

La stima delle emissioni in atmosfera nella Provincia di Padova

A cura di Erika Baraldo e Silvia Pillon, Servizio Osservatorio Aria

L'inventario delle emissioni in atmosfera

L'inventario delle emissioni in atmosfera è una raccolta coerente ed ordinata dei valori delle emissioni generate dalle diverse attività naturali e antropiche, quali ad esempio i trasporti su strada, le attività industriali o gli allevamenti, riferita ad una scala territoriale e ad un intervallo temporale definiti.

L'inventario non costituisce un calcolo esatto dell'emissione ma una stima dei contributi emissivi provenienti dall'insieme delle attività antropiche e naturali collocate in un determinato territorio in un certo periodo temporale. Il calcolo esatto delle emissioni di inquinanti non sarebbe infatti praticamente effettuabile data la complessità e la quantità delle sorgenti esistenti.

L'inventario delle emissioni individua i settori su cui indirizzare le misure e le azioni per la riduzione delle emissioni inquinanti. Esso costituisce quindi uno strumento fondamentale per la pianificazione di settore, ad esempio all'interno del Piano Regionale di Tutela e Risanamento dell'Atmosfera (approvato con Deliberazione del Consiglio Regionale n. 90 del 19.04.2016), poiché fornisce un supporto conoscitivo e decisionale alla valutazione e gestione della qualità dell'aria.

Lo strumento informatico utilizzato per costruire l'inventario delle emissioni in atmosfera del Veneto è il database INEMAR (acronimo di Inventario Emissioni Aria), un software messo a punto dalla Regione Lombardia con la collaborazione della Regione Piemonte e, dal 2003, gestito da ARPA Lombardia. Dal 2006 INEMAR viene utilizzato nell'ambito di una convenzione interregionale, che tuttora vede fra i partecipanti le Regioni e/o le Agenzie ambientali del Bacino Padano-Adriatico (Lombardia, Piemonte, Veneto, Friuli Venezia Giulia, Emilia-Romagna, le Province autonome di Trento e di Bolzano) e la Puglia. Dal 2009 al 2011 ha partecipato al consorzio anche la Regione Marche.

La procedura di redazione di INEMAR Veneto prevede le seguenti fasi di elaborazione:

- **popolamento** dell'inventario e stima delle emissioni;
- **revisione interna**: i risultati ottenuti per le fonti puntuali sono 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); le stime delle fonti puntuali vengono quindi corrette o riviste secondo le osservazioni pervenute, laddove possibile o coerente con le metodologie adottate;
- **revisione esterna**: i risultati della stima, integrati delle osservazioni pervenute in revisione interna, sono pubblicati sul sito della Regione del Veneto e di ARPAV per un periodo di tempo congruo a consentire l'elaborazione di commenti da parte del pubblico. L'inventario pubblicato in revisione esterna è pertanto passibile di ulteriori modifiche;
- al termine della fase di revisione esterna l'inventario regionale viene pubblicato nuovamente sui siti web di Regione ed ARPAV nella **versione definitiva**.

I dati degli inventari definitivi a livello comunale, per ciascuna annualità, sono disponibili alla pagina <http://www.arpa.veneto.it/dati-ambientali/open-data/atmosfera/dati-comunali-emissioni-inemar-veneto>.

Il software INEMAR

Il software IN.EM.AR. è in larga misura basato sulla metodologia EMEP-EEA per la definizione dei metodi di stima, fattori di emissione e nomenclatura delle fonti. Questo strumento è integrato dalla metodologia e dai fattori di emissione IPCC per la stima dei gas ad effetto serra, e, per talune attività SNAP97, 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.

La metodologia EMEP-EEA

Il D.Lgs. n. 155/2010 indica nella versione più aggiornata del manuale EMEP-EEA, pubblicato sul sito dell'Agenzia Europea dell'Ambiente (e nei documenti elaborati dall'ISPRA già APAT), la metodologia di riferimento per la realizzazione di un inventario delle emissioni in atmosfera. La metodologia, denominata EMEP/CORINAIR fino al 2007, dal 2009 EMEP/EEA, contiene i metodi di stima per quantificare le emissioni

associate a ciascuna attività antropica o naturale, catalogata (fino al 2007) secondo la nomenclatura SNAP97 (Selected Nomenclature for Air Pollution 97). Le versioni successive al 2007 del manuale EMEP-EEA classificano le emissioni secondo la nomenclatura NFR (Nomenclature For Reporting), che non è stata ancora utilizzata per esprimere i risultati dell'inventario regionale veneto, per il quale è stata mantenuta la precedente nomenclatura SNAP97.

La nomenclatura SNAP97 classifica le sorgenti di emissione secondo tre livelli gerarchici: la classe più generale prevede 11 macrosettori, a loro volta suddivisi in 76 settori e 378 attività.

Si riporta l'elenco degli 11 macrosettori emissivi:

- M1: Combustione - Energia e industria di trasformazione;
- M2: Combustione - Non industriale;
- M3: Combustione - Industria;
- M4: Processi Produttivi;
- M5: Estrazione, distribuzione combustibili fossili / geotermico;
- M6: Uso di solventi;
- M7: Trasporti Stradali;
- M8: Altre Sorgenti Mobili;
- M9: Trattamento e Smaltimento Rifiuti;
- M10: Agricoltura;
- M11: Altre sorgenti di Emissione ed Assorbimenti.

La metodologia EMEP-EEA prefigura due possibili procedure di stima delle emissioni in atmosfera: top-down ("dall'alto verso il basso") e bottom-up ("dal basso verso l'alto").

L'approccio top-down parte dalla scala spaziale più ampia (es. nazionale) e discende a livelli inferiori (regioni/province/comuni), utilizzando alcune variabili surrogate scelte tra gli indicatori statistici a disposizione per la scala spaziale di interesse, che devono essere quanto più possibile correlate al processo emissivo considerato (ad es. per le attività del macrosettore Combustione - Energia e industria di trasformazione, si utilizza generalmente come variabile surrogate il consumo di combustibili).

L'approccio bottom-up parte invece dall'analisi della realtà produttiva locale per passare a quella relativa a livelli di aggregazione maggiori. In questo secondo caso, ad esempio, l'emissione prodotta in un distretto industriale viene ricostruita per tutti i camini e le altre sorgenti diffuse relative a ciascun impianto produttivo.

È subito evidente come il secondo approccio sia potenzialmente più preciso, ma richieda un grosso impegno di risorse ed energie per il recupero di un elevato numero di informazioni utili a descrivere ciascuna sorgente emissiva.

La strategia adottata più frequentemente è quella di utilizzare entrambi gli approcci in parallelo: bottom-up per le principali sorgenti puntuali (centrali termoelettriche, inceneritori, grossi cementifici, principali arterie stradali, principali centrali di teleriscaldamento, ecc.) e di considerare la rimanente porzione di rilasci come top-down.

INEMAR VENETO 2013 – dati in versione definitiva

L'inventario raccoglie le stime a livello comunale dei principali inquinanti derivanti dalle diverse attività naturali ed antropiche riferite, nella maggioranza dei casi, all'anno 2013.

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), PM_{2.5} (polveri fini aventi diametro aerodinamico inferiore a 2.5 µm), SO₂ (biossido di zolfo).

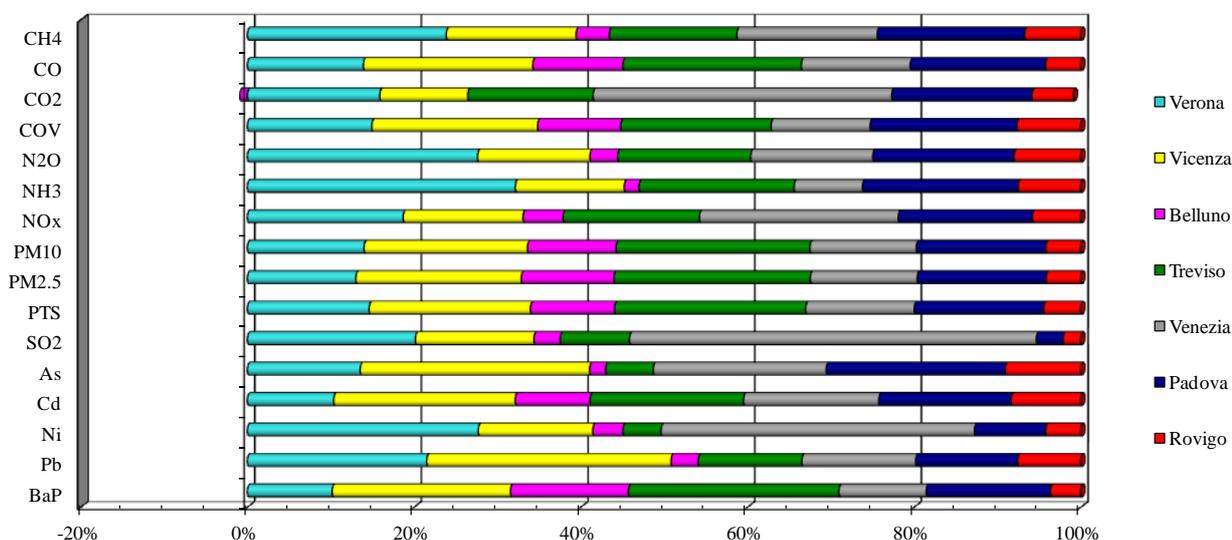
Le emissioni dei macroinquinanti sono espresse in termini di tonnellate di inquinante/anno (migliaia di tonnellate/anno per la CO₂).

Per la prima volta vengono pubblicate 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).

Le emissioni dei microinquinanti sono espresse in termini di kilogrammi di inquinante/anno.

Le emissioni in Provincia di Padova su base annuale

La ripartizione percentuale delle emissioni dei diversi inquinanti nella provincia di Padova è rappresentata nel seguente istogramma, a confronto con le altre province del Veneto.



Concentrando l'attenzione sugli inquinanti oggetto di politiche di riduzione a livello dell'intero Bacino Padano, quali gli **ossidi di azoto (NOx)**, il **particolato PM10** ed il **benzo(a)pirene (BaP)**, vengono indicati nella seguente tabella i quantitativi emessi (in tonnellate/anno per NOx e PM10, in kg/anno per BaP), stimati a livello regionale e per la provincia di Padova in riferimento all'anno 2013, ultimo inventario disponibile in versione definitiva.

Il PM10 riportato nell'inventario INEMAR costituisce solo la componente primaria dello stesso mentre non tiene conto della componente secondaria (cambio di fase tra fase gassosa e fase solida), per la quale diventano importanti gli inquinanti gassosi emessi, in primis NOx, NH₃ e SO₂. La percentuale di componente secondaria sul totale del PM10 misurato può variare da poche decine di percentili ad oltre il 50% della massa complessiva.

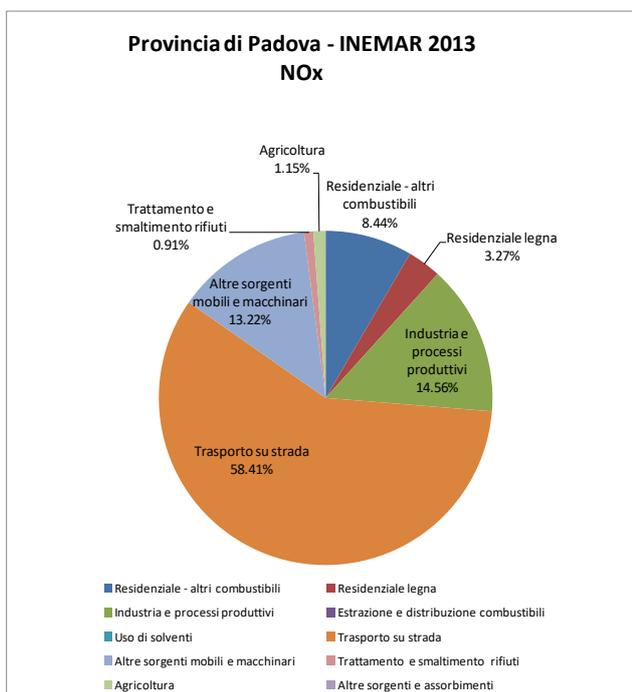
Si osserva come la Provincia di Padova contribuisca al totale regionale con il 16% delle emissioni di NOx e PM10 e con il 15% delle emissioni di BaP.

	NOx ton	PM10 ton	BaP kg
Regione	71590	15405	4074
Provincia di Padova	11514	2393	607
% Provincia PD/Regione	16 %	16 %	15 %

La ripartizione delle emissioni di ciascun inquinante tra i diversi macrosettori emissivi viene rappresentata mediante diagrammi a torta, in cui ciascun settore riporta la percentuale rispetto al totale regionale.

Rispetto agli 11 macrosettori della nomenclatura SNAP97, le emissioni sono state ripartite in modo analogo ma con alcune distinzioni e/o aggregazioni. I dati dei macrosettori 3 e 4 sono stati aggregati in un unico comparto industriale, mentre le emissioni derivanti dalla combustione non industriale (macrosettore 2) sono state distinte a seconda del combustibile utilizzato (legna, altri combustibili). Tale rappresentazione consente di mettere in risalto il contributo alle emissioni di PM10 e BaP di una sorgente-chiave quale la combustione di biomassa legnosa nel settore residenziale. Per maggior chiarezza si riportano quindi le relazioni tra i macrosettori ed i rispettivi settori dei diagrammi a torta:

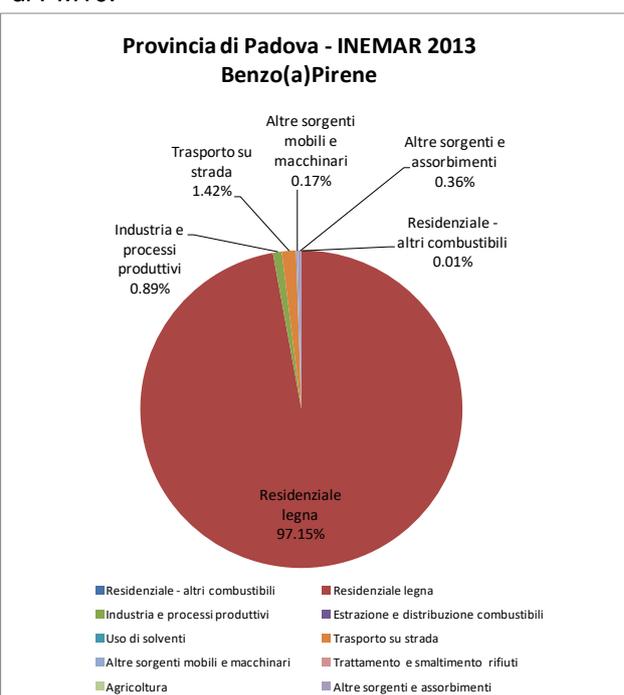
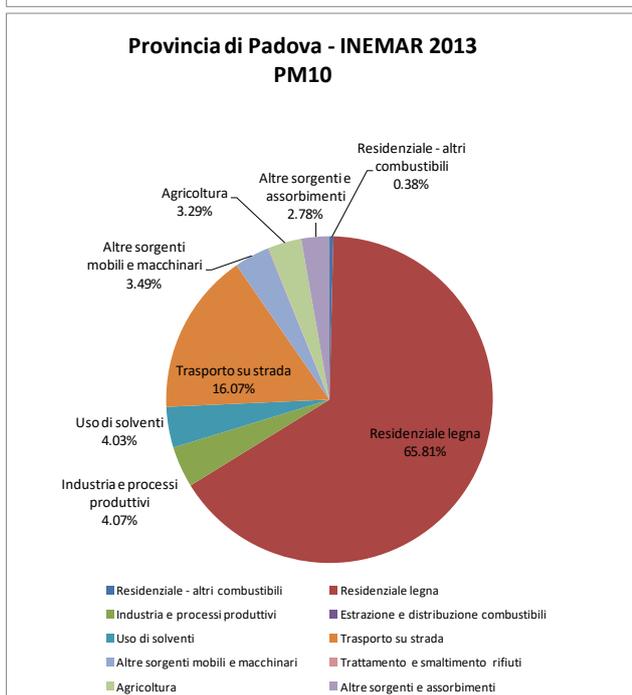
Macrosettore	Settore corrispondente nei diagrammi a torta
	2 Residenziale - altri combustibili
	2 Residenziale legna
3+4	Industria e processi produttivi
5	Estrazione e distribuzione combustibili
6	Uso di solventi
7	Trasporto su strada
8	Altre sorgenti mobili e macchinari
9	Trattamento e smaltimento rifiuti
10	Agricoltura
11	Altre sorgenti e assorbimenti



Relativamente agli NOx, il macrosettore maggiormente rappresentato è il trasporto su strada con il 58%, seguito dalla combustione nel comparto industriale e processi produttivi con il 15%, dalle altre sorgenti mobili e macchinari con il 13% e dalla combustione non industriale (legna e altri combustibili) con il 12%.

Le emissioni di PM10 derivano prevalentemente dalla combustione non industriale (66%), e sono attribuite quasi interamente alla combustione della biomassa legnosa nel settore residenziale; seguono il trasporto su strada con il 16% ed il comparto industriale e processi produttivi con il 4%.

Il benzo(a)pirene viene emesso quasi interamente dalla combustione non industriale (97%) e nello specifico dalla combustione della biomassa legnosa nel residenziale, analogamente alla principale fonte di PM10.



Le emissioni in Provincia di Padova nella stagione fredda

Nel rinnovato accordo di Programma per l'adozione coordinata e congiunta di misure per il miglioramento della qualità dell'aria nel Bacino Padano, approvato con Deliberazione della Giunta Regionale del Veneto n. 836 del 06.06.2017, è prevista l'attuazione di una serie di interventi comuni da porre in essere, in concorso con quelli previsti dalle norme e dai piani della qualità dell'aria vigenti, nei settori maggiormente responsabili di emissioni inquinanti. Le misure prevedono un periodo di attuazione tipicamente nel semestre invernale, in cui alle condizioni orografiche concorrono condizioni meteorologiche avverse (con scarsità dei venti, instaurarsi di frequenti situazioni di inversione termica, ecc.), che favoriscono la formazione e l'accumulo nell'aria di inquinanti quali NOx, PM10 e BaP.

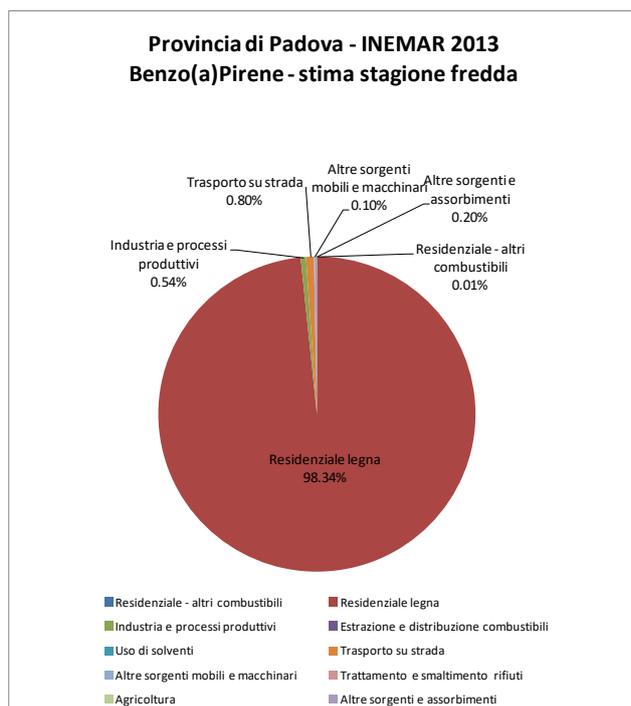
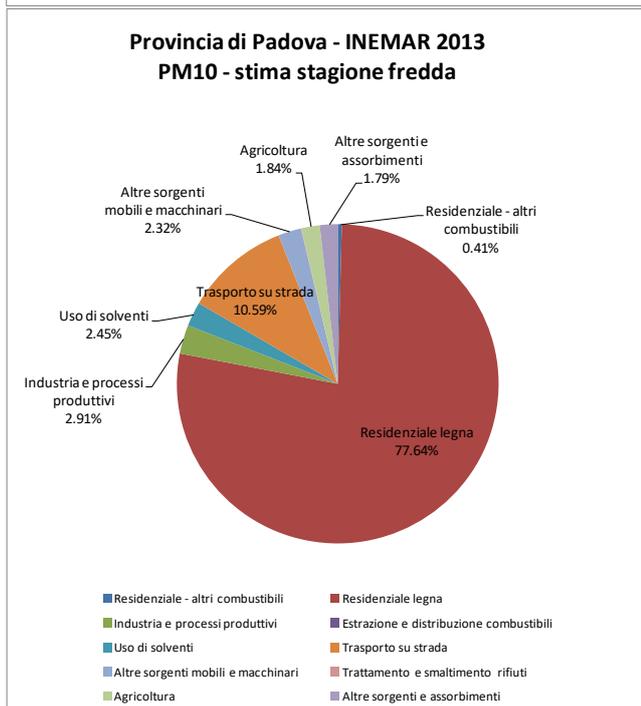
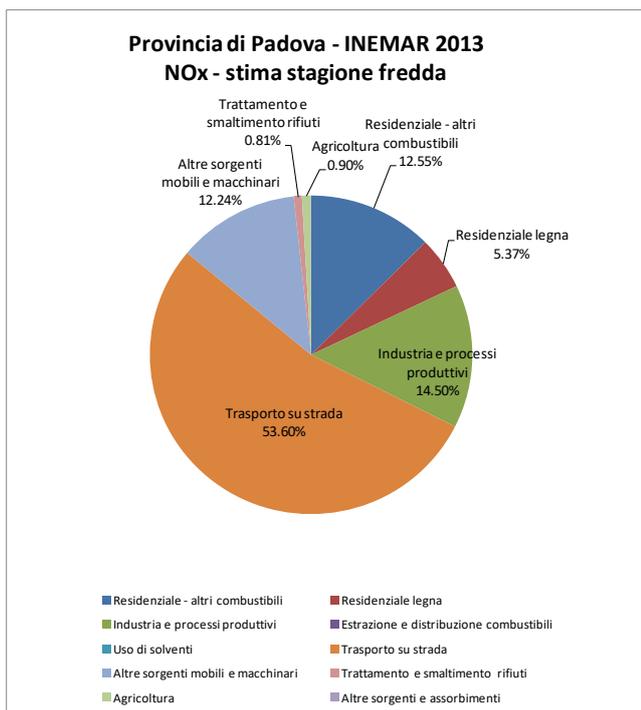
Per tali motivazioni, si è ritenuto utile stimare il contributo emissivo attribuito alla **stagione fredda** in cui si prevede di mettere in atto i provvedimenti, per ciascun settore e per ciascuno degli inquinanti di interesse, rispetto alle emissioni precedentemente stimate su base annuale. Le emissioni nella stagione fredda sono

state stimate mediante l'utilizzo di coefficienti di disaggregazione temporale utilizzati nel sistema modellistico SPIAIR¹, in uso presso il Servizio Osservatorio Aria di ARPAV.

Relativamente agli NOx, il macrosettore maggiormente rappresentato rimane il trasporto su strada, in leggera flessione rispetto al dato annuale. Si osserva un corrispondente aumento del contributo dal settore residenziale, dovuto al maggiore utilizzo durante la stagione fredda sia della legna (dal 3 al 5%) che degli altri combustibili (dall'8 al 12.5%). Le emissioni dagli altri macrosettori si mantengono pressoché costanti.

Le emissioni di PM10 dalla combustione della biomassa legnosa nel settore residenziale subiscono un aumento del 10% circa, con conseguente diminuzione del contributo del trasporto su strada in misura maggiore ed anche degli altri macrosettori.

Il benzo(a)pirene non varia la fonte principale, essendo emesso quasi interamente dalla



¹ http://www.arpa.veneto.it/ozono/doc/descrizione_SPIAIR.pdf

combustione residenziale della biomassa legnosa.

Le emissioni comunali

Nella tabella seguente vengono riportati i quantitativi totali emessi a livello comunale per i comuni di Padova, Cittadella, Este, Piove di Sacco e Monselice. Per il comune di Este, oltre al dato del 2013 riportato tra parentesi, viene indicato il valore ricalcolato in assenza del contributo del cementificio che ha cessato l'attività nel 2016. Per la cementeria in comune di Monselice, il dato di NOx si riferisce al 2013; l'aggiornamento di tale valore alle annualità successive si prevede comunque che non vada a modificare la percentuale di emissione attribuita all'industria rispetto alle altre fonti.

	NOx ton	PM10 ton	BaP kg
Regione	71590	15405	4074
Provincia PD	11514	2393	607
Comuni			
Padova	1930	228	27
Cittadella	171	56	15
Este	135* (191.5)	29	6
Piove di Sacco	145	38	10
Monselice	1071	65	13

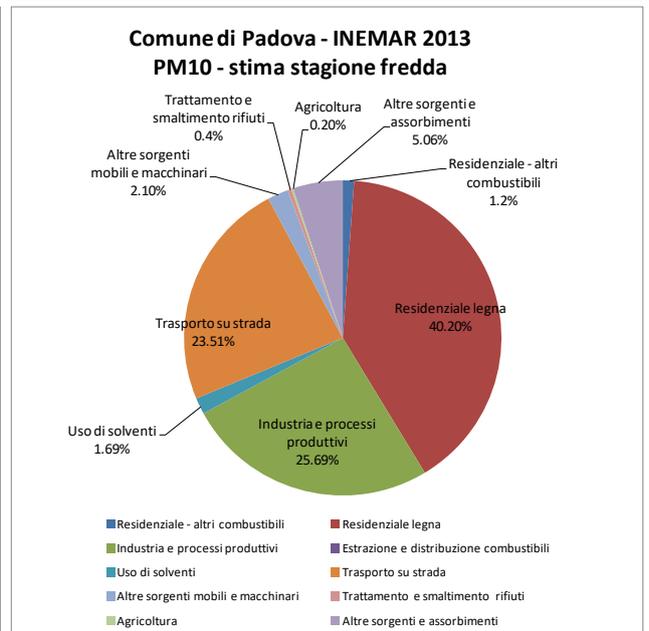
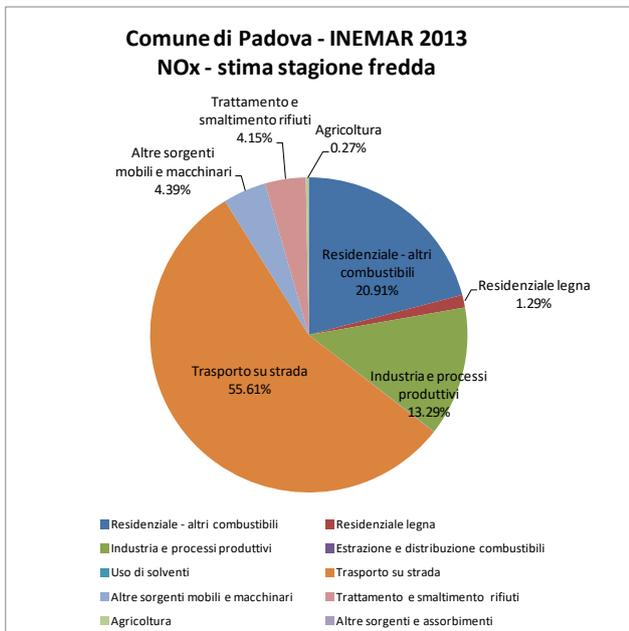
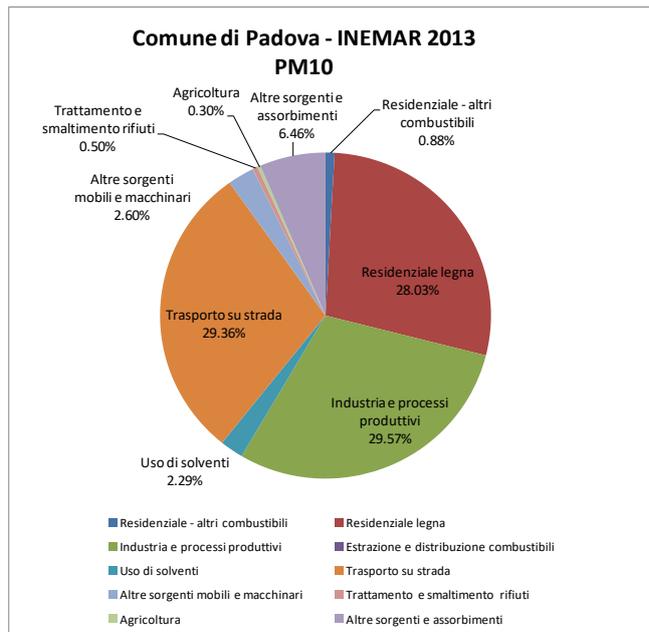
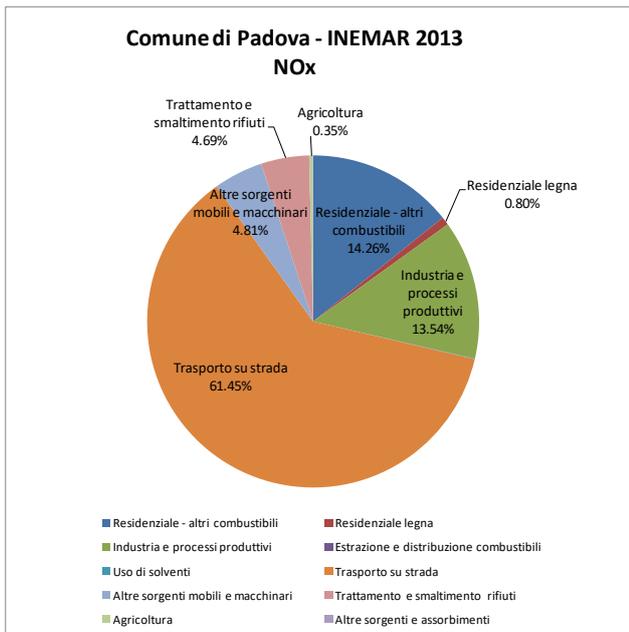
*valore aggiornato senza il contributo del cementificio

Come considerazione generale, le torte emissive possono evidenziare, per ciascun inquinante, alcune differenze nella ripartizione tra i vari macrosettori a livello comunale, e soprattutto tra il comune capoluogo di provincia e gli altri comuni considerati. Ciò è dovuto a specifici fattori che possono contribuire con diverso peso alla stima a livello comunale, tra i quali si citano:

- la presenza/assenza di sorgenti puntuali rilevanti (stabilimenti industriali, inceneritori);
- la presenza di attività artigianali, piccola-media industria e allevamenti, stimate come emissioni diffuse;
- il grado di complessità della rete stradale (autostrade, strade extraurbane e urbane) ed il traffico di attraversamento del comune;
- il numero di abitanti ed il grado di urbanizzazione;
- l'utilizzo dei diversi combustibili (metano, GPL, biomassa legnosa) per il riscaldamento domestico, unitamente alla diffusione di dispositivi più o meno inquinanti per la combustione della legna.

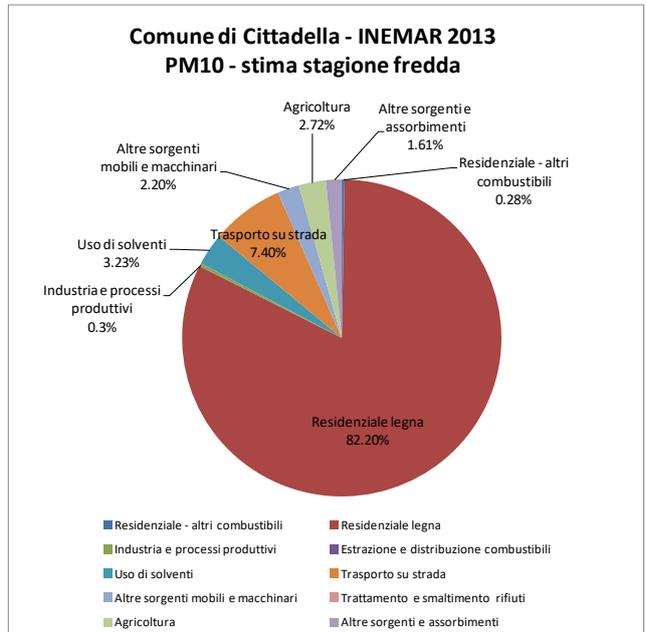
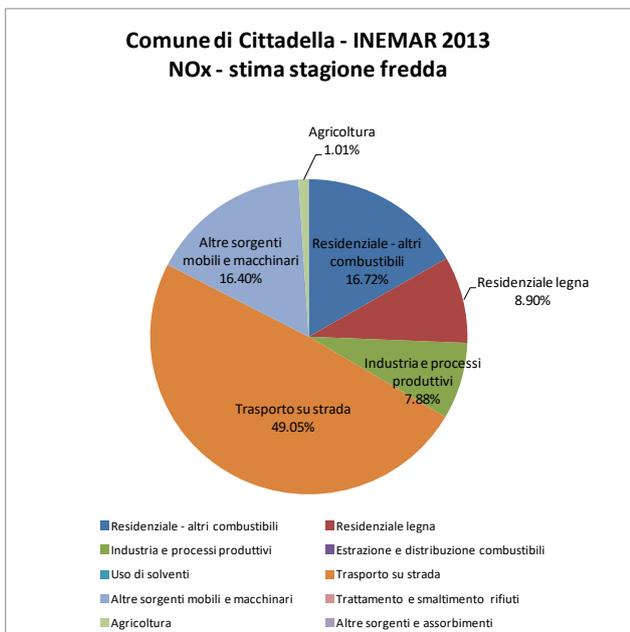
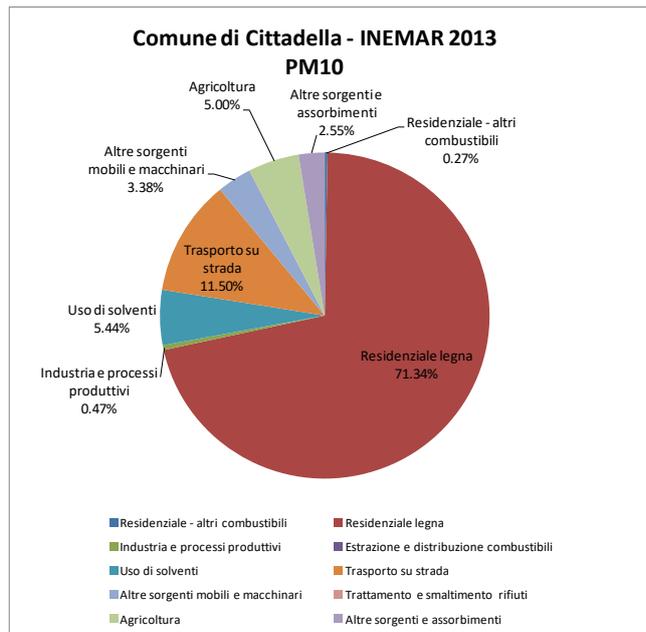
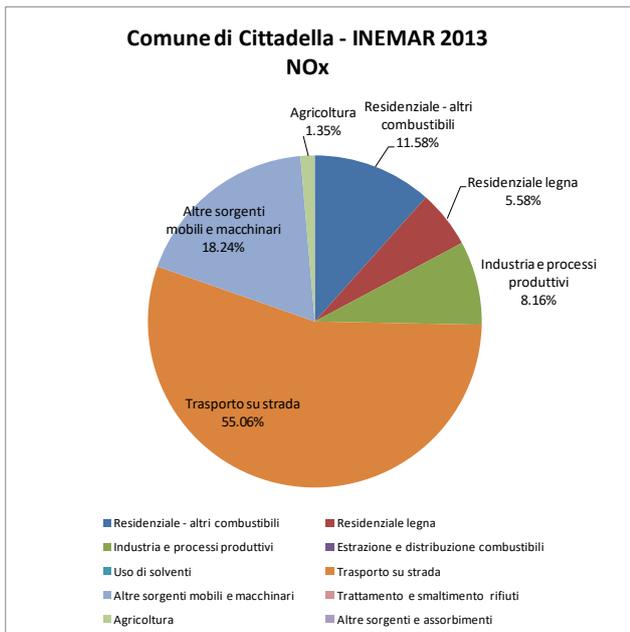
Ai fini dell'applicazione delle misure temporanee omogenee di cui all'Allegato I all'accordo di Bacino Padano, il livello amministrativo considerato è quello comunale, in riferimento al periodo di attuazione nella stagione fredda, dal 1° ottobre al 31 marzo. A tal proposito, i diagrammi a torta recanti le emissioni di NOx e PM10 su base annuale vengono confrontati con quelli relativi alla stagione fredda per i comuni di Padova, Cittadella, Este, Piove di Sacco e Monselice. Anche in questo caso, le emissioni sono state ricalcolate mediante l'utilizzo di coefficienti di disaggregazione temporale forniti dal modello fotochimico CAMx. Non si riportano i diagrammi per il benzo(a)pirene, in quanto è stato dimostrato come le emissioni dipendano quasi interamente dalla combustione residenziale della biomassa legnosa, indipendentemente dal periodo o dal livello amministrativo considerato.

Se si opera un confronto relativamente alle variazioni che intercorrono tra la stima annuale e stagionale per i diversi comuni, valgono complessivamente le stesse considerazioni espresse per la provincia di Padova. Si osserva dunque un aumento del contributo emissivo dal settore della combustione residenziale della biomassa legnosa a discapito della percentuale attribuita al trasporto su strada ed agli altri macrosettori.



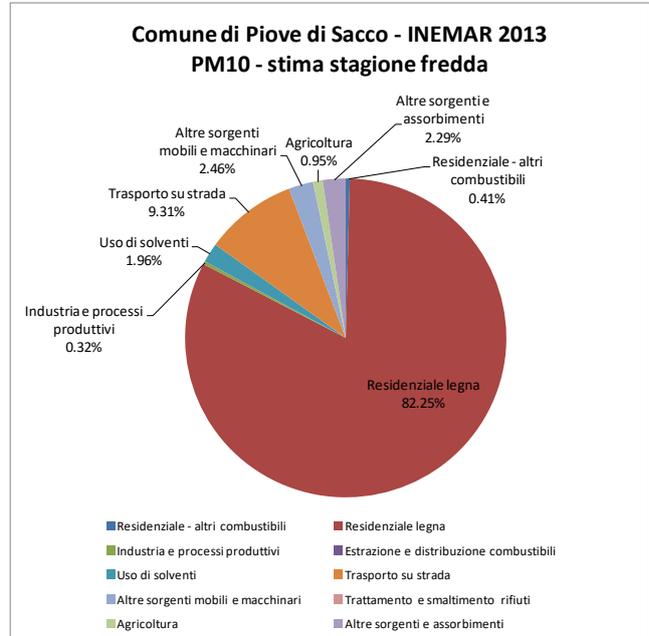
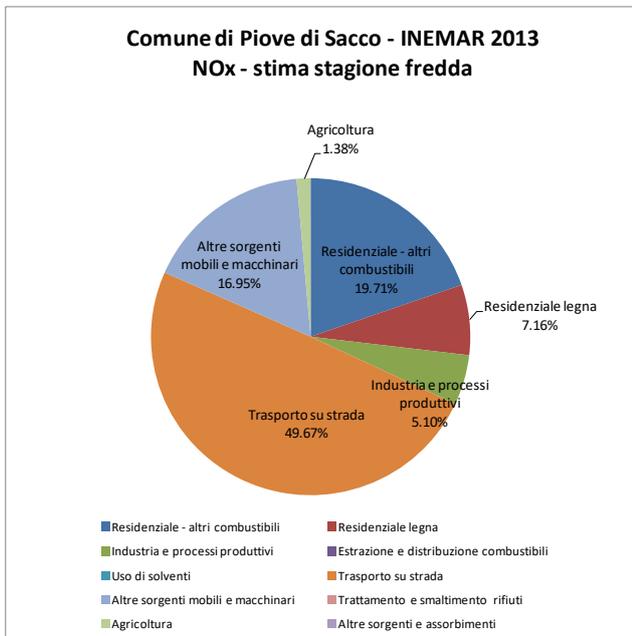
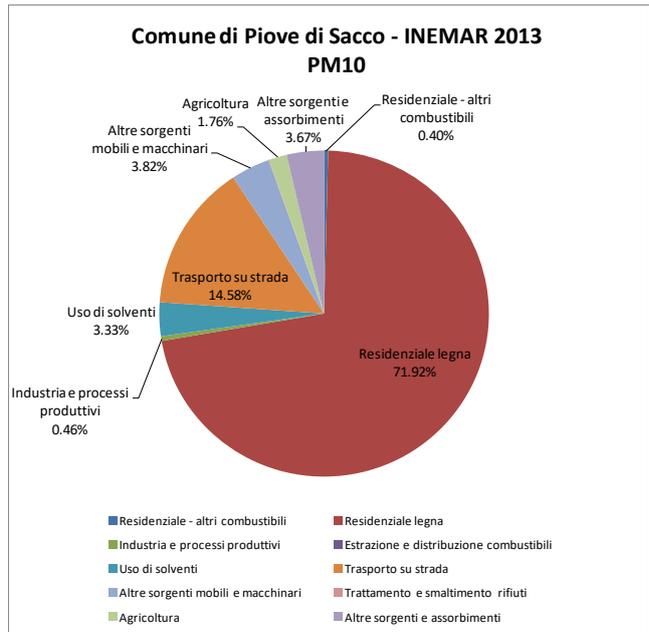
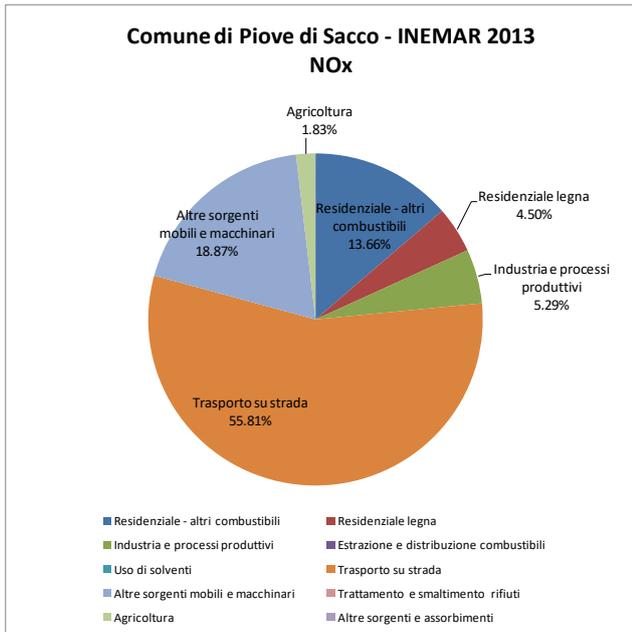
Nel comune di Padova, il macrosettore che contribuisce maggiormente alle emissioni totali di NOx è il trasporto su strada sia su base annuale che nella stagione fredda, seguito dal settore residenziale con utilizzo di combustibili diversi dalla biomassa legnosa, per cui si osserva l'incremento invernale. Il comparto industriale segue mantenendo il proprio contributo.

Relativamente al PM10 su base annuale, si osserva la stessa percentuale (circa il 29%) per i tre principali comparti: combustione residenziale, industria e processi produttivi, trasporto su strada. Nella stagione fredda si stima un considerevole aumento delle emissioni da utilizzo di legna nel residenziale, con ridimensionamento degli altri comparti.

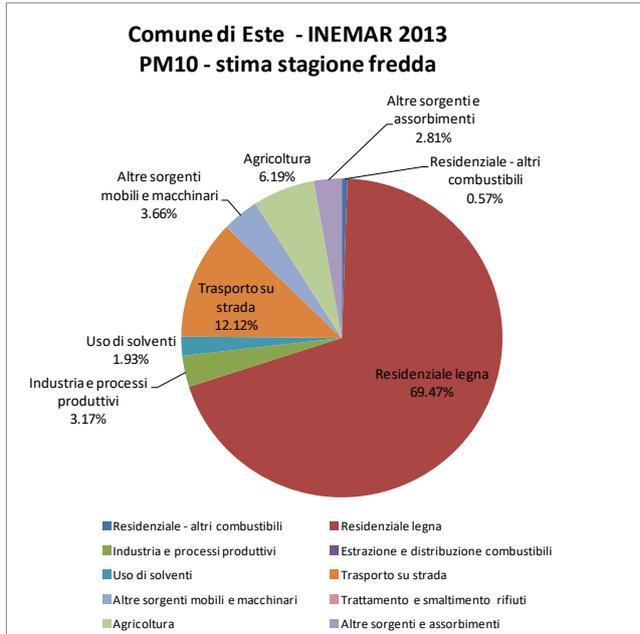
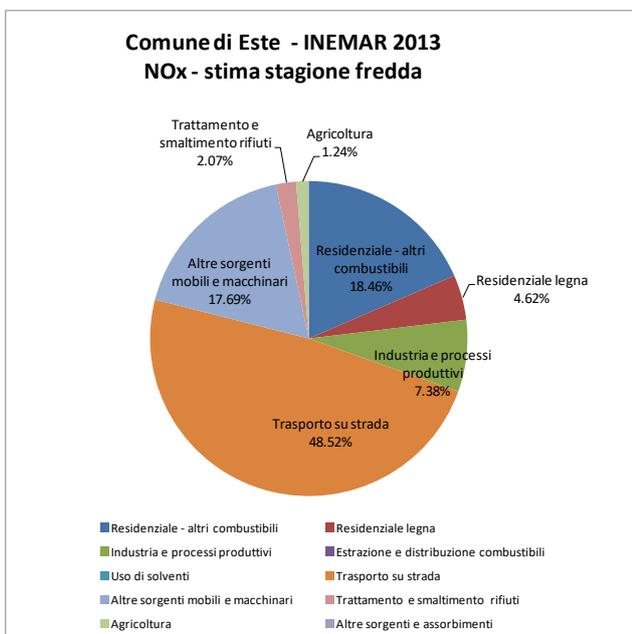
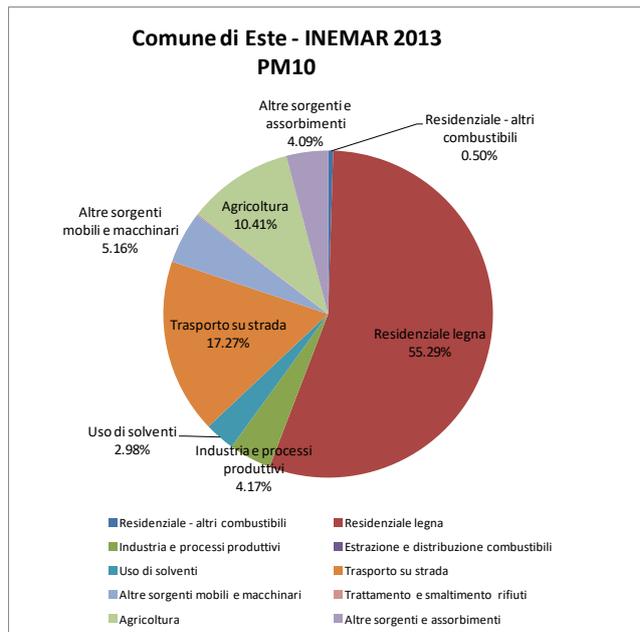
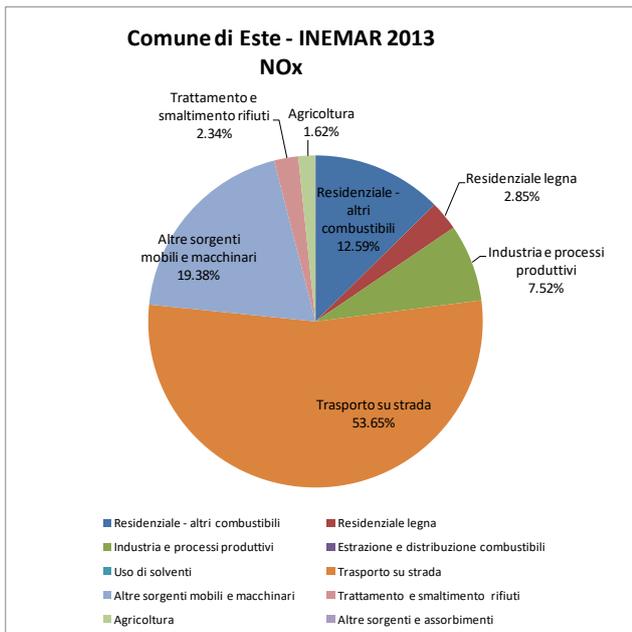


Le emissioni di NOx nel comune di Cittadella indicano una prevalenza del trasporto su strada sulle altre fonti, cui seguono le altre sorgenti mobili e macchinari, la combustione residenziale (totale) ed il comparto industriale. Un sensibile aumento del contributo dalla combustione nel settore residenziale nella stagione fredda non sposta di molto le percentuali delle altre sorgenti emissive.

La predominanza sulle altre fonti di PM10 della combustione della legna su base annuale si accentua ancor di più se si considera la stima nella stagione fredda, ove si raggiunge un contributo dell'82% rispetto alle emissioni totali comunali.

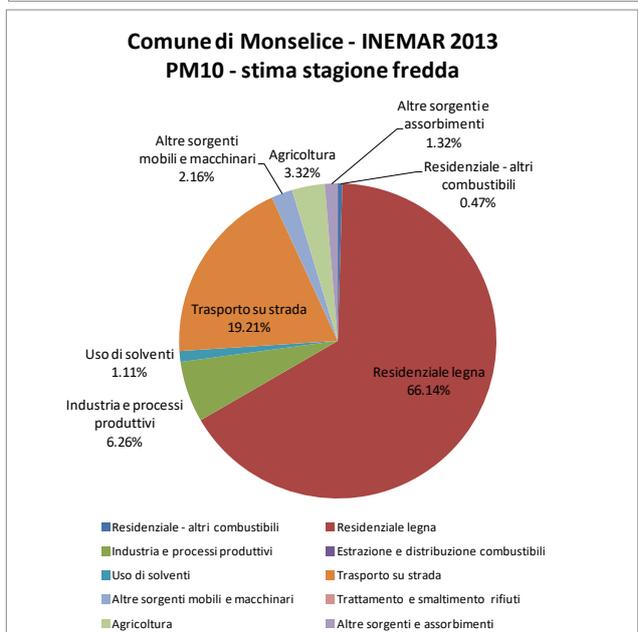
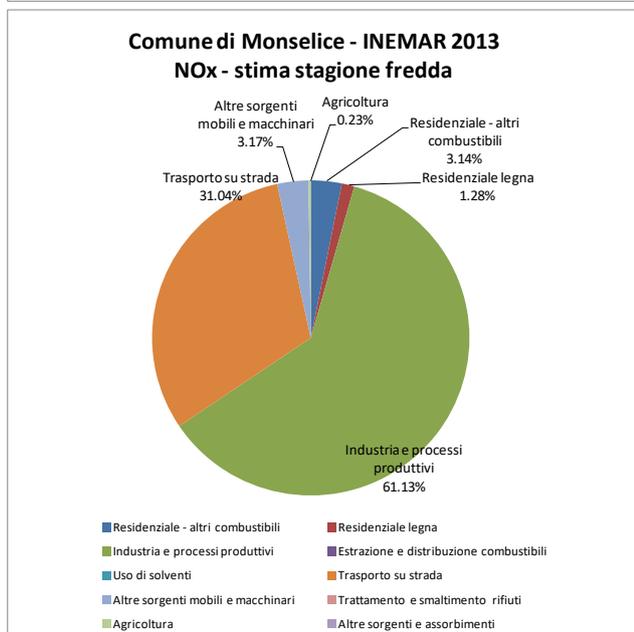
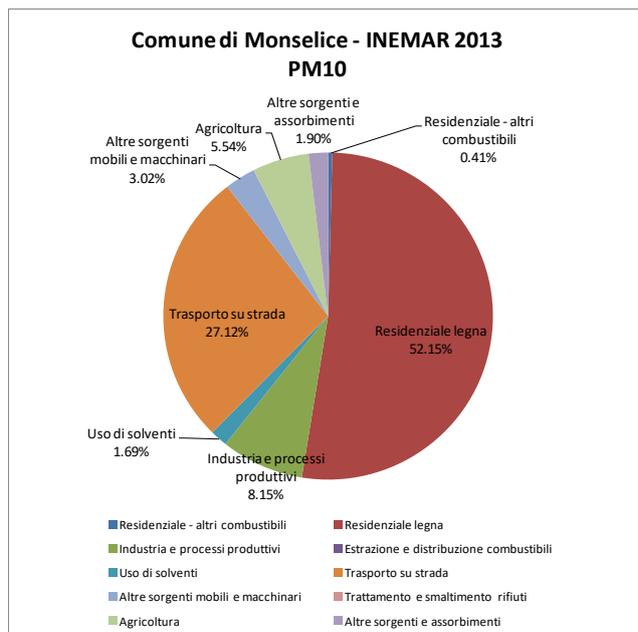
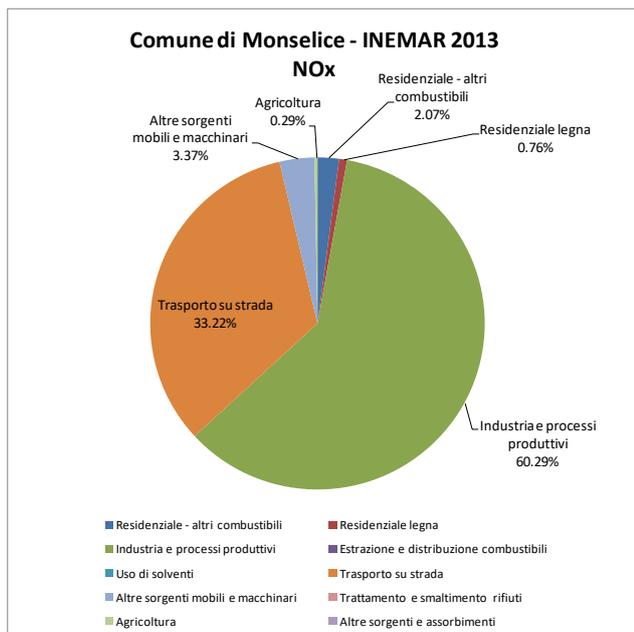


La ripartizione dei contributi delle diverse sorgenti emittive nel comune di Piove di Sacco rispecchia la situazione precedentemente descritta per il comune di Cittadella in riferimento sia alla base annuale, sia alla stima nella stagione fredda. Anche in questo caso prevale la componente del trasporto su strada per gli NOx, mentre la combustione residenziale delle biomasse legnose contribuisce dal 72 fino all'82% del totale regionale di PM10.



Rammentando la modifica apportata ai dati emissivi attualmente pubblicati in INEMAR Veneto 2013, e quindi in assenza del contributo del cementificio nel comune di Este, si osserva come il trasporto su strada sia ancora una volta la fonte prevalente per gli NOx.

Per il PM10 si mantiene prioritaria la combustione residenziale delle biomasse legnose, in riferimento sia alla base annuale, ed ancor più rispetto alla stima nella stagione fredda.



In considerazione della presenza della cemeniera nel comune di Monselice, il contributo maggiore per gli NOx proviene dal comparto industriale (60%), seguito dal trasporto su strada (33%), e tali percentuali non variano di molto nella stagione fredda rispetto alla stima annuale. A causa della presenza predominante di tale fonte, l'emissione di NOx da combustione nel settore residenziale è ridotta al 3-4%, anche se il quantitativo assoluto è pressoché pari a quanto stimato nei comuni di Piove di Sacco, Este e Cittadella. Per il PM10 continua ad essere prevalente l'ormai identificata sorgente chiave, costituita dalla combustione residenziale delle biomasse legnose, pur in presenza di una sorgente rilevante come l'attività di produzione di cemento.

Per citare i dati di INEMAR nella versione definitiva si prega di utilizzare la presente dicitura:

ARPA VENETO - REGIONE VENETO (febbraio 2017). INEMAR VENETO 2013 - Inventario Regionale delle Emissioni in Atmosfera in Regione Veneto, edizione 2013 – dati in versione definitiva. ARPA Veneto – Servizio Osservatorio Aria, Regione del Veneto - Area Tutela e Sviluppo del Territorio, Direzione Ambiente, UO Tutela dell'Atmosfera.