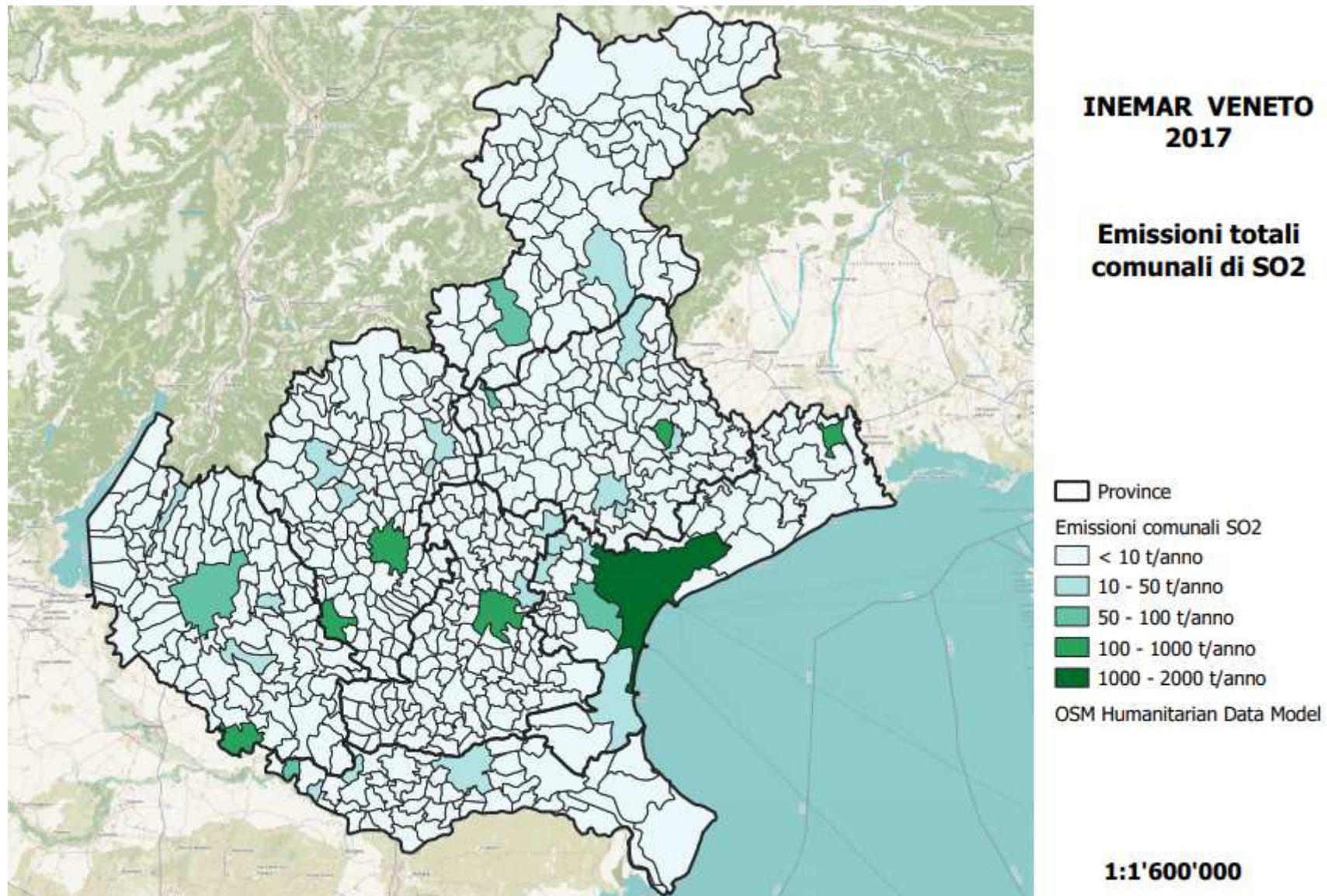


Figura 36: Emissioni totali comunali 2017 di NH₃ (t/a)

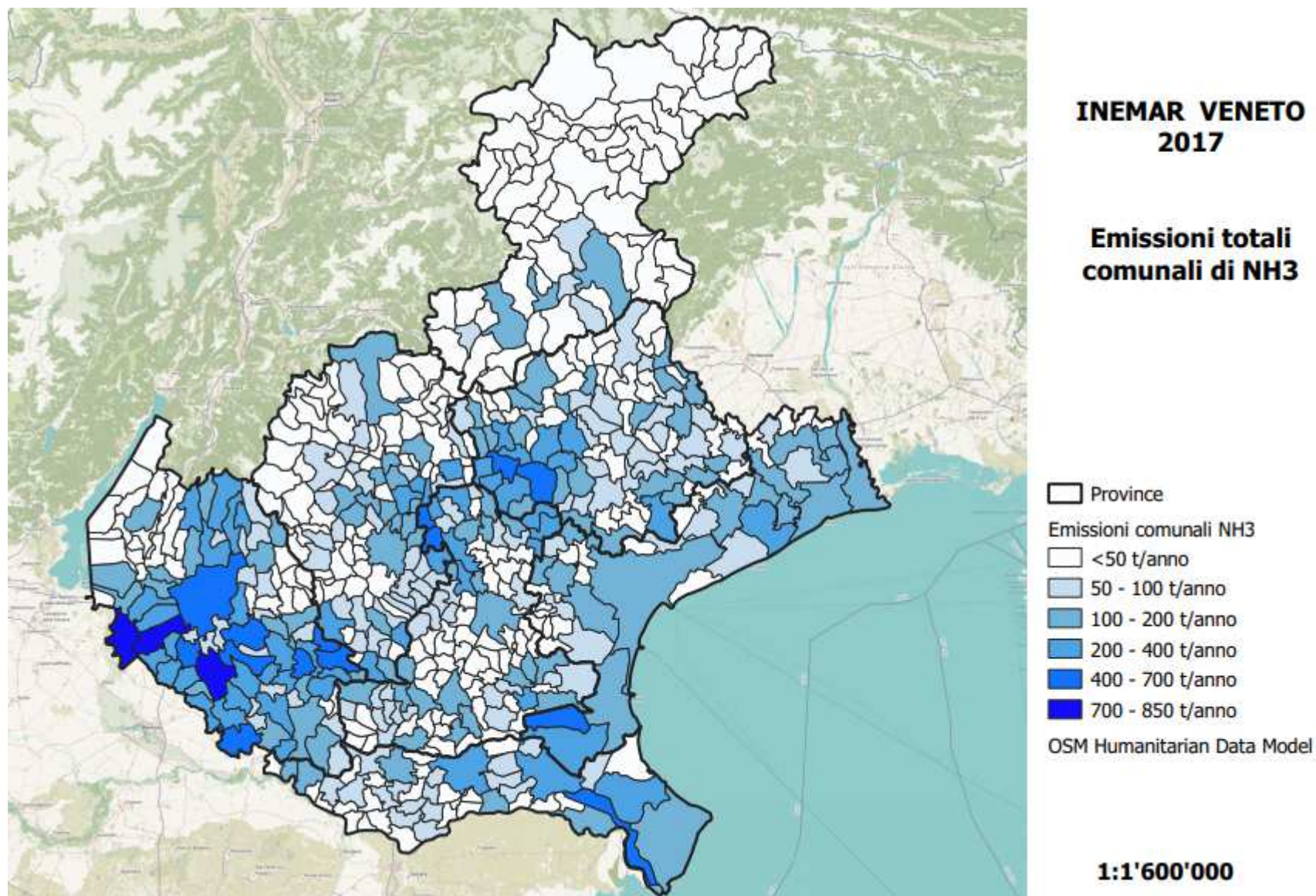


Figura 37: Emissioni totali comunali 2017 di COVNM (t/a)

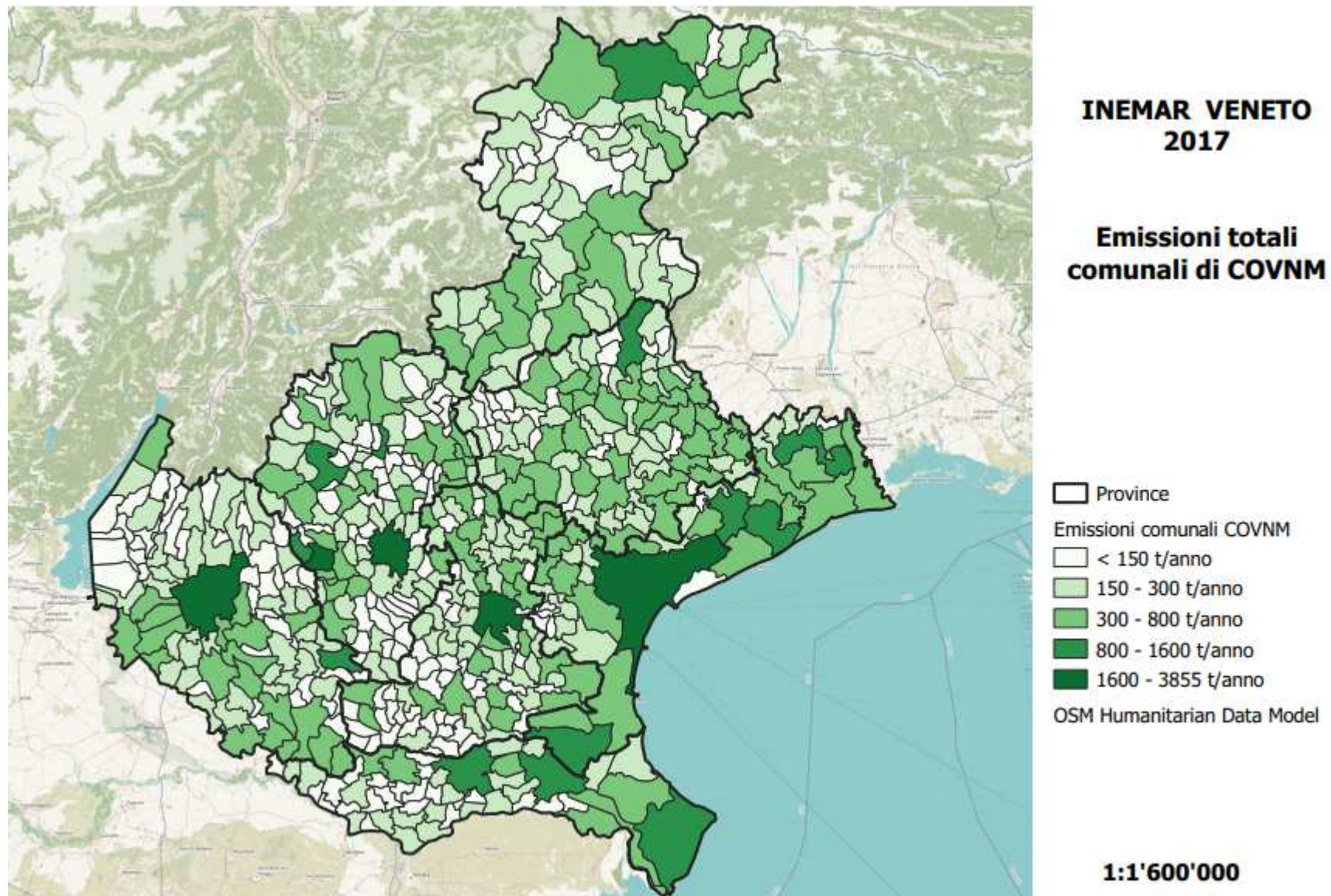


Figura 38: Emissioni totali comunali 2017 di CO (t/a)

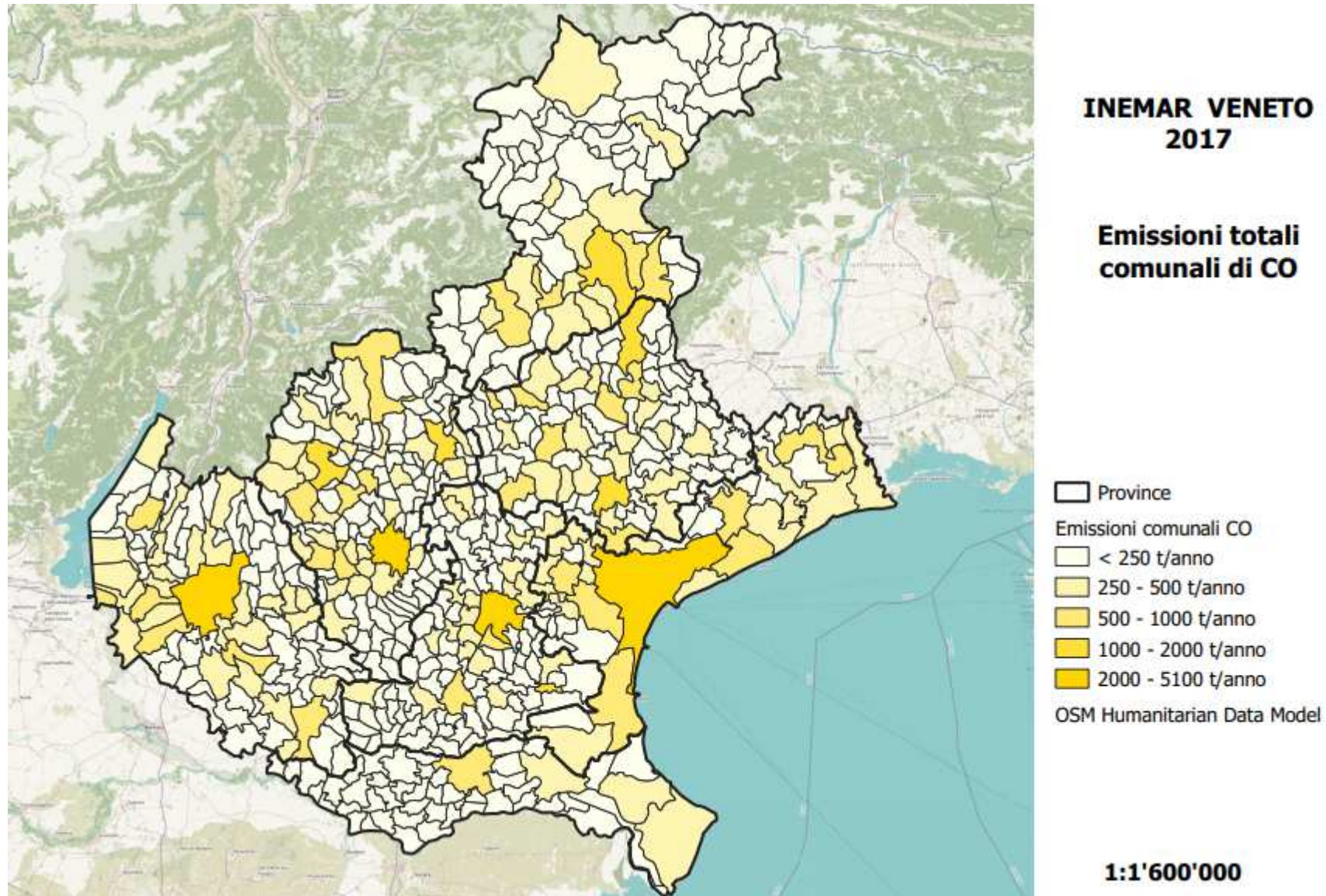


Figura 39: Emissioni totali comunali ed assorbimenti 2017 di CO₂ (kt/a)

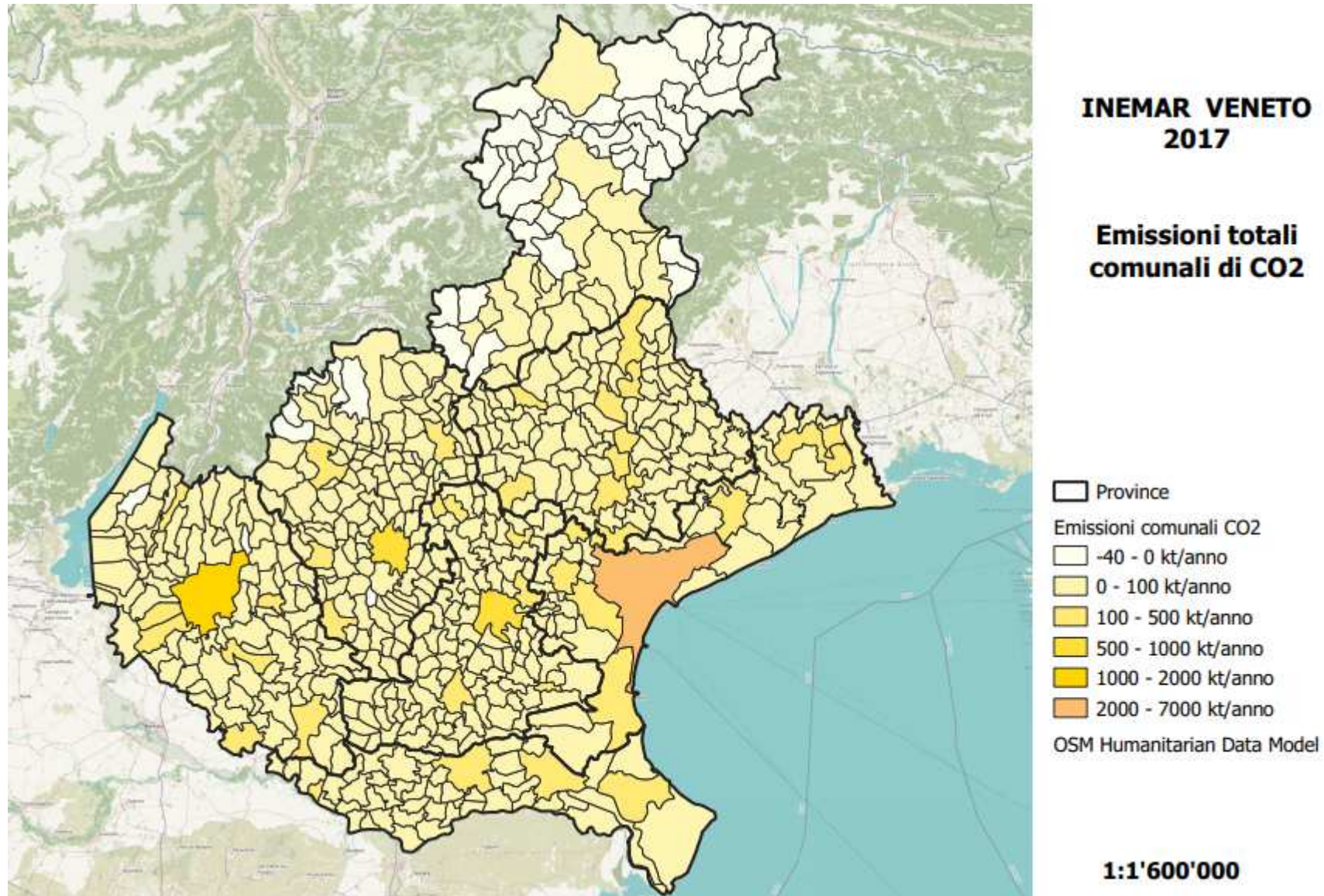


Figura 40: Emissioni totali comunali 2017 di CH₄ (t/a)

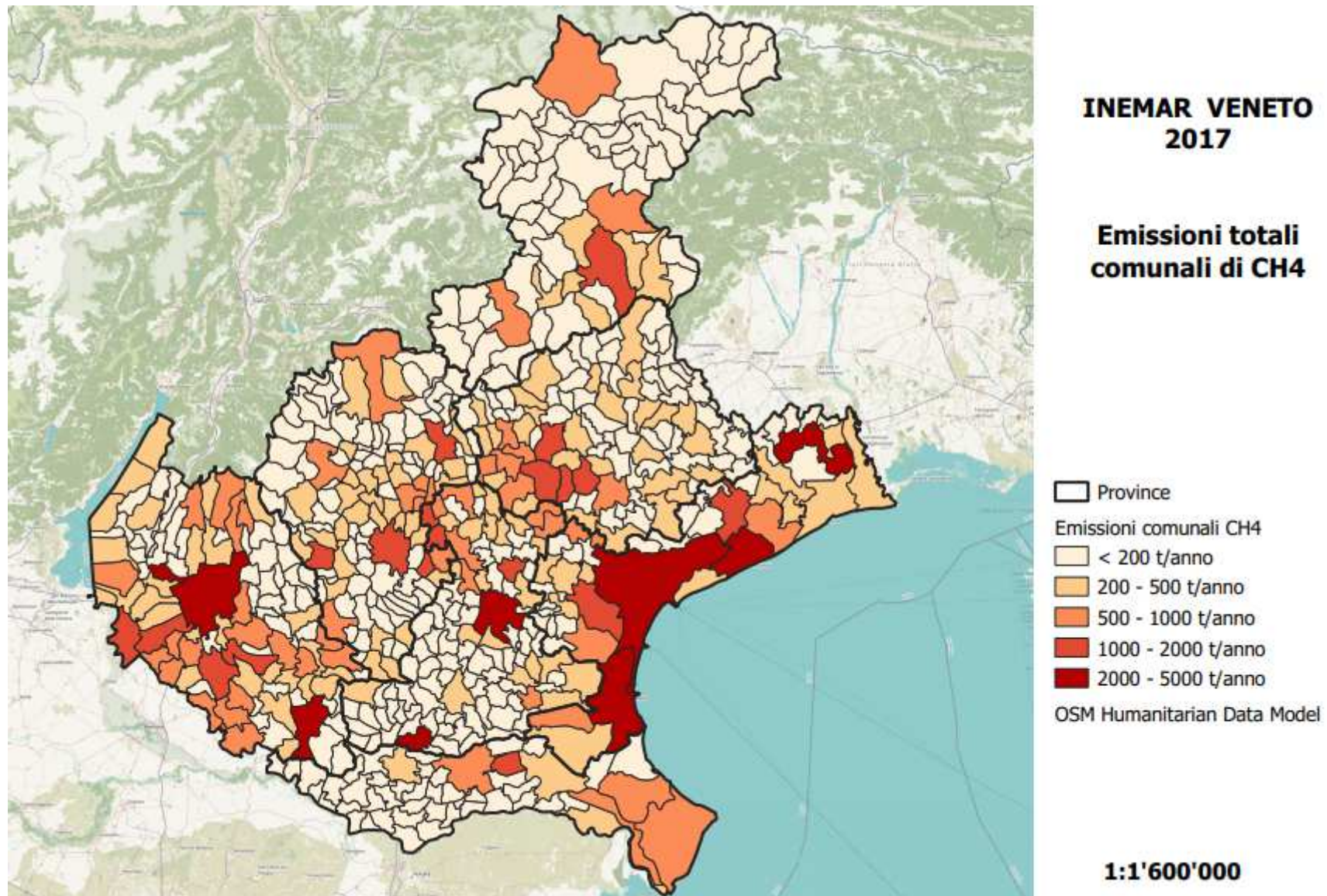


Figura 41: Emissioni totali comunali 2017 di N₂O (t/a)

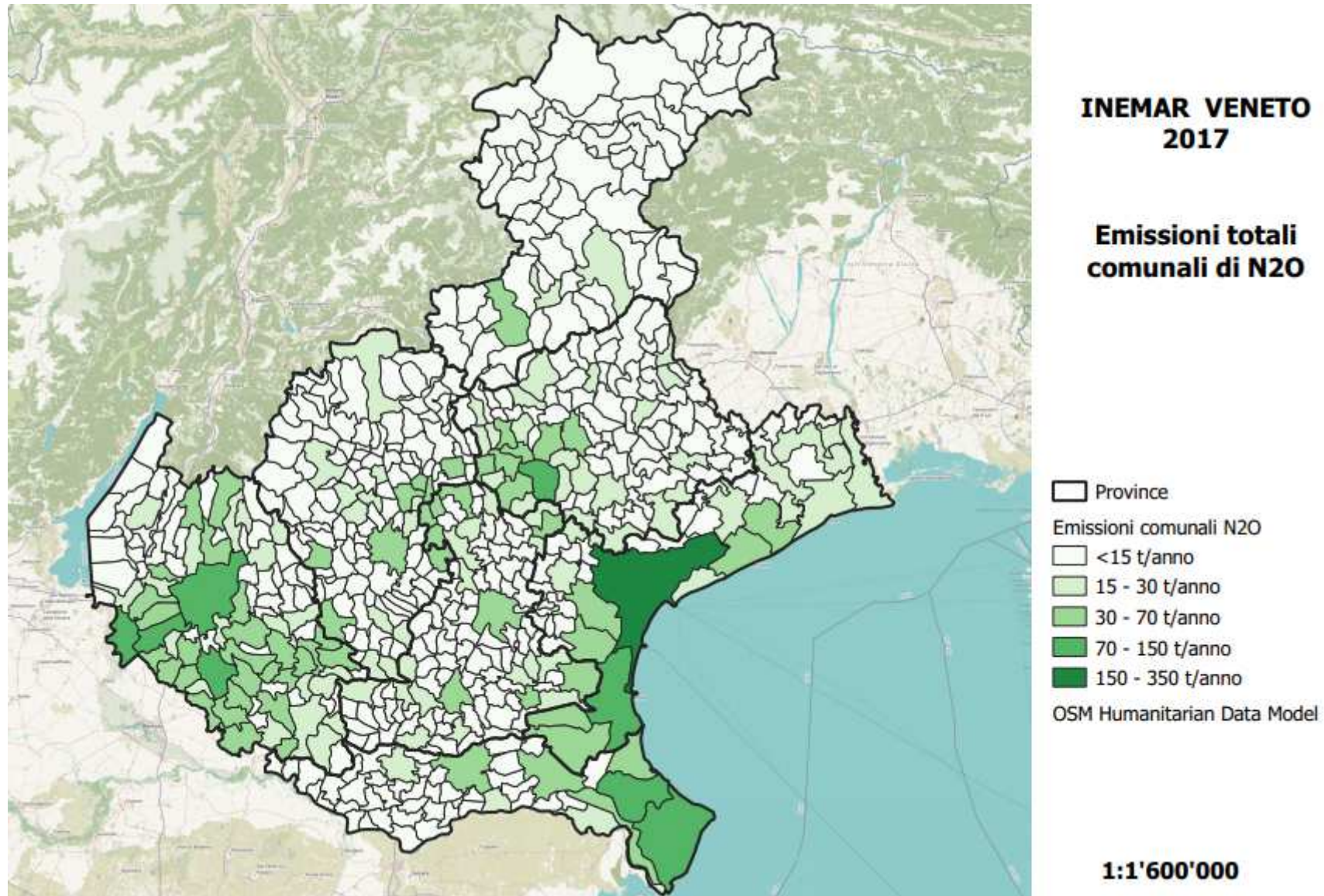


Figura 42: Emissioni totali comunali 2017 di As (kg/a)

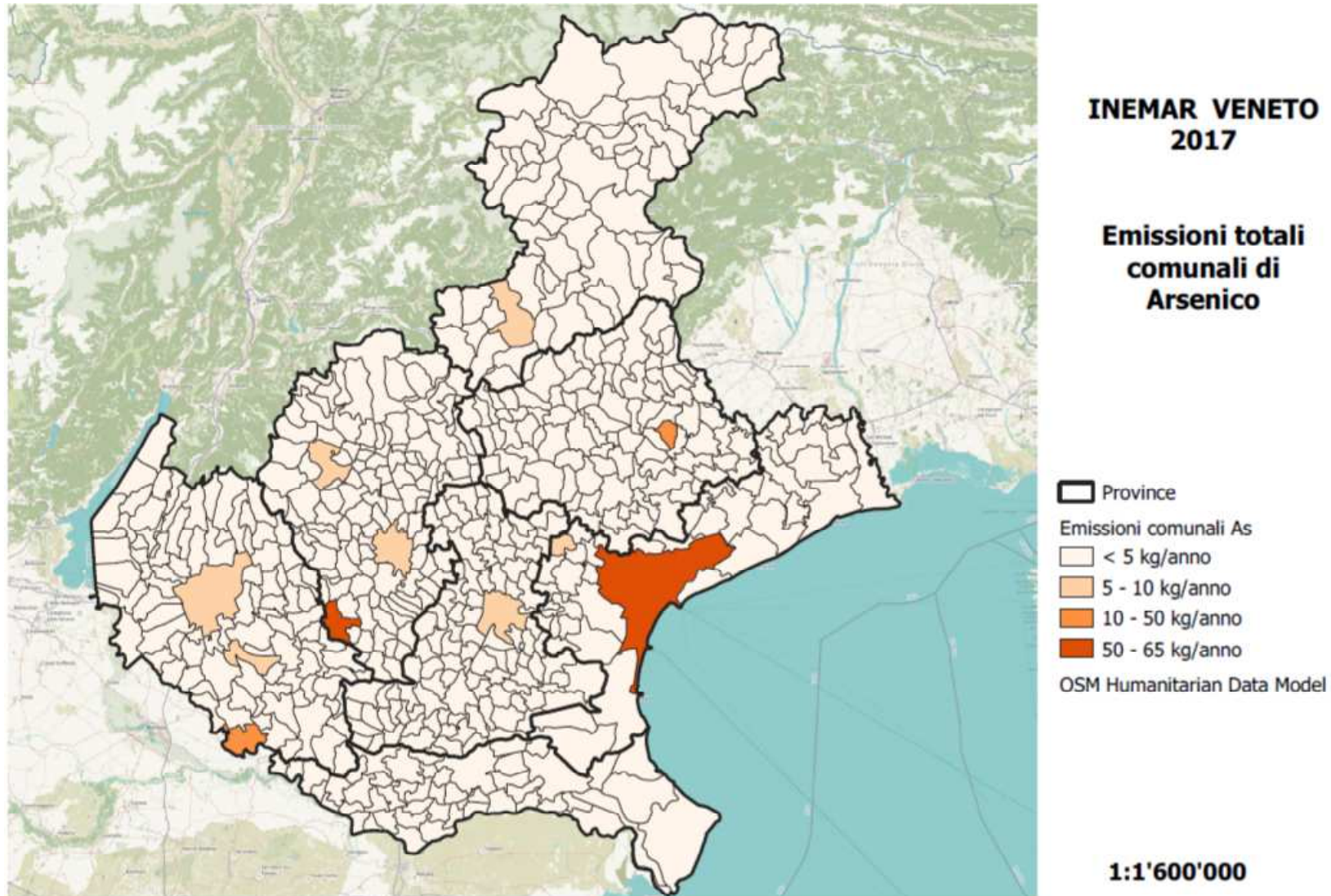


Figura 43: Emissioni totali comunali 2017 di Cd (kg/a)

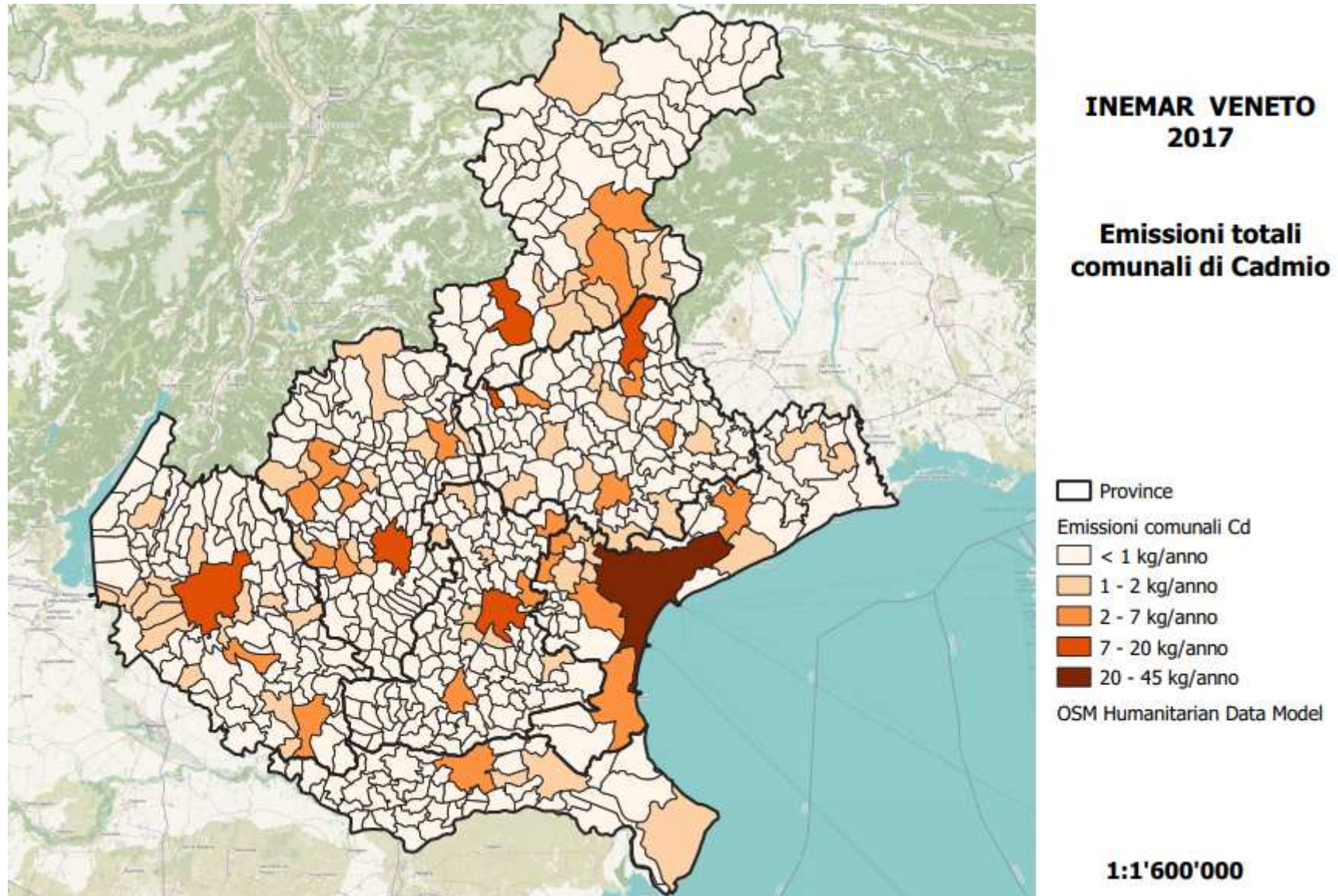


Figura 44: Emissioni totali comunali 2017 di Ni (kg/a)

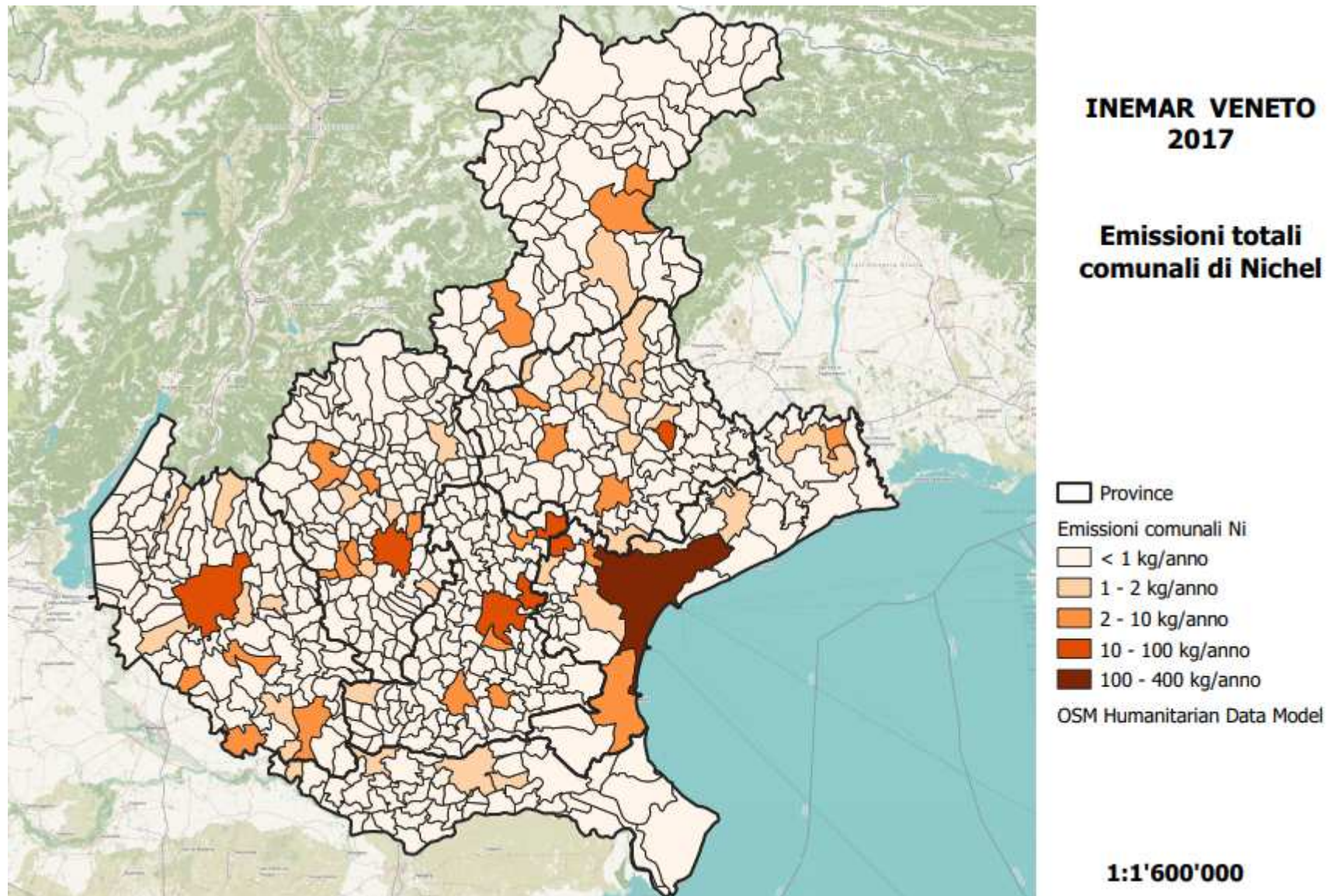


Figura 45: Emissioni totali comunali 2017 di Pb (kg/a)

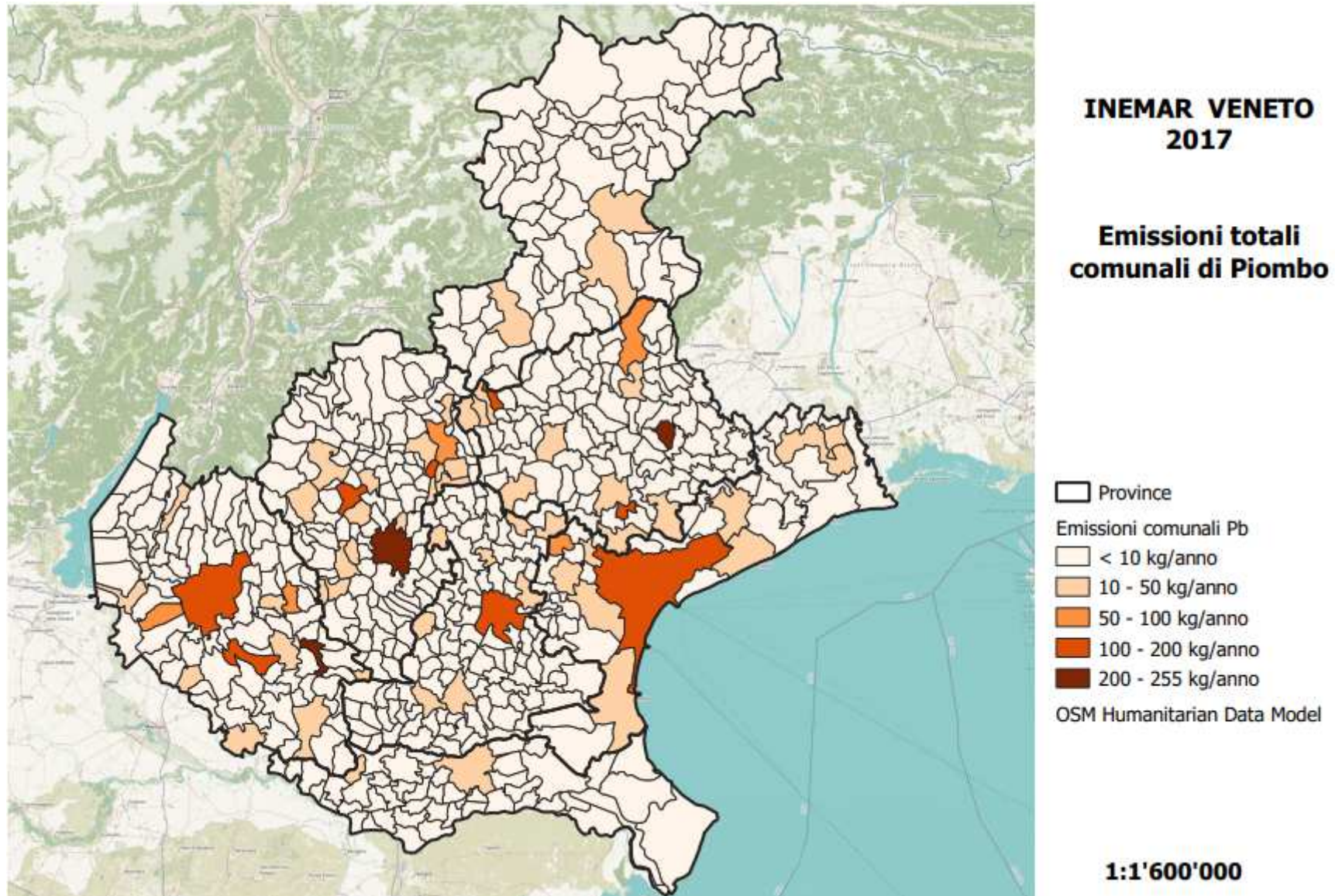
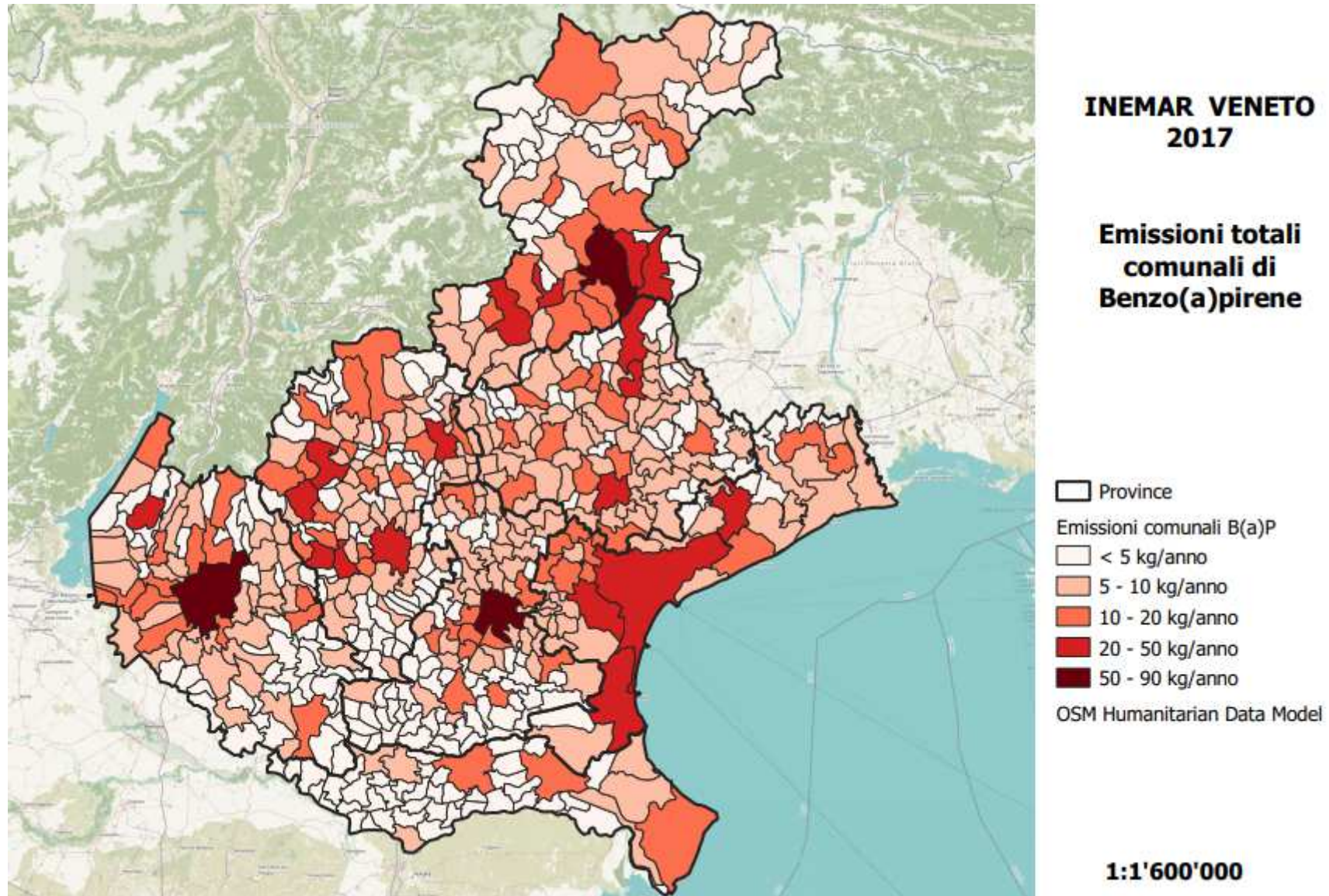


Figura 46: Emissioni totali comunali 2017 di BaP (kg/a)



Bibliografia

ACI-Automobile Club Italia, Parco circolante classificato per classe COPERT

<http://www.aci.it/laci/studi-e-ricerche/dati-e-statistiche/autoritratto.html>

ARPAV, Approfondimenti sull'inquinamento atmosferico prodotto dal traffico navale

<http://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/aria/qualita-dellaria/approfondimenti/inquinamento-atmosferico-in-ambito-portuale-approfondimenti>

ARPAV, Progetto PREPAIR (LIFE 15 IPE IT 013), Action D3. Consumo residenziale di biomasse legnose nel bacino padano. Report sull'indagine per stimare i consumi di biomasse legnose nel residenziale (01/02/2020)

http://www.lifeprepare.eu/wp-content/uploads/2017/06/D3_Report-indagine-sul-consumo-domestico-di-biomasse-legnose-1.pdf

Università di Padova, Dipartimento di Ingegneria Industriale, ARPAV e AIEL. Progetto PREPAIR (LIFE 15 IPE IT 013), Action D3. Bilancio energetico del settore residenziale. Report sui consumi dei vettori energetici impiegati nel riscaldamento delle abitazioni del bacino padano (31/07/2020)

https://www.lifeprepare.eu/wp-content/uploads/2020/10/D3_Report-sul-bilancio-energetico_Rev3_per_publicazione.pdf

ARPAV - Regione del Veneto, febbraio 2015. "Indagine sul consumo domestico di biomasse legnose in Veneto. Risultati dell'indagine campionaria e stima delle emissioni in atmosfera".

http://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/aria/file-e-allegati/Consumi%20domestici%20legna%20in%20Veneto_1.0.pdf

Assobirra https://www.assobirra.it/wp-content/uploads/2018/07/AnnualReport_2017_2.pdf

Assofonderie

<https://www.assofond.it/documents/20142/70019/Relazione+2017.pdf/db93342c-3473-ee85-c72e-d8a90348bce2>

EAPA - European Asphalt Pavement Association

https://eapa.org/wp-content/uploads/2019/08/Asphalt-in-figures_2017.pdf

ECF – European Coffee Federation <https://www.ecf-coffee.org/wp-content/uploads/2020/09/European-Coffee-Report-2017-2018.pdf>

EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2013

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

EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2016

<http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2016>

EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2019

<https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2019>

European Environment Agency (EEA), European Pollutant Release and Transfer Register (E-PRTR)

<http://prtr.ec.europa.eu/#/home>

EUROSTAT, Prodcom annual data 2017

<http://ec.europa.eu/eurostat/web/prodcom/data/excel-files-nace-rev.2>

INEMAR - Manuali di utilizzo dei moduli INEMAR 7/2017 e DB dei Fattori di Emissione:

<http://www.inemar.eu/xwiki/bin/view/InemarWiki/>

<http://www.inemar.eu/xwiki/bin/view/FontiEmissioni/RicercaMSA>

ISTAT, 10° Censimento dell'Agricoltura 2010 <http://dati-censimentoagricoltura.istat.it/?lang=it>

ISTAT, Rilevazione annuale della produzione industriale (Prodcom)

INEMAR Veneto 2017 – Relazione generale

http://dati.istat.it/Index.aspx?DataSetCode=DCSC_INDXPRODIND_1#
ISTAT, 2013 – I consumi energetici delle famiglie
https://www.istat.it/it/files/2014/12/StatReport_Consumi_energetici.pdf

Ministero della Salute – Banca Dati Nazionale dell'Anagrafe Zootecnica istituita dal Ministero della Salute presso il CSN dell'Istituto "G. Caporale" di Teramo" https://www.vetinfo.it/j6_statistiche/#/

MISE - Ministero dello Sviluppo Economico - Dipartimento per l'Energia - Statistiche ed analisi energetiche e minerarie <http://dgsaie.mise.gov.it/dgerm/>

Progetto MED APICE “Reducing atmospheric pollution in the Mediterranean port cities”
<http://www.apice-project.eu/>
<https://www.arpa.veneto.it/arpavinforma/pubblicazioni/reducing-atmospheric-pollution-in-the-mediterranean-port-cities.-the-results-of-apice-project>

Progetto MED CAIMANs “Cruise and passenger ship Air quality Impact Mitigation ActioNs”
<http://www.arpa.veneto.it/servizi-ambientali/cooperazione/programmazione-2007-2013-1/caimans>

Regione del Veneto, Carta Forestale Regionale 2005
<https://www.regione.veneto.it/web/agricoltura-e-foreste/carta-categorie-forestali>

Regione del Veneto, Area Programmazione e Sviluppo Strategico, Direzione Relazioni Internazionali, Comunicazione e Sistar, UO Sistema Statistico Regionale (SISTAR), Imprese e Unità locali nel Veneto
http://statistica.regione.veneto.it/banche_dati_economia_impresa.jsp

Regione del Veneto, Sistema informativo regionale - A58-web Nitrati- portale PIAVe

M. Stortini, G. Bonafè, ARPA Emilia-Romagna, “Quali sono le origini del particolato”, Ecoscienza n°1 2017, https://www.arpae.it/cms3/documenti/_cerca_doc/ecoscienza/ecoscienza2017_1/Ecoscienza1_2017.pdf, pg 13.

Ringraziamenti

Si ringrazia per la fornitura dei dati (*in ordine alfabetico*):

- ACTV S.p.A.
- Aeroporto Valerio Catullo di Verona Villafranca S.p.A. – Sicurezza Ambiente
- ARERA - Autorità di Regolazione per Energia, Reti e Ambiente - Direzione Osservatorio, vigilanza e controlli
- ARPAV:
 - Dipartimenti Provinciali di Belluno, Padova, Rovigo, Treviso, Venezia, Verona, Vicenza
 - Dipartimento Regionale Sicurezza del Territorio, UO Previsioni Meteorologiche, Ufficio previsioni
 - Area Innovazione e Sviluppo, UO Transizione Digitale e ICT, Ufficio transizione digitale e portali
 - Dipartimento Regionale Qualità dell'Ambiente, UO Acque Interne, Ufficio fonti di pressione acque potabili
 - Dipartimento Regionale Rischi tecnologici e fisici, UO Rischio Industriale e Impiantistico, Ufficio di supporto tecnico operativo alle istruttorie e controlli
 - Dipartimento Regionale Rischi tecnologici e fisici, UO Economia Circolare e ciclo dei rifiuti, Ufficio impiantistica rifiuti
 - Dipartimento Regionale Qualità dell'Ambiente, UO Qualità del Suolo, Ufficio prevenzione e protezione suolo
- AVEPA, Agenzia VEneta per i Pagamenti in Agricoltura
- Autorità di Sistema Portuale del Mare Adriatico Settentrionale
- Capitaneria di Porto di Chioggia
- Ente Nazionale Risi, Centro Ricerche sul Riso - Dipartimento di Agronomia
- Gruppo SAVE - SAVE S.p.a.
- ISPRA, Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, Area per la valutazione delle emissioni, la prevenzione dell'inquinamento atmosferico e dei cambiamenti climatici, la valutazione dei relativi impatti e per le misure di mitigazione e adattamento
- Ministero dell'Interno - Dipartimento dei Vigili del Fuoco, del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile
- Regione del Veneto:
 - Direzione Relazioni Internazionali, Comunicazione e Sistar, UO Sistema Statistico Regionale (SISTAR)
 - Direzione Adg FEASR e foreste, Ufficio Pianificazione Forestale
 - Direzione Agroambiente, programmazione e gestione ittica e faunistico venatoria, UO Agroambiente
 - Direzione Difesa del suolo, UO Geologia
 - Direzione Protezione Civile e Polizia Locale, UO Protezione Civile
- Trenitalia SpA, Direzione Trasporto Regionale Veneto, Divisione Passeggeri
- Trenitalia SpA, Divisione Passeggeri LH, Esercizio Frecciabianca — IMC Mestre

APPENDICE

A. Principali caratteristiche di un inventario regionale delle emissioni in atmosfera

Secondo la **metodologia** di riferimento europea per la costruzione dell'inventario delle emissioni in atmosfera, denominata **EMEP/CORINAIR**, le attività antropiche e naturali in grado di produrre emissioni in atmosfera sono catalogate secondo la nomenclatura SNAP97 (Selected Nomenclature for Air Pollution 97), a sua volta articolata in 11 Macrosettori emissivi (rif. Tabella A-1), 76 Settori e 378 Attività²⁰.

Ciascuna realtà territoriale che fa da riferimento spaziale all'inventario presenta, naturalmente, delle specificità in termini di fonti emissive, pertanto non sempre l'inventario include tutte le attività SNAP97.

Tabella A-1: Elenco e descrizione degli 11 Macrosettori CORINAIR

Macrosettore CORINAIR	Descrizione
M01	Combustione - Energia e industria di trasformazione
M02	Combustione - Non industriale
M03	Combustione – Industria
M04	Processi Produttivi
M05	Estrazione, distribuzione combustibili fossili / geotermico
M06	Uso di solventi
M07	Trasporti Stradali
M08	Altre Sorgenti Mobili
M09	Trattamento e Smaltimento Rifiuti
M10	Agricoltura
M11	Altre sorgenti di Emissione ed Assorbimenti

L'inventario contiene al proprio interno le seguenti informazioni:

- stima delle emissioni inquinanti, specificando il contributo delle diverse sorgenti;
- area geografica coperta;
- riferimento temporale;
- dati statistici riferiti alla popolazione, allo sviluppo ed all'economia;
- procedure di stima;
- fonte dei dati e dei fattori di emissione utilizzati.

Alla stima vera e propria delle emissioni si perviene attraverso il censimento delle sorgenti di inquinamento e la successiva compilazione dell'inventario.

La metodologia "ideale" per la realizzazione di un inventario delle emissioni prevede la quantificazione diretta, tramite misurazioni, di tutte le emissioni delle diverse tipologie di sorgenti per l'area ed il periodo di interesse. È evidente che questo approccio non è nella pratica utilizzabile, considerata l'elevata numerosità delle fonti emissive presenti sul territorio.

L'alimentazione dell'inventario comporta, dunque, la raccolta di una grande mole di informazioni appartenenti alle seguenti due macrocategorie:

- **dati di emissione "misurati"**: consentono di delineare l'emissione di una fonte inquinante in base a misure vere e proprie, realizzate nell'ambito di programmi periodici di verifiche analitiche e di autocontrolli o derivanti dai sistemi di monitoraggio in automatico delle emissioni (SME);
- **indicatori di attività**: permettono di stimare l'emissione di un'attività antropica o naturale mediante l'utilizzo di un Fattore di Emissione (FE), attraverso la seguente formula:

$$E = A \times FE$$

dove:

E: emissione espressa come massa (ad es. tonnellate di PM₁₀ prodotte in un anno dal riscaldamento civile che impiega la legna come combustibile – unità di misura ton/anno);

²⁰ Attualmente la metodologia l'EMEP/EEA per la redazione degli inventari delle emissioni, che costituisce il riferimento sia per gli inventari nazionali che per INEMAR, adotta la nomenclatura NFR per la classificazione delle attività emissive. L'aggiornamento più recente disponibile delle linee guida, Air pollutant emission inventory guide book, è relativo al 2019 (<https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2019>). Nonostante l'allineamento, laddove ritenuto possibile o conveniente, del software INEMAR con le metodologie di stima e i fattori di emissione, la classificazione adottata per la redazione dell'inventario regionale veneto rimane SNAP97.

A: indicatore dell'attività (ad es. tonnellate di legna bruciate in un anno espresse come energia termica sviluppata dalla combustione, unità di misura GJ/anno);
FE: fattore di emissione²¹, espresso come massa in rapporto all'indicatore di attività caratteristico della sorgente considerata (ad es. grammi di PM₁₀/unità di energia sviluppata dalla combustione in GJ).

Talvolta non è disponibile l'indicatore di attività comunale, bensì solo provinciale o regionale, pertanto dapprima l'emissione viene calcolata a livello provinciale o regionale e successivamente viene distribuita (o disaggregata) su quello comunale attraverso **variabili di disaggregazione spaziale** denominate "**proxy**". Le "**proxy**" debbono essere correlate all'attività delle sorgenti emissive e il loro valore deve essere noto sia sull'area più estesa (provincia/regione) sia al dettaglio territoriale di interesse (comune). Per effettuare la stima delle emissioni è dunque spesso necessario raccogliere non solo gli indicatori di attività ma anche le variabili *proxy* di disaggregazione spaziale (ad es. la popolazione, gli addetti nei diversi settori produttivi, le superfici agricole, ecc., tutti a livello comunale).

L'approccio più completo di raccolta dei dati per ciascuna sorgente emissiva (denominato **bottom-up**) richiede un notevole impegno di risorse economiche ed umane, pertanto, per ragioni di economicità, si è spesso portati a seguire tale criterio soltanto per alcune categorie di sorgenti e classi di attività. Un approccio completamente **top-down** (il processo di disaggregazione spaziale dell'emissione, cioè di ripartizione delle emissioni calcolate per una realtà territoriale più ampia al livello territoriale richiesto) può invece comportare il rischio di ottenere un'eccessiva approssimazione per la scala locale ed in particolare per la scala urbana, ottenendo un livello di dettaglio che può essere insufficiente. L'eccessivo impegno richiesto dal **bottom-up** e l'approssimazione del **top-down** costituiscono limitazioni rilevanti per entrambi gli approcci, per cui spesso è più conveniente l'utilizzo di un'opportuna combinazione dei due metodi. Tale soluzione implica una scelta metodologica diversa in relazione alle attività, agli inquinanti ed alla disaggregazione spaziale e temporale.

Nella realizzazione dell'inventario regionale per il Veneto è stata adottata la combinazione dei due approcci, stimando le principali fonti industriali mediante un approccio bottom-up, mentre ad es. il traffico, un'altra delle sorgenti inquinanti di rilevanza regionale, attraverso quello top-down. E' comunque importante sottolineare come, pur se l'inventario regionale fornisce stime delle emissioni alla scala comunale, la precisione a questa scala è sicuramente inferiore di quella potenzialmente raggiungibile con uno studio di dettaglio a scala comunale. Un inventario regionale, per sua natura, non può considerare tutte le specificità locali, ma è finalizzato a fornire un quadro di insieme, interessato a tener conto delle variazioni delle emissioni nelle diverse parti del territorio, ma soprattutto relativamente alle sorgenti più importanti. La mancanza di precisione ad una scala di dettaglio territoriale comunale è comunque un fattore di importanza secondaria, specie se si tiene conto della scala più ampia su cui si esplicano i fenomeni di inquinamento dell'aria.

B. Breve descrizione dell'implementazione del software INEMAR per l'inventario regionale del Veneto

INEMAR è un database per la costruzione dell'inventario regionale delle emissioni in atmosfera, inizialmente realizzato dalle Regioni Lombardia e Piemonte e dal 2006 sviluppato nell'ambito della convenzione interregionale di cui si è riferito nell'introduzione. Esso consente di stimare le emissioni degli inquinanti atmosferici, a livello comunale, per diversi tipi di attività (ad esempio: riscaldamento, traffico, agricoltura e industria) e per tipo di combustibile, secondo la classificazione internazionale delle fonti inquinanti SNAP97 (Selected Nomenclature for Air Pollution). Dal punto di vista metodologico INEMAR è in larga misura basato sulle linee guida EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook, con particolare riguardo ai metodi di stima e ai fattori di emissione. Questo strumento è integrato dalla metodologia e dai fattori di emissione IPCC²² per la stima dei gas ad effetto serra e, per talune attività, da fattori di emissione utilizzati nell'inventario nazionale dell'ISPRA od elaborati nell'ambito di indagini e studi di settore realizzati dal consorzio di Regioni/ARPA aderenti alla convenzione interregionale INEMAR, in quanto ritenuti più rappresentativi della realtà locale rispetto a fattori di emissione o metodologie sviluppate in ambito europeo.

²¹ Documentato nella metodologia CORINAIR od in altri database dei Fattori di Emissione, riconosciuti a livello nazionale ed internazionale.

²² [Intergovernmental Panel on Climate Change](#)

INEMAR quantifica le stime raggruppando le fonti in **moduli emissivi**, pacchetti di calcolo che racchiudono al proprio interno algoritmi, fattori di emissione e dati da assegnare in input. All'interno di ciascun modulo emissivo sono contemplate un certo numero di attività SNAP97.

I risultati dell'inventario possono perciò essere espresse secondo due forme di aggregazione: per modulo emissivo oppure, seguendo la nomenclatura SNAP97, per Macrosettore, Settore ed Attività.

Una descrizione completa della struttura del database, nella versione 7/2017 del software, è disponibile al sito: <http://www.inemar.eu/xwiki/bin/view/InemarWiki/Moduli>.

I **moduli di calcolo** implementati per la redazione dell'inventario regionale veneto sono i seguenti:

- **Aeroporti**: stima le emissioni prodotte durante il ciclo LTO (landing/take off cycle) degli aeromobili, che include tutte le attività e le operazioni di un aereo al di sotto del limite dei 1000 m oltre alle emissioni prodotte dai mezzi di supporto a terra;
- **Agricoltura**: permette di stimare le emissioni correlate alle attività agricole con consumo di fertilizzanti;
- **Biogeniche (e biogeniche su griglia)**: stima le emissioni di isoprene, monoterpeni e altri composti organici volatili (COV) derivanti dalle coltivazioni permanenti, dalle foreste decidue gestite e dalle foreste gestite di conifere;
- **Diffuse**: permette di stimare tutte le emissioni diffuse, ovvero quel tipo di emissioni che non sono localizzabili e per questo necessitano di un indicatore caratterizzante l'attività dei relativi fattori di emissione. Include ad esempio le emissioni derivanti: dalla combustione residenziale, comprese le biomasse legnose, dalla medio-piccola industria, dall'uso di vernici, dai mezzi off-road (mezzi agricoli e industriali, treni diesel) dalla gestione dei reflui zootecnici;
- **Discariche**: permette di eseguire una stima delle emissioni legate al trattamento finale dei rifiuti; al suo interno sono stimate sia le emissioni legate alla combustione del biogas prodotto dalla degradazione del rifiuto in esse conferito, sia quelle legate alla quantità di biogas che le reti di captazione non riescono ad intercettare e che quindi viene rilasciato in atmosfera;
- **Foreste**: fornisce stime degli assorbimenti forestali a livello regionale basandosi sui dati di superficie forestali e di stock comunicati da ISPRA, utilizzando dati regionali per la disaggregazione alla scala comunale;
- **Puntuali**: utilizzato per le sorgenti industriali di maggiore importanza in termini emissivi, consente di stimarne le emissioni o mediante l'inserimento di misure dirette eseguite a camino (che sono pertanto contrassegnate con la sigla PM, puntuali misurate) oppure, quando non è disponibile l'emissione misurata, il sistema ne effettua la stima tramite l'indicatore di attività ed il fattore di emissione (PS, puntuali stimate);

Le principali attività emissive non stimate attraverso il software INEMAR sono il Traffico e i Porti di Venezia e Chioggia, nonché i natanti per la navigazione interna, sia lagunare che lacuale, nonché alcune attività minori come le vetrerie artistiche e i mezzi militari. Per una descrizione delle metodologie utilizzate per queste stime si rimanda al Capitolo 2 della Relazione e all'Allegato I.

Per una descrizione di maggiore dettaglio del database INEMAR e degli algoritmi di calcolo delle emissioni, nell'ambito di ciascun modulo emissivo, si rimanda al Wiki del gruppo di lavoro delle Regioni/ARPA aderenti alla convenzione interregionale INEMAR, denominato [INEMARWiki](#).

INEMARWiki è un manuale interattivo al cui interno sono raccolte tutte le informazioni per garantire all'utente un'informazione completa ed aggiornata sulla struttura e sul funzionamento del database INEMAR.

Per una descrizione di dettaglio sulle fonti degli indicatori e sui Fattori di Emissione utilizzati si richiama al secondo Wiki del gruppo di lavoro interregionale, denominato [INEMARWiki Fonti](#).

Dipartimento Regionale Qualità dell'Ambiente
Unità Organizzativa Qualità dell'Aria
(Riferimenti alla struttura che cura la produzione dei contenuti)
Via Lissa, 6
30171 Mestre-Venezia, (VE)
Italy
Tel. +39 041 544 5542
E-mail: orar@arpa.veneto.it



ARPAV

Agenzia Regionale per la Prevenzione e
Protezione Ambientale del Veneto
Direzione Generale
Via Ospedale Civile, 24
35121 Padova
Italy
Tel. +39 049 8239 301
Fax +39 049 660966
e-mail: urp@arpa.veneto.it
e-mail certificata: protocollo@pec.arpa.veneto.it
www.arpa.veneto.it