

Punto - Tenda
TENDA DA NOLE

Metodologia di Stima delle Emissioni dalla Combustione di Biomassa Legnosa nel Settore Residenziale

Carlo Trozzi

Climarea

7° Comitato di pilotaggio
Genova, 11 febbraio 2020



Techne Consulting

Environment and Energy Knowledge

Obiettivo del lavoro

**definizione di una nuova metodologia
condivisa per la stima delle emissioni
dalla combustione di biomassa
legnosa nel settore residenziale nel
territorio ALCOTRA, a supporto degli
inventari delle emissioni e dei bilanci
energetici e di CO₂**



Attività svolte

- ricognizione delle più recenti fonti ufficiali dei **dati** fruibili nelle regioni del territorio ALCOTRA necessari alla stima delle emissioni e alla loro disaggregazione spaziale e temporale
- raffronto tra le più recenti **metodologie utilizzate** dai partner del progetto per la stima dei consumi di legna nel settore residenziale e delle emissioni
- definizione di una **metodologia** di stima delle emissioni e dei consumi **comune** per i partner del progetto
- approfondimento sulle **tecnologie più innovative** relative alla combustione delle biomasse legnose nel residenziale a supporto dell'adozione di misure di riduzione delle emissioni
- approfondimento delle **normative** esistenti nel territorio in esame, relative alla limitazione e controllo delle emissioni e alle prestazioni degli impianti per la combustione di biomassa legnosa



Fonti ufficiali dei dati

➤ ITALIA

- indagine ISTAT sul riscaldamento domestico del 2013
- dati Regione Valle d'Aosta sulle tecnologie
- indagine Prepair sul bacino Padano
- dati del monitoraggio del cosiddetto burden sharing
- censimento ISTAT della popolazione e delle abitazioni
- gradi giorno per comune definiti nella legislazione

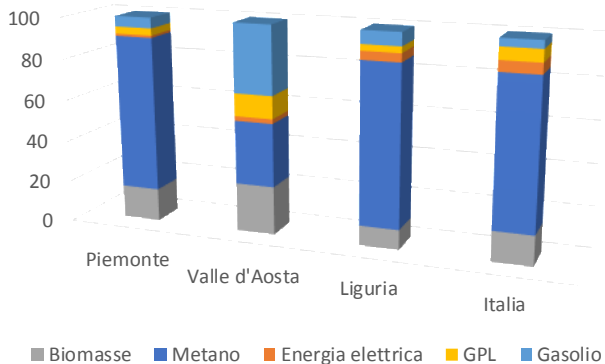
➤ FRANCIA

- bilanci energetici regionali (SDES)
- indagine regionale Auvergne-Rhône-Alpes
- dati Inst. Nat. de la statistique et des études écon.
- gradi giorno per comune da Meteo France

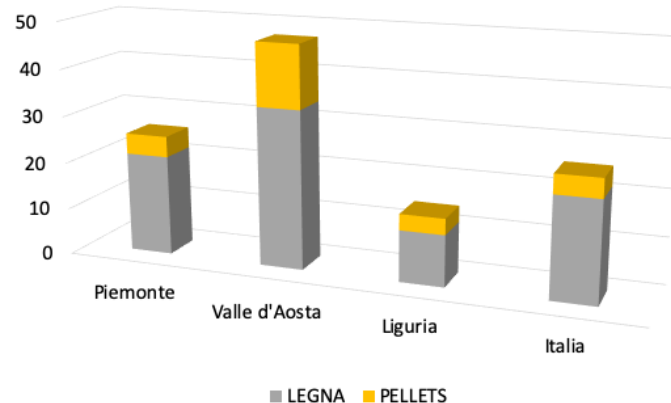


Indagine ISTAT: risultati 2013

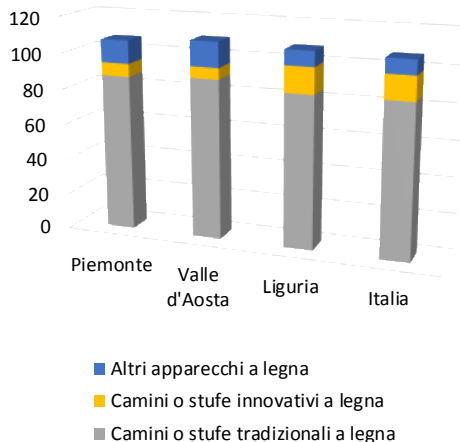
Percentuale famiglie per combustibile principale utilizzato



Famiglie utilizzatrici (per 100 famiglie)

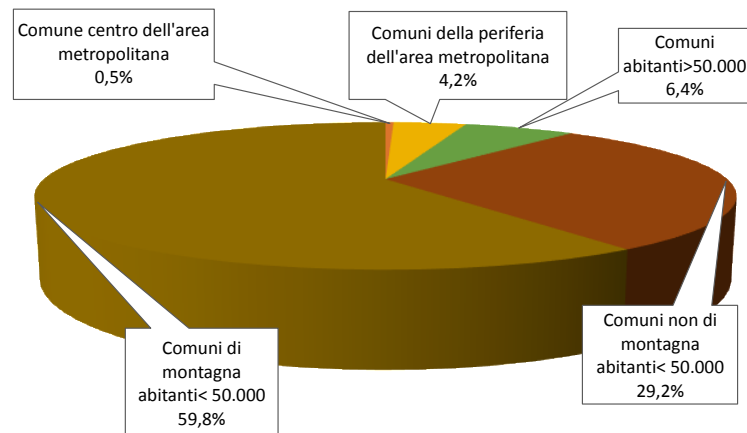


Tecnologia utilizzata (per 100 famiglie che usano legna)



Fonte ISTAT, campione 20.000 famiglie

Consumi legna e pellets per tipologia di comune - Italia

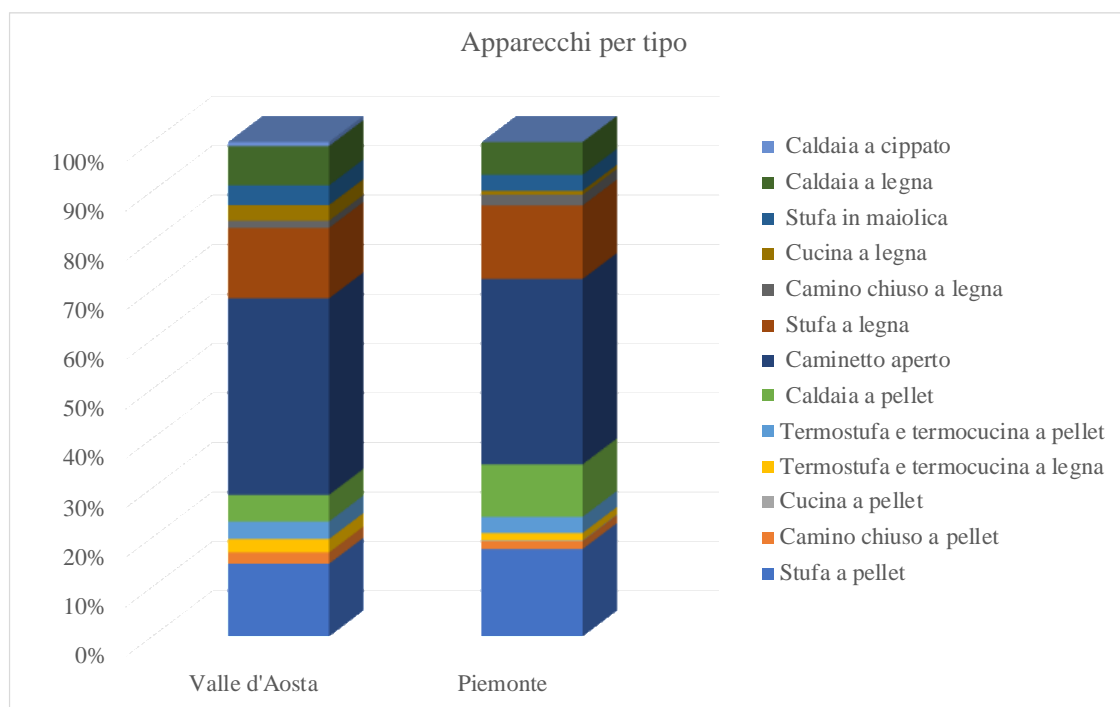


Indagine bacino padano: risultati 2018

Regione	utilizzatori di biomassa	utilizzatori frequenti di biomassa
Valle d'Aosta	38.9%	37.2%
Piemonte	26.2%	24.4%

**Fonte
Prepair**

	pellet (Mg)	legna (Mg)	pellet (Mg/abitante)	legna (Mg/abitante)
Valle d'Aosta	11.624	66.246	1,9	3
Piemonte	249.833	1.227.531	1,6	2,5

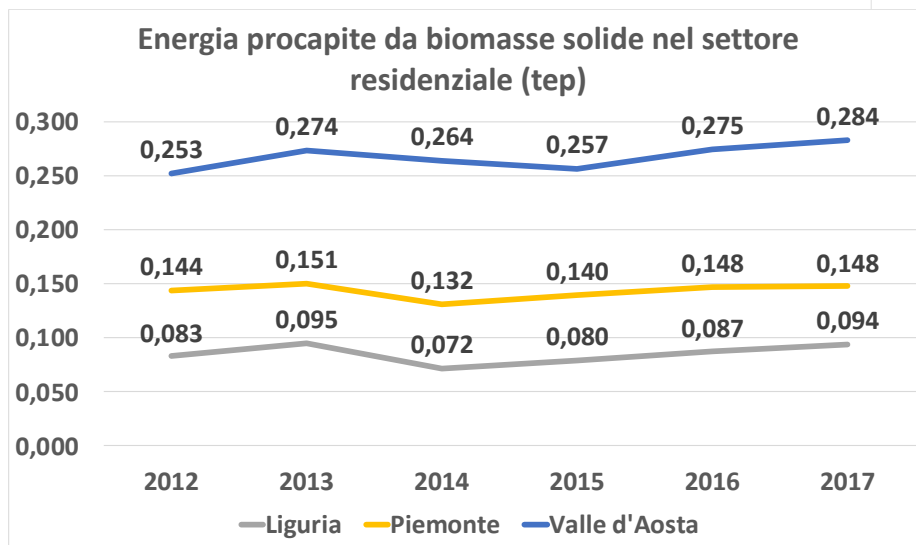
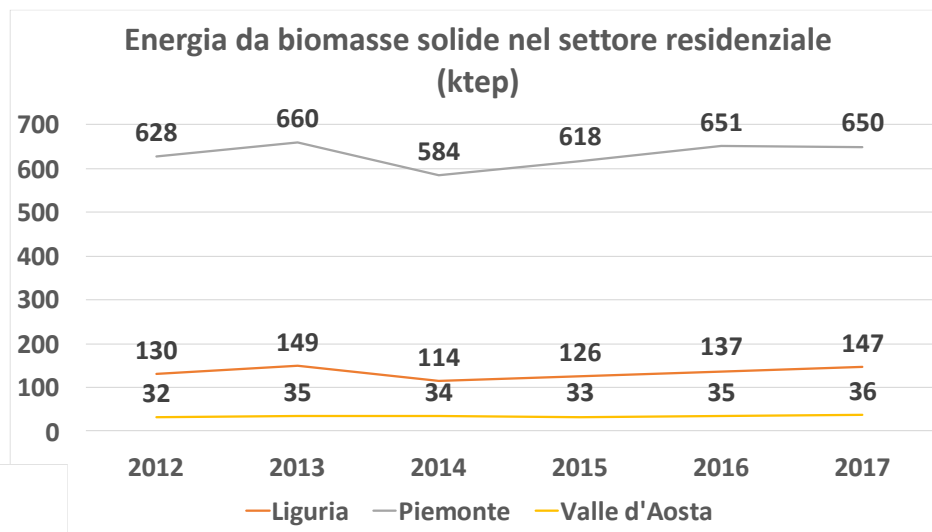


Indagine tecnologie Valle d'Aosta



Energia da biomasse (burden sharing IT)

Fonte: Monitoraggio Direttiva 2009/28 che assegna all'Italia come obiettivo 2020 una quota di fonti rinnovabili sui Consumi Finali Lordi almeno pari al 17%

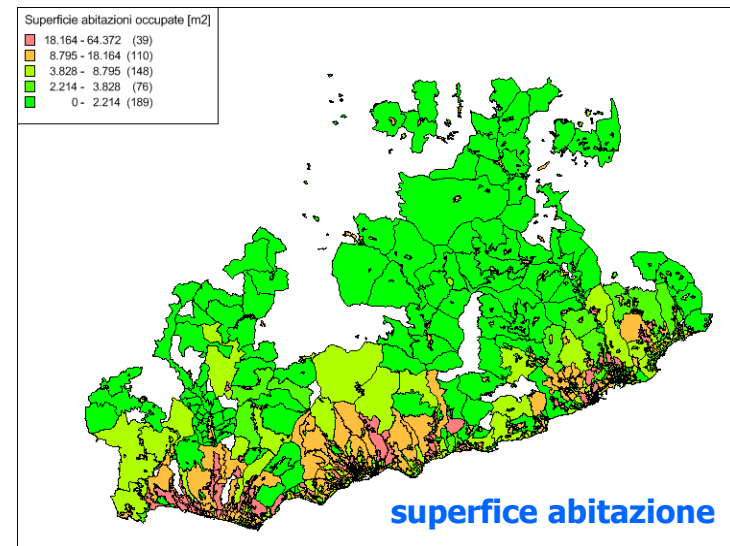
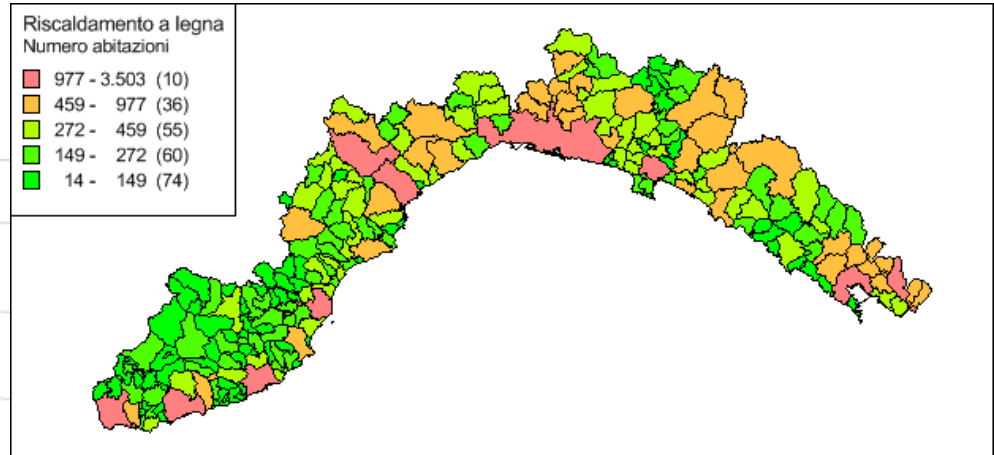
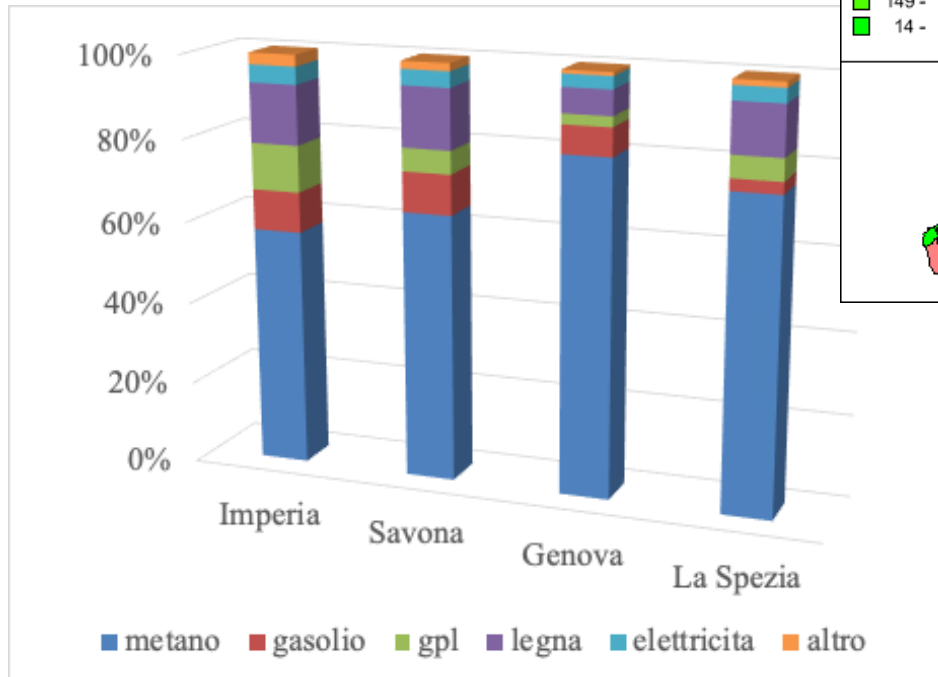


Con riferimento a tale obiettivo, il cosiddetto decreto del burden sharing individua gli obiettivi intermedi e finali che ciascuna Regione e Provincia autonoma deve conseguire entro il 2020



Censimento popolazione ed abitazioni (IT)

Impianto riscaldamento abitazione



superficie abitazione



Gradi giorno

- I gradi giorno di riscaldamento di una località, sono la somma, estesa a tutti i giorni di un periodo annuale convenzionale di riscaldamento (R), delle sole differenze positive giornaliere tra una temperatura dell'ambiente (T_a), convenzionalmente fissata, e la temperatura media esterna giornaliera (T_i)

$$GG = \sum_{i \in R: T_i < 20} (T_{ref} - T_i)$$

$T_{ref} = 20^\circ$ (Legisl. Italia), 17° (Meteo France), 18° (JRC)

- I gradi giorno sono un indicatore per la misurazione del fabbisogno termico per il riscaldamento delle abitazioni in una determinata località in un determinato periodo. Il calcolo numerico consiste nella somma cumulativa della sola differenza positiva tra la temperatura interna di base e la temperatura media esterna. Esiste infatti una alta correlazione tra gradi giorno e consumi energetici per riscaldamento.

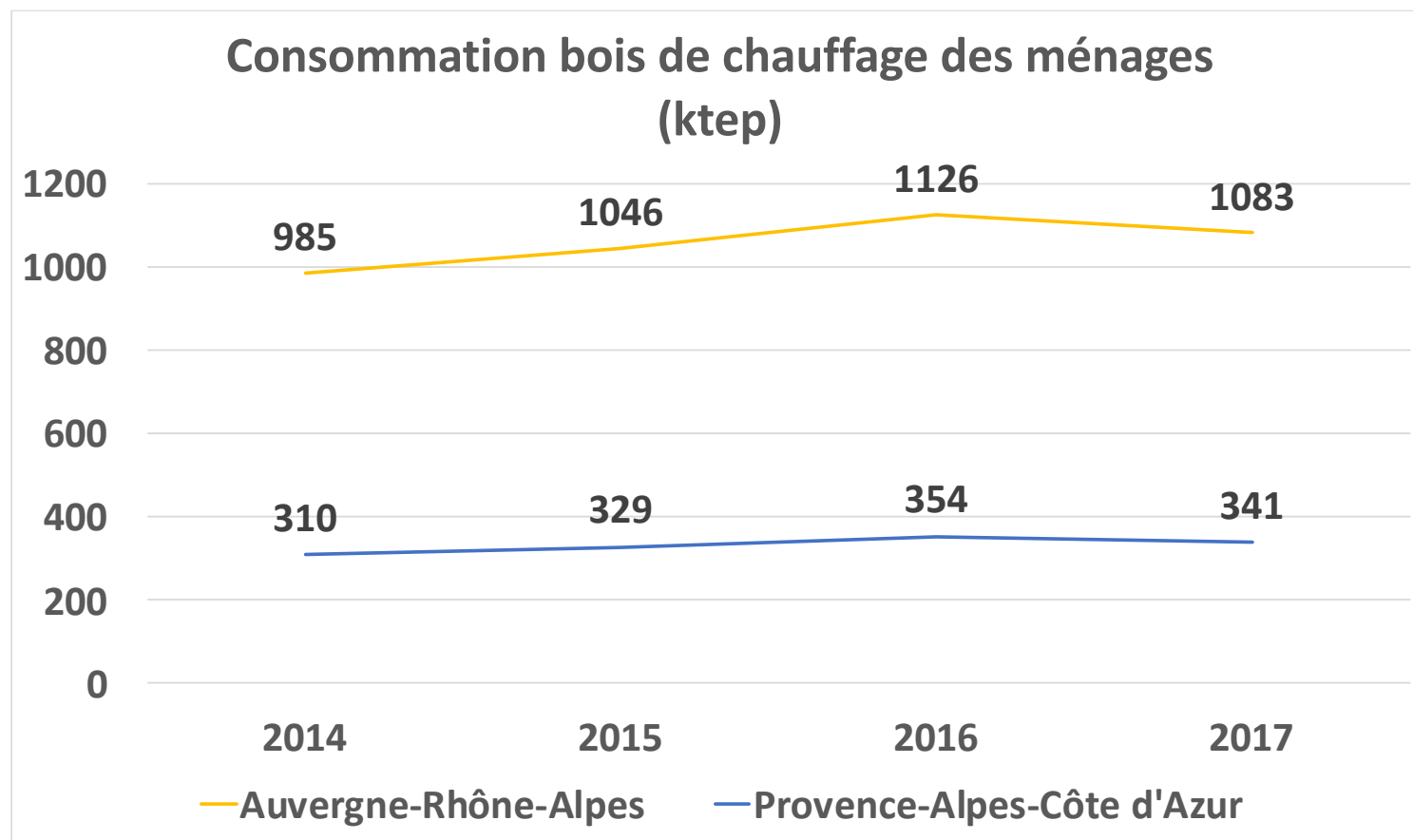


Esempio gradi giorno (provincia Imperia)

Comune	alt. s.l.m.	gradi giorno	zona climatica	Comune	alt. s.l.m.	gradi giorno	zona climatica
Airole	149	1706	D	Molini di Triora	460	2242	E
Apricale	273	2015	D	Montalto Ligure	315	1881	D
Aquila di Arroscia	495	2329	E	Montegrosso Pian Latte	721	3093	F
Armo	578	2536	E	Olivetta San Michele	292	1748	D
Aurigo	431	2170	E	Ospedaletti	5	1057	C
Badalucco	179	1543	D	Perinaldo	572	2521	E
Baiardo	900	3338	F	Pietrabruna	400	2093	D
Borghigera	5	1057	C	Pieve di Teco	240	2290	E
Borghetto d'Arroscia	155	2153	E	Pigna	280	1718	D
Borgomaro	249	1717	D	Pompeiana	200	1566	D
Camporosso	25	1301	C	Pontedassio	80	1354	C
Caravonica	360	2051	D	Pornassio	630	2866	E
Carpasio	720	2958	E	Prelà	151	1541	D
Castel Vittorio	420	2143	E	Ranzo	124	2103	E
Castellaro	275	1782	D	Rezzo	563	2499	E
Ceriana	369	2016	D	Riva Ligure	2	1050	C
Cervo	66	1340	C	Rocchetta Nervina	235	1606	D
Cesio	530	2416	E	San Bartolomeo al Mare	26	1240	C
Chiusanico	360	2051	D	San Biagio della Cima	100	1584	D
Chiusavecchia	140	1514	D	San Lorenzo al Mare	6	1191	C
Cipressa	240	1694	D	San Remo	15	1105	C
Civezza	225	1657	D	Santo Stefano al Mare	7	1062	C
Cosio di Arroscia	721	3093	F	Seborga	500	2342	E
Costarainera	220	1645	D	Soldano	80	1401	D
Diano Arentino	331	1979	D	Taggia	39	1165	C
Diano Castello	135	1501	D	Terzorio	185	1564	D
Diano Marina	4	1186	C	Triora	780	3039	F
Diano San Pietro	83	1382	C	Vallebona	149	1572	D
Dolceacqua	51	1365	C	Vallecrosia	5	1109	C
Dolcedo	75	1362	C	Vasia	385	2114	E
Imperia	10	1201	C	Ventimiglia	9	1119	C
Isolabona	106	1502	D	Vessalico	192	2220	E
Lucinasco	499	2339	E	Villa Faraldi	336	1992	D
Mendatica	778	3235	F				



Dati regionali di consumi di legna (FR)

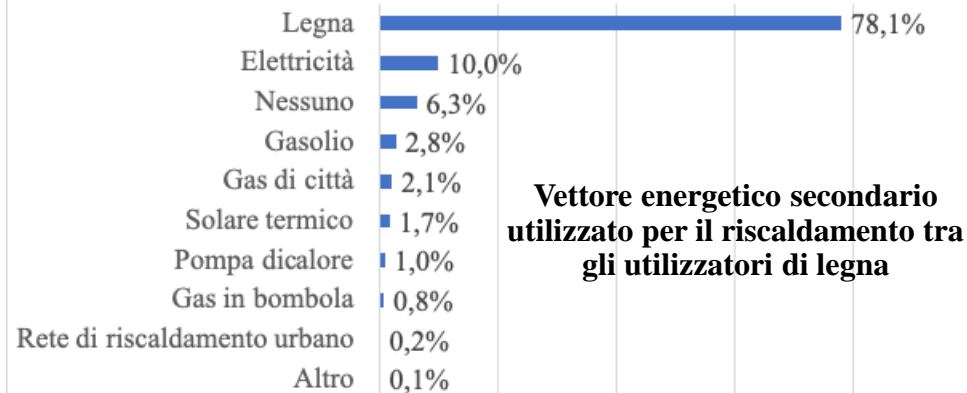
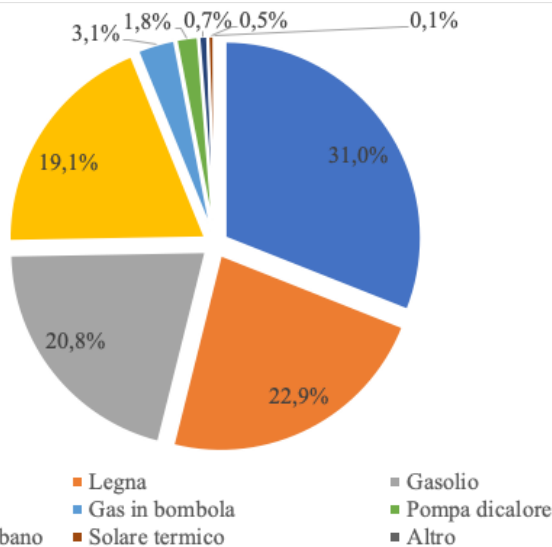


Service de la donnée et des études statistiques (SDES)

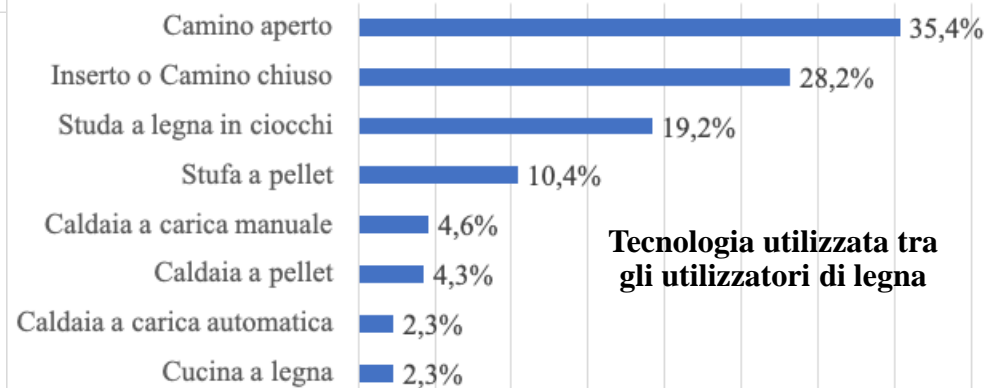


Indagine regionale Auvergne-Rhône-Alpes

Vettore energetico principale utilizzato per il riscaldamento tra gli utilizzatori di legna



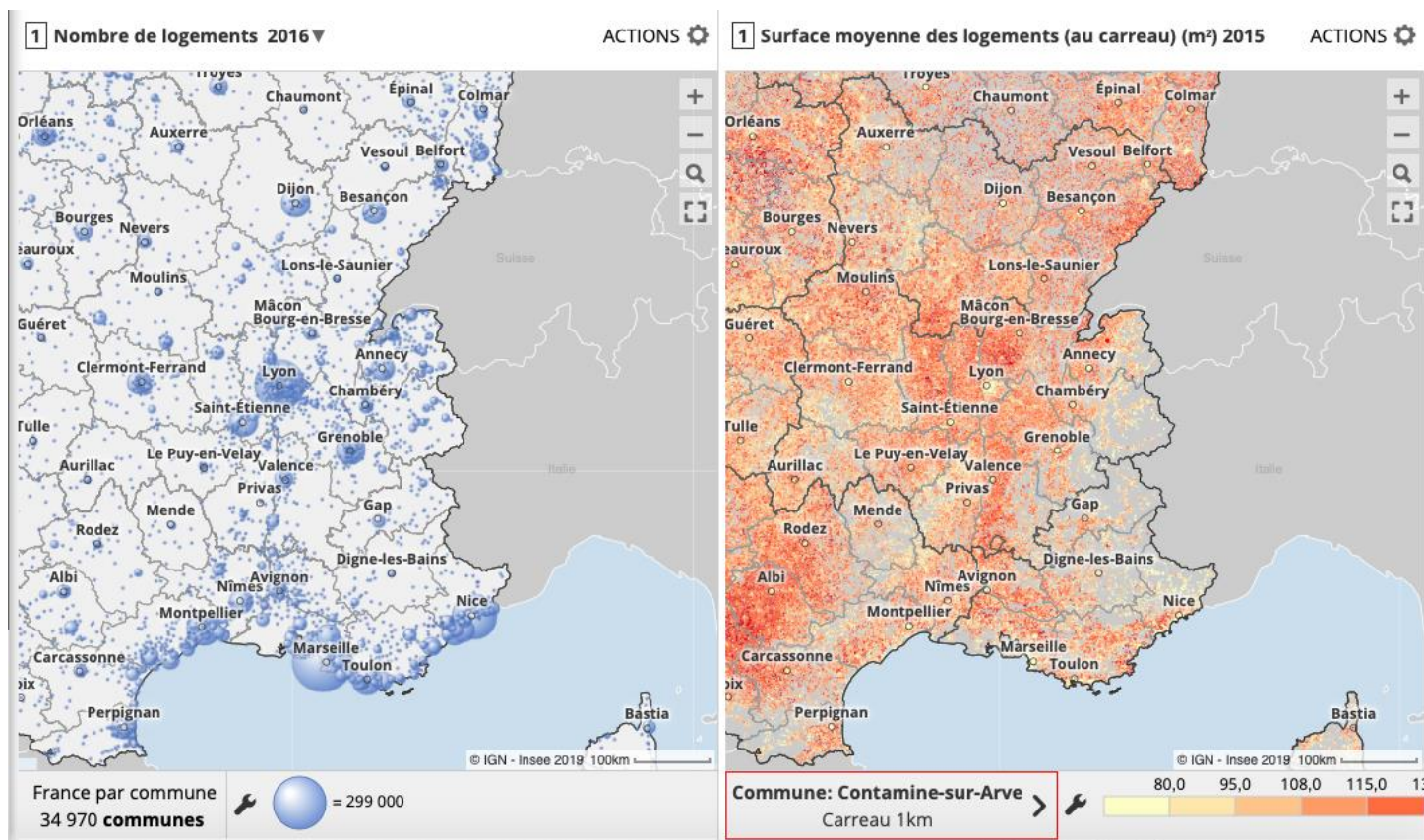
Vettore energetico secondario utilizzato per il riscaldamento tra gli utilizzatori di legna



Tecnologia utilizzata tra gli utilizzatori di legna



Dati sulle abitazioni (FR)



Institute national de la statistique et des études économiques

disponibile la composizione del patrimonio abitativo a livello subcomunale (IRIS): numero, superficie, tipo di residenza, tipo di riscaldamento, combustibile principale, ecc.

Stima consumi: Liguria

- **I consumi 2016 sono stati valutati a livello regionale e comunale nell'ambito della realizzazione del bilancio energetico regionale.**
- **I consumi totali di legna sono stati valutati a partire dai dati del GSE sull'Energia da biomasse solide nel settore residenziale e, in assenza di maggiori informazioni il rapporto tra pellet e legna da ardere è mantenuto costante come nell'indagine ISTAT 2013**

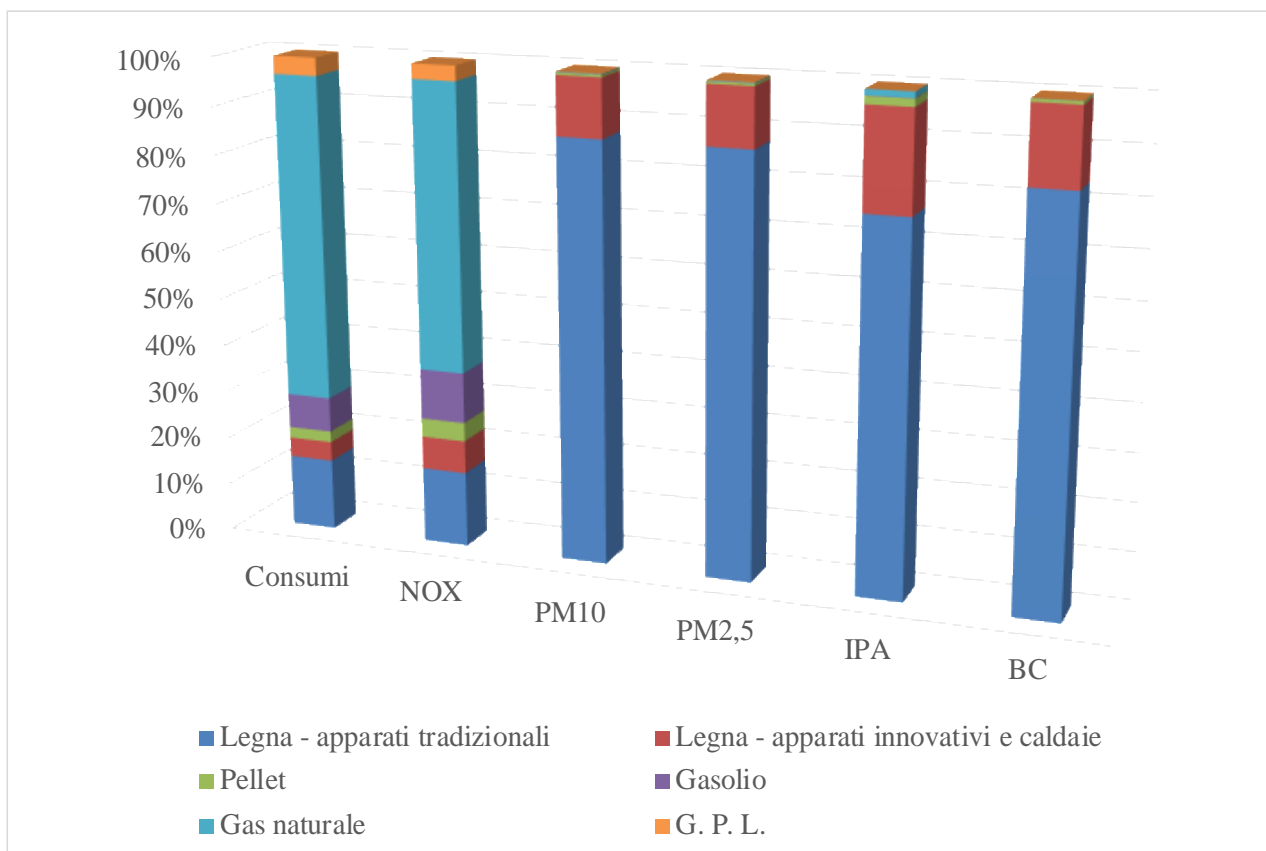
Combustibile	Consumi	Unità di misura
Legna da ardere	315.872	Mg
Pellets	41.628	Mg
Gas Naturale	559.505	Migliaia m ³
Gasolio	48.373	Mg
GPL	23.146	Mg

Stima consumi: Liguria

- La suddivisione dei consumi di legna nel residenziale tra le differenti tecnologie è stata mantenuta costante con il dato relativo all'indagine ISTAT del 2013
- È stata effettuata la suddivisione del consumo di legna tra caminetti e stufe utilizzando una valutazione di fonte ENEA (approssimata come 70% caminetti e 30% stufe)

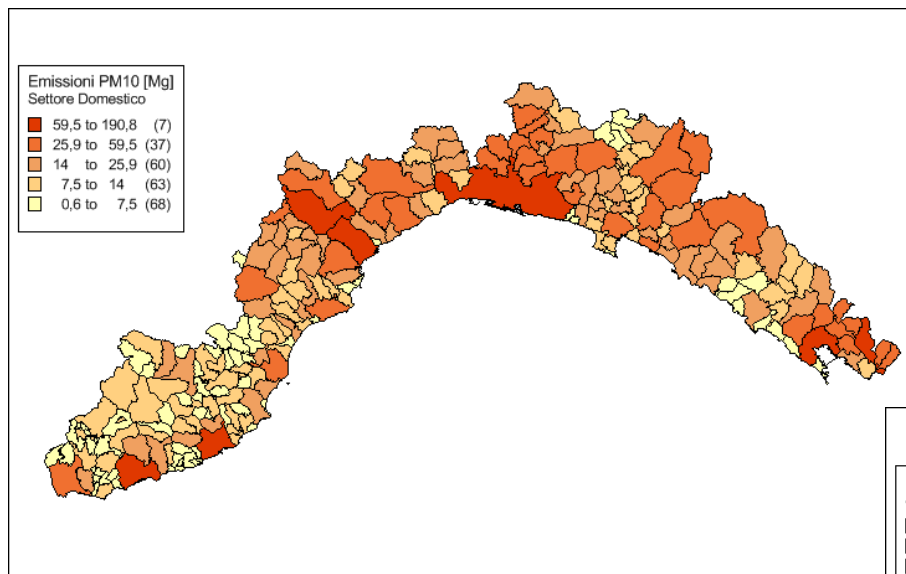
Tecnologia	Quota percentuale
Camini tradizionali	59,4%
Stufe tradizionali	25,4%
Caldaie	8,4%
Camini innovativi	10,2%
Stufe innovative	4,4%

Stima emissioni: Liguria

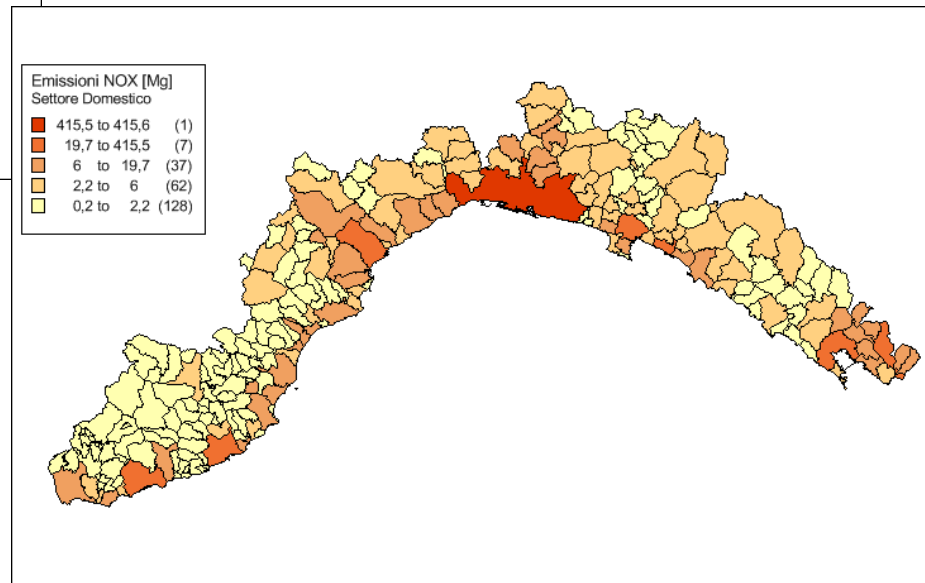


fattori di emissione utilizzati: EMEP/EEA Guidebook 2019

Stima emissioni: Liguria

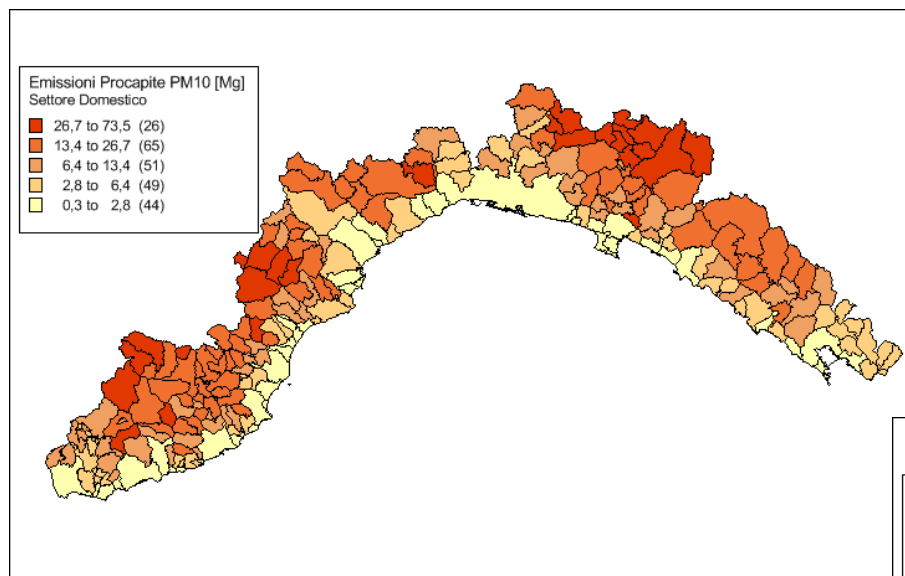


**I dati a livello comunale
ottenuti, utilizzando il
fabbisogno energetico delle
abitazioni per comune e per
tipologia di riscaldamento**



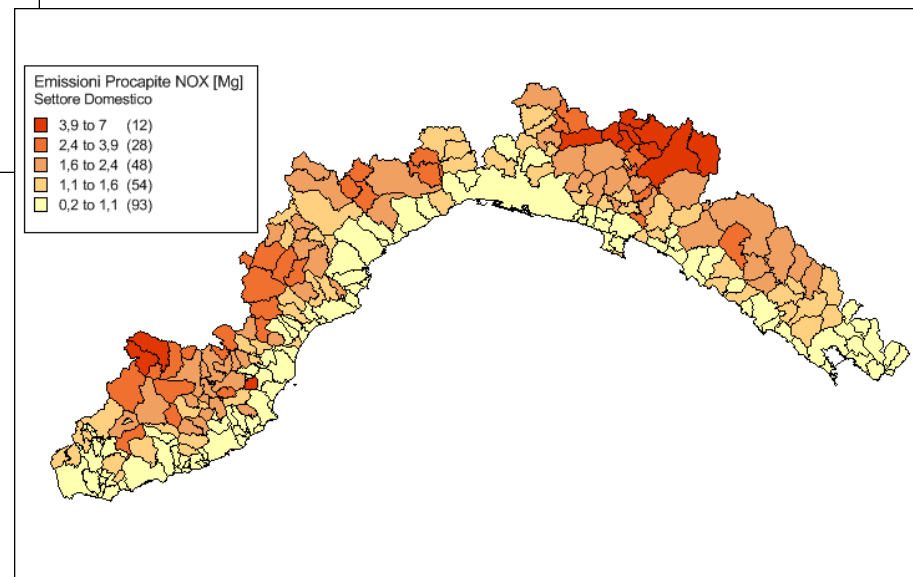
**fattori di emissione
utilizzati: EMEP/EEA
Guidebook 2019**

Stima emissioni pro-capite: Liguria



**Sono evidenti maggiori
emissioni nelle aree
rurali/montane per un
motivo climatico**

**Oltre ad un effetto
climatico è evidente sul
PM la maggiore
penetrazione della legna
nelle aree rurali/montane**



Stima emissioni: Piemonte

Emissioni (Mg) e fattori di emissione da combustione della legna in impianti residenziali

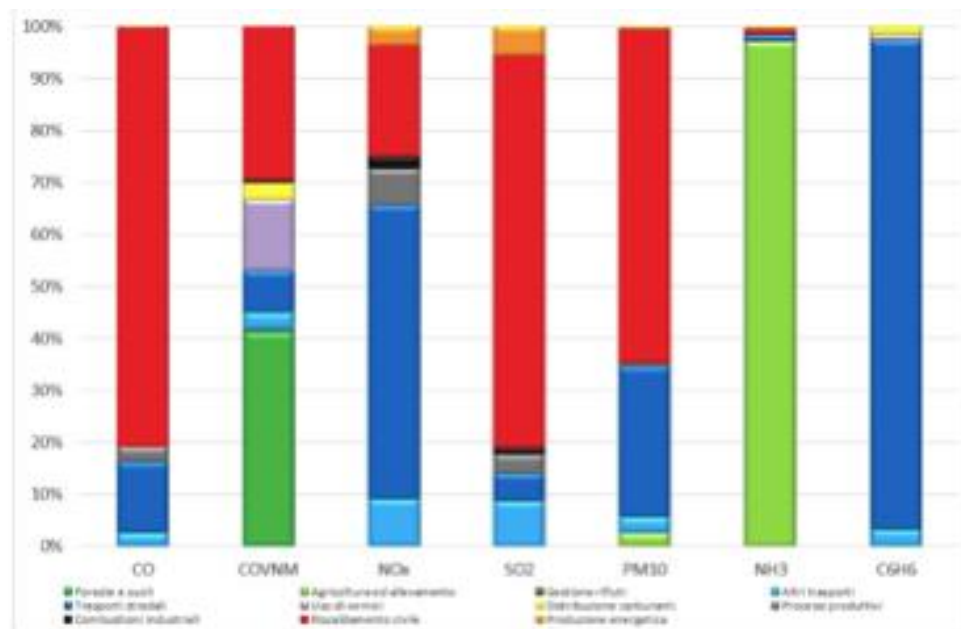
Provincia	CO	NMVOC	NO _x	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	NH ₃	CO ₂ eq	CH ₄	N ₂ O
Alessandria	11.791,3	1.097,0	332,2	1.178,9	1.166,3	41,4	29,9	34,7	1.006,8	43,6
Asti	9.879,6	872,9	268,4	961,4	951,0	33,1	23,6	27,6	802,6	34,7
Biella	7.777,3	687,1	211,3	756,8	748,7	26,0	18,5	21,7	631,8	27,3
Cuneo	29.806,8	2.633,4	809,8	2.900,6	2.869,3	99,7	71,1	83,3	2.421,5	104,7
Novara	7.470,9	695,1	210,5	747,0	739,0	26,2	19,0	22,0	637,9	27,6
Torino	37.350,8	3.475,0	1.052,4	3.734,5	3.694,4	131,0	94,8	109,8	3.189,0	138,2
Verbania	5.507,7	486,6	149,6	536,0	530,2	18,4	13,1	15,4	447,4	19,3
Vercelli	5.221,9	485,8	147,1	522,1	516,5	18,3	13,3	15,4	445,9	19,3
TOTALE	114.806,2	10.433,0	3.181,4	11.337,4	11.215,4	394,1	283,4	329,8	9.582,9	414,7

Tecnologia	CO (g/GJ)	NMVOC (g/GJ)	NO _x (g/GJ)	PM ₁₀ (g/GJ)	SO ₂ (g/GJ)	NH ₃ (g/GJ)	CO ₂ eq (kg/GJ)	CH ₄ (g/GJ)	N ₂ O (g/GJ)
Camino aperto tradizionale	5000	1000	100	860	13	10	116,7	320	14
Stufa tradizionale a legna	5000	300	100	480	13	10	101,3	320	14
Camino chiuso o inserto	4000	500	100	380	13	10	101,3	320	14
Caldaie <50MW	7500	600	270	100	20		94,6	400	14
Stufa o caldaia innovativa	4000	300	100	380	13	10	101,3	320	14
Sistema BAT Pellets	500	20	90	76	13	10	101,3	320	14
Sistema automatico a pellets o cippato o BAT legna	150	15	100	76	13	10	101,3	320	14



Stima emissioni: Valle d'Aosta

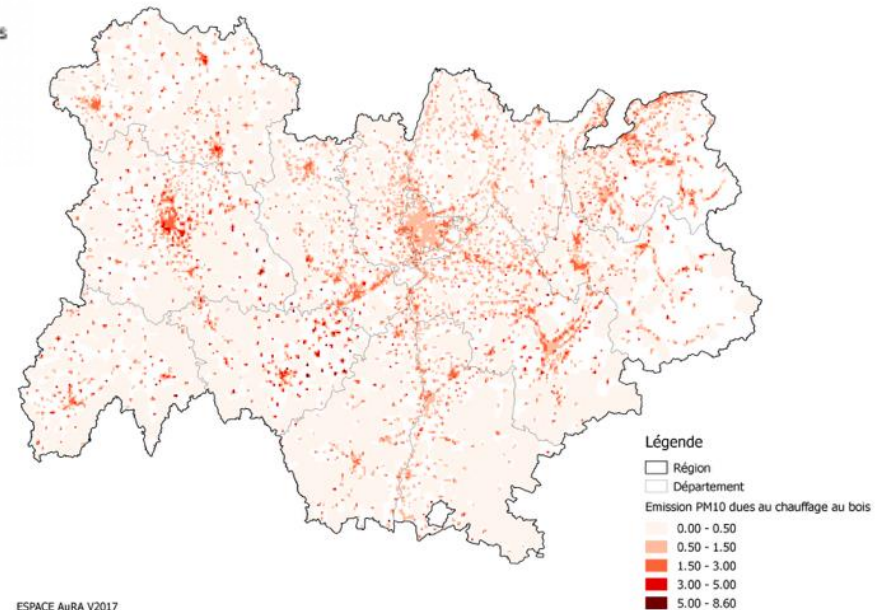
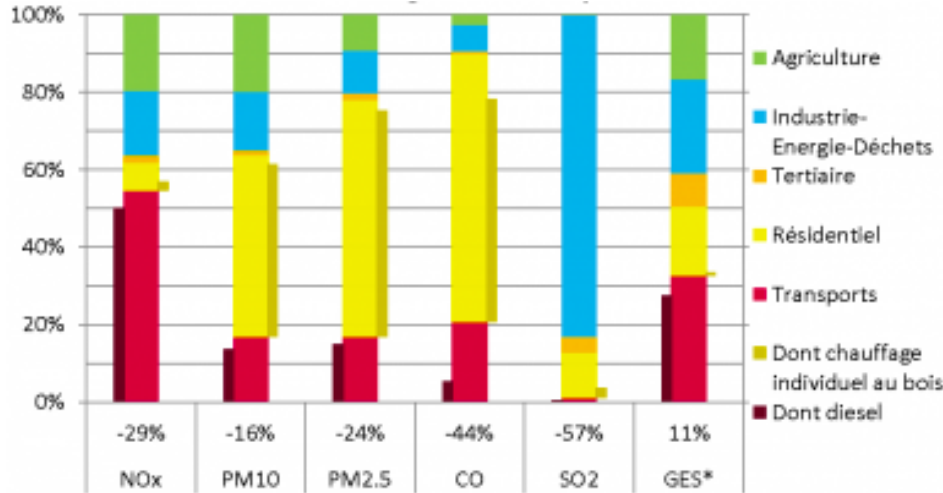
Emissioni (Mg) e fattori di emissione da combustione della legna in impianti residenziali



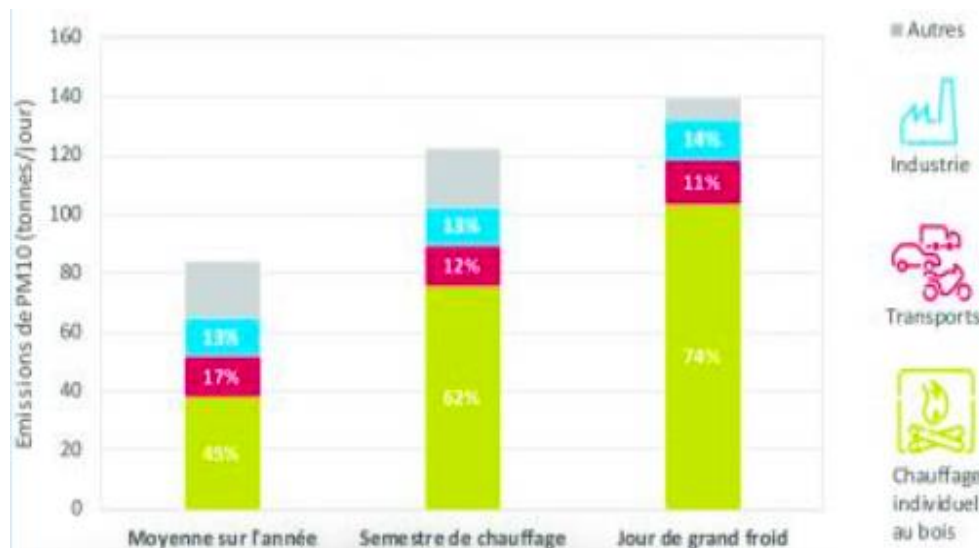
■ Categoria: Le emissioni in atmosfera
© Pubblicato: 23 Agosto 2017

Fattori	PM ₁₀	B(a)P	SO ₂	NO _x	CO	Diossine
Emissione	(g/GJ)	(g/GJ)	(g/GJ)	(g/GJ)	(g/GJ)	(g/GJ)
Caldaie	290	60	13	100	4000	170
Stufe a pellets	29	5	13	90	500	50

Stima emissioni: Auvergne-Rhône-Alpes

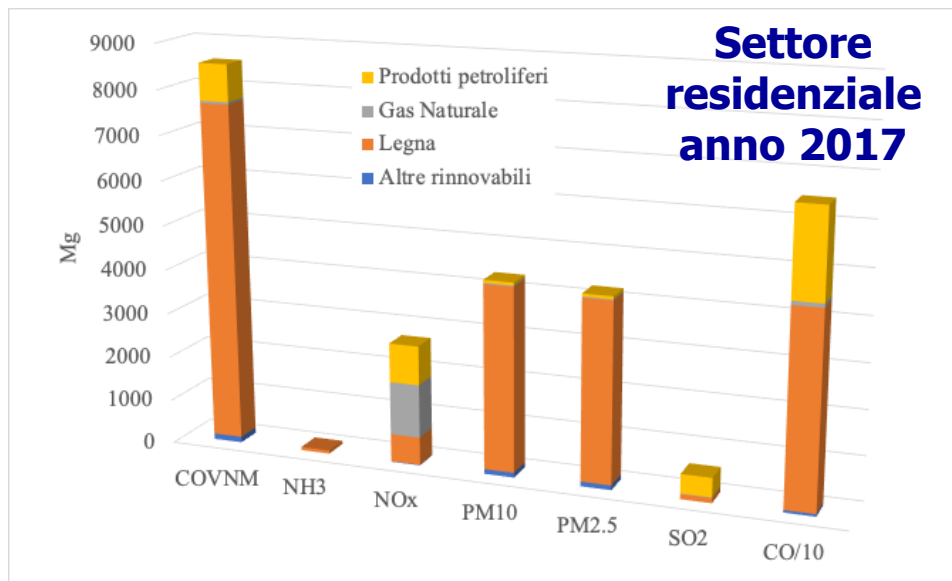


Stima emissioni: Auvergne-Rhône-Alpes



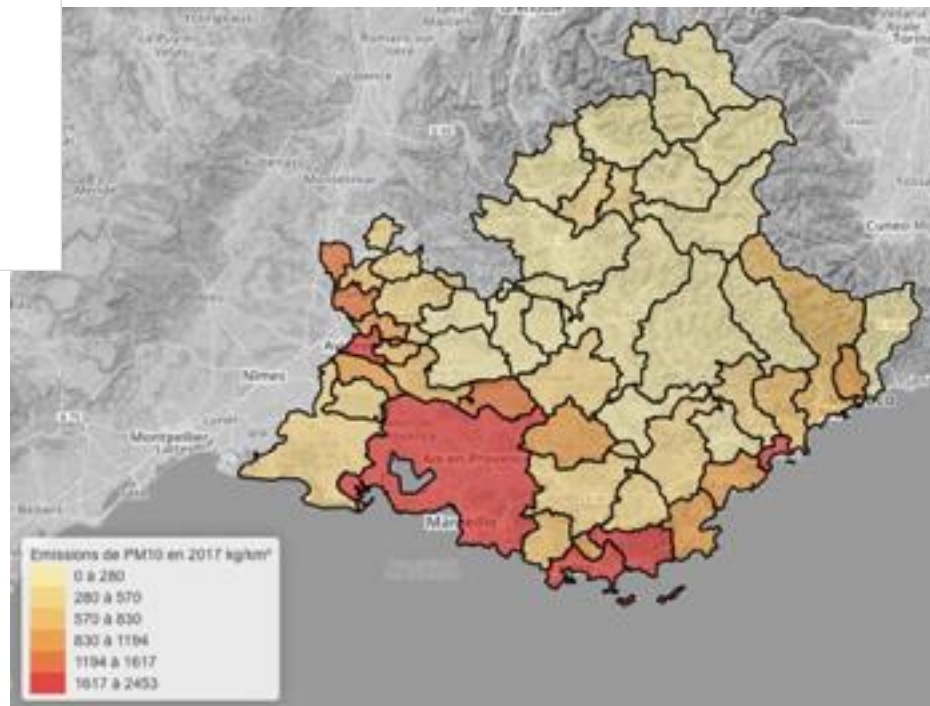
Fattori di emissione medi Francia ed incidenza umidità	FE medi 2015	Intervallo	Umidità 15%	Umidità 30%
CO (g/GJ)	3694	1448 – 8183	6000	5400
NO _x (g/GJ)	56	33-69	64	67
COVNM (g/GJ)	596	151-2287		
PM (g/GJ)	417	94-1355	584	1207
Benzo(a)pirene (mg/GJ)	51	8-313	50	71

Stima emissioni: Provence-Alpes-Côte d'Azur



stima distribuzione comunale tra tipologie di apparecchi, tipo di combustibile (ceppi, pellet, trucioli ...) e qualità

consumi valutati a livello di IRIS, sulla base dei dati sulle abitazioni, coefficienti CEREN, per ciascun utilizzo e vettore energetico, e temperatura per ponderazione comunale



Metodologia comune di stima

Le emissioni dell'inquinante i sono calcolate come

$$E_i = \sum_j C_j \times F_{i,j}$$

dove:

- j è la tecnologia di combustione della legna utilizzata,
- C_j sono i consumi di legna con la tecnologia j ;
- $F_{i,j}$ è il fattore di emissione per l'inquinante i e la tecnologia j .

Gli inquinanti considerati sono quelli dell'EMEP/EEA Guidebook 2019 e per i fattori di emissione si fa riferimento allo stesso Guidebook che fornisce un quadro comune europeo per la stima delle emissioni



Fattori di emissione

Tecnologia	CO (g/GJ)	NMVOC (g/GJ)	NO _x (g/GJ)	PM ₁₀ (g/GJ)	PM _{2,5} (g/GJ)	PST (g/GJ)	NH ₃ (g/GJ)	BC (g/GJ)
Stufe tradizionali	4000	600	50	760	740	800	70	10
Caminetti	4000	600	50	840	820	880	74	7
Caldaie < 50 kWth	4000	350	80	480	470	500	74	16
Caminetti e stufe avanzati	2000	250	95	95	93	100	37	28
Stufe e caldaie a pellets	300	10	80	60	60	62	12	15
Stufe ad alta efficienza	4000	350	80	380	370	400	37	16

Tecnologia	BAP (mg/GJ)	BBF (mg/GJ)	BKF (mg/GJ)	IND (mg/GJ)	PCCD/F (I-Teq ng/GJ)	PCB (μ cg/GJ)	HCB (μ cg/GJ)
Stufe tradizionali	121	111	42	71	800	0,06	5
Caminetti	121	111	42	71	800	0,06	5
Caldaie < 50 kWth	121	111	42	71	550	0,06	5
Caminetti e stufe avanzati	10	16	5	4	93	0,007	5
Stufe e caldaie a pellets	10	16	5	4	100	0,01	5
Stufe ad alta efficienza	121	111	42	71	250	0,03	5

Inquinante	FE (g/GJ)
As	0,19
Cd	13
Cr	23
Cu	6
Hg	0,56
Ni	2
Pb	27
Se	0,5
Zn	512

Inquinante	FE (g/GJ)
SO _x	11
Gas	FE (g/GJ)
CO ₂	112.000
CH ₄	300
N ₂ O	4

**Fonte: EMEP/EEA
Guidebook 2019**



Valutazione consumi regionali

I consumi a livello regionale di legna per la tecnologia di combustione j definita per i fattori di emissione (Stufe tradizionali, Caminetti, Caldaie, Caminetti e stufe avanzati, Stufe e caldaie a pellets, Stufe ad alta efficienza) sono ottenuti a partire dai consumi totali regionali di legna di fonte statistica come:

$$C_j = C \times q_j$$

dove C sono i consumi regionali totali di legna e q_j è la quota di legna utilizzata negli apparati di classe j proveniente da indagini regionali o nazionali



Valutazione su base comunale e sub-comunale

I dati a livello comunale sono ottenuti utilizzando il fabbisogno energetico delle abitazioni per comune e fonte energetica come:

$$C_{ij} = C_j \times \frac{F_{ij}}{\sum_i F_{ij}}$$

dove con i è indicato il comune, con j la fonte energetica, con C il consumo e con F il fabbisogno.

Valutazione del fabbisogno

Il fabbisogno è calcolato su base comunale a partire dal numero di abitazioni per comune e fonte energetica utilizzata, dalla superficie media delle abitazioni per comune e dai gradi giorno per comune come:

$$F_{ij} = 24 \times (N_{ij} \times S_i \times h) \times G_i \times D_i$$

dove: i, comune; j, fonte energetica; F, fabbisogno; N, numero abitazioni; S, superficie media di una abitazione; G, gradi giorno; h, altezza dell'abitazione; D, coefficiente massimo di dispersione termica degli edifici



coefficiente massimo di dispersione termica degli edifici

$$D = C_d + 0,34 \times n$$

dove n numero medio dei volumi d'aria ricambiati in un'ora, C_d valore limite del coefficiente di dispersione volumica per trasmissione dell'involucro edilizio:

C _d	ZONA CLIMATICA										
	A		B		C		D		E		F
S/V	Gradi - giorno		Gradi - giorno		Gradi - giorno		Gradi - giorno		Gradi - giorno		Gradi - giorno
	<600	601	900	901	1400	1401	2100	2101	3000	>3000	
≤ 0,2	0,49	0,49	0,46	0,46	0,42	0,42	0,34	0,34	0,3	0,3	0,3
≥ 0,9	1,16	1,16	1,08	1,08	0,95	0,95	0,78	0,78	0,78	0,78	0,73

V volume delle parti di edificio riscaldate ed **S** area della superficie che lo delimita verso ambienti non riscaldati. Per **S/V** intermedi si procede per interpolazione lineare per valori fuori dagli estremi si assumono gli estremi

Assunzioni utilizzate in Liguria

Il coefficiente è stato calcolato assumendo un'altezza media h pari a 3, il numero di volumi d'aria ricambiati per ora n uguale a 0,5; ed il valore di C_d è calcolato assumendo un rapporto superficie/volume pari a 1/3.

Poiché il fabbisogno così calcolato è utilizzato al solo fine di distribuire il valore statistico regionale e tenuto conto dell'incertezza già presente in questo dato si ritiene il metodo sufficientemente adeguato.



Normative: Piemonte

- **divieto, in tutti i comuni del territorio regionale, di nuova installazione di generatori di calore alimentati da biomassa legnosa con prestazioni emissive inferiori a quelle individuate dalla legislazione nazionale *tre stelle* (dal 1.10.2018) e *quattro stelle* (dal 1.10.2019)**
- **divieto, dal 01/10/2019 in tutti comuni appartenenti alle zone "Agglomerato di Torino", "Pianura" e "Collina" così come individuati nella zonizzazione del territorio relativa alla qualità dell'aria ambiente , di utilizzo dei generatori di calore alimentati da biomassa legnosa se aventi prestazioni emissive, inferiori alle *tre stelle***



Normative: Valle d'Aosta

- Ha elaborato, ad ottobre 2018, apposite linee guida per la gestione e manutenzione di impianti termici civili alimentati a biomassa
- Le linee guida sono in particolare rivolte agli utilizzatori di biomasse legnose (legna a ciocchi, pellet e cippato) negli impianti termici civili con l'obiettivo di illustrare la corretta gestione degli stessi, volta a ridurre le emissioni prodotte in atmosfera e contemporaneamente a garantire una maggiore efficienza sia da un punto di vista energetico che economico.



Normative: Grenoble

- **promuovere l'uso di legna da ardere di buona qualità attraverso l'etichettatura**
- **sostituire gradualmente i caminetti aperti utilizzati come apparati integrativi e vietare i camini aperti per le nuove case**
- **istituire un fondo di assistenza finanziaria per incoraggiare il rinnovo o il miglioramento di sistemi di riscaldamento a legna inefficienti**
- **proibire l'installazione di dispositivi di riscaldamento a legna non performanti**



Normative: Auvergne-Rhône-Alpes

- lo schema regionale biomasse auspica lo sviluppo dei consumi di legna ed individua nella sostituzione dei vecchi impianti individuali, dei camini aperti e convenzionali con apparecchiature moderne, le azioni che permettono di ridurre in modo drastico le emissioni insieme al miglioramento delle pratiche individuali di combustione.

Nell'ambito della regione sono rilevanti:

- piano di Grenoble
- il piano della valle de l'Arve



Normative: Valle de l'Arve

- **il piano della valle de l'Arve prevede il proseguimento del fondo di supporto al rinnovo degli apparecchi a legna inefficienti con apparecchi a gas con i seguenti obiettivi:**
 - **3.500 dispositivi a legno rinnovati in 3 anni con apparecchi di classe di efficienza ambientale flamme verte 7***
 - **1000-2000 apparecchi sostituiti da alimentazione a legna ad alimentazione a gas**
 - **divieto di caminetti aperti dal 2022**



Normative: Provence-Alpes-Côte d'Azurè

- **lo schema regionale biomasse tende a favorire misure che consentano una migliore qualità dell'aria mediante il sostegno alla diffusione di dispositivi con efficienza e filtrazione ottimizzate.**
- **i piani di protezione dell'aria hanno come obiettivo di ridurre le emissioni legate al riscaldamento o alla combustione nel settore residenziale/terziario con il miglioramento delle prestazioni delle caldaie collettive, e l'incentivo ad adottare i caminetti chiusi per il riscaldamento a legna individuale**



Tecnologie e pratiche innovative

- per la valutazione delle tecnologie più innovative relative alla combustione delle biomasse legnose nel residenziale a supporto dell'adozione di misure di riduzione delle emissioni si è fatto riferimento al recente lavoro della Task Force on Techno-economic Issues della LRTAP Convention
- il lavoro si focalizza su caminetti e stufe e sulle caldaie domestiche e descrive:
 - le migliori pratiche (best practice);
 - le migliori tecniche disponibili (BAT - Best available techniques)



Migliori tecniche disponibili

- *Nuove stufe avanzate dotate di un migliore controllo dell'aria, materiali riflettenti e due camere di combustione*
- *Nuove stufe intelligenti con controllo automatizzato dell'alimentazione e della combustione dell'aria, controllo termostatico, Wi-Fi per raccogliere e inviare i dati di combustione al produttore per un migliore servizio*
- *Nuove stufe in muratura avanzate, funzionanti ad alta efficienza e basse emissioni*
- *Nuove caldaie a pellet avanzate: caldaie completamente automatizzate (controllo elettronico dell'alimentazione dell'aria, sensori lambda), caldaie a condensazione, con utilizzo di pellet standardizzati*
- *Caldaie con carburatore a legna che utilizzano legna da ardere o trucioli di legno*
- *Apparecchiature di accumulo di calore che riducono la frequenza delle operazioni di arresto/avvio ed il funzionamento a carico parziale, che genera emissioni più elevate rispetto al funzionamento a pieno carico*
- *Altro: ricircolo dei fumi, combustione inversa, gassificatore*



Buone pratiche

- *Accertarsi che venga raggiunta al più presto una temperatura elevata nella camera di combustione e che sia mantenuta*
- *Mantenere la fiamma vivida e "calda".*
- *Non mantenere fuoco che genera fumo.*
- *Controllare il fumo che esce dal camino (controllo visivo).*
- *Accertarsi che il fumo della combustione del legno sia inodore.*
- *Se possibile, misurare la temperatura nel camino per verificare che sia ottimale (150-200 ° C)*
- *Controllare il colore delle ceneri*
- *Rimuovere regolarmente le ceneri dall'impianto di riscaldamento*
- *far ispezionare e mantenere l'impianto di riscaldamento ed il camino da un tecnico qualificato su base regolare*



Grazie per l'attenzione
Merci pour votre attention

Domande?
Des questions?

